

## 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13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13期は厳正な審査の結果、国内外24の団体・個人に2002年10月より2003年9月までの1年間、助成を行いました。第13期までに助成したテーマは、国内・海外あわせて262件にのぼり、助成総額は2億9千万に達しました。

本報告書は、2002年度（第13期）の各助成先からよせられた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。

2004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13期助成>

第13期助成の概要 .....	1
第13期助成先一覧 .....	2

## 国内研究助成

中部空港島周辺における底質・底生動物を中心とした 水域環境変化に関する研究 .....		3
父島のオガサワラオオコウモリの保全生態学的研究 .....		17
北方四島(国後島)の生態系—陸上動植物相調査— .....		25
えびの高原におけるシカの行動様式の変化について—餌付けがシカに与える影響— .....		39
在来マルハナバチ類保護のためのセイヨウオオマルハナバチの 野生化状況の評価と駆除方法の開発(2) .....		47
島原半島における淡水紅藻オキチモズクの保全と遺伝子解析 .....		55
世界最南限のイワナ個体群“キリクチ”の保全生態学的研究 .....		63
イワメ(無斑型アマゴ)の生息環境と保護 .....		73
淡路島の農村地域のため池群における生物多様性保全に関する研究 .....		79

## 国内活動助成

東京湾の干潟を中心とする環境の保全 .....		93
干潟を守る日2003in諫早 .....		99
吉野川河口干潟周辺における「人と自然とのふれあい」を ベースにした環境マップの作成 .....		103
日本における「自然の権利」運動の記録(~2002.12) .....		109
エゾシカ猟用鉛弾を原因とするワシ類の鉛中毒に対する防止活動 .....		113
希少植物「カワラノギク」の保護・育成 .....		115
霧ヶ峰の草原生態系と景観の保全のためのシンポジウム開催と報告書の作成・活用 .....		119
チゴハヤブサの調査保護と子供達への環境教育活動 .....		123
大規模開発の迫った京阪奈丘陵の里山での市民による生き物調査の実施 .....		127
市民版日高横断道路「時のアセス」の作成 .....		131

## 海外研究助成

インドネシア・西ジャワ海及びナツナ海における絶滅に瀕したタイマイ 繁殖個体群の現状の把握とその資源回復対策の確立 .....		133
中国海南島における野生哺乳類の保護区設定と保護システムの確立 .....		149
Species maintenance in a dynamic landscape : Ecology of the Churiya (Siwaliks) in Nepal Himalayas .....		155
Study on the distribution, habitat and ecology of Flores Hawk-eagle <i>Spizaetus cirrhatus florisi</i> in Lombok, Sumbawa, Flores, Komodo and Rinca Islands, Nusa Tenggara, Indonesia .....		177
Monitoring butterflies in Shimentai National Natural Reserve .....		193

プロ・ナトゥーラ・ファンド

第13期助成

## 第13期助成の概要

2002年度(第13期)は、助成対象を国内助成の「調査研究」「保護・普及活動」、海外助成の「調査研究」の3つに区分し、2002年6月に公募を開始しました。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87件で、次項の一覧のように国内研究助成9件、国内活動助成10件、海外研究助成5件、計24件に助成を行いました。このうち継続助成は国内・海外あわせて3件で、助成総額は2,085万円でした。

今期の国内助成では、キリクチやイワメ、オキチモズクといった淡水性の稀少植物・魚類についての基礎生態学的調査・研究や、吉野川河口や諫早湾、三番瀬などの干潟の保護のための活動といった、水環境と関わりのあるテーマが数多く採択されました。その他、例年と同じく稀少種・あるいは開発計画による自然破壊の恐れのある場所を保全するための調査研究、普及活動などについても多く採択され、保全に向けての流れを作ることが出来ました。

海外助成は中国とインドネシアの案件が2件ずつ、ネパールの案件が1件で、研究の対象は植生、昆虫、猛禽類、ウミガメ、哺乳類と他分野に渡り、重要地域における稀少動植物の保全にむけて必要となる基礎情報の収集や、実際の保護活動の実践など、多くの素晴らしい成果を得ることが出来ました。

なお、本報告書には第13期に助成した全ての成果を掲載しました。

2002年度(第13期)P.N.ファンド助成先一覧

No.	タイトル	グループ名	代表者	助成額(万円)	
<b>国内研究助成</b>					
1	中部空港島周辺における底質・底生生物を中心とした水域環境変化に関する研究	空港島周辺海域環境研究会	西條 八束	100	
2	父島のオガサワラオオコウモリの保全生態学的研究	オガサワラオオコウモリ研究グループ	稲葉 慎	100	
3	北方四島(国後島)の生態系—陸上動植物相調査—	特定非営利活動法人 北の海の動物センター	大泰司 紀之	200	
4	えびの高原におけるシカの行動様式の変化について—餌付けがシカに与える影響—	えびのシカリサーチグループ	遠藤 晃	88	
5	在来マルハナバチ類保護のためのセイヨウオオマルハナバチの野生化状況の評価と駆除方法の開発(継続)	セイヨウオオマルハナバチ野生化問題研究グループ	横山 潤	85	
6	島原半島における淡水紅藻オキチモズクの保全と遺伝子解析	オキチモズク保全研究グループ	飯間 雅文	95	
7	世界最南限のイワナ個体群“キリクチ”の保全生態学的研究	淡水生物研究会	渡辺 勝敏	70	
8	イワメ(無斑型アマゴ)の生息環境と保護	西日本淡水魚類研究会	近藤 卓哉	80	
9	淡路島の農村地域のため池群における生物多様性保全に関する研究	淡路棚田研究会生物多様性研究グループ	一ノ瀬 友博	70	
				研究助成小計	888
<b>国内活動助成</b>					
10	東京湾の干潟を中心とする環境の保全	千葉の干潟を守る会	大浜 清	100	
11	干潟を守る日 2003 in 諫早	干潟を守る日 2003 in 諫早実行委員会	山下 八千代	50	
12	吉野川河口干潟周辺における「人と自然とのふれあい」をベースにした環境マップの作成	とくしま自然観察の会	井口 利枝子	75	
13	日本における「自然の権利」運動の記録(～2002.12)	「自然の権利」セミナー	佐久間 淳子	100	
14	エゾシカ猟用鉛弾を原因とするワシ類の鉛中毒に対する防止活動	市民団体 ワシ類鉛中毒ネットワーク	黒澤 信道	57	
15	希少植物「カワラノギク」の保護・育成	はむら自然友の会	岡崎 学	14	
16	霧ヶ峰の草原生態系と景観の保全のためのシンポジウム開催と報告書の作成・活用	霧ヶ峰ネットワーク	栗原 雅博	97	
17	チゴハヤブサの調査保護と子供達への環境教育活動	札幌チゴハヤブサの会	東郷 典彰	44	
18	大規模開発の迫った京阪奈丘陵の里山での市民による生き物調査の実施	生駒の自然を愛する会	琢磨 千恵子	20	
19	市民版日高横断道路「時のアセス」の作成	「止めよう日高横断道路」全国連絡会 常任委員会調査部	小島 望	65	
				活動助成小計	622
<b>海外研究助成</b>					
20	インドネシア・シジャワ海及びナツナ海における絶滅に瀕したタイマイ繁殖個体群の現状の把握とその資源回復対策の確立	Mr.A.Yusuf 亀崎 直樹 (NPO 法人 日本ウミガメ協議会)	インドネシアウミガメ研究センター	119	
21	中国海南島における野生哺乳類の保護区設定と保護システムの確立(継続)	李 玉春 小金澤 正昭 (宇都宮大学)	中国海南師範学院	91	
22	ネパールシワリク山地の生態学的研究: 動的景相域における生物種維持管理	Dr.D.R.Bhujii 尾崎 輝雄 (千葉県立中央博物館)	リソース・ヒマラヤ	120	
23	低地熱帯林の生態系指標としてのカワリクマタカ( <i>Spizaetus cirrhatus</i> )に関する調査	Mr.W.Raharjaningtrah 乾 由布子 ((財) 日本野鳥の会)	WPAL	130	
24	石門台(シメントイ)国立自然保護区におけるチョウ類のモニタリング(継続)	王 敏 矢田 脩 (九州大学)	華南農業大学	115	
				海外助成小計	575
<b>助成金総額</b>				<b>2085</b>	

## 中部空港島周辺における底質・底生動物を中心とした 水域環境変化に関する研究

空港島周辺海域環境研究会

西條八東<sup>1)</sup>・八木明彦<sup>2)</sup>・梅村麻希<sup>2)</sup>・寺井久慈<sup>3)</sup>・川瀬基弘<sup>4)</sup>・  
松川康夫<sup>5)</sup>・佐々木克之<sup>5)</sup>

Influence of Chubu Airport Island reclamation to the bottom sediments and benthos  
in the surrounding sea area

Reserch Group of Environmental Change in the Sea Area of Chubu Airport  
Yatsuka Saijyo, Akihiko Yagi, Maki Umemura, Hisayoshi Terai,  
Motohiro Kawase, Yasuo Matsukawa and Katsuyuki Sasaki

伊勢湾東部に建設された空港島および対岸の埋め立てが、周辺水域の環境を悪化させた可能性は高い。日本海洋学会環境問題委員会はその影響を予測していたが、当局側のアセスメントでは、その影響は小さいと述べていた。我々は問題を海底付近の環境にしぼり、空港島の東から南にかけての7点において5回の水質・底質ならびに底生生物の観測を行い、空港建設の環境への影響の解明を試みた。

2003年7月、空港島南側水域の深さ10~15mの3点において、水温・塩分成層が明瞭な時期に、深層の溶存酸素飽和度は50%程度であった。しかし、同年10月、水温・塩分成層が既に明らかでない時期になっても、同じ3点において底泥直上の溶存酸素飽和度は約50%しかなかった。これは底泥表層付近における酸素消費の活発なことを示唆している。

底泥試料は潜水してアクリルパイプを用いて採取し、表層から2.5cmごとに3層に切って、強熱減量(有機物量)、炭素、窒素、リン、全硫黄の分析を行った。当局側は採泥器を用いて採取した深さ約10cmの底泥をよく混合して分析した。我々の表層2.5cmの試料の分析値と当局の分析値を比較してみると、強熱減量の値は大部分の点において、工事開始後の我々の値が高く、特に全硫黄(当局側は硫化物と呼んでいる)においては我々の値は著しく高くなっていた。空港島により流れが遮られ、空港島の東南部において海水の流れが停滞することは予測されていたが、その影響で植物プランクトンなど有機物の沈降量が増え、底層の貧酸素化が進み、無酸素状態になることも増えたと推定される。無酸素状態では、海水中の硫酸イオンが硫化物に還元され、底泥表層の硫黄が増大する。

我々は調査の途中で、底泥の堆積速度を測定すれば、底泥に関する問題点をより明瞭に解析できると考えた。幸いに、その分野の権威である東海大学海洋学部の加藤義久教授が

1) 名古屋大学名誉教授  
4) 愛知みずほ大学

2) 名古屋女子大学  
5) 前中央水産研究所

3) 中部大学

絶大な好意で、鉛210法により空港島南部の底泥を50cmの深さまで1cmごとに年代を測定して下さった。その結果によると底泥表層から25cmまでは、毎年約0.5cmずつ堆積していることが明らかになった。我々は年代測定に使った残りの試料を用い、深さ1cmごとに炭素、窒素、リン、全硫黄を分析した。その結果、表層1cm(約2年分と推定される)のみ、いずれの成分も、それ以深の測定値より明らかに高く、最近2~3年の空港埋立工事の影響をはっきり示していた。

この結果から、当局側の実施していた採泥器による調査方法では約20年間の平均値しか得られず、この2~3年の工事の影響を見るためには、あまり意味のない調査であったことが明らかになった。

底生生物に関しては、空港島すぐ南の地点では、ほとんど影響が認められなかったが、他の大部分の点において、工事開始後、生物の種類数、個体数ともに減少の傾向が著しく、一方で汚染あるいは貧酸素化の指標種とされる底生生物が観察され、特にホトトギスガイが多数見いだされる地点もあった。

以上のように、我々の調査結果は、伊勢湾における空港建設が周辺水域の海底環境を悪化させたことを明瞭に示している。

## 1. はじめに

### (1) これまでの予測およびモニタリングの概要

#### ①「日本海洋学会海洋環境問題委員会の警告」 (1999年)

日本海洋学会海洋環境問題委員会は、「中部国際空港人工島建設の場合」(1999)として、詳しく空港建設による水域環境悪化を予測し警告していた。まず、中部国際空港が建設された場所は、伊勢湾でも特に優れた漁場であった。

その理由は、第一に、湾の奥の木曾三川から流入する多量の真水は、図1のように海水と混ざりながら、湾東岸に沿って南下してくる。その水には名古屋市などから排水として出た多量の栄養分(窒素・リン)も含まれている。したがって常滑沖を流下してくる海水には、その栄養分を使って増えた植物プランクトンが多量に含まれている。

第二に、伊勢湾の漁業で大きな問題は、図2のように夏になると湾内の大部分で約10mより深い水中の酸素が著しく減少してしまうことである。しかし中部空港が造られた常滑沖には10mより浅い水域が広がっており、夏でも深い層に発達する酸欠状態(貧酸素水塊)の影響をほとんど受けず、アマモ場もあり、伊勢湾の中で生物相が最も豊富

な水域であった。しかし、「空港島が作られると、島の遮蔽効果により前後数kmにわたって流れが弱まり、空港島東側の陸地との水道部から南側に

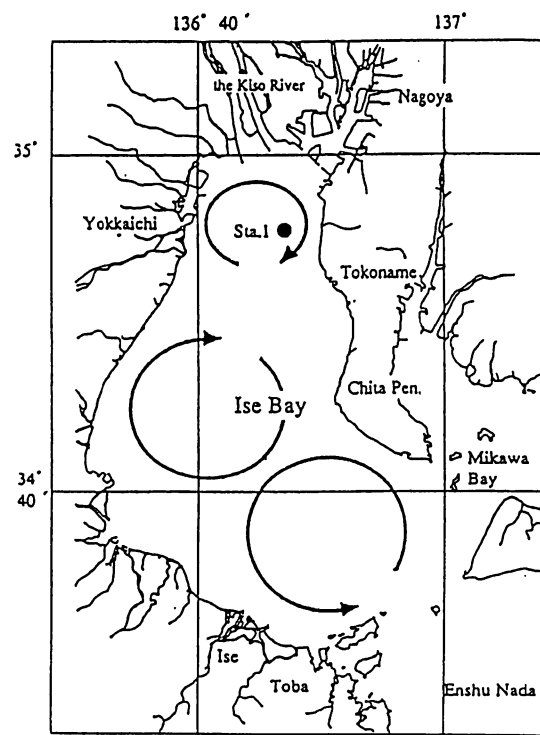


図1 伊勢湾における海水の流れの模式図

わたる広い範囲で泥質や有機物が堆積しやすくなる。特に陸地との距離は1km程度しかなく、水深も浅いため、底質・水質が悪化して底生生物や魚介類の生存にも影響を及ぼす。」と警告していた。

### ②当局側の「環境影響評価結果」

(平成11年、1999年)

中部空港株式会社ならびに愛知県(今後略して当局側と呼ぶ)は、工事前に環境影響評価を実施し、空港建設に伴う埋立により、その周辺水域における海の流れの停滞は予測していたが、「空港周辺海域の底層の溶存酸素(DO)が変化するとは考えられない」、「底質もDOを含む水質も変化しないから、底生生物や漁業資源への影響は空港島を埋め立てただけである」と結論付けているが、次に述べる漁業モニタリング調査の結果はこれと異なる。

### ③当局側の「漁業モニタリング調査結果」

(平成12～15年、2000～2003年)

常滑沖の浅海域(10m以浅)では、事前調査期間(平成5～8年)は底層(海底上0.5m)で溶存酸素が9月に最低になったが、2.7mg/Lを下回ることにはなかった。しかし、工事開始(平成12年7月頃と思われる)以降は8月から9月にかけて、これを下回ることが度々起こるようになり、平成14年8月15日には常滑沿岸に顕著な青潮(苦潮)が発生した(海

上保安庁水路部航空機が撮影)。

漁業モニタリング調査結果では、当初この常滑沖浅海域の貧酸素と青潮は沖合の底層で発生した貧酸素水が湧昇したものではないかと考えていたが、空港島と常滑の間の深場で発生した局地的な貧酸素によるものだという事を認めざるを得なくなっている。

漁業モニタリング調査によれば、この間、伊勢湾全体の水質は概ね横這いで、底層の貧酸素(2.8mg/L以下)海域の面積も平成7年以降はむしろ漸減傾向なので、伊勢湾全体の富栄養化が進行し、それに応じて常滑沖浅海域に貧酸素が発生したということは考えられない。したがってこの常滑沖浅海域の貧酸素と青潮は、空港島建設による局地的底質悪化が原因と考えざるを得ない。

局地的貧酸素と青潮の発生によって底生動物に影響が出ていると考えられるが、なぜか事前調査結果と漁業モニタリング結果の比較がなされていない。当然、きちんと比較をするべきである。

「平成14年度漁業モニタリング結果」によれば、常滑ではアサリとバカガイの漁獲が平成12年以降一貫して激減している。また小型底引き網調査ではマコガレイ、イシガレイ、マダイ、クロダイ、アイナメ、カサゴ、ハタタテヌメリの漁獲も平成11年以降一貫して減少している。これらの稚魚はアマモ場で育ち、常滑地先には伊勢湾で最大級のアマモ場がある。したがって、これらの魚介類の減少はいずれも常滑沖の局地的な貧酸素と青潮による可能性がある。

### (2) 我々自身の調査を始める

我々は当局側の予測、ならびにそのモニタリング結果との不一致に大きな疑問を持ち、空港島・前島埋立工事等の周辺水域の海底付近の環境への影響だけに限って、独自の調査を始めた。

2002年10月から2003年10月まで空港東側の深さ5mより浅い3地点、南側の深さ5m以上10数mまでの4地点、計7地点(図3)で5回の調査を行った。

### 2. 調査地点

空港島と陸地間の水深3～5mの水域で北から

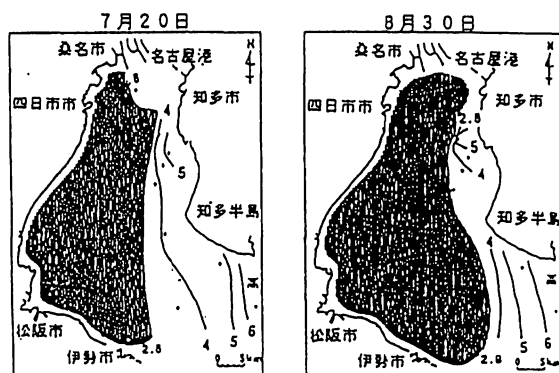


図2 伊勢湾1995年夏季の海底上0.5mの溶存酸素量(mg/L)

黒い部分は酸素量が2.8mg/L以下(貧酸素)の水域



TS4(深度4m)、A9(3m)、A11(5m)の3地点、空港島南部の水深7~13mの水域でK1(11m)、K2(11m)、A10(13m)ならびに中でも特に空港島に近いTS3(7m)の4地点、計7地点で実施した。このうちK1およびK2以外の5地点は、当局側の観測点と一致しており、相互のデータの比較が可能である。

### 3. 調査方法

#### (1) 水質

Hydrolabo社の多項目水質計により水深、水温、pH、塩分(電気伝導度)および溶存酸素を深さ1mごとに測定。

#### (2) 底質

化学分析用の底泥は、潜水してアクリルパイプ(直径5.0cm、長さ50cm)を底泥に打ち込んで採取(1点で3本)。試料は2.5cmごとに3層(0~7.5cm)に切断し、化学分析に供した。強熱減量(650℃)のほか、全炭素、全窒素、および全硫黄はパーキン

エルマー社の2400シリーズ2型の元素分析計で測定した。全リンは乾燥試料0.05mgをアルカリ性過硫酸カリウム分解法(オートクレーブ121℃、1時間加圧分解)で処理し、リン酸として定量した。後に述べる年代測定に使用した試料については、1cmごとに深さ25cmまでの25層につき、同様な上記4項目を追加測定した。

#### (3) ベントス

潜水により底泥30cm×30cm、深さ15cm以内を、各測点で2~3回採集して固定、平均値を求めた。採取した砂泥塊(海底堆積物)を網目1mm四方の篩いにかけて、篩上に残った底生生物の個体数を記録した。また、漁業対象物である貝類への影響を考慮し、軟体動物の種まで同定した。

#### (4) 年代測定

測点A10(深度13m)で長さ50cmのコアを1cmごとに切断した50層の試料につき水分を測定した後、東海大学加藤義久氏が、炭酸カルシウム量の

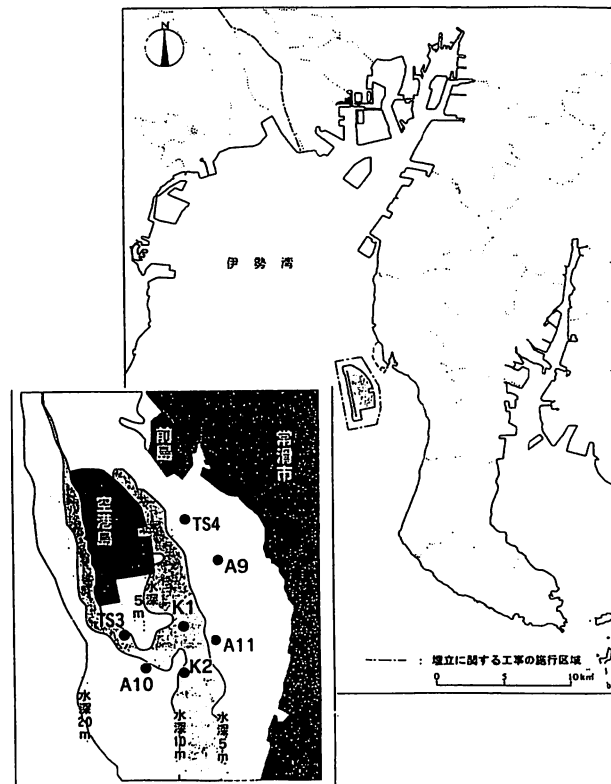


図3 伊勢湾の中での空港島の位置、ならびに調査地点

測定、ならびに鉛210、セシウム137法による年代測定を実施して下さった。

#### 4. 結果と考察

##### (1) 水質：深層水の溶存酸素の状況

図4に示すように、2003年7月の夏の成層期には、空港島東側から南側のTS3以外のA10ならびにK1、K2において、水温、特に塩分の成層に伴い、溶存酸素も深さと共に減少し、10～14mの海底付近では酸素飽和度が40～50%程度であった。同年10月には、水温・塩分の成層がほとんどなくなっていたにもかかわらず、溶存酸素は海底付近で約50%程度という、夏期に近い低い値であった。これは海底付近の水の流れが弱まり、停滞していることを示唆している。

##### (2) 底泥の化学成分：特に強熱減量(有機物量)と全硫黄

我々が調査を開始した段階では、底泥の堆積速度の問題は深く考えていなかったが、空港の埋立工事の底質への影響を見るためには、当局側のように採泥器を使って10cm以上の深さまで採取し、それを混合して分析するのでは、この2年程度の工事の底質への影響を見るのは無理であろうと考え、一応2.5cmごとに3層採取して分析する計画を立て実施した。

その結果、表層2.5cmの試料の強熱減量(有機物量)は、その下の5cm、7.5cm層よりも大きな値を示す場合も見られたが、その違いは明瞭でなかった。しかし表層の測定値を当局側の測定値と比較すると図5のごとく、水道部で最も北のTS4ならびに空港島すぐ南のTS3以外のA9、A10、A11の3点において、工事開始前の測定値と比較して明らかに増加していることが認められた。

全硫黄についても、2.5cmごとの3層の試料を使って分析した結果では、表層2.5cmの試料の測定値が、その下の2層よりも大きな値を示す場合もあったが、その違いは明瞭でなかった。しかし、表層の測定値を当局側の測定値と比較すると図6のごとく、共通する全ての観測点において、我々の測定値の方が驚くほど大きかった。一方、当局

側の値は工事開始後でも、きわめて低い値しか認められなかった。

##### ①硫黄分析法の検討

我々は、硫黄に関する当局側の測定値との著しい違いが、分析法の違いに原因があるのではないかと考えて検討した。硫黄(当局側は硫化物と呼んでいる)の分析法として一般に使われているのは、いわゆる“湿式法”であるのに対し、我々は自動分析計を使っている。この違いを見るために、我々は同じ試料について両方の方法で測定してみた。その結果、最も大きな違いが出る場合でも1.5倍以内であることが確認され、上述の顕著な違いの原因が分析法に関係ないことが明らかになった。

##### ②有機物量、特に全硫黄増大の原因

空港島および前島の埋立で遮られ、周辺の流れが停滞することによる植物プランクトンなどの有機物の沈降・堆積量の増加は予測されていたことである。海底への有機物の堆積量が増えれば、分解のあまり進んでいない有機物は微生物などにより急速に分解され、その際、海水中の溶存酸素は消費されて貧酸素化が進行する。観測点の大部分で、夏ばかりでなく10月になっても、海底に近づくにつれて貧酸素化の傾向を示すことは、図4の溶存酸素の測定結果にも示されている。底泥表層付近では、有機物の分解が特に活発で無酸素状態になりやすい。無酸素になると、海水中に豊富にある硫酸イオンは還元されて硫化水素になり、かなりの部分は底泥表層の鉄などと結合して硫化物が形成される。底泥表層付近の全硫黄(当局側では硫化物として表示)が増えたのは、このためと推測される。

##### (3) 底泥の堆積速度を知る必要性を考え、依頼して測定値を得る

このように調査を進めているうちに、我々は、「毎年どのくらいの厚さの泥が堆積しているか」、を厳密に知る必要性を強く感じるようになった。しかし、どこの研究室でもできるような測定ではない。特別の設備と熟練を要し、一つ一つの試料を測るのも大変な手間である。現場の条件によ

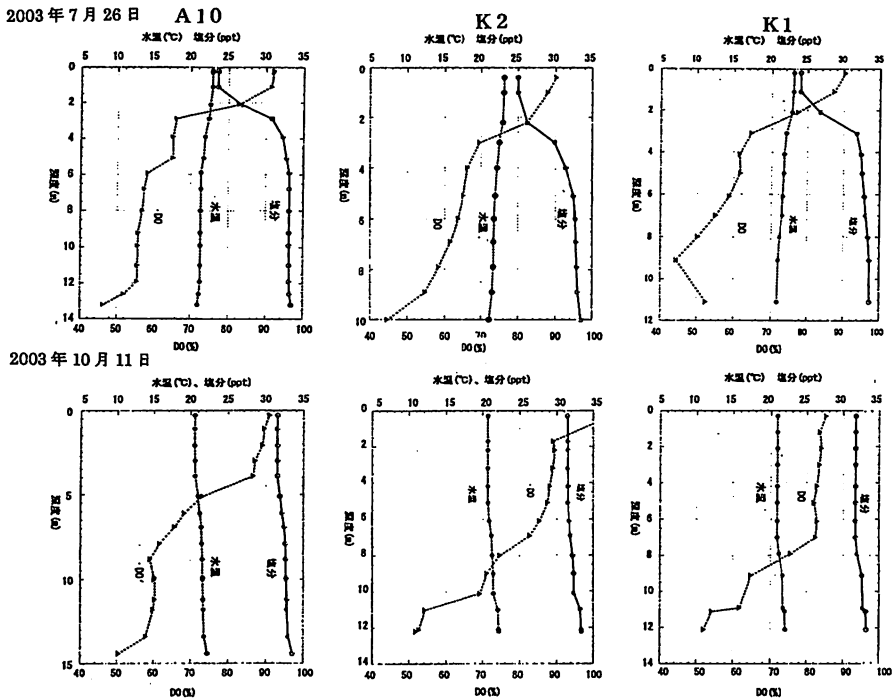


図4 A10, K2, K1 地点における水温(°C)、塩分(‰)、酸素飽和度DO(%)の鉛直分布  
(上)2003年7月26日、(下)2003年10月11日 観測

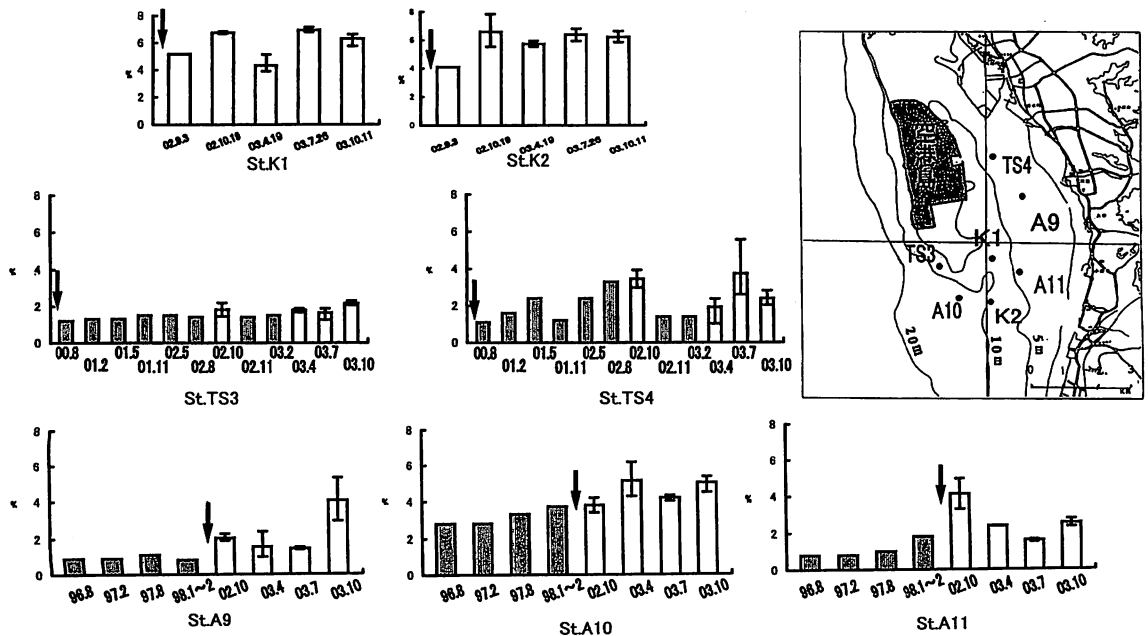


図5 K1, K2, TS3, TS4, A9, A10, A11地点における強熱減量の変化  
黒色は行政側の約10cmの深さの平均値、白色は本調査で得られた2.5 cmの深さの平均値 (mg/g)、  
矢印は工事開始の時期

ては、うまくいかないこともある。

幸いなことに、東海大学海洋学部の加藤義久教授が、ひとかたならぬご好意でこれを引き受けてくださった。鉛210とセシウム137の放射線強度測定による方法であったが、セシウム137による測定はうまくいかず、鉛210法により明瞭な結果が得られた。

使った試料は深さ50cmまでのもので、研究室で1cmごとに切断し、水分(含水率)を測定したのについて年代測定をお願いした。加藤氏はその試料について炭酸カルシウムを測定された後、上記二つの方法で年代測定を実施された。

鉛210法によって得られた測定結果は、図7のごとく、海底表面から25cmくらいまでの深さの泥は、毎年約0.5cmずつの厚みで堆積しており、それより深い層では約0.33cmずつ堆積していた。

#### (4) 底質の追加測定

加藤氏から堆積速度の測定値、特に底泥表層から25cmくらいの深さまでは、毎年約0.5cmという

堆積速度が明らかになると、我々は調査法について再検討することが必要になった。底泥表層から2.5cmまでの試料は、約5年間の平均値を示すことになる。

堆積速度が明らかになった時は、既に秋の観測を終わっており、新たな試料の採取は不可能であったが、幸いなことに、加藤氏が年代測定に使った試料の残りがあったため、自動分析計を厳密に調整して、とりあえず底泥表層から深さ25cmまでの1cmごとの試料について、炭素、窒素、リン、硫黄を分析した結果の一部が図8である。

このデータのうち、炭素、窒素、リンの大部分は有機物を示すと考えて大きな誤りはないと思われるが、硫黄も含めて、いずれの成分も表層1cmの層の値は、それ以深に比べて明らかに大きかった。つまり、この試料を採取した2003年4月までの約2年間に急に増えたことを示しており、2000年5~8月頃に工事がはじまってからの海底環境への影響を明瞭に認められると考えてよいであろう。

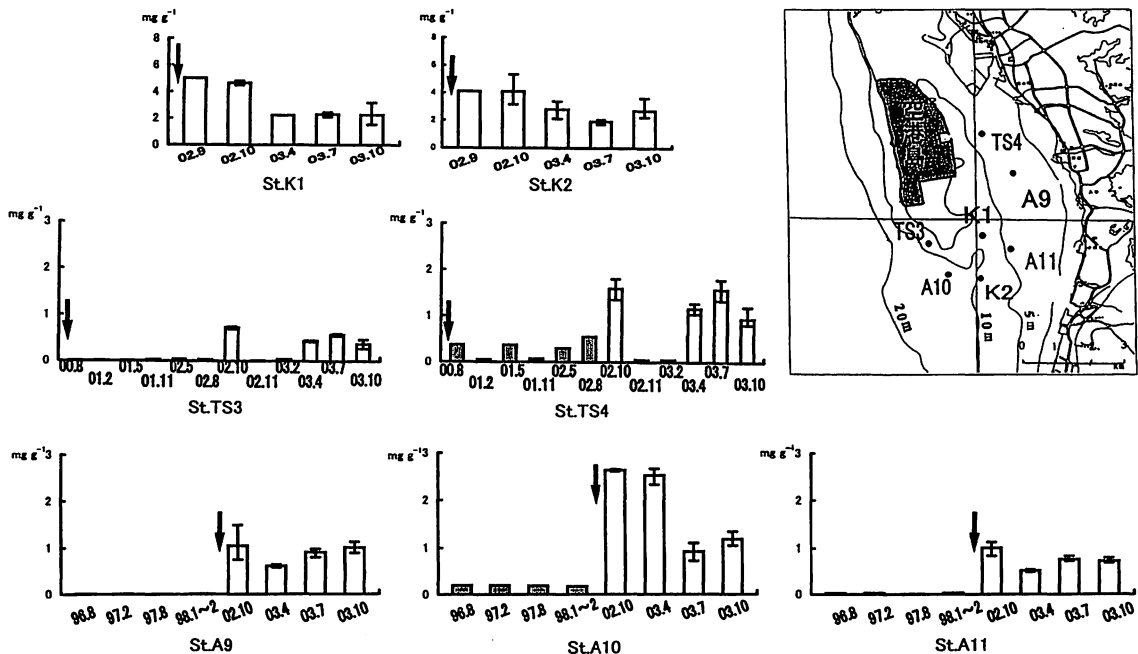


図6 K1, K2, TS3, TS4, A9, A10, A11地点における全硫黄(硫化物)の変化

黒色は行政側の約10cmの平均値、白色は本調査で得られた2.5cmの深さの平均値(mg/g)、矢印は工事開始の時期

この結果から考えて、我々が採取した表層2.5cmの試料の分析結果は、約5年間の平均値に相当すると考えられ、これほどに工事の影響が明瞭に出なかったと思われる。特に、当局側の約10cmの深さと称する試料では、約20年分の平均

値しか得られず、最近の2~3年の工事の影響を見るためには、ほとんど意味のない測定であったと言える。おそらく既存のマニュアルに従ったのであろうが、アセスあるいはモニタリングをする時には、その目的と現場の状況を考え、適切な方法

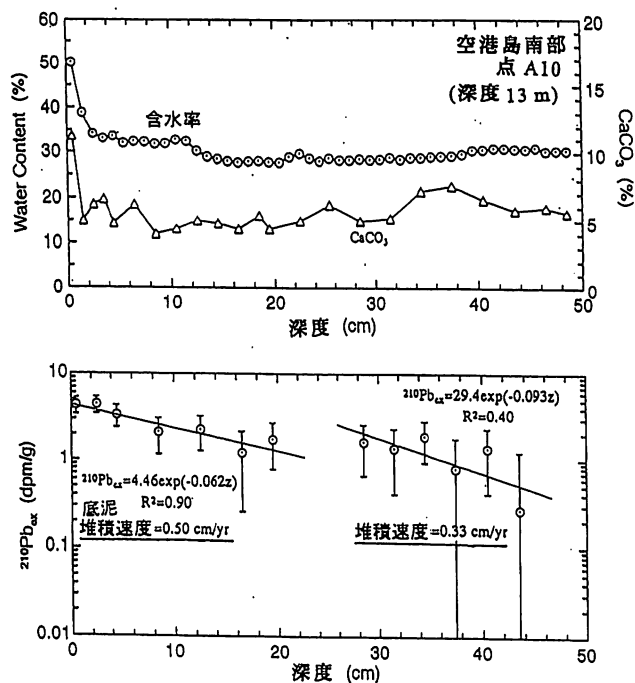


図7 空港島南部、A10地点(水深13m)において<sup>210</sup>Pbex法により測定した堆積速度  
2003年4月19日に採取した長さ約50cmの柱状試料を1cmごとに切って測定  
含水量(水分)、炭酸カルシウム量も上図に示す(東海大学加藤義久氏原図・私信)

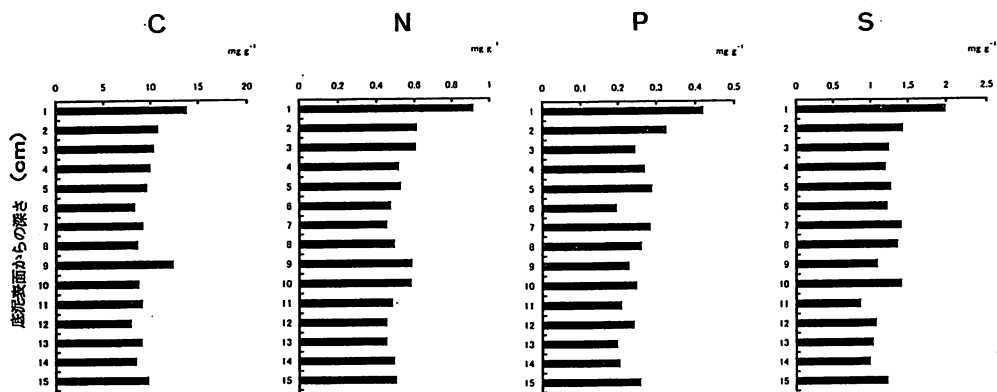


図8 年代測定に用いたA10地点の試料を用いて測定した底泥表層付近の炭素、窒素、リン、全硫黄の  
深さ1cmごとの変化(単位: mg/g)  
いずれも表層のみ特に高い

で行う必要があることを考えさせられる。

我々としては、2004年度にも、さらに補足的な調査の実施を予定しているが、その際は当然であるが、各測点において底泥の表層から深さ1cmごとについて分析し、今回得られた知見をさらに深めたいと考えている。

### (5) 底生生物の調査結果

底生生物の個体数の変動、軟体動物の種別個体数の変動、また、指標性軟体動物から周辺海域の環境状態を考察した。調査結果を表1に示した。特にA9、A10、A11の結果は、空港島建設前の県報告とあわせて表2-1、表2-2、表2-3に示した。

表1 K1, K2, TS3, TS4, A9, A10, A11地点における底生生物の個体数

K1 調査年月：年/月	02/9	02/10	03/4	03/7	03/10
環形動物	2.5	2.3	2	1	12
棘皮動物ナマコ綱	1				
カクレガニ科 (Pinnotheridae)		0.3			
Portunus sp. ガザミ属					0.5
クモヒトデ			1		
ブンブクウニ			3		
カレイ科(メイタカレイ?)				0.5	
ハナムシロガイ				0.5	
ゴイサギガイ			0.5		
シズクガイ	1.5				
クチベニデガイ	0.5				
ヒメシラトリ				0.5	

K2 調査年月：年/月	02/9	02/10	03/4	03/7	03/10
環形動物	0.3		1.5	6.5	16
カクレガニ科 (Pinnotheridae)	0.3				
ブンブクウニ			16	1	0.5
クモヒトデ					0.5
ハナツメタ		0.3			
ハナムシロ					0.5
シズクガイ					18
キヌタレガイ				1	
サクラガイ					0.5
イヨスダレ					1.5
ツキガイモドキ					0.5

TS3 調査年月：年/月	02/10	03/4	03/7	03/10
環形動物	4	29	31	12
クモヒトデ類	0.3		0.5	0.5
ヤドカリ		1		
ナメクジウオ?				0.5
マメウニ				0.5
キセワタガイ		1		
エソタマガイ	0.3			
トリガイ	0.3			
クチベニデガイ		0.5		0.5
チヂミウメノハナ	0.7			1
マルハナシガイ		0.5		
イチョウシラトリ	0.3			
ヒメカノコアサリ	0.3	1		1
サクラガイ				1.5
ヤカドツノガイ	1			1
コメザクラ				1

TS4 調査年月：年/月	02/10	03/4	03/7	03/10
環形動物		61	79	21
クモヒトデ類		6.5	8.5	16
オウギガニ類			0.5	
エビ		0.5		
刺胞動物?				0.5
キセワタガイ		2		
キヌタレガイ			2	0.5
ホトトギス	110	1	4	13
トリガイ	0.3		0.5	
チヨノハナガイ			0.5	
コハクノツユ			0.5	
ヤエウメ			0.5	
ヒメシラトリ	0.3			
サクラガイ	3	4.5	5.5	4
ウスザクラ			2	

A9 調査年月：年/月	02/10	03/4	03/7	03/10
環形動物		31	32	26
クモヒトデ類			1.5	0.5
十脚目短尾下目 <i>Brachyura</i>		0.5		
ヒラモミジガイ			1	
軟体動物	別表に記載			

A10 調査年月：年/月	02/10	03/4	03/7	03/10
環形動物	0.7	8	11	7
ブンブクウニ		14	1	
エビ		0.5		
軟体動物	別表に記載			

A11 調査年月：年/月	02/10	03/4	03/7	03/10
環形動物		24	21	26
クモヒトデ類		17	26	6
ヒトデ類				0.5
マメウニ		0.5		
オウギガニ類			0.5	0.5
ウミサボテン			0.5	
<i>Alpheus</i> sp. テッポウエビ類	0.3			
十脚目短尾下目 <i>Brachyura</i>		0.5		
ヒラモミジガイ		0.5		
軟体動物	別表に記載			

表2-1 A9 地点における軟体動物の個体数の経年変化

軟体動物のみ抽出し、県の報告(単位：個体/0.15m<sup>2</sup>)と比較するため本調査の結果をサンプル数で除して表示した。★汚染指標生物

StA9

工事開始後

調査年月： 年/月	96/5	96/8	96/11	97/2	97/5	97/8	97/11	98/2	02/10	03/4	03/7	03/10
キセワタガイ	7	29				6	2			5		
カノコキセワタガイ科						1						
<i>Tiberia sp.</i>			1									
トウガタガイ科			1			1						
★ ホトトギスガイ		64					1	2	63		1.5	567
タマゴガイ科	3											
スイフガイ科	6											
ミスジヨコイトカケギリ	7											
ウメノハナガイ					7							
アラウメノハナガイ	4	3	2	3		50	12	12				
チヂミウメノハナ												1
マルハナシガイ											1.5	
マダラチゴトリガイ		1										
トリガイ									0.3			0.5
バカガイ	2	15										
ゴイサギガイ						1						
ウスザクラガイ			2	6								
ニクイロザクラ												0.5
コメザクラ												0.5
サクラガイ	3			1	2	5	9	9	1		1	1.5
<i>Nitidotellina sp.</i>						3						
ニッコウガイ科							5	2				
アサリ		2										
サザナミガイ							1					
★ マテガイ									0.3			
★ ヒメシラトリ									0.3			
★ キヌタレガイ										0.5		
カガミガイ												1.5
オキナガイ												0.5

表2-2 A10 地点における軟体動物の個体数の経年変化

軟体動物のみ抽出し、県の報告と比較するため前表同様に表示した。

StA10

工事開始後

調査年月： 年/月	96/5	96/8	96/11	97/2	97/5	97/8	97/11	98/2	02/10	03/4	03/7	03/10
ハナムシロガイ	1	1	1	1	1					0.5	1	0.5
マメウラシマガイ	3											
キセワタガイ		1	1	1	1		1					
カゴメガイ			1									
イガイ科				1								
ウメノハナガイ					3							
アラウメノハナガイ	1	1					19					
ツキガイモドキ					3							
ツキガイ科		12										
ブンブクヤドリガイ科		1			3							
チヨノハナガイ	2				16		1					
ウスザクラガイ		1										
サクラガイ	1	5		5	1		6					
ニッコウガイ科					2		2					
シズクガイ	39				5	9						

表2-3 A11 地点における軟体動物の個体数の経年変化

軟体動物のみ抽出し、県の報告と比較するため前表同様に表示した ★汚染指標生物

StA11

工事開始後

調査年月： 年/月	96/5	96/8	96/11	97/2	97/5	97/8	97/11	98/2		02/10	03/4	03/7	03/10
シマメノウフネガイ					2		3						0.5
エゾタマガイ				1									
ホウシュノタマガイ					2								
タマガイ科						1	2						
キセワタガイ	13	15		1	14	14	2				0.5		
カノコキセワタガイ科		1											
<i>Tiberia sp.</i>				3									
トウガタガイ科			4	64									
キヌタレガイ				1									
★ ホトトギスガイ		152								160	1	20	191
ムラサキガイ	1												
ウメノハナガイ					14								
アラウメノハナガイ	6	2	5	24		17	7	2					
チヂミウメノハナガイ		6			1	3	4	2					
マルハナシガイ											2.5		
ツキガイ科		1											
ブンブクヤドリガイ科					5	35	4	6					
マダラチゴトリガイ		1											
ウスザクラガイ			1										
サクラガイ	5			49		11	3	6					0.5
コメザクラガイ	1												
<i>Nitidotellina sp.</i>						16							
ニッコウガイ科	1				3		3	7					
シズクガイ		2											
★ ヒメカノコアサリ		4					6				1		
クチヘニデガイ	1										3		
キヌマトイガイ	1												
サザナミガイ					2	2							
サザナミガイ科		1			1								
イチョウシラトリ											0.5		
ヤカドツノガイ													0.5

K1は底生生物の種類と個体数がきわめて少なく、ゴイサギ、シズクガイ、ヒメシラトリの3種の劣悪な環境に抵抗性をもつ指標種が確認された(山路 1985、山路・島田 1976)。なお、ヒメシラトリは、硫化水素臭を放つヘドロの堆積した矢作川河口干潟で、ホトトギスガイのカーペット状群集とともに生息が確認されている(川瀬 2002)。

このように底生生物の種類と個体数がきわめて少ないことと、指標性二枚貝の中で最も悪い環境に出現するヒメシラトリの産出などから、K1の環境はかなり悪いと考えられた。K2もK1同様に、底生生物の種類・個体数ともにきわめて少なく、底質が硫化水素を含む黒色腐泥を示す指標種であ

るシズクガイが見られ、特に2003年10月には極端に多くの個体数が認められた。このようにK2の環境はかなり悪いと考えられる。

これに対し、空港島南端に近いTS3はK1、K2に比べ、環形動物の個体数が多く、軟体動物の種類も比較的豊富である。出現したヒメカノコアサリは底質が酸化層の褐色砂泥を示す指標種で(菊池 1975、山路 1985、山路・島田 1976)、海底環境は比較的良好と考えられる。一方、沿岸部で最も北のTS4は、底生生物の種類・個体数ともに比較的豊富であったが、ホトトギスガイ、ヒメシラトリなどの出現を考慮すると、あまり良好な環境でないこと示唆された。ただしホトトギスガイは1回目



以降激減し、ヒメシラトリも1回目以外は確認されていないので、継続した調査が必要である。

同じく沿岸に近いA9では、環形動物の個体数がやや多く、軟体動物の種類が比較的豊富で、ホトトギスガイ、ヒメシラトリ、マテガイなどの指標種が認められた。マテガイは比較的汚染に強い数少ない干潟生物の1種として知られ(加藤 1996)、以上のことからA9の環境もあまり良好でないと考えられた(表2-1)。

特筆すべきことは2003年10月の観測で、ホトトギスガイの個体数が著しく急増したことである。空港島南部の比較的深いA10では、底生生物の種類・個体数ともに著しく少なく、また空港島建設前の当局の報告と比較すると(表2-2)、貝類の個体数と種類数が激減し、さらにハナムシロ以外の軟体動物は確認されなかった。また、その前年の2002年10月の観測でも貝類は全く見いだされず、わずかな環形動物が得られたにすぎない。このようなことからA10の環境はきわめて悪いと考えられる。

A11は底生生物の種類・個体数ともにやや豊富であったが、空港島建設前の当局の報告と比較し(表2-3)、貝類の種類数が激減する一方、ホトトギスガイの個体数が増加している。ホトトギスガイ、ヒメカノコアサリの2種の指標種により、A11の環境もあまり良好でないと判断された。

以上、軟体動物を主とする底生生物の個体数・種類数を考慮すると、K1、K2、A10の3地点の環境悪化が著しく、TS4、A9、A11は、前3点ほどではないが、良好な環境ではないと考えられる。その原因の一つとしてK1、K2、A10の底泥の影響によると推定される。TS3は相対的に良好な環境であると考えられる。

## 5. むすび

以上の結果を要約すると次のようになる。

○今回の調査は、中部空港建設のための埋立工事などの周辺水域の環境に与える影響を、底質、底生生物を中心に実施した。観測は空港島東南側の7点において、2002年10月から2003年10月

まで5回行った。

○空港南側の底層では、夏季の成層期には溶存酸素飽和度が50%前後まで低下するが、10月の循環期になって塩分成層がほとんど消失した時期にも、底泥直上付近では同程度の低い酸素飽和度が観測され、底層において海水の流れが停滞した影響が示唆された。

○底泥表層付近の有機物量(強熱減量)は、工事開始後、明らかに増加の傾向が認められた。特に重要なのは、工事前に比べ全硫黄量の増加がきわめて顕著であり、底泥表層付近の貧酸素化が進み、無酸素条件下における硫化物の生成が活発になったためと考えられる。

○東海大学の加藤義久氏の好意で、空港島南側水域における堆積速度、年約0.5cmという値が得られた。このため、同じ試料を用い底泥の深さ1cm(約2年分)ごとに炭素、窒素、リン、全硫黄の分析を行い、表層1cmのみは、いずれの成分も、より下の層より明らかに高い値を示すことが確認された。工事の影響がはっきり示されたと言える。

○ここで注目すべき問題は、当局側が実施した底質調査結果の意味である。当局側の採泥器により採取した底泥の深さが約10cmとすると、それを混合して分析した測定値は、約20年分の平均値を求めていることになる。従って、この方法を続けている限り、2~3年間という短期間の変化を見るには、ほとんど役立たないと思われる。

○底生生物は空港島南方のすぐ近くの地点以外では、工事開始後、大部分の観測点で種類数、個体数ともに減少の傾向が認められ、環境の悪化を示唆する指標種が出現している場合が多かった。特に、貧酸素化した腐泥域にしばしば見られるホトトギスガイのみが多量に認められるようになった水域もあった。

○このように空港島・前島埋め立ての周辺海域の海底環境への影響は、流れの停滞、有機物堆積量の増加、それに伴う貧酸素化から無酸素化を示す全硫黄(硫化物)の急激な増加、それらの底

生生物への顕著な影響も含め、日本海洋学会環境問題委員会の予測の正しかったことを裏付けるものである。

- 以上の結果はこれまでの当局側の底泥の化学成分の調査方法がいかに不適切であったかを示している。調査方法の変更が困難な場合は、せめて従来の調査と平行して、より薄い層の採取・分析を行うことが、現状の正しい理解に不可欠と考えられる。

## 謝辞

東海大学海洋学部の加藤義久教授は絶大な好意で、空港南部調査地点における堆積物の年代測定を実施され、本調査の内容を飛躍的に高めてくださった。深く感謝申し上げます。

## 引用文献

- 日本海洋学会環境問題委員会. 1999. 閉鎖性水域の環境影響評価に関する見解—中部国際空港人工島建設の場合—. 海の研究8巻5号: 49-357.
- 愛知県. 1999. 平成8年度公共用水域水質調査結果(資料編).
- 中部国際空港株式会社・愛知県企業庁. 2001. 平成12年度漁業モニタリング調査結果.

- 愛知県. 2002. 平成13年度公共用水域水質調査結果.
- 愛知県. 2002. 中部国際空港建設事業及び空港島地域開発用地埋立造成事業並びに空港島対岸部埋立造成事業に係わる平成13年度環境監視結果年報.
- 中部国際空港株式会社・愛知県企業庁. 2002. 平成13年度漁業モニタリング調査結果.
- 中部国際空港株式会社・愛知県企業庁. 2003. 平成14年度漁業モニタリング調査結果.
- 加藤真. 1996. 総論: 日本における干潟海岸とそこに生息する底生生物の現状. WWWFジャパンサイエンスレポートvol.3.
- 川瀬基弘. 2002. 矢作川河口域における干潟の底生生物相. 矢作川研究6:81-98. 矢作川研究所、豊田市.
- 菊池泰二. 1975. 6. 環境指標としての底生動物(1)環境と生物指標2. 一水界編—(日本生態学会環境問題専門委員会編). 255-264.
- 山路勇. 1985. 第13章 伊勢湾・三河湾 IV生物. 日本全国沿岸海洋誌. 東海大学出版会、東京都.
- 山路勇・島田道子. 1976. 伊勢・三河湾における生物相と汚濁環境の関係、伊勢湾における汚濁物質の循環機構に関する調査報告書. 249-280. (財)産業公害防止協会.

It is highly probable that reclamations of the area for constructing Chubu Airport and of the opposite shore have deteriorated the environmental condition of the surrounding sea area. The Committee for the Marine Environmental Problems, the Oceanographic Society of Japan, had anticipated this condition. However, the environmental assessment performed by the authorities related to the airport construction had assumed that the influence would be minor.

To clarify the actual condition, our survey from 2002 to 2003 at 7 stations, located from the east to south of the airport island, concentrated on the influences on the bottom environment; water, sediment, and benthos.

In July 2003, when the water temperature and salinity stratified clearly, the dissolved oxygen near the bottom at 3 stations (10 to 15m depth) to the south of the airport island showed about 50% saturation values. In October 2003, although the water temperature and salinity showed no more clear stratification, the dissolved oxygen near the bottom showed comparatively low saturation values of about 50%. This suggests that the oxygen consumption was very high at the bottom surface.

The bottom sediment samples were collected by indigenous fisherman divers using an acrylic pipe. We segmented them into 3 layers, each of which in 2.5cm thickness, and measured the loss on ignition (organic matter), organic carbon, organic nitrogen, total phosphorus, and total sulfur. The authorities had taken the bottom samples using a bottom sampler and obtained samples to about 10cm depth. They had mixed the sample well before the chemical analysis.

The comparison of the analytical data revealed that our data for the loss on ignition showed higher values at most of the stations after the start of the construction. Furthermore, our total sulfur values were remarkably higher than the sulfate values measured by the authorities.

Stagnation of water current to the southeast of the airport, and increases in the organic matter sedimentation, which originates from phytoplankton development etc., had been anticipated. These processes must have promoted the oxygen deficiency near the bottom, and the sulfate ion in seawater was deoxidized to sulfide under anoxic conditions. This may be the reason for high sulfur values at the bottom surface.

During this research, we felt the necessity to know the sedimentation rate in the upper bottom layer. Fortunately, by the generous support of Prof. Yoshihisa Kato, Faculty of Oceanography, Tokai University, we could achieve this measurement that require highly professional technique. The 50cm sample taken from the sea area to the south of airport island were segmented into 1cm, and the yearly sedimentation rate of 0.5cm was obtained by the P210 method. We also determined the carbon, nitrogen, phosphorus, and sulfur concentrations of the same 1cm segments. The obtained values for every element clearly showed that the values for the surface layer of 1cm thickness (corresponds to about 2-years sedimentation) are higher than that for the lower layers. These differences probably reflect the influences of the recent reclamation.

Now, it is very clear that the assessment or monitoring researches carried out by the authorities, using bottom sediment samples of about 10cm thickness, can only indicate the average values of around 20 years. Therefore, their results are almost meaningless to evaluate the influences of the recent construction.

Benthos also generally decreased in species number as well as in biomass. We also obtained indicator benthic organisms that suggest pollutions and oxygen deficiencies. In particular, the occurrence of a large number of *Musculista senhousia* shellfish at a few stations should be emphasized.

It is now evident that the construction of airport island posed marked negative influences on the bottom environment of the surrounding sea area.

# 父島のオガサワラオオコウモリの保全生態学的研究

オガサワラオオコウモリ研究グループ

稲葉 慎<sup>1)</sup>・高槻成紀<sup>2)</sup>・上田恵介<sup>3)</sup>・杉田典正<sup>4)</sup>・藤井 章<sup>5)</sup>

An ecological study on Bonin flying foxes on Chichi-jima Island  
for their conservation.

Research group of Bonin flying foxes

Makoto Inaba, Seiki Takatsuki, Keisuke Ueda, Norimasa Sugita and Akira Fujii

オガサワラオオコウモリ父島個体群は2001～2002年にかけて個体数が激減し、絶滅が危惧される状況であることが判明した。しかし生態は未だ不明の点が多い現状であり、実質的な保全策を講じるための基礎情報として本種の生態を明らかにすることが急務となった。そこで本研究では個体数推定、食性調査、行動圏調査を実施し、保全策を講じるための問題点を整理した。2003年度の父島個体群の個体数は90～100個体であると推定され、昨年の推定数より増加し、急速な減少は止まったと考えられた。餌場としては農地が選択的に利用され、また餌の多くは栽培種や帰化種で占められていた。ラジオテレメトリー法を用いて調査した22頭の行動圏は日々変化する餌の状況に影響された。ねぐらは冬季にほぼ同所に集中的に形成された。オガサワラオオコウモリの保全には、まず冬季のねぐらの保全と農業問題の解決が急務であると考えた。

## 1. 緒言

オガサワラオオコウモリ *Pteropus pselaphon* Layard 1829 は、現在父島、母島、および火山列島に生息している。母島では近年の目撃は少なく(稲葉 1999)、火山列島では100個体以上が生息しているようだが(石井 1983、稲葉 2001)、最近の情報はなく、また各島嶼集団間では亜種レベルで異なっている可能性もある。父島には1997年調査当時から150個体ほど生息していることが知られていたが(稲葉 1999)、2002年の調査で80個体以下となり、絶滅の危機が憂慮される状況となった

(稲葉ら 2002)。本種については、代表者らにより頭数の推定、食性、およびその行動圏などが徐々に解明されてきたが、まだ不明の点が多く、本種の絶滅を回避するためのアクションをとることが非常に困難な状況にあり、同時に産業問題に直面していることも指摘されている(稲葉ら 2002)。

産業問題としては、本種が果実食であることから農業被害が発生しており、多くの地元農業関係者は本種を害獣としてとらえている。現状では駆除はされていないが、防除ネットにからまる事故などが生じている。また近年オオコウモリ観察者

1) 小笠原自然文化研究所：東京都小笠原村父島字宮之浜道

2) 東京大学総合研究博物館：東京都文京区7-3-1

3) 立教大学大学院理学研究科：東京都豊島区西池袋3-34-1

4) 立教大学大学院理学研究科：東京都豊島区西池袋3-34-1

5) 東京大学大学院農学生命科学研究科：東京都文京区本郷7-3-1

が増加し、日中休息地(以降「ねぐら roost」とする)や餌場への不特定多数の侵入により、オオコウモリが摂食をやめたり、ねぐら放棄などの行動阻害が確認されるようになってきている。さらに昨年から集団ねぐら隣接域で宅地開発が始まり、この影響について大変危惧されている。このようにオオコウモリ父島個体群を巡る生息環境は悪化しており、その将来が懸念される。今後オガサワラオオコウモリの保全策を検討する上では、まず本種の生態学的研究を推進することが急務である。

この研究はこのような状況に鑑み、絶滅に瀕したオガサワラオオコウモリの生態を明らかにし、その保全に資することを目的とした。

## 2. 調査方法

本調査は、小笠原諸島父島列島に属する父島(北緯27度、東経142度)で実施した(図1)。父島は小笠原諸島最大の島で、南北約7km、東西約4km、面積は約24km<sup>2</sup>である。

### (1) 個体数推定

本種は冬期になると一箇所のねぐらに集団化することが知られているため、個体数推定はこの集団ねぐらを中心とした、父島全域の15~20箇所の定点観察による一斉カウント法を用いた(このセンサスは1997年より実施している)。月齢と天気がよい夕刻に、各定点にて目撃個体数、飛翔方向、時間を記録し、それらの情報を地図上に整理し、重複を除いた値を推定個体数とした。調査は2003年1~3月に計13日実施し、全調査日の最大推定個体数に他の情報を追加した値を父島個体群の生息数とした。

### (2) 捕獲および実験室作業

捕獲は2002年8、10月、2003年1、2、6、8月に実施した。事前に確かめた餌場に飛来する個体を捕獲した。捕獲された個体を各々止まり木をつけた箱に入れて実験室に持ち帰り、外部形態観察と計測、個体識別用体内標識・電波発信機・個体識別用外部標識の装着などを行った(写真1)。作業

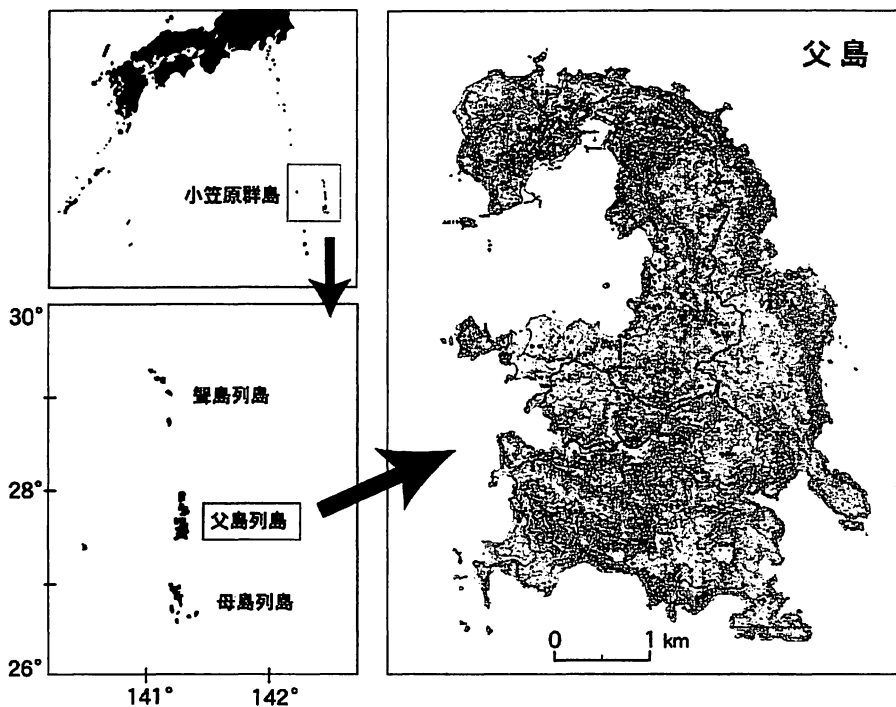


図1 小笠原群島と調査地父島の地図

後すみやかに捕獲した周辺で放獣した。齡区分は、①幼獣(当歳個体)：前腕長124mm以下、②雄成獣：辜丸が明らかに降下、③雌成獣：乳首が大きい(厳密には経産個体を表す)、④亜成獣：幼獣と成獣以外の個体とした。

なお、これらの捕獲作業は環境省鳥獣捕獲許可(環南関許第450号、環南関許第03042202号)、文化庁天然記念物現状変更許可(14小笠原教第344号、15小笠原教第258号)を得て行った。

### (3) 行動圏調査

調査期間は2002年10月13～22日(秋季；10日)、2003年2月7～11、13、14、18～20日(冬季；10日)、6月7～11、13～17日(春季；10日)、8月13～17、19～23日(夏季；10日)の4期(計40日)に分け、それぞれ夕刻から明け方まで調査を行った。電波発信機はATS社製M1740(Weight 13g、Dimensions 11×14×42[mm])、周波数は50MHz帯を用い、装着は電池寿命を考慮し秋・冬季と春・夏季の2回実施した。追跡には受信機(AOR社製AR8200)と八木式2素子アンテナ(アルキテック社製)を用いた。定置方探点を中央山山頂と時雨山山頂に設置し、移動方探は2名が各々島内に定めたルートに沿って原動機付自転車で巡回し、受信を確認したら3方位による方向探査を行い、可能な限り目視定位を試みた。各追跡個体の行動面積と移動距離測定は、定位点が十分な個体が少ないことより、最外

郭法を用いた。

### (4) 食性調査

オオコウモリ類は、果実、葉、花卉を食べると、水溶性成分を吸った後の繊維質や種子などをペレットとしてその場に吐き出すため、その有無が採食の証拠となる(Banack 1998)。夜間調査時にオオコウモリが定位できた地点を中心に5m四方の範囲でペレットの探索を行い、ペレットが発見された場所を「餌場」とした。

植生カテゴリーとして「農地・耕作放棄地」、「集落・造成地・埋立地」、「原生的森林・二次林」、「内水面」の4つに区分して(図2)、各植生カテゴリーの面積率を期待値として、オオコウモリによる利用度から算出したカイ2乗値を用いた信頼区間を比較して、オオコウモリ餌場としての植生カテゴリー選好性を評価した。

## 3. 結果

### (1) 個体数推定

本調査の結果、オガサワラオオコウモリ父島個体群の目撃頭数は、2003年3月24日の87個体が最大であった。集団ねぐらでは最大83個体の利用が確認された。集団ねぐら域以外でのねぐら形成地点は計5地点存在したが、調査日ではばらつきがあり確認個体数は0～6個体と少なかった。これらることより、2002年度のオガサワラオオコウモリ父

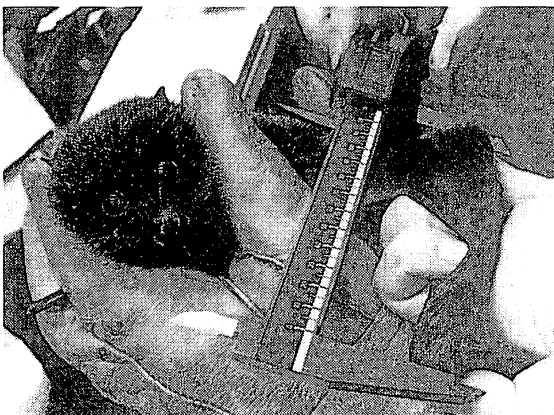


写真1 捕獲したオガサワラオオコウモリの計測作業

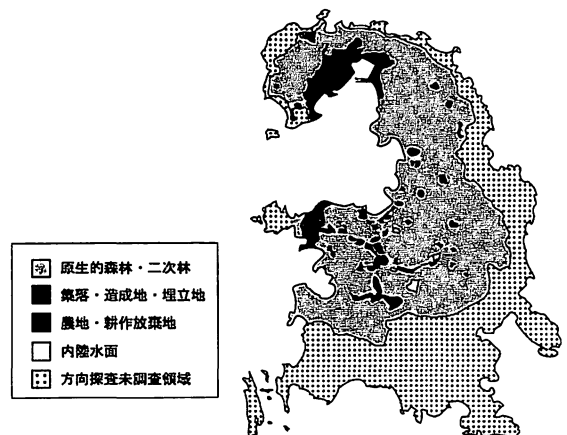


図2 父島の植生カテゴリーと未調査領域を示す

島個体群は、本調査にて目撃された最大値87個体に、観察精度のばらつきと未調査域を考慮した10%程度を加えた、90~100個体と推定された。1998年度からの結果を合わせて父島個体群推定値の推移を図3に示す。

### (2) 捕獲個体の性状

5回の捕獲によって延べ80個体が捕獲された。雄は38個体、雌は42個体(雄/雌比0.905)であった。各月で捕獲された個体の雌雄、年齢構成には変化が見られたが、これらの結果については、次年度研究として継続中なので本文では触れない。これらの個体のうち、雄成獣8個体、雄亜成獣2個体、雌成獣5個体、雌亜成獣7個体の計22個体に発信器を装着し、以降の調査を実施した(表1)。

### (3) 行動圏

日中、オオコウモリ類は洞窟や樹洞ではなく森林内樹木にぶら下がり休息する(ねぐら)。秋、春、夏季については各追跡個体は父島内の様々な位置にねぐらを形成したが、冬季は一地域に集団化した。ねぐらの位置は降雨等によって時折変わるが、行動圏調査期間中オオコウモリはねぐらを大きく移動させることはなかった。これらねぐら形成地

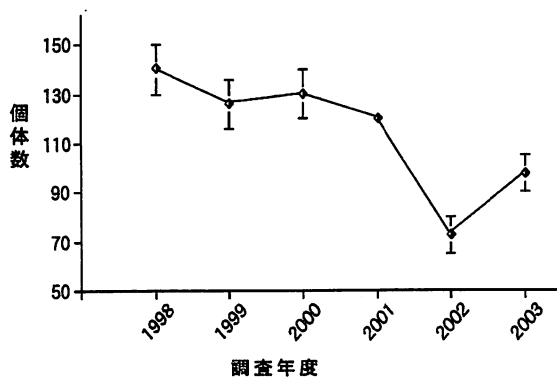


図3 近年のオガサワラオオコウモリ推定個体数変動。グラフは各調査年度で推定された個体数の平均を結んだもので、鉛直バーは推定値幅を示す。1998~2002年度結果は稲葉準備中からのデータを使用した。

の環境、季節変化などについては現在も研究中であり、結果は次年度報告に回したい。

移動距離の季節変化については、季節別に平均を取ったものを表2に示した。各季節間の移動距離の差ははっきりとは現れなかったが、夏季に移動距離がやや長い傾向であった。個体P、Q、Vについては定位が少なかったため解析から省いた。行動圏の面積は様々であった(表3)。最も小さいのは秋季の個体Cの0.19km<sup>2</sup>で、最も大きいのは冬季の個体Iの3.74km<sup>2</sup>であった。季節ごとに見ると、冬季は行動圏が最も大きかったが移動距離は短く、一方、夏季は移動距離が最も長かったが、行動圏面積は小さくなった。例えば8月13日の個体Qの行動圏の面積が0.11km<sup>2</sup>、14日の個体Uの行動圏面積は0.001km<sup>2</sup>と非常に大きな差が見られたが、移動距離は2,220mと2,265.7mで大差なく(図4)、

表1 発信器装着個体リスト

装着個体の個体番号	装着数	装着月
A, b, c, d, e	5	2002年10月~
F, G, H, I, j, k	6	2003年2月~
L, M, N, O, p, q, r	7	2003年6月~
L, M, O, q, r, s, T, u, v	9	2003年8月~

アルファベット大文字：雄、小文字：雌、下線は亜成獣

表2 オガサワラオオコウモリ発信器装着個体の1日の移動距離

秋		冬		春		夏	
個体番号	平均移動距離 ±SE (km)	個体番号	平均移動距離 ±SE (km)	個体番号	平均移動距離 ±SE (km)	個体番号	平均移動距離 ±SE (km)
A	1.3±0.19	F	3.0±0.2	L	3.7±0.6	L	3.9±0.9
B	3.1±1.10	G	2.9±1.0	M	1.8±0.7	M	1.5±0.1
C	1.7±0.10	H	3.2±0.2	O	2.2±0.5	O	1.5±0.3
D	3.3±0.20	I	4.5±1.1	Q	2.8±1.1	Q	1.7±0.2
E	3.5±1.60	J	3.4±0.6			S	1.8±0.7
		K	3.2±0.5			T	1.2±0.3
						U	1.7±0.2

表3 オガサワラオオコウモリ発信器装着個体の行動圏面積(最外郭法)

秋		冬		春		夏	
個体番号	平均行動圏面積 (km <sup>2</sup> )	個体番号	平均行動圏面積 (km <sup>2</sup> )	個体番号	平均行動圏面積 (km <sup>2</sup> )	個体番号	平均行動圏面積 (km <sup>2</sup> )
A	0.26	F	0.93	L	2.67	L	2.62
B	2.46	G	1.29	M	1.15	Q	0.71
C	0.19	H	0.53	O	0.91	R	0.58
D	2.39	I	3.74	Q	0.63	S	0.47
E	1.12	J	1.63	R	0.58		
		K	4.58				
平均値 ±SE 1.28 ±0.49		平均値 ±SE 2.12 ±0.67		平均値 ±SE 1.19 ±0.38		平均値 ±SE 1.1 ±0.51	

行動圏面積と移動距離に相関は見られなかった。なお、個体P、T、U、Vは定位数が少なかったため解析から省いた。

父島の各植生カテゴリー別に利用度を見ると、調査地内面積のわずか3.3%にすぎない農地・耕作放棄地の利用度が全ての季節について最も高くなっており、また各植生カテゴリーの占める面積を、オオコウモリの利用度の信頼区間と比較したところ、一年を通じて農地・耕作放棄地が最も良く利用されていた(表4)。季節別での農地・耕作放棄地の利用は、春・夏の方が秋・冬よりも高い傾向が見られた。農地に対して原生的森林・二次林は83.8%もの大きな割合を占めていたが、オオコウモリの利用は少なかった。集落・造成地・埋立地は11.9%を占めていたが、ほとんど利用されなかった。農地をよく利用した顕著な例として個体Iの冬のロケーションを図5に示す。個体Iは父島に点在する農地を選択的に利用した。

#### (4) 食性

本調査期間中に確認した餌種は20種で、このうち新たな発見となったのはテンニンカ *Rhodomyrtos tomentosa* (果実)、ユスラヤシ *Archontophoenix alexandrae* (果実)、ノヤシ *Clinostigma savoryana* (葉)、アカギ *Bischofia javanica* (果実)、パンノキ *Artocarpus altilis* (果実) の5種であった(表5)。

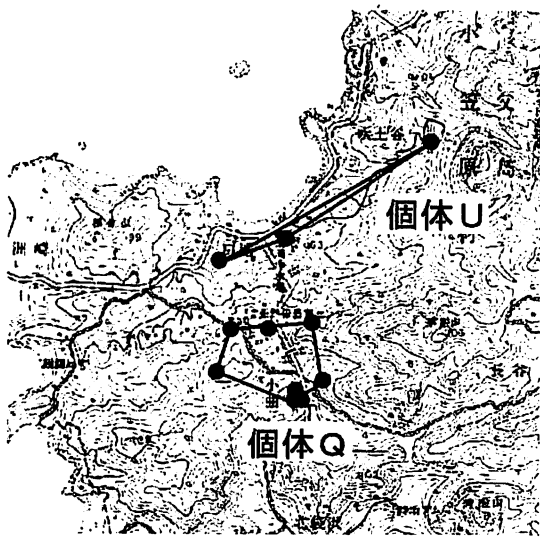


図4 個体Q(8月13日)と個体U(同14日)の行動圏

周年餌利用が見られたのはインドボダイジュ(葉)、キングバナナ(葉)、タコノキ(果実)で、タコノキは秋~冬季は利用が少なかったが、他は比較的継続的な利用が見られた。他果実については結実した際にそれぞれ利用があり、葉については種類によりその利用度は大きく異なった。摂食部位別では果実55%、葉45%、その他5%と葉の利

表4 オオコウモリによる植生カテゴリー別利用度(%)の信頼区間と生息地の選択の評価

植生カテゴリー	期待値	オオコウモリによる利用(%)			
		秋	冬	春	夏
農地・耕作放棄地	3.32	18.5<30.0<41.5 (+)	31.9(64.3(56.7 (+)	44.7<57.1<69.5 (+)	61.7<72.9<83.9 (+)
集落・造成地・埋立地	11.91	1.1<3.4<8.3 (-)	0	0	0
二次林・原生林等	83.83	54.8(56.4<78.7 (-)	43.3(55.7(65.1 (-)	30.5<42.9<55.3 (-)	14.1<27.3<42.3 (-)
内水面	0.94	0	0	0	0
カイニニ	31.8		572.1	904	1505.2
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

各植生カテゴリーと季節別に算出した信頼区間より、期待値が小さい場合：その場所を選択 (+)、期待値が大きい場合：その場所を回避 (-)、信頼区間内の場合：判断保留

表5 本調査期間中にペレット確認されたオガサワラオオコウモリの餌種リスト

	秋季	冬季	春季	夏季
果実	ガジュマル モモタマナ テンニンカ★ パンジロウ タコノキ	オレンジ タンカン パンジロウ ユスラヤシ★ タコノキ アカギ★	ガジュマル タコノキ	パンジロウ パンノキ★ モモタマナ キングバナナ タコノキ
葉	インドボダイジュ キングバナナ ノヤシ★ ウイニヤシ ガジュマル	インドボダイジュ ブンタン キングバナナ	インドボダイジュ マニラヤシ キングバナナ ブンタン ウイニヤシ	インドボダイジュ ヤハズヤシ モモタマナ キングバナナ バナナsp. マニラヤシ
その他	ピロウ			

★印はこれまで確認されていなかった種類を示す

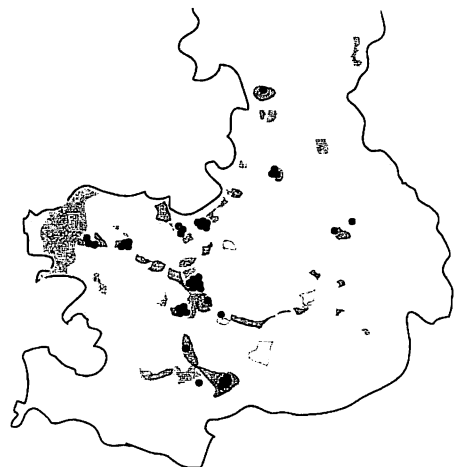


図5 本調査区域での個体Iの冬季の移動点  
黒丸が定位点。調査区域は図2参照のこと。



用が高かった。

これら餌種を固有種、広域分布種、外来種・栽培種に3区分すると、種別の利用率はそれぞれ15%、5%、80%と、外来種・栽培種への餌依存が顕著であった。

#### 4. 考察

##### (1) 父島個体群の生息個体数と繁殖スケジュール

2001～2002年にかけて父島個体群の急速な個体数減少が確認され80個体を下回ったが、本研究での推定個体数は90～100個体と見積もられ、個体数の増加が確認された。少なくとも現時点の減少要因は抑制されており、また捕獲調査により新規加入個体や繁殖可能個体の存在も確かめられた。ただし個体数の減少要因は未だはっきりしない。

ただし、父島個体群の生息数については過小評価している可能性が残された。理由として本調査で延べ80個体を個体識別したが、再捕獲されたのはわずか6個体と再捕率が極めて低かったことである。この点については、1) 標識が予想より脱落しやすい、2) 一度捕獲された個体は警戒するため極めて捕獲しにくい(この点はオリイオオコウモリなどでも確認されている(金城 私信))の2点は既に明らかであるが、この2点を考慮にいれても再捕率が低く個体数の過小評価の可能性は残される。今後、正確な個体数推定のためにより精度の高い方法を検討する必要がある。

本調査で実施した個体数推定法は1997年よりほぼ同一な方法を用いているので、個体群動態については有効であると考えられる。

##### (2) ねぐら形成

ねぐらは原生の森林・二次林に形成されていたが、その環境にあまり傾向が見られず、ねぐら形成環境の選好性については不明であった。

過去の著者らの調査により、ねぐら形成には季節変化があり、冬期の集団化とそれ以外の分散化というパターンが知られていた(稲葉 1999)。本調査結果でも明らかに冬期のみ集団ねぐらが形成された。このねぐら形成の季節変化とその意味については現在も研究継続中であり、結果は次年度報

告に回したい。

##### (3) 行動圏と空間利用

オガサワラオオコウモリの行動圏面積と移動距離には季節性が見られたが、それぞれの相関関係がないという行動的特徴が明らかとなった。各個体の餌場利用様式には特定の傾向は見られず、また元々餌のない場所に人工餌場を設置するとすぐにオオコウモリが飛来したことは、オオコウモリが何らかの方法で日々広い範囲の食物情報を把握し、最も効率的な食物を利用することを示唆する。このような行動パターンは、どうしても移動距離に制約が生じる陸上徘徊性動物と異なり、オオコウモリの場合は移動距離の制約がなく移動が点と点(複数の餌場)を結ぶ行動様式なので、日々変化する各点情報に対応しやすく、行動圏を大きく簡単に変化することが可能だからであろう。

餌場として農地・耕作放棄地が選択的に利用された(表4)。本調査では未調査域(=原生の森林・二次林)が広く、また調査精度が集落地域・農業地域に偏ったものとなり、農地利用度が過大評価されている可能性が高いが、この点を考慮しても農地・耕作放棄地への利用は非常に高い傾向であった。餌場の農地利用頻度が高く森林が低いことは、ねぐら形成パターンとは逆であり、オガサワラオオコウモリの利用する生活空間では両植生カテゴリーが必要であると推察された。

また利用個体数が多くなる質の良い餌場を利用しない個体の存在や、同餌場で頻繁に確認される複数の個体識別された個体の存在など、社会性などの存在も示唆されたが、社会性については今後の課題である。

##### (4) 食性

本研究において、新たに4科5種の餌を確認できたので、稲葉・小守(1999)の結果に合わせると、オガサワラオオコウモリは18科52種の餌を利用していることが分かった。利用する餌種は在来種・広域分布種よりも、外来種・栽培種に大きく依存していた。またオガサワラオオコウモリの特徴として葉の利用が非常に目立った。本調査や過去の調査ではペレットの有無を餌利用の証拠として採

用したため、ペレットが生じない花粉の利用度は過小評価されるが、他の近縁オオコウモリ種と比較しても餌種として葉を利用する頻度は比較的高く、特にインドボダイジュやヤシ類の葉は一年を通じて採食されていた。サモア諸島でオオコウモリ属の食性を研究したBanack(1998)は、大陸のオオコウモリは特定の植物果実を専門的に採食するのに対して、島嶼域の種類は台風などの攪乱で植生が影響を受ける可能性が高いため、より多くの餌種を利用し、また栄養価は低くても供給の安定しやすい葉食が適応的と推察している。

オガサワラオオコウモリもサモアオオコウモリ同様、多くの餌種を確保するために栽培種・帰化種、あるいは葉食を発達させ、島嶼域の変化しやすい環境に応じて、一番良い餌を複数選択するという食性を保有しているとして間違いはないだろう。

#### (5) 保全検討のために

本研究により、オガサワラオオコウモリが餌場として選択的に農地を利用し、栽培植物を摂食することが明確となった。農作物被害問題については古くから指摘されているが、オオコウモリの行動学的側面からも強く支持され、この問題が一時的、あるいは自然解決する問題ではないことが理解された。これまで小笠原村では行政的な対応は全く行われておらず、農業関係者は泣き寝入りか自衛策を講じているが、ネット絡まりや毒餌による死亡などのオオコウモリ個体群存続に大きな影響を与える事故は定期的に生じている。わずかに100個体ほどの個体群の存続を考える場合、農業問題を総括的に解決することが緊急的な課題である。2001～2002年の個体数減少については、オオコウモリの採食特性から考えると餌植物の減少や自然環境変化によるものとは考えにくく、人為的な可能性が指摘されている(稲葉ら 2002)。そのひとつの可能性は農業内の事故である。現状では証拠はないが、農業問題はオガサワラオオコウモリ個体群存続に最も影響があると思われる。

現在集団ねぐら地区の隣接域で小笠原村の集落地開発事業が開始されていて、工事による集団ね

ぐらの放棄、繁殖阻害、あるいは分譲後に不特定多数の観察者やネコなど捕食性哺乳類がねぐらに侵入する影響など、予断を許さない状況が続いている。オガサワラオオコウモリにとって集団ねぐらの意味がまだ解明されていないため具体的な提言は現段階では難しいが、繁殖との関係が示唆されており集団ねぐらの保全は個体群存続に極めて重要である可能性が高い。集団繁殖地を安全性の高い安定的な場所にするため、立入禁止など管理指針を早急に検討する必要がある。

#### (6) 今後の課題

本研究によって得られた知見は、今後のオガサワラオオコウモリを保全していく上では欠かせない情報であるが、幾つかの課題が残された。

- 1) ねぐら形成地域の選好性と集団ねぐらの意味
- 2) 生活史と社会行動に関する知見
- 3) 正確な生息個体数とモニタリングの継続
- 4) 個体群存続のための具体的なアクションプランの提示

現在、2003年度プロ・ナトゥーラ・ファンドにて、ねぐら域を中心とした行動観察、冬期以外のねぐら域の利用状況調査、生息数モニタリングを継続しており、出来るだけ早く保全のための具体的なアクションプランの提示を目指す。

#### 引用文献

- Banack, S.A. 1998. Diet selection and resource use by flying foxes. *Ecology* 79:1949-1967.
- 稲葉慎. 1999. オガサワラオオコウモリの父島における分布と個体数. 天然記念物緊急調査(オガサワラオオコウモリ)調査報告書:29-40. 小笠原村教育委員会.
- 稲葉慎. 2001. 北硫黄島におけるオオコウモリの現況. 北硫黄島生物調査報告書:50-57. 東京都小笠原支庁.
- 稲葉慎・小守桃世. 1999. オガサワラオオコウモリの食性と摂食行動. 天然記念物緊急調査(オガサワラオオコウモリ)調査報告書:41-63. 小笠原村教育委員会.

