

## はじめに

プロ・ナトゥーラ・ファンド（略称P.N.ファンド）助成は、（財）自然保護助成基金と（財）日本自然保護協会の共同事業として、1990年に始まりました。「PRO NATURA」とは、ラテン語で「自然のために」という意味を持ち、第1期の助成開始以来、毎年この名にふさわしい国内外の自然保護のための研究や活動に対して助成を続け、今回第15期目の報告書を出すこととなりました。

プロ・ナトゥーラ・ファンドは、自然保護に対して有効で公正な助成事業となるよう独自の審査委員会による選考を行っていますが、第15期は厳正な審査の結果、国内外23の団体・個人に、2004年10月より2005年9月までの1年間（長期事業助成の3団体については2006年9月までの2年間）助成を行いました。第15期までに助成したテーマは、国内・海外あわせて300件を超え、助成総額は3億4千万円弱となりました。

本報告書は、2004年度（第15期）の長期事業助成の枠組みを除く、20案件の助成成果報告をとりまとめたものです。これらの成果が、各地域における自然保護のため有効に活用されるよう願ってやみません。

2006年11月

財団法人 日本自然保護協会 理事長 田畑貞寿

財団法人 自然保護助成基金 理事長 奥富 清

# 目 次

## はじめに

### プロ・ナトゥーラ・ファンド<第15期助成>

|           |   |
|-----------|---|
| 第15期助成の概要 | 1 |
| 第15期助成先一覧 | 2 |

## 国内研究助成

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 絶滅危惧種ツシマヤマネコの生息地としての森林環境の評価    | 3  |
| 西表島浦内川河口域の生物多様性と伝統的自然資源利用の総合調査 | 11 |
| 西表島溪流辺植物群落の成立要因の解明と保全に関する調査研究  | 27 |
| 稀少鳥類ナミエヤマガラの基礎生態研究             |    |
| — 少ない生息数が引き起こす独特な生活史形質 —       | 39 |
| 屋久島におけるウミガメの個体数把握調査            | 47 |
| 奄美諸島固有種オットンガエルの保全生態学的研究        | 51 |

## 国内活動助成

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| 市民調査による九折瀬洞に生息する生物の現況と川辺川ダム計画の影響調査活動    | 61  |
| 県指定天然記念物「坂戸神社の森」に関する周辺住民の啓蒙のためのパンフレット作成 | 75  |
| 『もう一度見たい！軽井沢の草原・湿原』の出版と普及               | 77  |
| 近畿地方におけるタンポポ属の在来種・外来種・雑種の分布調査           | 79  |
| 泡瀬干潟における自然環境マップの作成                      | 83  |
| 国内 I B A (重要鳥類生息地) パンフレット作成             | 87  |
| 2004国際湿地シンポジウムin 敦賀                     |     |
| — ラムサール登録・未来への贈りもの “その役割と展望” —          | 89  |
| 沖縄のジュゴン保護のために確保すべき生息環境についてのヒアリング及び文献調査  |     |
| — 歴史文化的側面のほりおこし、他の個体群・飼育個体との比較から —      | 95  |
| 矢倉干潟保全活動                                |     |
| — 地図にない矢倉干潟 ゼロからのスタート —                 | 97  |
| 特別天然記念物オオサンショウウオ生息地生物多様性調査              | 109 |

## 海外研究助成

|                                                                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Laporan Orang Utan dan Hutan                                                                                                                       | 113 |
| 「野生のアフリカゾウと地域住民の共存から野生動物と人間の未来を考える」サイト立案                                                                                                           | 121 |
| Conservation ecology of the Mongolian gazelles: problems of overgrazing and railroad                                                               | 125 |
| Conservation of native species diversity in the abandoned Wasabi sites of<br>Lamperi evergreen broad-leaved forest in the western Bhutan Himalayas | 137 |

プロ・ナトゥーラ・ファンド

第 15 期助成

## 第15期助成の概要

2004年度（第15期）は、従来募集していた国内助成の「研究助成」・「活動助成」および「海外助成」に加え、新たに助成対象として「長期事業助成」の枠組みを設けました。長期事業助成は、国内研究助成と国内活動助成の対象となる全ての事業を対象とし、1年間の事業期間ではまとまった成果の得にくい、長期間の取り組みを必要とする事業を対象としたものです。

公募は、これら4つの区分で2004年6月に開始しました。その後7月に締切り、8月と9月に各分野の専門家による審査委員会での審査を経て、10月に助成対象事業を決定しました。

応募総数は国内・海外あわせて76件で、次項の一覧のように国内研究助成6件、国内活動助成10件、国内長期事業助成3件、海外助成4件、計23件に助成を行いました。第15期では継続助成案件はなく、助成総額は2400万円でした。

第15期の国内助成では、第14期に引き続き、屋久島、奄美諸島、西表島、沖縄本島など、南西諸島周辺の自然保護に係わるテーマなどが多く採択されました。また特に活動助成で多くのすばらしいテーマでの応募があり、10件と多数の事業が採択され、全国の自然保護問題の解決に寄与すると思われる素晴らしい成果が得られました。

海外助成ではインドネシア、ブータン、モンゴルなどのアジア地域のほか、アフリカのケニヤという、これまでに助成の実績の少ない地域への助成を行いました。それぞれの助成事業ではすばらしい成果が得られ、特にインドネシアのオラウータン保護のための事業については、重要性の高さから2005年度（第16期）も継続助成を行っています。

なお、本報告書には第15期に助成した事業のうち、長期事業助成を除く全ての成果を掲載しました。（長期事業助成の成果については、第16期の報告書に掲載の予定です）



# 2004 年度（第 15 期）P.N.ファンド助成先一覧

(万円)

| No.       | タイトル                                                                   | グループ名・申請者名                                | 代表者名・推薦者名                         | 助成額  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|------|
| 国内研究助成    |                                                                        |                                           |                                   |      |
| 1         | 絶滅危惧種ツシヤママネコの生息地としての森林環境の評価                                            | ツシヤママネコ研究グループ                             | 伊澤 雅子                             | 100  |
| 2         | 西表島浦内川河口域の生物多様性と伝統的自然資源利用の総合調査                                         | 西表島浦内川流域研究会                               | 松本 千枝子                            | 100  |
| 3         | 西表島溪流辺植物群落の成立要因の解明と保全に関する調査研究                                          | 西表島溪流植生調査団                                | 星野 義延                             | 70   |
| 4         | 稀少鳥類ナミエヤマガラの基礎生態研究：少ない生息数が引き起こす独特な生活史形質                                | ナミエヤマガラ調査隊                                | 上田 恵介                             | 90   |
| 5         | 屋久島におけるウミガメの個体数把握調査                                                    | NPO法人 屋久島うみがめ館                            | 大牟田 一美                            | 100  |
| 6         | 奄美諸島固有種オットンガエルの保全生態学的研究                                                | 奄美両生類研究会                                  | 岩井 紀子                             | 100  |
| 研究助成小計    |                                                                        |                                           |                                   | 560  |
| 国内活動助成    |                                                                        |                                           |                                   |      |
| 7         | 市民調査による九折瀬洞に生息する生物の現況と川辺川ダム計画の影響調査活動                                   | 九折瀬洞窟調査グループ                               | 中田 裕一                             | 90   |
| 8         | 県指定天然記念物「坂戸神社の森」に関する周辺住民の啓蒙のためのパンフレット作成                                | 「坂戸神社の森」パンフレット刊行会                         | 平田 和弘                             | 90   |
| 9         | 『こんなにすばらしかった、軽井沢の草原-みんなで作るレッドデータブック-』（仮題）の出版と普及                        | 軽井沢サクラソウ会議                                | 今城 治子                             | 50   |
| 10        | 近畿地方におけるタンポポ属の在来種・外来種・雑種の分布調査                                          | タンポポ調査・近畿 2005 実行委員会                      | 布谷 知夫                             | 80   |
| 11        | 泡瀬干潟における自然環境マップの作成                                                     | 泡瀬干潟を守る連絡会                                | 前川 盛治                             | 80   |
| 12        | 国内 IBA（重要鳥類生息地）パンフレット作成                                                | (財) 日本野鳥の会                                | 古南 幸弘                             | 80   |
| 13        | 2004 国際湿地シンポジウム in 敦賀<br>ラムサール登録・未来への贈りもの-その役割と展望-                     | 日本湿地ネットワーク                                | 辻 淳夫                              | 90   |
| 14        | 沖縄のジュゴン保護のために確保すべき生息環境についてのヒアリング及び文献調査-歴史文化的側面のほりおこし、他の個体群・飼育個体との比較から- | 北限のジュゴンを見守る会                              | 鈴木 雅子                             | 90   |
| 15        | 矢倉干潟保全活動                                                               | 西淀自然文化協会                                  | 山田 忍                              | 60   |
| 16        | 特別天然記念物オオサンショウウオ生息地生物多様性調査                                             | 真庭遺産研究会                                   | 徳永 巧                              | 70   |
| 活動助成小計    |                                                                        |                                           |                                   | 780  |
| 長期事業助成    |                                                                        |                                           |                                   |      |
| 17        | 北上山地中・北部に残存する中間温帯性自然林の分布と特性                                            | 北上山地森林生態系研究グループ                           | 平吹 喜彦                             | 190  |
| 18        | 北方四島における生態系保全と一次産業の共生に関するモデル形成～北方四島生物圏の持続可能なシステムの構築～                   | 特定非営利活動法人<br>北の海の動物センター                   | 大泰司 紀之                            | 340  |
| 19        | 栗駒国定公園（山形県内区域）公園計画の立案                                                  | 神室山系の自然を守る会                               | 海藤 清志                             | 50   |
| 長期事業助成小計  |                                                                        |                                           |                                   | 580  |
| 海外研究助成    |                                                                        |                                           |                                   |      |
| 20        | 野生オラウータン生息地における住民参加の森林パトロール活動と動態調査                                     | Mr. Yan. S<br>(キャンプ・カカップ)                 | 鈴木 晃<br>(日本・インドネシア・オラウータン保護調査委員会) | 130  |
| 21        | 「野生のアフリカゾウと地域住民の共存から野生動物と人間の未来を考える」サイト立案                               | 中村 千秋<br>(アフリカゾウ保護国際基金)                   | 小原 秀雄<br>(女子栄養大学)                 | 130  |
| 22        | モウコガゼルと家畜の相互関係に関する研究-ガゼルの保護としての過放牧の問題点-                                | Dr. Lhagvasuren Badamjav<br>(モンゴル科学アカデミー) | 高槻 成紀<br>(東京大学総合研究博物館)            | 100  |
| 23        | ブータンの Lamperi 広葉樹林の、放棄されたワサビ田における在来種の多様性保全                             | Ms. Rebecca Pradhan<br>(ブータン王立自然保護協会)     | 親泊 素子<br>(江戸川大学)                  | 120  |
| 海外助成小計    |                                                                        |                                           |                                   | 480  |
| 助 成 金 総 額 |                                                                        |                                           |                                   | 2400 |

## 絶滅危惧種ツシマヤマネコの生息地としての森林環境の評価

ツシマヤマネコ研究グループ

伊澤 雅子<sup>1)</sup>・Oh daehyun<sup>2)</sup>・宮國 泰斗<sup>2)</sup>・茂木 周作<sup>2)</sup>  
・檜山 智嗣<sup>3)</sup>・土肥 昭夫<sup>4)</sup>

The forest habitat for an endangered felid, the Tsushima leopard cat living in  
Tsushima islands, Japan

Tsushima leopard cat research group

Masako Izawa, Oh Daehyun, Taito Miyakuni, Shusaku Moteki, Tomotsugu Hiyama and Teruo Doi

長崎県対馬に生息するツシマヤマネコは生息環境の改変等によって生息数が急激に減少しており、生息環境の保全を中心とする保護策の構築が急務となっている。対馬は島の約9割が森林山地部に占められており、ヤマネコ本来の生息地としての山地部を含み本種の個体群全体の保護を考える上では、山地部における本種の生息状況を調査することは必要不可欠である。2004年9月～2005年9月に御嶽国有林周辺で自動撮影調査とラジオ・トラッキング調査を行った。本調査地には少なくとも3頭のヤマネコが定住しており、繁殖していることが確認された。また、山地部のヤマネコは繁殖活動や餌資源量の変化によって、オス・メスともに行動圏を拡大させること、山地部から低地部までを含む広い行動圏をもつことなどが明らかになった。それぞれの地域のヤマネコにとって好適な環境を保護するだけでなく、連続した広がりをもたない形で保護することが重要であると考えられた。

### 1. はじめに

ツシマヤマネコは長崎県対馬にのみ生息する小型の野生ネコ科で環境省のレッドリストにおいて絶滅危惧種ⅠA類にリストアップされ、国内希少野生動植物種に指定されるなど、国内で最も絶滅の危険度が高い哺乳類の1つである。本種は1970年代には200～300頭が生息していたとされているが、2005年の推定ではわずか80～110頭と急激に減少しており、分布域も限定されてきている。本種の生息数減少の最大の要因は生息環境の改変であると考えられている。生息環境の保全を中心とする保護策が急

務であり、その基礎となる科学的資料が求められている。これまでツシマヤマネコの基礎生態に関する資料が蓄積されてきており、人為的影響の大きい低地部についてツシマヤマネコの生息のために維持すべき環境についての解析および提言が行われてきた。本研究はさらに、対馬全体を対象とした生息地の環境評価および保全策を考える上の資料として、ツシマヤマネコの本来の生息地であり、島の9割を占める森林山地部におけるツシマヤマネコの生態的基礎データを得ることを目的とした。

1) 琉球大学理学部海洋自然科学科：沖縄県中頭郡西原町千原1  
2) 琉球大学大学院理工学研究科：沖縄県中頭郡西原町千原1  
3) 対馬野生生物保護センター：長崎県対馬市上県町  
4) 長崎大学環境科学部自然環境保全講座：長崎県長崎市文教町1-14

## 2. 調査地

対馬は九州と朝鮮半島間の北緯34度05分から34度42分、東経120度10分から129度30分に位置し、温帯域に属している。島の面積は709.77km<sup>2</sup>で、約88%は森林に覆われている。調査は対馬北部上県町の御嶽国有林および周辺地域で行った(図1)。御嶽国有林は雄岳(標高480m)を中心とした御嶽山系に位置し、壱岐対馬国定公園および鳥獣保護区に指定されており、ツシマヤマネコの保護を目的とした御嶽特定動物生息地保護林にも指定されている。御嶽山系の東側を仁田川が流れており、中流域には仁田川を堰き止めて作られた目保呂ダムが広がっている。ダムより上流域は仁田川が谷間を流れる溪流山間地域となっているが、ダムより下流域には田畑が広がり民家も点在する。調査地は針葉樹林と落葉・広葉樹が混在しており、針葉樹林の大半はスギ・ヒノキの植林による人工林である。これまでツシマヤマネコの生態に関する詳しい研究が行われてきた低地部である志多留・田の浜地域(図1)は、本調査地の西側沿岸部に位置し、草地・竹林・水田からなる平地と針葉樹林・広葉樹林からなる山林が混在している。

## 3. 方法

### (1) 自動撮影装置によるモニタリング調査

2004年9月から2005年9月まで、自動撮影装置を調査地内の林道沿いに13ヵ所設置した。自動撮影装置は動物が通過すると作動する赤外線センサーをカメラに接続したものをを用い、調査の都度カメラの状態を確認し、適宜フィルムの交換を行った。撮影されたツシマヤマネコは耳切れや額・胸の模様、性別などから個体識別を行った。なお、2004年9月～10月と2005年9月にはツシマヤマネコの捕獲のため、カメラの前に鶏ガラを置き、誘引した。

### (2) 捕獲とラジオ トラッキング

2004年9月20日、10月30日に発信機装着のためのツシマヤマネコの捕獲を行った。捕獲した個体は体の各部を計測し、電波発信機を装着後、捕獲地点で放逐した。捕獲および処置は環境省、文化庁の許可を受けて行った。2004年11月～2005年9月までに8回のラジオ・トラッキング調査を行った。個体の追跡はポータブル受信機と2素子アンテナを用いて、2時間間隔で7～13日間連続して行った。発信電波の方位探査はハンドヘルド型GPSによって測位した2ヶ所以上の位置から行い、Loas2.09を用いて個体の位置座標をUTM座標系で算出した。また、Biotas1.02

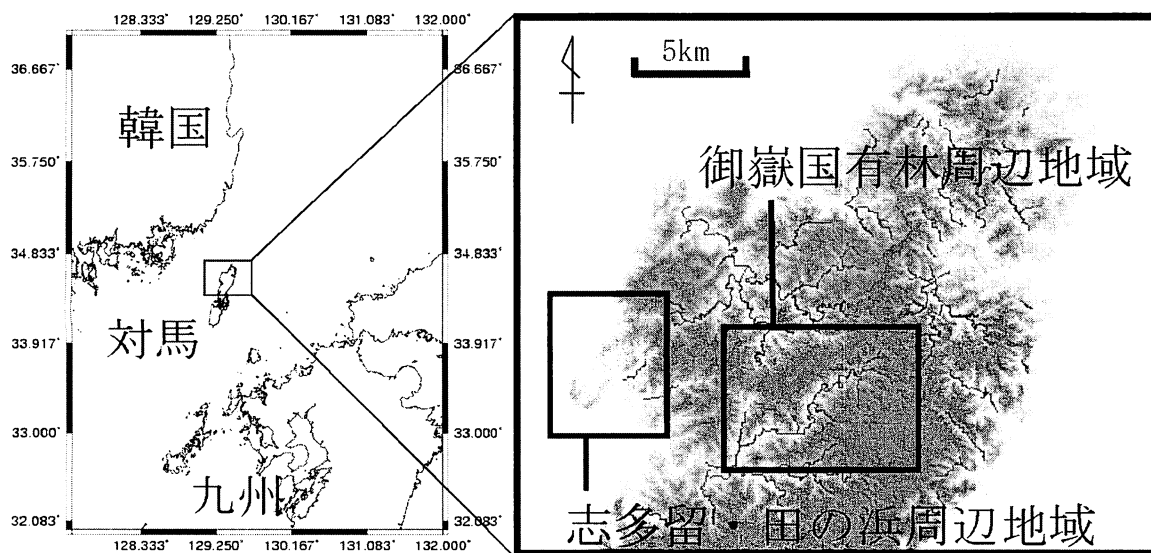


図1 調査地

を用いて、100%最外郭法で行動圏を推定し、50%調和平均法で集中利用地域(コアエリア)を推定した。

### (3) 行動圏内の環境解析

各個体の行動圏内の利用環境を調べるために、行動圏とそのコアエリア内の環境解析を行った。解析はラジオ・トラッキングによって得られた定位位置を、行動圏内に含まれるもの(全定位位置)とコアエリア内に含まれるものとに分類し、その環境を比較することによって行った。環境変数として植生、水系からの距離、地形を用いた。植生データは自然環境研究センターが作成した植生区分図を使用し、広葉樹林、針葉樹林、草地、集落・人工裸地、農地・水田の5つに区分した。水系データは国土地理院が発行する数値地図25000空間データ基盤を使用した。地形環境の区分は1/50,000地形図から谷線、尾根線を読み取り各ルートの100m以内をそれぞれ谷部、尾根部とし、谷部・尾根部に含まれない部分を斜面部とした。

## 4. 結果

### (1) 自動撮影によって確認されたツシマヤマネコ

自動撮影では計639回撮影され、そのうちツシマヤマネコを含む哺乳類8種、鳥類9種、爬虫類1種が同定できた(表1)。ツシマヤマネコは120回撮影され、このうち成獣オス1頭(M1)、成獣メス1頭(F1)、性別不明成獣1頭、性別不明亜成獣1頭の計4頭が個体識別できた。餌付けを行った2004年9月、10月、2005年9月で計86回(全体の71.7%)ヤマネコが撮影された。年間を通してツシマヤマネコが撮影されたが、冬季には識別不明の個体が撮影される回数が多かった。

### (2) 行動圏

2004年9月に成獣メス(F1: 体重2,500g)1頭、2004年10月に成獣オス(M1: 体重3,450g)1頭を捕獲した。M1は2002年8月に本調査地で初めて捕獲され(体重3,450g)、翌年2003年9月にも本調査地で再捕獲されている(体重3,850g)。F1は2003年9月に本調査地で初めて

表1 自動撮影装置による各動物種の確認回数

| 種名         |                                           | 確認回数       |
|------------|-------------------------------------------|------------|
| <b>哺乳類</b> |                                           | <b>528</b> |
| ツシマヤマネコ    | <i>Prionailurus bengalensis euptilura</i> | 120        |
| ツシマテン      | <i>Martes melampus tsuensis</i>           | 297        |
| ツシマジカ      | <i>Cervus nippon</i>                      | 22         |
| ノネコ        | <i>Felis catus</i>                        | 1          |
| イヌ         | <i>Canis familiaris</i>                   | 22         |
| イノシシ       | <i>Sus scrofa</i>                         | 9          |
| アカネズミ      | <i>Apodemus speciosus tusimaensis</i>     | 46         |
| ヒメネズミ      | <i>Apodemus argenteus</i>                 | 3          |
| ネズミsp.     |                                           | 8          |
| <b>鳥類</b>  |                                           | <b>110</b> |
| アオバト       | <i>Sphenurus sieboldii</i>                | 1          |
| カケス        | <i>Garrulus glandarius</i>                | 13         |
| キジバト       | <i>Streptopelia orientalis</i>            | 13         |
| コウライキジ     | <i>Phasianus colchicus</i>                | 2          |
| シロハラ       | <i>Turdus palidus</i>                     | 12         |
| ツグミsp.     |                                           | 14         |
| トビ         | <i>Milvus migrans</i>                     | 5          |
| トラツグミ      | <i>Zoothera dauma</i>                     | 25         |
| ハシボソカラス    | <i>Corvus corone</i>                      | 3          |
| カラスsp.     |                                           | 6          |
| ミヤマホオジロ    | <i>Emberiza elegans</i>                   | 2          |
| 種不明鳥類      |                                           | 14         |
| <b>爬虫類</b> |                                           | <b>1</b>   |
| アカマダラ      | <i>Dinodon rufozonatum rufozonatum</i>    | 1          |
| <b>合計</b>  |                                           | <b>639</b> |

捕獲された(体重2,600g)。それ以来M1、F1ともに、首輪型発信機を装着して追跡調査を行っており、調査地に定住していることが確認されている。行動圏とコアエリアの面積はそれぞれ、M1が705.9±183.1(平均±SD)ha、98.5±50.7ha(n=4)、F1が133.8±114.8ha、23.6±18.9ha(n=5)であった(表2)。

M1は仁田川周辺を中心とした行動圏を持っており、2004年11月、2005年1月、5月には目保呂ダムより上流の山間部からダムより下流の田畑や林縁部まで利用していた。特に行動圏が拡大した1月には河口付近の低地部までを含む行動圏を持っていた。

しかし、2005年9月には行動圏が縮小し、目保呂ダ

ム周辺からダムより上流域を利用するに留まった。また、各調査期間のコアエリアの重複は少なく、仁田川周辺に下流域から上流域まで点在していた(図2)。

F1は仁田川上流の山間部を中心とした行動圏を持っていた。2005年1月の追跡期間中に御嶽山系の尾根を越えて調査地の西側の山間部まで移動したことが確認された。移動した先の山間部では11日間で48.3haと比較的小さい行動圏を保持していた。この後、2005年4月には再び仁田川上流域に戻っていた。各調査期間のコアエリアは仁田川上流域で重複しており、行動圏が最も縮小した2005年9月にはコアエリアおよびその周辺だけを利用していた(図3)。

表2 各追跡期間における行動圏サイズ

|    | 追跡期間          | 行動圏サイズ(ha) | コアエリア(ha) | 定位点数 | 取得率(%) |
|----|---------------|------------|-----------|------|--------|
| M1 | 2004/11/4-11  | 736.7      | 180.6     | 61   | 72.6   |
|    | 2005/1/19-30  | 862.0      | 100.6     | 105  | 87.5   |
|    | 2005/5/22-31  | 846.9      | 57.1      | 75   | 70.1   |
|    | 2005/9/12-20  | 402.5      | 55.7      | 62   | 64.6   |
|    | 平均            | 709.5      | 98.5      | 76   | 73.7   |
|    | SD.           | 183.1      | 50.7      | 17.8 | 8.5    |
| F1 | 2005/1/13-2/4 | 413.2      | 18.4      | 87   |        |
|    | 1/13-21       | 31.1       | 5.7       | 30   | 35.7   |
|    | 1/25-2/4      | 48.3       | 7.8       | 57   | 52.8   |
|    | 2005/4/7-20   | 192.2      | 24.6      | 89   | 58.7   |
|    | 2005/5/23-30  | 333.2      | 58.5      | 26   | 31.0   |
|    | 2005/9/12-19  | 64.0       | 21.6      | 59   | 70.2   |
|    | 平均            | 133.8      | 23.6      | 52   | 49.7   |
|    | SD.           | 114.8      | 18.9      | 22.8 | 14.5   |

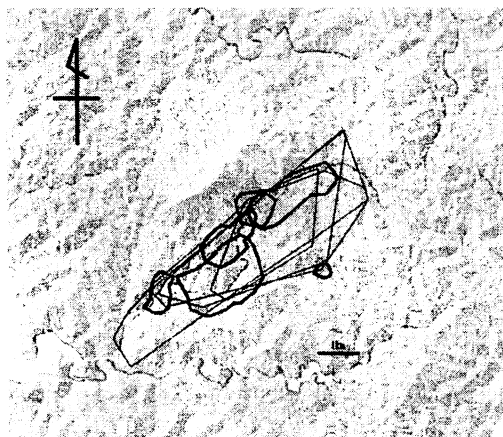


図2 M1の行動圏・コアエリア配置

細線が行動圏、太線がコアエリアを示す。

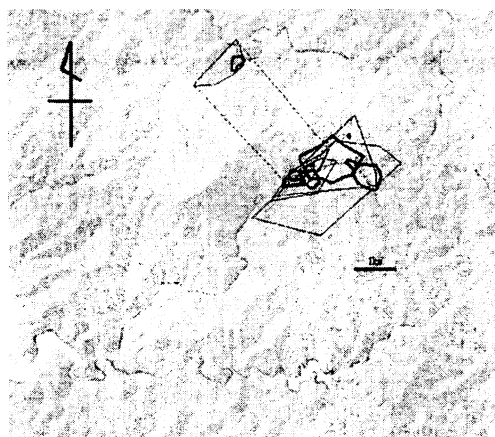


図3 F1の行動圏・コアエリア配置

細線が行動圏、太線がコアエリアを示す。破線は1月の行動圏で長距離移動する前と後の行動圏を含んだもの。



M1とF1の行動圏は2頭を同時追跡した調査期間(2005年1月、5月、9月)の全てにおいて重複しており、2005年5月にはコアエリアの重複も見られた。

### (3) 行動圏内の環境利用

行動圏およびコアエリア内の各環境区分の割合を表3に示す。

M1は2005年1月には5つの植生区分を全て利用し、その他の追跡期間でも3つ以上の植生区分を利用していた。一方、F1は2005年4月に広葉樹林、針葉樹林、草地の3区分を利用したが、その他の追跡期間では広葉樹林と針葉樹林の2区分を利用しただけであった。

各追跡期間における行動圏とコアエリア内の利用環境は、植生では広葉樹林と針葉樹林の割合が高く、次いで草地、農地・水田、集落・人工裸地の順となった。地形では全ての追跡期間で谷部が最も高い割合を示し、次いで斜面部、尾根部の順に低くなる傾向が見られた。

行動圏とコアエリアの植生を比較した結果、M1の2005年1月とF1の2005年1月でのみ有意差が見られた( $\chi^2$ 乗検定、 $P<0.01$ )。また、水系からの距離はF1の2005年9月でのみ有意差が見られた(Mann-Whitney U-test、 $P<0.01$ )。地形では全ての追

跡期間で有意差が見られなかった( $\chi^2$ 乗検定、 $P>0.05$ )。

## 5. 考察

### (1) 本調査地におけるツシマヤマネコの生息状況

自動撮影装置によるモニタリング調査の結果では、今回捕獲して発信機を装着した成獣2個体の他に成獣が1個体確認された。捕獲したメス個体は乳頭等の状態から今年は出産・育仔は行なわなかったと考えられたが、本調査地では地元の住民によって仔ネコを連れたツシマヤマネコが数回目撃されていることから、捕獲個体以外にも少なくとももう1頭の成獣メスがいることが考えられる。ツシマヤマネコの成獣メスはオスや亜成獣に比べて定住性が高いことが報告されている(上野 2004)ので、もう1頭の成獣メスが御嶽国有林周辺に定住している可能性は高い。これらの結果から、本調査地において少なくともオス成獣1頭、メス成獣2頭のツシマヤマネコが定住していると考えられ、これらの個体によって繁殖も行われていることが確認された。食肉目の場合、メスが定住して繁殖しているということは良好な生息環境であることの1つの指標となる。本調査地は高密度に安定してツシマヤマネコが生息

表3 行動圏とコアエリア内の環境比較

|    |              | 植生(%) |      |      |         |       | 水系からの距離(m) | 地形(%) |       |      |      |
|----|--------------|-------|------|------|---------|-------|------------|-------|-------|------|------|
|    |              | 広葉樹林  | 針葉樹林 | 草地   | 集落・人工裸地 | 農地・水田 |            | 谷部    | 尾根部   | 斜面部  |      |
| M1 | 04/11/4-11   | 行動圏   | 54.1 | 26.2 | 4.9     | 0.0   | 3.3        | 123.6 | 68.9  | 14.8 | 16.4 |
|    |              | コアエリア | 58.1 | 19.4 | 22.6    | 0.0   | 0.0        | 112.0 | 64.5  | 16.1 | 19.4 |
|    | 05/01/19-30  | 行動圏   | 38.1 | 24.8 | 19.0    | 1.0   | 17.1       | 74.0  | 80.0  | 2.9  | 17.1 |
|    |              | コアエリア | 38.0 | 14.0 | 20.0    | 0.0   | 28.0       | 76.8  | 84.0  | 0.0  | 16.0 |
|    | 05/05/22-31  | 行動圏   | 44.0 | 50.7 | 2.7     | 2.7   | 0.0        | 156.4 | 89.3  | 9.3  | 21.3 |
|    |              | コアエリア | 30.0 | 67.5 | 2.5     | 0.0   | 0.0        | 112.5 | 65.0  | 12.5 | 22.5 |
|    | 05/09/12-20  | 行動圏   | 35.5 | 58.1 | 6.5     | 0.0   | 0.0        | 71.2  | 59.7  | 4.8  | 35.5 |
|    |              | コアエリア | 25.0 | 62.5 | 12.5    | 0.0   | 0.0        | 56.2  | 75.0  | 3.1  | 21.9 |
|    | 05/01/13-21  | 行動圏   | 36.7 | 83.3 | 0.0     | 0.0   | 0.0        | 35.6  | 96.7  | 0.0  | 3.3  |
|    |              | コアエリア | 26.7 | 73.3 | 0.0     | 0.0   | 0.0        | 30.9  | 100.0 | 0.0  | 0.0  |
| F1 | 05/01/25-2/4 | 行動圏   | 68.4 | 31.6 | 0.0     | 0.0   | 0.0        | 104.7 | 75.4  | 15.8 | 8.8  |
|    |              | コアエリア | 93.5 | 6.5  | 0.0     | 0.0   | 0.0        | 126.5 | 74.2  | 12.9 | 12.9 |
|    | 05/04/07-20  | 行動圏   | 50.0 | 47.7 | 2.3     | 0.0   | 0.0        | 44.6  | 87.6  | 1.1  | 11.2 |
|    |              | コアエリア | 52.2 | 41.3 | 6.5     | 0.0   | 0.0        | 44.2  | 78.3  | 0.0  | 21.7 |
|    | 05/05/23-30  | 行動圏   | 38.1 | 61.9 | 0.0     | 0.0   | 0.0        | 105.3 | 76.9  | 3.8  | 23.1 |
|    |              | コアエリア | 16.7 | 83.3 | 0.0     | 0.0   | 0.0        | 67.4  | 66.7  | 5.6  | 27.8 |
|    | 05/09/12-19  | 行動圏   | 33.9 | 66.1 | 0.0     | 0.0   | 0.0        | 71.6  | 66.1  | 13.6 | 20.3 |
|    |              | コアエリア | 54.3 | 45.7 | 0.0     | 0.0   | 0.0        | 104.3 | 45.7  | 20.0 | 34.3 |

していることが確認されてきた低地部とは全く異なる環境であるが、ツシマヤマネコにとって重要な生息地であると考えられる。

## (2) 山地部に生息する個体の行動圏の拡大

冬季はツシマヤマネコの繁殖期に当たり、オスは繁殖相手を求めて行動圏を拡大することが低地部と山地部の両地域で報告されている(前川 1998、檜山 2004)が、メスは周年で安定した行動圏を持っている傾向が強いと低地部での調査結果からは示されている(上野 2004)。しかし、本調査地ではM1の行動圏面積が2005年1月に最大となったものの、2004年11月と2005年5月もそれに近いサイズまで拡大したことから、M1の行動圏の拡大は繁殖活動に伴うものだけではない可能性が示唆された。また、F1が2005年1月の追跡期間中に長距離の移動を行ったことで、山地部ではメスも冬季に行動圏を拡大することが分かった。単独性の食肉目では、メスの行動圏は餌資源量によって影響を受け、オスの行動圏は餌資源量に加えて繁殖可能なメスの存在が影響していると考えられている(Sandell 1989)。前川(1998)はツシマヤマネコの主要な餌資源である小型哺乳類の個体群動態を調べた結果、冬は春と秋に比べて餌資源量が減少する傾向が見られることを報告した。F1の行動圏拡大が冬季に起きたことと長距離移動する前の1月の行動圏がM1の行動圏と重複していたことを考えると、メスの行動圏の拡大は繁殖活動に関わるものではなく餌資源量の変化によって引き起こされた可能性が高いと言えるだろう。

以上のことから山地部のヤマネコは繁殖活動や餌資源量の変化によって、オス・メスともに行動圏を拡大させる可能性があることが示唆された。また、自動撮影装置によるモニタリング調査の結果では年間を通してツシマヤマネコが撮影されたが、冬季には個体識別できた定住個体よりも識別不明であった個体の撮影される頻度が高くなった。これは冬季に撮影された識別不明の個体は他の地域から行動圏を拡大してきた個体で、本調査地を移動経路の一部として利用していたためであるとも考えられる。

## (3) 山地部における環境利用

今回、環境解析に使用した植生・地形に関する環境変数からは、ツシマヤマネコの環境選択性には、一部の追跡期間では違いが見られたものの、全体を通して行動圏とコアエリアの間の明瞭な違いは見られなかった。コアエリアは定位置の分布から推定した集中利用地域である。これらの場所がねぐらのような特定の休息場所として利用されている場合や餌場として利用されている場合では好適な環境は異なる。すなわち、ヤマネコの活動状態によってコアエリアとして選択される環境は異なってくると考えられる。生息地の地形・植生は餌の分布を決定し、それが捕食者の環境利用に強く影響することは多くの食肉目において報告されている。ツシマヤマネコにおいても糞分析法による食性調査の結果から、ネズミ類などの小型哺乳類を主要な餌資源としていることが分かっているが、小型哺乳類が減少する冬には鳥類や両生類を捕食する割合が高くなることが知られている(井上 1972、中島 1994、檜山 2004)。したがって、各追跡期間のコアエリアが餌場として利用されている場合でも季節によって最適な環境は異なってくることが予想される。今回、行動圏とコアエリア内では広葉樹林と針葉樹林を選択する割合が多かったが、追跡期間によって2つの植生が占める比率は異なっていたことや、同じ環境変数でも追跡期間によって行動圏とコアエリア内の環境選択性に違いが見られたことから、季節によって環境選択性に変化が生じている可能性が考えられた。

これまでにツシマヤマネコの環境選択性について、ヤマネコが利用可能と推定される地域内の環境と実際にヤマネコが利用した場所の環境を比較した結果、低地部では標高が低い地域や植生被覆が高い地域、水田・低湿草地、水系・林縁部の周辺を特に選択していることが報告されている(田尻ほか 1996、渡辺ほか 2003)。山地部でも生息地内で相対的に標高が低い地域や水系・林縁部の周辺を選択しており、植生では主に広葉樹林と針葉樹林を利用していることが報告されている(檜山 2004)。今回、利用可能地域と利用地域における環境の比較は行

っていないが、本研究で得られた行動圏内における植生・地形の占める割合は山地部における環境選択性とほぼ一致した。さらに、植生では広葉樹林が最も高い期間と針葉樹林が最も高い期間があったが、地形では全ての追跡期間で谷部が最も高い割合を示したことから、山地部における環境選択性には地形が強く影響していると考えられた。

#### (4) ツシマヤマネコ保全に向けて

今回の調査の結果、山地部のツシマヤマネコの行動圏がこれまで長期に渡って調査を続けてきた低地部の個体と比べて最も特徴的であった点は、オス・メスともに行動圏を拡大させ大きな移動を行うことであった。また、ツシマヤマネコは山地部から低地部まで連続した行動圏を保持していることが確認された。これはツシマヤマネコの生息地保全にあたって好適な生息地を残すということばかりでなく、それらをつなぐ形で連続した面積を分断せずに保護すべきであるということを示唆すると考えられる。

これまで生息地の環境利用性を解析してきたいくつかの研究結果から、低地部・山地部の各地域における好適生息環境としての環境要因が挙げられてきた。しかし、多くの野生生物は様々な環境要因の影響を受けて生息している。ツシマヤマネコの好適生息地を把握するには、さらに多くの環境利用に影響すると考えられる要因を用いた生息環境評価が必要である。また、活動状態や定位した時間帯などによってヤマネコの定位プロットに重み付けを行うことで、行動圏とコアエリア内の環境選択性の違いについても評価することができると予想される。

#### 引用文献

- 檜山智嗣. 2004. 対馬山地部に生息するツシマヤマネコ *Prionailurus bengalensis euptilura* の生態－行動圏とその食性－. 琉球大学大学院理工学研究科修士論文. 31pp.
- 井上朋子. 1972. ツシマヤマネコの糞内容物から見た食性. 哺乳動物学雑誌, 5(5): 155-169.
- 前川考治. 1998. ツシマヤマネコ *Felis bengalensis euptilura* の空間配置と行動圏利用様式. 琉球大学大学院理工学研究科修士論文. 33pp.
- 中島絵里. 1994. 人為的な餌の供給がツシマヤマネコの食性に及ぼす影響. 琉球大学理学部生物学科課題研究. 33pp.
- Sandell, M. 1989. The mating tactics and spacing patterns of solitary carnivores. *Carnivore Behavior, Ecology, and Evolution*. J. L. Gittleman (ed.). Cornell Univ. Press, Comstock. pp. 164-182.
- 田尻浩人・土肥昭夫・伊澤雅子・鎌雅哉. 1996. ツシマヤマネコ (*Felis bengalensis euptilura*) の行動圏と環境選択性. 沖縄島嶼研究, 14: 31-38.
- 上野あや. 2004. 好適生息地におけるツシマヤマネコ *Prionailurus bengalensis euptilura* の定住個体の動態と入れ替わり. 琉球大学大学院理工学研究科修士論文. 29pp.
- 渡辺伸一・上野あや・檜山智嗣・大橋智・大城雅稔・土肥昭夫・伊澤雅子. 2003. 地理情報と追跡データを用いたツシマヤマネコの生息地適正評価. 地理情報システム学会講演論文集, Vol. 12: 311-314.

The Tsushima leopard cat, distributed only on Tsushima Islands, Japan, is an endangered felid and has drastically decreased in number in these decades mainly because of the habitat destruction. Urgent conservational plan is needed. As about 90% of Tsushima Islands is covered with mountainous forests, original habitat of the cat, it is necessary to understand the ecology of the Tsushima leopard cat in mountainous area to consider the conservation of whole population of this species. We conducted the photo-trapping and radio-tracking surveys in Mitake area from September 2004 to September 2005. At least 3 cats lived in this area as residents and succeeded in breeding. And it became clear that both male and female expanded their home ranges depending on the situation of breeding activity and the food condition and that they had large home ranges covering from mountainous area to lowland area. From these results, it could be concluded that not only a patchily distributed suitable areas in mountainous area and lowland area but continuous area without segmentation is indispensable for their survival.

# 西表島浦内川河口域の生物多様性と伝統的自然資源利用の総合調査

## 西表島浦内川流域研究会

松本 千枝子<sup>1)</sup>・奥田 夏樹<sup>2)</sup>・伊谷 行<sup>3)</sup>・有山 啓之<sup>4)</sup>

## A multi-disciplinary study on biodiversity and traditional natural resource utilization around the estuary of the Urauchi River in Iriomote Island, Okinawa

Association of interdisciplinary study at the drainage and estuarine area of Urauchi River,  
Iriomote Island, southern Japan

Chieko Matsumoko, Natsuki Okuda, Gyo Itani and Hiroyuki Ariyama

琉球列島最長の川である浦内川(西表島)河口域のトゥドゥマリ浜と干潟を対象に、ベントス動物相の基礎的把握を目的とした調査を実施した。浦内川流域には、わが国最大規模のマングローブ林、鳴き砂の浜であるトゥドゥマリ浜等の特徴的な生態系が発達し、多数の絶滅危惧種が生息している。

トゥドゥマリの浜の海岸林内では、十分な環境影響評価を経ずに大規模リゾート施設が2004年7月から営業している。本施設により周辺生態系への悪影響が強く懸念されることは、複数の学会要望書からも明らかである。

本研究では、昨年度実施した生物相の現況把握調査を別個継続するとともに、定量調査を実施した。また、生態系モニタリングの一環として、予備的な水質調査を行った。

調査の結果、一定の水準で、対象地域のベントス動物相を定量的に明らかにすることができたが、貴重種の把握のためにより精力的な定性調査の必要があることも明らかとなった。

### 1. 研究の背景と目的

琉球諸島では、亜熱帯島嶼特有の砂浜を見ることができる。その白い砂浜は、主としてサンゴ礁に生息する生物遺骸(サンゴ片・貝殻破片など)を起源としている。西表島北西部には、沖縄県最大の河川である浦内川が開口するが、その河口部右岸側に隣接する海岸にはトゥドゥマリ浜と呼ばれる砂浜が、約1.5kmに渡って広がっている。この砂浜は典型的な琉球諸島の砂浜とは大きく異なり、底質の組成に占める生物遺骸を起源とする砂の割合が極めて低く、

岩石由来の砂が主成分である。そのため底質の粒度における均一性が高く、底質の間隙空間も狭いことを特徴として挙げることができる。また日本最南端の鳴き砂の浜であることも知られている(<http://www.f5.dion.ne.jp/~yshiwa/singigsand/narisunabunnpu.htm>)。このようにトゥドゥマリ浜は、琉球諸島における砂浜のなかでも、生物が生息する場としての特殊性が高いため、そこに生息する生物群集も特有であることが推測される。しかし、琉球諸島における砂浜生態系の研究はこれまであまり活発に

1) 西表島自然史研究会：〒907-1432沖縄県八重山郡竹富町字古見243

2) 名桜大学総合研究所：〒905-8585沖縄県名護市為又1220-1

3) 高知大学教育学部生物学教室：〒780-8520高知市曙町2-5-1

4) 大阪府立水産試験場：〒599-0311大阪府泉南郡岬町多奈川谷川2926-1

は行なわれておらず、トゥドゥマリ浜における研究例も、沿岸の魚類(鈴木 2004a、2004b)と潮間帯以深におけるいくつかの貝類の調査(小菅 2003、山下ら 2004)に留まっている。

こうした状況の中、トゥドゥマリ浜に隣接する地域(図1)では、2004年4月より西表島最大規模のリゾートが営業を開始している。本開発は、全島的に優れて貴重な自然環境を維持している地域での開発行為であるにもかかわらず、法定義務がないために、事前の環境影響評価は行われなかった。事業者は独自の環境調査を行ってはいるものの、十分な水準で実施されているとは言えない状況である。特に水域については、浦内集落周辺のいくつかの小河川についての部分的調査が行われているのみで、海域の調査は全く行われていない。こうした業者アセスの不備は、日本ベントス学会自然環境保全委員会が2004年3月に関連機関に提出した“西表島浦内地区のトゥドゥマリ浜(通称月が浜)におけるリゾート施設営業の見直しと環境影響評価の実施を求める要望書”も指摘している(日本ベントス学会自然環境保全委員会 2004)。また開発そのものに対しては、他にも4専門団体が要望書を提出している(沖縄

生物学会 2003、WWFジャパン 2003、日本魚類学会 2003、日本生態学会 2003)。

このようにトゥドゥマリ浜砂浜における生物学的情報は、貝類および魚類を除き、基礎的な段階での把握すら行われておらず、リゾートによる自然環境破壊の懸念があり、また特に将来的に実際に影響が生じた場合でも、それを具体的に検証することが極めて困難な状況にある。そこで本研究では、基礎的情報収集の第一段階として、トゥドゥマリ浜砂浜の潮間帯におけるマクロベントス(本調査では、目あい1mmの篩に残る底生生物とする)の動物群集相の解明を試みた。また、基礎的情報が不足している点では干潟生態系でも同様であるので、トゥドゥマリ浜に隣接する浦内川河口部の干潟においても、ベントス動物群集相の把握調査を実施した。

調査地点の概要で示すように、トゥドゥマリ浜後背地は自然地下水が豊富で、砂浜上ではしばしば、地下水の滲出(しみだし)が認められるが(写真1)、そのトゥドゥマリ浜に隣接するリゾート施設は、地下浸透方式により汚廃水処理を行なっている。そのためリゾート施設の汚排水は、自然地下水に混合した上で、砂浜を通じ沿岸生態系に流出している可能性が高いと推測される。また他の条件が同じであれば、リゾート施設から遠い地点では、近い地点よりも人為的影響を示唆する結果が出やすいと考えられる。そこで、特に人為的影響の有無が議論できるような、測定項目、測定場所設定の目安を決めるための予備的な水質調査を、生物の調査とは別個に実施した。

## 2. 調査地および調査方法

野外調査はトゥドゥマリ浜の砂浜(潮上帯上縁部～潮間帯下部)および河口から約500m上流右岸側に位置する干潟(潮間帯)を対象に(図1)、2004年11月27～29日、2005年3月5～7日、2005年6月11～15日および2005年9月3～4日の日程で、合計4回実施した。いずれの調査も干潮に向かう時間帯に開始した。平均潮位は石垣島で107cmであった。

トゥドゥマリ浜の砂浜では、4つの調査地点を設けた。調査地点の決定は、リゾート施設による汚排

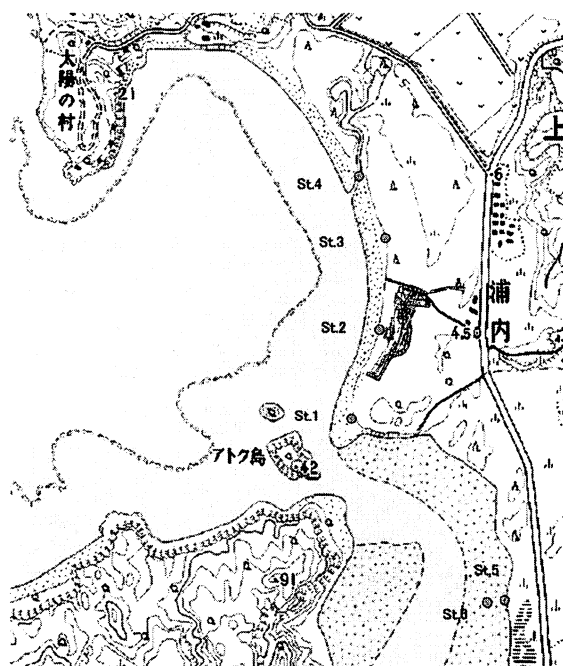


図1 マクロベントス動物群集調査地点



水の地下浸透処理水が、トゥドゥマリ浜の砂浜からしみだしている可能性があるため、将来的な比較調査も可能となるように、施設前面と、施設から離れ、地下浸透水の影響が及びにくいと考えられる場所を含むように行った。

各調査地点では、砂浜の最陸部を起点として、海側に向かい海岸線と垂直方向にトランセクトラインを、調査日の低潮線付近まで引いた(写真2)。そして起点との相対高度を50cm間隔で測定した(図2)。ただし、絶対潮位化は本報告書には間に合わなかった。採集地点は起点から5m間隔で設け、各採集地点ではトランセクトラインの起点から海側を向いた時の右側に2つのコドラート、左側に1つのコドラートを直線状に並べて設定した(写真3～写真4)。



写真1 トウドゥマリ浜砂浜における地下水滲出状況

コドラートは50cm×50cmの方形で、各コドラートでは深さ約25cmまでの底質を採取し、1mm目の篩を通した後、篩上に残った動物を全て採集した(写真5)。サンプルは海水エタノールで固定し、実験室で同定、計数および湿重の測定を行なった。

浦内川河口の干潟では、汀線から約20m海側で、ヤエヤマヒルギ(*Rhizophora stylosa*)の小規模な群落の外縁部にあたる地点と、ここからさらに約50m海側の大潮平均低潮線付近の2地点に調査地点を設けた。各調査地点では、50cm×50cmの方形コドラートをランダムに3点設置した(写真6)。各コドラートでは深さ約25cmまでの底質を採取し、1mm目の篩を通した後、篩上に残った動物を全て採集した。サンプルは80%海水エタノールで固定し、実験室で同定、



写真2 トランセクトライン設置状況



写真3 コドラート調査実施状況

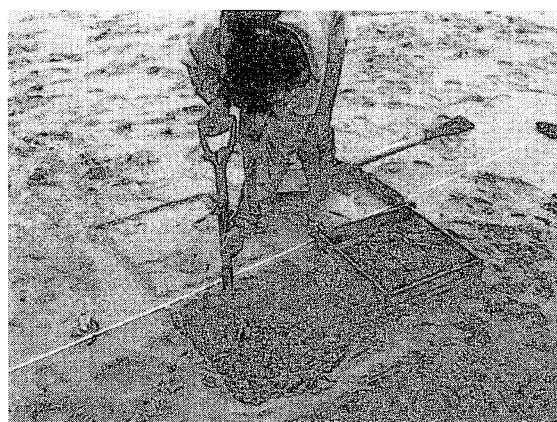


写真4 コドラート調査実施状況

計数および湿重の測定を行なった。

水質調査は2004年8月9日(9調査地点)、2004年8月

14日(5調査地点)および2004年9月20日(12調査地点)の3回実施した(図3a～c)。水サンプルは、



写真5 篩処理後に残った底質と生物



写真6 浦内川河口干潟におけるコドラート調査実施状況

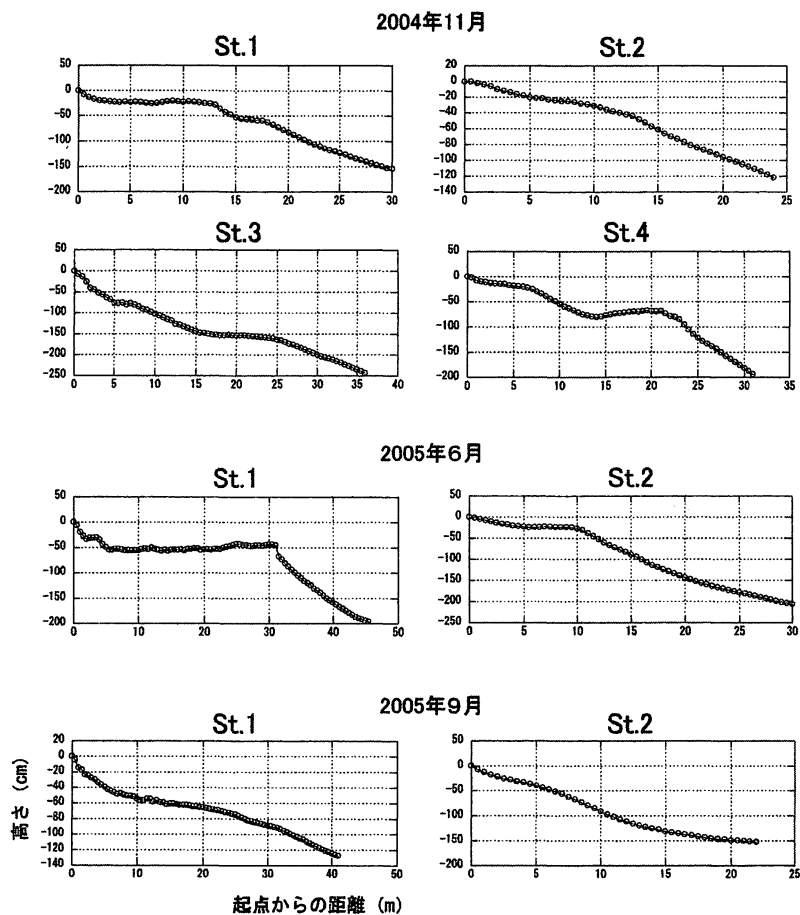


図2 トウドウマリ浜調査地点のプロファイル

W1-1、W1-4およびW2-5の3地点では表在水を用い、その他の調査地点では、砂浜を50～100cm程度掘って得た地下水を採取した。水質は、NO<sub>2</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N、NH<sub>4</sub>-N、COD(Low)、CODおよび六価クロムについて、(株)共立理化学研究所製のパックテストを用いてサンプル採取直後に測定した。パックテストの測定結果は、標準色色帯の一番左(低濃度)を1としたときの呈色相当位置を示す。各測定項目の色帯対応濃度は、NO<sub>2</sub>-N(0.02, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1 mg/l)、NO<sub>3</sub>-N(1, 2, 5, 10, 20, 45 mg/l)、NH<sub>4</sub>-N(0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10 mg/l)、COD(Low)(0, 2, 4, 6, 8 mg/l)、COD(0, 5, 10, 13, 20, 50, 100 mg/l)および六価クロム(0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2 mg/l)である。従って、NO<sub>2</sub>-Nで測定結果の表記が2～3であった時は、0.05～0.1 mg/lを示していることになる。未検出の場合は-1と表記した。また測定時の時刻、気温、水温、塩分を記録した。

### 3. 調査地点の概要

#### (1) トウドウマリ浜砂浜 SL.1

トウドウマリ浜南端に位置し、浦内川の右岸側河口部に隣接する。トランセクトラインはアトク島の中央部に向かう。

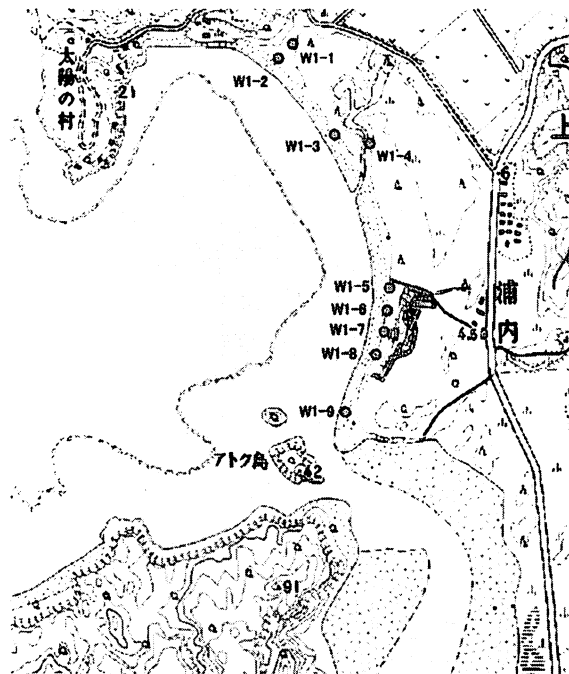


図3a 水質調査地点 (2004年8月9日)

野外調査は、全ての調査時期(4回)に行なった。各調査日程における潮位は、2004年11月27日(満潮位142cm、干潮位79cm)、2005年3月6日(満潮位

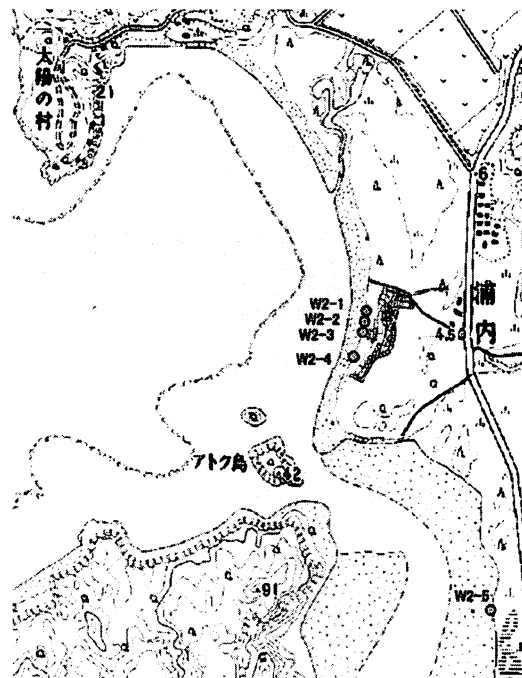


図3b 水質調査地点 (2004年8月14日)

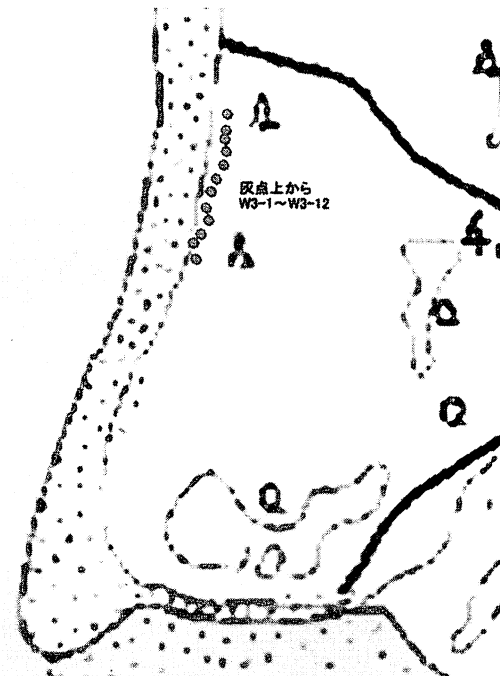


図3c 水質調査地点 (2004年9月20日)

145cm、干潮位18cm)、2005年6月11日(満潮位170cm、干潮位41cm)、2005年9月4日(満潮位190cm、干潮位42cm)であった。各調査時期の最沖側調査地点は、25m(11月)、35m(3月)、40m(6月)および40m(9月)であった。本報告書での潮位は石垣島を基準とし、潮時表プログラムWSIOJI ver. 1.33を用いて算出した。

## (2) トウドウマリ浜砂浜 St. 2

ホテル建物の海岸沿い中央部の前面に位置し、最も人跡が多い地点である。本地点では、海岸侵食によりかつての海岸林が後退しているが、トランセクトラインは侵食により露出したモクマオウ(*Casuarina equisetifolia*)の根部を起点とした。トウドウマリ浜における海岸侵食は、ホテルの建設、開業と相前後して始まり、またホテル前面の砂浜でのみ顕著にみられるが、侵食のメカニズムは解明されておらず、ホテルとの因果関係は明らかではない。

野外調査は、全ての調査時期(4回)に行った。各調査日程における潮位は、2004年11月27日(満潮位142cm、干潮位79cm)、2005年3月6日(満潮位145cm、干潮位18cm)、2005年6月11日(満潮位170cm、干潮位41cm)、2005年9月3日(満潮位187cm、干潮位41cm)であった。各調査時期の最沖側調査地点は、20m(11月)、25m(3月)、30m(6月)および20m(9月)であった。

## (3) トウドウマリ浜砂浜 St. 3

ホテル横のトウドウマリ浜砂浜への出口北側にある、船着場跡から約30m北側に位置する。トランセクトラインの起点は、海岸林と砂浜の接点に設けた。

野外調査は、2004年11月および2005年3月の2回行なった。各調査日程における潮位は、2004年11月28日(満潮位140cm、干潮位81cm)、2005年3月5日(満潮位140cm、干潮位32cm)であった。各調査時期の最沖側調査地点は、35m(11月)および35m(3月)であった。

## (4) トウドウマリ浜砂浜 St. 4

ホテル横のトウドウマリ浜砂浜への出口から約300m北側には、カクミナトウと呼ばれる湿地帯が存在する。国土地理院の1/25,000地形図上では湿地か

らの流れが砂浜まで貫通しているが(図1)、実際には砂浜より20~30m内側に湿地の池端があり、湿地からの表流水の流出は認められない。ただし、表流水路の痕跡と思われる裸地が、カクミナトウの池端から砂浜まで通じている。海岸林内のトウドウマリ浜の後背地は、かつてはより広い湿地を擁しており(地元住民からの私信)、おそらく湿地自体は宅地や農地に改変された現在も、地下水賦存量自体は依然として豊かなために、トウドウマリ浜の、北はナヴァンガー(住吉川)から、南は南端までの広い範囲で、しばしば自然地下水の砂浜への滲出(しみだし)が認められる(写真1)。

本調査地点では、砂浜からカクミナトウに通じる通路状の裸地の入り口の南側約5mの、海岸林と砂浜の接点にトランセクトラインの起点を設けた。

野外調査は、2004年11月の1回のみ行なった。調査日における潮位は、2004年11月28日(満潮位140cm、干潮位81cm)であった。調査時の最沖側調査地点は、30mであった。

## (5) 浦内川河口部右岸の干潟(陸側) St. 5

干潟の汀線から約20m海側までは、ヤエヤマヒルギが優占する。調査地点はこのヤエヤマヒルギ群落の外縁部に生育する最もサイズが大きなヤエヤマヒルギを目印に設けた。底質にはマングローブの根が混じる。

野外調査は全ての調査時期(4回)に行なった。各調査日における潮位は、2004年11月29日(満潮位136cm、干潮位85cm)、2005年3月7日(満潮位158cm、干潮位92cm)、2005年6月14日(QR1およびQR2:満潮位147cm、干潮位68cm)、2005年6月15日(QR3:満潮位140cm、干潮位77cm)、2005年9月3日(満潮位187cm、干潮位41cm)であった。

## (6) 浦内川河口部右岸の干潟(海側) St. 6

St.5から約50m海側の地点であり、マングローブは生育していない。St.5と異なり、底質にマングローブの根はほとんど混じらないが、粒度には大きな違いは見られない。

野外調査は全ての調査時期(4回)に行なった。各調査日における潮位は、2004年11月29日(満潮位136cm、干潮位85cm)、2005年3月7日(満潮位158cm、

干潮位92cm)、2005年6月15日(満潮位140cm、干潮位77cm)、2005年9月3日(満潮位187cm、干潮位41cm)であった。

#### 4. 結果

サンプルの同定は、参考にできる先行研究がほとんど存在しないため、また分類群によって同定作業の困難さが異なるため、特定できた段階は分類群ごとに異なる。また、現段階でも各分類群の専門家の協力により、同定作業を継続している状況である。湿重は、砂浜のサンプルではトランセクトライン単位、干潟のサンプルではコドラート単位で測定した。サンプル中の一部の分類群については、電子天秤の最小目盛り(0.001g)未満となり、測定不能であったため、湿重を示していない。また表中では、湿重は小数第3位を四捨五入した値を示している。

砂浜では、調査した207コドラートから、合計11分類群、348個体が出現した(表1)。その大部分は甲殻類(279個体、80.2%)であったが、甲殻類のなかでも、ヒメスナホリムシ(*Excirolana chiltoni*)1種が高い割合で優占しており(244個体)甲殻類中の87.5%、全個体中の70.1%を占めた。2番目に高頻度に出現した

生物は、ヤマトシロアリ属の1種(*Reticulitermes* sp.)であったが(44個体、12.6%)、これは2005年3月(2個体)と6月(42個体)の調査で、St.3の起点から5m海側の地点でのみ確認された。この地点では、底質中に朽ち木の埋没が見られたが、ヤマトシロアリ属の1種はその基質内に生息していた。次いで、タイリクスナハマトビムシ(*Talorchestia sinensis*): 24個体、6.9%)、ゴミムシダマシ科の1種(*Tenebrionidae* sp.): 18個体、5.2%)、スナガニ属の1種(*Ocypode cordimana*): 7個体、2.0%)の順で高頻度に出現したが、これら上位5種で、合計337個体となり、全出現個体の96.8%を占めた。

湿重は、ヒメスナホリムシ(2.89g、57.2%)、スナガニ属の1種(1.33g、26.3%)、貧毛類の1種(*Oligochaeta* sp.: 0.32g、6.4%)、タイリクスナハマトビムシ(0.22g、4.4%)、ヤマトシロアリ属の1種(0.15g、3.0%)の順で高かった(表2)。

干潟では、調査した24コドラートから、合計34分類群、1,601個体が出現した(表3)。マルソコエビ属の1種(*Urothoe carida*)が最も高頻度に出現し、526個体、32.9%を占めた。またミナミコメツキガニ(*Mictyris brevidactylus*: 396個体、24.7%)、ウメノハ

表1 トウドウマリ浜におけるベントス動物相(個体数)

| 分類群和名 | 学名            | November                      |      |      |      | March |      |      | June |      | September |      | 計   |
|-------|---------------|-------------------------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-----------|------|-----|
|       |               | St.1                          | St.2 | St.3 | St.4 | St.1  | St.2 | St.3 | St.1 | St.2 | St.1      | St.2 |     |
| 十脚目   | スナガニ属の1種      | <i>Ocypode</i> sp.            | 0    | 0    | 5    | 1     | 0    | 0    | 0    | 1    | 0         | 0    | 7   |
| 等脚目   | ヒメスナホリムシ      | <i>Excirolana chiltoni</i>    | 49   | 19   | 22   | 15    | 40   | 38   | 6    | 18   | 18        | 19   | 244 |
|       | リュウキュウタマワラジムシ | <i>Alloniscus ryukyuensis</i> | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 3    | 0    | 0    | 0         | 0    | 3   |
| 端脚目   | タイリクスナハマトビムシ  | <i>Talorchestia sinensis</i>  | 0    | 0    | 1    | 0     | 2    | 15   | 5    | 1    | 0         | 0    | 24  |
|       | モクズヨコエビ属の1種   | <i>Hyale</i> sp.              | 0    | 0    | 1    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0         | 0    | 1   |
| 貧毛類   | 貧毛類の1種        | <i>Oligochaeta</i> sp.        | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 2    | 0    | 0    | 0         | 0    | 2   |
| 昆虫類   | ハネカクシ科の1種     | <i>Staphylinidae</i> sp.      | 0    | 0    | 1    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0         | 0    | 1   |
|       | ヤマトシロアリ属の1種   | <i>Reticulitermes</i> sp.     | 0    | 0    | 2    | 0     | 0    | 0    | 42   | 0    | 0         | 0    | 44  |
|       | ゴミムシダマシ科の1種   | <i>Tenebrionidae</i> sp.      | 0    | 0    | 3    | 0     | 0    | 1    | 9    | 0    | 3         | 2    | 18  |
|       | コメツキムシ科の1種    | <i>Elateridae</i> sp.         | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 1    | 0    | 0         | 0    | 1   |
| 有孔虫類  | 有孔虫類          | <i>Foraminifera</i> sp.       | 0    | 1    | 2    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0         | 0    | 3   |

表2 トウドウマリ浜におけるベントス動物相(湿重、g)

| 分類群和名 | 学名            | November                      |      |      |      | March |      |      | June |      | September |      | 計    |
|-------|---------------|-------------------------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-----------|------|------|
|       |               | St.1                          | St.2 | St.3 | St.4 | St.1  | St.2 | St.3 | St.1 | St.2 | St.1      | St.2 |      |
| 十脚目   | スナガニ属の1種      | <i>Ocypode</i> sp.            | -    | -    | 1.15 | 0.12  | -    | -    | -    | 0.06 | -         | -    | 1.33 |
| 等脚目   | ヒメスナホリムシ      | <i>Excirolana chiltoni</i>    | 0.50 | 0.15 | 0.17 | 0.09  | 0.48 | 0.40 | 0.08 | 0.52 | 0.38      | 0.12 | 2.89 |
|       | リュウキュウタマワラジムシ | <i>Alloniscus ryukyuensis</i> | -    | -    | -    | -     | -    | 0.03 | -    | -    | -         | -    | 0.03 |
| 端脚目   | タイリクスナハマトビムシ  | <i>Talorchestia sinensis</i>  | -    | -    | 0.03 | -     | 0.03 | 0.09 | 0.06 | 0.01 | -         | -    | 0.22 |
|       | モクズヨコエビ属の1種   | <i>Hyale</i> sp.              | -    | -    | 0.00 | -     | -    | -    | -    | -    | -         | -    | 0.00 |
| 貧毛類   | 貧毛類の1種        | <i>Oligochaeta</i> sp.        | -    | -    | -    | -     | -    | -    | 0.32 | -    | -         | -    | 0.32 |
| 昆虫類   | ヤマトシロアリ属の1種   | <i>Reticulitermes</i> sp.     | -    | -    | 0.00 | -     | -    | -    | 0.15 | -    | -         | -    | 0.15 |
|       | ゴミムシダマシ科の1種   | <i>Tenebrionidae</i> sp.      | -    | -    | 0.01 | -     | -    | -    | 0.02 | -    | 0.03      | 0.01 | 0.07 |
|       | コメツキムシ科の1種    | <i>Elateridae</i> sp.         | -    | -    | -    | -     | -    | -    | 0.03 | -    | -         | -    | 0.03 |
| 有孔虫類  | 有孔虫類          | <i>foraminifera</i>           | -    | 0.01 | 0.01 | -     | -    | -    | -    | -    | -         | -    | 0.02 |

ヒメドロソコエビ属の1種(*Paragrandierella* sp.)は、個体数では6番目(69個体、4.3%)に多く、また湿重量は測定が不可能なほど小さな種であったが、未記載種と認められた(有山啓之博士、大阪府立水産試験場による)。

水質分析の結果を、表5～表7に示す。1回目の調査では、NH<sub>2</sub>-NおよびNH<sub>3</sub>-Nは、W1-1、W1-6、W1-7で検出された(表5)。NH<sub>3</sub>-Nは、2回目の調査でも、W2-2で検出された(表6)。無機窒素は3回目の調査でもしばしば検出されたが、特にW3-5およびW3-10で、高濃度のNH<sub>3</sub>-Nが確認された(表7)。

|          |               | November (S1.5) |    |    |                              | November (S1.8)                        |    |    |    | March (S1.6) |    |    |    | June (S1.5) |    |    |    | September (S1.5) |    |    |    | September (S1.8) |    |    |    | 計  |    |    |    |     |     |
|----------|---------------|-----------------|----|----|------------------------------|----------------------------------------|----|----|----|--------------|----|----|----|-------------|----|----|----|------------------|----|----|----|------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| 分類群名     |               | Q1              | Q2 | Q3 | Q4                           | Q1                                     | Q2 | Q3 | Q4 | Q1           | Q2 | Q3 | Q4 | Q1          | Q2 | Q3 | Q4 | Q1               | Q2 | Q3 | Q4 | Q1               | Q2 | Q3 | Q4 |    |    |    |    |     |     |
| 十脚目      | ミナミマダガスカニ     |                 |    |    |                              | <i>Mictrys brevicaudatus</i>           | 5  | 10 | 9  | 23           | 6  | 18 | 12 | 10          | 8  | 11 | 2  | 32               | 39 | 47 | 49 | 2                | 13 | 14 | 41 | 11 | 19 | 9  | 1  | 5   | 386 |
|          | アシバマガニ属の1種    |                 |    |    |                              | <i>Haioa</i> sp.                       | 0  | 0  | 0  | 0            | 0  | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1   |     |
|          | ミナミクラムエビ      |                 |    |    |                              | <i>Panous canaliculatus</i>            | 0  | 0  | 0  | 0            | 1  | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1   |     |
|          | クラムエビ科の1種     |                 |    |    |                              | <i>Panoidaea</i> sp.                   | 0  | 0  | 0  | 0            | 0  | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 1  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1   |     |
|          | シノダマカクレエビ     |                 |    |    |                              | <i>Pancinemon oligans</i>              | 0  | 0  | 0  | 0            | 0  | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 2  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2   |     |
|          | ヨコヤマトジコ       |                 |    |    |                              | <i>Uquyaya yohkaya</i>                 | 0  | 0  | 0  | 0            | 0  | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2   |     |
|          | エビエミズガリ       |                 |    |    |                              | <i>Callinassa banyleri</i>             | 7  | 10 | 8  | 0            | 2  | 0  | 2  | 0           | 14 | 7  | 12 | 7                | 1  | 1  | 5  | 12               | 1  | 1  | 5  | 12 | 1  | 1  | 5  | 41  |     |
|          | エビヤリムシ科の1種    |                 |    |    |                              | <i>Pseudosquilla compressa</i>         | 1  | 1  | 1  | 0            | 0  | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   |     |
|          | ナギサスナホリムシ属の1種 |                 |    |    |                              | <i>Eurydora</i> sp.                    | 0  | 0  | 0  | 0            | 0  | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0  | 0                | 1  | 0  | 0  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1   |     |
|          | スナホリムシ属の1種    |                 |    |    |                              | <i>Cirolana</i> sp.                    | 0  | 0  | 0  | 0            | 0  | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1   |     |
| 雑甲目      | ヨシバツブツムシ      |                 |    |    |                              | <i>Sphaeroma retrolens</i>             | 0  | 0  | 0  | 0            | 0  | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 1   |
|          | マルドソエビ属の1種    |                 |    |    |                              | <i>Urotho</i> card.                    | 19 | 25 | 68 | 44           | 36 | 48 | 31 | 2           | 45 | 0  | 7  | 45               | 46 | 7  | 15 | 11               | 11 | 13 | 5  | 1  | 3  | 29 | 12 | 626 |     |
|          | パラグランドエビの1種   |                 |    |    |                              | <i>Paragrandiorilla</i> sp.            | 0  | 0  | 0  | 0            | 0  | 8  | 3  | 22          | 0  | 0  | 8  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 7  | 0  | 21 | 1  | 0  | 1  | 59  |     |
| ソウダウソウエビ |               |                 |    |    | <i>Parasquilla dichotoma</i> | 0                                      | 0  | 0  | 0  | 0            | 0  | 0  | 0  | 0           | 1  | 0  | 0  | 2                | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 3   |     |
|          | ムウシュウケンソウ     |                 |    |    |                              | <i>Lucania rukerensis</i>              | 0  | 0  | 0  | 0            | 0  | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1   |     |
|          | ソウシツシロムシ      |                 |    |    |                              | <i>Scaevallidius</i> sp.               | 0  | 1  | 0  | 0            | 0  | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1   |     |
| アミ目      | ミナマツミ属の1種     |                 |    |    |                              | <i>Anisomys</i> sp.                    | 0  | 0  | 0  | 0            | 0  | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0  | 0                | 0  | 0  | 1  | 0                | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 1   |
|          | ヨシヤウキュウザクラ    |                 |    |    |                              | <i>Tellina (Moorea) philippinensis</i> | 7  | 4  | 3  | 9            | 9  | 5  | 2  | 1           | 3  | 13 | 7  | 10               | 14 | 5  | 11 | 2                | 3  | 7  | 3  | 3  | 2  |    |    |     |     |

[illegible]

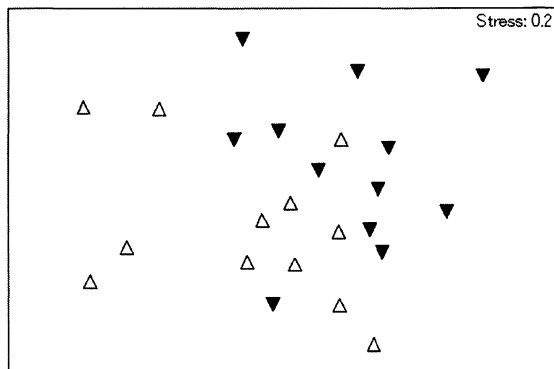


図4 MDS解析によるSt.5とSt.6の群集構造の差異  
△St.5、▼St.6。

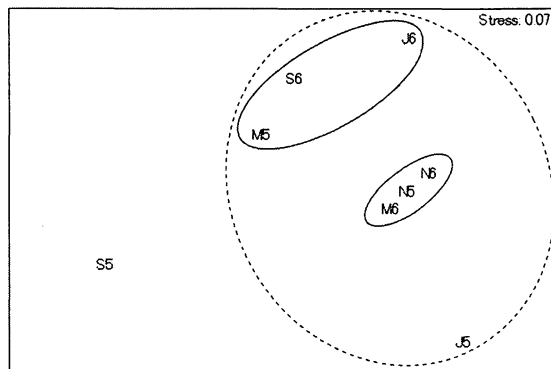


図5 MDS解析によるSt.5とSt.6の群集構造の季節変化  
実線はクラスター解析による70%類似度、点線は60%類似度の等高線。図中5、6の数字はステーション番号を、N、M、J、Sの記号はそれぞれ、11月、3月、6月、9月を指す。

表5 水質調査結果 (2004年8月9日)

| 地点    | 時刻    | 気温(°C) | 水温(°C) | 塩分(‰) | NO2-N | NO3-N | NH4 | COD (low) | COD | 六価クロム | 備考       |
|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-----|-----------|-----|-------|----------|
| W1-1  | 12:47 | 28.9   | 30.6   | 1     | 2-3   | 1-2   | 2-3 | 4-5       | 5-6 | -1    | 住吉川消失部   |
| W1-2a | 11:28 | 33.5   | 28.4   | 27    | -1    | -1    | 1-2 | 4-5       | 5-6 | -1    | 陸側       |
| W1-2b | 12:45 | 30.7   | 31.7   | 26    | -1    | -1    | 1-2 | 3-4       | 2-3 | -1    | 中間       |
| W1-2c | 13:15 | 30.2   | 30.6   | 35    | -     | -     | -   | -         | -   | -     | 海側       |
| W1-3a | 13:45 | 33     | 29.3   | 35    | -1    | -1    | -1  | -1        | -1  | -1    | 陸側       |
| W1-3b | 14:20 | 33     | 30.9   | 35    | -     | -     | -   | -         | -   | -     | 海側       |
| W1-4  | 14:40 | 32.9   | 32.1   | 35    | -1    | -1    | 1-2 | 3-4       | 2-3 | -     | カクミナトウ池水 |
| W1-5  | 9:26  | 29.2   | 28.8   | 35    | -1    | -1    | 1-2 | 1-2       | 6-7 | -1    |          |
| W1-6  | 11:18 | 33.4   | 28.1   | 2     | 1-2   | 1-2   | 1-2 | 5         | 6-7 | -1    | ヤグラ前     |
| W1-7  | 10:50 | 31.2   | 28.4   | 3     | 5-6   | 3-4   | 2-3 | 5         | 6-7 | -1    |          |
| W1-8  | 10:02 | 32.8   | 28.7   | 36    | -1    | -1    | 1-2 | 3         | 6-7 | -1    |          |
| W1-9  | 10:20 | 32.4   | 29.5   | 36    | -1    | -1    | -1  | 4         | 6-7 | -1    |          |

