

はじめに

プロ・ナトゥーラ・ファンド（略称P.N.ファンド）助成の「PRO NATURA（プロ・ナトゥーラ）」とは「自然のために」という意味のラテン語です。1990年10月に第1期の助成を開始して以来、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行っています。今期までに助成したテーマは、国内・海外あわせて131件になります。

今回の第7期助成では、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経て、国内外21の団体に1996年10月より1年間の助成を行いました。

本報告書は、第7期（1996年度）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利用されるよう願ってやみません。

1998年11月1日

財団法人日本自然保護協会 会長 沼田 眞

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7期助成>

第7期助成の概要 3

国内研究助成

【日本の地形レッドデータブック】第二集【中部日本編】の作成 7

イリオモテヤマネコ集団の保護をめざした遺伝子多様度の評価 11

韓国におけるユーラシアカワウソの生態及び保護に関する研究 15

中海本庄工区の種多様性に関する調査 23

ひるがの湿原保護のための基礎研究 31

非破壊計測によるギフチョウ蛹期の野外における成虫形成の解明 39

半野生ジカの給餌が栄養と個体群動態に及ぼす影響

— 1997年に起きた金華山島のシカの大量死— 45

ザトウクジラの鳴音による個体識別と保全への貢献（特徴量抽出方法の検討） 53

国内活動助成

【マダガスカルの鳥類フィールドガイド】の出版 61

伊豆大島でのウミガメの繁殖と漂着状況 63

中山間地域における人工湿原の観察と保護活動 65

北海道自然保護読本【野付・風蓮・春国岱の自然】の作成、発行 67

ナチュラリスト講座テキスト作成 69

日本における【自然の権利】運動の記録（～1997.6） 71

車軸藻類の絶滅・絶滅危惧種の保護と自然界への復元に関する教育研究 73

海外研究助成

中国、秦嶺山脈におけるキンシコウの分布、生息地、保護戦略に関するプロジェクト 79

中国安徽省における森林オオカミ保護のためのホームレンジ、パックサイズ、
及びニッチェに関する研究 95

ウスリーにおけるシマフクロウの生息状況と保護のための対策に関する研究 109

天童森林公園における植生復元及び保安全管理に関する研究 125

富栄養化し、濁度の高いハンガリー・バラトン湖における
草食性甲殻類の捕食者としての精確な評価 145

南アフリカ共和国西海岸におけるコシャチイルカの潜水行動・生活域・回遊について 153

プロ・ナトゥーラ・ファンド<第6期助成>

北太平洋におけるラッコの死亡要因の解明 169

プロ・ナトゥーラ・ファンド

第7期助成

第7期助成の概要

プロ・ナトゥーラ・ファンド助成事業は、自然保護のための調査研究および保護・普及活動のための市民活動に助成する、(財)自然保護助成基金と(財)日本自然保護協会による共同事業です。

96年度(第7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、1996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を経て助成対象を決定しました。応募総数は48件で、次頁一覧のように国内研究助成8件、国内活動助成7件、海外研究助成6件の計21件に助成をおこないました。このうち継続助成は国内の1件で、助成総額は約2,200万円でした。

今期は前期に次ぐ21件という多数の助成を行いました。テーマとしてはイリオモテヤマネコやギフチョウといった絶滅の危機にある野生生物種の生息環境の保全を目的としたテーマが多かった点と、特に国内活動助成で普及啓発に向けた印刷物の作成が多かったことが今期の特徴となりました。また、海外研究助成では過去最多の6件を助成しました。

なお、第6期助成成果報告書に掲載できなかった報告書で、今回掲載したものは次の1件です。

国内研究助成

- ・北太平洋における海洋哺乳類(鰭脚類およびラッコ)の死亡要因の解明

1996年度 (第7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(千円)
・国内研究助成				
1	「日本の地形レッドデータブック」第2集(中部日本編)の作成	日本の地形レッドデータブック作成委員会	小泉 武栄	2,000
2	イリオモテヤマネコ集団の保護をめざした遺伝子多様性の評価	哺乳類遺伝的多様性研究グループ	増田 隆一	1,400
3	韓国におけるユーラシアカワウソの生態及び保護に関する研究	カワウソ研究グループ	安藤 元一	1,730
4	中海本庄工区の種多様性に関する調査	汽水域研究グループ	國井 秀伸	1,150
5	ひるがの湿原保護のための基礎研究	岐阜大・東北大共同ひるがの湿原研究グループ	西村 由紀	1,100
6	非破壊計測によるギフチョウ蛹期の野外における成虫形成の解明	天竜村ギフチョウ研究会	野牧 君夫	900
7	半野生ジカの給餌が栄養と個体群動態に及ぼす影響	金華山島シカ研究グループ	高槻 成紀	1,000
8	ザトウクジラの鳴音による個体識別と保全への貢献	大型鯨類生態保全研究会	加藤 由香	1,000
・国内活動助成				
9	「マダガスカル鳥類フィールドガイド」の出版	マダガスカルの鳥研究会	バツヤニナ ラコトナ	1,200
10	伊豆大島でのウミガメの繁殖と漂着状況	みどりの地球大好き会	村上 博基	200
11	中山間地域における人工湿原の観察と保護活動	水辺の未来を考える会	紙谷 智彦	700
12	北海道自然保護読本(野付岬・風蓮湖の自然)の発行	(社)北海道自然保護協会	俵 浩三	700
13	ナチュラリスト講座テキスト作成	(社)大阪自然環境保全協会「ナチュラリスト講座」	大野 尊信	450
14	日本における「自然の権利」運動の記録(～1997.6)	自然の権利セミナー	佐久間 淳子	400
15	車軸藻類の絶滅・絶滅危惧種の保護と自然界への復元に関する科学的調査と教育研究	車軸藻研究教育グループ	野崎 久義	1,000
・海外研究助成				
16	中国秦嶺山脈の四川キンシコウの分布と生息地と保護戦略について	李保国(中国) 西北大学生物学科		1,300
17	中国安徽省における森林オオカミ保護のためのホームレンジ、バックサイズ、及びニッチェに関する研究	胡小龍(中国) 安徽大学生物系		1,500
18	ウスリーにおけるシマフクロウの生息状況と保護のための対策に関する研究	Sergey Surmach(ロシア) ロシア科学アカデミー		969
19	天童森林公園における植生復元及び保全管理に関する研究	宋永昌(中国) 華東師範大学		1,200
20	富栄養化し、濁度の高いハンガリー・バラトン湖における草食性甲殻類の捕食者としての機能の精確な評価	Laszlo G. Toth(ハンガリー) ハンガリー科学アカデミー		1,100
21	南アフリカ共和国西海岸におけるコシャチイルカの潜水行動・生活域・回遊について	Jeremy David(南アフリカ) 海洋水産研究所		1,000
助成金総額				21,999

『日本の地形レッドデータブック』第二集 『中部日本編』の作成

日本の地形レッドデータブック作成委員会

小泉武栄¹⁾・青木賢人²⁾・鈴木郁夫³⁾・守屋以智雄⁴⁾・小林詢⁵⁾
松本繁樹⁶⁾・海津正倫⁷⁾・原芳生⁸⁾
三島正資¹⁾・関秀明⁹⁾・目代邦康¹⁾・酒井啓¹⁰⁾・山野隆夫¹¹⁾

Compilation of red-data book on landforms in central Japan

Compilation committee for red-data book on Japanese landforms

Takeei Koizumi¹⁾, Tatsuto Aoki²⁾, Ikuo Suzuki³⁾, Ichio Moriya⁴⁾,
Makoto Kobayashi⁵⁾, Shigeki Matsumoto⁶⁾, Masatomo Umitsu⁷⁾,
Yoshio Hara⁸⁾, Tadashi Mishima¹⁾, Hideaki Seki⁹⁾, Kuniyasu Mokudai¹⁾,
Satoru Sakai¹⁰⁾, Takao Yamano¹¹⁾

わが国ではここ30年ほどの間、国土の改変や自然破壊が猛烈な勢いで進められ、このため動植物や植物群落だけでなく、貴重な地形や重要な地形も少なからず破壊されてしまった。地形の保護はこれまで、動植物に比べて著しく立ち遅れてきたが、近年、地形の重要性に対する理解が進んだことを受けて、ようやく保護の対象とみなされるようになりつつある。今回、重要な地形を開発などによる破壊から守るために、「保存すべき地形」のリストを作成することを計画した。今年度作成したのはこのリストの中部日本編で、関東地方、中部地方の1都14県を対象にし、都県ごとに地形学者に依頼し作業を進めてもらった。リストアップされた地形の数は関東地方が642、中部地方が502に上っている。県による精粗があるので、今後、追加と訂正の作業を終えてから、個々の地形についての解説を加え、何分冊かに分けて出版する予定である。

1. 本研究の目的と意義

地形はそれ自体、動植物や地質、土壌などととも自然を構成する要素として重要なものである。

また国立公園などの優れた景観をつくりだしたり、過去の環境を示したりすることから、観光や地学教育、自然史教育、環境教育などにおいても欠く

¹⁾ 東京学芸大学(Tokyo Gakugei Univ.)
²⁾ 東京大学・大学院(Univ.Tokyo)
³⁾ 新潟大学(Niigata Univ.)
⁴⁾ 金沢大学(Kanazawa Univ.)
⁵⁾ 信州大学(Sinshu Univ.)
⁶⁾ 静岡大学(Shizuoka Univ.)
⁷⁾ 名古屋大学(Nagoya Univ.)
⁸⁾ 大正大学(Taisho Univ.)
⁹⁾ 古今書院(Kokon Shoin)
¹¹⁾ 慶応義塾高校(Keio Univ. High School)
¹²⁾ 水戸南高校(Mito-minami High School)

このできない存在になっている。さらに干潟やさんご礁、湿原、痩せ尾根、崖などのように動植物のすみかとして重要な地形もある。しかしながらわが国ではここ30年ほどの間、国土の改変や自然破壊が猛烈な勢いで進められ、このため動植物や植物群落だけでなく、貴重な地形や重要な地形も少なからず破壊されてしまった。たとえばダムの建設や河道の直線化、護岸工事などにより自然河川はほぼ壊滅してしまっし、河畔砂丘や落堀もごくわずかになった。自然海岸の割合も55%を切っている。

地形の保護はこれまで、動植物に比べると著しく立ち遅れてきた。しかし近年、社会全体において地形の重要性に対する理解がいくらか進んだことを受けて、ようやく保護の対象とみなされるようになりつつある。

私たちは1992、93年度にPNファンドの助成を受けて『日本の地形レッドデータブック 第一集』を作成し、94年2月に226ページの印刷物として刊行した。これは当時、破壊が進められていたり、あるいは開発などで破壊の恐れがある地形を、全国的にリストアップしたものである。地形の保護を正面から訴えた最初の出版物であったためか、この書物の刊行に対しては思いがけず社会的に大きな反響があり、新聞や雑誌などでもたびたび取り上げられたりした。しかし、これはあくまで「地形破壊黒書」というべき性格のものであり、これとは別に「保存すべき地形」のリストが求められていた。

今回企画したのはこの「保存すべき地形」リストの中中部日本編である。リストの作成は全国的に急ぐ必要があるが、費用の点からもあるいは作成にあたる研究者の負担の点からも、今回はこれが精一杯のところであった。今後は日本全国のリストの完成を目指して、順次、企画をたて、報告書を刊行していくつもりである。

2. 作成の手順

関東地方、中部地方の1都15県を対象にし、各都県ごとにその地域に詳しい地形学者を代表とす

る小委員会を設け、作業を進めてもらった。リストアップされた地形は研究代表者である小泉と、事務局長である青木の二人が主に編集作業にあたり、とりあえず52ページの冊子にまとめた。リストに掲載された個々の地形の解説については、一部の県はすでに完成しているが、多くの県では現在まだ作業中である。

3. 「保存すべき地形」の選定基準

すべて地形を保存の対象とすることは困難だし、現実的でもない。このため今回はある一定の基準を満たすものを「保存すべき地形」として取り上げた。ただ、リストで取り上げたものが、「保存すべき地形」のすべてではなく、情報や資料がないため、今回のリストから漏れてしまったものも当然、存在する。それらについては次回に登録していきたいと考えている。

さて「保存すべき地形」にはその性格や重要さにおいて、さまざまの程度のもが含まれている。今回のリストアップにあたっては次のような基準を設け、これらの条件に該当するものを選定した。

(1) 選定基準

- ①：日本の地形を代表する典型的かつ稀少、貴重な地形
- ②：①に準じ、地域の自然を代表し、地形学の教育上重要な地形
- ③：多数存在するが、中でも典型的な形態を示し、保存することが望ましい地形
- ④：動植物の生育地として重要な地形

中には②④というように複数の理由によって選定される地形もある

(2) 保存状態のランクづけ

それぞれの地形を保存状態により、次の4つに区分した。

A：現在、保存状態がよく、今後もその継続が求められる地形

B：現在、低強度の破壊を受けている地形、今後

保全を進め、破壊要因を取り除かないと、変形・消滅の恐れがある

C：現在、著しく破壊されつつある地形、または大規模開発などにより破壊が危惧される地形

D：重要な地形でありながら、すでに破壊され、存在しない地形

このランクづけは「絶滅危惧種」とか「危急種」とかを記載した、動植物のレッドデータブックとは明らかに性格が異なっているが、このまま放っておくと地形の破壊が進む恐れがあるため、まず「保存すべき地形」をリストアップし、破壊や開発に対する歯止めにしよというものである。この点、絶滅が危惧される群落を記載した「植物群落レッドデータブック」(日本自然保護協会)と、基本的に同じ考え方に立ったものといえる。

なお自然河川や河畔砂丘、落堀のような「絶滅危惧地形」といったものもありうるので、全国的にデータがそろった時点で、本物の地形のレッドデータブックの作成も企画したいと考えている。

(3) 地形の分類 (カテゴリー)

地形を作り出した作用によって、抽出された地形を分類した。

I：変動地形 (活断層崖、地割れなど)

II：火山地形

III：河川地形

IV：気候地形 (氷河地形、周氷河地形、風食地形など)

V：海岸地形

VI：組織地形 (地質を反映した地形、カルスト地形、鬼の洗濯岩など)

VII：その他の重要な地形

成因が複合している場合は、V VI、V IVのように表現した。

(4) 記載の順序

このリストは自然保護や環境保全の資料として活用してもらうことを目的にしているので、記載にあたっては、地形分類優先でなく、各都県をいくつかの地域に分け、それぞれの地域ごとにどのような「保存すべき地形」があるかを、順番に記載した。またある特定の地区に「保存すべき地形」が多数集中している場合は、地形分類上多岐にわたるものも一緒にまとめてある。したがってある村にある「保存すべき地形」はまとめて掲載してある。

記載の例

<東京都奥多摩地区>

三頭山の岩塊斜面 IV② A 岩塊斜面 (なし)

桧原村 記載者

<群馬県 前橋・高崎・館林地区>

館林の河畔砂丘 III② B 河畔砂丘 (なし)

館林市・邑楽町 記載者

4. 研究の成果

現在のところ福井県を除く15都県のリストができたところである。

リストアップされた地形の数は次の通りである。

関東地方

茨城県	121	栃木県	37	群馬県	121
埼玉県	61	千葉県	90	東京都	99
神奈川県	113				

中部地方

山梨県	186	長野県	51	新潟県	54
岐阜県	26	静岡県	99	愛知県	16
富山県	27	石川県	43		

この報告書ではとりあえず、リストを編集し、提出することで、研究報告書に代えるが、県による精粗があるので、今後、追加と訂正の作業を終えてから、個々の地形についての解説を加え、何冊かに分けて出版する予定である。

Summary

In recent three decades Japanese nature were severely destructed by economic development. Not only animals, plants and plant communities but also important landforms were considerably destructed. In order to protect the important or rare landforms from such destruction, compilation of the list of preservative landforms were planed. The book of list is named "red-data book on Japanese landforms". Criteria of list up of landforms are as follows;

- ① typical, rare and precious landforms which represent Japanese nature
- ② landforms which represent regional nature and are important in geomorphological education.
- ③ exist many but typical and preservative landforms
- ④ landforms which are important for habitat of plants and animals

In this year 1146 important landforms in central Japan were picked up. Researches were done by geomorphologists in each prefecture. The list will be published soon with detailed interpretation.