- 稲葉慎・小守桃世・佐藤文彦. 1999. オガサワラオオコウモリによる農作物被害と対策. 天然記念物緊急調査(オガサワラオオコウモリ)調査報告書:75-96. 小笠原村教育委員会.
- 稲葉慎・高槻成紀・上田恵介・伊澤雅子・鈴木創・堀越和夫. 2002. 個体数が減少したオガサワラオオコウモリ保全のための緊急提言. 保全生態学研究7:51-61.
- 石井信夫. 1983. 南硫黄島の哺乳類. 南硫黄島の自然. 南硫黄島原生自然環境保全地域調査報告書:225-242. 環境庁自然保護局編.
- Peake, P., L.A. Ward and G.W. Carr. 1996. Gray-headed flying-foxes at the Royal Botanic Gardens, Melbourne: Final report. Ecology Australia Pty. Ltd. Victoria, Australia. 39pp.

In 2002 we had demonstrated that a population size of Bonin flying foxes on Chichijima Island had decreased sharply, which suggested a possibility of their extinction in the near future. In spite of the critical condition, our knowledge on their ecology is too limited to establish a practical conservation plan for the species. In this study, we investigated their population size, food habits, home ranges in order to clarify the problems to be solved. As a result, the number of individuals is estimated from 90 to 100 at present, which is more than that in the last year, from 65 to 80. We consider the rapid decline has stopped. By the result of the analysis on the pellets, most of their diets were domesticated and naturalized plants. The locations of 22 flying fox's home ranges were affected by food condition at each foraging site. They used farmlands frequently. Their roosts located at almost same place in winter, and the roosts were possibly related to the reproductive activity. We concluded that we have to protect their roosts, especially in winter, and solve the problems of an agricultural damage, in order to conserve the Bonin flying fox population.

北方四島(国後島)の生態系—陸上動植物相調査—  
～動物から見る北方四島の生態系保全 :1999～2003年調査結果の概要～

特定非営利活動法人 北の海の動物センター  
大泰司紀之・小林万里

The ecosystem preservation of the northern territories  
(Kunashiri, Etorofu, Habomai and Shikotan Islands)  
from animals - Outline of results on investigations from 1999 to 2003-

Marine Wildlife Center of JAPAN  
Noriyuki Ohtaishi and Mari Kobayashi

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。

NPO法人 北の海の動物センターでは、1999年から北方四島海域一帯の鯨類と海獣類(トド・アザラシ類・ラッコ)、海鳥類および海洋環境について、「ビザなし専門家交流」の枠を用いて、四島側専門家と共に精度の高い調査を行ってきた。2001年までに一通りの海上調査を終え、2002年、2003年は海上調査にそれぞれ択捉島、国後島の陸上動植物相の調査を加えた結果、陸上には莫大な海の生物資源を自ら持ち込むサケ科魚類(河川の魚)が高密度に自然産卵しており、それを主な餌資源とするヒグマは体サイズが大きく生息密度も高いことが明らかになった。海上と同様、陸上にも原生的「手つかず」の生態系が維持されており、それは海と深い繋がりがわかってきた。

しかし近年、人間活動の拡大、鉱山の開発、密猟や密漁が横行しており、「北方四島」をとりまく状況は変わりつつある。早急に「北方四島」保全のビジョンを準備し、科学的データに基づく保全案が求められている。

## 1. 北方四島の海洋生態系

日本列島の最北に位置する北海道、特にその道東部と、その北東に連なる北方四島(国後島、択捉島、歯舞群島、色丹島)は、北側にオホーツク海、南側に太平洋に面しており、地理的にも気候的にも連続な生態系である。

北のオホーツク海域は、冬にアムール川から大

量の真水が海の表面に流入して急激に冷やされることなどにより、表層は塩分が極端に少なく、下層は塩分が濃い二重構造ができる。その結果、海水が形成される(青田 1993)。この海域は世界的にみて海水の南限に位置し(図1)、大陸棚が良く発達していることなどから、海水の鉛直循環、つまり湧昇流がおこる。

一方、南の太平洋海側は寒流の親潮と暖流の黒潮の表層大循環同士がぶつかり(図1)、そこにも湧昇流が生じる。その結果、海底の栄養分が表面に運び上げられ、プランクトンの発生を促すために、この海域は、海洋学的に生物生産力が高い海域である。

また、この海域は春先に植物プランクトンが大量発生するスプリングブルームが始まり、秋まで長期間続くことが特徴である(松本・齊藤 未発表データ)。このプランクトンを求めて暖流系、寒流系双方の魚類が莫大な資源量で来遊し、それを餌とする海鳥や海獣類が索餌や繁殖のために集まってくる。北海道東部および北方四島は、生物群集の気候的特性を区分すると、亜寒帯域の南限に、冷温帯域の北限に位置するため、両域の生物群集に利用され、生物多様性が高く保たれている。特に、択捉島には第4次消費者のシャチが定住しており、食物連鎖のより高いピラミッドが形成されている(図2)(加藤 2000)。生物学的に、これらの海域は生物多様性が極めて高い海域である。

## 2. 動物から見た北方四島

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

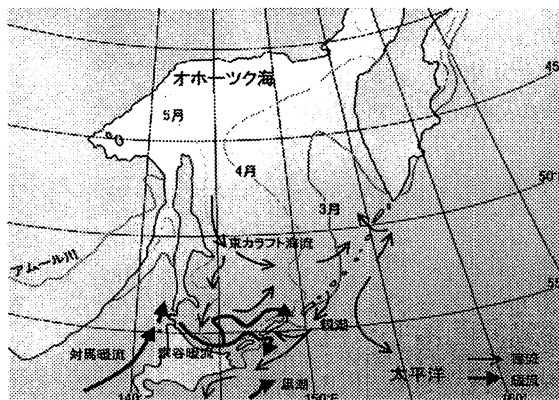


図1 北方四島海域周辺の海流と流水の南限  
矢印は海流(細い矢印:寒流、太い矢印:暖流)を、オホーツク海に描かれた点線は、その月の流水の南限を示す(青田 1993を改変)。

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(図3)。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。その概要を、動物グループごとに北海道や他地域の比較をまじえて紹介する。

### (1) 鯨類

北方四島のオホーツク海沿岸とそれ以外のオホーツク海沿岸で見られる鯨類の発見数について比較した(表1)(Miyashita 1997、加藤・吉田 2003)。ミンククジラ、ツチクジラ、シャチ、イシイルカ、ネズミイルカ、カマイルカ、セミイルカの北方四島海域での発見率は、北方四島以外のオホーツク海側での発見率よりどの種もはるかに高いことが判明した。また、ザトウクジラとマッコウクジラの中型雄が、北方四島のオホーツク海側にも回遊していることが、我々の調査で初めて明らかになった。ツチクジラは、他のオホーツク海域より北方四島海域を本種があえて選択している可能性が示唆された。イシイルカとカマイルカについては、

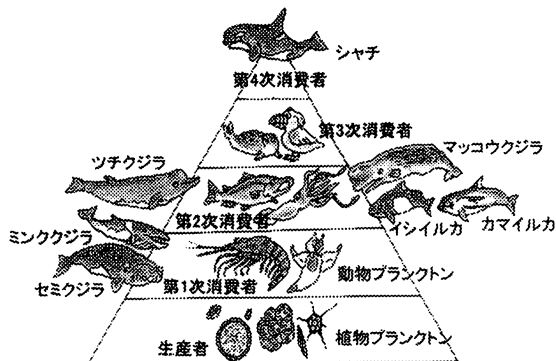


図2 北方四島に見られる海洋生態系の模式図(加藤 2000を改変)

イシイルカが択捉島に、カマイルカは国後島に分布が偏っていることもわかった(図4)。加えて、ミンクジラ、イシイルカ、カマイルカの沿岸分布密度が、他の地域に比べ非常に高かった(加藤・吉田 2002)。これは、これらの鯨類本来の分布のあり方ではないか、と考えられ、他の地域では沿岸を避けている(避けなければならない)状況であると推察される。

以上の結果から、鯨類にとって北方四島海域は、生息域、回遊路、索餌場として重要であり、多様な鯨類に利用されていることが示された。

## (2) 鰭脚類・ラッコ

鰭脚類のトドは、北太平洋に広く分布し、千島列島のほかアリューシャン列島・カムチャッカ半島などに繁殖場がある(Schusterman 1981、Loughlin *et al.* 1992、Belkin 1966)。トドの上

表1 北方四島海域とそれ以外のオホーツク海の鯨類の発見密度(100マイルごとの頭数/群)の比較

鯨種	国後島		色丹島	択捉島		オホーツク海**
	2000年 (357.3)	2001年 (48.8)	2000年 (113.1)	2000年 (211.6)	2001年 (371.9)	1980, 90, 92年 (6,003.0)
ミンクジラ	4.5/3.6	12.3/6.1	0.0/0.0	0.5/0.5	4.0/3.8	4.4/3.3
ザトウクジラ	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.5/0.3*	0.0/0.0
マッコウクジラ	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	3.0/2.7*	0.0/0.0
ツチクジラ	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	27.4/1.9*	1.6/0.2
シャチ	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	12.3/1.9	1.6/0.5	2.3/0.8
イシイルカ	27.4/9.2	24.6/8.2	9.7/5.3	21.3/7.6	168.9/23.4	106.9/25.1
カマイルカ	38.9/11.1	407.8/30.7	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	39.9/0.5
ネズミイルカ	3.9/1.7	0.0/0.0	0.9/0.9	0.9/0.5	6.5/1.1	0.7/0.3
セマイルカ	0.8/0.3	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0

( ): 探索距離(マイル)、頭/群: 発見密度(100マイルあたりの発見頭数群)(Miyashita 1997)に基づく

\*) オホーツク海での発見(北海道大学北方四島グループ 2001b)

\*\*) 北方四島以外のオホーツク海の発見頭数(Miyashita 1997)

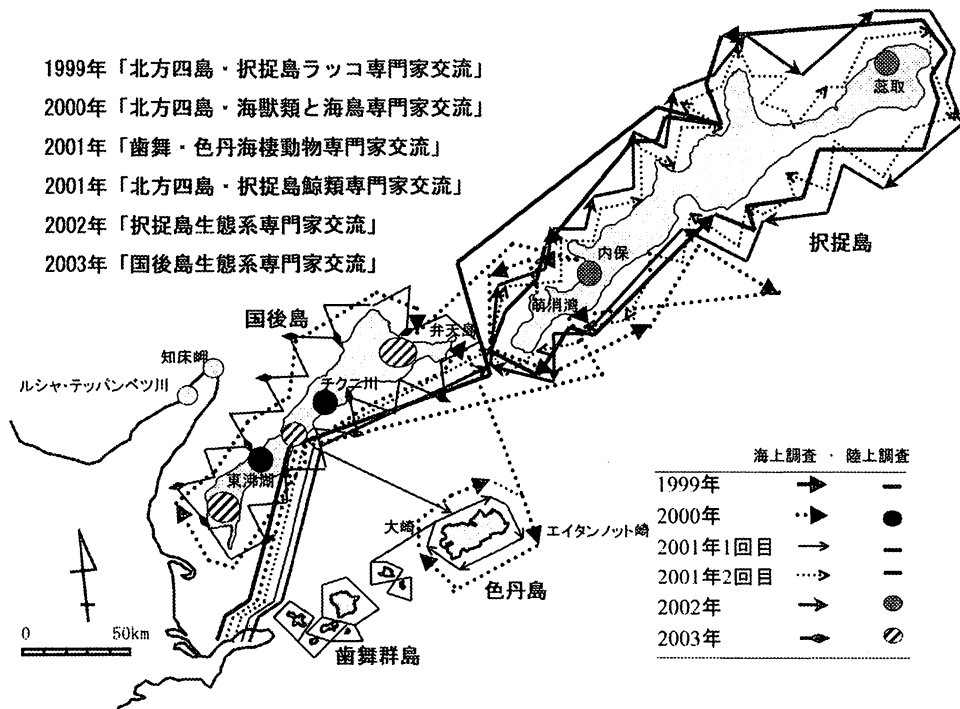


図3 1999年～2002年北方四島調査の概要

地図上に記載されている地名については、本文中または図表に記載されている。

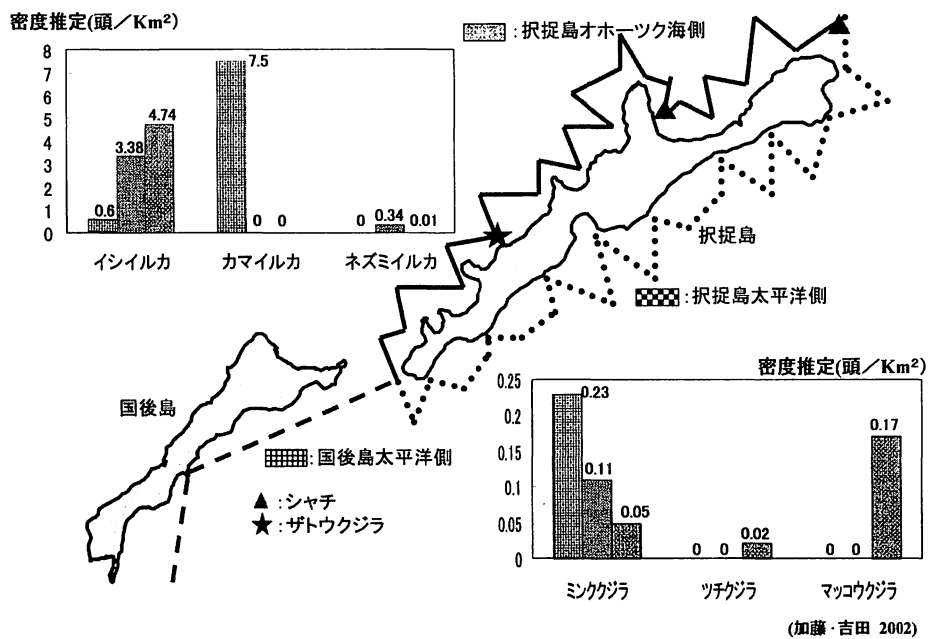


図4 海域別鯨類の密度の相違

国後島の太平洋側ではカマイルカ、ミンクジラ、択捉島のオホーツク海側ではイシイルカ、ツチクジラ、マッコウクジラの密度が高いことを示す(加藤・吉田 2002を改変)。

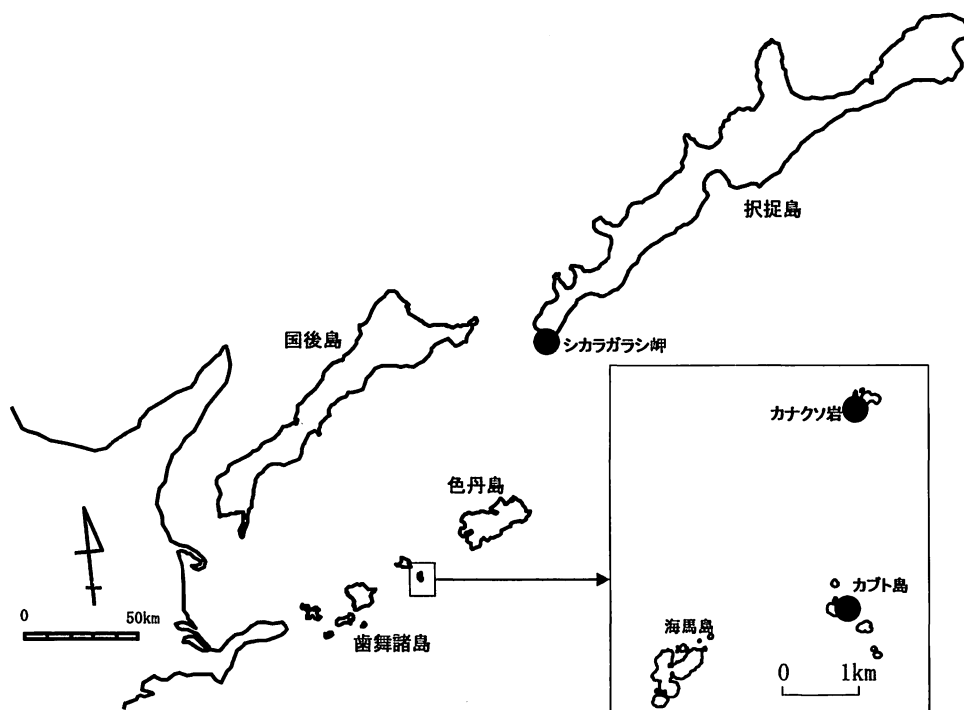


図5 北方四島におけるトドの上陸場

陸場は、繁殖場と非繁殖集団上陸場に大きく分けられ、北方四島や北海道には繁殖場はなく、非繁殖集団上陸場がいくつか存在する。非繁殖集団上陸場は、北方四島には、択捉島の南端のシカラガラシ岬と、歯舞群島のカナクソ岩およびカプト島にあると報告があり(図5)(Belkin 1966, 極東海獣類研究グループ 1993)、北海道には日本海側の積丹神威岬と雄冬にある。表2に北方四島におけるトドの個体数をまとめた。季節や観察時間の違いがあるので一概には比較できないが、1960年代には択捉島にはシカラガラシ岬を含め3つの上陸場があったことや、千島列島のトドが1960年代の15,000頭が現在5,000~4,000頭になったこと

(Loughlin *et al.* 1992)から、北海道のみならず北方四島も世界的なトドの減少に連動して上陸場の減少や上陸数の減少が起きているものと推測される。しかし最近の我々の調査により、北方四島の上陸場で当歳子が確認されていることから、北方四島でも少しながら繁殖している可能性が出てきたことにより、今後北方四島の役割が重要になってくると考えられる。

北方四島にアザラシ類は、主としてゴマフアザラシとゼニガタアザラシが生息する。北方四島でのアザラシの夏期の生息数を示した(表3)。北海道では、2001年現在、北海道道東とえりも岬にゼニガタアザラシが約660頭生息している(中満

表2 北方四島におけるトドの個体数(頭)

	調査年月日	択捉島シカラガラシ岬		歯舞群島カナクソ岩		歯舞群島カプト島		引用
		上陸数	構成	上陸数	上陸数			
1963年	6/18-6/26	1,395	(不明)	1,000	232			Belkin 1966
1992年	7月	-	-	150	-			近藤未発表データ***
	8/15	474	(不明)	-	-			極東海獣類研究グループ
	8/26	-	-	5	2			1993
1999年	冬			900				ロシア側未発表データ
2000年	7/24	121	(成*5、新生子**1)	-	-			「北方四島・海獣類と鳥類専門家交流」派遣実行委員会 2000
	5月~6月			286(成7、新生子を含む)				ロシア側未発表データ
2001年	8/17	-	-	35	0			北海道大学北方四島グループ 2001a
	8/29	219	(新生子25)	-	-			北海道大学北方四島グループ 2001b
2002年	6/20	95	(成13、新生子2)	-	-			特定非営利活動法人北の海の動物センター 2002
	6/22	105	(成6、新生子3)	-	-			特定非営利活動法人北の海の動物センター 2003
2003年	7/22	131	(成6、新生子27)	-	-			

\*成:オスの成獣(ハレムブル)

\*\*新生子:その年生まれの当歳獣

\*\*\*1992年ピザなし交流にて

表3 北方四島におけるアザラシ類の個体数(頭)

	調査年月日	合計	ゴマフアザラシ	ゼニガタアザラシ	種不明	引用
国後島	2000年7月	454	340	63	51	「北方四島・海獣類と鳥類専門家交流」派遣実行委員会, 2000
択捉島	2002年6月	819	209	537	73	北海道大学北方四島グループ 2001b
	1991年6~7月	599	-	-	-	ロシア漁業規制局未発表データ
	1992年8月	292	-	-	-	1993
色丹島	2000年7月	730	6	724	0	「北方四島・海獣類と鳥類専門家交流」派遣実行委員会, 2000
	2001年8月	523	8	515	0	北海道大学北方四島グループ 2001a
	1991年6~7月	4,261	-	-	-	ロシア漁業規制局未発表データ
歯舞群島	1992年8月	2,413	-	-	-	1993
	2001年8月	3,187	677	931	1,579	北海道大学北方四島グループ 2001a



2001)。千島列島全体のアザラシ類の分布は、ゴマファザラシが北部と南部で多く分布し中部で少なく、ゼニガタアザラシは南部で多いとの報告と合わせて考えると、アザラシ類の生息地の中心は北方四島に位置し、その中でも特に歯舞群島および色丹島がアザラシの生息域として重要であると思われる。また、北方四島の各島ごとにゴマファザラシとゼニガタアザラシにおける夏期の生息地の選択性が示された(図6)。ゴマファザラシが優勢な場所は、国後島、水晶島、勇留島、志発島、多楽島で、ハルカリモシリ島はどちらが優勢ということもなく、それ以外はゼニガタアザラシが優勢であった。一般にゴマファザラシは岩礁のない、沿岸が砂洲や浅瀬の所に多く見られ、一方、ゼニガタアザラシは上陸場の多くが岩礁であることから、この両種の利用環境の違いが示唆された。北方四島は、夏期のゴマファザラシ、ゼニガタアザラシの両種においても重要な生息地であり、ゼニガタアザラシにおいては繁殖も確認されたことか

ら繁殖場としても重要である。

ラッコはかつて北太平洋沿岸に帯状に広く分布していたが、18世紀半ばから始まった毛皮目的の捕獲によって絶滅寸前まで追い詰められた。その後の保護により個体数は徐々に回復し千島からカムチャッカ半島南東域、アリューシャン列島からアラスカ、中央カリフォルニアなどの地域に分布している(Kenyon 1969)。北方四島では主に択捉島、歯舞群島でラッコが生息しており、その調査結果を示す(図7、表4)。天候上の都合により、択捉島の一周調査は行われていないが、択捉島における1991年のロシア側の調査と2002年のビザなしでの調査を比較すると、太平洋側で少ないが、オホーツク海側ではほぼ同程度の個体数が確認された。戦前に択捉島のラッコが絶滅寸前まで追いやられたという事実を考えると、個体数の回復は著しい。しかし、ラッコは人間活動の影響が少なく、海水が来ない太平洋側を好むと考えられ、太平洋側の個体数が少ないのは予断を許さない状況

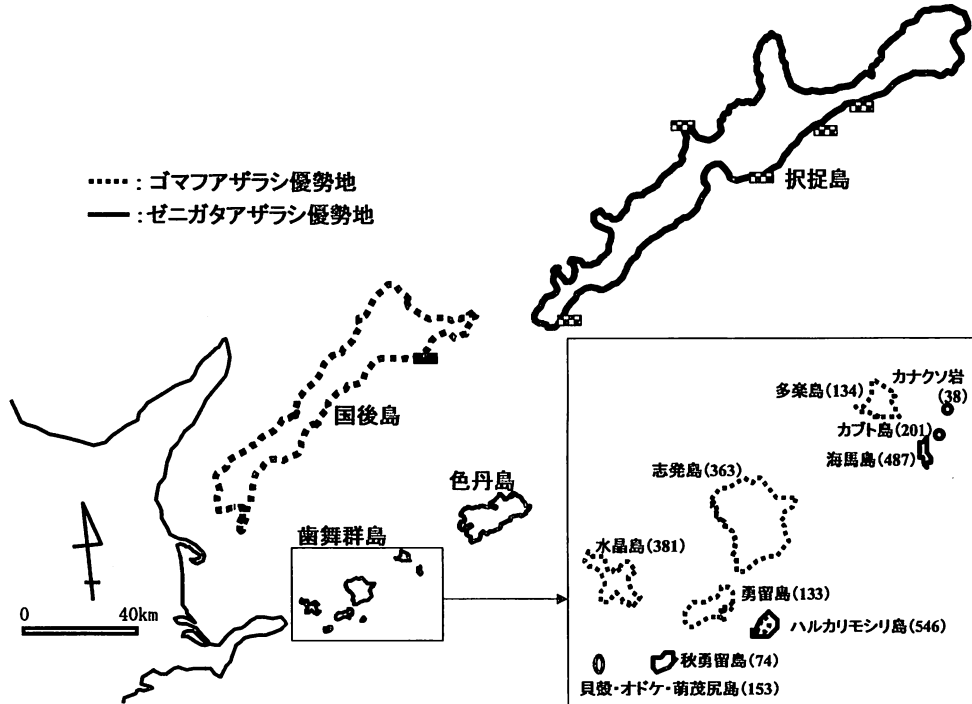


図6 北方四島におけるアザラシ類(ゴマファザラシ、ゼニガタアザラシ)の生息地の選択性の相違  
 歯舞群島における各島の生息数は( )で示した。

表4 択捉島および歯舞群島におけるラッコの個体数(頭)

調査年	月	択捉島				歯舞群島	引用
		オホーツク海側		太平洋側			
		個体数 (成/パップ)	調査面積 (%)	個体数 (成/パップ)	調査面積 (%)	個体数 (成/パップ)	
1991年	5~6月	64(42/22)	100	989(815/174)	100	-	Chyupakhina and Panteleva 1991
1999年	9月	22(20/2)	31.3	88(76/12)	52.4	-	「択捉島ラッコ専門家交流訪問団」派遣実行委員会 1999
2000年	8月	9(8/1)	12.5	2(2/0)	19.0	-	北海道大学北方四島グループ 2001b
2001年	8月	-	-	-	-	44(36/8)*	北海道大学北方四島グループ 2001a
2001年	9月	8(8/0)	25.0	45(42/3)	23.8	-	北海道大学北方四島グループ 2001b
2002年	6月	68(56/12)	93.8	433(349/84)	71.4	-	特定非営利活動法人北の海の動物センター 2002

かもしれない。一方歯舞群島では、2001年の我々の調査で、海馬島、カプト島、カナクソ岩、ハルカリモシリ島、秋勇留島、オドケ島の6島でラッコが確認された(北海道大学北方四島グループ 2001a)。その中で親子が確認されたのは、ハルカリモシリ島と海馬島である。1991年までの報告では、歯舞群島のラッコの生息は確認されておらず(Chyupakhina 1991)、1992年に海馬島で親

子を含むラッコ7頭を確認(極東海獣類研究グループ 1993)、2000年にはハルカリモシリ島で親子を含む31頭、勇留島で1頭、秋勇留島で1頭が確認されており(「北方四島・海獣類と鳥類専門家交流」派遣実行委員会 2000)、2001年の結果も含めて考えるとハルカリモシリ島が歯舞海域におけるラッコの生息場所の中心であり、繁殖も行われており、歯舞群島の個体数は増加傾向にあると考えられ

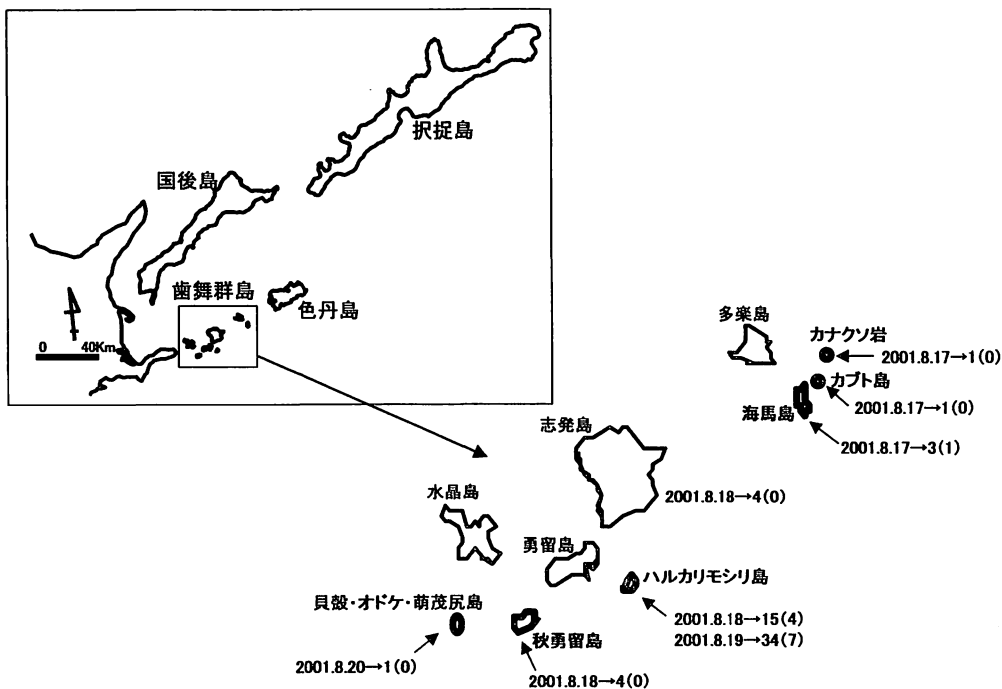


図7 歯舞群島におけるラッコの生息地および生息数(北海道大学北方四島グループ 2001aを改変)

る。近年、北海道でも来遊してくるラッコの目撃情報が増えており(Hattori 2003)、これも歯舞群島の個体数増加に起因しているかもしれない。

### (3) 海鳥

北方四島に出現する海鳥類は、大別して3群：南半球で繁殖し、越冬および索餌の為に飛来してくるミズナギドリ類、北方四島海域で繁殖および生息しているウミスズメ科・ウ科・カモメ科など、北方四島以外の北半球で繁殖し索餌のためにやってくるアホウドリ科、トウゾクカモメ科、シギ科に分かれる。

南半球から4月～9月の時期に越冬および索餌の

ため飛来してくるミズナギドリ類は、ニュージーランドから飛来した魚食性のハイロミズナギドリとタスマニアから飛来した動物プランクトン食性であるハシボソミズナギドリが同所的に分布していることが明らかになった(小城 2002)。これは、生物生産力の高い地域に特有な植物プランクトンの長期的な大発生によるものと考えられ、両者にとって好ましい餌生物が同所的に存在していることが示唆された。また、8月末～9月上旬の択捉島調査で、遠洋で観察された海鳥類のほとんどがミズナギドリ類であることも示された(図8、表5)。北方四島海域は、この海域に固有な海鳥類の

表5 2001年択捉島遠洋におけるミズナギドリ類の割合

調査日	調査時間 時間/分	ミズナギドリ類				全ミズナギドリ類 合計数(羽)	割合(%)	全観察 海鳥類数(羽)
		ハシボソ ミズナギドリ(羽)	ハイロ ミズナギドリ(羽)	アカアシ ミズナギドリ(羽)	ミナミオナガ ミズナギドリ(羽)			
2001/8/29	7/47	4,562	283	133	1	4,979	79.4	6,272
2001/8/30	7/41	3,505	637	198	0	4,340	94.3	4,600
2001/8/31	4/41	829	137	87	1	1,054	81.5	1,294
2001/9/1	9/16	1,313	228	13	0	1,554	95.7	1,623
2001/9/2	5/15	2,721	37	5	0	2,763	91.0	3,036
2001/9/3	4/42	298	3	0	0	301	58.2	517
2001/9/4	7/39	20,226	5	0	0	20,231	97.5	20,750
2001/9/5	2/55	782	0	0	0	782	89.9	870
合計	49/55	34,236	1,330	436	2	36,004	92.4	38,962

データは(北海道大学北方四島グループ 2001b)より引用

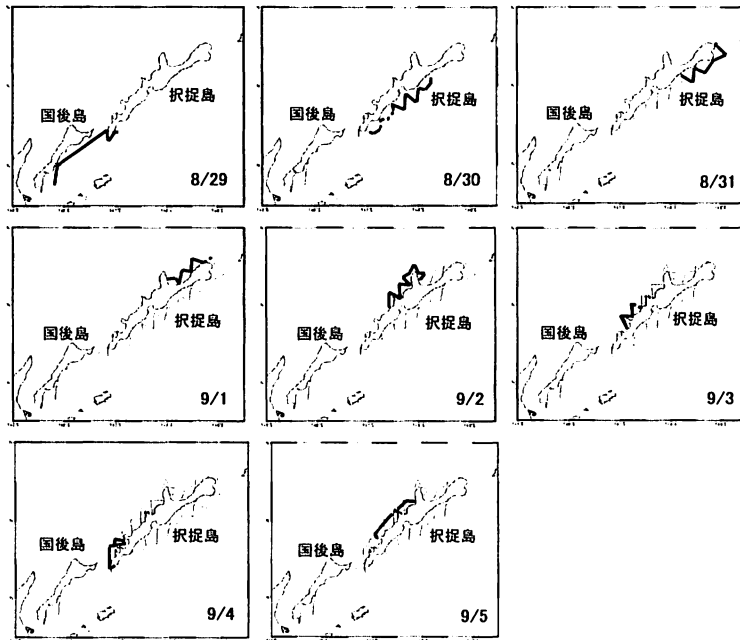


図8 2001年択捉島における遠洋海鳥の観察ルート

生息域であるばかりでなく、南半球という遠隔地の生態系に由来する海鳥類にとっても重要な海域であることが明らかになった。

北方四島海域で繁殖および生息している海鳥類は沿岸性が強いウミスズメ科やウ科に代表されるが、北方四島でも特に歯舞群島・色丹島に多く生息しており、同所的に分布していた(小城 2002)。北海道にも同種が生息するが、その個体数は減少傾向にある。北方四島のウミガラス、エトピリカ、ウトウ、ケイマフリの生息数を示した(表6)。ウミガラスは、北海道の天売島でもかつては4万羽が生息していたが、1960年代ごろから刺し網などの影響で減少し、現在は十数羽に減り絶滅寸前の状態にある。エトピリカは、かつては北海道根室市沖でも約250羽が繁殖していたが、現在では繁殖している総個体数は多く見積もって10~20羽ほどしかない(小城 1995)。ウトウは年々増加傾向にあるが、1999年の食物不足による大量死が起

きて、北海道の天売島で約1万羽が死亡した(小野・佐藤 2000)。ケイマフリの生息数は約700羽と推測されており、個体数が減少している(岡・小城 1995)。その一方で、北方四島にはこれらどの種も多くの個体数が維持され、また繁殖も行われていることが確認された。

以上からも、北方四島は海鳥にとって、越冬、索餌場、繁殖に極めて適した海域である。

#### (4) ヒグマ

北方四島には択捉島と国後島にヒグマが生息している。北海道の知床と北方四島の択捉島(薬取と内保)と国後島(チクニ川と東沸湖)での密度を、のべ踏査距離に対してのヒグマの糞や採食跡数から密度指数を算定し比較した(表7)。その結果、北海道で最もヒグマの密度が高い知床より、北方四島の方がヒグマの生息密度が高いことがわかった。また、足跡の大きさの計測により、北海道よりやや大型の個体が存在すること(特定非営利活

表6 北方四島におけるウミスズメ科の生息数(羽)

調査場所	調査年	調査日	調査場所*	エトピリカ	ウトウ	ケイマフリ	ウミガラス	引用
国後島	2000年	7/26	弁天島	28	-	-	-	家交流」派遣実行委員会, 2000
	1999年	8/7-8/11	ほぼ一周	1,067	203	90	-	「択捉島ラッコ専門家交流訪問団」派遣実行委員会, 1999
択捉島	2000年	7/22	萌消湾&萌消島	653	-	30	-	家交流」派遣実行委員会, 2000
	2002年	6/11-6/21	ほぼ一周	1,096	291	1,145	2	特定非営利活動法人北の海の動物センター, 2002
	2001年	8/17	海馬島	136+	2+	146+	1308+	
	2001年	8/17	カプト島	+	-	+	-	
	2001年	8/17	カナクソ岩	-	-	+	76+	
歯舞群島	2001年	8/18	秋勇留島	-	-	-	100+	北海道大学北方四島グループ, 2001a
	2001年	8/18	勇留島	1	-	62+	-	
	2001年	8/19	勇留島	-	3	-	-	
	2001年	8/20	水晶島	2	-	-	-	
色丹島	2000年	7/25	エイタンノット岬~大崎	18	31	575+	-	家交流」派遣実行委員会, 2000
	2001年	8/16	ほぼ一周	84+	7	691+	-	北海道大学北方四島グループ, 2001a

\*) 歯舞群島を除く調査地については図3参照、歯舞群島については図7参照

表7 国後島・択捉島・知床におけるヒグマの密度の比較

地域*	調査時期	のべ踏査距離(Km)	糞+採食跡数	密度指標(箇所/Km)	引用	
国後島	チクニ川・東沸湖	2000年7月	7.0	17	2.4	「北方四島・海獣類と鳥類専門家交流」派遣実行委員会, 2000
択捉島	蕊取	2002年6月	25.7	63	2.5	特定非営利活動法人北の海の動物センター, 2002
択捉島	内保	2002年6月	11.4	34	3.0	山中未発表データ
知床	知床岬	2002年8月	9.5	11	1.2	村上ほか, 2002
知床	ルシヤ・テツパンベツ川	1992年7月	13.3	16	1.2	

\*) 調査地については図3参照

動法人 北の海の動物センター 2002)や、6月に観察された個体から、かなり栄養状態が良い個体が多いことが明らかになった(特定非営利活動法人北の海の動物センター 2002)。このことから、特に冬眠前の餌が豊富なこととヒグマが生息可能な場所が保全されていることが推測された。

### (5) 猛禽類

オジロワシは、北方四島から知床半島にかけて、冬に3,000羽前後がサハリンや沿海州方面から飛来する。北方四島でオオワシの営巣は確認されていないが、オジロワシは国後島・択捉島の海岸線などで繁殖し、春から秋にかけてかなり高密度で生息していた。2002年の択捉島調査ではオジロワシ成鳥137羽、若鳥のべ37羽が確認され、知床半島よりもかなり高い繁殖率を有すると考えられた(表8)。

一方、シマフクロウは、国後島には70~80羽が生息しているといわれており、面積的には16倍以上もある北海道の約120~150羽と比べると、けた違いの生息密度であることがわかった(「国後シマフクロウ交流訪問団」実行委員会 2000、竹中1999)。

これらの猛禽類は、北海道と比べ高密度に生

表8 択捉島におけるオジロワシの繁殖密度

場所	距離 (Km)	推定つがい数	繁殖密度 (pairs/Km)
択捉島*	166	38	0.23
知床**	74	7	0.09

\* (特定非営利活動法人北の海の動物センター 2002)引用

\*\* 白木・中川未発表データ

息・営巣が確認され、それは漁業者が廃棄する雑魚などに依存しがちな北海道の猛禽類と比べ、川の魚が豊富なこと、また営巣に適した環境や大径木が維持されてきたことに起因すると考えられた。

### (6) 淡水魚

ヒグマや猛禽類の餌として重要だと考えられる淡水魚について、北海道の知床と種数について比較した(表9)。北海道には約70種の記録があるにもかかわらず(小宮山 2003)、北方四島の淡水魚の種類数はきわめて低く、純淡水魚や外来種が確認されていないかわりに、「通し回遊魚」特にサケ科の魚類の個体数と種類が北海道に比べて圧倒的に多いことがわかった(小宮山 2003)。ヒグマや猛禽類の豊かな餌としてこれらサケ科魚類の存在が大きいと推測された。

### (7) 陸と海との繋がり

河川に遡上したサケ科魚類がもたらす海洋由来の栄養分(Marine Derived Nutrients : MDN)が、どれだけ陸上の河畔林に利用されているのかを推定するために、択捉島の2河川と北海道内の道南に位置する遊楽部川、その他4河川のヤナギの葉や種子の安定同位体比を測定した(長坂ほか 2003)。これらの川はシロザケが多く、遊楽部川以外の川ではこれに加えてカラフトマスが遡上し、遊楽部川の支流はその他4河川より、シロザケの産卵後死体の貯留量が多い。その結果、択捉島の2河川は、遊楽部川より最高値が高い傾向がみられた(長坂ほか 2003)。つまり、択捉島の河畔のヤナギは、遡上サケ起源のMDNを吸収して

表9 国後島・択捉島・知床の淡水魚の種類数と回遊魚の割合の比較

	国後島 16水系	択捉島 7水系	知床 13水系
発見された淡水魚の科数	9	6	12
淡水魚の種類数	26	15	42
回遊魚の種類数	19	12	28
回遊魚の割合(%)	73.08	80.00	66.67
淡水だけで生息する淡水魚の種類数	2	2	9
純淡水魚	0	0	5
外来種	0	0	6

引用 小宮山未発表データ 特定非営利活動法人北の海の動物センター 2002 小宮山 2003

おり、このことから海からのエネルギーが陸上の植物にも移行しており、陸と海の生態系が強く繋がっていることが示された。

### 3. 北方四島の保護区政策とその現状

ここまでの、北方四島の生物多様性を、北海道や他の地域との動物の密度の比較や生態系が繋がっていることにより考えてきた。それでは北海道から最も近い北方四島の歯舞群島の貝殻島まで3.7Kmしか離れていない場所に、なぜそのような生物多様性が維持されてきたのだろうか。

現在、北方四島における保護区は図のように設定されている(図9)。国立クリスキー自然保護区は1984年に定められ、コアエリアは国後島の北部と南部からなる地域で、その周りには緩衝区が設けられており、一部海洋の保護区も含んでいる。これら全ての保護区においては、狩猟採取がほぼ全面的に禁止されているほか、コアエリアの立ち

入りも禁止されている。国立または州立海洋保護区は沖合1マイルから12マイルの幅で船の立ち入りや網漁が規制されている。このように、北方四島は、旧ソ連(ロシア)によって陸地面積の7割、沿岸海域のほぼ6割が何らかの形で保護されてきた。このため、半世紀以上の年月をかけて原生的な動物群集が見事に復元し、世界でも有数の生物多様性が維持されてきた。特に、北海道では見ることのできない陸上の保護区の周りを海洋保護区として手厚く保全するやり方は、海と陸とを繋ぐ生態系をも維持し、それにより陸だけ海だけのそれぞれの生物群集の単なる足し算以上の多くの生物多様性を生むことになり、大変意義深いものであると考えられた。

このように、北方四島には「原生生態系」が維持されてきた。しかし近年、近代的漁業の導入、密漁・密猟の横行が深刻化しており、これらの事実を考えると、北方四島の「原生生態系」は土

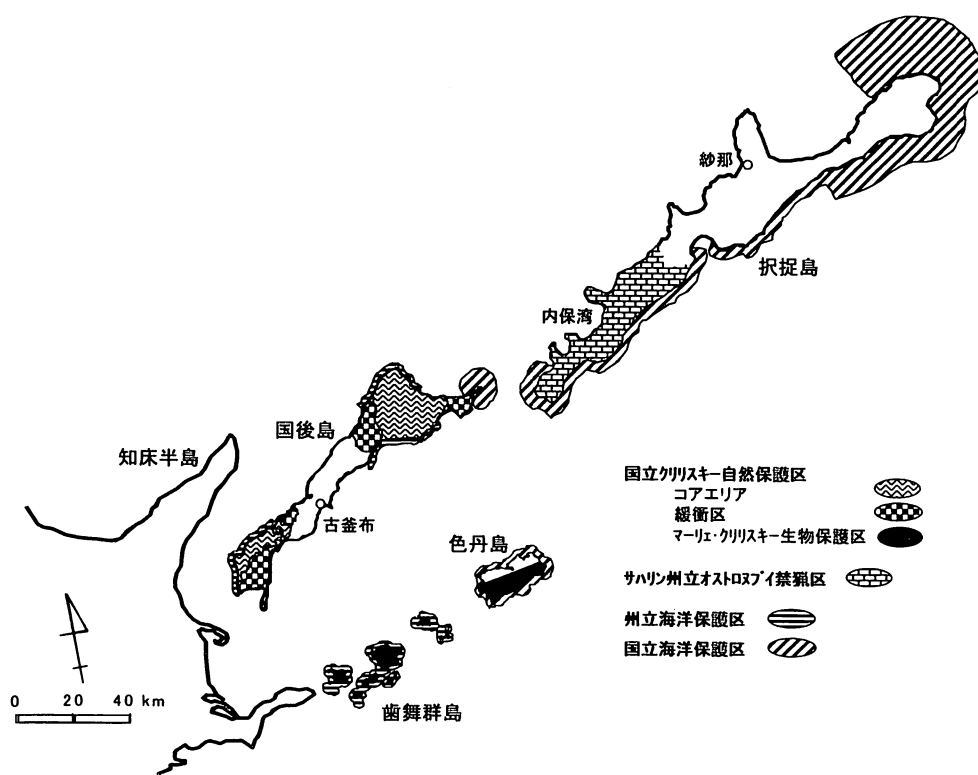


図9 北方四島の保護区

台の部分から崩れかかっている可能性が否定できない。手遅れにならないうちに手を打つ必要がある。

## 謝辞

1999年～2003年の各調査は、「ビザなし専門家交流」訪問団の交流の一環として実施され、各データは各訪問団の調査員の方々にご協力頂いた(名前の列記は略す)。「ビザなし専門家交流」を実施するまでに、ロシアサハリン州政府、クリリスキー自然保護区スタッフ、内閣府、外務省、環境省、北海道庁の関係者の皆様に、「ビザなし専門家交流」の現地での運営を助けて下さった通訳・医師をはじめ多くの皆様、学術的な記録として貢献下さった朝日新聞社、札幌テレビ放送、東京放送、日本放送協会、北海道新聞社、北海道文化放送、北海道放送、毎日新聞社、読売新聞社(50音順)の皆様に深く御礼申し上げたい。またこれらの調査は、経団連自然保護基金、損保ジャパン環境保全プロジェクト、WWF-ジャパン自然保護助成金、地球環境基金、トヨタ財団研究助成、日本鯨類研究所、日本財団、北海道大学総長裁量経費、PRO NATURA FUND研究助成(50音順)の助成金を受けて実施した。

## 引用文献

青田昌秋. 1993. 海水南限の海. 白い海、凍る海-オホーツク海のふしぎ:10-15. 東海大学出版社, 東京.

Belkin AN. 1966. 千島列島に生息しているトドの夏期分布、資源量、漁業の見通し及び若干の生物学的特性(日本語訳1994). 平成5年度漁業有害動物(トド)対策調査委託事業報告書:14-41. 水産庁.

Chyupakhina TI, Panteleeva OI. 1991. A report on the distribution and number of marine mammals in the Kuril Island. Sakhalinrybvod, Yuzhno-Sakhalinsk. 20pp.

「択捉島ラッコ専門家交流訪問団派遣実行委員会. 1999. 北方四島 択捉島ラッコ専門家交流訪問団 訪問の記録. 44pp.

Hattori K. 2003. History and status of sea otter along the coast of Hokkaido. Morphological and genetic studies on population ecology of the Asian sea otter (*Enhydra lutris lutris*):6-26. 北海道大学博士論文.

北海道大学北方四島グループ. 2001a. 「歯舞・色丹海生動物専門家交流」訪問の記録. 56pp.

北海道大学北方四島グループ. 2001b. 「北方四島・択捉島鯨類専門家交流」訪問の記録. 49pp.

「北方四島・海獣類と鳥類専門家交流」派遣実行委員会. 2000. 「北方四島・海獣類と鳥類専門家交流」訪問の記録. 50pp.

加藤秀弘. 2000. ニタリクジラの食生活. ニタリクジラの自然誌-土佐湾にすむ日本の鯨:126-128.

加藤秀弘, 吉田英可. 2002. 鯨類から見た北方四島. 報告会・シンポジウム「北方四島の明日」～動物の専門家からみた交流と保全の将来像～報告書:6-7. 北海道大学北方四島グループ, 札幌.

加藤秀弘, 吉田英可. 2003. 北方四島の鯨類調査成果と今後の課題. 「北方四島」シンポジウム-これまでの北方四島交流を振り返る-報告書:19-20. 北の海の動物センター, 札幌.

Kenyon KW. 1969. The sea otter in the eastern Pacific Ocean. Northern American Fauna, 68:1-352.

極東海獣類研究グループ. 1993. 1992年南部千島海獣類調査報告書. 40pp.

小宮山英重. 2003. 知床の淡水魚. しれとこライブラリー④知床の魚類:10-141. 北海道新聞社.

「国後シマフクロウ交流訪問団」実行委員会. 2000. 国後シマフクロウ交流訪問団報告書. 32pp.

Loughlin TR, Perlov AS, Vladimirov VA. 1992. Range-wide survey and estimation of total number of Steller sea lions in 1989. Marine mammal Science, 8: 220-239.

Miyashita T. 1997. Distribution of whales in the Sea of Okhotsk, results of the recent sighting cruises.

- IBI reports, 7: 21-38.
- 村上隆広, 大泰司紀之, エフゲニーグリゴリエフ, 山中正実. 2002. 知床半島及び国後島におけるヒグマの生息状況の比較. *Wildlife Conservation Japan* 7 (2):75-81.
- 長坂有, 長坂晶子, 伊藤絹子, 間野勉, 山中正実, 片山敦司, 佐藤喜和, Grankin AL, Zdorikov AI, Boronov GA. 2003. 植物体内の  $\delta^{15}\text{N}$  値について. 平成12~14年度 重点領域特別研究報告書 森林が河口域の水産資源に及ぼす影響の評価:176-185. 北海道立林業試験場・北海道立中央水産試験場・北海道立水産孵化場.
- 中満智史. 2001. 2001年ゼニガタアザラシ個体数調査結果報告. ゼニ研通信-特別号-:8-18. ゼニガタアザラシ研究グループ.
- 中岡利泰, 星野広志, 渡邊有希子, 服部薫. 2002. 色丹島・歯舞群島における海鳥類の記録. 根室市博物館開設準備室紀要, 第16号:5-13.
- 小城春雄. 1995. エトピリカ. 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料(Ⅱ):704-715. 日本水産資源保護協会.
- 小城春雄. 2002. 海鳥・北方四島に集まるメカニズム. 報告会・シンポジウム「北方四島の明日」～動物の専門家からみた交流と保全の将来像～報告書:4-5. 北海道大学北方四島グループ, 札幌.
- 岡奈理子, 小城春雄. 1995. ケイマフリ. 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料(Ⅱ):507-513. 日本水産資源保護協会.
- 小野宏治, 佐藤美穂子. 2000. 1999年夏に北海道北部でおきたウトウ大量死について. 北海道沿岸域における海鳥大量死に関する緊急調査報告書(平成11年度環境庁委託調査):7-14. 特定非営利活動法人 野生動物救護獣医師協会.
- Schusterman RJ. 1981. Steller sea lion. *Eumetopias jubatus* (Schreber, 1776). In *Handbook of marine mammals*. Volume 1 (Ridgway SH, Harrison RJ eds.):119-142. Academic Press, New York.
- 竹中健. 1999. シマフクロウ. しれとこライブラリー①知床の鳥類:78-125. 北海道新聞社.
- 特定非営利活動法人 北の海の動物センター. 2002. 「北方四島・択捉島生態系専門家交流」訪問の記録. 44pp.
- 特定非営利活動法人 北の海の動物センター. 2003. 「北方四島・国後島生態系専門家交流」訪問の記録. 118pp.



Due to the territorial issue between Japan and Russia after World War II, the Northern Territories and their surrounding waters had been “the last frontier” for about half a century, where even researchers could not enter. However, in 1999, various kinds of academics and researchers became able to visit each other's countries without a visa, via participation in the “visa-free exchange program” aimed at Japanese and Russian nationals. Therefore, it became possible to conduct those research which had been continuing issues for a long time.

Since 1999, the Non-Profit Governmental Organization Marine Wildlife Center of Japan has been utilizing this “visa-free exchange program for academics” to conduct an high precision surveys on whales, marine mammals (sea lions, seals and sea otters), seabirds and the marine environment in the waters around the Northern Territories, in collaboration with academics from the region. In 2001, the first stage of the maritime research was completed, and in 2002 and 2003, research on the fauna and flora of Etorofu and Kunashiri Islands was conducted in addition to this maritime research. The results of these researches showed that there is a high density of natural oviposition of salmonids (river fish) which bring extensive amounts of biomass onto dry land, and this leads to the high population density and large body size of brown bears which feed on these salmonids. Hence it is being revealed that a primitive, “intact” ecosystem is maintained not only in the sea but also on dry land, and that there are close links between these two ecosystems.

However, due to the expansion of human activities, mine development and rampant poaching, the surrounding circumstances of the Northern Territories are changing. There is an urgent need for a vision for preserving the Northern Territories to be prepared, with the creation of an evidence-based preservation plan.

# えびの高原におけるシカの行動様式の変化について — 餌付けがシカに与える影響 —

えびのシカリサーチグループ  
遠藤 晃・土肥昭夫・井上 渚

Activity pattern and home range of sika deer (*Cervus nippon*)  
in Ebino Plateau, Kirishima.

-Effects of feeding on sika deer by tourists-

Ebino Deer Research Group  
Akira Endo, Teruo Doi and Nagisa Inoue

霧島屋久国立公園の北部に位置するえびの高原において、餌付けがシカの行動様式に与える影響を明らかにした。

2002年10月～2003年9月に、直接観察により、シカの行動内容、シカの行動範囲、餌付けの頻度・内訳を明らかにし、聞き取り調査により「おねだりジカ」出現のプロセスを辿った。その結果、高原中央部には4つのメスグループが確認され、各々「緑化地域」と「おねだりスポット」を含む、比較的狭い範囲を一年を通して行動圏としていた。また、「おねだり」とそれに纏わる「見る」行動が多く、人と接する機会の少ない成獣オスにも「おねだり」が観察された。一方、シカに餌を与える人は2割程度で、70%がスナック菓子で量的には少ないものの、大量の果物や野菜、パンを持参して与える人も見られた。

聞き取り調査の結果、「おねだりジカ」はホテル等の餌付け個体を起源とし、この5～6年の間に急速に拡大した可能性が非常に高いことが明らかになった。

## 1. はじめに

霧島屋久国立公園の北部に位置するえびの高原では、近年シカが個体数を著しく増加させ、ノリウツギ、イヌツゲ、天然記念物ノカイドウなどの自然植生への食害が深刻な問題となっている。他地域と同様、人工造林地や牧草地からの餌供給がシカの個体数増加につながったと考えられるが、えびの高原の特殊性として、観光施設や観光客などによる餌付けが、シカの集中を引き起こす一因となっている可能性が考えられる。高原内には、

シカに餌を与えることを禁じた看板が随所に立てられてはいるものの、観光資源として観光施設が餌付けを続けたり、可愛さ故にシカに餌を与える観光客は後を絶たず、予備調査の段階で与えられた食物は、せんべい、チョコレート、果物と多岐にわたり、中には「地鶏の炭火焼き」を与える者もいた。餌付け問題は「野生動物に食物を与えること」は良いこと、という認識・自然観から生じており、その解決には「野生動物との適切な関わり方」に関する啓蒙・普及活動の徹底が不可欠と

なる。

また、宮崎県が自然環境研究センターに委託した鳥獣保護管理対策調査の報告書は、管理計画案として、自然植生の保護のためにえびの公園内のシカ生息密度を低下させることが望ましいことを挙げている。シカの数減らすことは、対処療法的な効果は期待できるものの、根本的な問題解決のためには、単に数だけでなく、個体の質(餌付け個体が食害を引き起こしている可能性など)も十分に検討されなければならない。現時点で、えびの高原のシカの行動様式に関する詳細なデータは得られておらず、特に餌付けの影響に関して、その解明が急がれる。

本研究では、えびの高原のシカの行動様式を明らかにし、餌付けの影響を示すことで、その問題を明確にし、「野生動物との関わり方」に関する啓蒙・普及活動の礎を築くこと。また、シカの保護管理対策について、関係諸機関に対して「対処療法的な数合わせではなく、個体の行動様式にも配慮し、生息環境の管理も含めた管理計画の立案」を施すよう、適切な提言を与えるための資料とすることを目的とした。

## 2. 調査地

えびの高原は標高1,200m、霧島屋久国立公園の北部、宮崎県と鹿児島県の県境に位置し、年間200万人を越える観光客が訪れる。近年、ノリウツギやイヌツゲ、ヤマウルシ、そして天然記念物ノカイドウがシカの食害により激減している。調査地は落葉広葉樹林帯に位置するが、遷移途中のアカツクミ林やススキ草原、下層にミヤコザサなどが発達したモミ・ツガ林もみられる。また、ミヤマキリシマやノカイドウ群落等もみられる。

## 3. 方法

### (1) シカの行動内容

2002年10月と2003年3、6、9月に、10分毎のtime scan sampling(Altmann 1974)により、観察される全てのシカの性別、年齢、行動を記録した。全てのシカは性別・年齢により、オス成獣、オス亜成

獣、メス成獣、メス亜成獣、当歳仔に分類した。行動は、採食(F:Feeding)、警戒(W:watching)、歩行(WK:Walking)、休息・反芻(R:Rest/Ruminating)、毛繕い(G:Grooming)、観光客などにエサをねだる「おねだり行動(B:Begging)」、交尾期特有の行動(M:Mating)の7タイプに分類し、記録した。なお、「採食」は自然状態の餌植物を食べる場合とし、人為的な餌や与えられた餌を食べた場合は、「おねだり行動」とした。また、人為的影響を受けない野生個体群との比較という意味で、同様の調査を2002年10月に長崎県五島列島野崎島で実施した。

### (2) シカの行動範囲

2002年10月と2003年3、6、9月に、個体識別を行った個体を含むグループについて、focal animal sampling法(Altmann 1974)を用いて追跡し、地図上に10分ごとの位置を記録するとともに、移動ルートを追跡した。調査期間中のポイントやトレースを重ね合わせることで、シカの行動範囲を明らかにした。

### (3) 餌付けの頻度、内訳

餌付けの頻度を定量化するため、人間の側の調査も実施した。調査は、2003年3、6、9月に実施し、調査地内の定点1ヶ所に調査員を配置し、シカに何らかの興味を示し、接近した観光客の数と餌を与えた人数、与えられた餌の内訳と量について記録した。

### (4) 聞き取り調査

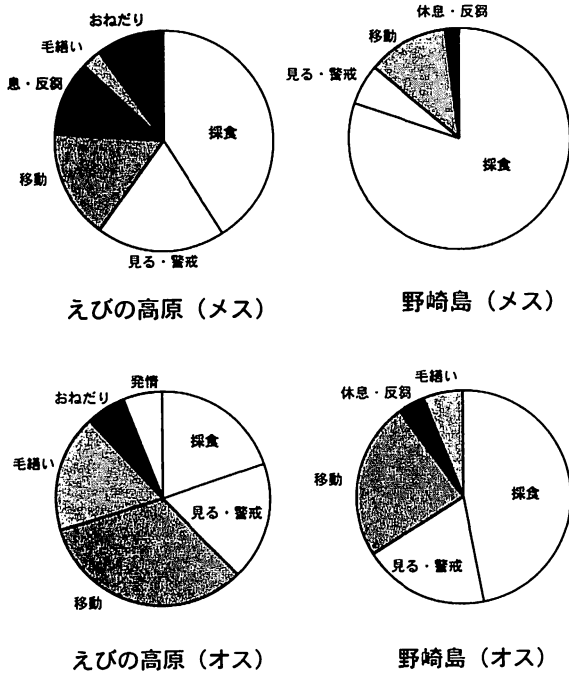
餌付けの問題への対策を考える上で、餌付け個体の起源および拡大のプロセスを解明することは重要な意味を持つ。えびの高原で、シカが頻繁に見られるようになったのはごく最近といわれている。シカが頻繁に見られるようになった時期を特定し、その要因を探るために、えびの高原に長く関わっている複数の人から聞き取りを行った。

#### 4. 結果

##### (1) シカの行動内容

観察の結果、一年のほとんどの時期、えびの高原の中心部ではオス成獣を見ることはほとんどなく、交尾期を迎える秋にだけ、大型のオス成獣を見かけるようになる。一方、メスジカは一年を通

して高原の中心部で生活をしている。地域間・雌雄間の比較のために、図1にえびの高原と野崎島における交尾期のメスジカとオスジカの行動内容を示した。グラフは、総観察例数に対する各行動の占める割合を示しているが、メスジカについては、えびの高原では「おねだり行動」が全行動の10%を占め、同時に「見る・警戒」行動が19%と、野崎島と比較して大きな割合を占めていた。また、野崎島ではほとんど観察されないグルーミング（毛繕い）行動も3%と割合は少ないものの観察された。その一方で、「採食」の割合は少なく、野崎島の半分程度の割合しかなかった。次に、オスジカについてみると、両地域とも、メスに比べて採食の割合が少なく、「移動」や「見る」行動の占める割合が大きかった。また、えびの高原では、大型のオス成獣でも「おねだり行動」が観察された。



##### (2) メスジカの行動範囲

えびの高原におけるメスジカの行動範囲の概略を図2に示した。行動範囲には大きな季節変化が見られなかったため、全てのデータを重ね合わせて示している。図をみると、えびの高原中央部には、国民宿舎周辺、給油所周辺、つつじヶ丘周辺、第二駐車場周辺を各々行動範囲とするEKグルー

図1 交尾期におけるニホンジカの行動内容

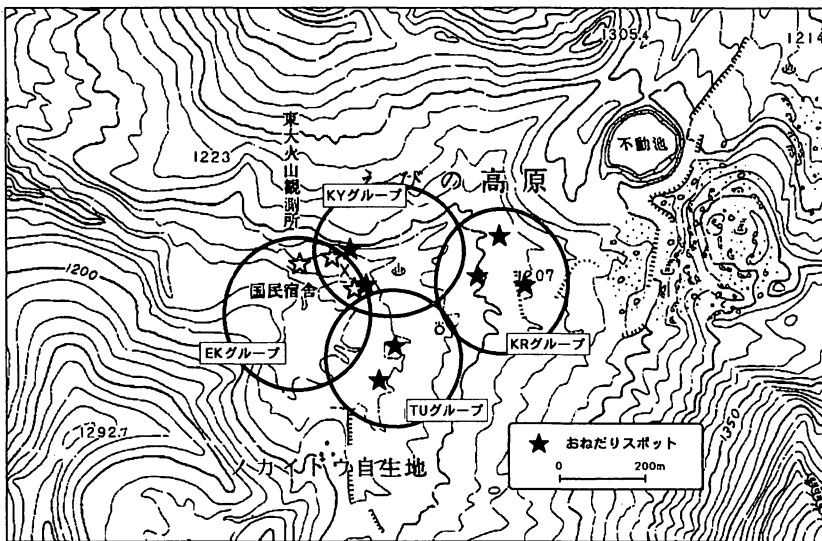


図2 メスグループの行動圏配置

プ、KYグループ、TUグループ、KRグループの4グループが確認できる。各グループの行動圏は10ha程度で、一年を通して、サイズ・配置とも安定しており、各行動圏の中に1~3カ所程度の「おねだりスポット」がみられた。この「おねだりスポット」は観光客から頻繁に餌をもらう場所で、県道沿いや駐車場近くに形成された。

### (3) 餌付けの頻度と内訳・量

のべ71時間の観察時間中、2,733人の観光客がシカに何らかの興味を示して接近し、このうち22.2%にあたる607人が餌を与えていた。他は、写真撮影、スケッチ、観察など、シカに餌を与えることはなかった。与えられた餌の内訳は、ポテトチップスなどのスナック菓子が70%と最も多く、次いでパン(17.4%)、果物(4.7%)、野菜(3.2%)の順に続き、ウルシなど樹木の葉をちぎって与える人も見られた。量的にみると、ほとんどのケースは、ポテトチップ5枚とかミカンの皮など少ないものであった。一方で、みかん20ヶとか食パン1斤、菓子パン10ヶとかポテトチップス4袋など、シカに餌を与えることが目的で来ていると思われる人も一部に見られた。また、菓子パンやスナック菓子をビニール袋のまま与える例も見られ、シカが袋ごと飲み込もうとする様子も見られた。

### (4) 聞き取り調査

調査中に出会った、えびの高原のシカを長く見てきた方々のコメントを以下に箇条書きした。

- ・えびの高原に関わり始めた7年前、シカは少なかった。
- ・15年くらい前には、高原周辺に14~15頭の群れがいただけ。
- ・ホテルのロビーで客のチェックアウトにあわせて10:00頃餌付けして見せていた。
- ・ホテル別館も同様の餌付けをやっていた。
- ・ホテルがなくなってからシカをよく見かけるようになった。
- ・ホテルの営業休止は5~6年前。
- ・宿泊施設の前管理人が積極的に餌付け。管理人が替わり、少し落ち着いた。
- ・えびの高原に関わり始めた7年前、シカは見え

なかった。

- ・現在、ふもとの畑から、商品価値のない人参ももってきてまく人がいる。
- ・えびの高原のシカは小さい。新湯温泉の方には大きなシカがいる。
- ・甕岳の方がえびの高原よりもシカが大きい。

## 5. 考察

シカに餌を与える人は、シカに興味を示し接近する人の2割程度と、想像していたよりも少ない結果であった。与えられた餌はスナックなど菓子類がほとんどを占め、自分達が食べかけのものをシカに与えたというケースがほとんどで、量的には僅かである。しかし、年間200万人もの観光客がえびの高原を訪れることに加え、一部には大量の果物や野菜、パン、お菓子を持参し、常習的に餌を与える人も見られることを考えると、餌付けがシカの行動に影響を及ぼしていることは十分に考えられる。また、奈良公園のシカでは、解剖された死亡個体の胃内からビニール類をはじめとする多量の異物が見つかり、異物による障害が死亡の原因と考えられる例も報告されている(西谷1975)。同様の問題がえびの高原で生じる可能性も十分にある。

矢部ら(2001)は、九州山地のメスジカの行動圏について、予備的な調査から30ha程度と報告し、その後、定住性の高い個体と小規模な移動をする個体が存在することを報告している(矢部・小泉2002)。

また、Endo & Doi(1996)は、長崎県五島列島野崎島のメスジカが、一年を通して同じ場所に5ha程度の小さな行動圏を持ち、定住性が非常に高いこと、同所的に行動圏を持つメスジカが複数存在し、いわゆるホームレンジングを形成していることを示し、その要因として、餌条件の良いシバ草地の存在をあげている。本研究から、えびの高原におけるメスジカの行動範囲は10ha程度と比較的小さく、年間を通してサイズ、配置とも安定していることが明らかになった。また、母仔を基本とした5~6頭の安定した小グループを形成

し、複数の小グループが同所的に出現し、ホームレンジグループを形成していることが明らかになった。大きなグループの維持には、個体間の親和性を保つ必要がある。個体同士がグルーミングする「アログルーミング」が、野崎島ではほとんど見られないのに対して、えびの高原では、頻度は高くないものの時折見られるのは、グループ内の親和性を増すためと捉えることができる。各グループの行動範囲の中には、駐車場や広場といった、シバなどの草本によって緑化された場所が目立ち、ここでのシカの滞在時間も長い。従って、一年を通して安定した小さな行動範囲を持つ要因の一つとして、草地がシカにとっての餌供給源となっていることが考えられる。もう一つの特徴として、行動範囲に県道や駐車場が必ず含まれている点が挙げられる。これは、各グループが複数ヶ所持っている「おねだりスポット」が、車の通行量の多い県道沿いや駐車場など、比較的駐車スペースが確保されやすく、観光客が足を止めやすい場所に形成されているためである。これらの場所は、最初の客が呼び水となり、次々と観光客が足を止めるため、シカは効率良く餌を「おねだり」することができる。このように、「緑化」と同様に、「おねだりスポット」の位置が各グループの行動範囲を決める重要な要因となっている。県道沿いにシカが集中することは、シカと車の衝突事故や違法駐車による交通渋滞など、新たな問題を引き起こしている。

次に、餌付けがシカの行動内容に与える影響についてみると、メスジカでは「おねだり」が全行動の10%を占めるといった直接的な影響がみられるだけでなく、接近する観光客や車の動向に常に気を配るために、警戒というよりむしろ「見る」行動が著しく増加している。誰かが餌を与えようとしたり、車が止まっただけでも、周囲のシカ達は速やかに集まってくる。また、スーパーの袋やスナック菓子の包装袋でカサカサと音を立てるだけでも、シカは一斉にこちらを注目する。野生のシカが人間と遭遇した時などに発する「ピヤッ」という警戒声が、えびの高原でほとんど聞かれな

いことから、人間に対する警戒心は著しく低下していると思われる。

オスジカについては、両地域とも共通して、メスに比べて採食の割合が低下し、「見る」や「移動」が増加しているが、これは、交尾期のオスジカが、発情したメスを探して動き回ること起因し、餌付けの影響は感じられない。ただし、交尾期にオスが、メスを求めてえびの高原中央部に出現することは、間接的にみれば、餌付けの影響を受けていると言うことができる。また、オスの行動で特筆すべきは、一年のほとんどの期間をえびの高原の周辺部で生活し、人間との接触が少ないはずの大型のオス成獣にも「おねだり行動」が見られる点である。このようなオスの由来は明らかにされていない。しかし、KRグループでは、通常2歳程度で母親から離れるはずのオスジカが、成長した後も母ジカ達と行動を共にし、観光客に「おねだり行動」をしており、この事実を考えると、「おねだり行動」を見せる大型のオスジカが、人慣れしたメスジカの家系である可能性は非常に高い。オスジカは、交尾期を迎えるにあたり角を木に擦りつけ、鋭く研ぐ習性を持っている。シカの方から角を振りかざして人に襲いかかる状況はまず考えられないが、予期せぬ事故は起こりうる。事実東北では、防鹿ネットにかかったオスジカを放逐しようとした人が、暴れるシカの角に過って刺され死亡する事故が起こっている。えびの高原に関して言えば、シカの習性として、下げた頭を不意に持ち上げる行動を頻繁にみせる。そこに、餌を与えている観光客の顔があれば、死に至るような大事故が起こる可能性は十分に考えられる。観察中にも、シカと一緒にスナップ写真を撮るために、小さな子供に餌を持たせ、オスジカへ近づける両親や祖父母の姿が目立ち、シカが不意に頭を上げる危険なシーンも頻繁に見受けられた。このオスジカを駆除すれば、問題が解決するというわけではない。「おねだり行動」をする各グループにはオスの幼獣も含まれており、第二の慣れオス、第三の慣れオスは確実に育っている。餌付けを止めない限りこの問題は解決しない。

人慣れシカの出現プロセスに関して注目されるのは、複数の人から「7年ほど前にはシカの姿を見ることは少なかった、もしくは無かった」、「ホテルがなくなってからシカを見るようになった」という情報が得られている点である。ホテルの営業休止が5～6年前という事実を考えあわせると、えびの高原で人慣れしたシカを頻繁に見かけるようになったのは、この5～6年と考えられ、ホテルや宿泊施設で餌付けされたシカが、現在の「人慣れシカ」の起源となり、急速に拡大した可能性が非常に高い。ホテルは既に営業を止め、建物は解体されたが、周辺を行動範囲とするTUグループには著しく人慣れしたシカが多く見られる。また、現在も営業を続ける宿泊施設では、今でも朝9～10時になると玄関前にシカが集まってくる。周辺を行動範囲とするKRグループのシカを追跡してみると、この時間になると、宿泊施設に向かって一目散に移動し、玄関前で宿泊客のチェックアウトを待ち、餌をねだり、1時間ほどして客がいなくなると、シカ達は県道沿いの「おねだりスポット」に移動する。過去の餌付けの記憶・習性が残っているためなのか、チェックアウトする宿泊客が餌を与えるためなのかは明確ではないが、宿泊施設による餌付けが控えられている現在でも、朝の出勤ともいえるこの習性は脈々と続いている。この点については、今後、DNAを用いた手法等を用いて「おねだりジカ」の血縁関係を明らかにすることで、「おねだりジカ」の起源と拡大の様子を解明していく予定である。

本研究により、断片的ではあるが、えびの高原におけるシカの行動に与える餌付けの影響に関する具体的なデータを提示することができた。また、断定することはできないが、高原中心部に集中して定住したメスグループが、ノカイドウなどの自然植生にダメージを与えている可能性が高いことも明らかになった。

今後も研究を継続することで、有用な情報を蓄積するとともに、関係諸機関と連携することで、「野生動物との関わり方に関する啓蒙・普及活動」、そして「適切なシカの保護管理対策の策定」が進むことを期待している。

#### 参考文献

- Endo, A. and T. Doi. 1996. Home range of female sika deer *Cervus nippon* on Nozaki Island, the Goto Archipelago, Japan. *Mammal Study*, 21(1):27-35.
- 西谷康信. 1974. 奈良公園における鹿の胃内異物調査(特にビニールを主として). 昭和49年度天然記念物「奈良のシカ」調査報告, 春日顕彰会:49-56.
- 矢部恒晶・小泉透・遠藤晃・関伸一・三浦由洋. 2001. 九州中央山地におけるニホンジカのホームレンジ. *日林九支研論文集*, 54:131-132.
- 矢部恒晶・小泉透. 2002. 九州中央山地におけるニホンジカの移動性. *日本哺乳類学会2002年度大会講演要旨集*:199.

We investigated the activity pattern and home range of sika deer, from Oct. 2002 to Sep. 2003, and revealed the effects of feeding by tourists on sika deer in Ebino Plateau, Miyazaki prefecture. We found 4 female groups in the study area. Each female group occupied small home range, including both the green and some 'begging spots', and stayed there over the entire year. Home ranges of female groups spaced out exclusively. About 20% of tourists who approached deer gave food to deer, and 70% of them gave a small amount of confectioneries, such as chipped potatoes, pies, rice crackers and popcorn. Some of tourists, however, brought food (vegetables, fruit and bread) in considerable quantities, and seemed to be visiting Ebino Plateau for the purpose of feeding on deer. While female deer in Nozaki spent most of their time in 'feeding', females in Ebino reduced their 'feeding' time, and watched for the chance to get feeding and begged tourists for food. An adult male also begged tourists for food, although he didn't appear in the study area except for the rutting season. This 'begging' male seems to be a descendant of a tame female deer in the study area. Several information suggest that the begging deer trace their ancestry back to the feeding deer at the hotel, and increase dramatically in this 6 years, in Ebino Plateau.