表6 水質調査結果 (2004年8月14日)

| 地点   | 時刻    | 気温(°C) | 水温(°C) | 塩分(‰) | NO2-N | NO3-N | NH4 | COD (low) | COD | 六価クロム | 備考 |
|------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-----|-----------|-----|-------|----|
| W2-1 | 10:46 | 30.4   | 27.8   | 35    | -1    | -1    | 1-2 | 3-4       | -   | -1    |    |
| W2-2 | 11:07 | 31.1   | 27.3   | 10    | -1    | 2-3   | 2-3 | 5         | 6-7 | -1    |    |
| W2-3 | 11:50 | 31.8   | 27.4   | 18    | -1    | -1    | 3-4 | 5-6       | 6-7 | -1    |    |
| W2-4 | 13:19 | 32.6   | 27.7   | 25    | -1    | -1    | 2-3 | 4-5       | 6-7 | -1    |    |
| W2-5 | 15:42 | 30.1   | 38.7   | 30    | -1    | -1    | -1  | 4-5       | 6-7 | -1    | 干潟 |

表7 水質調査結果 (2004年9月20日)

| 地点    | 時刻    | 気温(°C) | 水温(°C) | 塩分(‰) | NO2-N | NO3-N | NH4 | COD (low) | COD | 六価クロム | 備考 |
|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-----|-----------|-----|-------|----|
| W3-1  | 13:08 | 30.4   | 28.2   | 0     | 2-3   | 3-4   | 1-2 | 4-5       | 5-6 | -1    |    |
| W3-2  | 12:58 | 32.1   | 28.0   | 0     | 2-3   | 2-3   | 2-3 | 4-5       | 5-6 | -1    |    |
| W3-3  | 11:23 | 30.3   | 27.7   | 0     | -1    | -1    | 1-2 | 4-5       | 5-6 | -1    |    |
| W3-4  | 10:40 | 32.5   | 26.9   | 3     | 2-3   | 3-4   | 1-2 | 5         | 3   | -1    |    |
| W3-5  | 10:25 | 34.1   | 27.7   | 4     | 6-    | 5-6   | 1-2 | 5         | 5-6 | -1    |    |
| W3-6  | 10:48 | 29.8   | 27.1   | 0     | 3-4   | 3-4   | 1-2 | 4-5       | 5-6 | -1    |    |
| W3-7  | 11:02 | 31.3   | 26.9   | 0     | 1-2   | 1-2   | 1-2 | 5-6       | 5-6 | -1    |    |
| W3-8  | 13:27 | 31.2   | 28.7   | 0     | 1     | 1     | 1-2 | 5         | 6-7 | -1    |    |
| W3-9  | 13:42 | 31.6   | 28.0   | 0     | 4-5   | 3-4   | 2   | 5         | 6   | -1    |    |
| W3-10 | 13:54 | 29.8   | 27.4   | 0     | 4-5   | 5-6   | 2-3 | 4-5       | 6   | -1    |    |
| W3-11 | 14:15 | 30.4   | 28.0   | 0     | -1    | -1    | 1-2 | 5         | 6-7 | -1    |    |
| W3-12 | 14:34 | 31.1   | 27.8   | 0     | -1    | -1    | 1-2 | 5         | 3   | -1    |    |



## 5. 考察

トゥドゥマリ浜では、砂浜の潮間帯上縁部～潮間帯下部を調査対象としたが、その出現種は、砂浜生態系では一般的である、大潮平均高潮線よりも上部の底質が乾燥している地域にはハマトビムシ科の端脚類が多く、大潮平均高潮線と大潮平均低潮線間

のより湿潤な底質ではスナホリムシ科の等脚類が優占する(Raffaelli and Hawkins 1996)というパターンによく一致していた(表1～表4および図6)。またこのパターンは、沖縄における通常の砂浜生態系に生息するものと比較しても、大きな相違はないと考えられる。但し、今回の調査では、野外調査に各分

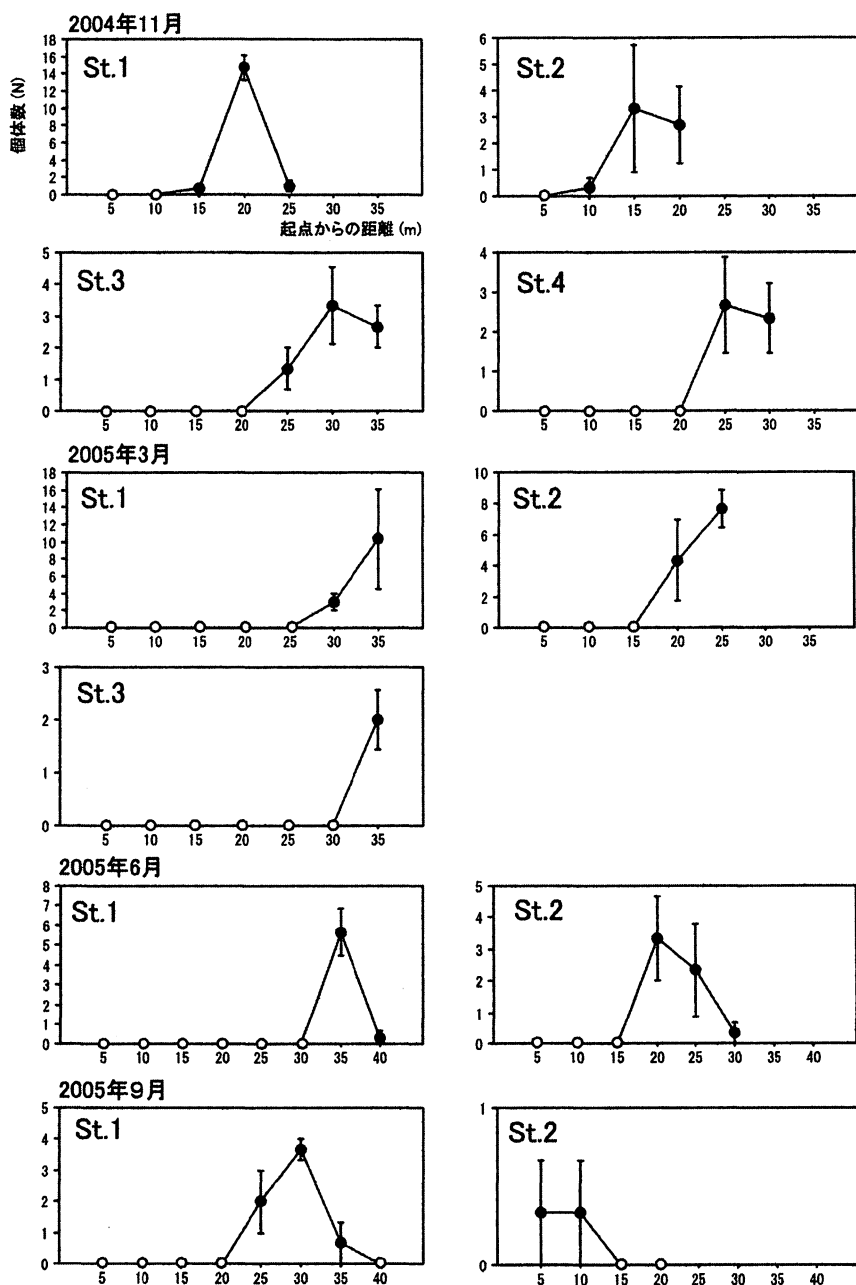


図6 ヒメスナホリムシのトランセクトライン上での出現状況

類群の専門家が参加したわけではなく、また人数的制約からトランセクトライン数も限定されていたため、貴重だが稀少な分類群を見逃している可能性は十分に考えられる。沖縄地域の砂浜生態系における分類学的調査には、なお大いに開拓の余地があり、端脚類でも今後の調査により新種が発見される可能性は高いとのことである(有山、私信)。またトゥドゥマリ浜の潮間帯～潮下帯にかけての貝類(山下 2004)および魚類(鈴木 2004a, 2004b)の分類学的調査からは、未記載種を含む複数の貴重種が報告されている。

砂浜潮間帯は、一次生産が海岸生態系の中でも最も低い部類にあたり(Raffaelli and Hawkins 1996)、生息場所の多様性や安定性も低いため、ベントス動物群集の種多様性は概して低く、現存量も小さい。一方マングローブ林やそれに隣接する干潟は、種多様性も現存量も、砂浜よりは通常かなり大きい。本調査でもこれらの傾向は顕著に現われており、トゥドゥマリ浜では、出現した分類群数は13に留まり、コドラートあたりの個体数は1.69(N/qr)、湿重は $2.44 \times 10^{-2}$ (g/qr)と小さかった。一方干潟では、34分類群が出現し、コドラートあたりの個体数は $6.67 \times 10^1$ (N/qr)、湿重は6.07(g/qr)であったが、これらの数値は砂浜と比較して、コドラートあたりの個体数で砂浜の29.5倍、コドラートあたりの湿重で、248.8倍と著しく高かった。砂浜生態系では、冬季における大型藻類の打ち上げなど、外部からの物質の流入が多くみられるのが普通だが、トゥドゥマリ浜では打ち上げがきわめて少ないことが知られており、今回の調査でも顕著な例は確認できなかった。この事実は、トゥドゥマリ浜砂浜生態系の従属栄養生物の現存量が、通常の砂浜よりも少ない可能性があることを示唆する。

干潟では、確認された34分類群のうち19分類群が、St.5またはSt.6の一方の調査地点でのみ出現したが、いずれの分類群も出現個体数が極めて小さかったため、2地点の環境の相違との関連を議論することは困難である。

干潟で得られたサンプルのうち、ミナミコメツキガニ(St.5: 260、St.6: 136)、ブビエスナモグリ(St.5:

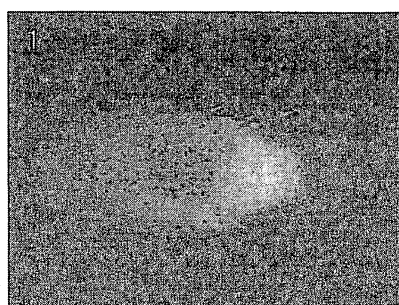
70、St.6: 21)、マルソコエビ属の1種(St.5: 267、St.6: 259)、リュウキュウザクラ(St.5: 58、St.6: 89)およびウメノハナガイ(St.5: 106、St.6: 107)の5種は、St.5およびSt.6の両地点で共に高頻度に出現した。出現個体数の各調査地点における平均値は、ミナミコメツキガニ(St.5:  $21.7 \pm 4.90\text{SE}$ 、St.6:  $11.3 \pm 2.72\text{SE}$ )、ブビエスナモグリ(St.5:  $5.83 \pm 1.18\text{SE}$ 、St.6:  $1.75 \pm 1.16\text{SE}$ )、マルソコエビ属の1種(St.5:  $22.3 \pm 6.21\text{SE}$ 、St.6:  $21.6 \pm 5.09\text{SE}$ )、リュウキュウザクラ(St.5:  $4.83 \pm 1.14\text{SE}$ 、St.6:  $7.42 \pm 9.25 \times 10^{-1}\text{SE}$ )およびウメノハナガイ(St.5:  $8.83 \pm 3.12\text{SE}$ 、St.6:  $8.92 \pm 1.53\text{SE}$ )であったが、このうちブビエスナモグリの個体数は、Mann-Whitney検定により調査地点間で有意な差が検出された(St.5 > St.6,  $p < 0.05$ )。また、測定不能であったマルソコエビ属の1種を除く種の1個体当たりの湿重をコドラートあたりに算出した数値の平均値は、ミナミコメツキガニ(St.5:  $1.98 \times 10^{-1}\text{g} \pm 4.89 \times 10^{-2}\text{SE}$ 、St.6:  $2.45 \times 10^{-1}\text{g} \pm 3.95 \times 10^{-2}\text{SE}$ )、リュウキュウザクラ(St.5:  $3.76 \times 10^{-1}\text{g} \pm 3.77 \times 10^{-2}\text{SE}$ 、St.6:  $5.02 \times 10^{-1}\text{g} \pm 4.72 \times 10^{-2}\text{SE}$ )およびウメノハナガイ(St.5:  $4.15 \times 10^{-2}\text{g} \pm 4.16 \times 10^{-3}\text{SE}$ 、St.6:  $5.07 \times 10^{-2}\text{g} \pm 4.29 \times 10^{-3}\text{SE}$ )の3種はSt.5 < St.6で、一方ブビエスナモグリ(St.5:  $2.96 \times 10^{-2}\text{g} \pm 3.56 \times 10^{-3}\text{SE}$ 、St.6:  $2.69 \times 10^{-2}\text{g} \pm 7.64 \times 10^{-3}\text{SE}$ )はSt.5 > St.6であった。しかしMann-Whitney検定の結果は、いずれの種でも有意な差は検出されなかった。

多変量解析の結果は、やや重なりも見られるもののSt.5とSt.6の差異が示された。類似度行列分析(ANOSIM: analysis of similarities)で検定を行ったところ、2地点間の群集構造は有意に異なっていた(1-way ANOSIM, Global  $R=0.135$ ,  $p < 0.01$ )。2つの群集の非類似性に寄与していた上位5種は、順にマルソコエビの1種、ミナミコメツキガニ、ブビエスナモグリ、ヒメドロソコエビ属の1種、ウメノハナガイであり、これら5種による累積寄与率は55.5%であった。また、採集月による群集構造の変化も見られ、この変化が季節的な動態に要因があるものか、環境の変化に要因があるものか、今後の群集構造の動態には注意する必要がある。

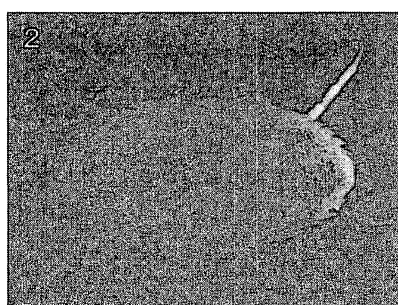
水質測定の結果、無機窒素など人為的影響がある場合により高濃度で検出される物質について、リゾート施設前での測定値が離れた場所での値よりも高いパターンが複数回認められた。この結果は、トゥドゥマリ浜の沿岸生態系に、リゾート施設の汚排水が排出していることを示唆しているのかもしれない。

本研究の目的はトゥドゥマリ浜砂浜および隣接する干潟における、ベントス動物群集相の概略を把握することであった。その点では一定の成果を得た

と考えるが、さらに重要なことは、得られた情報をより多くの人たちに利用可能な状態にすることである。本報告書自体も当然その役割を持つが、多くの専門性が高い報告書がそうであるように、内容が議論と出現分類群リストの公開に留まれば、市民活動の一環としての環境教育や調査などの用に供するためには、実用性が不足する恐れがある。即ちベントスそのものが一般にそうであるが、沿岸生態系の環境教育や保全活動を実施する上での重要性に比して、特に砂浜生態系の生物は、干潟や岩礁性の



ヒメスナホルムシ  
(*Excirrolana chiltoni*)



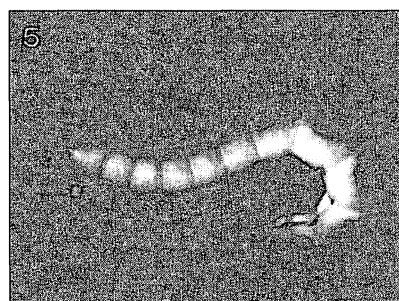
リュウキュウタマワジムシ  
(*Alloniscus ryukyuensis*)



タイリクスナハマトビムシ  
(*Talorchestia sinensis*)



モクズヨコエビ属の1種  
(*Hyale* sp.)

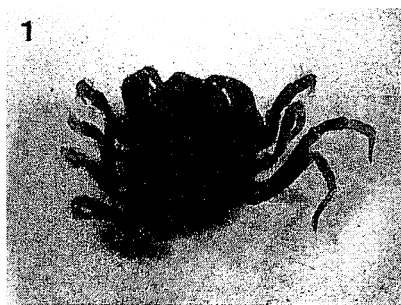


ゴミシダマシ科の1種の幼虫  
(*Tenebrionidae* sp.)

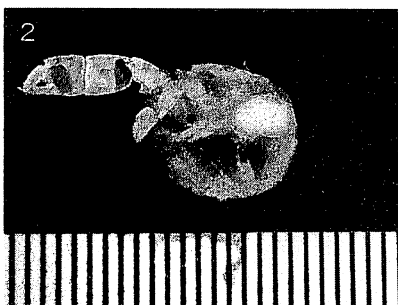
写真 7a トウドゥマリ浜砂浜で出現した分類群 (撮影, 1-4: 有山啓之; 5: 伊谷行)

生物に比較しても認知度が高いとは言えない状況にある。そこで、本研究で同定された分類群の一部については、典型的なサンプルの写真を同時に示すこととした(写真7)。今後、類似種との相違のポイントなどの解説も加え、初学者でも同定することが

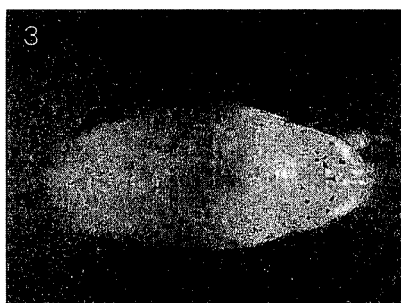
可能な資料に昇華したい。また今回の調査はコドラート法による調査のため、(特に浦内川河口域において)出現種の全体的把握には至っていないことを断っておく。これについては今後の課題としたい。



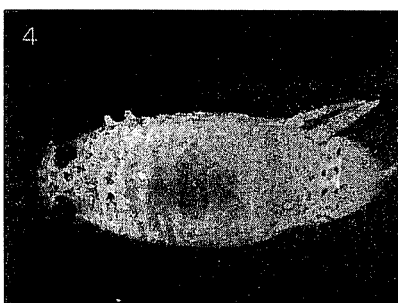
1  
ミナミコメツキガニ  
(*Mictyris brevidactylus*)



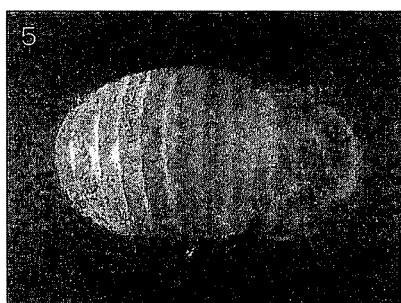
2  
ブビエスナモグリ  
(*Callianassa bouvieri*)



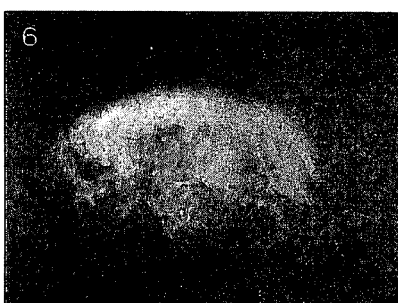
3  
ナギサスナホリムシ属の1種  
(*Eurydice* sp.)



4  
スナホリムシ属の1種  
(*Cirolana* sp.)

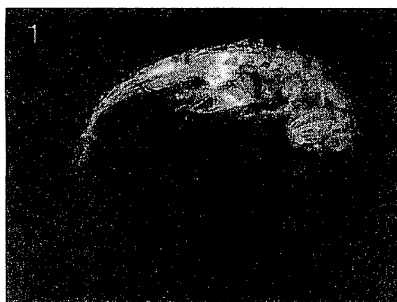


5  
ヨツバコツブムシ  
(*Sphaeroma retrolaevis*)



6  
マルソコエビ属の1種  
(*Urothoe carda*)

写真 7b 浦内川河口の干潟で出現した分類群 (撮影, 1-2:伊谷行; 3-6:有山啓之)  
ただし、2 は西表島古見産



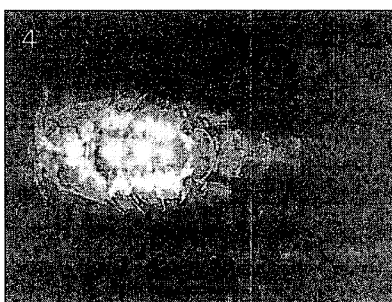
1  
ヒメドロソコエビ属の1種(未記載種)  
(*Paragrandidierella* sp.)



2  
シオカワヨコエビ  
(*Paracalliope dichotomus*)



3  
リュウキュウホソオ  
(*Victoriopisa ryukyuensis*)



4  
ヒライソミジンコ属の1種  
(*Scutellidium* sp.)



5  
コマセアミ属の1種  
(*Anisomysis* sp.)

写真 7c 浦内川河口の干潟で出現した分類群 (撮影, 1-5: 有山啓之)

## 謝辞

今回の研究では、野外調査・サンプル処理・サンプルの同定、そしてデータ整理に至る全ての過程で、大変多くの人々にご協力いただくことができた。この報告は、こうした協力者の方々による助力なしでは決して成り立たなかったであろう。ここに厚く御礼申し上げる。

特に、片田真一博士(慶応大学、昆虫類の同定)、児玉京子氏(竹富町、野外調査)、西川輝昭博士(名古屋大学、無脊椎動物の同定)、佐藤正典博士(鹿児島

島大学、ゴカイ類の同定)、関美穂氏(竹富町、野外調査)、鈴木寿之氏(兵庫県立尼崎北高等学校、魚類の同定)、山下博由氏(貝類保全研究会、貝類の同定)には、お忙しい中、ひとかたならずお力添えをいただいた。水質調査に関しては、中西康博博士(東京農業大学宮古亜熱帯農場)に現地までお越しいただき、格別なご指導をいただくことができた。また底質の分析に関しては、土居秀幸博士(愛媛大学)に助言と測定の手をいただいた。岩崎敬二博士(奈良大学)と逸見泰久博士(熊本大学)には、日本ベントス

学会および日本生態学会の自然環境保全関連委員として、現地を詳しく視察するために遠方よりご足労いただいた。

## 参考文献

- Clarke, K. R. and R. M. Warwick. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. PRIMER-E: Plymouth.
- 小菅丈治. 2003. 西表島浦内川河口に生息するチョウセンハマグリ. 南紀生物 45(2): 128-131.
- 鈴木寿之. 2004a. 浦内川に生息する稀少汽水・淡水魚類と開発に伴う問題点. 西表島浦内川流域研究会(編著). 西表島浦内川河口域の生物多様性と伝統的自然資源利用の総合調査報告書1、西表島浦内川流域研究会. 西表. PP.4-6.
- 鈴木寿之. 2004b. 西表島浦内川の魚類とその存続の危機. 西表島浦内川流域研究会(編著). 西表島浦内川河口域の生物多様性と伝統的自然資源利用の総合調査報告書1、西表島浦内川流域研究会. 西表. PP.7-11.
- 日本ベントス学会自然環境保全委員会. 2004. 「西表島浦内地区のトゥドゥマリ浜(通称月が浜)にお

けるリゾート施設営業の見直しと環境影響評価の実施を求める要望書」.

- 日本魚類学会. 2003. 「ユニマツ不動産による西表リゾート開発の中断と環境影響評価の実施を求める要望書」(<http://www.fish-isj.jp/>).
- 日本生態学会. 2003. 「西表島浦内地区におけるリゾート施設建設の中断と環境影響評価の実施を求める要望書」(<http://www.soc.nii.ac.jp/esj/>).
- 沖縄生物学会. 2003. 「西表島浦内地区におけるリゾート施設建設の見直しに関する要望書」.
- Raffaelli, D. and S. Hawkins. 1996. Intertidal Ecology. Chapman & Hall. London: 356pp.
- 朝倉彰(訳). 1999. 「潮間帯の生態学」. 文一総合出版.
- 山下博由・名和純・奥田夏樹. 2004. 西表島浦内川流域の貝類相と保全の必要性. 西表島浦内川流域研究会(編著). 西表島浦内川河口域の生物多様性と伝統的自然資源利用の総合調査報告書1、西表島浦内川流域研究会. 西表. PP.12-17.
- WWFジャパン. 2003. トウドゥマリ浜(西表島浦内川河口右岸)におけるリゾート開発の問題点について(<http://www.wwf.or.jp/index.htm>).

Basic assessment for benthic macrofauna was conducted at a sandy beach (Twudwumari-Hama) and a mud flat in the drainage and estuarine area of Urauchi River. Distinctive environment including vast mangrove forest, sandflat and beach with many endangered species make the Urauchi River academically important. Therefore the area has been nationally and prefectural assigned for nature conservation. But there is no effective law protection for the area.

One of the most extensive resort hotel in Okinawa pref. has been opened anew from July, 2004 at the estuarine seaside of Urauchi River (Twudwumari-Hama). However, there has been no environmental impact statement for the development of this resort. Several academic associations have claimed environmental assessment against the company and politics. Even the basic information of ecology for example biota is not enough to discuss the validity of resort development.

In this study, we conducted quantitative field research to reveal the general benthic fauna. Preliminary assessment of water was also performed. These results may play an important role as information for the conservation of the study areas. However, additional study should be needed to discuss the more detailed feature of the benthic fauna because general quantitative study often miss the existence of important rare species.

## 西表島溪流辺植物群落の成立要因の解明と保全に関する調査研究

### 西表島溪流植生調査団

星野 義延<sup>1)</sup>・吉川 正人<sup>1)</sup>・星野 順子<sup>2)</sup>・齊藤 みづほ<sup>3)</sup>

### Research on the causal factor of rheophyte community in the Iriomote island and its conservation

Research group of the mountain stream side vegetation in the Iriomote island  
Yoshinobu Hoshino, Masato Yoshikawa, Jyunko Hoshino and Mizuho Saito

本研究は、沖縄県西表島における溪流辺植物群落の成立要因を明らかにするとともに、流域での開発などに伴う流況の変化が溪流植生に与える影響について考察することを目的として行った。西表島東半部に位置する6河川の流域において、河川横断面図を作成するとともに、植物社会学的方法を用いた溪流辺植物群落の調査を行った。調査の結果、ヒメタムラソウ・サイゴクホングウシダ群集、ヒナヨシーシマミズ群集、マルヤマシュウカイドウ・イリオモテソウ群集の3群集が確認された。このうちヒメタムラソウ・サイゴクホングウシダ群集は溪流帯に成立し、増水による水位の変動の影響を最も受けやすく、下位区分された7タイプの成立立地はそれぞれ特徴がみられた。現在の取水堰はヒメタムラソウ・サイゴクホングウシダ群集の分布域下限近くにあり、植生への影響は大きくない。溪流辺植物群落の存続のためには、過度の取水、河川構造物の建設、土砂の流入を招く集水域での林道開設は避けるべきである。

#### 1. はじめに

日本の多くの河川では、ダムや堰堤などの河川構造物の建設、河道の直線化・固定化などの人為的な改変が行われている。このような改変は災害の抑制や水利用の合理化には有効であるが、河川環境に著しい変化をもたらす。すなわち、ダムや堰堤は降水時の増水や下流への土砂の流出を抑制し、また、河道の直線化・固定化は流路の形態を単純化することにより、攪乱頻度や強度の変化を通して河川に生息・生育している動植物に大きな影響を与えている。

平水時の水面と増水時の水面との間を溪流帯という。溪流帯は、増水時には水流や水流中の砂礫などによって強度の攪乱を受けている。このような攪乱が強い溪流帯に特異的に生育している植物は溪流沿い植物(rheophyte)と呼ばれ、増水に対する適応として細長い

葉や丈夫な茎・根を発達させ、溪流帯での生育を可能にしている。増水時の攪乱は溪流沿い植物に対してもダメージを与えるが、他の植物の溪流帯への侵入を妨げ、逆に溪流沿い植物に有利な環境を作り出している。

しかし、現在は上流域でのダム建設などの人為的な水位のコントロールによって溪流辺植物群落の成立立地が減少してきている。沖縄本島では、ダムの建設によってオリヅルスミレなどの溪流辺植物群落の構成種が生育地を失い、絶滅の危機に瀕している。

沖縄県の西表島は、ほぼ自然状態の河川環境が保たれている日本でも数少ない場所である。そのため、溪流辺植物群落が広い範囲に成立している。しかし、現在西表島ではリゾートホテルの建設などによって近年観光客が急激に増加しており、利用水量も増加してきている(図1)。増加する水需要を満たすため

1) 東京農工大学大学院共生科学技術研究院  
3) 東京農工大学大学院農学教育部

2) 星野フィールドサイエンス

に、将来取水施設が建設される可能性がある。そのような河川構造物の建設は、西表島の溪流辺植物群落の成立立地を減少させると思われる。

溪流辺植物群落の保全のためには生育地の確保とともに、溪流沿い植物の生育環境や生活史、生態などに関する情報が必要である。これまで、溪流辺植物群落の種組成の特徴などの研究は行われているが、それぞれの群落と成立立地との関係に着目した生態学的な研究はほとんど行われていない。

そこで本研究では、西表島において溪流辺植物群落の種組成の特徴を明らかにし、群落の冠水頻度に着目して溪流辺植物群落の分布と立地環境との関係を明らかにすることを目的とした。さらに、開発が行われた際に生じる流況の変化がもたらす影響を考察することとした。

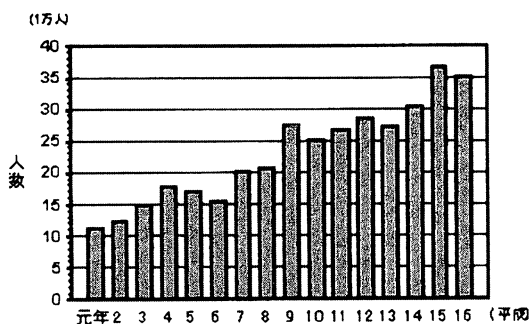


図1 西表島観光入域者数  
竹富町統計資料より作成

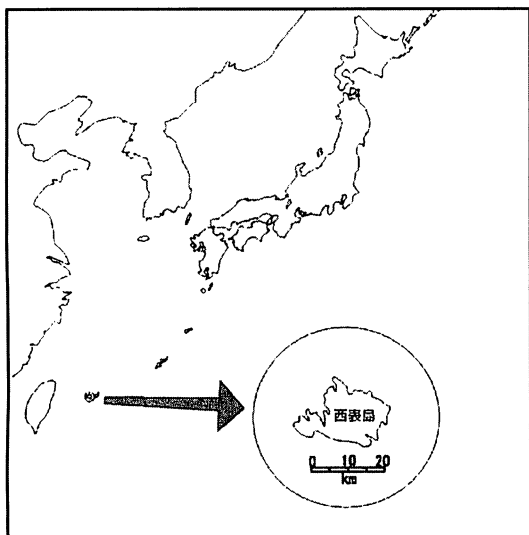


図2 西表島位置図

## 2. 調査地概要

調査地の沖縄県八重山郡竹富町西表島は日本の最南部に位置し(図2)、亜熱帯性気候下であり、年平均気温が約23℃、年降水量は約2,300mmと日本の中で最も高温多雨な地域である。7月から10月にかけてたびたび接近・上陸する台風は、多くの降雨をもたらす。西表島の大半は国立公園に指定され、山地全体は、ほぼ自然状態のイタジイ林やオキナワウラジログシ林などに覆われている。地質は八重山層群からなり、砂岩が島の大半を占めている。島全体は多くの山地・丘陵地からなり、古見岳(496m)、波照間森(447m)、テドウ山(441m)などの400m級の山が存在する(崎浜 2001)。山地は海岸までせまっており、特に本島南西部および南部の海岸では、急斜面や崖状になっている。一方、北西部、北部、東部においては、海岸段丘や台地が発達し、緩やかな傾斜面を見せている(新納ら 1974)。島内の多数の河川は、集水域がほとんど開発されていないために、自然状態に近い流況が維持されており、源流部から河口付近にかけて溪流辺植物群落が広く分布している。

本研究では、西表島の東部の河川からマーレ・ヒナイ・ユツン・相良・後良・前良の6河川を調査地として選定した(図3)。

## 3. 調査方法

### (1) 河川横断面図の作成

調査河川の横断面図を45ヶ所で作成した。流路と垂直に交わるような基準線をメジャーを用いて水平に張り、コンベックスを用いて50cmごとに河床から基準線までの高さ、あるいは水面から基準線までの高さ、水深を計測した(写真1)。また、基準線よりも上方の右岸・左岸斜面の傾斜も計測した。作成した横断面図の例を図4に示した。

### (2) 植生調査

横断面図を作成した地点で、植物社会学的方法を用いて植生調査を行った。横断面上または横断面の近傍に成立し、河川の岩上や河岸の草本植物が優占している植分を調査対象とした。調査した植分の位置は作成した横断面図上に記録した(図4)。



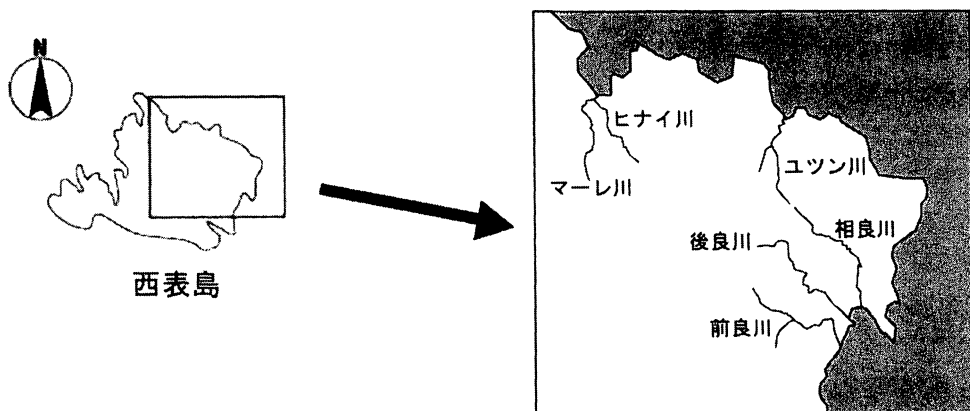


図3 調査河川位置図



写真1 調査風景

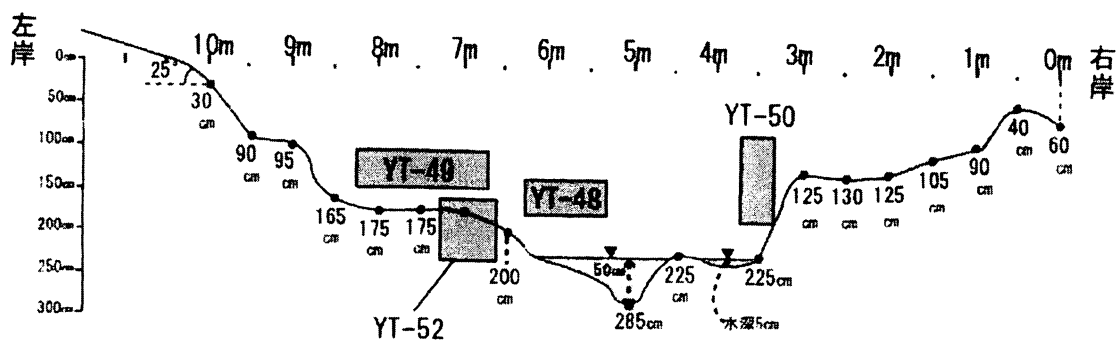


図4 河川横断面図作成例  
灰色の四角は、調査した植分を示す

### (3) 溪流辺植物群落の冠水頻度の推定

調査した植分の冠水頻度の指標として、増水時にそれぞれの植分の中心まで冠水した場合の流積(河川の横断面図のうち、水が占めている部分の面積を指す)を用いた(図5)。

冠水頻度の指標として、水面からの比高が用いられることが多いが、比高は調査地点間の横断面の形態が極端に異なる場合、冠水頻度の指標としては有効ではないと考えた。図6から比高と集水域面積の関係から一定の傾向は見出せない。

また、冠水頻度と溪流辺植物群落の生育立地との関係を明らかにするため、増水による影響が及ぶ範囲の上限である最大増水面の推定を行った。大規模な降水

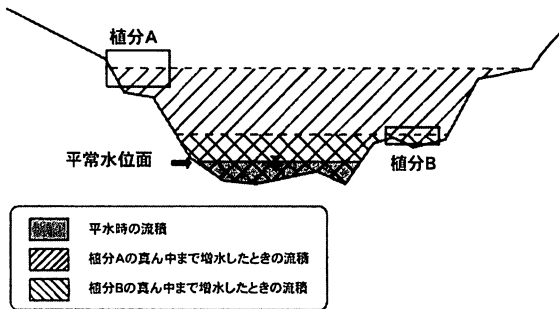


図5 流積説明図

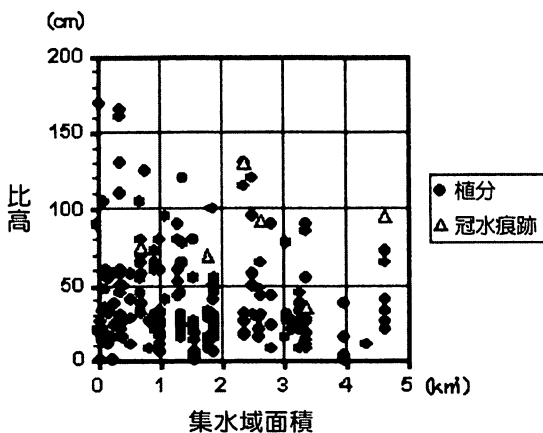


図6 ヒメタムラソウ・サイゴクホングウシダ群集の分布位置図

比高と集水域面積を用いて示した。冠水痕跡は2005年6月17日の降雨によって形成されたと推定されたもの

イベントの発生後に横断面図を作成した地点数ヶ所で冠水痕跡を探し、その位置を横断面図上に記入することによって各調査地点の最大増水面を推定した。冠水痕跡は、水流によるリターや土の洗掘跡、流路付近に生育する植物に漂流物(上流から流れてきたと思われる草本などのデブリ)が付着している点から判断した。最大増水面を決定した後、最大増水時の流積、平常時の流積も算出した。その後、気象観測データを用いて、どの程度の降水量で推定した増水面に達するか、また、年間を通してそのような増水が何回発生するかなどを予測した。また、地形図を用いて、各調査地点より上流の河川の集水域面積を計測した。最大増水時の流積、平常時の流積、各植分の流積を冠水頻度の指標として、溪流辺植物群落の成立立地を比較することを試みた。

## 4. 結果

### (1) 植物群落

横断面図を作成した合計45地点において草本植物の優占する277の植分で植生調査を行った。これらの植生調査資料を用いて表操作を行った結果、溪流辺植物群落としてすでに報告のあるヒメタムラソウ・サイゴクホングウシダ群集(Lindsaeo japonicae-Salvietum pygmaeae Niino, Miyagi, Shinjo et Shimabukuro 1974)とヒナヨシ・シマミズ群集(Pileo-Arundetum formosae K. Suzuki 1979)が識別された。また、岩隙・岩上草本群落としてマルヤマシュウカイドウ・イリオモテソウ群集(Argostemma-Begonietum formosanae Y. Nakamura in Miyawaki 1989)が識別された(表1)。

ヒメタムラソウ・サイゴクホングウシダ群集に同定された植分は247箇所であった。この群集では、標徴種であるサイゴクホングウシダやナガバイナモリ、ヒメタムラソウが優占し、その他にリュウキュウツワブキ、キンギンソウ、ヒメホラシノブなどの溪流沿い植物が比較的高い常在度で出現した。ヒメタムラソウ・サイゴクホングウシダ群集は、調査河川の渓流域に最も広く分布していた群集で、主に流路脇、流路内に点在する巨礫上に成立しているのが観察された。

6箇所の植分がヒナヨシーシマミズ群集に同定された。この群集では、標徴種・識別種であるヒナヨシとハチジョウカグマが特徴的に出現したが、同じく標徴種・識別種であるシマミズは出現しなかった。また、その他にハチジョウススキ、テリハノギク、ミズスギ、イタチガヤなどが特徴的に出現した。この群集は日当たりの良い岸壁の岩隙部で、流水面に近く飛沫をうける立地に成立し、冠水することもあるといわれている(宮脇 1989)。しかし、ヒナヨシーシマミズ群集の植分は今回の調査では飛沫を受けるような立地にも生育がみられたが、平水時の水面から離れた最大増水面付近に成立しており、ヒ

ナヨシが優占する場所は、水面からかなり離れた側方斜面の岩壁であった。

マルヤマシュウカイドウ・イリオモテソウ群集に同定されたのは、24箇所の植分であった。この群集は、溪流辺植物群落ではなく岩上・岩隙草本群落として報告されている(宮脇 1989)。標徴種・識別種はマルヤマシュウカイドウ、フウトウカズラ、オオイワヒトデなどで、その他にヘツカシダ、リュウビンタイ、オキナワキジノオなどが優占していた。宮脇(1989)によると、この群集は溪谷部の湿性岩壁上に成立するとあるが、今回の調査では、岩壁上に成立していたものは少なく、ほとんどは溪谷部の岩

表1 群集識別表

IR1:ヒメタムラソウ・サイゴクホングウシダ群集  
IR2:ヒナヨシーシマミズ群集  
IR3:マルヤマシュウカイドウ・イリオモテソウ群集

| 群集名         | I<br>R<br>1 | I<br>R<br>2 | I<br>R<br>3 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 調査区数        | 2<br>4<br>7 | 6           | 2<br>4      |
| サイゴクホングウシダ  | IV          | ・           | +           |
| ナガバインナリ     | IV          | II          | II          |
| ヒナヨシ        | +           | V           | +           |
| ハチジョウカグマ    | ・           | IV          | +           |
| ハチジョウススキ    | ・           | III         | ・           |
| テリハノギク      | ・           | III         | ・           |
| ミズスギ        | +           | III         | ・           |
| イタチガヤ       | +           | III         | +           |
| シマトネリコ      | +           | III         | +           |
| コウトウシラン     | +           | II          | +           |
| サキシマツツシ     | +           | II          | ・           |
| ホラシノブ       | ・           | II          | ・           |
| ヒメタムラソウ     | IV          | V           | +           |
| リュウキュウツツワキ  | II          | IV          | ・           |
| キンキンソウ      | II          | IV          | I           |
| ヒメホラシノブ     | II          | III         | ・           |
| ヘツカシダ       | II          | ・           | V           |
| マルヤマシュウカイドウ | +           | ・           | IV          |
| フウトウカズラ     | +           | ・           | IV          |
| リュウビンタイ     | I           | I           | IV          |
| アリモリソウ      | I           | I           | IV          |
| オキナワキジノオ    | II          | ・           | IV          |
| オオコウモリシダ    | I           | I           | III         |
| カツモウイノデ     | +           | ・           | III         |
| イリオモテソウ     | I           | ・           | II          |
| オオイワヒトデ     | +           | ・           | II          |
| ヤマヒワソウ      | +           | ・           | II          |
| シマミズ        | +           | ・           | I           |

ローマ数字は常在度。

+: <10%. I: 10~20%. II: 20~40%.

III: 40~60%. IV: 60~80%. V: 80~100%

表2 ヒメタムラソウ・サイゴクホングウシダ群集  
の下位単位の識別表

- ①: 典型タイプ  
②: ヒメホラシノブタイプ  
③: ヒメタカノハウラホシタイプ  
④: アオシバタイプ  
⑤: ヘラシダタイプ  
⑥: ヤエヤマトラノオタイプ  
⑦: オオコウモリシダタイプ

| 下位単位<br>調査区数 | ①<br>40 | ②<br>56 | ③<br>41 | ④<br>16 | ⑤<br>24 | ⑥<br>42 | ⑦<br>28 |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| サイゴクホングウシダ   | V       | V       | IV      | V       | IV      | IV      | III     |
| ヒメタムラソウ      | IV      | V       | V       | V       | IV      | V       | II      |
| ナガバインナリ      | III     | IV      | III     | +       | IV      | V       | V       |
| アカミズヒキ       | ・       | III     | II      | II      | III     | III     | II      |
| アカミズキ        | ・       | III     | II      | II      | III     | II      | II      |
| ヒメホラシノブ      | ・       | II      | III     | IV      | +       | I       | ・       |
| ヒメタカノハウラホシ   | ・       | ・       | V       | I       | ・       | +       | +       |
| イタチガヤ        | ・       | ・       | III     | +       | ・       | +       | +       |
| ヤエヤマスミレ      | +       | +       | II      | ・       | ・       | +       | +       |
| アオシバ         | ・       | +       | ・       | V       | +       | ・       | ・       |
| ミズスギ         | ・       | ・       | +       | II      | ・       | ・       | ・       |
| ヘラシダ         | ・       | I       | +       | I       | IV      | I       | I       |
| シロヤマセシマイ     | +       | I       | II      | ・       | III     | +       | +       |
| オオヘツカシダ      | ・       | +       | +       | ・       | III     | +       | +       |
| リュウキュウイナリ    | +       | +       | +       | ・       | II      | +       | +       |
| ナチシゲシダ       | ・       | ・       | ・       | ・       | II      | +       | ・       |
| ヤエヤマトラノオ     | +       | +       | +       | ・       | ・       | IV      | II      |
| シムキカスラ       | +       | +       | +       | ・       | +       | III     | I       |
| キンキンソウ       | II      | II      | III     | III     | III     | II      | +       |
| リュウキュウツツワキ   | I       | II      | II      | III     | II      | I       | +       |
| オオコウモリシダ     | +       | I       | +       | +       | II      | I       | IV      |
| アリモリソウ       | +       | +       | +       | +       | +       | II      | III     |
| ヘツカシダ        | +       | +       | +       | I       | II      | IV      | IV      |
| オキナワキジノオ     | +       | I       | +       | +       | I       | IV      | IV      |
| リュウビンタイ      | +       | +       | ・       | +       | II      | II      | III     |
| イリオモテソウ      | ・       | ・       | +       | ・       | +       | II      | III     |

以下省略

ローマ数字は常在度。+: <10%. I: 10~20%. II: 20~40%.

III: 40~60%. IV: 60~80%. V: 80~100%

礫斜面にみられた。

ヒメタムラソウ・サイゴクホングウシダ群集は更に7つのタイプに下位区分された(表2)。特徴づける種のない典型タイプ、ヒメホラシノブタイプ、ヒメタカノハウラボシタイプ、アオシバタイプ、ヘラシダタイプ、ヤエヤマトラノオタイプ、オオコウモリシダタイプである。

## (2) 溪流辺植物群落と冠水頻度

植分の中心まで冠水するときの流積と平常時・最大増水時の流積を比較することによって、溪流辺植物群落と冠水頻度との関係を調べた。流積と深く関連する河川のピーク流出量は、集水域面積に応じて増減し、流積も集水域面積の大きさに応じて増減する。このことから、解析では流積と集水域面積を対応させた。

図7は、ヒメタムラソウ・サイゴクホングウシダ群集の成立立地を示したものである。実線は平常水位面の近似線を表し、点線は、2005年6月17日の降水によって形成されたと考えられる冠水痕跡より推定した最大増水面の近似線を表している。実際は2005年7月18日の日降水量の方が、6月17日の日降水

量よりも多かったが、7月18日の冠水痕跡のデータがないため、6月17日の増水を最大増水とした。平常水位面と最大増水面の間は水位が増減する溪流帯に相当し、平常水位面に近い植分ほど冠水頻度が高くなり、推定最大増水面よりも流積の大きい立地に成立している植分は冠水による影響をほとんど受けないと推定される。また、集水域面積が小さい立地の植分は、上流部や小流路に成立していることを表し、逆に集水域面積の大きな場所にある植分はより下流部に成立していることを表している。

2005年6月17日の1日の降水量は155mmであった。他に2004年10月～2005年10月の間に150mm以上の降水があったのは、2005年6月12日の151mm、6月24日の160mm、7月18日の335mm、8月31日の152mmであった(気象庁観測データより)。ここから、河川の水量が最大増水面に達したのは上記の期間に5回であると推定された。ヒメタムラソウ・サイゴクホングウシダ群集とヒナヨシーシマミズ群集は、ほぼ溪流帯に成立していたことから、1年間に5回程度冠水したと推定される(図7、8)。さらに、7月18日の

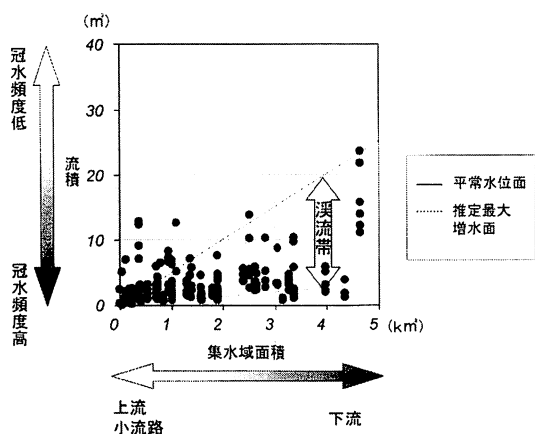


図7 ヒメタムラソウ・サイゴクホングウシダ群集の分布位置図

流積と集水域面積を用いて示した。図中の実線は平常水位面の近似線、点線は2005年6月17日に形成されたと考えられる冠水痕跡より推定した最大増水面の近似線を表している。平常水位面と最大増水面の間は水位が増減する溪流帯であり、平常水位面に近い植分ほど冠水頻度が高いと考えられる。

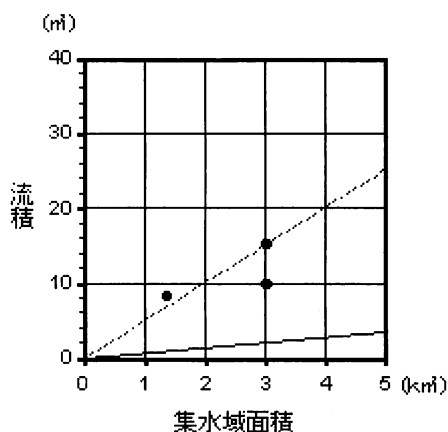


図8 ヒナヨシーシマミズ群集の分布位置図

図中の実線は平常水位面の近似線、点線は2005年6月17日に形成されたと考えられる冠水痕跡より推定した最大増水面の近似線を表している。

降水量は335mmと、6月17日の日降水量の2倍以上あったため、この日は、推定の最大増水面を大きく超えた増水が発生したと予想される。

図7よりヒメタムラソウ・サイゴクホングウシダ群集に同定された植分の大部分は、溪流帯に成立しており、特に冠水しやすいと推定される水面近くに偏って成立していた。また、ヒナヨシーシマミズ群集も溪流帯に成立していたが、最大増水面付近の比較的冠水しにくい立地に成立していた(図8)。マルヤマシュウカイドウ・イリオモテソウ群集の植分は、最大増水面よりも上方に成立するものがほとんどで、溪流帯にはほとんど出現していなかった(図9)。

次に、ヒメタムラソウ・サイゴクホングウシダ群集の7つの下位区分について冠水頻度との関係を調べた(図10)。まず、典型タイプの植分は、平常水位面に近接した立地に出現し、上流部から下流部まで広範囲に分布していた。ヒメホラシノブタイプも典型タイプと同じく上流部から下流部にかけて広範囲に分布していたが、典型タイプよりもやや水面から離れた立地にも成立する傾向があった。ヒメタカノハウラボシタイプも上流部から下流部まで広範

な分布を示したが、先ほど挙げた二つのタイプよりもさらに集水域面積の大きな最も下流部での分布がみられた。アオシバタイプは、集水域面積の大きな下流部の平常水位面の近くに成立していた。アオシバは調査河川のうち、後良川でのみ分布が確認された。今回の調査では、後良川の上流部から中流部の調査ができなかったため、アオシバタイプの下流部での分布は確認できたが、上～中流部ではどのような立地に成立しているのかが確認できなかった。ヘラシダタイプは、ヒメホラシノブタイプと類似した立地に成立していた。ヤエヤマトラノオタイプとオオコウモリシダタイプは、これまで挙げたタイプとは異なり、多くの植分が上流部に偏って分布していた。特にオオコウモリシダタイプはその傾向が顕著で、中流部から下流部に分布する植分は全くなかった。また、この2つのタイプは最大増水面よりも流積の大きな立地にも成立する植分が比較的多くみられた。

### (3) 溪流沿い植物と立地環境

冠水頻度と溪流沿い植物の分布との関係を明らかにするために、溪流辺植物群落の場合と同じく、対象とする溪流沿い植物が出現した植分の中央まで冠水した場合の流積と調査地点より上流の集水域面積との関係で調査地点をプロットした。生育立地に特徴がみられた種は、ヒメタムラソウ、サイゴクホングウシダ、リュウキュウツワブキ、ヤエヤマスマミレ、ナガバイナモリ、オキナワキジノオの6種であった(図11)。6種とも溪流帯に特異的に出現する傾向があった。

ヒメタムラソウとサイゴクホングウシダはどちらも上流から下流にかけて、比較的広範囲に分布していた。サイゴクホングウシダは平時の水面の近くで高い優占度を示したが、ヒメタムラソウは水面から最大増水面の近くまで幅広い出現を示した。リュウキュウツワブキとヤエヤマスマミレは出現回数が少なかったため、サイゴクホングウシダなどより明らかな傾向は現れなかったものの、中流部に出現が偏る傾向にあった。ナガバイナモリとオキナワキジノオは、どちらも集水域面積の小さい立地に出現が偏っていた点から、上流部あるいは小流路に偏つ

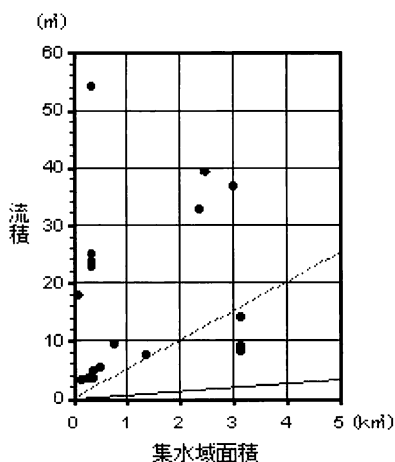


図9 マルヤマシュウカイドウ・イリオモテソウ群集の分布位置図

図中の実線は平常水位面の近似線、点線は2005年6月17日に形成されたと考えられる冠水痕跡より推定した最大増水面の近似線を表している。

て分布していることが明らかになった。

また流域単位で分布をみた場合、特定の流域に分布が限定されている溪流沿い植物がみられた。ヒメタムラソウ・サイゴクホンゴシダ群集のアオシバ

タイプの構成種であるアオシバは、後良川のみで確認された。またヤエヤマスマレは、ユツン川とヒナイ川でのみ確認された。

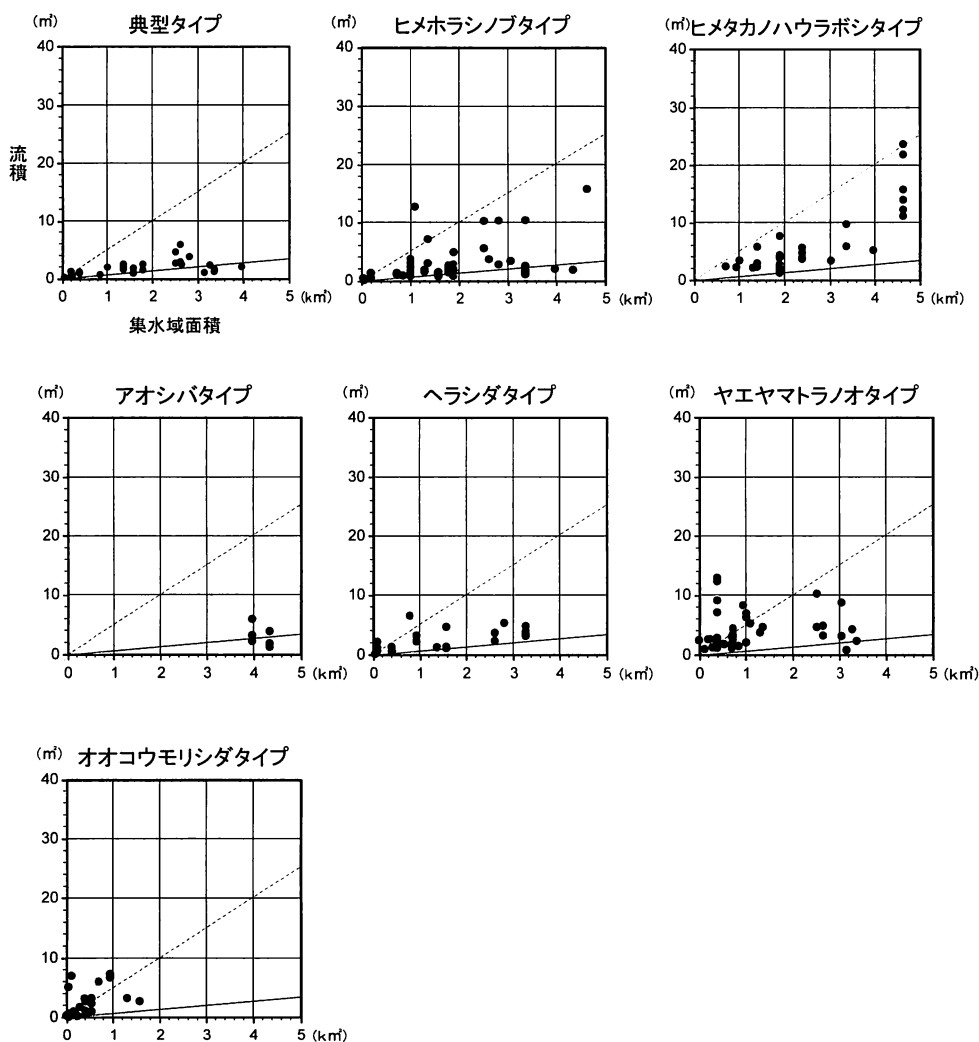


図10 ヒメタムラソウ・サイゴクホンゴシダ群集の下位単位の分布位置図

図中の実線は平常水位面の近似線、点線は2005年6月17日に形成されたと考えられる冠水痕跡より推定した最大増水面の近似線を表している。

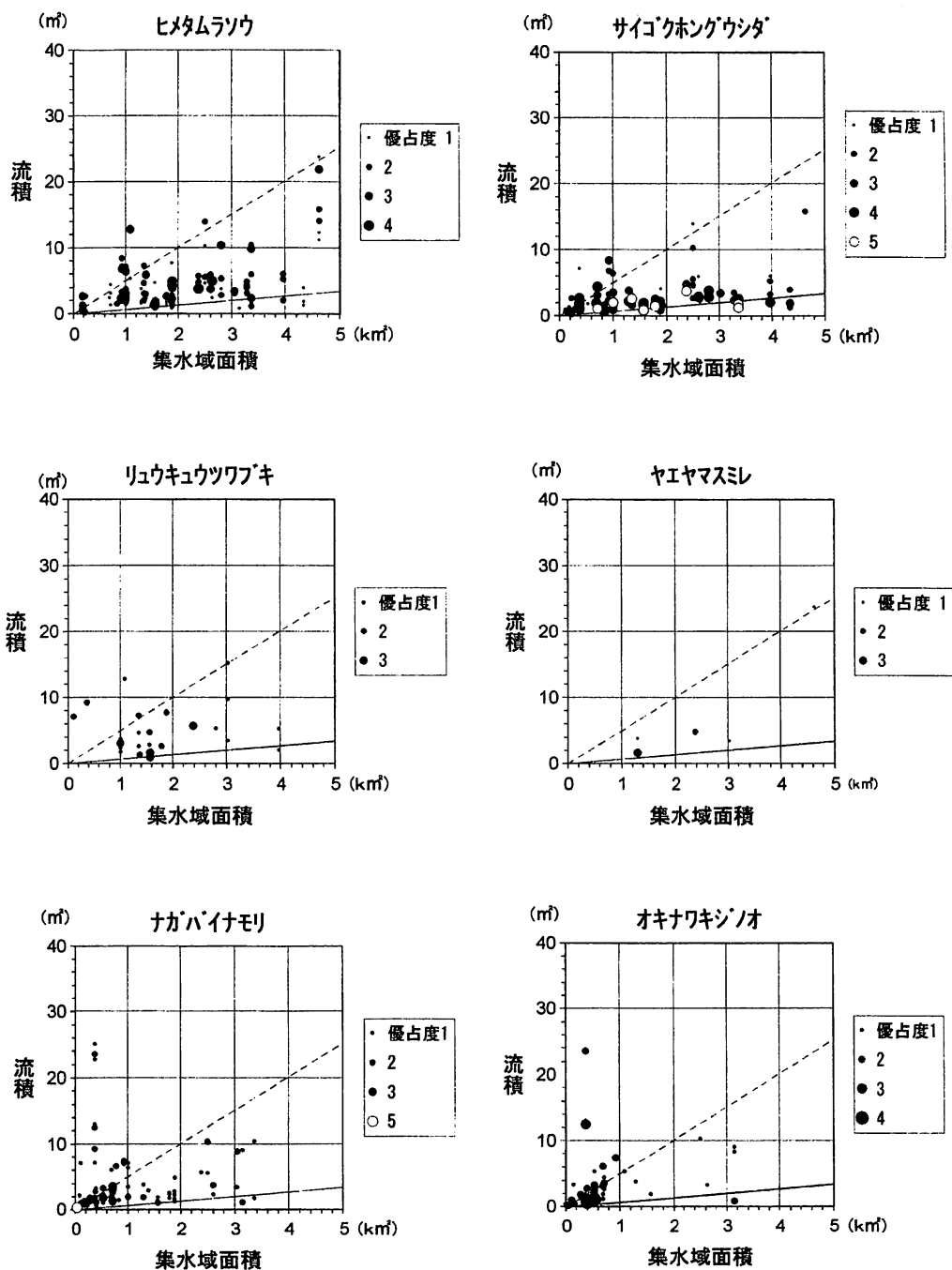


図11 溪流辺植物群落の構成種の分布位置図

図中の実線は平常水位面の近似線、点線は2005年6月17日に形成されたと考えられる冠水痕跡より推定した最大増水面の近似線を表している。

## 5. 考察

### (1) 溪流辺植物群落 溪流沿い植物の立地

今回の調査の結果から、ヒメタムラソウ・サイゴクホングウシダ群集は、溪流帯に特徴的に出現する植物群落であることが確認された。ヒメタムラソウ・サイゴクホングウシダ群集は更に7つのタイプに下位区分され、それぞれのタイプは成立立地の特徴が異なった。典型タイプ、ヒメホラシノブタイプ、ヒメタカノハウラボシタイプ、ヘラシダタイプは、上流部から下流部まで広範囲に分布していたが、ヤエヤマトラノオタイプ、オオコウモリシダタイプは上流部・小流路に偏って分布していた。集水域面積が大きい場所は増水時の流量と平常時の流量の差が大きく、攪乱強度が大きい傾向にある。逆に、上流部・小流路のように集水域面積が小さい地点は増水時と平常時の流量の変化が小さく、攪乱強度が小さい傾向がある。

ヒナヨシーシマミズ群集は、冠水頻度が比較的低い推定の最大増水面付近に成立していた。最大増水面付近は、平常時の水面付近と比較し、増水による攪乱の影響が少ない立地である。このことから、ヒナヨシーシマミズ群集はヒメタムラソウ・サイゴクホングウシダ群集よりも攪乱頻度の低い立地に成立するタイプの植生だと考えられる。

マルヤマシュウカイドウ・イリオモテソウ群集は、溪流帯に出現した植分もあったが、多くの植分は推定最大増水面よりも上方に成立し、河川の増水の影響をほとんど受けないといえると考えられる。

### (2) 西表島における河川の利用

現在、西表島の水道水は全て河川水を利用している。取水を行っているのはフカイ川、アラバラ川、マーレ川、相良川、西船付川の5つの河川からであり(図12)、そのうちマーレ川と相良川は今回調査地とした河川である。ここ数年、西表島の使用水量は徐々に増加しており(図13)、今後も水需要が増加することが予想される。取水量の増加は河川の流量を減少させ、流況を改変させる恐れがある。特に、ただ取水するだけではなく、河川にダムや堰堤などの河川構造物を建設してしまうと、降水による増水が抑制され、攪乱頻度・強度が減少してしまう。攪乱頻度・強度の減少は、陸上植物の溪流帯への侵入を促すなど溪流沿い植物の生育地を減少させると考えられる。また、森林伐採などの流域開発が行われると、河川へ土砂が流出し、溪流沿い植物に大きな打撃を与えると思われる。

溪流辺植物群落は冠水頻度に応じて成立していたことから、冠水に大きく影響されていることが明らかになった。特に、ヒメタムラソウ・サイゴクホ

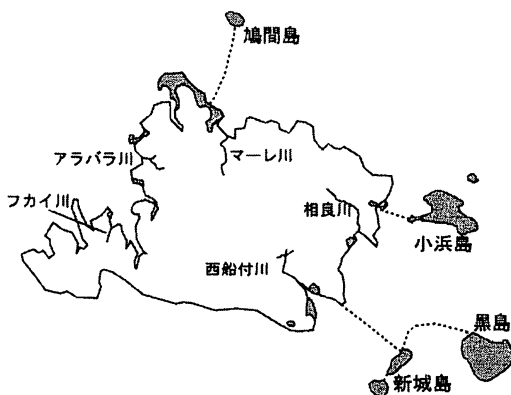


図12 取水河川と給水地区

灰色の箇所は給水している地区を示す。点線は海底送水管で、西表島の河川から取水した水を周辺の島に給水している。

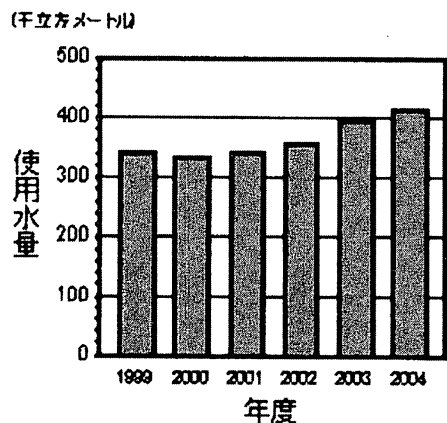


図13 西表島年間使用水量

西表島の島内のみで使用された水量を示した。水量の単位は千立方メートル。



ングウシダ群集は溪流帯の中でも平常水位面付近に多く成立していたことから、過度の取水、河川構造物の建設などによる流況の変化や、土砂の流入を招く集水域での林道開発などによって、致命的なダメージを受けると考えられる。現在の取水堰はヒメタムラソウ・サイゴクホングウシダ群集の分布域下限近くにあり、植生への影響は大きくない。

溪流辺植物群落の存続のためには、上記のような開発は避けるべきである。また、もしそれらの開発を行う場合は、なるべく河川環境への影響を小さくするよう配慮することや、アオシバなど生育範囲の限られた種が出現する場所は避けることが必要不可欠であると思われる。

## 引用文献

- 崎浜靖. 2001. 西表島・新城島・鳩間島—その地理的概観—. 地域研究シリーズNo.29八重山、竹富町調査報告書(3). 沖縄国際大学南島文化研究所
- 新納義馬・宮城康一・新城和治・島袋暁. 1974. 八重山群島の植生. 琉球列島の自然とその保護に関する基礎的研究, I. PP. 5-36.
- 星野義延・清水義彦. 2005. 5.河川における自然的攪乱・人為的インパクトと河川固有植物・外来植物のハビタット. 自然的攪乱・人為的インパクトと河川生態系(小倉紀雄・山本晃一編著). PP. 153-229. 技報堂出版.
- 宮脇昭. 1989. 日本植生誌 沖縄・小笠原. 至文堂.
- 横田昌嗣. 2003. IV.水辺の維管束植物. 琉球列島の陸水生物(西島信昇監修, 西田睦・鹿谷法一・諸喜田茂充編著). PP. 99-114. 東海大学出版会.

The survey of the plant community using the plant sociological method and the drafting of river cross section figure were done in the mountain stream of 6 rivers located in the eastern half part of Iriomotejima, Okinawa Prefecture, aiming to know causal factor of rheophyte plant community. Research objectives also focused on the data collection and the assessment on the influences of change of water dynamics in river by human activities on mountain stream side vegetation.

The result of survey shows the existence of 3 associations, *Lindsaea japonici-Salvietum pygmaeae*, *Pilo-Aruudetum formosae* and *Agrostemmo-Begonietum formosanae*. Among 3 associations, *Lindsaea japonici-Salvietum pygmaeae* is developed in the rheophyte zone, considered that is the most sensitive to the change of water-level by flooding. Subtypes in the *Lindsaea japonici-Salvietum pygmaeae* occur in each special habitat.

As small dams for water intake locate in the vicinity of lower bound of the distribution region of *Lindsaea japonici-Salvietum pygmaeae*, the influence of the dams on rheophyte vegetation is not so large. It is necessary to avoid the woodland road and dam construction within the catchment area which causes the inflow of the soil and sand and the muddy water to sustain the mountain stream side plant communities consist of rheophyte plants.

# 稀少鳥類ナミエヤマガラの基礎生態研究 — 少ない生息数が引き起こす独特な生活史形質 —

ナミエヤマガラ調査隊

上田 恵介<sup>1)</sup>・山口 典之<sup>2)</sup>・森本 元<sup>1)</sup>・福永 杏<sup>1)</sup>

## Ecological study on an endangered subspecies of the Varied Tit *Parus varius namiyei*

P. v. namiyei Research Group

Keisuke Ueda, Noriyuki Yamaguchi, Gen Morimoto and Anzu Fukunaga

ヤマガラ *Parus varius* は、日本列島及び朝鮮半島南部、台湾島に分布し、多くの亜種を持つ多型種である。本研究では、絶滅危惧Ⅱ類に指定されているものの、基礎生態や生息数が把握されていない亜種ナミエヤマガラ *P. v. namiyei* の基礎生態を調査し、生息数を評価した。調査は本亜種の主要生息地である伊豆諸島神津島で行った。

ナミエヤマガラの神津島個体群は、非常に高い巣捕食圧にさらされていた。生活史形質はそれに適応し、巣内雛が少なく、育雛期が短くなっていた。また、本亜種の特徴として羽色変異が非常に大きかった。これは、隣接分布するヤマガラ *P. v. varius* と亜種オーストンヤマガラ *P. v. owstoni* の遺伝子が浸透しているためである可能性が高い。

本亜種の推定生息数は、1543羽であると推定された。以上の基礎研究は、今後の本亜種の保護に貢献するものになるに違いない。

### 1. はじめに

ヤマガラ *Parus varius* は日本、台湾、朝鮮半島南部に広く分布するスズメ目の小型鳥類である。本種は列島、島嶼にまたがって分布する特徴から、多型種として知られており、現在8亜種に分類されている (Ornithological Society of Japan 2000)。その内の1亜種であるナミエヤマガラ *P. v. namiyei* は、伊豆諸島の新島、神津島、利島に生息する。本亜種は本土に分布する亜種ヤマガラ *P. v. varius* と御蔵島以南に生息する亜種オーストンヤマガラ *P. v. owstoni* に地理的に挟まれた分布域を持っている。このような分布パターンを持つ鳥は、進化生態学的、生物地理学

的に非常に重要な証拠をもたらしてくれる可能性が高い。実際、生物進化の野外研究を牽引してきたダーウィンフィンチの研究は、ガラパゴス諸島で行われており、様々な形態に分化したダーウィンフィンチの適応進化には、雑種形成や遺伝子浸透、そして遺伝子流動が非常に重要な役割を果たしたことが明らかになっている。

ナミエヤマガラは、亜種ヤマガラやオーストンヤマガラと比較して、多くの点で中間的特徴を持つと言われてきた。例えば、卵数、羽色、体サイズがあげられる (Yamaguchi and Higuchi 2005, Yamaguchi 2005)。とはいうものの、これまでの報告は短期間

1) 立教大学理学部生命理学科

2) 横浜国立大学環境情報研究院

での観察や少数の捕獲個体に基づく知見に依っており、本亜種について、中～長期間にわたって、詳細に調べた例はない。

今回我々は、伊豆諸島神津島村を調査地として亜種ナミエヤマガラの基礎生態を研究したので、ここに成果を報告する。本研究の目的は、亜種ナミエヤマガラの基礎生態を明らかにし、進化生態学的、生物地理学的に興味深い知見を提供することであるが、もうひとつ、本亜種の保全・保護のために有用なデータを提供することも重視し、調査を行った。島嶼、特に諸島の島々の生物種は、生物学的に非常に重要である一方、その生息地の小ささ、いざ環境が大きく変化したときに、逃げ場がないことから、一般に潜在的な絶滅リスクが高い。本研究の成果が少しでも本亜種の保護、ひいては伊豆諸島の鳥類群集の保護に役立つことを願う。

## 2. 高い捕食圧に起因する、ナミエヤマガラ神津島個体群の独特な生活史形質

捕食圧の程度は生活史形質の進化に重要な影響を持つ。捕食圧と生活史形質の関連を、本土と島嶼

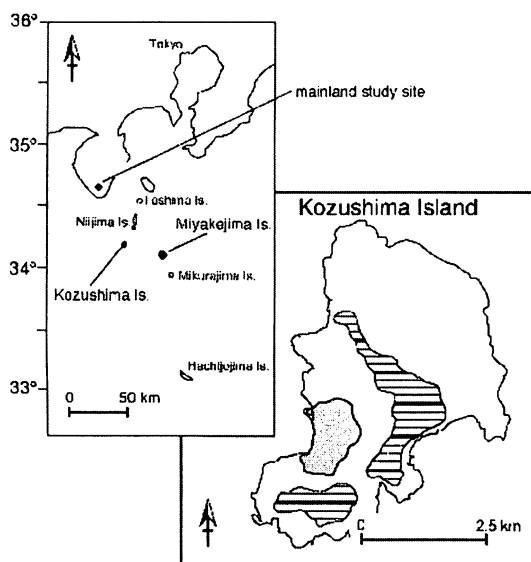


図1 調査地

神津島拡大図の灰色部分は人口密集地、横線部分は巣箱を設置した地域を示す。

個体群で比較した研究は、これまでにいくつかある。Higuchi(1976)は、ヤマガラ *P. varius* の亜種オーストンヤマガラ *P. v. owstoni* 島嶼個体群と亜種ヤマガラ *P. v. varius* 本土個体群の生活史形質が異なっていることを報告し、かつ、それらの個体群間で巣内ヒナへの捕食圧が異なっていることを報告している。今回我々は、亜種ナミエヤマガラ *P. v. namiyei* 神津島個体群で巣立ち成功率が極めて低いことを発見した。この亜種は Higuchi(1976)が対象にした亜種ヤマガラ本土個体群(伊豆)と亜種オーストンヤマガラ島嶼個体群(三宅島)の地理的に中間に位置する伊豆諸島利島、新島、神津島に分布する(図1)。我々は、神津島を調査地とし、Higuchi(1976)が得た亜種ヤマガラおよび亜種オーストンヤマガラの結果と、亜種ナミエヤマガラの生活史形質を比較した。

野外調査は2003年と2004年の繁殖期(4月～6月)に行った。島内の広い範囲に巣箱を設置し、各繁殖パラメータ(初卵日、卵数、孵化日、ヒナ数、巣立ち日、捕食の有無)を記録した。捕食があった場合には、捕食者を特定した。

PRO NATURA FUND 助成を得て、査読付学術論文作成のためのデータ整理アルバイトおよび印刷作業を行うことができた。

本調査の結果、ナミエヤマガラの巣立ち成功率は、高い捕食圧および放棄率のために極めて低く、約83%の巣で捕食を受けた(表1)。捕食者は、全てにおいてヘビ(アオダイショウ *Elaphe climacophora*)であ

表1 Nesting success of *P. v. namiyei* on Kozushima island in 2003-2004 (N = 51)

| Fate       | %     |
|------------|-------|
| Successful | 7.84  |
| Abandoned  | 35.29 |
| Depredated | 37.25 |
| Others*    | 11.76 |
| Unknown    | 7.84  |

\*“others” includes the cases of human (not NY) disturbance and dropping of nest boxes due to bad weather.

った。それぞれ異なる亜種が生息する3調査地の捕食圧および生活史形質データを表2に示す。捕食圧は、他の2カ所(本土と三宅島)と比較して、統計的に有意に高かった。ナミエヤマガラはこれら3亜種の中で、もっとも抱卵期が長く、もっとも育雛期が短く、一腹卵数は3亜種の中で中間であった。3亜種間で初卵日に違いはなかった。

ナミエヤマガラの短い育雛期は、生息する神津島での高い捕食圧を考えると、適応的な形質であると考えられる。この短い育雛期間は、少ないヒナ数により達成されている可能性がある。卵数が中間であるものの、ヒナ数が小さくなるのは、孵化成功率が他の調査個体群亜種に比べて悪いことによるが、なぜ孵化成功率が悪いのかは不明である。この生活史形質は適応的であると思われるが、その生理的機構は、近交弱勢や創始者効果による副次的なものであるのかもしれない。

3. 亜種ナミエヤマガラで見られる高い羽色変異

島嶼に生息する小個体群では、遺伝子浮動、ボトルネック効果、創始者効果さらに近親交配などの集団遺伝的影響を受け、表現型が変異することが多い。また、島嶼ではしばしば独特の選択圧がかかり、島ごとに特有の生物が進化する。そのため、生物地理学的、進化生態学的見地から、島嶼の生物を研究することは極めて興味深い。

今回我々は、伊豆諸島神津島に生息するナミエヤマガラ *P. v. namiyei* で、他の亜種では見られない、非常に高い羽色変異を発見したので、報告する。

野外調査は2003年および2004年の繁殖期(4月～6月)に行なった。調査地の広い範囲に巣箱をかけ、繁殖個体を捕獲し、羽色、主に頬の色を計測した。計測には携帯用カラーチャートを用い、実際の羽色と最も適合性の高い色見本のCMYK数値を記録した。同時に、体サイズ(翼長、ふしよ長、体重)も計測、記録した。2004年9月以降に分子実験および色成分解析を行った。色彩変異に性差があるかどうかを確かめるのには、DNAレベルでの性判定を行う必要がある。本種では、形態形質からの性判定が非常に困難だからである。DNA性判定には、汎用プライマー-2945F、3224R cfRを用いた(Ellegren 1996)。このプライマーでヤマガラの性判定ができることは、すでに先行研究で分かっている(Yamaguchi 2004)。色成分解析はAdobe Photoshop<sup>®</sup>を用いた。CMYK成分をそれぞれ色相成分および彩度成分に数値変換し、表現型分散に性差があるかを解析した。

PRO NATURA FUND 助成により、分子実験のための試薬の一部を購入することができた。

結果として、2年間で55個体を捕獲し、羽色データを取ることができた。本亜種では、本土に生息する亜種ヤマガラ *P. v. varius* や伊豆諸島南部に生息

表2 Predation pressure (the proportion of depredated nests in active nests) and life history traits of *P. v. namiyei* on Kozu-shima Island, *P. v. varius* on the mainland and *P. v. owstoni* on Miyake-jima Island

| Traits                   | Kozu-shima Island | Miyake-jima Island | Mainland          |
|--------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Predation pressure (%)   | 77.27 (49)        | 0.00 (46)          | 30.28 (109)       |
| Incubation period (days) | 15.56 ± 0.22 (34) | 14.06 ± 0.03 (42)  | 13.95 ± 0.09 (87) |
| Nestling period (days)   | 16.57 ± 0.40 (14) | 18.76 ± 0.20 (39)  | 18.23 ± 0.27 (71) |
| Clutch size              | 5.42 ± 0.13 (76)  | 3.92 ± 0.10 (52)   | 6.23 ± 0.08 (101) |
| Brood size               | 4.33 ± 0.19 (49)  | 3.78 ± 0.31 (46)   | 6.05 ± 0.13 (76)  |

Data on the mainland and Miyake-jima Island are calculated from Higuchi(1976). Standard errors of the brood size for the mainland and Miyake-jima Island are original data by HH. Mean value ± standard errors are shown. Figures in parentheses are sample sizes.