イリオモテヤマネコ集団の保護をめざした遺伝子多様度の評価

哺乳類遺伝的多様性研究グループ

増田隆一¹⁾・大館智志²⁾・押田龍夫¹⁾・野呂美幸³⁾

Analysis of genetic variety on the Iriomote cat population for their conservation

Research Group of Genetic Variety of Mammals

Ryuichi Masuda¹⁾, Satoshi Ohdachi²⁾, Tatsuo Oshida¹⁾, Miyuki Noro³⁾

本研究の目的は、イリオモテヤマネコの起源、系統進化、集団内の遺伝的多様性を明らかにして、今後の保護対策を検討することである。そこで、ミトコンドリアDNAおよびマイクロサテライトDNAについて多様性を分析したところ、集団内の個体変異はほとんど検出されなかった。それに対し、遺伝的に近縁な大陸産ベンガルヤマネコ集団では多様性がみられた。この結果は、イリオモテヤマネコ集団の遺伝的多様性が極度に低下し、急激な自然環境の変化に対する適応性や新しい病原体に対する抵抗性が低下している可能性を示唆している。多様性の低下は、西表島に隔離された後の遺伝的浮動または近交化によりもたらされたものと考えられる。この結果は、進化の過程で培われた西表島の生態系や自然環境を十分に保存すると共に新しい病原体の侵入を防ぐことが、イリオモテヤマネコの保護対策に重要であることを示唆している。

目的

イリオモテヤマネコは沖縄県西表島だけに生息する野生ネコ科動物である。現在、その個体数は100頭前後と推定されており、適切な保護対策を構築していくことは緊急課題である。本調査の目的は、遺伝子分析を通して、イリオモテヤマネコの起源、これまでにたどってきた系統進化の過程、集団内の遺伝的多様性を明らかにして、今後の保護対策を検討していくことである。

分析方法

1) サンプルング

①西表ワイルドライフセンターの協力のもとに、

交通事故および生態調査捕獲の際に、合計25頭のイリオモテヤマネコの筋肉・血液・体毛などの組織を採取した。また、対馬支庁の協力のもとに、ツシヤマネコのサンプルングを継続している。大陸産ベンガルヤマネコ、ならびに、他のヤマネコ類のサンプルングについては、種々の動物園の協力を得た。

②死亡個体から採取した筋肉組織は、1 x 1 x 1 cm程度を70%エタノールに保存した。生態捕獲個体から採血した血液1~2mlは、運搬後-80℃にて凍結保存した。体毛は、数十本を引き抜いた後、常温または4℃にて保存した。

¹⁾ 北海道大学理学部附属動物染色体研究施設(Chromosome Research Unit, Faculty of Science, Hokkaido University)

²⁾ 北海道大学低温科学研究所(Research Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University)

³⁾ 北海道大学大学院地球環境科学研究科(Graduate School of Environmental Earth Science, Hokkaido University)

1) ミトコンドリア DNA 解析

- ・動物組織からフェノール/プロテイナーゼ K/SDS 法により DNA 抽出を行った。
- ・遺伝子増幅法 (PCR 法) によりミトコンドリア DNA (mtDNA) の高可変遺伝子 (D-loop) 領域を増幅した。
- ・その PCR 産物について、ジデオキシ法により塩基配列を決定した。
- ・塩基配列を決定し、個体差の有無を検討した。

2) 集団遺伝学的解析

- ・染色体 DNA の高多型の遺伝子であるマイクロサテライト DNA について、PCR 法により対立遺伝子を検出した。イエネコ DNA から単離されたマイクロサテライトの PCR プライマーを用いた。
- ・対立遺伝子の遺伝子頻度を算出することにより遺伝子多様度 (ヘテロ接合度) を計算した。
- ・イリオモテヤマネコ集団および他のネコ科集団の遺伝子多様度と比較検討した。

結果と考察

我々は PCR 法を用いた遺伝子分析法を改良することにより、米粒ほどの筋肉組織、1 滴の血液など、微量な試料からの遺伝子分析を迅速に行うことができるようになった。このような分析方法では、サンプリングの際に、野生動物に余りストレスをかけないという利点がある。

ミトコンドリア DNA は核 DNA に比べて、数倍以上速い進化速度をもつことが知られており、動物集団間・内の変異を調べるのに適している。その中でも D-loop 領域 (約 600 塩基対) は最も変異に富んでいる遺伝子領域である。しかしながら調べた限りでは、イリオモテヤマネコ集団において D-loop 領域の個体変異は検出されなかった。

次に、9 つのマイクロサテライト DNA について分析し、各遺伝子座における対立遺伝子頻度と遺伝子多様度 ($h = 1 - \sum P_i^2$, P_i : 各対立遺伝子の頻度) を算出した。その結果、対照群として用いたアジア大陸産ベンガルヤマネコ集団の平均ヘテロ接合度は約 0.6 であったのに対し、イリオモテヤマネ

コ集団で多様性がほとんどみられなかった。既報 (Menotti-Raymond and O'Brien, 1995) のネコ科の平均ヘテロ接合度は 0.6 前後である。この結果は、イリオモテヤマネコ集団の遺伝的多様性が極度に低下していることを示唆している。現在のイリオモテヤマネコの推定個体数が 100 頭前後であることを考えれば、分析した 25 頭はその約 4 分の 1 にあたるため、今回のデータはイリオモテヤマネコ集団の実態を十分反映しているものと思われる。また、これまでに分析した 5 頭のツシマヤマネコについても、遺伝的多様度は低い傾向がある。このようなイリオモテヤマネコおよびツシマヤマネコが多様性の低下は、西表島ならびに対馬に隔離された集団のサイズが小さかったため、遺伝的浮動または近交化によりもたらされたものと考えられる。私たちはこれまでの分子進化的分析により、イリオモテヤマネコ集団は今からおよそ 20 万年前にアジア大陸からやってきたものと推定している (Masuda *et al.*, 1994)。この期間に西表島の自然環境に徐々に適応しながら、(その時々々の環境に対して) 有害な遺伝子を集団から排除してきたならば、遺伝的多様性の低下が即、絶滅に向かいつつあることを意味するものではないかもしれない。しかし、現在のイリオモテヤマネコ集団において、「急激な自然環境の変化に順応する能力」や「新しい病原体の侵入に対する抵抗力」が低下している可能性が予測される。このような研究成果と考察に基づく、進化の過程で培われてきた西表島の生態系・自然環境を十分に保全するとともに新しい病原体の侵入を防ぐことが、イリオモテヤマネコの保護対策には極めて重要であると考えられる。

今後、ツシマヤマネコ集団の多様性分析についても重点をおきながら、さらに新しい DNA マーカーと分析個体数を加えて、日本産ヤマネコ集団の多様性を詳細に評価していきたい。

謝辞

本研究調査に助成していただきましたプロ・ナトゥーラ ファンドに深く感謝いたします。また、

貴重な試料のご提供とご助言をいただきました、
環境庁西表ワイルドライフセンター・阪口法明氏、
琉球大学・伊澤雅子氏、鹿児島大学・阿久沢正夫
氏、対馬支庁・丈下剛司氏、上野動物園・伊東員
義氏、秋田市大森山動物園・小松守氏に御礼申し
上げます。

Summary

In this study, we analyzed genetic variety on the Iriomote cat population for their conservation. First, we examined mitochondrial DNA sequences and reconstructed molecular phylogenetic trees based on genetic distances. Our results indicate that the Iriomote cat population diverged from continental populations of the leopard cat about 0.2 million years ago, in agreement with the geological formation date of the Ryukyu Arc including the Iriomote Island. Next, we investigated heterozygosity of nine microsatellite loci, and found no variation of the loci in the Iriomote cat population, while the leopard cat population showed a heterozygosity similar to that seen in populations of other wildcat species. The low genetic variation observed in the Iriomote cat population could have been brought through genetic drift and/or inbreeding during the geographic isolation. Since this could lead to a low flexibility to environmental change and a low immunological ability against new invaded pathogens including viruses, it is very needed to conserve the present environment and ecosystem in the Iriomote Island and to prevent introduction of new pathogens into the Iriomote Island.

韓国におけるユーラシアカワウソの 生態及び保護に関する研究

カワウソ研究グループ

安藤元一¹⁾・佐々木浩²⁾・孫成源³⁾・関丙允³⁾・韓盛鏞³⁾

Ecological and conservational study of the Eurasian River otter in Korea

Otter Research Group

Motokazu Ando¹⁾, Hiroshi Sasaki²⁾,

Song Sung Won³⁾, Min Byung Yoon³⁾, Han Sung Yong³⁾

韓国のユーラシアカワウソ *Lutra lutra* の保護のための調査を行った。1996年10月から1997年9月まで、合計73夜にわたり、慶尚南道の湖、全羅南道及び江原道の河川において捕獲を試みたが、捕獲できなかった。しかし、保護された個体が14頭が調査に提供され、死亡した個体8頭は重金属の分析に用いられ、3頭(成獣2頭、幼獣1頭)は発信器を包埋して放獣した。カワウソの重金属の汚染濃度は、他の国と比べカドミウムが高かった。

はじめに

河川や海岸などの陸域と水域が接する移行帯は、生物多様性に富む豊かな環境であり、古くから人間の生活場所として活用されてきた。しかしながら、このような水辺の生態系は、魚類の乱獲、埋立、護岸工事、農業の使用などによって近年急速に破壊が進んできている。特に、カワウソは水辺に沿って線上にしか分布できず、生態的地位の高い動物であるため、こうした経済活動の影響を最も受けて、世界各地で分布を急速に狭めてきている。また、このことは、カワウソの保全が健全な水辺の生態系を保全するための重要な方法の一つであることを示している。

カワウソ研究グループは、1990年に設立され、これまでにニホンカワウソの生息状況調査、韓国におけるユーラシアカワウソの生息状況調査を実施してきた。また、1995年3月に高知市と韓国マサン市において日韓カワウソシンポジウムを、1996年3月にタイのバンコクにおいて国際自然保護連合種の保存の委員会カワウソ専門家グループ(IUCN/SSC OSG)との共催でアジア地区カワウソ専門家会議を、同年11月に埼玉県においてIUCN/SSC OSG会議を、1997年11月にタイにおいてIUCN/SSC OSGとの共催でカワウソの調査及びモニタリング方法についてのワークショップを開催している。

¹⁾環境科学株式会社 大阪府豊中市中桜塚 2-21-7
Kankyo Kagaku Inc., 2-21-7, Naka-sakurazuka, Toyonaka, Osaka, Japan

²⁾筑紫女学院短期大学 福岡県太宰府市石坂 2-12-1
Chikushi Jogakuen Junior College, 2-12-1, Ishizaka, Dazaifu, Fukuoka, Japan

³⁾慶南大学校 韓国馬山市合浦区月影洞 449
Kyungnam University, 449 Wolyoung-dong, Masan, 631-701, S.Korea

目的

ユーラシアカワウソ *Lutra lutra* は、ユーラシア大陸に広く分布する種である。日本においては絶滅した可能性が高いが、韓国においてはまだ広く分布しており、日本と同様天然記念物として保護されている。日本では少なくとも1970年頃までは様々な保全策を行う事が可能であったにもかかわらず、カワウソは絶滅に追いやられた。韓国では経済発展のためにカワウソの生息地が急激に破壊されており、早急に生態調査と野生生物保護についての普及啓蒙を行わなければ日本と同様絶滅する危険性がある。本研究は、韓国の研究者との共同研究として、韓国のカワウソの生息地および重金属・PCBによる汚染を調査し、カワウソの保護のために必要な知識を得ることにより、韓国及びアジアのカワウソの保護に資することを目的としている。

1. カワウソの捕獲

方法

カワウソの捕獲を、島の内陸にある淡水湖 Yuncho ダム（慶尚南道 Koje 島）、内陸部都市近郊の河川 Sumjin 川（全羅南道 kurye）、Jucheon 川（江原道 Anheung）、Tamjin 川（全羅南道 Bamjae）において行った（図1）。

Yuncho においては、1996年10月6-7日、11-13日、26-28日、11月7-9日、12月5-9日に、ハンコックトラップを用いて捕獲を試みた。12月22日-1997年1月5日には、ハンコックトラップに加え、改造したウナギ罠、改造した刺し網も用いた。1月18-20日、1月26日-2月1日にはハンコックトラップと改造したウナギ罠を用いた。Yuncho ダムでは、合計32夜捕獲を試みた。

Sumjin 川においては、1997年3月21日-4月2日に、ハンコックトラップ、改造したウナギ罠、網箱罠、トンネル罠を用いて捕獲を試みた。4月12-17日には、ハンコックトラップとトマホークトラップを用いた。Sumjin 川では、合計17夜捕獲を試みた。

Jucheon 川においては、1997年6月5-11日の6

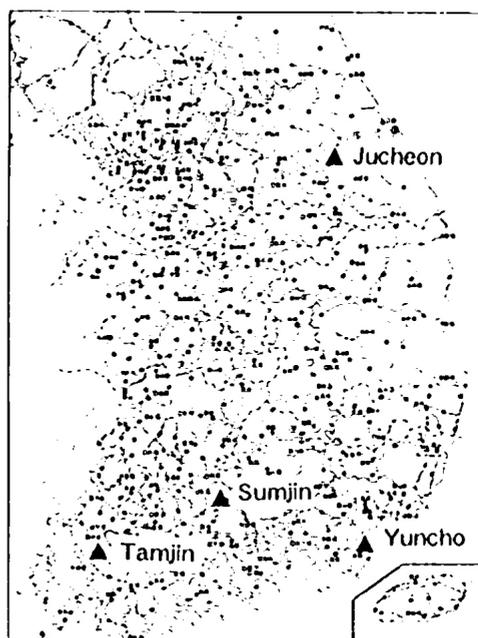


図1. カワウソの捕獲を試みた地点。

Fig.1. Trapping site of otters.