## 在来マルハナバチ類保護のための セイヨウオオマルハナバチの野生化状況の評価と駆除方法の開発(2)

セイヨウオオマルハナバチ野生化問題研究グループ

横山 潤<sup>1)</sup>・松村千鶴<sup>2)</sup>・中島真紀<sup>2)</sup>・杉浦直人<sup>3)</sup>・松本雅道<sup>4)</sup>・  
加藤 真<sup>5)</sup>・鈴木和雄<sup>6)</sup>・鷺谷いづみ<sup>2)</sup>

Evaluation of present status on naturalization of introduced bumblebee, *Bombus terrestris*, and development of extermination procedure against the species for conservation of native bumblebee species (2)

Study Group for Naturalization of *Bombus terrestris*

Jun Yokoyama, Chizuru Matsumura, Maki Nakajima, Naoto Sugiura, Masamichi Matsumoto,  
Makoto Kato, Kazuo Suzuki and Izumi Washitani

本研究は昨年度に続いて、在来の送粉共生系に深刻な影響を与える可能性があるセイヨウオオマルハナバチの野生化状況と生態的特性を明らかにし、その成果を駆除活動に応用することを目的とした。野外調査の結果、北海道など4道県から1,900頭以上のセイヨウオオマルハナバチが採集された。今年度は春の創始女王数が昨年6倍以上に達し、野生化の範囲も拡大しており、自然巣も8個発見された。一方、継続調査を行っている門別町では、春の女王の捕獲数が昨年10倍以上であったのに対し、それ以降の捕獲数は昨年並みであった。また平取町では、ハウスのネット展張により昨年に比べて5~7月に野外で採集された個体数が激減した。本年度の活動により、セイヨウオオマルハナバチの野生化個体群の駆除には、創始女王と自然巣の駆除を行うことが特に重要であることが示された。また、野生化の進行をくい止めるためにハウスでのネット展張を他地域でも呼びかけることが重要である。

### 1. はじめに

マルハナバチ類は、主に北半球に分布する大型の社会性ハナバチであり、日本国内には3種6亜種の固有分類群を含む15種6亜種が知られている(伊藤 1991、鷺谷他 1997)。サクラソウなどの絶滅危惧種を含む数多くの植物の受粉に不可欠であり、自身の固有性だけでなく、様々な植物の繁殖を

司る生物として自然保護上きわめて重要である。マルハナバチ類は、コロニーを蜜と花粉だけで維持するため、春から秋までの間、絶え間なく花が利用できる環境がないと生活できない。従って、マルハナバチ類の分布は植物相の豊かさに大きく左右され、環境の状態をモニターする指標生物としても卓越した性質を備えている。

1) 東北大学大学院生命科学研究所

3) 熊本大学理学部環境理学科

5) 京都大学大学院人間環境学研究所

2) 東京大学大学院農学生命科学研究科

4) 九州大学大学院生物資源環境学府

6) 徳島大学総合科学部自然システム学科

しかし近年、農業用の授粉昆虫として利用されているヨーロッパ原産のセイヨウオオマルハナバチ *Bombus terrestris*(L.)が、在来マルハナバチ類の存在を脅かす外来種として問題視されている。本種は1992年の本格的な導入開始以降、主にハウス栽培トマトの授粉昆虫として全国で利用され、現在では年間約6万コロニーが輸入されていると推定されている(五箇 2003)。増殖力がきわめて高い本種は、花資源や営巣場所を巡る競争力が強く、しかも授粉せずに蜜だけ盗む行動をとることが知られており、野生化によって在来マルハナバチ類とそれに依存する植物の両方の生存に深刻な影響を与える可能性が懸念されていた(加藤 1993, 鷲谷・森本 1993)。その懸念は1996年の自然巣の発見で現実のものとなり(保全生態学研究会 1997)、野外での観察・採集例は年々増加している。最も観察例が多い北海道門別町・平取町では、毎年春に多数の女王が観察されており、2002年には国内で3例目となる自然巣も発見され、既に野生化を遂げていると判断せざるをえない状態にある。このまま野生化が進行すると、在来のマルハナバチ類と植物両方の衰退という取り返しのつかない状況を招くおそれがあり、早急な対応が望まれる。

そこで本研究では、昨年に引き続き日本各地での調査をもとにセイヨウオオマルハナバチの野生化状況を把握し、野外での生態的特性を明らかにするとともに、それらの成果を応用して、北海道門別町・平取町・鶴川町を中心に実際の駆除活動を展開し、効果的な駆除方法を立案することを目的とした。

## 2. 調査地と調査方法

(1) 北海道：調査は沙流郡平取町(主に南部)、門別町(主に富川地区)、および勇払郡鶴川町(主に田浦地区)において行った。平取町では、沙流川によって形成された扇状地で水田・畑作が営まれており、10年ほど前から温室栽培トマトの受粉にセイヨウオオマルハナバチが使用されている。2002年までは、温室ではセイヨウオオマルハナバチが逸出防止策が徹底されないままに使用されて

おり、逸出は日常的に起きていた。門別町富川地区は沙流川河口に開けた緑の多い市街地である。トマト温室が林立する平取町南部からおよそ5~6km離れている。鶴川町田浦地区は入鹿別川の南東に広がる水田および畑作地帯で、平取町南部からおよそ10km離れている。調査に際してはあらかじめ調査範囲全体をまわって、マルハナバチ類の訪花が最も効率よく観察できる植物種が集中している場所をリストアップし、適宜巡回して効率よく捕獲できるように配慮した。

(2) 静岡県：引佐郡細江町はミカンや花卉の栽培が盛んな地域で、傾斜地にはミカン畑が広く造成され、またヒノキ・スギの人工林と広葉樹林からなる里山の環境も残っている。調査は過去2年間継続してセイヨウオオマルハナバチが確認されている小野地区(松本 2001)を重点的に行った。この地域ではメロンの受粉用にセイヨウオオマルハナバチを利用しているようである。

(3) 熊本県：主な調査地は、玉名郡横島町内の①トマト栽培用ハウス周辺、②菅原神社とその周辺、③山の上展望公園、および玉名市大栄にある④二分岐した道路の内側に作られた花壇である。②の調査地から最も近いトマト栽培用ハウスまでの距離は400m、④の調査地では、その最短距離がおよそ35mであった。調査地とした一帯は、有明海を埋めたた造成地であるため、訪花昆虫相、植物相とも非常に貧弱である。ある程度まとまった開花量の見られる植物種は、そのほとんどが外来植物あるいは園芸植物である。

(4) その他：ハウストマト栽培が行われ、野外でのセイヨウオオマルハナバチの目撃情報が得られた地域(北海道静内町・旭川市・鷹栖町・東川町・東神楽町、福島県新地町・原町市)についても、各1~数回の調査を行った。

各地での調査は、ハチの活動に支障のない晴天から薄曇りの日に行った。北海道では2003年5月から9月まで計6回、静岡では2003年4月に1回、熊本では2002年10月から2003年9月まで毎月1回の計13回実施した。調査地で観察されたセイヨウオオマルハナバチは、可能な限り捕獲し、採集日時、

カーストの別、行動、訪花植物の種類、個体の状態等を記録した。また、北海道では門別町富川地区の2軒の住民の方々にご協力いただき、2003年4月から9月まで庭や畑等で目撃、ないし捕獲したセイヨウオオマルハナバチの情報および標本を提供していただいた。鶴川町では厚真町鹿沼地区および鶴川町田浦地区の3件の住民の方の所有する私有地で観察をさせていただいた。

### 3. 結果

#### (1) セイヨウオオマルハナバチの野生化状況と捕獲数の月別推移

野外調査の結果、調査を行った4道県13市町からセイヨウオオマルハナバチが得られ、本研究で野外で採集されたセイヨウオオマルハナバチは、総数にして1,969頭に達した。各地での捕獲頭数を表1に示す。北海道門別町・平取町および鶴川町からの記録が大半を占め、2003年4月から9月までに1,828頭のセイヨウオオマルハナバチが捕獲された。この中には多数の繁殖個体が含まれており(女王35.8%、雄19.9%)、特に今年度は春に大量の女王が採集されたことが顕著である。上記3町で捕獲された女王数は654頭に達し、昨年の捕獲数の実に6.5倍にふくれあがっている。門別・平取町をみの集計でも昨年の3倍近い数となっており、野生化個体群が急速に増加している様子がうかがえる。熊本では103頭が採集され、働き蜂と雄が多く、特に雄は過半数を占めている。静岡で得られた個体は1頭のみであったが、今回の調査によ

表1 本研究で捕獲したセイヨウオオマルハナバチの個体数

	女王	働き蜂	雄	計
北海道門別町	244	339	107	690
北海道平取町	46	38	42	126
北海道鶴川町	364	433	215	1012
北海道静内町	0	1	0	1
北海道旭川市他*	1	4	29	34
福島県新地町	0	1	0	1
福島県原町市	0	1	0	1
静岡県細江町	0	0	1	1
熊本県玉名市・横島町	2	42	59	103
計	657	859	453	1969

\*: 旭川市・東川町・鷹栖町・東神楽町

り3年続けてこの地区でセイヨウオオマルハナバチが確認されたことになり、今後も継続して観察する必要がある。このほか、北海道旭川市・鷹栖町・東川町・東神楽町で34頭のセイヨウオオマルハナバチが捕獲された。この地域で得られた個体は雄が多く、ハウスで使用されているコロニーから大量の雄が放出されていると推定され、新たな定着域となっている可能性も高い。

本研究で多数の個体が捕獲された北海道門別・平取・鶴川町と、熊本県玉名市・横島町での、月別の捕獲数推移を図1および図2に示す。北海道で

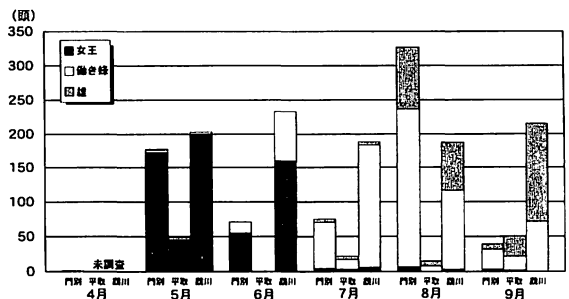


図1 北海道門別・平取町・鶴川町における月別捕獲数の推移

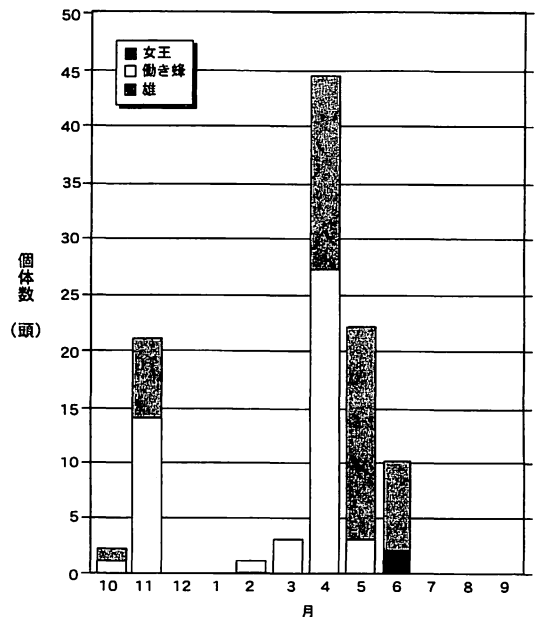


図2 熊本県玉名市・横島町における月別捕獲数の推移

は昨年と異なり、春の女王の捕獲数が突出していることが顕著である。また、昨年に比べて、各町間の個体数の月別推移に顕著な差が無くなっている。これは今年より平取町でハウスでのネット展張が行われるようになったため、ハウスからの逸出個体が著しく減少したことに起因する。春の女王数が多いことを除けば、各地域の出現パターンは定性的には昨年の門別町富川地区のものと同様であり、野生化個体群の生活史パターンが経年的に安定して生起していることを示していると考えられる。一方熊本県玉名市・横島町では、捕獲数のピークは4～5月にあり、ハウス内でトマトが開花している期間に一致する。調査地一帯が干拓地で植物相が乏しいことを考えると、本調査地で得られた捕獲個体は、ハウスからの逸出個体であると考えるのが妥当である。ただし、昨年同様厳冬の2月でも野外での活動個体が観察された点は、本種の低温期の活動能力の高さを示している。

なお北海道と熊本県では、交尾相手の新女王を探索する目的の雄のバトロール飛行が観察された。このような行動が観察されたことは、野外で実際に雄が繁殖活動を行っていることを示唆しており、野外での女王の観察とともに注目値する。

## (2) 鵜川町におけるセイヨウオオマルハナバチの野生巣の発見

本研究の野外調査の結果、鵜川町から8個の自然巣が発見された。1996年から2002年までに北海道で発見された巣の総数が2個であることを考慮すると、1年でこれだけの数の巣が発見されることは特筆すべきであり、野生化が急速に進行していることを示している。いずれの自然巣も、河川敷や土手、水田・畑地にある用水路の法面や畦で発見された。このような環境にあるネズミ類の古巣に地中性の巣をつくる点で、在来マルハナバチ類の中では特にエゾオオマルハナバチが同様の営巣環境を利用する傾向があることも明らかとなった。

掘り出して調査を行った4巣の規模は、繭数にして約90～400、掘り出し時の総生存個体数にして約300～900と、在来マルハナバチ類と比べても

大きく発達しており(伊藤 1991、松浦 1995)、1巣当たり平均100頭以上の新女王を生産していた(表2)。これに対し今年調査期間中に発見された在来マルハナバチ類の巣の新女王生産数はいずれも40頭に満たず、この差がセイヨウオオマルハナバチの急速な増加につながっているものと考えられる。

表2 本研究で発見されたセイヨウオオマルハナバチの自然巣の規模と、在来マルハナバチ類の巣との比較

種	巣コード	繭数	総個体数	新女王生産数
セイヨウオオマルハナバチ	Bt-4	89	334	0
	Bt-5	321	708	108
	Bt-6	403	911	103
	Bt-10	282	383	78
エゾオオマルハナバチ	Bhs-4			36
エゾトラマルハナバチ	Bdt-2			25
ニセハイイロマルハナバチ	Bp-4	180		19
	Bp-5	376		20

空巣は未調査

## (3) セイヨウオオマルハナバチの花資源利用

本研究でセイヨウオオマルハナバチの訪花を観察された植物は21科63種に達し、このうち43種が本研究で新たに国内での訪花が確認された種である。在来植物の野外個体群への訪花が観察された例が増えており、昨年は6種であったそのような事例が、今年は15種に達している。わけても北海道でセイヨウオオマルハナバチの訪花が観察されたカタクリ、エゾエンゴサク、オオヤマザクラ、サクラソウ、エゾノコリンゴなどは、在来マルハナバチ類の重要な資源植物であり、これまで以上に花資源を巡る競合が深刻化することが懸念される。また、ツユクサ、イヌホオズキ、オオバコなど、在来マルハナバチ類の訪花がほとんど見られない花資源の利用が観察され、本種の花に対する高い適応能力を伺わせる。

## (4) 北海道門別・平取町における2年間のセイヨウオオマルハナバチ捕獲数の推移

2年間継続して調査を行った北海道門別・平取町でのデータを基に、セイヨウオオマルハナバチの捕獲数がどのように推移しているのかを比較した(図3)。門別町では春の女王発生数が急増したが、7月の捕獲数はむしろ昨年より減少し、最も

捕獲数の多かった8月も昨年同様のレベルにとどまった。一方、平取町ではやはり春に捕獲された女王の数は昨年に比べて多かったが、5~7月の捕獲数は激減している。しかしこれは、前述の通り平取町で今年度よりトマトハウスでのネット展張が行われるようになったことに因る部分が大い。

#### 4. 考察

##### (1) セイヨウオオマルハナバチ野生化個体群の分布拡大と大量発生

本年の観察事例の中で最も顕著であったのは、周辺にトマトハウス群がほとんどなく、セイヨウオオマルハナバチの大量利用が行われている場所から離れた位置にある北海道鶴川町での、野外での大量発生が観察されたことである。平取町と鶴

川町を結ぶルートでの調査も行ったが、セイヨウオオマルハナバチを発見することはできなかった。このことは、セイヨウオオマルハナバチの分布拡大は連続的に漸次生じるだけではなく、創始個体(群)が移住することで跳躍的にも生じることを示している。鶴川町では過去7年間に発見された巣の4倍の数の野生巣が見つかり、営巣に好適な環境であったことを伺わせる。従って環境条件がそろえば、このような跳躍的な分布拡大は今後も各地で起こりうる。

このような分布拡大様式に対応するためには、あらかじめ野生化地域周辺の生育適地を調べ、定期的なモニタリングを行う必要がある。本研究で多数の自然巣が発見されたことで、営巣可能な環境についてはある程度の予想ができる。花資源利用についても情報が集積しているので、このような知見を応用し、モニタリングの効率化を図ることが可能であろう。

このような跳躍的な分布拡大が生じたことと、春に発生する女王の数が劇的に増加したことは無関係ではなく、更にその女王の急増は、一つのコロニーが放出する新女王数が在来マルハナバチに比べて多いことと切り離せない関係がある。現状では仮に現段階での営巣数が在来マルハナバチ類に比べて少なくとも、その年に放出される女王数はそれらを凌駕する可能性がある。しかも昨年度の調査から、セイヨウオオマルハナバチは北海道に生育する在来マルハナバチ類のいずれの種よりも女王の活動開始が早いことがわかっており、個体数が一定の水準以上になると、急速に在来マルハナバチ類の営巣場所を占拠してしまうと考えられる。更に、セイヨウオオマルハナバチは原産地では近縁種の創始初期の巣を乗っ取ることがあることが知られており(Goulson 2003)、このような性質も自然巣の今後の増加に拍車をかけるものと思われる。今年の状況から、セイヨウオオマルハナバチの野生化個体群は今や指数関数的に増加する時期にさしかかっていると考えられ、野外での増加と定着域の拡大をくい止めるためには、広範囲に渡る継続的なモニタリングと駆除活動を行わ

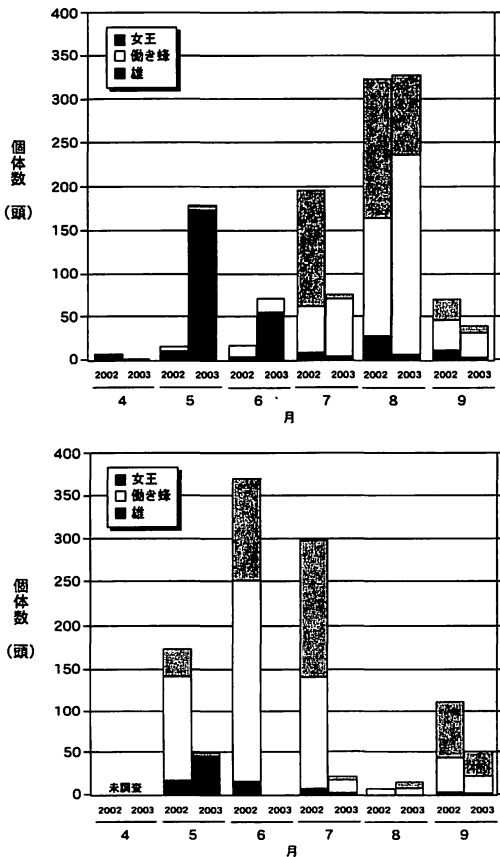


図3 北海道門別・平取町における2002、2003年のセイヨウオオマルハナバチ捕獲数の比較

なければならない。

## (2) セイヨウオオマルハナバチと在来マルハナバチ類の花資源を巡る競合関係

今年度セイヨウオオマルハナバチの訪花が確認された植物の中で、約68%が本種の訪花を初めて記録した植物であることは、訪花の可能性のある植物種を枚挙するために集中的にこれまで観察例のない植物種での観察を行ったことを割り引いても、特に注意すべき点であると考ええる。今年度は特に女王の大量発生と対応するように、春の林床植物や在来樹木への訪花が確認され、これまでの外来植物主体の訪花パターンよりも更に在来マルハナバチ類の利用する資源を浸食する可能性が懸念される結果となった。カタクリ、エゾエンゴサク、オオヤマザクラはエゾコマルハナバチ、エゾオオマルハナバチをはじめとする各種の在来マルハナバチ類の創始女王にとって重要な花資源となっており、これらの植物へのセイヨウオオマルハナバチの訪花が観察されたことは、巢の創設の最も重要な時期に花資源を巡る競争が起こる可能性を示唆している。今後は野外における競合関係について、駆除を行いながら直接的なデータを集積していく必要がある。

## (3) 北海道門別・平取町における2年間のセイヨウオオマルハナバチ捕獲数の変化

門別・平取町での2年間の捕獲データを比較すると、いずれの地域でも今年度の女王捕獲数が多いことがわかる。特に門別町では春の女王の捕獲数は実に10倍以上にふくれあがっている。しかし最終的な捕獲数はそれほど差がなく、2年間を通じて最も捕獲頭数の多かった8月の捕獲数にも春の女王数から予測されるような開きは見られない。沙流川の河川敷や周辺の耕作地の状況を鷓川町での観察結果にてらして考えると、潜在的な営巣環境が十分に存在し、門別町内に多数の女王が営巣可能な環境がなかったとは考えにくい。捕獲努力が均一ではないので一概に捕獲数のみの比較はできないが、このことは春の女王の捕獲に努めれば、野外での個体数の増加を押さえられることを示していると考えられる。

平取町での捕獲努力は昨年に比べて明らかに小さいが、それでも今年度は昨年のように5～7月にかけて大量の働き蜂と雄が捕獲されるという状況は見られなかった。今年度平取町で捕獲されたセイヨウオオマルハナバチの個体数の性別・カースト別の推移は、門別町のそれと定性的に類似しており、これらのことはネット展張によってハウスで使用されている個体の逸出がきわめて少なくなったことと、今年度観察された個体はほぼ純粋に野生化個体群に由来するものであることを示している。ネット展張は、更なる野生化個体の素地となる繁殖個体の放出を防ぐだけではなく、働き蜂の逸出による花資源をめぐる競合の低減にも効果があると考えられ、今年度の調査からその効果の一端が示されたことは、今後このような施策の必要性を訴える上で重要である。

## 5. 今後の展開

自然環境の人為的改変が進む中、セイヨウオオマルハナバチの野生化は、外来植物の増殖を助長し、在来マルハナバチ類の利用可能な資源を浸食することで、在来の植物、マルハナバチ類両方を衰退に導きかねない。外来植物が各地に多数生育している現在の日本は、セイヨウオオマルハナバチが定着可能な素地が各地に醸成されており、事実鷓川町で観察された野生化地域のような耕作地は、全国に広範囲にわたって存在している。現在の野生化範囲を中心に、営巣・生育適地と考えられる耕作地をリストアップし、重点的にモニタリングを行う必要がある。花資源として利用可能な植物種も在来植物種を中心に増加しており、一般的にはマルハナバチ類が利用しない資源をも利用可能であることが本研究から示されたので、生育適地の判定に当たっては、これまで花資源植物として報告のない植物種も候補に入れて検討することも必要であろう。

効果的な逸出防止策が講じられていない状態でセイヨウオオマルハナバチが利用される限り、本種の野生化に歯止めはかからない。使用に際してはネットを張るなどの逸出防止に有効な方策を必

ず実施し、本種の野生化個体群をこれ以上増やさない努力が必要である。実際に今年の平取町における調査から、ネット展張によってハウスから放出されるセイヨウオオマルハナバチが大きく減少することがわかった。このような施策が全国的に行われれば、本種の駆除を効果的に展開することが可能となる。このような施策の必要性を周知する活動を展開することも肝要であろう。

その上で実際の駆除活動として、(1)春の創始女王の捕獲、(2)コロニー創始後の巣の発見と駆除、の2点を中心に行うことが効果的であると考えられる。特に(1)に関しては、本年の調査からも一定の効果が認められ、また(2)についても新女王の発生源を一網打尽にできる点で、極めて効果的な駆除方法である。今後この2点をねらって、大規模な駆除活動を行うことができれば、野生化個体群を縮小させることが可能となるであろう。現在よりも多くの人に参加できる駆除活動を行うための情報ネットワークと一連の行動マニュアルの整備が、この後の駆除活動を行う上での急務である。また、駆除活動のベースとなる在来マルハナバチ類をめぐる生物同士のつながりの重要性について、更なる啓蒙活動を行うことも今後の重要な課題である。

## 引用文献

- 伊藤誠夫. 1991. 日本産マルハナバチ分類・生態・分布. ベルンド・ハイネリッチ(井上民二監訳), マルハナバチの経済学:258-292. 文一総合出版, 東京.
- 加藤真. 1993. セイヨウオオマルハナバチの導入による日本の送粉生態系への影響. ミツバチ科学14:110-114.
- 五箇公一. 2003. マルハナバチ商品化を巡る生態学の問題のこれまでとこれから. 植物防疫57:452-456.
- 保全生態学研究会. 1997. マルハナバチの一斉調査について/セイヨウオオマルハナバチ帰化問題に関するインターネットを使った情報収集. 保全生態学研究2:36-41.
- 松浦誠. 1995. 図説・社会性カリバチの生態と進化. 北海道大学図書刊行会, 札幌.
- 松本雅道. 2001. マルハナバチ一斉調査中に静岡県でセイヨウオオマルハナバチを発見. 保全生態学研究6:85-86.
- 鷲谷いづみ・鈴木和雄・加藤真・小野正人. 1997. マルハナバチ・ハンドブック. 文一総合出版, 東京.
- 鷲谷いづみ・森本信生. 1993. 日本の帰化生物. 保育社, 東京.
- Goulson, D. 2003. Bumblebees, Behaviour and Ecology. Oxford University Press, Oxford.

The recent naturalization of introduced bumblebee, *Bombus terrestris*, in Japan is expected to give strong impact on native plant-pollinator interactions. In this study, we investigate the present status of naturalization of *B. terrestris* and the ecological features of the species. We also try to develop the extermination procedure of *B. terrestris* based on the ecological information obtained in this study. We collected more than 1,900 individuals of *B. terrestris* in the field from 13 localities belonging to 4 prefectures, involving 6 new records. Especially in Hokkaido, more than 1,800 individuals were obtained. Mass infestation of queens was observed in Hokkaido and individuals collected in 2003 were about 6 times more than those in 2002. 8 natural colonies of *B. terrestris* were found from Mukawa, Hokkaido. Numbers of individuals collected from Monbetsu in 2003 were about the same as those in 2002 though queens observed in the area increased more than 10 times. Bees collected from May to July in Biratori decreased because of extensive implementation of net extension on greenhouses. We propose following measures to exterminate naturalized populations on *B. terrestris*: (1) exhaustive collections of queens emerging from hibernation, (2) destroying natural colonies of *B. terrestris*. Publicizing the implementation of net extension is also important to prevent the release of *B. terrestris* into the field.



# 島原半島における淡水紅藻オキチモズクの保全と遺伝子解析

オキチモズク保全研究グループ

飯間雅文<sup>1)</sup>・渡辺博光・碓井利明<sup>2)</sup>・羽生田岳昭<sup>3)</sup>

Conservation and molecular genetic analysis of a freshwater red alga  
*Nemalionopsis tortuosa* in Shimabara Peninsula

Conservation Study group of *Nemalionopsis tortuosa*  
Masafumi Iima, Hiromitsu Watanabe, Toshiaki Usui and Takeaki Hanyuda

本研究は、わが国固有の絶滅危惧種淡水紅藻オキチモズクを、室内培養による増殖藻体の天然河川散布による絶滅河川での生育個体群復元、長崎県および他県の各生育個体群の遺伝子解析比較で日本産オキチモズク集団間の遺伝的変異を明らかにすることを目的とした。これまでの室内培養研究から得られている低光量(500Lux以下)低温(15℃)の至適培養条件下で、長崎県島原半島の生育河川採取の天然藻体より胞子を分離し、その発芽体を長崎大学と国見高校の2カ所の培養庫で増殖させ、川出し試験を2002年11月から翌年4月にかけて行った。しかし培養藻体はひ弱であり、天然河川に川出ししてもすぐに基質から流出してしまうことがほとんどで、わずかに1断片にのみ2003年4月に直立体生育が確認された。また研究助成期間半年延長に伴い、2シーズン目の川出し試験結果も2004年3月に確認したが、やはり前年同様ほとんど全ての糸状体が、流出してしまった。一方天然藻体移植試験は、不織布袋に入れて流出しないようにしたところ、いずれも2~3ヶ月間ほどの生育が確認された。一方遺伝子解析試験の結果から計10産地のオキチモズク*rbcL*遺伝子の塩基配列は、ほぼ4タイプに分けられたが、タイプ間の遺伝的変異は非常にわずかであった。

1年半の研究期間では残念ながら個体群復元ができなかったが、今後毎年同様の作業を繰り返し、さらに周辺自然環境の保全など地域の自然保護意識も高める必要があると考えられる。

## 1. 研究の背景および目的

紅藻類は陸上に植物が進出した約4億年のさらに数億年前の太古より地球上に存在していたと考えられる。絶滅危惧植物の保全研究の試みは、陸上植物および水生植物(水草)ではこれまで多く行われ、藻類でも緑藻綱マリモヤ車軸藻綱シャジクモ・フラスコモなどで行われているものの、紅藻類ではほとんど行われていない。

淡水紅藻オキチモズク*Nemalionopsis tortuosa* Yoneda et Yagi(チスジノリ科)(図1-5)は、八木・米田(1940)により愛媛県お吉泉産藻体が新種記載されたが、それ以前にチスジノリとして報告されていた長崎県国見町土黒川産淡水紅藻もオキチモズクであることが判明した(山田 1943)。

その後、新種記載地愛媛県お吉泉では絶滅し、現在では、長崎県島原半島北部および福岡県、熊

1) 長崎大学環境科学部(長崎市文教町1-14)

2) 長崎県立国見高等学校(長崎県南高来郡国見町)

3) 筑波大学生命・情報等教育研究支援室(つくば市天王台1-1-1)

本県、鹿児島県内のわずかな河川にのみ細々と生育するわが国固有の淡水紅藻である。

その希少性と絶滅危惧についてこれまでいくつかの報告があり(外山 1957、広瀬・山岸 1977、右田・高崎 1991、右田 1986,1992、右田・木村 1995、右田ら 1999、渡辺・碓井 2000、熊野 2000、熊野ら 2002、木村 2003)、本種は環境省レッドデータブックに絶滅危惧 I 類として記載され(環境庁自然保護局 2000)、緊急に保全活動が必要とされている。

そのため、本研究では至適生育条件下の室内培養により藻体を大量増殖・基質付着させて、定期的な天然河川への藻体散布によって、かつてオキチモズクが生育していた絶滅河川での生育個体群を復元させることを第一の目的とした。さらにオキチモズク各生育個体群の遺伝子解析を行い、日本産オキチモズクの集団間の遺伝的変異を明らかにし、その保全活動に役立てることを第二の目的とした。

長崎県島原半島北部地域の2003年1月現在のオキチモズク生育状況をまとめると、以下の状況である。

- ①瑞穂町大川：かなり生育(図1)
- ②国見町神代川本流わき用水路：わずかに生育(図2)
- ③国見町神代川支流釜蓋川流入用水路：大量に生育(図3)(木村 2003)
- ④国見町西条川：わずかに生育(図4)
- ⑤有明町湯江川支流山の田川：わずかに生育(図5)
- ⑥国見町土黒川：20年以上前より絶滅。糸状体散布・移植試験実行(本研究フィールド)(図6)

## 2. 方法

本研究では、これまでのオキチモズクの室内培養研究の成果(飯間・立野 未発表)から得られている、低光量(500Lux以下)低温(15℃)の至適培養条件下で、長崎県島原半島の生育河川(国見町、神代川、瑞穂町、大川)から採取した天然藻体よ

り胞子を分離し、その発芽体を長崎大学と国見高校の2カ所の培養庫で大量増殖させた(図7、図8)。そして生育河川とそれほど水質に差異がみられないこと(2002年度調査で、大川・神代川・土黒川・土黒西川・山の田川の5地点での数値：アンモニウムNH<sub>4</sub>※：0.2~1.5mg/l、COD※：0~3mg/l、リン酸塩PO<sub>4</sub>※：0~0.2mg/l、溶存酸素量：5.6~10.8mg/l、pH：7.1~7.75、※は簡易パケットテストによる目安)から、水質汚濁等の環境汚染よりも周辺樹木の伐採による影響により絶滅したと推定される国見町土黒川(文化庁によりオキチモズクの天然記念物指定河川とされているが、ここ十数年間生育が確認されていない)に、

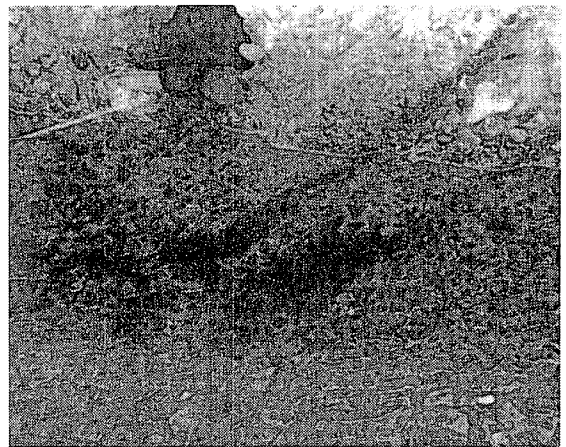


図1 島原半島国見町大川生育地

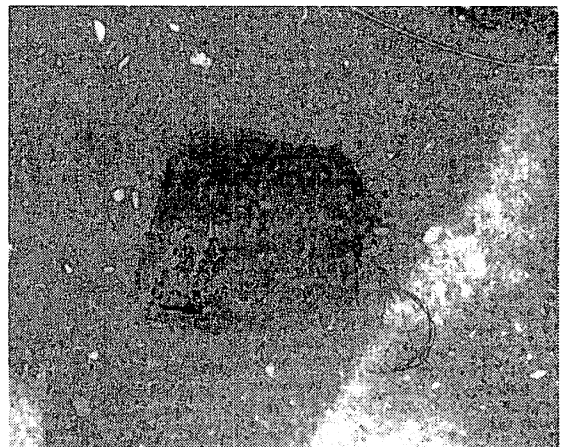


図2 国見町神代川生育藻体

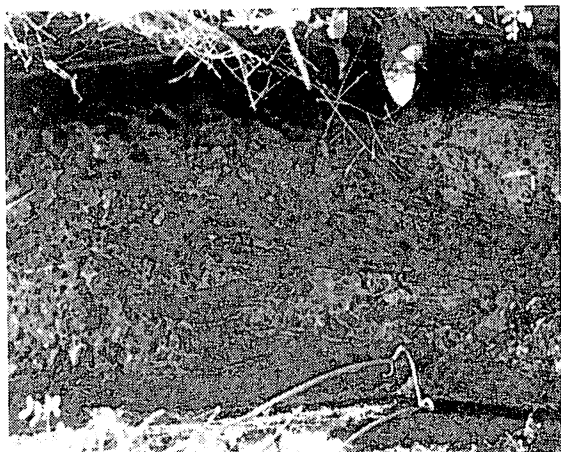


図3 国見町釜蓋川生育藻体

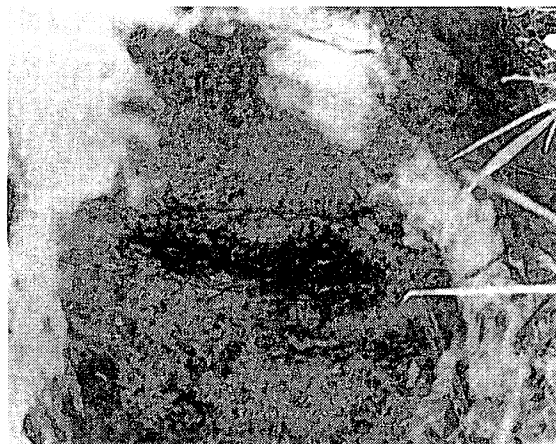


図4 国見町西条川生育藻体

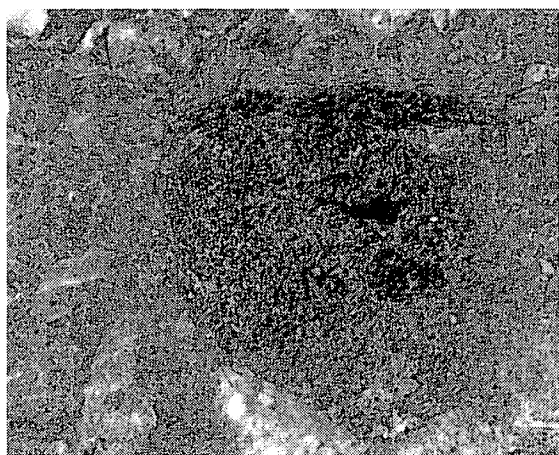


図5 島原半島有明町山の田川生育藻体

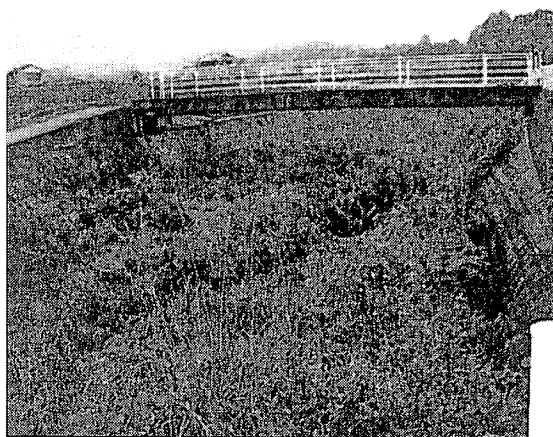


図6 国見町土黒川天然記念物指定地(絶滅)

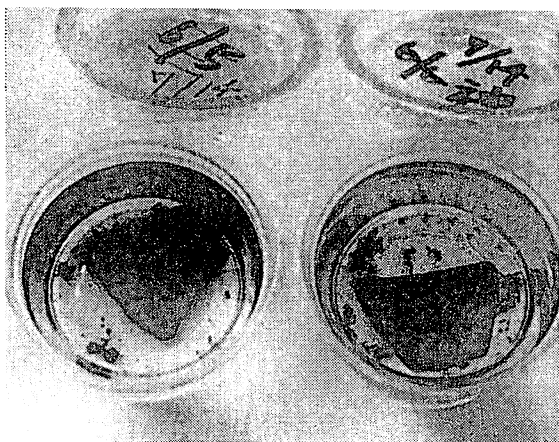


図7 糸状体散布培養容器(植木鉢断片は着生用基質)

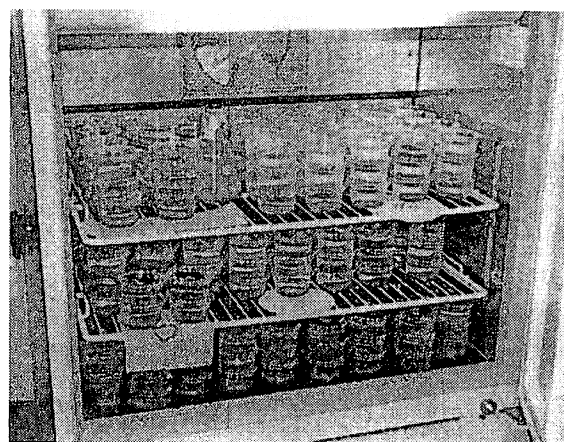


図8 国見高校における糸状体大量培養

局所的に残っている最適生育エリアへの培養藻体散布を行った。さらに他の近接する生育河川(神代川、神代川支流釜蓋川、大川)より天然藻体の移植試験も併せて行い、土黒川でのオキチモズク個体群復元を試みた。

一方、以下の長崎県外生育地も含む10産地(現在確認されている日本産オキチモズクのほぼ全ての生育地)から各1個体ずつ藻体を採集し、遺伝子解析(葉緑体ゲノムにコードされているrbcL遺伝子の塩基配列を決定し、サンプル間を比較)を行った。長崎県4産地(有明町湯江川支流山の田川、国見町神代川本流わき用水路、国見町神代川支流釜蓋川、瑞穂町大川)、福岡県1産地(筑後川)、熊本県4産地(熊本市加勢川、七城町木柑子、南小国町満願寺津川、錦町球磨川わき用水路)、鹿児島県1産地(川辺町清水)。

### 3. 結果

#### (1) 培養藻体および他河川生育天然藻体川出し試験

オキチモズクは、夏季に消失し、冬から春にかけて繁茂する季節的消長を示すため、川出し試験は、2002年11月から翌年4月にかけて行った(図9)。しかしながら培養藻体はひ弱であり、天然河川に川出ししてもすぐに基質(植木鉢断片)から流出してしまうことがほとんどで、わずかに1断片にのみ2003年4月末に生育が確認された(図10)が、そ

れも1ヶ月ほどで消失した。

2シーズン目の川出し試験も2003年11月から12月にかけて行い、土黒川に流入する日の当たらない用水路にも鉢かけを置いたが、やはり翌2004年2~3月に確認したところ、鉢かけは残っているものの、糸状体もしくはオキチモズク直立体はまったく確認できなかった(図11~図13)。

一方天然藻体移植試験は、主に大川産藻体を用い、台所の三角コーナー生ゴミ用不織布の袋に入れて流出しないようにしたところ、いずれも3ヶ月間ほどの生育が確認されたが、その後枯死流出した(図14~図17)。



図10 土黒川川出し鉢断片で一つだけ生育確認(2003年4月)



図9 国見高校理科部による土黒川川出し試験(2002年11月)



図11 2シーズン目の土黒川流入用水路への川出し(2003年11月)

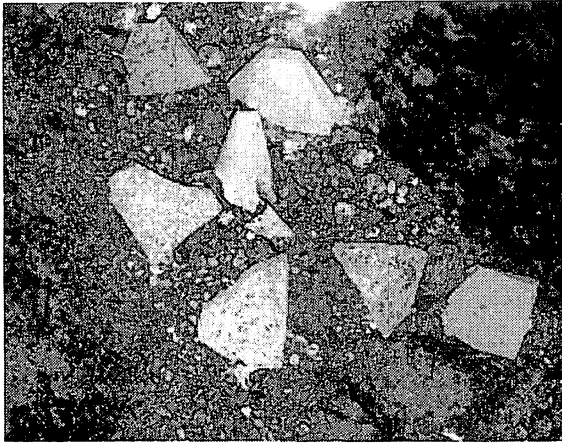


図12 2シーズン目川出し直後の培養糸状体付着糸状体(2003年11月)



図13 2シーズン目の土黒川川出し鉢かけ4ヶ月後(2004年3月培養オキチモズク糸状体消失)



図14 大川天然藻体の土黒川移植試験



図15 天然藻体移植2ヶ月後

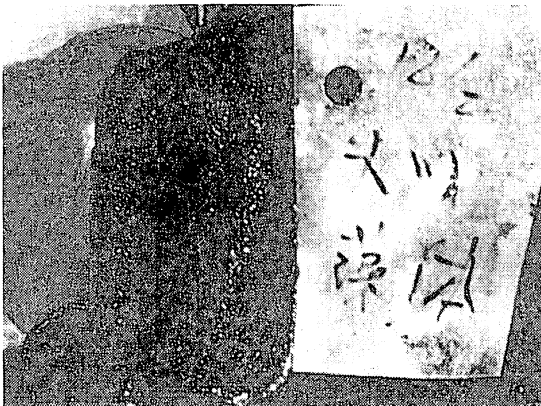


図16 大川藻体移植3ヶ月後

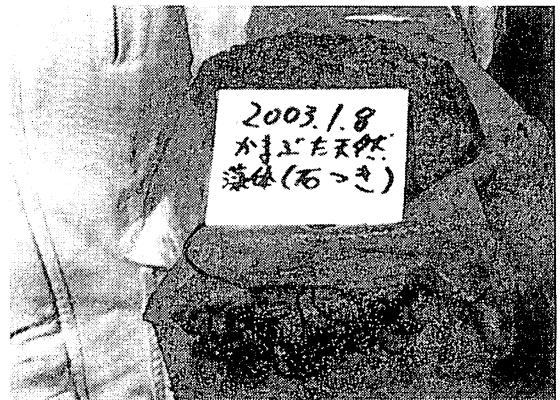


図17 釜蓋川藻体移植2ヶ月後

## (2) 遺伝子解析試験

上記10産地(サンプル)のオキチモズクのrbcL遺伝子の塩基配列は以下の4タイプにわけられた。

A山の田川タイプ：有明町山の田川、国見町釜蓋川、大川(以上長崎県)、錦町、加勢川、木柑子(以上熊本県)

B神代川タイプ：神代川(長崎県)

C志津川タイプ：志津川(熊本県)

D筑後川タイプ：筑後川(福岡県)、川辺町(鹿児島県)

タイプ間の遺伝的変異は1~3塩基であり、非常にわずかであった。

## 4. 考察

オキチモズクは、培養条件も非常に限られ、他の藻類に比べはるかに培養が困難でひ弱な種である。かつて地元では祝い事の折には食用とされるほどこの河川にも繁茂していたにもかかわらず、近年の急激な環境変化で絶滅危惧種となったのも当然と思われる。現在初年度の失敗をふまえて2回目の川出し作業に入ったところであり、毎年同様の作業を繰り返し、かつ地元住民の保護意識を高める必要があると考えられる(地元でも絶滅危惧種であるという認識は希薄である)。

遺伝子解析試験結果から既存のオキチモズクの集団間の遺伝的変異は非常に小さいことが示されたが、他県からの移入は問題があると考えられるため、今後島原半島内の生育河川からへの生育藻体の移植試験も積極的に毎年繰り返し行う必要があると考えられる。かつ培養株や凍結保存株、遺伝子資源の半永久的維持なども万一の事態に備えて行う必要もある。また遺伝子解析の結果は、現在の生育地が成立した時期が比較的最近であることに起因する可能性が示された。しかしながら本研究の遺伝子解析では各集団1個体ずつしか解析をしなかったため、集団内に複数の塩基配列タイプが存在する可能性も考えられる。

## 追記

2004年3月23日付朝日新聞および同夜放送テレビ朝日系報道番組「ニュースステーション」において、熊本県球磨川水系に私たちのグループが保全研究に取り組んでいるオキチモズクおよびチスジノリの両希少淡水紅藻の大規模な生育が、(財)日本自然保護協会の調査で確認されたことが報道された。熊本県錦町のオキチモズク群落については、オキチモズクグループの1人飯間も、2003年5月に現地で生育確認し、羽生田による遺伝子比較解析の材料としていた。それらは今回の遺伝子比較では差が現れなかったにも関わらず、長崎県島原半島の絶滅寸前のオキチモズク群落に比べ、はるかに大規模で、藻体も長く太く、培養しても成長にかなり差があることが判明してきている。

今後九州各県の群落それぞれの詳細な現地調査、培養研究、遺伝子比較研究をより詳細に行う必要があり、長崎県島原半島のオキチモズクのような風前の灯状態の二の舞にならないよう、国や熊本県に対して強く呼びかける必要があると思われる。

## 謝辞

本研究を遂行するにあたり研究助成を行って下さり、また代表者飯間の長期病休にともなう研究期間延長を認可して下さい、プロ・ナトゥーラ・ファンドに厚くお礼申し上げます。さらに様々な貴重なご助言をいただいた長崎大学名誉教授右田清治先生、国見町木村キワ先生に感謝いたします。また本研究遂行にご協力いただいた、国見町教育委員会柴崎孝光氏、県立国見高校理科部の皆さん、そして長崎大学環境科学部飯間研究室の卒業研究生立野まどかさん、照屋章子さん、石川由香里さんの3人にも、この場を借りてお礼申し上げます。

## 引用文献

- 広瀬弘幸・山岸高旺(編). 1977. 日本淡水藻図鑑: 172-173. 内田老鶴圃.
- 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—9 植物Ⅱ(維管束植物以外)」: 220. 財団法人自然環境研究センター.
- 木村キワ. 2003. 淡水産紅藻オキチモズク新産地. 長崎県生物学会誌No.56: 72.
- 熊野茂. 2000. 世界の淡水産紅藻: 292. 内田老鶴圃.
- 熊野茂・香村真徳・新井章吾・佐藤裕司・飯間雅文・洲澤進・洲澤多美枝・羽生田岳昭・三谷讓. 2002. 1995年以降に確認された日本産淡水産紅藻の産地について. 藻類. Vol.50-1: 29-36.
- 右田清治. 1986. 淡水紅藻オキチモズクの室内培養. 長崎大学水産学部研究報告No.59: 23-28.
- 右田清治. 1992. Ⅲ 未栽培有用藻類 三浦昭雄編 食用藻類の栽培: 94-111. 恒星社厚生閣.
- 右田清治・木村キワ. 1995. 淡水産紅藻オキチモズクの島原半島における新産地. 長崎県生物学会誌No.46: 5-9.
- 右田清治・木村キワ・阪本治. 1999. 紅藻オキチモズク二産地について. 長崎生物学会誌No.50: 10-15.
- 右田清治・高崎真弓. 1991. 新産地甘木市の紅藻オキチモズクについて. 長崎大学水産学部研究報告No.69: 1-5.
- 外山三郎(編). 1957. 長崎県植物誌 長崎県植物分布試料: 14. 長崎県理科教育協会.
- 渡辺博光・碓井利明. 2000. 「島原半島のオキチモズクが危ない」～絶滅は避けられそうにない～. 理科会誌 第39号(生物): 41-48.
- 八木繁一・米田勇一. 1940. 淡水産紅藻の一新種オキチモズクについて. 植物分類地理9: 82-86.
- 山田幸男. 1943. 長崎県下産のチスジノリについて. 植物研究雑誌19: 136-138.

The conservation study of an endemic endangered freshwater red algal species *Nemalionopsis tortuosa* has been an urgent problem in Japan. On the basis of the results of laboratory culture studies, at first this research has been performed at 2 places Nagasaki University and Kunimi High-school by cultivation of filamentous stage of this alga originally collected from Kojiro-river, Ookawa-river and Kamabuta-river in Kunimi and Mizuho town in Shimabara Peninsula, Nagasaki Prefecture under optimum conditions, i.e. >500Lux, 15°C. Then many filamentous plants attached to fragments of flowerpots have been scattered to Hijikuro river. However culture plants were very weak and easily lost from the fragments of flowerpots. Only once grown erect fronds of *N. tortuosa* was observed. In transplantation study from Ookawa-river and Kamabuta-river to Hijikuro-river using nonwoven fabric bags, natural plants grew for a while, about a few months, and then died. On the other hand, although the results of molecular analysis using chloroplast *rbcL* gene showed 4 sequence types among 10 localities, those genetic variations were only a few base pairs. It was regrettable that population restoration was not completed in the research for one-year; the same work will be repeated every year. Moreover it is necessary to also raise the protection-of-nature consciousness of the areas such as preservation of precious circumference natural environment.

# 世界最南限のイワナ個体群“キリクチ”の保全生態学的研究

淡水生物研究会

渡辺勝敏<sup>1)</sup>・原田泰志<sup>2)</sup>・佐藤拓哉<sup>2)</sup>・名越 誠<sup>3)</sup>・森 誠一<sup>4)</sup>

## Study on conservation ecology of the Kirikuchi charr *Salvelinus leucomaenis japonicus*

Tansuiseibutsu-Kenkyukai

Katsutoshi Watanabe, Yasushi Harada, Takuya Sato, Makoto Nagoshi and Seiichi Mori

世界最南限に生息するイワナ類である紀伊半島産ヤマトイワナ、“キリクチ”の保全のための基礎研究として、キリクチの残存する2地域のうちの一方で、分布調査と2支流における個体数・生息環境調査を行なった。放流魚と交雑していない純粋なキリクチは互いに隔離された3支流でのみ確認された。支流の上流域に隔離された1つの個体群には約280個体のキリクチが生息し、その非繁殖期と繁殖期の分布特性が河川環境とともに明らかにされた。非繁殖期に約90%の個体が淵や平瀬を利用していたが、山腹崩壊による土砂の流入によりそれらは減少傾向にあった。密漁が横行していることも明らかになった。2003年度から永年禁漁となった別支流では、釣獲圧のあった2001・2002年よりも個体数、特に大型個体の数が増加していた。キリクチの長期的な保護管理には、継続したモニタリングと生息環境の改善や密漁防止が急務であり、地域住民や行政との連携が必要であることが認識された。

### 1. はじめに

キリクチは世界最南限に生息するイワナ類であり、紀伊半島にのみ分布するヤマトイワナの地域個体群である(写真1)。キリクチはその希少性や学術的重要性から、2河川(支流)で奈良県の天然記念物に指定されており、環境省のレッドデータブックでは「絶滅のおそれのある地域個体群」とされている。現在キリクチは、生息地の荒廃や分断・隔離、過度の漁獲圧、さらに放流された別系統のイワナ(ニッコウイワナ)との交雑の影響を受けて、絶滅の危機にある。純粋なキリクチは、今では2地域(以下、地域1および2)の支流・谷のご

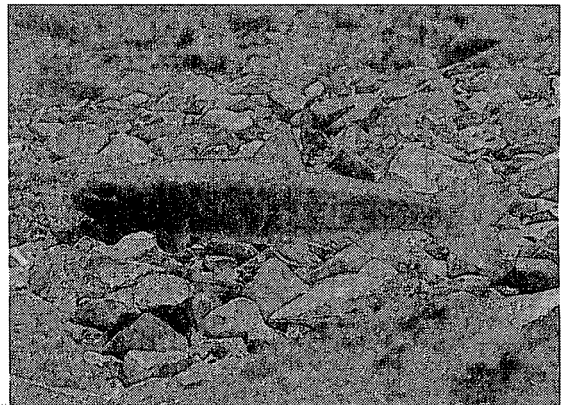


写真1 十津川水系個体群A(地域1)のキリクチ

1) 京都大学大学院理学研究科(〒606-8502 京都市左京区北白川追分町)

2) 三重大学生物資源学部(〒514-8507 三重県津市上浜町1515)

3) (株)国土環境

4) 岐阜経済大学コミュニティ福祉政策学科



く一部に生息するのみとなっている。

一方、キリクチの生態に関する研究はこれまで十分になされていない。地域2の天然記念物指定地域においては、1990年代から私たちのグループにより、個体数調査や産卵行動、共存種アマゴとの種間関係などに関する調査が行なわれてきた(名越 1998)。この支流は山地溪流としては比較的勾配が緩く、河川規模も小さい。この地域2から源流域の直線距離で約40km離れた地域1では、天然記念物に指定されている1支流とその他複数の支流・谷にキリクチが生息していた。それらの河川は典型的な山地溪流であり、険しい地形の中を流れている。この地域のキリクチの生態や生息の現状に関しては、これまでほとんど報告がない。しかし、周辺山地の荒廃や放流魚ニッコウイワナの影響が示唆され、さらに遊漁者の無秩序な放流や乱獲、密漁が行われている情報があった。

以上のように、キリクチは世界最南限のイワナ個体群として学術的に貴重で、かつ国際的にも注目度が高いにもかかわらず、実効的な保全管理体制が存在しないに等しく、極めて絶滅の危険性が高い状況にある。キリクチの保全のためには、各支流個体群の現状を十分に把握し、保全対策の基礎となる生息環境や生態特性に関する知見を深め、さらに実際の保護管理体制の構築を目指していかなければならない。

本助成研究の目的は、まず、(1)これまでほとんど調査が行なわれてこなかった地域1におけるキリクチの生息分布の現状を明らかにすることである。また、(2)同地域の天然記念物に指定されている支流の上流部に隔離された個体群(個体群A)について、生息量、生息環境、場所利用に関する生態学的調査を行なうとともに、個体数推定と環境評価の簡便な方法を確立することを試みた。さらに、(3)2003年から永年禁漁措置がなされた別支流の個体群Bについて、2001年から行われているモニタリングを継続し、遊漁の影響や禁漁効果について検討した。

なお、本助成研究の大部分は、当会のメンバーである佐藤拓哉氏の修士論文研究として行われ、

本報告内容を含む修士論文が2004年3月に提出された。天然記念物指定地域における調査は、奈良県より現状変更許可を受けて行なわれた。また、本報告中では、地域行政、漁業組合と研究者間の保全のための申し合わせに従い、具体的な地名の明記や分布場所が特定できる記載を行なわない。

## 2. キリクチの分布状況

### (1) 目的

キリクチは紀伊半島の河川のうち、十津川水系と日高川水系から分布が知られていた(久保 1998)。しかし、周辺山地を含めた河川環境の荒廃や過剰な釣獲圧、あるいは放流されたニッコウイワナとの交雑のために、現在では十津川水系に属する2つの地域の支流・谷のごく一部に生息するのみとなっている。純粋なキリクチは、現在もこれらの原因により減少を続けているものと考えられる。キリクチの保全のためには、分布の現状を把握し、保全上重要な地域を把握することが急務である。従って、文献や地域漁協からの情報等を利用して、各支流・谷におけるイワナ類の分布を調査した。

### (2) 材料と方法

分布調査は、これまでにキリクチの分布が知られている支流を中心に、釣りおよび潜水目視によって行なった(写真2)。目視または一時捕獲されたイワナ類について、ニッコウイワナの色彩・形態的特徴、つまり、明瞭な白い斑点を持ち、赤みに欠ける体色、あるいは口吻が強く鉤状を示すな

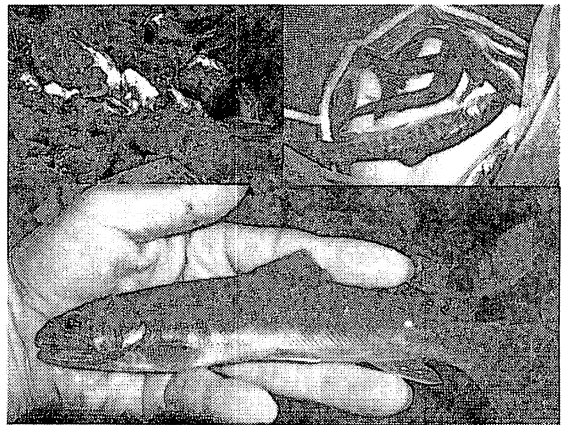


写真2 分布調査風景とキリクチ

どの特徴を有するかどうかを観察した。それらのニッコウイワナの特徴を持たず、橙色を帯びた斑点や体色、短い吻端等のキリクチの特徴を持つものをキリクチと判断し、それ以外をニッコウイワナまたは交雑魚と見なした。同時に、マイクロサテライトDNA分析を行なうために、鱭の一部(数mm角)を切除し、100%エタノールで保存した。

助成期間である2002年10月から2003年9月の間に地域1において計10支流・谷で分布調査を行なった。またその前後を含め、2001年以降、これまでに地域1の計14支流・谷、地域2の計10支流・谷で調査を行なった。

### (3) 結果

今回の助成期間中に調査された10支流のうち、純粋なキリクチと考えられるイワナ類が確認されたのは3支流であり(図1)、5支流ではニッコウイワナあるいは交雑個体が確認された(写真3)。キリクチが確認された3支流はすべて以前から生息が知られている場所であった。

### (4) 考察

今回の調査の結果、純粋なキリクチの新たな生息地は見いだされず、現時点では3つの支流・谷のみで生息が確認されている。漁協などにおける聞き込みによると、もともとキリクチは、図1に示したほぼ全ての流域に分布していた。しかし現在では3つの生息地は互いに滝で隔離されており、さらに生息地間にはニッコウイワナが侵入し、交雑個体を生じている。地域2における私たちの調査結果においても、同様に、純粋なキリクチの生息地は砂防堰堤によりいくつか隔離され、その間にはニッコウイワナが侵入している(図1)。堰堤や滝による隔離は、小集団化による人口学的あるいは遺伝学的要因によって絶滅の危険性を高めると考えられる。しかし、ニッコウイワナとその交雑個体の存在により、安易に支流・谷間の交流を促す対策をとることができない状況にある。

一方、純粋なキリクチが確認されている上記の谷の一つ(個体群Bの生息する支流)においても、その下流部にはニッコウイワナや交雑個体が侵入していることが、形態的特徴やマイクロサテリ

ト分析の結果(出店・渡辺・佐藤・名越 未発表データ)から分かっている(図2参照)。これは、下流部の個体を遊漁者が個人的に移殖した結果であると考えられ、適切な啓発を行わなければ、知らぬ間にわずかに残る貴重な集団が交雑してしまう危険がある。一度交雑したら、もとの集団に戻すことはほとんど不可能なので、遊漁者による個人的な放流は非常に危険性の高い重要な問題であると考えられる。

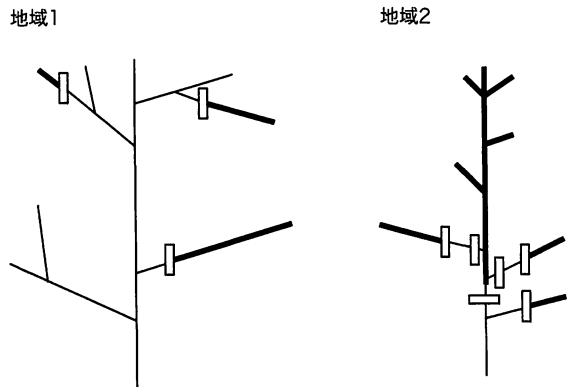


図1 キリクチの分布状況(概略図)

太い線はキリクチが分布する支流・谷；細い線の多くの範囲にニッコウイワナとの交雑集団が生息する。白抜き四角は滝または堰堤；流れは上から下向き。支流・谷の入る向きは必ずしも実際と同じではない。

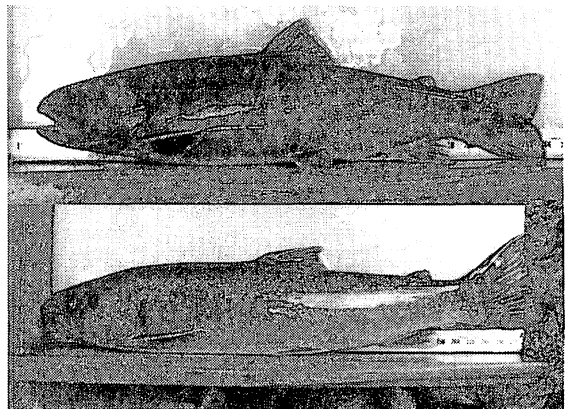


写真3 移殖魚ニッコウイワナとの交雑個体

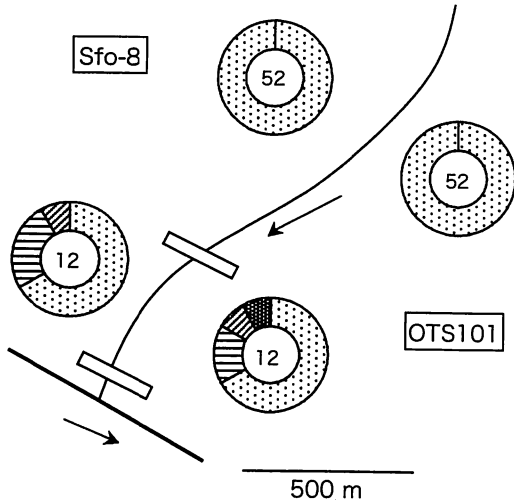


図2 1つの支流におけるマイクロサテライトDNA2座(Sfo-8、OTS101)のアリル頻度(未発表データ)

周辺地域との比較から、最も優占するアリル(ドットの部分)が純粋なキリクチのもので、他は放流魚ニッコウイワナのもので推定された。丸の内側の数字は個体数；白抜き四角は滝。上流側の滝より下流部には、おそらく釣り人による個人的放流のために、ニッコウイワナが侵入している。

### 3. 個体群Aにおける生息状況、繁殖生態、河川環境

#### (1) 目的

奈良県の天然記念物に指定されている支流(地域1)に生息するキリクチは、その生息範囲の広さや、自然の残る生息環境のために、典型的かつ重要な個体群であるといえる。2001年に行なった予備的調査の結果、滝により下流の個体群から隔離されて、上流部に比較的大きな個体群が存在することが分かった。そこで、この隔離された個体群(個体群A)を地域1における代表的な個体群として、保全対策の基礎となる生息量、生息環境、場所利用に関する生態学的調査を行なった。また、個体数推定と環境評価の簡便な方法を確立することを試みた。

#### (2) 材料と方法

調査域は滝で囲まれた流程約1.2kmの区間で、典型的な山地溪流の景観を示していた(写真4)。

個体数の推定には、電気漁具を用いた標識再捕法を用いた(写真4)。電気漁具の使用は、奈良県の許可と漁協の同意のもとで行なった。まず、調査域の一部(200m)で標識放流と再捕を伴う2回の捕獲を行なうことにより、捕獲率Pを推定した。続けて、全域における捕獲を1回行ない、捕獲率が全域で一定であることを仮定して、全域における生息個体数を推定した(図3参照)。この調査は2003年9月に行われた。

非繁殖期と繁殖期の分布の特性を調べるために、まず全調査域を5つの河床型、すなわち、淵、平瀬、淵-平瀬(淵とその下流に続く平瀬の境界が明瞭でないもの)、踊る早瀬、駆ける早瀬に分類した(表1)(高橋 2003)。全域にわたり、それぞれの河床型単位の数や表面積を計測した。また、上記の各単位ごとに最大水深と隠れ場所の量を記録した。隠れ場所の評価は隠れ場所となり得る間隙の数に従って、次の4段階とした：1)ない；2)1~2ヶ所；3)3~4ヶ所；4)5ヶ所以上か1m以上の奥行きがある隠れ場所が1つ以上ある。

2003年の非繁殖期の場所利用については、最も

表1 河床型単位の分類基準(高橋 2003より)

淵	他の部分と比較して水深がより深く、緩い河床型単位。 淵の最大水深-淵尻の水深>調査区間の平均水深。
平瀬	水面は小さな波が立つ程度であるいはほとんど目立たず、水面勾配は水平に近い。
淵-平瀬	淵と平瀬の境界が明瞭でない。
駆ける早瀬	周囲と比較して大きい石礫があり、水は白泡を立てて勢よく流下している。河床型単位の水面勾配は5%以上。
踊る早瀬	駆ける早瀬以外の早瀬。河床型単位の水面勾配は5%未満。

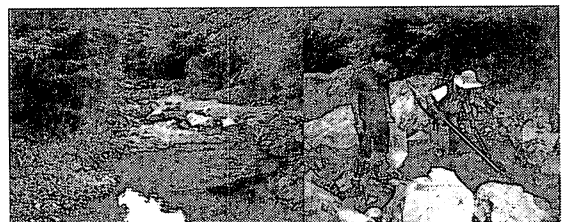


写真4 個体群Aの生息地景観と電気漁具による採捕風景

バイアスが小さいと考えられた上記の電気漁具による採捕記録により個体の分布を調べた。産卵期の場所利用については、2002年秋に目視観察により産卵床の位置を調べることによって明らかにした。この年の非繁殖期の個体数分布に関しては目視観察数を用いた。

簡単な個体数推定法を検討するために、潜水目視による個体数推定の精度に関して検討した。2つの部分区間における標識再捕調査の結果と潜水目視による観察個体数から、その比率と分散を求めた(渡辺・伊藤 1999)。目視観察個体数の誤差として、3回の繰り返し観察の結果から、変動係数を12%と仮定した。

### (3) 結果

標識再捕調査の結果、電気漁具による捕獲率Pは0.76と推定され、全1.2kmにおける個体数は約280個体と推定された(図3)。

調査域を200mごとに6区間に分け、2002年の非繁殖期の目視個体数と観察された産卵床の数を比較したところ、流程に沿って連関して変動していたものの(図4)、相関は有意ではなかった(Spearman's  $r=0.00$ ,  $P>0.9$ )。

調査域を5つの河床型に分けたところ、比較的流れの緩やかな淵、淵-平瀬、平瀬を合わせると、水表面積で69%、個数で53%を占めていた(表2)。非繁殖期の個体の利用割合は淵が68%と最も大きく、淵、淵-平瀬、平瀬を合わせると92%に達し

表2 個体群Aの非産卵期と産卵期の場所(河床型)利用

河床型	淵	淵-平瀬	平瀬	踏る早瀬	駆ける早瀬
面積/個数(%)	34.1/28.1	12.0/7.9	22.7/16.5	19.3/24.0	11.2/16.5
非繁殖期・個体数%(個数)	68.2(135)	10.1(20)	13.6(27)	7.6(15)	0(0)
産卵床数(個数)	38.0(19)	26.0(13)	22.0(11)	14.0(7)	0(0)

表3 潜水目視による簡易個体数推定

	標識再捕による推定 $\gamma \pm SE$	潜水目視個体数 $d \pm SD$ (n=3)	目視発見率の逆数 $R=y/d$	推定個体数 (N $\pm SE$ )
区間1 (2003/8/6)	77 $\pm$ 24	29 $\pm$ 4	3.0	98 $\pm$ 23
区間2 (2003/8/6)	59 $\pm$ 35	17 $\pm$ 4		50 $\pm$ 16
全城 (2002/6/7-8)		198		587 $\pm$ 121
全城 (2003/6/6-7)		136		403 $\pm$ 83

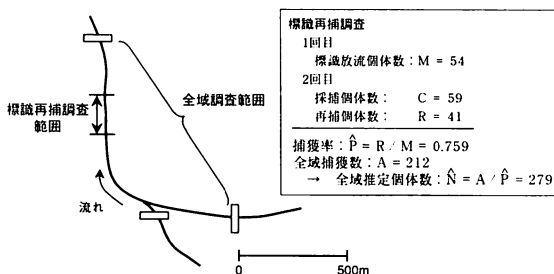


図3 キリクチ個体群Aの生息地概略と標識再捕調査結果  
白抜ききの四角は滝。

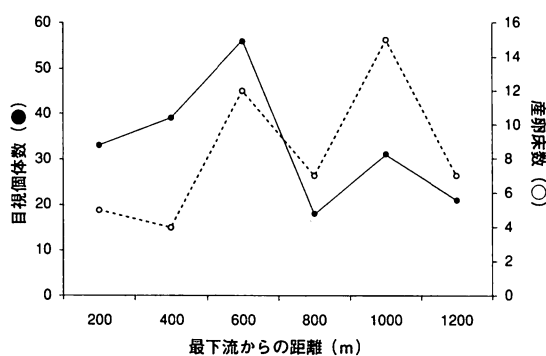


図4 各200m区間の潜水目視個体数と産卵床数(2002年)

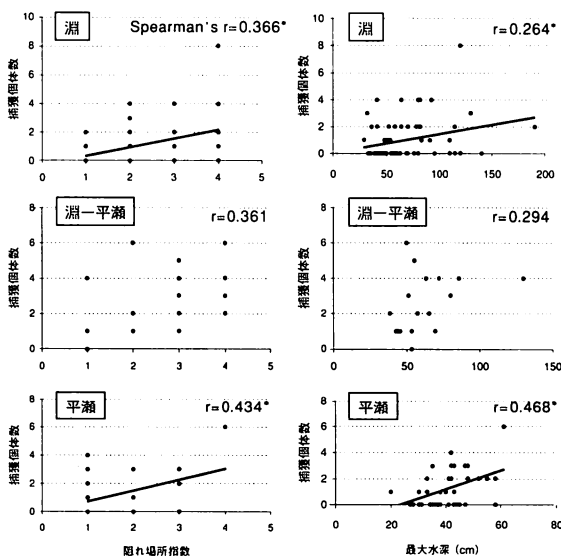


図5 各河床型単位の隠れ場所指数および最大水深と捕獲個体数(場所利用)の関係

た。産卵床の数でも、淵が38%と最も大きく、上記の3つの区間を合わせると86%に達した。

淵、淵-平瀬、平瀬ごとに、捕獲個体数と隠れ場所指数および最大水深との関係を検討した(図5)。淵と平瀬では、隠れ場所指数と最大水深の両方で、捕獲個体数と比較的弱い有意な正の相関が認められた(Spearman's,  $r=0.264\sim 0.468$ ,  $P<0.05$ )。

2003年8月の標識再捕法から推定された生息数は、潜水目視個体数の3.0倍であると推定された(表3)。これにより2002年と2003年の6月時点での個体数( $\pm 1.96SE$ 、95%信頼区間)を目視観察データから推定すると、順に約 $590\pm 240$ 、 $400\pm 160$ と計算された。2003年の8月には標識再捕法から280個体と推定されているので、いくぶん過大評価の傾向にあったが、95%信頼区間は重なっていた。

#### (4) 考察

個体群Aはキリクチの代表的な個体群であると考えられるが、2003年の個体数推定の結果、およそ300個体しか生息していないことが明らかになった。非産卵期と産卵期の分布から、産卵期には個体の移動が見られるようであるが、個体識別あるいは体サイズごとに分けた詳しい検討が今後必要である。しかし、いずれの時期にもキリクチは淵から平瀬にかけての比較的流れが緩やかな場所を利用しており、採餌場所や産卵場所として、そのような場所の数や大きさは直接キリクチの環境収容量の大きさにつながるものと考えられる。

しかしながら、本調査地域をはじめ、キリクチ

の生息場所では、しばしば山腹斜面の崩落などにより多量の土砂が流入し、その結果、淵や平瀬が埋まってしまっている場所が見られた(写真5)。斜面の崩落は自然現象であるが、スギの植林あるいは植林地の管理放棄、また樹木の立ち枯れ等の影響で、山林の荒廃は目に余る状況にあると思われる。このような生息環境の悪化は、キリクチの生息状況に深刻な影響を与えている可能性があり、わずか300個体という個体群サイズは、不安定な環境下では激減や絶滅の危険性をはらむものであると考えられる。

一方、調査期間中にも、密漁者による釣獲が示唆され、釣り糸の絡んだ個体が複数確認された(写真6)。インターネットのウェブページにはこの場所での密漁について記載されたものが複数ある。また2003年には、実際に私たち(佐藤)と漁協が協力して行なった見回りの際に密漁者が捕まり、警察に身柄が引き渡されたこともある。それらの状況を踏まえ、私たちは地域行政や漁協と協力し、密漁防止や保全のための啓発看板等の設置を行なってきた(写真7)。キリクチの保全上、生息環境の保全とともに、密漁対策は大きな課題である。

キリクチ個体群の現状を知るために、生息個体数を推定することは非常に重要である。今回、私たちは行政と漁協の理解と協力により、電気漁具を使用した効率的な標識採捕調査を行なうことができた。しかし、生態学的研究においては国内外

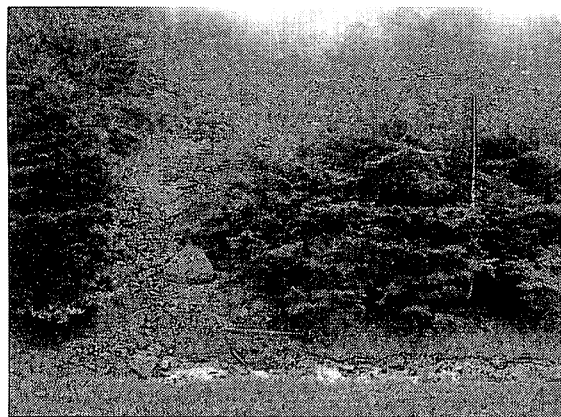


写真5 個体群Aの生息場所における山腹の崩落

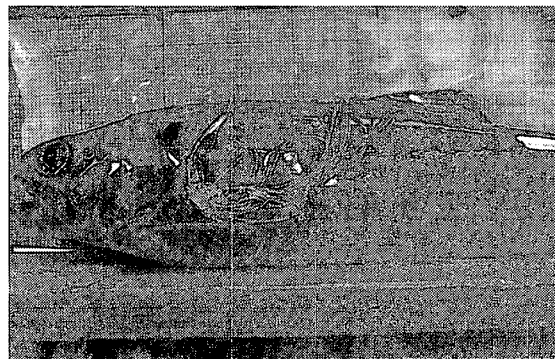


写真6 密漁者により釣り糸を絡められた個体群Aのキリクチ(天然記念物指定場所)



写真7 個体群Aの生息場所における密漁防止のための啓発用看板

でその有用性が広く認められている電気漁具であるが、社会的に非常に受け入れられにくい状況にある。今回、潜水目視による個体数推定を検討したが、標識採捕や目視の誤差、またサンプリング誤差を含むために、比較的推定の精度が悪かった。おおよその推定には十分に使えると考えられるものの、更なる検討が必要である。

生息環境・河川環境の評価のために今回用いた河床型分類とその定量的把握は、簡便かつ有効であろうと考えられる。今回の調査域1.2kmの測定はほぼ1日で終了することができた。また、隠れ場所指数や最大水深は生息個体数とある程度の相関が認められたので、更にデータを蓄積することで、生息環境評価あるいはそのモニタリングに十分に利用できるものと考えられる。

#### 4. 個体群Bにおける生息状況のモニタリング

##### (1) 目的

個体群Bは遊漁者による釣獲にさらされた個体群であるが、最下流部に滝があるためにニッコウイワナの自由な侵入が阻まれる状況にあった。約1.5kmの流程にわたりキリクチが生息していることがわかったので、2001年から個体数推定などを行ってきた(佐藤 2002)。それらの調査の結果、釣獲圧が個体群サイズや再生産に大きな影響を与えていることが分かり、現在に至るまで生息個体数のモニタリングを行なっている。マイクロサテライトDNA分析の結果、この谷の下流域には遊漁者が個人的に持ち込んだと考えられるニッコウイワナの遺伝的影響が見いだされたが(前述)、上流域の約1.0kmの区間には純粋なキリクチが生息することが分かっている。

一方、こうした私たちの調査の結果(佐藤 2002)を踏まえ、地元の漁協と行政の理解と協力により、この支流は2003年から周年禁漁措置が施された。従って、2003年は禁漁後の生息個体数のモニタリングと目的を変え、調査を実施した。

##### (2) 材料と方法

事前調査として、2001年には、5月時点の個体数を釣りによる標識再捕法により推定した。2002年には、3月に行なわれた釣りによる全域の捕獲データと2001・2003年に推定された釣獲率のデータから個体数を推定した。助成期間である2003年には電気漁具を用いた標識再捕法による推定を行なった。一時捕獲時に尾叉長を計測した。

##### (3) 結果

2001年の全域における標識再捕調査の結果、推定個体数(±1.96SE、95%信頼区間)は310±50であった(図6)。2002年は標識再捕が行なえなかったため、別の年の釣獲率から個体数の推定を行なった。その結果、640±360、あるいは320個体(信頼区間推定不能)と大きく誤差のある値が推定された。2003年は640±140個体と推定された。

禁漁前後の体サイズ(尾叉長)分布を図7に示す。繁殖参加個体と考えられる13cm以上の個体の割合は、禁漁前には50~63%で、年間で有意な差異

はなかったが( $\chi^2$ 検定、 $P>0.15$ )、禁漁後には76%と大型個体が有意な増加を示した( $P<0.01$ )。

#### (4) 考察

2001年の個体数推定の精度は十分でないが、禁漁後の2003年には2001年と比べて明らかにキリクチの個体数が増加していた。また、2003年度には中・大型の個体の割合が増加し、これは調査季節の違いだけではなく、大型個体や高齢魚が残存していた結果であると思われる(図7)。本調査において、1回の釣りにより、2割から5割程度の個体が釣れていた事実からも、釣りによる個体数への

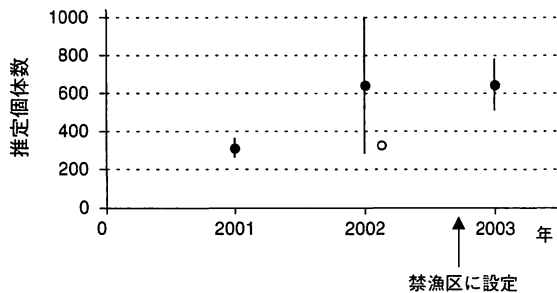


図6 個体群Bにおける個体数の推移  
2002年の黒丸は2001年の、また白丸は2003年の釣獲率データから推定。

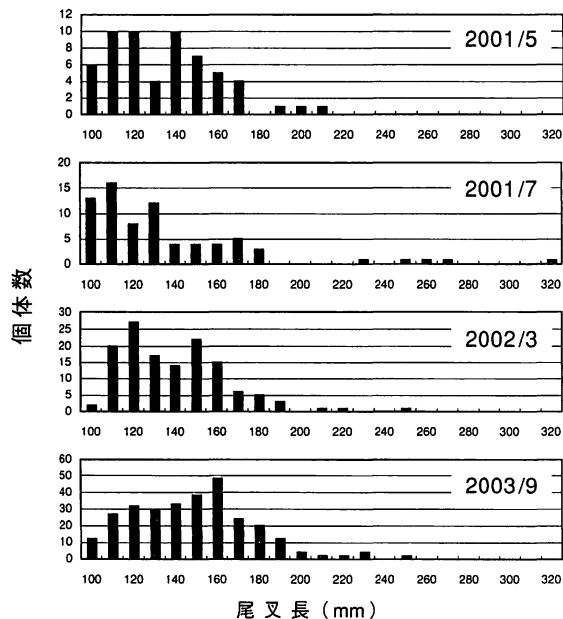


図7 個体群Bにおける尾叉長分布の推移

影響は絶対に無視できない要因であり、2003年の増加が禁漁措置による好影響である可能性は高いものと考えられる。

#### 5. 総合考察

本助成による分布調査を中心に、純粋なキリクチは、現在2つの地域で、滝や堰堤、あるいはすぐ下流部に生息する移殖魚ニッコウイワナの存在により、孤立した小集団として存在していることが明らかになった。また、地域1の3つの支流のうち、1つは天然記念物指定により禁漁化されていたが、他の2つでは遊漁対象としてほとんど管理されないままに釣られてきた。また地域1、2の双方で、天然記念物指定地域であるのに関わらず、密漁が横行している現状にある。一方、上記の天然記念物に指定されていない支流の片方では、2003年から禁漁措置が施され、わずかに密漁の跡も見られたものの、既にその効果が見いだされているものと推定された。以上の現状から、キリクチの保全のためにまず行ない得ることは、禁漁あるいは釣獲制限を伴う資源管理であるといえる。地域1における禁漁措置は、地域漁協や行政の理解と非常に迅速な決断の上でなされたものであり、保全のための実効的な第一歩となることが期待される。地域や遊漁者への啓発も含めた確実な管理体制が今後構築されて行くことが望まれる。

一方、山地荒廃による生息環境の悪化の個体群への影響に関しては、それがどの程度深刻なものであるのか、十分に明らかになったとは言い難い。しかし、比較的深い淵や平瀬を非繁殖期・繁殖期ともに利用することが明らかになったので、ところどころで目にされる周辺斜面の崩壊による土砂の流入の影響は無視できないと考えられる。土砂流入は、水深を浅くしたり、隠れ場所を埋めるなどの河川の空間構造に変化をもたらすとともに、厳しい環境条件を要求する産卵床の底質を変化させる可能性も高い。とはいえ、それを人為的に制御することは簡単ではない。少なくとも個体群のモニタリングを通じて、その影響の評価と代替措置の検討を行なっていかなければならないだろう。

純粋なキリクチの生息域のすぐ下流部には放流されたニッコウイワナに由来する交雑個体群が広く分布している。本来イワナ類は物理的障害がない限り支流間で交流しながら存在してきたものと考えられるが、現在ではそのような個体群構造を容易に再生することができない状況になっている。しかしながら、長期的には、交雑個体群の除去も視野に入れた個体群再生を図る必要があると考えられる。

以上のような調査や施策を実行するに当たっては、これまでも、また将来においても、地域の理解と連携が必須である。地域行政、漁協、その他の関連機関、住民がその地域の自然環境とキリクチの生息する意義を理解し、果たすべき役割は大きい。個体数モニタリングや生態調査の結果を保全対策に有効に組み入れながら、キリクチとその保全をめぐる共通理解のもとに実際の保護・管理体制を構築して行かなければならない。そういった意識の中、2002年から年1回、本会メンバーの佐藤が中心となり、地域1において「キリクチ座談会」を催し、また啓発のための新聞の発行を開始している。環境荒廃が進み、密漁が未だ横行する現状を見ると決して楽観できる状況ではないが、キリクチの保全に向けての第一歩はすでに踏み出されているものと考えている。

## 謝辞

本研究は、2002年度のPRO NATURA FUNDによる助成金によって実施された。また奈良県および関連する村の教育委員会、県農林部農業経営課、地域の漁業組合の方々にはひとかたならぬご協力をいただいた。心から感謝申し上げる。なお、本文中に引用したマイクロサテライト分析は出店映子氏(当時奈良女子大学理学部)との共同研究の未発表データである。

## 引用文献

- 久保達郎. 1998. キリクチ. 水産庁編「日本の希少な野生水生生物に関するガイドブック」:164-165. (社)日本水産資源保護協会.
- 名越 誠. 1998. キリクチの生態と保全上の問題. 森誠一編「魚から見た水環境」:107-119. 信山社サイテック.
- 佐藤拓哉. 2002. 希少魚キリクチの保全のための生態学的研究. 平成13年度近畿大学農学部卒業論文.
- 高橋剛一郎. 2003. 瀬-淵構造の区分とその分析方法. 地形24:41-63.
- 渡辺勝敏・伊藤慎一郎. 1999. \*\*川における希少種ネコギギの生息個体数と分布. 魚類学雑誌 46 (1):15-30.