する亜種オーストンヤマガラ *P. v. owstoni* では見られないほどに、頬のパッチの色彩が幅広く変異し、乳白色から煉瓦色まで、様々な個体が存在することが分かった(図2)。また、この変異幅には性差が存在し、雄の方が変異が大きかった(図3)。この差

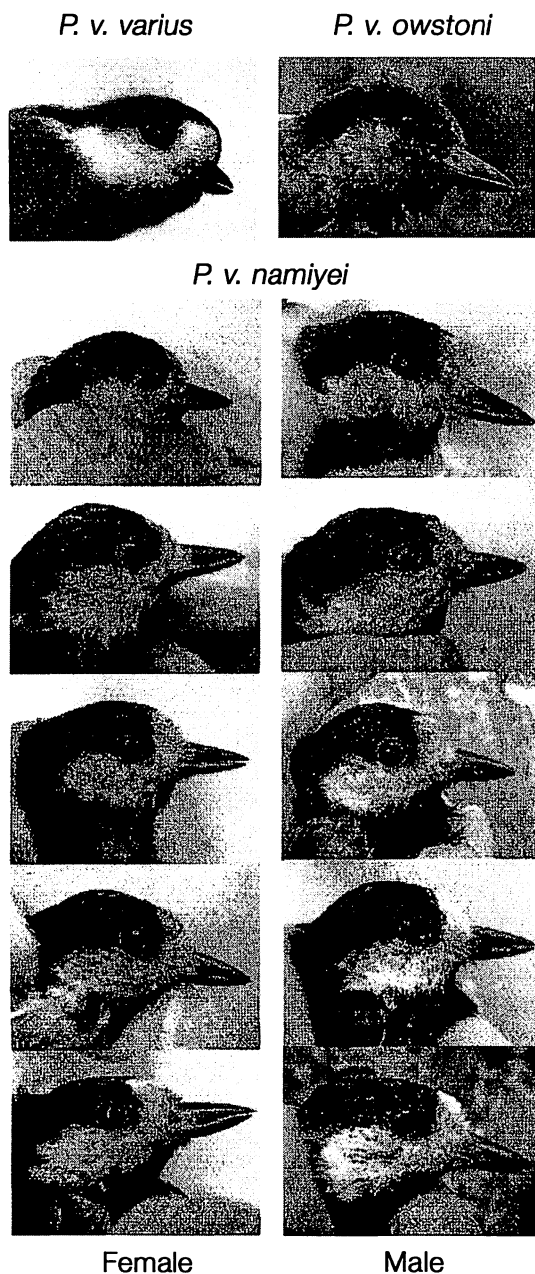


図2 亜種ナミエヤマガラの羽色変異

は統計的に有意なものであった( $F_{8,12} = 5.26$ ,  $P = 0.02$ )。羽色変異の性差は色相(色成分)の違いによるもので、彩度(色のくすみ具合)の違いに性差はなかった。白っぽい羽色のナミエヤマガラ *P. v. namiyei* は、羽色では亜種ヤマガラ *P. v. varius* に酷似していたが、体サイズに関しては亜種ヤマガラ *P. v. varius* よりも大型で、亜種ナミエヤマガラ *P. v. namiyei* に近い体サイズであった(表3)。

これまで、亜種ナミエヤマガラ *P. v. namiyei* の羽色については、非常に断片的な報告しかなく、「亜種ヤマガラと亜種オーストンヤマガラの間絶的なもの」ということしか分かっていなかった。これは、これまで繁殖期を通じて亜種ナミエヤマガラ *P. v. namiyei* 個体群を調査し、形態的に性判定できない本亜種でDNA性判定を用いたアプローチを行った前例がないからである。今回の調査の結果、神津島に生息するナミエヤマガラ *P. v. namiyei* には、他の亜種では見られない高い羽色変異が存在することが明らかになった。これほど羽色に変異があるのは、(1) 神津島個体群が複数の亜種からなる、(2) さまざまな雑種の存在、(3) 浸透交雑、(4) 近親交配などの可能性が考えられる。

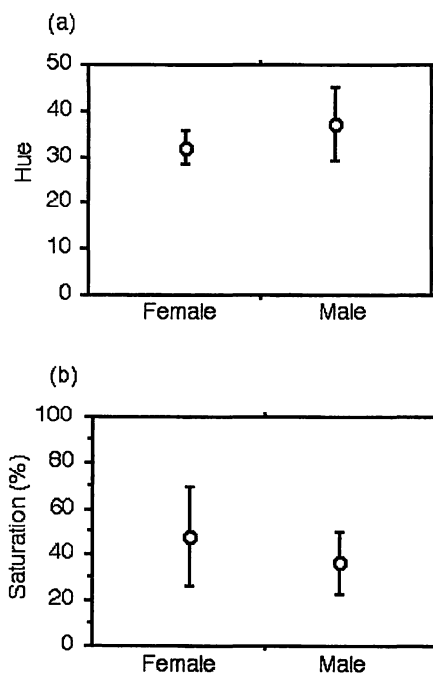


図3 色成分の性差

表3 Body size measurements of *P. v. namiyei* and *P. v. varius*

|                      | Natural wing length (mm) |                  | Tarsus length (mm) |                  | Body weight (g) |                  |
|----------------------|--------------------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------|------------------|
|                      | Range                    | Mean $\pm$ SE    | Range              | Mean $\pm$ SE    | Range           | Mean $\pm$ SE    |
| <i>P. v. namiyei</i> |                          |                  |                    |                  |                 |                  |
| males (24†)          | 71.00–80.70              | 77.56 $\pm$ 0.37 | 18.75–21.35        | 20.38 $\pm$ 0.11 | 17.00–20.80     | 19.08 $\pm$ 0.16 |
| females (31†)        | 68.80–79.25              | 72.63 $\pm$ 0.44 | 18.95–21.00        | 20.07 $\pm$ 0.12 | 15.80–20.80     | 18.67 $\pm$ 0.27 |
| Buff males (6)       | 72.15–80.00              | 76.42 $\pm$ 1.06 | 20.05–21.00        | 20.63 $\pm$ 0.16 | 17.00–20.20     | 18.77 $\pm$ 0.44 |
| <i>P. v. varius</i>  |                          |                  |                    |                  |                 |                  |
| males (31)           | 71.80–78.50              | 75.33 $\pm$ 1.46 | 18.10–20.00        | 19.12 $\pm$ 0.54 | 14.40–18.60     | 16.33 $\pm$ 1.07 |
| females (32)         | 62.35–72.70              | 69.36 $\pm$ 2.24 | 17.60–19.75        | 18.82 $\pm$ 0.51 | 14.20–16.60     | 15.33 $\pm$ 0.60 |

Of namiyei, body sizes of buff males are separately shown. Sample sizes are written in parentheses. †: n = 22 and 30 for body weight of males and females.

神津島個体群が複数亜種から構成されているという可能性は、極めて低い。2年間の繁殖調査および付随した日常観察で、典型的な亜種オーストンヤマガラ *P. v. owstoni* は確認されなかった。今回捕獲された白っぽい個体が亜種ヤマガラ *P. v. varius* ではないかという疑いはあるが、体サイズデータからは、典型的な亜種ヤマガラ *P. v. varius* とは言えず、亜種ナミエヤマガラ *P. v. namiyei* の変異個体と考えるほうが自然である。しかし、この白っぽい個体の評価は、遺伝的アプローチを用いなければ解決しない。今後、これらの個体のミトコンドリア DNA 配列もしくはマイクロサテライト遺伝子領域を調べて、亜種ナミエヤマガラ *P. v. namiyei* に典型的かどうかを評価する必要がある。

雑種形成については、2年間の調査で典型的な亜種ヤマガラ *P. v. varius* や亜種オーストンヤマガラ *P. v. owstoni* が確認されず、雑種第1代が神津島で生じる可能性は今のところ低く、定常的に雑種が形成され、さまざまな雑種 (F1, F2, F3…) の総体が亜種ナミエヤマガラであるという可能性は低い。

近親交配については、確かに表現型分散を高くする力があるが (Futuyma 1988)、島内で血縁に関係した同類交配があり、局所的に近親婚が生じ続けるという生態的理由が現在のところ見あたらない。また、2年間だけであるが、近縁同士でのつがい形成は確認されなかった。

最後に、浸透交雑であるが、非常に低い頻度でも、

亜種ヤマガラ *P. v. varius* や亜種オーストンヤマガラ *P. v. owstoni* が神津島に侵入し、雑種を形成していれば、その遺伝子が浸透する可能性は充分考えられる。場合によっては新島個体群に亜種ヤマガラ *P. v. varius* との雑種形成があり、亜種ナミエヤマガラ *P. v. namiyei* 新島個体群からの遺伝子浸透があるという可能性も考えられる。一般に、浸透交雑個体群では表現型分散は異形配偶子をもった性で低くなるという経験則があり (Holden's rule, Wu et al. 1996)、性染色体が雌ヘテロである鳥類では、雄の方が表現型分散が高くなると期待される。本研究での表現型分散に性差があり、雄の方が高いという我々の結果は、浸透交雑の可能性を支持している。

#### 4. 神津島に生息するナミエヤマガラの個体数推定

ヤマガラ (*Parus varius*) には数種の亜種が知られており、今回調査した亜種ナミエヤマガラ (*P. v. namiyei*) は伊豆諸島神津島、新島、利島のみに生息が確認されている。これらの島は20～30km<sup>2</sup> 程度の小さい島で、互いに12km程離れている。したがって、全体としての生息数が少ない上に、他島からの個体の出入りは多くないものと考えられ、近親交配による遺伝子の多様性の低下が懸念される。そのため、本亜種の保護を考える上で、それぞれの島における生息個体数を把握、モニタリングすることが重要である。今回我々は、神津島において、本亜種

の行動圏調査と生息密度調査を組み合わせることにより、生息個体数の推定を行った。

まず、繁殖期の行動圏を明らかにするために、代表的環境に生息するヤマガラ数個体に BioTrack 社制発信器を装着し、その行動を追跡した(ラジオテレメトリー調査)。1個体について2~4日追跡を行い、行動圏面積を測定した。測定は全て高橋雄史が行った。

次に、繁殖期の生息密度を推定するために、島中にセンサスルートを8つ設置し、早朝5時から1日1ルートを調査した。ルート両側約25mで観察された個体を目視もしくは鳴き声で記録した。ルートは時速約1kmで歩行した。調査者は1名で、全て山口が行った。

最後に、航空写真や白地図の植生環境は古い情報であるため、今回我々は島中をくまなく踏査し、実際の植生環境を記録した。環境はおおまかに、5m以上の常緑広葉樹、5m以下の常緑広葉樹、植林、沿岸低木林、草地、畑、人工改变地、礫地に分類した。これらの野外調査は、2005年4月20日~5月20日に行った。

PRO NATURA FUND助成により、BioTrack社製発信器を購入した。また今年度の野外調査にかかる旅費および滞在費、アルバイト補助費などを支出することができた。

表4は神津島の植生とその面積を示す。神津島は中央部に天上山という岩盤性の山があり、その山頂部、斜面部分は森林が存在できない。したがって、

その山麓部分から平地部分にかけてのみが潜在的な森林発達可能部分となる。そのような土地で、多くの森林が維持されている一方、人工改变地や畑が多いことも分かった。また、畑の周囲に分断化されて維持されている常緑広葉樹も多かった。植林は、神津島ではあまり存在しない。

ラジオテレメトリー調査の結果(表5)、5m以上の広葉樹林を行動圏内に多く含むほど、行動圏は狭くなる傾向が見られた。また、行動圏に含まれる環境が異なることにより、全体の行動圏にばらつきがみられた。表4と表5より、2005年時点で神津島に存在できるナミエヤマガラの行動圏数は、以下のように粗く推定される。

$(5\text{m以上広葉樹林面積}) \div (1\text{つがいの行動圏内広葉樹林面積}) = (\text{繁殖行動圏数})$

$$5500000 \div 3907.5 = 1407.5$$

これを2倍した2815羽が生息可能個体数である。5m以上の広葉樹林のみで計算をしたのは、繁殖可能な自然樹洞の確保、餌の獲得などの点で、他の植生がキャパシティを計算する上で重要ではないと考えたためである。

ラインセンサスにより得られた生息密度の結果を表6に示す。これより、一個体あたりの行動圏サイズは、以下のように計算される。

$(\text{平均密度の逆数}) = (\text{一個体あたりの行動圏})$

これより、

$(\text{各植生面積}) \div (\text{一個体あたりの行動圏})$

表4 神津島の植生とその面積 (km<sup>2</sup>)

| 植生 | > 5m 広葉樹林 | < 5m 広葉樹林 | 沿岸低木林 | 植林   | 人工改变地 | 畑    | 砂礫地  | 草地   | 合計    |
|----|-----------|-----------|-------|------|-------|------|------|------|-------|
| 面積 | 5.50      | 0.98      | 6.47  | 0.12 | 1.02  | 0.44 | 3.67 | 0.24 | 18.43 |

表5 行動圏内植生別面積 (m<sup>2</sup>)

| 植生   | > 5m 広葉樹林 | < 5m 広葉樹林 | 沿岸低木林  | 植林    | 人工改变地 | 畑    | 砂礫地 | 草地 | 合計    |
|------|-----------|-----------|--------|-------|-------|------|-----|----|-------|
| 個体 1 | 3560      | 0         | 0      | 260   | 0     | 0    | 0   | 0  | 3820  |
| 2    | 2470      | 0         | 0      | 0     | 1390  | 0    | 0   | 0  | 3860  |
| 3    | 1950      | 4760      | 4170   | 1540  | 0     | 0    | 0   | 0  | 12420 |
| 4    | 7650      | 0         | 0      | 1030  | 0     | 2280 | 0   | 0  | 10960 |
| 平均   | 3907.5    | 1190      | 1042.5 | 707.5 | 347.5 | 570  | 0   | 0  | 7765  |

で推定個体数を求め、推定個体数1543.3羽を得た(表7)。(実際の推定個体数)÷(島生息可能推定個体数)×100より、神津島のヤマガラ飽和度はおよそ54.8%であると計算された。

今回の調査で、神津島に生息するナミエヤマガラの個体数は約1500羽であると推定された。これは、実行性比が1:1であることを仮定している。浮浪個体が存在する場合には、これよりも個体数が多くなるが、ナミエヤマガラで多くの浮浪個体が存在することは、あまりありそうにないと考える。

今回の推定は、かなり粗いものである。その誤差の最大の要因は、平均行動圏を測定するために、わずか4羽の個体しか追跡できなかったことにある。本種は電波の干渉や減衰が高い常緑広葉樹を動くために、発信機による位置計測が困難であった。さらに、樹洞を利用する習性から、背面に取り付けた発信器がしばしば脱落し、計測を断念せざるを得ない場合が多かった。本種に悪影響をできるだけ与えないように、超小型の発信器を使用したために、電池寿命が短かったことも、ラジオテレメトリーのデータを制限した要因のひとつである。しかしながら、ラジオテレメトリー調査により、本亜種の繁殖期行動圏が初めて明らかになった。これは、基礎生態的に重要なだけでなく、保全のための重要な情報になる。

今回推定された約1500羽という個体数は、個体群の維持に、必ずしも充分とはいえないだろうが、ナミエヤマガラが生息する隣接島である新島の個体数、移出、移入率を調査、モニタリングした上で、個体数増減、絶滅の危険性については評価する必要がある。島内での飽和度は50%程度と推定されたものの、森林は分断化されているところも多く、また、好適な樹洞数も制限要因になっている可能性が高いので、実際はもっと飽和度は高いだろう。

神津島では、緩やかに常緑広葉樹の面積は減少している。その主な要因は畑地や宅地の造成であろう。調査中も、小型ユンボを用いて林を切り開いている場所がいくつか存在した。畑地に点々と存在する林でもナミエヤマガラは生息しているが、その行動圏は広い傾向にあった。その要因は明らかではないが、営巣地が限られていることが一因であるのなら、捕食を受けにくい巣箱を設置するなどの方策が有効かもしれない。

今後の課題として、ラジオテレメトリー調査をさらにを行い、平均行動圏サイズのデータ精度を向上させること、環境変化をモニタリングすることがあげられる。また個体数だけでなく、近親交配の程度や遺伝子多様性の程度など、遺伝的な状態も調査する必要がある。

表6 生息密度 (Individuals/km<sup>2</sup>)

| 植生    | > 5m 広葉樹<br>林 | < 5m 広葉樹<br>樹林 | 沿岸低木<br>林 | 植林  | 人工改変地 | 畑   | 砂礫地 | 草地 |
|-------|---------------|----------------|-----------|-----|-------|-----|-----|----|
| ルート 1 | 604           | 149            | 52        | 0   | NA    | 0   | NA  | NA |
| 2     | 77            | 700            | NA        | NA  | 0     | 189 | 0   | NA |
| 3     | 186           | 450            | 0         | NA  | 0     | 253 | NA  | NA |
| 4     | 96            | 117            | NA        | 0   | 0     | 0   | NA  | 0  |
| 5     | 69            | 981            | NA        | 0   | NA    | NA  | NA  | NA |
| 6     | 157           | 77             | NA        | 0   | 0     | NA  | NA  | NA |
| 7     | 0             | NA             | NA        | NA  | 0     | NA  | NA  | NA |
| 8     | 133           | NA             | NA        | 572 | NA    | NA  | NA  | 0  |
| 平均密度  | 165           | 412            | 26        | 114 | 0     | 111 | 0   | 0  |

表7 推定個体数

| 植生        | >5m 広葉樹<br>林 | <5m 広葉樹<br>林 | 沿岸低木<br>林 | 植林   | 人工改変<br>地 | 畑    | 砂礫地 | 草地 | 合計     |
|-----------|--------------|--------------|-----------|------|-----------|------|-----|----|--------|
| 推定個<br>体数 | 907.5        | 404.1        | 169.4     | 13.7 | 0         | 48.6 | 0   | 0  | 1543.3 |



## 引用文献

- Futuyma, D. J. 1996. Evolutionary Biology 3rd edn. Sinauer Associates, Massachusetts.
- Higuchi, H. 1976. Comparative study on the breeding of mainland and island subspecies of the Varied Tit *Parus varius*. *Tori*, 25: 11-20.
- The Ornithological Society of Japan. 2000. CHECK-LIST OF JAPANESE BIRDS 6th edn. The Ornithological Society of Japan, Obihiro.
- Yamaguchi, N. 2005. Cheek-patch coloration varies greatly within a subspecies of the Varied Tit *Parus varius*. *Ibis*, 147: 836-840.
- Yamaguchi, N. and Higuchi, H. 2005. Extremely low nesting success and characteristics of life history traits in an insular population of *Parus varius namiyei*. *Wilson Bulletin*, 117: 189-193.
- Wu, C. -I., Johnson, N. A., Palopoli, M. F. 1996. Haldane's rule and its legacy: why are there so many sterile males? *Trends in Ecology and Evolution*, 11: 281-284.

### (1) Extremely low nesting success and characteristics of life history traits in an insular population of *Parus varius namiyei*.

Here we report the extremely low nesting success of insular subspecies *P. v. namiyei* of the Varied Tit. We compared some life history traits among three populations that have different predation pressures. Nesting success of *P. v. namiyei* was extremely low due to high levels of nest predation and nest abandonment. About 83% of active nests were depredated. All predations were made by snakes. The proportion of depredated nests among active nests on Kozu-shima islands was significantly higher than that on Miyake-jima island and on the mainland. *P. v. namiyei* exhibits the longest incubation period, the shortest nestling period, and intermediate size of the clutch. Short nestling period for *P. v. namiyei* is adaptive since the predation risk in nestling stage was extremely high on Kozu-shima.

### (2) Cheek-patch coloration varies greatly within a subspecies of the Varied Tit *Parus varius*.

The Varied Tit *Parus varius* is a highly polytypic species with a small geographic range. Here, we report that while the colour of the cheek patches varies greatly in *Parus varius namiyei*, it varies much less in *P. v. varius* (Yamaguchi, N. pers. obs.) and *P. v. owstoni* (Nishiumi, I. pers. comm.). We also examine whether the variances of patch coloration differ between the sexes, and discuss why cheek-patch coloration varies mainly at the subspecific level, and make suggestions for evolutionary causes of cheek-patch variation. We captured a total of 55 birds of *P. v. namiyei*. The cheek patch coloration of *P. v. namiyei* varied greatly among birds, especially for males, from pale buff to brick brown, whereas the patch coloration of *varius* varied little. In particular, the patch colours varied greatly in males. The variation resulted from differences in hue rather than saturation.

### (3) Estimation of the number of *P. v. namiyei* inhabiting on Kozu-shima island.

We estimated the number of *P. v. namiyei* from the data of vegetation census, line transect census and radio-tracking. We revealed the mean home range size of *P. v. namiyei* using radio-track method. Vegetation of Kozu-shima island was explored and we evaluated which vegetation and how much of a vegetation area were contained in a home range of *P. v. namiyei*. Line transect method was adopted to estimate the density of *P. v. namiyei* in a vegetation area. From these data, we calculated how many tits inhabit on Kozu-shima Island. The estimated value was 1543 birds.

## 屋久島におけるウミガメの個体数把握調査

NPO 法人 屋久島うみがめ館  
大牟田 一美<sup>1)</sup>

A research to certificate a number of sea turtles landing on Yakushima island

Non Profit Organaization Yakushima Umigame-kan  
Kazuyoshi Omuta

屋久島にはアカウミガメとアオウミガメの2種類のウミガメが上陸、産卵している。

アオウミガメは上陸の北限地であり、アカウミガメに関しては日本の上陸の約50%を収め、日本最大のアカウミガメの繁殖場である。

1985年から上陸してくるウミガメに金属とプラスチックの標識を装着し、ウミガメの個体数と履歴を調査してきたが、標識の脱落や文字の磨耗等によって個体の履歴が途切れて分からなくなり、実個体数の把握ができない状況である。

履歴が途切れないように、脱落不可能なインナータグを装着することにより、持続的にウミガメの履歴と個体数の把握を維持できる。

### 1. はじめに

屋久島は東経130° 30′、北緯30° 20′に位置し、周囲130km、標高1,936mの円錐形の島である。気候は温帯モンスーンで、年間の降雨量は山頂部の10,000mmから平地部の3,000mmまで幅がある。冬は山頂部において1m以上の積雪が見られる。

屋久島の海域は東シナ海と太平洋に囲まれている。また、黒潮が島の南側にぶつかり太平洋へと蛇行している。

屋久島にはアカウミガメとアオウミガメの2種類のウミガメが上陸し、産卵している。アオウミガメは上陸の北限地であり、アカウミガメに関しては日本の上陸の約50%を収め、日本最大のアカウミガメの繁殖場である。

1985年から屋久島の北西部に位置する永田浜(いなか浜、前浜、四ツ瀬浜)に上陸・産卵にくるウミガメに金属とプラスチックの標識(以下、タグ)を装

着し、ウミガメの個体数と履歴を調査してきたが、タグの脱落等によって個体の履歴が途切れ、個体数の把握が一部できなくなっている。

履歴が途切れないようにとのことで、ウミガメに脱落不可能なインナータグを装着することにより、持続的にウミガメの履歴や個体数の把握を維持できることを目的とした。

### 2. 調査方法

調査期間はウミガメの上陸してくる4月20日から8月末まで、時間帯は21時からウミガメの上陸が終了する明け方まで浜にでて、産卵が終わった直後にインナータグを左前肢の中程に装着した。産卵直後のウミガメの後肢は巣穴を埋めるために動かしているが、前肢は体を固定して動かさないので、インナータグを入れた注射器で容易に作業は行われた。装着後にマルチリーダー(読み取り機)で読み取り、

1) NPO法人 屋久島うみがめ館 〒891-4201 鹿児島県熊毛郡上屋久町永田489-8

装着されているのを確認した。

調査地域はウミガメの上陸が屋久島の他の浜よりはるかに多い永田地区のいなか浜、前浜、四ツ瀬浜の3ヶ所を中心とした(図1 調査地区図)。

また、インナータグの装着と従来装着しているモネル(金属)とプラスチックのタグを併用し、個体数の把握に務めた。

### 3. 結果

2005年の屋久島の総上陸回数と産卵回数は、アカウミガメで上陸回数4,195回(産卵回数2,137回)、アオウミガメは上陸回数157回(産卵回数57回)であった(表1 2005年屋久島(各浜)の上陸・産卵回数)。

永田地区(いなか浜、前浜、四ツ瀬浜)では、アカウミガメが上陸3,565回、産卵1,880回、アオウミガメが上陸62回、産卵が21回確認された。永田地区の屋久島における産卵回数の割合(アオウミガメも含む)は86.6%であった。

永田地区のアカウミガメの上陸は、日本に上陸してくるアカウミガメの約40%を収めている。

また、標識とインナータグにより、確認できた個体はアカウミガメ623個体、アオウミガメが8個体で

計631個体であった。

2005年に回帰してきた個体は197個体(アオウミガメ含む)で、その内金属とプラスチックタグが外れていたたり、プラスチックタグの字が摩耗し読み取れなくなったタグを外したりしたウミガメを107個体確認した。回帰個体の54.3%にタグの不備が見られた。

外れタグは約70%が金属で、外れタグの約70%はプラスチックであった。

インナータグを装着した親ウミガメは、アオウミガメ7個体、アカウミガメ509個体の合計516個体であった。これは標識装着によって確認したウミガメ631個体の81.8%であった。

1個体の平均上陸回数は5.7回、平均産卵回数は3.0回であった。

2005年、屋久島に産卵のために訪れたウミガメはアオウミガメを含めて731個体と推定される。

マルチリーダーの読み取りが上手くいかずインナータグを2個装着した個体が36個体、3個装着した個体が2個体確認された。また、浜での夜間作業のためにインナータグ29個を装着できずに紛失した。

ウミガメの上陸ピーク時、1ヶ所の浜で1晩に49回上陸、35回産卵した夜もあり、同時間に集中して上陸した時など、ウミガメ全てにインナータグを装着するのは困難であった。産卵直後のウミガメにインナータグを装着するのは容易な作業であったが、前肢と後肢を激しく動かすカモフラージュの時は装着不可能であった。

インナータグを装着したアカウミガメの個体が2005年10月11日に千葉県旭市飯岡漁協の巻き網漁にて再捕された。この個体にはインナータグの他、プラスチックと金属のタグを装着(2005年5月)していたが、金属は既に外れていて、プラスチックのタグは外されてしまった。この個体の履歴はインナータグのみになってしまったが、再び回帰しマルチリーダーで番号を読み取ることが出来れば履歴はつながることになる。

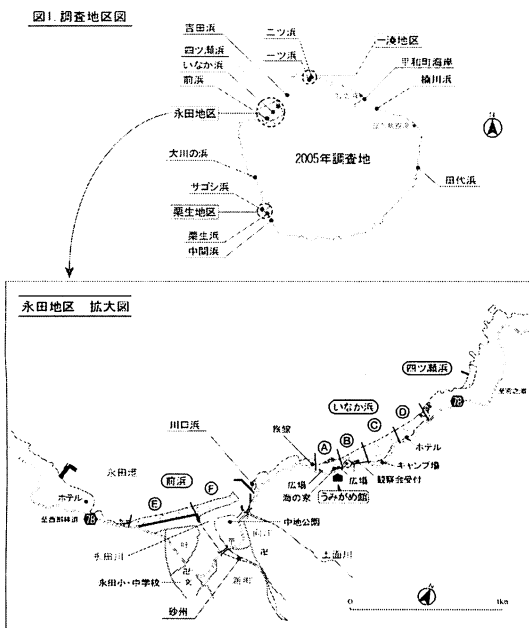


図1 調査地区図

表1 2005年屋久島（各浜）の上陸・産卵回数

| 浜         | アカウミガメ |       | アオウミガメ |      |
|-----------|--------|-------|--------|------|
|           | 上陸回数   | 産卵回数  | 上陸回数   | 産卵回数 |
| 前 浜       | 1,808  | 817   | 38     | 12   |
| い な か 浜   | 1,500  | 941   | 21     | 8    |
| 四 ツ 瀬 浜   | 257    | 122   | 3      | 1    |
| 永 田 川 口 浜 | 139    | 5     | 1      | 0    |
| 吉 田 浜     | 21     | 11    | 0      | 0    |
| 一 湊 浜     | 140    | 95    | 0      | 0    |
| 平 和 町 海 岸 | 13     | 11    | 0      | 0    |
| 楠 川 浜     | 39     | 8     | 0      | 0    |
| 田 代 浜     | 46     | 29    | 0      | 0    |
| 中 間 浜     | 70     | 24    | 7      | 5    |
| 栗 生 浜     | 119    | 58    | 47     | 20   |
| サ ゴ シ 浜   | 21     | 6     | 20     | 7    |
| 大 川 の 浜   | 22     | 10    | 20     | 4    |
| 合 計       | 4,195  | 2,137 | 157    | 57   |

#### 4. 考察

従来の金属とプラスチックのタグは、タグの脱落や文字が摩耗して読めない等の欠点が見られた。脱落不可能なインナータグを体内に装着することにより、恒久的に個体を識別することが可能であった。

しかし、6～7月にかけて同一個体が再び産卵のために上陸してきたが、マルチリーダーの読み取りがうまくいかず、2個以上インナータグを装着した個体がみられた。装着時が夜間であったこと、同時時間帯に集中してウミガメの上陸が多かったことが装着の失敗と紛失につながった。

インナータグの利点としては、体内に装着され

ば特別なことがない限り脱落しにくく、装着した個体について履歴が途切れることはない。

欠点としては、装着している個体か、そうでないかを外見では確認できない。また、再上陸や再捕された時、マルチリーダーがなければインナータグの有無が確認できない。更に、装着がウミガメの前肢が動かない産卵直後に限られているため、上陸してくるウミガメ全てに装着するのは困難である。

それぞれの欠点を補うために、脱落不可能なインナータグと従来使用しているプラスチックタグ等との併用で継続して装着することが、個体数の把握や履歴を持続していく効果があると考えられる。

On Yakushima island, Loggerhead turtles and green sea turtles come ashore and breed.

Yakushima island is the northernmost point of landing for green sea turtles. It holds about 50% of landings in Japan and is the biggest nesting area for loggerhead turtles.

To survey the population and track the migration of turtles, numbered metal or plastic tags have been attached to landed turtles since 1985. However, missing tags or wearing-off of numbers on tags has resulted in difficulties in tracking individual turtles.

By using inner-tags, which will not fall off, it will be possible to keep track of the turtle population and their migratory habits continuously.



写真1 マルチリーダーによる読込

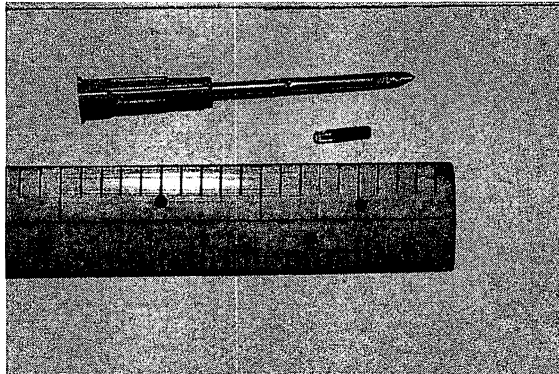


写真2 インナータグ



写真3 インナータグ装着



写真4 プラタグ取れ跡

## 奄美諸島固有種オットンガエルの保全生態学的研究

奄美両生類研究会

岩井 紀子<sup>1)</sup>・亙 悠哉<sup>1)</sup>・戸田 光彦<sup>2)</sup>・阿部 慎太郎<sup>3)</sup>・加賀谷 隆<sup>4)</sup>

### Conservational research of Otton frog (*Rana (Babina) subaspera*), the endemic frog in Amami Islands

Amami Amphibian Research Group

Noriko Iwai, Yuya Watari, Mitsuhiko Toda, Shintaro Abe and Takashi Kagaya

オットンガエルは奄美諸島のみに生息する希少種であるが、その生態についての知見は乏しい。本研究では、本種の基礎的な生態を明らかにし、適切な保全策の基盤となる知見を提供することを目的とした。奄美大島全域における発見場所の記録と捕獲測定、指骨を用いた年齢査定、胃内容物の同定、および繁殖行動の観察を行い、以下の知見が得られた。1) 生息密度は相対的に島南部で高く、外来種マングースが長期間定着している地域ではきわめて低い。2) 3年で成熟する。成熟個体の平均年齢は4年、寿命は少なくとも7年である。3) オスの方が大型である。4) おもに陸上の餌動物に依存している。5) 営巣環境は限られている。オットンガエルの保全には、繁殖場所や餌動物の生息環境の維持、およびマングース分布域の縮小と生息密度の低減化が特に重要であると考えられる。

#### 1. はじめに

オットンガエル(*Rana (Babina) subaspera*)は奄美大島と加計呂麻島の上に生息し、前足に棘状の親指を含めた5本の指を持つ、世界でもめずらしいカエルである(前田・松井 1999)。本種の個体数は少なく、環境省のレッドデータリストでは絶滅危惧Ⅱ類に指定されている(環境庁 2000)。また、その固有性、希少性から、本研究期間中である2005年4月には鹿児島県の天然記念物に指定された。しかし、本種の基礎的な生態は不明な点が多く、適切な保全策の基盤となるべき知見は乏しい。そこで本研究では、1.分布状況、2.年齢構成、3.体サイズ構成、4.食性、5.繁殖、6.行動範囲といった、オットンガエルの基礎的な生態を明らかにすることを目的とした。

なお、本研究は、鹿児島県よりオットンガエルの一時捕獲、調査研究の許可を受けて実施した(平成17年鹿児島県教育委員会指令第87号)。

#### 2. 調査方法

##### (1) 野外調査

##### 1) 分布調査

調査は、鹿児島県奄美大島全域の沢および林道で行った。沢の選定は2004年12月に行い、流路に沿って10mごとに目印のテープをつけ、カエルの位置を記録できるようにした。調査沢設定場所と本数を図1に、各沢の調査距離、平均水深、流幅を表1に示す。

沢調査では、日没後下流端から上流に向かい、岩の隙間や倒木の下などを丁寧に探しながら、約100mの区間を30分から1時間かけて探索した。林道

1) 東京大学大学院農学生命科学研究科  
3) 奄美野生生物保護センター

2) 自然環境研究センター  
4) 東京大学

では、自動車で時速10km程度で走行しながら、林道に出ている個体を探索した。発見した個体はその場で捕獲し、以下の処理を行った後、放逐した。発見場所はGPSを用いて記録した。鳴き声のみの記録は含めずに報告する。

- A.胃内容物採取  
鉗子を直接挿入し、胃を反転させて胃内容物を採取した。採取した内容物はラベルとともに70%アルコールに浸し、後の分析まで保存した。
- B.雌雄判定  
口腔を開いて鳴嚢孔の確認を行い、これを有する個体をオスとした(前田・松井 1999)。
- C.体サイズ測定  
鼻先から総排泄孔までの距離(体長)と頭幅をノギスで0.1cm単位まで測定した。さらに、電子天秤を用いて、大型の個体の場合は1g単位、小型の個体は0.2g単位で体重測定を行った。
- D.個体識別  
一つの肢につき、第1指から第4指のうちの1本を第2関節から切除し、切られた指の組み合わせから個体識別を行った。年齢査定用の指は左後肢第4指を用い、再捕獲の場合は右後肢第4指を用いた。切除した指はその場で70%アルコールに浸し、後の分析まで保存した。

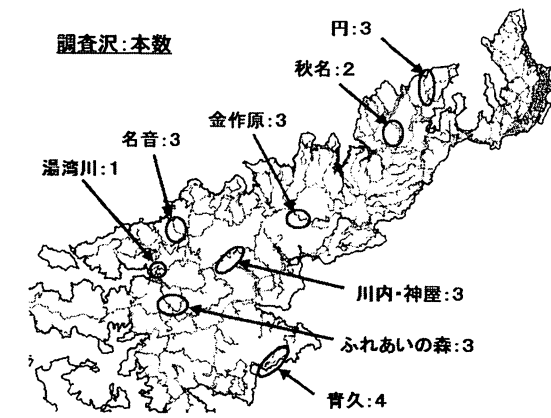


図1 調査沢の位置および本数  
数字は枠内に設定した沢の本数を示す。

2) 繁殖行動の記録

繁殖場所で夜間の定点観察を行い、デジタルビデオカメラのナイトショットで撮影を行った。また、2005年7月14日から8月8日までの間、宇検村の定点観測地で、巣と卵の記録を行った。巣に番号札を立てることで巣の識別を行い、数日おきに卵の有無、および卵があった場合はその発育段階(Gosner 1960)を記録した。

(2) 実験室処理

1) 年齢査定

第1関節と第2関節の間の骨を用いて年齢査定を行った。骨は10%ホルマリンと10%蟻酸からなる脱灰液に室温で3日間浸した後、数時間水洗し、凍結マイクロトームで約18μmに薄切した。切片をカラッチのヘマトキシリンで20分程度染色した後、光学顕微鏡下(10×10倍)で撮影し、写真上で年輪数を数えた。

表1 調査沢の場所、調査距離(m)、流幅(m)、水深(cm)  
名音③についてはテーピングせず、観察のみ。

| 沢名    | 地域名 | 調査距離 | 流幅  | 水深   |
|-------|-----|------|-----|------|
| 青久①   | 青久  | 100  | 1.1 | 8.0  |
| 青久②   | 青久  | 77   | 0.5 | 3.7  |
| 青久③   | 青久  | 40   | 0.3 | 3.3  |
| 青久⑤   | 青久  | 100  | 0.6 | 5.0  |
| 秋名①   | 龍郷  | 100  | 2.6 | 20.2 |
| 秋名②   | 龍郷  | 60   | 0.0 | 0.4  |
| 円①    | 龍郷  | 50   | 1.9 | 20.0 |
| 円②    | 龍郷  | 50   | 2.7 | 31.8 |
| 円③    | 龍郷  | 50   | 0.4 | 1.5  |
| 神屋    | 中央  | 100  | 0.8 | 7.0  |
| 川内①   | 中央  | 86   | 1.4 | 7.7  |
| 川内②   | 中央  | 100  | 1.5 | 20.0 |
| 金作①   | 金作  | 50   | 1.9 | 7.5  |
| 金作②   | 金作  | 100  | 2.1 | 14.3 |
| 金作③   | 金作  | 50   | 1.2 | 10.0 |
| 名音①   | 名音  | 80   | 3.4 | 18.2 |
| 名音②   | 名音  | 100  | 1.4 | 17.9 |
| ふれあい① | 湯湾  | 100  | 1.6 | 12.4 |
| ふれあい④ | 湯湾  | 100  | 0.7 | 7.0  |
| ふれあい⑤ | 湯湾  | 100  | 0.6 | 3.0  |
| 湯湾    | 湯湾  | 50   | 1.7 | 9.9  |

## 2) 胃内容物の同定と計測

摘出した胃内容物は同定と、後の定量化のための計測を行った。餌動物の乾燥重量を推定するために、体長をはじめとする各計測部位と乾燥重量の関係を示すアロメトリー式を、餌動物の各種について作成した。この式と餌動物の計測値をもとに、餌動物の乾燥重量を推定した。本研究で作成したアロメトリー式で対応できなかった餌品目については、Rogers et al. (1976)、Tanaka (1991)、吉野 (2005) の式を利用した。

## (3) 結果と考察

### 1) 分布状況

のべ287個体の目撃データが得られた。沢の個体についてはGPSに落とすことができなかったが、その他の個体については図2の通りである。広い範囲で生息が確認されたが、金作原の周辺では1個体も発見されなかった。再捕獲個体が非常に少なかったため、個体数推定には至っていない。

#### A. 沢における発見頻度

2005年7月と10月の2回、図1・表1に示す21の沢で調査を行い、65個体のオットンガエルを発見した。地域ごと(表1参照)に1km当たりの個体数を算出し、発見頻度としたものを図3に示す。住用村青久では56個体/kmと、高頻度で発見されたのに対し、名瀬市金作原では1個体も発見されず、その他の地域では1kmあたり10個体前後の値であった。

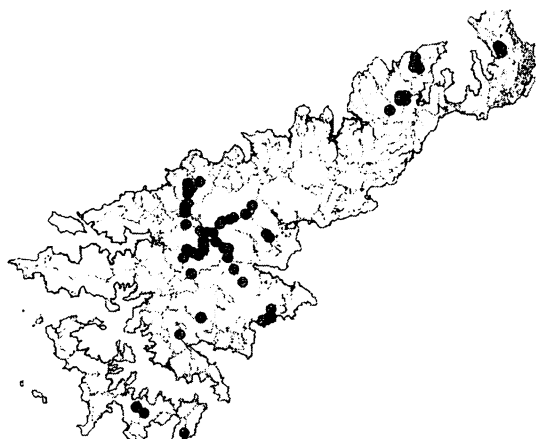


図2 オットンガエルの発見地点

#### B. 林道における発見頻度

2004年6月から2005年10月までの間にのべ1,300kmの林道調査を行った結果、130個体のオットンガエルが発見された。発見された林道とされなかった林道を図4に示す。特に発見頻度が高かったのは龍郷町の瀬留林道(0.9個体/km)、宇検村と住用村の赤房林道(0.6個体/km)、笠利町の鍋比林道(0.6個体/km)であった。

#### C. 沢と林道における発見頻度の比較

発見頻度を沢と林道で比較すると表2のようになった。両環境では、調査方法の違いから発見効率が異なるため、値の持つ意味は異なるものの、オットンガエルやイシカワガエルは林道に対して沢での発見頻度が200~300倍の値を示し、3倍であったアマミハナサキガエルと比べると沢における発見頻度が非常に高いことが分かる。オットンガ

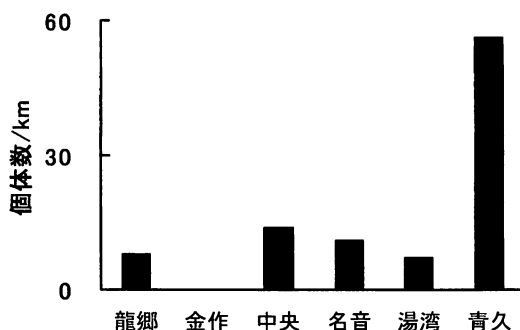


図3 沢における発見頻度 (個体数/km)

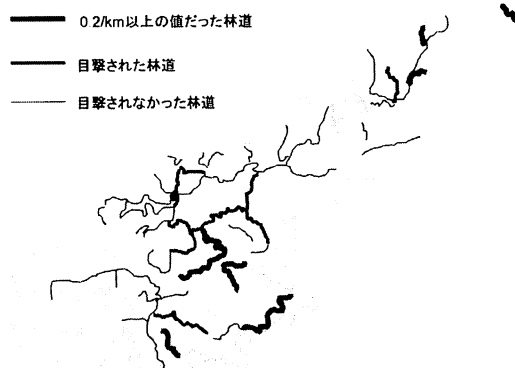


図4 調査林道と発見頻度 (個体数/km)



エルはアマミハナサキガエルと比べると、林道よりも沢に多くいると考えられる。この結果は、調査時の印象とよく合致する。本種は乾いた尾根上の林道で発見されることはなく、発見頻度の高い林道においても、林道脇から水が流れているような場所や池の近くなど、じめじめした場所に多く見られ、水辺を選好する種である印象を受けた。

オットンガエルの沢における発見頻度については、1995年夏季に行われたほぼ同じ方法の調査により、金作原0.7/km、龍郷12.1/km、名音2.2/km、神屋3.5/kmというデータが得られている(自然環境研究センター 未発表)。今回の同時期の調査では、順に0.0/km、16.1/km、7.4/km、25.0/kmとなっており、金作原以外の調査地では、発見頻度はほぼ同じか、むしろ増加している。一方、金作原においては、調査地として設定した沢以外にも何本かの沢があり、鬱蒼とした原生林が広がって、オットンガエルの生息には適していると考えられるにも関わらず、今回の調査では1個体も発見されなかった。金作原には1990年代はじめからマングースが定着しはじめ、現在では生息密度が最も高い場所のひとつであるため(石井 2003)、マングースによる捕食や、餌動物をめぐる競争が金作原におけるオットンガエルの減少要因となっている可能性が高い。オットンガエルの保全のためには、マングース対策を進めるとともに、継続してオットンガエルの個体数変動を把握していくことが重要である。当研究会としても長期的なモニタリングを行っていく予定である。

また、オットンガエルの多い地域は、龍郷町や奄美中央林道南部、青久といった地域であることが分

かったが、調査場所が、林道とそこから進入可能な沢に限られていることや、サンプル数が不十分で様々な天候や時間帯のデータをひとまとめにして解析せざるをえないことなどから、実際のオットンガエルの分布状況をどの程度正確に反映した結果であるかどうかは不明であり、より精度の高い解析を行う必要がある。オットンガエルにとっての好適な環境を評価していくために、今後はさまざまな環境パラメーターの数値化、GIS解析による潜在的生息地の推定などを行っていく予定である。

## 2) 年齢構成

メス65個体、オス66個体の年輪解析を行った。染色した骨断面は図5のようになり、濃く染色される年輪状の構造(図5、矢印)が認められた。年輪数のヒストグラムを図6に、年輪数と体長の散布図を図7に示す。骨断面に見られる年輪は、冬の活動停止期に作られるとされ、年輪数はその個体の過ごした冬の回数を表すことから、多くの種で年齢査定に用いられている(Guarino et al. 2003、Patōn et al. 1991)。今回年齢査定を行った個体は7月から10月に捕獲されたものなので、年輪数を変態上陸後の年齢とみなした。再捕獲により同一個体の年輪を2回査定できたのはNo.13のメス1個体のみにとどまったが、この個体は、2004年秋に5本の年輪であったのが、2005年夏には6本に増加していた(図8)。また、図7においても、年輪数の増加に伴って体長の増加が見られ、年齢と年輪の関係が支持された。

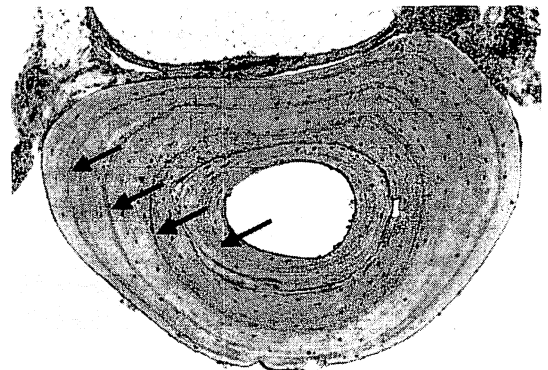


図5 指骨の断面図  
矢印は年輪状の成長停止線を示す。

表2 奄美大島に生息するカエル4種の発見頻度(個体数/km)

|      | オットン | アマミハナサキ | イシカワ | アマミアオ |
|------|------|---------|------|-------|
| 沢    | 17.9 | 1.8     | 20.1 | 0.1   |
| 林道   | 0.09 | 0.56    | 0.06 | 0.02  |
| 沢/林道 | 199  | 3       | 335  | 5     |

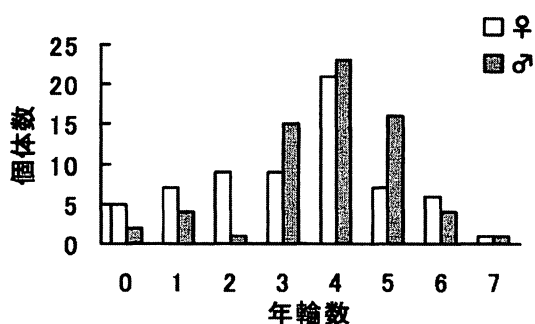


図6 年輪数のヒストグラム

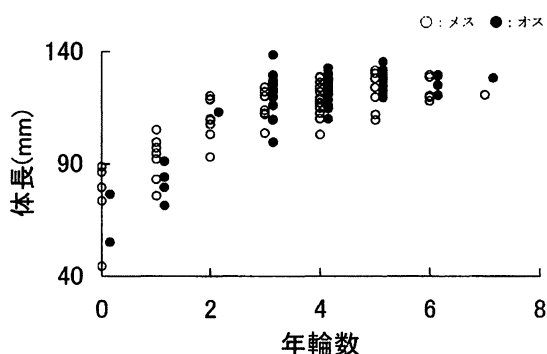


図7 年輪数と体重の散布図

年輪は雌雄ともに0～7本見られたことから、雌雄とも少なくとも7年は生存することが分かった。また、繁殖場所で鳴いていた個体や、卵を持っていた個体などの、明らかな成熟個体は3本以上の年輪を持っていたことから、成熟年齢は3歳と考えられる。3歳以上の個体を成体とし、その平均年齢を求めたところ、メスで $4.3 \pm 1.0$  (mean  $\pm$  SD; N=44)、オスで $4.2 \pm 0.95$  (N=59) となった。平均的なオットンガエルは、春から夏にかけて変態上陸した後、3回冬を越した3歳の時に初めて繁殖に参加し、翌年4歳での2回目の繁殖後に死亡するが、長寿のものは3～5回繁殖する、という生活史を送ることが分かった。

成体の平均年齢について、捕獲地域別に見てみると、図9のようになった。捕獲個体数が大きく異なっているものの、奄美中央林道付近の個体は $4.6 \pm 0.12$  (mean  $\pm$  SE; N=56) 歳、青久では $4.4 \pm 0.2$  歳 (N=28) と高いのに対して、笠利で $4.0 \pm 0.4$  歳 (N=6)、龍郷 $3.75 \pm 0.16$  (N=16) と湯湾 $3.57 \pm 0.34$  (N=7) は4歳

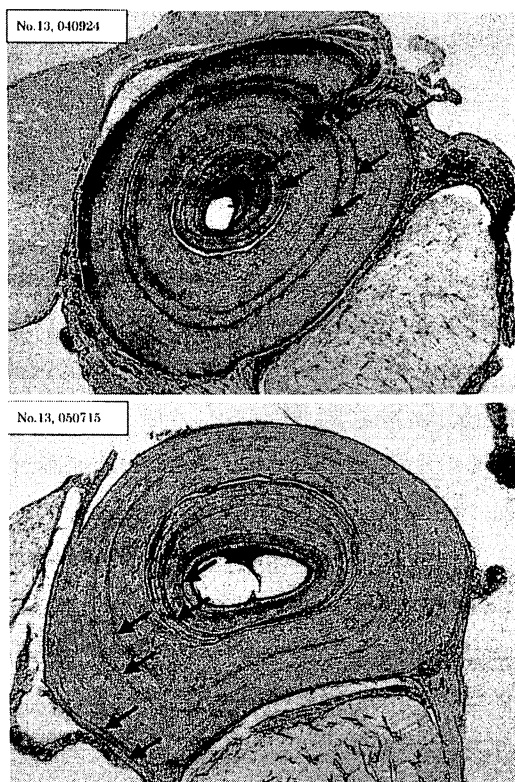


図8 No.13の個体の2004年(上)と2005年(下)における指骨の断面  
矢印は年輪を示す。2005年は2004年から1本増加している

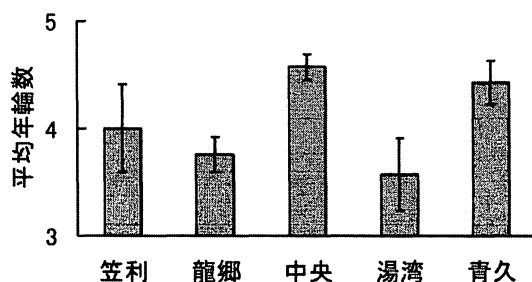


図9 地域別成体の平均年輪数

未満と低い値を示し、地域ごとに成体の平均年齢が異なっていた(多試料中央値検定、 $P=0.001$ )。奄美中央林道や青久といった地域は、オットンガエルの生息に好適な場所と考えられる。

本報告書では、年齢査定の際、年輪数＝年輪とし

て扱った。しかし、オットンガエルの年齢解析についての前例がないため、加齢に伴う年輪の再吸収がないかどうかや、偽年輪や二重年輪の存在を含めて、年輪と年齢の関係を確かめる必要がある。これには、野外での再捕獲個体を増やし、実際の年の経過と骨断面の年輪との関係を確かめるとともに、識別個体の長期にわたる追跡を行うことで、直接の年齢データを蓄積しなくてはならない。今後もデータ収集を行い、年齢査定の手法を確立していきたいと考えている。

### 3) 体サイズ構成

メス79個体、オス82個体の測定データが得られた。体長のヒストグラムは図10のようになった。メスは最大131.6mm、成体の平均値は $118.8 \pm 6.8$  (SD) mm (N=44) であり、オスは最大138.5mm、成体の平均値は $124.0 \pm 6.5$  mm (N=59) であった。体重は、メスは最大271g、成体の平均値が $206.0 \pm 30.8$  g であるのに対し、オスは最大330g、平均値が $245.5 \pm 35.7$  g であった。体長、体重ともにオスの方が大型であり、本種における体サイズの性的二型が初めて示された(対数線形モデルによる中央値検定；体長 $P=0.006$ 、頭幅 $P=0.001$ 、体重 $P=0.0005$ )。体長と頭幅の関係は、成体のメスで36.5~42.6% (mean  $\pm$  SD :  $38.6 \pm 1.3$ )、オスで36.1~44.3% ( $39.7 \pm 1.6$ ) となり、雌雄ともに頭幅は体長の40%近くであった。

### 4) 食性

沢と繁殖地で49個体、林道上で66個体、計115個体から胃内容物を得た。餌動物を同定した結果、合計268品目が出現した。本種1匹あたりの餌数は1~3

個のものがほとんどであった(中央値2、最大値10)。次にアロメトリー式を利用して餌動物の重量を推定した。本研究では約60%の餌品目に対応する約30のアロメトリー式を作成した。本種1匹あたりの餌の乾燥重量は平均で0.62g、最大で3.24gであった。また、この結果から、本種は平均で自身の体重の約1.5%、最大で6.5%の動物を捕食することが明らかになった。餌動物重量割合で5%以上を占めた餌動物を図11に示す。サワガニ類、マダラカマドウマ、オオゲジ、ミミズ類、ナメクジ類、マイマイ類の上位6品目で全体の62%を占めた。いずれの結果においても捕獲環境間の差は見られなかった。

餌品目の中で、サワガニ類は水域由来であり、その他はほとんどが陸上由来であった。水域と陸上由来の餌動物の重量比は約21 : 79となり、本種は陸上由来の餌資源に大きく依存していることが明らかになった。その中で、重量割合の高いマダラカマドウマとオオゲジは、大木のうろや朽ち木の隙間などを日中の隠れ場所として利用していることから、本種の餌資源獲得にとって大木が残存するような壮齢林と沢との連続性が重要であると考えられる。

### 5) 繁殖

#### A. 繁殖場所

産卵は、流れがほぼなく、柔らかい平らな地面のある水場で、直径20~30cm、深さ2cmほどの皿状の巣を掘って行われていた。しかし、必ずしも巣で産卵するわけではなく、岩と岩の間にできた水たまりや、人工的に作られた林道脇の集水マ

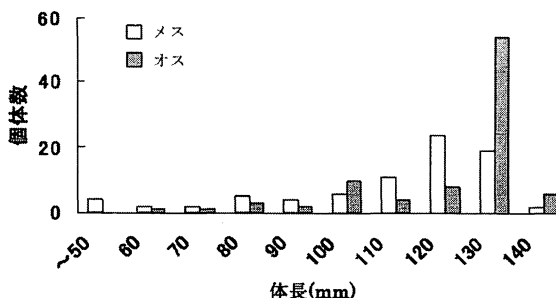


図10 体長のヒストグラム

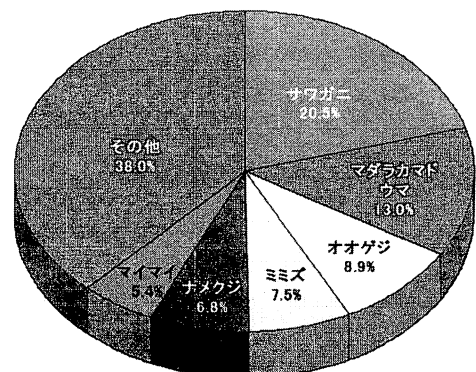


図11 餌重量の内訳

ス、公園の池などに産卵されていた例も観察された。特に、林道脇の集水マス为数は多く、産卵場所として重要な構造の一つとなっていた。また、天然の繁殖場所は沢の最上流部などに限られており、繁殖場所の維持はオットンガエルの保全にとって重要な要素の一つであると考えられる。

巣穴はオスが掘ると言われているが、本調査期間に観察することはできなかった。巣穴は集中することが多く、宇検村にある好適な繁殖場所では15×2mほどの区間に20個近くの巣穴が密集していた。このような繁殖場所では、日没前からオスの鳴き声が聞かれることがあり、夜間は複数個体の鳴き声が確認された。また、オットンガエルの繁殖期は4月から8月とされているが(前田・松井1999)、10月上旬の調査時にも抱接ペアと卵を観察したことから、10月まで繁殖は行われることが分かった。

#### B. 繁殖巣の利用

500m区間に近接して存在する3箇所の繁殖場所において、合計30個の巣穴を識別した。巣穴は、自然にできた窪みと判別しにくいものが多く、明らかにオットンガエルによって掘られたと見られる巣穴のみ最初に識別札を立て、その後は卵が産卵された場合に札を立てていった。識別した30個の巣穴のうち、全期間を通して産卵されなかったものが15個、1度産卵されたものが13個、2度産卵されたものが2個であった。2度産卵された巣穴は2つとも7月16日と8月8日に新しい卵を発見した。繁殖のたびに新しい巣穴を作るのではなく、その場にある巣穴を再利用しているようである。幼生の発育は早く、産卵から3~4日でGosnerのステージ19~21に達し、孵化していた。

卵数は、前田・松井(1999)によると約1,300、と記載されており、実際に1つの卵塊を写真上で数えたところ1,790卵あった。3箇所の繁殖場所のうち1箇所では、観察を行った25日間に9卵塊が産卵されており、1卵塊が1,500前後の卵を有するとすると、1ヶ月に13,500卵が産卵されたと推定される。今回観察を行った繁殖場所では、直径2~3mほどのプールの周辺に巣がつくられており、1シー

ズンに産卵された数万個の卵から孵った幼生は、やがて大雨などで巣から流れ出し、このプールに流れ込んで育っていくものと考えられる。幼生の成長については、今後調査を進める予定である。

#### C. 産卵行動

7月29日および8月4日に、オットンガエルの産卵行動を撮影することに成功した(図12)。2回とも発見個体は既に抱接した状態で発見され、抱接にいたる過程は不明であった。8月4日の観察では、抱接個体のフラッシュ撮影を行ったところ警戒されて抱接が解かれたが、雌雄ともに巢内に居続け、1時間半後、再び抱接した。その後約2時間半にわたり、巢の中を抱接したまま回転する行動が見られた。産卵は巢の中で行われ、少数ずつ60回程度に分けて産み出された卵は互いにくっつき、やがて一層になって巢の水面を覆った。産卵に要する時間は10分程度であった。なお、この産卵場面の映像の一部は、日本動物行動学会の映像データベースに登録され、インターネット上で閲覧できるようになっている(<http://www.momo-p.com/>)。

#### 6) 行動範囲

識別個体の再捕獲から、行動範囲の推定を試みた。しかし、識別した174個体のうち、再捕獲された個体は4個体のみであった。以下に4個体のデータを記す。

No.3 オス 2005年6歳

2004年6月15日、10月5日、10月7日、2005年7月15日、7月23日の5回、宇検村にある繁殖場所で捕獲された。5回とも同じ地点であった。

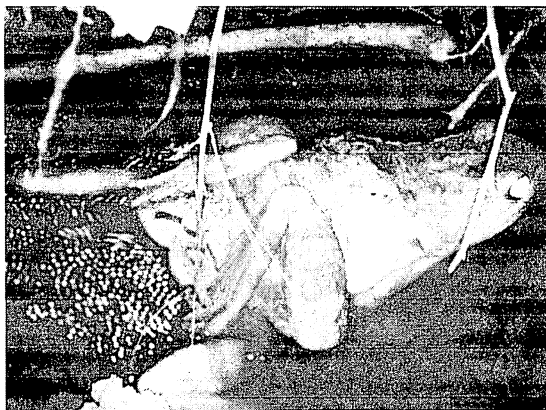


図12 オットンガエルの産卵

No.13 メス 2004年は5歳、2005年は6歳

2004年9月24日と2005年7月15日の2回、No.3と同じ繁殖場所で捕獲された。2005年7月には、No.3と共に同じ巢内にいるところを捕獲した。2回とも産卵のために来ていたと考えられる。

No.330 オス 2005年3歳

2005年7月29日と2005年10月20日の2回、青久の同じ繁殖場所で捕獲された。

No.2020 オス 2005年4歳

2005年7月16日と2005年10月19日の2回、青久の同じ調査沢で捕獲された。この沢は繁殖場所にもなっており、2回とも繁殖のためにいたものと考えられる。

以上からも分かる通り、再捕獲された個体は全て最初に確認された場所と同じ繁殖場所での捕獲であった。No.3のオスとNo.13のメスは2年続けての捕獲となり、毎年同じ繁殖場所を利用していると考えられる。4個体のうちメスはNo.13の1個体のみであったが、2004年には9月、2005年には7月に産卵に来たと考えられ、同一個体でも産卵の時期は年によって異なるようである。また、年に2度以上産卵する可能性も考えられる。一方、残りの3個体はオスであったが、どの個体も3ヶ月以上にわたって同じ繁殖場所に居続けているようである。長期にわたる繁殖期の間、同じ繁殖場所でメスを待ち、何度か繁殖に参加している可能性がある。来年度以降は、繁殖に伴う移動や非繁殖期の行動圏、メスが繁殖場所に出現するタイミングなど、行動学的な側面を中心にデータを集めていきたいと考えている。

## 謝辞

本研究を行うに当たり、以下の方々にご協力いただきました。名瀬市・大海昌平氏、奄美野鳥の会・川口和範氏、マングース駆除従事者・小鷹一実氏、東京大学・多賀洋輔氏、同・馬場友希氏、九州大学・前園泰徳氏、奄美マングースバスターズ・山下亮氏、東京大学・宮下直氏、森林総合研究所・山田文雄氏、奄美野生生物保護センターの皆様。また、東京大学森林植物学研究室で年齢査定用の機器をお借りしました。この場を借りて深く感謝申し上げます。

## 引用文献

- Gosner, K. L. 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica*, 16: 183-190.
- Guarino, F. M., S. Lunardi, M. Carlomagno, and S. Mazzotti. 2003. A skeletochronological study of growth, longevity, and age at sexual maturity in a population of *Rana latastei* (Amphibia, Anura). *Journal of Bioscience*, 28: 775-782.
- 石井信夫. 2003. 奄美大島のマングース駆除事業—とくに生息数の推定と駆除の効果について—. 保全生態学研究, 8: 73-82.
- 環境庁編. 2000. 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—3爬虫類両生類. 自然環境研究センター.
- 前田憲男・松井正文. 1999. 改訂版日本カエル図鑑. 文一総合出版、東京.
- Patón, D., A. Juarraz, E. Sequeros, R. Pérez-Campo, M. López-Torres, and G. B. de Quiroga. 1991. Seasonal age and sex structure of *Rana perezi* assessed by skeletochronology. *Journal of Herpetology*, 25: 389-394.
- Rogers, L. E., W. T. Hinds, and R. L. Buschbom. 1976. A general weight vs. length relationship for insects. *Annals of the Entomological Society of America*, 69: 387-389.
- Tanaka, K. 1991. Food-consumption and diet composition of the web-building spider *Agelena limbata* in two habitats. *Oecologia*, 86: 8-15.
- 吉野彰人. 2005. 谷津田とその周辺森林に生息するニホンアカガエル *Rana japonica* の幼体期における食性と生息地利用. 東京大学大学院農学生命科学研究科修士論文.

Otton frog is an endangered species endemic to Amami islands, Japan. We conducted a conservational research on this species to complement the critical lack in the knowledge of its ecology. The results of our survey were as follows;

1) Relative density was high in southern part of the island, and quite low in central area where mongoose has been established for a long period.

2) Mature age was three years, and longevity was at least seven years.

3) Male was larger than female.

4) Main diet was terrestrial invertebrates.

5) Reproductive site was specific and limited.

For the conservation of Otton frog, it would be especially important to preserve suitable reproductive site and habitats of prey species, as well as to diminish the density and distribution of mongoose.

## 市民調査による九折瀬洞に生息する生物の現況と 川辺川ダム計画の影響調査活動

九折瀬洞窟調査グループ

中田 裕一<sup>1)</sup>・西村 秋二<sup>2)</sup>・石井 義夫<sup>1)</sup>・田畑 清霧<sup>1)</sup>

The present condition of rare life forms in “Tsuzurase Cave” and the environmental damage  
from the future “Kawabe Dam”, the research by the civil voluntary group

Tsuzurase Cave Research Group

Yuichi Nakata, Akitsugu Nishimura, Yosio Ishii and Sugakiri Tabata

熊本県球磨川水系川辺川流域に位置する九折瀬洞窟において、ユビナガコウモリをはじめとする洞窟性コウモリ類を中心とした生物の生息状況を把握し、九折瀬洞窟の重要性を明らかにすることを目的に、2000年より調査を続けてきた。

2004年11月から2005年10月の1年間の調査では、ユビナガコウモリやコキクガシラコウモリの繁殖は確認できなかったものの、洞内でキクガシラコウモリの繁殖を確認することができた。

また、オオセリウガヤスデやツノノコギリヤスデが洞内に広く分布している点、夏季にはガの仲間であるプライヤキリバが数多く利用している点、さらに、夏季において洞口を出入りする空気の流れは、東ホールや中央洞の一部と関連性があり、西洞や下層とはあまり関連性がない点など、洞内に生息する生物種や物理的環境の新たな知見が判明した。

### 1. はじめに

熊本県球磨郡五木村頭地より川辺川上流部に、九折瀬洞窟群(10ヶ所程度)がある。

その中でも、左岸の第1洞窟は全長1,186m(全国で49番目、熊本県で2番目の長さ)の石灰洞で、ユビナガコウモリ(*Miniopterus schreibersii*)の生息・越冬地として知られている(図1参照)。

グアノ(コウモリの糞の堆積物)に依存する洞窟生物が17種生息している(五木村総合学術調査団 1987)とされており、環境省の絶滅危惧Ⅰ類であるツヅラセメクラチビゴミムシ(*Rakantrechus* (*Paratrechiamia*) *lallum*)や新種のイツキメナシナミハグモ(*Cybaeus itsukiensis*)など本洞窟の固有種が含まれている(入江 1987)。

九折瀬洞窟群は、川辺川ダムが完成した場合の湛水域の端に位置しており、狭窄部になっている洞口付近が湛水時に水でふさがれ、コウモリ類の出入りが不可能になることが予見されており、コウモリ類の絶滅が危惧されている。

そこで本調査では、九折瀬洞に多く生息し、グアノを供給するコウモリ類やそのグアノに依存するオオセリウガヤスデに注目し、2000年10月から2005年現在まで市民が中心となった調査活動を続けてきた。

国土交通省は、ダムが完成し洞口が湛水によりふさがれてもコウモリ類の出入りが可能なように、トンネルを新たに設け経路を確保するなどの保全策を検討しており(国土交通省九州地方整備局 2003a、

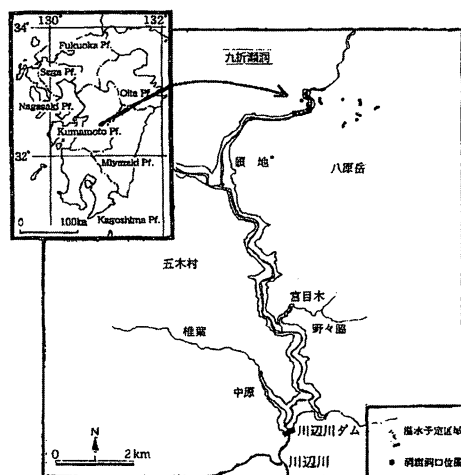
1) 自然観察指導員熊本県連絡会

2) ブナの森を育てる会

ここでは、主にプロ・ナトゥーラ・ファンドの助成期間である2004年11月から2005年10月にかけての1年間の調査結果を紹介する。

### (1) 調査地（九折瀬洞）の概要

当調査グループでは調査地を、川辺川タムの湛水予定区域内の九折瀬洞窟群の中で一番大きく、特殊な生態系を持つ第1洞窟(以下九折瀬洞と記す)とした。九折瀬洞は、洞口の高さ約3m、幅約6m、面積



「川辺川ダム事業における環境保全への取組」(建設省九州地方建設局川辺川工事事務所2000)をもとに作図。

また、これらの地点は、国土地理院の地形図や『五木村学術調査自然編』（1987）に記載されている九折

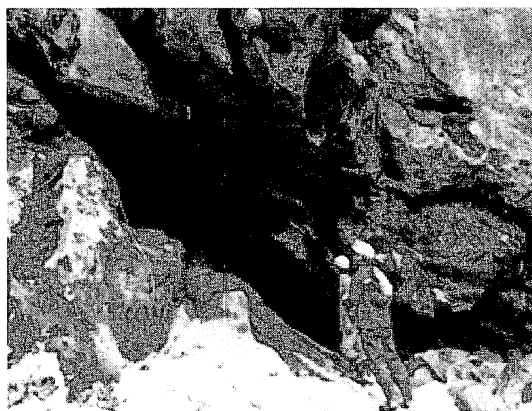


写真1 洞口

表1 調査日及び調査人数、調査地点数、確認生物種数

| 回<br>(通算) | 年月日      | 人数  | 調査<br>時間<br>(分) | 気象調査<br>地点数 |     | 生物<br>調査<br>地点 | 確認<br>生物<br>種数 |
|-----------|----------|-----|-----------------|-------------|-----|----------------|----------------|
|           |          |     |                 | 温度          | 湿度  |                |                |
| 23        | 04/11/23 | 5   | 85              | 12          | 12  | 13             | 11             |
| 24        | 05/01/15 | 4   | 100             | 12          | 11  | 13             | 12             |
| 25        | 05/02/06 | 7   | 190             | 17          | 17  | 15             | 11             |
| 26        | 05/05/08 | 8   | 240             | 14          | 14  | 15             | 11             |
| 27        | 05/05/28 | 3   | 60              | 1           | 1   | 1              | 3              |
| 28        | 05/06/12 | 3   | 160             | 9           | 9   | 13             | 9              |
| 29        | 05/07/03 | 4   | 162             | 5           | 3   | 6              | 7              |
| 30        | 05/08/03 | 3   | 113             | 0           | 0   | 13             | 11             |
| 31        | 05/08/26 | 3   | 420             | 12          | 7   | 16             | 13             |
| 32        | 05/10/08 | 3   | 310             | 13          | 13  | 13             | 15             |
| 合<br>計    |          | 43  | 1840            | 82          | 87  | 118            | 103            |
| 平<br>均    |          | 4.3 | 184             | 8.2         | 8.7 | 11.8           | 10.3           |



瀬洞平面図をもとに、コンパスや高度計を用い各調査地点の位置確認を行った。

気象に関しては、調査地点に到着後、デジタル湿度計 (THERMO-HYGRO、おんどとり 温・湿度 TR-72S など) を用いて、温度と湿度を測定した。また1箇所につき天井・中間・地表の3点の風向を測定し、風速計 (ウィンド・メッセ FG-561 など) を用いて風速の測定を行った。

ただ、コウモリの出産・保育時期が予想される5月から7月は、東ホール内を移動・通過する際は、懐中電灯の灯火部を赤いセロファン紙で覆って調査観察を行った。

一方、生物に関しては、各調査地点に生息する生物の種類、数、形状、生息状況等を、ルーペ、メジャー、カメラ、デジタルカメラを使用して観察・記録・スケッチし、平面図にその位置を記録した。これらの記録は持ち帰り、生物生息調査票や分布図と

して整理した。種の同定には、主に目視によって形態的な特徴から判別し、合わせて写真記録を残すように努力した。

洞窟性コウモリ類に関しては、主にバットディテクター (Pettersen D240X など) および目視による観察を行い、補助的な手段として、網による捕獲によって (鳥獣捕獲許可証第5号、第18号)、直接種を確認した。

5月から7月にかけては、夕暮れの時間帯に、洞口付近で数台のバットディテクターを用いて、出洞するコウモリ類の数を調査した。

これらコウモリ類の調査に関しては、元国立科学博物館客員研究員の吉行瑞子博士に同定を依頼して正確を期した。山口大学理学部の松村澄子助教授には、現地にて種同定や観察方法等を指導いただいた。同定したコウモリ類は、国立科学博物館に標本として寄贈することとした。

ガ類の調査に関しては、日本蛾類学会会員の中島秀雄氏に同定を依頼して正確を期した。同定したガ類は、熊本県松橋収蔵庫に標本として寄贈することにした。

地形・地質に関しては、平面図、メジャー、高度計、コンパス、カメラ、デジタルカメラ等を用いて調査した。調査後、記録メモをもとに地形特性調査票および分布図を作成した。

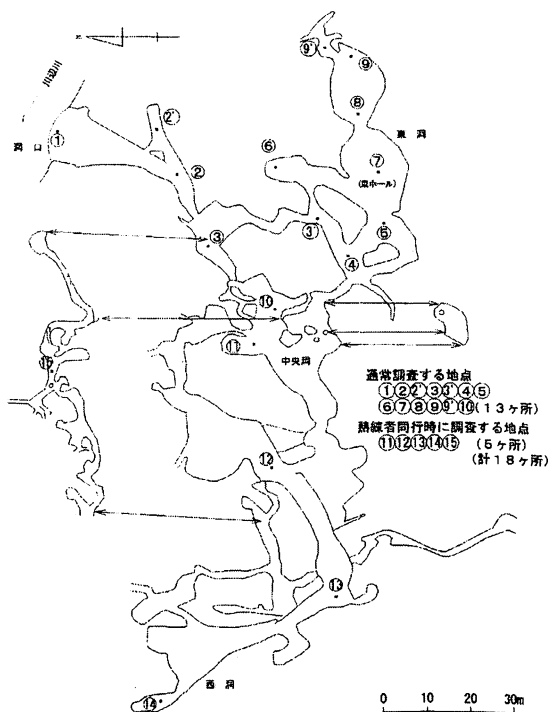


図2 九折瀬洞の平面図・観測地点  
「五木村学術調査自然編」(五木村総合学術調査団 1897) をもとに作図



写真2 バッドディテクターによる調査

### (3) 調査結果

地形調査では洞内の地形的特徴と水没範囲、気象調査では温度と湿度と夏季の空気の動向、生物生息調査ではコウモリ類とヤスデ類、およびガ類に絞って結果を報告する。

#### 1) 九折瀬洞の地形について

九折瀬洞は迷路状に複雑な形になっており、通路の幅も約15m～0.6mと、広い所と狭い所の差が大きい。特に、③～③'と③～⑩の通路は極端に狭くなり、通過するのにも困難を極めている。

この地点は、水没を繰り返すと、土砂や流入する異物の堆積のため、これらの狭窄部が閉塞する可能性が高いと考えられる。

2005年9月の台風14号による大雨の際には、増水による影響で、③～⑩の通路に新たな土砂が堆積していた。この時の増水の形跡は、地点⑤(EL. 280 m)にまで及んでいた。これは、ダム満水時に想定される洞窟内の水位とほぼ同じである(図3参照)。

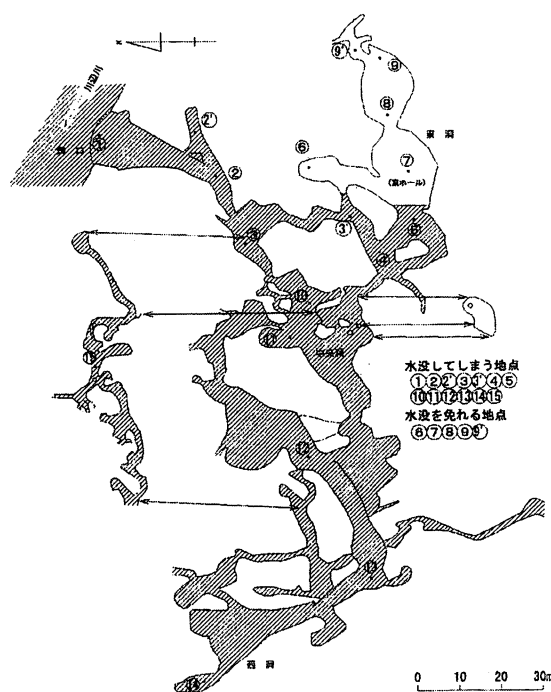


図3 水没範囲

「川辺川ダム事業における環境保全への取組」(建設省九州地方建設局川辺川工事事務所2000)をもとに作図

### 2) 洞窟内の気象について

本報告では、温度と湿度と夏季の空気の動向について報告する。

#### A. 温度

- (a) 外気温が最も高かった調査年月は、2004年8月の24.1℃。最も低かったのは2005年1月の5.1℃で、その差は19.0℃あった(表2参照)。
- (b) 洞窟内で温度の差が、最も大きかった地点は①の18.4℃、最も小さかった地点は⑥と⑧の2.1℃だった。東ホールに入るにつれて温度の差は、④5.3℃、⑤5.2℃、⑥2.1℃、⑦4.0℃、⑧2.1℃、⑨2.5℃と小さくなり安定した状態を示していた(図4参照)。

洞窟内での温度の差が小さかった調査年月は2005年5月で、⑩の16.5℃が最高温度に対し、⑤の14.0℃が最低温度で、温度差は2.5℃だった。その日の外気温は15.6℃で、どの地点もほぼ一定の温度だった(図5参照)。

#### B. 湿度

- (a) 外気の湿度が最も高かった調査年月は2005年7月で89%、最も低かったのは2004年11月で44%で、その差は45%だった(表3参照)。
- (b) 洞窟内で湿度の差が最も大きかった地点は②の36%、最も小さかった地点は⑥の17%で、外気より洞窟内の方が差が小さかった。
- (c) 東ホールは湿度が72～99%と高くて一定であり、洞口付近よりおおむね20%～30%湿度が高いという傾向があることが調査地点別湿度分布と調査別湿度分布から読み取れる(図6参照)。