夜、ハンコックトラップとトマホークトラップを用いて捕獲を試みた。

Tamjin 川においては、1996年7月17-20日にハンコックトラップとトマホークトラップを用いて捕獲を試みた。8月1-16日には、ハンコックトラップ、トマホークトラップ、網罠、トラバサミを用いた。Tamjin 川では、合計18夜捕獲を試みた。

以上のように、内陸のダム湖及び河川において、各種の罠を用い、合計73夜捕獲を試みた。

ハンコックトラップは、ビーバー捕獲用の罠を改造したもので、ノートを広げたような状態でセットし、入ってきたカワウソを挟み込むものである。改造したウナギ罠は、筒上の網罠をカワウソが入っても沈まないように固定したものである。改造した刺し網は、刺し網に筒上の網罠を3個取り付けてあるもので、ウナギ罠同様沈まないように固定して用いた。網箱罠は、鉄の箱状の枠に網を取り付けたものである。これらの罠は、一度はいると出にくい形の入り口が取り付けられている。トンネル罠は、川が工事のために小さなコンクリートトンネルだけに水が流れるように変更され

ている時に、トンネルの片方に筒上の網を取り付けてカワウソを追い込で用いる予定であった。トマホークトラップは鉄のワイヤーで作られた箱罠である。網罠は網を壁状に張り、中にカワウソを追い込む予定であった。

結果

すべての捕獲は失敗に終わった。特に、Sumjin川では毎晩ベアのカワウソが観察でき、ダムの下に作られた巣から出入りするカワウソが確認できていたにも関わらず、捕獲にはいたらなかった。しかしながら、6頭のカワウソが保護されて調査に提供された。また、死体が届けられたもの、届けられたが死亡したものは8頭であった。これら14頭についての捕獲地点、各部計測値等については、表1及び図2に示してある。

考察

これまで単独性のカワウソの生態調査が成功しているのは、アメリカのカナダカワウソ *Lutra*

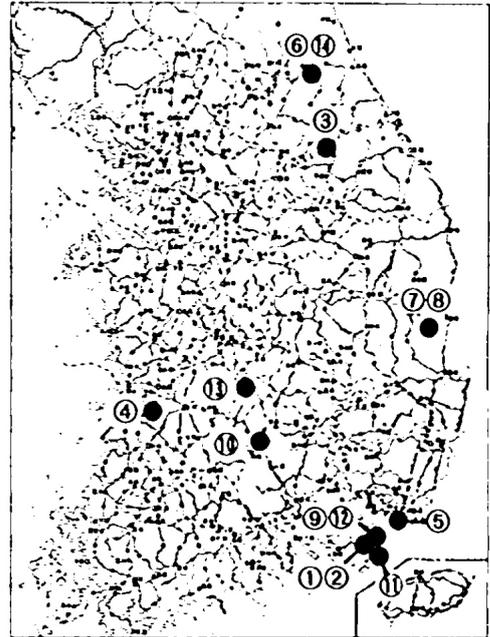


図2. カワウソの保護、捕獲、死体発見地点。番号は表1に示した個体番号である。

Fig. 2. Captured site and sites where dead bodies were found. Numbers show the otter No. in Table 1.

表1. 捕獲されたユーラシアカワウソの各部計測値
Table 1. The measurement of captured otters.

個体 番号	捕獲 地点	性	捕獲日	体重 (kg)	頭頸長 (mm)	尾長 (mm)	頭幅 (mm)	備考
(成獣)								
①	Kucheon	F	1996年9月16日	4.9	620	430	69.5	届けられるが死亡
②	Kucheon	M	1996年9月17日	7.3	650	463	74.9	届けられるが死亡
③	Jucheon	F	1997年4月22日	3.7	620	420	68.0	発信器包埋し、放逐
④	Kimje	M	1997年5月21日	8.2	650	510	77.7	交通事故による死亡個体
⑤	Pusan coast	M	1997年5月22日	8.0	696	474	81.3	内臓破裂による死亡個体
⑥	Inje	M	1997年8月5日*	3.3	600	410	66.0	発信器包埋し、放逐後網で溺死
(幼獣)								
⑦	Kyungbuk Juwang Mt.	F	1997年7月22日	1.3	330	190	-	ソウルの動物園で飼育中
⑧	Kyungbuk Juwang Mt.	M	1997年7月22日	1.3	330	190	-	ソウルの動物園で飼育中
⑨	Okpo	F	1997年7月30日	1.2	360	220	-	ソウルの動物園で飼育中
⑩	Hamyang	M	1997年8月3日	1.1	350	220	54.3	届けられるが死亡
⑪	Jangseungpo	F	1997年8月26日	1.5	390	230	-	発信器を包埋し、放逐
⑫	Okpo	M	1997年8月29日	1.3	400	280	58.0	損傷の激しい死体発見
⑬	Cheonbuk Miju	F	1997年9月3日	0.7	302	175	-	届けられるが死亡
⑭	Inje	F	1997年9月8日	0.8	310	180	51.5	届けられるが死亡

*: 8月5日に連絡を受け取ったが、実際の捕獲日は半年ほど前と考えられる。

canadensisとイギリスのユーラシアカワウソについてだけである。イギリスでは木製の箱罠を1年以上設置してカワウソの警戒心を解いた後、捕獲を行っており、アメリカでは取り扱いの難しいハンコックトラップを使って調査を行っている。

Yunchoでもイギリスの方法を用い、1996年3月から設置していた木製の箱罠を捕獲に用いる計画であったが、ダムの増水によって水没し、捕獲に用いることが出来なかった。アメリカで用いられているハンコックトラップは非常に危険な罠であり、人が接近する可能性があるところには置くことが困難であったため、使用がかなり制限された。インドのピロードカワウソの調査では、トマホークトラップを用いて幼獣2頭の捕獲に成功している。アジアの研究者との議論では、ゴム等を巻いたトラバサミをセットし、近くで待機することによって捕獲直後に罠から離すことができれば、傷を負わずに捕獲が可能ではないかという話もできたが、どの国においても捕獲が調査の大きな障害となっている。今後は、網に追い込むと行ったある程度強引な手法も必要かもしれない。

今回は13頭のカワウソが一般の人々やマスコミの協力によって提供された。2頭は交通事故等による死亡個体だが、5頭は保護後に死亡している。このなかには、養魚場でトラバサミに掛かって捕獲されたものもあり、今後に問題を残している。

2. テレメトリー調査

方法

保護されたカワウソは、落ち着くまでマサンまたはソウルの動物園において飼育し、その後飼育施設内で発信器の包埋手術を行った。包埋手術は、KIM Tae Wook獣医師が主に行い、調査員及び動物園の獣医師が助手を務めた。

飼育中は一日一回生きたドジョウを餌として与えたが、手術前24時間は食事を与えず胃の中を空にした後、ケージ内において麻酔用の吹き矢を用いて麻酔した。不動化した後、下腹部の脇を剃毛し、10cmほど表皮、腹膜と切開し、発信器を腹腔内に挿入した。発信器は腹腔内でただよう形にし

た。その後、腹膜、表皮と順に縫合した。麻酔には、最初はAtrophenとZoletil (VIRBAC co., France)を混合して注入し、追加麻酔はZoletilのみを用いた。Zoletilは0.09cc/kg投与した。カワウソは手術後、傷が回復するまで飼育し、化膿していないことを確認した後、捕獲地点において放逐した。放逐後は、携帯用の受信機とアンテナを用いて追跡を行った。

発信器は、アメリカのAdvanced Telemetry Systems(ATS)製の144MHz帯のもので、Mortalityセンサー内蔵型のModel 12 (電池寿命440日、40g、直径16.2mm、長さ10cm)とModel 17 (電池寿命1095日、110g、直径30mm、長さ10cm)の2タイプを用いた。

結果

発信器は下記の3個体に包埋した。

(1) 個体番号 3 (メス成獣)

Jucheon川(Kangwon-do, Hwangseong, Anheung)で、1997年4月22日に住民がトラバサミによって捕獲した個体である。4月29日に発信器(Model 12)の包埋を行い、同時に足の傷の手当、縫合を行った。術後の経過を見るために飼育していたが、5月14日夜に、乾燥させるために一段高い位置に置いてあった巣箱を、カワウソが暴れて落としたため、飼育室のガラスが割れてカワウソは逃亡した。カワウソを飼育していたのは、マサン湾内の小島Tot Sonに設けられた動物園であり、最も近い陸地までは500m程離れている。16日0時には3.4km離れた河口部にかかった橋の下で休んでいるのを電波によって確認した。その後は、ほとんど橋の下で休んでいるか、近辺を短時間移動するだけであったが、5月21日に豪雨があった後、行方不明となった。マサン湾近辺を車に付けたアンテナを使って何度も探索しているが、現在も見つかっていない。

(2) 個体番号 6 (オス成獣)

Nerimchon川(Kangwon-do, Inje)で捕獲され半年ほど飼育されていたと考えられる。1997年8月15日に発信器(Model 12)を包埋し、9月19日に

放逐した。現地の諸事情から放逐後の追跡がすぐに出来なかった。10月11日に探索したが充分な確認ができず、10月26日に再度探索したところ、魚を捕る袋網にかかって死亡しているのを発見した。10月11日にはおそらくすでに死亡していたと考えられる。

(3) 個体番号 11 (メス幼獣)

Neung-po と Jangsung-po の間の海岸線 (慶尚南道 Koje 島) で 1997 年 8 月 26 日に保護された。村人の話では、石に挟まって動けない状態であったという。ソウルの動物園で飼育を行い、9 月 21 日に発信器 (Model 12) を包埋した。10 月 5 日 11 時 32 分に保護地点で放逐したところ、近くの岩の間にすぐ入っていき、18 時 45 分に別のカワウソが現れ放逐個体と合流した。岩の中から、キューキューと悲鳴のような声が不連続に聞こえていたが、19 時 15 分にさらに別個体が 2 頭のいる岩場に接近し、人間に気付いたためか引き返した。

その後、放逐個体は同じ岩場からほとんど移動せず、他の 1 頭のカワウソと行動を共にしていたが、現在行方不明である。

考察

発信器をカワウソに装着する方法については、アメリカの Dr. Wayne Melquist、イギリスの Dr. Hans Kruuk、ドイツの Mr. Claus Reuther などすでにカワウソの発信機を装着して調査を行っている研究者とも議論し、首輪型、背負子型、包埋型などを比較検討した。カワウソの場合、水中でかなり柔軟に体を動かす事、再捕獲がほとんど不可能に近い場合発信機の再装着を想定する必要がないことなどから、カワウソにとって最も安全で影響の少ない方法として包埋型を選択した。

発信器の包埋については現在の所問題は起きていない。手術後の観察においても化膿等は起こしておらず、無事に放逐できた。現在の所十分な追跡調査ができていないため、方探における問題点は明らかになっていない。カワウソが海岸線を移動する場合の追跡など予想される困難も多いが今後の課題となるだろう。

3. 重金属及び PCB の分析

方法

死亡個体 (成獣①②④⑤の 4 頭、幼獣⑩⑫⑬⑭の 4 頭) については、肝臓、腎臓、筋肉、骨、毛、心臓、肺、胃、腸、膀胱、生殖器について、Cr、Zn、Cd、Pb、Ni、Cu、Fe、Mn、Al の濃度を測定した。幼獣については Ni の分析を行わなかった。

Yuncho ダムの湖岸で 1995 年 11 月から 1996 年 10 月にかけて毎月 11 個の糞を採集し、重金属 (Cr、Zn、Cd、Pb、Cu、Fe、Mn、Al) 及び PCB の濃度の測定を行った。4 個の糞については濃度測定に失敗したため、分析を行ったのは 128 個の糞である。

重金属の濃度の測定は、試料から重金属を硝酸に溶かして抽出し、ICP-AES (JY24, France) を用いて行った。PCB の濃度の測定は、試料を水酸化カリウム等で分解し、濃縮した後、ガスクロマトグラフによって定量する事によって行った。

結果

分析結果は表 2 に示した。カワウソの重金属汚染については、他の国と比べて、カドミウムの値が高く、マンガン、アルミニウム、ニッケルは同等あるいは低いレベルで検出された。特にカドミウムについては、海岸線で発見された成獣個体⑤の値が最も高く (肝臓 4,877ppm、腎臓 14,245 ppm)、内陸部の個体の値は低かった。PCB については、健康に問題があるような濃度では検出されなかった。

考察

カドミウムは腎臓への悪影響が顕著であり、肝臓中の濃度が 20ppm をこえると腎不全を起こす可能性が高くなると言われている。プサンの海岸線で捕獲されたカワウソの肝臓のカドミウム濃度は 20ppm には達していないが、腎臓への悪影響が予想される。カドミウムはメッキ、塗装、電池などに広く使われている。近年、韓国では電池の投棄は禁止されたが、長い間放置されていた。また、艦船への塗装など軍用に使われたものによる汚染は

表2. カワウソの各部における重金属の濃度及びYunchoダムにおいて採集されたカワウソの糞に含まれていた重金属及びPCBの濃度。分析に用いた個体は、成獣①②④⑤、幼獣⑩⑫⑬⑭の8個体である。各濃度は成獣及び幼獣の平均値を示してある。糞については、1995年11月から1996年10月にかけて採集した各月10-11個の糞(総数128個)をPCBの分析に用いた。重金属濃度は、ppm(mg/kg dry)で、PCB濃度はppb($\mu\text{g}/\text{kg dry}$)で示してある。

Table 2. The concentration of heavy metals in otter bodies and that of heavy metals and PCBs in feces at Yuncho. Samples were collected from Adult ①②④⑤, Young ⑩⑫⑬⑭ in table 1. The concentration of heavy metals and PCBs are shown in ppm (mg/kg dry) and ppb ($\mu\text{g}/\text{kg dry}$), respectively.

	Cr	Zn	Cd	Pb	Ni	Cu	Fe	Mn	Al	PCBs
(成獣)										
肝臓	0.02	122.9	1.33	1.17	0.06	12.26	244.0	2.89	2.99	
腎臓	0.01	61.7	3.94	0.66	0.07	8.99	238.3	0.64	2.01	
筋肉	0.02	61.5	0.09	0.13	0.13	4.17	94.1	0.39	4.64	
骨	1.54	164.9	0.32	3.02	0.17	3.78	248.7	2.39	2.14	
毛	1.51	182.6	0.36	9.86	6.00	17.45	897.6	150.60	23.17	
心臓	0.02	74.6	0.01	0.00	0.09	2.44	240.7	0.32	1.47	
肺	0.02	71.2	0.04	0.89	0.11	1.46	480.0	0.28	1.62	
胃	0.03	62.8	0.12	0.05	0.10	3.18	56.5	2.30	1.28	
腸	0.01	75.2	0.58	0.11	0.08	8.70	96.2	2.45	4.91	
膀胱	0.13	90.5	0.04	0.00	0.39	4.85	49.5	0.22	2.11	
生殖器	0.08	28.5	0.01	0.04	0.26	0.88	103.1	0.33	2.13	
(幼獣)										
肝臓	0.01	102.6	0.002	0.001		4.81	148.5	0.59	0.26	
腎臓	0.00	54.7	0.003	0.000		1.50	54.7	0.20	0.47	
筋肉	0.09	56.9	0.000	0.000		0.50	17.6	0.10	0.54	
骨	0.12	50.9	0.000	0.001		0.27	25.2	0.10	2.14	
毛	0.26	166.1	0.005	0.002		7.01	106.4	1.11	5.76	
心臓	0.03	64.4	0.000	0.000		1.90	202.7	0.43	0.15	
肺	0.01	40.7	0.000	0.000		0.88	111.5	0.67	1.58	
胃	0.02	49.7	0.000	0.001		3.98	21.6	0.56	1.63	
腸	0.02	39.5	0.001	0.000		1.47	38.5	0.16	0.44	
膀胱	0.27	66.6	0.002	0.000		2.90	83.1	0.41	1.64	
生殖器	0.11	48.6	0.000	0.000		0.85	39.2	0.21	0.05	
(糞)	0.78	112.5	0.13	1.9		4.3	1455	69.7	103.5	84

把握されておらず、半戦時下にある韓国の情勢ではこれの把握は大変困難である。日本ではイタイタイ病がカドミウム汚染によって引き起こされており、今後注意を要するだろう。

PCBの分析は、内陸の個体の糞についてしかまだ行っていない。餌の残渣である糞から検出された濃度は、餌に含まれている濃度と一応考えることができ、カワウソ自身にはそれ以上の蓄積が予想される。イギリスで糞中のPCBが1mg/kg lipidのところでは大きな問題は起きていないが、7mg/kg lipidのところでは絶滅のおそれがある(Macdonald

and Mason, 1988)。ミンクでは体脂肪中のPCBが50mg/kg前後から繁殖に障害がおこると考えられている。従って、YunchoのカワウソにPCBによる健康被害が起こる可能性は低いと考えられる。しかし、水道に利用されているダム湖で採集した糞からPCBが検出されていることは問題である。カワウソの体へのPCBの蓄積については今後分析を進める予定である。

まとめ

カワウソ研究グループによる調査によって、カ

ワウソは韓国内で最も研究が進んでいる哺乳類になりつつある。この一年でカワウソ調査は軌道に乗り始め、韓国政府もカワウソの調査・保護に取り組む初めている。マスコミの関心も高く、すでにカワウソ調査のテレビ番組が作成され、現在も次の番組の作成が進められている。このように、カワウソに対する関心は韓国において高まりつつあり、天然記念物でありながら具体的な保護の行われていないカワウソの研究が進展していくことによって、韓国内の野生生物保護に対する認識が

高まると期待される。さらに、韓国でのユーラシアカワウソの調査が基礎的なデータ提供、具体的な保護策立案と進展することによって、現在進めているアジアにおけるカワウソ保護の一つの柱になると期待される。

引用文献

Macdonald, S. M. and C. F. Mason 1988. Observations on an otter population in Decline. *Acta Theriologica* 33(30): 415-431.