Distribution, population size and habitat environments of the southern most population of the Yamato charr, *Salvelinus leucomaenis japonicus*, 'Kirikuchi', were investigated in one of the 2 areas where its local populations were extant, for the conservation purposes. Only 3 pure Kirikuchi populations were found in the upper reaches of falls. Artificially introduced Nikko charr, *S. leucomaenis pluvinus*, and hybrid between them and the Kirikuch charr were found in the lower reaches. Ecological studies were conducted for 2 pure local populations, Population A and B. Size of Population A, isolated in the upper reaches of a branch, was estimated at ca. 280 individuals, which mainly (>90%) used pools and flat riffles in both summer and autumn (reproductive) seasons. Landslides and illegal fishing threaten the population. In Population B, the population size and proportion of larger fish increased after prohibition of fishing in 2003. As well as scientists and their works, local governments, peoples and related organizations should have important roles.

## イワメ(無斑型アマゴ)の生息環境と保護

西日本淡水魚類研究会

近藤卓哉<sup>1)</sup>・竹下直彦<sup>2)</sup>

### Habitat environment and conservation of Iwame salmon (markless type of red spotted masu salmon)

West Japan Freshwater Fish Society  
Takuya Kondoh and Naohiko Takeshita

希少魚イワメはアマゴの劣性突然変異と考えられており、レッドリストに絶滅のおそれのある地域個体群としてあげられている。これらを保全するための知見を得るべく、大分県大野川水系メンノツラ谷で標識—再捕調査を実施した。夏季には潜水観察を行い、両タイプの分布パターンについて調べ、秋季には産卵習性の観察に努めた。

毎月一度の標識—再捕調査により、繁殖期には移動個体の割合が高くなるが、その距離は短いことが判った。潜水観察から両タイプは接触異所性の分布パターンを示すと推察された。産卵習性の観察からイワメの産卵時期がアマゴと比べて遅れることが判明した。また、イワメとアマゴのペアが形成されるケースも観察されたが、このようなペアによる産卵床はその後、イワメ同士のペアにより掘り起こされた。すなわちイワメとアマゴのタイプ間には、生殖的隔離が進みつつある。以上の結果は、研究対象を現地で長期継続調査したことにより得られたもので、このような生態学的基礎研究の重要性を示唆している。

#### 1. はじめに

イワメはアマゴ *Oncorhynchus masou ishikawae* によく似ているが、サケ科魚類特有の幼魚斑(パーマーク)と黒点および朱点がない魚として1961年に新種のサケ科魚類 *Oncorhynchus iwame* として記載され(Kimura and Nakamura 1961)、九州の大分県大野川水系メンノツラ谷では、アマゴとイワメがおおよそ3対1の割合で生息するという(木村1989)。その後、本州、四国で数ヶ所イワメの生息する河川が報告されたが、その生息域はいずれも限られており、メンノツラ谷では源流の1km程度の区間であるという(木村 1989)。山内(1982)は

長期にわたるイワメとアマゴの人工交配実験を行い、イワメとアマゴの雑種第1代は全てアマゴとなり中間型が出現せず、どの個体も成熟することを報告した。さらに、雑種第1代同士および戻し交配では、イワメ対アマゴの比率がそれぞれ1対3および1対1に分離することから、イワメはアマゴの無斑型(劣性突然変異)であるという説が有力である。ただし、この実験は人工交配によるものであり、野外でイワメとアマゴがランダムに交配しているかどうかは明らかでない。なお、野外においてイワメの産卵を確認できた例は、桑原(私信)と名越(私信)が数例観察したのみで他に例を知ら

1) 九州大学大学院農学研究科

2) 独立行政法人水産大学校

ない。

イワメの混在するアマゴ個体群は環境省のレッドデータブックに、絶滅のおそれのある地域個体群(Lp)としてリストアップされており、その保全・保護対策は早急な課題である。メンノツラ谷においても、イワメは竹田市の文化財、大分県の天然記念物として現在保護されている。一方、イワメの基礎生態学的な情報は、その分布場所が少ないこととあいまって過去にほとんど無いのが現状である。そこで、我々研究グループでは1999年より大分県大野川水系メンノツラ谷にて標識一再捕を行い、現地に生息するイワメの混在するアマゴ個体群の動態を明らかにすることを目的として調査継続に努めている。また、産卵期である秋には現地で両タイプの産卵習性の観察を試みている。幸いなことに、昨年秋よりPRO NATURA FUND助成を受けることができた。

今回の報告ではイワメとアマゴ両タイプの分布、移動、産卵を中心に報告するが、2003年の春から夏にかけては、降雨により例年に比べてきわめて河川水量も多く調査・観察に制約を受けたため、潜水および産卵習性の観察が不完全であった。また、移動や成長に関する全ての資料については現在解析中である。このような事情から、今回は産卵の観察調査が他の年と比べて容易であった2000年のデータについて、また、標識一再捕調査については2001年8月までのデータで明らかになったことについて報告する。

PRO NATURA FUND、竹田市教育委員会の城戸誠氏、西日本技術開発株式会社の阪田和弘氏と永田新悟氏、福岡市南区在住の嶋田誠氏、当時の水産大学の学生諸氏および大分県内水面研究所の諸氏の御支援により今年度も調査を継続することができた。ここに感謝の意を表す。

## 2. 調査場所と方法

調査を行った大野川水系メンノツラ谷は大分県と宮崎県の県境、祖母山(1,757m)の北東斜面に水源を發し、中内谷、マンリョウ谷を合わせた後、神原地先で神原川と合流して神原溪谷となり、さ

らに北流して下流の緒方町で大野川本流と合流する。大野川はその後、様々な支流を合わせた後、大分湾に注ぎ込む。メンノツラ谷とマンリョウ谷の合流点から約150m下流に位置する砂防ダムを最下限とし、その場所からメンノツラ谷沿いに約1.5kmの調査区域を設けた(図1)。なお、この砂防ダムは落差が約6mで下面がコンクリート敷きになっているため魚類の遡上は不可能と考えられる。調査区域は可児(1944)のいうAaI型の河川形態を示す典型的な山岳溪流である。調査区域からマンリョウ谷との合流点までの河川勾配は9%であったが、合流点よりも上流域のメンノツラ谷は河川勾配が15%と下流に比べて急であった。河畔は落葉広葉樹を主とした二次林に被われているが、その他の流域はほとんどが人工の杉林からなっている。調査区域にある淵をあらかじめラッカーを用いてランドマークし、捕獲場所が判別できるようにした。なお、降雨や増水でこれらランドマークが消えないようにランドマークの作業は適宜繰り返された。また、移動距離推定のため、2000年11月には調査区域最下限の砂防ダムを基点としてランドマークを施した淵とその間にある瀬の距離を測量した。調査区域にイワメとアマゴの他に生息する魚類としてタカハヤ *Phoxinus oxycephalus jouyi*が認められた。

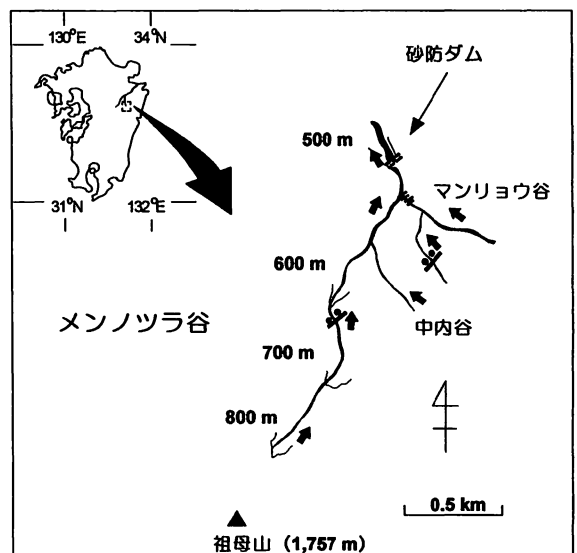


図1 調査区域図

(1) 標識－再捕と分布調査：1999年8月より毎月1度の標識－再捕調査を継続した。1回の調査に2～3日の日数を要した。調査区域内のイワメおよびアマゴを釣りおよび手掴み法により捕獲した。捕獲したイワメおよびアマゴは、番号付のタグを用いて識別した後、尾叉長を1mm単位で、体重を0.1g単位で測定・記録した。個体識別および計測された魚は直ちに捕獲場所に放流された。また、9～11月には捕獲した全ての個体について雌雄の判別を行った。採集した個体の腹部を軽く圧搾すると精子あるいは卵が見えるので、雌雄の区別は容易であった。再捕獲した時の尾叉長、体重および捕獲地点から、個体の成長と移動を推定した。なお、移動個体が移動しなかった定住個体かの定義についてであるが、河川溪流では隣接する淵は瀬あるいは滝、落ち込みなどで物理的に分離している。従って、前回捕獲された淵と異なる場所で再捕獲された場合、あるいは1つ以上の淵を間に挟んで再捕獲された場合、移動個体とすることにした。適宜ウエットスーツおよびシュノーケルを用いて潜水を行いイワメとアマゴの分布状況について調査した。

(2) 産卵習性の観察：2000～2003年の秋には調査区域内を適宜センサスし、産卵床の位置、および産卵行動中のペアがアマゴとイワメのどちらのタイプであったかを記録した。また、その際ペアの体サイズも目測で記録した。この時、可能な限り写真撮影に努めた。なお、目測と実際の全長の誤差は±5%以下であった(近藤 未発表データ)。

### 3. 結果と考察

#### (1) 分布状況

まず、潜水により確認できたイワメ270尾とアマゴ82尾、計52尾それぞれの分布状況を図2に示した。イワメは調査区域の上流になるほど出現頻度が高くなり、逆にアマゴの出現頻度が低くなることわかった(Kolmogrov-Smirnov's two-sample test,  $\chi^2 = 51.0, P < 0.01$ )。すなわち、両タイプの分布様式は互いに重複する区間があるものの、互いに棲み分けていると考えられる。木村・中村

(1961)が最初にイワメの記載を行った約40年前には、メンノツラ谷の調査区域最上流部にもアマゴの姿を認めたという(木村 私信)。しかし、現在ではその場所にアマゴの姿は認められない。サケ科魚類のうち似かよった資源(多くの場合餌生物と産卵に適した場所であろう)を要求する複数種が生息する河川では、水温や河川勾配など、流程のある環境勾配に従って、ある種から比較的短い区間でもう一方の種に置き換わることが知られている。例えば本州以北におけるイワナとヤマメでは、前者が河川源流域に生息するが、下流へ行くに従いイワナとヤマメの混生域になる。さらに下流になるとヤマメの単独域になる。つまり、流程に沿って種が置き換わるのである。このような種の置き換わりは接触異所性分布と呼ばれ(Diamond 1978)、種間競争が大きく関与することが指摘されている(中野・谷口 1996)。本調査を行ったメンノツラ谷におけるイワメとアマゴの分布状況は、この場合によく当てはまると考えられる。また、後述のようにイワメとアマゴには産卵習性に大きな違いがある。従って、メンノツラ谷のイワメとアマゴの両タイプ間には何らかの競争(今回の報告ではタイプ間競争としておく)が介在するため、1960年から現在までの約40年の間に、このような接触異所的な分布状況になったと思われるが、その詳細(例えば水温や定位点の流速の選好性など)については今後の課題であるといえよう。

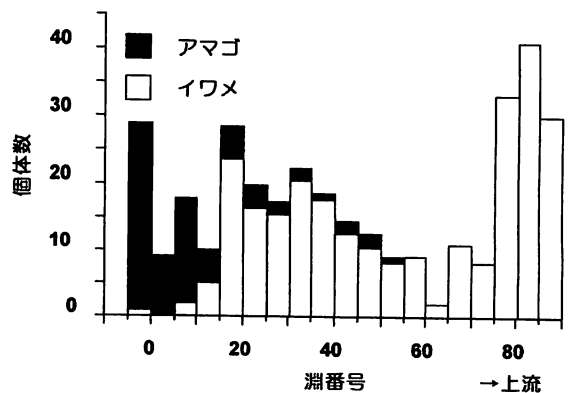


図2 メンノツラ谷におけるイワメおよびアマゴの分布状況

## (2) 移動状況

2001年8月までにイワメ470尾、アマゴ78尾、計548尾を個体識別することができた。このうちの再捕獲された個体262尾のデータを基に、イワメおよびアマゴの移動状況について図3に示した。アマゴ、イワメ両タイプとも、多くの個体は捕獲された場所から移動することなく同じ場所で再捕獲された。ただし、移出入が全くないのではなく、中には移動する個体も出現したということには注意が必要である。なぜなら、標識-再捕法を行う場合、調査区域のスケールが相対的に小さいため、移動個体の割合を過小評価する研究例が多いとの指摘があるからだ(Gowan *et al.* 1994)。しかし、メンノツラ谷よりも下流域でイワメが確認された例は数少なく(桑原 私信)、筆者らの潜水観察からも下流域にイワメを確認したことがない(近藤未発表データ)。また、この図の中で下流に大きく移動したイワメは産卵後の疲弊した個体である場合がほとんどであった。従って、イワメについてはあまり移出入がないか、あるいは下流へ移動してもその割合は極めて低いと考えられた。次いで、繁殖期と非繁殖期で移動個体と定住個体の出現頻度を表1に示した。アマゴ、イワメ両タイプとも非繁殖期に比べ繁殖期に移動個体の割合が高かった(G-test,  $G=17.2$ ,  $P < 0.01$ )。この要因は、おそらく成熟した個体が配偶相手あるいは産卵に適した場所を求めて移動したことによるであろう。しかし、その距離が20mを越えることは稀であった。以上のことからメンノツラ谷のイワメとアマゴ両タイプとも定住性の高いことが示唆された。

## (3) 産卵習性

2000年の秋は河川水量も少なく、メンノツラ谷でのイワメおよびアマゴの産卵習性の観察は容易であった。10月~12月中旬の期間中に合計9回、調査区域をセンサスした結果、30例のペアによる産卵行動を確認した(図4)。イワメとアマゴ両タイプとも産卵行動は、白石(1957)や木村(1972)の報告したアマゴやヤマメの観察例とほぼ同じであった。アマゴ同士のペアによる産卵行動は10月24

日まで確認されたが、11月1日以降は確認することができなかった。ただし、調査区域より約7km下流の神原溪谷ではアマゴ同士のペアを確認している(近藤 未発表データ)。イワメ同士のペアに

表1 メンノツラ谷に生息するイワメおよびアマゴの繁殖期と非繁殖期における移動個体と定住個体の出現頻度

	移動個体	定住個体	合計
産卵期	50(36.5%)	87	137
非産卵期	18(14.4%)	107	125

繁殖期には移動個体の割合が高くなる。

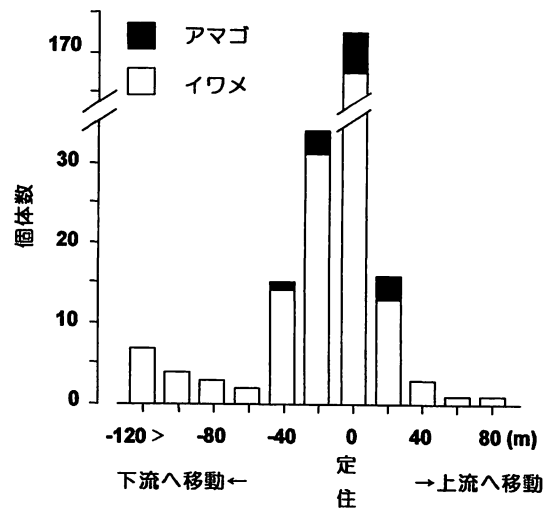


図3 イワメおよびアマゴの移動方向と移動距離

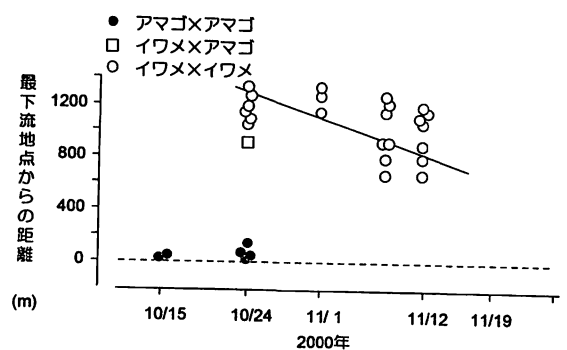


図4 メンノツラ谷におけるイワメおよびアマゴの産卵活性

よる産卵行動は10月24日～11月12日の期間中に確認され、時間の経過に伴い産卵のピークは徐々に下流へと降りてくる傾向が認められた(Spearman rank cor.,  $\rho = -0.39, P < 0.05$ )。また、多くの場合アマゴはアマゴ同士、イワメはイワメ同士でペアを形成していたが、1例だけ異なるタイプによるペアを確認できた。この例では雄がイワメ(全長32cm ca.)で雌がアマゴ(全長18cm ca.)であり、放卵放精が観察された。なお、このペアにより形成された産卵床は、2週間後の11月8日に前出の雄のイワメとペアを組んだ雌のイワメ(全長23 cm ca.)によって掘り返された。後年、筆者らはイワメとアマゴのペアリングを3例確認しているが、いずれのケースも雄がイワメで雌がアマゴのペアであり、逆の組み合わせは認められなかった。また、これら異タイプ同士のペアにより造成された産卵床は、その後イワメ同士のペアにより掘り起こされていた。以上の結果はイワメとアマゴのタイプ間に生殖的隔離が進みつつあることを示唆している。

#### (4) 保全について

今回の調査で明らかになったことと、メンノツラ谷に生息するイワメ(無斑型)の混在するアマゴ個体群の保全に関連して2点指摘しておきたい。

一つは長期にわたる調査の重要性である。近年、個体群生態学および保全生態学の分野では、年齢や性別などの個体差や生息場所の多様性に着目した、長期的かつ個体レベルの研究が重要視されるようになってきている(DeAngelis and Gross 1992)。なぜなら個体の生活史パターンやそれに関連した適応度には、しばしば無視できない程の変異があり(Clutton-Brock 1988)、これら個体変異は成長や移動などの個体群動態に大きく影響を与えるからである。このことは自然選択が個体群や種のレベルではなく、個体のレベルで最大に働くからであるとの指摘がある(Dawkins 1982)。また、一般に個体群動態は生活史パターンとともに、他の生物群集の構造あるいは非生物的要因とも密接に関わっている。一方、特に出水や洪水などの環境攪乱を受けやすい河川では、そこに生息する生物

群集が非平衡な状態にあると考えられる(Grossman *et al.* 1982、Schlosser 1985)。このような場合、環境変動が魚類の移動や成長などに与える影響を明らかにするためには、長期にわたる野外調査が必要不可欠である(DeAngelis and Gross 1992)。現在メンノツラ谷で我々の行っている標識-再捕調査は個体識別が可能であり、長期にわたるデータを収集するためには最適であるといえよう。また、林道工事や河川改修工事による濁りや土砂の流入など人為的影響を把握する上で、定期的なパトロールを兼ねたモニタリング調査は役立つと考えて良い。従って、標識-再捕法による個体群調査はしばらく継続する必要がある。

もう一つの点は、人為的放流による悪影響の懸念である。現在、大分県大野川水系メンノツラ谷のイワメは大分県指定の天然記念物として保護されているが、これはメンノツラ谷のある区域を指定して漁獲を制限したものである。すなわち、その下流および上流の漁獲および放流は制限を受けていないのである。特に近年、大分県内水面研究所はメンノツラ谷でイワメの稚魚を捕獲し、更に上流域のイワメが生息していない場所へ放流した。この事業は、本来の生息域から減耗分として稚魚を持ち出したこと、なぜ上流域にイワメが生息していないのか調べていないこと、遺伝的な問題を考慮していないこと、以上のような理由で大変残念な行為と考えられる。今後は、保護水面を拡大するとともに、無秩序で安易な放流は徹底的に慎む必要があるだろう。

最後に、イワメとアマゴの両タイプで産卵期がずれているという生物学的にも興味深い現象を今回確認することができたが、世界的にもサケ科魚類でこのような現象を報告した例はないと思われる。今後はイワメとアマゴのタイプ間の生態学的な差異を見出すことが重要な課題であると同時に、再現性のある事象かどうか再確認する必要がある。また、これまでに得られたデータからイワメの生息に対し危機的な要素を類推しつつ回避していく順応的な管理を行うことが大切である。

## 引用文献

- Clutton-Brock, T. H. 1988. Reproductive success : studies of individual variation in contrasting breeding systems. University of Chicago Press, Chicago : 538 pp.
- Dawkins, R. 1982. The extended phenotype : the gene as the unit of selection. Oxford University Press, San Francisco : 307 pp.
- DeAngelis, D. L. and L. J. Gross. eds. 1992. Individual-based models and approaches in ecology: populations, communities, and ecosystems. Chapman & Hall, New York : 525 pp.
- Diamond, J. M. 1978. Niche shifts and rediscovery of interspecific competition. *Am. Sci.*, 66: 322-331.
- Gowan, C., M. K. Young, K. D. Fausch and S. C. Riley. 1994. Restricted movement in resident stream salmonids - A paradigm lost. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 51: 2,626-2,637.
- Grossman, G. D., P. B. Moyle and J. O. Whitaker. 1982. Stochasticity in structural and functional characteristics of an Indiana stream fish assemblage: a test of community theory. *Am. Nat.*, 120: 423-454.
- Kimura and Nakamura. 1961. A new salmonid fish, *Oncorhynchus iwame*, sp. nov. obtained from Kyushu, Japan. *日本生物地理学会報*, 22(5): 69-74.
- 木村清朗. 1989. “イワメ”について. 川那部浩哉・水野信彦編. 日本の淡水魚:168pp. 山溪カラー名鑑. 山と溪谷社, 東京.
- 木村清朗. 1972. ヤマメの産卵習性について. *魚類学雑誌*, 19(2): 111-119.
- 中野・谷口. 1996. 淡水性サケ科魚類における種間競争と異種共存機構. *魚類学雑誌*, 43(2): 59-78.
- Schlosser, I. J. 1985. Flow regime, juvenile abundance and the assemblage structure of stream fishes. *Ecology*, 66: 1,484-1,490.
- 白石芳一・鈴木喜三郎・玉田五郎. 1957. 三重県馬野川のアマゴに関する水産生物学的研究, 第二報. 産卵習性に関する研究. *淡水区水研資料*, (14): 1-7.
- 山内晃. 1982. イワメの人工ふ化とイワメ×アマゴの交配実験を終わって. *淡水魚増刊ヤマメ・アマゴ特集*:119-124.

We conducted the ecological study of endangered red spotted masu salmon local population, includes Iwame type (markless type of red spotted masu salmon) inhabiting in Mennotsura-dani stream, a tributary of the Ohno River in Kyushu Island, western Japan with mark-recapture method and under water observation. And we carried out the spawning observation from the bank in autumn. We estimated of their sedentary behaviour. We found that the longitudinal changes in type assemblages of Iwame salmon and red spotted masu salmon. This result indicated the existence of competition between types. In addition to this, we found that the spawning season of Iwame is later than that of red spotted masu salmon. These results suggest that the reproductive isolation between 2 types of the conspecific.

## 淡路島の農村地域のため池群における生物多様性保全に関する研究

淡路棚田研究会生物多様性保全研究グループ

一ノ瀬友博・美濃伸之・藤原道郎・岩崎 寛・森田年則・片岡美和・  
浅田増美・片野準也・加藤和弘・松村俊和

### Biodiversity conservation on small irrigation ponds in the rural area of Awaji Island

Biodiversity conservation research group, Awaji Rural Landscape Study Society

Tomohiro Ichinose, Nobuyuki Mino, Michiro Fujihara, Yutaka Iwasaki, Toshinori Morita,  
Miwa Kataoka, Masumi Asada, Junnya Katano, Kazuhiro Katoh and Toshikazu Matsumura

小規模なため池が高密度に多数分布している兵庫県淡路島において、ため池群を中心とした農村地域に成立している生物相を明らかにし、その生物多様性を保全する方策を明らかにすることを目的として調査研究を行った。ため池は、耕作地への農業用水を確保するために、人為的に造成された水域である。よって、人為的な影響、更にはその変化を抜きにして考えることはできない。本研究では、ため池を含めた農村地域の景観、土地利用変化、農業用水の管理形態といった文化的な側面と、そこに成立している自然的な側面の両面から研究を実施した。まず、文化的な側面の研究の結果、水域を単位とした約100年間の景観構造の変化としては、下流域で変化が大きい一方で、上流域ではそれほど変化が見られず、また農村地域に点在する孤立林もそれほど変化していないことが明らかになった。更に、詳細な集落レベルにおける過去40年間の土地利用変遷の分析の結果、耕作放棄地が増加していること、水田から畑地に転作される傾向が見られること、更に農業用水の管理形態が土地利用変遷に影響を及ぼしていることが明らかになった。水利組合による農業用水の管理実態についての調査の結果、本研究対象地では非常に狭い範囲でも、異なる管理形態が存在する上に、それらが複層的に絡み合い、非常に複雑な水資源管理がなされていることが明らかになった。

主に生物相を対象とした自然的な側面の研究の結果は以下の通りである。ため池の水質はため池の地形的な位置に関わらず、あまり大きな差が見られなかった。これはため池間で複雑な水のやりとりがなされるためである。また、多くの池で大きな水位変動が見られた。トンボ類についての調査の結果、ため池の環境に応じて、出現するトンボ相が変化することが明らかになった。主にイトトンボ類に対して行った標識調査の結果、移動距離は長くても150m程度であった。ため池の提体の草本層においては、提体の上部と下部で、異なる種が出現すること、また上部では外来種の占める割合が高くなることがわかった。ため池内部の付着珪藻については、付着珪藻の種組成が周辺の樹林率と水質に影響を受けていることが明らかになった。ため池を取り囲む水田の畦畔植生についての調査分析では、圃場整備が草本層の種多様性を減少させていること、高茎多年草の優占によって種多様性が減少した畦畔については年数回の刈り取りが必要であることが明らかになった。さらに、クズがアレロパシー効果により草本層の多様性を減少させている可能性が高いことが明らかになった。

以上の調査研究から、伝統的な水利慣行に支えられてきた多様な環境を持った数多くのため池の存在と、一定の農業を通しての人間の関わりが、この地域の生物多様性を維持してきたことが明らかになった。



## 1. はじめに

日本各地に数多く見られるため池は、本来農業用水を確保するために人工的に作られたものである。しかし、近年その付加的な機能として、生物多様性保全機能が注目されている。本研究が対象とする淡路島には、我が国のため池全体の実に1割近くが存在しており、日本で最もため池密度が高い地域と言える。近年の後継者不足などによる耕作放棄の増加に伴い、数多くのため池が姿を消しつつあるが、規模が小さいためにこれまでほとんど注目されてこなかった。本研究は、このようなため池群に成立する生物多様性を保全するために、どのような環境要因が生物にとって重要で、それをどのように維持していくのか、その方策を検討することを目的とした。

## 2. 研究対象地域の景観特性と文化的背景

### (1) 北淡町南部における明治期以降の景観構造の変化

生物多様性の保全には生物の生育・生息環境の空間的側面である景観構造を把握することが必要である。特に農村域においては近年の農業を取り巻く社会環境の変化に伴い、景観構造の変化が生じている。そこで、比較的長期間安定していたと考えられる明治期とその後急激に変化してきたと考えられる現代とを比較することで、農村域の景観構造の変化の把握を試みた。また、現在の孤立林分の構造および各景観要素に与えられる人為的インパクトの把握を行った。

調査地は淡路島北部の津名町長澤から北淡町室津にかけての室津川流域の17.5km<sup>2</sup>とした。上流域は傾斜地となっており棚田状の水田が分布し、下流域は平野状の水田が広がる。上流域から下流域まで、ため池が分布している。

明治29年(1896年)版および平成10年(1998年)版地形図(ともに1/25,000)を凡例ごとに色分けし、景観構造の把握を行った。凡例は針葉樹林、広葉樹林、水田、果樹園、荒地、ため池、居住地、草地(明治29年版のみ)、畑(平成10年版のみ)とした。

また、空中写真および現地調査により面積の異

なる孤立林分の抽出を行い、木本の種類組成と優占度・群度を階層ごとに記録した。更に現地調査により植生構造から人為的インパクトの推測を行った。以上の結果、以下が明らかとなった。

### ①景観構造の変化

明治期(1896年)における景観構造の特徴として、a)針葉樹林(マツ林)が周囲を取り囲むように連続して分布、b)水田がほぼ連続して分布、c)広葉樹林は上流部に分布、d)荒地と草地は下流部に分布、e)水田中に孤立林分分布、f)地域の物質の移動経路としての道路が室津一志筑と育波一穂の2本であることが判明した。現代(1998年)における景観構造の特徴として、a)針葉樹林、広葉樹林(常緑広葉樹林)が取り囲むように分布、b)上流域で水田が孤立化、c)上流域でゴルフ場の出現、d)下流域で畑地と荒地の出現、e)水田中に孤立林分分布、f)道路が室津一穂の1本であることが判明した。

約100年間の景観構造の変化は、下流域で変化が大きく、上流域で変化は小さかった(表1)。卓

表1 優占景観要素

	1896年	1998年
上流域	水田、広葉樹林、針葉樹林	水田、広葉樹林、針葉樹林
下流域	針葉樹林、水田、荒地	水田、畑地、荒地

越する変化として針葉樹林から広葉樹林、荒地から針葉樹林、森林からゴルフ場、森林から畑地と荒地への変化が認められた。また、水田に囲まれた孤立林分の変化は小さいことが明らかになった。これらの変化の要因としては、森林からゴルフ場、森林から畑地と荒地への変化という人為的改変と、針葉樹林から広葉樹林、荒地から針葉樹林への変化などの管理放棄という人為的インパクトの減少が認められた。

### ②孤立林分の組成および構造

調査対象地に分布する孤立林分のほとんどはシイ優占の常緑広葉樹林であったが、大面積の樹林でアカガシの分布も認められた。

### ③人為的インパクトの変化

耕作地周辺では刈取りや火入れがなされてお

り、管理に応じた草本群落が成立していたのに対し、耕作放棄地および周辺では管理放棄に伴いクズの繁茂が顕著であった。調査地の周囲を取り囲むように連続して分布している森林の管理は放棄されており、林冠が閉鎖するとともに竹林の拡大も認められた。森林と農道の境界に刈取りがなされている草本群落が成立しており、重要な景観要素であると考えられた。

## (2) 北淡町五斗長地域の土地利用変遷

北淡町南部の五斗長(ごとおさ)地域において、高度成長期以降の土地利用変遷を明らかにすることを試みた。対象地を五斗長地域としたのは、2-(3)章でも述べるが、この地域内に異なる農業用水管理方法が混在しているからである。用いた資料は、1963年北淡町作成の1/2,500国土基本図と2000年作成の1/2,500国土基本図および1995年撮影の空中写真であった。

2時期の国土基本図をドラムスキャナーによって取り込み、地理情報システムを用いて土地利用タイプを区分した。また、1963年から2000年の間にどれだけ土地利用の変遷が見られたか分析を行った。

図1に1963年の土地利用分布図を示した。また、表2には、土地利用の変化について示した。対象地を田主(淡路島に特有の水利組合)によって農業用水が管理される地域と個人でため池を管理している地域に分けて、集計を行った。これによると、

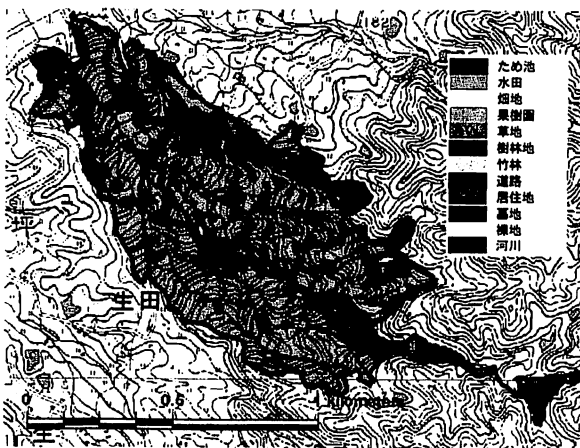


図1 北淡町五斗長地域の1963年の土地利用図

田主が管理する地域では耕作放棄が最も大きな変化となっていることがわかる。また個人管理の地域は、耕作放棄も大きな変化であるが、それ以上に水田から畑地への転作が最も大きな土地利用の変化であることがわかった。これらのことから、農業用水の管理形態が土地利用の変化に影響を及ぼしていたことが明らかになった。

## (3) 北淡町五斗長地域の水利組合について

本研究では、1地区内で田主と個人によるため池管理が行われている北淡町五斗長地区を対象地とした。2002年7~12月に五斗長地区内50戸を対象に、ため池の管理主体、管理方法、渇水や破損時の対処方法、現在中心となって農業に従事している人の年齢、継続意志、後継者の有無について現地直接聞き取り調査を行った。非農家と長期不在を除く34戸から回答を得た。

ため池の所有形態をタイプ分けすると、a田主のみ、a田主+個人池、a田主+小規模田主、a田主+小規模田主+個人池、小規模田主のみ、小規模田主+個人池の6タイプに分けられ、個人池のみ所有しているところはなかった(図2)。

五斗長地域で現在使用されているため池は、田主が管理しているものが18個、個人池が30個であった。田主は全部で6つあり、構成戸数はa田主の50戸が最も多かった。a田主は水の利用制限が行われているのに対し、その他の田主は現在水を使用していないf田主を除くと、水の利用制限は行

表2 北淡町五斗長地域における1963年から2000年の土地利用の変化

土地利用	田主が管理する地域		個人が管理する地域	
	面積 (m <sup>2</sup> )	比率 (%)	面積 (m <sup>2</sup> )	比率 (%)
草地	20204	37.72	18615	25.84
住宅地	11616	21.69	7103	9.86
道路	8695	16.23	9746	13.53
畑地	8407	15.70	20747	28.80
果樹園	1949	3.63	1409	1.96
樹林地	1745	3.26	7648	10.61
竹林	801	1.50	6417	8.9
その他	944	0.27	361	0.5
合計	54362		72044	

われていなかった(表3)。

田主の所有ため池が破損した場合は、行政からの補助を受け、修復を行っている。しかし個人の所有するため池が破損した場合、行政からの補助はなく、全て個人負担で修復しなければならない。そのため、労働力また資金面において修復能力がなく、放棄されるため池も見られた。

この地域の農家のほとんどがa田主の所有ため池の受益地内に耕作地を持っている。a田主では耕作地を7グループに分け、12時間毎に田に水を入れる権利を与えている番水制を行っている。次の世代は土日のみ農作業を行う人が多く、番水制では土日だけの農作業で田に十分に水を入れることができない。またa田主の耕作地は家から離れていることが多いことから、a田主の所有ため池

表3 北淡町五斗長地域の田主とその管理方法

	構成戸数(戸)	草刈り回数(回/年)	底さらい回数(回/年)	役員制度	分水方法
a	50	3	0	有	番水
b	4	2~3	0	無	自由
c	4	2	0	無	自由
d	3	2~3	0	有	自由
e	3	2~3	0	無	自由
f	2	2~3	0	無	番水
g	3	2~3	0	無	自由

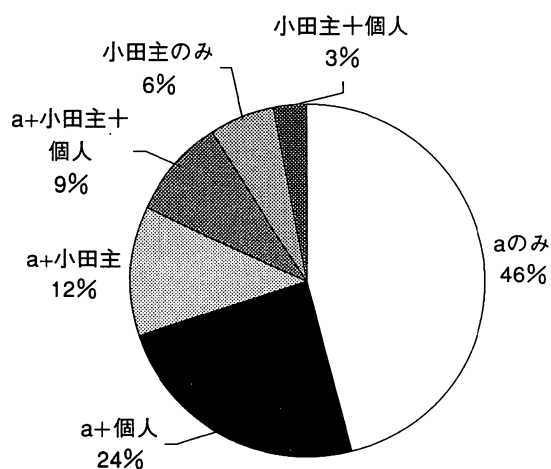


図2 五斗長地域の農家のため池所有形態

受益地内で耕作放棄地が増加していくことが予想される。

### 3. ため池の水質とため池を含む農村地域に成立する生物相

#### (1) ため池の水質と水位変動の特徴

これまで、農業用水やため池の水質を含む環境についての研究はいくつかなされてきたが、非常に小規模でなおかつ水の配分が複雑になされる淡路島北部のようなため池群については、ほとんど明らかにされていない。よって本研究では、ため池に分布する生物相に影響を及ぼす主要な要因として、水質と水位変動パターンを明らかにすることを目的とした。

研究対象地域は、北淡町南部に設定した。この黒谷地域は、標高515mの常陸寺山から播磨灘に向かう西向き片斜面上に位置しており、斜面に沿って多くの棚田と小規模ため池が連なっている特徴的な景観を呈している。本研究では、同じ水系に属している複数のため池をまとめて「ため池群」と呼ぶ。この黒谷地域において、4つの集水凹地のため池群、合計38個のため池を調査対象とした(図3)。

季節変化が顕著に見られた項目について示した図4によると、電気伝導度、シリカ、CODでは夏季に値が高く、冬季に低い傾向があることがわかる。一方で、硝酸イオンは冬季に高い値を示す傾向が見られた。また、ため池群間で、変化のパターンに大きな違いは見られなかった。それ以外の項目については、ほとんど季節変化は見られなかった。

ため池群Aのため池を含む、全てのため池の水位変動は、大きく三つに分かれた。一つは農業利用により、春から夏の初めに最も高い水位だったものが、降水量が少ない夏の時期に最も水位が下がるパターンである。二つ目は、1年を通してほとんど水位が変化しないため池である。このパターンには大きく二つあり、一つは、農業利用がなされているが随時水が供給されている場合と、農業利用がなされていないためにほとんど水位が変



■ ため池 □ 集落  
 図中の数字はため池番号、太線は集水凹地の単位を示す。

図3 調査対象のため池と集水凹地

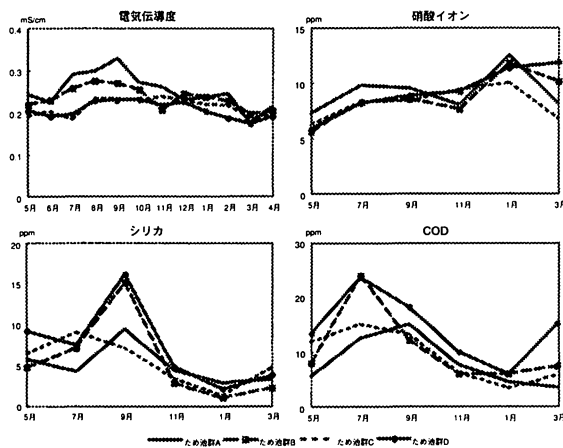


図4 ため池群ごとの水質の季節変化

動しないものである。三つ目は、ため池番号38だけで見られたが、収穫期以降に、ため池の補修、管理のために樋が抜かれ、冬までほとんど水がない状態が続き、その後水位が回復するパターンであった。

## (2) トンボ類の分布とそれを規定する環境要因

小規模ため池群に生息するトンボ類が、どのような環境要因に影響を受けて生息しているかを明らかにするために、トンボ類を対象とした調査を実施した。対象地は、水質調査と同じため池群で、38カ所のため池を調査対象とした。調査は、2002年5月から10月の間に全てのため池において毎月2回ずつ行った。調査方法は、成虫の目視による確認と捕虫網による捕獲とした。さらに、ため池間をトンボ類がどのように移動しているか明らかにするために、2003年7月から10月の間にトンボ類の標識調査を実施した。対象としたため池は、上記の38カ所のため池から2002年の調査で多くのトンボ種が確認された池を5カ所選び、更に隣接したため池1カ所を加え、合計6つのため池で行った。調査は、期間中週1回実施し、それぞれのため池に生息する全てのトンボ類を捕獲、マーキングに努めた。

2002年の調査の結果、38カ所のため池は、そのトンボ類の分布から4つに区分された(図5)。タイプA、Bのため池には、ウスバキトンボ、フタスジサナエが顕著に出現していた。タイプC、Dにはチョウトンボ、ネキトンボが顕著に出現しており、さらにタイプDにはアキアカネ、アオモンイトトンボ、ヨツボシトンボが顕著に出現した。タイプA、Bには主にため池番号21から38の集水凹地のため池が、タイプC、Dには主にため池番号1から20の集水凹地のため池が含まれた。

2003年の標識調査の結果、合計19種3,581個体に標識を行い、478個体を再確認、再捕獲し、再確認率は13.3%と非常に高い値を示した。また、72個体の移動が確認された。アオイトトンボの主な移動状況を図6に示した。これによると、尾根を超えて、谷から谷への移動は見られず、また同じ谷内でも、最も長くて150m程度の移動しか認め

られなかった。この地域には、ため池が非常に高密度に分布しているので、この移動距離がそれぞれのトンボ種の移動能力とは言えないのは明らかであるが、ため池の間隔が100mも満たない高密度の分布状況が、それほど移動能力の大きくないイトトンボ類にとって大きな役割を果たしていると言える。

	22333	22232	312333	1123	2	1112	1	111	
	680538945671	79214857233260445712919068							
オニヤンマ	-1-1----	11-----	-----	-----	-----	-----	-----	000	
ウスバキトンボ	121221-1-11-	11--2-2-1121-	---1----	-----	-----	-----	-----	000	
フタスジサナエ	111--11--11	22111-1-1-	-----	21-2-1	001				
オオシオカラトンボ	1--1-----	1-2-1-	-----	1-11	001				
マユタテアカネ	---11--121-	111-112222-	101-	1-21-13-	001				
タイワンウチヤンマ	---111--2-	2-----	1-11-	11-1-1-21-	010				
クロスジギンヤンマ	1-----	1-----	2-1-1-1-	1-	010				
シオカラトンボ	331333233331	323323233233	2232233232122		010				
コシアキトンボ	233233333222	232333222323	223232132-32-		010				
モノサシトンボ	---1-----	112112----	121-	1-222111-	011				
ギンヤンマ	122-2233213-	222112222223	32323233333		011				
オオヤマトンボ	---121-21-	-----	1-----	11-2-	011				
リスアカネ	---1-----	11-----	211-----	2-2-11-12-	1000				
クロイトトンボ	1--1-11212-	1-1-1-2-23321-	22223332-21		1001				
ウチヤンマ	-----	1-----	-----	1-----	1001				
ショウジョウトンボ	11112-222232	2121-2232231	3333333332333		1001				
コフキトンボ	-----	11-----	-----	3-----	1001				
アオイトトンボ	-----	1-1-221-22-	22-22--232212		101				
チョウトンボ	---1-----	1-11-2-112121-	2-22		110				
ネキトンボ	-----	11-----	111112--1-22		110				
アキアカネ	-----	-----	1-----	1-1	110				
アオモンイトトンボ	-----	2-1-----	2-----	11--12-2233	111				
ヨツボシトンボ	-----	-----	11-----	11	111				
	000000000000	000000000000	011111111111	11111					
	000000000001	111111111111	111111111111	00000000001111					

図5 TWINSPANの結果

左の列は種名、上の数字はため池の番号を示す。番号は上から下に読む。例えば、最も左のため池は26、その次は28である。また、図中の数字はそれぞれの種のそれぞれのため池におけるpseudospecies cut levelを示す。右端、および下の0と1の列は、ため池および種の分割を示す。例えば、下の列においては、最も上の0と1の列が最初の分割を示している。次の分割はその下の0と1の列によって示される。種の分割においても同様で、最も右の縦の列が最初の分割を示す。なお、本来の出力結果には示されないが、ここではサンプルの分割場所を示した。3本の縦線は第2段階までの分割において分割された場所を示す。

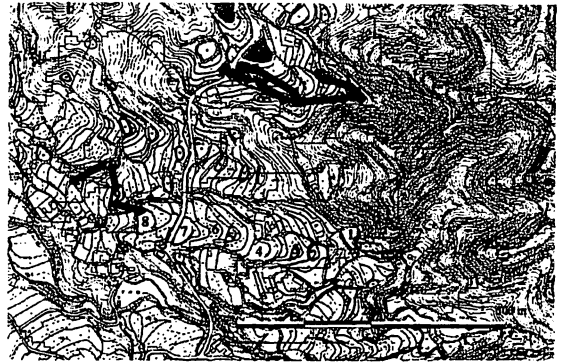


図6 アオイトトンボの主な移動状況

### (3) ため池の堤体の植物の種多様性

ため池は本来の農業用水としての利用に加え、近年では多様な生物を支える貴重な環境であることが指摘されている。また、農業における管理作業は周辺の植物相に大きな影響を与えていると考えられる。そこで、兵庫県北淡町のため池において、農業における管理作業が植物相に与える影響について明らかにすることを目的とし、ため池堤体の種多様性について検討を行った。管理については、護岸の基質、草刈り回数、水位の変化を、環境要因に関しては、気温、水面の温度、日射量、土壌含水率を、植物相に関しては、出現種および優先群落の調査を行った。

調査結果から、出現種について表4に示した。周縁部において占める位置ごとで被度全体に対して外来種の占める割合を算出したところ、調査地1、4が極端に低く、各々6%、8%であった。逆に、調査地3、6、8については30から32%と高い値をとった。また、周縁部に占める位置では、下区、中区、堤頂区、上区の順に外来種の占める割合が高かった(図7)。被度全体に対する外来種の占める割合は、図7のように上区で高く下区で低い結果が現れた。また、外来種が自生種に比べて侵入しやすいとされていることをふまえると、下区と比べ上区や堤頂区では、刈り取りが行われやすいことや、踏みつけなどの人為的な攪乱の機会が多いために、新しく別の種が侵入する確率が上がることを示唆したと考えられた。しかも本調査では、各調査地の上・堤頂区に共通した外来種が出現し

たため類似度が高い数値となり、調査区間の多様性が低くなったと考えられた。

本研究の結果、水位変化の影響を受けるため池周縁部下位で上位や堤頂部と出現種が異なること、水位変化の影響を大きく受ける下位部で植物相が残される可能性について明らかにすることができた。

#### (4) 淡路島のため池における付着珪藻群集の種組成に関与する要因

ため池は、水生植物や水生昆虫など各種水生生物の重要な生息場所であることが認められている。本研究では付着珪藻類を対象として、ため池

表4 位置ごとの出現種

種名	学名	周縁部において占める位置			
		堤頂上	中	下	
ヨモギ	<i>Artemisia princeps</i>	11	19	1	0
キヨウギシバ	<i>Cynodon dactylon</i>	19	7	7	10
クズ	<i>Pueraria lobata</i>	14	13	15	0
セイタカアワダチ	<i>Solidago altissima</i>	9	10	6	0
アメリカセンダングサ	<i>Bidens frondosa</i>	1	1	1	1
メリケンカルカヤ	<i>Andropogon virginicus</i>	12	12	12	0
メヒシバ	<i>Digitaria ciliaris</i>	6	4	1	2
ヤハズエンドウ	<i>Vicia sativa</i>	0	1	1	0
カタバミ	<i>Oxalis corniculata</i>	0	1	1	0
ヒメムカシヨモギ	<i>Erigeron canadensis</i>	1	0	3	1
エノコログサ	<i>Setaria viridis</i>	8	0	0	0
コップキンエノコロ	<i>Setaria glauca</i>	0	1	1	3
ツリガネニンジン	<i>Adenophora triphylla var. japonica</i>	2	1	0	0
イヌビエ	<i>Echinochloa Crus-galli</i>	0	0	4	10
ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	7	1	1	0
ヤハズ	<i>Kummerovia striata</i>	1	1	1	0
ヒメグサ	<i>Cyperus brevifolius var. leioplepis</i>	0	0	1	0
シズメノヒエ	<i>Paspalum dilatatum</i>	1	1	0	0
スイバ	<i>Rurhex acetosa</i>	1	0	0	0
スギナ	<i>Equisetum arvense</i>	0	0	1	14
ケネザサ	<i>Pleibolatus fortunei f. pubescens</i>	0	0	0	0
コツナギ	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	3	0	0	0
ヌカキビ	<i>Panicum bisulcatum</i>	0	0	7	6
ヨシ	<i>Phragmites communis</i>	0	0	6	7
タカサブロウ	<i>Eclipta prostrata</i>	0	0	0	0
カセウサ	<i>Eragrostis ferruginea</i>	1	0	0	0
イヌタデ	<i>Polygonum longisetum</i>	1	0	0	0
ココメカヤヅリ	<i>Cyperus iria</i>	0	0	1	0
ムラサキエノコロ	<i>Setaria viridis f. misera</i>	0	0	0	0
イ	<i>Juncus effusus</i>	0	0	4	0
ケイヌビエ	<i>Echinochloa Crus-galli var. caudata</i>	0	0	0	1
シロツメクサ	<i>Trifolium repens</i>	0	0	0	0
アゼガヤ	<i>Leptochloa chinensis</i>	0	0	0	4
ヌズメノエンドウ	<i>Vicia hirsuta</i>	0	0	0	0

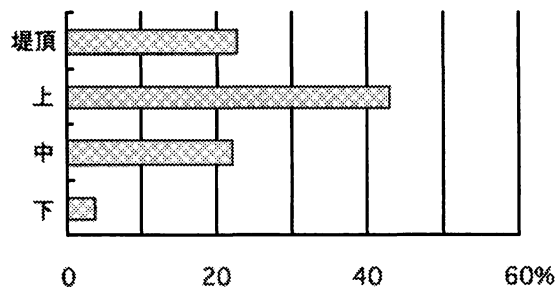


図7 被度全体に対する外来種の相対被度の周縁部における位置による違い

の環境条件と生物相の関係を分析することを試みた。

兵庫県淡路島の北西部にあたる北淡町のため池を調査対象とした。海岸に近い平地部のため池から急傾斜の丘陵地の谷間に作られたものまでまんべんなくカバーするよう、24のため池を選んだ。

北淡町防災ため池台帳から満水面積と貯水量、1/2,500国土基本図より標高について情報を得た。また、2000年10月25~26日に各池1回ずつ水質調査を行い、携帯型のメーターによりpH、電気伝導度、硝酸イオン濃度を測定した。さらに、2000年9~10月と2001年9~10月に、ため池の護岸とため池に隣接する植生についての現地調査を行い、周囲長に対するコンクリート護岸延長の割合(コンクリート護岸率)、高木林または低木林(竹林を含む)に接している部分の割合(隣接樹林率)、岸が枝葉が水面に張り出すような樹林となっている部分の割合(緑陰率)をそれぞれ求めた。

付着珪藻類の調査は2001年8月16~29日に行った。対象とした池において典型的な水辺1地点を選び、径10cm程度以上の礫表面の付着物と植物枯死体を、試料として採取した。一部のため池では、適当な礫、あるいは植物枯死体がなかったために、一方の試料しか得られなかった。得られた試料は酸化分解処理の上で和光純薬製「微生物相マウントメディア」で封入、倍率1,500倍の光学顕微鏡で検鏡し、サンプルあたり400~500個体を同定した。

TWINSPANにより、種組成に基づき試料を分類した。さらに、分類樹木により、試料のグループを環境条件と対応づけた。

TWINSPANにより、試料はそれぞれ4つのグループに分けられた(表5)。同じため池の試料は、付着基物の違いにかかわらず全て同じグループに属した。従って、ため池を単位として、付着珪藻の試料のグループをため池の環境条件から予測する分類樹木の構築を試み、誤判別率12.5%の予測モデルを得た(図8)。付着珪藻の種組成に関わる要因として、隣接樹林率、硝酸イオン濃度、pH、標高が抽出されたが、このうち標高は人為的な影

表5 TWINSPANにより珪藻試料と出現種を分類した結果

サンプル名 (ため池名+基物種類 <sup>a)</sup>	鷺小池 池目井 手大池 池池池	岩池 登戸 大池池 池池池	畑池 池池池 池池池	長池 池池池 池池池	葛下 池池池 池池池	新下 池池池 池池池	新中 池池池 池池池	室室 池池池 池池池	新池 池池池 池池池	瀬池 池池池 池池池	池池 池池池 池池池	室室 池池池 池池池	新池 池池池 池池池	新池 池池池 池池池	小池 池池池 池池池	奥池 池池池 池池池	種 の 分 類 結 果	
出現種	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	1	2	1	2
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Breb.) Grun. v. <i>lanceolata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Epithemia sorax</i> Kutz.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Navicula decussis</i> Ostrup	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kutz.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kutz.) W. Smith	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Synedra acus</i> Kutz.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehr.) Simon.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehr.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantz.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Nitzschia amphibia</i> Grun.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Caloneis bacillum</i> (Grun.) Cl.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kutz.) Kutz.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Nitzschia palea</i> (Kutz.) W. Smith	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Nitzschia paleacea</i> (Kutz.) W. Smith	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Achnanthes exigua</i> Grun. v. <i>heterovalva</i> Krasske	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Achnanthes lanceolata</i> v. <i>rostrata</i> (Ostrup) Hust.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Navicula capitata</i> Ehr.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O. Muller	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Achnanthes lanceolata</i> v. <i>elliptica</i> Cl.	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Amphora veneta</i> Kutz.	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Gomphonema clevei</i> Fricke	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kutz.) Rabenh.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Navicula trivialis</i> Lange-B.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Navicula pupula</i> Kutz.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Navicula pygmaea</i> Kutz.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Navicula viridula</i> (Kutz.) Ehr. v. <i>rostellata</i> (Kutz.) Cl.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Fragilaria pinnata</i> Ehr.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simon.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Cyclotella stelligera</i> Cl. & Grun.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Cymbella elginensis</i> Kram.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Cymbella silesiaca</i> Blei.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Nitzschia hantzschiana</i> Rabenh.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Nitzschia fonticola</i> Grun.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Achnanthes minutissima</i> v. <i>affinis</i> (Grun.) Lange-B.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Amphora libyca</i> Ehr.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Navicula cryptocephala</i> Kutz.	2	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grun.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Navicula minima</i> Grun.	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Fragilaria construens</i> v. <i>venter</i> (Ehr.) Grun.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Achnanthes catenata</i> Bily & Marvan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Achnanthes minutissima</i> Kutz. v. <i>minutissima</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Navicula oppugnata</i> Hust.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grun.) Simon.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Navicula seminulum</i> Grun.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Nitzschia sinuata</i> (W. Smith) Grun. v. <i>tabellaria</i> Grun.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cl.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Fragilaria construens</i> (Ehr.) Grun. v. <i>construens</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Navicula notha</i> Wall.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pinnularia gibba</i> Ehr.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Achnanthes japonica</i> H. Kob.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cyclotella comta</i> (Ehr.) Kutz.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cymbella turgidula</i> Grun.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Diploneis boldtiana</i> Cl.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Anomooneis vitrea</i> (Grun.) Ross	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cymbella minuta</i> Hilse	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehr.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Gomphonema gracile</i> Ehr.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cymbella gracilis</i> (Ehr.) Kutz.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cymbella microcephala</i> Grun.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Fragilaria parasitica</i> (W. Smith) Grun.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehr.) DeToni v. <i>saxonica</i> (Rabenh.) DeToni	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Denticula kuetzingii</i> Grun.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
試料の分類結果	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
グループ1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
グループ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
グループ3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
グループ4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

注:新池という名のため池は2つあるため、平地のものを新池A、谷間のものを新池Bとした。基物の種類は1が礫、2が植物枯死体、3はそれ以外。

響の程度に関わっているものと考えられ、pHを説明変数にした場合でも、判別率はやや低下するものの同様の分岐が形成された。そのため、ため池の周辺の土地被覆と池の水の富栄養化が、珪藻の種組成に影響を与えていると結論づけられる。

(5) 畦畔植生のタイプと圃場整備の関係

圃場整備や水田放棄あるいは管理頻度の低下により、棚田に成立している植生の種多様性が低下している可能性がある。このため、植生タイプと種多様性との関係を明らかにすることを目的として、池の堤防法面・堤防上、水田の畦畔法面・畦畔上・放棄水田で植物社会学的植生調査を行った。

畦畔法面・畦畔上・放棄水田の全てで非整備地の平均出現種数は圃場整備地よりも大きかった(表6)。ただし、その差は畦畔法面で最も大きく、次いで畦畔上であり、放棄水田ではほとんど差がなかった。群落高別での最大出現種数をみると、群落高が0.1mから0.4mまでは最大出現種数が20種から29種と増加し、群落高が0.4mから0.7mまでは最大種数は30種程度と頭打ちになり、群落高が0.8m以上から1.0mまでは最大出現種数が20種まで

減少し、群落高が1.1m以上になると最大でも11種と激減した(図9)。優占種(被度4以上)別でみると、セイタカアワダチソウ・クズ・ヨモギ・ネザサが優占する調査区では、平均で8.1種から5.5種と出現種が少なかった。一方、チガヤが優占する調査区では平均で14.4種と出現種が多かった。その他の種が優占している調査地区では11.5種が、特定の種が優占していない調査地点では14.7種がそれぞれ出現していた(表7)。

以上から、圃場整備による畦畔法面の種多様性の減少が大きいことと、管理頻度の低下による群落高の増加と特定の種(特にセイタカアワダチソウ・ネザサなどの高茎の多年草)の優占による種多様性の低下が明らかになった。種多様性を保全するためには、種多様性の高い非整備地の畦畔法

表6 圃場整備地と非整備地との出現種数の比較

	立地	平均出現種数	調査区数
圃場整備地	畦畔法面	13.8	50
	畦畔上	12.6	50
	放棄水田	7.0	50
非整備	畦畔法面	23.4	25
	畦畔上	17.0	25
	放棄水田	7.6	25

表7 優占種別の出現種数

優占種(被度4以上)	平均出現種数	調査区数	主な立地
セイタカアワダチソウ	6.6	39	放棄水田
チガヤ	14.4	24	畦畔法面・ため池堤防法面
クズ	7.1	23	ため池堤防法面
ヨモギ	8.1	16	放棄水田
ネザサ	5.5	15	ため池堤防法面
その他の種	11.5	20	
優占種無し	14.7	226	

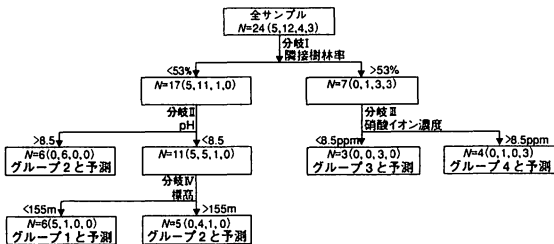


図8 分類樹木により得られた珪藻群集のグループの予測モデル

方形枠の中には、直上に示された条件判断に適合するため池の数がN=に引き続き示され、更に珪藻の種組成に基づくグループ毎のため池の数が( )内に示されている。例えば、第2段の左側の方形枠は、隣接樹林率53%未満のため池が17あったことを示し、更に、その内訳はグループ1の試料が得られた池が5つ、グループ2が11、グループ3が1つであったことをも示している。

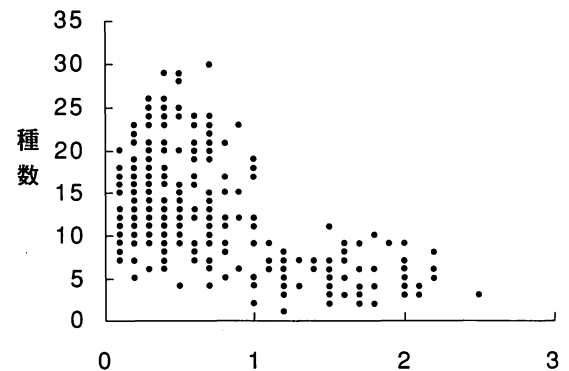


図9 群落高と種数の関係(群落高(m))



面を維持するとともに、種多様性が低下した植生タイプでは年数回の草刈りで特定の種の優占を防ぐことで種多様性の回復を図ることが必要であると考えられる。

#### (6) 畦畔植生の種多様性を減少させるクズのアレロパシー効果

ため池周縁部に生育する植物の侵入や生育を阻害していると考えられるクズ *Pueraria lobata* Ohwi を効果的に駆除、管理する手法を検討した。クズの生育状況を調べるためにため池の水位と光合成速度の関係を調べ、クズの他の種への侵入阻害を検証するために希少種であるフジバカマ *Eupatorium Fortunei* Turcz. の発芽に対するアレロパシー効果を検証した。

SPAD値を測定した結果、A池、B池ともに水位面から離れるほどSPAD値は高くなった。つまり、土壌含水率が低い場所に生育している個体ほど葉緑素量が増加していた。光合成速度を測定したところ、夏および秋のどちらの場合においても、提頂部よりも下部の方が最大光合成速度  $p_{max}$  の値が高くなっていった。SPAD値および光合成速度の結果をまとめて考えると、水位面から離れた位置に生育するクズは、水面近くに生育するものよりも葉緑素量が多く、光合成を行うポテンシャルは高いと考えられるが、実際に光合成を行う際に必要となる水分が、土壌含水率が低いことから限られてくるため、光合成活性としては低くなったと考えられた。逆に、水位面に近いクズは水分が十分に吸収できるため、少量の葉緑素であっても効率よく光合成を行えると考えられた。その結果、生成した光合成同化産物を葉緑素ではなく、根系や伸長成長に配分することが可能となるため、提頂部に生育する個体よりも繁殖能力が高くなると推測された。クズのアレロパシー効果を調べるために表8にフジバカマの発芽試験の結果を示した。表を見ると、対照区である蒸留水を与えたシャーレにおける発芽率は38.3%なのに対し、クズの抽出液を与えたシャーレの発芽率は15%であり、t検定をおこなった結果、5%水準で有意差が認められた。このことから、クズの抽出液はフジバカマ

の発芽に対し、抑制する傾向があると考えられた。今回の実験結果から、クズが生育している場所で

表8 発芽試験結果

	播種数*	発芽数	発芽率(%)
対照区	120	46	38.3
クズ抽出液	120	18	15.0

\*シャーレ数6、各シャーレに20粒播種

は、フジバカマの種子が天然下種されたとしても、発芽できる可能性が低くなることが示唆された。このことから、クズの繁茂は種の多様性や郷土種保全といった観点からも抑制する必要があると考えられた。しかし、今回の結果からだけでは発芽後の伸長成長への影響はわからなかったため、今後、発芽後の個体の伸長成長に対するクズの影響を調べる必要があると考えられた。

#### (7) カスミサンショウウオの潜在的生息地の推定

カスミサンショウウオ *Hynobius nebulosus* は、西日本の丘陵や平野部に広く分布する体長7~12cmの小型のサンショウウオであり、人里近くにも生息する。そのため圃場整備やリゾート開発、宅地開発の影響を受けやすく、京都・大阪地域では、絶滅のおそれのある地域個体群に指定されている。また、淡路島版レッドデータブックにおいても本種が記載されており、保全計画の策定が急務であるといえる。ここでは、水田やため池といった水域と樹林地がセットになった環境を必要とするカスミサンショウウオに着目し、潜在的な生息適地を地理情報システムによって抽出し、その結果に基づき本種の研究対象地域内での分布を確認することを目的とした。なお今回の調査研究では、既存の情報が深い産卵場所の抽出を試みた。

潜在的な生息地の抽出に当たっては、既存の研究や淡路島島内で活動している自然保護団体へのヒアリング、更に近縁種のトウキョウサンショウウオについての文献などから、以下の項目を基準とした。(1)面積が2.5ha以上の樹林地の縁辺部から10m以内、(2)水田もしくはため池。その結果、図10の灰色で示された箇所が、潜在的な産卵場所として抽出された。これらの場所について、2002

年12月～2003年3月の間に卵塊調査を実施したが、今回の調査では卵塊を発見できなかった。ヒアリングによると、本研究対象地一帯ではこれまでに卵塊が確認されてきているが、カスミサンショウウオが生息しなくなったのか、あるいは2003年の春だけ見られなかったのかは不明である。今後の調査が必要であると考えられる。

#### 4. まとめと生物多様性の保全に向けて

本研究の結果、淡路島北淡町の小規模ため池が卓越する地域では、長い歴史を経て、人間が農業という形で自然を改変してきたことによって、多様な景観構成要素が生み出され、それらを巧みに利用する生物相が成立してきたことが明らかになってきた。特にため池について言うと、その利用のされ方、立地によって様々なタイプのため池が存在しており(例えば、沢の最も上部の樹林と隣接するため池や開けた皿池など)、その環境に

じたトンボ相や珪藻相、植生が成立していることが明らかになった。よって、この地域の生物多様性の保全を考える際には、ため池の規模だけを指定要件とする兵庫県のため池保全条例が有効に機能しないことは容易に想像できる。また、ため池の数が多すぎるので、一つ一つのため池自体を対象とした保全策には限界があり、ある程度広がりを持った地域を対象として保全する方法が必要である。さらに、近年実施されている中山間地直接支払いも、本研究対象地を含む淡路島の多くの地域が指定の要件は満たしているものの、農業用水の慢性的な不足に苦しみ、長い水を巡る争いの歴史を持つ淡路島においては、集落協定の締結すらなかなか容易ではなく、指定が進んでいないのが現状である。加えて、中山間地直接支払いはあくまで耕作地を対象としているので、そもそもため池は補助の対象にはならない。

2003年度から文化庁により、農村地域における文化的景観の保全の取り組みが開始された。これが今後どのような方向に進むのか現時点では未知数であるが、本研究対象地のように人間の長い歴史の元に成り立ってきた二次的自然が持つ生物多様性を保全するためには、個々の生物種だけや特定の景観構成要素だけに着目するのではなく、文化的景観という視点で区域を設定し、保全の網をかけることが望ましいと考えている。



図10 抽出されたカスミサンショウウオの潜在的  
生息適地  
図中に灰色の太線および灰色のため池で示  
された箇所が生息適地



写真1 ため池の水質調査の様子

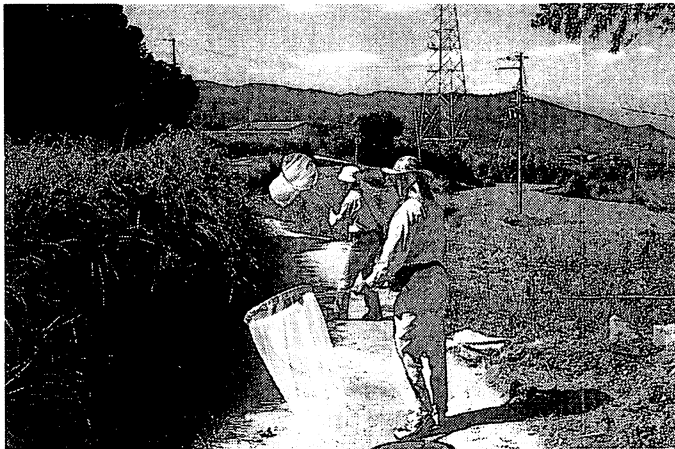


写真2 トンボ類調査の様子

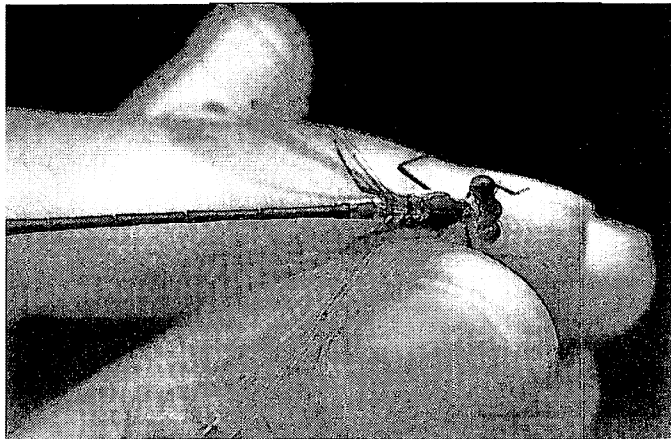


写真3 標識をされたアオイトトンボ

There are huge number of irrigation ponds in the rural area of Awaji Island, Hyogo Prefecture, Central Japan. We surveyed water quality, vegetation, dragonfly, diatom and amphibian in and/or surrounding irrigation ponds, and also analyzed landscape changes for about hundred years, land use changes from 1963 to 2000 and irrigation systems in the south area of Hokudan-cho, Awaji Island. As the result, we didn't identify large landscape changes in this area. Also, most isolated woodlots have not been fragmented for about 100 years. On the other hand, abandoned rice paddies are increasing and many rice paddies have been changed into dry fields for recent 40 years. Such land use change patterns were influenced by irrigation systems. Based on an analysis of interviews to farmers, we found very traditional and complicate irrigation systems there, because of lack of rain water and large river.

The result of water quality survey showed that there was not so much difference in water condition of among ponds, because water is frequently pumped from a pond to another pond. The water level of most irrigation ponds fluctuated dramatically from spring to the end of summer. We found some dragonfly species assemblages corresponding with environmental factors of each irrigation pond. The marking research of damselfly species showed that they moved up to 150 m. We identified different vegetation types between lower and upper part of pond bank and also found more exotic plant species on the top and upper part of bank than on the lower one. The diatom species composition was influenced by ratio of woodlot area surrounding ponds and water quality. On the levees between rice paddies agricultural land reform have reduced species diversity of herb plants. In order to maintain species diversity, we have to cut grasses off several times per year where perennial plants are dominant. It was suggested that allelopathy of *Pueraria lobata* Ohwi affected germination of some herb plant species.