写真3 2005年水没した跡

表2 洞内の気象調査結果：温度（℃）

| 調査地点   | 標高<br>(m) | 調査回<br>調査年月 | 23<br>Nov-04 | 24<br>Jan-05 | 25<br>Feb-05 | 26<br>May-05 | 27<br>May-05 | 28<br>Jun-05 | 29<br>Jul-05 | 30<br>Aug-05 | 31<br>Aug-05 | 32<br>Oct-05 | 最高   | 最低   | 差    |
|--------|-----------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|------|------|
| 洞外     |           | 外気          | 17.2         | 5.1          | 3.4          | 15.3         | 19.0         | 21.0         | 23.8         |              | 24.1         | 21.4         | 24.1 | 5.1  | 19.0 |
| 洞口部    | 265       | ①           | 15.1         | 4.7          | 2.9          | 15.3         |              | 18.9         | 21.3         |              |              | 21.3         | 21.3 | 2.9  | 13.4 |
|        | 269       | ②           | 14.3         | 6.2          | 4.9          | 14.3         |              | 16.5         | 19.5         |              | 13.2         | 15.8         | 19.5 | 4.9  | 14.6 |
|        | 269       | ③           | 13.4         | 6.9          | 4.8          | 14.3         |              | 16.2         | 18.5         |              | 15.6         | 15.8         | 18.5 | 4.8  | 13.7 |
|        | 276       | ③'          | 15.0         | 9.2          | 7.3          | 14.3         |              | 15.5         |              |              | 12.9         | 14.0         | 15.5 | 7.3  | 3.2  |
| 東ホール入口 | 274       | ④           | 15.0         | 10.1         | 10.3         | 14.3         |              | 15.4         |              |              | 12.9         | 14.8         | 15.4 | 10.1 | 3.3  |
|        | 274       | ⑤           | 14.6         | 10.8         | 10.1         | 14.0         |              | 15.3         |              |              |              | 11.3         | 15.3 | 10.1 | 3.2  |
| 東ホール横  | 283       | ⑥           | 13.2         | 13.1         | 13.2         | 14.1         |              | 14.9         |              |              | 14.8         | 13.9         | 13.2 | 13.1 | 2.1  |
| 東ホール   | 286       | ⑦           | 15.2         | 13.8         | 13.0         | 14.3         |              | 15.3         |              |              | 17.0         | 11.8         | 17.0 | 13.0 | 4.0  |
| 東ホール奥部 | 294       | ⑧           | 15.5         | 14.0         | 14.4         | 15.3         |              |              |              |              |              | 11.1         | 16.1 | 14.0 | 2.1  |
|        | 302       | ⑨           | 16.2         | 15.0         | 13.4         | 15.3         |              |              |              |              |              | 11.5         | 17.5 | 15.0 | 2.5  |
| 中央ホール  | 282       | ⑩           | 16.7         | 13.3         | 12.1         | 16.3         |              | 15.6         | 18.7         |              | 14.6         | 15.2         | 18.7 | 12.1 | 3.6  |
|        |           | ⑪           |              |              | 13.6         | 16.2         |              |              |              |              |              | 11.5         | 19.5 | 13.6 | 3.9  |
|        |           | ⑫           |              |              | 14.7         |              |              |              |              |              |              |              |      |      |      |
| 西洞     |           | ⑬           |              |              | 13.1         | 16.3         |              |              |              |              | 14.4         |              | 16.3 | 14.4 | 1.9  |
|        |           | ⑭           |              |              | 11.0         |              |              |              |              |              |              |              | 19.7 | 16.0 | 3.7  |
| 下層     |           | ⑮           |              |              |              |              |              |              |              |              | 14.7         |              |      |      |      |
|        |           | 最高          | 16.7         | 15.0         | 13.1         | 16.3         |              | 18.9         | 21.3         |              | 15.6         | 21.3         | 21.3 | 15.0 | 13.4 |
|        |           | 最低          | 13.4         | 4.7          | 2.9          | 14.0         |              | 14.9         | 18.5         |              | 12.9         | 14.0         | 15.2 | 2.9  | 1.9  |
|        |           | 差           | 3.3          | 10.3         | 13.2         | 2.3          |              | 4.0          | 2.8          |              | 2.7          | 7.3          | 6.1  | 12.1 | 13.5 |

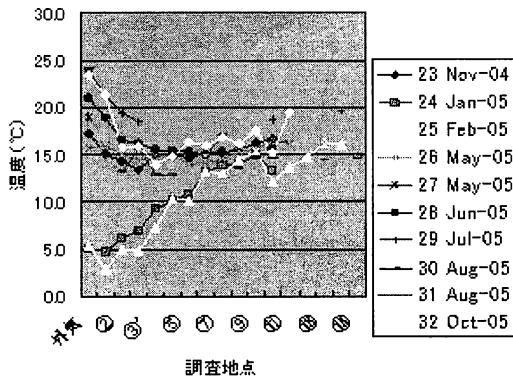


図4 調査地点別温度分布（23～32回）

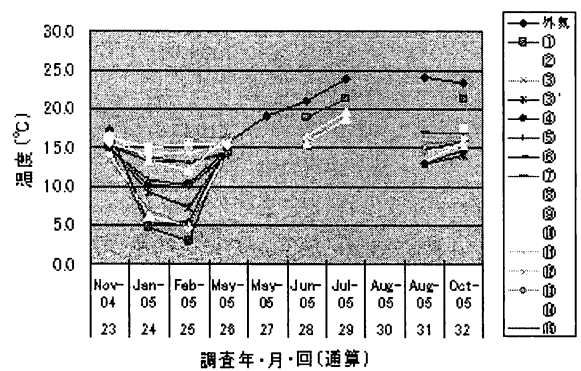


図5 調査年別温度分布（23～32回）

表3 洞内の気象調査結果：湿度（％）

| 調査地点   | 標高<br>(m) | 調査回<br>調査年月 | 23<br>Nov-04 | 24<br>Jan-05 | 25<br>Feb-05 | 26<br>May-05 | 27<br>May-05 | 28<br>Jun-05 | 29<br>Jul-05 | 30<br>Aug-05 | 31<br>Aug-05 | 32<br>Oct-05 | 最高 | 最低 | 差  |
|--------|-----------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----|----|----|
| 洞外     |           | 外気          | 44           | 72           | 72           | 68           | 78           | 78           | 88           |              | 80           | 77           | 88 | 44 | 45 |
| 洞口部    | 265       | ①           | 52           | 83           | 75           | 85           |              | 71           | 85           |              |              | 78           | 55 | 32 | 33 |
|        | 269       | ②           | 62           | 88           | 81           | 83           |              | 75           | 84           |              | 84           | 88           | 68 | 32 | 36 |
|        | 269       | ③           | 66           | 80           | 84           | 81           |              | 77           | 88           |              |              | 84           | 64 | 36 | 28 |
|        | 276       | ③'          | 72           | 85           | 80           | 82           |              | 80           |              |              | 88           | 84           | 65 | 72 | 23 |
| 東ホール入口 | 274       | ④           | 75           | 86           | 81           | 83           |              | 84           |              |              | 86           | 86           | 66 | 75 | 21 |
|        | 274       | ⑤           | 77           | 88           | 88           | 87           |              | 83           |              |              |              | 88           | 68 | 77 | 21 |
| 東ホール横  | 283       | ⑥           | 83           | 88           | 81           | 88           |              | 88           |              |              | 81           | 85           | 68 | 31 | 17 |
| 東ホール   | 286       | ⑦           | 93           | 88           | 82           | 88           |              | 80           |              |              | 72           | 80           | 68 | 72 | 27 |
| 東ホール奥部 | 294       | ⑧           | 85           | 88           | 88           | 88           |              |              |              |              |              | 82           | 68 | 35 | 14 |
|        | 302       | ⑨           | 88           | 88           | 80           | 88           |              |              |              |              |              | 85           | 68 | 28 | 10 |
| 中央ホール  | 282       | ⑩           | 75           |              | 75           | 85           |              | 81           |              |              |              | 83           | 65 | 75 | 20 |
|        |           | ⑪           |              |              | 75           | 88           |              |              |              |              |              | 87           | 68 | 75 | 23 |
| 西洞     |           | ⑫           |              |              | 88           |              |              |              |              |              |              |              |    |    |    |
|        |           | ⑬           |              |              | 86           | 88           |              |              |              |              |              |              | 68 | 36 | 2  |
|        |           | ⑭           |              |              | 83           |              |              |              |              |              |              |              |    |    |    |
| 下層     |           | ⑮           |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |    |    |    |
|        |           | 最高          | 98           | 88           | 88           | 88           |              | 81           | 88           |              | 88           | 88           | 68 | 36 | 36 |
|        |           | 最低          | 52           | 83           | 75           | 81           |              | 71           | 84           |              | 72           | 78           | 55 | 32 | 2  |
|        |           | 差           | 37           | 16           | 23           | 18           |              | 20           | 4            |              | 16           | 20           | 13 | 44 | 34 |

(d) 洞窟内での湿度の差が大きかった調査年月は2004年11月で、⑨の89%が最高なのに対し、①の52%が最低で、その差は37%だった。湿度の差が小さかった調査年月は2005年5月で、⑦の99%が最高なのに対し、①の83%が最低で、その差は16%だった。雨季の方が差は小さかった(図7参照)。

### C. 夏季の空気の動向

五木村総合学術調査団(1987)によると、五木村の石灰岩地域の地下水温は年間を通じて13～14℃であり、地域の年平均気温に等しいとされている。九折瀬洞内の下層最奥部にある第4プールの水温が2月と8月の測定で14.1～14.5℃とほぼ一定であり、地表環境の影響を直接に受けていない安定した地下環境を示していると考えられる。

この点を考慮して気温によって洞内の空気を、暖かい空気・中間の空気・冷たい空気の三つに分類した。

- ・暖かい空気：気温16℃以上
- ・中間の空気：気温14℃以上～16℃より下
- ・冷たい空気：気温14℃より下

暖かい空気と冷たい空気は地表からの影響が大きく、中間の空気は地表からの影響を受けない地下の安定環境、あるいは暖かい空気の混合によるものである。浦田健作博士から提供していただき、2005年8月と10月の空気を示した(図8参照)。

2005年8月は、暖かい空気が川辺川側から洞口の天井部を伝って洞内に入り込み、これとは逆に、冷たい空気が洞口の床部を伝って川辺川側に

出ていた。①～②の天井部と床部の温度差は9.0℃と大きな隔たりがあった。

暖かい空気は、②や③の天井の狭い穴に入り込んでおり、⑥や⑥'の方向へ流れている可能性があるものと考えられた。また、上記の空気の流れとは別に、東ホール最奥部の⑨'や奥部の⑨の南側から⑧の方への流れも確認した。

冷たい空気は、東ホールの南側から④や③'を経由して③に流れるコースと、中央洞から⑩や⑪を経由して③に流れるコースが合流して、洞口の方へ流れていた。

図8によれば、夏季においては、洞口を出入りする空気の流れは東ホールや中央洞の一部と関連性があり、西洞や下層とはあまり関連性がないものと考えられ、東ホールや中央洞の一部の空気の流れと下層や西洞の空気の流れは、それぞれ独立しているものと推察された。一方、洞内冬季において空気の流れが夏季とは一部で逆になる現象が観察された。

東ホールや中央洞の一部の空気の流れと、下層や西洞の空気の流れと関連性があるかどうか、今後とも調査を続けていきたい。

### 3) コウモリ類の生息状況

九折瀬洞内において、ユビナガコウモリ(*Miniopterus schreibersii*)、キクガシラコウモリ(*Rhinolophus ferrumequinum*)、コキクガシラコウモリ(*Rhinolophus cornutus*)、の3種のコウモリ類の生息が確認された。

最も高頻度で観察されたのは、ユビナガコウモリ

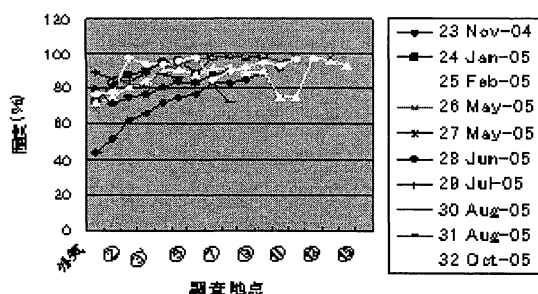


図6 調査地点別湿度分布(23～32回)

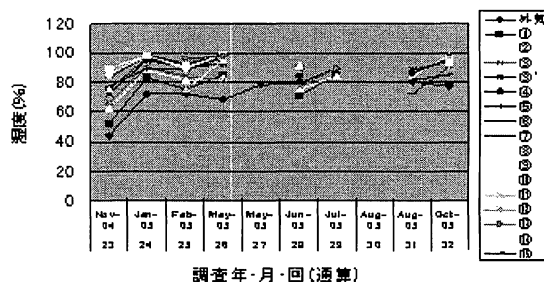


図7 調査年別湿度分布(23～32回)

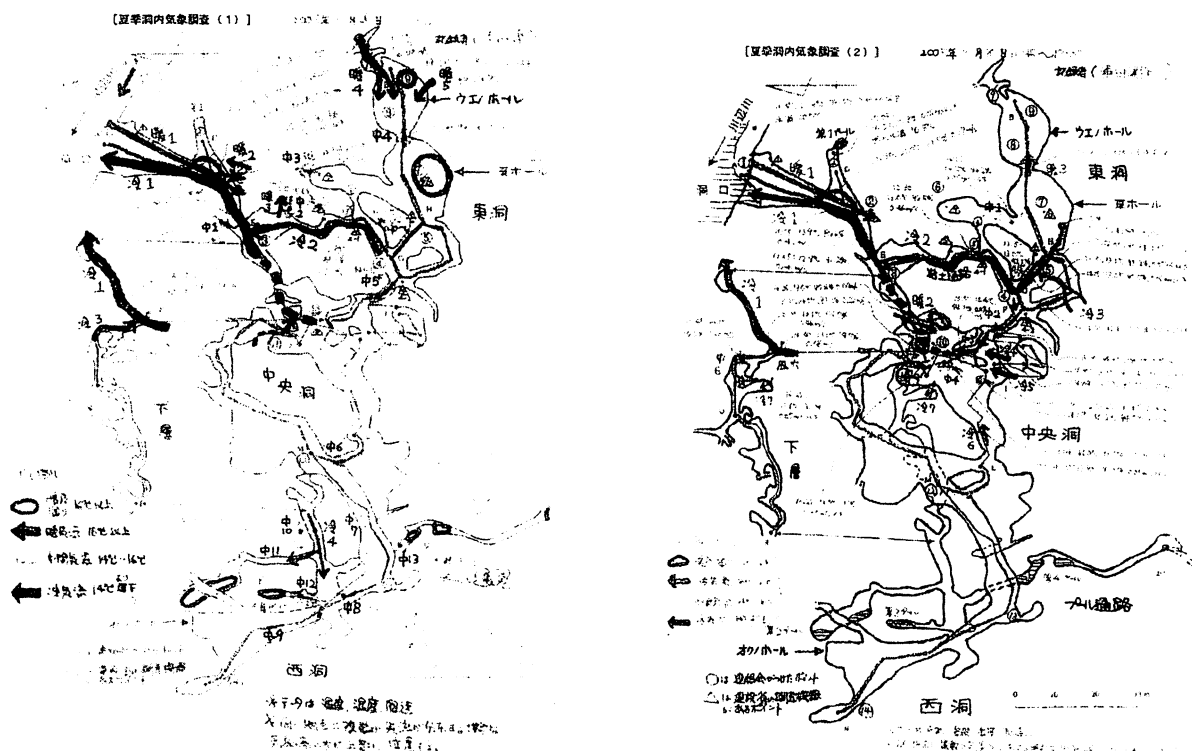


図8 夏季の空気の動向

とキクガシラコウモリの2種であった。両種とも、春、夏、秋は東ホール内で過ごし、冬は、洞口付近(②'や③)で冬眠していた。

ただ、九折瀬洞一大瀬洞(熊本県球磨郡球磨村)、大瀬洞一九州南部の洞窟群の間の季節的な移動が頻繁に見られる(五木村学術調査団 1987)ため、ユビナガコウモリの場合は、他の洞窟も移動して利用しているのではないかと考えられる。

A. ユビナガコウモリは、2005年の夏には、東ホール奥部(⑨)での繁殖行動は確認されなかった。ユビナガコウモリの生息状況を示す観察記録は、表4の通りである。

B. キクガシラコウモリは、2005年の夏には、洞口付近(②)で繁殖行動が確認された。キクガシラコウモリの生息状況を示す観察記録は、表5の通りである。

C. コキクガシラコウモリは、2005年の夏には、東ホール最奥部(⑨')での繁殖行動は確認されなかった。コキクガシラコウモリの生息状況を示す観察記録は、表6の通りである。

一方、洞口でのコウモリ類の数(バットディテクター反応数)は表7の通りである。ユビナガコウモリの超音波音声は多数回確認されたが、コキクガシラコウモリは7月以降、殆ど音声を確認することができなかった。

#### 4) ヤスデ類の生息分布と季節的生息状況

ヤスデ類としては、オオセリュウガヤスデ(*Skleroprotopus osedoensis*)とツノノコギリヤスデ(*Prionomatis subcornigerum*)の2種を確認した。

オオセリュウガヤスデは、東ホールを中心に広範囲にわたって多数が見られ、春、夏、秋に動きが活発だった(表8参照)。

表4 九折瀬洞窟内のユビナガコウモリの観察状況

| 回<br>(通算) | 調査年月日・時              | 確認地点と数(頭)                                     | 観察記録                                                    |
|-----------|----------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 23        | 04/11/23 14:40~16:05 | ②' 1000                                       | 2つのかたまりで冬眠体制に入っていた。                                     |
| 24        | 05/01/15 09:20~11:00 | ②' 3                                          | 3頭が寄り添うようにして、冬眠していた。                                    |
| 25        | 05/02/06 06:00~09:10 | ②' 1、③ 1                                      | ②' の個体は冬眠していたが、③ の個体は飛んだ。                               |
| 26        | 05/05/08 08:30~12:30 | ②' 70、③ 多い、④ 100、⑤ 1、⑥ 4、<br>⑦ ~⑧ 75、⑨ 4、⑩ 10 | ②、③、④ ~⑥ では、天井で休息していた。<br>⑦ での出産・保育は確認されなかった。           |
| 27        | 05/05/28 19:15~20:15 | 確認できず                                         | 洞窟での調査のみ。                                               |
| 28        | 05/06/12 18:55~21:35 | ②' 50、③ 多い、④ 1、⑤ 多い、<br>⑥ 10、⑦ 1、⑧ 20         | ②'、③、④ で多数確認できた。日が暮れても出洞して<br>いないものが多数いた。出産・保育は確認できず。   |
| 29        | 05/07/03 19:08~22:00 | 確認できず                                         | 東ホール方面に行っていないので。                                        |
| 30        | 05/08/03 19:26~21:25 | ② 5、③ 3                                       | 洞窟内を飛び回っていた。                                            |
| 31        | 05/08/26 09:05~16:45 | ②' 2、③ 1、④ 1、⑤ 多い、⑥ 20、<br>⑦ 30、⑧ 2、⑨ 5       | ② の天井部にいた個体は動きが緩慢で、飛び立つの<br>に時間がかかった。②' ~⑨ を観察に行き来していた。 |
| 32        | 05/10/08 11:40~16:50 | ② 10、③ 10、④ 1000以上、⑤ 200、<br>⑥ 300、⑦ 10、⑧ 3   | ② の天井部にいた個体は動きが緩慢で、飛び立つの<br>に時間がかかった。東ホールの天井一面にとまっていた。  |

表5 九折瀬洞窟内のキクガシラコウモリの観察状況

| 回<br>(通算) | 調査年月日・時              | 確認地点と数(頭)                             | 観察記録                                                  |
|-----------|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 23        | 04/11/23 14:40~15:05 | ② ~③ 23、④' 2、⑤ 1                      | 天井部にとまっていた。                                           |
| 24        | 05/01/15 09:20~11:00 | ⑥ 60、⑦ ~⑧' 2、⑨' 2、⑩ 2                 | 天井部にとまっていた。<br>26頭の1コロニーの他は、点々と冬眠していた。                |
| 25        | 05/02/06 06:00~09:10 | ② 75、③ ~④' 1、⑤' 3、⑥ 1、⑦ 4、<br>⑧ 1、⑨ 2 | 天井部にとまっていた。<br>1コロニーの他は、点々と冬眠していた。                    |
| 26        | 05/05/08 08:30~12:30 | ② 1                                   | 天井部にとまっていた。                                           |
| 27        | 05/05/28 19:15~20:15 | 確認できず                                 | 洞窟での調査のみ。                                             |
| 28        | 05/06/12 18:55~21:35 | ② 5、③' 2                              | 天井部にとまっていた。                                           |
| 29        | 05/07/03 19:08~22:00 | ② 2、③ 18、④ 1                          | ② では成獣5頭、幼獣13頭確認。<br>成獣は②を中心に④や⑤' を飛び回り、幼獣に給餌。        |
| 30        | 05/08/03 19:26~21:25 | ② 1                                   | ② で幼獣1頭確認。しばらくして、飛び立った。                               |
| 31        | 05/08/26 09:05~16:45 | ① ~② 13、③' 5、④'                       | ① ~④' では、1コロニーを形成していた。<br>6月に繁殖した個体が洞窟方向に少し動いたと考えられる。 |
| 32        | 05/10/08 11:40~16:50 | ② 1、③ 1                               | ② では飛び回り、③ では天井にとまっていた。捕獲1。オス                         |

表6 九折瀬洞窟内のコキクガシラコウモリの観察状況

| 回<br>(通算) | 調査年月日・時              | 確認地点と数(頭) | 観察記録                    |
|-----------|----------------------|-----------|-------------------------|
| 23        | 04/11/23 14:40~16:05 | 確認できず     |                         |
| 24        | 05/01/15 09:20~11:00 | 確認できず     |                         |
| 25        | 05/02/06 06:00~09:10 | 確認できず     |                         |
| 26        | 05/05/08 08:30~12:30 | ③ 3、④' 1  | ③ から④' にかけて飛び回っていた。偵察か。 |
| 27        | 05/05/28 19:15~20:15 | 確認できず     | 洞窟での調査のみ。               |
| 28        | 05/06/12 18:55~21:35 | ③ 3       | 東ホール奥部を飛び回っていた。偵察か。     |
| 29        | 05/07/03 19:08~22:00 | 確認できず     | 東ホール方面に行っていないため。        |
| 30        | 05/08/03 19:26~21:25 | 確認できず     |                         |
| 31        | 05/08/26 09:05~16:45 | 確認できず     |                         |
| 32        | 05/10/08 11:40~16:50 | ③ ~④' 1   | 天井にとまっていた。捕獲1。オス        |

表7 洞窟でのコウモリ類の数(バッドディテクター反応数)

| 回<br>(通算) | 調査年月日・時              | ユビナガ<br>コウモリ | キクガシラ<br>コウモリ | コキクガシラ<br>コウモリ |
|-----------|----------------------|--------------|---------------|----------------|
| 27        | 05/05/28 19:15~20:15 | 182          | 13            | 3              |
| 28        | 05/06/12 18:55~21:35 | 469          | 59            | 56             |
| 29        | 05/07/03 19:08~22:00 | 389          | 150           | 0              |
| 30        | 05/08/03 19:26~21:25 | 244          | 81            | 0              |

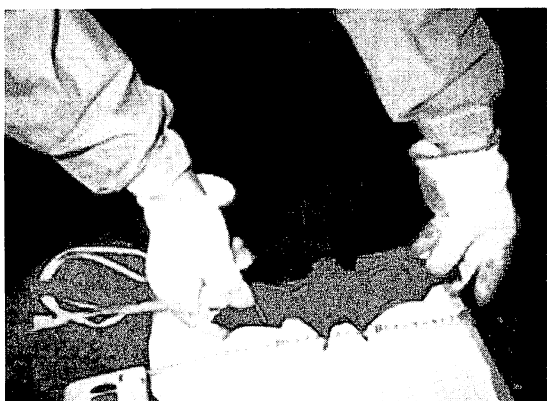


写真4 ユビナガコウモリ



写真5 キクガシラコウモリ

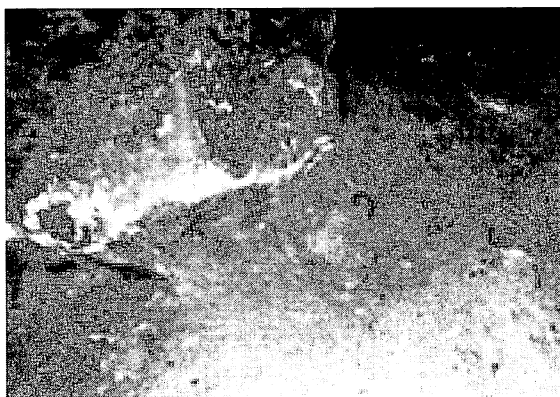


写真6 オオセリュウガヤスデ

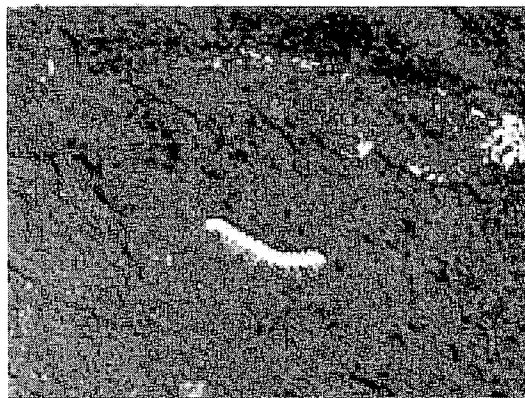


写真7 ツノノコギリヤスデ

また、ツノノコギリヤスデは、東ホールよりむしろ中央洞(③~⑪)や西洞(⑬)での確認が多かった。いつもの年は、夏より冬の方が幾分動きが活発なのだが、2005年は冬より夏の方が動きが活発だった(表9参照)。

#### 5) その他の生物の季節的生息状況

その他の生物として、この一年間の調査で、いつもの年より多く確認できたのは、ヤガ科のプライヤキリバ(*Goniocraspidum pryeri*)である。

プライヤキリバは幼虫期はクヌギ等を食草として生息し、成虫期は洞窟を利用して生息するガである。

2005年6月までは数個体しか確認できなかったが、7月には88個体、8月には33個体とやや減少した。特に、7月期の④と⑬地点の天井部で集中的に確認された。

#### 4. 考察

##### (1) 九折瀬洞のユビナガコウモリの現況

ユビナガコウモリは、11月には東ホールから洞口付近部(②')へ移動し、冬眠を始めることがわかった。

九州地方におけるユビナガコウモリの冬眠期間中の選択温度(ねぐら付近)は、5~8℃とされている(入江 1997)。しかし、今回の調査では4.8~6.9℃とそれを幾分下回っている。

したがって、冬眠の場としてはやや不適な環境となり、厳冬期には大瀬洞など南方面の洞窟へ移動していくのではないかと考えられる。

この時期の湿度は、62%~90%の間で一定しており、冬眠の条件の温・湿度に関しては上記の温度条件が深く関係しているのではないかと考えられる。

ユビナガコウモリは、5~6月に低い天井(高さ約

表 8 九折瀬洞窟内のオオセリュウガヤスデの観察状況

| 回<br>(通算) | 調査年月日・時              | 確認地点と数(頭)                                               | 観察記録                       |
|-----------|----------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------|
| 23        | 04/11/23 14:40~16:08 | ⑤5, ⑥'1, ⑦1, ⑦多い, ⑧1, ⑨10, ⑩'2                          | ⑥~⑩'にかけては確認できなかった。動きはなかった。 |
| 24        | 05/01/15 09:20~11:00 | ⑤5, ⑥'9, ⑦1, ⑧1, ⑨3, ⑩多い, ⑪'1                           | ⑥のグアノでは動いていたが、その他は動きはなかった。 |
| 25        | 05/02/08 06:00~09:10 | ⑥'6, ⑥~⑦'7, ⑧'2, ⑨多い, ⑩25, ⑪30, ⑫'2, ⑬30                | ⑥のグアノでは動いていたが、その他は動きはなかった。 |
| 26        | 05/05/08 09:30~12:30 | ⑥1, ⑥~⑦'5, ⑧~⑩30, ⑦多い, ⑨多い, ⑩多い, ⑪~⑬30, ⑭1              | 通路や東ホールで多数確認。              |
| 27        | 05/05/28 19:15~20:15 | 洞口のみを確認。確認できず                                           |                            |
| 28        | 05/05/12 18:55~21:35 | ⑤5, ⑥~⑦'8, ⑧'9, ⑨1, ⑩多い, ⑪2, ⑦多い, ⑧多い, ⑨多い, ⑩~⑪20       | 通路や東ホールで多数確認。              |
| 29        | 05/07/03 19:08~22:00 | ⑥1, ⑥~⑩5, ⑪1, ⑫5, ⑬1                                    | 通路に少しいた。                   |
| 30        | 05/08/03 19:25~21:25 | ⑥1, ⑥~⑦'3, ⑧'3, ⑨2, ⑩10, ⑦多い, ⑧多い, ⑨多い, ⑩'1             | グアノにたぐとんいた。                |
| 31        | 05/08/28 09:05~16:45 | ⑥2, ⑥~⑦'7, ⑧1, ⑨多い, ⑩多い, ⑪多い, ⑫'5, ⑬~⑭20, ⑮30           | どのグアノでも動きが活発。              |
| 32        | 05/10/08 11:40~16:30 | ⑥3, ⑥~⑦'5, ⑧3, ⑨55, ⑦多い, ⑧多い, ⑨多い, ⑩~⑪20, ⑫3, ⑬~⑭35, ⑮4 | どのグアノでも動きが活発。              |

表 9 九折瀬洞窟内のツノノコギリヤスデの観察状況

| 回<br>(通算) | 調査年月日・時              | 確認地点と数(頭)                     | 観察記録                    |
|-----------|----------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 23        | 04/11/23 14:40~15:05 | ⑦1, ⑧2, ⑨'2                   | グアノの上で活発に動いていた。         |
| 24        | 05/01/15 09:20~11:00 | ⑦1                            | グアノの上でじっとしていた。          |
| 25        | 05/02/08 06:00~09:10 | ⑧1                            | グアノの上でじっとしていた。          |
| 26        | 05/05/08 06:30~12:30 | ⑨10                           | グアノの上で活発に動いていた。         |
| 27        | 05/05/28 19:15~20:15 | 洞口のみを確認。確認できず                 |                         |
| 28        | 05/05/12 18:55~21:35 | 確認できず                         |                         |
| 29        | 05/07/03 19:08~22:00 | ⑥1, ⑥~⑩'0, ⑪1, ⑫10            | オオセリュウガヤスデの数より多く、動きも活発。 |
| 30        | 05/08/03 19:25~21:25 | ⑥1, ⑦2, ⑧'1, ⑨~⑩'1            | 活発に動いていた。               |
| 31        | 05/08/28 09:05~15:45 | ⑥~⑦'2, ⑧1, ⑨3, ⑩~⑪20, ⑫3, 下層3 | ⑥~⑩では、活発に動いていた。         |
| 32        | 05/10/08 11:40~15:50 | ⑦4, ⑧~⑩5                      | ⑦では、活発に動いていた。           |

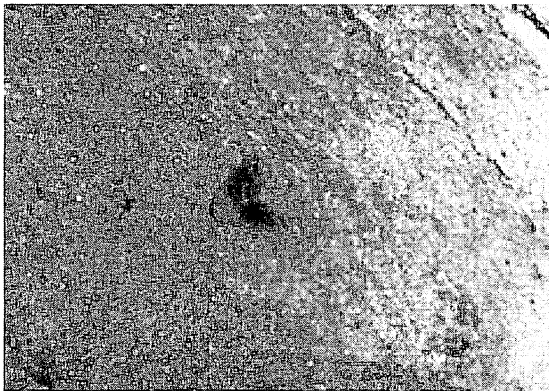


写真 8 プライヤキリバ

3m)の東ホール奥部を繁殖行動に利用しているのを、2001年~2003年に目視によって確認したが、2004年~2005年には繁殖行動は確認できなかった。

入江(1997)によると、「ユビナガコウモリの交尾および排卵は10月中旬頃に行われ、受精後の卵は冬眠中その発生速度を著しくゆるめ、翌春に着床する(遅延着床)。胎児の成長は3月下旬頃から急速に進み、6月下旬~7月初旬に1仔を出産する」とされている。

九折瀬洞の場合、5~6月の繁殖行動が証明されれば1ヶ月早いことになり、九折瀬洞に生息するユビナガコウモリの生態を知るためにも、また本洞の環境特性を知る上でも注目される場所である。今後とも継続的に調査を実施する必要である最重要項目の一つである。

ユビナガコウモリは、7~10月の時期には、昼間は東ホールを主に利用し、特に東ホール中央部(⑦)の高い天井(高さ約10m)で休息している。

朝方と夕方に、川辺川に接する洞口を出入りし、森林や農耕地などに生息するガ類など主に夜間飛翔昆虫を捕食していると考えられる。

5月~8月、夕方の4回のバットディテクターによる反応数の調査では、日没前後の1時間の間に、平均して321回の反応があり、捕食のためと考えられる洞口への出入りが確認された。

10月の調査では、東ホール(⑦)から東ホール奥部(⑨)にかけて、2頭ずつペアで天井一面に、低い所(高さ約2m)までとまっていた。交尾のためのペアリングの可能性が十分に考えられるため、来期に同じ



状況が観察されれば、雌雄の確認を行う必要がある。

## (2) 九折瀬洞のキクガシラコウモリの現況

キクガシラコウモリは、11月から洞口付近部(②～③)で点々と冬眠を始めていた。

厳冬期にはユビナガコウモリの殆どが他の洞窟に移動するのに対し、キクガシラコウモリは洞口付近部(③)を中心に60頭以上が冬眠を続けていた。

キクガシラコウモリは、6～7月に洞口付近部(②～②')の低い天井(高さ約2m)を繁殖行動に利用しているのを、2004年、2005年には確認した。2004年は幼獣を1頭捕獲し、吉行瑞子博士に同定を依頼し、キクガシラコウモリの幼獣と確認された。

キクガシラコウモリもユビナガコウモリ同様、7～10月の時期には、昼間は主に東ホール中央部(⑦)を利用していると考えられるが、高い天井部にいて、目視ではわかりにくく、洞口付近部(③)で十数頭確認できた。

5月～8月、夕方4回のバットディテクターによる反応数の調査では、日没前後の40分の間に、平均して76回の反応があり、捕食のためと考えられる洞口への出入りが確認された。

10月の調査では確認数が夏季に比べて急に少なくなり、ユビナガコウモリとは違い、キクガシラコウモリの交尾らしい行動は確認できなかった。

## (3) 九折瀬洞のコキクガシラコウモリの現況

コキクガシラコウモリは、11月からキクガシラコウモリが冬眠する洞口付近部(③)で、コロニーをいくつか形成して冬眠すると考えられるが、いまだに正確には確認されていない。

コキクガシラコウモリは、6～7月に東ホール最奥部(⑨')の低い天井(高さ約1m)やその隙間を出産・子育てに利用していると推測されるが、コロニー同様未確認となっている。

コキクガシラコウモリは、7～10月の時期には、昼間は主に東ホール奥部(⑨)や東ホール最奥部(⑨')を利用している。東ホール最奥部は、傾斜が急で、幅も狭く、目視による観察が困難である。10月に洞口付近部(③)で1頭が確認できた。

夕方4回のバットディテクターによる反応数の調査

では、平均して15回の反応しかなく、7～8月の調査では反応数が0だった。コキクガシラコウモリは、洞口以外の場所から出洞している可能性も考えられる。

東ホール最奥部には大型のカマドウマが数十匹確認されていることから、東ホール最奥部から地表へと続く小通路がある可能性がある。

10月の調査では確認できた数が少なく、キクガシラコウモリ同様、コキクガシラコウモリの交尾らしい行動も確認できなかった。

## (4) ダム建設がコウモリ類の生活史に与える影響

ダムができると仮定すると、洞口付近部(EL. 265m)は満水時に完全に水没してしまい、コウモリ類の多くはこの洞窟での冬眠ができなくなってしまう。

たとえ保全対策として、現在の洞口からその奥30m(①～③)までと同様な形状で、地表から東ホール北側支洞付近まで、トンネルを掘って新たな移動通路を確保したとする。しかしながら、コウモリ類が冬眠に利用するとの確証はない。

また、人工トンネルを冬眠だけでなく移動通路としても利用しないことも予測される。もし他地域で冬眠したとしても、春に東ホールまで戻ってくるとは考え難く、最悪の場合は、コウモリ類が九折瀬洞を放棄することが想定される。

水没そのもので、キクガシラコウモリの繁殖の場(②～②')は確実に奪われてしまう。また、トンネルが東ホールの北側支洞付近に通じることにより、空気の流れが変わり、洞窟奥部の現状の「恒温」「多湿」という環境特性が攪乱され、他のコウモリ類の繁殖にも不適切な環境になってしまうことが危惧される。

国土交通省のシュミレーション(国土交通省2003b、図9参照)では、東ホールの北側支洞付近(⑥')に穴を開けてもさほど問題ないとなっているが、2005年8月の調査によると②や③と⑥や⑥'付近は空気が出入りしている可能性があり、シュミレーション通りにはならないと考える。

なお、東ホールの北側支洞付近(⑥')は傾斜も急で地盤が脆い。落盤事故の可能性も高く、トンネル工事は困難を極めることが予想される。

生態系のバランスを維持するうえで欠くことのできないコウモリ類が減少することによって、五木村周辺の農林業に多少の影響を与えることも考えられる。

#### (5) 九折瀬洞のヤスデ類の現況とダム建設が与える影響

東ホールには、オオセリュウガヤスデが、一年を通じて見られた。冬季にも多くの小さな個体が見られることから、通年繁殖していると考えられる。特に、ユビナガコウモリが頻繁に利用する時期には、糞の供給により豊かなグアノの層が形成され、オオセリュウガヤスデの動きが活発になっている。

東ホールは水没から免れるが、コウモリ類の数が減少すると、新鮮な糞が供給されなくなり、グアノは量的に減少する。また、新しいトンネルにより、冷たく乾燥した空気が入り込むと、グアノ自体が乾燥化し、硬くなる可能性もあるため、オオセリュウガヤスデの活動にも影響があると予測される。

さらに、グアノの中に潜んでいるカニムシ等にも深刻な影響を与え、世界にこの洞窟にしかない絶滅危惧種のツヅラセメクラチビゴミムシやイツキメナシナミハグモの生存も危機的になるものと考えられる。

また、洞口付近から中央洞にかけての狭い通路(③～⑪)で、オオセリュウガヤスデやツノノコギリヤスデが多数生息しているのが2005年に確認できた。この通路はコウモリ類がかなり頻繁に利用する重要な通路である。しかし、水没するとヤスデ類は全滅してしまうか、移動を余儀なくせざるを得ないことになる。

国土交通省は、東ホールだけでなく、中央洞や西洞の生態系についても十分な調査や情報公開を行い、慎重な保全策の検討をすべきである。

#### 5. まとめ

当調査グループによるこの1年間の調査によって、

- (1) 九折瀬洞では洞口付近をキクガシラコウモリが繁殖行動に利用している。
- (2) オオセリュウガヤスデやツノノコギリヤスデが洞内に広く分布している。
- (3) 夏季に、洞窟に依存するガの仲間ブライヤキリバが数多く確認される。

- (4) 夏季において洞口を出入りする空気の流れは東ホールや中央洞の一部と関連性があり、西洞や下層とは関連性があまりない。

以上、4点が新たにわかってきた。

これらの現象が科学的に総合化され、九折瀬洞全体の生態系の実態と評価が行われ、貴重な自然環境を自らが破壊し、将来に禍根を残すことがないためにも、環境アセスメントが施行され、専門家による本格的な調査の早期実施と情報公開が強く求められる。

コウモリ類の出産・保育の選択性はデリケートで、好適な産室を奪われることで死亡率が高くなり、生息に大きな影響を及ぼす。

さらにコウモリ類の数が減少すると、洞窟生態系の中心といえるコウモリグアノの供給も減るため、オオセリュウガヤスデを含めたグアノ依存生物にも影響が波及することが危惧される。

一度破壊された自然環境の完全な復元は難しく、特に洞窟生態系においては、確かな復元成功事例はまだ報告されていない。世界でもこの九折瀬洞にしか生息しないツヅラセメクラチビゴミムシやイツキメナシナミハグモなどの固有種・希少種が生息し、洞窟内では閉鎖性の高い食物連鎖関係から特殊な生態系が成立している。このような貴重な生態系を、人工トンネルという実験的対策によって破壊・消滅させることが許されるだろうか。とても許されることではない。

国土交通省は、「ダム本体が完成して水をためるまでには具体的な保全を進める」としているが、それではあまりにも遅すぎる。生物資源も大切な未来への遺産である。本体着工までに独立性の高い第三者機関による環境アセスメントを受け、すべての国民に科学的にきちんと認められるような保全策を指し示す義務がある。

それが誠実にできない限り、川辺川ダムの建設計画自体を見直す必要がある。

実際、2005年9月より、川辺川ダム計画は白紙に近い状態になっている。

## 謝辞

最後に、調査にあたり、山口大学理学部の松村澄子助教授、国立科学博物館客員研究員吉行瑞子博士、日本蛾類学会会員の中島秀雄氏、カマネコ探検隊や自然観察指導員熊本県連絡会(自然観察くまもと)の有志の皆さんに多大な支援・助言をしていただいた。

また、東京都立大学理学部地理学教室の浦田健作博士には、本稿をまとめるにあたって貴重な情報提供や助言をしていただいた。

さらに、この調査活動にあたって、2004年度プロ・ナトゥーラ・ファンド(P.N.ファンド)国内活動助成事業に採択され、多大な支援をいただいた。

すべての方々や団体に、この場を借りてお礼を申し上げます。

## 引用文献(参考文献)

荒井秋晴・坂田拓司他. 2005. 熊本県における森林性および洞窟性コウモリ類(Ⅰ). 熊本野生生物研究会.

五木村総合学術調査団. 1987. 五木村学術調査自然編. 五木村.

入江照雄. 1997. 暗闇に生きる動物たち. 熊本生物

研究所.

熊谷さとし・三笠暁子他. 2002. コウモリ観察ブック. 人類文化社.

建設省九州地方建設局川辺川工事事務所. 1999. 川辺川ダム事業における動植物の良好な環境の保全と創造. 建設省.

建設省九州地方建設局川辺川工事事務所. 2000. 川辺川ダム事業における環境保全への取り組み. 建設省.

国土交通省川辺川工事事務所. 2003a. 川辺川ダム事業における環境保全への取り組みについて 説明資料. 第7回川辺川ダムを考える住民討論集会配布資料.

国土交通省川辺川ダム砂防事務所. 2003b. 川辺川ダム事業における環境保全への取り組みについて 説明資料. 第8川辺川ダムを考える住民討論集会配布資料.

中田裕一・西村秋二・石井義夫. 2003. 九折瀬洞に生息する生物の現況と川辺川ダム計画の影響.

(財)日本自然保護協会. 2003. 川辺川ダム計画と球磨川水系の既設ダムがその流域と八代海に与える影響. 日本自然保護協会報告書第94号.

## 県指定天然記念物「坂戸神社の森」に関する周辺住民の啓蒙のための パンフレット作成

「坂戸神社の森」パンフレット刊行会  
平田 和弘<sup>1)</sup>

Publication of leaflet, introducing biological nature of 'Sakado Shrine Forest',  
natural monument of Chiba Prefecture

Group for guidebook publication on 'Sakado shrine forest'  
Kazuhiro Hirata

千葉県指定天然記念物「坂戸神社の森」の自然観察ガイドブックを作成した。坂戸神社の森は、千葉県袖ヶ浦市に位置する約4haの常緑広葉樹林を主体とした森林である。また、この森は海岸低地と台地との境目に位置し、指定地域の一部には、砂質の土壌の上にエノキ・ムクノキ林やチガヤ草地がみられる。草地にはクロカワズスゲなど海岸に分布する植物も生育している。坂戸神社の森は昭和50年に千葉県により天然記念物に指定された。1998年から2000年には詳細な自然環境調査が行われ、その重要性が再確認されている。

坂戸神社の森の周辺は開発が進み、現在では森は孤立した状態にある。社殿の老朽化や天然記念物であるための規制にともない、住民からは天然記念物指定区域の一部解除の要望もきかれる。今回の「坂戸神社の森自然観察ガイドブック」は、貴重な自然を守るために、多くの市民に以前の自然環境調査の結果を解りやすく説明し、坂戸神社とその森に興味を持ってもらうために作製された。森の自然に対する理解が深まれば、森を守るための議論も深まると考えたからである。

自然観察ガイドブック作成にあたり、調査に参加した5人によって刊行会が結成された。そして、天

然記念物の管理者である袖ヶ浦市教育委員会、坂戸神社を管理する木更津八剱八幡神社や氏子総代の協力も取り付けた。

ガイドブック作成に当たり、6回の編集会議を持った。うち1回は合同観察会として森を巡った。当初はパンフレットを作成する予定であったが、内容を検討しているうちに、ページ数を増やし、写真を中心としたガイドブックをめざすことになった。また、内容の中心は委員の専門を生かし、植生、昆虫、鳥にし、単なる生物の紹介ではなく、森の成り立ちなど生態的な内容をも盛り込むことにした。また、文化と森の関係は切り離せないものとし、神社にまつわる民俗的な内容も盛り込むこととした。写真は、刊行委員の撮り貯めていたものに加え、編集上必要な写真を新たに撮影した。

編集は、Adobe PhotoShopとAdobe Illustratorを用いて、刊行委員が行った。最終的な原稿も作成し、印刷会社にはPDFファイルとして入稿した。これにより、大幅なコストダウンが可能になり、その分、写真枚数の増加、紙質の向上、ページ数の増加に費用を回すことができた。

今後は、作成したガイドブックの配布を含めた利用が課題である。配布は袖ヶ浦市教育委員会が中心

1) 千葉県立中央博物館：千葉市中央区青葉町955-2

に行うことになったが、その具体的な利用方法は検討されていない。教育委員会を通じ、公民館や図書館などに配置してもらうほか、学校教材としての利用も可能であると考えている。また、資料のみでは分かりにくい内容も、観察を指導する者がいれば、

その効果増大は計り知れない。刊行会は、今後、教育委員会に対し、周辺住民や学校児童に対する、観察会開催も要望し、積極的に協力していく予定である。



## 『もう一度見たい！軽井沢の草原・湿原』の出版と普及

軽井沢サクラソウ会議

今城 治子・岩瀬 真理子・百瀬 湊夫・中野 千賀・猪又 裕子・  
尾関 亜沙世・栗岩 竜雄・小泉 洋子・林川 秋子

Publication of the records of Karuizawa grassland and wetland's biodiversity,  
which is very rare now in Japan.

Karuizawa Primrose Conservation Society

Haruko Imashiro, Mariko Iwase, Sumio Momose, Chika Nakano, Yuko Inomata,  
Asayo Ozeki, Tatsuo Kuriwa, Youko Koizumi and Akiko Hayashikawa

### 1. 出版と題名の決定理由

当初の出版予定通り、出版できた。題名は、軽井沢町にかつてあった草原の写真を見せた時に、ある小学生の言った言葉、「ぼくも見たい！」をとって、『もう一度見たい！軽井沢の草原・湿原』とした。

また、当時の様子を聞き調べるうちに軽井沢町の南部に広大な湿原が広がっていたことを強調すべきであるということから、題名に『湿原』という語を入れた。

### 2. 無償配布の状況

現在までのところ、276冊を無償配布した。小学生には、自然クラブの活動の中でOHPなどを使って写真を見せながら、『もう一度見たい！軽井沢の草原・湿原』の一部を朗読して聞かせた。現在はゴルフ場になってしまっている場所で、サクラソウの花束を持った50年前の子供の写真を見た子供が、「すごい！ゴルフ場になんかにしてもったいない！」と言ったのが印象的だった。

今後も、継続して出前授業などをする中で本の紹介を含む多様な活動をしていきたい。

### 3. 湿地保全活動を始める

本が完成しその普及活動をしている間に、町の湿地2万坪が別荘団地に開発されるという計画が発し、その保全活動を開始した。ここは、日本では岩手県と長野県にしか生息が確認されていないハナヒョウタンボクというスイカズラ科の木が多数生育し、サクラソウを始めとする多くの絶滅危惧種も生育する、町に残された貴重な湿地である。

この湿地の保全のために、いろいろな人に軽井沢町の自然の本来の姿を説明する必要性が生じた。その都度、この『もう一度見たい！軽井沢の草原・湿原』を手渡し読んでもらおうと、「カラマツやモミの林ではない、野の花のたくさんあった草原や湿原の町であったことを初めて知った。」「全面的に協力する。」という反応が多くの人から返ってきて、保全活動に大いに役立っている。この本の持つ力を再認識した。

当初、本の普及活動のために企画していた講演会を、「軽井沢に残された自然をどう守っていくのか、町の未来のための3つのお話」という講演会に変更して、町の湿地や、生態系の大切さを知ってもらう趣旨で行なった。

#### 4. 自然を見る目が変わった

軽井沢サクラソウ会議の会員自体も、この本を作る過程で改めて、いかに軽井沢町の自然が多様であったか、豊かであったか、あまりにも多くの自然が破壊されてきたのか、を認識できて町の自然環境に対する「目」が変化した。この本の出版活動がなければ、今回発した別荘団地開発予定地の湿地を保全したいという欲求は起こらなかったと思われる。

#### 5. 支持が広がった

地域の人たちから「軽井沢サクラソウ会議」の活動に対する一定の支持を得ることができたと思う。特に聞き取りをしたお年寄りからはたいへん信頼されるようになった。今後も、かつての里山管理の方法をより詳しく調べる必要を感じている。今後も継続して聞き取り活動を続けていきたい。

## 近畿地方におけるタンポポ属の在来種・外来種・雑種の分布調査

タンポポ調査・近畿 2005 実行委員会

布谷 知夫<sup>1)</sup>・木村 進<sup>2)</sup>

Distribution survey of native, alien and hybridized dandelion (*Taraxacum* spp.)  
in Kinki district.

Dandelion 2005 research team in Kinki district

Tomoo Nunotani and Susumu Kimura

### 1. はじめに —調査の目的—

総ほう外片の形態で簡単に見分けられるタンポポの分布調査は、市民参加による環境調査として、1970年代から近畿各地で行われ、その後も定期的 to 実施されて、自然環境の変化を表すものとして活用されてきた。ところが、1990年代に入って両種の雑種が増加していることが明らかになり、その上、形態だけでは雑種と外来種を区別できないこともあって、タンポポ調査の意義を疑問視する声も出てきた。今回の調査では、雑種の存在を前提とした新しい調査方法を確立し、その方法によって近畿全域でタンポポ調査を行って、これまでと同じように環境評価ができるかどうかを確認することを目指した。

### 2. 活動の経過

近畿で以前からタンポポ調査を行ってきたグループに呼びかけて、2003年春に調査実行委員会を組織し、雑種の問題を本格的に見据えて、調査を実施しようということになり、雑種問題の専門家を招いた研究集会や研修会を重ねて、調査方法の検討を重ねた。そして、2004年に予備調査をして方法を確立し、2005年に本調査を行って、2年間の調査データから様々な解析を行った。この間、委員会や説明会などを約40回実施した。

### 3. 方法と結果の概要

参加者が野外でタンポポを探して、場所と種類を調査票に記入する。その際、総ほう外片の状態を5段階(総ほう外片が上向きになるほど、雑種の可能性が高くなる)に分けて記録するとともに、必ず頭花を(あればタネも)調査票に添付して送付してもらう。また、総ほうが上向きの雑種と在来種と区別するために、送られてきたすべての頭花から花粉を採取して顕微鏡で観察した。花粉のサイズが大・小バラバラなら雑種か外来種と判断できる。

調査データは3万点を超え、近畿全域をほぼ網羅した分布地図を作成し、近畿の自然環境の現状を明らかにすることができた。また、この中から500点余りのサンプルを抽出して、DNAによる雑種タンポポの解析も行い、総ほう外片の段階別に雑種タンポポの比率を求め、その結果と府県別の総ほう外片の段階の比率とから、各府県の雑種の比率の推定も行った。その結果、雑種の存在を考慮しても、市民参加によるタンポポ調査はこれまでの方法を改良することで、環境調査として十分有効であることが確認できた。

1) 滋賀県立琵琶湖博物館

2) 社)大阪自然環境保全協会





写真1 タンポポ調査室内説明会風景  
(2005年2月19日 於、大阪市中央公会堂)



写真2 タンポポ調査現地説明会風景  
(2005年4月2日 於、大阪市長居公園)



写真3 雑種タンポポのDNA解析  
(2005年5月29日 於、大阪市立大学理学部植物生態研究室)

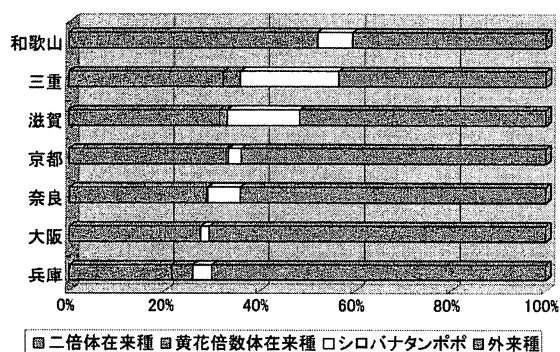


図1 タンポポの府県別分布状況  
今回の調査で在来種のタンポポが最も多かったのは和歌山県で、シロバナタンポポも含めると、三重県を含めて2県で外来種を上回っている。それに対して、大阪府と兵庫県では在来種は全体の3分の1以下であった。

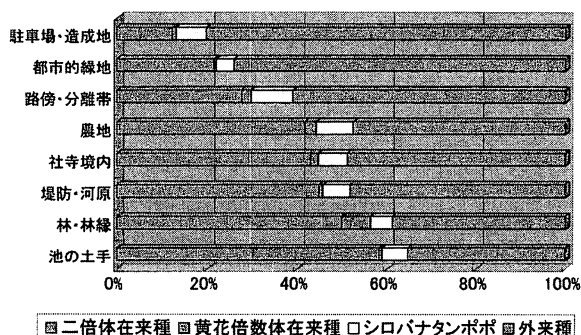
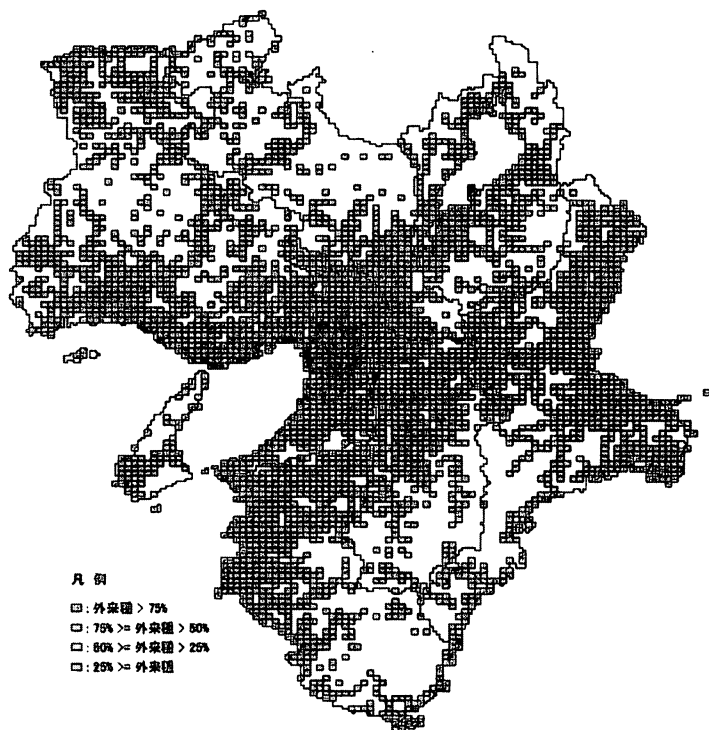


図2 生育環境別のタンポポの種類別分布状況  
雑種を含めた外来種の割合が最も多いのは「駐車場や造成地」で80%を超えている。それについて、都市的緑地や路傍・分離帯などでは外来種が半数以上を占め、逆に池の土手や林・林縁では在来種の方が多いという結果になった。

表1 府県別のタンポポの分布状況

2004・2005年の調査で集まった有効なデータを府県別・種類別にまとめたもの。外来種には雑種も含み、タネがあつて種類を見分けられるものは、セイヨウタンポポとアカミタンポポに区別したが、見分けられないものは「外来種（不明）」とした。

| 種類       | 府県       | 三重   | 滋賀   | 京都   | 大阪   | 兵庫   | 奈良   | 和歌山  | 合計    |
|----------|----------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 在来種      | 黄花2倍体種   | 1536 | 586  | 1431 | 1888 | 1491 | 888  | 1567 | 9387  |
|          | 黄花倍数体種   | 171  | 30   | 19   | 0    | 306  | 8    | 0    | 534   |
|          | 黄花種の合計   | 1707 | 616  | 1450 | 1888 | 1797 | 896  | 1567 | 9921  |
|          | シロバナタンポポ | 984  | 283  | 116  | 126  | 277  | 209  | 218  | 2213  |
|          | 在来種の合計   | 2691 | 899  | 1566 | 2014 | 2074 | 1105 | 1785 | 12134 |
| 雑種を含む外来種 | セイヨウタンポポ | 1142 | 408  | 1280 | 2362 | 2238 | 1198 | 567  | 9195  |
|          | アカミタンポポ  | 338  | 105  | 473  | 711  | 893  | 306  | 145  | 2971  |
|          | 不明の外来種   | 597  | 449  | 1030 | 1776 | 1732 | 477  | 515  | 6576  |
|          | 合計       | 2077 | 962  | 2783 | 4849 | 4863 | 1981 | 1227 | 18742 |
| 不明       |          | 27   | 25   | 75   | 53   | 2    | 80   | 21   | 283   |
| 合計       |          | 4795 | 1886 | 4424 | 6916 | 6939 | 3166 | 3033 | 31159 |



全タンポポのうち外来種(雑種を含む)が占める割合(2004-2005)

図3 タンポポマップー全タンポポに占める外来種の割合ー

近畿全域を約4km<sup>2</sup>のメッシュに区分して、外来種の割合を示した地図。京阪神を中心に外来種が75%以上のメッシュが広がっている。逆に在来種の方が多い地域は和歌山県の北西部と三重県から滋賀県にかけての地域で、紀伊半島中央部～南部にかけては、山間部で元々在来種が分布しない地域であり、新しく作られた道路などに沿って外来種の侵入が見られる。

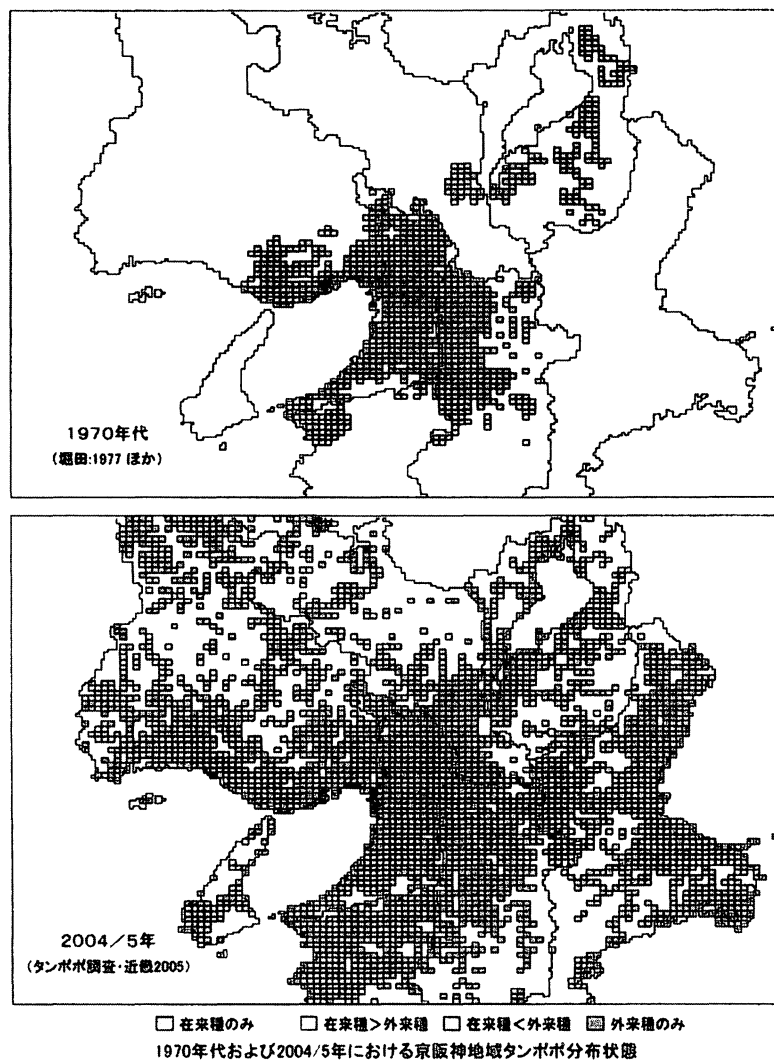


図4 タンポポマップ—1970年代と今回の調査結果の比較—

1970年代に調査が行われたのは京阪神を中心とした狭い地域であるが、外来種の方が多かったのは、京阪神や和歌山市の市街地を中心とした地域だけであった。今回の調査では近畿全域に外来種が広く分布を拡大したことがわかる。

# 泡瀬干潟における自然環境マップの作成

泡瀬干潟を守る連絡会

前川 盛治<sup>1)</sup>

Eco-tourism plan for Awase area

Save Awase association

Seiji Mackawa

## 1. 活動の目的

沖縄県泡瀬干潟は、豊かな自然が残されており、多種多様な動植物が生育・生息している。この泡瀬干潟の豊かな自然を情報発信地として、住民生活との共存、調和を目指した環境施策の検討に資することを期待し、沿岸環境域を自然環境マップ(泡瀬干潟エコツーリズムマップ)として作成し、一般に公開するとともに、泡瀬干潟をエコツーリズムの場として活用し、自然の認知、環境意識の啓蒙、自発的自然保護を図る。

## 2. 自然環境マップ(泡瀬干潟エコツーリズムマップ)の内容

様々な団体、専門家の協力を得て、船での調査活動、水中写真、空中写真、多くの動植物の生態写真等で作成した。

(1) A3横の用紙、16ページのオールカラーのマップ

(2) 目次

表紙、泡瀬干潟エコツーリズムマップ

表紙裏(表2)、泡瀬干潟ってどんなところ？

泡瀬エコツーリズム案内 ..... 1

泡瀬干潟の生き物ゾーン ..... 2

干潟観察、コース(2)水中観察コース ..... 3

サンゴホットスポット、サンゴと海草の群生地 ..... 4

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 干潟観察健脚コース .....                     | 5  |
| 水中観察コースI(上級) .....                  | 6  |
| 海草や海藻を見てみよう .....                   | 7  |
| 野鳥・渡り鳥、干潟観察コース .....                | 8  |
| 泡瀬干潟にはどんな野鳥たちがくるの？ .....            | 9  |
| 何故、泡瀬干潟は生物の多様性にとんでいるの？ .....        | 10 |
| 泡瀬干潟の不思議 .....                      | 11 |
| 泡瀬干潟でよくみられる貝、新種・貴重種の貝 .....         | 12 |
| 泡瀬干潟でよく見られるカニ、泡瀬干潟があなたを待っています ..... | 13 |
| 裏表紙 .....                           | 14 |

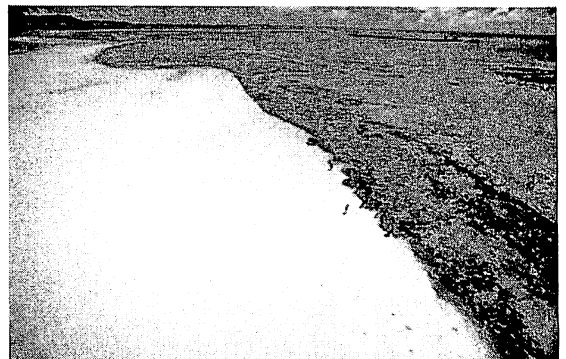


写真1 表紙の写真

干潟の砂州を観察する人々

1) 泡瀬干潟を守る連絡会 〒904-2161 沖縄県沖縄市宇古謝1171-3 コーポMK1F

### 3. 「あとがき」から抜粋

泡瀬干潟のすばらしさをこのマップで紹介してきましたが、いかがでしたか。市街地の近くにこんな豊かな自然が残っていることに驚き、感動したのではないのでしょうか。実際に泡瀬干潟を訪れ、見てほしいのです、自然のすばらしさを体験してほしいのです。・・・残念なことです、この泡瀬干潟が失われようとしています。埋め立て工事が始まっています。新種・貴重種・絶滅危惧種が生息する、世界に誇る干潟、生物多様性の宝庫が失われようとしています。屋久杉を伐採し、そこに「記念碑」を立てて観光地にする愚かな考えをする人はいません。私たちは、豊かな自然が残る泡瀬干潟をそのまま残し、エコツーリズムで地域を活性化できると思っています。

泡瀬干潟があなたを待っています。自然のワイズユースを共に考えましょう。

このエコツーリズムマップが、沖縄市や沖縄県の将来を考える契機になれば幸いです。

### 4. 協力団体、協力者、写真提供者（敬称略）

日本自然保護協会、WWFジャパン、沖縄野鳥の会、泡瀬干潟生物多様性研究会、泡瀬干潟で遊ぶ会、成瀬貫、新井章吾、山下博由、黒住耐二、石川裕、長田英巳、水間八重、比嘉弘、小橋川共男。

### 5. 引用文献 参考資料

(財)日本自然保護協会. 2005. うまんちゅぬ宝 泡瀬干潟の自然ガイドブック.

泡瀬干潟で遊ぶ会. 泡瀬干潟の海草.

沖縄県文化環境部自然保護課. 2005. 改訂・沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物(動物編)レッドデータおきなわ.

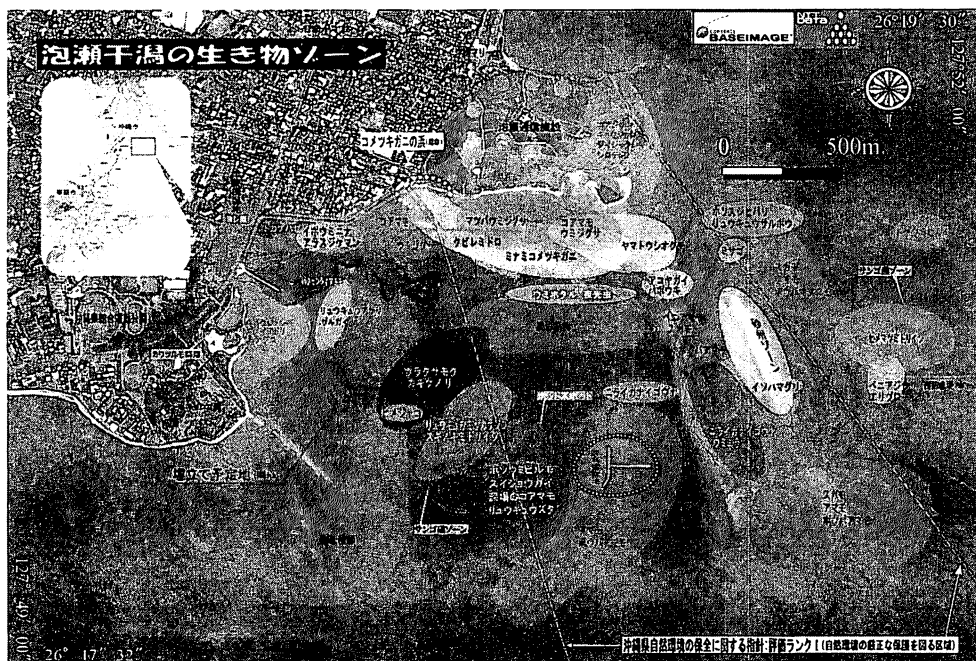


写真2 泡瀬干潟全体の生き物ゾーン

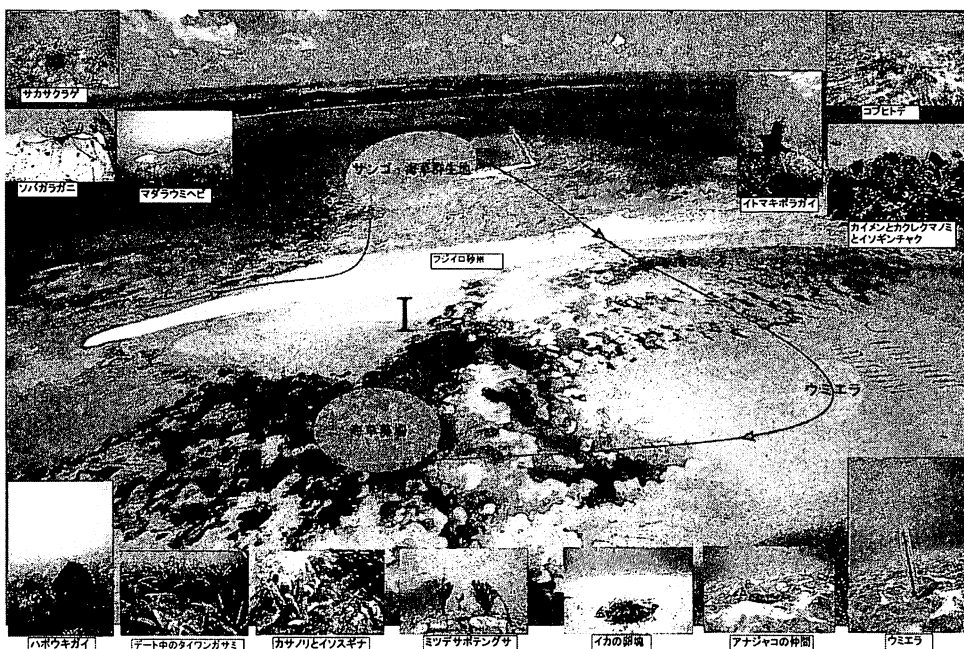


写真3 水中観察コースI(上級)  
サンゴ、海草、ウミエラ、海藻

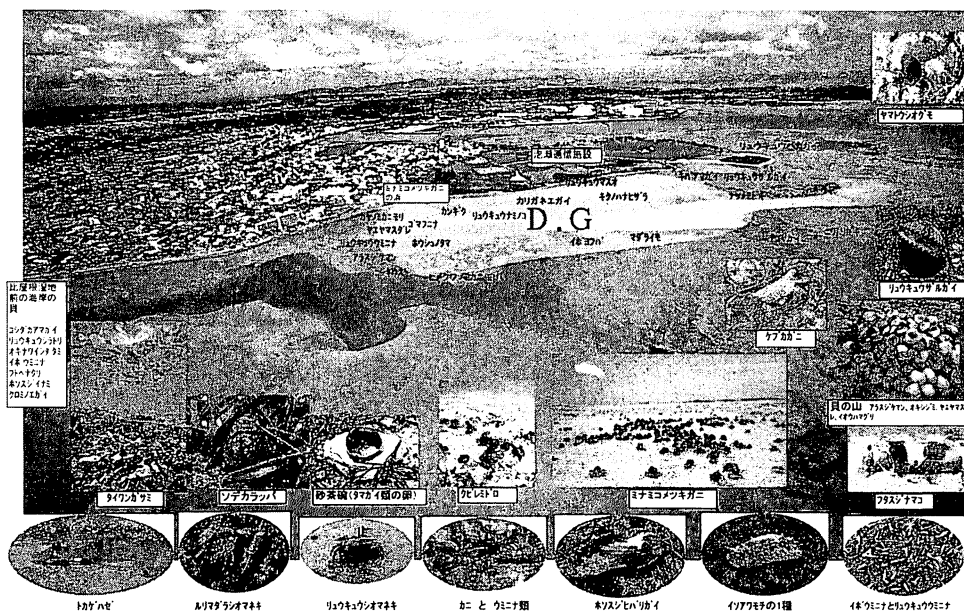


写真4 D干潟観察コース(2)、G水中観察コース  
クビレミドロ、海草、貝、カニ

## 野鳥・渡り鳥、干潟観察コース

このページと次のページの写真提供は、沖縄野鳥の会、小橋川共男氏

A=運動公園東側野鳥観察コース、B=通恒施設南側野鳥観察コース、C=干潟観察コース、F=夜のファンタスティックコース、H=水中遊泳海草藻類、貝類観察コース

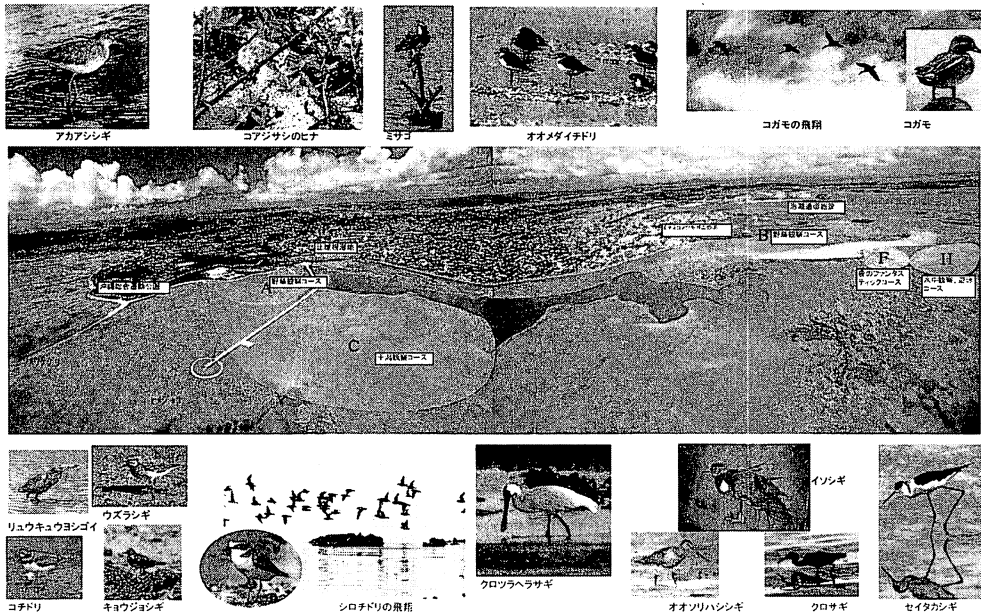


写真5 野鳥・渡り鳥、干潟観察コース

## 国内 I B A (重要鳥類生息地) パンフレット作成

(財)日本野鳥の会

古南 幸弘<sup>1)</sup>・山田 泰広<sup>1)</sup>・高井 健慈<sup>1)</sup>・加藤 和明<sup>1)</sup>

### Publication of Important Bird Areas Broacher

Wild Bird Society of Japan

Yukihiro Kominami, Yasuhiro Yamada, Kenji Takai and Kazuaki Kato

本事業は、鳥類を指標とした国際的な基準により選定された重要鳥類生息地(以下:IBA)の普及を目的として、国内で選定された167箇所のIBAの分布、選定方法、事業の目的、今後の保全活動方針などについて説明したポスター兼用型パンフレットを2万部作成し、広く社会に配布したものである。パンフレットの裏面には、日本を代表する重要な鳥類の絵と共に、日本地図の上に国内IBA167箇所がマッピングされており、デザイン的にも好評を得ている。

IBAは「鳥類を指標とした重要な自然環境」として、広く生態系全体の保全を進めることを目的としている。今後は各地からの情報の発信、IBAそのものの重要性に関する認識の普及、IBAがあるそれぞれの地域における重要自然環境の価値の発見等を通し、その結果として開発事業などが計画立案され

る前に、重要な自然環境が予防的に守られるような仕組みを目指している。

今回のパンフレットの配布先は、関連官庁の自然保護担当者、IBAの存在する各都道府県の鳥獣保護係、市町村の環境・教育・観光関係担当課、サンクチュアリやネイチャーセンター等施設の来館者、東京バードフェスティバルやジャパンバードフェスティバルなどイベント来場者、ラムサール条約湿地検討委員会参加者、ラムサール登録湿地を増やす議員の会メンバー、各IBAの選定エリア内の存在する自然教育施設等の拠点施設など、一般の方から行政・研究者・政治家まで幅広い層を対象とした。

なお、配布数の内訳および配布先については、表1の通りである。

表1 配布数の内訳及び配布先

| 配布先        | 詳細                                                                    | 部数     |
|------------|-----------------------------------------------------------------------|--------|
| IBA関係自治体など | IBAに関連する都道府県および市町村の環境関連部署を中心に500ヶ所×20部                                | 10,000 |
| バードフェスティバル | TBF3900部 JBF1250部                                                     | 5,200  |
| サンクチュアリ来館者 | 13施設へ125部or250部                                                       | 2,000  |
| 自然系施設      | 約90施設に10部ずつ                                                           | 900    |
| 学会・シンポジウム等 | 鳥学会参加者<br>バードライフアジア地区委員会出席者<br>クロツラヘラサギネットワーク会議参加者<br>仏沼保全シンポジウム参加者など | 700    |
| 国会議員・中央省庁  | 環境省野生生物・自然公園関連部署<br>ラムサール条約登録湿地を増やす議員の会<br>ラムサール登録湿地検討会検討委員など         | 90     |

1) (財)日本野鳥の会 〒151-0061 東京都渋谷区初台1-47-1 小田急新宿ビル1F



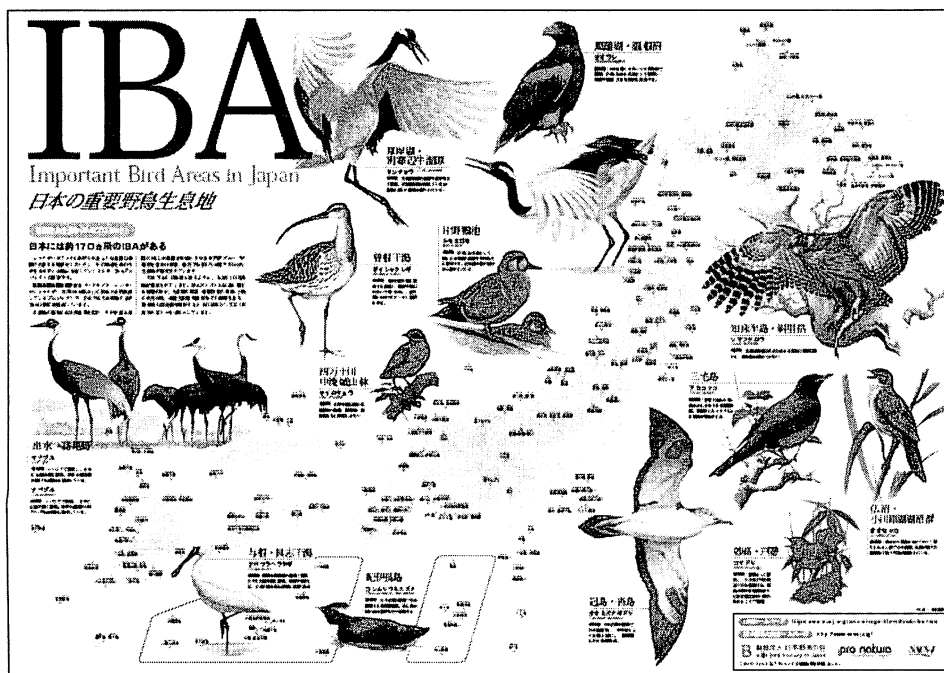


写真1 IBA パンフレット(裏面)