Summary

Eurasian river otters *lutra lutra* were studied for getting a basic ecological and conservational data in Korea from Oct. 1996 to Sept. 1997. Trappings were conducted in 73 nights using Tomahawk traps, Hancock traps and so on, but no otter was captured. Thirteen otters were brought to us by civic support. Eight dead otter were used for the analysis of heavy metal pollution, and 3 otters were used for telemetric study, and the rest was kept in zoo. One hundred twenty-eight feces were collected from a pond for the PCB pollution analysis. The concentration of Cd in otter bodies was higher than other counties, but that of PCB in feces was low. Transmitters were implanted to three otters. One otter escaped from cage after surgery and was lost, one otter died in a fyke net after release, and one otter was staying about same place of releasing site.



写真1. 発信器の埋植手術

Photo 1. Surgery of implantation of a transmitter.

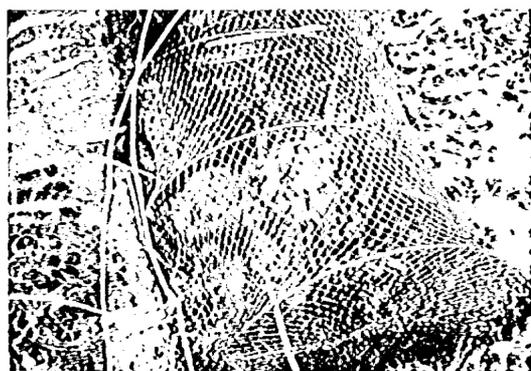


写真2. 魚網で死亡したカワウソ

Photo 2. Dead otter in a fyke net.

中海本庄工区の種多様性に関する調査

汽水域研究グループ

園井秀伸¹⁾・高安克己¹⁾・大谷修司²⁾・清家 泰³⁾・星川和夫⁴⁾
越川敏樹⁵⁾・大塚 攻⁶⁾・神谷 要⁷⁾・矢部 徹¹⁾

On the species diversity of Honjou area in Lake Nakaumi

Investigative group of estuarine and coastal areas

Hideonobu Kunii, Katsumi Takayasu, Shuji Ohtani, Yasushi Seike, Kazuo Hoshikawa,
Toshiki Koshikawa, Susumu Ohtsuka, Kaname Kamiya and Tohru Yabe

干拓が計画されている中海本庄工区において (図1)、干拓に伴う環境影響評価を生物多様性の保全の観点から行うために、工区の水質や種々の生物相の現況把握調査を実施した。本庄工区は堤防に仕切られ閉鎖性が強いにもかかわらず、中海より透明が高く、全リン、全窒素濃度は中海よりも低い傾向があった。塩分躍層が中海より弱いことも特徴である。本庄工区では、動植物プランクトンは汽水域や内湾に特徴的な種類が優占し、海草ではRDB記載種のカワツルモが確認された。ベントスは主に貝類の組成から6つの群集に分けられた。魚類は汽水域に生息する種類が多く70種が出現した。カモ類は冬季に4万羽が飛来し、RDBに記載種のカムリカイツブリ、コハクチョウ、ミサゴなどが確認された。大根島の洞窟からは鳥根県の要保護種のイワタメクラチビゴミシムシが確認された。

以上のように、本庄工区はRDB記載種も生息する生物相が豊かな水域であるといえる。

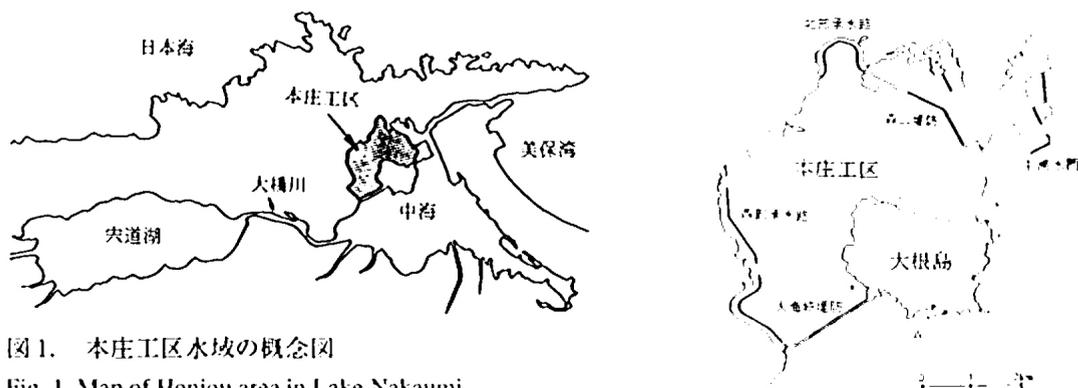


図1. 本庄工区水域の概念図

Fig. 1. Map of Honjou area in Lake Nakaumi.

- 1) 鳥根大学・汽水域研究センター
- 2) 鳥根大学・教育学部
- 3) 鳥根大学・総合理工学部
- 4) 鳥根大学・生物資源科学部
- 5) 安来市立荒島小学校
- 6) 広島大学・生物生産学部
- 7) 汽水域研究センター・客員研究員

はじめに

鳥根県と鳥取県にまたがる中海は、隣接する宍道湖とあわせて我が国最大の汽水湖である。この中海・宍道湖をはじめとする汽水湖は極めて貴重で稀少な生態系を構成しており、その保全には万全を期さなければならないであろう。しかし鳥根県は中海の面積の1/5にあたる1700haという広大な水域である本庄工区の干拓を再開し、農地として利用することを表明した。しかし、未だに本庄工区に関する生物の総合的な調査はなされていない。そこで我々は、干拓に伴う環境影響評価を生物多様性の保全の観点から行うために、水質、動物植物プランクトン、海藻類、魚介類、昆虫類、鳥類など種々生物相の現況把握調査を実施した。

1. 水質

清家 泰

1996年9月から1997年9月にかけて、月1回の頻度で計13回水質調査を行った。本庄工区水質の中海水圏における位置づけを明確にするため、中海水域の平均的水質を示すと考えられる中海湖心についても同時に調査し、比較検討した。塩分、水温、溶存酸素はマルチ水質センサー (YSI model 3800) を用いて現場で測定した。Chl.-aはSCOR/UNESCO法により定量した。T-Pはサンプルを過硫酸カリウムで分解した後、モリブデン-青法により定量した。T-Nは微量全窒素分析装置 (三菱化学、TN-5型) を用いて測定した。

中海湖心の塩分は、上層 (水深1m) で5.9~21.1 (平均14.0)、下層 (湖底上1m) で23.4~30.8 (28.4) であり、本庄湖心はそれぞれ9.2~20.3 (17.4) 及び13.5~23.3 (19.9) であった。上層、下層の塩分差 (平均) は中海湖心が14.4であったのに対し、本庄湖心は僅か2.5であった。この結果は、中海水域の塩分躍層は強固であるのに対し、本庄工区のそれは微弱であることを示す。

透明度は、中海湖心が0.3~2.4m (平均1.5m) であるのに対し、本庄湖心は1.3~4.2m (平均2.6m) であり、中海湖心よりもかなり良好であった。植物プランクトン量をChl.-a濃度で代表させて比較すると、平均濃度が13.0 $\mu\text{g}/\text{l}$ (赤潮時デー

タは除く) であった中海湖心に対し、本庄湖心は平均7.6 $\mu\text{g}/\text{l}$ に抑えられていた。栄養塩 (T-P、T-N) についてみると、中海湖心の65 $\mu\text{g}/\text{l}$ (T-P) および503 $\mu\text{g}/\text{l}$ (T-N) に対し、本庄湖心は59 $\mu\text{g}/\text{l}$ (T-P) および401 $\mu\text{g}/\text{l}$ (T-N) であり、本庄湖心の平均濃度は、中海湖心に比べそれぞれ約1割及び約2割低濃度であった。以上のように、本庄工区は良好な水質を維持していることが分かった。

本庄工区が、森山堤防と大海崎堤防によって仕切られ、閉鎖性が強まったにもかかわらず、中海水域の水質よりもむしろ良好な状態にあるのは一見不思議な現象とも写るが、集水域からの流入負荷が小さいことが、本庄水域の水質悪化を抑制している最大の要因と考えられる。

2. 植物プランクトン

大谷修司

本庄工区湖心、西部承水路および、中海湖心の計3地点で1996年11月から1997年10月にかけて毎月1回採水を行い、植物プランクトンの種類組成とその季節変化を調査した。採水した試料200mlをミリポアフィルター (孔径0.45 μm) で濾過し、その表面に集積した藻類を100倍に濃縮し、光学顕微鏡で種の同定を行った。

本庄工区内からは藍藻1種、渦鞭毛藻3種、珪藻8種、黄金藻1種、緑藻1種の計14種類が出現した。本庄工区の優占種は、内湾や汽水域で普通にみられる珪藻の *Skeletonema costatum*、*Cyclotella* 類、渦鞭毛藻 *Prorocentrum minimum* などであった。本庄工区は中海と同様にとときどき *Prorocentrum minimum* の赤潮が発生する富栄養な水域である。工区内の種類組成は中海とはほぼ同じであり、本水域を特徴づける種類はない。しかし、優占種の季節変化は中海と本庄工区では異なっており、*Prorocentrum minimum* は中海では1996年12月から1997年5月まで長期にわたって優占したが、本庄工区では4月に優占したにすぎない。工区内の出現種数は中海湖心より少く、この原因として、宍道湖や淡水河川など、より低塩分な環境に生育する種類の流入が少ないことが考えられる。

3. 海草及び大型海藻類 國井秀伸・矢部 徹

調査は1996年5月から12月にかけて約6週間おきに7回行った。中海および大橋川の岸辺に調査地点を約3kmごとに24カ所設け、それぞれの地点において幅約1~2m、長さ約10mのコドラートを想定して出現種の被度と群度を記した。また水質として水温と電気伝導度を測定した。

総出現種数は緑藻6種、褐藻3種、紅藻11種、種子植物3種の計23種であった。このなかで最も多く見られたのがアオノリの仲間(*Enteromorpha* spp.)とウミトラノオ(*Sargassum thunbergii*)で、前者は大橋川と中海の全カ所で、後者は中海のほぼ全カ所で見られた。また本庄工区内では危急種である汽水産の水草のカワツルモ(*Ruppia maritima*)も見られた。

出現種には工区内外では大きな差は認められなかったが、種によって分布の中心が異なり、以下のように分けることができた。

1. 全域に生える種: アオノリの仲間、オゴノリ、ムカデノリ。
2. 境水道付近に多い種: ミル。
3. 本庄工区内に多い種: ウミトラノオ、カワツルモ、シオグサ類、イトグサ類。
4. 本庄工区外に多い種: アナアオサ、カヤモノリ、カタノリ、ソクロノリ。
5. 大橋川に多い種: コアマモ、ホソアヤギヌ。
6. 地域的特性はないが希少な種: タマジユズモ、ホソジュズモ。
7. 美保関に出現する種: ペリヒバ、ツノマタ、フダラク、マクサ、オキツノリ。

各調査日の被度を元に主成分分析を行ったところ、本庄工区の種組成は、夏には中海南岸に近く、秋から冬にかけて境水道に近くなることが示された。季節性をなくすために年間最大被度を用いた主成分分析では、工区は境水道と中海南岸の中間的傾向を示した。第1主成分と各調査地点の年平均電気伝導度には強い相関があり、各地域の群集は塩分に依存して推移していることが示唆された。また、過去の観察例との比較から、中海の水生植物相は1977年当時から安定していると考えられた。今回の調査によって本庄工区内で危急種のカワツルモが発見されたことは重要である。カワツルモはヒルムシロ科に属する1年生または多年生

の汽水産水草で、海岸部の湖沼や塩田あとの水溜まりなどに生育する。近年水質汚濁や自然海岸の消滅で生育地が激減しているが、今回の調査で松江野原町弁慶島周辺、同市長海町、手角町にわたる水路で発見することができた。

4. 動物プランクトン 大塚 攻

ネット動物プランクトンは、1997年1月10日、4月8日、7月10日、9月2、3日の4回、中海湖心Sta.4、本庄工区湖心Sta.24、西部承水路Sta.26の3定点で、北原式ネット(網目0.1mm)を湖底上約50cmから水面まで鉛直曳きを行い採集した。動物について分類群ごとに同定、計数し、1立方メートル当たりの個体数(密度)を算出した。

全般的傾向として、群集組成的にはいずれの定点も類似しており、典型的な汽水性種及び強内湾性種から構成されている。典型的な淡水性種の出現はなかった。単位体積当たりの総個体数では常にSta.26が多く(1月 116,877; 4月 35,316; 7月 48,288; 9月 177,618; 平均 94,525)、Sta.4、Sta.24の平均総個体数の2.6-2.9倍に達した。最も優占した動物群は甲殻類のカイアシ類コペポデイド(幼体+成体)で、常に全体の60%以上を占めた。優占種は汽水性の *Acartia hudsonica*、*A. sinjiensis*、*Eurytemora pacifica*、*Sinocalanus tenellus*、強内湾性の *Oithona davisae* の5種で、この中で *O. davisae* がカイアシ類の中ではほぼ常に優占し、35-99%を占めた(図2)。汽水性4種は季節的消長が顕著で、1、4月の冷水期(5.3-12.2℃)には *A. hudsonica*、*E. pacifica*、7、9月の暖水期(22.7-29.1℃)には *A. sinjiensis* が出現し、*S. tenellus* も冷水期に多い傾向が見られる(図2)。Sta.4に比較しSta.24、26は汽水性4種の密度、割合が高い傾向も特徴的である。汽水性種がプランクトン中に出現しない時期には耐久卵として湖底で休眠状態にあると推定される。カイアシ類について密度が高かったのはカイアシ類ノープリウス幼生及び二枚貝・巻貝類ベリジャー幼生、汽水性輪虫 *Brachionus* spp. で、前者は通年出現し、後2者はほぼ7、9月に限り出現した。なお、この時期、Sta.26ではベリジャー幼生

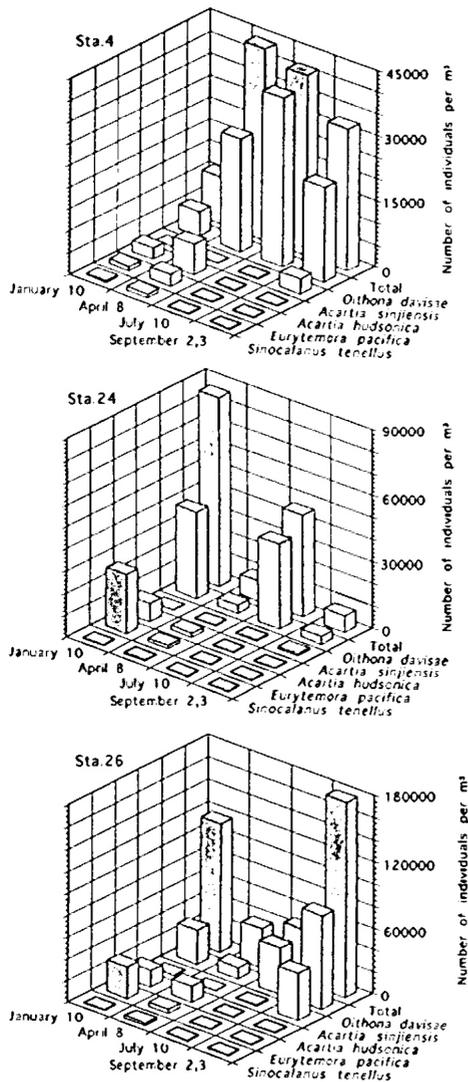


図2. 1997年の中海3定点における動物プランクトンの季節的消長

Fig. 2. Seasonal variation in abundance of zooplankton at 3 stations in Lake Nakaumi in 1997.