## 東京湾の干潟を中心とする環境の保全

### 千葉の干潟を守る会

大浜 清・牛野くみ子・田久保晴孝・大浜和子・佐野郷美・竹川未喜男・吉川勇作・  
青山 一・杉本秀樹・杉田史朗・飯島滋哉・鈴木恵子・伊藤恵子

### Conservation of the tidal-flats and the wetland of Tokyo Bay

#### Association of save the tidal-flats in Chiba

Kiyoshi Ohama, Kumiko Ushino, Harutaka Takubo, Kazuko Ohama, Satomi Sano,  
Mikio Takekawa, Yusaku Yoshikawa, Hajime Aoyama, Hideki Sugimoto, Shirou Sugita,  
Shigeya Iijima, Keiko Suzuki and Keiko Ito

#### 1. はじめに

広大な干潟が失われた東京湾に再び豊かな自然を回復していくためには、現在残っているわずかな干潟と浅海域を守り、その上で失われた干潟と浅海域をできる限り回復させることが求められる。

千葉の干潟を守る会は、1970年代より東京湾、特にかつて広大な干潟が形成されていた千葉県側の埋立計画の中止を求めて、他の環境NGOとともに様々な努力を重ねてきた。特に1990年代に入っ

て千葉県が発表した「三番瀬埋め立て計画」に反対し、この計画の白紙撤回を求める署名運動(当会は三番瀬を守る署名ネットワークの幹事団体)は、最終的に30万筆を越え、その後白紙撤回を公約とした新知事を誕生させる大きな力となった。そして三番瀬埋め立て計画は中止となり、周囲の埋め立てや青潮等によって痛めつけられている三番瀬の再生を目的に、市民参加と完全情報公開のもと「三番瀬再生計画検討会議(以後、円卓会議という)」が設置された。この会議には当会から

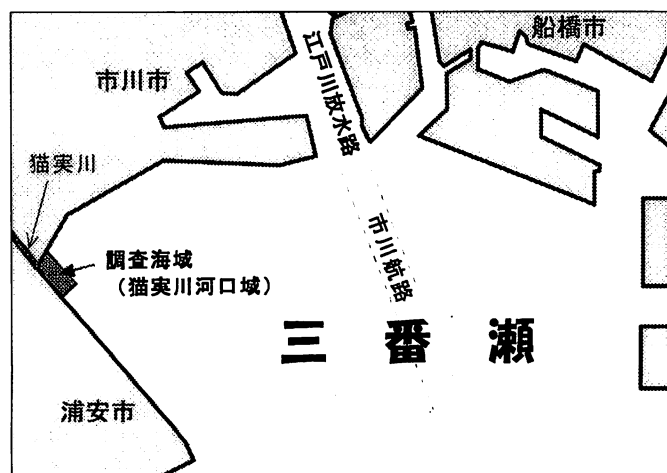


図1-1 三番瀬の位置と調査海域

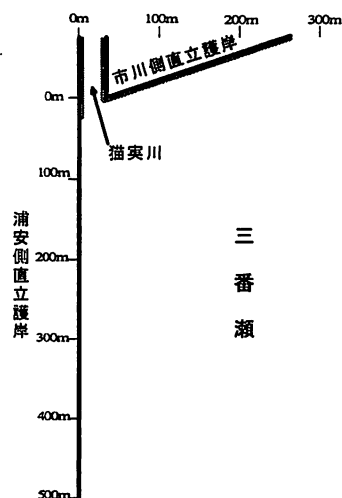


図1-2 調査海域の拡大図

も委員が選ばれ、東京湾全体を視野に入れながら、三番瀬の再生について積極的に発言した。しかし、埋め立て計画が中止に追い込まれそうな情勢の中で、三番瀬北西部に位置する猫実川河口前面の海域(以後「猫実川河口域」と記す、図1参照)に大量の土砂を入れて人工干潟を造成する案が漁協等から提案され、埋立が中止になったとしても、別の形で海域に大きな改変を加える可能性が残っていた。そして、その頃「この海域はヘドロが堆積して悪臭を放ち、生物のいない死んだ海域」であるという一方的な宣伝も行われていた。そこで、円卓会議でも同様の提案がなされるであろうと予測し、この海域を正當に評価させるために猫実川河口域の底質および底生生物調査を行うことにした。また、三番瀬の再生について地域住民がどのような意見を持っているか、また円卓会議で議論されている内容を市民がどのように受け止めているかを知るために、「三番瀬市民アンケート調査」に取り組んだ。

## 2. 調査方法

### (1) 猫実川河口域の底質および底生生物調査

2002年3月より調査を行ってきたが、今回は2003年7月13日、2003年8月29日、2003年9月27日に行った調査の結果をまとめた。調査は猫実川河口から南へ約500m、東へ約200mの約10haの範囲内で行った。調査日により、最大干潮位が異なり、干出する時間もまちまちであったため、調査地点数や調査地点は統一できなかった。主に①底質の酸化還元電位の測定、②底質の粒度、強熱減量の分析(7月のみ実施)、③底生生物の採集等を行った。大型底生生物の採集には、愛知県の小嶋健仁さんが作成したアナジャコ採集器(お気楽5号)を用いた。

### (2) アンケート調査

2002年春以降、3回のアンケート調査を行った。調査の方法も含めた詳細については、「3. 調査結果および考察」の項にまとめて記した。

## 3. 調査結果および考察

### (1) 猫実川河口域の底質および底生生物調査

概ね次のようなことがわかった。

- ① 潮位にもよるが、最大で約5haほどの干潟が出現する。
- ② 底質は干潟域、浅海域も含めて泥質～砂泥質であり、部分的に蛎殻が集積した場所があってその周囲は砂泥が堆積し干潟化が進んでいた。
- ③ 概ね猫実川河口に近い北側に泥分と有機物量が多く、南側は細砂分が多く有機物量が少なかったが、泥分が多い区域においても、蛎殻集積部分やその他局所的に細砂分が多いところが出現した。
- ④ 干潟域、浅海域の窪んだ部分に一部強熱減

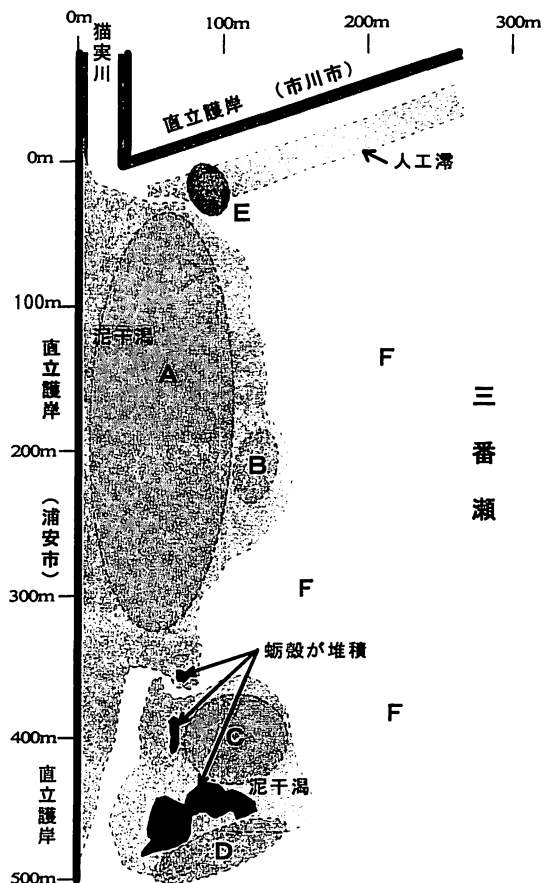


図2 7月調査における最大干潮時の干潟の様子

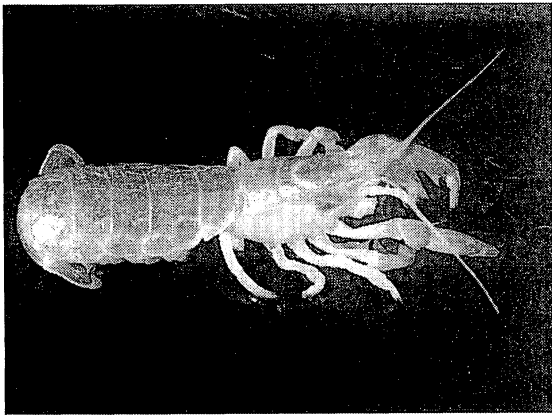


写真1 採集されたアナジャコ

アナジャコが生息する海域は高い水質浄化能力を持つ。



写真2 採集されたカワグチツボ

小型の巻き貝で、同様に小型の巻き貝としてウミゴマツボも採集された。



写真3 紅藻オゴノリを観察する調査員たち

足下には緑藻のアナオサがたくさん見られる。

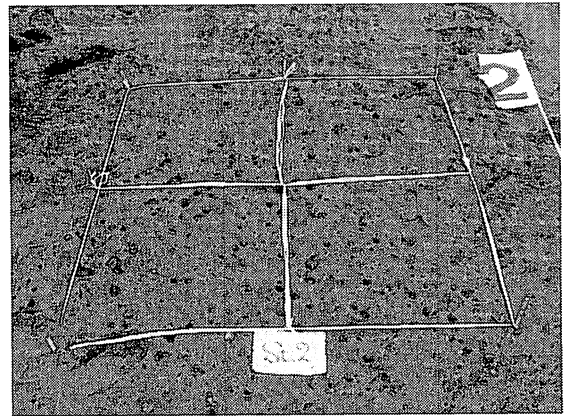


写真4 巣穴数カウントのために設置したゴドラート  
干潟だけでなく、浅海域にもこのような巣穴が多数見られた。

量において高い数値、つまり有機物量の多い地点があった。その地点の底質には、黒ずんだ腐泥が存在し、場合によっては硫化水素臭がした。

- ⑤ 酸化還元電位では、7月には全ての測定地点でプラス値を示し、どの地点も硫化水素臭はなかったが、8月には、酸化還元電位がマイナスを示した地点が見られ、マイナス値の高い地点では、かなり強烈な硫化水素臭がした。8月でも猫実川河口直近の地点、蛸殻島

付近の地点など、場所によって高いプラスの値を示した地点があった。9月になると、酸化還元電位がマイナスとなった調査地点の割合は減少したが、8月に比べてマイナスの値が大きい地点が2点見られた。

- ⑥ 干潟域、浅海域の広い範囲で巣穴が多数見られ、その多くはアナジャコの巣穴であると考えられる。7月の調査では、10地点の平均巣穴数は165.8個/m<sup>2</sup>となった。これは、同年4月、5月の調査の結果とほぼ同じであった。

県が行った調査では、巣穴数が極端に少ない値が報告され、ニホンスナモグリやアナジャコも採集されていなかった(平成14年度三番瀬海生生物現況調査(底生生物及び海域環境)報告書 2002)。

- ⑦ この海域の底生生物の湿重量については、アナジャコやニホンスナモグリの生息を考慮した場合、非常に大きなものになる。
- ⑧ その他の底生生物としては、ヤマトオサガニ、ウミゴマツボ、カワグチツボ、ゴカイ類多数、二枚貝類も個体数は少ないながら、アサリ、シオフキ、マテガイ、ヒメシラトリガイ、ハナグモリガイ、オキシジミ、ホトトギスガイ、マガキ、ウネナシトマヤガイなどが生息していた。
- ⑨ これらの底生生物は、比較的嫌气的環境を好むものから好气的環境を好むものまでを含んでいる。この事実はこの海域の底質環境全体が還元的であると単純には言えないことを示唆している。

## (2) アンケート調査

三番瀬の近隣に居住する市民を対象に計3回のアンケート調査を行った。

### A：「市民による三番瀬(猫実川河口域)聞き取り調査」(2002年3月2日実施)

この調査は、猫実川河口に近い浦安市海楽、美浜、入船地区の住宅を個別に訪問したり、周辺部で散歩していた方を対象に対面式で行った。聞き取り件数は33件(居住者が24人、散歩の方7人など)。聞き取り項目は、①「見かけた生き物、あるいは釣った魚は何ですか」、②「海のおいほはどうですか(臭かったときは、どんなにおい、どんな時、日時など)」、③「三番瀬についての感想、意見」の3項目で、回答者の意見を聞いて調査者が書き込む形式とした。猫実川河口域底質および底生生物調査と平行して実施したが、回答数も少なく、予備的なアンケート調査として位置づけられる。

### B：「市民による三番瀬近隣地域聞き取り調査」(2002年12月14日、15日、23日実施)

円卓会議において市川市塩浜地区における自然

再生のあり方が問題になっていたので、アンケート調査対象地域を市川市塩浜地区およびそれに隣接する地域(市川市塩浜3、4丁目、福栄4丁目、浦安市海楽2丁目、美浜4、5丁目、日の出など)とし、「千葉の干潟を守る会」などの環境NGOを中心に「市民による三番瀬調査実行委員会」を組織して実施した。アンケート用紙の配布戸数は440枚(市川市100戸、浦安市250戸、船橋市の環境団体会員50人にも配布)で、回収数は184(船橋環境団体会員の回答は29)であった。

その結果、三番瀬の埋立計画の白紙撤回については「よかった」という回答が78%を占めた。また、三番瀬(特に猫実川河口域)の実態を知るために、①見かけた生き物の場所と種類、②海のおいほ、③海岸域の危険度の3点について聞き、①「見かけた生き物」については、58%(90人/155人)が三番瀬周辺域で鳥、魚、貝、海藻、底生生物を見ており、②「海のおいほ」については、腐ったにおい、ドブ臭いという回答が25%、潮・自然のおいほという回答が18%、③「海岸域の危険度」については、「危険を感じない」が41%、「危険だと思う」が26%となり、危険を感じない方が感じる方を上回った。

さらに、必要な緊急対策に関する質問では、①海岸周辺のゴミの清掃、②自然(海と生物)の保全、③自由に海に入れるように、という回答が上位を占めた。また、長期的な対策としては、①海の自然を残し、生き物を守る、②海の水・河川の水を浄化する、③親しめる憩いの海(散歩、釣りなど)という回答が上位を占めた。

### C：「三番瀬再生を問う1,500人アンケート」(2003年3月15日、16日実施)

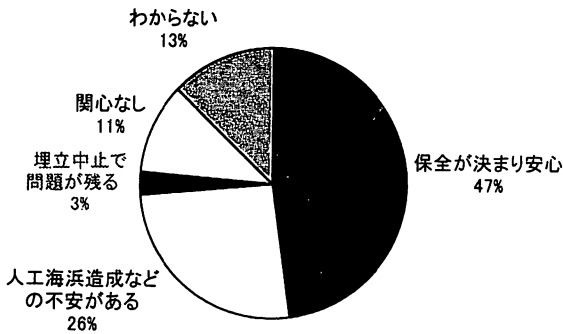
上記Bの調査結果を検討し、更に広域に調査を広げる必要性を感じ、船橋市、市川市、浦安市3市臨海部の共同住宅各500戸を対象に改めてアンケート調査を実施することにし、千葉商科大学商経学部竹内研究室、和洋女子大学環境生物学研究室的の協力を得て、三番瀬を守る署名ネットワークが中心になってアンケート調査を実施した。回収された回答は685通、回収率は46%であった。ア



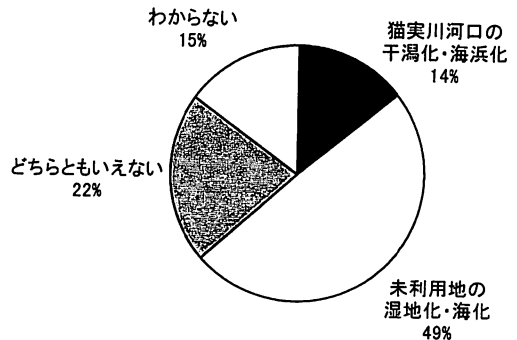
ンケート結果は以下の通りである。

- ① 三番瀬の現状に関しては「三番瀬の保全が決まったので安心」が全体の約半数(47%)を占めたが、「人工海浜造成などの(新たな)不安がある」という回答も26%あった。「埋立中止で問題が残る」という回答はわずかに3%であった(グラフ1参照)。
- ② 円卓会議の認知度については、約半数(48%)の方が知っていると答え、円卓会議を傍聴した方、今後傍聴したいと答えた方は25人(4%)だった。
- ③ 三番瀬の再生の考え方については、「海よりも、人間の生活や経済活動を優先すべき」がわずか17人(3%)であるのに対し、「海の自然や生き物の多様性を保全することを第一に」という回答が491人(72%)で圧倒的支持を得ていた(グラフ2参照)。

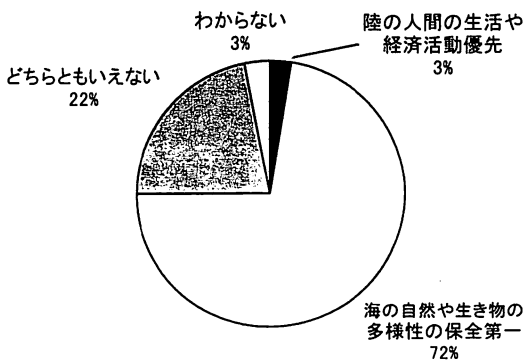
- ④ 円卓会議で意見の一致を見なかった「猫実川河口域の人工干潟化」問題については、「海域である猫実川河口域を中心に土砂を入れ干潟、藻場や海浜をつくる」という意見を支持する人が94人(14%)、「海域には手をつけず、埋立地の未利用地を湿地や海に戻す」という意見を支持する人が324人(47%)だった。再生の考え方としては「これ以上三番瀬海域を狭めないで検討」という考え方が支持されている(グラフ3参照)。
- ⑤ 市民参加、完全情報公開を原則として公共工事を検討し、意志決定する「円卓会議」という新しい形式については、委員間の意見が不一致の時には、「時間をかけて話し合う」という回答が、そして再生計画案策定までのスケジュールについては、「1年間と限定せず十分な時間をかけるべき」という回答がそれ



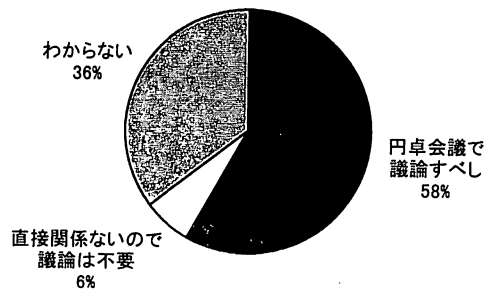
グラフ1：三番瀬の現状



グラフ3：海域の干潟化か、陸域の湿地化か



グラフ2：再生について支持する意見



グラフ4：第2湾岸道路についての議論

ぞれ3/4を占めた。

- ⑥ 三番瀬海域を通過する計画となっている第2東京湾岸道路問題については、「円卓会議で議論すべし」という意見が384人(56%)で過半数を占め、「直接関係ないので議論は不要」という意見は41人(6%)のみであった。そして、第2湾岸道路建設問題については、残念ながら円卓会議の中では議論されなかった(グラフ4参照)。
- ⑦ 三番瀬をラムサール条約の登録湿地とする問題では、ラムサール条約そのものを知らないと答えた人が4人に1人(26%)おり、また名称は知っているが「内容を知らない」という人も25%であった。つまり、市民のラムサール条約に対する認知度は約半数であるという結果となり、従って登録湿地とすることに賛成した方も約半数(45%)という数字になった。

#### 4. 今回の調査活動の成果

##### (1) 猫実川河口域の底質および底生生物調査

円卓会議の中では、当初猫実川河口域について、「価値のない海域だから埋めて人工干潟にすべき」という意見が強かったが、今回の調査により大型底生生物アナジャコが発見されたり、他の生き物もたくさん生息している実態が明らかになった。その結果、2004年1月に完成した「三番瀬再生計画案」には、猫実川河口域は三番瀬の環境の多様性、生物多様性を維持する上から保全すべき海域であると明記された。ただし、夏に酸化還元電位がマイナスとなった地点があることから若干の改変の余地が残されてしまったことは残念であった。また、2002年春～秋に行った市民調査は広く

市民に呼びかけて実施した。実際に三番瀬に来て、水に触れ、泥に触れ、生き物に触れて調査の一部を担っていただいた。参加された多くの市民には三番瀬を生きた海、親しみのある海として実感していただけたのではないだろうか。

##### (2) アンケート調査

「市民による三番瀬近隣聞き取り調査」の結果については、2003年2月に円卓会議の下部組織である浦安ワーキンググループで、あるいは同年4月の円卓会議の中で発表した。また、「三番瀬再生を問う1,500人アンケート」の結果も、2003年8月に千葉県の要請を受けて環境NGOが実施した「三番瀬フェスタ」で参加者に配布された。

三番瀬を再生させていく主体はあくまでも地元住民である。そういった意味から、三番瀬の近くに住む市民が、三番瀬について何を望んでいるかを明らかにしたこのアンケート調査は、円卓会議にとって非常に貴重な資料となった。アンケート結果から導かれた「これ以上海域を狭めることなく再生計画を検討すべきである」という明確なメッセージは、円卓会議の各委員の発言に微妙な変化をもたらしたと考えている。

最後に、底生生物の調査に関しては、藤前干潟を守る会の辻敦夫さん、愛知県の小嶋健仁さん、鈴木晃子さんに大変お世話になった。また、市川緑の市民フォーラム、三番瀬を守る会、市川三番瀬を守る会、千葉県自然保護連合、三番瀬を守る署名ネットワーク、和洋女子大学環境生物学研究室、千葉商科大学竹内研究室、そして有志の方々にはアンケート調査に御協力いただいた。ここに感謝の意を表する。

## 干潟を守る日 2003 in 諫早

干潟を守る日 2003 in 諫早実行委員会  
山下八千代・大島弘三

Emergency, Get back the biodiversity of Isahaya and Ariake Sea

Save the Isahaya Bay  
Yachiyo Yamasita and Kozou Oshima

諫早湾は地球誕生以来の長い年月を経て、広大な干潟と貴重な生態系を形成してきた。

その遺産を一瞬のうちに破壊へ導いたのが、1997年4月14日の潮受け堤防の締め切り(通称ギロチン)である。私達は全国の仲間呼びかけ、この日を干潟と湿地、そして全ての自然環境を保全する記念日とし、毎年各地でそれぞれの地域にふさわしい趣向をこらしたイベントを展開している。

地元長崎では、本年5月10日「干潟を守る日2003 in 諫早」と題して集会を開催した。

今年の集会は、春の統一選挙が4月に実施されたため、約1ヶ月時期を遅らせての取り組みとなった。

集会には、田中康夫長野県知事と菅直人民主党党首を現地に迎え、工事現場の視察と工事事務所の説明を受けた。

長崎の集会には、約1,000名の聴衆が参加し、お二人の講演、対談の場では、歯止めの効かない官僚主導の公共事業のあり方を批評し、市民のために政治家が政策を見直す大胆な決断の必要性が強調された。

集会では他に、愛知大学の宮入教授により、干拓工事の談合入札の実態を解明し、政官業の癒着の実態が明らかにされた。

また、有明海沿岸漁民、市民、工事差し止めなどの訴訟団から、それぞれの戦いの現況報告を受け、今後の展望を協議した。

その中で以下のことが明らかにされた。

1. 諫早湾干潟の価値が正当に評価されていない。
2. 干拓工事は政官業の談合による税金のムダ使いである。
3. 有明海異変の元凶は諫早湾干拓工事である。

以上の認識に立ち、現状打開のためには以下の取り組みが当面の課題である。

1. 地域の首長、議会を変えるため「小異を捨てずに、大同につけ」。
2. 堤防開門、干潟回復のスケジュールを現実のものとする、市民による戦略アセスメント(対案作り)。



写真1 ビラ貼り



写真2 工事事務所の説明を聞く

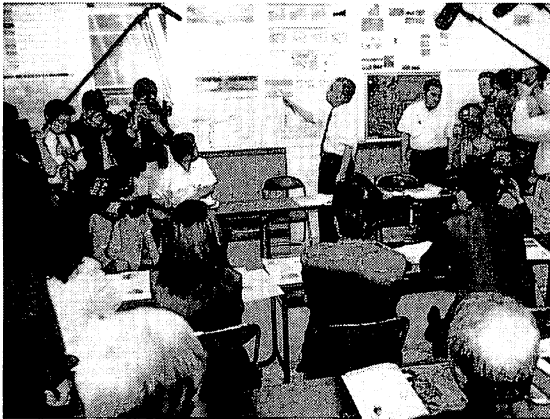


写真3 説明する工事事務所

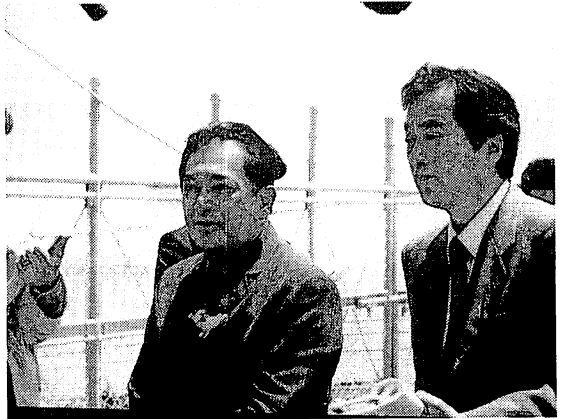


写真4 現地視察する田中知事と菅党首



写真5 記者団のインタビューに答える



写真6 参加者による現地見学

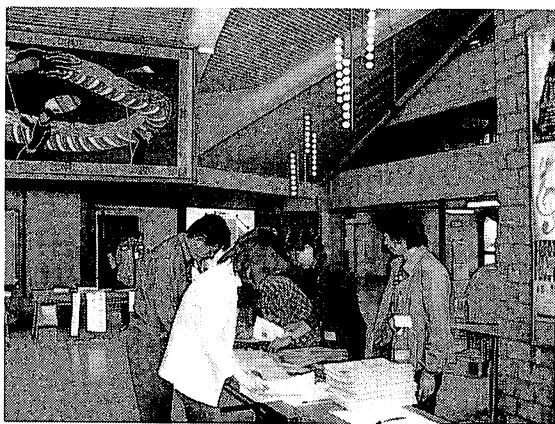


写真7 受付の準備



写真8 対談・菅党首

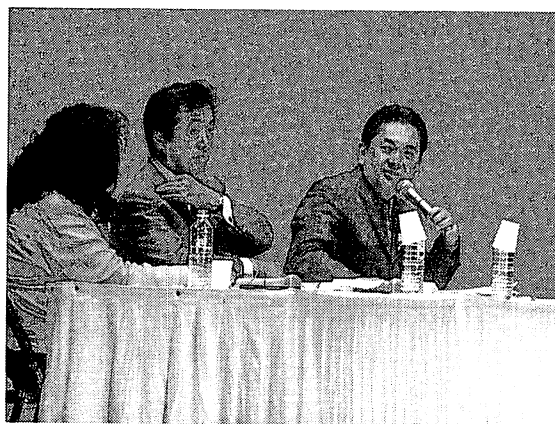


写真9 対談・田中知事

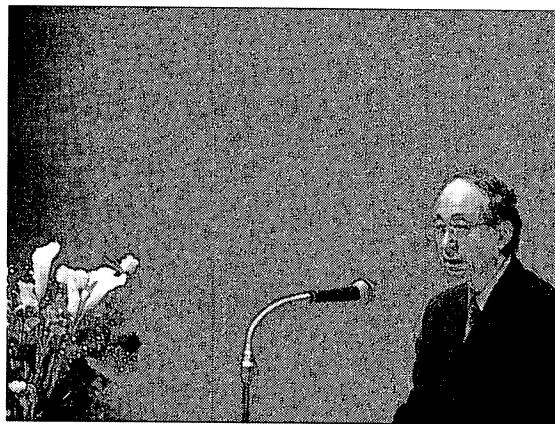


写真10 講演・宮入教授



写真11 漁民、市民他によるシンポジウム

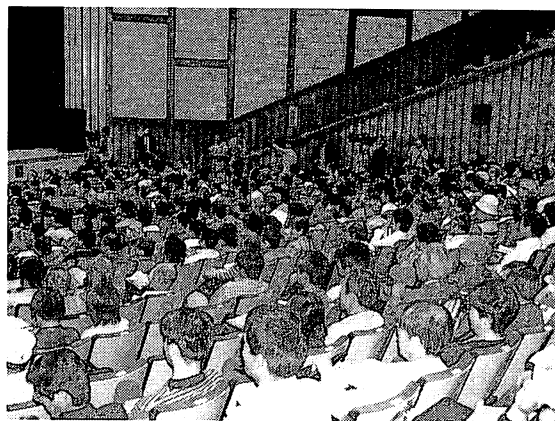


写真12 満員の聴衆

# 吉野川河口干潟周辺における「人と自然とのふれあい」を ベースにした環境マップの作成

## とくしま自然観察の会

井口利枝子・近森憲助<sup>1)</sup>・樋口 緑・大久保多加代・  
大原米子・猪子知子・吉田啓子・渡邊重義<sup>2)</sup>・粟飯原治仁・  
田島正子・津川なち子・太田尚子・村田佳代子

## Creating a "Human-Nature Interaction" Environment map of the Yoshino River Delta

### Tokushima Association of Nature Observation

Rieko Iguchi, Kensuke Chikamori, Midori Higuchi, Takayo Okubo, Yoneko Oohara  
Tomoko Inoko, Keiko Yoshida, Shigeyoshi Watanabe, Haruhito Aihara,  
Masako Tajima, Nachiko Tsugawa, Naoko Ota and Kayoko Murata

### 1. 目的

第十堰の住民投票で日本中に名をはせた吉野川。河口から第十堰の14.5kmまで広がる汽水域と、日本一の川幅を誇る河口に広がる干潟は、今日失われつつある日本の河口本来の姿があり、人々に豊かな水辺環境を提供している。この河口域500haは、様々な渡り鳥にとって重要な中継地となっており、1996年のラムサール会議で立ち上げられた「東アジア・オーストラリア地域におけるシギ・チドリ類重要生息地ネットワーク」に日本で最初に参加し、さらに環境省の日本の重要湿地500 (<http://www.sizenken.biodic.go.jp/wetland/>)に選定されている。そして、ここではレッド・データブック掲載種である、シオマネキヤルイスハンミョウなどたくさんの稀少種がごくあたりまえに豊富に生息している。しかし今、複数の大型公共事業(東環状大橋・四国横断自動車道路橋・マリンピ

ア沖洲第2期工事)によって、河口干潟の自然は切り刻まれようとしており、特に干潟の中枢部を通過する東環状大橋(仮称)の建設は、残念ながら本活動期間中に着工になった。様々な人々から愛されてきた吉野川河口について、私たちは情報をできるだけ多岐に渡って集積し、そのデータをもとに環境マップを作成することによって、吉野川河口干潟のことを市民にわかりやすく伝え、河口干潟の保全に関心を持つ人々とのネットワークを広げていくことを本活動の第一の目的とした。

### 2. 方法と結果

#### (1) 市民レベルでの調査

#### ① 市民に対するアンケート調査(街頭と河口周辺で実施)

「吉野川河口干潟をどのように感じているのだろうか?」「河口干潟の開発に関してはどのよう

1) 鳴門教育大学総合学習開発講座

2) 愛媛大学教育学部理科教育講座

に思っているのだろうか？」本活動のスタートとして、河口干潟周辺の自然や開発に関する市民の意識や関心について調査を行なった。私たちは、常に社会的な事情を意識しながら、市民の視線を大切に活動をしていきたいと考えており、本活動でも、市民の思いを反映した環境マップをつくるためにアンケート結果をベースにしたいと考え、徳島駅前や商店街などで街頭アンケート(322人回答)を行った。着工直前になった東環状大橋については、44%が「必要でない」という声があり、計画については、約半数が「知らない」・「わからない」と答え、民意とは何か、情報公開とは何かなど大きな課題を残していることがわかった。

さらに吉野川河口周辺の堤防で散歩をしている人々にアンケート調査(140人回答)を行った。「吉野川河口のどんなところが好きですか？」という問いかけに対して、たくさんの人が河口の風景や大きさ、広がりと答えている。さらに、「橋が架かったらどんな変化があると思いますか？」に対しては、風景や環境の変化を敏感に予想し、多くの人が心配し、関心を持っていることがわかった。

人がどんどん便利になることが、果たして豊かな暮らしなのか？多くの人々から、人と自然との関わりについて、いまこそ見つけ直す時かもしれないという声が聞かれた。東環状大橋(仮称)建設を考えることは、自分たちの暮らしぶりに思いをめぐらせ、様々なことを問われることだと思う。

## ② 生物調査、干潟に関わる人の暮らしや環境変化に関する情報収集

国土交通省が第十堰可動堰化計画の際に実施した河口域の環境調査について、情報公開を求めながらそのデータを市民と共有し、またそれを評価するために東京大学大学院の清野聡子先生など専門家に助言を受け、市民レベルで生物調査を始めた。得られた情報については、本会のホームページ(<http://www.shiomaneki.net/>)で公開している。さらに、干潟の利用状況の調査として、人、渡り

鳥などの生物の立場からの環境調査を行った。吉野川河口干潟では、人間だけでなく、多様な生き物が年間を通じて、様々な利用の仕方をしていることを再認識した。

## (2) 自然観察会の開催

今まで同様、定期的に吉野川河口干潟で自然観察会を開きながら、専門家を招いて、楽しく吉野川河口干潟の価値がわかるような観察会を開いた。なかでも和歌山大学の古賀庸憲助教授との観察会は、カニ類の様々な行動を専門的に学ぶことができて大好評であった。

## (3) 学習会の開催

### ① 学習会「吉野川河口干潟をめぐる市民の井戸端会議」

NACS-Jの吉田正人理事が徳島大学でのシンポジウムに来県する機会をとらえて講師をお願いし、吉野川河口干潟の保全活動に関わっている6つの市民団体に呼びかけて学習会を開いた。吉野川河口干潟周辺の開発、特に東環状大橋建設計画は、環境影響評価、情報公開、住民合意、市民参加などたくさんの課題をかかえたまま進められてきた。そこで、川づくりや干潟保全について、全国での先進的な事例を学ぶことによって、吉野川河口保全に向けて全国的な視野で考え、知恵を出しあうためのネットワークの必要性を市民の間で確認しあった。

### ② 学習会「市民の思いを反映する方法として、環境マップの作成」

2005年愛知万博(国際博覧会)の会場となる瀬戸市の海上の森で1990年から自然観察会を開いている「のみ山自然観察会」代表の曾我部行子さんを講師に招いた。海上の森は古くから地域住民が関わる、いわゆる里山と呼ばれる自然環境にあたる。曾我部さんは、環境万博を唱う国際博覧会ではあるが、博覧会会場に使用されれば、現在の海上の森の様子は全く違ったものになってしまうことに危惧を抱き、その価値評価を市民にわかりやすい形で伝えようと、綿密な調査のもと、内容濃い『海上の森環境マップ』を作成した。「人」にとってどのような価値評価を持った自然環境地域

であるのかという視点に注目して、環境マップの中に精神面での項目を盛り込むことを参考にした。

#### (4) 吉野川河口干潟の環境マップを作成

私たちは1994年に吉野川干潟で自然観察会を始めたが、10年間の情報、アンケート調査や環境調査などをベースにして、吉野川河口干潟の生き物、干潟の重要性、干潟と人の暮らしとのかかわりなどを紹介したものをまとめ印刷した(B4判4ページ・カラー刷り・1万部印刷)。残念ながら、2003年12月6日より、干潟の真上に架かる東環状大橋(仮称)の工事が始まり、爽快感に満ちた広々とした河口の風景は、今少しずつ、分断されようという。この渡河橋建設は、私たちが便利で快適な生活を追求する中で生み出されてきたものだが、私たちは、この工事によって何を失いつつあるのだろうか。この環境マップの中には、吉野川干潟の生物カレンダー図を盛り込み、また橋建設によって心配される環境変化についてわかりやすい形で伝えることを工夫した。環境マップを持って、一人でも多くの人に直接河口に足を運んでもらい、干潟のすばらしさを再発見してもらいたい。そして、吉野川河口干潟を見守り続ける人々を増やすことで、干潟保全の新たなスタートにしようと配

布を始めている。

### 3. 今後の課題

活動期間を通して、自然観察会や調査への参加を呼びかけることで一人でも多くの人に直接干潟へ足を運んでもらう機会を作ることに力を入れた。また私たち自身も日常的に干潟へ足を運ぶことを心がけ、河口干潟に関する情報を集めた。しかし、本活動期間中は、東環状大橋(仮称)の建設事業について、吉野川の河川管理者である国土交通省による架橋の許認可審査が決定され、事業主である徳島県が架橋工事に着工したという非常に大きな状況変化があった。

私たちは環境マップの中で、「吉野川河口干潟の何がすごいのか、私たちは何を大切に思ってきたのか、吉野川の干潟の中央を通る大橋の建設によって、私たちは何を失おうとしているのか」を問いかけた。今後は河口干潟の価値を伝え、河口干潟の保全について、自分たちの生活に引き寄せて考えられる人々を増やしていくことが課題である。橋を架けることの意味を干潟と私たちの生活との「つながり」を原点として、これからも問いかけていきたい。



■市民アンケート調査

東環状大橋の建設計画を知っていますか？

東環状大橋は必要だと思いますか？

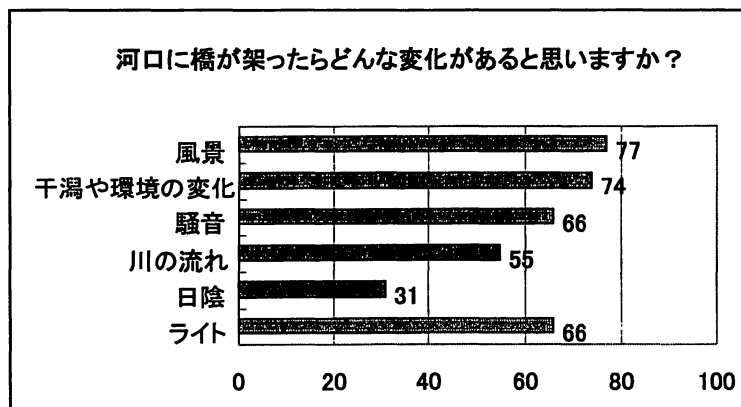
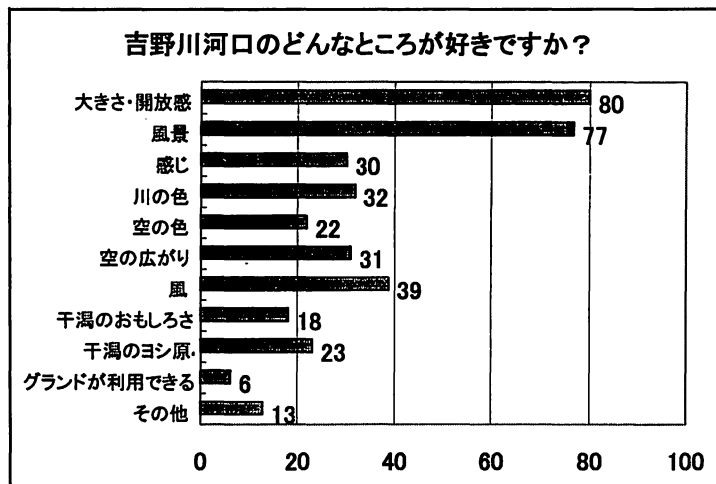
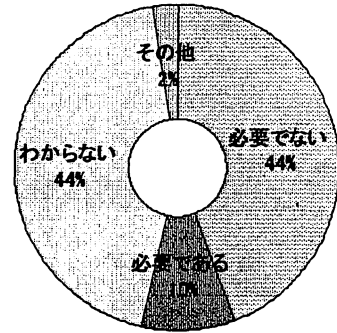
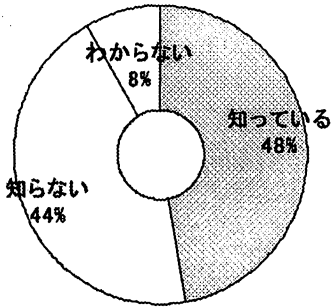


図1 市民に対するアンケート調査結果

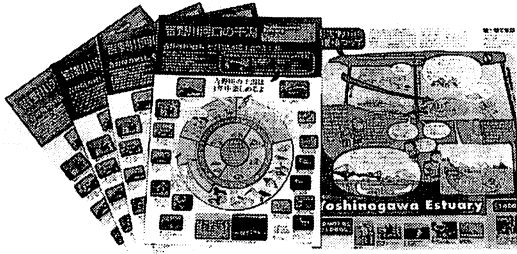


写真1 吉野川河口干潟環境マップ



写真2 干潟での自然観察会

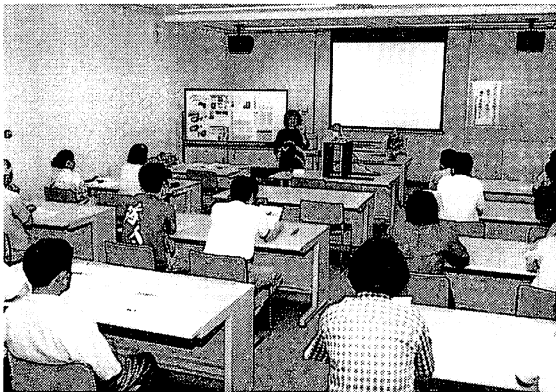


写真3 学習会「市民の思いを反映する方法として、環境マップの作成」



写真4 吉野川河口干潟の広々とした空の風景

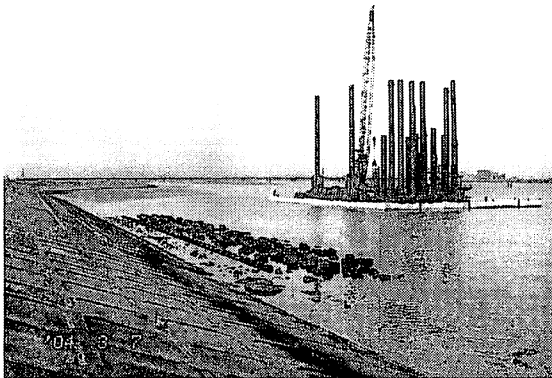


写真5 干潟の真上を通過する東環状大橋(仮称)建設工事

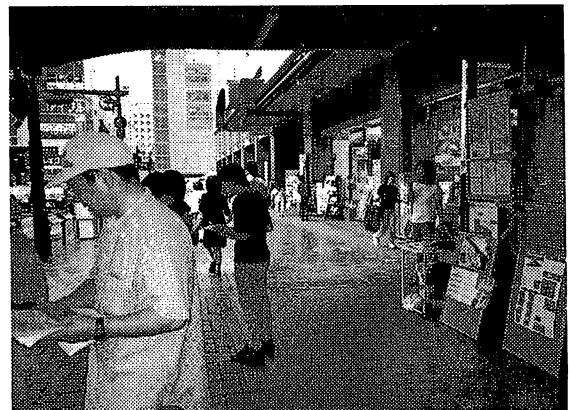


写真6 徳島駅前でのアンケート調査

## 日本における [自然の権利] 運動の記録(～2002.12)

[自然の権利] セミナー

浅見正夫・籠橋隆明・鬼頭秀一・佐久間淳子・豊田和弘・  
中原貴久子・余門光子

"Rights of Nature" Movements in Japan (～2002.12)

Seminar on the "Rights of Nature"

Masao Asami, Takaaki Kagohashi, Shuichi Kitoh, Junko Sakuma, Kazuhiro Toyoda,  
Kikuko Nakahara and Mitsuko Yomon

### 1. 本報告書作成の目的

1996年度助成を受け1997年末に刊行した『報告 日本における [自然の権利] 運動』(以後報告書1と表記)を受け、その後の動きや更なる展開を集約・記録し発信することにより、1995年に始まった自然保護運動の手法の一つとしての「自然の権利訴訟」が得たものと残された課題を広く知ってもらい、今後の自然保護運動に役立ててもらおう。

### 2. 報告書作成にあたって留意したこと

報告書1作成時には、全ての「自然の権利訴訟」が係争中であり、その実態がほとんど知られていなかったことから、均等に取り上げるよう配慮し、それぞれの訴訟グループの認識の差を「多様性」と捉えてもらえるように心がけた。

報告書2では、前回紹介した裁判のほとんどが終了し、結果が出ているため、裁判の結果の善し悪し、裁判という手法の選択が適当だったかどうか、運動としての展開がうまくいったかどうか、[自然の権利] とは何か、[自然の権利] は自然保護に役立つのかといった評価が求められると考えた。ただし、本書は運動の報告書であることを重視し、

運動内部からは各自の自己評価を記録するにとどめ、裁判書類を豊富に収録することで、読者に判断を預けることとした。

評価書に相当するものは、今後、関係者の手によって編み出されることを期待する。

### 3. 『報告 日本における [自然の権利] 運動』 第2集の具体的内容

自然の権利セミナー報告書作成委員会編

定価(本体2,500円+税)

全360ページ 変形A4判(287×210mm)

ISBN 4-915594-21-1

#### (1) 「第一部 運動編」

冒頭には、自然の権利訴訟マップを掲載し、1995年に提訴された奄美自然の権利訴訟以降の主な自然保護訴訟を一覧できるようにした。ここでは奄美訴訟以前の「相模大堰建設差止訴訟」(1993年提訴)と「豊前環境権裁判」(1973年提訴)についても触れ、自然の権利訴訟に通ずる発想が既に以前から自然保護訴訟に現れていたことを記録した。

その次に、各訴訟の詳しい経緯をまとめたデー

タファイルと関連原稿を収めた。今回は、訴訟によって情報量の多寡に幅を持たせた。これは、特に訴訟が終了している方々が既に次の取り組みに入っており、改めて訴訟を振り返る原稿をお願いするのはためらわれたことと、相模大堰建設差止訴訟と生田緑地・里山・自然の権利訴訟、大雪山のナキウサギ裁判の3グループは独自に報告書を作成しているため、当報告書ではその表紙を紹介するにとどめ、さらに詳しい内容はそれぞれを参照していただくように案内した。

その代わりに、「第二部シンポジウム採録」には、2003年1月開催した「自然の権利シンポジウム2003」の運動としての議論の経緯を掲載した。弁護士からも原告からも率直な感想が述べられ、第一部を補う内容となっている。

## (2) 「第二部 シンポジウム採録」

2003年1月25・26日に開催した「自然の権利シンポジウム2003—改めて、自然の権利を考える—奄美自然の権利訴訟 結審を素材に」のレジュメ類から抜粋したものと、ディスカッションを採録した。

ここからは、原告の思いを代理人(弁護士)たち



写真1 奄美自然の権利訴訟、判決当夜 2001.1.22  
原告、弁護団、一般の支援者だけでなく、鬼頭秀一さん(環境倫理学)、交告尚史さん(法学者)、ジャーナリストの顔がみえる。自然保護訴訟を支えるこのありようが実現したことを、今回の報告書では重点を置いて記録した。

が真剣に受け止め、その弁護士と原告の姿勢に呼応した各領域の専門家たち(法哲学、生態学、環境倫理学など)が大勢支援に加わった構図がよく読みとれる。

## (3) 「第三部 資料編」

前回の報告書に掲載した裁判書類以降のものを集めた。

今回は特に、原告の意見陳述と尋問調書、検証指示説明書を意識的に収集した。これらは、原告の思いをどう代理人が理解し法廷で展開したかをよく表している文献である。

また、奄美自然の権利訴訟については、全裁判書類を時系列でまとめたリストを付け加えた。これは、この訴訟が最も多く[自然の権利]についての考察を積み重ねたことから、今後研究者が文献として利用する可能性が高いと判断したためである。巻末の文献リストには、国会図書館のデータベースの検索結果を基本に、報告書1に掲載したものと、新たに独自に収集した情報を付け加えて約220件を紹介した。

## (4) 付録のCD-ROM

1996年度助成の報告書『報告 日本における[自

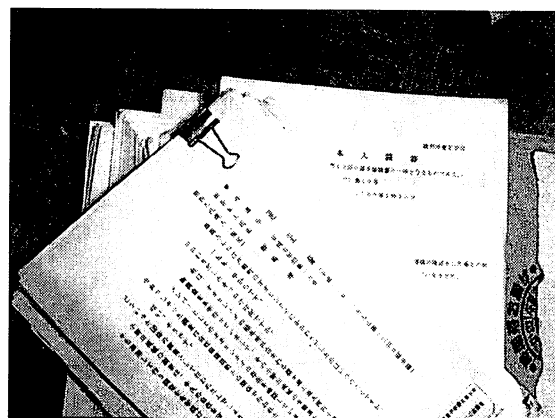


写真2 集めた裁判書類の山  
原告たちの思いや、弁護士たちのがんばりがよく伝わってくる。これを広く読んでもらうことで、自然の権利訴訟が目指すものがより伝わりやすくなると判断し、OCR処理を行った。

然の権利]運動』をまるごとPDF化したものに加え、奄美訴訟の全法廷傍聴報告(渡邊洋之)と、現地検証報告(佐久間淳子)、控訴審準備書面(奄美訴訟弁護団)をPDF化して納めた。

#### 4. 報告書作りの意義

報告書1は、各訴訟グループの広報ツールとしての意味合いが強く、新聞、テレビ、雑誌などの報道関係者に役立てていただいた。例えば大雪山のナキウサギ裁判原告の神原昭子さんからは、「行政と交渉する際に非常に役だった」との報告をいただいた。単独・個別の訴訟のために作った広報ツールでなく、[自然の権利]というキーワードで多数の訴訟を括って紹介したことが、評価されたのだと推測される。

報告書2は、1990年代に提訴された自然の権利訴訟がほとんど終了していることと、それ以降に提訴され現在係争中の各訴訟グループについては広報機能が高いこと、また、自然原告が分離・却下されているケースが多いため、訴訟グループや報道機関が利用するよりも、法的側面、思想的側面を研究する、社会学の側面から研究するという方が手に取るケースの方が多くなると思われる。マスコミも、新聞、テレビ、雑誌よりも、書籍編集者の方が関心を持つだろうと思われる。

このことは、時期によって読者対象が変わるが、適切に対応すれば、訴訟が終わり、当事者たちが

次の取り組みに移っていても、訴訟の成果を議論の対象とさせ続けることができ、自然保護運動のあり方を考えていく上で将来に渡って長期間役立たせることができると考える。

#### 5. P.N.ファンド助成のネットワーク

今回収録した関さん・小島さんの「ナキウサギ裁判が自然保護運動を変えた」は、「技術と人間」(1999年5月号)に掲載されたものの改稿だが、この原稿を収録できたのは、2002年度P.N.ファンド助成成果発表会の席上で小島望さん(「止めよう日高横断道路」全国連絡会調査部)と出会ったことが、直接のきっかけであった。

そもそも、奄美自然の権利訴訟の代理人、籠橋隆明弁護士と出会ったのは、東京水産大学で開催された「海生哺乳類と人間のかかわり」研究集会(第3回助成1994年2月)がきっかけであった。

また、馬毛島自然の権利訴訟を行っている馬毛島の自然を守る会は、2001年度の助成を受け、馬毛島の自然と歴史：市民調査による報告書とガイドブックを作成している。

このように考えると、P.N.ファンドの助成に支えられた運動のネットワークがいかに大きいかを感じる。このネットワークに加えていただいたことを大変光栄に思い、それだけの責務を果たす一翼を今後も担っていきたい。



写真3 成果物

## エゾシカ猟用鉛弾を原因とするワシ類の鉛中毒に対する防止活動

市民団体 ワシ類鉛中毒ネットワーク  
黒沢信道

### Activities for prevention of eagles' lead poisoning caused by lead shot for deer hunting

Lead Poisoned Eagles Network  
Nobumichi Kurosawa

エゾシカ猟に用いられた鉛銃弾によるワシ類の鉛中毒を防止するため、2002年10月より2003年9月まで以下の活動を行なった。

まず鉛中毒の多発地帯である北海道東部の山林を中心に、定期的な巡回を行ない、ワシ類の生息数、異常の有無、シカ猟の状況等について調査した。調査には36名が参加し、のべ304日に渡って調査を行なった。その結果、北海道内におけるワシ類の生息状況が明らかとなり、道東山間部ではエゾシカ猟の終了する2月より飛来数が増加することから、エゾシカ残滓への依存度がきわめて高いことが示された。今年度の調査では、異常をうかがわせるワシが少数観察されたが、収容例や死体回収例はなかった。

また環境省と連携のもと、北海道内で収容されたワシ類の死因究明のために2002年度の死亡17例について解剖を行なった。この結果、7例について鉛中毒死と解明した。その他に他機関での収容例1例についても鉛中毒症と診断され、全体では8例の鉛中毒死が確認された。また生体収容例については、血液検査の依頼を受けて鉛濃度の測定を行ない、治療についてのアドバイスを行なった。

鉛中毒を含むワシ類の保護について啓蒙するため、2003年2月9日に釧路市において「オオワシとオジロワシの現状と保護」と題したシンポジウム

を開催した。シンポジウムには海外からの研究者として、モスクワ大学のV.B.マストロフ教授、アメリカからWildlife StudiesのD.K.ガルセロン氏を招聘、国内からも3名の研究者をパネリストとして立てた。参加者は80名余となり、盛り上がりのある会となった。

その他にも、鉛中毒防止の一環として、関係団体や関係者への情報提供、インターネットを使った情報発信、鉛中毒対策会議への参加など幅広い活動を行なった。

これらの活動および関係各方面の努力の結果、2002年度(2002年秋から2003年春まで)の北海道内での鉛中毒死はオオワシ2例、オジロワシ6例の合計8例と、これまでより減少する傾向になった。しかしワシ類以外にも、クマタカやオオタカにおいて鉛中毒の発生が確認されるなど、シカ猟を原因とした鉛中毒の被害は、広い範囲に拡大していることも明らかとなった。鉛中毒根絶のためには、なお一層の努力が必要であると考えられた。

今年度の活動の詳細については、A4版76ページにわたる活動報告書「ワシ類の鉛中毒根絶をめざしてV-ワシ類鉛中毒ネットワーク2002年度活動報告書」にまとめ、今後の鉛中毒防止活動への資料として活用されるよう、関係機関、関係団体等に配布した。



写真1 現地巡回(鉛中毒の原因となるシカの残滓を埋却している)



写真2 死亡したワシを解剖して死因を究明する



写真3 シンポジウム「オオワシとオジロワシの現状と保護」で挨拶する黒沢代表



写真4 招聘したガルセロン氏(左)とマストロフ博士(右)

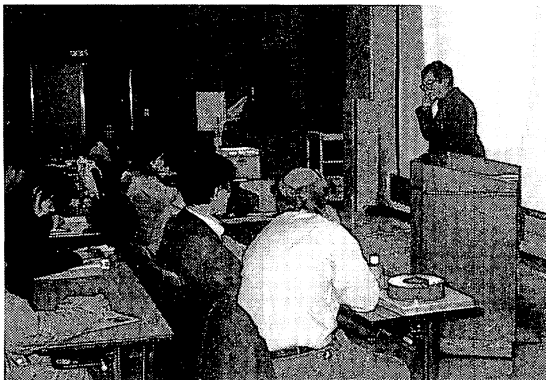


写真5 北海道野生生物室研究員・玉田克巳氏の講演



写真6 会場には立ち見も出て、熱気に包まれた



## 希少植物「カワラノギク」の保護・育成

はむら自然友の会  
岡崎 学

### The culture of few plant 「Kawaranogiku」

Hamura shizen tomo no kai  
Satoru Okazaki

#### 1. 活動の経緯

カワラノギクは関東地方の一部の河川に生育するキク科の二年草です。山地に生育するノコンギクやヤマシロギク等のいわゆる野菊の一種で生息地が玉石河原に限られています。1927年に立川市内の河原で発見され、京都大学名誉教授の北村四郎博士により学名がつけられたものです。学名のカントエンシスは、関東地方の河川の中流域に生育するので名前がつけられたもので、多摩川をはじめ、相模川、那珂川、鬼怒川などに自生しています。しかしながら、どこの河川でも水利施設の発達で洪水発生区域が限定されるようになり、玉石河原が減少してしまいました。今や、カワラノギクが生息している河川では、カヤ、ヨシだけでなく灌木が生い茂り、カワラノギクは絶滅の危機にあります。

昭和30～40年代に中流域の羽村の河原に群生していたカワラノギクは、今や河川環境の変化に追従していくことが出来ずに生存の危機に見舞われています。

多摩川では、2001年8月の台風で羽村市、あきる野市内の生育地以外は、洪水のため全て流失してしまいました。

カワラノギクは二年草のため、前年に発芽した

ものが翌年の10月に開花します。このため、自家受粉でも繁殖するセイヨウタンポポをはじめヒメジョオンやハルジオンのようにどこにでも生える植物と違い、カワラノギクには特定の環境にしか生育できない事情があります。例えば、関東地方の河原の中流域で、しかも玉石がごろごろしているような河原にしか生育できません。カワラノギクそのものは、真夏の日照りが続く乾燥した河原で下葉をボロボロに枯らしてもなお生き残り、厳冬期には寒風吹き荒ぶ寒河原で乾燥と寒さを耐え忍び、ロゼットで過酷な気象条件の中を生き抜いていく植物です。河川の氾濫を適度に利用したり、玉石が見える程度に草が生育しているような場所を好みます。見方次第では、自然環境に左右されやすい植物といえますが、実際には長期にわたっての保護育成活動が必要な植物の一つです。はむら自然友の会では1994年以来、この貴重な植物の保護育成に努力していますが、河川環境の変化や自然遷移に抵抗しながら、育成地の河原状態の維持を目指して、定期的に除草・開墾などを繰り返しています。多摩川にカワラノギクが群生する日を実現し、多くの都民の方々に楽しんでいただきたいと考えています。

ところが、いざ実際にどれだけのカワラノギク

が自然状態で生き残っていけるかとなると、非常に悲観的になってしまいます。なぜなら、我々が目の当たりに見ている多摩川の河原は、年々歳々草原が増え、林が増えていく状態です。さらに台風に伴う洪水による流路なども水利施設が完成した関係で水流が一定になり、何年かに一回の割合で大洪水になることがなくなってしまい、常に同じ場所まで水位が上がるようになり、玉石河原の状態のところは、ごく狭い範囲となってしまいました。毎年河原部分の同じ所が洗い流されてしまうので、二年草のカワラノギクは、発芽してもその年の間生き残れないのです。

はむら自然友の会が本格的に育成地を確保して、保存活動を始めたのは1998年からです。当時は羽村大橋下流付近にはかなり広い面積にカワラノギクが群生していましたが、我々が育成地と決めたところは自生種がわずかに残っていた程度でした。羽村では、もうこの時点でカワラナデシコは絶えていましたが、なんとか、羽村地域内でカワラノギクを保護することができました。

当時の建設省京浜工事事務所多摩川上流出張所で占用手続きをし、育成地を確保して農機具を買い揃えて年々拡張してきましたが人力にも限界があり、現在ではおよそ520㎡の範囲内で育成しています。

育成地の区画を明確にするために周囲をロープで囲いましたが、周辺環境に配慮して柱は木製とし、看板なども木製で控えめなものにしました。数年前に生態学者からカワラノギクの嫌地現象の話があり、カワラノギクは同じ場所では育たないと言われ、年々育成地を広げながら場所を変えていく予定です。しかし、8年間の実績を見る限り目立つような嫌地現象はみられないので、大規模な開墾を一時中断し、520㎡の範囲プラス周囲の状況を観察しながら保護育成活動をすることになり、現在に至っています。実際にロープで区画した周辺にも種子が飛び生育しているところがあります。なるべく人為的にならないよう、自然の状態に近い形で保護育成しているので、最低限の人為作業としての除草作業を実施しています。

## 2. 除草作業

毎月第二日曜日に実施する草取りだけでは間に合わないので、7月～9月に月2回の除草活動を実施します。真夏は、早朝組や夕方組など自分の都合に合わせて一時間ほどの草取りをしています。庭の手入れのように綺麗に除草してしまうと真夏の太陽をまともに受け、カワラノギクの多くが枯れてしまいます。そこで、カワラノギク以外の植物を残すように調整した結果、現在のようにカワラヨモギ、ヒロハノカワラサイコ、カワラニガナなどの河原特有の植物などと共生させるようにしました。ところが、土手の土留めに用いたコウライシバがカワラノギク育成地に侵入してきて除去しきれない状態で難儀しています。

10月中下旬、開花を迎えると一年間の苦勞が報われるときです。日照りで枯れた苗もあり、過酷な河原環境に生き残ったものだけが開花します。花を見る時期は半月、手入れは12ヶ月です。

夏、強烈な日照りが続き河原は干魃状態になります。このとき、2年目のカワラノギクは地上20～30cmの下葉を枯らして水分の蒸散をさげ、種子をつけた枝を干魃から守ります。しかし、2003年の9月には干魃に耐えきれずに育ちの悪い苗は枯れてしまいました。

## 3. 補植活動

直蒔き以外に発泡スチロール箱に種子を蒔いて発芽2ヶ月後に河原に植えたりしましたが、現在では直蒔きを主流にしています。これも生態学者から苗床育ちのカワラノギクは、病気になりやすいとか育ちが悪いと指摘されたからです。

育成作業開始当時は、会員が各自の家で発泡スチロール製の箱で苗を育て6月の雨期を利用して移植していました。11月～12月に採取した種子を年内、または翌年に砂や砂利を主体にした箱に蒔くと、4月に発芽し、双葉が育ち始めます。6月頃までに10cmほどに生長します。会員各自の庭の生育環境は多くの場合日照不足のため、ひよろひよろした苗になってしまう例が多く、自然の中で育ったものとは比較にならないほどです。しかし、

自然状態とはいえリスクを心配して、一部家庭での育成を続けていますが、生育環境への配慮を怠ることのないようにしています。

#### 4. 開墾作業

多摩川の河原は、石や砂利層が隠れてしまい、冬季には枯れ草に覆われてしまいます。カワラノギクの種子が着地する所がなくなり、衰退の一途をたどっています。草木の根っこを引き抜き、砂利層が表面に出るようにして玉石河原を復元するため開墾しなければなりません。この作業は大変過酷な作業で男性の力に頼る以外ありません。特にニセアカシアの根っこがはびこり苦勞しています。ニセアカシアは、今や多摩川の厄介者扱いです。

羽村市から下流の福生・あきる野市にかけての河川敷はニセアカシアが林を形成し、河原植物への影響が大きな問題となっています。

はむら自然友の会は、東京都が実施しているみどりのボランティア制度の受け入れ団体として登録されていますが、募集段階で過酷な開墾作業や真夏の太陽の下で行う除草活動に耐えられる強靱な気持ちと体力の持ち主に限るとしているため、応募者が少ない状況です。開墾作業の場合、畑仕事に使用する鍬では歯が立たないので、ツルハシや河原専門の四本鍬で開墾します。たとえ草原でも、根元の下には大きな石や砂利が埋まっいて、表土をはぐだけでも大変な作業です。

年間を通した主な活動は、除草と害虫退治ですが、除草は前述以外の植物では、大敵のアメリカネナシカズラでした。夏から開花直前まで猛威をふるい、いくらとっても退治できませんでした。

その他マンネングサやエノコログサ、苔類の除草に苦勞しました。害虫は赤いアブラムシにとりつかれ、環境保全の立場から薬剤を使用しないで牛乳を噴霧器でかけたり、最終的には一匹ずつ手でつぶして殺しました。また、冬季は体を動かしても汗をかかないので開墾作業を行い、1年目は育成地拡張のための開墾に全力投球しました。2年目には表土の富栄養化を防止するため「天地返し」といって、土砂の入れ替えを一部分について手がけてみましたが、ともに重労働で長く続けることはできませんでした。

冬季の除草作業はもっぱらコウライシバと多年草のロゼット抜き。カワラノギク育成地の南側の堤防に植栽されているコウライシバの種子が育成地内に入りこみ、カワラノギク育成を阻害し大変迷惑しているため、コウライシバを目の敵にしています。また、ハルジオンやヒメジョオン等の多年草のロゼットも除草対象として引き抜いています。そこに根っこから引き抜いた種子付きのカワラノギクの枯れた枝で、地面をばたばたとたたきようにして種子を散布しました。今回は羽村堰付近に設置された魚道建設工事に伴い、掘削された後が裸地化しているため、ここに播種しました。ちなみに現在10本ほど新苗が草むらの中に生えているので来秋が楽しみです。

はむら自然友の会ではカワラノギクの保護・育成に関し、人の手をどこまで差し伸べるか、いつも悩んでいます。除草、害虫退治、開墾による拡張など、なるべく過保護にならぬよう、しかもカワラノギクが絶えることのないようにと日夜努力しているところです。

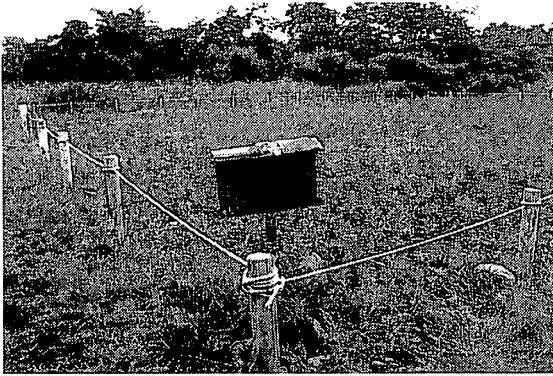


写真1 育成地全景



写真2 作業風景



写真3 カワラノギク観察会



写真4 12月の結実風景



写真5 満開のカワラノギク

## 霧ヶ峰の草原生態系と景観の保全のための シンポジウム開催と報告書の作成・活用

霧ヶ峰ネットワーク

熊田章子・栗原雅博・長内健一・手嶋さざり・  
中野浩平・有賀文夫

Holding symposium, creation of the report and its practical use for preservation of  
the ecosystem and landscape on the secondary grassland Kirigamine.

Kirigamine Network

Shoko Kumada, Masahiro Kurihara, Kenichi Osanai, Sagiri Teshima,  
Kouhei Nakano and Fumio Ariga

### 1. 「第1回霧ヶ峰シンポジウム」の開催

テーマ：昔の草原を将来へ

日時：平成14年12月8日

場所：諏訪市文化センター(長野県諏訪市)

参加者数：120名

講演録：700部発行

霧ヶ峰では1,000ha以上の二次草原があり、江戸時代から採草、野火付けがなされていたが、現在では一部を除き行われていない。草原を維持することは困難な状況にあり、市民の役割が重要になって来ている。そこで、「諏訪地域の住民を中心とした一般を対象にし、霧ヶ峰の草原が持つ価値への関心を高めること」を目的に本会を行った。

方法として、多様な視点から草原の持つ価値を伝えるため、霧ヶ峰の自然保護、採草の歴史、観光に詳しい講師を迎え、草原保全の実践例を通じて、一般参加者も含めたディスカッションを行った。

その結果、以下のことを伝える事ができた。まず、1)草原の持つ価値は、一つ一つの群落の生態美観が構成する大群落の美観、地形、山並の眺望、採草の歴史にあることが認識された。また、草原の中にある湿原や樹叢にも特有の価値があり、例えばすばらしい生態美観であっても眺望がないところでは感動を生まないという関係があるように、これらの

一部ではなく全体から受ける感動が最も重要な価値であるということを伝えた。目指すべき将来像については、牧野組合や観光業者の価値観を認めこれらの関係者との協力、妥協をし、現実的な分かりやすい目標を立てる必要性を確認した。2)実践的方法については、火入れ、草原内の樹木伐採について効果や労力について伝えると共に、ボランティア、来訪者からの協力金、法律的な課題があることを伝える事ができた。

## 2. 草原ワークショップの開催

＜第一回草原ワークショップ＞

テーマ：－感動する霧ヶ峰・誇れる霧ヶ峰とは－

日時：平成15年6月7日(土)

場所：諏訪市公民館(長野県諏訪市)

参加者：10名

＜第二回草原ワークショップ＞

テーマ：－私の霧ヶ峰・あなたの霧ヶ峰－

日時：平成15年8月30日(土)

場所：霧ヶ峰

参加者：12名

「第1回霧ヶ峰シンポジウム」の開催での気運を具体的な活動に結び付けるため、2回のワークショップを行った。シンポジウムで明らかになった魅力を、一般市民個人の観点から確認し、具体的な活動へのきっかけを作ることを目標とした。

第1回では2グループに別れて地図作りが行われ、Aグループでは、多岐に渡る霧ヶ峰の魅力を来訪者に向けたメッセージとして「おらほの庭によっとくれ」をテーマにまとめた。Bグループでは霧ヶ峰の魅力は足早に通り返る人々には伝わらないことから、「もう一度、行きたい」気持ちになるのはどのような理由によるものかをまとめた。

第2回では現地で実際の景観を見ながら、それぞれの具体的な体験や思いを知ることができた。同じ風景に触れた時のそれぞれの感じ方の違いを知ること、霧ヶ峰の感動を育むための当事者意識を高揚させることができた。

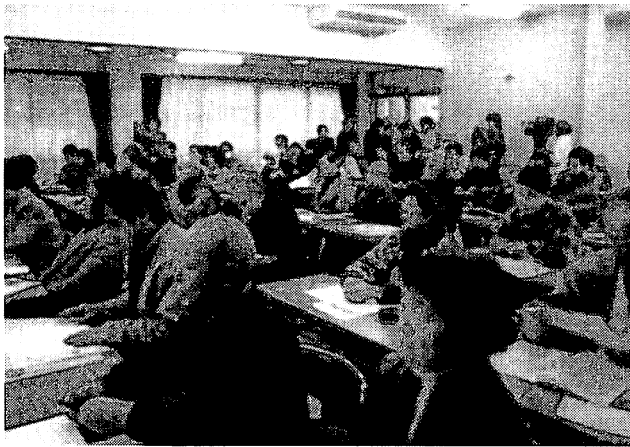


写真1 「第1回霧ヶ峰シンポジウム」会場の様子

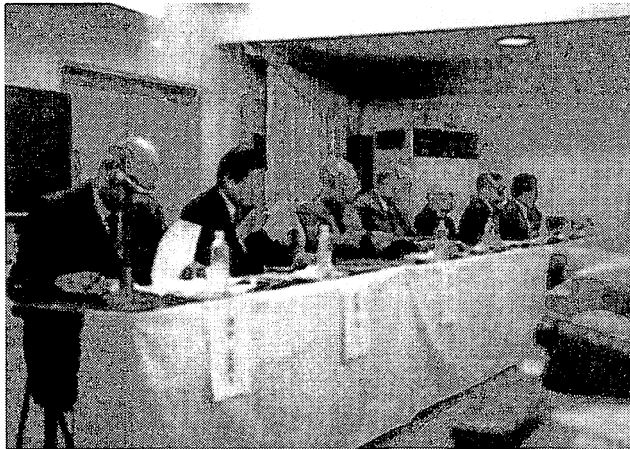


写真2 「第1回霧ヶ峰シンポジウム」総括講師

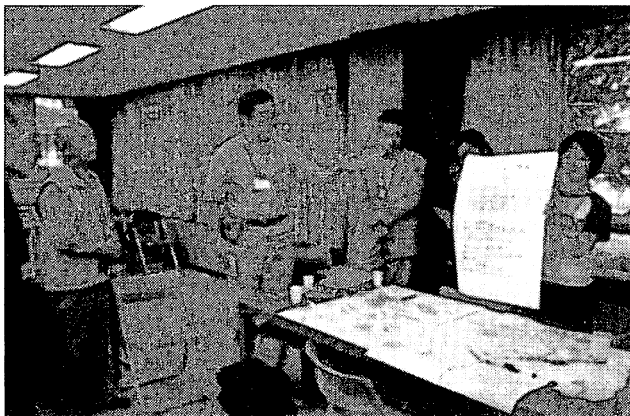


写真3 <第一回草原ワークショップ>グループ発表

## チゴハヤブサの調査保護と子供達への環境教育活動

札幌チゴハヤブサの会  
東郷典彰<sup>1)</sup>・敦賀英男<sup>2)</sup>

### Protection and investigation of *Falco subbuteo* and environmental education activity to children

Sapporo *Falco Subbuteo* Association  
Noriaki Tougou and Hideo Tsuruga

#### 1. はじめに

北海道と東北地方には毎年4月の終わりから5月の初めになると、比較的小さな猛禽類であるチゴハヤブサのつがいが、越冬地の中国南部から繁殖のため渡来して来る。体の大きさはハトほどであるが、翼が長いので飛んでいる姿は一回り大きく見える。渡って来たチゴハヤブサは6月の初旬になると、ほぼ3日に一個ずつ卵を産み、3から4個の卵を産卵する。抱卵は2個目の産卵から本格的に行い、約1ヶ月間抱卵すると7月の中旬に卵は1~2日の間に孵化をする。孵化した雛は約1カ月間、巣の中で育てられ、8月の中旬に巣立ちを迎える。巣立ちした若鳥はまだ自分で餌を捕ることができないので、しばらくは親に付いて餌をもらう。10月に入ると親鳥は子別れをして、越冬地に向かって先に渡りを行う。残された若鳥も10月中旬には、越冬地に向かって渡りを始める。これがチゴハヤブサの繁殖地での大まかな行動である。

チゴハヤブサの性質で最も大きな特色は、飛ぶ速さが早いという他に、自分で巣を作らず、カラスの空き巣を利用して産卵し、育趨することである。また、縄張りを持ち巣の周り数百m以内に近づくと、他のチゴハヤブサを攻撃し排除する。さら

に巣の状態と環境が変わらなければ、次の年も同じ巣を利用することが大きな特徴である。

前年に使った巣が壊れていたり無くなっていたりする場合には、縄張りの範囲内で近くの空いているカラスの巣を使うことが多い。

初めて渡来して産卵するつがいは、縄張りの決まっていない所にあるカラスの空巣を捜さなければならぬ。隣のチゴハヤブサの巣との距離がおおよそ1.5km以下に近づくと、2つの巣の中間で縄張り争いが生じる。

チゴハヤブサが営巣する場所は、森林のような樹木の茂った所ではなく、人が住んでいる地域で、周りが拓けた所にあるカラスの巣を良く使う。巣のある高さは一般に10m以上の高い所で、幹に近い所に造られた巣をよく利用する。また、ゴルフ練習場の高いフェンスの上や送電線の鉄塔など、高い所にあるカラスの巣を利用する場合もある。最近では送電線の鉄塔に掛けられたカラスの巣を、電力会社が「鉄塔を腐食させる恐れがある」ということで、鉄塔を金網で覆ったり、巣を撤去したりするので、チゴハヤブサが鉄塔を利用することは稀になっている。

札幌市とその近郊では毎年20つがい程度のチゴ

1) 北海道庁（札幌市中央区北3条西6丁目）

2) 北海道大学工学部（札幌市北区北13条西8丁目）



ハヤブサが営巣し、子育てをしているが、2003年では鉄塔を利用したのは1カ所のみであった。また、ゴルフ練習場の鉄骨の上に造られたカラスの巣を利用したのが1カ所であった。巣は樹木、特に松やトウヒに造られたカラスの巣が多い。

猛禽類であるチゴハヤブサは、速く飛ぶことで飛んでいる小鳥や昆虫を大きな爪で捕まえ、餌としている。抱卵と育趨時期には、餌となる小鳥をもっぱら雄が狩りをして捕まえ、雌に渡している。雌は雛の成長に合わせて、初めのうちは餌を小さく引き裂いて与え、巣立ち近くには小さい小鳥を1羽、丸ごと雛に与えるようになる。

このようなチゴハヤブサの生態を冊子にまとめ、多くの人にチゴハヤブサを知ってもらうために、チゴハヤブサの観察用ガイドブックを作成した。

## 2. 渡来調査と営巣地点調査

札幌チゴハヤブサの会はこれまで毎年、札幌と

その近郊で営巣し、雛を育てているチゴハヤブサの営巣分布を調査して来た。2002年は札幌には図1に示すように13箇所の営巣を確認した。これらの巣から巣立った若鳥の総数は23羽であった。図2は2003年の営巣地点を示した。2003年は17箇所の営巣を確認したが、無事に雛の巣立を迎えた巣は10箇所であった。2003年の札幌におけるチゴハヤブサの巣立ちの総数は21羽であった。一つの巣で最も多い雛の数は3羽で3箇所の巣で見られた。営巣の場所は前年と同じ巣を使ったものが5ヶ所で、他の巣は前の年に使った巣が落ちたり、壊れたりしてしまったために、縄張りの内で近くの空いているカラスの巣に移動したものである。図1に示した2001年の営巣場所と比べてみると大きな移動はないことがわかる。

産卵から巣立ちまでの間で、卵や雛がカラスに襲われたり、巣から落ちたりすることも少なくない。毎年、必ず数羽の雛が巣から落ちている。



図1 札幌市内のチゴハヤブサの営巣地点 (2002.9)



図2 札幌市内のチゴハヤブサの営巣地点と巣立ちヒナの数 (2003.9.1)



写真1 2002年のチゴハヤブサのつがい  
左はオスで右はメス。



写真2 2003年のチゴハヤブサのつがい  
左はオスで右はメス。

2003年にも2個所で雛が巣から落ち、動物園や個人に育てられた後放鳥された。過去にはカラスに巣の中の雛が襲われて全滅したこともあった。

札幌チゴハヤブサの会は、2002年にチゴハヤブサが営巣すると予測されたカラスの巣に小型のビデオカメラを設置して、チゴハヤブサの産卵から巣立ちまで、1日に18時間ビデオテープに記録することに成功した。この記録を解析すると、3羽の雛が巣立ちまでに与えられた小鳥の数は307羽で、トンボは310匹、セミは54匹であった。2003年も同じ巣にビデオカメラを設置し観察を行ったが、しかし、孵化直後の強風によって巣が壊れたため、3羽の雛が巣から落ちて全滅してしまった。

写真1と写真2に2002年と2003年のつがいの写真を示した。(左)はオスで(右)はメスである。写真から同じペアであることがわかる。

### 3. チゴハヤブサの観察会

札幌チゴハヤブサの会が毎年夏に行なっている小中学生を対象とした「チゴハヤブサの子育て観察会」を平成15年8月3日に開催した。プロ・ナトゥーラ・ファンドにより作成したガイドブックを手にチゴハヤブサの観察を行った。一般の参加者は18名で、当会の協力者は9名であった。当日はあいにくの雨であったが、バスで現地に到着した時には少し小止みになった。観察場所では巣立ち

直前の3羽のチゴハヤブサの雛の姿を、フィールドスコープを通して間近に見ることができた。

#### 4. 中学生にチゴハヤブサの生態を紹介

札幌チゴハヤブサの会は2003年9月3日に札幌市立青葉中学校の生徒4名と引率教諭1名の訪問を受けた。これは中学校の教育活動の一環として、野生生物の絶滅危惧種に関する調査の一環として訪れたものであった。チゴハヤブサは現在、絶滅危惧種には指定されていないが、人間と同じ地域に生息することから、環境の指標として捉えることができると考えられる。そして、チゴハヤブサが減少することのないように環境を保全する必要があることを訴えた。

#### 5. チゴハヤブサ営巣地域住民に対する啓蒙活動

6月22日に札幌市北区の営巣地近くの町内会館で、チゴハヤブサを紹介するビデオ「街の中に生きるチゴハヤブサ」を上映した。営巣地近くに住む30名ほどの住人の参加を受け、チゴハヤブサが来ることを伝えることができた。

チゴハヤブサ営巣地近隣の住民に対しては、作成したチゴハヤブサ観察ガイドブックを渡し、この鳥は環境が良ければ毎年同じ巣を使うことを伝え、自然環境の保全に協力を依頼した。

## 大規模開発の迫った京阪奈丘陵の里山での 市民による生き物調査の実施

生駒の自然を愛する会

琢磨千恵子・有山泰代・小川貞子・森田美香・酒井宏光・渡辺雄二・足立明久・  
武市博人<sup>1)</sup>・岸 基史<sup>2)</sup>・山田朋彦<sup>3)</sup>・藤田朝彦<sup>4)</sup>・鈴木佳子・森本静子<sup>5)</sup>・  
林 美正<sup>5)</sup>・八尾保男<sup>5)</sup>・石橋和彦<sup>5)</sup>・佐藤秀夫<sup>5)</sup>・望月基典<sup>5)</sup>・渡辺隆夫<sup>5)</sup>

Local Resident's on Current Biodiversity in the Nature field of KEIHANNA Hills  
That is Threatened with Large Scale Land Development.

Ikoma no Shizen wo Aisurukai

Chieko Takuma, Yasuyo Ariyama, Sadako Ogawa, Mika Morita, Hiromitsu Sakai,  
Yuji Watanabe, Akihisa Adachi, Hiroto Takeichi, Motoshi Kishi, Tomohiko Yamada,  
Tomohiko Fujita, Keiko Suzuki, Shizuko Morimoto, Yoshimasa Hayashi, Yasuo Yao,  
Kazuhiko Ishibashi, Hideo Sato, Motonori Mochizuki and Takao Watanabe

### 1. はじめに

奈良県生駒市(高山地区)の里山は関西学術研究都市として288haに及ぶ宅地開発予定地になっている。当会はオオタカなどの猛禽類をはじめ、多くの絶滅危惧動植物が生息する地元の自然を保全する目的で、自然観察会や生き物調査を行っている。開発予定地内には300箇所以上のため池が散在し、これらのため池が淡水魚類の地域個体群維持に重要な役割を果たしてきたと言える。2001年にいくつかの池を調査したところ、アセスメント調査では記録のないカワバタモロコ(絶滅危惧IB類)を確認し、また、形態的にニホンバラタナゴに類

似した種も確認した。これら淡水魚類の保全を提言するためには、ため池群の生物相の把握が重要と考え、市民による生き物調査の一環としてため池調査を助成事業のテーマとした。

### 2. 方法

開発に先立つ道路計画が差し迫っていることから、まず、道路計画予定地周辺のため池約60ヶ所の調査から始めた。高山地区のため池は棚田の上部に配置されたものが多く、300m前後の小さなものが多い。水深も1mを超えるものは少なく、池の水は雨水や高山用水からの供給によってい

1) 西宮甲山高校  
2) 同志社大学経済学部  
3) 京都大学  
4) 近畿大学農学部  
5) シニア自然大学水生生物研究科

る。2002年秋から2003年春にかけて予備調査を行い、池の場所確認と周辺植生や池の環境調査を行った。2003年5月から2003年11月の本調査では、ため池一つあたり、モンドリ(魚のトラップ)2個を30分放置すると共に、タモ網による採集(2人×30分)を行った。また、目視や、一部の池では投網や釣りによる採集も併用した。

### 3. 結果

調査した池40カ所のうち、オオクチバスの観察された池は2ヶ所、ブルーギルを確認した池は10ヶ所と少なかった。これらが生息していた池では他の魚種の出現が乏しく、トウヨシノボリ、ギンブナが採集されたのみであった。オオクチバス、ブルーギルを確認していない池では、ヌマムツ、カワバタモロコ、モツゴ、コイ、フナ類、タイリクバラタナゴ、シロヒレタビラ、メダカ、トウヨシノボリ、ドンコ、ウキゴリ類が確認された。環境省による絶滅危惧Ⅱ類のメダカは7ヶ所(17%)で、IB類のカワバタモロコは2ヶ所(5%)で確認された。貝類ではドブガイ、オオタニシ、サカマキガイ、モノアラガイが、甲殻類ではアメリカザリガニ、スジエビ、ヌマエビが確認された。水生昆虫については、トンボ目のギンヤンマ、オオヤマトンボ、コシアキトンボ、シオカラトンボ、イトトンボの仲間などの成虫とヤゴ、半翅目のオオアメンボ、アメンボ、イトアメンボ、タイコウチ、ミズカマキリ、マツモムシなど、さらに鞘翅目のゲンゴロウ科3種、ガムシ科3種、その他カゲロウ目、カワゲラ目、トビケラ目の昆虫各1種が確認された。水生植物ではオオカナダモ、スイレン、ヒシ、マツモ、イチヨウウキゴケが確認された。ニホンバラタナゴ類似種についてはサンプルを専門家に同定していただいた結果、タイリクバラタナゴとの

交雑種であることが確認された。

### 4. まとめ

調査の結果、外来魚(バス科)がため池の生態系に及ぼす影響が明らかになった。一方で、道路計画予定地および隣接地域の8ヶ所で絶滅危惧種が生息していることも分かった。たとえため池が埋め立てられずに残されたとしても、道路の開発によって人が入り込みやすくなると、これらの池へ外来生物が侵入する危険性が増える懸念がある。これらの種の地域個体群維持のためには開発計画を見直す必要があると思われる。今後、開発計画の見直しを関係省庁に提言する必要がある、市民の声を施策に反映させるためには世論形成が重要な課題となってくる。この助成事業には延べ125人の市民が参加し、身近な水辺環境であるため池の自然に親しみ、その再生や保全を考える契機となった。世論形成をスタートさせるための調査活動になったと考えている。

開発予定地では、会の生き物調査で今年オオタカの営巣を確認している。イヌセンブリ、スズサイコなどの絶滅危惧動植物も多数確認している。生物多様性を維持するためには、里山の保全策が早急に必要と思われる。

### 5. 今後の取り組み

今回の調査は高山ため池群の10%の調査を終えたに過ぎず、全体の生物相把握には至っていない。来春から調査を再開し、継続する予定である。

最後に、この調査に当たっては、多くの市民の方々と近畿大学、京都大学、同志社大学、シニア自然大学水生生物研究科の方々の協力を得た。ここに謝意を表す。



写真1 シニア自然大学水生生物研究科の協力



写真2 ため池調査風景



写真3 親子連れでたくさんの方が参加

## 市民版日高横断道路「時のアセス」の作成

「止めよう日高横断道路」全国連絡会常任委員会調査部

小島 望

"Assessment of time" in the Hidaka Cross Road by the citizens

Assessment Research group, the standing committee, "Stop the Hidaka Cross Road!"