写真2 東京バードフェスティバル

## 2004 国際湿地シンポジウム in 敦賀 —ラムサール登録・未来への贈りもの“その役割と展望”—

日本湿地ネットワーク (JAWAN)  
辻 淳夫<sup>1)</sup>

### International Wetland Symposium 2004 in Tsuruga Ramsar Designation, a Gift to the Future —Its Role and Potential—

Japan Wetland Action Network  
Atsuo Tsuji

#### 1. 開催の趣旨と目的

日本湿地ネットワーク (JAWAN) は、全国各地の草の根グループが、1991年の国際湿地シンポジウム in 諫早において結成したものです。私たちは1960年代後半からの環境破壊、特に臨海工業開発で失われていく干潟や浅海域の保全活動を進めていました。ラムサール条約第5回締約国会議が、1993年日本の釧路市で開催された時機に、日本の干潟保全活動を盛り上げようとしたのです。

初めてアジアで開催された締約国会議は、欧米諸国の代表団にはNGOが入っているなど目を見張るものでした。この締約国会議で東京湾、藤前干潟、和白干潟、諫早湾干潟の緊急保全の必要性を訴えたのが私たちの国際的な活動のはじまりでした。そしてその釧路会議以来の努力が大きく実ったのは、1999年コスタリカ会議で藤前干潟の保全の報告ができたことでした。そのとき同じテーブルで話題となった諫早湾や、韓国セマングムはいまだ未解決のままです。

「中池見湿地」とのご縁は、R・リンゼイ博士らに中池見湿地を強力に支援をいただいたコスタリカ会議に一緒に参加して以来のつながりです。国際湿地シンポジウムを敦賀市で開催したのは、中池

見湿地が保全への道を歩み続けているからです。泥炭湿地の価値をご理解いただいた大阪ガス(株)の英断によって保全が図られたことを高く評価し、感謝するとともに、当地が国際的に重要な泥炭湿地としてラムサール登録地に指定されることを期待するものです。

中池見湿地の登録は、水鳥の生息地だけでなく、それぞれの湿地が持つ固有性や多様性に光を当てるもので、ラムサール条約のめざす理念に叶い、日本の湿地保全政策に大きな進展を促すでしょう。また「大阪ガスの中池見」は、「東京電力の尾瀬」と並び称えられる企業の社会貢献であり、持続的社会への希望ある歩みを社会全体で進めようというあたたかいメッセージとして考えます。

私たちには、今なお、多くの課題があります。今回の国際湿地シンポジウムではそうした貴重な努力の一端が報告され、解決への方策を探る真剣な議論が交わされました。

本シンポジウムを後援して頂き、参加いただいた環境省、名執野生生物課長、河瀬敦賀市長、他のみなさまとともに、中池見湿地、日本やアジア、世界の湿地にとって、何より地球と次世代にとって、大いなる希望を見出せる機会になることを願っています。

1) 日本湿地ネットワーク 〒191-0052 東京都日野市東豊田3-18-1-105 柏木実方

## 2. シンポジウムの概況報告

平成16年10月16日および17日の2日間にわたり福岡県敦賀市で日本湿地ネットワークは「2004国際湿地シンポジウムin敦賀」を開催した。敦賀市中池見湿地の保存活動を展開しているNPO法人ウエットランド中池見と中池見湿地トラスト「ゲンゴロウの里基金委員会」が運営を主管した。

「中池見湿地」の開発計画が中止となり、事業者である大阪ガス㈱が買収した土地と造成した施設の全てを敦賀市に寄付するとの表明を受けての敦賀市開催であった。

テーマを「ラムサール登録・未来への贈りもの“その役割と展望”」とし、講演やパネルディスカッション、ポスター展示、現地見学会などを催し、北海道から沖縄まで湿地の保護活動に携わっている人々や関係者、地元県民・市民など多彩な顔ぶれ150人が参加した。

## 3. 現地見学会

初日、午前中の中池見見学会は、台風23号の接近から天候が心配されていたが、何と快晴。敦賀駅で全国からの参加者を迎え、貸し切りバスで湿地入口の樫曲より、「うしろ谷」と呼んでいる細長い谷から中池見へ向かった。カヤネズミの球巣を観察し、トラスト1号地前広場では鳥類標識調査中のメンバーから説明を受け、それぞれ希望のコースに分かれて中池見を見学した。ふだんは大阪ガス㈱敷地内のため閉鎖されている保全エリアへは、地元主管団体の要請を受け湿地北側ゲートの開放が実現し、造成エリアに関心のある参加者は自由に見学することが出来た。また、山側の「シボラみち」コースでは、「トトロの木」の愛称で呼ばれるハゼノキの下でシンポジウム講師陣によるレクチャーがあり、中池見湿地の豊かな湿地環境を感じさせた。

## 4. 特別講演と基調報告

シンポジウム会場である敦賀短期大学は敦賀市郊外の高台にある。

JAWANの辻淳夫代表の開会挨拶と河瀬一治敦賀

市長の来賓挨拶の後、開会した。

環境省自然環境局野生生物課長名執芳博氏が「CoP 9に向けた環境省の取り組みと課題」と題して特別講演を行い、来年のウガンダ第9回締約国会議に向けての登録地倍増の選定作業および選定のために内規的に運用されている三点セッター条約基準、国の指定、地元の了解—に基づいてのフロー図と具体的な手順を講演した。

続いて海外からのゲストであるリチャード・リンゼイ・イーストロンドン大学(英国)教授が「中池見湿地—展望、価値、選択とラムサール」の演題で、世界における泥炭地の現状や価値、保護の必要性などについて講演、その中での中池見が泥炭湿地として世界的に貴重な特別なサイトであることを強調された。特に印象的な言葉は「見えないこと(盲目性)」ということであった。「先進世界には、こと泥炭地となると文化的に根強い盲目性がある」と指摘し、国際泥炭地保全グループ(IMCG)代表として20年も世界中を飛び回り調査されてきただけに説得力のある内容であった。

三番目にラムサール条約事務局勤務を経験した釧路公立大学の小林聡史教授は、ラムサール条約に登録される意義について、「ラムサール条約入門—湿地の価値を見直し、賢明な利用に取り組んでみよう」とわかりやすく解説した。地域にある登録該当地を家庭の中でのおばあちゃんに例えて説明。「国際的に重要なおばあちゃん条約」があったとします。常々、普通に生活し、家族も特別に世話をしていない「おばあちゃん」がある日突然、「あなたのおばあちゃんが国際的に重要なおばあちゃんに指定されました」と通知を受けたら…何が変わると思いますか、と笑いと和やかな雰囲気の中でその意義を説明した。

最後に藤前干潟を守る会辻淳夫理事長がラムサール登録地からの報告として「藤前干潟から伊勢湾へ」と登録までの経緯と現状・課題を報告。そして、伊勢湾・三河湾全体の保全の必要性を強調し、ラムサール条約登録を目指すと表明して、第1日目が終了した。

## 5. 日本各地の湿地からの報告

2日目は、伊藤よしのさんの学習会「ラムサール条約と私たちの東京湾」の活動報告からスタート。有明海諫早干潟、沖縄泡瀬干潟、東京湾三番瀬からの重点報告があり、その後、各地を結ぶリレートークとして博多湾会議（福岡）、泡瀬干潟を守る連絡会（沖縄）、ウェットランドフォーラム（福岡）、とくしま自然観察の会（徳島）、紺屋田・印所の森を守る会（愛知）の5団体がそれぞれ現地の状況を報告した。

## 6. パネルディスカッション

午後のパネルディスカッションでは、環境省名執課長が中池見湿地の生物多様性に触れて、条件が整えばラムサール登録可能との認識を示し、会場から大きな拍手が湧いた。

## 7. 中池見宣言の採択

その後、参加者一同の名で「中池見宣言」を採択して2日間にわたるシンポジウムを終了した。

## 8. 表敬訪問

翌日（10/17）には、リンゼイ氏と辻代表ら関係者5人が敦賀市を表敬訪問し、その後、続いて福井県庁を表敬訪問した。リンゼイ氏が、中池見湿地は10万年という驚異的な層厚を持つ貴重な泥炭地であり、生物の多様性を併せ持つ世界的にも稀な場所と説明を述べたところ、敦賀市長と福井県副知事は中池見湿地の重要性を認識され保護対策への前向きな姿勢を表明した。

## 9. シンポジウムの成果と今後の展望

このシンポジウムはラムサール条約を啓発のツールとして活用して開催し、一般市民や行政など多様な地域関係者の参加があり、長期的保全へ向けて地元合意の機運を醸成し、関心を盛り上げました。テレビや複数の地元新聞の報道により中池見湿地の存在と価値をアピールすることができました。また行政サイドの要となる敦賀市からは河瀬市長の出席及び環境省からは後援と特別講演をいただき、中池見湿地に関する理解は深まりました。中池見湿地のラ

ムサール条約登録への展望を開く一歩となる有意義な国際湿地シンポジウムとなったものと考えます。

## 10. 中池見宣言

湿地は、賢明に利用され、未来の子どもたちに受け継いでゆくべき、地球の財産です。日本にも、ここ敦賀の中池見湿地をはじめとして、たくさんの素晴らしい湿地があります。

私たち人間一人一人が、かけがえのない個性を持っているように、湿地も一カ所一カ所それぞれが貴重です。21世紀となった今、湿地は、たとえわずかな面積であっても、私たちの無知によってそこなわれてはなりません。

しかし今、佐賀地方裁判所の道理ある仮処分決定に抗して、農林水産省は諫早湾干拓事業の工事を再開しようとしています。有明海八代海の環境異変は深刻で、漁業不振から地域経済に与えているダメージもはかりしれません。一日も早く中長期の開門調査を実施し、環境異変の真相が解明されることを、私たちは望んでいます。

沖縄の中城湾・泡瀬干潟では、大型の開発計画を再考すべきです。埋め立て予定地の土地利用は見通しが立っておらず、貴重なうみくさの移植は難航しています。代替うみくさ場の創造などは、環境保全策とはいえません。すみやかに、埋立事業そのものを、道理にもとづいて抜本的に再考すべきでしょう。

また、全国各地でさかんに立案・実施されている自然再生事業は、それぞれの事業が、湿地の賢明な利用になっているのか、生物多様性をそこなっていないのか、真摯に検証されるべきです。

博多湾の和白干潟・人工島疑似湿地・今津干潟、東京湾の三番瀬・盤州干潟などは、まず、内湾全体の環境保全を考え、それにもとづいて、個別湿地の保全計画を策定すべきでしょう。東アジア・オーストラリア地域シギ・チドリ類重要生息地ネットワークに登録されている、四国の吉野川河口干潟では、環状大橋の建設など、生態系を断ち切るような開発計画が実施・計画されています。そのような、湿地の賢明な利用に反する生態系の「分断」は許されるべきではありません。

ラムサール条約登録湿地となった藤前干潟は「にがしお」と呼ばれる貧酸素水塊の問題などを抱えています。あらためて、伊勢湾三河湾全体から環境改善をはかっていかなければなりません。流域や海域全体の環境をどうするのか、伊勢湾三河湾でも問われています。大阪湾・瀬戸内海についても、流入河川の流域全体や、広域の環境保全を考えなければならない時がきています。

湿地には泥炭地のように、私たちにその価値が見えにくく、したがって無知によってそこなわれやすいものもあります。しかし、ここ敦賀の中池見では、10万年の歴史を持つ泥炭地が湿地として後世に受け継がれてゆくことになりました。大阪ガスと敦賀市長の賢明な英断を高く評価し、中池見湿地が一刻も早くラムサール条約登録されることを、私たちは望んでいます。

英国のラムサール条約登録湿地は150カ所にもなっていますが、日本はまだ13カ所にとどまっています。登録湿地面積の合計も、日本は英国の10分の1ほどに過ぎません。現在、環境省は22カ所以上の湿地登録を目指しており、私たち市民も登録湿地を増やすことに賛成です。登録湿地を増やすためには、選定の基準に、気候配慮や生物地理学からの観点、流域や広域の環境から個別の湿地を考える視点の導入が不可欠ではないでしょうか。私たちは、中池見をはじめ、日本の数多くの湿地がラムサール条約に登録され、賢明な利用の精神のもとに、次世代に受け継がれてゆくことを願ってやみません。

以上を、2004国際湿地シンポジウムin敦賀の参加者一同は宣言します。

2004年10月17日

2004国際湿地シンポジウムin敦賀 参加者一同



写真1 中池見湿地の風景



写真2 現地観察会  
中池見江尻を観察する参加者



写真3 現地観察会  
写真を撮るR・リンゼイ氏



写真4 現地観察会  
愛称トトロの木の木の下で野外授業

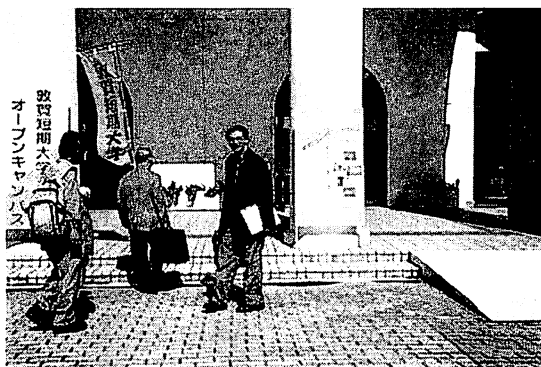


写真5 シンポジウム会場の入り口で

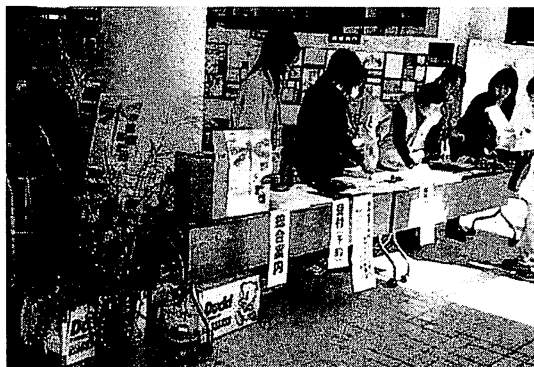


写真6 シンポジウムの受付



写真7 R・リンゼイ氏の特別講演  
テーマは「展望、価値、選択とラムサール」



写真8 辻淳夫代表の報告  
テーマは「藤前干潟から伊勢湾へ」



写真9 パネルディスカッション  
テーマは「ラムサール登録・未来への贈りもの」  
ーその役割と展望ー

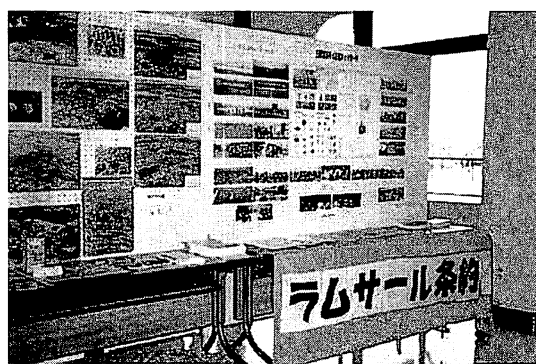


写真10 ポスター展示  
ラムサール条約の登録湿地を目指して



写真11 敦賀市を表敬訪問  
河瀬市長(右)とR・リンゼイ氏(左)

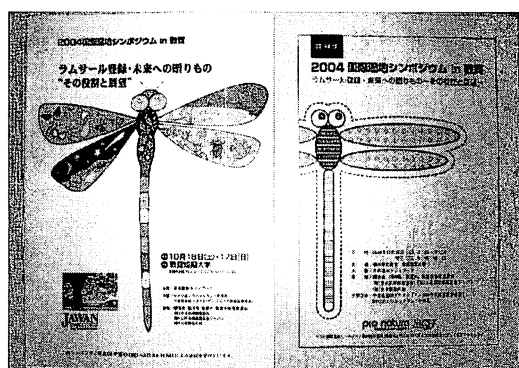


写真12 資料集  
中池見湿地を飛ぶトンボをデザイン

# 沖縄のジュゴン保護のために確保すべき生息環境についての ヒアリング及び文献調査 ー歴史文化的側面のほりおこし、他の個体群・飼育個体との比較からー

北限のジュゴンを見守る会  
鈴木 雅子

A historical, cultural, comparative study on the appropriate habitat of endangered dugong in  
Okinawa by interviews and literature documentation

Association to Protect Northernmost Dugong  
Masako Suzuki

## 1. 調査の目的

戦後、沖縄の人々の暮らしは米軍の統治と本土復帰後の駐留、相次ぐ開発により大きく変化し、同時にその自然環境はダメージを受けてきた。沿岸生態系についても例外ではなく、かつて奄美から琉球諸島沿岸に多数生息していたとされる海棲哺乳類ジュゴンは、乱獲や環境の変化により著しく減少した。ジュゴン保護の必要性は早くから認識されており、1955年に琉球政府、1972年に日本政府が天然記念物に指定し、1993年に採捕が原則禁止されている。しかし、具体的な保護施策はなされておらず、現在、航空機調査等により年に数頭の目撃が報告されるのみで、沖縄のジュゴンは地域個体群として絶滅の危機に瀕している。

人間活動がもたらす環境悪化により、かつてない勢いで多くの生物が絶滅していく現在、これ以上の絶滅を食い止め、生物多様性を維持するための対策を講じなくてはならない。

この調査の目的は、希少種が生きられる環境条件が維持すべき環境の指標であるという認識に立ち、ジュゴンを1つの事例として、過去の文献資料・聞き取り調査から、かつて沖縄の人間がどのように自然やジュゴンと共存してきたか、あるいは生息環境

を破壊してきたか、ジュゴン個体群が栄えていた頃から絶滅寸前に至るまでの生息環境の変化の過程を振り返るとともに、海外の他地域の安定している個体群、危機に瀕している個体群の生息環境に関する文献調査、鳥羽水族館での飼育記録等に基づき、今後のジュゴン保護・回復の方策、また取り戻すべき沖縄の沿岸自然環境像を明らかにし、有効な自然保護活動推進のための方向性を見出すことである。

## 2. 調査の概要

### (1) 現地聞き取り調査および文献収集

沖縄本島および八重山の各島に赴き、現地でのジュゴンと人間の関わりについて歴史的文化的側面から聞き取り調査および文献調査を行った。

### (2) 沖縄におけるジュゴンの歴史と文化的位置づけ

文献調査および聞き取り調査結果を、沖縄におけるジュゴンと人々の関わりを年表形式で歴史を追って整理し、民話や言い伝えとして残されているジュゴンの文化的位置づけを明らかにした。

### (3) 沖縄のジュゴンの個体数減少の要因についての考察

調査結果に基づき、沖縄のジュゴンが絶滅の危機に立たされるにいたった経緯を考察した。



#### (4) 海外文献調査

日本以外でもジュゴンが生存を脅かされている地域は多い。世界のジュゴンの現状、および人間との関わりあいの中でジュゴンが立たされている危機の状況を調査した。

#### (5) ジュゴン飼育記録調査

鳥羽水族館におけるジュゴンの飼育状況と飼育から得られている知見を調査した。

#### (6) 今後のジュゴン保護方策についての提言

以上を踏まえ、沖縄のジュゴンを保護し絶滅から救うための方策について提言した。

### 3. 結論

沖縄のジュゴンの伝説や伝承を追って、沖縄の人々にとってジュゴンがいかに身近な存在であったかが推察された。かつては神の使いとして畏れ、敬われたジュゴンが、その神力ゆえに琉球王府による捕獲が制度化され、それに付随してジュゴンの捕獲が期待され、やがて20世紀初頭には漁業が発達することにより乱獲を招いた。伝承には神に豊漁を祈

願する唄や、ジュゴン漁を大らかに唄ったものもある一方、実際に起きた津波にまつわるジュゴン捕獲をタブーとしている伝説も多く存在する。かつては沖縄の各地で見られたジュゴンが絶滅寸前にまで追いやられ、最期の唄を残そうとしている今、私たちは貴重な生物多様性が失われようとしていることとともに、沖縄の水産業の衰退に着目すべきではないだろうか？

ジュゴンの生息する海洋生態系の豊かさは、そのまま漁場の豊かさであり、ジュゴンの餌となる海草藻場の豊かさでもある。現在はジュゴンの食文化も消滅し、乱獲も過去のできごととなった。私たちはわずかに生き残った神の使いの国際保護動物の生存を保証できない仕組みと自然環境の悪化を今一度検証し、「北限のジュゴン」の生息環境を取り戻すことによって、人間が自然に寄り添い生きていた豊かな時代を未来に希求したい。その時、沖縄の漁場も回復し、平和な沖縄にジュゴンは真に神の使いとしての使命を果たすことができるかもしれない。

## 矢倉干潟保全活動

### ―地図にない矢倉干潟 ゼロからのスタート―

西淀自然文化協会

山田 忍・有川 佳代子・板井 幹子・内原 庸子・亀川 亀  
菊池 重義・倉 満壽亀・鈴木 和子・林 つや子・深江 貴美子  
本荘 輝子・松浦 義照・村瀬 りい子

A conservation activity (movement) of the YAGURA tideland

Nishiyodo Nature Culture Association

Sinobu Yamada, Kayoko Arikawa, Mikiko Itai, Youko Uchihara, Hisashi Kamekawa,  
Shigeyosi Kikuti, Masuki Kura, Kazuko Suzuki, Tuyako Hayashi, Kimiko Fukae,  
Teruko Honjyou, Yoshiteru Matuura and Riiko Murase

#### 1. 目的

- (1) 1995年阪神大震災で淀川の河口一帯は、所により2~3m地盤沈下。突然一夜にして干潟が出現。
- (2) 矢倉海岸は大阪市終末下水処理施設建設予定地(2020年)となり、周辺の淀川河口部一帯は復旧作業が進む中、神崎川左岸河口部(ここが後に河口干潟へと変化)のみ手付かずの状態。
- (3) 尼崎・西宮市の下水処理場が隣接。日頃より大阪湾での青潮・赤潮に心を痛める(貝殻の打ち上げ・稚魚が死ぬ・ヘドロ等)。
- (4) 相模湾での干潟消失問題。
- (5) かつての西淀川大気汚染公害地域。  
…だからこそ市民参加の環境調査等を通して街づくり再生事業に参加出来る様にと指導者養成講座を実施し、その修了生が1998年に協会を設立。
- (6) アクセス悪く訪れる人のいない矢倉海岸を、当初から研鑽の場として利用し、底生生物・植物・昆虫・野鳥等を記録。

#### 2. 方法

- (1) 矢倉海岸一帯での下記情報の収集(期間2004年10月1日~2005年9月30日)。
- (2) 大阪市立自然史博物館(山西館長様)を始め、日本野鳥の会・大阪子どもの水辺ネットワーク・大阪湾見守りネット等の諸先生方にご助言を頂きながら実施。
- (3) 調査項目
  - 1) 矢倉調査
    - ①底生生物……………4回実施(春夏秋冬)
    - ②植物(草本)……………〃
    - ③その他昆虫等……………〃
  - 2) 大野川・矢倉海岸一帯での野鳥調査  
……………12回実施(毎月……第三土曜日)
  - 3) 神崎川水質検査  
……………12回実施(毎月……第二週)

### 3. 結果

表 1 調査結果概要

| 調査項目  | 内 訳         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ①底生生物 | カイ … 8 種    | イカ <sup>イ</sup> ・イタ <sup>マシ</sup> ・イシマキガ <sup>イ</sup> ・ウネナシトマヤカ <sup>イ</sup> ・コウロエンカワヒバリカ <sup>イ</sup> ・マカ <sup>キ</sup> ・ヤマトシジミ <sup>ミ</sup> ・マルウス <sup>ラ</sup> ・タマキビ <sup>カ</sup> ・イ <sup>カ</sup> ・カワザンショウカ <sup>イ</sup>                                                                                                                                |
|       | フジツボ … 4 種  | ドロフジツボ <sup>ホ</sup> ・タテジマフジツボ <sup>ホ</sup> ・ヨーロツハ <sup>フ</sup> ・フジツボ <sup>ホ</sup> ・アメリカフジツボ <sup>ホ</sup>                                                                                                                                                                                                                                                 |
|       | エビ … 4 種    | イソシ <sup>エ</sup> ・エビ <sup>テ</sup> ・テッホ <sup>ウ</sup> ・エビ <sup>テ</sup> ・テナガ <sup>エ</sup> ・ヨコエビ <sup>テ</sup> 類                                                                                                                                                                                                                                              |
|       | ヤドカリ類 … 2 種 | ホンヤドカリ <sup>エ</sup> ・エビ <sup>ナ</sup> ・ホンヤドカリ                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|       | カニ類 … 15 種  | アカテガ <sup>ニ</sup> ・アシハラ <sup>ニ</sup> ・イシガ <sup>ニ</sup> ・イソガ <sup>ニ</sup> ・カクベンケイガ <sup>ニ</sup> ・カサ <sup>ミ</sup> ・クロベンケイガ <sup>ニ</sup> ・ケフサイガ <sup>ニ</sup> ・タイワンガ <sup>サ</sup> ・ミ <sup>チ</sup> ・チュウカイミ <sup>ト</sup> ・リガ <sup>ニ</sup> ・ハクセンシオマネキ <sup>ニ</sup> ・ハマガ <sup>ニ</sup> ・ヒライソガ <sup>ニ</sup> ・モクス <sup>ガ</sup> ・ニ <sup>ニ</sup> ・ヤマトオサガ <sup>ニ</sup> |
|       | 魚 … 13 種    | アユ <sup>ニ</sup> ・イシガ <sup>レイ</sup> ・ウナギ <sup>ニ</sup> ・カクチイワシ <sup>ニ</sup> ・コシロ <sup>サ</sup> ・サヨリ <sup>サ</sup> ・サツキマス <sup>ス</sup> ・スズ <sup>キ</sup> ・チヌ <sup>チ</sup> ・チブ <sup>ホ</sup> ・ボラ <sup>ミ</sup> ・ミズ <sup>ハ</sup> ・メダ <sup>カ</sup>                                                                                                                  |
|       | その他 … 7 種   | フナムシ <sup>コ</sup> ・カイ類 <sup>ニ</sup> ・タテジマイソギンチャク <sup>ミ</sup> ・ミス <sup>ク</sup> ・クラゲ <sup>ア</sup> ・アカクラゲ <sup>フ</sup> ・フレイトゲ <sup>ア</sup> ・メフシ <sup>カ</sup> ・ミクラゲ <sup>フ</sup>                                                                                                                                                                            |
| ②植 物  | 草本 … 142 種  | i) 外来種 … 71 種類。50% ii) 双子葉植物 … 95 種・単子葉植物 … 47 種                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ③昆虫類他 | … 87 種以上確認  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ④野 鳥  | … 80 種      | i) 調査日のみ ii) 調査日以外の記録を含めると約 100 種                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ⑤水質検査 | COD 平均 6.4  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

\* 詳細は表2～表8参照。ホームページでも公開。http://www.yagura-nsbk.jp

### 4. 考察

(1) コンクリート護岸の消失(沈下)により水辺および周辺が大きく変化。

1) 本来の河口干潟に戻った！

1996年地盤沈下直後の調査では、カニ2種(ケフサイソガニ・イソガニ)→現在15種確認。

「ハクセンシオマネキ」は、大阪湾の自然海岸・河口干潟の消失で生息地が極限られ、環境再生の大切な指標生物である。

2) 後背地の土手よりの湧水が干潟の価値を高めていた！

鋼矢板30m打ち込み部分と異なり、後背地よりの湧水が常に干潟を湿らせ「カワザンショウガイ」などの生息を可能にしていた(塩分濃度15%)。

3) 長さ約300m程の干潟を底生生物(例:カニ)は各々棲み分けをして多様性に富んでいることが判明。

4) 干潟という浅瀬に戻ったことにより、稚魚や

ハゼの仲間等が多数確認され始めた！

それを食物連鎖とする野鳥も年々増え続け、今では

A. 春・秋にはシギ・チドリ等の渡り鳥の中継地点となり、

B. ガン・カモ類の冬鳥の越冬地となっている。

5) 鳥により運ばれる実生効果が大きく寄与し、ピラカンサ・トウネズミモチ等は大群落となり、ツグミの集結地ともなっている。

6) 浜(土手)が存在すると、海浜性植物が群生し始めた(ハマゴウ・ハマオモト・ハマダイコン・アキグミ等)。

7) 渡りをするチョウ「アサギマダラ」の通過地(食草はないが、センダングサやアレチハナガサ等を吸蜜)ともなり、矢倉海岸一帯での生態系ピラミッドの底辺が急速に広がり始めていた。

(2) コンクリートの護岸が沈み…矢倉海岸が本来の水辺の姿を取り戻した！

月日の浅い矢倉干潟は、度重なる高潮に弱く、

堆積土砂や底生生物がすぐ運び去られるが、

- 1) 水辺がつながり自然海岸や河口干潟等の自然が残る成ケ島・男里川等とつながっている。
- 2) 干潟が存在する(コンクリート護岸ではダメ!)ため、時間と共に生き物(例:ハクセンシオマネキなど)が再び戻り始め、自然の再生力が期待できる事が調査より判明。
- (3) 水辺がつながり大阪の人々の関心を水辺へと近づけ始めていた!  
淀川河口域(特に花川干潟付近)にシジミが復活!一時は姿を消していた30年ぶりのシジミ(魳甲シジミ)の再生は、毎日500キロの水揚量。
- (4) 特に汽水域が十数キロと続き、河口干潟の出現による相乗効果は大きく、矢倉干潟の出現は、矢倉海岸をとりまく神崎川・淀川流域および大阪湾岸域の自然再生の目安となった。

## 5. 課題

- (1) 巨額を投じて造られた矢倉海岸一帯のタイドプールや、野鳥観察小屋の機能の回復。
- (2) 矢倉海岸の開発に歯止めをかけ、2000年の整備前に確認されていた自然回復をめざす。
  - 1) 長年確認されていたコミミズク(2羽)が整備後姿を消す。

- 2) 緑地部分がグラウンドに整備され、凹凸の水溜りに棲むコオイムシなどの水生昆虫が消えた。
- 3) 湿地のミコシガヤの群落の消失など。

干潟の自然環境はよくなる反面、緑地部分はグラウンド整備の拡大等でむしろ劣悪。また、トンボを沢山見かけるが、雨水の水溜りが消え、ここでの産卵に繋がらない。

2020年までにはまだ期間もあるので、暫定的に雨水だまりを造る・整備地を拡幅せずに放置する等の自然再生に努める。

- (3) 大都市の真ん中に在りながら、人々の関心がとても薄い(PR不足)。…梅田より約一時間余。
- (4) 都市計画(大阪市終末下水処理施設計画)に変動なし。
- (5) 大雨により、上流の帰化植物(カナムグラ・オオブタクサ・アレチウリ・ナガエツルノゲイトウ等)もどんどん入り始めた。
- (6) 干潟部分は市有地につき立ち入り禁止区域。
- (7) 矢倉干潟は今、漂着ゴミの打ち上げ場所となり、新たな課題を抱えた。
- (8) 上記ゴミ・水質・砂の堆積等は、流域全体の問題として捉え、官・学・市民一体となった取り組みの必要性あり。



写真1 地図にない矢倉干潟(1995.1.17出現)



写真2 矢倉干潟一斉調査 (1995.9.17)

表2 矢倉海岸底生生物目録 (1994.4～2005.9)

| 門      | 科       | 種 類                                                                                  |
|--------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 腔腸動物   | イソギンチャク | タテジマイソギンチャク                                                                          |
|        | クラゲ     | ミズクラゲ・カミクラゲ・アカクラゲ                                                                    |
| 環形動物   | ゴカイ     | イソゴカイ・ミズヒキゴカイ                                                                        |
| 節足動物   | フジツボ    | タテジマフジツボ・ヨーロッパフジツボ・ドロフジツボ・アメリカフジツボ                                                   |
|        | フクロエビ   | フナムシ・イソヨコエビ                                                                          |
|        | ヤドカリ    | ユビナガホンヤドカリ・ホンヤドカリ                                                                    |
|        | ホンエビ    | イソスジエビ・テナガエビ・テッポウエビ                                                                  |
|        | カニ      | アカテガニ・アシハラガニ・ガザミ・イシガニ・イソガニ・ケフサイソガニ・ヒライソガニ・ハクセンシマネキ・チチュウカイミドリガニ・ベンケイガニ・モクズガニ・カクベンケイガニ |
| 軟体動物   | 巻貝      | イボニシガイ・イシマキガイ・マルウズラタマキビガイ・カワザンショウガイ                                                  |
|        | 二枚貝     | マガキ・コウロウエンカワヒバリガイ・ウネナシトマヤガイ・ヤマトシジミ・マルタニシ・イガイダマシ                                      |
| セキツイ動物 | 魚類      | ボラ・イシガレイ・マハゼ・コノシロ・ウナギ・サツキマス・スズキ・チヌ・サヨリ・アユ・ミミズハゼ・チチブ                                  |

表3 矢倉海岸植物調査目録(草本) 双子葉植物

| 科名     |    | 種名         | 外来種☆ | 2005年3月まで | 2005年4月 | 2005年7月 | 2005年9月 |
|--------|----|------------|------|-----------|---------|---------|---------|
| アカザ    | 1  | ケアリタソウ     | ☆    |           |         | ○       | 花       |
|        | 2  | シロザ        |      |           | ○       | ○       | 花       |
|        | 3  | ホコガタアカザ    | ☆    | ○         |         | ○       | 花       |
| アカネ    | 1  | オオフタバムグラ   | ☆    |           |         |         | 実       |
|        | 2  | ヘクソカズラ     |      | ○         | ○       | 花       | 実       |
|        | 3  | ヤエムグラ      |      | ○         | 花       |         |         |
| アカバナ   | 1  | アレチマツヨイグサ  | ☆    | ○         |         |         |         |
|        | 2  | コマツヨイグサ    | ☆    | ○         | 花       | 花       | 花、実     |
|        | 3  | メマツヨイグサ    | ☆    |           |         | ○       | 花、実     |
| アブラナ   | 1  | イヌガラシ      |      | ○         |         |         |         |
|        | 2  | セイヨウカラシナ   | ☆    | ○         |         |         |         |
|        | 3  | ナズナ        |      | ○         |         |         |         |
|        | 4  | ハコベ        |      | ○         |         |         |         |
|        | 5  | ハマダイコン     |      |           | 花       |         |         |
|        | 6  | マメグンバイナズナ  | ☆    | ○         | 花、実     | 花、実     |         |
| ウリ     | 1  | アレチウリ      | ☆    |           |         | ○       |         |
|        | 2  | ゴキツル       |      |           |         | ○       |         |
| オオバコ   | 1  | ツボミオオバコ    | ☆    |           | 花       |         |         |
|        | 2  | ヘラオオバコ     | ☆    |           | 花       | ○       | ○       |
| カタバミ   | 1  | オッタチカタバミ   | ☆    |           | 花       | 花       | 花、実     |
|        | 2  | カタバミ       |      | ○         |         | ○       | 花       |
| キク     | 1  | アカミタンポポ    | ☆    | ○         |         |         |         |
|        | 2  | アキノノゲシ     |      | ○         |         |         | 花       |
|        | 3  | アメリカセンダングサ | ☆    | ○         |         | ○       | 花       |
|        | 4  | アレチノギク     | ☆    | ○         |         |         |         |
|        | 5  | ウラジロチチコグサ  | ☆    |           | ○       | ○       |         |
|        | 6  | オオアレチノギク   | ☆    |           | ○       | 花       | 花、実     |
|        | 7  | オオオナモミ     | ☆    | ○         |         | ○       | 実       |
|        | 8  | オオジシバリ     |      |           | 花       |         |         |
|        | 9  | オオブタクサ     | ☆    |           |         | ○       | 花、実     |
|        | 10 | オニノゲシ      | ☆    |           | 花       | ○       |         |
|        | 11 | カワラヨモギ     |      |           | ○       | ○       | ○       |
|        | 12 | クソニンジン     | ☆    | ○         | ○       | ○       | 花       |
|        | 13 | コセンダングサ    | ☆    | ○         | ○       |         | 花       |
|        | 14 | シロバナセンダングサ | ☆    | ○         | ○       | ○       | ○       |
|        | 15 | セイトカアワダチソウ | ☆    | ○         | ○       | ○       | ○       |
|        | 16 | セイヨウタンポポ   | ☆    | ○         | 花       | ○       | 花       |
|        | 17 | タカサブロウ     |      |           |         | 花       | 花、実     |
|        | 18 | チチコグサモドキ   | ☆    |           |         | 花       |         |
|        | 19 | ツワブキ       |      | ○         |         |         |         |
|        | 20 | トゲヂシャ      | ☆    |           |         | 花       |         |
|        | 21 | ナルトサワギク    | ☆    |           |         |         | 花       |
|        | 22 | ノゲシ        |      | ○         | 花       | ○       | 花、実     |
|        | 23 | ノボロギク      | ☆    | ○         | 花、実     |         |         |
|        | 24 | ハルジオン      | ☆    | ○         |         |         |         |
|        | 25 | ヒメジョオン     | ☆    |           | ○       | 花       | 花       |
|        | 26 | ヒメムカシヨモギ   | ☆    | ○         |         | ○       | 花、実     |
|        | 27 | ブタクサ       | ☆    | ○         |         | ○       | 花、実     |
|        | 28 | ホウキギク      | ☆    |           |         | ○       | 花、実     |
|        | 29 | マメカミツレ     | ☆    | ○         |         |         |         |
|        | 30 | ヨモギ        |      | ○         | ○       | ○       | 花       |
| キキョウ   | 1  | キキョウソウ     | ☆    | ○         |         |         |         |
| キツネノマゴ | 1  | キツネノマゴ     |      | ○         |         |         |         |
| キンボウゲ  | 1  | センニンソウ     |      |           |         |         | 花       |
|        | 2  | タガラシ       |      |           | ○       |         |         |
| クマツヅラ  | 1  | アレチハナガサ    | ☆    |           | 花       | 花       | 花、実     |
| クワ     | 1  | カナムグラ      |      |           | ○       | ○       | ○       |

|          |    |            |   |   |     |     |     |
|----------|----|------------|---|---|-----|-----|-----|
| ケシ       | 1  | ナガミヒナゲシ    | ☆ | ○ | ○   |     |     |
| ゴマノハグサ   | 1  | オオイヌノフグリ   | ☆ | ○ | 花   |     |     |
|          | 2  | タチイヌノフグリ   | ☆ | ○ | 花   |     |     |
|          | 3  | トキワハゼ      |   | ○ |     |     |     |
|          | 4  | ビロードモウズイカ  | ☆ | ○ |     | 花   | 花、実 |
|          | 5  | マツバウンラン    | ☆ | ○ | 花   | ○   |     |
| ザクロソウ    | 1  | ツルナ        |   |   |     | 花   | 花、実 |
| サボテン     | 1  | ウチワサボテン    |   | ○ | ○   | ○   | ○   |
| シソ       | 1  | ヒメオドリコソウ   | ☆ | ○ |     |     |     |
|          | 2  | ホトケノザ      |   | ○ | ○   |     |     |
| スベリヒユ    | 1  | スベリヒユ      |   | ○ |     |     |     |
| タデ       | 1  | アレチギシギシ    | ☆ |   |     | 花   |     |
|          | 2  | イシミカワ      |   |   | ○   | 花   | 花、実 |
|          | 3  | イタドリ       |   |   | ○   | ○   | 花   |
|          | 4  | イヌタデ       |   | ○ |     |     |     |
|          | 5  | エゾノギシギシ    | ☆ | ○ |     |     |     |
|          | 6  | オオイヌタデ     |   | ○ | ○   | ○   | 花   |
|          | 7  | ギシギシ       |   |   | ○   | 花   | ○   |
|          | 8  | スイバ        |   | ○ | ○   |     |     |
|          | 9  | ミチヤナギ      |   | ○ |     | ○   | 花   |
|          | 10 | ヤナギタデ      |   |   |     | ○   |     |
| トウダイグサ   | 1  | エノキグサ      |   |   |     | ○   | 花、実 |
|          | 2  | オオニシキソウ    | ☆ |   |     | ○   | 花   |
|          | 3  | コニシキソウ     | ☆ | ○ |     | 花   | 花   |
| ドクダミ     | 1  | ドクダミ       |   | ○ |     |     |     |
| ナス       | 1  | イヌホオズキ     |   | ○ |     | ○   | 花、実 |
|          | 2  | ヒヨドリジョウゴ   |   |   |     | ○   |     |
| ナデシコ     | 1  | オランダミミナグサ  | ☆ | ○ | 花   |     |     |
|          | 2  | ツメクサ       |   | ○ | 花   |     |     |
|          | 3  | ノミノツヅリ     |   |   | 花   |     |     |
| バラ<br>ヒユ | 1  | オキジムシロ     | ☆ |   | 花   | ○   | ○   |
| ヒユ       | 1  | ナガエツルノゲイトウ | ☆ |   |     | 花   | ○   |
|          | 2  | ヒナタイノコズチ   |   | ○ | ○   |     |     |
|          | 3  | ホソアオゲイトウ   | ☆ | ○ |     |     |     |
| ヒルガオ     | 1  | アメリカネナシカズラ | ☆ |   |     | ○   | 花   |
|          | 2  | ハマヒルガオ     |   | ○ | ○   | ○   | ○   |
|          | 3  | マメアサガオ     | ☆ |   |     | ○   | 花   |
| フウロソウ    | 1  | アメリカフウロ    | ☆ | ○ | ○   |     |     |
| ブドウ      | 1  | ヤブガラシ      |   |   | ○   |     | ○   |
| マメ       | 1  | アカツメクサ     | ☆ | ○ |     |     |     |
|          | 2  | アレチヌスビトハギ  | ☆ | ○ | ○   | ○   | 花、実 |
|          | 3  | ウマゴヤシ      | ☆ | ○ |     |     |     |
|          | 4  | カスマグサ      |   |   | 花、実 |     |     |
|          | 5  | カラスノエンドウ   |   | ○ | 花、実 |     |     |
|          | 6  | クサネム       |   |   |     |     | 花、実 |
|          | 7  | クズ         |   |   | ○   | ○   | ○   |
|          | 8  | コウマゴヤシ     | ☆ |   | 花、実 |     |     |
|          | 9  | コメツブウマゴヤシ  | ☆ |   | 花、実 | 花、実 |     |
|          | 10 | コメツブツメクサ   | ☆ |   | 花、実 |     |     |
|          | 11 | シロツメクサ     | ☆ | ○ | ○   | 花   | ○   |
|          | 12 | シロバナシナガワハギ | ☆ |   |     | 花   |     |
|          | 13 | スズメノエンドウ   |   | ○ | 花、実 |     |     |
|          | 14 | ハマエンドウ     |   | ○ | 花、実 |     |     |
|          | 15 | ネコハギ       |   |   |     | ○   | 花   |
|          | 16 | メドハギ       |   |   | ○   | 花   | 花   |
|          | 17 | ヤハズソウ      |   |   |     | ○   | 花   |
| ムラサキ     | 1  | キュウリグサ     |   |   | 花、実 |     |     |
| ヤマゴボウ    | 1  | ヨウシュヤマゴボウ  | ☆ | ○ |     | ○   | ○   |
| リンドウ     | 1  | ハナハマセンブリ   | ☆ |   | ○   | 花   |     |

表4 矢倉海岸植物調査目録（草本） 単子葉植物

| 科 名    |    | 種 名         | 外来種☆ | 2005年3月まで | 2005年4月 | 2005年7月 | 2005年9月 |
|--------|----|-------------|------|-----------|---------|---------|---------|
| アヤメ    | 1  | ニワゼキショウ     | ☆    | ○         | 花       |         |         |
| イネ     | 1  | アキノエノコログサ   |      | ○         |         |         | 花       |
|        | 2  | アキメヒシバ      |      |           |         |         | 花       |
|        | 3  | イチゴツナギ      |      | ○         |         |         |         |
|        | 4  | イヌビエ        |      | ○         |         |         |         |
|        | 5  | イヌムギ        | ☆    | ○         | 花       |         |         |
|        | 6  | エノコログサ      |      | ○         |         | 花       | 花       |
|        | 7  | オオクサキビ      | ☆    |           |         |         | 花       |
|        | 8  | オオスズメノカタビラ？ | ☆    |           | 花       |         |         |
|        | 9  | オギ          |      |           |         |         | 花       |
|        | 10 | オヒシバ        |      | ○         |         |         | 花       |
|        | 11 | カゼクサ        |      |           |         | 花       |         |
|        | 12 | カモガヤ        | ☆    |           | 花       |         |         |
|        | 13 | カラスムギ       | ☆    |           | 花       | 花       |         |
|        | 14 | キシウスズメノヒエ   | ☆    | ○         |         | 花       | 花       |
|        | 15 | ギョウギシバ      |      |           | ○       |         | 花       |
|        | 16 | キンエノコロ      |      | ○         |         |         | 花       |
|        | 17 | クサヨシ        |      |           |         | 花       | 花       |
|        | 18 | ケイヌビエ       |      |           |         |         | 花       |
|        | 19 | シナダレスズメガヤ   | ☆    |           | ○       | 花       | 花       |
|        | 20 | シバ          |      |           | 花       |         |         |
|        | 21 | シマスズメノヒエ    | ☆    |           |         | 花       | 花       |
|        | 22 | ジュズダマ       | ☆    |           |         | ○       |         |
|        | 23 | ススキ         |      |           | ○       | ○       | 花       |
|        | 24 | スズメノカタビラ    |      | ○         | 花       |         |         |
|        | 25 | セイバンモロコシ    | ☆    | ○         |         | 花       | 花       |
|        | 26 | タチスズメノヒエ    | ☆    |           |         |         | 花       |
|        | 27 | チガヤ         |      |           | ○       | ○       |         |
|        | 28 | ネズミムギ       | ☆    | ○         | 花       |         |         |
|        | 29 | ヒメコバンソウ     | ☆    | ○         | ○       | 花       |         |
|        | 30 | ホソムギ        | ☆    |           |         | 花       |         |
|        | 31 | ムラサキエノコロ    |      |           |         |         | 花       |
|        | 32 | メヒシバ        |      | ○         |         |         | 花       |
|        | 33 | メリケンカルカヤ    | ☆    |           |         |         | ○       |
|        | 34 | ヨシ          |      | ○         | ○       | ○       | 花       |
| カヤツリグサ | 1  | イソヤマテンツキ    |      |           |         | 花       | 花       |
|        | 2  | イヌクグ        |      |           |         | 花       |         |
|        | 3  | ウキヤガラ       |      |           |         | ○       |         |
|        | 4  | コウボウシバ      |      | ○         |         |         |         |
|        | 5  | コウボウムギ      |      |           | ○       | ○       | ○       |
|        | 6  | コゴメガヤツリ     |      | ○         |         |         |         |
|        | 7  | ハマスゲ        |      |           |         | 花       | 花       |
|        | 8  | ヒメクグ        |      |           |         | 花       |         |
|        | 9  | ミコシガヤ       |      | ○         |         | 花       |         |
|        | 10 | メリケンガヤツリ    | ☆    | ○         | ○       | 花       |         |
| ツユクサ   | 1  | ツユクサ        |      |           |         | 花       | 花       |
|        | 2  | マルバツユクサ     |      |           |         |         | 花       |
|        | 3  | ノハカタカラクサ    | ☆    |           |         | ○       |         |
| ヒガンバナ  | 1  | スイセン        | ☆    |           | ○       |         |         |
| ユリ     | 1  | ニラ          |      |           |         |         | 花       |
| ラン     | 1  | ネジバナ        |      |           |         | 花       |         |



表5 矢倉海岸昆虫他調査目録 昆虫

| 目     | 科 名      | 種 名           | 2004年9月まで | 2004年10月～<br>2005年9月 |
|-------|----------|---------------|-----------|----------------------|
| トンボ   | トンボ      | 1 ウスバキトンボ     | ○         | ○                    |
|       |          | 2 オオシオカラトンボ   |           | ○                    |
|       |          | 3 シオカラトンボ     | ○         | ○                    |
|       |          | 4 チョウトンボ      |           | ○                    |
|       | ヤンマ      | 5 ギンヤンマ       | ○         | ○                    |
|       | イトトンボ    | 6 イトトンボ類      | ○         | ○                    |
| ハサミムシ | ハサミムシ    | 1 ハサミムシ       |           | ○                    |
| ゴキブリ  | ゴキブリ     | 1 クロゴキブリ      |           | ○                    |
|       | チャバネゴキブリ | 2 チャバネゴキブリ    |           | ○                    |
| カマキリ  | カマキリ     | 1 オオカマキリ      | ○         | ○                    |
|       |          | 2 カマキリ        |           | ○                    |
|       |          | 3 ハラビロカマキリ    |           | ○                    |
|       |          |               |           |                      |
| バッタ   | コオロギ     | 1 アオマツムシ      |           | ○                    |
|       |          | 2 エンマコオロギ     | ○         | ○                    |
|       |          | 3 カネタタキ       | ○         |                      |
|       |          | 4 カンタン        |           | ○                    |
|       |          | 5 ツツレサセコオロギ   | ○         |                      |
|       |          | 6 オカメコオロギ     | ○         |                      |
|       | キリギリス    | 7 キリギリス       |           | ○                    |
|       |          | 8 クビキリギリス     |           | ○                    |
|       |          | 9 セスジツユムシ     | ○         |                      |
|       |          | 10 ツユムシ       | ○         |                      |
|       |          | 11 ツユムシ sp    |           | ○                    |
|       | バッタ      | 12 イボバッタ      | ○         |                      |
|       |          | 13 オンブバッタ     | ○         | ○                    |
|       |          | 14 ショウリョウバッタ  | ○         | ○                    |
|       |          | 15 トノサマバッタ    |           | ○                    |
| カメムシ  | コオイムシ    | 1 コオイムシ       |           |                      |
|       | サシガメ     | 2 サシガメ類       |           | ○                    |
|       | ホシカメムシ   | 3 シラホシカメムシ    |           | ○                    |
|       | ヘリカメムシ   | 4 ホソヘリカメムシ    |           | ○                    |
|       | キンカメムシ   | 5 オオキンカメムシ    | ○         |                      |
|       | カメムシ     | 6 ウシカメムシ      | ○         |                      |
|       |          | 7 チャバネカメムシ    | ○         |                      |
|       |          | 8 マルカメムシ      |           | ○                    |
|       | ツノカメムシ   | 9 セアカツノカメムシ   | ○         |                      |
| セミ    | セミ       | 1 アブラゼミ       |           | ○                    |
|       |          | 2 クマゼミ        | ○         | ○                    |
|       |          | 3 ツクツクボウシ     |           | ○                    |
|       |          | 4 ヒグラシ        |           | ○                    |
|       | アブラムシ    | 5 アブラムシ類      |           | ○                    |
|       |          | 6 ワタアブラムシ(無翅) |           | ○                    |
| コウチュウ | コガネムシ    | 1 アオカナブン      |           | ○                    |
|       |          | 2 シラホシハナムグリ   |           | ○                    |
|       |          | 3 シロテンハナムグリ   | ○         |                      |
|       |          | 4 ハナムグリ       |           | ○                    |
|       | オトシブミ    | 5 オトシブミ類      |           | ○                    |
|       | ゾウムシ     | 6 ゾウムシ類       |           | ○                    |
|       | カミキリムシ   | 7 ゴマダラカミキリ    | ○         |                      |
|       |          | 8 シロスジカミキリ    |           | ○                    |
|       | ハムシ      | 9 イタドリハムシ     |           | ○                    |
|       |          | 10 サンゴジュハムシ   | ○         |                      |
|       |          | 11 ニレハムシ      | ○         |                      |
|       |          | 12 ヨモギハムシ     | ○         | ○                    |
|       | テントウムシ   | 13 キイロテントウ    | ○         | ○                    |
|       |          | 14 ナミテントウ     |           | ○                    |

|       |        |    |             |   |   |
|-------|--------|----|-------------|---|---|
| コウチュウ | テントウムシ | 15 | ナナホシテントウ    | ○ | ○ |
|       |        | 16 | ニジュウヤホシテントウ |   | ○ |
| ハエ    | イエバエ   | 1  | イエバエ        |   | ○ |
|       | クロバエ   | 2  | キンバエ        |   | ○ |
|       |        | 3  | オオクロバエ      |   | ○ |
|       | ヒラタアブ  | 4  | ハナアブ        |   | ○ |
| チョウ   | アゲハチョウ | 1  | アオスジアゲハ     | ○ | ○ |
|       |        | 2  | クロアゲハ       | ○ |   |
|       |        | 3  | ジャコウアゲハ     |   | ○ |
|       |        | 4  | ナミアゲハ       | ○ | ○ |
|       |        | 5  | モンキアゲハ      | ○ |   |
|       | シロチョウ  | 6  | キチョウ        | ○ | ○ |
|       |        | 7  | モンキチョウ      |   | ○ |
|       |        | 8  | モンシロチョウ     |   | ○ |
|       | マダラチョウ | 9  | アサギマダラ      |   | ○ |
|       | テングチョウ | 10 | テングチョウ      |   | ○ |
|       | タテハチョウ | 11 | ツマグロヒョウモン   | ○ | ○ |
|       |        | 12 | ヒメアカタテハ     |   | ○ |
|       |        | 13 | ヒョウモンチョウ    |   | ○ |
|       | シジミチョウ | 14 | ウラギンシジミ     | ○ | ○ |
|       |        | 15 | ウラナミシジミ     |   | ○ |
|       |        | 16 | オオゴマシジミ?    |   | ○ |
|       |        | 17 | ツバメシジミ      |   | ○ |
|       |        | 18 | ベニシジミ       |   | ○ |
|       |        | 19 | ヤマトシジミ      | ○ | ○ |
|       | セセリチョウ | 20 | ホソバセセリ      |   | ○ |
|       | ヒトリガ   | 21 | アメリカシロヒトリ   |   | ○ |
|       | スズメガ   | 22 | エビガラズメ      |   | ○ |
|       |        | 23 | オオスカシバ      |   | ○ |
|       | ドクガ    | 24 | チャドクガ       |   | ○ |
|       | スカシバガ  | 25 | コスカシバ       |   | ○ |
|       | イラガ    | 26 | イラガ         |   | ○ |
|       | シャクガ   | 27 | シャクガ類       |   | ○ |
| ハチ    | ミツバチ   | 1  | クマバチ        |   | ○ |
|       | スズメバチ  | 2  | キアシナガバチ     |   | ○ |
|       |        | 3  | スズメバチ       |   | ○ |
|       | アリ     | 4  | クロオオアリ      |   | ○ |

表 6 矢倉海岸昆虫他調査目録 昆虫以外

| 綱   | 目      | 種 名 |         | 2003 年まで | 2004 年 3 月～<br>2005 年 9 月 |
|-----|--------|-----|---------|----------|---------------------------|
| 哺乳綱 | コウモリ目  | 1   | アブラコウモリ |          |                           |
| 爬虫綱 | 有鱗目    | 1   | アオダイショウ |          | ○                         |
|     |        | 2   | ニホンカナヘビ |          | ○                         |
|     |        | 3   | ニホントカゲ  |          | ○                         |
|     |        | 4   | マムシ     |          | ○                         |
|     |        | 5   | ヤマカガシ   |          | ○                         |
| クモ綱 | クモ目    | 1   | クサグモ    |          | ○                         |
|     |        | 2   | ジグモ     |          | ○                         |
|     |        | 3   | ナガコガネグモ |          | ○                         |
| 甲殻綱 | ワラジムシ目 | 1   | オカダンゴムシ |          | ○                         |

表7 大野川緑陰道路・矢倉海岸野鳥目録

|    | 種 類       | 04<br>10<br>16 | 04<br>11<br>20 | 04<br>12<br>18 | 05<br>01<br>15 | 05<br>02<br>19 | 05<br>03<br>19 | 05<br>04<br>16 | 05<br>05<br>21 | 05<br>06<br>18 | 05<br>07<br>16 | 05<br>09<br>17 |
|----|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1  | カイツブリ     | ・              | ・              | △              | △              | △              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 2  | ハジロカイツブ   | ・              | ○              | △              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 3  | カンムリカイツブリ | ・              | ◎              | ○              | ○              | ○              | △              | △              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 4  | カワウ       | ●              | ●              | ●              | ○              | ○              | ○              | ○              | ◎              | ◎              | △              | ●              |
| 5  | ゴイサギ      | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 6  | ササゴイ      | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | △              | △              | ○              | ・              | ・              |
| 7  | アマサギ      | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ○              |
| 8  | ダイサギ      | ○              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | △              | ○              | ○              | ・              | ・              |
| 9  | コサギ       | ○              | ○              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | △              | △              | △              | ○              |
| 10 | アオサギ      | ○              | ○              | ○              | ・              | △              | ○              | △              | ○              | ○              | △              | ○              |
| 11 | マガモ       | ・              | ・              | ○              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 12 | カルガモ      | ・              | ○              | ○              | ・              | ・              | ・              | ○              | △              | ○              | ・              | ・              |
| 13 | コガモ       | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ○              | △              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 14 | オカヨシガモ    | ・              | ○              | ○              | ○              | ○              | ○              | ○              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 15 | ヒドリガモ     | ・              | ●              | ◎              | ●              | ●              | ◎              | ◎              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 16 | オナガガモ     | ・              | ○              | ○              | ○              | ○              | ◎              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 17 | ハシビロガモ    | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 18 | ホシハジロ     | ○              | ●              | ●              | ●              | ●              | ●              | ○              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 19 | キンクロハジロ   | ・              | ○              | ○              | ◎              | ●              | ●              | ◎              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 20 | スズガモ      | ・              | ◎              | ◎              | ●              | ●              | ◎              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 21 | ホオジロガモ    | ・              | ・              | ○              | ○              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 22 | ミサゴ       | △              | ○              | ○              | △              | △              | △              | ○              | ○              | ○              | △              | ・              |
| 23 | ハチクマ      | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | △              |
| 24 | トビ        | ○              | ○              | △              | ・              | ・              | ・              | ・              | ○              | △              | ・              | ・              |
| 25 | ハヤブサ      | ・              | ・              | △              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 26 | チョウゲンボウ   | △              | ・              | △              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 27 | コチドリ      | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ○              | ○              | ○              | ・              | ・              |
| 28 | イカルチドリ    | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 29 | シロチドリ     | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ○              | ・              | ・              | ・              |
| 30 | メダイチドリ    | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | △              | ○              | ・              | ・              | ・              |
| 31 | ダイゼン      | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ○              | ・              | ・              | ・              |
| 32 | トウネン      | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ○              | ・              | ・              | ・              |
| 33 | ハマシギ      | ・              | ・              | ・              | ・              | ○              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 34 | キアシシギ     | △              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ○              | ○              | ・              | ・              |
| 35 | イソシギ      | ○              | ○              | ○              | ・              | ・              | ・              | △              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 36 | ソリハシシギ    | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ○              | ・              | ・              | ・              |
| 37 | オオソリハシシギ  | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ○              | ・              | ・              | ・              |
| 38 | チュウシャクシギ  | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ○              | ○              | ・              | ・              | ・              |
| 39 | ユリカモメ     | △              | ○              | ◎              | ◎              | ●              | ○              | ○              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 40 | セグロカモメ    | ・              | ○              | ○              | ○              | ○              | △              | △              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 41 | カモメ       | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ○              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 42 | ウミネコ      | △              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 43 | アジサシ      | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | △              | ・              | ・              | ・              | ・              |
| 44 | コアジサシ     | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ・              | ○              | ○              | ○              | ・              | ・              |
| 45 | キジバト      | ○              | ○              | ○              | ○              | ○              | ○              | ○              | ○              | ○              | ○              | △              |
| 46 | ドバト       | ○              | ○              | ○              | ○              | ○              | ○              | ○              | ○              | ○              | ○              | ○              |

|    |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 47 | カワセミ    | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | △  | ・  | ・  | ・  | ・  |
| 48 | ヒバリ     | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | △  | ・  |
| 49 | ツバメ     | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ○  | ○  | ○  | △  | ・  |
| 50 | ハクセキレイ  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ・  | △  | △  |
| 51 | タヒバリ    | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | △  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  |
| 52 | ヒヨドリ    | ○  | ○  | ○  | ○  | ◎  | ○  | ○  | ○  | ○  | △  | ○  |
| 53 | モズ      | △  | ・  | ○  | △  | △  | ○  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  |
| 54 | ジョウビタキ  | △  | ○  | ○  | ○  | ○  | △  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  |
| 55 | ノビタキ    | ○  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  |
| 56 | イソヒヨドリ  | △  | ○  | △  | △  | △  | △  | △  | ○  | ・  | ・  | ・  |
| 57 | シロハラ    | ・  | ・  | △  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  |
| 58 | ツグミ     | ・  | ○  | ○  | ○  | ◎  | ○  | ○  | ・  | ・  | ・  | ・  |
| 59 | ウグイス    | ・  | 声  | △  | △  | ・  | ・  | △  | ・  | ・  | ・  | ・  |
| 60 | メボソムシクイ | △  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  |
| 61 | オオヨシキリ  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ○  | ・  | ・  | ・  |
| 62 | セッカ     | △  | 声  | ・  | ・  | △  | ・  | ・  | ・  | ・  | △  | ・  |
| 63 | キビタキ    | △  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  |
| 64 | ヤマガラ    | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | △  | ・  | ・  | ・  | ・  |
| 65 | シジュウカラ  | ・  | △  | ・  | ○  | ○  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  |
| 66 | メジロ     | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ・  | ○  | ・  | ・  | ・  | ・  |
| 67 | ホオジロ    | ・  | ・  | ・  | ・  | △  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  |
| 68 | カシラダカ   | ・  | ・  | ・  | ・  | △  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  |
| 69 | アオジ     | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  | △  | ・  | ・  | ・  | ・  |
| 70 | オオジュリン  | ・  | ・  | ・  | ・  | ○  | ○  | ・  | ・  | ・  | ・  | ・  |
| 71 | カワラヒワ   | ○  | ○  | ○  | ◎  | ○  | ・  | ○  | ○  | ○  | ・  | ・  |
| 72 | スズメ     | ◎  | ◎  | ◎  | ◎  | ◎  | ○  | ◎  | ◎  | ◎  | ○  | ◎  |
| 73 | ムクドリ    | ・  | ○  | ●  | ◎  | ◎  | ○  | ◎  | ○  | ○  | ○  | ○  |
| 74 | ハシボソガラス | ・  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  |
| 75 | ハシブトガラス | ・  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  |
|    |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|    |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|    | 種類数     | 27 | 34 | 38 | 30 | 34 | 29 | 38 | 31 | 21 | 15 | 13 |

表の記号は            △……1羽見つかったもの      ○……2羽以上～30羽まで  
                          ◎……31羽以上～100羽まで    ●……101以上

表 8 猪名川水系 神崎川下流（千船大橋）水質検査記録 平成 16 年 10 月～平成 17 年 9 月

| 項目<br>採水日 | 時刻    | 気温<br>℃ | 水温<br>℃ | PH   | 電気<br>伝導度<br>us/cm | 硝酸性<br>窒素<br>NO3-N<br>(mg/L) | アモニウム性<br>窒素<br>NH4-N<br>(mg/L) | リン酸性<br>窒素<br>PO4-P<br>(mg/L) | 全硬度<br>CaCO3<br>(mg/L) | COD<br>mg/L | 溶存酸素<br>DO(mg/L) | 透視<br>cm |
|-----------|-------|---------|---------|------|--------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------|------------------|----------|
| 10/08     | 10:10 | 22.5    | 19.3    | 7.9  | 6,000              | 0.33                         | 0.5                             | 1.000                         | 100                    | 5           | 5.36             | 50 以上    |
| 11/12     | 10:50 | 21.5    | 19.0    | 8.0  | 7,800              | 1.10                         | 0.00                            | 0.165                         | 100                    | 5           | 4.79             | 20       |
| 12/10     | 11:10 | 19.0    | 15.0    | 7.9  | 5,400              | 2.30                         | 0.80                            | 0.330                         | 100                    | 5           | 6.51             | 30       |
| 1/14      | 15:00 | 12.0    | 10.0    | 7.5  | 6,000              | 3.50                         | 1.10                            | 0.066                         | 200                    | 5           | 9.36             | 50 以上    |
| 2/18      | 17:00 | 9.0     | 9.0     | 7.0  | 2,300              | 10.00                        | 0.40                            | 0.066                         | 100                    | 5           | 2.85             | 50 以上    |
| 3/11      | 10:40 | 22.0    | 15.0    | 7.1  | 7,900              | 5.00                         | 0.16                            | 0.330                         | 100                    | 7           | 6.46             | 50 以上    |
| 4/14      | 17:30 | 20.0    | 17.0    | 6.6  | 5,000              | 3.0                          | 0.8                             | 0.660                         | —                      | 7           | 3.62             | 50       |
| 5/13      |       | 21.0    | 19.0    | 6.4  | 8,800              | 4.6                          | 1.6                             | 0.170                         | —                      | 5           | 4.56             | 50       |
| 6/09      | 14:30 | 31.0    | 26.0    | 7.0  | 9,400              | 4.6                          | 1.6                             | 0.165                         | —                      | 13          | 6.83             | 30       |
| 7/08      |       | 32.0    | 28.0    | 7.1  | 4,100              | 4.5                          | 0.8                             | 0.165                         | —                      | 5           | 1.82             | 30       |
| 8/04      | 12:30 | 33.5    | 30.0    | 6.4  | 5,700              | 4.6                          | 0.4                             | 0.165                         | —                      | 10          | 3.73             | 35       |
| 9/08      | 15:17 | 32.0    | 28.0    | 7.4  | 2,600              | 0.23                         | 0.1                             | 0.165                         | —                      | 5           | 3.58             | 15       |
| 計         |       |         |         | 86.3 | 71,000             | 43.76                        | 8.26                            | 3.447                         | (700)                  | 77          | 59.47            |          |
| 平均        |       | 23.0    | 19.6    | 7.2  | 5,917              | 3.65                         | 0.69                            | 0.287                         | (116.7)                | 6.4         | 4.96             |          |

\* 2005/4 月より全硬度は中止し、亜硝酸 NO2 mg/L & トータル窒素 TNmg/L を実施。・・・琵琶湖・淀川流域と比較検討の為。

\* 干潮時に採水。毎月第二週。

\* 透視度計は 50 ㌢を使用。

\* 検査はを COD 目安とする。

\* 気温は採水時なので参考まで。

#### [まとめ]

- ・一年間の上記のやり方では、データ不足。継続の必要性あり。
- ・大阪湾全体や流域全体での比較資料が蓄積できれば、より効果的に活用が可能。
- ・データとしては不十分だが、水質汚染ワースト 1・2 などの区域との比較ができ、干潟での啓発活動で十分に活用できた。
- ・その他：干潮時の干潟→COD 5～8。

## 特別天然記念物オオサンショウウオ生息地生物多様性調査

真庭遺産研究会

徳永 巧

### Biodiversity Research in *Andrias japonicus* Biotope

Maniwaisankenkyuukai

Takumi Tokunaga

#### 1. 目的

岡山県北部に位置する真庭地域は、岡山県三大河川の一つ旭川の上流域(源流含む)にあり、その河川域は国により「特別天然記念物オオサンショウウオ棲息地」の指定を受けており、オオサンショウウオを頂点とする地域固有の生態系が維持されている。

本活動は、オオサンショウウオの生息する河川水辺について、植生、水生生物の生息状況、河川形状、人の手の加わり方を調査し、生物多様性を把握することで、人とオオサンショウウオとの川を通じての係わりを解明し、河川生態系の保全を目的に「人と川との共生関係」や「河川工事における地域住民参加型の野生生物保護工法」を考えるにあたって必要な環境情報を収集するものである。

#### 2. 方法

本計画は、(1)オオサンショウウオ生息に係るヒアリング調査、(2)調査対象水域の選定、(3)生息地の河川状況(人為的河川環境を含む)の調査、(4)水辺自然環境調査、(5)オオサンショウウオ・ビオトープの特性把握、(6)河川(生物多様性)再生方策の提案という流れで進め、調査結果に基づき、オオサンショウウオを含む水辺野生生物の保護域を考察するとともに、地元自治体と地域住民を対象に2005年7月28日に現地見学会「オオサンショウウオ棲息地"蒜山の森"現地視察会」を実施した。

また、オオサンショウウオ生息地保全に向けての組織づくりや環境保全対策については、地元自治体(真庭市環境課)や地元教育委員会(真庭市文化財課)と協議を行っているほか、オオサンショウウオ保護の全国ネットワーク大会に加盟し情報交流を行っている。

#### 3. 結果

「特別天然記念物オオサンショウウオ生息地生物多様性調査」を実施する中で、鳥取大学蒜山演習林「蒜山の森」の中を流れる谷川(苗代川)およびその背後地となる森林域(コナラ林、ミズナラ林、ブナ林)が生態系保全区(サクチュアリー)の候補地の一つとして評価された。

この区域は、面積にして400haを超える森林渓流域であり、オオサンショウウオやクマタカを頂点とする良好な生態系が残されていると考えられた。

評価結果をもって鳥取大学および地元真庭市教育委員会に協力を求めたところ、生態系保全区(サクチュアリー)の指定および調査協力のみだけでなく、伝統的な自然工法による自然再生工事など保護対策事業や環境教育事業についても、協働での取り組みが可能となった。

さらに、本調査研究を踏まえ、オオサンショウウオを含む河川生態系の保全について、地元自治体(真庭市)とも協議しており、環境基本計画策定でも取り扱う方向にある。

#### 4. 考察

オオサンショウウオの生態については未だ不明な部分が多いことがわかった。

とりわけ、オオサンショウウオの幼生について確認例が少なく、幼生期にどのような環境に潜んでいるか明確にされていない。

従来、オオサンショウウオの保護は、河川域での成体の移動路(遡上流)と営巣地の確保を中心に進めてられてきたが、本調査において、幼生の生息環境は、山間水田脇の小水路などドジョウやメダカなど生息する水辺環境である可能性が示唆された。

そして、今後、オオサンショウウオの生息環境の保全を図るためには、河川域・渓流域のみならず、周辺水田域や隣接樹林域においても、生物多様性の保全が求められており、今後は、オオサンショウウオ幼生期の生態を解明し、農業用水路などにおいても保護対策を施すことが必要と考える。

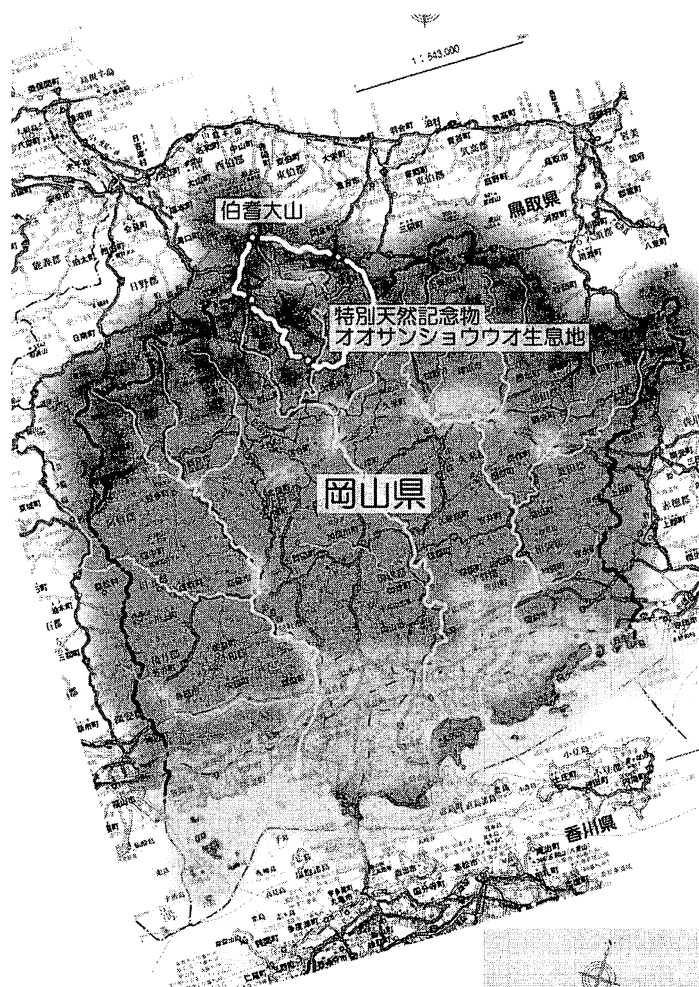


図1 天然記念物オオサンショウウオ生息地位置図

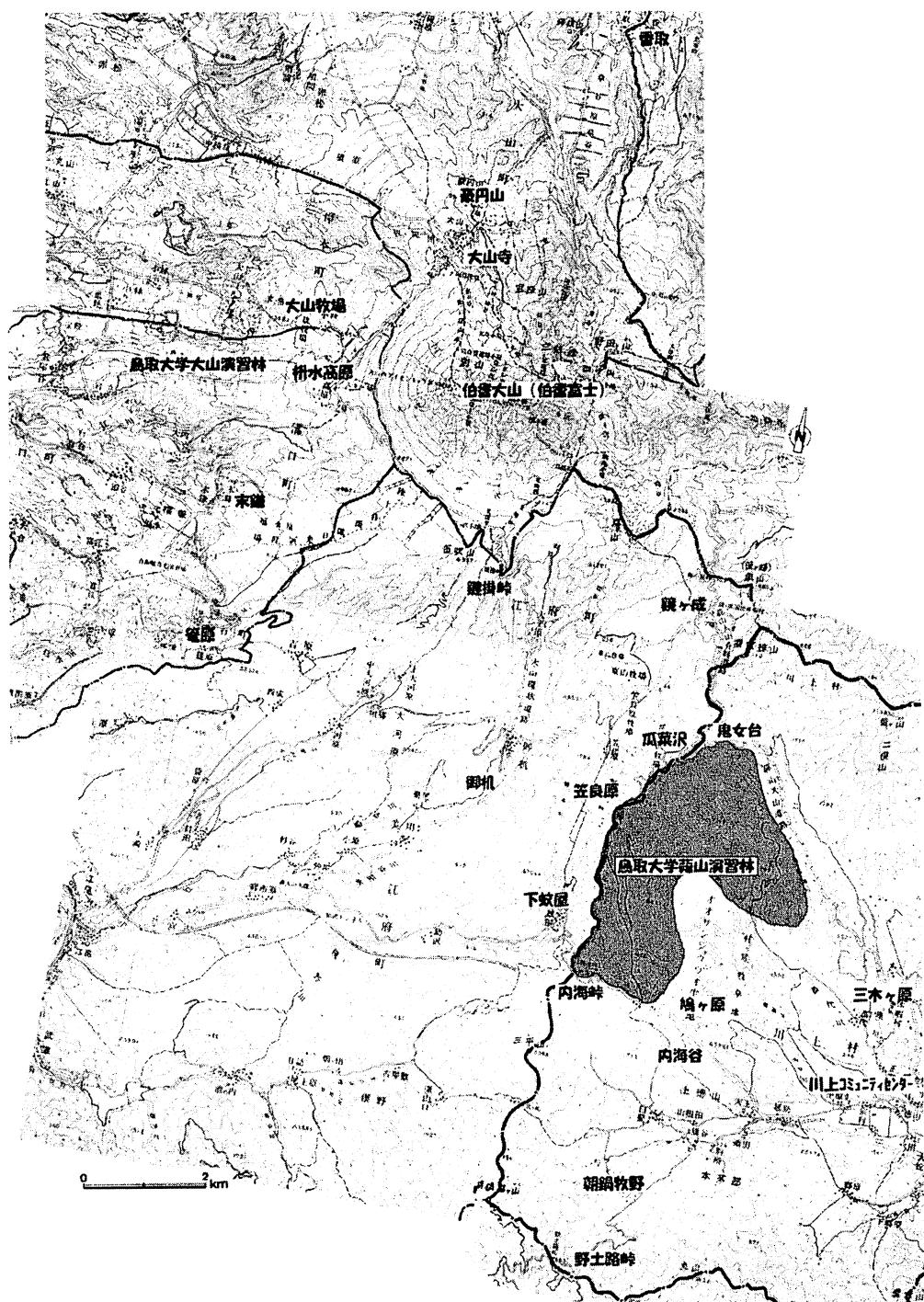


図2 鳥取大学農学部葦山演習林位置図





写真1 オオサンショウウオ生息地見学会風景

## 北上山地中・北部に残存する中間温帯性自然林の分布と特性

### 北上山地森林生態系研究グループ

平吹 喜彦・原 正利・菅野 洋・富田 瑞樹・小水内 正明  
櫻井 悠・竹原 明秀・関 剛・小澤 洋一・湯浅 俊行  
大上 幹彦・中村 致孝・鈴木 まほろ・大野 啓一

## Vegetation characteristics of natural intermediate-temperate forests remaining in the middle and northern parts of the Kitakami Mountains

### Kitakami Mountains Forest-ecosystem Research Group

Yoshihiko Hirabuki, Masatoshi Hara, Hiroshi Kanno, Mizuki Tomita, Masaaki Komizunai,  
Yu Sakurai, Akihito Takehara, Takeshi Seki, Yoichi Ozawa, Toshiyuki Yuasa,  
Mikihiko Ooue, Chikou Nakamura, Mahoro Suzuki and Kei-ichi Oono

北上山地中・北部に残存する中間温帯性自然林を主対象として、1)北上山地の植物相と植生にかかわる文献のデータベース化、2)ブナとイヌブナの地理的分布の把握、および冷温帯域の植生帯構造の解析、3)重点調査地とした重茂半島十二神山に残存する自然林の植物相の解明、4)十二神山および重点調査地とした船越半島霞露ヶ岳に残存する自然林の植生分類と微地形に対応した植生分化の解析、5)十二神山と霞露ヶ岳に残存する自然林の林分構造や個体群構造、種多様度の把握など、その生態学的特性と原植生のあり方を探求する多面的取り組みがなされた。そして、6)協働という実施体制の構築を目指しながら各地で展開された調査・研究活動、および地元の方々への情報公開を通じて、成果が議論・共有され、研究と保全・保護活動のさらなる推進に向けた人的ネットワークと学術的指針をはぐくむことができた。

### 1. はじめに

本州の北東端に位置する北上山地にみられる自然林は、植物群落に関する先行研究(たとえば、石塚 1981、武田・生田 1986、宮脇 1987、野寄・奥富 1990)、あるいは植生史に関する先行研究(たとえば、安田 1980、塚田 1987)が示唆するように、日本の温帯域における植生の類型区分や地理的分布、成り立ちを解明する上で注目すべき研究対象である。中でも中間温帯性自然林については、低海拔域に位置するために人為による消失・劣化が著しい

こともあって(たとえば、岩田 1971、大住ほか 2005)、未だ植生学的な知見の蓄積が十分とはいえず、保全・保護活動の拠り所となる学術情報も不足している。本プロジェクトでは、北上山地中・北部に分布するこの中間温帯性自然林に着目して、(1)分布や種・生育形組成、林分構造、そしてこれら生態的特性と環境要因(温量指数や気温、積雪、海拔、地形、地質、土壌、人為など)との関係を明らかにすること、および(2)中間温帯性自然林の保全・保護に向けた活動を推進するために、協働による調

査・分析に取り組みながら、人的ネットワークと学術的指針を構築することを目指した。

## 2. プロジェクトの枠組み

文献調査、標本調査および野外調査を、主に2004年10月～2006年9月に実施した。対象とした地域は、岩手県中・北部の北上山地で、おおむね北緯38.8°～40.2°に位置する海拔1,000m以下の領域である。中でも低海拔域の自然植生が良好な状態で残されていた重茂半島と船越半島では、重点的な調査を行った。