の密度 (1m³当たり 3,964-19,924 個体) は Sta.4 の 20 倍以上であった。

いずれの定点の動物プランクトン群集も汽水性種と強内湾性種、特にカイアシ類から構成されているが、本庄工区内、西部承水路が中海湖心に比較し、汽水性種の密度、強内湾性種に対する割合が相対的に高くなっていること、ペリジャー幼生

が著しく密度が高いこと、が特徴として上げられる。特に西部承水路では暖水期でも貧酸素水塊が形成されないことから、プランクトンとともにベントスも豊富でその浮遊幼生 (ペリジャー幼生) の密度も高いと考えられる。

5. ベントス

高安克己

沿岸部以外の本庄工区内および西部承水路の39 地点において、ベントス調査を行ない、貝類、節足動物、多毛類について産出個体数から以下のような群集に区分した。水質の概略も示したが、現段階では群集間に有意な差は認めがたい。

貝類

- ・ホトトギスガイ群集;砂~泥底の水深4~5m、水温25.8~26.1℃、DO20.6~64.3%、塩分12.5~13.9psu。局所的に密集して生息する。

- ・アサリ-ホトトギスガイ群集;大根島北岸の砂底。水深3.4~4.8m、水温25.7~27.0℃、DO39.8~78.2%、塩分11.3~13.0psu。

- ・エドガワミズゴマツボ-ホトトギスガイ群集;工区北部の砂質底。水深2.45~5.7m、水温26.0~26.1℃、DO25.3~82.9%、塩分11.95~14.2psu。

- ・カワグチツボ-ホトトギスガイ群集;工区西部~西南部の泥質底。水深3.1~5.9m、水温25.6~26.4℃、DO33.6~65.4%、塩分12.1~14.1psu。

- ・カワグチツボ-エドガワミズゴマツボ群集;工区西部~西南部の泥底。水深1.7~4.6m、水温23.2~26.0℃、DO37.5~61.8%、塩分12.6~13.8psu。

- ・エドガワミズゴマツボ群集;工区北部の泥底。水深5.7~6.8m、水温25.9~26.0℃、DO26.1~46.8%、塩分14.0~14.1psu。

工区内で貝類が全く分布しなかったのは4 地点あり、それらは北部の森山堤に近い深所または排水溝内にあたる。水深6.0~11.7m、水温11.4~26.0℃、DO0.04~2.92%、塩分13.8~24.5psu。節足動物:ウミナナフシ科 (*Paranthuridae* sp.)、オヒラキヘラムシ (*Cleantiella strasseni*)、ウロコムシ科およびヨコエビ類 (*Gammaridae*) が少々認められるが、全体に非常に貧弱である。西部承水路北端の本庄地先でイソコツブムシが100 個体を

越す地点が認められた。

多毛類：工区にはウミイサゴムシ (*Lagis bochi*)、ハナオカカギゴカイ (*Sigambra tentaculata*)、ミナミシロガネゴカイ (*Nephtys polybranchia*) 等がみられ、とくにウミイサゴムシ・ハナオカカギゴカイ群集は工区北部の泥底に広く分布している。工区内で多毛類を全く産しない地点は排水ポンプ場前の深所とそれに繋がる排水溝内の2地点である。

6. 魚類

越川敏樹

本庄工区水域において、専業漁師によって設置された定地網(俗に、ます網)の漁獲内容から、40科70種の魚類を確認した。特徴としては、汽水性の強いタイプの魚種が大半を占めており、外洋性の魚種は少ない。また、淡水性の魚種は降雨後に混入することがあるが、量的には極めて少ない。

本水域は中海と同様に、冬季から春にかけて種類数が大きく減少する傾向がある。それは、厳寒期の1~3月には低水温を避けて、多くの魚種が外海に移動することによる。したがって、本水域において、低水温期にも移動せず周年にわたって見られる種は、マハゼ、ウロハゼ、チチブ・シモフリシマハゼ・ピリンゴ・ニクハゼなどハゼ科の他に、セスジボラ、クロソイなどであり、種類数は少ない。それに対し、厳冬期を除く時期に長期間にわたって出現する種として、コノシロ、サッパ・ウグイ、ワカサギ・シラウオ・ウナギ・サヨリ・ヨウジウオ・タツノオトシゴ・ボラ・メナダ・ヒイラギ・スズキ・ギンボ・クサフグ・トラフグ・マゴチ・ヒラメなどが挙げられる。よって、年間を通じて、多くに期間上記の種が普通に見られることになる。高水温時を中心に、比較的長期間出現する種として、アカエイ・マイワシ・カククチイワシ・ダツ・クルマサヨリ・トウゴロウイワシ・シマイサキ・スジハゼ・アベハゼ・ヒガンフグ・マコガレイ・イシガレイなどが挙げられる。さらに、その時期に短期間あるいは偶発的に出現するものに、カワヤツメ・ゴンズイ・イカナゴ・テンジクダイ・タチウオ・マアジ・ヒラスズキ・ウミタナゴ・クロダイ・ヘダイ・マダイ・クロサギ・カエ

ルウオ・ムスジガジ・ダイナンギンボ・タケノコメバル・ハコフグ・ホウボウ・など多くが挙げられる。逆に、低水温時に出現するものにイトヨがあり、アユ・サケ・マス・などのサケ目の魚類は早春と秋に見られる。

漁獲の多い種は、コノシロ・サッパ・スズキ・マハゼ・ピリンゴでコノシロを除いて商品価値は高い。やや漁獲の多い種としては、アユ(4・5月)・ウナギ(8~11月)・サヨリ(3~5月)・アカカマス(9・10月)・ヒイラギ(4~11月)・マアジ(8~10月)・トラフグ(周年)・クロソイ(周年)・マゴチ(5~9月)・ヒラメ(周年)などが挙げられる。その他、多くは自家消費程度の漁獲量であるが、大型の個体か、まとまった量が漁獲された場合に商取引される種としてマス類・ダツ・シマイサキ・ギンボ・ウロハゼ・チチブ・シマハゼ・マゴチ・イシガレイなどがある。

7. 鳥類

神谷 要

本庄工区の鳥類については、環境庁の全国一斉調査、建設省の水辺の国勢調査などが実施されている。しかし、それらは、一年に一回から二回程度、冬季に実施されたにすぎない。本調査では、通年的な水鳥調査を行い、本庄工区の季節的な変化を捕らえた初めての調査である。

1996年10月22日から1997年10月28日までに月二回のペースで本庄工区(周開約22km)を巡回調査した(計25回)。調査は、昼間に行い、1kmごとに定点をもうけて観察した。カウントした鳥は本庄工区水面上や水辺にいるものに限り、付近の河川や路上にいるものはカウントしなかった。天候、観察ポイントからの距離により同定できない鳥は、不明種とした。

調査期間中に、本庄工区で確認された鳥は、45種であった。この中にはレッドデータブック記載種(環境庁指定)であるカンムリカイツブリ、コハクチョウ、ミサゴ、が含まれていた。本庄工区の鳥類の飛来数は、冬季に海ガモ類(スズガモ、キンクロハジロ、ホシハジロ)を中心に4万1千羽(19種・1996年12月10)を記録し最大となった。また

これらの海ガモ類すべて飛去した夏期に飛来数は、最小の51羽(9種・1997年5月20日)であった。夏期にはサギ類が増加するが、その数は冬季の海ガモ類ほどではなかった。また、夏期における鳥類の繁殖も確認できなかった。これは、本庄工区内に干潟・浅瀬となる環境がほとんどないこと、ヨシ原の面積が極めて少ないことなどが考えられる。本庄工区では、冬季を中心に海ガモ類の採餌をよく観察しており、海ガモ類の採餌地及び休息地としての機能を果たしているようだ。また、夏期には、サギ類、ミサゴの採餌を確認しており、これらの鳥達にとって採餌地として機能している。シギチドリ類が本庄工区内では確認数が少ないことから、シギチドリ類の渡りの中継地としての機能は、現在は小さいようだ。

8. 大根島溶岩洞窟(竜溪洞)の動物相

星川和夫

中海中央部には多孔質玄武岩からなる大根島があり、2つの溶岩洞窟が知られる。洞窟性動物にとって地下水の水質は重要な環境要因であり、もし本庄工区が干拓されると地下水の置換による洞窟内環境の激変が予想される。そこで島中央部にある第2溶岩洞窟(竜溪洞)において、計4回の動物相調査(1996年:8月8日、1997年:1月18日、4月8日、10月28日)を行った。調査は各回とも1~数名による約3時間の見つけ採りにより行った。後述する動物のほとんどは洞窟内の床に散らばる石(ミカン大~スイカ大)の下から発見された。洞窟の奥は水が溜まり天井が低く調査できなかった。この水量はかなり変動する。洞窟内は湿度飽和しており、その壁や石には菌類が認められた。菌類の発生は4月調査時に最も顕著であり、一抱えもある岩全体が真っ白になっているところも

観察された。

本調査の全体で以下の8種類の動物を採集した: 1) 線虫類の一種、2) コムカデの一種、3) トビムシの一種 [A]、4) トビムシの一種 [B]、5) ナガコムシ科の一種、6) ハサミコムシ科の一種、7) カマドウマ *Atachycines apicalis*、8) イワタメクラチビゴミムシ *Daiconotrechus iwatai*。現在(7)と(8)以外は同定依頼中である。最も個体数が多かったのは(3)であり、毎回かなりの個体数が観察された。2回確認されたカマドウマを除き、他の6種はそれぞれ1回採集されたに過ぎない。イワタメクラチビゴミムシは1個体の採集であるが、この個体は捕食中であり口に餌をくわえていた。この餌は、その形状から(3)のトビムシと判断された。

イワタメクラチビゴミムシは、この洞窟の固有属で18年ぶり5個体目の採集記録であり、鳥根県RDBでは要保護種に指定されている。この属(ダイコンメクラチビゴミムシ属)は、対馬と朝鮮半島南東部の洞窟に広く分布するチョウセンメクラチビゴミムシ属 *Coreoblemis* と南西日本の洞窟に広く分布するノコメクラチビゴミムシ属 *Stygiotrechus* の両方に、形態的に類似しており、メクラチビゴミムシ類の系統関係を考える上でも重要な位置を占める属である。

おわりに

本庄工区は、汽水域に特徴的な動植物プランクトン、魚介類があり、冬季には数万羽の水鳥が飛来する。また、工区内からRDB記載種の水草のカワツルモ、水鳥のカムリカイツブリ、コハクチョウ、ミサゴが、大根島洞窟からは鳥根県の要保護種イワタメクラチビゴミムシが確認された。

以上のように、本庄工区はRDB記載種も生息する生物相が豊かな水域であるといえる。

Summary

Honjou area in Lake Nakaumi is planned to be reclaimed in the near future. We recorded species composition of plants and animals and monitored water quality in 1996 and 1997 from the viewpoint of conservation of biological diversity.

Water quality (e.g. transparency, T-N and T-P) of Honjou area was better than that of Nakaumi. Dominant species of phytoplankton, zooplankton and fish in Honjou area were common brackish species. A brackish water plant, *Ruppia maritima* described in RDB and three species of waterbirds described in RDB were found in the area. A rare and endemic insect in Daikon Island, *Daiconotrechus iwatai* was also found from a cave of Daikon Island.