National Liaison Conference

Nozomu Kojima

2002年12月2日に発表した「市民による日高横断道路『時のアセス』(以下「市民アセス」)」は、日高横断道路建設において、事業者である北海道や国土交通省が行ってきたアセスの問題点等を明らかにすること、本来幅広い見地から再評価されるべき重要な論点を提示すること、道路の代替案や日高山脈の自然に関する将来について今後の展望を盛り込んだ提案を示すこと、を目的として作成した。その内容は、おもに「開発道路としての問題点」、「日高の自然」、「自然と人との関わり」、「法律から見た日高横断道路」から構成された、独自に再評価したアセスメント報告書となっている。その「市民アセス」の結果からは、日高横断道路(道道静内中札内線)は、社会、自然、文化、財政、法律など多様な視点から幅広い再評価を試みた結果、建設は中止すべきであるとの結論が得られた。

私たちの「市民アセス」は、4つの役割を担って作成されていた。第1に、開発局による「道路事業再評価」と北海道による「政策アセスメント」に対して、市民サイドから「時代の変化の検証」を加えて評価、判断すること、第2に、道路計画時点の1979年に事業者によって行なわれた「環境影響評価書」などの一連の環境アセスメントに見られる問題点を指摘し、同時に、工事進行によって実際にどのような影響が生じているか、または予測されるかを検証すること、第3に、情報公開や市民参画が不十分な現状を打破すべく、市民の具備する政策策定能力を具体的な意思表示として示すこと、第4に、自然破壊の問題を「自然、社会、文化の分断、破壊」と捉え、従来のアセスメント項目に加えて、従来考慮されてこなかった文化、観光、法律などの項目を設け、それらに関する評価あるいは提案を行なった。

私たちの「市民アセス」発表後、2003年2月7日に、北海道知事が事業の「凍結」を正式に決定、続く2003年8月9日に、北海道開発局が事業「中止」を正式に決定し、日高横断道路の建設は完全に中止されることとなった。私たちが作成した「市民アセス」も、建設中止に一役買ったことは間違いないと思われる。



写真1 成果物



# インドネシア・西ジャワ海及びナツナ海における絶滅に瀕したタイマイ繁殖個体群の現状の把握とその資源回復対策の確立

## Breeding status and recovery of resource of the endangered hawksbill turtle in Western Jave Sea and Natuna Sea, Indonesia.

Akil Yusuf<sup>1)</sup> · Abudl Wahid<sup>1)</sup> · Sofyan Hamidl<sup>1)</sup> · Jamaluddin<sup>1)</sup>  
田中真一(Shinnichi Tanaka)<sup>2)</sup> · 菅沼弘行(Hiroyuki Suganuma)<sup>2)</sup>

### 1. 概要

インドネシアは、世界でも最大のタイマイ繁殖地として知られている。特にナツナ海周辺がインドネシアの中でもタイマイ繁殖地が集中している(Suganuma他 1999)。しかしこれらの繁殖地域では、地方行政によりウミガメ卵採取の入札制度が導入されているところが多い。この研究では、2002年7月に新たにリアウ州から分離したナツナ州におけるタイマイ繁殖状況調査と入札制度の実態を把握した。

ナツナ海周辺では、主要なタイマイ繁殖地である西カリマンタン州、ナツナ州、リアウ州、バンカ・ブリトン州の10地域で、年間2,300巣から2,650巣のタイマイが産卵していることが推定された。また、入札制度は国の法律に反しながらも地方自治体にとって重要な収入源になっており、中には非合法の取引なども実態として存在することがわかった。少なくとも、ウミガメ資源の管理や保護についての対策はこれらの地域ではみられない。また、タイマイが急激に減少し、地域的な消滅の危機にあることも浮き彫りにされた。

世界的に絶滅の危機に瀕しているタイマイについて資源として保護対策を既にも実施している地域を参考に、保護対策を立案した。

### 2. 目的

インドネシアは、絶滅に瀕しているタイマイの世界最大の生息場所である(Suganuma他 1999)。中でもジャワ海周辺地域はタイマイの繁殖地が多数点在することで知られている。近年になって漸くタイマイの繁殖状況が菅沼他の調査によって把握されるようになった。ジャワ海西部とナツナ海の島々は、ジャワ海周辺海域の中でも特にタイマイの重要な繁殖地である。これらの島々は、ジャカルタ特別州、ランブン州、バンカ・ブリトン州、リアウ州、ナツナ州、西カリマンタン州の各州の中に点在する。本活動は西ジャワ海およびナツナ海における未調査のタイマイ繁殖個体群の調査を行い、この地域におけるタイマイ資源の現状把握と資源回復対策の確立を目的とした。

2002年7月にこれまでのリアウ州島嶼部がナツナ州として分離独立したため、新しく行政府が設置されたナツナ島ラナイにて、ウミガメ卵採取の新しい入札制度について情報収集を行うことも目的とした。なお、ナツナ州はPropinsi Kepulauan Riauという名称で、リアウ島嶼州が正式名称であるが、ここでは従来からインドネシアの人々が日常呼称しているナツナ州を使用した。

### 3. 材料と方法

タイマイ繁殖地調査の選定は、Salim(1984)の

1) インドネシアウミガメ研究センター

2) エバーラスティング・ネイチャー

資料を利用した。聞き取り調査を基に、ウミガメ類の産卵が多く見られる海岸では実際に海岸を歩き、海岸に残された産卵巣跡を計数した。計数した産卵巣数は、絶対数ではなく相対的な数値である。タイマイの産卵巣は、砂浜ではなく、後背地の草付きのところに見られる場合がほとんどである。そのため、ほぼ1年近く産卵巣跡が残されるので、およその産卵規模を知ることができる((財)東京都海洋環境保全協会 1999)。この調査では、アオウミガメのボディービットも計数したが、アオウミガメは海岸のオープングランドに産卵することと、1回の上陸に数個のボディービットを掘ることがあるため、この数値は実際に産卵した産卵巣数を意味するものではない。

ナツナ海周辺では、ナツナ州(大ナツナ諸島・北ナツナ諸島・南ナツナ諸島・アナンバス諸島)、リアウ州(タンブラン諸島・バダス諸島・シンケップ島周辺・ピントアン島周辺・リング島周辺)、バンカ・ブリトン州(ブリトン島周辺・モンペラン諸島・リマ諸島・ティガ諸島・アユルマシシ諸島など)、西カリマンタン州(パロ川周辺)の島々や海岸がタイマイの繁殖地として知られている。表1にこの地域における、今回のタイマイの調査状況を示す。図1は、Salim(1984)の情報を元にして、ナツナ海やカリマータ海峡、マカッサル海峡を含めた広義の意味でのジャワ海周辺海域におけるタイマイ繁殖地と調査状況を示している。今回

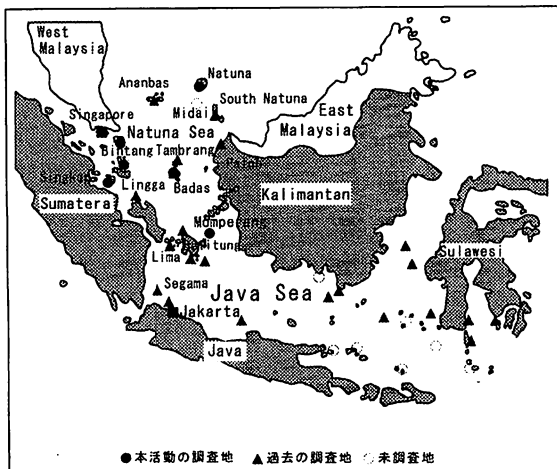


図1 ナツナ海周辺のタイマイの繁殖地

表1 西ジャワ海およびナツナ海におけるタイマイ繁殖地調査の経緯

州名	諸島名	調査年	調査者
ナツナ州	アナンバス諸島	2002	香沼・Sofyan 他
	大ナツナ諸島	2003	Sofyan・香沼 他
	南ナツナ諸島	1999	香沼・Akil 他
	北ナツナ諸島	2003	Sofyan・香沼 他
リアウ州	タンブラン諸島	1997	香沼・Akil 他
	バダス諸島	1998	香沼・Akil 他
	ピントアン島周辺	1999-03	香沼・Wahid 他
	リング島周辺	2003	Wahid 他
	シンケップ島周辺	2003	Wahid 他
バンカ・ブリトン州	モンペラン諸島	1996-03	Akil・香沼 他
	リマ諸島	1996-98	香沼・Akil 他
	グルシク島周辺	1996-99	香沼・Akil 他
	マサル島周辺	1996-97	香沼 他
	アユルマシシ諸島	1996	香沼 他
	ランカス島周辺	1996	香沼 他
	ロタン島周辺	1996	香沼 他
	トゥジュ諸島	2000	香沼・Akil 他
西カリマンタン州	パロ川周辺	1998-99	香沼・Akil 他
ランパン州	セガマ諸島	1995-03	香沼・Akil 他
ジャカルタ特別区	スリプ諸島	1995-99	香沼・Akil 他

の調査および過去の調査により、ジャワ海のタイマイ繁殖状況が把握されつつある。

これらの繁殖地では州政府や地方政府が卵の採取に入札制度を導入しているところも多い。今回の研究では、できうる限り入札者および地方行政の入札担当者から情報を得た。

#### 4. 結果

##### (1) モンペラン諸島(モンペラン島およびプスムット島)

モンペラン諸島は、スマトラ島とカリマンタン島の中間に位置するブリトン島の北東部に位置する(図1)。1996年以降、菅沼他によってこの諸島の調査が行われている。1996年の調査報告書((財)東京都海洋環境保全協会 1997)によると、モンペラン諸島は25の島と砂礁、瀬、岩礁からなる。島は17島あるが、そのうちタイマイの産卵が確認されているのは11島であった。これらの島のうち、主要な産卵地はモンペラン諸島の最北東端に位置するモンペラン島とプスムット島で、この諸島全体の70%以上の産卵巣はこの2島で占めていた。モンペラン諸島のタイマイの年間産卵巣数は、345~380巣と推定されているので、両島では240巣~270巣くらいの産卵がみられるものと推定された。Groombridge他(1989)によると、1980年代の両島におけるタイマイの年間産卵巣数は3,000巣以上と推定されており、僅か20年足らずの間に

10/1以下になった。

プスムット島は1998年10月から、モンペラン島は1999年12月から、それまで違法に採取されていたウミガメ類の卵が、インドネシアウミガメ研究センターと(財)東京都海洋環境保全協会(現在はエバーラスティング・ネイチャーに移行)の協働事業によって保護されている。しかし、2000年1月から9月は保護を依頼していた灯台所長が卵を密売していたことが発覚したため一時保護活動を

中止し、所長の移動に伴い10月から再開した。5月から9月は、理解ある灯台職員の協力により産卵数が計数された。結果として、2000年1月から9月はこの島の卵はすべて販売された。表2にモンペラン島とプスムット島のウミガメ類の年間産卵巣数を示す。また、図2にモンペラン島、図3にプスムット島のタイマイの月別産卵巣数を示す。これにより、タイマイの繁殖はインドネシアにおいて通年見られること、2月から6月頃までが産卵最盛期であることなどが判明した。両島ではタイマイの年間産卵巣数は250~281巣であり、1996年の推定値と一致している。ここ数年の間ではタイマイの減少は見られていない。

表2 モンペラン島とプスムット島におけるウミガメ類の産卵巣数

		1999	2000	2001	2002	2003
モンペラン島	タイマイ	-	153 <sup>*1</sup>	131	134	103 <sup>*2</sup>
	アオウミガメ	-	56 <sup>*1</sup>	194	109	84 <sup>*2</sup>
プスムット島	タイマイ	190	97 <sup>*3</sup>	150	140	128 <sup>*2</sup>
	アオウミガメ	680	262 <sup>*3</sup>	696	451	247 <sup>*2</sup>

\*1 2000年3月から12月まで

\*2 2003年1月から8月まで

\*3 2000年1月から4月まではデータなし。産卵巣数は5月以降。

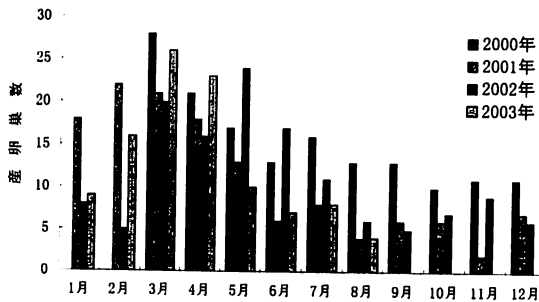


図2 モンペラン島におけるタイマイの月別産卵巣数

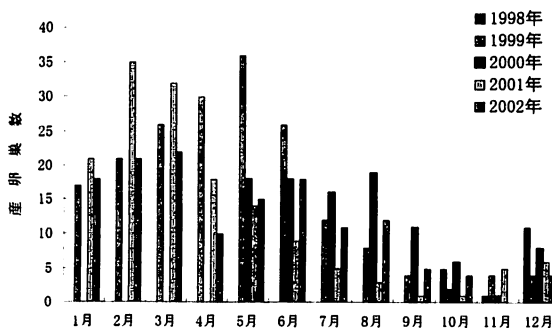


図3 プスムット島におけるタイマイの月別産卵巣数

モンペラン島のタイマイの自然ふ化率は、平均産卵数141.0個(n=65)で78.7%(2001年)、プスムット島では147.7個(n=140)で79.5%(2001年)である。アオウミガメでは、モンペラン島では平均産卵数が91.9個(n=119)でふ化率76.8%、プスムット島では96.9個(n=570)で77.8%である。モンペラン島では2001年に65巣から6,462頭のふ化稚亀が海に入ったと推定される。プスムット島では140巣から22,325頭で、両島では205巣から28,787頭のふ化稚亀が海に入ったと推定される。

## (2) ビンタン島、リング島、シンケップ島周辺 (2003年2月18日~3月4日)

インドネシアのタイマイ産卵最盛期の初期にビンタン島、リング島、シンケップ島周辺の島々で、タイマイの繁殖状況調査と、地元住民への聞き取り調査を行った。これらの島々は、シンガポールの南に点在する(図1および図4)。ビンタン島周辺では21島、リング島周辺では15島、シンケップ島周辺では2島に上陸し、繁殖状況調査を行った。

### ① ビンタン島周辺

ビンタン島周辺では21の島を調査した。そのうち11島でウミガメ類の産卵が見られた。人が居住していた島は4島で、そのいずれにも産卵は見られなかった。確認されたタイマイの産卵巣は177巣で、アオウミガメが3巣であった。

ボルス島では32年間この島に住んでいるムクタール氏が、自分の食用と販売用に卵を採取してい

る。タイマイは1個700から800ルピー、アオウミガメは1,000ルピーで、ビンタン島のリアウ島嶼部の州都(後述)であるタンジュンピナンへ販売している。4月から6月までがタイマイのシーズンで、1晩に2島上がることもあるという。

パンキルブサル島は、砂を取るための労働者が多くいる。取った砂はシンガポールへ販売している。産卵は見られない。

マポール島は村があり、中国人、ムラユ人、ブギス人、ブトン人、フローレス人など多数の民族がいる。ホテルも2軒ある。

ムラパス島は家が10軒あるが人が住んでいるのは現在4軒だけである。彼らはヤシ園でも働いている。この島には灯台があり、職員が5名いる。タイマイは2月から3月が産卵期だという。アオウミガメも産卵しており、多いときは1晩で5島上がることもある。卵は早い者勝ちで島民が採取しているが、ほとんどは自分たちの食用としている。

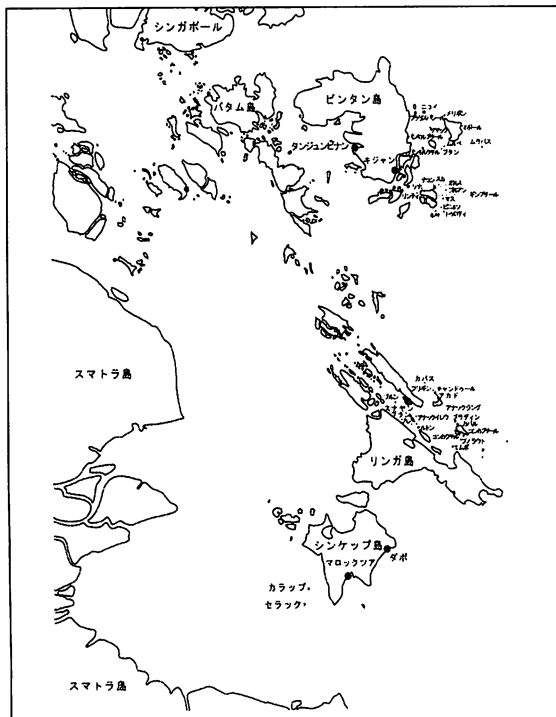


図4 ビンタン島、リング島、シンケップ島周辺のタイマイ繁殖状況および卵の採取状況調査地(2003年2月18日~3月4日)

表3-1. ビンタン島周辺

	島名	確認産卵巣数 タイマイ	アオ	海岸長 (m)	備考
1	リンティ	7	0	-	無人島
2	ギンブサル	0	0	0	住民多数、マングローブ
3	リナ	-	-	40	無人島
4	ボルス	2	0	-	小屋4軒、高波で踏潰れる
5	テコン	-	-	30	無人島
6	ルサ	34	0	40	無人島
7	トゥロティ	6	0	50	無人島
8	ビニョフ	44	1	230	無人島
9	マス	0	0	140	無人島
10	ブルアン	16	0	280	無人島
11	スカ	10	0	-	無人島
12	パンキルクテル	-	-	-	リゾート、開き込み
13	パンキルブサル	0	0	100	住民多数、マングローブ
14	ブタン	0	0	0	無人島、砂浜なし
15	ムルベ	30	0	180	無人島
16	マポール	0	0	-	人口1500人、マングローブ
17	メリボン	0	0	0	無人島、砂浜なし
18	ニコイ	17	0	400	無人島
19	ブララスパシール	8	0	-	無人島
20	サマック	0	0	0	岩、砂浜なし
21	ムラパス	3	2	500	家10軒、灯台、ヤシ園
合計		177	3		

島内販売する場合は、1個400ルピーから500ルピーで販売している。産卵跡は高波で消えていた。

ビンタン島周辺におけるタイマイ繁殖規模は、調査時期がタイマイの産卵ピーク初期であることから、300巣から400巣程度と考えられる。

## ② リンガ島周辺

リング島周辺では15の島を調査した。そのうち13島でウミガメ類の産卵が見られた。人が居住していた島は1島のみであった。確認されたタイマイの産卵巣は145巣で、アオウミガメの産卵巣は見られなかった。

ブルン島では、タイマイのストランディングが見られた。甲長は39cm、甲幅は32cmであった。首にネットによる傷が見られた。

アカド島に、クントール島の女性が陸生の貝を採集しに来ていた。彼女によるとタイマイは3月から4月が産卵期で年間4巣から5巣であるという。

ブラディン島には家が15軒あるが、調査時は無人島であった。これらの家は漁師が季節により移動してくるためのものである。

このような島もあるが、基本的にはリング島の周辺のタイマイ繁殖地は全て無人島である。特に、これらの島の最も北に位置するカパス島はタイマイの繁殖地として重要である。産卵数全体の半数をこの島が占める。リング島周辺におけるタイマイ繁殖規模は、調査時期がタイマイの産卵ピーク

表3-2 リンガ島周辺

	島名	確認産卵巣数		海岸長 (m)	備考
		タイマイ	アオ		
1	ブルン	4	0	70	無人島
2	ブラン	0	0	-	無人島、マングローブ多い
3	ブレ	1	0	125	無人島、マングローブ多い
4	ルトン	3	0	112	無人島、狼が生息
5	アナックイレウ	8	0	78	無人島
6	アカド	3	0	66	無人島
7	チャンドウール	6	0	475	無人島
8	ブリギン	0	0	70	無人島
9	カハス	78	0	90	無人島、サンゴ礁の島
10	アナックラング	2	0	20	無人島
11	カハル	26	0	20	無人島
12	コンカクチル	0	0	0	無人島、岩
13	コンカプサル	2	0	75	無人島
14	ブラディン	6	0	190	家15軒、季節移動
15	フノラウト	5	0	1200	無人島、海岸は1周
16	エムホ	1	0	350	無人島
合計		145	0		

初期であることから、250巣から350巣程度と考えられる。

③ シンケップ島周辺

シンケップ島周辺では、2つの島を調査した。両島ともウミガメ類の産卵が見られた。両島とも

表3-3 シンケップ島周辺

	島名	確認産卵巣数		海岸長 (m)	備考
		タイマイ	アオ		
1	セラック	31	0	1200	家10軒、季節移動
2	カラップ	26	0	400	家6軒、季節移動
合計		57	0		

季節移動の漁師の家があるが、基本的には無人島である。確認されたタイマイの産卵巣は57巣で、アオウミガメの産卵巣は見られなかった。シンケップ島周辺におけるタイマイ繁殖規模は、調査時期がタイマイの産卵ピーク初期であることから100巣程度と考えられる。

④ ビンタン島周辺、リンガ島周辺、シンケップ島周辺のまとめ

調査した3地域では、調査島数は38島、ウミガメ類の産卵がみられた島は26島であった。タイマイの産卵巣数は379巣、アオウミガメはビンタン島周辺のピニョソ島とムラパス島の2島だけであった。これらの島々におけるタイマイの繁殖規模は、年間650巣～850巣程度と推定される。リンガ島周辺のカパス島は、これらの島々の中でも年間100巣以上の繁殖規模を持つ島だと考えられる。

(3) 大ナツナ諸島および北ナツナ諸島(2003年6月17日～24日)

大ナツナ諸島および北ナツナ諸島の調査は、スダナウ島からナツナ島(ブグラン島)の西側を北上

し、スミウン島、最北端のスカトゥン島、ナツナ島の北にあるパンジャン島の3島に上陸し、海岸状況調査と聞き取り調査を行った(図5)。これらの3つの島は入札対象の島であるが、かつては入札対象の島が7カ所あった。かつての入札対象の4つの島名は不明である。海岸での産卵巣の計数は行わなかった。

① スミウン島

スミウン島に住んでいるジャエヌディン氏は56才になるが、父親から引き継いで子供の頃から卵の採取を行っている。島には4世帯ほどの漁業者が居住している。この島には4つの海岸があり、昨年までは兄弟で卵の採取を行っていたが、現在は彼一人で全ての海岸を回っている。入札金額は、2000年が400万ルピー、2001年が500万ルピー、2002年が550万ルピーで、調査時の2003年は700万ルピーである。入札金はナツナ州の州都であるラナイで支払っている。2002年は年間で60巣しか採

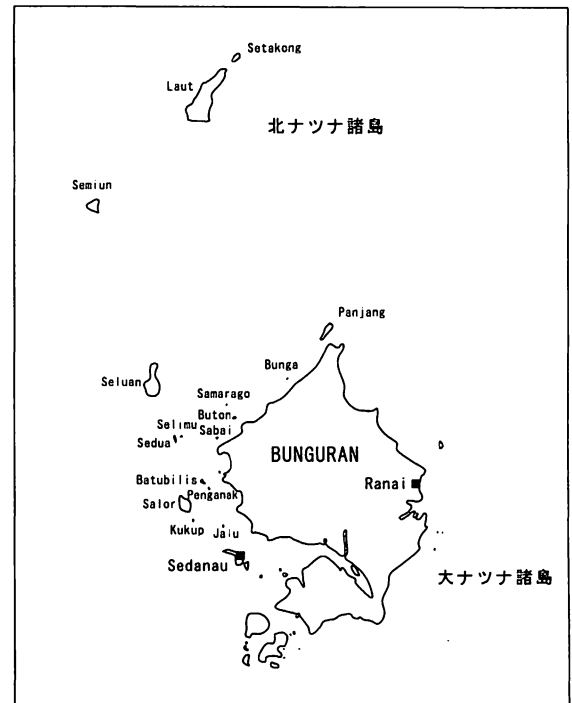


図5 大ナツナ諸島および北ナツナ諸島のタイマイ繁殖状況および卵の採取状況調査地(2003年6月17日～24日)

取していない。タイマイ卵は1個400ルピー、アオウミガメ卵は1,000ルピーで、ラナイへ毎週金曜日に卵を持って行く。2002年は一番多い週でも500個に達しない。2002年は半年でタイマイ卵を1,000個(7巢)、アオウミガメ卵を1,500個(15巢)採取している。これから収入を計算すると190万ルピーである。入札金額に達するためには、時期的にアオウミガメの産卵期であるので、少なくとも今後51頭のアオウミガメの産卵が必要である。2001年の産卵巣数から判断して、今後これだけのアオウミガメが産卵するとは思われない。入札金額を支払うために彼は牛を4頭売っている。牛1頭が150万ルピーであるので、これで入札金額のうちの600万ルピーを補った。ジャエヌディン氏に、このままでは赤字になるばかりだが今後どうするか聞いたところ、まだ牛が16頭いるので当分は大丈夫だと言っていたが、入札を続ければ続けるほどマイナスが増えていく。ジャエヌディン氏の支払った入札金については更に考察で後述する。

入札の規定により、3,000個の卵をふ化させなければならないが、まだその数に達していない。既に一部を沖の生け簀で飼育している。7月にラナイから役人が調査に来るといふ。卵の捕食動物であるオオトカゲはこの島にはいない。

産卵はタイマイよりもアオウミガメが多い。タイマイの産卵時期は1月から6月で、アオウミガメは6月から12月である。1990年は1晩で5頭くらいは産卵していた。タイからの漁船がこの近海に多くやってきており、彼はタイ漁船がウミガメを殺していると言っている。1950年代は1晩で2,000個から3,000個の卵が採取できた。1970年からウミガメは減り始めた。1985年頃からタイ人(タイ漁船)が出現し始めた。タイ漁船の混獲によりウミガメが減少したと信じている。入札制度は1960年にはあったが、最初は父親が中国人を雇用し、卵の採取を始めた。

## ② スカトウン島

スカトウン島は、ナツナ海で最も北に位置する無人島である。ウミガメ卵を採取する人は常駐しておらず、小屋もない。この島の入札者はスダナ

ウ島に住んでいるアルマン氏である。氏は、1990年からこの島の入札をしている。ウミガメ卵はスカトウン島のすぐ南のラウト島に住んでいるアルマン氏の兄が3日～4日おきに採取し、州都のラナイでアオウミガメもタイマイも1,200ルピーで販売する。ラウト島でもたまに販売している。ラウト島ではタイマイ卵は16個で10,000ルピー、アオウミガメは1個1,000ルピーである。時々スダナウでも販売するが、タイマイは14個で10,000ルピー、アオウミガメは1個1,000ルピーである。産卵するウミガメはタイマイよりもアオウミガメが多い。タイマイの産卵期は12月から2月まで、アオウミガメは6月から10月である。産卵が多いときは、1か月に12,000個の卵が採取できたが、普通は300個である。最近では一番多い月でも500個である。ラウト島には3つの村に1,000軒ほどの家があり、ウミガメ卵の採取権は島民にあるが、産卵はほとんどないので入札制度もない。

アルマン氏は活魚の輸出用の魚を集める別の事業もやっている。近年インドネシアでは、香港への活魚の輸出が盛んになってきている。ナツナ島でも盛んに行われ、活魚を運搬するために香港船が寄港している。

この島でも1960年代に入札が始まっている。2000年から2002年までは、西ブグラン郡の郡都であるスダナウに支払っていたが、2003年は州都のラナイで支払っている。1999年まではナツナ海の7個所の管轄区全てがピンタン島のタンジュンピナンで支払っていた。タンジュンピナンは、2002年7月までのリアウ州島嶼部の行政府があった。2000年の入札金額は400万ルピー、2001年は450万ルピー、2002年は500万ルピー、2003年は700万ルピーであるが、2003年は高額なので、実際は600万ルピーしか支払っていない。入札の規定により、400個の卵をふ化させなければならないが、これまで実施されたことはない。

## ③ パンジャン島

パンジャン島の入札者は、この島に住んでいるナシール氏である。ちょうど氏は不在で奥さんに話を聞いた。入札対象はパンジャン島だけである。

近くのブンガ島、ムラグ島(サマラゴ島)、プガハ島でも卵を採取している。パンジャン島も含めてこれらの島からナシル氏は卵を集めて、ラナイに販売している。卵の儲けは、五分五分で採取人と分け合っている。卵はタイマイが500ルピー、アオウミガメは1,000ルピーである。タイマイの産卵期は3月から4月、アオウミガメは7月から8月である。一番多いときで8月の1週間でアオウミガメの800個であった。ナシル氏は2000年から入札に参加しており、それまでは海岸を人に貸していた。入札金額については奥さんは知らなかった。ナシル氏は人望があるようで、彼の家の周りには漁業者の家が密集しており、彼らは全てナシル氏の元で働いている。

#### (4) アナンバス諸島(2002年6月28日～7月7日)

アナンバス諸島の調査は、2002年6月28日～7月7日まで菅沼(未発表)が行っている。この諸島のデータはナツナ海のタイマイの繁殖状況を知るために重要であるので、本報告で引用する。アナンバス諸島は、行政上の管轄区としてジュマジャ郡とシアントン郡に分けられている(図6)。

##### ① ジュマジャ郡

ジュマジャ郡では13島32海岸を調査した。上陸調査を行ったのはそのうちの7島で、他の6島は聞き取り調査である。郡都はルトゥンである。表4-1にジュマジャ郡のウミガメ類の繁殖状況調査結果を示す。タイマイの産卵が見られたのは、クラムット島、マンカイ島、ピナナン島の3島だけで、他の島ではほとんど産卵は見られていない。ジュマジャ郡全体で、タイマイが64巢、アオウミガメが171巢確認された。

入札制度は、マンカ島とピナナン島で行われているが、採取される卵のほとんどはアオウミガメである。入札は、マンカイ島の3つの各海岸とマンカイクチル島の1つの海岸がそれぞれ対象となっている。マンカイ島北側のテロック・カンドール海岸は3,000万ルピー、同じく北側のウンブン海岸は2,000万ルピー、南東側のプギール海岸は2,000万ルピー、マンカイクチル島北側のスエツト海岸は2,000万ルピーで、計9,000万ルピーである。

これは当時の換算で日本円にすると130万円程度である。マンカイ島北側のウンブン海岸では、ナツナ島から来て1年になるアフマド氏と近くのクラムット島から来たばかりのタルディン氏が卵の採取をしている。彼らはテロック・カンドール海岸の卵も採取している。2001年はアオウミガメの卵15万個、タイマイの卵5万個を採取したと言っている。産卵巣にするとアオウミガメ約1,500巢、タイマイ約360巢に換算できる。入札の条件として年間500個(アオウミガメでは5巢分、タイマイでは4巢分に相当)の卵をふ化させなければならないが、実際にふ化させているかどうか不明である。また、この数値がどのように決められているかも不明である。1か月でアオウミガメとタイマイ合わせて8,000個、1晩で多いときに1,000個を採取したと言っているが、仮に8000個(アオウミガメの場合、80巢に相当)の採取を1年間続けたとしても960巢にしか達しない。従って、上記のアオウミガメとタイマイの産卵巣1,860巢には実際は達していないものと思われる。また、2002年は最大でも

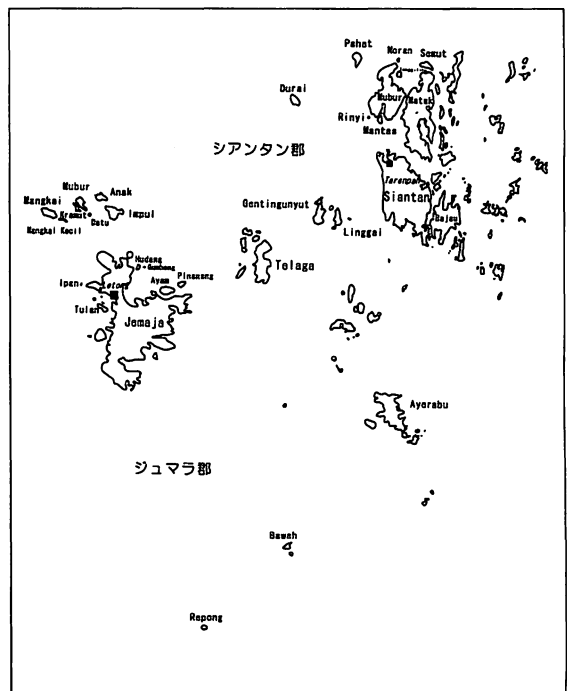


図6 アナンバス諸島のタイマイ繁殖状況および卵の採取状況調査地(2001年6月28日～7月7日)

タイマイが1晩に5頭しか産卵していないと言っていることから、更に実際の産卵巣数は減少していると考えられる。彼らはアオウミガメの卵1個を採取すると70ルピー、タイマイでは50ルピーをもらえる。2001年の場合、年間に1,400万ルピーの収入となり、1人当たり700万ルピーの計算になる。1か月当たり約58万ルピーで、一般の漁師とはほぼ同じくらいの収入であるが、実際の産卵巣数から考えると収入はより少ないと思われる。採取された卵は、2日おきにクラムット島へ持って行く。1998年にシンガポールから人が来て、アオウミガメを15頭購入していったことがあるらしい。マンカイ島には卵を捕食するオオトカゲが生息している。

ピナナン島も入札対象になっているため、上陸調査を行ったが、人がおらず聞き込み調査はできなかった。タイマイが26巣、アオウミガメが63巣確認されている。この島のタイマイの年間産卵巣数は50巣以下と考えられる。

クラムット島南側の海岸では、ヤルニ氏がかなり古くからウミガメ卵とココヤシの採取をして、1人で生計を立てている。この島は入札対象ではなく、ヤルニ氏の所有になっているので、卵はアオウミガメもタイマイも同じく、マンカイ島の入札者に5個1,000ルピーで買い取ってもらっている。この島の産卵巣数は少なく、タイマイは年間50巣(900~1,000個)以下、アオウミガメも50巣(500個)に達しないと考えられる。従って、ウミガメ卵の収入は多くとも年間30万ルピーである。生活の様子から、現金は最低限必要な米を購入するだけのようである。

入札者のキバン氏とそのアシスタントのシン氏にクラムット島で話を聞くことができた。リアウ州やナツナ州の入札に関しての他地域の情報がかなり流れている。2002年の時点でウミガメ卵はタンブラン諸島と南ナツナ諸島が最も多いと言われている。南ナツナの入札金額は、2002年は1億2,000万ルピー、シアンタン郡は1億ルピーとのことである。ジュマラ郡はアオウミガメが多く、採取された卵はピンタン島のタンジュンピナンで販

売されている。販売価格は通常タイマイが700ルピー、アオウミガメが1,000ルピーである。採取者に支払われているのはそのうちの7%である。最も高いときはアオウミガメで1,200ルピーだったが、現在800ルピーに下がっている。タンジュンピナンの町で筆者達が店で聞いた値段は、鶏卵が1個500ルピー(約7円)、アオウミガメ卵が1,500ルピー(約21円)、タイマイ卵が1,000ルピー(約14円)であるので、ウミガメ卵がいかに高いかがわかる。購入者は華僑の人たちが多いとのことである。入札金額は2001年は6,000万ルピーであるので、2002年の9,000万ルピーは50%増となっている。他地域とは違いここは毎年入札者が変わっている。入札はピンタン島のタンジュンピナンで行われる。これは2002年7月の行政府移行前であるので、この時点では管轄行政府はタンジュンピナンである。アラム島は産卵巣数が少なくなったので入札対象外となった。2002年は1月から6月までに2~3万個の卵を採取している。アオウミガメの方が多いとのことであったので、全てアオウミガメとしても最大でも300巣しか産卵していないことになる。ジュマラ郡のウミガメ類の繁殖数は急激に減少している可能性が高い。インドネシア全国にみられるバリ人のアオウミガメ漁は、この地域まではまだ達していない。

## ② シアンタン郡

シアンタン郡では10島31海岸を調査した。上陸調査を行ったのはそのうちの4島で、他の6島は聞き取り調査である。表4-2にシアンタン郡のウミガ

表4-1 ジュマジャ郡におけるウミガメ類の繁殖状況調査

	島名	調査海岸数	産卵巣数		海岸長 (m)	備 考
			タイマイ	アオ		
1	アナック	2	聞き取り調査		400-	ほとんど産卵なし
2	アヤム	1	0	0	500	ほとんど産卵なし
3	ダトゥ	1	聞き取り調査		-	滅多に産卵しない
4	クンバン	1	聞き取り調査		70	滅多に産卵しない
5	インブル	2	聞き取り調査		290	人家あり、産卵なし
6	イバン	1	聞き取り調査		40	砂利浜、産卵なし
7	ジュマラ	17	聞き取り調査		6300	ほとんど産卵なし
8	クラムット	1	19	2	150	住民1名、卵とヤシ採取
9	マンカイ	4	19	104	250	入札対象、カメ小塚あり
10	マンカイクナル	1	聞き取り調査		-	入札対象
10	ピナナン	2	26	63	170	入札対象、カメ小塚あり
11	トゥラン	1	聞き取り調査		150	産卵なし
12	バウ	-	聞き取り調査		-	無人島、産卵少ない
13	ルボン	-	聞き取り調査		-	無人島、産卵少ない
合計		32	64	171		



メ類の繁殖状況調査結果を示す。タイマイの産卵が見られたのは、デュライ島、パハット島、スムット島の3島だけで、他の島ではほとんど産卵は見られていない。シアンタン郡全体で、タイマイが73巢、アオウミガメが335巢で確認された。

入札制度はデュライ島とパハット島で行われているが、デュライ島はほとんどがアオウミガメで、タイマイはパハット島に集中している。デュライ島には2つの海岸があるが、西側の海岸は強風で波が高く上陸できなかつた。表4-2の繁殖状況の数値は東側の海岸だけのデータである。また、デュライ島には卵を採取している人が不在で聞き取り調査はできなかつた。計数値からみるとタイマイの年間の産卵巣は30巣程度と考えられる。パハット島には2000年からムハンマド氏が1人で卵の採取を行っている。この島には小規模ながら活魚の生け簀があり、近場で漁をしている漁業者が2世帯小屋を持っている。パハット島は上陸調査の計数値では、タイマイが61巢、アオウミガメが187巢であったが、アナバス諸島の中で唯一タイマイの産卵がアオウミガメより多い島である。この数値から、この島のタイマイの年間産卵巣数は150巣から200巣と考えられる。1日で多いときには700個から800個の卵が採取でき、2~3日おきに卵を郡都であるシアンタン島のタレンパの町へ持っていき、タイマイの卵1個50ルピー、アオウミガメ80ルピーの賃金をもらう。今年は4日間で2,000個から多いときで4,000個くらいの卵を採取している。1960年頃は1晩で60頭(卵は約8,400個)のタイマイが産卵したという。1990年頃は、1晩でアオウミガメとタイマイ合わせて30頭から50頭である。1999年は入札の規定により3,000個の卵をふ化させたが、それ以降はやっていない。入札金額は、1997年は3,500万ルピー、2002年は1億2,000万ルピーであるという。

タレンパの町で、デュライ島とパハット島の入札者であるラドジャ・ハスナン氏の話を知ることができた。ラドジャ氏は元軍人である。アオウミガメは1個1,200ルピー、タイマイは700ルピーで販売している。これまで採取された卵のデータはあ

るが、その一部しか見せてもらえなかつた。2000年はデュライ島とパハット島合わせて30万個、2001年は25万個の卵を販売している。今年は600頭分の卵しか集まっていない。入札金額はデュライ島が4,000万ルピー、パハット島が8,000万ルピー、両者合わせて1億2,000万ルピーである。ただし、この入札金額にはウミガメ卵だけではなく、ココヤシの採取権も含まれている。

表4-3に、集計データから写させてもらった2001年と2002年の6月のウミガメ卵の採取数を示す。6月はタイマイの産卵期の終わりであり、アオウミガメの産卵最盛期である。従ってパハット島では、タイマイは2001年6月が10巢、2002年が20巣程度と考えられる。アオウミガメは2001年が80巢、2002年が90巣である。デュライ島では、タイマイは2001年が16巢、2002年が25巢、アオウミガメは2001年が470巢、2002年が265巢と考えられる。アオウミガメはデュライ島の方が圧倒的に多く、タイマイは詳細な資料はないが、聞き取り調査と入札金額からパハット島の方が多いと考えられる。滞在したタレンパのホテルには生け簀があり、その中で未成熟のタイマイが12頭飼育されていた。これらのタイマイはジャカルタに売られる。タイマイの剥製の流通が未だに存在していることが伺われる。

## 5. 考察

インドネシアは、過去最大のべつ甲材の輸出国であった。その大半は日本に輸出されていた。1961年から1987年の輸出を禁止するまで、27年間に196,256kgのべつ甲材を輸出していた。「野生動

表4-2 シアンタン郡におけるウミガメ類の繁殖状況調査

No.	島名	調査海岸数	産卵巣数		海岸長 (m)	備考
			タイマイ	アオ		
1	デュライ	2	8	123	80+	入札対象、カメ小屋あり
2	マングス	2	聞き取り調査	100	100	人家あり、産卵少ない
3	マタック	5	聞き取り調査	440	440	飛行場あり、人家多い
4	ムブール	9	聞き取り調査	1385	1385	人家多い
5	ノラン	1	0	14	20	産卵少ない
6	パハット	2	61	187	290	入札対象、カメ小屋あり
7	リニ	1	聞き取り調査	50	50	ほとんど産卵なし
8	スムット	2	4	11	200	産卵少ない
9	シアタン	3	聞き取り調査	165	165	産卵なし
10	トゥンギリン	4	聞き取り調査	160+	160+	産卵少ない
合計		31	73	335		

表4-3 パハット島とデュライ島の6月のウミガメ卵の採取数

	パハット島		デュライ島	
	タイマイ	アオウミガメ	タイマイ	アオウミガメ
2001	1,414	7,675	2,264	46,830
2002	2,784	8,779	3,514	26,492

植物の国際間の商取引に関する条約；通称ワシントン条約」が提唱された1973年には73,206kgと最大の輸出量があり、実に70,000頭以上のタイマイの甲羅が利用された。27年間のべっ甲材の年平均輸出量は7,269kgとなり、これは7,000頭分以上のタイマイの捕殺を意味している。

インドネシアは1945年に独立宣言をしたが、正式に国際社会から独立国家として認められたのは1949年になってからである。しかし、インドネシアは約300部族が存在するといわれる多民族国家であるため、独立後も同一民族内や民族間の紛争が絶えなかった。その中でも、南スラウェシで勃発したブギス族と政府軍との戦いは、1952年から1965年まで続き、カハール・ムザッカルの反乱と呼ばれるこの戦いはブギス族の民族大移動のきっかけとなった（(財)東京都海洋環境保全協会 1999）。ブギス族は、マカッサル族やトラジャ族、ブギスボネ族など5つの民族に別れるが、この反乱はこれらの民族全てを巻き込む反政府闘争というばかりではなく、ブギス族の親戚・家族や友人なども敵対するなど、血みどろの戦いであったようである。そうした中、1950年代後半になって、戦いを逃避するグループがジャワ海へ進出を始めた。ブギス族は元来海洋民族であるが、彼らは一度故郷を捨てると成功するまで故郷に帰って来られないという鉄則を持っている。そのため、ジャワ海に進出したブギス族はかの地で定住する以外に道は残されていなかった。この定住がウミガメの卵の採取と結びついていくことになる。当初は自分たちの食料としての卵が、年と共に経済的価値が向上したのは想像に難くない。

1960年代から1970年代の初めにかけて、リアウ州(現ナツナ州)や西カリマンタン州の都市などでは地方行政による卵の入札制度が始められた。

1960年代に入り、インドネシアのべっ甲材輸出が本格化し、その10年後にはほとんど根こそぎ状態の卵の採取が始められた。日本の無節操なべっ甲材の輸入と卵の大規模な採取により、インドネシアのタイマイはこの40年間で激減し、絶滅寸前まで追いやられている。

インドネシアでは、行政管轄が以下のように分けられている。

- ・ Negara：国
- ・ Propinsi：州(省)
- ・ Kabupaten：県(3ランクある)
- ・ Kecamatan：郡
- ・ Kelurahan または Desa：村

前述したが、ナツナ州はPropinsi Kepulauan Riauと言う名称で、リアウ島嶼州が正式名称であるが、ここでは従来のナツナ州を使用する。州都はブグラン島(ナツナ島)のラナイである。ナツナ州には9つの郡がある。ランクの高い郡から並べると以下の通りである。

- ・ Kecamatan Bunguran Timur  
(東ブグラン郡：大ナツナ諸島)
- ・ Kecamatan Bunguran Barat  
(西ブグラン郡：大ナツナ諸島と北ナツナ諸島)
- ・ Kecamatan Jemaja  
(ジュマジャ郡：アナンバス諸島)
- ・ Kecamatan Siantan  
(シアントン郡：アナンバス諸島)
- ・ Kecamatan Serasan  
(スラサン郡：南ナツナ諸島)
- ・ Kecamatan Midai  
(ミダイ郡：ミダイ島)
- ・ Kecamatan Palmatak  
(パルマタック郡：アナンバス諸島)
- ・ Kecamatan Bunguran Utara  
(北ブグラン郡：大ナツナ諸島)
- ・ Kecamatan Subi  
(スビ郡：南ナツナ諸島)

かつてのリアウ州ナツナ島嶼部の管轄下であったタンブラン諸島(バダス諸島も含む)は、ナツナ州に行政府を移行していない。これまでどおり、ピンタン島のタンジュンピナンがかつての島嶼部の州都として機能し、これらの諸島はリアウ州の州都であるプカンバルの管轄下にある。

ナツナ海の中で、ウミガメ卵採取の入札制度が施行されているのは、以下の郡と諸島の島々である。入札金額については、州都のラナイにある **Dinas Pendapatan Daerah**(略して **Dipenda**=地方税局)という税金や入札金を収める役所で調べた金額である。2003年と2001年については担当者のコンピュータから資料を戴いた。2002年についてはコンピュータ入力をしていないので領収書を見せていただいた。入札金は毎年1月中に支払われている。参考として聞き取り調査による落札者の金額も併記する。行政府が移行した2000年以降に入札金額を決定し、許可書を発行しているのは、ナツナ州行政府の経済局である。ウミガメ卵採取の許可書には、各繁殖地において最低で600頭の放流を義務づけている。産卵巣数が多いところでは、年間産卵巣数の2.5%を放流と記載されている。放流は7か月の飼育または6インチまでの大きさで放流することと明記されている。下記の入札金額から類推したタイマイ換算は、タイマイ卵1個1,000ルピーとして、1巣140個計算で行った。数値は入札金額に達する最小産卵巣数である。

・ **Kecamatan Bunguran Timur**(**Senua**島)

入札金額；200万ルピー、入札対象；ウミガメ卵・イワツバメの巣

落札者金額；未調査

タイマイ換算；15巣(2003年はイワツバメの巣は含めていないと考えられる)

2001年の入札金額は1,500万ルピーであるので、イワツバメの巣の方が入札金額の大部分を占めると考えられる。2002年の領収書は発行されていない。

・ **Kecamatan Bunguran Barat**

(**Semiun**島、**Sekatung**島)

入札金額；700万ルピー(この金額はスミウン島とスカトゥン島の両方)

2001年は2003年と同様に700万ルピー、2002年の領収書は発行されていない。

落札者金額；スミウン島700万ルピー、スカトゥン島700万ルピー

タイマイ換算；50巣

\*スミウン島のジャエヌディン氏は700万ルピー、スカトゥン島のアルマン氏は600万ルピーを支払っていると言っているが、彼らは直接地方税局に支払っているわけではなく、行政府の経済局の役人を仲介者として支払っている。どちらかが払っていないか、どちらかの入札金が仲介者に搾取されていると考えられる。

・ **Kecamatan Jemaja**

(**Mangkai**島、**Mangkai Kecil**島、**Pinanang**島)

入札金額；2003年は入札対象となっていない。

2001年は500万ルピー、2002年は800万ルピーである。

落札者金額；9,000万ルピー(2002年)

タイマイ換算；58巣(2002年の入札金額から類推)

\*実際の支払金額と聞き取り調査の金額の差が大きい。仮に9,000万ルピーに達するためタイマイ換算をしてみると643巣(アオウミガメだと750巣)となり、実際にそれだけ産卵しているとは考えにくい。しかし、島での卵採取人と落札者の金額が一致していることから、落札者は9,000万ルピーを支払っている可能性もある。

・ **Kecamatan Siantan**(**Durai**島、**Pahat**島)

入札金額；1,500万ルピー、2001年は3,000万ルピー、2002年は領収書なし。

タイマイ換算；108巣

落札者金額；1億2,000万ルピー(2002年；ココヤシの採取権も含む)

\*ジュマジャ郡と同様に入札金額との差が大きい。タイマイ換算で858巣である。ココ

ヤシの採取を含めるとしても産卵巣数が大きすぎる。入札金額に対応したタイマイ換算値の方が産卵実数に近いと考えられる。

・Kecamatan Serasan (Bungin島、Sempadi島、Serasan島sisi海岸、Perantau島、Semuluk島)  
入札金額；7,500万ルピー、2001年は1億100万ルピー、2002年は領収書なし

タイマイ換算；722巣

落札者金額；1億1,500万ルピー(1999)(財)東京都海洋環境保全協会(2000)

＊1999年当時、スラサン郡はスピ郡も含めて南ナツナ諸島として入札金をタンジュンピナンに支払っていた。当時は組合があり、組合代表者が入札対象7ヶ所から2億ルピーを集金し、代表者が州政府に1億1,500万ルピーを支払っていた。代表者は8,500万ルピーを手数料として個人で受け取っていた。このシステムは当然のことながら問題化しており、2000年には改善されるとのことであった。入札金額が減少しているのは、スピ郡の2ヶ所(5,000万ルピー)が分けられたためと考えられる。

・Kecamatan Midai (Midai島)

入札金額；200万ルピー、2001年は資料なし、2002年は150万ルピー

落札者金額；未調査(ミダイ郡の調査は行っていない)

タイマイ換算；15巣(産卵巣はかなり少ないと考えられる)

・Kecamatan Bunguran Utara (Panjang島)

入札金額；300万ルピー、2001年は資料なし、2002年は200万ルピー

タイマイ換算；22巣

＊入札金額にはイワツバメの巣の採取権も含まれる。産卵巣はかなり少ないものと考えられる。

・Kecamatan Subi (Tudang島、Mambat島)

2000年に行政が移行して以降、入札対象となっていない。1999年は南ナツナ諸島として2ヶ所で5,000万ルピーを組合に支払っていた。

組合はタンジュンピナンから採取許可を受けていた。

・タンブラン諸島およびバダス諸島全域

タンブラン諸島(56島中産卵している島は28島)およびバダス諸島(22島中産卵している島は10島)はナツナ州の管轄に入らなかった。ウミガメ卵の採取許可はピンタン島のタンジュンピナンから受けている。(財)東京都海洋環境保全協会の報告書(1996, 1998年)によると、これらの地域の落札者は1人で全諸島からウミガメ卵を採集している。入札金額は、1987年は1,200万ルピー、1996年は1億4,700万ルピーであった。2003年10月に調査を行い、現在とりまとめ中である。タイマイの年間産卵巣数の推定値は、タンブラン諸島で200巣、バダス諸島で300巣である。

・西カリマンタン・パロ川周辺

(財)東京都海洋環境保全協会の報告書(2000)によると、パロ川周辺は、パロ川からマレーシア国境までの60kmにもおよぶ海岸である。卵を採取しているのは南部の25kmほどの地域である。入札制度は、西カリマンタン州政府ではなく、サンバス市で行われている。入札金額は1998年時点で2,100万ルピーである。落札者は1人で1995年から1999年までの産卵巣数と採取した卵数の記録をつけていた。タイマイは415巣から640巣の間を変動している。

上記以外に北ナツナ諸島のラウト島は、伝統的ウミガメ卵の採取を島民に限って認められており、採取された卵のほとんどは島内で消費される。

ナツナ海周辺で、タイマイの繁殖がある程度まわってみられているのは、シアンタン郡のパット島、スピ郡のツダン島、バダス諸島のジュンクラン島、西カリマンタン州のパロ川周辺、リング島周辺のカバス島、モンペラン諸島のモンペラン島とプスムット島、この報告書では言及していないがセガマ諸島のセガマブサール島、グルシツ

ク島周辺のキマル島、リマ諸島のパンジャン島の計9島とパロ川周辺の1地域だけである(表5)。ナツナ海周辺におけるこれらの主要なタイマイの繁殖地では、年間に2,300巣から2,650巣のタイマイが産卵していると推定される。これらの10個所の繁殖地のうち、現在保護されているのは、モンペラン島、プスムット島、セガマブサル島だけである。キマル島もかつては保護されていたが、1999年以降現在まで海賊に占領され、入島できない状況となっている。パロ川周辺は、かつて保護活動を試験的に行ったが、1999年に発生したサンバス市の暴動の影響や保護対象地区が広すぎるため、本格的な保護には至っていない。アナンバス諸島や大ナツナ諸島および北ナツナ諸島では入札地域が減少している。これは明らかにウミガメ産卵巣の減少を示すものであり、現在産卵巣がある程度まとまっている島々を早急に保護する必要がある。ジュンクラン島は1998年、ツダン島は1999年、パンジャン島は1999年の調査であり、既に調査から数年経ており、現在の実数値は表で示した物よりも減少していると思われる。これらの島で入札の対象になっていないのは、キマル島、カバス島、パンジャン島である。ただしキマル島では、海賊占領前は、島の所有者が海岸使用料をブリトン島の地方行政府に支払っていた。

インドネシアでタイマイを保護する場合は、教育・啓蒙活動や法の施行では困難である。実際に国の法律ではウミガメ類は保護されており、卵を含め一切の採捕は禁止されている。入札制度は、国の法律を無視した地方行政の制度である。ナツナ州の場合、入札金額は2003年の6地域で1億400万ルピーに達し、日本円に直すと150万円弱になり、これは約11人分の1年間分の公務員給与に相当する。さらに、ナツナ州は行政府が2000年7月に移行し、現在も諸々の管轄権限が徐々に移行されている状況であり、地方行政にとって入札金は重要な収入源となっている。そのため、入札制度の廃止や縮小は非常に困難な状況である。

現在取りうる具体的で早急な保護対策としては、モンペラン島、プスムット島、セガマブサー

ル島で行っている卵を採取している人の雇用や、もしくは落札者からタイマイ産卵分を買い取る方法が最も適している。しかし、これには持続的かつ莫大な経費が要求される。そのため、このような保護地に広義の意味でのエコツーリズムを導入し、生涯学習や保護の実体験、研修、研究者への研究場所の提供などを実施し、一方通行の経費流失を循環型保護地域へと変遷させていく必要がある。特にタイマイが産卵するような島は全く開発されていない島であり、ウミガメばかりではなく海洋環境全体のニッチの調査や研究に適している。さらに、開発途上国における地域経済のあり方や地方文化の研究など、経済学や民俗学などの研究の場も提供できる要素がある。

表5 ナツナ海周辺における主要なタイマイ繁殖地

州名	諸島名	島名	推定産卵巣数
西カリマンタン州	カリマンタン島	パロ川周辺	500
ナツナ州	南ナツナ諸島	ツダン島	400-500
バンカ・ブリトン州	グルシック島周辺	キマル島	300
ランブ州	セガマ諸島	セガマブサル島	250-300
リアウ州	リンガ島周辺	カバス島	250-300
ナツナ州	アナンバス諸島	バハット島	150-200
リアウ州	バダス諸島	ジュンクラン島	150
バンカ・ブリトン州	モンペラン諸島	モンペラン島	100-150
バンカ・ブリトン州	モンペラン諸島	プスムット島	100-150
バンカ・ブリトン州	リマ諸島	パンジャン島	100
合計			2300-2650

#### 引用文献および参考文献

- Salim, R.V. and M.Halim. 1984. Marine Conservation Data Atlas. IUCN/WWF Report No.5. Project 3108 field report : 56pp.
- Schulz, Joop.P. 1984. Turtle conservation strategy in Indonesia. ICVN/WWF report No.6. Project 3108 field report.
- Schulz, Joop.P. 1989. Report on observations on sea turtles East Indonesia (with notes on nature conservation in general). IUCN.
- Groombridge, B. and R.Luxmoore. 1989. The green turtle and hawksbill (Reptilis:Cheloniidae) world status, exploitation and trade.
- Suganuma, H., N. Kamezaki and Y. Akil. 1999. Current Status of Nesting Populations of the Hawksbill Turtle (Eretmochelys imbricata) in the

Java Sea, Indonesia. Chelonian Research Foundation. Vol3 (2): 337-343.

(財)東京都海洋環境保全協会海洋生物研究室.

1996. 平成7年度インドネシア・スリブ諸島におけるタイマイ資源・生態調査報告書.

(財)東京都海洋環境保全協会海洋生物研究室.

1997. 平成8年度インドネシア・ジャワ海におけるタイマイ資源・生態調査報告書.

(財)東京都海洋環境保全協会海洋生物研究室.

1998. 平成9年度インドネシア・ジャワ海にお

けるタイマイ資源・生態調査報告書.

(財)東京都海洋環境保全協会海洋生物研究室.

1999. 平成10年度インドネシア・ジャワ海におけるタイマイ資源・生態調査報告書.

(財)東京都海洋環境保全協会海洋生物研究室.

2000. 平成11年度インドネシア・ジャワ海におけるタイマイ資源・生態調査報告書.

(財)東京都海洋環境保全協会海洋生物研究室.

2001. 平成12年度インドネシア・ジャワ海におけるタイマイ資源・生態調査報告書.



写真1 ナツナ島の政府経済局での聞き取り調査。ここで入札の許可証を発行している。



写真2 入札金を支払う地方税局。ここでも聞き取り調査を行い、実際の入札金額とシステムを調査する。



写真3 スカトゥン島のウミガメ卵採取権を落札したアルマン氏(右から2番目)。アルマン氏の話では、入札対象はスカトゥン島だけだと言っていたが、スミウン島も含まれることが地方税局でわかった。アルマン氏もスミウン島のジャエヌディン氏もそれぞれ700万ルピーを払っているという。

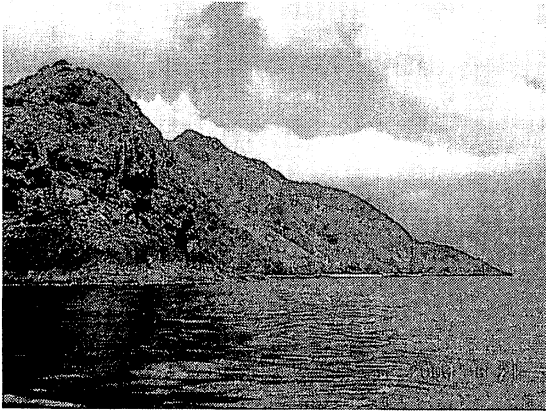


写真4 スカトゥン島。ナツナ海で最も北に位置する島である。右の方に見えるのが入札海岸。

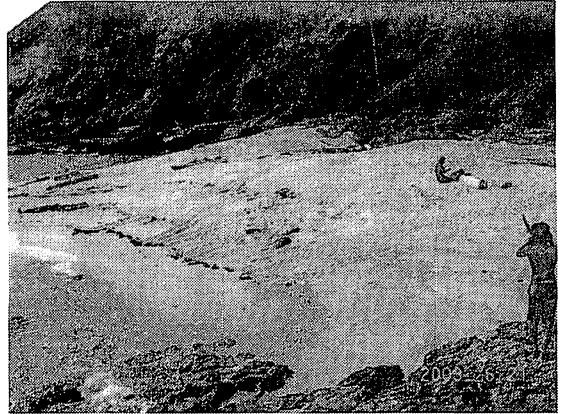


写真5 スカトゥン島の入札海岸。2003年はスミウン島と2島で700万ルピー。産卵跡は少ない。

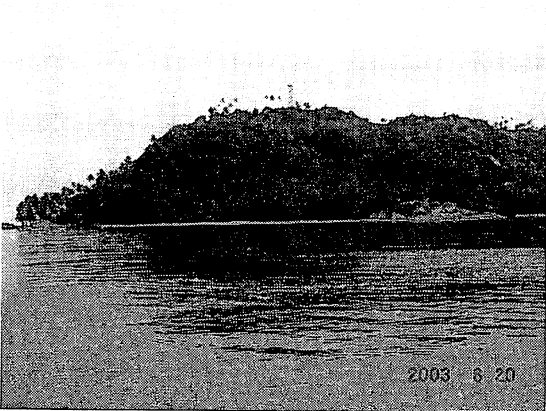


写真6 スミウン島の入札海岸。中央にカメ小屋が見える。

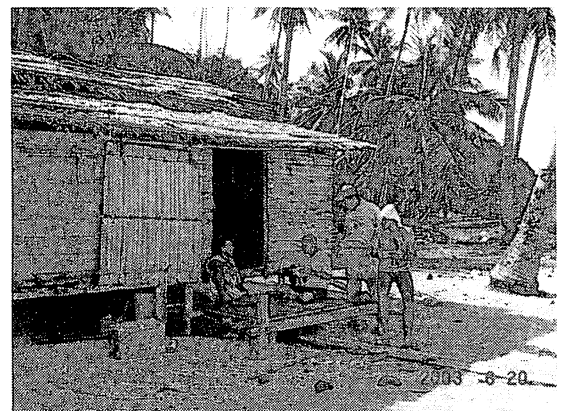


写真7 スミウン島のジャエヌディン氏(左)のカメ小屋。卵の採取人からの聞き取り調査。



写真8 ジャエヌディン氏が採取した2巢分のアオウミガメの卵。



写真9 ジャエヌディン氏が飼っている牛。これ  
を売って入札金を払っている。

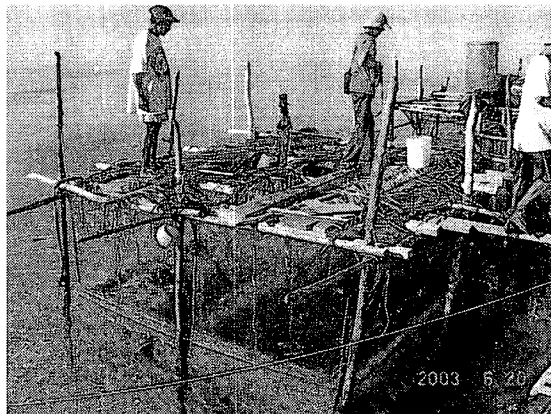


写真10 入札の規定により飼育されているふ化権  
亀用の生け簀。

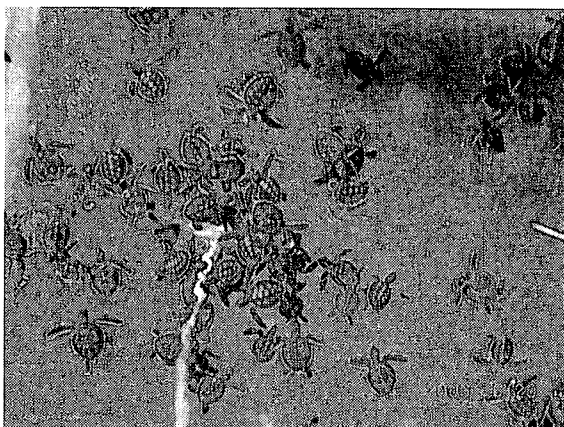


写真11 生け簀の中のアオウミガメのふ化稚亀。

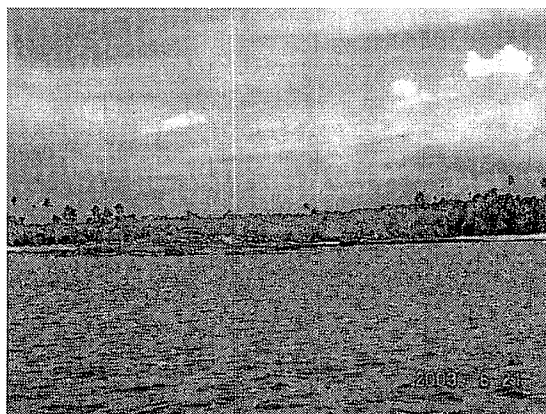


写真12 入札対象のパンジャン島の北側の海岸と  
ココヤシの畑。

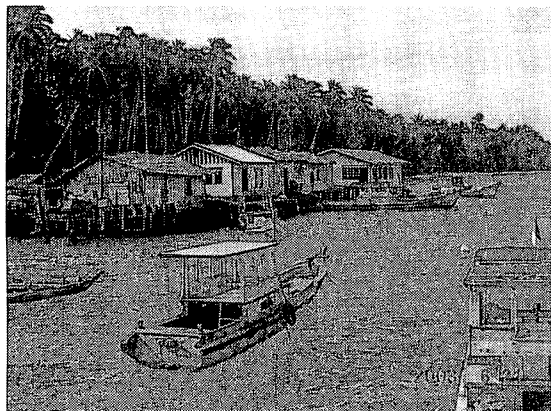


写真13 一番奥の青い屋根の家がナシール氏の  
家。周りに彼を慕っている漁師の家が密  
集している。ナシール氏はウミガメ卵の儲  
けを卵の採取人と山分けしている。ココヤ  
シや活魚販売の事業も盛んに行っている。  
発電機があり、電気が使える。



# 中国海南島における野生哺乳類の保護区設定と 保護システムの確立

李 玉春<sup>1)</sup>

Research of conservation and reservoir designs based on wildlife distribution data  
in Hainan Main Island, China

Li Yuchun

中国海南島に生息する稀少陸棲哺乳類の分布データを基にGAP分析を用い、既存の自然保護区の評価を行った。分析に用いた哺乳類は、稀少種で、かつIUCN、CITESと中国レッド・ブックに含まれるクロテナガザル(*Hylobates concolor*)、ターミンジカ(*Cervus eldi hainanus*)、ツキノワグマ(*Ursus thibetanus*)、ウンピョウ(*Neofelis nebulosa*)、アカゲザル(*Macaca mulatta*)、コツメカワウソ(*Lutra lutra*)、サンバー(*Cervus unicolor*)の7種の保護種であった。GAP分析には海南省の植生-土地利用図、保護区分布図を用いた。その結果、既存の国家級と省級自然保護区の面積は狭く(1,721km<sup>2</sup>)、分析に用いた野生動物保護種の分布面積(14,270km<sup>2</sup>)の12.0%に過ぎなかった。自然保護区は保護種が分布しない地域にもあり、その面積は保護区総面積の35.7%を占めた。海南島の保護空白地域は8,463km<sup>2</sup>で、既存の自然保護区は海南島の野生動物(哺乳類)保護には大変不足している。このことから、海南島の陸棲哺乳類を保護するには既存の散在する小さい保護区ではなく、これらの保護種の分布のホットスポットをカバーできる二つあるいは一つの大きな保護区が必要であることを提案する。

## 1. はじめに

海南島は熱帯-亜熱帯気候区にあり、生物種の豊富な島で、生物多様性のホットスポットの一つになっている。海南島の野生動物を保護するために、野生動物の分布の現状および歴史的変遷を聞き取り調査で明らかにした(李 2003)。海南島内の自然保護区は、国家級自然保護区の霸王嶺(Bawangling)自然保護区、大田(Datian)自然保護区と尖峰嶺(Jianfengling)自然保護区、省級自然保護区の五指山(Wuzhishan)自然保護区、吊羅山(Diaoluoshan)自然保護区、邦溪(Bangxi)自然保護区、甘什嶺(Ganxhaling)自然保護区、佳西(Jiaksi)自然保護区、南湾(Nanwan)自然保護区、

加新(Jiaxin)自然保護区、会山(Huishan)森林経営所、尖嶺(Jianling)森林経営所、上溪(Shangxi)森林経営所、番加(Fanjia)森林経営所、南林(Nanling)自然保護区、礼記(Liji)自然保護区、六連嶺(Liulianling)景観駅の17箇所が設定されている(図1)。これらの保護区は、設置時の面積は僅か913km<sup>2</sup>、平均設置面積が53.7km<sup>2</sup>で、海南島面積の2.3%に過ぎなかった。各保護区は設置後の拡大などによって1,721km<sup>2</sup>(GIS測定値)に多少増加したが、依然狭い状態である。また、その分布は散在的で、互いにつながっていない(図1)。

野生動物を保護するためには、自然保護区の設置が最も有効な手法である。しかも、保護区設置

<sup>1)</sup> 中国・海南師範学院野生動物保護管理研究センター

の仕方は野生動物保護にとって重要であり、その面積や設置場所などは自然保護区の機能を大きく左右する。そこで、海南島に分布する12種の陸棲哺乳類の分布データ(李 2003)を使い、GAP分析 (Geographical Analysis for Protection of Biodiversity, Scott *et al.* 1993)を用いて、現存の保護区の役割を評価し、自然保護区の拡大や保護区設定と保護システムの確立のための分析を行った。

## 2. 調査地域

海南島は、中国南部、北緯18°12′~20°10′、東経108°40′~111°03′に位置し、熱帯生物地理区に属する。島は東西約290km、南北約180km、面積は3.39万km<sup>2</sup>である。地形、植生および土地利用によって島は西南部の山岳地帯と東部の台地・平原地帯に分けることができる。東北から西南方向に脊梁山脈が続き(図2)、五指山(1,867m)、鸚歌嶺(1,812m)と雅加大嶺(1,519m)などの標高1,800m級の山並みが続き、これらを中心に島の外側に向

かって標高が漸減する。海南島は高温多湿で、年平均気温23~25℃、年平均降水量1,600mm以上であるが、乾湿の季節性が明瞭である。

西南部の山岳地帯は自然林、東部の台地や平原は殆どが人工林に覆われ、橡膠樹(*Hevea brasiliensis* パラゴムノキ)、小叶鞍と椰子の木が多く、農地、果樹園、経済作物種の栽培地帯と森林地帯はモザイク状に混ざっている。

海南島には76種の哺乳類が記録されているが(広東省昆虫研究所動物研究室・中山大学生物系 1983)、このうちコウモリ類やネズミ類などの小型動物を除いた中大型陸棲哺乳類は20種である。そのうち、クロテナガザルはIUCNの絶滅危惧IB類(EN)に、ターミンジカ、ツキノワグマ、ウンピョウの3種は絶滅危惧II類(VU)に、それぞれ指定されている(IUCN 1994)。アカゲザル、サンバー、コツメカワウソの3種は中国レッド・ブック(汪松ら 1998)にII級保護動物と指定されている(中華人民共和国林業部・農業部 1989)。また、これら7種の保護動物はサンバーを除いて、CITES(Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora)の附録Iと附録IIにもそれぞれ指定されている。

海南島には、陸棲野生動物あるいは森林保護を目的とする国家級と省級自然保護区(以下は単に自然保護区と呼ぶ)は17箇所設置されている。国家級保護区は機能的には充実し、経費、パトロール員、設備などの条件が最もよく整備されており、密猟はほとんど発生していない。また、省級自然保護区は、国家級自然保護区ほどの条件や保護機能はないが、密猟は稀にしか発生していない。ところで、海南島では市県級の保護区(森林経営所)も設定されているが、動物の保護にはほとんど機能していないため、ここでは分析に使用しなかつ

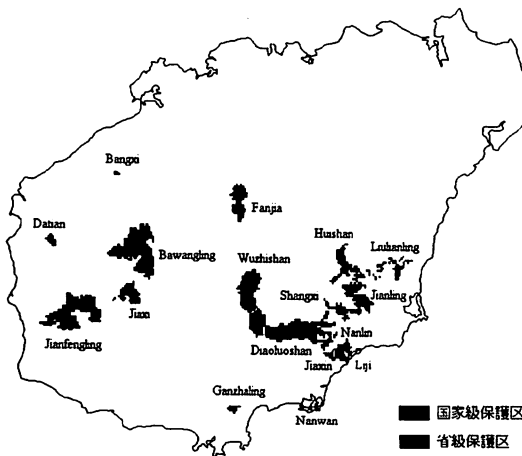


図1 海南島における自然保護区

Bawangling=霸王嶺国家級自然保護区、Datan=大田国家級自然保護区、Jianfengling=尖峰嶺国家級自然保護区、Wuzhishan=五指山自然保護区、Diaoluoshan=吊羅山自然保護区、Bangxi=邦溪自然保護区、Ganxhaling=甘什嶺自然保護区、Jiayi=佳西自然保護区、Nanwan=南湾自然保護区、Jiayin=加新自然保護区、Huishan=会山森林経営所、Jianling=尖嶺森林経営所、Shangxi=上溪森林経営所、Fanjia=番加森林経営所、Nanling=南林自然保護区、Liji=礼記自然保護区、Liulianling=六連嶺景観站

た。

### 3. 方法

今回の分析に使った陸棲動物の分布データは2001年6月から2002年6月までの間に実施した聞き取り調査によるもので、李(2003)が既に報告している。今回の分析には1998年時点の動物分布データを使った。分析に使用したGISデータは、野生動物分布図は李(2003)の海南島12種陸棲哺乳動物分布データ、海南島の植生-土地利用図は海南省測量局のもの(海南省測繪局 1996)で、自然保護区分布図は海南島の保護区位置図から作成したものである。

今回の分析は、GAP分析を用いて海南島における自然保護区の評価を行うため、動物分布図とそれらの重ね合わせ図(動物豊富度図)、植生-土地利用図を使用した。さらに、これらのデータを使って海南島における自然保護区の設計を行った。

#### (1) 動物分布図

動物の遭遇地点データの取りまとめ方は既に行前の報告で述べており(李 2003)、ここでは略す。動物との遭遇点データはベクター・データ(vector data)で、これをラスター・データ(raster data)に変

換した。植生-土地利用図の解像度と一致させるため、1kmのグリッド・サイズを用いた。

GAP分析では評価基準となる動物種の実種が重要である。今回の分析では、中国あるいはCITES、IUCNの保護カテゴリーに含められた7種(以下保護種と呼ぶ)の分布を用いた。動物の生息地域GISレイヤーは単に各グリッドに発見された7種の有・無を採用した。このデータはベクター・データで地理的に「不連続」のため、動物の分布域を示すには適切ではない。動物と遭遇した“点(ポイント)”をこの動物の生息(分布)を代表するとして、ポイント・データを1kmグリッドのラスター・データに変換し、10kmのパッファ(buffer)で動物の分布域を求めた。

保護区の評価や設計を行うために、各種の分布域レイヤーを重ね、海南島における7種の保護動物の分布重複地図を作成し、多くの種が分布を重ねる地域を保護種「ホットスポット」とした。

#### (2) 植生-土地利用図

海南島の植生-土地利用図は、17タイプの植生-土地利用に分けられているが(図2)、ここでは7タイプにまとめて表示する。このうちGAP分析には、農業植生(農地)と経済林園は人工的にか

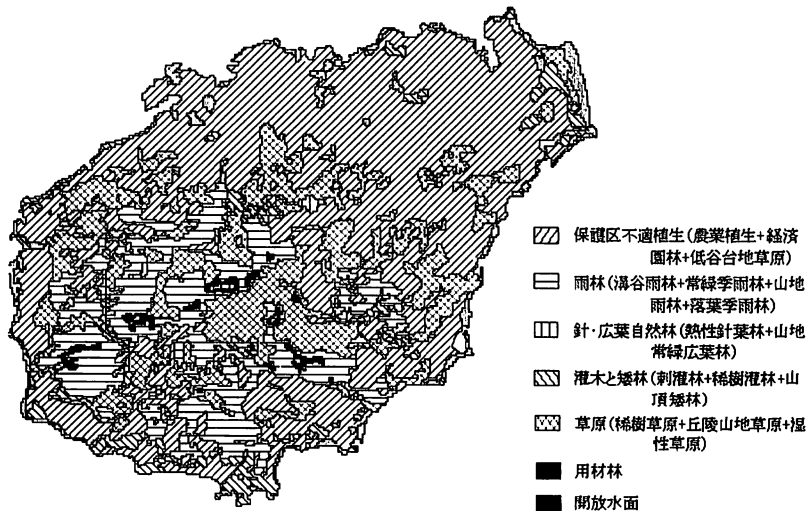


図2 海南島の植生-土地利用図

植生-土地利用の各タイプの後の( )内の数字は面積(km<sup>2</sup>)を示す。

つ経済活動地で、低谷台地草原は農業用地と連携し、安定な植生タイプではないことから(つまり、使われていない平地・農地)、自然保護区の設置には不適であるため、保護区設立の適性範囲に使用しなかった。従って、この3タイプ以外の15タイプの植生-土地利用(開放水面を含む)を保護区の指定に適切であると規定した。

### (3) 自然保護区分布図

海南島に設置されている自然保護区の分布図は、1/400,000の地形図を使ってデジタル化し、1.0kmグリッドのスケールでラスター・データを作成した。

GAP分析は、保護動物7種の分布データ、植生-土地利用図と保護区分布図を使って行った。基本的には既存の自然保護区の機能評価、保護すべき「空白」地域の検索と将来の自然保護区の設定を分析した。

分析にはIdrisi32(Clark University)を用いた。本文に使ったデータ(例えば保護区の面積)はGISデータ・ベースやその計算結果に基づいた。

## 4. 結果

### (1) 保護種の分布および自然保護区との関係

調査した7種の保護動物の重複分布域を図3に示した。この7種の分布域は西南部の山岳地域に集

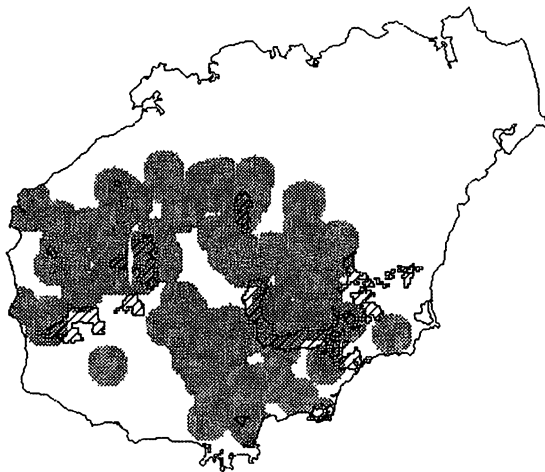


図3 海南島における保護動物の分布と保護区との位置関係

中し、面積は14,270km<sup>2</sup>であった。この7種の分布域と自然保護区設置に適する植生-土地利用域を重ねた、自然保護区適地を図4に示した。この結果から、以下の3点が言える。

- ① これら7種の保護動物は西南部山岳地域に集中的に分布し、その面積は14,270km<sup>2</sup>であった。海南島の沿岸部や東北部の台地・平地にはこれら7種の保護動物は分布していない。
- ② 海南島の国家級と省級自然保護区は、面積(1,721km<sup>2</sup>)が狭くて、この7種の保護動物の分布面積(14,270km<sup>2</sup>)の12.0%に過ぎなかった。
- ③ 自然保護区は保護動物のいない地域もカバーしている。保護動物(7種)の分布域をカバーしていない保護区は614km<sup>2</sup>、保護区総面積の35.7%を占めていた。

以上の結果から、海南島の保護動物は西南部山岳地域に集中分布する。既存の自然保護区は面積が狭く、保護動物の分布域と比べると大変不足している。自然保護区は設置の場所から言えば海南島の陸棲保護動物の保護には十分に機能していないと結論することができる。

### (2) 保護空白地域の分布特性とその検索

植生-土地利用図と7種の保護動物の分布域を重ね、海南島における保護空白地域を検索した(図4)。農業植生(農地)と経済林園は最も面積が

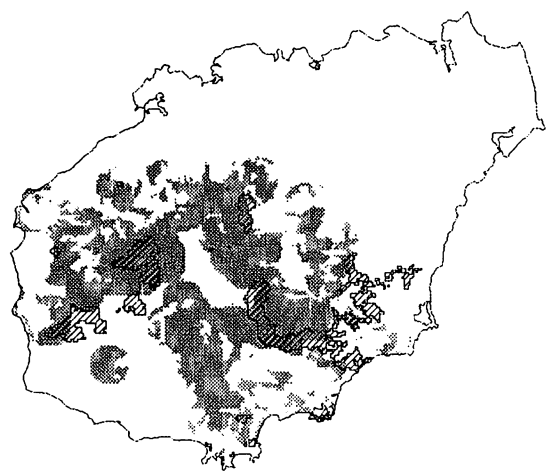


図4 海南島における保護動物の分布と保護区適地との重複地域と保護区との位置関係

大きく、それぞれ10,085km<sup>2</sup>と6,037km<sup>2</sup>で、全島の約半分(46.6%)を占めていた。また、低谷台地草原を保護不適地域に入れると、その面積は18,216km<sup>2</sup>となり、島全体の52.6%は保護区設定の不適地域になった。植生－土地利用データから言えば、海南島の保護適性地域は島全体の47.4%に相当する。

図4が示したように、植生－土地利用データと保護種分布データを重ねた結果、保護区を設置すべき地域の面積は9,458km<sup>2</sup>であった。既存の保護区地域を除くと、保護空白地域の面積は8,463km<sup>2</sup>で、現行の自然保護区(国家級と省級)は海南島の野生動物(哺乳類)を保護するには大変不足していると結論づけられる。

### (3) 哺乳類動物多様性分布と将来保護区の設定

#### ① 哺乳類動物多様性分布と既存保護区の関係

保護動物7種の種数分布を図5に示した。このうち、4種類の保護動物が重複して分布するホットスポットは4か所(HS1～4)認められたが、これらの地域は必ずしも既存の自然保護区と一致していなかった。霸王嶺自然保護区内に部分的に4種類が分布するホットスポットHS3が認められたが、ほかの3つのホットスポットは全て保護区内には認められなかった。このように、既存の保護区は、海南島の哺乳類動物の保護に十分に機能しているとは言えない。

#### ② 設定すべき保護区域

海南島には広域に渡る「無人区域」はなく、空間的に人間と自然環境はモザイク状に混ざっている。このような状況では面積の大きな保護区の設定はより困難であるが、少なくとも海南島に2つの「保護区地域」を設定するべきであろう。つまり、HS1とHS2をカバーする「保護区地域」とHS3とHS4をカバーする「保護区地域」(図5)、あるいはこれらの保護動物ホットスポットをカバーできる1つの大きな「保護区」を設置する必要がある。具体的な設置範囲は、更なる検討が必要である。

## 5. 考察

人間活動や密猟が野生動物の生存に大きな影響を与える今日、自然保護区は野生動物を保護する最も有効な手法である。自然保護区の設定や機能は、地域の自然・社会・経済的な要素に関係して、野生動物の保護に果たす役割を評価する必要がある。新しい保護区を設置する際には、その設置する場所や面積が地域の生物多様性の保護に最も有効でなければならない。GISを用いるGAP分析は自然保護区の評価や設計に有効な手法であり(Scott *et al.* 1993, Noss & Cooperrider 1994)、世界中の生物多様性保護の研究や計画に使われている(Strittholt & Boerner 1995, Caicco *et al.* 1995, 田ら 2002, 李ら 1999)。

保護区の機能評価については、「生物多様性」レイヤーの統一的な「基準」がない。今回の分析は、保護動物である7種類の哺乳類動物の分布データを使った。この原因は、①保護地域(保護区)の設置や保護活動は、ある面で地域の経済活動との矛盾もあり、実践的な保護区評価や設置は社会・経済的な面で地域住民に受け入れられなければならない。特に熱帯に位置する海南島の多くの場合は、人間が住まない広い領域がなく、野生動物と人間(地元住民)がモザイク状に入り組んで共生している。②保護動物を使った保護区評価や設

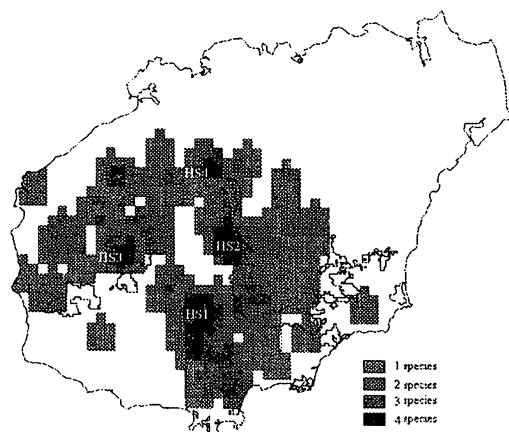


図5 海南島における保護動物の種類数の分布と保護区の関係

HS1～4は4種以上の保護動物が分布を重複させる地域(ホットスポット)を示す。

置設計は各方面から認められやすく、実践性がより高い。③今回分析に使用した7種以外の種は、分布域がより広く、密度もより高い(李 2003)。それゆえ、「生物多様性」レイヤーは異なるレベルを用いる必要があり、場合によっては「目標的」な分析を行うことが必要であろう。その面から言えば、本研究の結果は将来的にも利用価値が高く、更にデータを付加する形で検討される展開性を持っている。

今回のGAP分析の結果、海南島における自然保護区は野生動物の保護に面積が狭すぎ、設置場所が野生動物の分布域とずれることが分かった。その原因は、①国家級自然保護区の霸王嶺自然保護区、大田自然保護区は特定な保護種であるクロテナガザルとターミンジカを保護する特定の目的のために設定された保護区で、その設置場所は他の種の分布を考えなかったはずであるし、面積(それぞれ5,639haと1,314ha)は極めて狭い。②図1に示したように、省級の“自然保護区”の中に、会山森林経営所、尖嶺森林経営所、上溪森林経営所、番加森林経営所の4つの森林経営を目的とする保護区「森林経営所」を含めたが、この保護区はその設置場所に野生動物の保護が配慮されていない。省級の邦溪自然保護区はターミンジカの保護を目的に設定された専門保護区で、面積は僅か362haで、自然保護区とはいえない程度の大きさである。それ以外の省級の五指山自然保護区、佳西自然保護区、甘什嶺自然保護区も面積が狭く、海南島の西南部山地地域に普遍に分布する陸棲哺乳類動物の保護に機能しにくいと考えられる。

## 謝辞

この研究は、P.N.ファンド助成により行われた。調査企画から結果のとりまとめにわたって宇都宮大学農学部的小金澤正昭教授からは貴重なご指導を賜った。宇都宮大学農学部野生鳥獣管理研究室の金子賢太郎氏には無人撮影調査に参加、指導いただいた。動物生息調査には海南師範学院生物系の張洪溢助教授、吊羅山の楊文澤氏に参加いただいた。これらの方々に深く感謝の意を表する次第

である。

## 引用文献

- Caicco, S., J. Scott, B. Butterfield, and B. Csuti. 1995. A gap analysis of the management status of the vegetation of Ifaho (U.S.A). *Conservation Biology*, 9:498-511.
- IUCN. 1994. *The IUCN Red List Categories*. IUCN, Gland, Switzerland.
- Noss, R. and Y. Cooperider. 1994. *Saving nature's legacy: protecting and restoring biodiversity*. Washington, D.C., Island Press.
- Scott, J. M., F. Davis, B. Csuti, R. Noss, B. Butterfield, C. Groves, H. Anderson, S. Caicco, F. D'Erchia, T. Edwards, J. Ulliman, G. Wright. 1993. GAP analysis: a geographical approach to protection of biological diversity. *Journal of Wildlife Management*, 57 (1) supplement: *Wildlife Monographs*, No. 123.
- Stritthold, J. & R. Boerner. 1995. Applying biodiversity gap analysis in a regional nature reserve design for the edge of Appalachia, Ohio (USA). *Conservation Biology*, 9:1,492-1,505.
- 広東省昆虫研究所動物研究室・中山大学生物系. 1983. 海南島の鳥獣. 科学出版社.(中国語)
- 中華人民共和国林業部・農業部. 1989. 国家重点保護野生動物名録.(中国語)
- 田自強, 陳 翔, 陳偉烈, 胡東. 2002. 神農架龍門河地区基于植被的GAP分析. *植物生態學報*, 2002(26增刊): 40-45.(中国語)
- 李玉春. 2003. 中国海南島における稀少動物の分布とその歴史の変遷に関する研究. プロ・ナトゥーラ・ファンド第12期助成成果報告書:117-124.
- 李迪強, 蔣志剛, 王祖望. 1999. 青海湖地区生物多様性的空間特徴与GAP分析. *自然資源學報* 14 (1): 47-54.(中国語)
- 汪松主編. 1998. 中国瀕危動物紅皮書, 獸類. 科学出版社.(中国語)

## Species maintenance in a dynamic landscape: Ecology of the Churiya (Siwaliks) in Nepal Himalayas

Dinesh R.Bhujyu and Pralad B.Yonzon

### ABSTRACT

The ecological study of Churiya Hills was extended in central Nepal (area:5,475 km<sup>2</sup>) with grant support of Pro Natura Fund in 2002. The study, aimed at identifying key areas of the Churiya in conservation at larger landscape perspective, assessed time-series change in land use pattern in 1958, 1978 and 1992 using GIS. Field visits were guided by geographic projection grids, and accumulated information on biodiversity including forest structure and regeneration, tree species association, local knowledge on plant uses and bird distribution. It was found that the forests and agriculture area covered 74% and 8% of the total area respectively in 1958. In 1978, the forests decreased to 68%, while the agriculture land increased to 22%. The deterioration, however, did not worsen later. Perhaps, the protected areas and community forests (established after 1970s) contributed in ecological stability of the area. The forests of Churiya in central Nepal were estimated with a basal area of 33m<sup>2</sup>/ha and a density of 774n/ha, dominated by tree species such as: *Shorea robusta*, *Terminalia alata*, and *Lagerstroemia parviflora*. However, 78 out of 83 sampling plots contained cut stumps and/or lopped stems that shared nearly 20% of the total stems. *S. robusta* showed highest association with all dominant species and the association varied in different altitudinal ranges. 103 local residents were consulted to record the indigenous knowledge on plant uses. A total of 151 plant species were found used by the local people for medicinal and other purposes. During the field survey, a total of 170 species of birds were recorded representing 40 families. Strunidae was recorded as the largest family with 713 birds, and Laridae and Upupidae with only 2 species.