モミ、イヌブナ、イヌシデ、ケヤキ、ブナといった中間温帯性自然林とかかわりの深い極相種が大木となって生育している林分を効率よく見出し、その生態的特性を調べるために、本プロジェクトで工夫した手立てとして以下の2点をあげることができる。すなわち、(1)モミ林やブナ林の研究を進めてきた植物生態学の専門家と、地域の植物相や植生を熟知している地元研究者が協働で、①地方の自治体や研究会が発行した文献の収集、②標本庫に収蔵されているさく葉標本の閲覧、そして③さまざまな野外調査を高精度で実施したこと、および(2)研究グループ内に3つのチームを編成し、①北上山地中・北部全域を俯瞰する植生地理スケール、②山体を覆う自然林全体を見渡す群落スケール、③自然林を代表する小領域を精査する林分スケールという異なる視座から、マルチ・スケールで調査・解析を実施したこと、である。

## 3. プロジェクトの成果

本プロジェクトの主要な成果を総括すると、以下の6点にまとめられる。

### (1) 北上山地の植物相と植生にかかわる文献のデータベース化

北上山地における近代的な植物・植物相研究は、1866年、須川長之助が早池峰山で植物標本を採取したことによって始まる(ロシアの植物学者C. J. Maximowiczの研究を支えた)。一方、植生に関しては、青森営林局(1935)による『岩手県基準帯 国有天然林植生概況』の刊行が研究の出発点とみなされる。本プロジェクトでは、これらの歴史的な取り組

み以降に公表された文献209編(内訳は植物・植物相118編、植生82編、総論など9編)が収集・整理された(小水内正明・竹原明秀が主に担当)。北上山地の植物や植生がいつ、どこで、どういった方法で研究されてきたのか、歴史的な足跡をたどる貴重な資料として認識されるのみならず、今後の研究や保全・保護活動を下支えする文献データベースとしても重要な役割を果たすことが期待される。

### (2) ブナとイヌブナの分布の生態地理的解析

冷温帯林の代表的な優占種であるブナと中間温帯性自然林を代表するイヌブナに関して、詳細な地理分布を明らかにし、分布の規定要因について検討した。また、北限付近に位置するイヌブナ林(葛巻町落合、花巻市台温泉、山田町豊間根川シッピーウシ沢)において、調査枠を設置して種組成および林分構造に関する調査を行った(原正利・関剛・小澤洋一が主に担当)。

ブナに関しては、これまで詳細な分布が知られていなかった北上山地の中腹以下の低海拔地にも点々と分布することが明らかとなった(図1)。その分布下限は吉良(1948)の暖かさの指数(WI)90℃・月とほぼ一致していた。当地域のブナは本来、温帯域全体にまたがる広い垂直分布域を持ち、上部温帯域において優占林分を形成するだけではなく、下部温帯域においては混交林の1要素として、密度こそ低いものの、広範囲にメタ個体群構造をとりつつ分布していたと考えられる。これらの結果については、すでに2編の学術論文として公表した。

次にイヌブナについても、文献や標本による分布データや現地調査による調査記録に基づき、ブナ同様、詳細な地理分布を明らかにした(図1・2)。すでに知られていたことではあるが、イヌブナは、宮城・岩手県境付近から、沿岸部では宮古市付近まで比較的連続した分布を示す一方、内陸部では花巻市西部の台温泉付近と二戸市一戸南東部から葛巻町北西部にかけての溪谷部の2地域に隔離分布する点が特徴的である(図2)。

イヌブナの分布地点の気候条件について検討した。まず、WIの値では60～95℃・月の範囲内にあった。中間温帯(下部温帯)の領域は65～90℃・月であ

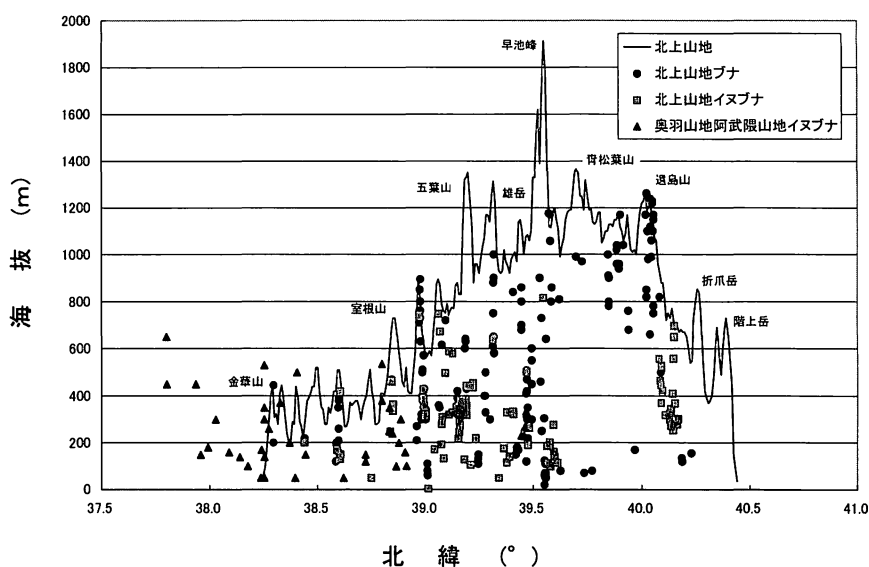


図1 北上山地におけるブナとイヌブナの分布  
イヌブナについては、奥羽山地と阿武隈山地北端域についても示す。

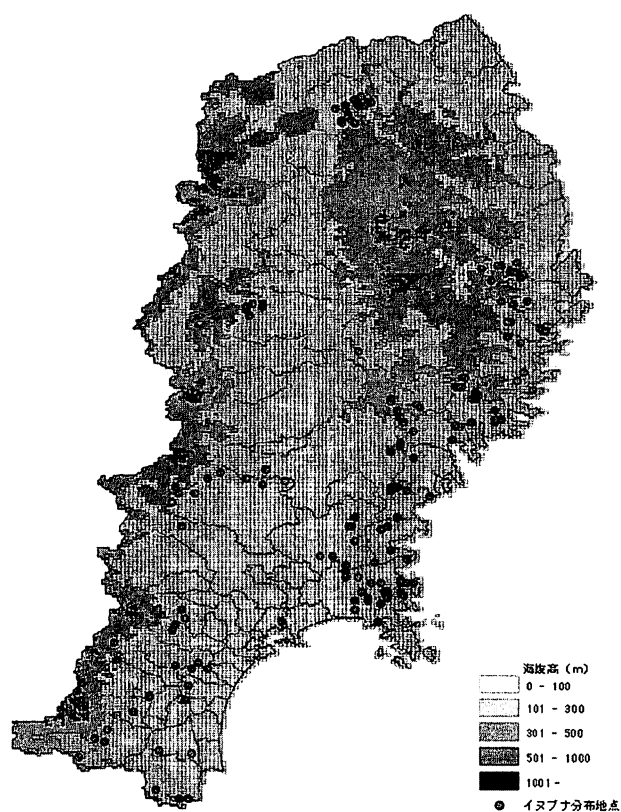


図2 岩手県・宮城県におけるイヌブナの分布  
自然地形メッシュ情報（国土交通省、<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>）に基づく海拔高区分図の上にオーバーレイした。

と考えられるので、イヌブナの分布範囲は、ほぼこの範囲内にあるが、上限、下限ともやや範囲をはみ出すといえる。次に、寒候期最深積雪深との対応を検討すると、イヌブナの分布地点は大部分が寒候期最深積雪深100cm以下の地域に限られた。以上のように、イヌブナの分布範囲は気候的には寡雪な中間温帯域に合致するが、これだけでは、(1)なぜ沿岸部で宮古市付近を北限とするのか、(2)なぜ内陸部では隔離分布を示すのか説明できない。調査枠を設置しての調査から、イヌブナ林がいずれも急峻で崩落しやすい斜面下部に成立していることが確認されたことから、今後、地質・地形条件とイヌブナの分布との対応関係を検討する必要がある。

### (3) 十二神山に残存する自然林の植物相の解明

十二神山(39°32'19"N、141°58'30"E; 海拔731m; 山頂から海岸までの最短距離は5.0km)は、宮古市の南東海岸部を構成する重茂半島の中央部に位置し、その東斜面には尾根から谷底部(海拔200m付近)まで、およそ500haにわたって発達した自然林が残存している(石塚 1980、石塚・小野 1980、写真1a)。こうした状況から、三陸沿岸部でもっとも貴重な自然林のひとつとみなされるこの自然林で、植物相が2年間にわたって調査され、78科240種が記載された(表1; 小水内正明・中村致孝・竹原明秀が主に担当)。その中には帰化・人里植物は含まれず、ブナ林(冷温帯落葉広葉樹林)を指標する種が多数を占めた。また、環境庁自然保護局野生生物課(2000)および岩手県生活環境部自然保護課(2001)によって指定された絶滅危惧種が6種(イワタバコ、ヒメノキシノブ、センウズモドキ、ミヤマママコナ、ジンバイソウ、ハナビゼリ)、新称が与えられたものの正式に発表されていない植物が1種(トドガサキママコナ)含まれていた。

### (4) 十二神山と霞露ヶ岳に残存する自然林の植生構造の解明

霞露ヶ岳(39°28'06"N、142°02'10"E; 海拔514m)は、山田町船越半島の先端部に位置し(山頂から海岸までの最短距離は1.1km)、その北東斜面には尾根から海蝕崖直上(海拔50m付近)まで、発達した自然林が残存している(小水内 1995、1996; 写真1b)。

そこで、十二神山と霞露ヶ岳の自然林で植物社会学的な植生調査を行い、植生構造を解析するとともに、識別した植生タイプに関して植生地理学上の位置づけと保全・保護のあり方を検討した(平吹喜彦・菅野洋・小水内正明・富田瑞樹・湯浅俊行・大上幹彦・中村致孝が主に担当)。野外調査は、相観と立地(主に海拔と微地形、土壌の状態)に着目し、早春植物の生育状況も加味しながら、2005年9月と2006年5・7月に実施した。設置した方形区(斜面積で225m<sup>2</sup>)の数は、十二神山に21、霞露ヶ岳(ただし、大釜崎自然歩道沿いの3林分を含む)に19である。

TWINSPANを用いて植生区分を行った結果、(1)双方の植分は互いに分離することなく、4タイプの優占型(アカマツ・キタゴヨウ・ナナカマド・タカノツメ・ツツジ科低木優占型、ブナ・イヌシデー・コミネカエデ・ツツジ科低木優占型、イヌシデー・ブナ・サワシバー・ヤマタイミンガサ優占型、ケヤキ・サワグル



写真1 岩手県宮古市重茂半島の十二神山(a)および山田町船越半島の霞露ヶ岳(b)に残存する発達した自然林(2006年5月撮影)

表1 十二神山に残存する自然林で確認された維管束植物

|      |     |      |
|------|-----|------|
| シダ植物 | 9科  | 26種  |
| 裸子植物 | 1科  | 2種   |
| 被子植物 |     |      |
| 双子葉類 |     |      |
| 離弁花類 | 44科 | 128種 |
| 合弁花類 | 18科 | 60種  |
| 単子葉類 | 6科  | 24種  |

ミ・オニタヤサワシバーヤマタイミンガサ優占型)に区分され、(2)それらは順に、岩塊や角礫が顕著な痩せ尾根・上部谷壁斜面、上部谷壁斜面、崩積土の堆積した下部谷壁斜面・谷頭凹地・崖錐、岩塊の埋積した谷底・崖錐を占有していた(表2)。さらに種組成を詳しくみると、(3)ブナやケアオダモ、ハウチワカエデ、オオカメノキ、オオバクロモジ、イワガラミといったブナ林の標徴種が、谷底を除くほぼ全域で優勢となること、(4)構成種のほとんどは、尾根から谷底に至る環境傾度の一部分に限って優勢となり、それゆえ4つの優占型間で構成種の置換が明瞭であることが判明した(表2)。

この自然林、とりわけ中庸な立地を覆っているブナ・イヌシデーコミネカエデツツジ科低木優占型とイヌシデーブナ・サワシバーヤマタイミンガサ優占型の植生地理学上の位置づけについては、東北地方で優勢となるブナ林および太平洋沿岸を特徴づける中間温帯林との詳細な比較を経ての議論が不可欠である。また、両山体に残存する自然林は、その面積と原生的な植生構造によって、三陸沿岸部でもっとも貴重な自然林とみなされることから、合理的なモニタリング体制の下で厳正に保護される必要性がある。

#### (5) 十二神山と霞露ヶ岳に残存する自然林の林分構造の解明

2005年と2006年の5～7月、十二神山と霞露ヶ岳の典型的な落葉広葉樹林内に永久調査区を設置して、毎木調査を実施した。調査区の水平面積はそれぞれ1.0ha、0.5haで、内部を格子状に細分した上で、胸高直径2cm以上の生立木に対してマーキングを施し、種名と胸高直径、萌芽の有無、根元位置などを調べた。続いて、収集された数量的データを用いて、種組成、林分・林木種のサイズ構造や分布構造、種多様度を解析したが、その際、沿岸部を代表するこれら2林分の生態的特性を浮き彫りにするため、同緯度帯にあってより寒冷・多雪な奥羽山地のブナ優占林(栗駒山と自鏡山)の調査結果と対比させた(富田瑞樹・櫻井悠・竹原明秀・平吹喜彦・原正利・菅野洋・菊地彰人・竹之内信孝・小水内正明・湯浅俊行・大上幹彦・中村致孝が主に担当)。

霞露ヶ岳、十二神山、自鏡山、栗駒山の調査区に出現した樹木の種数は、それぞれ43種/0.5ha、66種/ha、52種/ha、36種/haであった(表3)。種組成の類似度(Morisita (1959)のC<sub>λ</sub>指数)は霞露ヶ岳と自鏡山・栗駒山の間で低く、霞露ヶ岳の自然林ではアカシデやアカマツ、ヤマツツジ、ムラサキヤシオツツジ、ホツツジなどの生育密度が高い反面、ウミズザクラやイタヤカエデ、ハリギリといった樹種が貧弱であったことを反映していた。一方、4調査区すべてに出現した種としては、ブナやハウチワカエデ、コハウチワカエデ、コシアブラ、ホオノキ、イワガラミなど、ブナ林を指標する樹種が多かった。

幹密度は霞露ヶ岳で高く(3,100本/ha)、栗駒山、十二神山と続き、自鏡山でもっとも低かった(1,275本/ha; 表3)。胸高断面積合計は31.1m<sup>2</sup>/ha(十二神山)～38.8m<sup>2</sup>/ha(栗駒山)と、調査区間で大きな違いはなかった。霞露ヶ岳ではササ類が貧弱で、ツツジ科低木が多数生育していたことが、幹密度を高めていた。

種の多様度(Shannon-Wiener  $H'$ 、Simpson's  $D$ 、Evenness  $J'$ ; 小林 1995、宮下・野田 2003)は十二神山と自鏡山で高く、栗駒山で低かった(表3)。この理由として、栗駒山の自然林ではブナが圧倒的に優占する(総幹数の15.5%、総胸高断面積合計の76.1%を占有)反面、ほかの3調査区では(1)イヌシデやアカシデ、アワブキ、タカノツメといった中間温帯性樹種が混交していること、および(2)変化に富んだ微地形の存在が樹木のすみわけを可能にしていることが考えられた(図3)。

植生地理学的环境傾度を想定して配置した永久調査区を活用して、冷温帯の最優占種であるブナの更新特性を、(1)その成長・繁殖様式の地理的変異(たとえば、Homma et al. 1999)、(2)生育地の冬季の(微)環境(たとえば、Homma 1997、Shimano & Masuzawa 1998、Tomita et al. 2002)、そして(3)ブナと拮抗関係にある多様な中間温帯性樹種とのかかわり(たとえば、Shibata et al. 2002、Tomita & Seiwa 2004)を通じて比較してゆくことが今後の大きな課題である。十二神山と霞露ヶ岳に残存する原生的な林分は、このための長期モニタリングサイトとしても極めて重要であり、厳格な保護を希望したい。

表2 十二神山と霞露ヶ岳に残存する自然林の植生(常在度表)

A=アカマツ・キタゴヨウ・ナナカマド・タカノツメ・ツツジ科低木優占型、B=ブナ・イヌシデ・コミネカエデ・ツツジ科低木優占型、C=イヌシデ・ブナ・サワシバ・ヤマタイミンガサ優占型、D=ケヤキ・サワグルミ・オニイトナ・サワシバ・ヤマタイミンガサ優占型。

出現した 193 種のうち、低頻度種や低優占度種を除く 100 種について表示した。微地形で、CS=痩せ尾根・丘頂斜面、US=上部谷壁斜面、HF=谷頭凹地、LS=下部谷壁斜面、T=崖錐、VF=谷底。ローマ数字で示した出現頻度の階級値は、I=1~20%、II=21~40%、III=41~60%、IV=61~80%、V=81~100%。方形区の面積は 225 m<sup>2</sup>で、2005~2006 年の早春と夏季の 2 回、同一方形区で実施した調査の結果を統合。霞霧ヶ岳の方形区数には、大釜崎自然歩道沿い(船越半島の低海拔域)に設置した 3 方形区が含まれる。

|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|------------|------|---------|--------|--------|
| 仮占型                | A       | B       | C       | D       | ツオウルシ      | I +  | V +2    | V 1-2  | V 1    |
| 方形地区 (n=40)        | 11      | 11      | 10      | 8       | イフガラミ      | II + | V +1    | V +1   | III +3 |
| 十二神山 (n=21)        | 3       | 8       | 7       | 5       | オウモミジハグマ   | I +  | V +1    | V +2   | III +  |
| 鷲鷲ヶ岳 (n=19)        | 8       | 5       | 3       | 3       | ツルアジサイ     | I +  | III +2  | IV 1-3 | V 1-2  |
|                    |         |         |         |         | マツバサ       | I +  | IV +2   | III +  | IV +2  |
| 海 抜 (m) 下限-上限      | 170-585 | 295-480 | 100-430 | 100-430 | アブツキ       |      | III 1-2 | IV +2  | IV +2  |
| 平均傾度 (°)           | 26.2    | 30.8    | 25.8    | 14.0    | ムラサキシキブ    | I +  | II +    | V +1   | IV +1  |
| 微地形ごとの方形区画         | CS      | 9       | -       | -       | ヤマモミジ      |      | III +1  | IV +2  | III +1 |
| US                 | 2       | 10      | -       | -       | オオイトスゲ     |      | III +1  | III +2 | III +1 |
| HF                 | -       | -       | 2       | -       | オオハキスミレ    |      | II +    | III +  | IV +   |
| LS                 | -       | 1       | 5       | -       | ツクバネソウ     |      | II +    | III +  | IV +   |
| T                  | -       | -       | 3       | 1       | ミズメ        |      | III +3  | II 2-4 | II 2   |
| VF                 | -       | -       | 7       | -       | ヤマウグイスカグラ  |      | I +     | III +1 | II +   |
| 高木層 (T1) の平均高 (m)  | 19      | 22      | 24      | 28      | ユキザサ       |      | I +     | III +  | II +   |
| 平均樹被率 (%)          | 75      | 90      | 91      | 93      | トリアシショウマ   |      | II +    | II +   | II +   |
| 亜高木層 (T2) の平均高 (m) | 10      | 11      | 11      | 11      | ヒロハハノキガヤ   |      | II +    | II +1  | II +   |
| 平均樹被率 (%)          | 69      | 73      | 61      | 39      | ウスバノイシシ    |      | II +    | I +    | III +  |
| 低木層 (S) の平均高 (m)   | 3.1     | 3.0     | 3.1     | 2.9     | ヘビノネコグサ    |      | I +     | II +   | II +   |
| 平均樹被率 (%)          | 75      | 45      | 37      | 19      |            |      |         |        |        |
| 草本層 (H) の平均高 (m)   | 0.7     | 0.8     | 0.8     | 0.8     | ヤマタイムンガサ   | -    |         |        |        |
| 平均樹被率 (%)          | 37      | 52      | 74      | 75      | サワシバ       | -    | I +     |        |        |
| 平均出現種数             | 26.6    | 39.9    | 49.3    | 48.9    | オシダ        | -    |         |        |        |
|                    |         |         |         |         | クヤキ        | -    |         |        |        |
| キタゴヨウ              | II 2-4  | -       | -       | -       | トチノキ       | -    | I +     |        |        |
| アカマツ               | IV 3-5  | -       | -       | -       | オニタヤ       | -    |         |        |        |
| アカマツ               | IV 3-5  | -       | -       | -       | ヤグルマソウ     | -    |         |        |        |
| ナナカマド              | V +2    | II +    | I +     | -       | ツリバナ       | -    | I +     |        |        |
| オノオレカンバ            | IV 1-2  | -       | -       | -       | ヨブスマソウ     | -    |         |        |        |
| ハナヒリノキ             | III +1  | -       | -       | -       | シロシメナ      | -    |         |        |        |
|                    |         |         |         |         | ムコゴイラクサ    | -    |         |        |        |
| ホツツジ               | V 1-4   | IV +3   | I +     | -       | エノアジサイ     | -    |         |        |        |
| ヤマツツジ              | V +3    | V 1-3   | II +    | I +     | シロバナエンレイソウ | -    |         |        |        |
| ハイカヤツジ             | V +3    | III +2  | I +     | -       | サルナシ       | -    |         |        |        |
| ナツハゼ               | IV +2   | III +2  | -       | -       | モミジイチゴ     | -    | I +     |        |        |
| ムラサキヤシオツツジ         | IV +3   | III +1  | I +     | -       | ホハハシケンダ    | -    | I +     |        |        |
| ウスノキ               | V +2    | III +1  | -       | -       | オオハシヨウマ    | -    |         |        |        |
| ツクバネウツギ            | IV +    | IV +1   | -       | -       | サラシナショウマ   | -    |         |        |        |
| アカシデ               | IV 1-2  | IV 2-3  | I 3     | -       | ヤマブキ       | -    |         |        |        |
| タカノツメ              | V 1-2   | III +1  | -       | -       | ヒトリシズカ     | -    |         |        |        |
| アオハダ               | III 1-3 | IV +2   | I +     | -       | ヤブニンジン     | -    |         |        |        |
| コハウチワカエデ           | V 2     | IV 2    | I 1     | -       | タマブキ       | -    |         |        |        |
| ヤマウルシ              | V +1    | II +1   | -       | -       | カノツメウマ     | -    |         |        |        |
|                    |         |         |         |         | ハナイカダ      | -    |         |        |        |
|                    |         |         |         |         | ウチワドコロ     | -    |         |        |        |
|                    |         |         |         |         | ハエドクソウ     | -    |         |        |        |
| ヒトツバカエデ            | V +3    | V +3    | V +2    | II +    |            |      |         |        |        |
| ウリハダカエデ            | V +2    | V +3    | IV +3   | I +     |            |      |         |        |        |
| ミヤマガマズミ            | V +1    | V +2    | III +   | -       | サウグルミ      | -    |         |        |        |
| コミネカエデ             | V +2    | V +2    | II +1   | -       | カンラ        | -    |         |        |        |
| コシアブラ              | II +2   | V +2    | III +1  | -       | ウリノキ       | -    |         |        |        |
| ノリウツギ              | II 1    | V +2    | III +1  | I +     | ミヤマイトラクサ   | -    |         |        |        |
| ミズナラ               | III 2-3 | IV +2   | III +3  | -       | コンロンソウ     | -    |         |        |        |
| ウラジロノキ             | IV +2   | IV +2   | I 2     | -       | モミジガサ      | -    |         |        |        |
| アズキオシ              | I 1     | III +2  | II +2   | -       | ヤマエンゴサク    | -    |         |        |        |
| カマンカ               | II +    | IV +    | II +    | -       | ミツシカエデ     | -    |         |        |        |
| アキノキリンソウ           | I +     | II +    | II +    | -       | ワトコ        | -    |         |        |        |
| マイヅルソウ             | I +1    | II +    | I 1     | -       | フタリシズカ     | -    |         |        |        |
|                    |         |         |         |         | イッポンフラビ    | -    |         |        |        |
| イヌシズメ              | I 1-2   | IV 2-3  | IV 2-5  | II +2   | ゴリンソウ      | -    |         |        |        |
| ガマズミ               | -       | III +   | IV +    | I +     | ジュウモンジシダ   | -    |         |        |        |
| ハリギキリ              | -       | III +   | III +   | I +     |            |      |         |        |        |
| コゴメウツギ             | -       | III +   | III +   | I +     |            |      |         |        |        |
| ミヤマイタダシダ           | -       | II +2   | II +1   | -       | ケアオダモ      | -    |         |        |        |
| エノシタヤ              | -       | I +2    | II 1-2  | -       | オオバクロモジ    | -    |         |        |        |
|                    |         |         |         |         | チゴユリ       | -    |         |        |        |
|                    |         |         |         |         | オオカメノキ     | -    |         |        |        |
|                    |         |         |         |         | ハウチワカエデ    | -    |         |        |        |
|                    |         |         |         |         | ブナ         | -    |         |        |        |
|                    |         |         |         |         | ハクウンボク     | -    |         |        |        |
|                    |         |         |         |         | ヤマボウシ      | -    |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |
|                    |         |         |         |         |            |      |         |        |        |

表3 4調査区で実施した毎木調査結果の要約

BA：胸高断面積合計

|      | 調査区面積<br>(ha) | 出現種数<br>(種/調査区) | 幹密度<br>(幹/ha) | BA<br>(m <sup>2</sup> /ha) | Shannon-Wiener $H'$ |       | Simpson's $D$ |       | Evenness $J'$ |       |
|------|---------------|-----------------|---------------|----------------------------|---------------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
|      |               |                 |               |                            | 幹数                  | BA    | 幹数            | BA    | 幹数            | BA    |
| 栗駒山  | 1.0           | 36              | 2870          | 38.8                       | 3.681               | 1.697 | 0.889         | 0.426 | 0.712         | 0.328 |
| 自鏡山  | 1.0           | 52              | 1275          | 31.7                       | 4.383               | 4.000 | 0.918         | 0.938 | 0.769         | 0.702 |
| 十二神山 | 1.0           | 66              | 1765          | 31.1                       | 4.799               | 4.309 | 0.944         | 0.940 | 0.794         | 0.713 |
| 霞露ヶ岳 | 0.5           | 43              | 3100          | 35.6                       | 4.484               | 3.255 | 0.938         | 0.834 | 0.826         | 0.600 |

Evenness  $J' = H' / H'_{\max}$

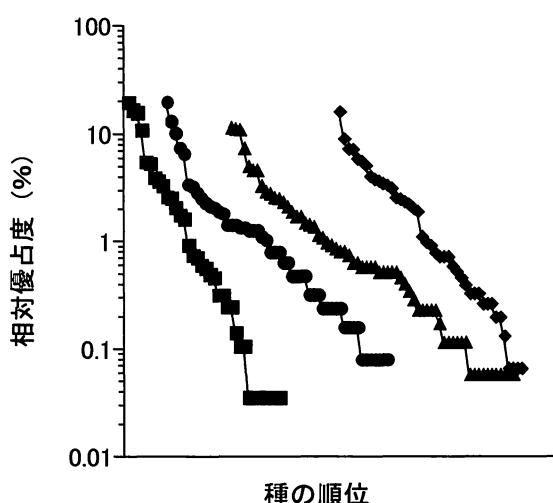


図3 ブナが優占する4調査区における相対優占度曲線の比較

■＝栗駒山（奥羽山地中腹の多雪地）、●＝自鏡山（奥羽山地東麓の移行域）、▲＝十二神山（寡雪地）、◆＝霞露ヶ岳（寡雪地）。相対優占度は幹数を用いて算出。

#### (6) 保全・保護活動の推進に向けた人的ネットワークと学術的指針の構築

2か年にわたって本研究グループが精力的に取り組んだ一連の調査・解析は、大学に在籍する学部学生・大学院生の皆さん、各地の研究者の方々、そして地元の行政機関・団体からいただいた数多くの支援の下で進められた。協働という実施体制の構築を目指しながら各地で展開された調査・研究活動、そして地元の方々への情報公開を最優先させた報告書

の刊行通じて、成果が議論・共有され、研究と保全・保護活動のさらなる推進に向けた人的ネットワークと学術的指針をはぐくむことができた。今後も論文や学会、市民報告会などさまざまな機会をとらえて成果を公表し、学術と地域の自然保護に貢献したい。

なお、本プロジェクトの成果のうち、印刷物として公表済みの学術報告は以下のとおりである。

- 1) 原正利. 2006. 東日本太平洋側におけるブナの分布とその下限を規定する要因について. 植生学会誌, 23: 1-12.
- 2) 平吹喜彦・原正利・富田瑞樹(編). 2006. 北上山地中・北部に残存する中間温帯性自然林の分布と特性. 73pp.北上山地森林生態系研究グループ.
- 3) 原正利. 2006. 東日本太平洋側におけるブナを含む森林群落の生態地理的特徴. 植生学会誌, 23: 137-152.

#### 4. おわりに

本報告では、2004年度(第15期) PRO NATURA FUND 国内長期事業助成の支援を得て、2004年10月～2006年9月に北上山地の中・北部で実施した諸活動を中心に、北限域の中間温帯性自然林の生態学的研究と保全・保護にかかわる取り組みについてその概要を述べた。

今回のプロジェクトのねらいは、モミ林やブナ林の研究を進めてきた植物生態学の専門家と、地域の植物相や植生を熟知している地元研究者が協働で、北上山地中・北部における残存林の生態学的特性と原植生のあり方を探求することであった。目標達成



のため、ブナやイヌブナの広域的な分布状況、十二神山・霞露ヶ岳に残存する巨木林の植物相と植生構造、そして永久調査区における林分構造が、森林をマルチ・スケールでとらえる視点の下、精力的に調査された。数多くの協働の営みが、中間温帯性自然林の実態解明と保護・保全に寄与し得るものであることを願うものである。

## 5. 謝辞

2年間にわたる野外調査や文献・標本調査、データの整理・分析に際して、東北森林管理局三陸北部森林管理署、宮古地方振興局岩泉林務事務所、および以下にご芳名を記した方々(五十音順、敬称略)から多大なご支援とご協力を賜った。また、(財)日本自然保護協会 PRO NATURA FUND担当の廣瀬光子氏には、本プロジェクトをあたたく見守っていただくとともに、助成にかかわる事務手続を進める際に親身な指導を賜った。皆さまに、心からお礼申し上げます。

荒木祐二(横浜国立大学大学院環境情報学府)、伊藤勇治(重茂漁協会)、内山 隆(千葉経済大学短期大学部)、江上邦博(千葉経済大学短期大学部)、大場達之(千葉県立中央博物館)、緒方淳二(横浜国立大学大学院環境情報学府)、奥村由紀(岩手大学人文社会科学部環境科学課程)、菅野祐子(岩手大学人文社会科学部環境科学課程)、菅野好美(岩手大学人文社会科学部環境科学課程)、菊地彰人(宮城教育大学教育学部)、工藤寛彦(岩手大学人文社会科学部環境科学課程)、佐々木豊(宮城植物の会)、佐藤智恵子、佐藤麻衣子(宮城教育大学大学院)、宍戸宏至(岩手大学人文社会科学部環境科学課程)、高野橋彩(岩手大学人文社会科学部環境科学課程)、高橋秀洋((社)東北地域環境計画研究会)、竹之内信孝(東京情報大学総合情報学部)、栃木絵里衣(岩手大学人文社会科学部環境科学課程)、富田美奈、中後公介(東京情報大学総合情報学部)、中條 裕(宮城教育大学大学院)、中野洋亮(岩手大学人文社会科学部環境科学課程)、長谷川巧(宮城教育大学大学院)、福原るみ(岩手県立大学総合政策学部)、矢澤亮太(岩手大学人文社会科学部環境科学課程)、湯浅 真(独立行政法人林木育種センター)。

## 引用文献

- 青森営林局(編). 1935. 『岩手県基準帯 国有天然林 植生概況』. 59pp.+植生分布図. 青森営林局, 青森.
- Homma, K. 1997. Effects of snow pressure on growth form and life history of tree species in Japanese beech forest. *Journal of Vegetation Science*, 8: 781-788.
- Homma, K., Akashi, N., Abe, T., Hasegawa, M., Harada, K., Hirabuki, Y., Irie, K., Kaji, M., Miguchi, H., Mizoguchi, N., Mizunaga, H., Nakashizuka, T., Natume, S., Niiyama, K., Ohkubo, T., Sawada, S-I., Sugita, H., Takatsuki, S. & Yamanaka, N. 1999. Geographical variation in the early regeneration process of Siebold's Beech (*Fagus crenata* BLUME) in Japan. *Plant Ecology*, 140: 129-138.
- 石塚和雄. 1980. 宮古市の植生. 『宮古市の自然』(宮古市編), 43-60+現存植生図+植生自然度図. 岩手県宮古市.
- 石塚和雄(編). 1981. 北上山地森林植生の生態学的研究 文部省科学研究費一般研究(1978-1980)報告集. 32pp. 山形.
- 石塚和雄・小野泰正. 1980. 宮古市の生物的自然, 1. 重茂半島/2. 西部丘陵・山地. 『宮古市の自然』(宮古市編), 13-20. 岩手県宮古市.
- 岩田悦行. 1971. 北上山地の二次植生 特に草地植生に関する生態学的研究. 岐阜大学農学部研究報告, 30: 288-430.
- 岩手県生活環境部自然保護課(編). 2001. いわてレッドデータブック ～岩手県の希少な野生生物～. 613pp.
- 環境庁自然保護局野生生物課(編). 2000. 改訂 日本の絶滅のおそれのある野生生物 ―レッドデータブック― 8 植物 I (維管束植物). 660pp. (財)自然環境研究センター.
- 吉良竜夫. 1948. 温量指数による垂直的な気候帯のわかちかたについて ―日本の高冷地の合理的な利用のために―. 寒地農学, 2: 143-173.
- 小林四郎. 1995. 生物群集の多変量解析. 194pp. 蒼樹書房.
- 小水内正明. 1995. 霞露ヶ岳の植生. 岩手植物の会

- 会報, 32: 1-11.
- 小水内正明. 1996. 霞露ヶ岳の植生Ⅱ. 岩手植物の  
会会報, 33: 1-9.
- 宮下直・野田隆司. 2003. 群集生態学. 187pp. 東京大  
学出版.
- 宮脇昭(編). 1987. 日本植生誌8 東北. 605pp.+図版  
+付表. 至文堂.
- Morisita, M. 1959. Measuring of interspecific association  
and similarity between communities. Mem. Fac. Sci.  
Kyushu Univ. Ser. E (Biol.), 3: 65-80.
- 野寄玲児・奥富清 1990. 東日本における中間温帯性  
自然林の地理的分布とその森林帯的位置づけ. 日  
本生態学会誌, 40: 57-69.
- 大住克博・杉田久志・池田重人(編). 2005. 森の生態  
史 ―北上山地の景観とその成り立ち―. 221pp.  
古今書院.
- Shibata, M., Tanaka, H., Iida S., Abe, S., Masaki, T.,  
Niiyama, K. & Nakashizuka, T. 2002. Synchronized  
annual seed production by 16 principal tree species in  
a temperate deciduous forest, Japan. Ecology, 83:  
1727-1742.
- Shimano, K. & Masuzawa, T. 1998. Effects of snow  
accumulation on survival of beech (*Fagus crenata*)  
seed. Plant Ecology, 134: 235-241.
- 武田義明・生田篤子. 1986. 東北地方太平洋側地域の  
夏緑広葉樹林について. 神戸大学教育学部研究集  
録, 76: 21-55.
- Tomita, M., Hirabuki, Y. & Seiwa, K. 2002. Post-dispersal  
changes in the spatial distribution of *Fagus crenata*  
seeds. Ecology, 83: 1560-1565.
- Tomita, M. & Seiwa, K. 2004. Influence of canopy tree  
phenology on understorey populations of *Fagus*  
*crenata*. Journal of Vegetation Science, 15: 379-388.
- 塚田松雄. 1987. 第四紀後期の植生変遷史. 『日本植  
生誌8 東北』(宮脇昭編), 93-126. 至文堂.
- 安田喜憲. 1980. 環境考古学事始 日本列島2万年  
NHKブックス365. 270pp. 日本放送出版協会.

We investigated the geographical distribution and ecological characteristics of natural intermediate-temperate forests remaining in the middle and northern parts of the Kitakami Mountains. From October 2004 to September 2006, several studies were carried out from the viewpoint of multi-scale analysis and with collaboration between forest ecologists and local researchers living in the study area. The following six points summarize our results: (1) 209 reports in the literature on the flora and vegetation of the Kitakami Mountains were collected, and a research history and a list of publications were prepared; (2) The geographical distribution of *Fagus crenata* and *F. japonica*, key species identifying the vegetation zone in the cool-temperate area of the Pacific Ocean side, were clarified in detail on the basis of the literature, herbarium specimens and field surveys, and the relationships between distributional patterns and some climatic factors were analyzed; (3) Floristic investigation was performed in the old-growth forest of Mt. Juuni-shinzan, and 240 vascular plant species were recorded; (4) Vegetation structure was surveyed in the old-growth forest both of Mt. Juuni-shinzan and of Mt. Karogatake, and four vegetation types and habitat differentiation among component species corresponding to the landform formation were detected; (5) Censuses of typical stands on the same two mountains were carried out in 1 ha and 0.5 ha permanent plots, respectively, and species composition, stem-size structure and species diversity were analyzed and compared with those of *Fagus crenata*-dominated forests in the cooler and snowier district of the Ou Mountain Range; (6) Through the various collaborative activities during the present project, the network of resource persons and the accumulation of academic knowledge were strengthened, resulting in enhancement of research on and preservation of natural intermediate-temperate forests in the Kitakami Mountains.

# 北方四島における生態系保全と一次産業の共生に関するモデル形成 ー北方四島生物圏の継続可能なシステムの構築ー

特定非営利活動法人 北の海の動物センター

大泰司紀之<sup>1), 2)</sup>・小林万里<sup>1), 3)</sup>

## Model formation of symbiosis of the ecosystem conservation and the primary industry in the northern four islands

Incorporated Non Profit Organization Marine Wildlife Center of JAPAN

Noriyuki Ohtaishi, Mari Kobayashi

1999年から「ビザなし専門家交流」の枠組で四島側専門家と共に海上調査を開始し、2002年、2003年は海上調査にそれぞれ択捉島、国後島の陸上調査を加えた結果、海上と同様、陸上にも原生的な生態系が維持されており、それは海と深い繋がりがあることがわかってきた。その後は補足調査を継続し、2004年には一次産業の聞き取り調査を実施した。その結果酪農業は副業的で非常に小規模であったが、水産業は近年非常に拡大し島の唯一の産業に成長していた。加えて、近年鉱山の開発、密猟や密漁が横行しており、北方四島をとりまく状況は悪化していることが判明した。

北方四島のこの自然を維持するためには、知床とウルップ島を加え、ユネスコの国際平和公園にすることを提唱する。そのためには、海の基本情報の収集とその情報整備をすることが急務であり、同時に精度の高い調査の継続やモニタリング体制などを打ち立てはじめることが必要であろう。

### 1. はじめに

北方四島および周辺海域は第2次世界大戦後、日露間で領土問題の係争地域であったため、約半世紀にわたって研究者すら立ち入れない“世界最後の秘境”とされてきた。査証(ビザ)なしで日露両国民がお互いを訪問する「ビザなし交流」の門戸が、1999年より各種専門家にも開かれたため、長年の課題であった調査が可能になった。そこで、NPO法人北の海の動物センターでは、1999年から2005年の7年間に計9回、日露共同で北方四島の現地調査を実施してきた。その結果、極めて高い生物生産性・生物多

様性を保持していることが確認され、ソ連・ロシアの半世紀にわたる保護政策によって原生的自然環境が復活し、世界でも稀な動物群集が存在することも明らかにしてきた。つまり、陸圏および水圏の自然生態系が20世紀初頭の状態で保たれており、世界でも希少な地域であることが判明した。しかし、近年その背景で、水産資源については密漁が横行し、資源枯渇さえ危ぶまれ、陸圏は保護区の設定により比較的良好に保全されているものの、インフラ整備はされておらず、農業・家畜生産は全く安定せず、一部では密猟も聞かれる。このように、自然生態系

1) 特定非営利活動法人北の海の動物センター：北海道網走市向陽ヶ丘3丁目1番22号

2) 酪農学園大学環境システム学部野生動物学研究室：北海道江別市文京台緑町582

3) 東京農工大学生物産業学部アクアバイオ学科水産資源管理学研究室：北海道網走市八坂196

とヒト社会との共生を担うべき産業が旧ソビエト連邦崩壊後、混乱の中にあるため、このままでは辛うじて復元された生態系が再び破壊されかねない状況にある。これら四島周辺の海域は世界的にも有数の漁場であり、戦前よりわが国の水産業の大きな柱として活用されて来ており、島内の原野を利用した牧畜業、林業および穀類栽培も戦前より行われ、現在も農林水産などの一次産業が主な産業である。

## 2. 調査目的

そこで、豊かな自然がほぼ原生の状態に残されている北方四島で、「ヒト」を含めた新しい形の保全の模索のためにも、日本への豊かな地域のままでの返還や返還後のこの地域の管理方針を打ち立てておくためにも、北方四島の特徴を生かした「ヒト、動物、自然の共生」モデルを形成し、日露共同でのモニタリングおよび管理体制の確立を目標とする。

これは、わが国が確立に苦慮しているヒトと生態系の持続的で調和を持ったシステムのモデル構築にとって、非常に大きな、また最後のチャンスでもある。これらを遂行することは今後の北方四島にとっても、わが国のこれからの発展のためにも、そして世界的にも求められていることである。

## 3. 調査項目および方法

### (1) これまでの調査結果のまとめ

これまでの自然生態系の調査結果および一次産業の現況調査結果をまとめ、北方四島の今後の継続的な保全のためには現行の保護策をどのように改良すべきか、また一次産業をその中でどのように考えていくかを検討する材料とする。

### (2) 補助調査

これまで1999年～2004年までの6年間に8回の調査を行ってきたが、天候に恵まれなかったことや日数の不足等により、補足調査が必要な場合が多い。それを補うためにも、補足調査を実施してデータの蓄積を行う。

### (3) 今後の保全策(案)と管理体制の確立

今後の保全策を提案して、それを維持していくための管理体制を提唱する。

## 4. 調査結果

### (1) これまでの調査結果のまとめ

#### 1) 自然生態系

北方四島および周辺海域は第2次世界大戦後、約半世紀にわたって本格的な調査が実施されなかったため、研究者の間では“世界最後の秘境”とされてきた。1998年より、査証(ビザ)なしで日露両国民がお互いを訪問する「ビザなし交流」の門戸が、専門家にも開かれたため、長年の課題であった調査が可能になった。この「ビザなし専門家交流」の枠組みで、当団体はロシア側研究者と共同で調査を行ってきた。1999年～2001年の3年間の4回は、主に海の哺乳類・海鳥の調査、2002年、2003年は、これまでの海の調査に陸上の調査も加えて実施した。これら一連の調査の結果、この地域には驚くほど原始的な動物群集が復元・保全され、世界で類を見ない豊かな生態系が維持されてきたことがわかってきた。

#### 2) 一次産業

##### A. 酪農業

基本的にいずれの酪農家も小規模経営で搾乳牛頭数は1頭～10頭程度であり、乳量は2,000～3,000kg／頭／年と低い。夏季間は日中放牧で夜間は舎飼、冬季間は舎飼が主体である。また冬季用の貯蔵粗飼料として乾草(もしくはヘーレージ)の調整が行われている。放牧は「道草放牧」であり特に放牧地はなく、また採草は野草を中心に行われており、施肥／播種は行われていない。ソビエト崩壊後の土地制度が未整理のままで土地利用は効率的には行われていない。放牧・採草については権利金が支払われている例もあった。

生産された乳汁は生乳もしくは自家製酪農製品(サワークリーム・コテージチーズ)として、市場もしくは幼稚園・学校・病院などに売り払われる。いわゆる地産地消型である。乳価は生乳でおおよそ80円／kgと比較的高いが需要に限界がある。

##### B. 水産業

めまぐるしく変化してきた地域であるが、一貫して変わらなかったことがある。それは北方四島での水産業がいつの時代も非常に栄えていたことと、島民の多くが水産業に依存してきたことである。戦前

の北方四島は若干17,000人の島民しかいなかったにもかかわらず千島列島、北海道全域の水揚げ金額の1/3(現在の価格に直すと年間約2,000億円)を占め、旧ソビエト連邦時代は色丹島にソ連最大の水産加工場があり、最盛期には1万人以上の従業員を抱えた。現在も択捉島には極東ロシア有数の水産業社ギドロストロイが存在し、従業員を2,000人近く抱え、急速に成長を続けている。

現在の択捉島における主要漁獲物はカラフトマス、シロザケで、年間2〜3万tほど漁獲されている。他にも数種類の漁業対象種がいるが、択捉島ではサケ・マスしか漁獲、加工しない業者も少なくなく、6月下旬から9月上旬の最盛期だけ稼動するスタイルが一般的である。最盛期には島民に限らず、極東ロシア全域から出稼ぎが来て、毎日2交代制で24時間休むことなく稼動する。労働は過酷だが、この時期の給与は月1,000ドル〜1,500ドルにもなり、ロシアの平均月収が220ドルであることを考えると択捉島の水産業が如何に魅力的な産業であるかがわかる。また、島内に本社を構える大手水産業社ギドロストロイは近代的な加工機器を海外から導入し、徹底的な衛生管理を行い、HACCPを取得するなど国際的に見ても進んだ企業である。また、最近は民間企業が国から国営孵化場と孵化放流事業の権利を期間限定で買い取り孵化放流事業を行っている。

## (2) 補助調査

### 1) 2005年度補助調査の概要

調査期間：平成17年6月7日〜13日

調査場所：歯舞群島・色丹島

調査内容：北方四島の自然生態系に生息する生き物やその環境を日露共同で観察することにより専門家同士の意見交換を行う。具体的な観察項目は下記の通り。

#### A. 遠洋観察

ロサ・ロゴサを使用して、外洋に生息する鯨類・海鳥類を日露共同で観察し交流を行う。また、これらの生き物が生息する海洋環境を把握するために、水温・塩分濃度・プランクトン量等の計測を行う。

#### B. 沿岸観察

ロサ・ルゴサⅡおよび船外機付き磯舟、ゴムボート

を使用して沿岸に生息する鰭脚類・ラッコの観察を日露共同で行う。

### C. 潜水観察および動物の定点観測

歯舞群島ハルカリモシリ島他に上陸して、沿岸に生息する生き物たちの環境を把握するために潜水調査を行い、どのような環境に住んでいるのかを映像として記録する。また、アザラシやラッコなど動物の一日の行動を観察する。

## 2) 2005年度補助調査の結果

### A. 鯨類

発見した鯨種は計5種19群26頭であった(表1、2)。

これらはいずれも6月の北海道太平洋沿岸から四島周辺にかけて普通に観察される種であるが、発見種および頭数の少なさは、過去の四島周辺海域調査で類をみないものであった。

表1 調査日別発見鯨類(群れ数/個体数)

| 調査日  | 鯨 種        |           |           |            |     |
|------|------------|-----------|-----------|------------|-----|
|      | ネズミ<br>イルカ | カマイ<br>ルカ | イシイ<br>ルカ | ミンク<br>クジラ | シャチ |
| 6・7  | 3/4        | 1/1       | 0         | 1/1        | 0   |
| 6・8  | 1/4        | 0         | 2/3       | 2/2        | 0   |
| 6・11 | 0          | 0         | 0         | 0          | 1/3 |
| 6・12 | 5/5        | 0         | 0         | 3/3        | 0   |
| 合計   | 9/13       | 1/1       | 2/3       | 6/6        | 1/3 |

表2 鯨種別発見総数

| 鯨種     | 群れ数 | 個体数 |
|--------|-----|-----|
| ネズミイルカ | 9   | 13  |
| カマイルカ  | 1   | 1   |
| イシイルカ  | 2   | 3   |
| ミンククジラ | 6   | 6   |
| シャチ    | 1   | 3   |
| 総 計    | 19  | 26  |

期待していたシャチの発見は、わずかに一群だけだった。

なお鯨類調査を実施した5日間のうち、初日の6月7日と翌8日の二日間を除いては濃霧と強風に見舞われ、概して調査に適した条件とはいえなかった。この悪条件が目視の精度に悪影響を与え、予想を裏切る発見率の低さにつながった可能性は否めない。

## B. 遠洋海鳥

### a) 目視結果の概要

総目視時間は1,854分、総目視距離は589,937km、総目視単位は174単位、総観察羽数7,200羽であった。総目視単位数が少ないのは、濃霧のため6月9日は10単位、10日は5単位、11日は5目視単位しか有効な記録がなかったからである。全体として見ると総観察羽数がこれまでの調査経験から見て少ない。

種別に見た観察数の多い上位8位までの海鳥種の羽数と全体に占める割合は以下の通りである。ウトウ4,862羽(67.5%)、ビロードキンクロ547羽(7.6%)、フルマカモメ(暗色型)284羽(3.9%)、オオセグロカモメ247羽(3.4%)、ハシボソミズナギドリ239羽(3.3%)、ケイマフリ198羽(2.8%)、アビ類145羽(2.0%)、ヒメウ143羽(1.98%)。

### b) 種別の観察羽数から見た海域の海鳥分布の特性

表3に調査期間中に出現した海鳥類をグループ別に、各種の観察数と全体に占める割合を示した。

最も出現数が多かったのはウミスズメ科の海鳥類であった。そのなかでもウトウが最も多く、全体で67.5%を占めた。ついでケイマフリ、ウミスズメ、ウミガラス、エトピリカの順であった。注目すべきは沿岸性の強いケイマフリが198羽も観察されたことである。本種は色丹島の崖錘斜面で多数繁殖しているが、索餌域は浅海域であれば、営巣地からかなり離れた海面まで飛翔するらしい。歯舞群島でもかなり繁殖数が期待されると考えられる。調査航海中にハルカリモシリ島に上陸したロシアの研究者の観察によると、この年の春の到来は通常の年より2~3週間遅れていることが植生の繁茂状態から推測された。海洋環境としては、宗谷暖流系水は例年通りであるものの、親潮系水は早春時にも優勢で歯舞群島から色丹島周辺海域の昇温が遅れているようであった。

また、ハルカリモシリ島では、ウトウはいまだ抱卵中であった。このことは観察したウトウが餌となる魚を咥えている場面の観察されなかったことから判断できた。ウミスズメも観察されたが子連れの親が出現しなかったことから、今だ抱卵中と判断した。

海ガモ類ではビロードキンクロの大群が多楽水道の浅海域で観察されたため、二番目に多く出現したグループとなった。北方四島周辺海域における海ガモ類の分布や生態についてはほとんど未知である。特に歯舞群島の浅海域は冬季も結氷しないことから、重要な越冬域になっている可能性があるとともに、渡りの経路としても重要と考えられ、今後の調査が望まれる。

ミズナギドリ類では北半球の亜寒帯域以北に生息するフルマカモメが284羽(3.9%)と優占した。ほとんどが暗色型であった。興味深いことは、南半球から飛来する高度な渡り性のハシボソミズナギドリが239羽(3.3%)と少なかったことである。この歯舞群島周辺の浅海域ではハシボソミズナギドリやハイイロミズナギドリの大群が7月に飛来する時期でも生息数が少ないことが判明している。これらミズナギドリ類は浅海の海洋環境には馴染めない性質を有していると考えられた。ハイイロミズナギドリ(6羽、0.08%)が少ないのは、調査期間中にはサンマ、マイワシ、カタクチイワシ等の多獲性浮き魚類の来遊が未だないためと考えられた。

アホウドリ類では、コアホウドリが少数出現したが、肉食性の強いクロアシアホウドリの出現がなかった。このことは多獲性浮き魚類の来遊が遅れている間接的な証拠でもある。この調査時期は、鳥島で繁殖を終了したアホウドリの北上渡りの時期で、千島列島の太平洋側を通過するが、残念ながら観察できなかった。

カモメ科海鳥ではオオセグロカモメが優占した。ウミネコとセグロカモメが少数出現した。外洋性の強いミツユビカモメは出現しなかったが、7月2~3日の沖合い域の調査では出現したことから、歯舞諸島周辺の浅海域には飛来しないのであろう。

ウ類は、ヒメウが多く観察された。岩礁や海崖などで休息している個体では、ウミウの方が生息数が

表3 調査期間中に出現した海鳥類の種類とその数・割合

| 科       | 種名           | 羽数   | 割合 (%) |
|---------|--------------|------|--------|
| ウミスズメ科  | ウトウ          | 4862 | 67.5   |
|         | ケイマフリ        | 198  | 2.7    |
|         | ウミスズメ        | 145  | 2.0    |
|         | ウミガラス        | 111  | 1.5    |
|         | エトピリカ        | 74   | 1.0    |
|         | 小型ウミスズメ科     | 47   | 0.7    |
|         | エトロフウミスズメ    | 9    | 0.1    |
|         | マダラウミスズメ     | 3    | 0.04   |
|         | ハシブトウミガラス    | 1    | 0.01   |
|         | ウミバト         | 1    | 0.01   |
|         | 小計           | 5451 | 75.7   |
| 海ガモ類    | ビロードキンクロ     | 547  | 7.6    |
|         | 海ガモ類         | 51   | 0.7    |
|         | クロガモ         | 6    | 0.08   |
|         | 小計           | 604  | 8.4    |
| ミズナギドリ類 | フルマカモメ (暗色型) | 284  | 3.9    |
|         | ハシボソミズナギドリ   | 239  | 3.3    |
|         | ハイイロミズナギドリ   | 6    | 0.08   |
|         | コアホウドリ       | 3    | 0.04   |
|         | コシジロウミツバメ    | 3    | 0.04   |
|         | フルマカモメ (明色型) | 2    | 0.03   |
|         | 小計           | 537  | 7.5    |
| カモメ科    | オオセグロカモメ     | 247  | 3.4    |
|         | ウミネコ         | 8    | 0.1    |
|         | セグロカモメ       | 2    | 0.03   |
|         | 小計           | 257  | 3.6    |
| ウ科      | ヒメウ          | 143  | 2.0    |
|         | ウミウ          | 26   | 0.4    |
|         | 小計           | 169  | 2.3    |
| アビ科     | アビ類          | 145  | 2.0    |
|         | シロエリオオハム     | 10   | 0.1    |
|         | アビ           | 8    | 0.1    |
|         | ハシジロアビ       | 3    | 0.04   |
|         | 小計           | 166  | 2.3    |
| シギ科     | アカエリヒレアシシギ   | 16   | 0.2    |

多い可能性がある。海上にいない場合には観察の対象としなかったためにヒメウが多くなってしまったのかもしれない。しかし、歯舞群島周辺の浅海域はヒメウにとって好適な索餌域になっていることには間違いないようである。チシマウガラスの生息も知られているが、観察されなかった。

アビ類海鳥は、シロエリオオハム、アビ、ハシジロアビの3種が同定された。アビ類は生殖羽となって

いない個体が多く、種の査定が困難であった。大部分はアビ類として判断せざるを得なかった。但し、シロエリオオハムがほとんどであると考えられた。このアビ科海鳥類も浅海域で索餌する習性が優れているようである。

### C. 蹼脚類・ラッコ

#### a) アザラシ類

今回の調査において確認されたのは、ゼニガタア



ザラシ(*Phoca vitulina stejnegeri*)およびゴマフアザラシ(*Phoca largha*)の2種であった。

#### ○ 色丹島

色丹島における確認個体数を表4に示す。なお、6月9・10日は霧により視界が悪く、観察を試みたが、海上から色丹島沿岸を観察することは出来なかった。ゼニガタアザラシは成獣が上陸410頭・遊泳24頭の計434頭、幼獣が上陸38頭・遊泳2頭の計40頭、合計474頭を確認した。ゴマフアザラシは上陸2頭、種不明アザラシは上陸・遊泳ともに1頭ずつを確認した。

#### ○ ハルカリモシリ島

ハルカリモシリ島大島における確認個体数を表5に示す。なお、6月9日と10日では観察場所が重複しているため、個体数の合計は日別のみとした。6月9日にはゼニガタアザラシは成獣が上陸1頭・遊泳37頭の計38頭、幼獣が上陸1頭・遊泳19頭の計20頭、合計58頭を確認した。6月10日にはゼニガタアザラシは成獣が上陸224頭・遊泳39頭の計263頭、幼獣が上陸120頭・遊泳25頭の計145頭、合計408頭を確認した。また、ゴマフアザラシの成獣の上陸1頭、種不明アザラシの遊泳1頭も確認された。

#### b) その他の鰭脚類

6月8日に色丹島にてトド(*Eumetopias jubatus*)遊泳1頭を確認した(表4)。また、6月8日にロサ・ルゴサで行われた国後島ー色丹島間での鯨類目視調査において、キタオットセイ(*Callorhinus ursinus*)3頭が確認された。

#### c) ラッコ

本調査では6月9日にハルカリモシリ島大島でラッコ親子1組が確認された(表5)。

### D. 沿岸海鳥

色丹島では、ケイマフリの個体数が多く北方四島と北海道を含めて最も個体密度が高いと考えられる。国後島・択捉島では繁殖の確認がなかったチシマウガラスの繁殖が確認された。また、陸島では海岸の断崖で繁殖するワタリガラスが確認された(表6)。また、ハルカリモシリ島の結果は表7に示す。

### E. 海底環境

色丹島・歯舞諸島の浅海海底環境は岩礁地帯がその大部分を占める。干潟や海草藻場はほとんどない。

砂浜はわずかに見られるが、構成粒子はほぼ礫で占められている。

岩礁帯海底のほぼ全域で、大型のコンブ属ナゴンブ、オニコンブ、スジメ、アイヌワカメ属のアイヌワカメが優占した海藻群落(藻場)が形成されており、道東と一部異なる種組成を示しただけでなく、その現存量も非常に大きいと思われた。しかし、海藻の種多様性は道東とそれほど変わらないと思われる。

スガモもパッチ状に分布しているのが見られたが、択捉島・国後島におけるような大規模なスガモ帯を形成していない。

これらの海藻藻場がアザラシ(主としてゼニガタアザラシ)の採餌場所や隠れ場所として利用されている。また、生まれた直後の子アザラシの子育ての場所としても利用されているらしいことが確認された。

大島、大崎の色丹島2ヶ所では、ハナサキガニが豊富に生息していた。また、ハルカリモシリ島においても、ハナサキガニの生息が確認され、そのほかにもクリガニが多数生息しており、これらがアザラシに利用されていることも考えられる。

海産無脊椎動物では、オオバンヒザラガイが多数生息していることが確認されるなど、親潮系独特の生物相が見られた。これは予想されたことではあるが、色丹島・歯舞諸島周辺は四島の中では暖流の影響が非常に少ない(ほとんどない)海域であることが確認された。また、藻場の中にはアミ類が大量に生息しており、基礎生産と魚類生産の間をつなぐ重要な鍵種(key species)であることが考えられる。食物連鎖の詳細な調査が今後必要になるだろう。

植物プランクトンが大量に発生している時期であったため、海藻藻場周辺では大量のヨコエビ類の遊泳が見られ、稚魚類も多く発生していた。

河川は見るべきものはほとんど無く、河川が海底環境に与える影響はほとんどないと思われた。

### F. 海洋環境

各観測点(図1)において、クロロテック(アレック電子製)を用いて、水温・塩分・クロロフィル濃度(chl-a)を測定した。同時に、サイズ分画濾過・HPLC・

吸光度測定用に表面海水を採水した。

今回は表面水温分布及びchl-a分布、4本のラインの鉛直断面図をもとに解析した。

本調査中の歯舞・色丹島周辺海域における海面水

温分布は、西側で約5℃の高水温、東側で約3℃の低水温となった(図2)。

また、二年前の6月の北方四島調査(択捉島周辺)海面水温分布結果と比べ全体的に2℃近く低温であっ

表 4 色丹島における鰭脚類・ラッコ確認個体数

| Date      | Place | Time        | Seals       |      |             |      |               |      |       | Other Species |
|-----------|-------|-------------|-------------|------|-------------|------|---------------|------|-------|---------------|
|           |       |             | Kuril Seals |      | Larga Seals |      | Unknown Seals |      | Total |               |
|           |       |             | Haul out    | Swim | Haul out    | Swim | Haul out      | Swim |       |               |
| 2005/6/8  | a     | 5:09        | 2           |      |             |      |               |      | 2     |               |
|           | b     | 5:43        | 2           |      |             |      |               |      | 2     |               |
|           | c     | 6:14        | 2           |      |             |      |               |      | 2     |               |
|           | d     | 8:00        | 24          |      |             |      |               |      | 24    |               |
|           | e     | 8:30-39     | 17          |      |             |      |               |      | 17    |               |
|           | f     | 8:55-9:06   | 7           |      |             |      |               |      | 7     |               |
|           | g     | 9:22-10:42  | 254         | 1    | 1           |      |               |      | 256   |               |
|           | h     | 12:17       | 1           |      |             |      |               |      | 1     |               |
|           | i     | 12:25       | 19          |      |             |      |               |      | 19    |               |
|           | j     | 12:44-13:05 | 5           | 1    |             |      | 1             |      | 7     |               |
|           | k     | 13:23-13:33 | 49          | 7    |             |      |               |      | 56    |               |
|           | l     | 13:54       |             | 2    |             |      |               |      | 2     |               |
|           | m     | 14:17       | 1           |      |             |      |               |      | 1     |               |
|           | n     | 15:01       |             | 1    |             |      |               |      | 1     |               |
|           | o     | 15:15       |             |      |             |      |               | 1    | 1     | トド遊泳1         |
|           | p     | 15:30-42    | 14          | 9    |             |      |               |      | 23    |               |
| 2005/6/11 | q     | 12:01-15:51 | 49          | 3    | 1           |      |               | 53   |       |               |
| 2005/6/12 | r     | 5:35-39     | 2           | 2    |             |      |               | 4    |       |               |
| Total     |       |             | 448         | 26   | 2           | 0    | 1             | 1    | 478   |               |

表 5 ハルカリモシリ島における鰭脚類・ラッコ確認個体数

| Date      | Place | Time      | Seals       |      |             |      |               |      | Total | Other Species |
|-----------|-------|-----------|-------------|------|-------------|------|---------------|------|-------|---------------|
|           |       |           | Kuril Seals |      | Larga Seals |      | Unknown Seals |      |       |               |
|           |       |           | Haul out    | Swim | Haul out    | Swim | Haul out      | Swim |       |               |
| 2005/6/9  | A     | 14:41     |             | 6    |             |      |               |      | 6     | ラッコ2(親子)      |
|           | B     | 14:53     |             | 14   |             |      |               |      | 14    |               |
|           | C     | 15:03-47  | 2           | 36   |             |      |               |      | 38    |               |
|           | Total |           | 2           | 56   |             |      |               |      | 58    |               |
| 2005/6/10 | A     | 7:06      |             | 3    |             |      |               |      | 3     |               |
|           | B     | 7:32-42   |             | 10   |             |      |               |      | 10    |               |
|           | C     | 7:49      | 129         |      |             |      | 1             |      | 130   |               |
|           | D     | 8:03-06   | 2           | 4    |             |      |               |      | 6     |               |
|           | E     | 8:47-9:21 | 28          | 3    |             |      |               |      | 31    |               |
|           | F     | 9:47-58   | 9           | 2    |             |      |               |      | 11    |               |
|           | G     | 10:17     | 3           |      |             |      |               |      | 3     |               |
|           | H     | 10:27     | 12          | 4    | 1           |      |               |      | 17    |               |
|           | I     | 10:43     |             | 2    |             |      |               |      | 2     |               |
|           | J     | 12:16-26  | 83          | 1    |             |      |               |      | 84    |               |
|           | K     | 12:41     | 13          |      |             |      |               |      | 13    |               |
|           | L     | 12:53     |             | 1    |             |      |               |      | 1     |               |
|           | M     | 12:57     |             | 1    |             |      |               |      | 1     |               |
|           | N     | 13:05     | 22          |      |             |      |               |      | 22    |               |
|           | O     | 13:16-27  | 43          | 19   |             |      |               |      | 62    |               |
|           | P     | 13:31     |             | 4    |             |      |               |      | 4     |               |
|           | Q     | 13:38     |             | 2    |             |      |               |      | 2     |               |
|           | R     | 13:43     |             | 5    |             |      |               |      | 5     |               |
|           | S     | 13:48-50  |             | 3    |             |      |               |      | 3     |               |
| Total     |       |           | 344         | 64   | 1           |      | 1             |      | 410   |               |

表 6 色丹島における沿岸海鳥の個体数と繁殖数

| 種類        | 学名                               | 個体数  | 繁殖巣数 |
|-----------|----------------------------------|------|------|
| ウミウ       | <i>Phalacrocorax capillatus</i>  | 180  | 90   |
| チシマウガラス   | <i>Phalacrocorax urile</i>       | 60   | 90   |
| ヒメウ       | <i>Phalacrocorax pelagicus</i>   | 60   | 0    |
| オオセグロカモメ  | <i>Larus schistisagus</i>        | 2600 | 1300 |
| ウミネコ      | <i>Larus crassirostris</i>       | 19   | 0    |
| ケイマフリ     | <i>Cephus carbo</i>              | 840  | ○    |
| エトビリカ     | <i>Fratercula cirrhata</i>       | 110  | ○    |
| ウトウ       | <i>Cerorhinca monocerata</i>     | 170  | ○    |
| ハシブトウミガラス | <i>Uria lomvia</i>               | 1    | 0    |
| ウミスズメ     | <i>Synthliboramphus antiquus</i> | 7    | ?    |
| シノリガモ     | <i>Histrionicus histrionicus</i> | 110  | ?    |
| オジロワシ     | <i>Haliaeetus albicilla</i>      | 7    | 1    |

表 7 ハルカリモシリ島における沿岸海鳥の個体数と繁殖数

| 種類        | 学名                              | 個体数 | 繁殖巣数 |
|-----------|---------------------------------|-----|------|
| ウミウ       | <i>Phalacrocorax capillatus</i> | 66  | 16   |
| ケイマフリ     | <i>Cephus carbo</i>             | 129 | ○    |
| ウトウ       | <i>Cerorhinca monocerata</i>    | ?   | ○    |
| オオセグロカモメ  | <i>Larus schistisagus</i>       | 81  | 20   |
| ウミネコ      | <i>Larus crassirostris</i>      | 7   | 0    |
| オジロワシ     | <i>Haliaeetus albicilla</i>     | 8   | 1    |
| コシジロウミツバメ | <i>Oceanodroma leucorhoa</i>    | ?   | ○    |

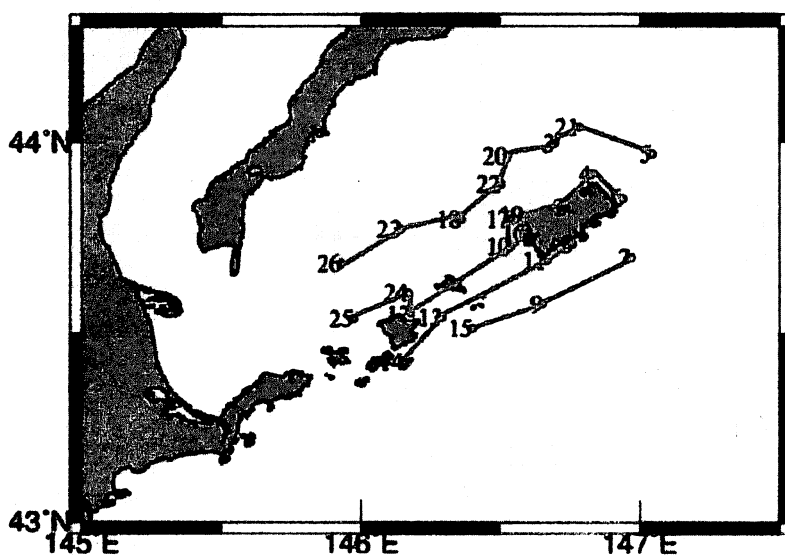


図 1 2005 年観測点

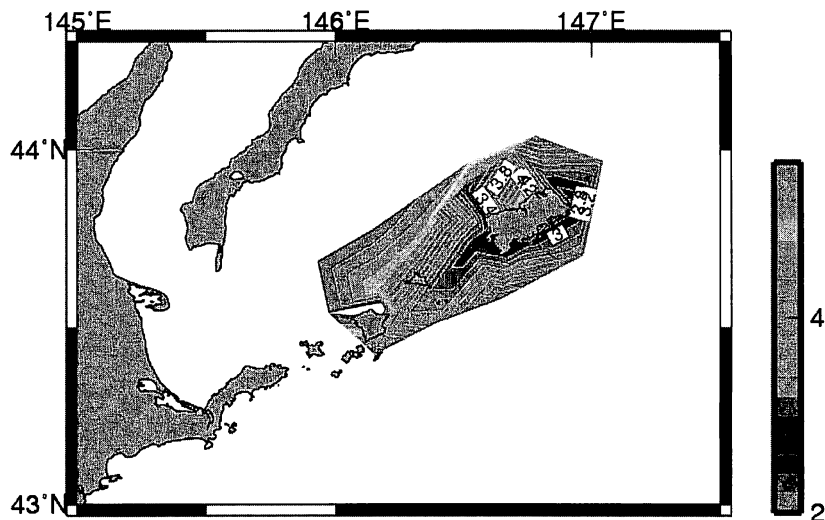


図2 海面水温分布

た。表面chl-a分布は、最も低濃度の地点でも $1\text{mgm}^{-3}$ で、高濃度の地点では $10\text{mg}^{-3}$ もあり、本調査期間は春季ブルームをとらえていたと言える(図3)。

Chl-a、水温、塩分の鉛直断面図を見てみると太平洋側沖合いのラインでは色丹島西部水深約80m以深で低温高塩分水が見られ、この水はオホーツク海起源の水と考えられる(図4左)。また、太平洋沖合いラインは成層化が進んでいたが、他の3つのラインは水深が浅いこともあり、鉛直的によく混合されている観測点が多く見られた(図4、5)。

### 3) 2006年度補助調査

調査期間：平成18年9月21日～23日

調査場所：北方四島周辺海域(知床周辺)

調査内容：北方四島に生息する生き物やその自然環境を日露共同で観察することにより専門家同士の意見交換を行う。具体的な観察項目は下記の通り。

#### A. 遠洋観察

母船(ロサ・ルゴサ)を使用して、外洋に生息する鯨類・海鳥類を観察する。

#### B. 潜水観察

沿岸に生息する生き物たちの環境を把握するために潜水調査を行い、どのような環境に住んでいるのかを映像として記録する。

### 4) 2006年度補助調査の結果

#### A. 鯨類

発見鯨種は計6種48群368頭(種不明は含まず)であった(表8)。

出現した鯨種は、おおむね予想通りであった。種不明と記してあるものについて述べると、中間ラインを超えていたために接近は不可能であったが、その噴気の形状から推測されるのは2群ともにナガスクジラである。

#### B. 遠洋海鳥

総目視時間は20時間である。最多出現種はオオセグロカモメ(437羽、20.7%)、以下ウトウ(422羽、20.5%)、ミツユビカモメ(407羽、19.8%)、トウゾクカモメ類(329羽、16.0%)、ウミネコ(170羽、8.3%)、アビ類(135羽、6.6%)、ビロードキンクロ(59羽)、ハイイロミズナギドリ(39羽)、アカアシミズナギドリ(32羽)であった。

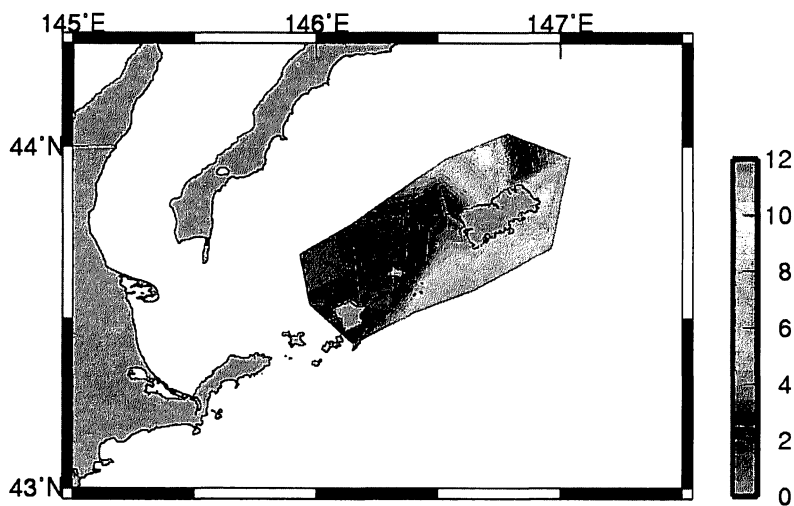


図3 海面 chl-a 濃度分布

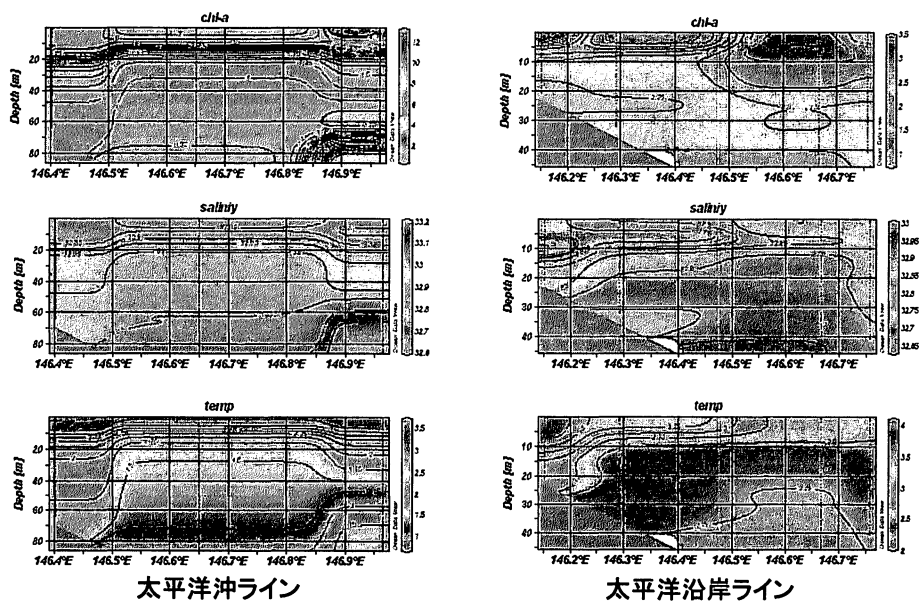


図4 太平洋側観測ライン鉛直断面図(上段)chl-a、(中段)塩分、(下段)水温

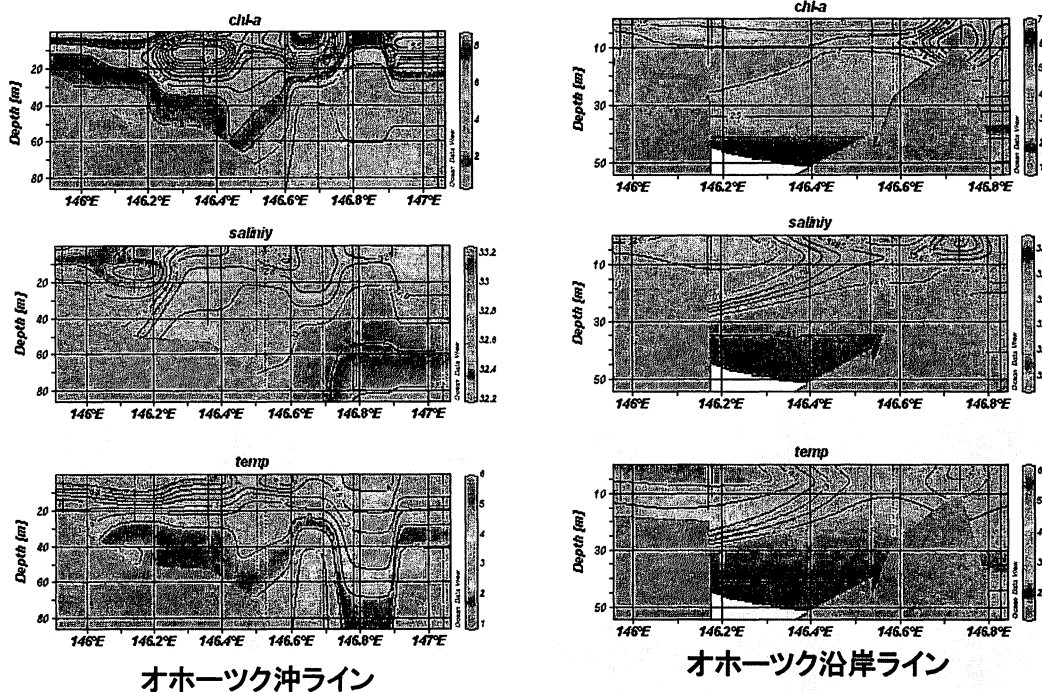


図5 オホーツク海側観測ライン鉛直断面図(上段)chl-a、(中段)塩分、(下段)水温

表 8 鯨種別発見総数 (2006 年度補助調査)

| 鯨種      | 群れ数 | 個体数 |
|---------|-----|-----|
| ネズミイルカ  | 10  | 21  |
| イシイルカ   | 2   | 3   |
| カマイルカ   | 1   | 1   |
| ツチクジラ   | 6   | 37  |
| ミンククジラ  | 2   | 2   |
| マッコウクジラ | 7   | 36  |
| 種不明大型鯨種 | 2   | 2   |
| 総 計     | 48  | 368 |

## 5. 今後の保全策(案)と管理体制の確立

これまでの自然生態系の調査結果や一次産業の聞き取り調査の結果を踏まえ、今後の北方四島保全案として、日本地域としては先般ユネスコの世界自然遺産に登録された知床を、ロシア地域としては海獣類の保護区を持つウルップ島を入れ、バッファー地

域として北方四島を加えユネスコの国際平和公園にすることを提唱する(図6)。

### (1) 今後の保全策

#### 1) エトピリカの繁殖場がある萌消湾一帯に保護区を作る

択捉島における一番大きなエトピリカの繁殖場で

もあり、それ以外の多くの動物（アザラシ・ラッコ等）が集まる地域でもあり、保護に値する。

## 2) 国後島の南北の保護区の動物が行き来できる回廊（コリドー）の設置

国後島には、比較的に良く保全されたロシアの国立クリスキー保護区が設定されているが、南北に分断されており、そこに住む動物も生息地の隔離がおこっている可能性が高い。そのため、動物が行き来できる回廊（コリドー）を設置することを提案する。

## 3) 国立あるいは州立海洋保護区の外2マイルを海のバッファゾーンにする

近年近代漁業の発展に伴い、保護区内での漁業の許可制が見られるため、保護の枠を強化するためにも現況の国立あるいは州立海洋保護区の外2マイルを海のバッファゾーンにして、その地域で漁業を行う場合は入域料金を取るようにする。

### (2) 管理体制

もし、(1)のような保全策が実施される場合に考え得る管理体制は、北方四島に関しては、これまでの調査を本格共同調査（モニタリングを含む）に推移さ

せることによって、より精密なデータを蓄積し、また長期間のデータ収集のための機器類を装着し、現地ロシア人が管理するモニタリング体制を構築すること、これまでの結果や今後のデータのGIS（地理情報システム）ベース化と管理を日露共同で行っていくことが必要であると思われる。

一方、北海道の知床地域はこれまで通り日本が、ウルップ島についてはロシア側が責任を持ち管理していけばよい。これらの管理のためにも、お互いに北方四島の情報は有益なものであると思われ、より広い地域の保全策に繋がると考えられる。

## 5. まとめ

ここで提唱した保全策（案）を実現するためにも、現在、この海域での海の基本情報の収集とその情報整備をすることが急務である。それが可能となった時には、他では得られ難い「原生的」で「豊かな」海の多角的な情報を収集でき、はじめてこの海域で体系的な海に関する情報整備が行われることと、「原生的な」海の仕組みを理解する学術的な面への貢献

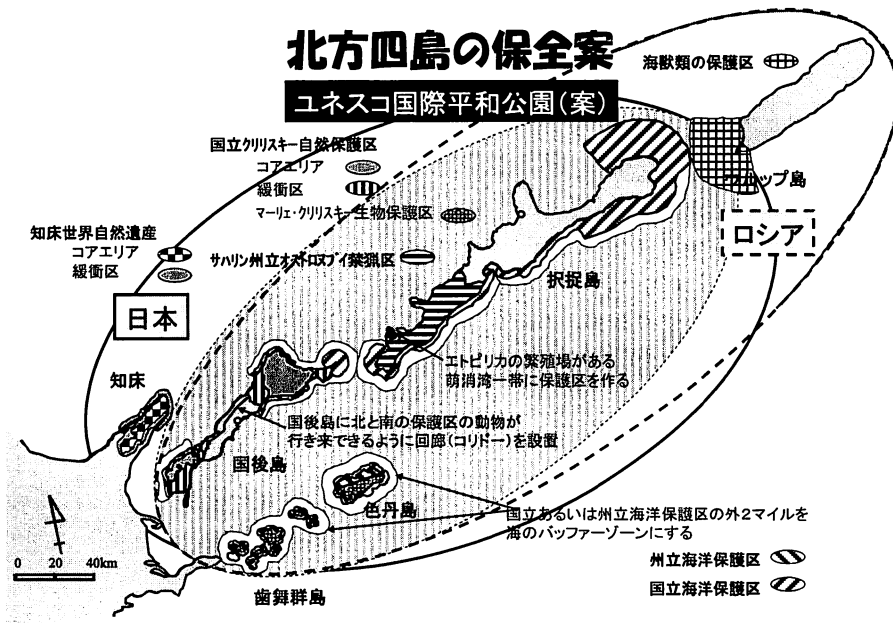


図6 北方四島の保全案

も著しい。また、その情報収集および整備の過程での調査および作業を日露共同で行うことにより、最新の各種調査手法等の意義や実際の技術を伝授することができ、現地四島側研究者の人材育成につながる。「北方四島」返還前の移行期として海の破壊が著しいこの海域で、日本側研究者との分担研究が出来るようにし、日露合同での海のモニタリング体制

へ導くことが出来ると考えられる(この海域は、世界的にも希少な海の豊かな生態系を持っているにも関わらず、近年海の破壊が著しく、現状では日本側だけではどうにもならないため、返還前の移行期として日露共同で保全する時期を考えて早急に対応する必要がある)。

Since 1999, the Non-Profit Governmental Organization Marine Wildlife Center of Japan has been utilizing this “visa-free exchange program for academics” to conduct the high precision surveys on marine animals and the marine environment around the Northern Territories, in collaboration with academics from the region. In 2001, the first stage of the marine research was completed, and in 2002 and 2003, research on the fauna and flora of Etorofu and Kunashiri Islands was conducted in addition to the marine research. It is being revealed that a primitive, “intact” ecosystem is maintained not only in the sea but also on land, and that there are close links between these two ecosystems. Afterwards, the hearing investigation of the primary industry was executed while continuing the marine research in 2004. The fishery industry was expanded in recent years and the only industry of the islands though the dairying was do a side job and was very small-scale. Additionally, in recent years, the mine is developed, poaching and poaching prevail, and the situation in which northern four islands are surrounded has deteriorated.