ひるがの湿原保護のための基礎研究

ひるがの湿原研究グループ

西村由紀・菊池多賀夫

The Fundamental Research for the Conservation of the Hirugano Wetlands

The Hirugano Wetlands Research Group
Yuki Nishimura, Takao Kikuchi

岐阜県郡上郡高鷲村のひるがの湿原は、北方湿原植物と高層湿原の南限として知られている。湿原は約1km四方に広がっていたと推定されるが、戦後9割以上が失われ、現在も開発が進んでいる。比較的気温が高く積雪期も短いため、排水路や富栄養化による高層湿原の荒廃や植生の変化が起こりやすい。実際に、開発や水質汚染などの影響で、天然記念物指定地や保護地でさえも湿原の状態は急速に悪化している。

1. 調査値の概要

(1) ひるがの湿原の位置

岐阜県北西部、郡上郡高鷲村のひるがの高原は、北緯36°00' 東経136°90' に位置し(Fig.1)、日本の高層湿原の南限、ミズバショウやワタスゲなどの北方湿原植物の南限自生地として知られている。標高は約885mで、村の中心部より約330m高い。

ひるがの湿原は、ひるがの高原の中心地域約1km四方にわたって発達していたと考えられるが、現在は細かく分断された湿原が10ヶ所以上に点在し、合計約7haである(Fig.2)。昭和31年に岐阜県の天然記念物に指定された湿原約3.5haは現存せず、その後昭和45年に指定された湿原が約2ha(ひるがの板橋地区ミズバショウ群生地を除く)、村営の植物園や村の保護地になっている湿原が約2.5ha、その他は別荘分譲地など民有地になっていて特に保護を受けていない。

(2) 地形・地質

新生代第四期に入って高鷲村西北部の大日ヶ岳(1706m)の活発な火山活動による噴出物が河川によって運ばれ、ひるがの高原は扇状地となった。その後地盤の隆起と浸食作用によって、数万年前にはひるがの一帯は湖となった。湖底には緻密な砂礫層が堆積し浅くなり、約7千年前から湿原化し泥炭層の堆積が始まった。泥炭層の厚さは平均2.5m、厚いところでは3m以上あった。泥炭層の下には、砂礫層、火山噴出物の層が見られる。しかし、現在湿原の所以外では表土の入れ換えや埋立てが行われ、元の地層が見られる所は少ない。

現在高原を分断している川は、戦後人工的に掘られたもので、それ以前は谷状の河川はほとんど存在しなかったと思われる。

(3) 気象

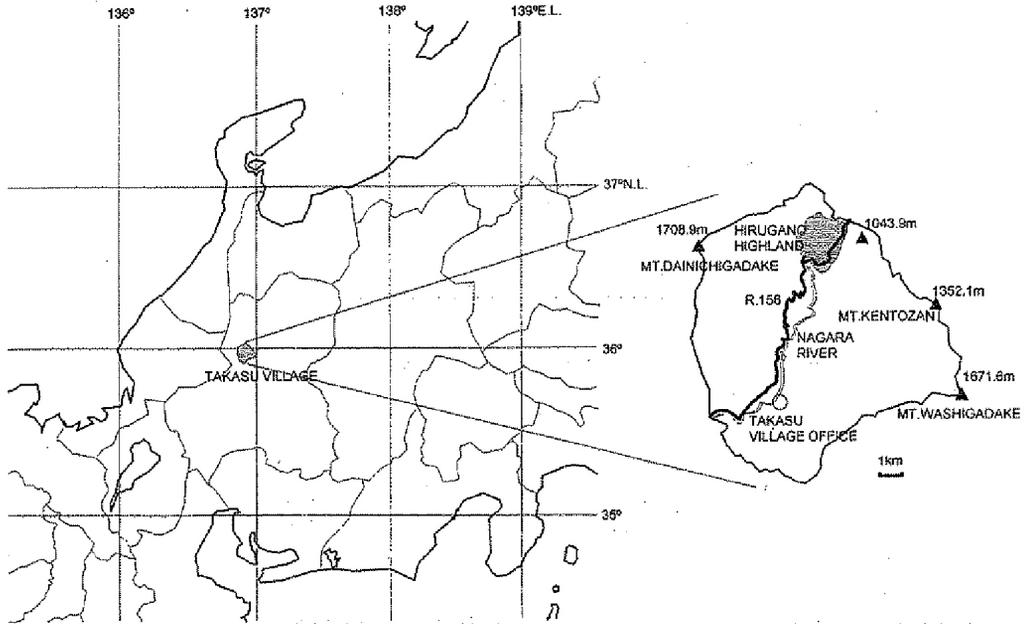


Fig.1 ひるがの高原の位置

Fig.1 The location of the study area.

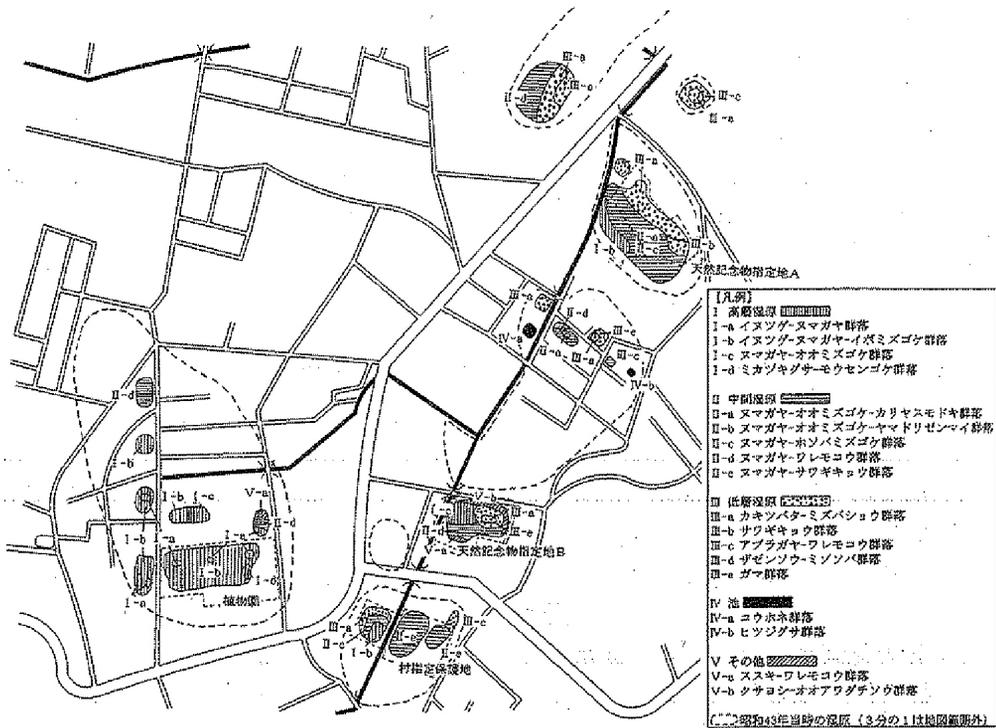


Fig.2 湿原分布図（昭和43年、平成6年）と湿原植生

Fig.2 The location of moors in 1968 and 1994, and the distribution of 18 vegetation types in 1994.

泥炭が発達するには、寒冷な気候か豊富な水が必要である。ひるがの高原は夏季の平均気温が20度を超え、日本国内の他の高層湿原に比べて高いことがわかる (Fig.3)。降水量は、年間を通じて多く、特に夏の降水量が多い。根雪になるのは12月下旬で4月上旬には完全に雪が消え、積雪期は4ヶ月未満である。尾瀬ヶ原や釧路湿原では半年以上雪に閉ざされているのに比べ、ひるがの湿原の積雪期は短い。

気温が高く積雪期が短いことから蒸散量が多いと予想され、ひるがの湿原で泥炭が発達したのは降水量（特に夏期）が多いことと、降水を保水する能力の高い地形が存在したためと考えられる。従って、このような蒸散量の多い南限近くの泥炭湿原にとって、排水が良くなることは致命的であるとえられる。

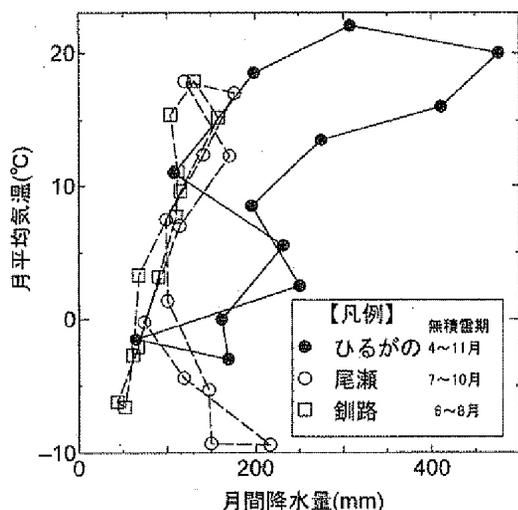


Fig.3 泥炭層が発達する湿原の気候の比較
Fig.3 The climograph and snowfall period of Hirugano and other bogs.

(4) 湿原開拓の歴史と湿原の衰退

昭和初期には、「これよりは廣漠たる蛭ヶ野、中略、付近の展望全く遮るものなく、脚は高く、圍は廣く、意気自ら豁然たるを覚える。」と書かれ (「郡上郡案内」, 1931)、ほとんど手つかずの湿原

が現在のひるがの高原の中心地約1キロ四方に広がっていたと推測できる。

ひるがの湿原の開拓は、第二次世界大戦後から本格的に始まり、国の政策によって満州引揚者を中心に多くの人が入植した。水路の掘削、土壤改良による稲作や牧草栽培、泥炭やミズゴケの採集・売買も行われた。昭和30年代後半から、スキー場ができたことを契機に観光開発が始まり、100軒近い宿泊施設、150面以上のテニスコートなどが湿原を埋め立てて作られた。また、別荘地として細かく分譲され宅地造成が行われた。

昭和43年、現地の小学校で行われた湿原調査では、現在の10倍近い面積の湿原が記録されている。それでも、入植当初に比べると8割方の湿原植物が失われたというコメントが見られる。記録から推定すると、現在残されているのは、入植前の5~10%の湿原面積、2~3%の湿原植物に過ぎない。

現在のひるがの高原の主な産業は、冬のスキー・春のミズパショウ・夏のテニスやキャンプを中心とした観光業、酪農、そして別荘地売買の不動産業などで、未だに湿原の埋め立て開発が続いている。

(5) 湿原に生息する動物

ひるがの湿原には、植物のみならず動物も豊富であることが知られている。今年は直接動物の調査は行わなかったが、文献や気付いた範囲で記載する。

ひるがの高原はホオアカ・オオジシギ・ウズラの岐阜県で唯一の繁殖地であった (「奥美濃路の自然」, 1981)。現在、ウズラが既に絶滅したと考えられ、ホオアカ・オオジシギも個体数を減らしている。今年 (1997年) の春には3番のオオジシギが確認できた。

また、ギフチョウの大量生息地としても知られている。全国でも最も遅い時期 (5月中旬から6月下旬) に発生する生息地の一つで、多くの蝶マニアが訪れる。ギフチョウの幼虫の食草であるヒメカンアオイは、湿原内部から周辺の林に至るまで

広く分布している。しかし、繁殖が全域で行われているかどうかは疑問である。ギフチョウの生息地が調査されないまま、現在ギフチョウの多く舞う湿原周辺や雑木林が別荘地開発によって失われつつある。

その他の蝶、トンボなどの昆虫も豊富であるほか、湿原にはウサギやネズミ類が多く見られ、キツネやフクロウの仲間などの餌場になっている。

2. ひるがの湿原の植物

(1) 主な植物群落

ひるがのの主な湿原10ヶ所で、1m×1mのコドラートを合計240ヶ所設置して植生調査を行った。コドラートの群落被度と群落高、出現する全ての植物種について被度と高さを測定した。調査は初夏と秋に行ったが、初夏の調査はまだ不完全であるため、今回の植生の解析は秋のデータで行った。

調査で出現した植物種は120種。それ以外に湿原植物11種を確認している。まだ調査は不完全であるが、代表的な湿原植生をクラスター分析の結果を参考に、次のように分類した(Fig.2)。

I. 高層湿原

I-a. イヌツゲーヌマガヤ群落 排水路の影響により、極度に乾燥してミズゴケを欠いている。ノギラン、キンコウカが見られる。

I-b. イヌツゲーヌマガヤーイボミズゴケ群落 典型的な高層湿原。レンゲツツジ、イワショウブ、ワタスゲ、キンコウカが多い。

I-c. ヌマガヤーオオミズゴケ群落 シュロソウ、サワシロギク、ヤマラッキョウ、エゾリンドウ、ワタスゲが見られる。

I-d. ミカヅキグサーモウセンゴケ群落 高層湿原の中の木道脇など踏みつけにより荒れて裸地化が進んだところに見られる。ミタケスゲも多い。

II. 中間湿原

II-a. ヌマガヤーオオミズゴケーカリヤスモドキ群落 やや乾燥し、ワタスゲ、コバイケイソウが多い。

II-b. ヌマガヤーオオミズゴケーヤマドリゼンマイ群落 ザゼンソウ、レンゲツツジ、コバイケイソウ

ウが多い。

II-c. ヌマガヤーホソバミズゴケ群落 流水の近くに見られる湿った中間湿原。

II-d. ヌマガヤーワレモコウ群落 土砂の侵入や富栄養化が始まった中間湿原。ザゼンソウやホソバノヨツバムグラ、ミゾソバが目立つ。

II-e. ヌマガヤーサワギキョウ群落 中間・高層湿原に人為的な要因で水が流れるようになったところ。泥炭の流出が始まっている。

III. 低層湿原

III-a. カキツバターミズバショウ群落 緩やかな流れがあり、ノカンゾウ、ワレモコウがある。

III-b. サワギキョウ群落 流れが比較的強く、大雨のときには強く攪乱されることが多い。

III-c. アブラガヤーワレモコウ群落 水位の低い停滞水域に多く、クサレダマ、コオニユリ、ノハナショウブを伴うことがある。

III-d. ザゼンソウーミゾソバ群落 水位の変動が大きく、季節的な乾燥や富栄養化が進んでいる。ノリウツギが見られることが多い。

III-e. ガマ群落 ミズバショウやカキツバタやサワギキョウの群落の水質が富栄養化した所と考えられる。

IV. 池

IV-a. コオホネ群落 比較的水深が深い(15cm前後)。

IV-b. ヒツジグサ群落 水深が浅い(1cm内外)。

V. その他

V-a. ススキーワレモコウ群落 乾燥が進み、アカマツ・シラカバ林への遷移がおこっている。

V-b. クサヨシーオオアワダチソウ群落 湿原が牧草や帰化植物、スギナにとってかわられた。

(2) 雑草の侵入

地表面に水のある湿原に近年ガマが侵入し、徐々に拡大している。その他、水路沿いにはミゾソバ、ヘラオモダカなどの水田雑草も多く見られる箇所がある。ガマやミゾソバや水田雑草の侵入は、昭和50年代に一部が埋め立てられたスキー場向いの湿原、近年あずまやと立派な木道の整備された植物園向いの湿原、湿原の中に人工的に作ら

れたと思われる段差や水路があり古い柵などが残っている天然記念物指定地 B などに見られる。これらの湿原へのガマや水田雑草などの侵入は、開発による自然植生の破壊となんらかの因果関係があると考えられる。また、水の富栄養化や水温上昇とも深く関係していると考えられる（後述、参照 3-(1), (3)）。

その他、オオアワダチソウ、アメリカセンダングサ、クサヨシなどの帰化植物が湿原の中にまで侵入している。また、湿原の周囲には、ススキ、ヨモギ、ヒメジョオン、ムラサキツメクサ、シロツメクサ、ギシギシなどが繁茂し、湿原に向かって徐々に生育地を拡大している。隣接地の埋め立てや水路の護岸工事に伴う土砂の混入、隣接牧草地から堆肥の流入、冬季除雪作業による砂利・土砂の侵入がきっかけとなってこれらの雑草が侵入したと考えられる。一度侵入すると、自らの遺体の堆積により富栄養化と乾燥化が急速に進み、生育地を拡大していると考えられる。

(3) 地域絶滅の心配される湿原植物種

極端に個体数の少ない種や局地的にしか自生していない種が多数あることに気づいた。

ミズトンボの開花個体は1個体のみであった。シオガマガキは自生、移植栽培ともに数個体しか確認されなかった。ヒツジグサは移植個体は多数あるものの、自生はわずか1個体であった。リュウキンカの最後の自生地はほとんどが移植個体であると思われる。

コオホネの自生地は1ヶ所。ミズギクの群生地も1ヶ所。トキソウ、カキラン、キンコウカ、ヌマトラノオも局地的にしか自生していない。これらの自生地は天然記念物や保護地に指定されていないところが多く、早急に保護対策をとらなければ地域絶滅を防ぐことはできない。

今年（1997年）、ひるがの高原板橋地区の湿原（約5ha）が道路工事によって全て埋め立てられ、シラヒゲソウ・ミズチドリ・ヒロハトンボソウ・ミズオトギリ・トモエソウ等の大群生地が失われた。これらの種はひるがののその他の湿原では非常に