### 1. BACKGROUND

The Himalayas constitute the youngest and highest mountain chain on the Earth stretching over 3,000km. Its extremities which include topography and climatic features, have contributed to a rich biodiversity. But, biodiversity as such is not evenly distributed because the Nepal Himalayas within a width of over 150km, is comprised of 5 principle mountain ranges (Hagen 1961, LRMP 1986): 1) Himalayas, 2) High Mountains, 3) Mid Hills, 4) Churiya (Siwaliks) and 5) Lowland Terai. However, the Churiya have been over-shadowed in Nepal both in terms of biodiversity conservation and sustainable development as there is a major on-going move since the last 50 years to conserve the Himalayas.

The Churiya, a ravine landscape and the youngest mountain range in the Himalayas, extend from the Indus River in Pakistan to the Bramhaputra River in India (Jhingran 1981). The Churiya, also known as the Siwaliks, make the southernmost chain of the Himalayas and bridge the Gangetic subtropics in the

south and the temperate forests in the north. Geologically, the Churiya consist of Tertiary unconsolidated fluvial sediments range from relatively fine-grained gray wackes in the south (lower Churiya), through soft clay (middle Churiya) to very coarse sands and conglomerates (upper Churiya) in the north (Hagen 1961, Carson 1985). As Churiya is affected by soil erosion due to flash floods and landslides, it is estimated that the erosion rate ranges between 780 ~ 20,000 tones/km<sup>2</sup>/yr depending upon land use type (Mishra and Bista 1998).

The Churiya are equally rich in paleontology. Several Churiya fossils of later Tertiary have provided a basis for much of our present knowledge on the evolution of the Asian flora and fauna (Itihara *et al.* 1972). The fauna obtained is particularly rich in vertebrates and includes a wide variety of groups including primates, carnivores, ungulates, elephants, rodents, birds, reptiles and fish that were the immediate ancestors of the present-day species (Sah *et al.* 1993). Living fossil plants such as Tree fern (*Cyathea* sp.) has also been reported from the Churiya of east Nepal (Bhujju and Yonzon 2000).

## 2. BIODIVERSITY ISSUES

There is a growing concern about the Churiya in Nepal whose sphere of influence are realistic for 3 robust reasons: 1) Once, contiguous Terai forests have fragmented beyond restoration; 2) Protected areas and their buffer zones are inadequate in large-scale conservation; and 3) Rapid deterioration of the Churiya needs to be addressed properly as they are the only land bridge for biodiversity conservation.

Of all the 5 physiographic zones in Nepal, Churiya has the highest percent forest cover (76%) and least percent area (13%) (area: 19,134 km<sup>2</sup>; forest cover: 14,450 km<sup>2</sup>), (LRMP 1986). Churiya's hardwood component (*Shorea robusta* and *Terminalia* spp.) is the highest in Nepal which comprised 37% of the total. However, for many policy makers, the Churiya have been more of an impression of dynamic geology and infertile dry land. Considering natural resources and other biological phenomena, they are neither stark and magnificent as the high mountain ranges nor they have the impressive subtropical flora and fauna. Given the low water table, high erodibility, sparse wildlife with absence of charismatic species and low productivity of the land, Churiya in the past, had little to offer against the backdrop of Terai, Mid Hills and the High Mountains. With the 45-years old hubbub of priorities elsewhere under the 9 different 5-year plans, the Churiya have been, obviously, a case of nation's neglect.

Primeval forests used to cover the Churiya, and they were practically uninhabited. That is no longer true now. Today, the Terai along with Churiya, supports 46.7% of the total population of Nepal (CBS 1995). In eastern Nepal, 400 settlements, mostly new, were observed in a small area of 779km<sup>2</sup> (Bhujju and Yonzon 2000). The increased human encroachment and their associated disturbances such as livestock grazing and tree-felling have made the fragile landscape vulnerable.

In most of the classical schemes, life zone ecology of Nepal is described through distinct horizontal belts running parallel from west to east (Troup 1926, Stainton 1972, Numata 1983, LRMP 1986). However, some 118 distinct vegetation of western and eastern types that prevail in the country, a few interpretations have included phytogeographic descriptions by longitudinal divisions as well (Stearn 1960, Dobremez 1972, Ohsawa *et al.* 1986). The increasing elevation of Churiya from east (1,300m) to west (over 1,800m) is complemented by the corresponding rise of Terai plain from 90m average elevation in the east to 180m in western Nepal (Gurung 1989).



Baseline information to grasp 'hotspots' and 'bottlenecks' are vital to biological conservation and societal intervention for economic upliftment. However, gathering ecological information in the Churiya for its sustainable development, have had never been the first choice, except for a few ancillary surveys in support of other development activities. For example, a bibliography (ICIMOD 1996) clearly confirms this deduction as less than 4% of all published papers on Nepal's biodiversity, is attributed to the Churiya.

### 3. ECOLOGICAL DISCOURSE

In 1999, a 6-year ecological framework to evaluate the Nepal Churiya was conceptualized with a prospect of developing comprehensive ecological database to aid development processes that will not impair Churiya's environment and its ecological integrity (Bhujju 2000). However, international institutions were not found keen to support the scheme. Thanks to the support fund of Pro Natura Foundation-Japan and The Nature Conservation Society of Japan (PNF-NACSSJ), 2 phases of the study has been completed covering the Churiya of eastern Nepal (length:103km; area: 780km<sup>2</sup>) and central Nepal (length:235km; area: 5,447km<sup>2</sup>). The study has assessed changes in land use pattern since 1958 to evaluate the impact of human encroachment and to identify the potential role of the Churiya forest in the context of landscape level conservation. The results of the study are compiled in 5 specific topics: 1) Land use pattern and its changes, 2) Floristic composition, structure and regeneration, 3) Tree species association, 4) Indigenous knowledge of local people on plants uses, and 5) Baseline information on the birds.

### 4. STUDY AREA

The present study area is extended between the latitudes of 27° 06' N to 27° 55' N and longitudes of 85° 12' E to 85° 30' E. It covers the Churiya range of central Nepal between the Bagmati River at Karmaiya in the east and Kanchan River near Butwal in the west. The length of the study area is about 235km from east to west and the width varies between 4km and 45km north to south. The Churiya demarcation is based on the geological map (Topographic Survey Branch, Department of Survey, HMGN 1984).

The land use change was determined with the help of GIS of 1958, 1978 and 1992 supported by ground truthing. The forest structure including regeneration and tree species association were evaluated by plot sampling while the local knowledge on plant use is assessed through interviews with traditional healers and local people. In addition, the distribution of birds was recorded by direct observation.

### 5. SAMPLING METHODS AND FIELD VISITS

The systematic sampling method described in the ecological study of the eastern Churiya (phase-I) (Yonzon *et al.* 2000) was followed for the present field survey. Field visits by principal investigator accompanied by 3 research associates and 2 local guides were completed in 2 phases beginning during February and March 2000. The study site was sub-divided into geographical mesh (grids) of latitude and longitudes. Reference plots (sampling grids) were ascertained with longitudinal variables by using random numbers and tables (Rohlf and Sokal 1969). In the field, the reference plots were located with the help of Global Positioning System (GPS 315 Magellan, USA).

In the study area, a total of 207 reference sites (grid points) were ascertained. Of the total sites, 155 were forest land and 52 were settlement or agriculture land. In the field, 83 reference sites of forest land

were visited and sampled while 65 points were not accessible because of national park and/or steep terrain. Also, visit to some sites was not possible because of civil armed conflict. Beside these reference points, samplings were done in 132 spots en-route at every 100m elevational difference to determine tree species association.

Each reference site (grid) comprised one large quadrat of 25m×25m size for canopy and sub-canopy stratum, 2 sub-quadrates of 5m×5m for shrub stratum, and 4 small quadrates of 1m×1m for ground stratum. Sampling parameters included height, dbh, coverage, seedling and sapling density of plant species. Altitude, aspect, steepness, and any disturbance presence were also noted for each plot. At different altitudes en-route, canopy trees (>8 m) were identified and their dbh and height were noted.

Local knowledge on plant uses was collected by interviews with resident people who live near the reference sites. Distribution of birds was recorded in each sampling site and also en-route.

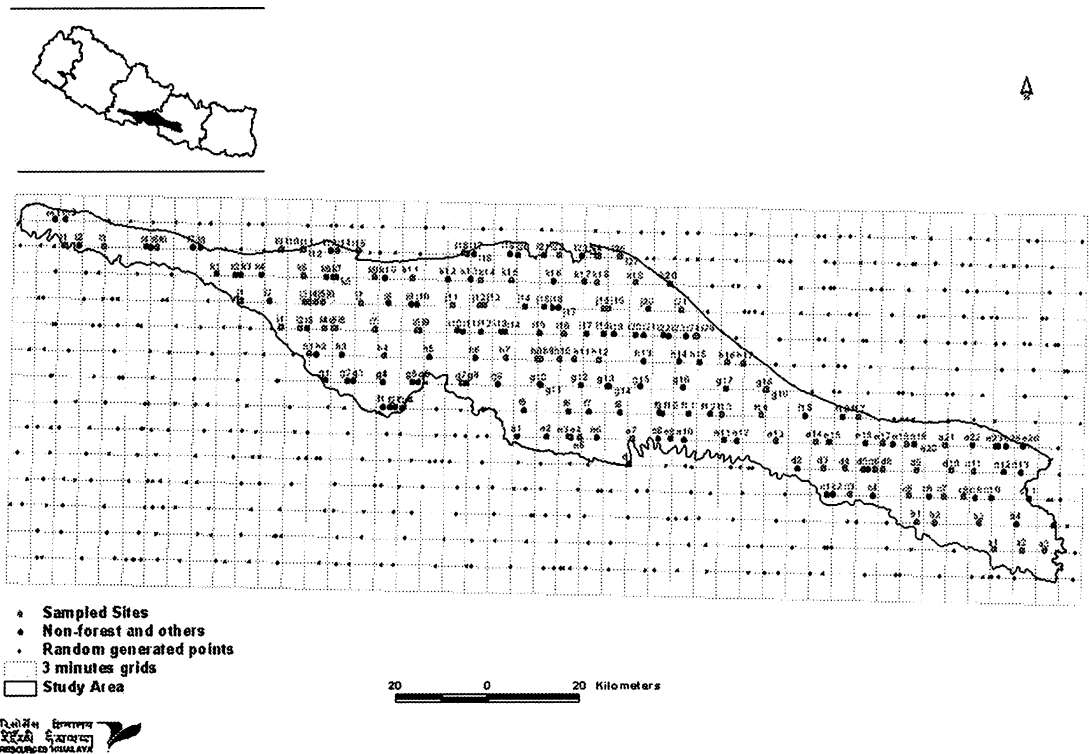


Figure 1 Geographic reference Points (sampling sites) in the Churiya, central Nepal

Table 1 General survey records of the sampling sites in the Churiya forests of central Nepal

QN Ref.	Lon.	Lat.	Location	Alt (m)	Slope °	Topo	Remarks	Status	Date
1 F-17	85.02	27.45	Nishan Khoriya	500	>30	Hilly	Suder Comm. Forest	RM	2/10/03
2 C-03	85.04	27.30	Mulkhola	300	5-30	Hilly		P	2/10/03
3 D-04	85.03	27.35	Dhukuwabas	450	<5	Flat	Dry Riverside	M	2/10/03
4 D-03	84.98	27.35	Churiyamai	580	>30	Gulley	Gulley	M	2/10/03
5 D-04	85.07	27.35	Dhukuwabas	500	5-30	Hilly	Pinus patch	M	2/10/03
6 E-17	85.11	27.40	Gairigau	600	>30	Hilly	Chuchekhola C. Forest	RG	2/11/03
7 E-19	85.16	27.40	MakawanpurGadhi	980	>30	Hilly	Manjushree C. Forest	M	2/11/03
8 D-08	85.11	27.35	Satbote		>30	Gulley	Riverside	M	2/11/03
9 D-07	85.09	27.35	Satbote		5-30	Hilly		RG	2/11/03
10 D-09	85.18	27.35	Dahidamar	500	5-30	Hilly		G	2/12/03
11 C-07	85.24	27.30	Atharabigha	300	5-30	Hilly	Poor canopy	RM	2/12/03
12 C-05	85.17	27.30	Sudha, Chhatiban	400	5-30	Hilly	Deep gorge	RG	2/12/03
13 D-10	85.26	27.35	Basan	315	5-30	Hilly	Basankali C. Forest	RM	2/12/03
14 D-11	85.31	27.35	Tallo Bhuwanchuli	400	5-30	Hilly	Eroded near Gully	M	2/13/03
15 C-08	85.29	27.30	Mamdamar	450	5-30	Hilly	Riverside, Open canopy	P	2/13/03
16 B-03	85.33	27.25	Dhansar khola	300	>30	Steep	Riverside, Rocky	M	2/13/03
17 B-01	85.19	27.25	Tallo Sarswoti	500	>30	Steep	Rocky, Near Agr land	M	2/14/03
18 B-02	85.23	27.25	Mathlo Sarswoti	600	5-30	Hilly	Settlements removed	R	2/14/03
19 A-01	85.36	27.20	Gaidatar Siran	340	5-30	Hilly	Acacia patch	RG	2/14/03
20 A-03	85.47	27.20	Gadansir	550	5-30	Hilly	Rocky, Landslide	P	2/15/03
21 A-02	85.42	27.20	Gadansir	600	5-30	Ridge		P	2/15/03
22 E-21	85.24	27.40	Lendanda, Gadhi	800	>30	Hilly	Loose soil, Rocks	M	2/16/03
23 F-17	85.05	27.45	Choukitol, Rapti		5-30	Hilly	Riverside, Near Agr land	M	2/16/03
24 I-25	84.69	27.60	Piple	300	<5	Flat	Piple C. Forest	RM	3/1/03
25 H-16	84.77	27.55	EW Highway	400	<5	Flat	Red soil	M	3/1/03
26 H-17	84.80	27.55	Manahari	500	5-30	Hilly	Near dry river	M	3/1/03
27 E-14	84.96	27.40	Padampokhari	600	<5	Flat	Settlements removed	RM	3/1/03
28 E-13	84.87	27.40	Jyamire	700	5-30	Hilly	Cliff near	RM	3/2/03
29 F-14	84.84	27.45	Churiya Khola	520	<5	Flat	Near River	M	3/2/03
30 G-19	84.85	27.50	Jaisan	420	<5	Flat	Near Highway	M	3/2/03
31 G-07	84.19	27.50	Maingakhola	450	<5	Flat	Maingakhola, PWR	G	3/3/03
32 G-18	84.85	27.50	Manahari	450	<5	Flat	Riverside	M	3/3/03
33 J-18	84.49	27.65	Mangalpur	280	<5	Flat	Acacia patch	M	3/3/03
34 J-21	84.66	27.65	Nishtar via Simtar	500	<5	Flat	Near agr land	R	3/4/03
35 K-19	84.56	27.70	Kalikaasthan	350	<5	Flat	Kabuliati Ban	P	3/4/03
36 F-13	84.76	27.45	Ajingare	500	5-30	Hilly		M	3/4/03
37 K-18	84.48	27.70	Lamatol	300	<5	Flat	Old Shorea patch	M	3/4/03
38 L-25	84.48	27.75	Jugedi	330	<5	Flat	Satanchuli C. Forest	M	3/5/03
39 L-27	84.53	27.75	Thingure	300	5-30	Hilly	Disturbed, near agr land	R	3/5/03
40 L-26	84.53	27.75	Dhodeni	400	>30	Steep	Near Kaligandaki	M	3/5/03
41 L-22	84.39	27.75	Dhodeni East	450	5-30	Hilly	Deforestation nearby	P	3/5/03
42 K-14	84.22	27.70	Jhankre	330	5-30	Hilly	Dhusodi Comm. Forest	RM	3/5/03
43 L-16	84.18	27.75	Pangre, Kumsot	1350	5-30	Ridge	Mixed Quercus patch	M	3/6/03
44 K-15	84.29	27.70	Bishaltar	320	>30	Steep	High lopping	G	3/6/03
45 J-11	84.16	27.65	Rajmandir	280	<5	Flat	Highly degraded	P	3/6/03
46 J-12	84.22	27.65	Danda	280	<5	Flat	Sal regeneration	RM	3/6/03
47 J-13	84.23	27.65	Danda	300	<5	Flat		RM	3/6/03
48 J-08	84.02	27.65	Chormara	250	<5	Flat	Sal regeneration	RM	3/7/03

49 K-11	84.07	27.70	Jhyaibas	450	<5	Hilly	Jugepani C. Forest	RG	3/7/03
50 H-04	84.02	27.55	Sera	250	<5	Flat	Island made by river	G	3/7/03
51 I-07	83.99	27.60	Chormara	250	<5	Flat	Near highway	R	3/7/03
52 J-07	83.96	27.65	Khaiuarsal	360	>30	Hilly	Deep gulley	G	3/7/03
53 L-14	83.91	27.75	Gothdanda	750	>30	Hilly	Near Khoriya clearance	M	3/8/03
54 L-15	83.95	27.75	Lamdamar	750	>30	Steep	Near Khoriya clearance	M	3/8/03
55 K-09	83.99	27.70	Bhendabari	950	>30	Hilly	Casta, Schima & Shorea	M	3/9/03
56 I-05	83.90	27.60	Dumkibas	250	<5	Flat		M	3/9/03
57 I-06	83.91	27.60	Dumkibas	250	<5	Flat	Highly regenerating	RM	3/9/03
58 I-04	83.88	27.60	Dumkibas	250	<5	Flat	Highly regenerating	RM	3/9/03
59 J-06	83.88	27.65	Bharta, Sardi	260	<5	Flat	High lopping	M	3/10/03
60 J-05	83.86	27.65	Sunarkhola	300	<5	Flat	Near river, high lopping	P	3/10/03
61 J-04	83.85	27.65	Sihe, Sardi	330	5-30	Hilly	Near river	M	3/10/03
62 K-05	83.84	27.70	Rollabas	650	5-30	Hilly		G	3/10/03
63 L-11	83.83	27.75	Adhamar	1270	>30	Steep	Looks like Mahabharat type	M	3/11/03
64 L-10	83.79	27.75	Adhamar	1270	>30	Steep	Looks like Mahabharat type	M	3/11/03
65 J-03	83.84	27.65	Gogadi	270	<5	Flat	Encroched	M	3/12/03
66 I-01	83.79	27.60	Ambaskhola	350	>30	Steep		M	3/12/03
67 J-19	84.50	27.65	Satyawoti Tal	1050	<5	Flat	Littering	M	3/13/03
68 L-06	83.51	27.75	Jhumsa	520	>30	Steep	Near agriculture land	P	3/13/03
69 J-01	83.70	27.65	Jhumsa	480	5-30	Hilly	C. Forest proposed	M	3/13/03
70 L-01	83.31	27.75	Laudhapani	750	5-30	Hilly	Exposed rocks	M	3/14/03
71 L-03	83.40	27.75	Dobhan	470	5-30	Hilly	Satpatre C. Forest	M	3/14/03
72 H-01	83.85	27.55	Daunne	320	>30	Hilly	Near river, eroding	M	3/15/03
73 I-02	83.83	27.60	Suntadi	280	5-30	Hilly	High lopping	R	3/15/03
74 H-09	84.36	27.55	Kasara, RCNP	190	<5	Flat	Protected	G	3/17/03
75 H-08	84.35	27.55	RCNP	200	<5	Flat	Protected	G	3/17/03
76 H-12	84.48	27.55	Kasara, RCNP	200	<5	Flat	Grassland	G	3/17/03
77 H-10	84.40	27.55	Jarneli post, RCNP	200	<5	Flat	Grassland	G	3/17/03
78 H-11	84.43	27.55	Padampur Way	200	<5	Flat	Grassland, recent fire	G	3/17/03
79 E-07	84.56	27.40	Amuwapost Way	420	<5	Flat	Protected	G	3/18/03
80 E-05	84.45	27.40	Govindabasti	400	<5	Flat	Disturbed	M	3/18/03
81 G-09	84.26	27.50	Ruikhola, Bankatta	250	<5	Flat	Forest edge, near river	M	3/18/03
82 H-07	84.28	27.55	Dhruba post	240	<5	Flat	Soil by recent flood	M	3/18/03
83 I-16	84.41	27.60	Beeshazari Tal	240	<5	Flat	Regenerating Sal forest	R	3/19/03

Abbr. R- regeneration; G- good; M- medium; P- poor

## 6. RESULTS

### (1) Landuse pattern and changes

GIS analysis of recent land use (1992) showed that nearly 2,000 settlements were scattered over the study area of about 5,475km<sup>2</sup>. Beside the East West Highway, Kanti Rajmarg, Narayangadh-Mugling and Tribhuvan Rajpath all connecting Kathmandu also pass through the Churiya. Hetauda, Narayangadh, Butwal are major business centers in the study area developed after 1960s. Beeshajari (a Ramsar site) and Satyawoti were 2 prominent wetlands in the area. The study area includes several important river systems and their valleys such as Narayani, Bagmati, Rapti (eastern), Arungkhola and Tinau.

Table 2 shows the change in land use in 1958, 1978 and 1992. Forest cover was the major characteristics of the Churiya in central Nepal. In 1958, the forest covered 74.11% of the total area. The

1958 data does not include 2 maps covering 6.79% of the area, which would further add the forested area. The forest area decreased by less than 6% in 1978 which did not further decline in 1992. Perhaps, the establishment of Royal Chitwan National Park (est. 1973; area: 932km<sup>2</sup>) and Parsa Wildlife Reserve (est. 1984; area: 499km<sup>2</sup>) are the key areas for ecological stability in the Churiya. The establishment of community forest in the buffer zone of the protected areas is expected to increase the forests. However, during the same period of 1958 and 1978, the agriculture land increased by 3 times (7.58%-22.40%).

Table 2 Land use changes in three time series maps of 1958, 1978 and 1992 in the Churiya of central Nepal

Land Use Type	1958			1978			1992		
	Patch	Area (km <sup>2</sup> )	%	Patch	Area (km <sup>2</sup> )	%	Patch	Area (km <sup>2</sup> )	%
Forest Land	178	4038.89	74.11	119	3718.85	68.24	602	3562.86	65.38
Agriculture Land	694	413.32	7.58	341	1220.70	22.40	3263	1208.31	22.17
Grass Land	74	286.59	5.26	81	119.88	2.20	733	91.00	1.67
Water bodies incl. lakes, swamps	117	273.56	5.02	54	267.85	4.91	354	377.85	6.93
Shrub Land	67	66.56	1.22	40	96.19	1.77	1108	191.69	3.52
Barren Land	5	1.65	0.03	22	17.06	0.17	364	8.78	0.16
Urban Area incl. industrial, airport	-	-	-	8	9.24	-	138	9.28	0.17
No Data (maps not available)*	2	369.79	6.79	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>		<b>5449.76</b>	<b>100.00</b>		<b>5449.76</b>	<b>100.00</b>		<b>5449.76</b>	<b>100.00</b>

\*Two map sheets of 1958 were not available for political reason.

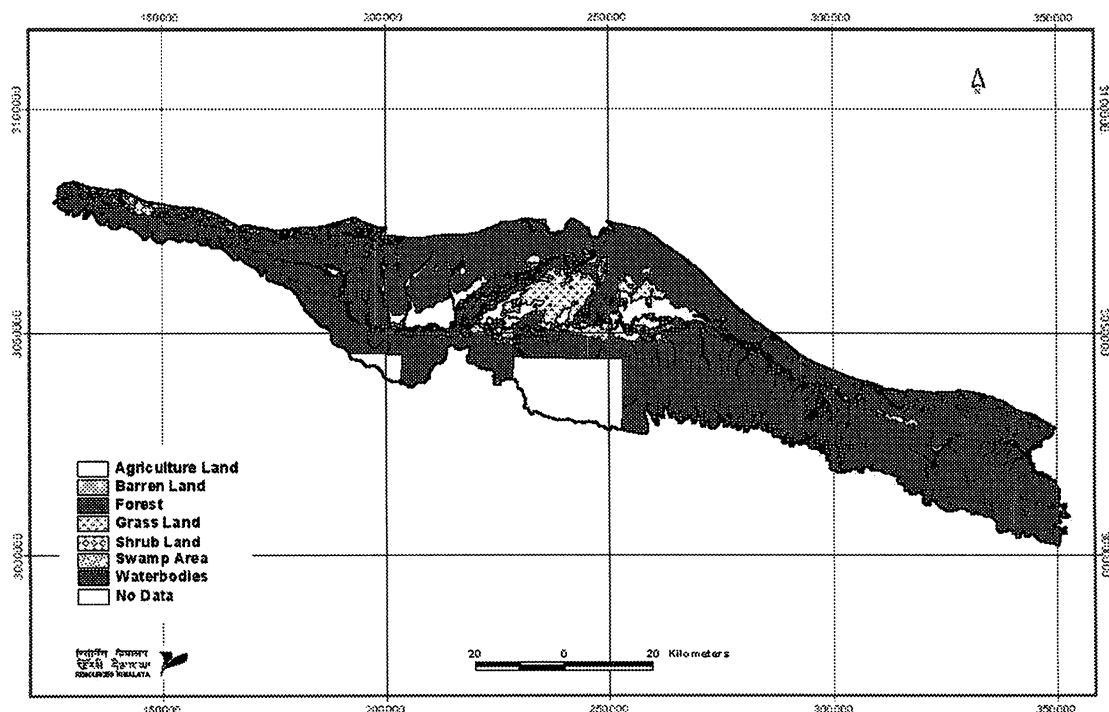


Figure 2 Land use pattern 1958 in the Churiya, central Nepal

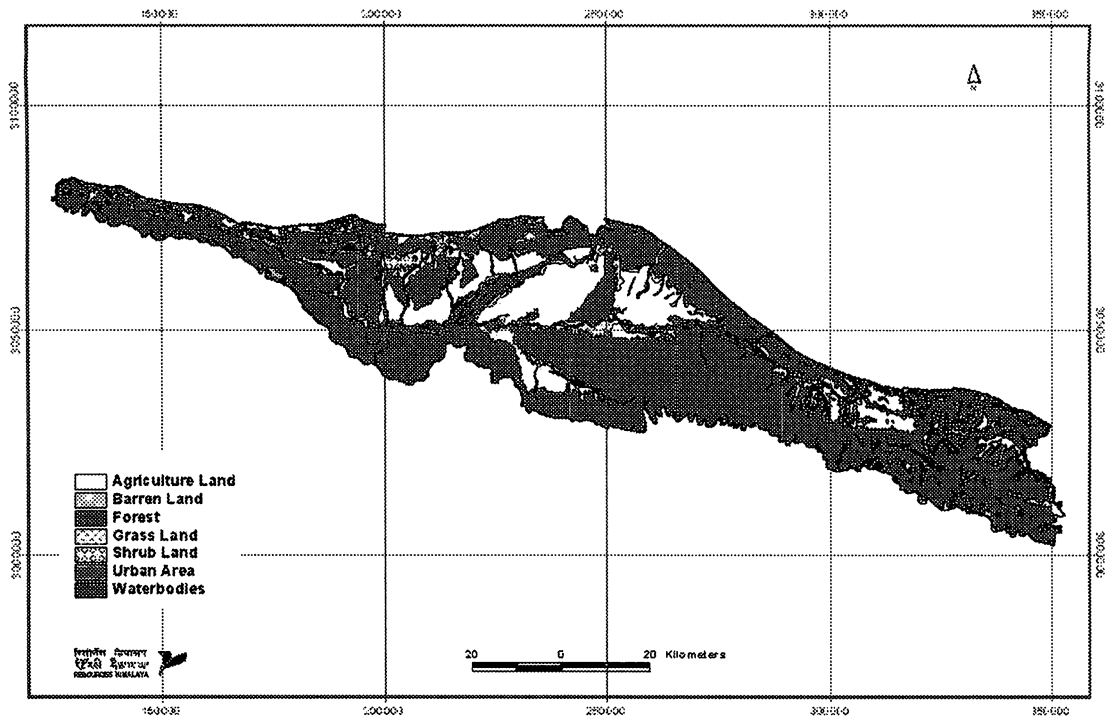


Figure 3 Land use pattern 1978 in the Churiya, central Nepal

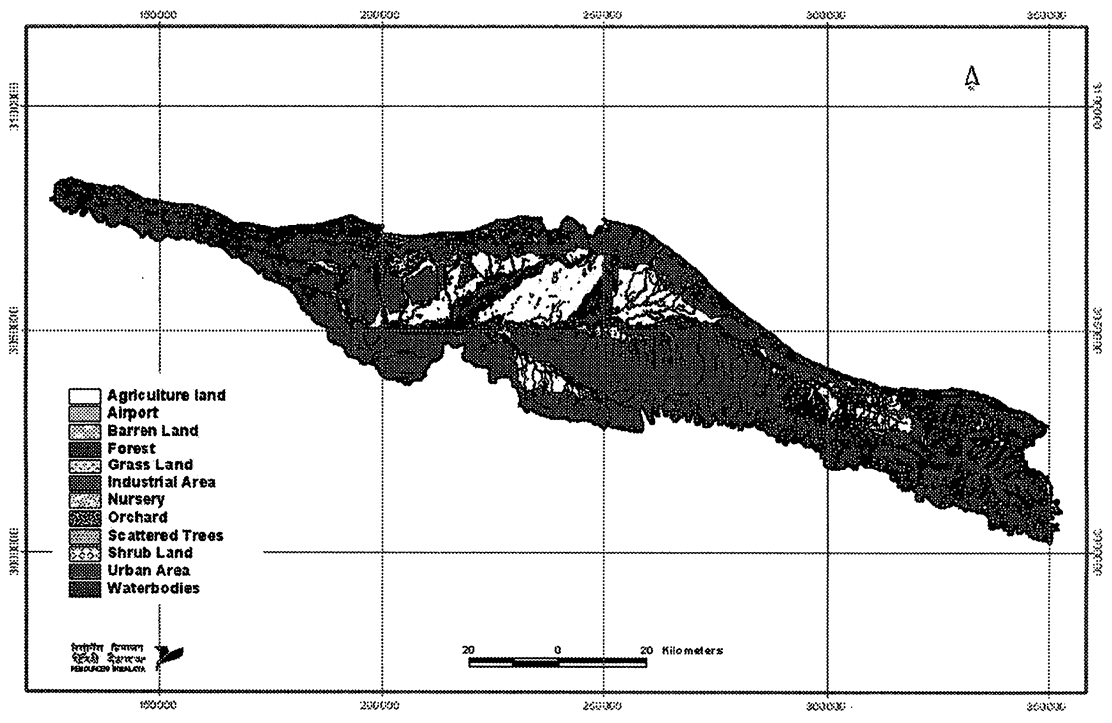


Figure 4 Land use pattern 1992 in the Churiya, central Nepal

A prominent observation in land use change was an increment of the patches. In 1958, a total of 178 patches of forests and 694 patches of agricultural land were observed. In 1992, the forest patches increased to 602 indicating a discrete fragmentation of the intact forests mainly for agriculture and human settlements. Similarly, the grasslands distinctly seen in 1958 near the Beeshazari lake were found converted into human settlements in 1978. The grasslands provided suitable habitat for the One-horned Rhinos (*Rhinoceros unicornis*), an endangered mammal listed in CITES appendix-I. In 1958, the grasslands covered an area of 286.59km<sup>2</sup> (5.26% of the total area) which decreased to 119.88km<sup>2</sup> in 1978, and further to 91km<sup>2</sup> in 1992.

## (2) Floristic composition and forest structure

Over 230 vascular plant species belonging to 90 families and 168 genera were recorded from the 83 sampling plots of the study area. Family Leguminosae included the highest number of species which included rare/threatened tree species like *Dalbergia latifolia* and *Acacia catechu*. Other families comprising high number of species were Compositae (13 species), and Moraceae (8 species). Thus, the study area in the Churiya had 41.7% of the total families and 11.0% of the total genera of the country. By habit, tree and sub-tree comprised the highest composition with 41% of the total species, followed by herbs (26%), shrubs (23%), climbers (15%).

The central part of Nepal conjoins the moister east and drier west zones of the country. Some of the vegetation types found in the present study reflect this fact. Natural patches of *Pinus roxburghii*, reportedly to occur in the hills above 900m, were recorded at the low level of 450m on the southern slopes in the Churiyamai of Hetauda. Similarly, as we move towards the west, *Anogeissus latifolius* were recorded instead of *Lagerstroemia parviflora*.

The forests of Churiya in central Nepal were estimated with a basal area (BA) of 33.1m<sup>2</sup>/ha and a density of 773.5n/ha. The predominant tree species at canopy stratum (height >10m) were *Shorea robusta* (relative basal area: 48.8%; relative density: 42.0%), *Terminalia alata* (RBA: 12.4%, RD: 4.2%), and *Lagerstroemia parviflora* (RBA: 3.2%, RD: 4.8%). These species also showed high frequency of occurrence. Out of 83 sampling plots, *S. robusta* occurred in 73 plots, *T. alata* in 51 plots, and *L. parviflora* in 49 plots. Beside these, *Semecarpus anacardium* also occurred quite frequently (freq. 53%).

The mean DBH (diameter at breast height) of *S. robusta* was 17.4cm, though at a few plots it had a maximum DBH of 105cm. As also indicated by the diameter class distribution, *S. robusta* had a large number of small size (DBH class 5~10cm) individuals specifically in the regenerating forests maintained by community forest users' groups. Similarly, *T. alata* had a mean DBH of 30.3cm and a maximum DBH of 145cm. The highest size was that of *Ficus religiosa*, a religious tree in the region, with a diameter size of 180cm. Both the protected areas and the community forests maintained by users' groups contained a good stock of trees and/or regenerating population. However, 78 out of 83 sampling plots contained cut stumps and/or lopped stems, mainly that of *S. robusta* (in 64 plots). The mean dbh size of cut stumps of *S. robusta* was 18.3cm (std dev: 12.3), an appropriate size for its timber use. The cut stumps shared 19.7% of the total stems of 5,006 trees and sub-trees (height: >4m) counted in the sampled plots.

The most common understory species in the study area was *Phoenix humilis* with the frequency of occurrence of 63.9%. The other common species were *Clerodendrum viscosum* (43.4%), *Woodfordia*

Table 3 Structural parameters of Churiya forests in central Nepal

Species Name	Basal Area			DBH (cm)		Stem		
	Total cm <sup>2</sup>	RBA %	m <sup>2</sup> /ha	Mean	Max.	N	RN %	n/ha
1 Shorea robusta*	836237.0	48.8	16.1	17.4	105.0	1690	42.0	325.7
2 Terminalia alata*	211658.0	12.4	4.1	30.3	145.0	170	4.2	32.4
3 Lagerstroemia parviflora	55409.0	3.2	1.1	14.7	114.0	191	4.8	36.7
4 Bombax ceiba	49466.7	2.9	1.0	35.9	100.0	35	0.9	6.8
5 Syzygium sp.	38421.7	2.2	0.7	26.2	130.0	34	0.8	6.6
6 Cleistocalyx operculatus	32234.7	1.9	0.6	14.4	70.0	111	2.8	21.7
7 Adina cordifolia	30211.9	1.8	0.6	39.2	106.0	17	0.4	3.1
8 Semecarpus anacardium	30707.3	1.8	0.6	15.4	63.0	119	3.0	21.9
9 Acacia catechu	26026.9	1.5	0.5	14.7	55.0	91	2.3	17.8
10 Ficus religiosa	25733.6	1.5	0.5	69.0	180.0	3	0.1	0.6
11 Castanopsis tribuloides	23917.7	1.4	0.5	29.6	96.0	21	0.5	4.1
12 Schima wallichii	21483.8	1.3	0.4	25.7	100.0	23	0.6	4.5
13 Terminalia bellirica	19753.2	1.2	0.4	17.2	54.0	45	1.1	8.8
14 Buchanania latifolia	17417.6	1.0	0.3	12.6	43.0	86	2.1	16.2
15 Syzygium cumini	16299.4	1.0	0.3	34.5	81.0	10	0.2	2.0
16 Mitragyna parviflora	14400.5	0.8	0.3	36.7	108.5	8	0.2	1.6
17 Phoenix humilis	13692.6	0.8	0.3	18.2	36.0	44	1.1	8.6
18 Bridelia retusa	12628.6	0.7	0.2	16.5	70.0	38	0.9	7.2
19 Desmodium ocojeinense	11883.7	0.7	0.2	18.4	53.0	26	0.6	5.1
20 Litsea monopetala	10178.6	0.6	0.2	14.5	44.0	36	0.9	7.0
21 Diplocyclos palmatus	9852.0	0.6	0.2	112.0	112.0	1	0.0	0.2
22 Dalbergia sissoo	9764.3	0.6	0.2	16.2	38.0	35	0.9	6.8
23 Dillenia pentagyna	9675.7	0.6	0.2	13.4	41.0	41	1.0	8.0
24 Pinus roxburghii	9307.0	0.5	0.2	33.8	52.0	9	0.2	1.8
25 Trichilia connarodesi	9042.3	0.5	0.2	57.5	107.0	2	0.0	0.4
26 Kain	8600.1	0.5	0.2	36.0	64.0	7	0.2	1.4
27 Trewia nudiflora	8168.9	0.5	0.2	27.1	56.0	10	0.2	2.0
<b>TOTAL</b>	<b>1712315.0</b>	<b>100.0</b>	<b>33.1</b>	<b>16.0</b>	<b>180.0</b>	<b>4021</b>	<b>100.0</b>	<b>773.5</b>
<b>Cut stumps</b>								
1 Shorea robusta	199820.8	72.1	3.9	18.3	100.0	412	41.8	80.2
2 Terminalia alata	20478.3	7.4	0.4	14.7	70.0	65	6.6	12.7
3 Lagerstroemia parviflora	7478.8	2.7	0.1	11.9	59.0	31	3.1	5.9
4 Unknown sp.	4017.9	1.4	0.1	11.4	30.0	26	2.6	5.1
5 Schleicheria trijuga	3584.6	1.3	0.1	20.5	67.0	4	0.4	0.8
6 Phoenix humilis	3312.8	1.2	0.1	20.0	30.0	10	1.0	2.0
7 Kain	3019.1	1.1	0.1	62.0	62.0	1	0.1	0.2
8 Schima wallichii	2840.8	1.0	0.1	25.0	59.0	3	0.3	0.6
9 Semecarpus anacardium	2652.7	1.0	0.1	12.8	28.5	15	1.5	2.9
10 Mallotus philippensis	2638.7	1.0	0.1	5.8	14.0	80	8.1	15.6
11 Cleistocalyx operculatus	2468.9	0.9	0.1	9.9	40.0	20	2.0	3.9
12 Euonymus sp.	1703.5	0.6	0.0	17.0	22.0	7	0.7	1.4
13 Callicarpa macrophylla	1669.8	0.6	0.0	19.0	38.0	4	0.4	0.8
14 Buchanania latifolia	1596.1	0.6	0.0	8.8	35.0	14	1.4	2.7
15 Litsea monopetala	1428.6	0.5	0.0	8.2	35.0	13	1.3	2.5
16 Acacia catechu	1376.2	0.5	0.0	11.3	28.0	9	0.9	1.8
17 Desmodium ocojeinense	1337.5	0.5	0.0	11.4	40.0	5	0.5	1.0
18 Badkaule	1248.4	0.5	0.0	6.0	30.0	23	2.3	4.5
<b>TOTAL</b>	<b>277161.0</b>	<b>100.0</b>	<b>5.4</b>	<b>13.2</b>	<b>100</b>	<b>985</b>	<b>100.0</b>	<b>191.8</b>

Note: \* Dominant species; Total plots: 83; Plot size : 625 m<sup>2</sup>

Total spp. counted living 117, cut stump spp. 77; Spp. with only RBA >0.5% are listed.



*fruticosa* (43.4%), *Mallotus philippensis* (34.9%), *Pogostemon benghalensis* (34.9%), and *Inula cappa* (24.1). *Eupatorium* sp. occurred nearly in 50% of the plots indicating its invading capability in the forests and open areas as well. The ground coverage (<1m) was less than 20% in average, though some 15 sampling plots had over 70% ground coverage. The most common species in the ground stratum with frequency of occurrence >20% were *Oplismenus* sp., *Flemingia* sp., *Crassocephalum crepidioides*, *Ageratum conizoides*, and *Cheilanthes arbomarginata*. The poor record of the herb species could be because of the dry winter season of the survey.

### (3) Tree species association

Over 68 tree species with a total basal area of 1,418,035cm<sup>2</sup> were recorded from 139 sites en-route to the reference sites. *Shorea robusta* occurred at the highest frequency (80.58%) followed by *Terminalia alata* (65.47%), *Lagerstroemia parviflora* (39.57%), *Semecarpus anacardium* (31.65%), *Schima wallichii* (18.71%), *Syzygium* sp. (17.99%), and *Adina cordifolia* (17.99%). In Species association, *S. robusta* was found associated with one or more species in 110 sites, and was growing with 57 types of tree species in total. *T. alata* and *L. parviflora* had an association with 53 and 42 types of tree species in 91 and 55 sites, respectively. Table 4 shows that *S. robusta* showed highest association with all dominant species except with *L. parviflora*. But *L. parviflora* showed higher association with *T. alata* (37.86%) than *S. robusta* (32.86%).

It was found that the association between *Shorea robusta* varied with other major tree species in different altitudinal ranges. The association of *S. robusta* with *Lagerstroemia parviflora* and *Schima wallichii* gradually decreased with the increased altitudes while it did not show such change with others such as *Terminalia alata*, *Semecarpus anacardium*, and *Adina cordifolia*. This could be attributed partly to the distribution range of the species. Similarly, at some lower tropical Sal (*S. robusta*) forests in dry hills, *Pinus roxburghii* was found associated with *S. robusta*, and others. Similarly, *Acacia catechu*, a riverine tree species of tropical zone, was also recorded on the hill ridge (Gaidatarsir, plot 19, ref. a1; Alt. 650m) associated with *L. parviflora*, *S. robusta*, and *T. alata*. *Quercus floribunda*, reportedly a species of high altitudes was also noted below 1,400m in association with *Castanopsis indica*, *C. tribuloides*, *S. wallichii*, and *Eurya accuminta* at Pangre area (plot 43, ref. l16).

Table 4 Tree species association (%) in the Churiya hills of central Nepal

	<i>Terminalia alata</i>	<i>Lagerstroemia parviflora</i>	<i>Schima wallichii</i>	<i>Semecarpus anacardium</i>	<i>Adina cordifolia</i>	<i>Syzygium</i> sp.
<i>S. robusta</i>	56.43	32.86	15.00	27.14	12.86	17.14
<i>T. alata</i>		37.86	10.71	22.14	11.43	12.14
<i>L. parviflora</i>			1.43	16.43	12.14	5.71
<i>S. wallichii</i>				5.71	0.71	5.71
<i>S. anacardium</i>					3.57	4.29
<i>A. cordifolia</i>						4.29

#### (4) Indigenous Knowledge

To record the indigenous knowledge on plant uses, 103 local residents (58 male and 45 female) were interviewed. The interviewee included 3 major ethnic group of the area, viz. Magar (30.1%), Tamang (20.4%), Bahun-Chhetri (20.4%), and also some minority indigenous groups such as Chepang and Kachhade. The Chepangs are elusive community living in remote hills of Chitwan, away from the modern life-style. The age of the interviewees varied from 16 to 72 years old. Local healers were consulted where possible. In total, 151 plant species belonging to over 65 different family were found to be used by the local people. Beside medicinal use, the plants were also had food, fodder, timber, and cultural values among the studied ethnic groups. The plants have been used to cure more than 63 different diseases including fever, diarrhea and dysentery, diabetes, fractured bones, cough and cold, cuts and menstrual disorder. The most and frequently used medicinal plants for specific ailments among the studied groups were: *Terminalia bellirica*, *T. chebula*, *Porana* sp., *Azadirachta indica*, *Pogostemon benghalensis*, *Phyllanthus emblica*, *Woodfordia fruticosa*, *Viscum album*, *Cuscuta reflexa* and *Asparagus racemosus*.

Several developmental programs are being undertaken by various national and international agencies in the area. However, they do not include programs to document ethno-botanical information from the tribal groups. The knowledge is mostly conveyed verbally from one generation to other. The

Table 5 Ethnic groups consulted in the Churiya of central Nepal

Ethnic group	Male	Female	Total
Magar	22	9	31
Bahun - Chhetry	9	12	21
Lama - Tamang	13	8	21
Chepang	5	5	10
Kami	3	5	8
Rai	2	3	5
Kachhade	2	1	3
Tharu	2	1	3
Gurung	0	1	1
<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>45</b>	<b>103</b>

Table 6 Most common plant species used by local people in the Churiya of central Nepal

SN	Scientific name	Local name	Treatment/purpose
1	<i>Terminalia bellirica</i>	Barro	For making <i>triphala</i>
2	<i>Terminalia chebula</i>	Harro	For making <i>triphala</i>
3	<i>Porana</i> sp.	Sikari lahara	Fracture
4	<i>Azadirachta indica</i>	Neem	Antipiretic
5	<i>Pogostemon benghalensis</i>	Rudilo	Pneumonia
6	<i>Phyllanthus emblica</i>	Amala	For making <i>triphala</i>
7	<i>Woodfordia fruticosa</i>	Dhangero	Diarrhea and dysentery
8	<i>Viscum album</i>	Harchur	Fracture
9	<i>Cuscuta reflexa</i>	Aakash beli	Jaundice
10	<i>Asparagus racemosus</i>	Kurilo	Tonic, lactation

allopathic practice with easily accessible medicines is gradually replacing the knowledge even in the remote mountain areas. It is feared that the knowledge may be lost forever before its proper documentation and scientific study.

#### (5) Bird Distribution

A bird survey was conducted from mid February till March 2003 in the Churiya of central Nepal covering Narayani and Lumbini zones. The sites include Chitwan and Lumbini which provide habitats for winter migratory birds. A total 186.5 man-hours were spent in 63 survey sites. The survey areas covered different habitat types such as; sal (*Shorea robusta*) forest, mixed forest, bushes, grassland, highways, agriculture land, river as well as lake.

A total of 170 species birds were recorded from the study area representing 40 families. Strunidae was recorded as the largest family with 713 birds and Laridae and Upupidae with only 2 birds. Common myna, *Acridotheres tristis* was observed as the most common bird species of that region totaling altogether of 441 numbers of birds. More species could have been found but limited time and large survey areas were 2 most limiting factors that constrained the survey. Highest number of birds, irrespective of species richness and diversity, were seen in agriculture land, sal forest and mixed forests (Figure 5).

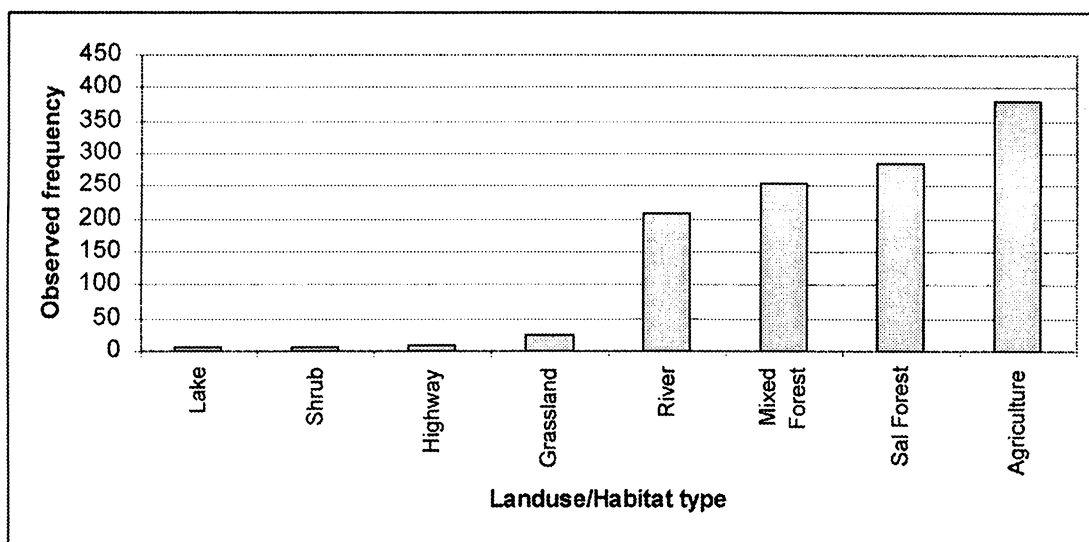


Figure 5 Observed bird numbers. in different land use/habitat types

#### 7. CONCLUSION

The study has assessed changes in land use pattern since 1958 to evaluate the impact of human encroachment and to identify the potential role of the Churiya forest in the context of landscape level conservation. Although the Churiya in central Nepal have wide spread human settlements and associated disturbances, some forest sites (beside the protected areas) still appear to be the remnants of what they looked like some 30 years back. Over 60% of the sampled sites contained more than 25 trees (400n/ha) and

with basal area (of >20m<sup>2</sup>/ha) at canopy and sub-canopy stratum (height >4m). Given the resilience of the Churiya, these sites are reservoir of hope for species recolonization linking not only the protected areas but also the Terai forests of the south with that of Mahabharat in the north.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

The study was a part of the initiative taken up by the Resources Himalayas in preparing an ecological database on Nepal Churiya. The present research study, covers the Churiya of central Nepal, was supported by Pro Natura Fund. Cooperation extended by Mr. Kemurio Ozaki, Natural History Museum and Institute, Chiba is highly appreciated.

#### REFERENCES

- Bhujju,D.R. 2000. Nepal's last hope for landscape level conservation. *Habitat Himalayas*, a Resources Himalayas Factfile 7(2).
- Bhujju,D.R. and P.B.Yonzon. 2000. *Floristic composition, structure and regeneration of the Churiya forests, eastern Nepal*. In: Ecology of Nepal Churiya (Eds. P.B.Yonzon and D.R.Bhujju), report submitted to Nature Conservation Society, Japan. Resources Himalayas, Kathmandu.
- Carson,B. 1985. Erosion and sedimentation processes in the Nepal Himalayas. *ICIMOD Occasional Paper* 1. International Centre for Integrated Mountain Development, Kathmandu.
- CBS. 1995. *Statistical pocket book of Nepal*. Central Bureau of Statistics, Kathmandu.
- Dobremez, J.F. 1972. Les grandes divisions phytogeographique du Nepal et de l'Himalayas. *Bull.Soc.Bot. Fr.*119:111-120.
- Gurung,H. 1989. *Nature and Culture*. Publ.S.Gurung, Kathmandu.
- Hagen,T. 1961. *Nepal, the Kingdom in the Himalayas*. Kummerly and Frey Geographical Publication, Berne.
- ICIMOD. 1996. *The bibliography on biodiversity*. International Centre for Integrated Mountain Development, Kathmandu.
- Jhingran,A.G. 1981. *Geology of the Himalayas*. In: J.S.Lall (Ed.) The Himalayas, pp77-98. Oxford University Press, Oxford.
- Itihara, MS Tatsuo and M. Noboru. 1972. Photogeological survey of the Siwalik ranges and Terai plains, southeastern Nepal. *J.Geosciences, Osaka, Univ.* 15:77-98.
- LRMP. 1986. *Land utilization report*. Land Resources Mapping Project. HMGN/Govt of Canada/Keating Earth Sciences, Kathmandu.
- Mishra,S.B. and S.Bista. 1998. Soil erosion. In: *A compendium on environment statistics 1998 Nepal*. His Majesty's Govt., National Planning Commission Secretariat, Central Bureau of Statistics, Kathmandu. pp349-358.
- Numata,M. 1983. *Ecological studies in the Nepal Himalayas*. In: Biota and ecology of eastern Nepal. Himalayan Committee of Chiba University, Chiba.
- Ohsawa,M., P.R. Shakyia and M.Numata. 1986. Distribution and succession of the west Himalayan type forests in eastern part of Nepal Himalayas. *Mountain Research and Development*, 6:143-157.
- Mishra,S.B. and S.Bista. 1998. Soil erosion. In: *A compendium on environment statistics 1998 Nepal*. His

Majesty's Govt., National Planning Commission Secretariat, Central Bureau of Statistics, Kathmandu. pp349-358.

Sah,R.B., B.Khanal and S.Shakya. 1993. A fossil elephant from the alluvial deposits of Binai khola, Western sub-Himalayas, Nepal. *NAHSON Bulletin*, 2:10-12.

Stainton,J.D.A. 1972. Forests of Nepal. John Murray, London.

Stearn,W.T. 1960. Allium and milula in the central and eastern Himalayas. *Bull.Br.Mus.Nat.Hist.(Bot.)*. 2:159-191.

Troup,R.S. 1926. Problems of forest ecology in India. In: *Aims and methods in the study of vegetation* (Eds. A.G. Tansley and T.F.Chipp), 283-388.

Yonzon,P.B., D.R.Bhaju and B.Baidya. 2000. *Landuse pattern and its change in the Churiya of eastern Nepal*. In: Ecology of Nepal Churiya, Part I: Mechi-Saptakoshi. Resources Himalayas, Kathmandu.

Appendix 1 List of plant species recorded in the sampling plots in Chruiya forests, central Nepal

Sn	Species	Local name-1	Habit	Family
1	<i>Acacia catechu</i> (L.f.) Willd.	Khayer	Small Tree	Leguminosae
2	Acanthaceae**		Herb	Acanthaceae
3	<i>Achyranthes aspera</i> L.	Datiwan	Herb	Amaranthaceae
4	<i>Adiantum caudatum</i> L.	Seto sinki	Fern	Pteridaceae
	<i>Adina cordifolia</i> (Willd. Ex Roxb.) Benth. & Hook. F. ex			
5	Brandid	Karam	Dec. Tree	Rubiaceae
6	<i>Aegle marmelos</i> L.	Bel	Dec. Small Tree	Rutaceae
7	<i>Ageratum conizoides</i> L.	Gandhe Jhar	Ann Herb	Asteraceae
8	<i>Albizia lebbek</i> (L.) Benth.	Siris	Dec. Tree	Leguminosae
9	<i>Albizia lucidor</i> (Streud.) I.C. Nielsen	Padke Sirish	Ev Tree	Leguminosae
10	<i>Albizia</i> sp.	Siris	Dec. Tree	Leguminosae
11	<i>Allium</i> sp.		Herb	Amaryllidaceae
12	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br.	Chaatiwan	Ev Tree	Apocynaceae
13	Amatta/Banargedi*			
14	<i>Anaphalis adnata</i> Wall. ex DC		Herb	Compositae
15	<i>Anogeissus latifolius</i> (Rox. Ex DC) Bedd.	Dhyauri	Tree	Combretaceae
16	<i>Ardisia thyrsoflora</i> D. Don		Shrub	Myrsinaceae
17	<i>Artemisia indica</i> Willd.		Per Herb	Compositae
18	<i>Asparagus racemosus</i> Willd.	Kurilo	Per Herb	Liliaceae
19	<i>Casearia graveolens</i> Dalzell	Barkaule	Small Tree	Flacourtaceae
20	<i>Barleria cristata</i> L.		Shrub	Acanthaceae
21	<i>Bauhinia malabarica</i> Roxb.	Tanki	Small Tree	Leguminosae
22	<i>Bauhinia purpurea</i> L.	Koiralo	Tree	Leguminosae
23	<i>Bauhinia vahlii</i> Wight & Arn.	Bhorla	Climber	Leguminosae
24	Belchana*			
25	<i>Berberis aristata</i> DC.	Chutro	Shrubs	Berberidaceae
26	<i>Bidens pilosa</i> var. <i>minor</i> (Blume) Sherff	Kuro	Ann Herb	Compositae
27	Bidilno*			
28	<i>Boehmeria</i> sp.	Kaamle	Shrub	Urticaceae
29	<i>Boenninghausenia albiflora</i> (Hook.) Rchb. ex Meisn.		Herb	Rutaceae
30	<i>Bombax ceiba</i> L.	Simal	Dec Tree	Bombacaceae
31	<i>Bridelia retusa</i> (L.) Spreng.	Gaujo	Ev Small Tr	Euphorbiaceae
32	<i>Buchanania latifolia</i> Roxb.	Piyari	Tree	Anacardiaceae
33	<i>Butea minor</i> Buch.-Ham. ex Baker	Bholetro	Shrub	Leguminosae
34	<i>Caesalpinia bonduc</i> (L.) Roxb.	Gaindekada	Dec Shrub	Leguminosae
35	<i>Calamus acanthospathus</i> Griff.	Bet	Woody climber	Palmae
36	<i>Callicarpa macrophylla</i> Vahl	Guyalo	Tree	Verbinaceae
37	<i>Careya arborea</i> Roxb.	Kumbhi	Dec Tree	Lecythidaceae
		Jogi Kath,		
38	<i>Casearia elliptica</i> Willd.	Pipire	Dec Small Tree	Flacourtaceae
39	<i>Cassia fistula</i> L.	Raj brnkshya	Dec Tree	Fabaceae
40	<i>Cassia occidentalis</i> L.		Shrub	Leguminosae
41	<i>Cassia sophrea</i> L.	Tapre	Shrub	Leguminosae
42	<i>Castanopsis indica</i> (Roxb.) Miq.	Katus	Tree	Fagaceae
43	<i>Castanopsis tribuloides</i> (Sm.) A. DC.	Maina Katus	Tree	Fagaceae
44	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	Ghod Tapre	Perennial Herb	Umbelliferae
45	<i>Cheilanthes albomarginata</i> C.B. Clarke	Kali sinki	Fern	Pteridaceae
46	Chhikuta*			
47	Chileti*			

48 Chiple*			
49 <i>Cipadessa baccifera</i> (Roth) Miq.	Paileti	Shrub	Verbinaceae
	Chillo Batule		
50 <i>Cissampelos pareira</i> L.	Paate	Climber	Menispermaceae
51 Citraceae**	Batule Lahara	Climber	Citraceae
52 <i>Citrus</i> sp.		Shrub	Citraceae
53 <i>Cleistocalyx operculatus</i> (Roxb.) Merr. & Perry	Kyamuno	Tree	Myrtaceae
54 <i>Clematis</i> sp.		Woody climber	Ranunculaceae
55 <i>Clerodendrum viscosum</i> Vent.	Bhaate	Shrub	Verbenaceae Cochlospermaceae
56 <i>Cochlospermum religiosum</i> (L.) Alston	Kumbhi	Tree	
57 <i>Colebrookea oppositifolia</i> Sm.	Dhursul	Shrub	Labiatae
58 <i>Colocasia antiquorum</i> var. <i>esculenta</i> Schott.		Herb	Araceae
59 <i>Combretum roxburghii</i> Spreng.	Thakauli	Liana	Combretaceae
60 <i>Commelina benghalensis</i> L.		Herb	Commelinaceae
61 Compositae**		Herb	Compositae
62 <i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.)		Herb	Compositae
63 <i>Curculigo orchioides</i> Gaertn.		Herb	Hydrangeaceae
64 <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Dubo	Perennial grass	Gramineae
65 Cyperaceae**		Grass	Cyperaceae
66 <i>Cyperus</i> sp.		Grass	Cyperaceae
67 Dahikamlo*		Grass	Cyperaceae
68 <i>Dalbergia latifolia</i> Roxb.	Safisal	Dec Small Tree	Leguminosae
69 <i>Dalbergia sissoo</i> Roxb. Ex Dc.	Sissoo	Tree	Leguminosae
70 <i>Debregeasia salicifolia</i> (D. Don) Rendle		Shrub	Urticaceae
71 <i>Dendrocalamus</i> sp.	Bans	Bamboo	Gramineae
72 <i>Desmodium oojainense</i> (Roxb.) H. Ohashi	Saadon	Tree	Leguminosae
73 Dhurra*			
74 <i>Dillenia pentagyna</i> Roxb.	Taatari	Dec Tree	Dilleniaceae
75 <i>Dioscorea</i> sp.		Climber	Dioscoreaceae
76 <i>Diospyros malabarica</i> (D. Don) Sojak	Khallu	Tree	Ebenaceae
77 <i>Diplocyclos palmatus</i> (L.) C. Jeffrey		Herb. Climber	Cucurbitaceae
78 <i>Diploknema butyracea</i> (Roxb.) H.J. Lam	Chyuri	Tree	Sapotaceae
79 <i>Dryopteris</i> sp.	Uniu	Fern	Pteridaceae
80 <i>Duabanga grandiflora</i> (Roxb. ex DC) Walp.	Laampaate	Tree	Sonneratiaceae
81 Dudkhori*			
82 <i>Ehretia acuminata</i> var. <i>serrata</i> (Roxb.) I.M. Johnst.	Datrung	Dec Tree	Cordiaceae
83 <i>Elephantopus scaber</i> L.	Bhede kuro	Herb	Compositae
<i>Engelhardia spicata</i> var. <i>colebrookeana</i> (Lindl. Ex Wall.)			
84 Koord. & Valet	Mauwa	Tree	Juglandaceae
85 <i>Erythrina suberosa</i> Roxb.		Tree	Leguminosae
86 <i>Esholtzia blanda</i> (Benth.) Benth.	Ban silam	Herb	Labiatae
87 <i>Eucalyptus alba</i> Reinw. ex Blume	Masala	Tree	Myrtaceae
88 <i>Eulaliopsis binata</i> (Retz.) C.E. Hubb.	Baabiyo	Per Herb	Gramineae
89 <i>Euonymus hamiltonianus</i> Wall.		Shrub	Celastraceae
90 <i>Eupatorium adenophorum</i> Spreng.	Banmara	Per Herb	Compositae
91 <i>Eupatorium odoratum</i> L.	Banmara	Per Herb	Compositae
92 <i>Eupatorium</i> sp.		Per Herb	Compositae
93 Euphorbiaceae**		Herb	Euphorbiaceae
94 <i>Eurya acuminata</i> DC.		Tree	Theaceae
95 Fern		Fern	Pteridaceae

96 <i>Ficus auriculata</i> Lour.	Nebaro	Small tree	Moraceae
97 <i>Ficus benghalensis</i> L.	Bar	Tree	Moraceae
98 <i>Ficus hispida</i> L. f.	Khasreto	Small Tree	Moraceae
99 <i>Ficus lacor</i> Buch.-Ham.	Kabro	Tree	Moraceae
100 <i>Ficus racemosa</i> L.	Dumri	Tree	Moraceae
101 <i>Ficus religiosa</i> L.	Pipal	Tree	Moraceae
102 <i>Ficus semicordata</i> Buch.-Ham. ex Sm.	Khaniu	Small Tree	Moraceae
103 <i>Ficus</i> sp.		Tree	Moraceae
104 <i>Flemingia</i> sp.		Shrub	Leguminosae
105 Fosro*		Tree	
106 <i>Fragaria nubicola</i> Lindl. Ex Lacaita	Bhuiaenselu	Herb	Rosaceae
107 <i>Garuga pinnata</i> Roxb.	Dabdabe	Dec Tree	Bursaceae
108 Geduli*			
109 <i>Girardiana diversifolia</i> (Link) Friis		Herb	Urticaceae
110 <i>Glochidion lanceolarium</i> (Roxb.) Voigt	Laati Kath	Tree	Euphorbiaceae
111 <i>Gmelina arborea</i> Roxb.		Tree	Verbenaceae
112 <i>Gnaphalium affine</i> D. Don		Herb	Compositae
113 <i>Gossipium arboreum</i> L.		Shrub	Malvaceae
114 Graminae**		Grass	Graminae
115 Grass		Grass	Graminae
116 <i>Grevillea robusta</i> A. Cun. ex. R. Br.	Kangiyo	Tree	Proteaceae
117 <i>Grewia optiva</i> J.R. Drumm. Ex Burret	Syal fusre	Tree	Tiliaceae
118 <i>Gynura nepalensis</i> DC.		Herb	Compositae
119 <i>Himalayacalamus</i> sp.	Furke Khar	Per. Herb	Gramineae
120 <i>Holarrhena pubescens</i> (Buch.-Ham.) Wall. ex G. Don	Ban Khirro	Tree	Apocynaceae
121 <i>Holmskioldia sanguinea</i> Retz.	Chinese hat	Shrub	Verbenaceae
122 <i>Hydrocotyle sibthorpioides</i> Lam.		Herb	Umbelliferae
123 <i>Hymenodictyon excelsum</i> (Roxb.) Wall.	Bahune kath	Tree	Rubiaceae
124 <i>Ilex excelsa</i> (Wall.) Hook. F.	Puwanle	Tree	Aquifoliaceae
125 <i>Imperata cylindrica</i> (L.) P. Beav.	Siru Khar	Per. Grass	Gramineae
126 <i>Inula cappa</i> (Buch.-Ham. ex D. Don) DC	Gaai Tihaare	Shrub	Compositae
127 Jalma*		Climber	
128 <i>Jasminum</i> sp.		Shrub	Oliaceae
129 Jhingat*			
130 Jhinit*			
131 <i>Justicia</i> sp.		Herb	Acanthaceae
132 Kain*			
133 Katie*			
134 Khasi guyale*			
135 Krepasing*			
136 Labiatae**		Herb	Labiatae
137 <i>Lagerstroemia parviflora</i> Roxb.	Bot Dhayero	Dec Tree	Lythraceae
138 <i>Lannea coromondelica</i> (Houtt.) Merr.	Hallude	Tree	Anacardiaceae
139 <i>Lantana camara</i> L.	Masino kanda	Shrub	Verbenaceae
140 Lauraceae**			Lauraceae
141 Leguminosae**		Herb	Leguminosae
142 <i>Leucosceptrum canum</i> Sm.	Ghubaiso	Shrub	Labiatae
143 <i>Ligustrum</i> sp.		Shrub	Oleaceae
144 <i>Litsea monopetala</i> (Roxb.) Pers.	Kutmiro	Small tree	Lauraceae



145 <i>Lobelia</i> sp.	Aankhle	Herb	Campanulaceae
146 <i>Lygodium</i> sp.			Schizaeaceae
147 <i>Lyonia ovalifolia</i> (Wall.) Drude	Angeri	Tree	Ericaceae
148 <i>Maesa chisia</i> Buch.-Ham. Ex Don		Shrub	Myrsinaceae
149 <i>Maesa macrophylla</i> (Wall.) A. DC.	Bhogate	Shrub	Myrsinaceae
150 <i>Mallotus philippensis</i> (Lam.) Mul Arg.	Sindure	Tree	Euphorbiaceae
151 Malvaceae**		Herb	Malvaceae
152 <i>Mangifera indica</i> Wall.	Aanp (mango)	Tree	Anacardiaceae
153 <i>Mangifera sylvatica</i> Roxb. ex Wall.		Tree	Anacardiaceae
154 <i>Marchansia</i> sp.		Bryophyta	Bryophyta
155 <i>Melastoma normalis</i> D. Don		Shrub	Melastomataceae
156 <i>Mimosa pudica</i> L.	Lajjawoti	Shrub	Leguminosae
157 <i>Mimosa rubicaulis</i> subsp. <i>himalayana</i> (Gamble) H. Ohashi	Arari lahara	Climber	Leguminosae
158 <i>Mitragyna parviflora</i> (Roxb.) Korth.		Shrub	Rubiaceae
159 Mohani*		Shrub	
160 <i>Murraya koenigii</i> (L.) Spreng.	Mechiya	Shrub	Rutaceae
161 <i>Musa superba</i> Roxb.	Jangali Kera	Banana	Musaceae
162 <i>Nyctanthus arbor-tristis</i> L.	Paarijaat	Small tree	Oleaceae
163 <i>Oplismenus</i> sp.		Per Herb	Gramineae
164 <i>Osbeckia nepalensis</i> Hook.	Angeri	Shrub	Melastomaceae
165 <i>Oxalis comiculata</i> L.	Chari Amilo	Herb	Oxalidaceae
166 <i>Paederia foetida</i> L.		Climbing Shrub	Rubiaceae
167 Panchpate*			
168 <i>Persea odoratissima</i> (Nees) Kosterm.	Kaulo	Tree	Lauraceae
169 <i>Persea</i> sp.	Jhaakri Shyauli	Tree	Lauraceae
170 <i>Phlogacanthus thyrsoiflorus</i> (Roxb.)	Chuwa	Shrub	Acanthaceae
171 <i>Phoenix humilis</i> Royle ex Becc. & Hook. f. in Hook f.	Thakkle	Tree	Arecaceae
172 <i>Phragmites karka</i> (Retz.) Trin. ex Steudel	Narkat	Smal Bamboo	Graminae
173 <i>Phyllanthus emblica</i> L.	Amalaa	Tree	Euphorbiaceae
174 <i>Pilea</i> sp.		Herb	Urticaeae
175 <i>Pinus roxburghii</i> Sarg.	Rani Salla	Tree	Pinaceae
176 <i>Piper</i> sp.	Chaabo	Woody climber	Piperaceae
177 <i>Piptanthus nepalensis</i> (Hook.) D. Don		Shrub	Leguminosae
178 <i>Plumbago zeylanica</i> L.		Shrub	Pittosporaceae
179 <i>Pogostemon benghalensis</i> (Burm. f.) Kuntz.	Rudilo	Shrub	Labiatae
180 <i>Polygonum plebeium</i> R. Br.		Herb	Polygonaceae
181 <i>Prinsepia utilis</i> Royle		Shrub	Rosaceae
182 <i>Psidium guajava</i> L.	Amba	Tree	Myrtaceae
183 <i>Pterocarpus marsupium</i> Roxb.	Bijaysal	Tree	Leguminosae
184 <i>Pyrus pashia</i> Buch.-Ham. ex D. Don	Mayal	Small Tree	Rosaceae
185 <i>Quercus floribunda</i> Lindl. ex A. Camus		Tree	Fagaceae
186 <i>Reinwardtia indica</i> Dumort.		Shrub	Linaceae
187 <i>Rhamnus napalensis</i> (Wall.) M.A. Lawson		Shrub	Rhamnaceae
188 Rubiaceae**		Herb	Rubiaceae
189 <i>Rubus</i> sp.		Shrub	Rosaceae
190 Rutaceae**		Shrub	Rutaceae
191 <i>Sapium insigne</i> (Royle) Benth. ex Hook. f.	Khirro	Dec Tree	Euphorbiaceae
192 <i>Schima wallichii</i> (DC) Korth.	Chilaune	Dec tree	Theaceae
193 <i>Schleichera trijuga</i> L.	Kusum	Tree	Saururaceae

194	Scrophulariaceae**		Herb	Scrophulariaceae
195	<i>Selaginella</i> sp.		Fern	Pteridaceae
196	<i>Semecarpus anacardium</i> L.f.	Bhalayo	Tree	Anacardiaceae
197	<i>Shorea robusta</i> Gaertn.	Saal	Tree	Dipterocarpaceae
198	<i>Sida cordata</i> (Burm. f.) Borss. Waalk.		Shrub	Malvaceae
199	<i>Sida rhombifolia</i> L.		Shrub	Malvaceae
200	<i>Smilax aspera</i> L.	Kukur Dahine	Climber	Liliaceae
201	<i>Solanum aculeatissimum</i> Jacq.		Herb	Solanaceae
202	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill		Herb	Compositae
203	<i>Spatholobus parviflorus</i> (Roxb.) Kuntz.	Debre Lahara	Climber	Leguminosae
204	<i>Spilranthes sinensis</i> var. <i>amoena</i> (M. Bieb.)		Herb	Orchidaceae
205	<i>Spontanum benghalensis</i> L.			?
206	<i>Stellaria</i> sp.		Herb	Caryophyllaceae
207	<i>Sterculia villosa</i> Roxb. ex Sm.	Odal	Small tree	Sterculiaceae
208	<i>Stereospermum personatum</i> (Hassk.) Chatterjee	Padari	Tree	Bignoniaceae
209	<i>Strobilanthes</i> sp.		Shrub	Acanthaceae
210	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Jamun	Tree	Myrtaceae
211	<i>Syzygium</i> sp.		Tree	Myrtaceae
212	<i>Terminalia alata</i> Heyne ex Roth	Saj	Tree	Combretaceae
213	<i>Terminalia bellirica</i> (Gaertn.) Roxb.	Barro	Tree	Combretaceae
214	<i>Terminalia chebula</i> Retz.	Harro	Tree	Combretaceae
215	Thakaule*		Climber	
216	<i>Themeda triandra</i> Forssk	Khar	Grass	Graminae
217	<i>Thysanolaena maxima</i> (Roxb.) Kuntze	Amliso	Tall Per. Grass	Gramineae
218	<i>Toona ciliata</i> M. Toem.	Tooni	Tree	Meliaceae
219	<i>Trewia nudiflora</i> L.	Bhellar	Tree	Euphorbiaceae
220	<i>Trichilia connaroides</i> (Wight & Arn.) Benth.	Ankha Taruwa	Small tree	Meliaceae
221	<i>Trichosanthes cucumerina</i> L.		Herb. climber	Cucurbitaceae
222	<i>Trifolium repens</i> L.	Pyuli	Herb	Leguminosae
223	<i>Triticum aestivum</i> L.	Gahu	Herb	Graminae
224	<i>Typha</i> sp.		Shrub	Typhaceae
225	Unknown (leaf penta)			
226	Unknown sp.			
227	Urticaceae**			Urticaceae
228	<i>Wendlandia exserta</i> (Roxb.) DC	Tilka	Ev Small Tr	
229	<i>Wendlandia puberula</i> DC		Tree	Rubiaceae
230	<i>Woodfordia fruticosa</i> (L.) Kuntz.	Dhaiyaro Damphar	Shrub	Lythraceae
231	<i>Xeromphis spinosa</i> (Thunb.) Keay	Kanda	Shrub	Rubiaceae
232	<i>Xylosma longifolium</i> Clos	Dhare Kanda	Shrub	Flacourtiaceae
233	<i>Zingiber</i> sp.		Herb	Zinziberaceae
234	<i>Zizyphus incurva</i> Roxb.	Hade Bayar	Small Tree	Rhamnaceae
235	<i>Zizyphus mauritiana</i> Lam.		Tree	Rhamnaceae

Note: \*\* Species to be identified; \* Local name

## 要 約

### ネパールシワリク山地の生態学的研究 ：動的景相域における生物種維持管理

ディネス・ラジ・ブジュ、プララッド・ヨンゾン

2002年度プロ・ナトゥーラ・ファンドの助成を受け、チュリヤ丘陵(シワリク山地)の生態学的研究の調査範囲をネパール中部(面積5,475 km<sup>2</sup>)に拡大した。本研究は、広域な景観生態学的見地からチュリヤ丘陵における保全上重要な地域を特定することを目的とし、1958、1978、1992の各年のGISデータベースを用いて土地利用パターンの経時的変化を調べた。また、地形図上のメッシュを単位とした現地踏査を行い、森林の構造と更新、高木層の種組成、現地住民における有用植物の知識、鳥類の分布といった生物多様性に関わる情報を収集した。1958年には森林と耕作地の面積比率がそれぞれ74%と8%であったが、1978年には森林が68%に減少し、逆に耕作地は22%に増加していた。しかし、こうした環境の悪化はその後進行していない。おそらく、1970年代以降に設定された保護地域や村落共有林(community forests)が地域の生態学的安定性に寄与しているものと考えられる。ネパール中部のチュリヤ丘陵の森林は基底面積比が33m<sup>2</sup>/ha、幹密度が774/haと見積もられ、*Shorea robusta*(サラノキ；フタバガキ科サラノキ属)、*Terminalia alata*(シクンシ科モモタマナ属)、*Lagerstroemia parviflora*(ミソハギ科サルスベリ属)などが優占していた。しかし、83カ所中78の調査地点で切り株や刈り込まれた幹がみつきり、その頻度は総幹数の20%近くに達した。全ての優占種と最も高い頻度で共存するのは*S. robusta*であったが、群落の組成は標高帯によって異なっていた。現地住民103人から土着の植物の利用方法についての情報が得られ、合計151種の植物が薬用その他の目的に用いられていた。現地踏査の際に記録された鳥類は40科170種にのぼった。最も多かったのはムクドリ科で713個体が確認され、カモメ科、ヤツガシラ科はそれぞれ2種しか記録されなかった。

(推薦者：尾崎煙雄)

Study on the distribution, habitat and ecology of  
Flores Hawk-eagle *Spizaetus cirrhatus floris* in  
Lombok, Sumbawa, Flores, Komodo and Rinca Islands,  
Nusa Tenggara, Indonesia

Wahyu Raharjaningtrah<sup>1)</sup> and Zaini Rahman<sup>1)</sup>

## ABSTRACT

The Flores Hawk-eagle *Spizaetus cirrhatus floris*, possibility to bring it into distinct species (Gjershaug *et al.* 2003, in prep) is distributed at all part of main islands of Lombok, Sumbawa and Flores, which Mountain Rinjani in Lombok as the Western and Mountain Lewetobi in Flores as the Eastern part of distribution of this species. It was also found at satellite islands i.e., Satonda Island (Sumbawa) and Komodo and Rinca Island (Flores). The Flores Hawk-eagle is dependent on forest area, especially lowland forest as most of the contacts were happened at Lowland forest. The occupation of the Hawk-eagle to Submontane and Montane forest were only seen at Ruteng area, Flores Island, so this species is the most suitable to be an indicator of the forest (lowland) existence. The home range size of this species estimated as 38.5 km<sup>2</sup> and then all population estimated is 73-75 pairs, and it has been as CRITICAL status according to the IUCN category. The occurrence of this species has been seriously threatened by human activities, such as forest encroachment was happened almost in all surveyed sites and hunting and poaching for trade was not only done by local people also people come from Java and Bali.