It is advocated to add the Shretoko and Urup Island to maintain this nature in northern four islands, and to make it to the world peace park of UNESCO. And, the collection of essential information of the marine animals and environment and the information maintenance are necessary, For that the high precisior survey have to be continued and the monitor might begin to have to be built up.



## 栗駒国定公園(山形県内区域)公園計画の立案

### 神室山系の自然を守る会

海藤 清志・沓澤 正昭・工藤 昭雄・笹原 孝雄・林 泰夫・高桑 順一  
笹 輝美・佐藤 恵一・松崎 学・遠藤 敏信・工藤 儀平

### Review of Kurikoma quasi-national park (Yamagata prf. zone) plan

#### Nature Conservation Group of Kamuro mountain system

Kiyosi Kaitoh, Masaaki Kutsuzawa, Akio kudoh, Takao Sasahara, Yasuo Hayasi, Jyun-ichi Takakuwa,  
Terumi Sasa, Keiichi Satoh, Manabu Matsuzaki, Tosinobu Endoh and Gihei Kudoh

栗駒国定公園(山形県内区域)公園計画立案は神室山系の豊かな生態系を守るとともに、次代を担う地域の子供達に神室連峰の自然との深いふれあいを通して豊かな感性を育み、地域を愛する人になっていただくために、神室連峰の栗駒国定公園としてのあるべき公園計画を全面的にわたって検討し、次代に引き継ぎたいと考えて取り組むことにしました。

活動は、平成4年の『栗駒国定公園 指定書及び公園計画書』の内容確認、現地調査、アンケート調査、シンポジウムの開催等を行いました。その検討の結果、立案内容は神室連峰が昭和43年に栗駒国定公園に編入された当時国有林野の拡大造林政策等によって狭められた公園区域を神室連峰全体の生態系を守るために拡大し、地種区分の格上げを図ることにしました。また、利用施設の計画は生態系の維持を図るために現行公園計画にある未執行利用施設を大幅に廃止し、生態系に負荷を与えない地域に、既存の施設を利用するなどして、自然学習の拠点にすることにしました。

#### 1. はじめに

1988(昭和63)年に発足した当会は、これまでの活動の中で、栗駒国定公園としての神室連峰のあり方について、全面的な検討の必要性を感じてきました。

その理由には、森林等の環境問題が深刻化して生物多様性の確保が求められる自然公園のあり方について、会自身の学習が必要であったこと、また、栗駒国定公園の公園事業執行者としての山形県が「自然公園に生息し、又は生育する動植物の保護が自然公園の風景の保護に重要であることにかんがみ、自然公園における生態系の多様性の確保その他の生物の多様性の確保を旨として、自然公園の風景の保護に関する施策を講ずる」(自然公園法第3条第2

項)指針を明らかにしてこなかったことなどがありました。

この活動の前には、日本自然保護協会が創立50周年を機に日本の自然保護の半世紀に及ぶ歴史をふりかえるとともに、21世紀の自然保護のあり方を展望するために検討された日本自然保護協会・国立公園制度検討小委員会報告書『豊かな自然・深いふれあい・パートナーシップ～21世紀の国立公園のあり方を考える～』と、1999年度PRO NATURA ファンズ助成によって作成された『第2回早池峰フォーラム 資料集』から多くを学ぶ機会を得ました。また、毎年企画している当会の自然保護講演会では2000(平成12)年に「日本の自然公園の現状と課題」

というテーマで岩手県立大学辛丸政明教授から、2002(平成14)年には「山岳自然公園の山小屋、トイレ事情等について」というテーマで元環境庁レンジャー広野孝男さんからそれぞれ講演をしていただき、栗駒国定公園としての神室連峰のあり方について学習をしてきました。

## 2. 栗駒国定公園の概要

栗駒国定公園は、岩手、宮城、秋田、山形の4県にまたがり、南北65km、東西47kmの区域をカバーし、奥羽山脈の脊梁部分のはぼ中央に位置しております。公園面積は77,122haと55ある国定公園の中で3番目の広さを持っております。また国有林率も90.3%で、100%の早池峰、93.4%の下北半島に次いで3番目となっております。

公園区域は全国でも有数の多雪地帯であり、焼石岳を中心とする一帯と、栗駒山・神室山を中心とする地域に分かれております。優れた山岳景観とカルデラ、高原、溪谷、温泉等の特色ある景観で構成され、公園利用者は290万人(平成15年度)で、東北地方では蔵王(638万人)、津軽(334万人)に次ぐ数字となっております。

栗駒国定公園に編入されている神室連峰は、秋田、山形の県境に位置する標高1,365mの神室山を盟主として、北西から水晶森(1,107m)、前神室山(1,342m)、神室山、天狗森(1,302m)、小又山(1,367m)、火打岳(1,238m)、大尺山(1,194m)、中先(1,128m)、槍ヶ先(1,051m)、烏帽子山(1,032m)、八森山(1,097m)、杓蔵山(1,027m)までほぼ南西に連なる山々で構成されております。私たちは、この神室連峰とその周辺の溪谷、台地を総称して神室山系と呼んでおります。

神室連峰は構造山地であり、その東斜面は向町カルデラの壁になっていると言われております。冬季に北西の季節風がもたらす東斜面への大量の積雪によって侵食されてきたため、非対称山陵が連続し、深い谷筋を形成し、標高が1,000m程度であるのに、人間の手による開発が比較的進んでいないため、高山性の植物が数多く生育し、イヌワシを頂点とする生態系が保持されております。

栗駒国定公園としての神室連峰は中先以南は公

園区域外となっており、神室連峰全体の生態系を守るためにも公園区域に編入されるべきであると考えます。

## 3. 活動の経過

### (1) 『栗駒国定公園 指定書及び公園計画書』(平成4年3月26日環境庁)の内容確認

『栗駒国定公園 指定書及び公園計画書』(平成4年3月26日環境庁)は幸丸教授から、各県の公園計画図と公園計画の執行状況については各県の自然保護課から協力をいただき入手致しました。

その内容の詳細につきましては割愛しますが、山形県内の内容については、私たちの立案内容と対比する形で後記することとします。

さて、先に記した日本自然保護協会・国立公園制度検討小委員会報告書の「第2章 国立公園の歩み―国立公園の歴史的社会的位置づけと自然保護問題」によれば、環境庁自然保護局は1973(昭和48)年に、自然保護強化の観点から公園計画の見直し作業を進めることにして、都道府県に通達を出し、公園計画の再検討要領を示しております。

平成4年の上記の公園計画書(公園計画の変更)の基本方針には、再検討にあたり、この「国立公園計画の再検討要領」(昭和48年11月22日付け 環自計第615号)に準じて行うとしているものの、関係県の諸情勢により、保護計画の見直しは宮城県に限って行い、他の県にあっては利用計画の見直し、整理のみを行う状況でありました。特に山形県では一切の見直しも行われませんでした。

### (2) 現地調査

現地調査は、早池峰・薬師岳現地調査と早池峰フォーラムへの参加、栗駒国定公園の県外利用施設調査、世界谷地の保護対策調査、神室連峰の公園区域内外の動植物調査・利用施設調査等を行ってきました。

### (3) アンケート調査

アンケート調査は約2年間の現地調査を踏まえて、以下の項目等を調査項目としました。

- 1) 現行公園計画の見直しの必要の有無
- 2) 公園区域拡大の必要の有無
- 3) 規制計画(保護計画)の見直しの必要の有無

#### 4) イヌワシ等野生動物の保護

#### 5) 利用施設計画に対する考え

調査対象者は、当会全会員、地元関心者、県内外の自然保護団体、登山愛好者をお願いをして約130名に郵送致しました。調査項目が神室連峰の登山を数多く経験したことのない人には難しい内容が多かったために、「分からない」、「難しい」との声が多くあり、回収率も低調でありましたが、アンケート結果からは自然保護の学習という観点からの利用計画と保護計画の充実を求めていること、特に自然に負荷を与える利用施設は要らないという考えが多くの方から出されました。また今回の私たちの取り組みに対する貴重な提言も数多くいただき、神室連峰に寄せる熱い思いも伝わってきました。

#### (4) シンポジウムの開催

当初シンポジウムの開催は予定しておりませんでしたが、立案事業の意義を多面的に検討・確認するために実施しました。

シンポジウムの始めに日本自然保護協会の金子良知夫氏から「自然環境から見た区域区分(ゾーニング)と保全管理の仕組み作り」と題して、「至仏山環境共生推進計画調査～自然環境から見た区域区分(ゾーニング)」と「AKAYA(赤谷)プロジェクト～地域保全管理の仕組み作り」の二つの事例を紹介していただきながら、当会の立案事業においては以下の提言をいただきました。

- 1) 公開計画立案は、現行の公園計画のどこに問題点があるかを調べる姿勢を持ち、オリジナル情報を調査結果として蓄積することによって説得力のある立案をすることができる。その手法として至仏山の例のように役割分担をして、各専門分野からの調査を統合すること、また立案の具体的プロセス、根拠を明らかにすること。
- 2) これまでの自然保護運動は自然破壊型への抵抗(フェーズ1)、制度変革への「提案」(フェーズ2)と質的に変化をしてきたが、「AKAYAプロジェクト」と同様に、新たな社会的仕組みを創造し、地域の自然を守り育てる力を蘇らせるための「協働」(フェーズ3)の意義をこの立案事業

に見ることができる。

また、もう一つの基調講演として岩手県立大学政策学部長幸丸政明教授からは「市民参加型公園計画作りへの期待」と題してお話をいただき、以下の提言をいただきました。

- 1) 公開計画の策定は、自然公園法の中で「この法律の適用に当たっては、財産権の尊重と公益との調整に留意(第4条)」しなければならないとされているように、多くの関係機関と協議しなければならないためにその手続きや制度がややこしく、大多数の自然保護運動でも、ある特定の地域を守ってくれとか、破壊するなとか、そういう個別、具体的な形でしか行政にはアプローチ出来なかった。公園全体の保護や利用を方向づけするという事は、広範な意見の集約が必要だが、市民団体が公園計画の立案などという言葉を持ち出したのは、多分初めてだろうと思う。その意味では大変意義のあることである。
- 2) これまでの公園計画策定の過程では関係機関との議論も含めて密室の中で議論が行われて来たが、今回の公園計画立案の実現に向けては、関係機関と団体がどのような議論をし、お互いの意見や情報交換の内容がどうかをすべて公開して行くことが大事である。
- 3) 栗駒国定公園の公園計画は、4県がバラバラに行ってきたが、山形県での今回の民間の保護団体との協力関係による公園計画の見直しが行われれば、この再検討を契機に、東北全体の中での栗駒国定公園の価値について4県の各行政機関と民間団体がお互いに確認しあい、4県の統合的公園計画案の策定を目指して協力し合うよい機会になるのではないかと。

最後に、長年環境庁のレンジャーとして多くの国立公園の公園管理を行ってきた地元出身の広野孝男さん、神室連峰の栗駒国定公園編入時に金山町職員として関わりを持ち、現在も「神室山の会」に所属して神室山避難小屋の維持管理に協力してきた笹原忠昭さん、栗駒国定公園の自然公園指導員として活躍している当会運営委員の笹輝美さんにパネ

ラーとして加わっていただき、広く公園計画のあり方について議論をしていただきました。

#### 4. 現行公園計画と当会の立案内容

##### (1) 公園区域の拡大と地種格上げ

公園区域の見直しでは、大幅に拡大し、神室連峰全体の生態系を次代に引き継ぐため地種格上げを図りました(表1)。具体的には1963(昭和38)年に指定された神室加無山県立自然公園に編入されていた神室連峰の南半分が、1968(昭和43)年に神室連峰が栗駒国定公園に編入される時、割愛された地域を再編入し、また当時の国有林施行における拡大造林策によって狭められている公園区域を、林野庁が管理経営の基本を公益機能の発揮に転換させて、国有林野の機能類型を「森林と人との共生林」や「水保林」に指定した地域を参考にし、鳥獣保護区、緑の回廊等を考慮しました。

##### (2) 利用計画の見直し

シンポジウムの中でも議論された通り、栗駒国定公園に編入されるときに策定された利用計画は、十分な検討時間がないためにその計画の実現性が曖昧なままに策定してしまったと思われます。現在においては、自然保護の観点からも非常に問題がある利用計画と指摘せざるを得ません。

平成4年の公園計画見直しでは、宮城県が利用計画において大幅な見直しを行っているばかりでなく、秋田県においても、編入当初策定された単独施設は37件も廃止されており、山形県も本格的に再検討を加えれば同様の事態になると思われます。

約2年間の現地調査の結果、アンケートへの提言

にも多くあったように、貴重な生態系に負荷を与える車道、歩道、利用施設等の建設は新たに計画することはもちろん、現行公園計画の中にある未執行の車道や単独施設も大幅に削減・廃止するべきであります。特に、とまりの滝、黒森越、軍沢岳の3カ所に車道と利用施設の併設計画、小又山山頂の避難小屋建設計画は貴重な生態系を保護するために削除するべきであります。

他方、山形県はこれまで歩道の新設と廃止を1998(平成10)年と2000(平成12)年に行ったほかは、公園計画にある利用施設計画の執行は一切行ってきませんでした。このことは自然保護の観点からむしろ良かったのではないかという意見もシンポジウムの中でありましたが、豊かな神室山系の自然に学ぶ利用施設は、環境に負荷を与えない場所に建設されるべきであります。

私たちは新たに公園区域に編入される区域においては、山小屋やキャンプ場などの既存施設の利用を図るとともに、唯一新たな施設として、神室連峰への登山口として利用者の多い土内口にビジターセンターを開設して登山情報の提供と自然学習の拠点にすることを提案します(表2)。

#### 5. 活動の反省と今後の取り組み

##### (1) 活動の反省

- 金子良知夫さんの講演の中で指摘された通り、現行公園計画の問題点について、現地調査してオリジナル情報の蓄積に努めましたが、その調査が十分であったか、疑問であります。
- 調査を統合し、立案する具体的プロセスの中で、国有林の各林班ごとのデータを収集・検討しましたが、その利用が不十分でありました。
- 山形県以外の、他県の取り組み状況を郵送で照会しましたが、赴いて聴取すればより良い情報が人手できたのではないかと思います。
- 次代を担う子供達が神室山系の豊かな自然を体験的に学習するプランを当会で作成し、公園計画のあり方に反映させるべきであるという提言を多くいただきましたが、具体的プランを作成することが時間的に出来ませんでした。

表1 現行公園区域と当会案

|     | 現行公園区域  | 当会案      |
|-----|---------|----------|
| 第1種 | 2,857ha | 9,283ha  |
| 第2種 | 1,731ha | 6,802ha  |
| 第3種 | 5,218ha | 1,411ha  |
| 合計  | 9,824ha | 17,496ha |

## (2) 今後の取り組み

- 1) 活動の反省を踏まえて立案内容の充実をさらに図っていきます。
- 2) 立案内容の実現に向けて、栗駒国定公園に関わる4県の行政機関や関係市町村との話し合いを行うと同時に、地元の団体や他県の自然保護団体とも連携をとって、栗駒国定公園のあるべき姿について交流を深めていきます。

## 6. 立案活動経過

当会の立案活動経過を簡単に記しておきます。なお、当活動のために月数回行われた運営委員会、国有林の林班ごとの機能類型区分を最上支署で調査した活動については割愛しております。

2004年7月1日 プロ・ナトゥーラ・ファンド助成申し込み

2004年7月27日 公園計画立案について幸丸政明岩手県立大学政策学部長と打ち合わせ(於 わくわく新庄)

2004年10月18日 助成決定

2005年2月12日 元環境庁レンジャー広野孝男さんと公園計画立案についての学習会(於 わくわく新庄)

2005年3月13日 運営委員会(現公園計画の問題点の集約と改善案について検討、他公園の現地見学の計画)

2005年3月15日 栗駒国定公園について山形県環境保護課岩間自然環境保全主査と話し合い(於 最上総合支庁)

2005年3月16日 神室山避難小屋再建について地元登山愛好団体最上山岳会、自然に親しむ会、金山山の会、神室山系の自然を守る会で話し合い(於 新庄市民プラザ)

2005年4月23日 公園計画立案について幸丸教授と打ち合わせ(於 岩手県立大学)

2005年5月2日 栗駒国定公園世界谷地(宮城県)調査

2005年6月18日 神室連峰現地調査(砂利押沢～一杯森)

2005年6月19日 第40回自然観察会(栗駒国定公園世界谷地原生花園を歩こう)23名参加

2005年7月3日 第24回自然保護講演会「神室連峰の自然(スライド上映)」(講師:大類貞夫 元神室少年自然の家所長)

2005年7月7日 栗駒国定公園内の公共利用施設の現地調査(岩手県、宮城県、秋田県)

2005年7月17～18日 早池峰、薬師岳現地調査、早池峰フォーラム参加

2005年7月23日 神室連峰現地調査(台山～柗沢ダム)

2005年9月3日 台山山頂標識調査

2005年9月4日 砂利押沢ルート、ロープ張り替え

2005年10月9～10日 神室連峰現地調査(土内→権八小屋跡→神室山→前神室山→御田→火打岳→砂利押沢→土内)

2005年10月12日 神室連峰現地調査(大又沢～小又山)

2005年10月20日 神室連峰現地調査(夏路沢～軍沢岳)

2005年11月3日 神室連峰現地調査(東又沢～大鏑山)、イヌワシ調査(土内溪谷)

2006年5月20日 栗駒国定公園(山形県内区域)の公園計画に関するアンケート調査依頼郵送

2006年7月9日 シンポジウム「栗駒国定公園(山形県内区域)公園計画立案を考える」開催(於 雪の里情報館)

2006年9月1日 神室連峰現地調査(杓蔵山)

2006年10月13日 神室連峰水質調査(神室山頂水場を含めて定点5カ所)

表 2 現行公園計画と当会案の比較

表 2-1 特別地域総括表

| 都道府県名 | 現 行                                                                                                                             |                                | 当 会 案                                                                                                                                                     |                                |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|       | 区 域                                                                                                                             | 面積(ha)                         | 区 域                                                                                                                                                       | 面積(ha)                         |
| 山形県   | 新庄市内<br>国有林山形北部地域施行計画区新庄事業区<br>47林班から54林班まで及び57林班の全部<br>並びに46林班の一部                                                              | 2,359                          | 新庄市内国有林山形北部地域施行計画区新庄事業区<br>44林班から53林班まで、72林班、73林班、75林班、77林班から81林班までの各全部、54林班、57林班から59林班まで、62林班、63林班、65林班、66林班、76林班の各一部                                    | 5,143                          |
|       | 最上郡金山町内<br>国有林山形北部地域施行計画区真室川事業区<br>147林班から153林班の全部                                                                              | 1,858                          | 最上郡金山町内国有林山形北部地域施行計画区真空川事業区<br>146林班から155林班まで、165林班の各全部、143林班、144林班、157林班から159林班まで、161林班、162林班、166林班の各一部                                                  | 2,910                          |
|       | 最上郡最上町内<br>国有林山形北部地域施行計画区向町事業区<br>13林班、18林班、21林班から24林班まで、29林班、30林班及び38林班の全部並びに25林班、28林班、34林班、35林班、39林班、40林班、43林班、48林班及び49林班の各一部 | 5,577                          | 最上郡最上町内国有林山形北部地域施行計画区向町事業区<br>1林班、2林班、13林班、18林班から25林班まで、47林班から49林班までの各全部、3林班、5林班から12林班まで、15林班、17林班、26林班、28林班から30林班まで、34林班、35林班、38林班から40林班まで、43林班、44林班の各一部 | 9,443                          |
|       | 小 計                                                                                                                             | 9,824                          | 小 計                                                                                                                                                       | 17,496                         |
|       | 合 計                                                                                                                             | 77,122                         | 合 計                                                                                                                                                       | 84,794                         |
|       | 内 訳                                                                                                                             | 国 69,649<br>公 1,726<br>私 5,747 | 内 訳                                                                                                                                                       | 国 77,321<br>公 1,726<br>私 5,747 |

表 2-2 第 1 種特別地域

| 都道府県名 | 現 行                                                                                                                           |                           | 当 会 案                                                                                                                                                  |                           |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|       | 区 域                                                                                                                           | 面積(ha)                    | 区 域                                                                                                                                                    | 面積(ha)                    |
| 山形県   | 新庄市内<br>国有林山形北部地域施行計画区新庄事業区<br>48林班から50林班まで、52林班、53林班及び57林班の一部                                                                | 306                       | 新庄市内国有林山形北部地域施行計画区新庄事業区<br>47林班から53林班まで、72林班、78林班、79林班の各全部、46林班、57林班から59林班まで、62林班、65林班、66林班、75林班から77林班までの各一部                                           | 3,401                     |
|       | 最上郡金山町内<br>国有林山形北部地域施行計画区真室川事業区<br>147林班から152林班までの各一部                                                                         | 257                       | 最上郡金山町内国有林山形北部地域施行計画区真空川事業区<br>147林班から153林班までの各全部、157林班から159林班までの各一部                                                                                   | 1,961                     |
|       | 最上郡最上町内<br>国有林山形北部地域施行計画区向町事業区<br>13林班及び22林班の全部並びに18林班、23林班、24林班、25林班、28林班、29林班、30林班、34林班、35林班、38林班から40林班、43林班、48林班及び49林班の各一部 | 2,313                     | 最上郡最上町内国有林山形北部地域施行計画区向町事業区<br>13林班、22林班、23林班、47林班から49林班までの各全部、6林班から10林班まで、18林班、24林班、25林班、28林班から30林班まで、34林班、35林班、38林班から40林班まで、43林班、44林班、48林班および49林班の各一部 | 3,921                     |
|       | 小 計                                                                                                                           | 2,875                     | 小 計                                                                                                                                                    | 9,283                     |
|       | 合 計                                                                                                                           | 18,471                    | 合 計                                                                                                                                                    | 24,879                    |
|       | 内 訳                                                                                                                           | 国 18,323<br>公 110<br>私 38 | 内 訳                                                                                                                                                    | 国 24,731<br>公 110<br>私 38 |

表 2-3 第 2 種特別地域

| 現 行   |                                                                      |                             | 当 会 案                                                                                                                                                           |                              |
|-------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 都道府県名 | 区 域                                                                  | 面積(ha)                      | 区 域                                                                                                                                                             | 面積(ha)                       |
| 山形県   | 新庄市内<br>国有林山形北部地域施行計画区新庄事業区<br>51林班の全部並びに46林班から50林班まで、52林班及び53林班の各一部 | 1,297                       | 新庄市内国有林山形北部地域施行計画区新庄事業区<br>80林班、81林班の各全部、46林班、54林班、62林班、63林班、65林班、66林班、75林班から77林班までの各一部                                                                         | 1,170                        |
|       | 最上郡金山町内<br>国有林山形北部地域施行計画区真室川事業区<br>151林班から152林班までの各一部                | 434                         | 最上郡金山町内国有林山形北部地域施行計画区真空川事業区<br>146林班、154林班、155林班、165林班の各全部、143林班、144林班、157林班、159林班、161林班、162林班、166林班の各一部                                                        | 905                          |
|       |                                                                      |                             | 最上郡最上町内国有林山形北部地域施行計画区向町事業区<br>1林班、2林班、19林班から21林班までの各全部、3林班、5林班から7林班まで、9林班から12林班まで、15林班、17林班、18林班、24林班から26林班まで、28林班から30林班まで、34林班、35林班、38林班から40林班まで、47林班、49林班の各一部 | 4,727                        |
|       | 小 計                                                                  | 1,731                       | 小 計                                                                                                                                                             | 6,802                        |
|       | 合 計                                                                  | 11,258                      | 合 計                                                                                                                                                             | 16,329                       |
|       | 内 訳                                                                  | 国 9,715<br>公 321<br>私 1,162 | 内 訳                                                                                                                                                             | 国 14,846<br>公 321<br>私 1,162 |

表 2-4 第 3 種特別地域

| 現 行   |                                                                                                                         |                              | 当 会 案                                                            |                              |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 都道府県名 | 区 域                                                                                                                     | 面積(ha)                       | 区 域                                                              | 面積(ha)                       |
| 山形県   | 新庄市内<br>国有林山形北部地域施行計画区新庄事業区<br>54林班の全部並びに46林班及び57林班の各一部                                                                 | 757                          | 新庄市内国有林山形北部地域施行計画区新庄事業区<br>44林班、45林班、73林班の各全部、54林班、57林班、58林班の各一部 | 572                          |
|       | 最上郡金山町内<br>国有林山形北部地域施行計画区真室川事業区<br>153林班の全部及び147林班から150林班までの各一部                                                         | 1,197                        | 最上郡金山町内<br>国有林山形北部地域施行計画区真空川事業区<br>166林班の一部                      | 44                           |
|       | 最上郡最上町内<br>国有林山形北部地域施行計画区向町事業区<br>21林班の全部並びに18林班、23林班、24林班、25林班、28林班から30林班まで、34林班、35林班、38林班から40林班まで、43林班、48林班及び49林班の各一部 | 3,264                        | 最上郡最上町内<br>国有林山形北部地域施行計画区向町事業区<br>17林班、47林班から49林班までの各一部          | 795                          |
|       | 小 計                                                                                                                     | 5,218                        | 小 計                                                              | 1,411                        |
|       | 合 計                                                                                                                     | 38,222                       | 合 計                                                              | 34,415                       |
|       | 内 訳                                                                                                                     | 国 36,321<br>公 748<br>私 1,153 | 内 訳                                                              | 国 32,514<br>公 748<br>私 1,153 |

表 2-5 車道（知事決定分）

| 番号  | 路線名 | 区間                                       | 主要経過地            | 整備方針                  | 旧計画との関係    | 執行状況 | 当会の考え                      |
|-----|-----|------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------|------|----------------------------|
| 4-1 | 黒森線 | 起点：山形県最上郡金山町(国定公園境界)<br>終点：山形県最上郡金山町(県境) | 金山→地境→<br>太平→桑沢  | 黒森への到達車道として整備する。      | S45.4.13決定 | 未執行  | 現実性が乏しく、自然破壊になるので廃止すべきである。 |
| 4-2 | 土内線 | 起点：山形県新庄市(国定公園境界)<br>終点：山形県新庄市(とまりの滝)    | 新庄→仁田山<br>→土内溪谷  | とまりの滝周辺への到達車道として整備する。 | S45.4.13決定 | 一部執行 | 自然環境、地形状況から執行時点で廃止すべきである。  |
| 4-3 | 白川線 | 起点：山形県最上郡最上町(国定公園境界)<br>終点：山形県最上郡最上町(県境) | 大堀→法田→<br>鬼首峠    | 軍沢岳への到達車道として整備する。     | S45.4.13決定 | 未執行  | 現実性が乏しく、自然破壊になるので廃止すべきである。 |
| 4-4 | 花立線 | 起点：山形県最上郡最上町(国定公園境界)<br>終点：山形県最上郡最上町(県境) | 向町→判屋→<br>花立峠→鬼首 | 花立峠周辺への到達車道として整備する。   | S45.4.13決定 | 執行   | 危険箇所があり、整備が望まれる。           |

表 2-6 歩道表

| 番号 | 路線名       | 区間                                                                              | 主要<br>経過地                | 整備方針                         | 旧計画との関係    | 執行状況                   | 当会の考え方                                                                            |
|----|-----------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------|------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 3  | 栗駒縦<br>走線 | 起点：山形県最上郡金山町及び秋田県<br>雄勝郡雄勝町秋の宮（黒森国定公園境界）<br>終点：岩手県一関市及び宮城県栗原郡<br>栗駒町（栗駒山・歩道合流点） | 神室山<br>軍沢岳<br>鬼首峠<br>須金岳 | 自然林の保存に<br>留意しながら、整<br>備を図る。 | S43.7.22決定 | 秋田県と山<br>形県の県境<br>のみ執行 | 未執行地域については自然科学的調査が<br>未実施であること、他県との協議が必要<br>なことから、執行の可否については保留と<br>する。            |
| 4  | 神室縦<br>走線 | 起点：山形県最上郡最上町<br>（法田・国定公園境界）<br>終点：山形県新庄市及び秋田県雄勝郡<br>雄勝町（神室山・歩道合流点）              | 火打岳<br>小又山<br>天狗森        | 自然林の保全に<br>留意しながら、整<br>備を図る。 | S43.7.22決定 | 執行                     | 当線は、神室連峰全体の生態系を保護する<br>観点からと自然学習等の利用計画を充実<br>させるために旧神室加無山県立自然公園<br>区域まで拡大するべきである。 |

表 2-7 歩道（知事決定分）

| 番号   | 種類                 | 位置                                                 | 主要経過地                            | 整備方針                              | 旧計画との関係     | 執行状況                              | 備考（当会の考え方等）                                          |
|------|--------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------|
| 4-3  | 大滝線                | 起点：山形県最上郡金山町（国定公園境界）<br>終点：山形県最上郡金山町（神室山）          | 有屋→大滝→<br>神室山                    | 有屋から神室山へ<br>の登山道として整<br>備する。      | S.45.4.13決定 | 執行                                | 神室信仰の登拝道とし<br>て栄えたルート                                |
| 4-4  | 蒲沢線                | 起点：山形県最上郡金山町（国定公園境界）<br>終点：山形県新庄市（国定公園境界）          | 蒲沢→権八小屋<br>跡→神室山<br>↓雷滝          | 蒲沢から神室山及<br>び雷滝への登山道<br>として整備する。  | S.45.4.13決定 | 執行                                |                                                      |
| 4-5  | 土内線                | 起点：山形県新庄市（国定公園境界）<br>終点：山形県新庄市（神室山及び火打岳）           | 土内→雷滝<br>→神室<br>土内→砂利押沢<br>→火打岳  | 土内から神室山及<br>び火打岳への登山<br>道として整備する。 | S.45.4.13決定 | 雷滝神室山頂<br>線→未執行<br>土内火打山頂<br>線→執行 | H10.9.4未執行の雷滝神<br>室山頂線削除<br>（山形県告示第860号）             |
| 4-6  | 冬路・夏<br>路沢線        | 起点：山形県最上郡最上町（国定公園境界）<br>終点：山形県最上郡最上町（神室山及び軍<br>沢岳） | 白川→冬路沢<br>→神室山<br>白川→夏路沢<br>→軍沢岳 | 白川から神室山及<br>び軍沢岳への登山<br>道として整備する。 | S.45.4.13決定 | 未執行                               | H12.5.23削除<br>（山形県告示第442号）                           |
| 4-7  | カルデラ<br>壁縦走線       | 起点：山形県最上郡最上町（軍沢岳）<br>終点：山形県最上郡最上町（県境）              | 軍沢岳→小嶺山<br>→花立峠<br>→大柴山          | 軍沢岳から大柴山<br>への登山道として<br>整備する。     | S.45.4.13決定 | 一部執行                              | 花立峠→小嶺山のみが<br>執行されている。                               |
| 4-8  | 西又沢線               | 起点：山形県最上郡最上町（国定公園境界）<br>終点：山形県最上郡最上町（小又山）          | 大堀→野頭→<br>西又沢→小又山                | 大堀から小又山へ<br>の登山道として整<br>備する。      | S.45.4.13決定 | 執行                                |                                                      |
| 4-9  | 赤沢線                | 起点：山形県最上郡最上町（国定公園境界）<br>終点：山形県最上郡最上町（小嶺山）          | 向町→赤沢<br>→小嶺山                    | 向町から小嶺山へ<br>の登山道として整<br>備する。      | S.45.4.13決定 | 執行                                |                                                      |
| 4-10 | 土内火打<br>岳線         | 起点：山形県新庄市（国定公園境界）<br>終点：山形県新庄市（火打岳）                | 土内→火打岳                           | 土内から火打岳へ<br>の登山道として整<br>備する。      | H.10.9.4決定  | 執行                                | H10.9.4.に削除された雷<br>滝神室山頂線に替わっ<br>て新設<br>（山形県告示第860号） |
| 4-11 | 根ノ崎沢<br>口神室山<br>頂線 | 起点：山形県最上郡最上町（根ノ崎沢口）<br>終点：山形県最上郡最上町（神室山）           | 根ノ崎沢口<br>→神室山                    | 根ノ崎沢口から神<br>室山への登山道と<br>して整備する。   | H.12.5.23決定 | 執行                                | H12.5.23に削除された冬<br>路・夏路沢線に替わっ<br>て新設<br>（山形県告示第442号） |
| 4-12 | 根ノ崎沢<br>口越途線       | 起点：山形県最上郡最上町（根ノ崎沢口）<br>終点：山形県最上郡最上町（小又山）           | 根ノ崎沢口<br>→越途→小又山                 | 根ノ崎沢口から小<br>又山への登山道と<br>して整備する。   | H.12.5.23決定 | 執行                                | H12.5.23に削除された冬<br>路・夏路沢線に替わっ<br>て新設<br>（山形県告示第442号） |



表 2-8 当会が公園区域拡大案と合わせて歩道開設を提案する既存の歩道

| 路線名    | 区間                                         | 主要経過地                       | 整備方針                         |
|--------|--------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 神室縦走線  | 起点：山形県新庄市（山屋キャンプ場）<br>終点：山形県最上郡最上町（国定公園境界） | 楨ヶ先→烏帽子山→八森山→杯森<br>→李蔵山→亀割山 | 神室連峰完全縦走線として整備する。            |
| 親倉見口線  | 起点：山形県最上郡最上町（親倉見口）<br>終点：山形県最上郡最上町（楨ヶ先）    | 楨ヶ先                         | 親倉見口から楨ヶ先への登山道として整備する。       |
| 薬師原口線  | 起点：山形県最上郡最上町（薬師原口）<br>終点：山形県最上郡最上町（八森山）    | 八森山                         | 薬師原口から八森山への登山道として整備する。       |
| 休場・瀬見線 | 起点：山形県新庄市（休場口）<br>終点：山形県最上郡最上町（瀬見温泉）       | 亀割山→神社                      | 休場口から亀割山をへて瀬見温泉への登山道として整備する。 |
| 樹沢線    | 起点：山形県最上郡金山町（樹沢ダム）<br>終点：山形県最上郡金山町（国定公園境界） | 台山                          | 樹沢ダムから台山を経て神室山への登山道として整備する。  |

表 2-9 単独施設の利用施設計画（知事決定分）

| 番号   | 種類   | 位置             | 整備方針                        | 旧計画との関係     | 執行状況 | 当会の考え方                     |
|------|------|----------------|-----------------------------|-------------|------|----------------------------|
| 4-1  | 避難小屋 | 山形県新庄市（権八小屋跡）  | 神室山登山者のための避難施設として整備する。      | S.45.4.13決定 | 未執行  | ブナ林帯に位置し、建設候補地である。         |
| 4-2  | 避難小屋 | 山形県新庄市（神室山）    | 〃                           | S.45.4.13決定 | 未執行  | 小屋の維持管理に問題。生態系への影響がなければ賛成。 |
| 4-3  | 避難小屋 | 山形県新庄市（小又山）    | 小又山登山者のための避難施設として整備する。      | S.45.4.13決定 | 未執行  | 貴重な生態系を保護するため反対。           |
| 4-4  | 園地   | 山形県新庄市（とまりの滝）  | とまりの滝周辺探勝利用者のための園地として整備する。  | S.45.4.13決定 | 未執行  | 猛禽類の飛翔地であり、地形的にも無理があるので反対。 |
| 4-5  | 休憩所  | 山形県新庄市（とまりの滝）  | とまりの滝周辺探勝利用者のための球形所として整備する。 | S.45.4.13決定 | 未執行  | 〃                          |
| 4-6  | 駐車場  | 山形県新庄市（とまりの滝）  | とまりの滝周辺探勝利用者のための駐車場として整備する。 | S.45.4.13決定 | 未執行  | 〃                          |
| 4-7  | 園地   | 山形県最上郡金山町（黒森越） | 黒森越周辺探勝利用者のための園地として整備する。    | S.45.4.13決定 | 未執行  | 地形的に現実性が乏しく、自然破壊になるので反対。   |
| 4-8  | 休憩所  | 山形県最上郡金山町（黒森越） | 黒森越周辺探勝利用者のための球形所として整備する。   | S.45.4.13決定 | 未執行  | 〃                          |
| 4-9  | 駐車場  | 山形県最上郡金山町（黒森越） | 黒森越周辺探勝利用者のための駐車場として整備する。   | S.45.4.13決定 | 未執行  | 〃                          |
| 4-10 | 園地   | 山形県最上郡最上町（軍沢岳） | 野外活動のための多目的広場等として整備する。      | S.45.4.13決定 | 未執行  | 〃                          |
| 4-11 | 避難小屋 | 山形県最上郡最上町（軍沢岳） | 軍沢岳登山者のための避難小屋として整備する。      | S.45.4.13決定 | 未執行  | 〃                          |
| 4-12 | 休憩所  | 山形県最上郡最上町（軍沢岳） | 野外活動のための休憩所として整備する。         | S.45.4.13決定 | 未執行  | 〃                          |
| 4-13 | 駐車場  | 山形県最上郡最上町（軍沢岳） | 野外活動のための駐車場として整備する。         | S.45.4.13決定 | 未執行  | 〃                          |
| 4-14 | 避難小屋 | 山形県最上郡最上町（大嶺岳） | 大嶺山登山者のための避難小屋として整備する。      | S.45.4.13決定 | 未執行  | 現在、登山道が無く、現実性に乏しい。         |
| 4-15 | 避難小屋 | 山形県最上郡最上町（小嶺岳） | 小嶺山登山者のための避難小屋として整備する。      | S.45.4.13決定 | 未執行  | 宮城県との協議が必要である。             |
| 4-16 | 園地   | 山形県最上郡最上町（花立峠） | 花立峠周辺探勝利用者のための園地として整備する。    | S.45.4.13決定 | 未執行  | 〃                          |
| 4-17 | 休憩所  | 山形県最上郡最上町（花立峠） | 花立峠周辺探勝利用者のための休憩所として整備する。   | S.45.4.13決定 | 未執行  | 〃                          |
| 4-18 | 駐車場  | 山形県最上郡最上町（花立峠） | 花立峠周辺探勝利用者のための注射所津押しして整備する。 | S.45.4.13決定 | 未執行  | 〃                          |
| 4-19 | スキー場 | 山形県最上郡最上町（禿高原） | 既存スキー場の整備充実を図る。             | S.60.3.12決定 | 執行   | 既存スキー場は宮城県側にあるのみである。       |

表 2-10 当会が公園区域拡大案と合わせて提案する利用単独施設

| 種類       | 位置           | 整備方針                                                               |
|----------|--------------|--------------------------------------------------------------------|
| キャンプ場    | 山形県新庄市（山屋）   | 青少年の自然体験学習施設として利用されてきた新庄市が管理する既存施設であるが、現在財政事情から使用禁止となっているので再利用を図る。 |
| 避難小屋     | 山形県新庄市（李蔵山）  | 李蔵山荘として市民から親しまれている既存の施設を公園利用施設として維持管理を図る。                          |
| キャンプ場    | 山形県新庄市（砂利押沢） | 土内口からの砂利押沢ルートに既存する砂利押沢キャンプ場を公園利用施設として維持管理を図る。                      |
| ビジターセンター | 山形県新庄市（土内口）  | 神室連峰への登山口として利用者の多い土内口にトイレを併置したセンターを作り、登山や自然観察の拠点とする。               |

## Laporan Orang Utan dan Hutan

Yan.S

### SAMARI

Kami patroli kondisi Orang Utan dan hutan. Di wilayah taman nasional(TNK) areal selatan Sungai Sangatta Utara dan Timur. Pada tahun 1998 hutan terbakar hingga masuk di sebagian wilayah penelitian kami.

Dan setelah itu penebangan liar pun terjadi. Dari perambahan bikin kubun dan chain saw pembuatan kayu ilegal. Akhirnya aktivitas Orang Utan terbatas. Kebebasan satwa flora dan faunanya yang lain juga terpengaruh dari aspek / dampak perambahan hutan.

Hutan Sungai Melawan adalah sebagian hutan terpenting tempat kami saksikan Orang Utan dan satwa lainnya.

Kami patroli di Sungai Melawan tiap bulan 1 kali. Sebelum itu Gunung Senadam termasuk hutan bagus tetapi akhirnya terambah oleh tangan manusia yang tidak bertanggung jawab. Jenis kayu / pohon yang di jarak.

Yang di chain saw adalah kayu ulin meranti dan lain-lain, dan sekarang di area kiri Sungai Melawan sudah dijadikan kebun pisang hanya tersisa satu pohon durian saja yang asli tumbuhan hutan. Di zona / area ini adalah tempat hidup Leang + anak dan sekarang Leang serta anak berada di daerah Melawan.

Dulu jalan masuk ke Melawan adalah bekas jalan PT. Kayu Mas tempatnya adalah Km 5 Sangatta – Bontang. Jalan itu sekarang di jadikan jalan orang – orang untuk berkebun di area tersebut.

Dari pihak Taman Nasional Kutai (TNK) sampai saat ini belum bias mencegah / tidak bias mencegah aktivitas orang berkebun.

Alasan dari Pihak Taman Nasional Kutai (TNK) adalah sekarang di Kabupaten Kutai Timur sedang terjadi perpolitikan untuk calon Bupati Kutai Timur. Dan akhirnya kami mohon dari pihak lain yang berkenan membantu untuk mengamankan dan melestarikan hutan di tempat kami agar bisa hidup panjang dan dengan segala kemungkinan yang akan terjadi. Kami patroli terus untuk mencegah terjadinya pemotongan dan perambahan hutan. Kami mau melaporkan masalah ini ke Balai Taman Nasional dan Departement Kehutanan di Jakarta.

Kami ingin menghentikan orang merambah hutan dan potong kayu.

### 1. INTRODAKSION

Sungai Melawan adalah sebagian dari Sungai Sangatta. Sungai Melawan bermuara di Sungai Sangatta. Tepatnya di sebelah kiri Sungai Sangatta dan sebelah kiri Papa Charlie Kobo Jaya.

Kurang lebih 1 km dari pemukiman masyarakat Kobo Jaya. Pada tahun 1998 hutan itu terbakar. Sesudah hutan itu terbakar orang sudah mulai masuk membuat dan ladang.

Taman Nasional tidak bisa stop, orang bikin kebun. Sesudah tahun 2000 penebangan liar / ilegal logging masuk dan kami lihat dalam skala besar. Dan akhirnya kami melaporkan ke TNK melakukan razia penebangan kayu ilegal, sehingga sekarang hutan itu kembali bagus.

Orang Utan dan spesies lainnya mulai hidup kembali maka dari itu kami menjaga sebaik – baiknya agar hutan itu bisa hidup panjang dan lestari. Berarti Spesies dan satwa lainnya pun hidup panjang dan tidak akan punah.

## 2. ARTRAIN

Kami patroli dari bulan Oktober 2004 sampai sekarang ini terus berjalan dengan baik. Kami patroli beranggota 5 sampai 6 orang melalui sungai menggunakan perahu ketinting. Dan untuk mencapai perjalanan masuk ke dalam hutan berjalan kaki 2 sampai 10 km ke barat. Dan di dalam hutan kami melewati genangan air cukup panjang.

Salah satunya terbaik adalah di nomor 83 sampai 98. Hutan ini termasuk Zora Taman Nasional Kutai (TNK) terbaik, kami menjumpai satwa fauna hidup dengan baik. Hutan ini adalah penting, untuk konservasi Flora dan Fauna.

## 3. RIZALTO AFTRAIN HUTAN

3.A. Kiri Sungai Sangatta sebelah kanan Sungai Melawan di dikat Papa Charlie Kabo Jaya. Pada tahun 1999 sampai 2001 orang kampung potong hutan bikin kebun pisang. Pada tgl.11-10-05 kami lihat orabg bikin kebun kira-kira 300 sampai 400m.

Sesudah patroli kami melaporkan ke Taman Nasional Kutai (TNK) dan sampai sekarang belum ada tindakan yang berarti. Lokasi ini adalah lokasi Leang dan Wiwi.

Kami terus patroli di tempat ini supaya orang kebun takut dan keluar sehingga tidak berkebun lagi. Karena hutan ini sangat penting untuk kehidupan generasi Orang Utan untuk masa sekarang hingga masa yang akan datang.

3.B. Muara Sungai Melawan dulu adalah Jl.PT. Kayu Mas. Tapi orang sekarang masuk menggunakan jalan itu untuk keluar masuk kebun.

Dari Muara Melawan sampai ke atas ditemukan 6 tempat kebun  $\pm 600$  m Di Sm.00 banyak orang bikin kubun, maka dari itu kami patroli terus supaya orang takut.

Tetapi disebelah selatan Sm.00 ada suara chain saw.

3.C. Tempat Sm.00 sampai Sm. 93 di zona ini, banyak hutan penting flora fauna dan spesies penting banyak hidup. Tetapi pada tahun 2002 prang banyak potong kayu ilegal logging.

Tetapi sekarang sudah tidak ada lagi karena kami kuat patroli ilegal logging sehingga mereka takut dan akhinya hutan kembali bagus.

3.D. Dari Sungai Melawan sampai di dalam, kira kira 5 kilometer hutan bagus. Ada pemotongan kayu tetapi dalam jumlah sedikit. Kami patroli setiap tahun di sini dan banyak kutemukan burung.

3.E. Dulu jalan PT. Kayu Mas Km. 5 jalan Sangatta ? Bontang di atas Sungai Melawan, orang masuk melalui jalan itu sekarang orang rintis hutan / orang berkebun / berladang mencapai 7000 sampai 10,000 orang tetapi Pihak TNK belum bisa menyelesaikan masalah itu dengan alasan politik. Daerah Kutai Timur belum selesai. Padahal hutan itu potensial untuk perlindungan satwa dan alam. Kami berpikir semua perambah hutan cepat berakhir. Saya mau bertemu lagi dengan Pihak Taman Nasuonal Kutai di Bontang untuk membahas masalah hutan dan perlindungan hutan.

#### 4. RISALTO POSPEX

Kami ingin terus berpatroli, karena patroli itu sangat penting biarpun politik belum selesai. Kalau kami patroli terus secara otomatis orang-orang berkebun takut beraktivitas di hutan TNK. Mungkin jika tidak ada patroli dari saya dan orang saya kemungkinan hutan semakin parah. Tapi dengan adanya kami patroli orang sedikit demi sedikit akan takut dan sadar bahwa hutan itu penting bagi kehidupan binatang, alam, dan masyarakat sekitarnya.

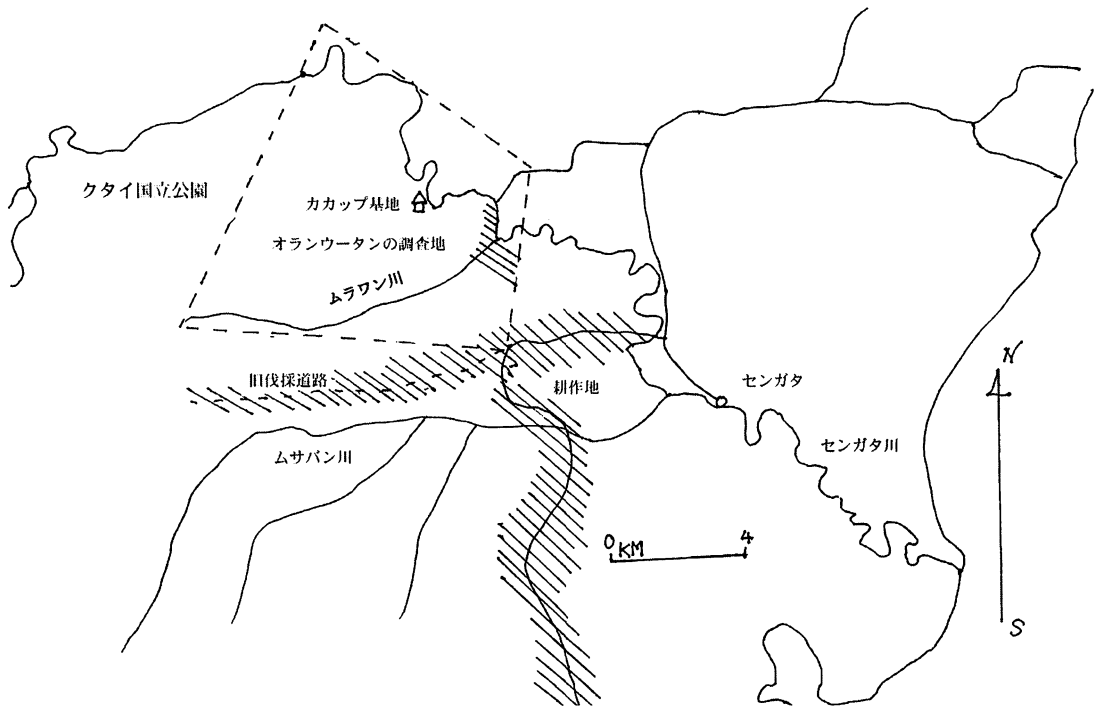


図1 クタイ国立公園東北部、オランウータン調査地とムラワン川



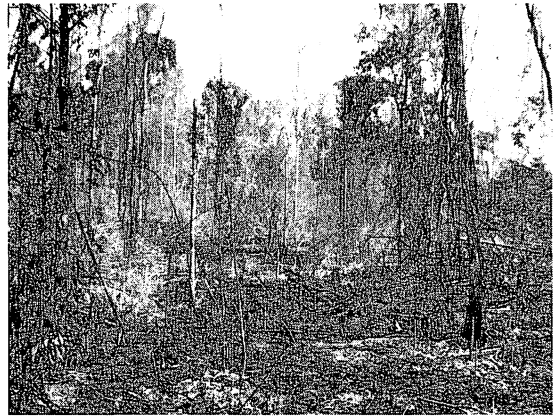
Communicasi Informasi pakai Transiver



Camp Sungai Melawan



Jalang Patroli



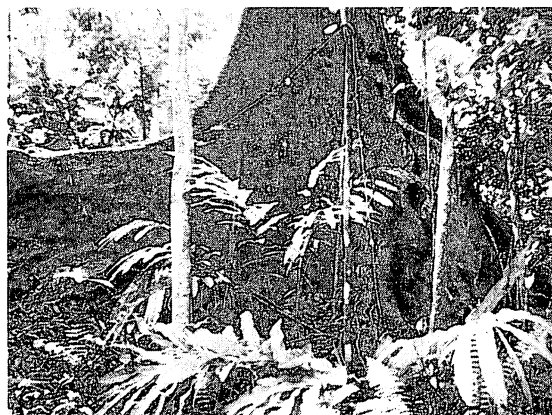
Potong Hutan



Radang Busar, Tengaa kayu Dorian



Patoroli tempat potong Hutan



Kayu Sengkwan





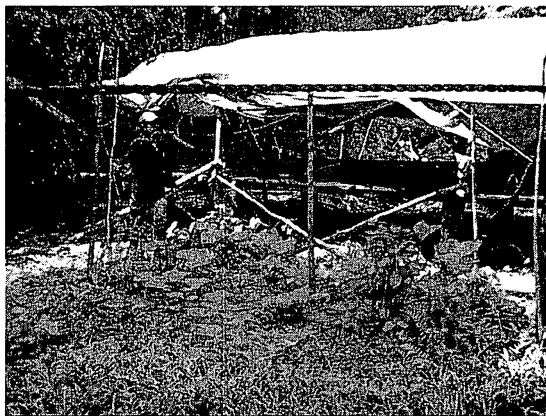
Potong Jalang Patroli



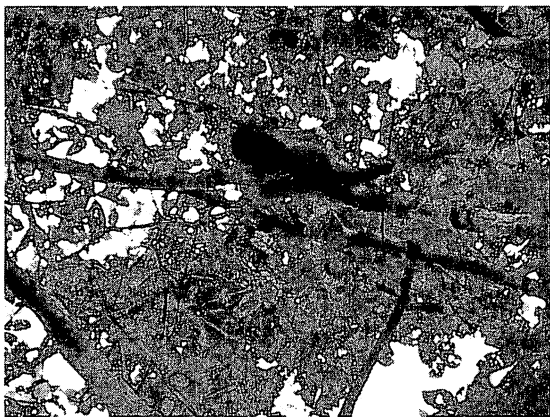
Kayu Ulin



Nomar de Jalang Patroli, di S.Melawan



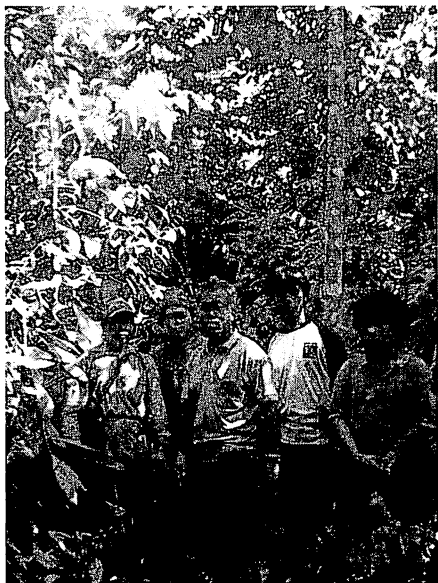
Camp Patroli di S.Melawan



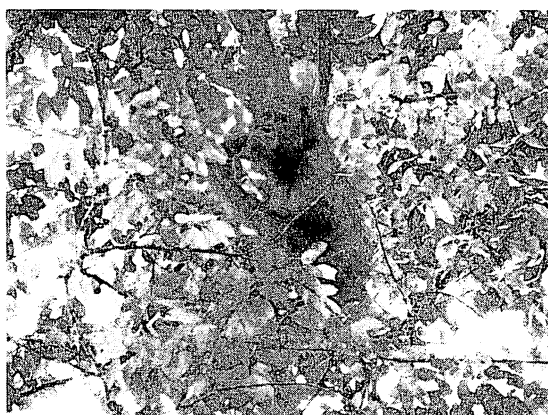
Carli 2 tahun Anak



Wiwi



Orang Patroli (Tengah Yan.S.)



Bayur 12 Tahun



## 要約

# 野生オラウタン生息地における住民参加の 森林パトロールと動態調査

イアン・S

我々は、クタイ国立公園(TNK)の北東部、センガタ川の南岸地域のオラウタンの状態と森林の状態を見るため、パトロールを行ってきた。その地域は、1998年の森林火災に見舞われた森である。

その地域では、住民が国立公園の中の森に入り、樹木を違法に伐採し、耕地を作り出している。この地域は動植物相も豊富であって、森林の保護の上で国立公園の中でも重要な地域である。特にムラワン川岸は森林が良く残っており、オラウタンおよび他の野生動物の保護が必要であって、この地域で重点的にパトロールを行った。ムラワン川左岸の森は、ウリンやメランティ・ビヌワン等の有用木の盗伐が1999年以後進められてきた。特にムラワン川左岸の、我々が‘UMOO’と呼ぶ地点では広域の森(300m×300m)が切り開かれ、畑地と化し、その中にただ一本ドリアンの木が残されていた。我々は

これを国立公園に報告した。これらの地域は、調査しているオラウタン・レアンやその子供たちが移動している地域と考え、我々はその土地のパトロールを続けた。

ボンタン～センガタ道路5km地点から入る旧カエマス伐採道路から、村人が国立公園の森に入り、耕地を作るため違法な伐採を行っている。しかし、国立公園(TNK)は、これを禁止しないばかりか容認している。これは県知事が住民の権利を守るため容認してきた由で、政治的な問題があり、国立公園が動けないからである。我々はパトロールを継続させることで住民の行為を軽減させ、県、国立公園、森林省と交渉を続けていくことによって、森を守り続けていく。

(推薦者：鈴木 晃)

# 「野生のアフリカゾウと地域住民の共存から野生動物と人間の未来を考える」サイト立案

中村 千秋<sup>1)</sup>

## A potential resolution of website establishment for the future of the wildlife with human regarding coexistence between African elephants and local people

Chiaki Nakamura<sup>1)</sup>

野生のアフリカゾウと地域住民の共存のためのサイトを写真917枚および地図との照合を含めて立ち上げた。写真のDigital Right の保護には、エンボス方式を用いた。サイトの対象はアフリカやゾウの生態、野生動物に興味ある人、自然保護的観点から関心を持つ学術関係者とした。写真と説明、疑似体験談、バックヤード付きの日誌などから現地ケニアでの研究活動を理解し、野生動物と人間の未来を考える内容とした。また、現地での研究および自然保護活動の様子を伝達するための方法として、フィールド日誌(写真と文章)を導入設定し、そのためのバックヤードを開発した。

### 1. 目的

「野生のアフリカゾウと地域住民の共存から野生動物と人間の未来を考える」サイト立案のために、以下の目標を掲げた。

- (1) 写真を中心とするサイト展示(Photo Library)の方法の確立と実施。
- (2) Photo Libraryに連動したサイト用文章の作成とサイトの充実化。
- (3) 日本側からの管理運営とケニヤサイドでのチェック(日本語版と英語版)。稼動開始したサイトの作動状況をケニヤのインターネット接続環境において確認した。

### 2. 方法

- (1) 写真を中心とするサイト展示(Photo Library)の方法の確立と実施。  
写真のDRM(Digital Right Management)について、

方法の検討を行った。個別の写真にDRMを設定して配信する、認証制をとる、電子出版の領域で配信、の3つの方法は、いずれもコストなどの点で有効ではなかった。そこで、エンボスで写真そのものに字を入れ込む方式を開発し、Digital Rightを保護しながら展示することに成功した。さらに地図と連動させ、検索も可能にした。

- (2) Photo Libraryに連動したサイト用文章の作成とサイトの充実化。

サイトの対象としては、(a) 小学生から高校生に至る学生、(b) 一般にアフリカやゾウの生態、野生動物に興味ある人、(c) 学術研究者の三者を考えた。そのうち、自然保護への理解およびそこからの活動が目的のサイトであることより、(a) (b) を対象の中心とし、(c) においては自然保護的観点より関心を持てるような内容とした。また日誌を入れることで、現地の研究活動の様子が伝

---

1) African Elephant Foundation-International (AEF-I) P.O.Box 50556 City Square-Nairobi 00200 KENYA

わるようにした。日誌(日本語のみ)のためのバックヤードが開発された。



図1 「野生のアフリカゾウと地域住民の共存～野生動物と人間の未来を考える～」のサイトのトップページ。ゾウや地域住民が三次元的にサイトを見る人に近づいて疑似体験の導入をしている。

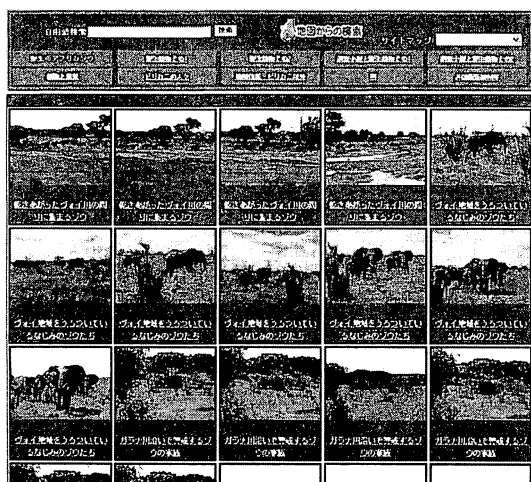
(3) 日本側からの管理運営とケニヤサイドでのチェック(日本語版と英語版)。

稼動開始したサイトのケニヤのインフラ状況に合わせた、サイトの作動状況を確認した。

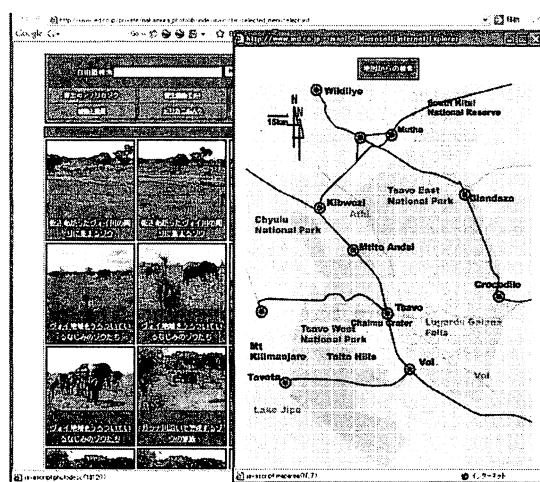
### 3. 結果

サイトは [http://www.ied.co.jp/private/nakamura\\_photolib/](http://www.ied.co.jp/private/nakamura_photolib/)(図1)で公開されている。11月15日現在、日本語版は写真および文章ともに完成したが、英語版は若干の文章を残しており70%ほど完成となっている。

Photo Library([http://www.ied.co.jp/private/nakamura\\_photolib/indexmain.cfm](http://www.ied.co.jp/private/nakamura_photolib/indexmain.cfm) 図2-1)の写真は、8つのカテゴリーに分け、すべての拡大画像 QCF(width:340Pixel)にエンボス(図3-1, 3-2)を入れ込んだ。合計917枚の写真の説明付きで、日本語、英文ともに展示している。とりわけ、アフリカゾウ、野生動物、地域住民の生活の写真は、連続撮影の数枚の写真を含むため、地図との照合(図2-2)により、現地での疑似体験を膨らませ、自然保護への関心を深めるようにした。



(図2-1)

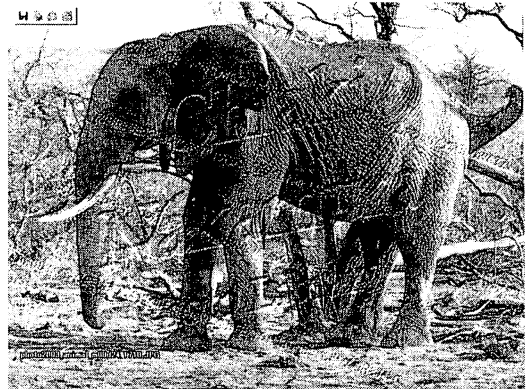


(図2-2)

図2 Photo Libraryの8つのカテゴリーに分けられたうち、ひとつ「野生のアフリカゾウ」の写真の展示サイトの一部(図2-1)。各写真をクリックすると拡大写真となる。展示写真(合計917枚)は地図(図2-2)と連動している。



(図3-1)



(図3-2)

図3 展示写真のDigital Rightの保護のために開発されたエンボス方式。図のように、すべての写真に字を打ち込み、コピー防止をしている。近影写真(図3-2)は若干見にくくなるが、遠景写真(図3-1)では、オリジナルを大きく損なうことはない。

トップページのタイトルは「野生のアフリカゾウと地域住民の共存～野生動物と人間の未来を考える～」とした。

野生のアフリカゾウの項目では、研究地域、研究活動の概要(生態系での役割、食生活、生活条件、個体群)、現在の課題・問題点、用語集のサイトページを作成して、野生のアフリカゾウがひとつの生態系の中でどのような生活を送っているのか説明した。

国立公園周辺に居住する地域住民と彼らへの支援活動を紹介する項目では、地域住民の生活がどのようなものであるかを、ゾウが出没する集落、農耕民と放牧民として説明し、具体的な支援として、ベリカニ女性たちの会、その他の女性たちの会の説明をした。

また、「地域住民から見た世界を疑似体験」「ゾウの研究者から見た世界を疑似体験」(図4)では、写真と文章により、現地の生活を知ることができる内容になっている。さらに現地の生活を知る手段として、現地からの日誌が3週間～4週間くらいのペースで送信され、現地での自然保護活動への共感や関心を深めている。

#### 4. 考察

自然保護の普及のための手段として多くの写真を含めたサイトは有効であるが、写真のDigital Rightの保護において技術的な問題があり、一般に多くの枚数の紹介や利用がなされずにいる。本サイトの立ち上げは、そうした一般的な自然保護のための研究

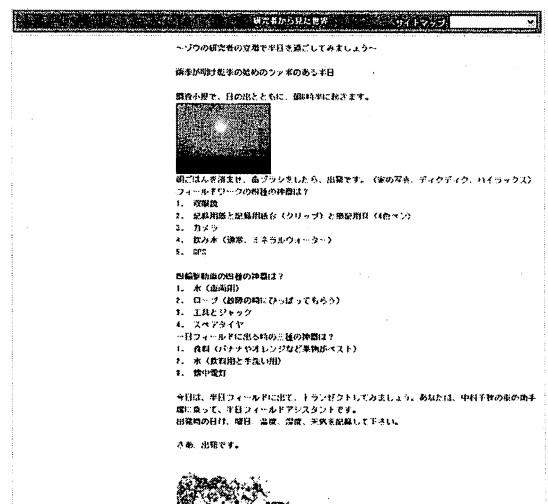


図4 「ゾウの研究者から見た世界を疑似体験」のサイトページ。フィード日誌と合わせて、写真と文章から動きのある生活を実感し理解できる内容とした。

活動を写真を用いて普及するための第一歩と言える。一方で、本サイトで実施したエンボス方式は、枚数が917枚となると大変な労力を要し、経費がかかる難点がある(本サイトの経費は予算をはるかに超えた)。この方式がケニヤなどに普及すると、人件費が安いと、日本での作業よりもコスト効率が良くなるものと思われる。また、作業労力とコストに合わせた写真枚数の制限も必要になるだろう。

エンボスが組み込まれていると、とりわけ近影写真(図3-2)ではオリジナルが崩れてしまう傾向があり、原型の画像がよく見られないという不満もあるようだ。そういった不満解消に、限られた枚数を選択して、エンボスがなくてしかも写真のDigital Rightが保護されている、eブック出版などとの連携も将来は考えられるだろう。

日誌ばかりでなく、写真、説明文ともに更新することで、自然保護への生きた関心と呼ぶことができる。

画像が多いサイトページの問題点は、1 ページが重たくなるため、高速接続でないと不便なことである。ケニヤの多くの地域ではまだ接続のスピードがかなり遅く、画像や写真入りの日誌を見るのにとっても時間がかかる。日本の接続環境は世界で最も進んでいるが、接続環境が開発途上にある地域での対策も必要となるだろう。

## 謝辞

写真のDigital Rightの保護のための枚数が予算よりはるかに超過したにもかかわらず、丁寧に仕上げてくださった情報環境デザイン会社の皆様に感謝する。アフリカゾウ国際保護基金(AEF-I)、(財)自然保護助成基金および(財)日本自然保護協会(NACS-J)の協力を深謝する。また推薦者を引き受けて下さった小原秀雄女子栄養大学名誉教授、日本とケニヤの間の面倒な事務連絡をして下さった、廣瀬光子さん、清水優子さんに心よりお礼申し上げる。

A new website was established for African elephant conservation with a view to coexistence between the wildlife and the local people, composed of specific contents of research and activities by a researcher, including 917 photos embossed to protect digital right with searching maps. The website was intentionally made for the visitors who were interested in ecological or sociological information based on academic research about African elephants in free range or wildlife, occasionally people in Africa, and the scholars who were keen on wildlife conservation. The website elaborates a life of the researcher and the activities for African elephant conservation in Kenya, East Africa, and facilitates virtual imaginations of readers or viewers to consider the future of the wildlife with human, accessing the photos with interpretations, the experienced stories in the field work, or a diary operated from a backyard. Thus the website is given much publicity as a potential resolution for the wildlife conservation in Africa regarding coexistence between African elephants and local people.

(推薦者：小原秀雄)

## Conservation ecology of the Mongolian gazelles: problems of overgrazing and railroad

B. Lhagvasuren<sup>1)</sup>, B. Chimeddorj<sup>1)</sup>, and B. Buuveibaatar<sup>1)</sup>

### ABSTRACT

The Mongolian gazelle (*Procapra gutturosa*) is listed as an endangered wildlife and conservation is urgently needed. In order to collect the information of the ecology of this ungulate, we studied two subjects: food habits and the migration. For these objectives, we analyzed summer food habits of the Mongolian gazelle and sympatric livestock in three areas (Dornod, Dorno-Gobi, and Omno-Gobi) in southern and eastern Mongolia. The food compositions of the ungulates largely supported the expectation of the Jarman-Bell principle. That is, the horse, a large nonruminant, was a grazer, the Mongolian gazelle and sheep/goats, small ruminants, were browsers, and the cattle, a large ruminant, was intermediate. The food compositions of the Mongolian gazelle were amazingly consistent among the areas. It fed on more forbs including *Allium* and less grasses. However, foods of horses and cattle showed some variations among the areas, representing the differences of food supply of the habitats. Those of sheep/goats varied most greatly among the areas, suggesting their foods were strongly affected by herding. For conservation of the Mongolian gazelle, grazing of sheep/goats which could be potential competitors of the Mongolian gazelle should be carefully managed. The Japanese researchers have revealed migration routes of the Mongolian gazelles in these areas by satellite-tracking. Among them, migration route in Dorno-gobi seems to be blocked by the Russia-China railroad. Thus, we took a ground survey to determine west-east biases of deaths of the gazelles as well as biomass inside and outside the fences along the railroad. The survey supported that more gazelles died at the western side, suggesting the barrier effects of the railroad of west-east movement of the gazelles. Plant biomass inside the fence was greater than outside, suggesting the possibility that the gazelle tried to enter the fence in order feed on better forages there. These studies afforded important information that livestock grazing and railroad are key factors for the conservation of the Mongolian gazelles.

We here report the results of our study on conservation of the Mongolian gazelle sponsored by Pro Natura Foundation Japan. This study was actually done with Japanese researchers led by Dr. S. Takatsuki of Tokyo University. He is also the advisor of this project. This report is composed of two parts: dietary analysis and railroad effects. The former was done by us and Dr. Takatsuki's team, but we here report the results with his agreement.

### ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by Pro Natura Fund (Japan) grant. We thank to Dr. Seiki Takatsuki and Yu Yoshihara (Tokyo University) and Dr. Ito Takehiko (Tottori University) for their valuable help on analyses.

---

1) Mammalian Ecology Laboratory, Institute of Biology, Mongolian Academy of Sciences

## Part 1: A comparison of foods of Mongolian gazelle and sympatric livestock in three areas in Mongolia.

### 1. INTRODUCTION

There are increasing global concerns on the effects of livestock on wild ungulates because they are sometimes competitive in food habits and/or habitat use (Fleischner 1994, Noss 1994, Putman 1996, Prins 1992, 2000, Liu and Jiang 2004, Madhusudan 2004, Mishra et al. 2004, Yoakum 2004). This is particularly the case in Mongolia because the land has long been sustainably used for livestock grazing and also it has been the habitat of wild ungulates such as the Mongolian gazelle (*Procapra gutturosa*), the khuran or the Mongolian wild ass (*Equus hemionus*), and the takhi or the Przewalski's horse (*Equus ferus*). Recently, however, because of human population increase, livestock populations are also increasing (Lhagvasuren and Milner-Galland 1997). Consequently, the range of the Mongolian gazelle, the most numerous and widely ranged wild ungulate in Mongolia, is shrinking and it is estimated that the population is also declining most probably because of the increase of livestock populations as well as poaching (Lhagvasuren and Milner-Galland 1997, Jiang et al. 2002). Since livestock husbandry is the most important industry for Mongolia, sustainable use of the grassland by good management of livestock to minimize the decline of the Mongolian gazelle is needed. One of the prerequisite information for this is food habits of animals (Putman 1996, Schaller 1998, Mishra 2004). Our preliminary study on the food habits of the Mongolian gazelle and livestock in Omno-Gobi (south Gobi) area (Campos Arceiz et al. 2004) has shown that the food habits of Mongolian gazelles in early winter were quite similar to those of sheep and goats but were different from those of horses, and cattle foods were intermediate between sheep/goats and horses. However, it is not enough because 1) food category resolution was low since identification of plant fragments in the feces was difficult since plants withered in the sampling period, 2) Omno-Gobi is arid, but the Mongolian gazelle ranges in eastern areas as well where food plants are more diverse and more abundant, and 3) dietary compositions between or among animals are often more similar in food poorer seasons than richer seasons (Liu and Jiang 2004 but for opposite cases see also Mishra 2004), which may "mask" the differences of the food habits of each animal species.

The objectives of this study as the next step are: 1) to address the food habits of Mongolian gazelles in three habitats of different climatic zones in southern and eastern Mongolia, 2) to compare the food habits of Mongolian gazelles and livestock in summer when foods are more abundant and nutritious, which would results in the differences of the food habits of the animals, and 3) to identify plant fragments in the feces at a more precise level to better show the differences of the food habits of the animals.

### 2. METHODS

Food habits of Mongolian gazelles, horses, sheep/goats, and cattle were studied by the fecal analysis method (Stewart 1967). Fecal samples were collected in Dornod (the eastern end of Mongolia, Area A hereafter), Dorno-Gobi (eastern Gobi, Area B), and Omno-Gobi (Area C). Areas A is situated in the typical steppe while Areas B and C are situated in the desert steppe, though Area C is more arid (Hilbig 1995). According to environmental differences, livestock fauna are different among the areas. For example, cattle were rare in Area C.

20 fecal pellets from each 20 dung piles of Mongolian gazelles and sheep/goats were collected. Only fresh pellets of Mongolian gazelles were collected after the gazelle herds left the sampling place. Since sheep and goats were herded together, the pellets were collected at pens where both livestock were kept together, and were not distinguished and

analyzed as those of “sheep/goats”. 20 dung of horses were collected, and 20 spoonfuls of cattle dung were collected. Preservation and analysis processes were same to the former study (Campos Arceiz et al. 2004). Samples were preserved in a freezer before analyses. They were well washed in water over a sieve of 0.5mm aperture. Plant fragments spread over a slide-glass which is girded by lines of 1mm aperture. Grid points (> 300points) covered by plant fragments were counted for each sample (Chamrad and Box 1964). Samples were collected in August, 2003. For plant identification, we prepared references of epidermises of the representative food plants such as *Stipa*, *Elymus* (*Aneurolepidium*) *chinense*, *Agropyron* *crystatum*, *Koeleria* *crista*, *Cleistogenes* *polyphylla*, *Carex*, and *Allium*. We collected the leaves of them and made references following Stewart (1965). However, since distinction between *Elymus* and *Agropyron* was difficult, we finally rounded them as “*Elymus/Agropyron*”. Other food categories included dicotyledonous leaves, grass leaves, divot stems, seeds, culms, and others.

Food compositions among animal species in each area and those of the same animal species among different areas were compared by the Pianka's overlap indices (Pianka 1973).

### 3. RESULTS

#### (1) Comparison among animals

Characteristic constituents in the fecal compositions of Mongolian gazelles were *Allium*, dicotyledonous leaves, and seeds (Fig. 1). Great contributions of culms (50-60%) were also noteworthy for the Mongolian gazelle diets. Tall grasses like *Stipa* and *Elymus/Agropyron* appeared only in small proportions.

The fecal compositions of sheep/goats greatly varied among the areas (Fig. 1). They contained much *Allium* and dicot leaves in Area A while *Stipa* occupied 20-30% in Areas B and C. *Elymus/Agropyron* and *Cleistogenes* accounted greatly in Area B and *Allium* appeared 15.5% in Area C.

The fecal compositions of horses were very different from those of Mongolian gazelles and sheep/goats, and the area variations were great (Fig. 1). *Stipa* increased from Area A through Area B to Area C. *Cleistogenes* accounted for 28.7% in Area A which declined in Area B and appeared very few in Area C. *Elymus/Agropyron* accounted about 21% and 28% in Areas B and C, respectively. The horses fed on fewer *Allium* as well as culms (20-30%) appeared less in the horse feces than those of other animals.