個体数が少ないため、絶滅が心配される。特に、ヒロハトンボソウは未だ他で確認されていない。

3. 湿原植生に影響を与える要因の解析

(1) 水位

植物園の2地点、天然記念物指定地 A の1地点において機械による水位と水温の連続測定を行った。また、植物園に11地点、村指定保護地に4地点、天然記念物指定地 B に2地点設置した水位観測井で数回にわたり一斉に水位測定を行った。その結果一番水位変化の大きかった植物園で地下水位はおよそ-80cmから0cmまで変化し、降雨による一時的な変化も大きかった。これは、付近に掘られた排水路の影響であると考えられ、このような場所では樹高の高いイヌツゲやヌマガヤが優占し出現種数も少なく、群馬県玉原湿原において観測された結果（福嶋・高瀬・八住，1991）と一致する。一方、一番水位変化の小さかった村指定保護地と天然記念物指定地 B では、表面水のある場所ない場所とも水位変化は10cm以内であった。天然記念物指定地 A ではおよそ-40cmから0cmまで変化した。水位の高いときには水位は比較的安定していた。

植生の違いは、平均的な水位の違いとともに、水位の変化量にも関係していることが予想された。次年度は、これらに焦点をあてた観測を行う予定である。

地下水の水温は盛夏でも低く保たれ、気温よりも少し遅い9月下旬に現れる最高水温は16度前後であった。ところが、地表面に現れている水は5月から9月初旬にかけて、晴天時に大きく上昇し、特に植物園内に人工的に作られたミズバショウ池は30度以上になることも多かった。低温が必要な高層湿原や北方湿原植物に地表面から水を導水することは難しいことが示唆された。

(2) 掘削水路

湿原に掘られた水路沿いには、低木やススキが生えていることが多い。植物園内の高層湿原に掘られた導水路の周辺で植生調査を行ったところ、

水路内には流水を好むサワギキョウなどが多く見られたが、すぐ側にイヌツゲ、レンゲツツジ、ノリウツギ、ヤマウルシ、ミヤマウメドキ、イヌコリヤナギなどの低木類が成長していた。水路から約2mにわたって直接的な影響が見られた。

天然記念物指定地AおよびBで段差のない表面流水の水路において対照調査を行ったところ、このような木本の進入は見られなかった。掘削水路の影響は、水路断面から酸素が供給されることが原因と考えられる。従って、天然記念物指定地Bのように段差のある所ではこれらの低木が見られることがある。

導水のためでも、湿原の中(特に高層・中間湿原)に水路を掘ること木本の侵入を招き、好ましくない結果を導くことがわかった。

(3) 水質

ひるがのの主な湿原と河川の水質について調べた。調査は紫外線吸光度を測定し、高坂(1997)の方法により、有機物含量の相対値と硝酸態・亜硝酸態窒素量のおおまかな推定を行った。なお、この推定方法では推定値がマイナスとなることもあるが、そのまま図中に示した。測定及び解析にあたっては、岐阜大学流域環境研究センターの湯浅晶教授に指導を受けた。

湿原内の水は、通常の河川よりも多くの有機物を含んでいた。これは、湿原特有のフミン酸をはじめとする有機酸が発生しているためと考えられる。硝酸態・亜硝酸態窒素は、天然記念物A湿原とミズギク自生地、ヒツジグサ自生地、コオホネ自生地ではほとんど検出されなかった。しかし、他の湿原では約0.1~0.3ppmが検出された。これらの湿原には、牧草地が隣接していたり、生活排水や家畜の汚水が流入している。同時に水温も高い。窒素の多い湿原は、ガマやミゾソバや水田雑草が多いことがわかった(Fig.4)。

4. 保護に向けて

ひるがの湿原は戦後の開発によって急激に失われ、現在残っている湿原は1割にも満たない。残

された貴重な湿原の半分近くは保護の対策がとられていない私有地で、いつ埋め立てられて消失するかもしれない。早急に保護地に指定するなどの対策が望まれる。また、天然記念物指定地や保護地でさえも、すぐ隣まで迫った開発行為や水質汚染などの影響で湿原の状態は急速に悪化している。全国でも最も保存状態の悪い湿原の1つであると考えられる。

保存状態が悪いからと言って、保護に値しないということはない。ひるがの湿原は、高層湿原やいくつもの北方植物の南限として学術的に貴重なだけでなく、ミズバショウやワタスゲなどを観光の看板に掲げ、この地域を特徴づける大切な要素となっている。また、人間生活と関わりの小さい山奥の自然だけを保護し、人為的影響が大きく保護が難しい地域の自然を放棄することには問題がある。まだまだ開発が進んでいる日本や世界の状況において、人間活動と従来の自然植生の保護との両立は、重要な課題であると考えられる。

ひるがの湿原は、高層湿原や北方湿原植物にとって、比較的夏が暑く無積雪期が短く厳しい。従って、乾燥や富栄養化の影響を大きく受け、致命的な打撃となる。

中・高層湿原の乾燥を導水によって補おうとすると、水路の法面からの酸素の供給されて低木類が侵入しやすくなったり、水流によって泥炭の浸食や分解が起こり植生が変化してしまう。解決策としては、湿原内部ではなく周辺部の湿原外に水を貯める堀を作るなどが考えられる。低層湿原については、湧き水や地下水による水の供給を確保することが大切で、それらの断絶を人工的に補うことには、水量の安定や水温の問題で非常に難しい。また、自然の供給水であっても、上流部に牧草地や生活排水の流入があるところでは、水の富栄養化が進んで低湿地植物や帰化雑草などにとって代わられていく。

これらの問題を解決するには、湿原と排水路や道路、埋め立て地や農牧地の間に緩衝地帯を設け、自然草地や低木林などを配することが必要であると考えられる。しかし、湿原保護区の拡大とともに

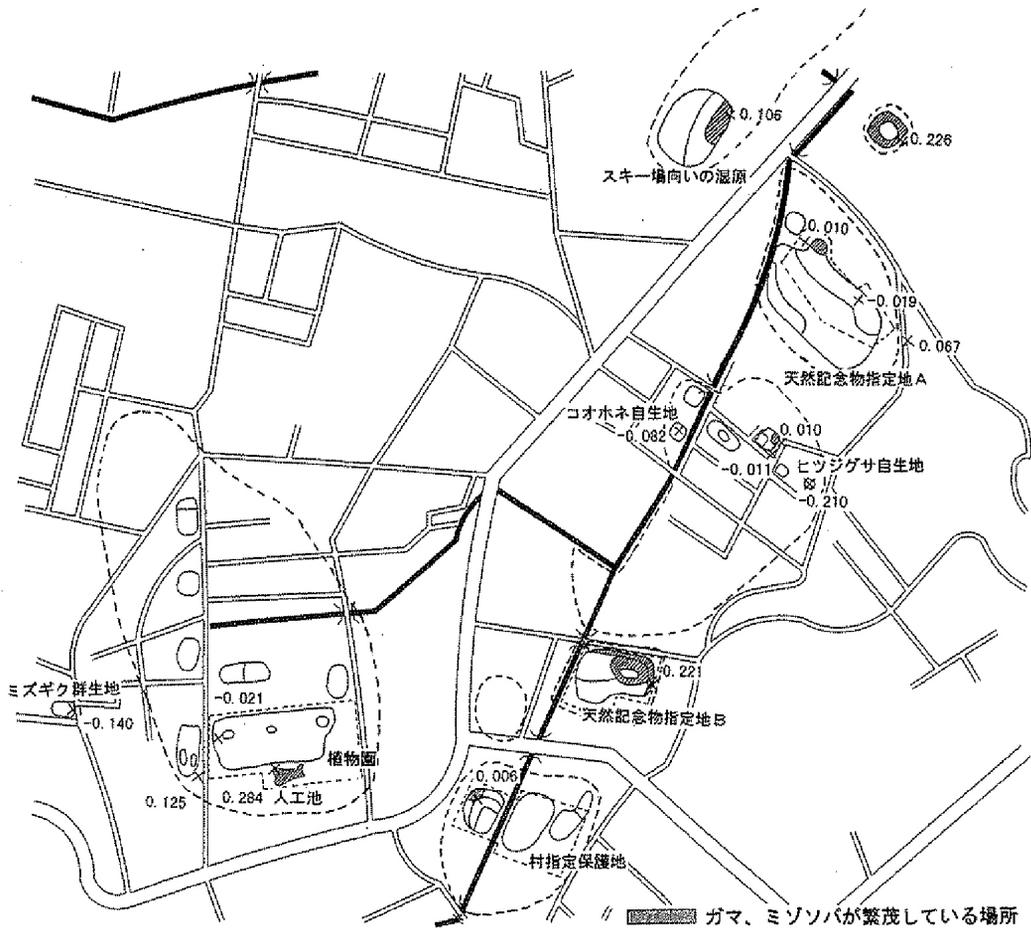


Fig.4 ガマ・ミソソバの侵入と湿原の $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$ 濃度

Fig.4 The distribution of *Typha latifolia* and *Persicaria thunbergii*, and the concentrations of $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$ in several bogs.

に緩衝地帯の確保には地域住民の理解や行政の積極的な推進が必要であり、最大の課題であると考えられる。

参考文献

鷺見源四郎(1931):「郡上郡案内」, 郡上郡地方改良協会
 日本野鳥の会岐阜支部奥美濃ブロック 奥美濃路の自然調査団(1981):「奥美濃路の自然」, 奥濃飛越観光連盟・白山国立公園岐阜県協会

釧路湿原総合調査団(1977):「釧路湿原」, 釧路市宮脇昭・藤原一絵(1970):「尾瀬ヶ原の植生」, 国立公園協会
 福嶋司・高瀬香・八住美季子(1991):「玉原湿原の植生分布に及ぼす排水路の影響」, 森林文化研究 12, 87 ~ 107
 高坂宗和(1997):「紫外部吸収特性による長良川水系の水質評価」, 岐阜大学工学部土木工学科卒業論文

Summary

The Hirugano Wetlands at Takasu Village in Japan, which comprise one of the most southern habitats, are known for having many north-wetland plants and creating Japan's most southern high moor. It is estimated that the wet land area spread over 1sq.km. within Hirugano before World War II. Since then, it has been developing into many small parts less than 10% of its original size. Hirugano has a warmer climate and shorter snow season than any other high moor in Japan. As a result, the impact of human such as the digging waterways and the input of nutrients in soil and water have dramatically changed the vegetation. In fact, even Gifu Prefecture's nature preserves are losing their natural vegetation rapidly.

非破壊計測によるギフチョウ蛹期の野外における成虫形成の解明

天竜村ギフチョウ研究会

野牧君夫¹⁾・鈴木直樹²⁾

Investigation of Adult Formation through the Pupa of *Luehdorfia Japonica* Leech Using Soft X-ray

Tenryu *Luehdorfia* Study Association

Kimio Nomaki¹⁾, Naoki Suzuki²⁾

ギフチョウの蛹期は、6月～翌年4月の約10カ月間である。サナギは夏の暑さと冬の寒さに休眠という状態で対応しつつ、成虫形成をする。この変化を軟X線計測でとらえた。サナギのステージは4つに細分化できた。

(1) 蛹化直後に体が液状化し、急激に成虫形成を開始。(2) 夏の休眠期。(3) 秋に再び成虫形成開始。冬の休眠の準備をし、成虫形成を完成。(4) 冬の休眠期。

1. 目的

アゲハチョウ科のギフチョウは年1化の本州特産種である。生息場所は里山の雑木林で、蛹期は6月～翌年4月の約10カ月間と長く、生活史の約80%を占める。

本研究の目的は、野外のギフチョウのサナギ内部で、成虫形成がどのように行われるかを調べることである。

ギフチョウのライフサイクルの研究に関しては、日高敏隆(1973)や石井実(1988)の研究があるが、これらの報告例はいずれも恒温槽内におけるサナギの飼育例に関するものである。野外における長期の成虫形成の解明が困難な理由は、次のとおりである。

(1) 蛹化場所が不明。サナギの発見例が乏しく、どのような環境で過ごすか不明であった。

(2) 飼育下では羽化の時期は一般に早く、野外のものと同時に成虫形成を進行させるか疑わしい。

天竜村ギフチョウ研究会は、1992年4月から約3年間、(財)トヨタ財団主催の第6回市民研究コンクール(日高敏隆選考委員長)の助成を受け、「ギフチョウの野外における行動と生態研究」を長野県南部で行った。

その結果、上記(1)については下伊那郡泰阜(やすおか)村我科(がじな)で、1993年と1994年に、1例ずつサナギを発見した。野外においては、サナギは地表面の落葉の裏側にあることを明らかにした(野牧・木下, 1995)。(2)については、野外のものと同時に羽化する飼育法を確立し、ほぼ野外での変化と同様のサナギ内構造の計測を可能とした。

また、非破壊計測のための軟X線計測は、東京慈恵会医科大学高次元医用画像工学研究所におい

¹⁾ 天竜村ギフチョウ研究会(長野県飯田市松尾常盤台86-1)

Tenryu *Luehdorfia* Study Association

²⁾ 東京慈恵会医科大学高次元医用画像工学研究所(東京都狛江市泉本町4-11-1)

Institute for High Dimensional Medical Imaging, Jikei University

て前年度に行った基礎研究により手法を決定した後、同研究所より軟X線装置を飼育場所に移送して計測を行った。

9月 7日	10頭
10月 5日	7頭
11月 2日	7頭

計89頭

(1997年6月14日は2頭を2度計測しているのので、実数は87頭)

2. 方法

2-1. 軟X線による計測

[計測用サナギの飼育]

幼虫・サナギの飼育場所は泰阜村稲伏戸(いなふしど)である。発砲スチロールの箱を飼育箱とし、底に数cmの厚さに土を入れ、落葉を敷き、食草の葉と幼虫を入れ、目の細かい網でフタをする。4~5齢の頃は大量に糞をするので、目の粗い金網の上に食草と幼虫を入れ、管理を容易にした。

幼虫は5齢(終齢)の蛹化直前に食餌をやめ、異常に神経質となり、歩き回ったあと、落葉の下にもぐり、前蛹となった。

計測用サナギは大量に用意し、できるだけ同じ個体が複数回の軟X線計測を受けないように設定した。

[軟X線計測の方法]

軟X線の発生装置はソフテックス(株)製SOFUTEX E-40TYPEを使用した。フィルムは富士写真フィルム(株)製の工業用軟X線フィルムFR。放射線量は、30KVP、5mA、10~15秒である。

計測は、サナギを横向きと上向きにフィルム上に置き、平面像と側面像を得た。計測はサナギを葉から取りはずして行った。

助成開始後のギフチョウのサナギの計測は下記のとおりである。

1996年 10月 3日	5頭
11月 2日	5頭
12月 1日	5頭
1997年 1月 5日	5頭
2月 1日	5頭
6月 14日	8頭
6月 15日	4頭
6月 17日	6頭
6月 8日	6頭
7月 9日	6頭
8月 3日	10頭

9月 7日	10頭
10月 5日	7頭
11月 2日	7頭

計89頭

(1997年6月14日は2頭を2度計測しているのので、実数は87頭)

ギフチョウの終齢幼虫と前蛹も計測した。

1997年 6月 13日	午前	幼虫 5頭
		前蛹 3頭
〃	午後	幼虫 2頭
		前蛹 2頭

ギフチョウとの比較のために、辰野町蝶類談話会会員の吉田勝幸氏が、塩尻市北小野相吉(あいよし)で採取・飼育したヒメギフチョウのサナギ15頭(蛹化日不明)も下記のとおり計測した。