## 1. INTRODUCTION

Nusa Tenggara (Lesser Sunda) Islands are stretch in the most south Wallacea region that are biodiversity poorly known. Most of the natural researches were done in 18th century to the early 1900's (Monk *et al.* 1997), and for the first time in 1990's several researches on biodiversity were conducted; such as research in Ruteng by Department of Forestry and LIPI, and research on bird by Bird Life International-Indonesia Program.

Nusa Tenggara Islands are a group of medium to small islands that extend from Lombok in the west to the Tanimbar Is. in the east (Coates *et al.* 1997). Although the topography varied, some types of landscape related to the distribution of rocks still exist. Nusa Tenggara Islands are a widespread grasslands and scrub with a low tree density (Timor, Sumba and East Flores) and most of the forest are semi-deciduous monsoon forest (Coates *et al.* 1997). After Monk *et al.* 1997, Nusa Tenggara Islands are dominated by Mixed Savanna (62% coverage), Lowland rain forest (19%), Limestone forest (10%), Submontane rain forest (5.5%) and coastal forest and tidal, mangrove, montane forest, riparian and ultrabasic forest are the rest. Unfortunately, there were no forest size calculation which based on field surveys, most were estimated through satellite images calculation. Only the conservation forest areas have a precise forest size but most of the protection forest status is not and that's land cover is 10% only.

---

<sup>1)</sup> YPAL (Indigenous Nature Conservation Society) Jl. Paledang 21, Cibeureum, Bandung 40184 West Java, INDONESIA

Monsoon forest is the most sensitive and vulnerable forest in the tropical forest formation. It is very easily lost. The natural monsoon forest in Nusa Tenggara has extensively changed into savanna and grasslands. From generation to generation people burn the forest for hunting and shifting cultivation, and it become worst with the increasing of people population and the activities of some commercial development such as agriculture and forestry (Monk *et al.* 1997). The rain forest is not the most threatened of the major forest formations. The tropical dry forests (monsoon forest) hold this honor (Janzen 1988 in Monk *et al.* 1997).

Study on the hawk-eagles in Nusa Tenggara are very poor, especially the study on certain type of sub-species. One of research conducted in this sites was done by Bird Life International IP and the study is pretty general for all kind of birds.

The study on the Flores Hawk-eagle *Spizaetus cirrhatus floris* as an indicator for the lost of tropical rain forest that occurs rapidly in most of the sub-species distribution sites (Lombok, Sumbawa, Flores, Komodo and Rinca) is necessary because: (1) There are not enough data to estimate the situation in the lowland rain forest in those islands, except a few from Flores Island. (2) Based on habitat and territorial behavior, Flores Hawk-eagle is compatible for studying the habitat changes. (3) Flores Hawk-eagle is one of the least studied sub-species among others, because there are not enough research conducted in Nusa Tenggara and also there are only a few specimen collected in the world's museums, and only the juvenile known, the adult is still unknown.

#### **(1) Flores Hawk-eagle *Spizaetus cirrhatus floris***

There are 398 species of birds recorded in Nusa Tenggara area and amongst of it 22 species are raptors (Andrew 1992), with the additional record for Grey-faced buzzard *Butastur indicus* and Crested serpent-eagle *Spilornis cheela bido* (Coates *et al.* 1997). As one of the raptor species, *Spizaetus cirrhatus flores* has attracting many raptors researcher, and its status is still the subject of debate since it has different taxonomy in the color and feather type with other *S. cirrhatus* in Asia. Genetically, Flores Hawk-eagle *S. c. floris* almost similar to the others and it has close relation with *S. c. limnaetus*, but Gjershaug *et al.* (2003, in prep) show the possibility to bring it into distinct species and if it is happen then this bird will probably be the most threatened raptor in the world.

In general, the color of the feathers of an adult Flores Hawk-eagle is similar to the immature bird of other sub-species (Amadon 1953). This sub-species has a greatest size among other *Spizaetus cirrhatus* sub-species (Ferguson *et al.* 2001). The upper body is dark brown, white below, including under wing-coverts (Coates *et al.* 1997). No crest found, white colored body ended at thigh and black stripes in the wing tip (Ferguson *et al.* 2001).

Collar *et al.* (1994) recommended *Spizaetus cirrhatus* as vulnerable species according to the IUCN category. Distributed in the west part of Nusa Tenggara; Sumbawa, Flores and Paloe (Coates *et al.* 2000), Komodo and Rinca (Agista 2000 in Trainor & Lesmana 2000). Uncommon species, inhabits montane forest, occasionally ranging over the lowlands. Recorded at 400~1,000+ m in Sumbawa and lowlands to 1,700m in Flores (Coates *et al.* 1997). Rare and uncommonly observed from sea level to 2,100m (Trainor & Lesmana 2000). Mostly seen in cultivated hills and woodland from sea level to 1,000m (Verhoeve & Holmes 1998 in Trainor & Lesmana 2000).

## 2. METHODS

### (1) Identification of Species

The study was conducted to identify the species of Flores Hawk-eagle *Spizaetus cirrhatus floris* through literatures study. Field observation was then conducted to ensure the morphological type of the bird especially the color type and behavior.

Vantage Point Method (Thiollay 1996, Bibby 2000) is used in this survey and conducted at the upper hills or in the forest edge or in an open area. The selection of the sites was concentrated on the sites that estimated to have access or great probability of Flores Hawk-eagle presence and it was done to obtain more description of this sub-species. Study continued by sites sampling that represent any types of forest.

### (2) Study period and Selection of Sites

Field observations were done for 3 times i.e.: August–October 2002, December 2002–February 2003 and June–July 2003. The first field observation was not supported by Pro Natura Fund but its data is compiled and compared to the second and third observations in this report. Two first surveys were conducted at rainy season while the last survey was conducted at dry season. The conditions of the forest are different drastically on those 2 seasons.

The first field observation was conducted from August 25th 2002 to October 3rd 2002. Due to the limitation of time and accessibility, duration of observation was maximized to obtain much more time of observation. The observation was done for 31days in some sites in Flores. The second survey was done on December 23–24 of February 2003 at Lombok and Sumbawa islands for 42days and the final survey was done on June–July 2003 at Lombok, Sumbawa, Komodo and Flores, respectively for 25days. The total of the observation time was 609hours in all sites. All observation time were varied from 2 to 10 hours depending on accessibility, sites area and climate and especially based on the presence of the Hawk-eagle.

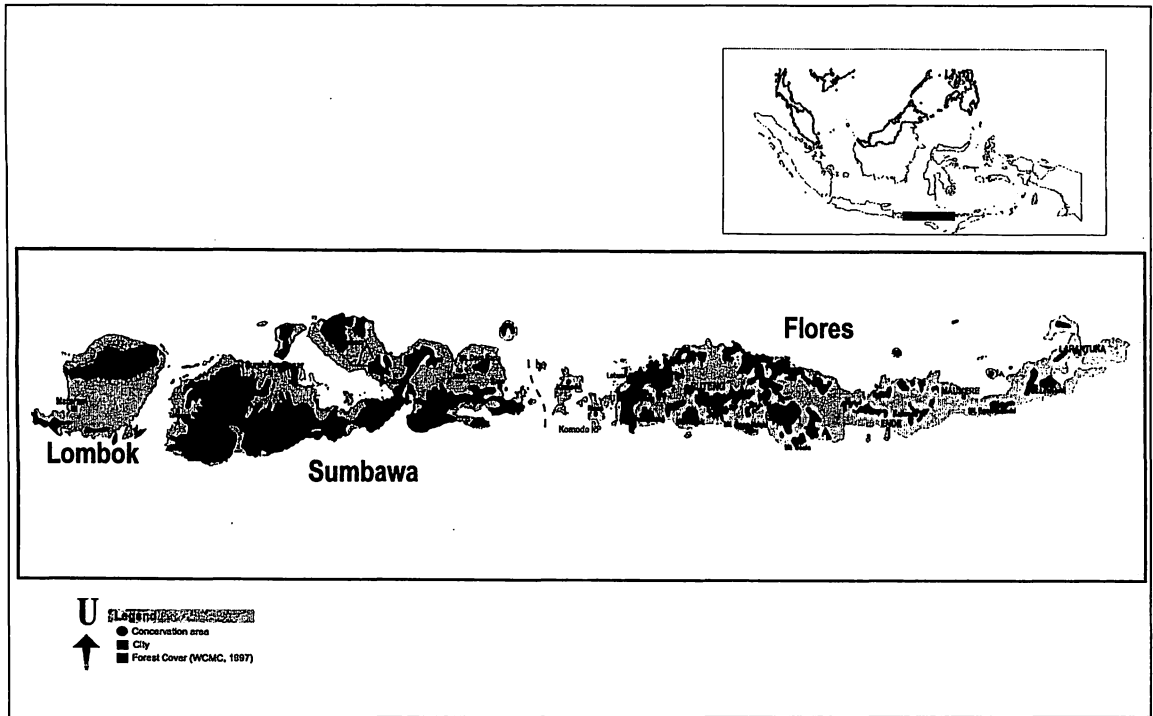
Data collected are: species present, types of forest, behavior and other data considering to the reporting needs such as site altitude, site name, other raptor species present, local name for the Hawk-eagle *etc.* The sites were selected by considering its condition and the probability of observing the birds directly, unless it had a wide range of point of view.

The selected sites were also referring to the presence of conservation area with the assumption that the forest is still in good condition. The selected sites were Rinjani Mountain National Park (Lombok), Dora Maria Mt., Tambora Mt., Batulanteh Mt., Ropang Mt. and Satonda Island (Sumbawa Island); Ruteng Nature Recreation Park, Mbeliling Protection Forest, Sano Nggoang Protection Forest, Ndeki-komba Protection Forest, Kelimutu National Park, Repok Mountain Protection Forest, Egon Ilimudu Protection Forest (Flores) and Rinca and Komodo Island in Komodo National Park.

### (3) Types of Forest

During the field observation, types of forest were divided based on the altitude as lowlands (0–900m asl), sub-montane (901–1,500m), and montane (>1,500m) forest (Monk *et al.* 2000, Trainor *et al.* 2000).

The forest condition on rainy season is pretty green and extensive. Oppositely on the dry season most of the trees were fallen its leaves, it was seen buff and very dry, the forest looks green near water pool or streams only, mostly at the gorges.



Map 1 Survey sites at Lombok, Sumbawa and Islands

To estimate the population of *Spizaetus cirrhatus floris*, the home range of the Hawk-eagle was counted then it was extrapolated to the size of the forest surveyed.

### 3. RESULT

#### (1) Identification of Flores Hawk-eagle

Most of Flores people are Manggarai tribe who mostly recognize any kinds of eagles. They named Flores Hawk-eagle as Ntangis. They also named a small number of eagles such as *Jumburiang* for Bonelli's Eagle *Hieraetus fasciatus* and *Lawang ntangis* for Brahminy Kite *Haliastur Indus*. Throughout Manggarai, west part of Flores, Flores Hawk-eagle is considered as *totem or empo*, human ancestor, and was not persecuted, killed, or captured (Trainor & Lesmana 2000).

In general, Flores Hawk-eagle has white colored feather in all over its body, including head, breast, and belly to the lower part, and black stripes in the side of the under belly. When perched, the white color of the bird is conspicuous and seen contrast with the surrounding area as observed in Golo Desat, Mbeliling Protection Forest and Kolorongo, Kelimutu National Park.

Amadon (1953) stated that the feather color of an adult bird is more like the color of immature bird of other sub-species which Ferguson (2001) named it as monomorphic. It is very difficult to differ the species by age since the color of an adult and the juvenile almost look similar. So, to identify the age of the bird in the field is through its behavior. As seen at Kolorongo village, west side of Kelimutu National Park, seen one individual of the eagle flapping the wing instably. Then this eagle flew move from one tree

Table 1 Important characteristics on identifying Flores Hawk-eagle in the field

	Reference	Field Identification
Variation of an Adult Color	In general, the feather color of an adult bird is more like the color of immature bird from other sub-species (Amadon, 1953)	The color of an adult and a juvenile almost look similar. However the behavior of the adult and juvenile/immature are different.
Upper parts	Dark brown (Coates, dkk. 2000) Mantle, light brown on the back (Agista, pers.comm.)	Dark brown on the back, the white vent sometime appears when flying.
Under parts	White colored body to thigh (Ferguson et al, 2001) White under parts and under wing covers (Coates. Dkk.2000) White breast, belly, and thigh (Agista, Personal Obs.)	White clean feather color on the lower parts, Few slight black lines on the lower belly which was not documented before will be a good indicator to identify of Flores Hawk-eagle.
Head	No crest (Ferguson et al, 2001) Crown (White upper head) with a thin light brown irregular spots. Gray forehead, dark gray beak, white nape, neck, cheek and throat (Agista, Personal Obs.)	No crest at all.
Wing	Black lines on the tip of the wing (Ferguson et al, 2001) Longer and narrower wing (Coates et al .2000) Dark brown primary and secondary feather (Agista, Personal Obs.)	White under wing with window-like formed from white bright feather pigment is also good cap to identify this bird but it need some experiences to see this. A thin black stripes in the under wing.
Tail	Less conspicuously barred tail (Coates dkk 2000) Dark brown tail with 4 black bands, the lower band wider than the rest (Agista, pers.comm.)	As literate, but black band on the tip of tail often seen clear.

Some similar species : There are 2 species can be alternate of the Flores Hawk-eagle, they are Short-toed Eagle *Circaetus galicus* and Bonelli's Eagle *Hieraetus fasciatus*. Based on the color patterns, Short-toed Eagle appears similar to *Spizaetus* except for the black circle around the Eagles' neck that easily observed in the field. The upper parts of the Bonelli's Eagle appears similar to *Spizaetus*, except for the white spot on the back of an adult Bonelli's eagle that sometimes appears in a young Bonelli's Eagle as well.



to another, but when it decided to stay in one tree, the eagle seems little doubt. When it finally perched, the body position was upside down and while flapping its wing the bird straighten out its position. It happened repeatedly. After a while, one other bird flew around the area and then they flew together heading to the other side of the hill. By comparing those 2 eagles we can make assumption that the first Hawk-eagle is a juvenile and probably still learning how to fly, but it was still not easy to differ those 2 birds since the patterns of the feather color was almost similar.

The team identified the Hawk-eagle also when flying, the under parts appears white from head to thigh and there is a window-like formed from white bright feather pigment on the under part of the wing. There is a black contrast line on the tip of the wing and on the tail clearly seen some black band especially because the contrast white colored tail tip.

## **(2) Distribution of Flores Hawk-eagle**

### **① Lombok Island**

White and Bruce (1986) stated that the distribution of Flores Hawk-eagle is at Sumbawa and Flores Is., the distribution of this Hawk-eagle in Lombok was questioned. This survey was ensuring that the Hawk-eagle is also present at Lombok Island, especially at Rinjani Mountain National Park.

Mount Rinjani straight up from 0~3,300m above sea level, but its forest extent from 300~2,400m asl, its comprises all forest categories i.e. lowland, sub-montane and montane forest. The survey were done at 2 categories (lowland and sub-montane) because after 2,000m altitude most forest are contains small trees and open areas, and from 3 sides of the area i.e.: west, east and north. The locations surveyed were Sesoat, Pusuk, Jeruk Manis (first survey), Senaru, Pidana, Sesoat, Pidana, Jeruk Manis (second survey) and Pusuk, Senaru, Semabalun, and Pidana (third survey). During the 3 surveys, Flores Hawk-eagle were found at 4 locations i.e. Sesaot, Senaru, Pidana and Pusuk, all at altitude less then 900m asl.

The location where Flores Hawk-eagle present on both rainy and dry seasons is Pidana at 845m asl. Contact at Sesaot and Senaru only on rainy season and Pusuk on dry season only.

### **② Sumbawa and Satonda Islands**

28 observational points on 8 sites at Sumbawa were surveyed, the Flores Hawk-eagle were found at 10 observation points on 6 sites, i.e. Kalate and Jalamba (Dora Maria Mt.), Sonae (Tambora Mt.), Tongoloka and Township (PT Newmont Nusa Tenggara concession area, including in Selalu Legini PF according to this report), Satonda Island, Marente and Batulanteh (Batulanteh Mt.) and Ropang and Takan (Ropang Mt.). All contacts were happened at lowland forest areas on 800m asl and below. During 2 surveys conducted at Sumbawa, 4 contacts were happened on rainy season and the rest on dry season. No single observation points where Flores Hawk-eagle present on both season but at Dora Maria Mt. with different observational points.

### **③ Flores Island, Komodo and Rinca Is.**

28 observational points on 11 sites at Flores, Komodo and Rinca Islands were surveyed, the Flores Hawk-eagle found at 15 observational points on 7 sites, i.e. Rinca Island, Golodesat, Melo, Nunang (Mbeliling), Golo Lusang, Carep, Ranaka, Ranamese, Leda (Ruteng), Kisol and Nangarawa (Poco Ndeki),

Kolorongo (Kelimutu), Blidit (Egon Ilimudu), Lewetobi and Duri (Lewetobi). Contacts with Flores Hawk-eagle on both rainy and dry seasons were happened at Golodesat, Kisol and Ranamese, while contacts on rainy season were at Carep, Gololusang, Kolorongo, Leda, Melo, and Puarlolo. And on dry season contacts were happened at Blidit, Duri, Lewetobi, Moni, and Poco Ranaka. All contacts were mostly at lowland area, except at Ruteng area were between sub-montane and montane, higher than 1,200m asl.

Lombok Island as the most western area of Wallacean region, previously was overlooked as a distribution area of Flores Hawk-eagle. Actually by these surveyed we ensure that the most western part of this Hawk-eagle distribution is Lombok and only at Rinjani National Park as the last forest refuge in Lombok Island. The presence of this eagle in the main island of Flores was distributed widely from the west part to the east, however its presence mainly on the west part of Flores where the forest and the forest cover relatively in good condition and the climate relatively wetter than on the eastern part. The most western part where Flores Hawk-eagle recorded is Mbeliling Protection Forest area, and the most eastern distribution of this Hawk-eagle found in Egon Ilimudu Mt. near Larantuka. Trainor & Lesmana (2000) had recorded this Hawk-eagle in Egon Ilimudu Mt. After that, there were no any contact recorded eastern of Egon Ilimudu including in some satellite island, as well as our last surveyed proved that this Hawk-eagle is not extent to the eastern part of Egon Ilimudu.

#### ④ Bali Island

In Bali Island, survey was conducted at 2 main mountains area Mt. Agung and Mt. Seraya on East Bali Island on 20~21 January 2003. This survey proposed to determine any possibilities overlapping distribution with the other sub-species of Changeable Hawk-eagle. During this survey in both of 2 mountains areas, there is no record of *Spizaetus cirrhatus floris* only a record of an individual *S.c.limnaetus* a dark morph. In addition, any records of *S.c.limnaetus* at Bali were confirmed and supported the other references and field record from the other ornithologist who was visited Bali. This survey was carried out the present result that distribution of Flores Hawk-eagle is not including the Island of Bali.

#### (3) Forest Condition

As stated on the introduction that very difficult to classifying forest conditions at Lesser Sunda, both western and eastern parts, even its' area sizes. Because of these reason, we selected the sites are visited based on the information we can compile and collect from Forestry Department which are cited on few references and most are conservation areas such as National Park (NP), Natural Reserve (NR), Nature Recreation Park (NRP), and also Protection Forest (PF), however protection forest is managed by Dinas Kehutanan Propinsi (Province Forest Body) which is separate from Directorate General of PHPA (Forest Protection and Nature Conservation). According to the Indonesian forestry law, protection forest can be changed to other land-use if local province government sees it less valuable for their local original assets.

We classified simply the forest type into Lowland, Sub-montane and Montane forest by the reason of ease to the data analysis, although there is another forest classification such as Ultrabasic, Limestone, Riparian forest *etc.*, but the first classification is straight forward with the purpose of this survey.

#### (4) Distribution of Flores Hawk-eagle based on Forest Types

##### ① According to the altitude

##### A) Lombok Island

Rinjani Mountain National Park is the last forest refuge in Lombok, however it comprises 3 type of forest i.e.: Lowland, Sub-montane and Montane forest. The Flores Hawk-eagle were found at lowland forest only which is distributed at 0~900m above sea level 4 individual were found from 3 surveys conducted.

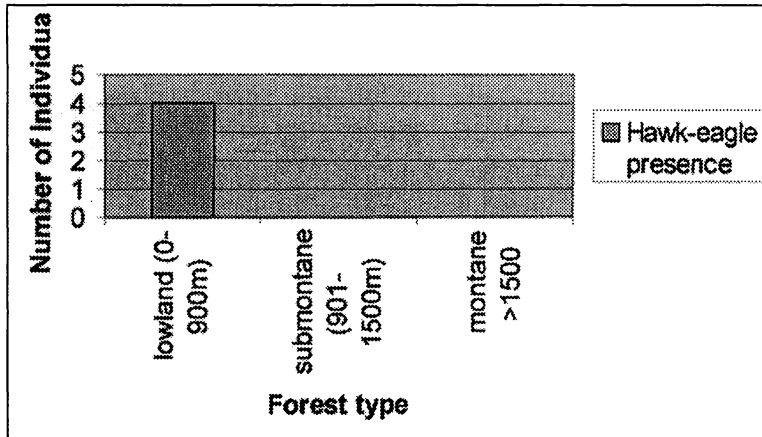


Fig 1 Flores Hawk-eagle Presence at Lombox Island

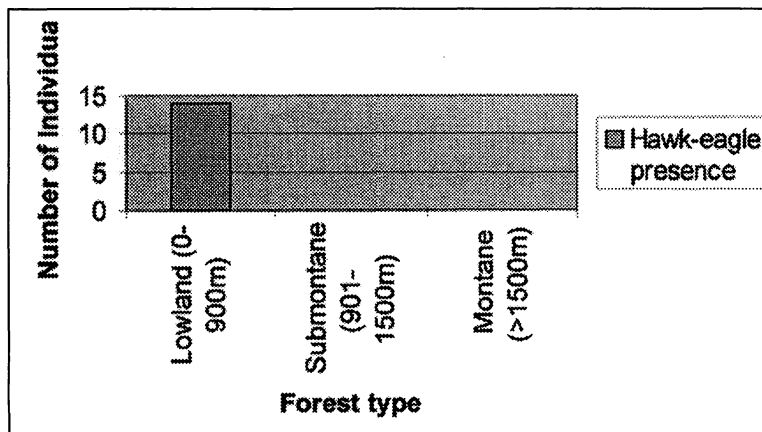


Fig 2 Flores Hawk-eagle Presence at Sumbawa Island

##### B) Sumbawa and Satonda Islands

From 10 observation points of 6 sites the Flores Hawk-eagle found, all at lowland forest, actually all the sites visited were lowland forest as almost Sumbawa forest are lowland forest. 14 Hawk-eagles were found from 2 surveys conducted at Sumbawa Island and 1 individual was found at Satonda Island at January 2003.

### C) Flores, Komodo and Rinca Islands

A bit different with the western islands, the Flores Hawk-eagle found at Flores were much more variable on forest type, it found not only at lowland forest but also at Sub-montane and Montane forests, however lowland was the most Hawk-eagle found with 15 individual, Sub-montane 6 individual and Montane 2 individual only. All sub-montane and montane individual found were at Ruteng areas, within and outside the Ruteng Nature Recreation Park.

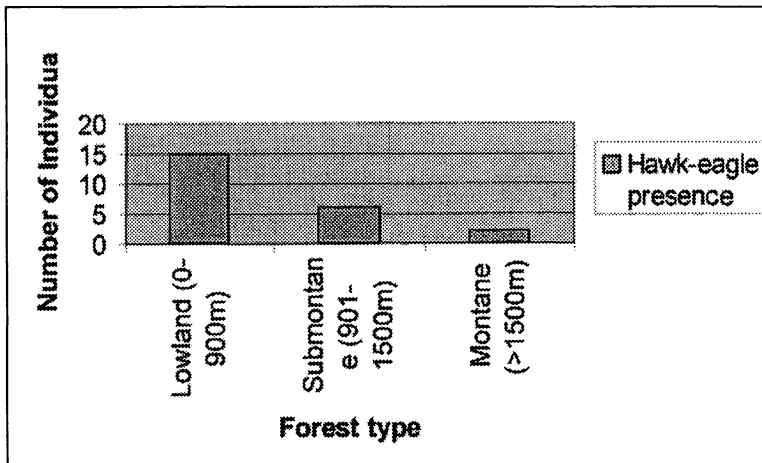


Fig 3 Flores Hawk-eagle Presence at Fiores, Rinca and Komodo Island

### ② According to the Season

Although the influence of the season at tropical region is not as strong as at temperate region, however in the last decade the season especially dry season was quite influencing to the tropical environment. On the other hand, theoretically, when studying a species or environment it is better if conducted for both seasons, rain and dry.

Contact with Flores Hawk-eagle at Lombok and Sumbawa Islands were mostly happened at dry season comparing at rainy season, with comparison of 4 to 1 at Lombok Island, 17 to 9 at Sumbawa, however oppositely happened at Flores with comparison of 16 to 24.

As explained before that the eastern part of Nusa Tenggara is dryer than the western part, so the extensive wet forests of Lombok and Sumbawa were smaller in sizes at the dry season so the Hawk-eagle were concentrated and more easier to contacted at that time, but oppositely to Flores, the rainy season made the Hawk-eagle more conspicuous because rainy season seems forced them to showed up for territorial occupation. However, the first survey conducted at Flores actually at the end of dry season when they just hatched the eaglet.

## **(5) The Ecological and Conservation Aspects of Flores Hawk-eagle**

### **① Population estimation**

The population of a species is not easy to counted, especially by the direct method, so some approach were described to estimate the population of species, one of the approach is home range or territorial approach which is based on the home range of a pair within a certain area. Although there is variation within a different sites but extrapolation is allowed to generalise 1 species home range, the counting was done at Ruteng Nature Recreation Park on August 2002.

Started from Golo Lusang Mt. in the west to Poco Ranaka Mt. in the distance of 10km, the survey team found 3 different pair of Flores Hawk-eagle. The farthest distance of 1 of these 3 mates was around 7km. If this distance is predicted as the Hawk-eagle diameter of its home range and the home range is (usually) in circular shape, then we can predict that the home range of this raptor is around 38.5 km<sup>2</sup>, derived from  $\pi (1/2 d)^2$  (Gjershaugh *et al.* 2003, in prep). So, if the forest areas surveyed are known (Table 2) we can then estimate the population of the Hawk-eagle at every island forests surveyed are: Lombok = 10 pairs; Sumbawa = 38 pairs and Flores = 27 pairs.

Gjershaugh *et al.* (2003, in prep.) and Thiollay (2003, pers. comm.) are pretty sure that the Flores Hawk-eagle which is put as a sub species of *Spizaetus cirrhatus* as a distinct species even by its morphology so with the population estimation above, means that the species with has a critical status according to the IUCN category of population is the most threatened raptor in the world.

### **② Threats**

Most currently identified threats to raptors are related to habitat destruction. Other classical threats including poaching, trade or pesticide are of local occurrence and it is often not significant (Thiollay 1999). In Nusa Tenggara Islands, forest clearance for timber, agriculture and cultivation area are high especially at Sumbawa and Flores Islands (personal observation). Approved by the frequent contacts of the team with trucks full of logs from the forest areas and forest clearance by fires. Forest fragmentation caused by logging leads to the formation of small separated patches of forest.

#### **A) Forest encroachment**

Forest encroachment happened almost in all surveyed sites, mainly at forest boundaries that people used for cultivation. Forest damaged had also accelerated by shifting cultivation. People, usually, growing their crops on the dry forest of lowland area, they selected such area for their easiness on managing their garden. The forest were slashed and burnt at the end of the dry season before they changed it into cultivation area in wet season. If they thought that the area was no longer fertile, they moved to another area.

#### **B) Hunting**

People hunted birds including raptors for local trade, as occurred in Ilimudu, they also shipped it to Bali. 2 stuffed birds were also sold in Ruteng (Trainor & Lesmana 2000). We found *Spizaetus cirrhatus floris* wing hanging on the house wall in Melo village, it was captured and killed 2 weeks before we arrived because they found it hunting for chicken. The Flores Hawk-eagle was also found at Lombok local bird market for sale, according to the bird seller, the Hawk-eagle origin was from Sumbawa.

Table 2. The size and types of forest surveyed

Location	Size (km)	Obs.point	Altitude (m)	Forest type		
				Lowland (0-900)	Sub-montane (900-1500)	montane (up to 1500)
Rinjani	400	Sesoat	420	1		
		Pusuk	300	1		
		Jeruk Manis	900	1		
		Senaru	1100		1	
		Pidana	790	1		
		Semabalun	800	1		
Batu lanteh	380	Pelita	215	1		
		Marente	600	1		
		Utan	320	1		
		Batulanteh	600	1		
Ropang		Ranan	715	1		
		Labangkar	725	1		
		Ropang	800	1		
		Takan	730	1		
Tambora	300	KM.16	515	1		
		Sumber Urip	500	1		
		Pancasila	545	1		
		Mada oi	50	1		
		Oi penihi	160	1		
		Sonae	180	1		
Dora maria		Jalamba	800	1		
		Kalate	760	1		
		Sambu	790	1		
Satonda	40	Satonda	50	1		
Selalu Legini	750	GPS 14	<500			
		SG7				
		Brang nangka				
		Concentrator				
		Tongoloka				
		Township				
		Chrusher				
		SG1				
Subtotal	1470					
Mbeliling	184.2	Golo desat	790	1		
		Puariolo	900	1		
		Melo	800	1		
		Nara	790	1		

Location	Size (km)	Obs.point	Altitude (m)	Forest type		
				Lowland (0-900)	Sub-montane (900-1500)	montane (up to 1500)
Sanongoang	50	Nunang	800	1		
Ruteng	322	Golo lusang	1590			1
		Carep	1310		1	
		Rana mese	1200		1	
		Tenda	1300		1	
		Leda	1330		1	
		Ponglao	975		1	
		Ranaka	1600			1
Repok	150	Desu	970		1	
Poco Ndeki	23	Kisol	190	1		
		Muling	100	1		
		Nangarawa	50	1		
Irenie	80	Bena	995		1	
Kelimutu	50	Kolorongo	790	1		
		Woloara	800	1		
		Puncak	1560			1
Egon Inimudu	150	Blidit	340	1		
Lewetobi	42	Lewetobi	210	1		
		Duri	300	1		
Komodo NP	173,3	Rinca	50	1		
		Komodo	120	1		
Subtotal	1051					

The reason for hunting the birds was because it attacks cattle and most of them did it for hobby. Hunting was not only done by local people, mostly the outsider who was also took part in hunting the birds for trade come from Java and Bali.

#### 4. CONCLUSION

Lowland forest are dominating the Sumbawa and Flores forests, surprisingly Sumbawa forest is quite extensive from western to the eastern part, but mostly at the southern part of the island, except Mount Tambora area. The submontane and montane forest are limited to Rinjani Mountain National Park (Lombok), Ruteng area and Kelimutu Mountain National Park (Flores). Monk *et al.* (1998), stated that 62% of Nusa Tenggara forest type is Mixed Savanna, but by the field surveys that type of the forest are showed clearly at the dry season and mostly at lowland area which much more dry than the upper altitude area.

Flores Hawk-eagle is distributed evenly at all part of the islands from west to the east, although there were no contacted at several observation points in between. They were found from Mount Rinjani

National Park of Lombok Island to Mount Egon Ilimudu Protection Forest at Larantuka, Flores. It was also found at a couple of satellite islands i.e., Satonda Island (Sumbawa) and Rinca Island (Flores). The home range of the Hawk-eagle is estimated as wide as 38.5 km<sup>2</sup> and then the population was extrapolated with the result is Lombok island (10pairs), Sumbawa (38pairs) and Flores (27pairs). With that population Flores Hawk-eagle has a CRITICAL status according to the IUCN category.

Naturally, Flores Hawk-eagle is dependant on forest area, especially lowland forest as most of the contacts were happened at Lowland forest including on Lombok. The occupations of the Hawk-eagle to sub-montane and montane forest were only seen at Ruteng area, Flores Island. Although there are other raptor species, Rufous Billied Eagle *Hieraaetus kienerii* and Bonelli's Eagle *Hieraaetus fasciatus*, are occupied the lowland forest, but because of Flores Hawk-eagle confined area status so this Hawk-eagle is the most suitable to be an indicator of the forest (lowland) existence. On the other hand, the population fluctuation on the rainy and dry season, where the forest changed drastically, also showed that this raptor is also good indicator of habitat change.

The occurrence of *Spizaetus cirrhatus floris* has been seriously threatened by human activities, such as forest clearance for timber, vasting shifting cultivation and mine concession (at Sumbawa), unfair agricultural system, and hunting practice by local people because the raptor is known as predator to their chicken. When the bird is declared as the distinct species and as consequences to be the most endangered raptor in the world, it will be the most wanted raptor by the collectors as happened to Javan Hawk-eagle.

The study was conducted at rain and dry season, however according to the limited fund, caused to the team limited field survey accommodation. The limited time survey causing to the limited data collected especially to the ecological data including its behavior. As the most endangered raptor in the world, poor knowledge of this raptor is handicapped and will be regrettable in the future due to the habitat change in Nusa Tenggara area.

The distribution of the Flores Hawk-eagle is found generally, but due to the data compilation and as indicator of lowland forest, it is extremely needed to know the detail distribution to achieve Nusa Tenggara forest management.

Forest status is very important tool to protect the forest itself including habitat to preserve for Flores Hawk-eagle. Protection forest is not ensuring the above statement because it still can change into other land uses if the local government considers them more valuable for local original assets. Considering that only 10% of Nusa Tenggara land are conservation area, so the need to its adding is essential, both in conservation issues as well as social issues if we agree that forest is the people life's resources.

In a cliché way, law enforcement on environmental issues, have to be enforced which will be need much more efforts than others.

## ACKNOWLEDGEMENT

Many people helped to this project since its preparation until this report writing although many things have to be developed.

We are indebted to our friends and colleagues to accompanied during the surveys, Dani Heryadi, Dadan Ramdhan (YPAL), Jan Ove Grejshaugh, Nills Rov (NINA-Norwegia), Jean-Marc Thiollay (Laboratoire d'Ecologie, ENS, France), Oni Purwoko Besuki, Ni Nyoman Sumarlita, M. Jeri Irmansyah,



Deni Purwandana, Ardiansyah, Ketut Adi, Meriyanti (KPB Kokokan), and Usep Suparman (FFI Indonesia Program) which their assistances and their sharing feeling with so much difficulties. We are also very grateful to the locals, which is too many people if we are citing here, who help us at the survey locations.

We are grateful to Pak Adi Susmianto, the Director of PHPA (Forest Protection and Nature Conservation) to process the permission letters for us. We are grateful too to YPAL Director Pupung F Nurwatha, Idah Faridah and Titis Endang Widuri for their patience of our fussiness; Dian Agista (BirdLife-Indonesia) which provide us maps and other information.

We are especially grateful to Yuko Inui for her encourages, so all the things were happened, for her patience on our late report and her effort on proposal submitting and report translation to Japanese. The last but not least to ProNatura Fund which funded most of the survey trips for us.

## REFERENCES

- Amadon, D. 1953. Remarks on the Asiatic Hawk-eagles of the genus *Spizaetus*. Ibis 95:492-500.
- Andrew, P. 1992. The Birds of Indoensia: Checklist (PeterÅfs sequence) Jakarta. Indonesian Ornithological Society.
- Bibby, C. Jones, M. & Marsden s. 2000. Teknik-teknik Ekspedisi Lapangan Survey Burung (terjemahan). Bird life International Indonesia Programme, Bogor.
- Brown, L. H. & Amadon, D. 1968. Eagles, Hawks, and Falcons of the World. Vol. 1 & 2. McGraw-Hill, New York.
- Butchart, S. H., Brooks, M., Davies, T. M., Dharmaputra, C. W. N., Dutson, G., Lowen, G. C. L. & Sahu, J. C. 1996. The conservation status of forest birds on Flores and Sumbawa, Indonesia. Bird Conservation International, 6:335-370.
- Coates J. B., Bishop, K. D., Gardner D. 1997. A Guide to The Bird of Wallacea, Dove Publications Pty, Australia.
- Coates J. B., Bishop, K. D., Gardner D. 2000. Panduan Lapangan Burung-burung di Kawasan Wallacea (terjemahan), Birdlife International-Indonesia Programme & Dove Publications Pty, Ltd. Bogor.
- Cochrane, J. 2000. The National Park and Other Wild Place of Indonesia. New Holland publisher, London.
- Collar, N. J., Crosby, M. J. & Stattersfield, A. J. 1994. Birds to Watch 2: the world List of Threatened Birds. Bird Life International Conservation Series No. 4. Cambridge, U.K.
- Ferguson-Lees, J. & Christie, D. A. 2001. Raptors of the World. Christopher Helm, London.
- Gjershaug, J. O., K. Kvaløy, N. Rølv, A. Gamauf, E. Haring, D. M. Prawiradilaga, U. Suparman & Z. Rahman. 2003. The taxonomic status of Flores Hawk-eagle *Spizaetus floris* (Hartert, 1898). In prep.
- Hartati, B. dkk. 1994. 19 Taman Nasional di Indonesia. Direktorat Jnedral PHPA. Dpartemen Kehutanan. Jakarta.
- Hoyo, J. del, Elliot, A., & Sargatal. J. 1994. Handbook of the bird of the world. Vol. 2 New World Vulture to Guineafowl, Lynx Edition, Barcelona.
- Monk, K. A., de Fretes, Y. and Lilley, G. 1997. The Ecology of Nusa Tenggara and Maluku. Periplus: Singapore.
- Rohlf, J. F. 2001. NTSYSpC Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis version 2.1. Applied Biostatistic, Port Jefferson, New York.

- Trainor, C. and Lesmana, D. 2000. Exploding volcanoes, unique birds, gigantic rats and elegant ikat: identifying sites of international biodiversity significance on Flores, Nusa Tenggara. PKA/BirdLife/WWF, Bogor.
- Thiollay J. M & Rahman Z. 2001. Distribution and Conservation of Raptor Communities in Central Sulawesi, Biological Conservation.
- Verhoeve, J., and Holmes, D. 1999. The Bird of the island of Flores-a review. *Kukila* 10: 3-59.

## 要 約

### 低地熱帯林の生態系指標としてのカワリクマタカ (*Spizaetus cirrhatus*)に関する調査 —スンバワ島、コモド島、フロレス島に生息する亜種を対象として—

ワーユ・ラハルジャニントウラ、ザイニー・ラフマン

カワリクマタカ (*Spizaetus cirrhatus*) の亜種で、学説によっては独立の種として扱うこともある *S. c. floris* について、分布域の調査を行った。その結果、本種はロンボク島、スンバワ島、フロレス島のほぼ全域にわたって生息することが明らかとなった。調査では、ロンボク島の Rinjani 山が分布域の最西端、フロレス島の Lewetobi 山が同最東端であった。また、スンバワ島沖合の Satonda 島、Flores 島沖合の Komodo 島、Rinca 島などの小島でも本種の生息が確認された。本種の生息が確認された地点の多くが低地熱帯林であって、本種が森林、特に低地熱帯林の依存種であることが確認された。フロレス島の Ruteng 地区では本種が亜高山帯、高山帯にも生息することが確認されたが、亜高山帯以上の地点で本種が記録されたのはこの地区だけであり、やはり本種は十分に低地熱帯林の指標種足り得ると考えられる。本種一つがいのなわばりは約 38.5km<sup>2</sup> と推定され、この数値から計算すると、地球上に残された本種の生息数はわずか 73~75 つがいとなる。これは、他の観察結果と合わせると、IUCN のレッドリストカテゴリー上絶滅危惧 IA 類に該当する。今回調査を行った地点の多くで森林伐採が進んでおり、本種の生息にとって大きな脅威となっている。また、土地の人々ばかりでなく、ジャワ島やバリ島からもハンターや密猟者が流入してくることが、大きな問題となっている。

(推薦者：乾由布子)

## Monitoring butterflies in Shimentai National Natural Reserve

Min Wang<sup>1)</sup>, Osamu Yata<sup>2)</sup>, Xiaoling Fan<sup>1)</sup> and Mingyi Tian<sup>1)</sup>

### ABSTRACT

Monitoring of butterflies by means of transect recording method was conducted from Oct. 1, 2002 to Sep. 30, 2003 in Shimentai Nature Reserve (E113°01'11" ~ 113°46'22", N24°17'49" ~ 24°31'02", 82,260km<sup>2</sup>), Guangdong Province under the support from PRO NATURA FUND.

A total of 5,237 individuals belonging to 162 species of 11 families were confirmed during the period. The number of species represents 45.5% of the total species thus far recorded in the reserve (356 spp.) from the previous survey ("A survey on biodiversity and conservation of butterflies in Shimentai Provincial Natural Reserve"; Oct. 1, 2001 to Sep. 30, 2002). In addition, 8 species were recorded for the first time to the reserve, i.e., (*Athyma zeroa*, Nymphalidae; *Lethe mekara*, *Mycalesis panthaka*, *Ypthima multistriata*, *Y. tappana*, Satyridae; *Tagiades menaka*, *Celaenorrhinus* sp., *Pithaura marsena*, *P. stramineipennis*, Hesperiiidae).

Considering the habitat preference of butterflies, the families Lycaenidae and Hesperiiidae tended to contain more species with narrower preference and thus more sensitive to the environmental disturbance than the families Papilionidae, Pieridae and Danaidae.

The above results suggest that, for butterfly conservation, monitoring works in the reserve should be continued in order to accumulate data based on accurate identification over a long period of time.

### 1. INTRODUCTION

Butterflies, the best known group of insects, are sensitive to environmental changes and can serve as valuable bio-indicator supplying indispensable information on the state and evolution of the environment.

Monitoring butterflies as a successful scheme dates back to 1970's in UK (Pollard & Yates 1993, etc.). This method has quickly spread to other countries due to its simplicity and effectiveness and is now widely conducted in many countries such as Britain and Japan.

During our last project of PRO NATURA FUND 2001, we got basic data on species diversity of butterflies in Shimentai Nature Reserve. So the present project aims to monitor butterflies at selected places for their conservation. Such an activity has never been conducted in S. China and will contribute greatly to the spreading of popular science.

### 2. STUDY SITES AND METHODS

#### (1) Study Site (Fig. 1):

Considering the accommodation for transportation of recorders, the Shimentai Substation was selected as monitoring site in the reserve. The surrounding areas have been developed for ecological tours

<sup>1)</sup> Laboratory of Insect Ecology, South China Agricultural University

<sup>2)</sup> Laboratory of Biosystematics and Biodiversity, Faculty of Social and Cultural Studies, Kyushu University

with "Stone Gate", as sightseeing spot. The transect route starts from Shimentai Substation and runs northwestwardly about 12km along a path leading to Shimentai Village. Although the width of the route varies from about 1m in shady places to 8~10m in some open spaces, it measures 3~5m in most parts, which is suitable for monitoring butterflies.

The transect route was divided into 5 sections according to vegetations, open spaces, nectar flowers and habitats.

**Section A:** Starts from the Shimentai Substation and runs along a small sub-path leading to the summit of a mountain in the west. There are open places around the substation, with streaks and cultivated fields. This section is rather steep at the entrance of the route, passes by some coniferous plantations and enters a secondary forest.

**Section B:** Starts from the sub path and, after passing through secondary forests, a small part of coniferous tree mixed with bamboos and a stream with broad open spaces, ends at about 200m northward of the stream. This section is almost completely within a secondary forest apart from a conifer-bamboo region and the open spaces along the stream are good habitats for butterflies.

**Section C:** Starts from the end of section B and, after passing by secondary forest with some parts of naked slope of stone where the surface of the stone is wetted by very small springs, ends before a curved angle.

**Section D:** Starts from about 200m before the curved angle, passes along a secondary forest, and ends at a

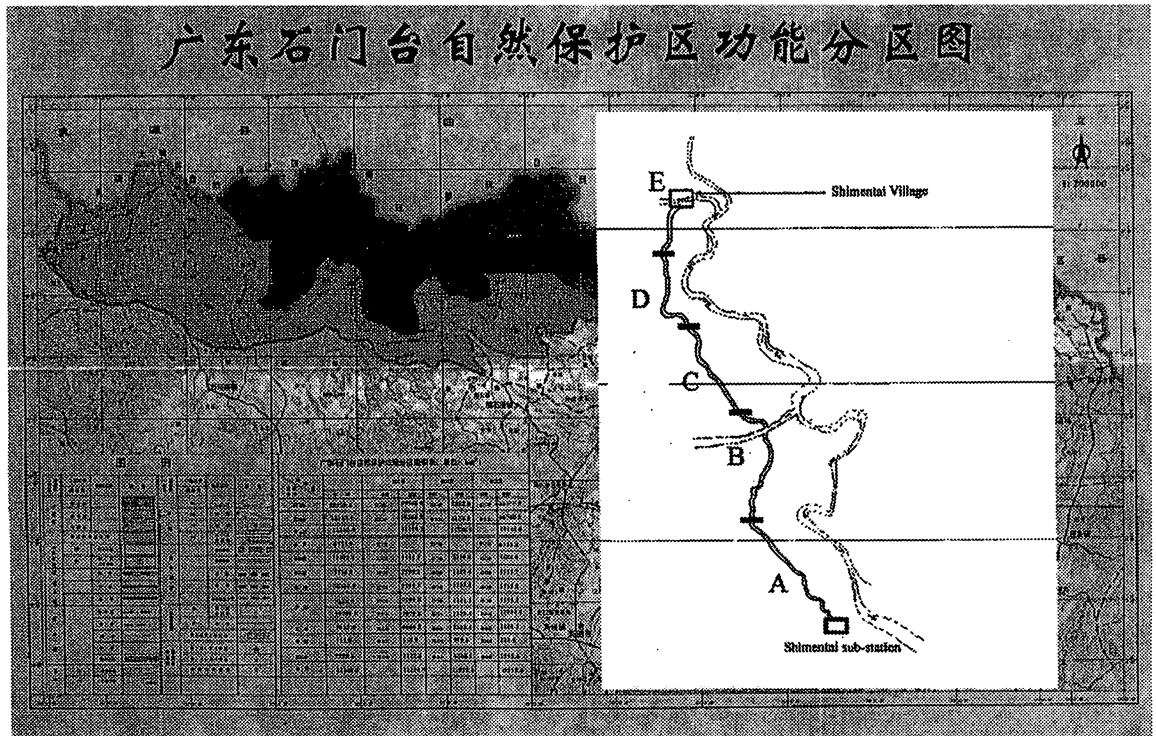


Fig. 1 Monitoring site in Shimentai Nature Reserve with the route (12km) divided into A, B, C, D and E sections (2~2.5km each).

small hill. This section is complicated in habitats with some grassland.

Section E: Starts from a small hill, passes downwardly by a secondary forest and some vegetable fields and reaches at Shimentai Village and its vicinity. This section is the most open places within the core area of the reserve, and cultivated lands mainly for vegetables are rather fragmentary. The Village is small with about 20 families there. There is a broader river passing by the village.

## (2) Methodology

### ① Monitoring tools

Monitoring paper sheet (recording form), insect net, watch, ballpoint pen or pencil, thermometer, camera, field glasses, pictorial guidebook for butterflies, *etc.*

### ② Frequency of monitoring

At least 2 successful recordings per month were planned during the project period. For the autumn and winter season, this plan was easy to be accomplished since the weather condition is rather good. In the spring and summer, 3~4 tries per month were needed to meet the requirement because of rainy and heavily cloudy weather. The number of butterflies obtained from 2 successful monitoring is added together to obtain the number per month for each species.

### ③ Butterflies monitoring, collecting and identification

The method used in our monitoring is "transect recording" (Fig. 2), a method widely conducted in European countries and Japan. A monitoring walk was done between 9:00 AM and 3:00 PM.

A recording table of butterflies probably seen along the monitoring route was compiled in advance.

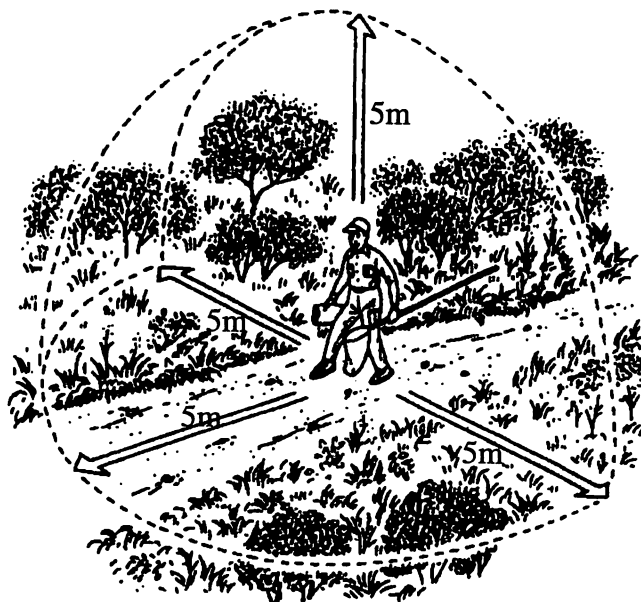


Fig. 2 Transect recording (after Yata 1996).

At the beginning of monitoring, the temperature and weather condition (windy, sunshine or cloudy) were recorded. The recorders, walking along the route at a steady pace, counted all the species seen within the width and height of about 5m and within a range about 5m ahead of the recorders.

Due to the long distance of the route, recorders of 2 groups were started simultaneously from the both ends, and met together at section C.

Unlike the situation in England, butterflies in Shimentai were not easy to be identified during the recording time except for some large and common species. So the recorders always had to catch butterflies for confirmation. Some species were released after identification, but some others, particularly those of the families Lycaenidae and Hesperidae, that couldn't be identified in the field, were taken back to the laboratory.

Identification of butterflies was mainly based on Chou (1994, 1998), Osada *et al.* (1999), Gu & Chen(1997), Wang & Fan (2002), and D'Abrera (1982~1986).

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

#### (1) Butterflies Number (Fig. 3)

During our survey, 5,237 individuals of butterflies were confirmed. About 200 individuals mainly in the families Lycaenidae and Hesperidae could not be identified, however, because they were flying high in the sky.

At the family level, the recorded numbers of butterflies are as follows: Papilionidae (971), Pieridae (1,087), Danaidae (392), Amathusiidae (81), Satyridae (855), Nymphalidae (971), Acraeidae (18), Libytheidae (27), Riodinidae (103), Lycaenidae (367), Hesperidae (365).

These data are presented in Fig. 3. It is seen from the Fig. 3 that 4 families are predominant: Pieridae, Papilionidae, Nymphalidae and Satyridae account for nearly 75% of the total number of individuals. This

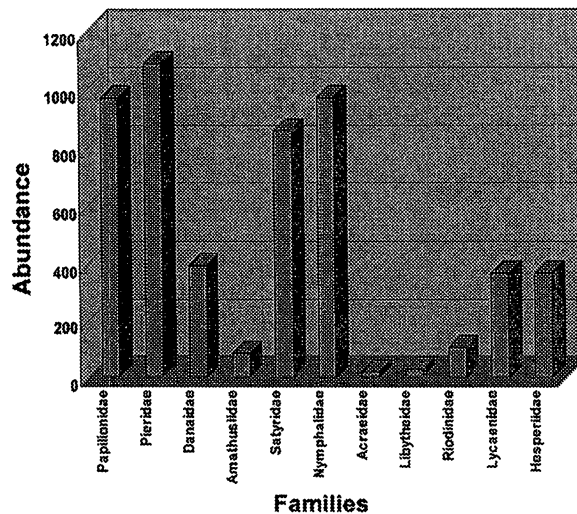


Fig. 3 The total number of butterflies recorded at family level at Shimentai Substation.

is because these families contain many common and popular species.

Considering the number of butterflies by section of the monitoring route (Fig. 4), Section E ranked first (1,663), followed by Section A (1,238), Section D (882), Section B (749) and Section C (705). It is suggested that Section A and Section B, rather open and disturbed by human activities, are more suitable for larger and commoner species.

The seasonal occurrence of abundance of butterflies is quite apparent, with the highest number of butterflies recorded in May (838), followed by June (744), July (701), with the lowest in January (90) (refers to Fig. 5). Due to the recording area located in subtropical region, most of the butterflies occur almost all the year apart from the winter season. So, there are no distinct generation divisions as those in temperate regions, such as in Britain. Except for December to February, butterflies are abundant in number, particularly in the spring and summer seasons.

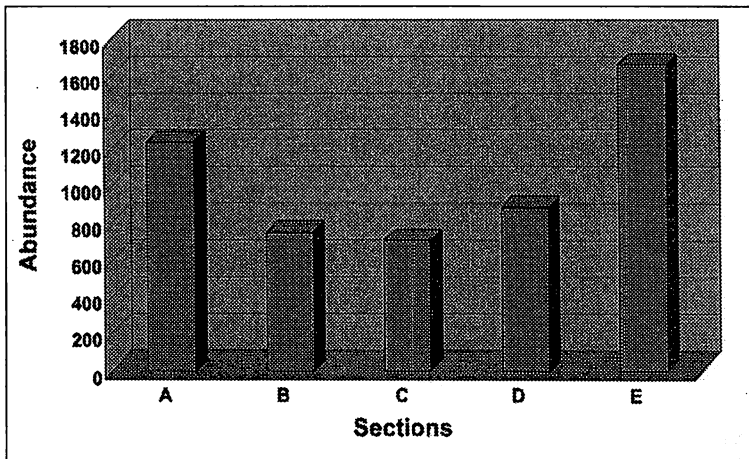


Fig. 4 The number of individuals (abundance) recorded by section at Shimentai Substation.

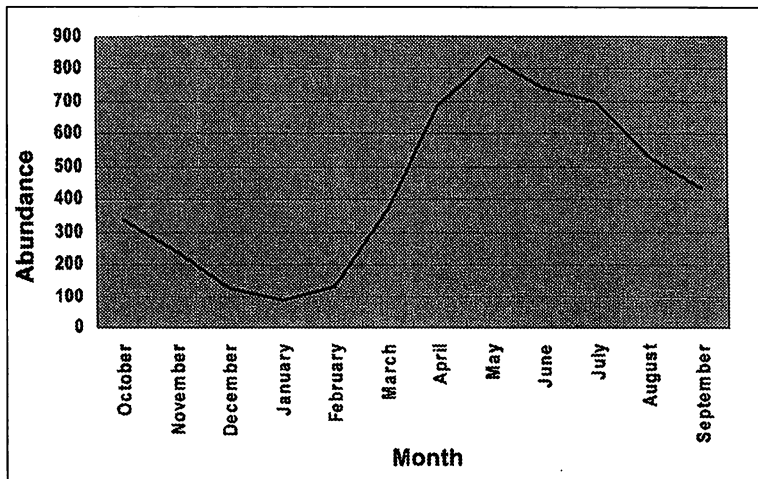


Fig. 5 Monthly fluctuation in the number of individuals (abundance) recorded at Shimentai Substation.



## (2) Butterflies Species

During the monitoring period, 162 species in total of butterflies belonging to 11 families were identified. This figure represents 45.5% of the total species that we recorded in the Reserve in PRO NATURA FUND 2001 (356 spp.). In addition, 8 species were newly recorded from the reserve, i.e., *Athyma zeroca*, *Lethe mekara*, *Mycalesis panthaka*, *Ypthima multistriata*, *Y. tappana*, *Celaenorrhinus* sp. (Fig. 6, A), *Tagiades menaka*, *Pithaura marsena*, *P. stramineipennis* (Fig. 6, B). 31 species are the first records for Shimentai Substation. The differences in species number between 2001 and 2002 in the site are summarized in Table 1.

Table 1 The number of species recorded in 2001 and 2002 in Shimentai Substation.

Fam. year	Papilion- idae	Pier- idae	Dana- idae	Amathusi- idae	Satyr- idae	Nymphal- idae	Acrae- idae	Libythe- idae	Riodin- idae	Lycaen- idae	Hesperi- idae
2001	22	15	9	4	15	31	1	1	3	17	13
2002	21	16	8	3	19	36	1	1	6	22	29

Note Data on 2001 (2001. 10-2002. 09) is from Wang, *et al.* (2003)

Table 1 show that new records of species were added to the families Hesperidae (16), Lycaenidae (22), Nymphalidae (5), Satyridae (4), Riodinidae (3) and Pieridae (1). In contrast, the 3 species in the families Papilionidae, Danaidae and Amathusiidae recorded in 2001 were not confirmed in 2002.

The butterfly species were most rich in Section B (150 spp.), followed by Section D (148 spp.), C (140 spp.), E (124 spp.) and by section A (118 spp.) (Fig.7).

Comparing between Fig. 4 and Fig. 7, it is found that the number of individual and that of species at each section are not correlated in proportion. The number of individuals is rather few in Sections B, C and D (Fig. 4), while the species numbers in these sections are much higher (Fig. 7). This is largely due to the environmental differences at each section. Sections A and E are actively used by agriculture, and there were living wastes of human and animals which can be food resources of butterflies, as well as some cultivated food plants of larvae. Sections B, C and D are located within the natural forests with well

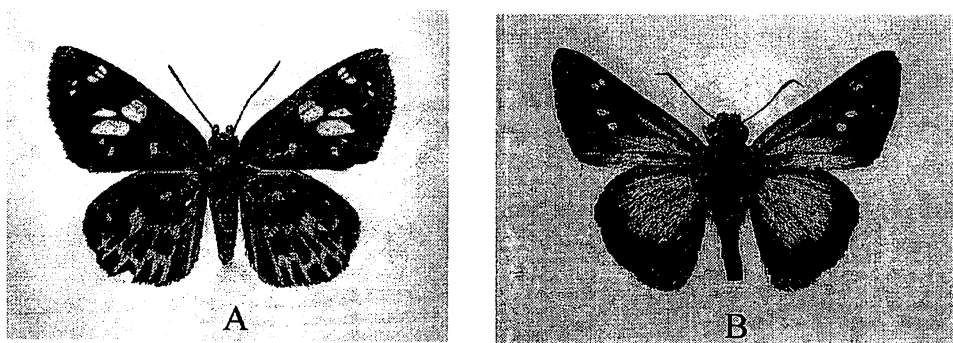


Fig. 6 2 skippers of the 8 newly recorded butterflies in 2002 from Shimentai Natural Reserve.

A : *Celaenorrhinus* sp. B : *Pithaura stramineipennis*

preserved habitats, and only some forest-living butterflies occur there, such as members of Lycaenidae and Hesperidae.

Concerning the seasonal occurrence, butterfly species are most rich from April to August; the largest number was recorded in May, while the smallest one in January (Fig. 8). This correlated with seasonal changes: there were many butterflies in the spring season when many plants were in blossom and new buds and leaves appeared.

### (3) Rarity or Abundance of Butterflies

The 58 species of butterflies existing in UK are divided into common and rare species according to

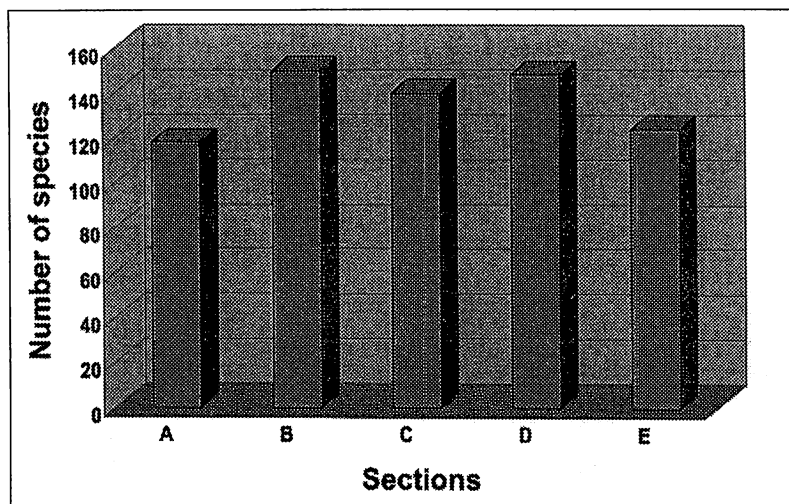


Fig. 7 The number of species recorded by section at Shimentai Substation.

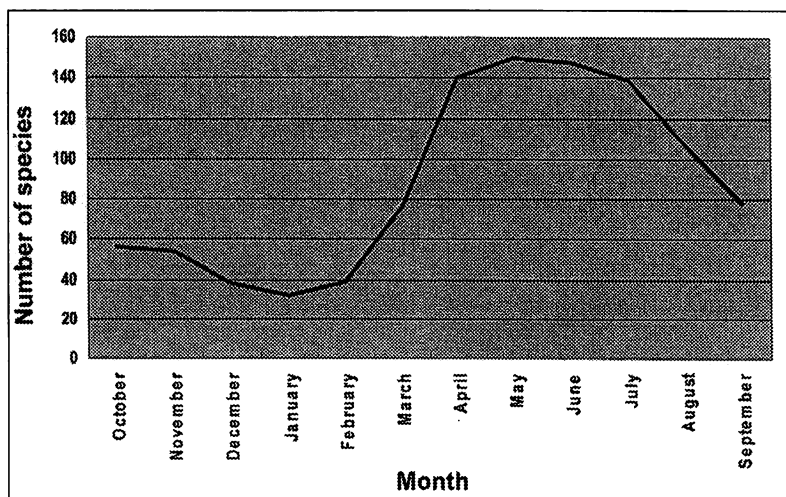


Fig. 8 Monthly fluctuation in the number of species recorded at Shimentai Substation.

the monitoring result since 1970's. However, such a division is rather difficult for butterflies in Shimentai due to diversified habitats and the large number of butterfly species. Here, we tentatively classify the butterflies into 5 categories according to the numbers of individuals counted during the monitoring period, *e.g.*, Sporadic: 1~10; Rare: 11~30; Common: 31~50; Very common: 51~100; Dominant: more than 100 individuals (Table 2).

It seems that most species of butterflies belong to rare, common and dominant categories, with sporadic one includes mainly species of the families Lycaenidae and Hesperidae, while wide spread species belong to Pieridae, Papilionidae, Danaidae and Satyridae.

Table 2 Rarity or abundance of butterfly species in Shimentai Substation.

Sporadic: 1~10; Rare: 11~30; Common: 31~50; Very common: 51~100; Dominant: 100>

Categ. Families	Sporadic	Rare	Common	Very common	Dominant	Total
Papilionidae	3	6	4	7	1	21
Pieridae		1	6	6	3	16
Danaidae		2	2	3	1	8
Amathusiidae		2	1			3
Satyridae	1	6	4	7	1	19
Nymphalidae	3	20	9	4		36
Acraeidae		1				1
Libytheidae		1				1
Riodinidae	4		2			6
Lycaenidae	10	8	3	1		22
Hesperidae	15	13	1			29
Total	36	60	32	28	6	162

#### **(4) Factors Affecting Monitoring Results**

There are many factors affecting butterflies activities. It seems that one of the most important factors affecting butterfly flight is weather, particularly the temperature.

In general, butterflies do not fly in very cool weather, regardless of sunshine. This is particularly prominent in the family of Papilionidae. However, a very small number of species in the families Pieridae, Satyridae and Lycaenidae can be recorded at low temperature (10°C) in winter. Another important factor is the sunshine, since many butterflies prefer sunny places in forests; excessive sunshine will make butterflies hide under the shade of leaves or rest on the water site.

Rainfall also affects flight of butterflies; very small rain with semi-fine sky seems to be suitable for flight, but butterflies stop their flight in heavy rain with dark sky.

Wind hardly affected the flight of butterflies in the study site except for extremely strong wind which was rarely encountered.

Other factors affecting butterfly counts include food resources of adults and larvae such as nectar flowers and sap, water site such as stream or small pond and hill or open spaces in the forests. As a general rule, sections or route with more diversified habitats will support much more butterflies species in it.

#### **(5) Suggestions for Butterfly Monitoring in Subtropical Region**

Monitoring of butterflies is a long-term scheme which can provide unique information as clearly shown by British Butterfly Monitoring Scheme. It is also indicated that a large scale monitoring including many sites at different regions can supply valuable data for comparative study.

In order to promote butterfly monitoring and to improve their conservation in subtropical regions, a kind of school class is needed to train and qualify volunteer recorders who will conduct monitoring at natural reserves, countryside and cities.

As for Shimentai, we will continue the monitoring in collaboration with the staffs of the reserve to gather the data for long term use in S. China.

#### **ACKNOWLEDGEMENTS**

We would like to express our sincere thanks to Pro Natura Foundation-Japan & The Nature Conservation Society of Japan for support of the project, and also to Prof. Pang Xiongfei, Mr. Xie Guozhong and the officials and staffs of the Shimentai Natural Reserve for joining and facilitating our monitoring.

#### **REFERENCES**

- Bascombe, M. J., *et al.* 1999. *The butterflies of Hong Kong*. Academic Press, London.
- Chou, I. (ed.). 1994. *Monographia Rhopalocerurum Sinensium*. Zhengzhou.
- Chou, I. 1997. *Classification and Identification of Chinese Butterflies*. Zhengzhou.
- Chou, I., Wang M., *et al.* 1999. *Illustrations of Chinese Butterflies*. Zhengzhou.
- Collins, N. M. & J. A. Thomas. 1989. *The Conservation of Insects and Their Habitats*. Academic Press, London.

- D' Abrera, B. 1982-1986. *Butterflies of Oriental Region I-III*. Hill house, Victoria.
- D' Abrera, B. 1990-1993. *Butterflies of Holarctic Region I-III*. Australia.
- Goldsmith, B. 1991. *Monitoring for Conservation and Ecology*. Chapman & Hall, London.
- Gu, M.-B & P-Z. Chen. 1997. *Butterflies in Hainan Island*. Beijing.
- Ishii, M. 1996. Visiting Monks Wood, the cradle of British Butterfly Monitoring Scheme. *Insect & Nature* 31(14):5-8.
- Ishitani, M. 1996. Ground beetles as environmental indicators. *Insects & Nature* 31(12):2-7.
- Pollard, E. & T. J. Yates. 1993. *Monitoring Butterflies for Ecology and conservation*. Chapman & Hall, London.
- Makibayashi, I. 1992. Some methods of evaluating environment, using butterflies? A case study in Saitama Prefecture. *Insects & Nature* 27(8):22-26.
- Osada, S., et al. 1999. *An Illustrated Checklist of the Butterflies of Laos*, P. D. R. Tokyo.
- Pinratana, B. A. 1983-1992. *Butterflies in Thailand*.1-6. Thailand.
- Pullin, A. S. 1995. *Ecology and Conservation of Butterflies*. Chapman & Hall, London.
- Tanaka, B. 1992. ER method, environmental evaluation by means of faunal composition of butterflies. *Insects & Nature* 27(8):14-27.
- Sunose, T. 1996. Environmental evaluation by means of transect counts. *Insects & Nature* 31(14):9-12.
- Yata, O. 1996. A guide to the transect recording of butterflies. *Insects & Nature* 31(14):2-4.
- Yata, O. & K. Ueda. 1996. The Red Data Lists of butterflies in Japan, 1992, four years after. *Insects & Nature* 31(13):2-5.
- Wang M., Yata, O., Fan X.-L. & M. Tian. 2003. A survey on biodiversity and conservation of butterflies in Shimentai Provincial Natural Reserve. *Ann. Report of Pro Natura Fund* (12):125-145.

## 要 約

### 石門台国立自然保護区におけるチョウ類のモニタリング

王 敏, 茫 駁凌, 田 明文

中国南部の広東省、石門台(シメントイ)国立自然保護区(東経113°01′~113°46′、北緯24°17′~24°31′、面積822,260km<sup>2</sup>)において2002年10月~2003年9月にかけて、チョウの保全を目的として、トランセクト法によりチョウのモニタリングを実施した。石門台自然保護区の中でも特によく保存されたコア地域となっている「石門台」に全長12kmの調査ルートを設定し、さらに環境の違いによってこのルートを5つの区間(A~E、各区間2~2.5km)に分けた。調査にあたっては、通常の「トランセクト法(ルートセンサス法)」を用い、2002年10~2003年9月にかけて12月~1月は2週間に1回、その他の月は週1回の間隔で実施した。調査の実施にあたっては、保護区の管理スタッフや地域の生徒、学生にも調査法を普及、指導しながら調査に参加させた。

その結果、この期間中に合計162種、5,237個体を確認した。これは、我々が2001年度PRO NATURA FUNDの助成による石門台自然保護区におけるチョウ相の調査(2001年10月~2002年9月)によって得られた総種数(356種)の45.5%にあたる。今回、さらに8種のチョウ(*Athyma zeroa*, Nymphalidae; *Lethe mekara*, *Mycalesis panthaka*, *Ypthima multistriata*, *Y. tappana*, *Celaenorrhinus* sp., Satyridae; *Tagiades menaka*, *Pithaura marsena*, *P. stramineipennis*, Hesperidae)が同保護区で新しく記録された。

種数、個体数とも5月に最大ピーク、1月に最小ピークを迎える。区間Eの個体数、種数が他の区間より常に多かった。A区間も総じてEに次いで多いが、シーズン(雨期にあたる4~7月)は各区間の差がほとんどなくなった。アゲハチョウ、シロチョウ、マダラチョウの各科は総じて個体数の多い種を多く含み、一方、シジミチョウ、セセリチョウ科は個体数の少ない種が多い傾向がある。生息地選好性の点から考慮すると、シジミチョウ科とセセリチョウ科においては、アゲハチョウ、シロチョウ、マダラチョウ科に比べて、生息地選好性の幅が狭く環境の変化に敏感な種がより多く含まれると考えられる。

以上の結果から、チョウの保全の方策の一つとして正確な同定作業にもとづく長期間にわたるデータの集積を継続するモニタリングが必要であることが強く示唆された。

(推薦者: 矢田 脩)