The fecal samples of cattle were not available in Area C. Cattle feces contained more *Cleistogenes* and *Carex* in Area A while they contained more *Stipa* and *Allium* in Area B. In both areas, the fecal compositions of cattle were intermediate between those of Mongolian gazelles and horses.

#### (2) Comparison among areas

The dietary compositions of Mongolian gazelles and sheep/goats in Area A were characterized by smaller occupations of *Stipa* and greater occupation of *Allium*, and those of horses and cattle were characterized by great occupations of *Cleistogenes* and *Carex*. The dietary compositions in Area B were characterized by greater occupations of *Stipa* and *Elymus/Agropyron* except for Mongolian gazelle. The dietary compositions in Area C were characterized by smaller contributions of *Cleistogenes*. Great differences in dietary compositions among animals were also characteristic to Area C.



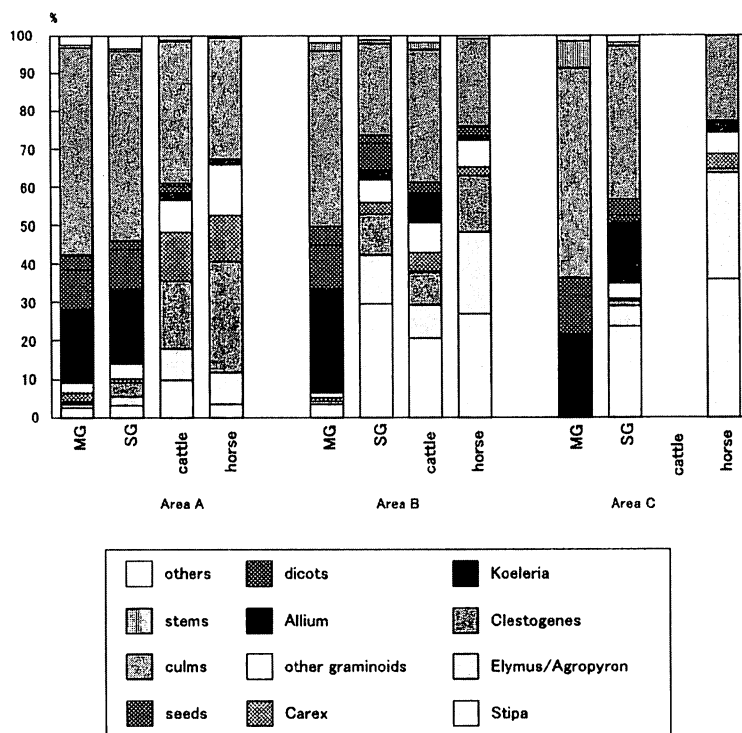


Fig.1 Fecal compositions of MG (Mongolian gazelle), SG (sheep/goats), cattle, and horse in Dornod (Area A), Dorno-gobi (Area B), and Omno-gobi (Area C) in Mongolia.

#### 4. DISCUSSION

In summer when we collected the samples, foods are richest in the year. This provides a better chance to know the animal differences because they can choose preferable food plants depending on their own digestive physiology and feeding habits. According to the Jarman-Bell principle (Bell 1970, Jarman 1974) and the Hofmann's theory (Hofmann 1973), it is expected that the horse as a large-bodied nonruminant would be a grazer, the Mongolian gazelle and sheep/goats as small-bodied ruminants would be browsers, and the cattle as a large-bodied ruminants would be intermediate. This expectation was largely proved by our analyses. These results were similar to those of Tibetan ungulates at Chang Tang (Schaller 1998). Schaller (1998) compared the dietary compositions of several ungulates including livestock, and showed that the kiang or the Tibetan wild ass (*Equus kiang*), a large no ruminant, was a typical grazer, the yak (*Bos grunniens*), a large ruminant, was grazer-type, the sheep/goat, small domestic ruminants, were intermediate, the Tibetan gazelle (*Procapra picticaudata*), a small wild ruminant, was a typical browser. These are equivalent to horses, cattle, sheep/goats and Mongolian gazelles in the present study, respectively. Contributions of graminoids were greater in Mongolian gazelles (leaves: 1-9%, total: 53-64%) than in Tibetan gazelles in Chang Tang, Tibet (1.5%, Schaller 1998), and the Przewalski's gazelle (*Procapra przewarskii*) in the Qinghai, China (21%, Liu and Jiang 2004), presumably because of graminoids are more dominant in Mongolian steppe than in these high lands.

Among the dietary compositions of the animals, those of Mongolian gazelles were noteworthy in that they were quite consistent among the areas regardless environment differences (Fig.1). The consistency of the diets of Mongolian gazelles strongly suggests that they have constraints to feed on high quality plants probably because of small body size

(Jiang et al. 2002). In fact, they apparently selectively fed on more nutritious foods such as *Allium*, forbs, and seeds. Their high mobility would relate to this dietary consistency. That is they are quite mobile and are able to move to the places where good food plants are available. Most places where we found Mongolian gazelle herds were far from gers (Mongolian tent houses) and villages, suggesting that they avoid humans and livestock.

Contrary to Mongolian gazelles, dietary compositions of livestock, sheep/goats in particular, were variable among the areas. Such great variations can be attributed to 1) differences in food availability, or 2) effects of herding by nomads. If the former is true, it is expected that the diets of animals would show a consistent tendency from Area A to Area C. It seems to be the case for horses where *Stipa*, *Elymus/Agropyron*, and *Cleistogenes* showed gradual changes in this order corresponding to the relative availability. However, the diet compositions of sheep/goats did not show such a tendency. Furtherly, According to body size and digestive physiology, Mongolian gazelles would be similar to sheep/goats, and therefore they would be potentially competitive as was suggested in the former study in Omno-Gobi in early winter (Campos Arceiz et al. 2004). In fact, food overlaps of Mongolian gazelles were great (Pianka's  $O = 0.99$ ) with sheep/goats in Area A. However, overlap was small in Area B ( $O = 0.59$ ) where food plants were poorer than in Area A. These suggest that it is likely that the foods of livestock are affected by herding. In fact, shepherds controlled herds of sheep/goats to avoid deterioration of the grasslands by repeated use of the same place. Horses and cattle are, however, often more free-ranging, and they moved by their will in daytime, and nomads gathered them to bring them back to gers. This suggests that good herding can reduce or avoid competition with Mongolian gazelles, and that herding management is important for conservation of the wild ungulates as well as the Mongolian steppe.

Table 1 Pianka's indices of between-area food overlap for Mongolian gazelles, sheep/goats, cattle and horses in Mongolia.

Area A:Dornod, Area B:Dorno-Gobi, Area C:Omno-Gobi.

|             | Area A | Area B | Area C |
|-------------|--------|--------|--------|
| Area A      | -      |        |        |
| Area B      | 0.98   | -      |        |
| Area C      | 0.99   | 0.98   | -      |
| sheep/goats |        |        |        |
|             | Area A | Area B | Area C |
| Area A      | -      |        |        |
| Area B      | 0.64   | -      |        |
| Area C      | 0.89   | 0.86   | -      |
| cattle      |        |        |        |
|             | Area A | Area B | Area C |
| Area A      | -      |        |        |
| Area B      | 0.92   | -      |        |
| Area C      | ND     | ND     | -      |
| horse       |        |        |        |
|             | Area A | Area B | Area C |
| Area A      | -      |        |        |
| Area B      | 0.72   | -      |        |
| Area C      | 0.5    | 0.94   | -      |

Table 2 Pianka's indices of between-animal food overlap in Area A, Area B, and Area C.

|                   | Mongolian gazelle | Sheep/goat | cattle | horse |
|-------------------|-------------------|------------|--------|-------|
| Mongolian gazelle | -                 |            |        |       |
| Sheep/goat        | 0.99              | -          |        |       |
| cattle            | 0.81              | 0.83       | -      |       |
| Horse             | 0.67              | 0.71       | 0.95   | -     |

| <b>B(Dorno-Gobi)</b> |                   |            |        |       |
|----------------------|-------------------|------------|--------|-------|
|                      | Mongolian gazelle | Sheep/goat | cattle | horse |
| Mongolian gazelle    | -                 |            |        |       |
| Sheep/goat           | 0.59              | -          |        |       |
| cattle               | 0.81              | 0.93       | -      |       |
| Horse                | 0.51              | 0.96       | 0.88   | -     |

| <b>C(Omno-Gobi)</b> |                   |            |        |       |
|---------------------|-------------------|------------|--------|-------|
|                     | Mongolian gazelle | Sheep/goat | cattle | horse |
| Mongolian gazelle   | -                 |            |        |       |
| Sheep/goat          | 0.87              | -          |        |       |
| cattle              | ND                | ND         | -      |       |
| Horse               | 0.43              | 0.77       | ND     | -     |

The contributions of this study for the study on relationships between wild ungulates and livestock are: this study has shown that, 1) foods of Mongolian gazelles were consistent regardless habitat differences, 2) though foods would be similar between similar-sized and similar physiology animals, they sometimes greatly varied in livestock most probably according to herding management, and 3) though increase of livestock populations is not preferable for wild ungulate conservation, cautious management of livestock based on ecological information seems to be able to reduce competitive relations between wild ungulates and livestock as far as livestock are not overpopulated.

## REFERENCES

- Bell, R. H. V. 1970. The use of herb layer by grazing ungulates in the Serengeti. In (ed. A. Watson) "Animal Populations and Relation to their Food Resources": 111-124. Blackwell, Oxford.
- Campos Areceiz, A., S. Takatsuki and B. Lhagvasuren. 2004. Food overlap between Mongolian gazelles and livestock in Omnogobi, southern Mongolia. *Ecological Research*, 19: 455-460.
- Chamrad, A. D. and T. W. Box. 1964. A point frame for sampling rumen contents. *Journal of Wildlife Management*, 28: 473-477.
- Fleischner, T. L. 1994. Ecological costs of livestock grazing in western North America. *Cons. Biol.*, 8: 629-644.
- Hilbig, W. 1995. *The Vegetation of Mongolia*. 258pp, SPB Academic Publishing, Amsterdam, The Netherlands.
- Hofmann, R. R. 1973. "The Ruminant Stomach". East African Literature Bureau.
- Jarman, P. J. 1974. The social organization of antelope in relation to their ecology. *Behaviour*, 48: 215-266.
- Jiang Zhaowen, S. Takatsuki, Gao Zhongxin and Jin Kun. 1998. The present status, ecology and conservation of the Mongolian gazelle, *Procapra gutturosa*: a review. *Mammal Study*, 23: 63-78.
- Jiang, Z. W., S. Takatsuki, J. S. Li, W. Wang, J. Z. Ma and Z. X. Gao. 2002. Feeding type and seasonal digestive strategy of Mongolian gazelles in China. *Journal of Mammalogy*, 83: 91-98.
- Lhagvasuren, B. and E. J. Milner-Gulland. 1997. The status and management of the Mongolian gazelle *Procapra gutturosa* population. *Oryx*, 31: 127-134.

- Liu, B-W and Z-G. Jiang. 2004. Dietary overlap between Przewalski's gazelle and domestic sheep in the Qinghai region and implications for rangeland management. *J. Wildl. Manage.*, 68: 241-246.
- Madhusudan, M. D. 2004. Recovery of wild large herbivores following livestock decline in a tropical Indian wildlife reserve. *J. Appl. Ecol.*, 41: 858-869.
- Mishra, C., S. E. van Wieren, P. Ketner, I. M. A. Heitkonig and H. H. T. Prins. 2004. Competition between domestic livestock and wild bharal *Pseudois nayaur* in the Indian Trans-Himalaya. *J. Appl. Ecol.*, 41: 344-351.
- Noss, R. F. 1994. Cows and conservation biology. *Cons. Biol.*, 8: 613-616.
- Pianka, E. R. 1973. The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4: 53-74.
- Prins, H. T. T. 1992. The pastoral road to extinction: competition between wildlife and traditional pastoralism in East Africa. *Environ. Cons.*, 19: 117-123.
- Prins, H. H. T. 2000. Competition between wildlife and livestock in Africa. (eds. H. H. T. Prins, J. G. Grootenhuys & T. T. Dolan), "Wildlife Conservation by Sustainable Use" : 51-80. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA.
- Putman, R. J. 1996. Competition and Resource Partitioning in Temperate Ungulate Assemblies. Chapman & Hall, London, UK.
- Schaller, G. B. 1998. Wildlife of the Tibetan Steppe. The University of Chicago Press, Chicago, USA, 373pp.
- Schoener, T. W. 1983. Field experiments on interspecific competition. *American Naturalist*, 122: 240-285.
- Stewart, D. R. M. 1965. The epidermal characters of grasses, with special reference to East African plains species. *Botanische Jahrbucher*, 84: 63-116.
- Stewart, D. R. M. 1967. Analysis of plant epidermis in faeces: a technique for studying the food preferences of grazing herbivores. *Journal of Applied Ecology*, 4: 83-111.
- Yoakum, J. D. 2004. Relationships with other herbivores. (eds. B. W. O'Gara and J. D. Yoakum), "Pronghorn, Ecology and Management" : 503-538.

## Part 2: Is a railroad a barrier to wildlife migration? Mongolian gazelle carcass density along the Ulaanbaatar-Dzamin Uud railroad, Mongolia

### 1. INTRODUCTION

The Mongolian gazelle (*Procapra gutturosa*) is still abundant in Mongolian eastern steppe and southern Gobi, but the populations are sharply declining in north parts of China and southeast parts of Russia (Lhagvasuren and Milner-Gulland 1997, Jiang et al. 1998, Reading et al. 1998). It once ranged widely from western Mongolia to eastern Mongolia, but it is now divided into two parts: to the west of the Ulaanbaatar-Dzamin Uud railroad such as Gobi population, including territories of Dornogobi, Umnugobi, Dundgobi, Uverkhangai, Tuv and Dzavkhan provinces, and to the east of the railroad such as the Steppe population, including territories of Khentii, Dornogobi, Sukhbaatar and Dornod provinces. Due to construction of the railroad in the late 1950s, the migration of the gazelles to the west was changed.

In cooperation with Japanese scientists, we investigated the migration routes of Mongolian gazelle from October 2002 putting satellite radio collars on two females near west side of the railroad (Dornogobi Province), and preliminary results suggested that Mongolian gazelle migration is restricted to railroad, concluding that the railroad would block the migration of gazelles (Ito et al. 2004). To support this conclusion, we counted carcasses of Mongolian gazelles on both sides of the railroad.

### 2. METHODS

Dornogobi is south to Ulaanbaatar, and is a very dry area. It belongs to the dry steppe zone, and the short grassland prevails. The Russia-China railroad runs from NNW to SSE. In order to protect livestock, the railroad is fenced in both sides by barbed wires about 2m high. We drove by car from UB to Zamin-Uud from January 20th to January 28th, 2005 along the railroad, and tried to find the gazelle carcasses within the distance of 300m from the railroad. We also collected plants to assess plant biomass at 48 points along the railroad within each 1m<sup>2</sup> quadrat for 30km long. When we found carcasses, we examined the following items:

- Position of carcasses (inside or outside the fence), sex, cause of mortality (natural or poaching)
- Locations of all carcasses and biomass plots were determined by GPS and analyzed by GIS 3.2 computer program.

### 3. RESULTS

We found 200 carcasses in total on the both side of the railroad: 138 (68%) in the western part and 62 carcasses (31%) in eastern part. They were significantly biased to the west. 1/3 of the total carcasses were found outside of railroad fences (Table 3). 20% of the carcasses were quite fresh, which means that they died last winter. They also suggest that the cause of mortality was poaching. Mongolian gazelle carcass density was highest in territory of Airag soum (village-scale unit), Dalanjargalan, Altanshiree, Erdene and Urgan soums (counties) of Dornogobi Province.

Sex ratio (male/female) was 5.2 and strongly biased to males. In the western side, we found 118 male carcasses and 20 female carcasses out of 138 carcasses. In the eastern side, we estimated 50 male carcasses and 12 female carcasses out of 62 carcasses (Table 3).

For mortality cause, 86% of total carcasses were thought to be natural, while other 14% were by poaching.

Plant biomass was significantly greater ( $68.6 \text{ g/m}^2$ , t-test,  $P < 0.0001$ ) in the fence than outside ( $17.5 \text{ g/m}^2$ ). There was no significant difference between eastern ( $18.7 \text{ g/m}^2$ ) and western ( $16.4 \text{ g/m}^2$ ) sides of the railroad ( $P = 0.727$ ).

Table 3 Compositions of carcasses of Mongolian gazelles along the Russia-China railroad found in 2005.

|         | west | east | total |
|---------|------|------|-------|
| outside | 115  | 55   | 170   |
| inside  | 7    | 23   | 30    |
| total   | 122  | 78   | 200   |
| male    | 118  | 50   | 168   |
| female  | 20   | 12   | 32    |
| total   | 138  | 62   | 200   |

#### 4. DISCUSSION

It is apparent that the railroad blocks the migration of the Mongolian gazelle at Dornogobi (Ito et al. 2004). This was confirmed by our ground survey of carcass collection. The fact that the carcasses were more found in the western side of the railroad suggests that the movements from the west to the east were more blocked. The number of 200 along 40km seems great. The major cause of mortality was natural one, suggesting that the weather condition of the winter of 2004/05 was severe there. During the trip from Ulaanbaatar to Choir station (N46.35142, E108.38578), the snow cover was 5-8cm deep, while there was no snow from Choir station to Dzamiin Uud (N44.44170, E111.10230). In the latter, we saw only brown desert soil with no any vegetation somewhere. Plant biomass was greater in the fence, but there was no difference out side of it. It is probable that the gazelles tried to enter the fence to consume the plants. This was supported by the interview to the local people. They told us that when trains approach, the gazelle often try to run away and dash into the fence. They often injure themselves by doing so. The Mongolian gazelle cannot jump high, which would result in death tangled by the barbed wire of the fence. Besides weather, poaching seems to be serious for their mortality.

#### 5. CONCLUSIONS

- (1) Our findings showed that the railroad is a barrier to Mongolian gazelle migration supporting the conclusion of Ito et al. (2004). Gazelles try to cross the railroad from the west to east, often resulting mortality.
- (2) During the winter, Mongolian gazelles were concentrated along the railroad seeking for better vegetation inside of fence.
- (3) Poaching is still a big threat to Mongolian gazelles.

#### 6. CONSERVATION RECOMMENDATIONS

- (1) For free and safe migration of gazelles through the railroad, we recommend to our government to construct under- and overpasses through the railroad not to block the migration.
- (2) Permanent patrol and law enforcement along the railroad by central and local authorities are necessary to prevent poaching.

## REFERENCES

- Amigalanbaatar, S. Y. Onon, R. Reading, J. Ganchimeg. 2000. Preliminary results of argali migration study using radiocollars. *Proceedings of the Institute of Biology*, 22: 81-87.
- Ito, T. Y., N. Miura, B. Lhagvasuren, D. Enkhbileg, S. Takatsuki, A. Tsunekawa, and Zhaowen Jiang. 2005. Preliminary evidence of barrier effect of a railroad on the migration of Mongolian gazelles. *Conservation Biology*, 19: 945-948.
- Jiang Zhaowen, S. Takatsuki, Gao Zhongxin and Jin Kun. 1998. The present status, ecology and conservation of the Mongolian gazelle, *Procapra gutturosa*: a review. *Mammal Study*, 23: 63-78.
- Lhagvasuren, B. 2000. "Conservation and analysis of factors affecting the area of distribution and number of the Mongolian gazelle (*Procapra gutturosa*, Pallas, 1777)" -Ph D thesis (in Mongolian).
- Lhagvasuren, B. and E. J. Milner-Gulland. 1997. The status and management of the Mongolian gazelle (*Procapra gutturosa*) populaton. *Oryx*, 31: 127-134.
- Lhagvasuren, B., T. Munkhzul, G. Naranbaatar. 2004. Population assessment of Mongolian gazelle in Dornogobi province. Assessment report to MNE and Dornogobi province Nature protection agency (in Mongolian).
- Reading, R.P., H. Mix, B. Lhagvasuren, and N. Tseveenmyadag. 1998. The commercial harvest of wildlife in Dornod Aimag, Mongolia. *Journal of Wildlife Management*, 62: 59-71.
- Tsendjav, D., T. Jamsran, G. Sukhchuluun, D. Suren, and I. Tumurbaatar. 2004. Biodiversity of Dornogobi province (Eds. B.Lhagvasuren and Ts.Sharavdorj), : 7-9.

## 要約

### モウコガゼル保全のための生態学的研究：過放牧と鉄道の問題

#### B. ラグバスーレン、B. チムデドルジ、B. ブウベイバートル

モウコガゼルは絶滅危惧種にあげられており、その保全は急務である。本種の保全のために生態学的情報を収集する必要があるが、本研究では食性と中ロ鉄道に注目して調査した。食性はモンゴルの3カ所(ドルノッド、ドルノゴビ、オムノゴビ)においてガゼルのほか同所的に生息する家畜(ヤギ、ヒツジ、ウシ、ウマ)の糞を夏に採集して分析することで調べた。これらの草食獣の食性は基本的にジャーマン・ベル理論で説明され、ウマ(大型非反芻獣)はグレーザー、モウコガゼルとヤギ・ヒツジ(いずれも小型反芻獣)はブラウザー、ウシ(大型反芻獣)はその中間であった。モウコガゼルの食性は場所にかかわらず一定しており、双子葉草本とニラ類が重要であったが、ウマとウシの食性は場所によって食物供給を反映して変化した。ヤギ・ヒツジの食性も場所によって違ったが、生息地の傾向は反映しておらず、

放牧のしかたによるものと考えられた。全体にガゼルとヤギ・ヒツジの食性は似ており、過放牧になれば競合的な可能性を指摘した。一方、日本の共同研究者によってガゼルの季節移動が衛星追跡によって明らかにされているが、このうちドルノゴビの集団の移動は中ロ鉄道によって阻害されていることがわかっている。そこで地上調査によって死体の確認をしたところ、たしかに線路の西側に死体が多く、西から東への移動を阻害されているようだった。また鉄道沿いに作られている柵内は植物量が多く、このことが、ガゼルが食物を求めて柵内に入る理由であろうと考えた。これらの成果はモウコガゼルの保全にとって、家畜の放牧と鉄道の存在がマイナス要因となっており、その問題解決が保全のためのキーポイントであることを示している。

(推薦者：高槻 成紀)



## Conservation of native species diversity in the abandoned Wasabi sites of Lamperi evergreen broad-leaved forest in the western Bhutan Himalayas

P. Wangda <sup>1)</sup>, R. Pradhan <sup>2)</sup>, N. Pradhan <sup>3)</sup> and T. Wangdi <sup>4)</sup>

### ABSTRACT

Impact of Wasabi pilot project on the humid oak-laurel forest at Lamperi, western Bhutan was investigated to protect and conserve further deterioration of native species. Quantitative vegetation and soil analysis revealed that Wasabi pilot project has significantly changed the forest composition, structural changes and soil nutrients. Floristically natural forest comprised of oak-laurel species (*Quercus*, *Cinnamomum*, *Litsea*, *Neolitsea*) while disturbed site comprised of deciduous-evergreen mixed species (*Quercus*, *Magnolia*, *Prunus*, *Rhus*). The number of understory evergreen broad-leaved species lost as a result of Wasabi cultivation constituted 44.4% of the natural forest. Forest structural features of total basal area and stem density were also reduced significantly by 77.4% and 90% in the Wasabi project site when compared with the nearby natural forest. Disturbance of forest soil leads to the change in soil nutrient properties partly due to application of fungicides, lime and fertilizer during Wasabi cultivation that increased the soil alkalinity. Removal of understory shrubs and tree roots above 30cm during site preparation for Wasabi plantation significantly reduced soil organic carbon and total nitrogen by about 50%. Considering the significant loss of forest biodiversity and biomass including soil nutrients, we concluded that the developmental projects such as Wasabi cultivation can be destructive to the pristine nature of Bhutan. Our research results provides ecological database for the policy makers and stakeholders. We also recommended that such projects in future should undergo strategic environmental impact assessment before implementation for the purpose of conserving biological diversity in the humid evergreen broad-leave forests.

### 1. INTRODUCTION

Along the Himalayan range of ca. 2,250km from Nanga Parbat to Namcha Barwa (Barry 1981, Schweinfurth 1992), the kingdom of Bhutan is probably one of the least known sections. Bhutan is located in the southern foothills of humid eastern Himalayas wedged between the Tibet autonomous regions of China in the north, and to its west, east and south lies the Indian states of Sikkim, West Bengal, Assam and Arunachal Pradesh (Fig. 1A). Bhutan lies between latitudes 26° 45' N and 28° 10' N between longitudes 88° 45' E and 92° 10' E and nearly along the same latitudes with the Japanese southern Island of Okinawa (26° 12' N latitude). Hence, similar sub-tropical forest types are common (oak-laurel forest). Wide distribution range species of *Schima wallchii* and *Symplocos cochinchinensis* are also recorded both in Okinawa and in Bhutan.

Topographically Bhutan is a mountainous country with flat land limited to little broader river valleys only. The mountain terrains are characterized by huge variations in altitude from ca. 150m a.s.l. along the southern foothills to

---

1) Renewable Natural Resources Research Center, Yusipang, PO Box 212, Thimphu, BHUTAN

2) Royal Society for Protection of Nature, Thimphu, PO Box 325, BHUTAN

3) Conservation and Livelihoods, PO Box 996, Thimphu BHUTAN

4) National Biodiversity Centre, Thimphu, BHUTAN

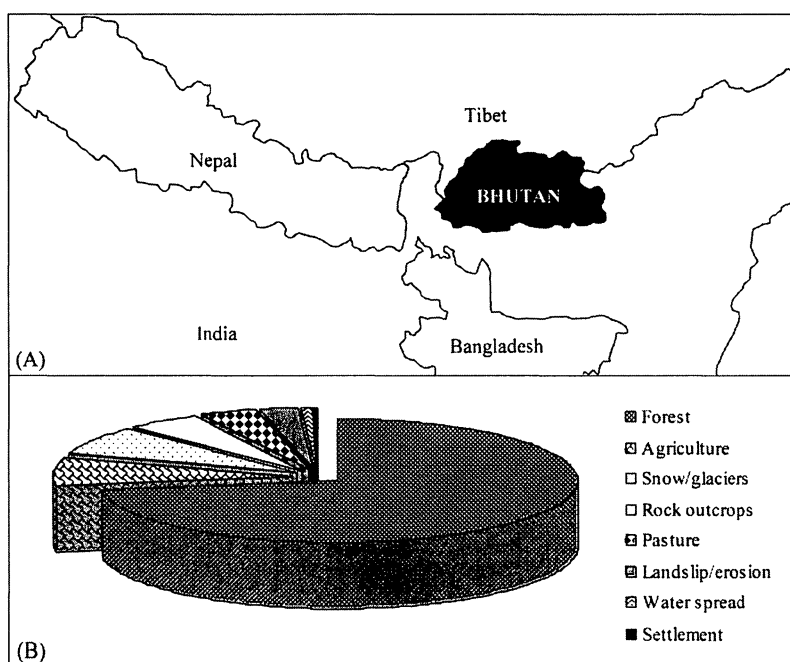


Fig.1 (A) Location map of Bhutan along the Himalayan range and, (B) the pie chart showing land-use type of the Bhutan.

over 7,500m a.s.l. in the northern high Himalayas. The geographical diversity combined with equally diverse climate conditions contributes to Bhutan's outstanding range of biodiversity and ecosystem complexity. At present 72.0% of the total land area are under vegetation cover including tropical/subtropical broad-leaved forest, temperate mixed coniferous and alpine vegetation and remaining 28% land cover constituted of agriculture, pasture, snow/glacier, settlement, water spread and landslide/erosion (Fig. 2). Much of Bhutan's flora remained undisturbed and the government is determined to conserve the forest cover and has set a national policy to maintain at least 60% of land under forest cover for all times to come. Bhutan's strategic development policy is that development of the country should not be adopted at the cost of natural environment and culture of the country. To ensure and promote such development policy it is also important to know basic ecological information for the conservation and sustainable utilization of the resources. Though Bhutan is careful in its developmental activities in preserving old tradition and culture, and protecting and conserving its natural environment, yet sometimes unavoidable developmental activities result in destruction of its pristine nature and this may lead to further degradation of natural resources. One of the good example is failed Wasabi Pilot Project in the humid evergreen broad-leaved forest.

The PRO NATURA FUND was on timely for carrying out this important conservation and management research which help to promote and provide ecological database for the policy makers and to make awareness while adopting developmental activities in future. The research result provides scientific information for sustainable management of natural forest resources.

## 2. HISTORICAL BACKGROUND of THE STUDY AREA

### (1) Wasabi Pilot Project

The Bhutan Wasabi Pilot Project (WP) was established by Bhutan Agrotech Research & Development Organization (BARDO) in 1998 at Lamperi under humid oak-laurel forest by the foreign joint venture including three foreign partners (2 Taiwanese, 1 Malaysian) and a Bhutanese national counterpart with the objective to promote cash crops for increasing the income of rural farmers. The land under Wasabi cultivation was leased from the nearby villagers, which was formerly registered as grazing land (Tsamdro). A total land area of about 100 acres (ca. 40 ha) leased from the farmers were fenced to prevent cattle grazing and all undergrowth, bushes, shrubs and weeds of no value were cut and cleared for Wasabi cultivation. The tree roots lying within 30 cm were cut and extracted. The cleared land was tilled to ca. 30 cm and the soil beds were raised with fine soil for the cultivation of Wasabi saplings. With the visions of earning millions of Yen, BARDO planted US \$510,000 worth of Wasabi saplings brought from Taiwan and with the hope of harvesting 30,000 to 40,000 Wasabi plants an acre every year (Kuensel online, April 08, 2004).

However, after the establishment of about three years, the Wasabi Pilot Project failed and the BARDO president announced its closure surrendering all its assets to the Bhutan Development Finance Corporation to pay back the loans taken.

The project site remains abandoned leaving behind disturbed forest floor with no understory plants. There were also remains of old barbed wire fence hindering cattle grazing in some parts of Wasabi project site. The abandoned site was heavily disturbed by wild boar searching for the Wasabi plants resulting in poor establishment of forest tree seedlings. The disturbed sites were mostly colonized by noxious perennial herbs such as *Rumex*, *Sambucas*, *Senecio* among others.

### (2) The Botanical Park in the abandoned Wasabi site

On April 13, 2005, the area stretching from Dochula pass to Lumitsawa including Lamperi (study site) was declared as the Botanical Park by the Ministry of Agriculture (Kuensel online, Nov. 9, 2005).

There are also plans for the establishment of information centers, pagoda, nature trails, canteens, viewpoint and camping sites besides establishment of rhododendron garden that harbors only 18 species of the total 46 rhododendron species found in the Bhutan Himalayan (Kuensel online, Nov. 9, 2005). The construction of concrete walls has already started to prevent and protect the area.

During the past eight months (Apr-Nov 2005) of field visits by the socio-economic survey team, the yak and cattle herds were not seen in the study site. This might be due to the construction of the concrete wall above the west-east highway around the vicinity of Lamperi catchments of the Botanical Park. The interactions during the survey infer that, so far, there has been no official intimation to herders from the Ministry of Agriculture about recent developments. The yak herders themselves have stopped bringing the herds towards their traditional grazing areas. The cattle herd was brought during the month of October for a couple of weeks but were taken back to their respective villages.

### (3) Study area

Lamperi (2,700 m a.s.l.) study area is located in Thimphu district under the jurisdiction of Toeb block (geog). It is ca. 30 km from Thimphu (2,350 m a.s.l.), the capital city of Bhutan and 8 km from Dochula pass (3,185 m a.s.l.). Humid oak-laurel evergreen broad-leaved species that dominated Lamperi area are *Quercus oxyodon*, *Q. glauca*, *Q. lamellosa*, *Cinnamomum impressivernium*, *Litsea kingii* with associated understory species of *Symplocos*, *Ilex*, *Eurya*, *Myrsine*,

*Daphne*. There are also some important relict tree species such as *Tetracentron sinensis* belonging to Tetracentraceae family (one family, one genus), which is one of the monotypic east Asiatic families of Trochodendrales. *Tetracentron* is an ancient relict angiosperm with no vessel in its trunk and are distributed from central and southwest China up to Burma, Bhutan and Nepal hence, this primitive angiosperm deserves to conserve because of its peculiar remnant botanical features. Another species is *Decaisnea insignis* a species limited to Himalayas and western China. It has attractive foliage and a bell-shaped flower followed by striking blue fruits in autumn. Based on the occurrence of the important relic species, the study area deserved to be protected and conserved for the educational and research purposes. Wangda and Ohsawa (2006a) reported that eastern slope of Dochula pass including the Lamperi study area can represent as a miniature of the vegetation along whole Himalayas including dry west and humid east Himalayas. Hence proper management and conservation is essential for future.

Traditionally, Lamperi forest serves as an important open grazing pasture for the yaks and cattle of Punakha dzong, Chamgang village of Dagala block and Toebesa village of Thimphu district respectively. These 50% of the yaks are from the monastic body (Punakha dzong) and rest is of the local herders. Firstly, the yak herders of Punakha dzong and Chamgang village bring their herds towards the lower altitude during winter months i.e., from November to March and, the cattle herds of Toebesa village from November to December and also during pre-monsoon, from April to June. Therefore, the area is grazed intensively by more than a thousand herds for a total of nine months (approx.). In winter, the yak herds move to the lower altitude due to heavy snow cover and lack of feed, but return in summer. Likewise, the cattle herds are brought to the study site for open grazing due to lack of fodder and water in their nearby village areas.

Besides Lamperi forest being used as traditional practice of cattle grazing, watershed and collection of minor forest products, there are several developmental activities that exerted greater pressure on the forest such as National Work Force camp for road maintenance, past heavy logged area, Wasabi Pilot Project and now a botanical park with rhododendron garden. All this activities may lead to deterioration of evergreen broad-leaved forest of Lamperi. Hence, the present study was conducted to investigate the impacts of Wasabi Pilot Project on the broad-leaved forest. The study was guided by the following three objectives;

- A) to investigate the change in species composition and forest structural features
- B) to understand the impact of Wasabi project on the soil nutrient contents
- C) to provide basic ecological information for the conservation of biological resources

### 3. METHODS and DATA COLLECTION

#### (1) Socio-economic survey

Socio-economic survey was conducted by frequent visit to the stakeholders (yak and cattle herders) and by informal means of participation with the local people including road workers, cattle herders and villagers. The research site was first visited for preliminary survey during the month of November 2004, i.e., before the expected snowfall. There are no socio-economic literatures available on the research site for reviewing.

Similarly, second visit to the study site was on March 2005. During this visit, touring of the site was made from the main highway towards core areas. The main objective of this second visit was to meet up with the migratory herders and conduct focus group discussions and interviews on the social-economic use of the site.

Accordingly in April-November 2005, the Participatory Rural Appraisal was conducted with the stakeholders (Yak and cattle herders). It took months to gather information from the yak herders' sheds. Even though, the yaks were seen grazing in and around Lamperi Wasabi plantation areas, it was a difficult task to trace down the herders and their sheds. If the herds are seen grazing in particular areas does not necessarily mean that the herders' sheds are nearby. The herders' sheds are located far away from the herds' grazing areas but within the vicinity of grazing areas where there is an availability of water for drinking, washing and for producing yak milk products. It takes a minimum of 1.5 hours to maximum of 3 hours uphill from the highway to reach nearest herders' semi-temporary settlements.

## (2) Climate data

The HOBO onset data logger for measuring air temperature and relative air humidity was installed near the National Work Force's camp to avoid damage or loss since October 1999 and is still continue recording. Data was recorded in an interval of 1 hour and downloaded after every six months. Precipitation data of Dochula ridge top (3,185m a.s.l.) and Lumitsawa (2,250m a.s.l.) were used to estimate the precipitation at Lamperi (2,650m a.s.l.) because all three locations fall along the same altitudinal gradients.

Soil moisture content (%) was measured by using Hydro-sense (CD620 + CS620) having two probes of 12cm and 20cm during every field survey occasions.

## (3) Land-use map

ArcView GIS version 3.1 for Windows was used in drawing study area map and GPS GARMEN instrument was used in demarcating the Wasabi Pilot Project area by walking around the boundary of the abandoned Wasabi site in April 2005.

## (4) Plot layout and vegetation survey

Two plots measuring 50m by 200m (1ha) each in the Wasabi Project site (P1) and in the nearby natural forest (P2) as control were set up in April-May 2003 and August-September 2004 (Fig. 2). Each plot was sub-divided into sub-plots of 10m by 10m with a total of 100 sub-plots in each site. Tree individuals occurring inside the experimental plots were classified into three major categories based on height as 1) tree ( $H \geq 1.3\text{m}$ ), 2) sapling ( $0.5 \leq H < 1.3\text{m}$ ), and 3) seedling ( $H < 0.5\text{m}$ ). In the tree category, diameter at breast height (1.3m above the ground), total height (H), height of lowest living branch ( $H_b$ ) and height of the lowest living leaf ( $H_l$ ) were measured and recorded. Ground vegetation was surveyed by measuring the maximum height (H, cm) and percent coverage (C %) of each species occurring within the sampling plots to determine the volume (biomass) and relative dominance thereby understanding the species diversity and richness. All plants including ground vegetation occurring within the quadrat were identified and labeled.

Nomenclature of plants followed Flora of Bhutan; Vol. I Part 1, 2, 3, Vol. II Part 1, 2, 3, Vol. III Part 1, 2 (Grierson, A.J.C. & Long, D.G. 1983-2000), Flowers of the Himalaya (Polunin & Stainton 1984), Concise flowers of the Himalaya (Polunin & Stainton 1987), and Flowers of the Himalaya, A supplement (Stainton 1988).

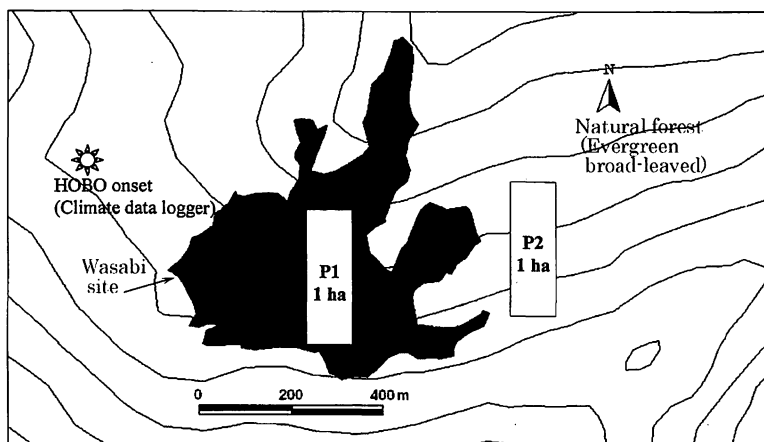


Fig.2 Wasabi Pilot project site and (Black) sampling plots (P1, P2) each measuring 50m by 200m. Irregular shape of the Wasabi project site follows the topography of the area. P1:Disturbed site, P2:Natural forest

#### (5) Data analyses

For the ground cover vegetation, we used volume as a species abundance measure. Volume was calculated by multiplying the height and the percent coverage. Then we calculated the relative dominance of each species (RD %).

For the forest-stage, tree inventory data were processed to obtain basal area (BA  $\text{cm}^2/\text{area}$ ) from DBH. The checklists of floristic composition were prepared using pivotal tables of MS Excel. Then we calculated the relative proportion of each species' basal area in percent (RBA %), which was used as an abundance measure. Dominant species in each plot were determined by dominance analysis (Ohsawa 1984, Kikvidze and Ohsawa 2002). Species diversity index ( $H'$ ) was calculated by using Shannon & Wiener equation and species evenness ( $J'$ ) was calculated by Pielou equation (1969).

#### (6) Soil and litter samplings

Soil and litter samplings were carried out both in the natural forest and in the Wasabi Project site. Four quadrats measuring 50cm by 50cm and subdivided into sub-quadrat of 25cm by 25cm were established in each plot. Litter samples were separated into litter layer (L-layer) having intact leaf shape and form and fermentation-humus layer (F-H layer) when partially decomposed, and soil surface layer (A-layer) from ca. 5cm soil depth. The samples were air dried for about one week followed by oven dry at  $80^\circ\text{C}$  for 48hours at the plant laboratory, Yusipang research centre. The fresh weight (FW), air dry weight (ADW) and oven dry weight (ODW) were determined before being processed for further analysis.

Samples were sent to Soil and Plant Analytical Laboratory at Semtokha (SPAL), Ministry of Agriculture, Royal Government of Bhutan for chemical content analysis. The methods and procedures used by the soil laboratory were; 1) soil pH was measured in suspensions of the soil in distilled water and 1M KCL (1:2:3) using a PHM 83 automatic pH meter, 2) total nitrogen (N) was extracted and converted into ammonium form by micro-Kjeldahl digestion with  $\text{H}_2\text{SO}_4$  and a Se-based catalyst, 3) Ammonium-N and nitrate-N are extracted by shaking with 0.01M  $\text{CaCl}_2$  for two hours, and 4) organic carbon was measured by the Walkley-Black method of low temperature oxidation with acidified  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  and titration of the excess dichromate (SPAL method).

#### 4. RESULTS and CONCLUSION

##### Part I: Results of the socio-economic survey (November 2004-November 2005)

###### (1) The results of the first preliminary survey

There are two camps with five temporary settlements each of road maintenance workers on the roadside constructed by the Department of Roads. The average household size is three. The settlers are depended on the nearby forest for firewood, water and food such as ferns and mushrooms. The settlers also have a small vegetable or backyard farm where they grow potatoes and other leafy vegetables but they do not own any livestock.

Lamperi lake is located about 100-200m above the highway, a favorite weekend picnic spot of the people by nearby towns such as Thimphu, Punakha & Wangdue. Lamperi area is also the main route of migratory yak herds and an open grazing ground of the cattle from Toebsa village where grazing takes place on a regular basis.

It was understood that the cattle from Toebsa village starts arriving in the area during pre-monsoon i.e., from April to June. The study site has a couple of temporary sheds of the migratory herders. The sheds are within the study site but very near to the water catchments or, Lamperi lake. The herders who use natural resources such as grazing land, firewood, leafy vegetables, mushrooms etc., during the migration lack long-term interest in maintaining the productivity of the land.

##### Part II : Results of Participatory Rural Appraisal (April-November 2005)

###### (1) Migratory Pattern of the Yaks

The nearest herders' shed, Pangmelo, a tsamdrog (grazing areas) owned by a Monastic body of Punakha dzong is a 1.5hour walk from Dochula pass. The migration of the yak herds starts from the month of November from Chamgang village, i.e. 2days walk from Chamgang village to Dochula pass. But, with the herds, it takes a month to reach Dochula and Lamperi areas. The herds' route starts from Chamgang village to Dhena tsamdrog, the first stop for grazing where they spend a month and then move forward to Suidusana tsamdrog, Kasina tsamdrog, Bomshoma tsamdrog and finally to Pangmelo tsamdrog (near to Lamperi). The migration completes during the month of December.

###### (2) Grazing Pattern of the herds

According to Mr. Lengo, (81 years old herder), once the herds reach Pangmelo, the herds go downward toward Lamperi areas by themselves for grazing. The yak herders go down to Lamperi areas once in a week to check on the herds. According to him, a total of 200 yaks graze in Lamperi, Wasabi plantation areas for a period of five months i.e. from December till end of April. Five owners own the mentioned 200 yaks from Chamgang village. The yaks mainly feed on *Yushania microphylla* but, also on other species such as *Poa*, *Eleocharis*, *Polypogon*, *Elastotema*, *Carex*, *Kyllinga*, *Impatiens*, *Seneicio*, *Bidens*, *Oxalis*, *Rumex*, *Potentilla* etc.

###### (3) Problems faced by Yaks

According to one of the yak herders, the herds are left for grazing during the day and are taken up near to their sheds in the evening and, back to Lamperi for grazing in the morning. This is because the wild dogs' pack of 15 can kill up to a total of four yaks at a time. In one year, a yak gives birth to 10 calves then by next year 5 calves are killed by the wild dogs. In 2005, within a short period of four months, wild dogs have already killed a total of four yaks of Lengo and two yaks of Nidup; the herders interviewed during the visit.

Mr. Lengo, who has been in this profession since he was a young boy, said that there has been no problem with the water sources at the migratory route since the time he was in the profession. During the PRA exercise, he also mentioned about the problems in the forest cover, the quality and quantity of grazing areas. According to him, the

quantities of grasses have also been decreasing over the twelve years period. This according to him may be due to the logging operations of the department of forest. The Chamgang-Helela logging operation area covers an area of 4,694 ha starting from Chamgang village till Helela passes. Main disease of the yaks is from the plant poison (*Solanium* sp.) similar to chilli plant, a yak can die within 10days after consuming this poison plant.

#### (4) Milk product

Every two days they churn the milk that gives minimum of 1/2kg of butter and minimum of 2kg of cheese. The butter they get from the yaks is sent to the monastic body but the cheese is kept for consumption and sell. Herders from Pangmelo shed sell cheese to Thimphu market and with the cash they purchase grocery for their shed or, barter cheese with rice from the nearby villages.

According to the herders i.e., 15 to 16 years back, Chamgang area was covered with dense forests and there were no settlements and families used to stay with the yaks in the mountains. These transhumans were given an area in Chamgang for settlements. The first village school was established in 1993.

#### (5) Local deity

These herders have a local deity called Thangkhap chheling, within the grazing areas and wherever they have their sheds they worship the deity with the offering of first milk product and other eatable, especially, on auspicious day of the Bhutanese calendar. The seasonal activity of these herders is given in table 1 below:

Table 1 Seasonal Activity Calendar of Yak Herders of the study site

| SL No | Activities                      | MONTHS |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------|---------------------------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|       |                                 | J      | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| 3     | Milking                         |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4     | Local Deity worship             |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5     | Annual Puja                     |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6     | Puja held once in every 3 years |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Source: Socio-economic Survey April to November 2005.

#### (6) Impact of Wasabi project on the traditional practice of grazing

After the establishment of Wasabi Pilot project, the grazing area has reduced since whole area (ca.120 acres) was fenced. This has reduced the grazing area while the cattle population remains same if not increased. Hence exerting greater pressure by cattle grazing on the limited forested area, which might disrupt the regeneration dynamics of the forest.

The problem will still remain even after the abandonment of the project primarily due to the declaration of the area as Botanical Park, which restricts on the grazing. This practice will further forced the herders to graze on the limited open grazing area for longer period of time. Therefore, forest dwellers (Yak, cattle herders) and stakeholders (nearby farmers) should be included within the management plans of the forest ecosystem.

### Part III. Climate, vegetation and soil results

#### (1) Climatic condition

The annual mean temperature (AMT) of the study area was 9.9°C for the past five years from 2000 to 2004 with a mean maximum temperature (WMT) of 15.8°C in August and a mean minimum temperature (CMT) of 2.3°C in



January. The past five years (2000-2004) temperature data shows slight increase of annual mean temperature from 9.7°C in 2000 to 9.8°C in 2004, which may be due to, the effect of global warming and might influence the forest ecosystem in future. The temperature-sum or Warmth Index (WI) at Lamperi study area is 63.1-degree month, which falls within the WI range of 50-150 degree month thermal index suitable for the evergreen broad-leaved species, and hence tall trees are expected to find in such climatic conditions.

The mean relative air humidity of Lamperi for the past five years was 90.5% indicating humid conditions. Based on the precipitation data at Dochula ridge top (3,185m a.s.l.), and Lumitsawa (2,250m a.s.l.) below Lamperi having mean total annual precipitation of 1,575.5mm and 1,032.6mm respectively, the precipitation at Lamperi was estimated at about 1,400mm. Both temperature and humidity conditions are favorable for the evergreen broad-leaved species in the study area and hence expected diverse flora.

## (2) Floristic composition

Two plots measuring 50m by 200m (1ha) each was established in the Wasabi disturbed site and in the nearby natural forest (control) to investigate the impact of Wasabi project on the evergreen broad-leaved forest both in terms of species richness and structural changes (Tab. 2, 3). The floristic composition of natural forest comprised of eight evergreen broad-leaved trees, nine evergreen understory shrubs, nine deciduous broad-leaved trees, two understory deciduous shrubs, and a conifer tree (*Taxus baccata*) (Tab. 2). The dominant tree species are oak-laurel such as evergreen broad-leaved *Quercus oxyodon*, *Q. glauca*, *Litsea kingii*, *Cinnamomum impressinervium*, *C. bejolgota*, *Neolitsea* sp. and deciduous *Magnolia campbellii*, *Acer campbellii*, *A. hookerii*. The understory species are mainly evergreen species of *Symplocos ramosissima*, *S. lucida*, *S. glomerata*, *S. dryophila*, *S. sumuntia*, *Ilex dipyrena*, *Eurya acuminata*, *Daphne bholua* and deciduous shrubs of *Tetradium fraxinifolium*, *Viburnum erubescens* (Tab. 3).

On the other hand the floristic composition of Wasabi disturbed site composed of five evergreen broad-leaved trees, five evergreen understory shrubs, eleven deciduous broad-leaved trees and six deciduous understory shrubs respectively (Tab. 2). The dominants are mainly deciduous species of *Magnolia campbellii*, *Prunus rufa*, *P. cerasoides*, *P. cornuta*, *Acer sterculiaceum*, *Rhus javanica* and evergreen *Quercus glauca*, *Litsea kingii* and *Ilex dipyrena* (Tab. 3). Lower number of understory species are observed in the disturbed site. They include *S. ramosissima*, *E. acuminata*, *D. bholua*, *S. lucida*, *Osmanthus suavis* and deciduous *Viburnum* sp., *Euonymus* sp., *Decaisnea insignis*, *Elaeagnus parviflora* and *Zanthoxylum armatum* (Tab. 3).

The impact of Wasabi project on species composition is clearly reflected by the absence of dominant oak-laurel species in the disturbed site and was dominated by pioneer deciduous broad-leaved species of *Prunus*, *Viburnum*, *Acer* and *Rhus* revealing change in species composition after the project. The proportion of evergreen broad-leaved trees and shrubs in the nearby natural forest (control plot) but missing in the Wasabi disturbed site plots constituted 37.5% and 55.6% respectively indicating removal of both evergreen canopy and understory species while cultivating the Wasabi plants (Tab. 3). On the contrary deciduous species are found abundant in the disturbed site as they are pioneers.

## (3) Species richness, dominance diversity and life-form spectrum

Number of evergreen broad-leaved trees and evergreen understory shrubs are high with a species number of eight and nine in the nearby natural forest when compared to Wasabi disturbed site having five evergreen broad-leaved trees and five evergreen understory shrubs only (Fig. 3 A, B, Tab. 3). On the contrary number of deciduous broad-leaved trees and deciduous understory shrubs are lower with a species number of nine and six in the natural forest while

eleven deciduous broad-leaved trees and six deciduous shrubs are recorded in the Wasabi disturbed site (Fig. 3 C, D, Tab. 2, 3). Total number of species remains similar with a species number of 29 in the natural forest and 27 in the Wasabi disturbed sites respectively (Tab. 2). Similarly total numbers of species of ground vegetation (herb layer) are 36 species (9 annuals, 28 perennials) in natural forest and 66 (15 annuals, 51 perennials) in the Wasabi disturbed site (Fig. 3 E, F, Tab. 2, 4).

The life-form spectrum of both ground vegetation layer and tree layer indicates significant difference between natural forest and disturbed site (Tab. 2). Even though perennial herbs dominated in both the natural forest and the Wasabi project disturbed site, the relative biomass proportion of annual herbs is much higher in the disturbed forest and lower in the natural forest. On the contrary, the relative biomass of the perennial herbs is much higher in the natural forest and comparatively lower in the Wasabi disturbed forest indicating the invasion of annual herbs after disturbances. While the relative basal area of evergreen broad-leaved species dominated the natural forest, deciduous broad-leaved species dominated the Wasabi disturbed site indicating evergreen broad-leaved has been removed mostly understories while preparing for Wasabi cultivation (Tab. 3). The presence of understory deciduous broad-leaved as represented by the relative basal area indicated that only negligible proportion was found in the natural forest while larger portion was still observed in the disturbed forest. This life-form distribution pattern indicates difference in forest types and the impact of disturbance on the forest tree species.

Table 2 Plot details of the study area (Lamperi 2,700m a.s.l.)

| Plot details                                                   | Natural forest | Disturbed site |
|----------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
|                                                                | Plot NF        | Plot WB        |
| Altitude (m)                                                   | 2700           | 2700           |
| Plot size (m <sup>2</sup> ) tree layer                         | 10000          | 10000          |
| Plot size (m <sup>2</sup> ) seedling/sapling/ground vegetation | 3000           | 3000           |
| Soil moisture content (%)                                      | 60.8           | 49.2           |
| Maximum height (m)                                             | 44.5           | 20             |
| Maximum diameter at breast height (cm)                         | 150            | 63             |
| Total basal area (m <sup>2</sup> /ha)                          | 53.6           | 15.7           |
| Stem density (/ha)                                             | 3023           | 326            |
| Number of conifer tree                                         | 1              | 0              |
| Number of evergreen broad-leaved trees                         | 8              | 5              |
| Number of evergreen understory shrubs                          | 9              | 5              |
| Number of deciduous broad-leaved trees                         | 9              | 11             |
| Number of deciduous understory shrubs                          | 2              | 6              |
| Total number of species tree layer                             | 29             | 27             |
| Number of species seedling/sapling layer                       | 33             | 19             |
| Number of annual species ground layer                          | 9              | 15             |
| Number of perennial species ground layer                       | 28             | 51             |
| Total number of species ground layer                           | 37             | 66             |
| Shannon diversity (H') tree layer                              | 2.5            | 3.5            |
| Shannon diversity (H') seedling/sapling layer                  | 3.7            | 1.9            |
| Shannon diversity (H') ground layer                            | 4.1            | 3.6            |

NF=Natural forest, WB=Wasabi disturbed forest

Table 3 Floristic composition of natural forest (NF) and Wasabi disturbed site (WB)

| TREE LAYER VEGETATION             | FAMILY          | NATURAL FOREST | WASABI SITE |
|-----------------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| CONIFEROUS TREES                  |                 | RBA (%)        | RBA (%)     |
| <i>Taxus baccata</i>              | Taxaceae        | 2.4            |             |
| Sub-total                         |                 | 2.4            | 0.0         |
| EVERGREEN BROAD-LEAVED TREES      |                 |                |             |
| <i>Osmanthus suavis</i>           | Oleaceae        | 54.4           | 0.2         |
| <i>Litsea kingii</i>              | Lauraceae       | 5.6            | 8.6         |
| <i>Neolitsea</i> sp.              | Lauraceae       | 1.6            |             |
| <i>Cinnamomum bejolgota</i>       | Lauraceae       | 1.5            |             |
| <i>Rhododendron hodgsonii</i>     | Ericaceae       | 0.4            |             |
| <i>Cinnamomum impressinervium</i> | Lauraceae       | 0.3            | 1.6         |
| <i>Rhododendron arboreum</i>      | Ericaceae       | 0.2            | 0.1         |
| <i>Quercus glauca</i>             | Fagaceae        | 0.2            | 7.6         |
| Sub-total                         |                 | 64.2           | 18.1        |
| EVERGREEN BROAD-LEAVED SHRUBS     |                 |                |             |
| <i>Symplocos ramosissima</i>      | Symplocaceae    | 14.3           | 0.0         |
| <i>Ilex dipyrrena</i>             | Aquifoliaceae   | 6.2            | 12.5        |
| <i>Eurya acuminata</i>            | Theaceae        | 0.9            | 1.2         |
| <i>Daphne bholua</i>              | Thymeliaceae    | 0.2            | 1.5         |
| <i>Symplocos lucida</i>           | Symplocaceae    | 0.1            |             |
| <i>Symplocos glomerata</i>        | Symplocaceae    | 0.0            |             |
| <i>Ficus nemoralis</i>            | Moraceae        | 0.0            |             |
| <i>Symplocos dryophila</i>        | Symplocaceae    | 0.0            |             |
| <i>Symplocos sumuntia</i>         | Symplocaceae    | 0.0            |             |
| <i>Osmanthus suavis</i>           | Oleaceae        |                | 0.5         |
| Sub-total                         |                 | 21.6           | 15.8        |
| DECIDUOUS BROAD-LEAVED TREES      |                 |                |             |
| <i>Magnolia campbellii</i>        | Magnoliaceae    | 4.1            | 6.7         |
| <i>Acer campbellii</i>            | Aceraceae       | 3.3            | 0.4         |
| <i>Acer hookeri</i>               | Aceraceae       | 2.7            | 0.4         |
| <i>Prunus cerasoides</i>          | Rosaceae        | 1.1            | 1.5         |
| <i>Alangium alpinum</i>           | Alangiaceae     | 0.2            | 1.3         |
| <i>Prunus rufa</i>                | Rosaceae        | 0.1            | 30.1        |
| <i>Betula utilis</i>              | Betulaceae      | 0.1            |             |
| <i>Corylus ferox</i>              | Betulaceae      | 0.1            | 0.2         |
| <i>Lyonia ovalifolia</i>          | Ericaceae       | 0.0            | 0.0         |
| <i>Rhus javanica</i>              | Anacardiaceae   |                | 3.1         |
| <i>Prunus cornuta</i>             | Rosaceae        |                | 2.7         |
| <i>Acer sterculiaceum</i>         | Aceraceae       |                | 2.6         |
| Sub-total                         |                 | 11.7           | 48.9        |
| DECIDUOUS BROAD-LEAVED SHRUB      |                 |                |             |
| <i>Tetradium fraxinifolium</i>    | Rutaceae        | 0.0            |             |
| <i>Viburnum erubescens</i>        | Caprifoliaceae  | 0.0            | 0.1         |
| <i>Viburnum</i> sp (A52)          | Caprifoliaceae  |                | 13.0        |
| <i>Euonymus</i> sp.               | Celastraceae    |                | 3.1         |
| <i>Decaisnea insignis</i>         | Lardizabalaceae |                | 0.8         |
| <i>Elaeagnus parvifolia</i>       | Elaeagnaceae    |                | 0.2         |
| <i>Zanthoxylum armatum</i>        | Rutaceae        |                | 0.0         |
| Sub-total                         |                 | 0.1            | 17.3        |
| GRAND TOTAL                       |                 | 100            | 100         |

Table 4 Ground layer floristic composition of natural forest and Wasabi site.

| SPECIES                         | Life form | NATURAL FOREST | WASABI SITE |
|---------------------------------|-----------|----------------|-------------|
| ANNUALS                         |           |                |             |
| <i>Persicaria nepalensis</i>    | A         | 10.3           | 3.8         |
| <i>Chenopodium album</i>        | A         | 1.7            | 1.1         |
| <i>Amaranthus</i> sp.           | A         | 1.1            | 3.7         |
| <i>Setaria pumila</i>           | A         | 0.2            | 1.4         |
| <i>Cynoglossum furcatum</i>     | A         | 0.2            | 0.8         |
| <i>Polypogon fugax</i>          | A         | 0.1            | 0.0         |
| <i>Poa annua</i>                | A         | 0.1            | 11.9        |
| <i>Oxalis corniculata</i>       | A         | 0.0            | 0.5         |
| <i>Geranium nepalensis</i>      | A         | 0.0            | 0.9         |
| <i>Galium aparine</i>           | A         |                | 6.4         |
| <i>Swertia</i> sp.              | A         |                | 0.3         |
| <i>Bidens pilosa</i>            | A         |                | 0.1         |
| <i>Gnaphalium affine</i>        | A         |                | 0.1         |
| <i>Sonchus</i> sp.              | A         |                | 0.0         |
| <i>Capsella</i> sp.             | A         |                | 0.0         |
| Annual sub-total                |           | 13.7           | 31.1        |
| PERENNIALS                      |           |                |             |
| <i>Kyllinga squamulata</i>      | P         | 24.9           | 1.6         |
| <i>Impatiens discolor</i>       | P         | 24.9           | 1.7         |
| <i>Geum sikkimensis</i>         | P         | 7.8            | 2.7         |
| <i>Yushania microphylla</i>     | P         | 7.1            | 2.1         |
| <i>Ainsliaea latifolia</i>      | P         | 5.5            | 0.4         |
| <i>Viola bhutanica</i>          | P         | 3.2            | 0.6         |
| <i>Lecanthus peduncularis</i>   | P         | 2.4            |             |
| <i>Carex</i> sp.                | P         | 1.8            | 1.8         |
| <i>Dryopteris</i> sp.           | P         | 1.3            |             |
| <i>Cirsium</i> sp.              | P         | 1.2            | 0.6         |
| <i>Aconogonum molle</i>         | P         | 1.1            | 0.5         |
| <i>Hedera nepalensis</i>        | P         | 1.1            | 2.4         |
| <i>Rubia cordifolia</i>         | P         | 0.7            | 0.7         |
| <i>Pilea umbrosa</i>            | P         | 0.7            |             |
| <i>Pouzolzia hirta</i>          | P         | 0.6            | 2.6         |
| <i>Elatostema obtusum</i>       | P         | 0.4            |             |
| <i>Hedychium</i> sp.            | P         | 0.4            |             |
| <i>Artemisia parviflora</i>     | P         | 0.3            | 0.3         |
| <i>Paris polyphylla</i>         | P         | 0.1            | 1.5         |
| <i>Fragaria nubicola</i>        | P         | 0.1            | 0.7         |
| <i>Arisaema concinnum</i>       | P         | 0.1            | 2.6         |
| <i>Hemiphragma hetrophyllum</i> | P         | 0.1            | 3.1         |

Tab. 4. cont.

| SPECIES                      | Life form | Natural forest | Disturbed site |
|------------------------------|-----------|----------------|----------------|
| PERENNIALS                   |           |                |                |
| <i>Panax pseudo-ginseng</i>  | P         | 0.1            | 0.0            |
| <i>Aconitum bisma</i>        | P         | 0.1            | 0.5            |
| <i>Eupatorium mairei</i>     | P         | 0.1            |                |
| <i>Anaphalis busua</i>       | P         | 0.0            | 1.2            |
| <i>Thalictrum foetidum</i>   | P         | 0.0            | 0.5            |
| <i>Cymbidium hookerianum</i> | P         | 0.0            |                |
| <i>Rubus calycina</i>        | P         |                | 8.2            |
| <i>Rumex nepalense</i>       | P         |                | 7.8            |
| <i>Megacarpaea</i> sp.       | P         |                | 5.6            |
| <i>Pteridium aquilinum</i>   | P         |                | 4.7            |
| <i>Uitrica</i> sp.           | P         |                | 2.2            |
| <i>Viola</i> sp.             | P         |                | 1.8            |
| <i>Paspalum distichum</i>    | P         |                | 1.8            |
| <i>Eleocharis</i> sp.        | P         |                | 1.5            |
| <i>Primula denticulata</i>   | P         |                | 1.5            |
| <i>Selaginella</i> sp.       | P         |                | 0.8            |
| <i>Senecio densiflora</i>    | P         |                | 0.8            |
| <i>Potentilla</i> sp.        | P         |                | 0.5            |
| <i>Hypericum</i> sp.         | P         |                | 0.4            |
| <i>Hedera helix</i>          | P         |                | 0.4            |
| <i>Juncus</i> sp.            | P         |                | 0.4            |
| <i>Scutellaria</i> sp.       | P         |                | 0.4            |
| <i>Sambucus densiflora</i>   | P         |                | 0.6            |
| <i>Wasabia japonica</i>      | P         |                | 0.3            |
| <i>Plantago erosa</i>        | P         |                | 0.3            |
| <i>Sibbaldia</i> sp.         | P         |                | 0.2            |
| <i>Trifolium repens</i>      | P         |                | 0.2            |
| <i>Smilacina</i> sp.         | P         |                | 0.1            |
| <i>Cyperus</i> sp.           | P         |                | 0.1            |
| <i>Asplenium</i> sp.         | F         |                | 0.1            |
| <i>Erioscirpus comosus</i>   | P         |                | 0.1            |
| <i>Phytolacca acinosa</i>    | P         |                | 0.1            |
| <i>Calanthe</i> sp.          | P         |                | 0.0            |
| <i>Arundinella</i> sp.       | P         |                | 0.0            |
| <i>Schoenoplectus</i> sp.    | P         |                | 0.0            |
| <i>Apium</i> sp.             | P         |                | 0.0            |
| Perennial Sub-total          |           | 86.3           | 68.9           |
| GRAND TOTAL                  |           | 100            | 100            |

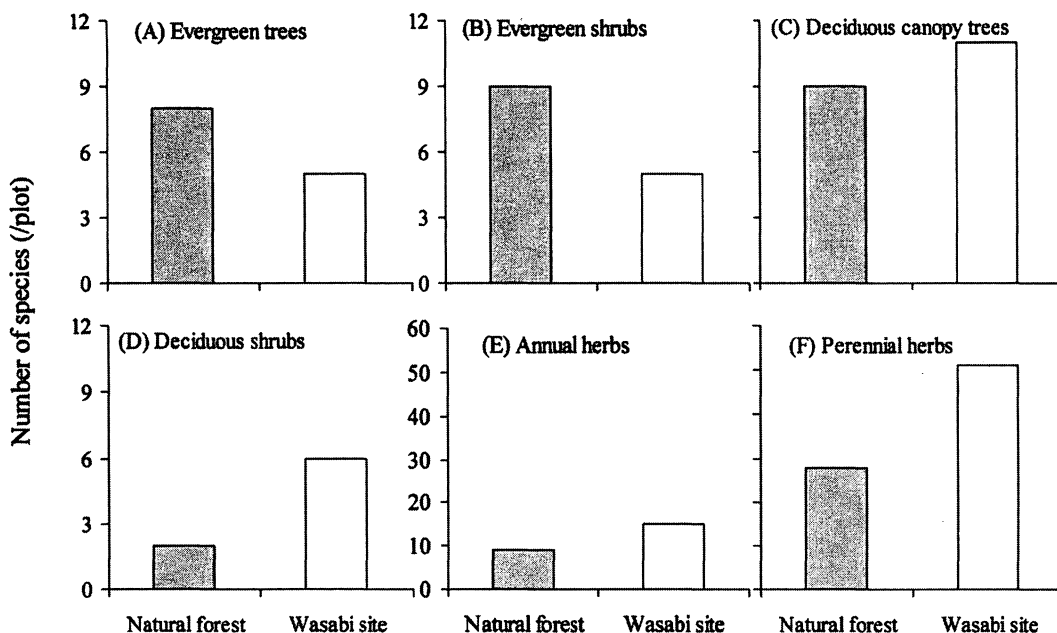


Fig.3 Species richness; (A) evergreen broad-leaved trees, (B) evergreen broad-leaved shrubs, (C) deciduous board-leaved trees, (D) deciduous broad-leaved shrubs, (E) Annual herbs and, (F) perennial herbs occurring in the nearby natural forest plot (control) and in the Wasabi project disturbed site plot.

#### (4) Comparison of forest structural traits (Natural forest and Wasabi disturbed forest)

Forest community structural traits of maximum height, maximum diameter at breast height, stem density and total basal area of nearby natural forest and Wasabi project disturbed site are illustrated in figure 4. The maximum height of tree in the Wasabi project disturbed site by *Magnolia campbellii* and *Prunus cerasoides* were 20m each and it is 44.9% of 44.5m of *Quercus oxyodon* in the nearby natural forest indicating structurally weaker forest (Fig. 4A). Similarly the diameter at breast height is 63cm of *Q. glauca* in the disturbed site and it is 42% of 150cm diameter of *Q. oxyodon* in the natural forest (Fig. 4B). The total basal area in the Wasabi disturbed site is 15.7m<sup>2</sup>/ha while it is 53.6 m<sup>2</sup>/ha in the nearby natural forest which is only 29.3% of the natural forest (Fig. 4C) thereby 70.7% of the biomass (basal area) was removed from the natural forest for Wasabi plantation. Since most of the understory evergreen species were removed during the preparation for Wasabi cultivation, the stem density in the Wasabi project disturbed site was 326 stems/ha compare to 3,023 stems in the nearby natural forest. Hence about 90% of the forest stems were removed for cultivation of the Wasabi plants thereby opening the canopy (Fig. 4D).

Wasabi Pilot Project incurred heavy losses in terms of forest species diversity and biomass (basal area). Hence such destructive developmental project activities should be avoided before implementation through conducting feasibility study and strategic environmental impact assessment for such mega developmental projects in the near future.

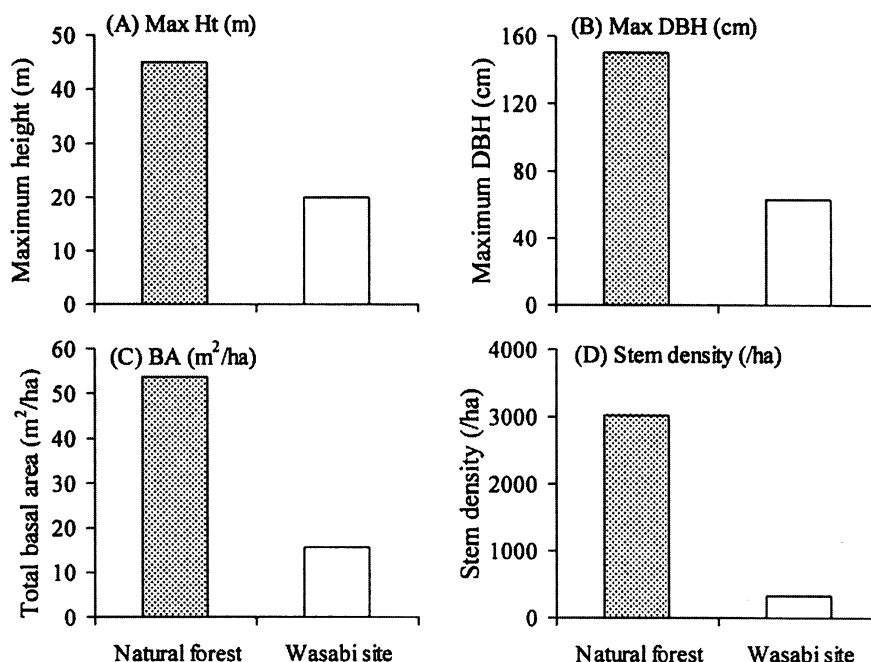


Fig.4 Comparison of forest structural traits (A-D) between nearby natural forest (Control) and the Wasabi site at Lamperi study site.

##### (5) Change in soil properties

Similar to the impacts caused on the forest composition and community structural traits, edaphically significant changes occurred as a result of Wasabi project. The results of soil nutrient analysis are shown in table 5. Amount of litters accumulated under each forest plots indicate significant change. The litter accumulated under natural forest plot was 5.4 DW ton/ha (DW=oven dry weight) while it is only 1.2 DW ton/ha under disturbed forest which is only 1/5 of the natural forest indicating a loss of about 4/5 after forest destruction. Because of the change in litter accumulation, significant changes in soil nutrient properties were also observed. After the Wasabi cultivation, the soil acidity (pH) has reduced to 4.8 while it is 4.3 under natural forest. The change in soil pH was directly related to the application of lime and other fertilizers during Wasabi cultivation. Similarly soil organic carbon and total nitrogen has reduced by 50% when compared to the nearby natural forest. The removal of understory shrubs and tillage of forest ground soil during the Wasabi cultivation lead to the loss of soil organic carbon and nitrogen. However C/N ratio remains similar in both plots. Available phosphorus also reduced by about 50% after cultivation because no burning of forest residues was required during preparation of the site for Wasabi cultivation (Tab. 5).

Table 5 Results of the soil nutrient analysis in the nearby natural forest and Wasabi disturbed site

| PLOTS          | pH (H <sub>2</sub> O) | Available P (mg/kg) | C (%) | N (%) | C/N (Ratio) |
|----------------|-----------------------|---------------------|-------|-------|-------------|
| Natural forest | 4.3                   | 53.0                | 20.0  | 1.6   | 12.2        |
| Wasabi site    | 4.8                   | 23.7                | 9.4   | 0.8   | 12.7        |

#### 4. CONCLUSION

Humid evergreen broad-leaved forests are valuable resources for the people of Bhutan considering about 79% of the total population are engaged in farming integrating crop productions, livestock rearing and use of forest resources as watershed, non-timber forest product (mushroom, orchid, cane), timber for house construction, grazing, fodder, litter for cattle bedding, organic manure, agricultural implements among others of traditional type and well adapted to the local environment (Wargda & Ohsawa 2006b). At the same time modernization of the country brings developmental activities particularly in the field of agriculture for improving the livelihood of the rural people. Wasabi pilot project was one of the agricultural development package established without considering the impact on the humid evergreen broad-leaved forest and with the hope of successful business project. However it was only to find out that the project totally failed in short span of time due to its inappropriate habitat and methods of cultivation resulting in environment and ecosystem damage to the humid evergreen broad-leaved forest.

The impact of Wasabi project at Lamperi includes loss of native species that are presently occurring in the control plot and missing under the Wasabi project disturbed site such as *Quercus oxyodon*, *Cinnamomum bejolgota*, *Neolitsea* sp. Community structural traits revealed that about 70% of the forest biomass represented by total basal area has been removed. Similarly, stem density revealed 90% reduction compared to the nearby natural forest. This affected the forest soil and subsequently reduced soil organic carbon and total nitrogen by about 50% of the nearby natural forest. Such impacts also influence the poor regeneration of the tree species. Seedlings/saplings recorded in the Wasabi project disturbed site were found only 25% of the regeneration occurring in the natural forest.

The removal of understory evergreen shrubs and scraping of forest floor surface soil to a depth of 30cm for the establishment of Wasabi cultivation resulted in the degradation of forest as well as loss of grazing area of the nearby villagers. We recommend the policy makers and foreign promoters to conduct detail impact assessment and feasibility study before implementation of any such project. Wasabai pilot project was a total failure in Bhutan and a lesson learned to be remembered in future for similar situation.

The socio-economic survey findings infer that since 1993 the logging operation in Chamgang-Helela Forest Management Unit (FMU) had reduced the size of the traditional grazing areas of yaks and recently by the Botanical Park. The cattle herds of Toebesa village have to either search for a new grazing ground or stall-fed their large herds of cattle. With the completion of the Botanical Park's concrete wall and the caretaker's residence, there is a possibility of a natural restoration of the abandoned Wasabi plantation area even though; the area has not been demarcated by concrete wall. The wall above the road i.e., near the water catchments seems to have stopped yak from migrating downwards and also the villagers have stopped bringing their cattle to the study site.

We conclude from our research results that it is very important to remember that such new developmental projects must subjected to feasibility study and strategic environmental assessment before implementing the project. We also



recommend that the forest stakeholders (yak, cattle herders and farmers nearby) should be included within the management plans of any developmental projects for conserving the ecosystem and for utilizing the resources without impacting the biodiversity of the area.

#### ACKNOWLEDGEMENT

We thank PRO NATURA FUND for the research grant.

#### REFERENCES

- Bhutan Wasabi Pilot Project. Undated. A draft proposal.
- Central Statistical Organization, Planning Commission. 2002. Statistical yearbook of Bhutan. Royal Government of Bhutan, Thimphu.
- Grierson, A.J.C. & Long, D.G. 1983-2000. Flora of Bhutan Vol. I. Part 1,2,3. Vol. II. Part 1,2,3 & Vol. III. Part 1,2. Edinburgh, UK.
- Kikvidze Z. & Ohsawa M. 2002. Measuring the number of co-dominants in ecological communities. *Ecological Research* 17:519-525.
- Kuensel online, November 9, 2005. A Botanical garden in Lamperi. Bhutan National News Paper.
- Kuensel online, April 08, 2004. Failed project highlights bad loan. Bhutan National News Paper.
- Land Use Planning Project (LUPP). 1997. Atlas of Bhutan. Ministry of Agriculture, Royal Government of Bhutan.
- Noltie, H. J. 1994-2000. Flora of Bhutan: Part I & 2, vol. 3. Royal Botanic Garden, Edinburgh.
- Ohsawa M. 1984. Differentiation of vegetation zones and species strategies in the subalpine region of Mt. Fuji. *Vegetatio* 57:15-52.
- Polunin, O. & Stainton, A. 1984. Flowers of the Himalaya. Oxford Univ. Press, New Delhi.
- Pradhan, R. 1998. wild Rhododendrons of Bhutan. Quality Printers, Kanthmandu, 53pp.
- Stainton, A. 1988. Flowers of the Himalaya. A supplement. Oxford Univ. Press, New Delhi.
- Wangda, P. & Ohsawa, M. 2006a. Forest pattern analysis along the topographical and climatic gradient of the dry west and humid east slopes of Dochula, western Bhutan. *Journal of Renewable Natural Resources Bhutan*, 2:1-17.
- Wangda, P. & Ohsawa, M. 2006b. Structure and regeneration dynamics of dominant tree species along altitudinal gradient in dry valley slopes of the Bhutan Himalaya. *Forest Ecology and Management*, 230:136-150.

## 要約

# 西部ブータンヒマラヤ、ランペリ地区の常緑広葉樹林で行われた ワサビ栽培プロジェクト跡地における自生種の多様性と その保全に関する研究

ペマ・ワンダ、レベッカ・プラダン、  
ニラ・プラダン、タンディン・ワンディ

西部ブータン、ランペリ地区の湿潤カシ・クス林の領域で行われたワサビ栽培プロジェクトが自然に与えたインパクトに関して、地域の自生種がさらに失われてしまわないためにその跡地の保護と保全のための研究を行った。定量的な植生調査の結果、ワサビ・サイトは隣接する自然林の森林の組成、群落構造、土壌条件と較べて大きく変化した。種類組成は、自然林ではカシ類とクスノキ類(カシ属、クスノキ属、ハマビワ属、シロダモ属)から構成されるのに対して、ワサビ・サイトでは落葉樹と常緑樹(カシ属、モクレン属、サクラ属、ウルシ属)の混交林となっていた。自然林の林床にある常緑低木種が、ワサビ栽培の結果大きく減少し、自然林の44.4%の種しかなかった。森林の構造的特性としては、森林の生物量の指標となる胸高断面積合計がワサビ・サイトでは自然林の77.4%が失われ、本数密度は90%が失われた。森林土壌に加えられた攪乱は、

土壌栄養状態に大きな変化をもたらした。一部には殺菌剤、石灰、肥料などの投与により土壌のアルカリ度が増加した。ワサビ栽培のために表層30cmまでの樹木や低木類の根を掘り取り除去したが、その結果土壌の有機体炭素と全窒素で50%減少した。森林の生物多様性の著しい減少、土壌中を含めた生物量と栄養塩の減少を考えると、ワサビ栽培のようないわゆる開発プロジェクトが、ブータンの原生自然に対して極めて破壊的な影響を与えると結論せざるを得ない。われわれの結果は、政策当局や当事者たちに判断のための生態学的な基礎情報を提供する。われわれは、さらに世界的にも貴重な湿潤常緑広葉樹林の生物多様性を保全するために、将来このような開発計画がたてられた場合は、その実行の前に必ず戦略的環境影響評価を実施することを提案するものである。

(推薦者：親泊 素子)