1997年 6月 29日	3頭
8月 3日	3頭
9月 7日	3頭
10月 5日	3頭
11月 2日	3頭

計15頭

サナギの放射線被爆ができるだけ少ない状態で明確な現像結果を得るために、標準現像液のフジドールの1:1稀釈液を用いて増感現像を行った。増感現像液に比べ感度の上昇は少ないが、(1)銀粒子が細かい(2)隣接効果により鮮鋭度が向上する(3)毎回新液を用いることにより、安定した処理結果が得られる、という利点がある。

[画像処理]

画像処理は、東京慈恵会医科大学高次元医用画像工学研究所において、大型グラフィックコンピュータによる微分処理、諧調化等を行い、必要な画像情報を得やすくした。

2-2. 蛹化場所の環境変化の測定

蛹化場所では、1993年4月から百葉箱内に自記記録計(佐藤計量器製作所、ラトナ)を設置して継続して観測しているが、今回、サナギを発見した地表面付近の環境調査のために、温度・湿度を30分間隔で継続して測定した(株)ティアンドテ

イ、おんどとりTR-72)。センサーは地表面に設置し、上に落葉をかぶせ、野外におけるサナギと同じ状態にした。

3. 結果

3-1. 軟X線計測

1996年から継続して計測したが、手法に改良を加えつつ計測、現像を行うことにより、1997年の手法ではより少ないX線量でサナギ内構造の変化を十分に観察出来るようになった。ここに、1997年の結果を中心に報告する。

毎回数頭ずつの計測を行ったが、個体ごとの差異はきわめて少なく、すべての個体が、ほぼ同時に成虫形成を進行させていた。

<蛹化3時間後>すでに頭、胸、腹の各部に分かれ、平面像として得たX線像からは翅、側面像として得たX線像では脚が認められた。1996年の計測では、1例だけ、成虫形成を始めていないものがあったが、これは蛹化してからの時間が不明であった。

<同じ個体の蛹化8時間後>5時間の間に成虫形成が一層進んでいる様子が認められた。特に側面像では、胸と腹の境のくびれた部分の間隙がより明瞭になっていた。なお、放射線被曝を最小限にするため、同一個体を2度計測したのはこの2頭だけである。

<1日(24時間)後>さらに成虫形成が進んでいた。個体ごとの画像に大きな差異は見られず、蛹化直後の成虫形成がすべての個体で急速に進んでいることが分かった。

<2日(48時間)後>1日後より、少し成虫形成が進んでいるという程度で、蛹化3時間後と8時間後ほどの変化は認められなかった。

<4日(96時間)後>これも少し成虫形成が進んでいる、という程度で、大きな変化は認められなかった。

<15日(360時間)後>胸と腹の間隙が大きくなり、4日後と明らかな差異が認められた。

<26日(624時間)後>ほぼ成虫形成を終えたと思われた。

<48日(1152時間)後と86日(2064時間)後>大きな変化は見られなかった。

<114日(2736時間)後>成虫形成が一層進んでいた。同時に、腹部に幅1.3～1.8mm、長さ5.0～6.0mm程度の、空房状の画像が現れた。細長いゴム風船を膨らませて、少し曲げた形状である。

<142日(3408時間)後>腹部の変化は消えていた。1996年の例でいえば、11月以降、画像に変化はなかった。

3-2. 個体群動態の継続調査

調査は卵～幼虫のステージである。終齢幼虫は林の奥に移動する傾向があるため(天竜村ギフチョウ研究会, 1994)データが取りにくい。1993～1996年の調査結果は、1996年にまとめている(木下, 1997)。この調査は、今後も継続予定。

4. 考察

4-1. サナギのステージの細分化

日高らの報告では、サナギは夏と冬に休眠すると記されているが、今回の計測により、10カ月に及ぶ蛹期の生態が、より細部において明らかとすることが出来たといえる。

ギフチョウは暖帯の夏緑広葉樹林に生息する森林性昆虫であるから、真夏の暑さと真冬の寒さに弱い。このため春と秋に活動や成長をし、夏と冬は、休眠という、生体にとって安定な状態で過ごす。しかも2度の休眠をサナギというひとつのステージで行う。

今回のサナギ内構造の可視化により以下の4つに細分化されたステージを持つことが予想された。

(1)第1回の成虫形成期(夏の休眠の準備期)(2)夏の休眠期(3)第2回の成虫形成期(冬の休眠の準備期)(4)冬の休眠期。

(1)第1回の成虫形成期(夏の休眠の準備期・蛹化当日～26日後の計測。6～7月上旬)

サナギは蛹化直後に急激に筋肉、脂肪などが溶けて液状化し、次に成虫形成を開始することが予想される。以後、夏の休眠に入るまで、成虫形成を続ける。

この期間は組織が軟らかく、解剖による調査は困難と思われる。

(2)夏の休眠期(26日後～86日後の計測。7月上旬～9月上旬)

夏には大まかな成虫形成を終えているが、クチクラの外被で覆われていない状態で休眠していると予想される。

(3)第2回の成虫形成期(冬の休眠の準備期・86日～142日の計測。9月上旬～11月上旬)

蛹化114日後の10月5日に計測した画像に、腹部の急激な変化がとらえられた。1996年の画像でも、1997年のヒメギフチョウでもとらえられていない。1カ月間隔の計測では見逃すほどに、短期間にこの変化を完了する。

蛹化直後にアポトーシスにより液状化し、このときグリコゲンが生成されると予想される(山田・大山, 1994)。昆虫は越冬のために、体内のグリコゲンをグリセリンに変え、凍死を防ぐ(朝比奈, 1991)。画像にとらえられたのは、生成されたばかりのグリセリンの可能性もあるが、解剖による観察は行わなかったため、詳細は不明である。

1997年11月2日には、計測のために葉から離れたサナギが、目の前で幾度となく腹節を動かした。すでに成虫形成を終了している可能性が高かった。画像からも、9月よりは成虫形成が進んでいる様子が読み取れた。

(4)冬の休眠期(12～4月)

冬の休眠期は、画像に変化は見られなかった。

4-2. 秋に羽化しない理由

1997年11月2日の計測の際、サナギが腹節を動かしたことから、羽化するのは翌春であるにもかかわらず、サナギは冬の休眠期の前に成虫形成を完成している可能性が高いことが分かった。

羽化の時期が秋でなく、翌春である理由を産卵行動から考察してみる。食草のひとつウスバサイシンは秋に枯れ始めるので産卵出来ない。もうひとつの食草ヒメカンアオイは7月以降地上部の活動を停止するので、ギフチョウの幼虫に葉を食害された株は、翌春まで根だけで過ごし、しかも食

餌率が高い(天竜村ギフチョウ研究会, 1994)ので産卵する葉がない。

食草がウスバサイシンやヒメカンアオイである以上、産卵は秋には出来ない。

次に、成虫で越冬するよりもサナギのまま越冬したほうが越冬戦略上有利な理由を考察してみた。

(1)吸蜜植物が秋には少ない。

スプリング・エフェメラルの植物は地上部が枯れ、サクラ、ツツジなどの木本植物も開花していない。

(2)動き回ると天敵に襲われる可能性が高い。

蛹化直前の幼虫は異常なまでに神経質に行動し、蛹化場所を選定する。サナギの発見は天敵に難しいと思われる。

(3)越冬環境

蛹化場所(地表面)と、地上部の百葉箱内で温度・湿度の観測を行い、比較をした。蛹化場所は温度変化が少なく、安定した温度条件であった。

冬期最低気温は1997年2月23日に記録し、百葉箱中は -8.4°C 、蛹化場所は、 -3.0°C であった。百葉箱中より、蛹化場所のほうが 5.4°C 高かった。また同日の最高気温は百葉箱中で 8.2°C であったが、蛹化場所は 1.9°C と、蛹化場所が 6.3°C 低かった。最高と最低の較差は百葉箱で 16.6°C 、蛹化場所で 4.9°C であった。

蛹化場所では2月25日に最低温度が -0.8°C を記録したのを最後に、氷点下にはならなかった。百葉箱中の最後の氷点下は、4月1日の -2.0°C であったが、蛹化場所では 1.5°C であった。

冬期の気温・地温は2月上旬頃から上昇に転ずるが、蛹化場所の最低気温を記録したのは2月23日と遅く、わずか2日後の25日に -0.8°C を記録したのを最後に氷点下を記録しなかった。蛹化場所は、北向き斜面であり、冬期は太陽の日南中高度が低いので直射日光は全く射さない。このため日長時間が長くなっても温度は低下を続け、2月23日に至って最低となった。しかしその後は日南中高度が上がり、北向き斜面に直射日光が当たり始め、特に羽化の頃は温度の上昇が急激であった。

グリセリンは高温でグリコゲンに戻るため(朝比

奈, 1991)、低温下で、温度変化の少ない場所で越冬するのが好ましい。地上部と地表部の温度条件を比較すると、地表でサナギのまま越冬するほうが越冬戦略上有利であることが分かった。

4-3. 今後の課題

今回の研究に用いたサナギの飼育と野外の生態調査は、長野県南部の伊那谷で行ったが、ギフチョウの生息には限界の寒さの地域である。全国各地の生息地は、気温、日南中高度、食草など、種々の環境が異なるので、蛹期の成虫形成や他のステージの生態に差異があるかも知れない。

また、蛹化直後のアポトーシスや、秋のグリセリン生成の有無など、他の手法で解明すべきテーマも生じた。

5. 謝辞

この研究に軟X線を使うアイデアは、日高敏隆氏のものである。野牧と鈴木との共同研究は、(財)

トヨタ財団の久須美雅昭氏のご尽力で実現した。記して感謝したい。

6. 参考文献

- 朝比奈英三 (1991) 虫たちの越冬戦略. 北海道大学図書刊行会
- 石井実 (1988) ギフチョウの蛹休眠, 蝶類学の最近の進歩 Spec.Bull.Lep.Soc.Jap. (6) 385-409.
- 木下ひろみ (1997) ギフチョウの研究, 平成8年度郡総合展優秀作品集: 91-94, 下伊那教育会
- 天竜村ギフチョウ研究会 (1994) 天竜村におけるギフチョウの卵・幼虫期の個体群動態, 飯田市美術博物館研究紀要 4: 103-111
- 野牧君夫、木下ひろみ (1995) 長野県天竜村のギフチョウ, 昆虫と自然, 30(4): 16-22
- 日高敏隆 (1973) ギフチョウ-23度の秘密-アニメ, (2):60-63
- 山田武、大山ハルミ (1994) アポトーシスの科学, 講談社

Summary

The pupa stage of the *Luehdorfia Japonica* lasts 10 months and comprises 80 % of the life cycle of this creature. In order to investigate this invisible life history, we utilized soft X-ray examination. We developed a method to observe the pupas of *Luehdorfia Japonica*, which simulated the conditions of the natural field. We also took special precautions to minimize the influence of radiation exposure on the pupas during this investigation. As a result of our investigation, We were able to categorize the following 4 stages in morphological changes of the body of *Luehdorfia Japonica*.

Stage 1: Drastic changes were found in the body structure of the larva a few hours after pupa formation. Three hours after pupa formation, the body of the larva was separated into cranial, thoracic and abdominal parts. This rapid change was completed in 4 days.

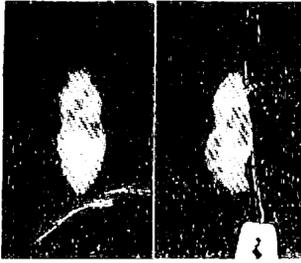
Stage 2: During summer the resting stage, no obvious change was found from June to September.

Stage 3: The second morphological change was observed from September to December during which most of the adult formation was completed.

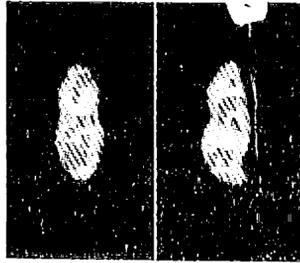
Stage 4: The second resting stage after the completion of adult formation lasting from December to April. It has been said that the *Luehdorfia Japonica* is waiting for the chance to emerge from the pupa surface during this 5 month period. It is supposed that the first resting period is to prevent energy loss during the heat of summer, and that the second resting time is to prevent energy loss during the long winter with low temperature and lack

of food. We found that soft X-ray resolution was able to visualize the morphological changes in pupa noninvasively. Thus, we were able to reveal the morphological change of the pupa body of the *Luehdorfia japonica* which otherwise cannot be visualized under the surface of the pupa using soft X-ray examination.

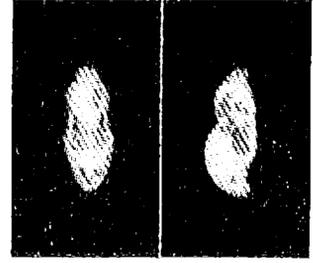
サナギの軟X線計測画像(左:平面像、右:側面像)



蛹化当日 約3時間後



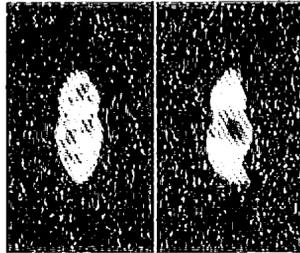
蛹化4日後 96時間後



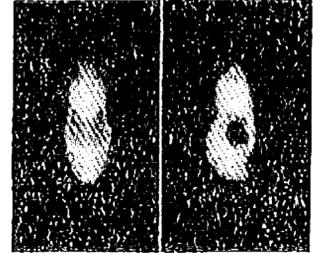
蛹化86日後 2064時間後



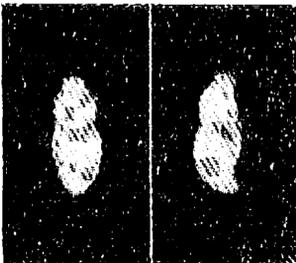
蛹化当日 約8時間後



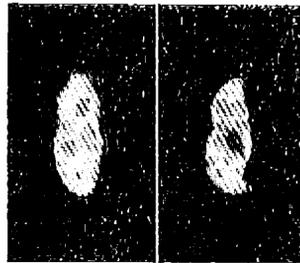
蛹化15日後 360時間後



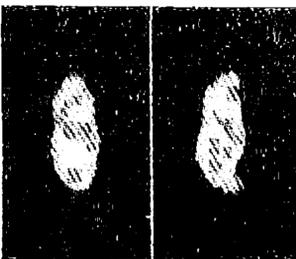
蛹化114日後2736時間後



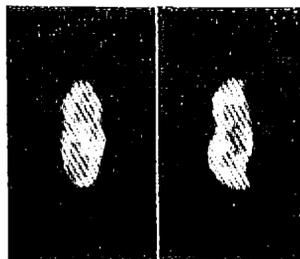
蛹化1日後 24時間後



蛹化26日後 624時間後



蛹化2日後 48時間後



蛹化48日後 1152時間後

半野生ジカの給餌が栄養と個体群動態に及ぼす影響 — 1997年に起きた金華山島のシカの大量死 —

金華山島シカ研究グループ

高槻成紀¹⁾・南正人²⁾・大西信正²⁾・伊藤健彦³⁾

Effects of supplementary feeding on the nutrition
and demography of a semi-wild sika deer

— A mass-mortality of sika deer happened in 1997 on Kinkazan Island, northern Japan —

Kinkazan Sika Deer Research Group

Seiki Takatsuki, Masato Minami, Nobumasa Onishi and Takehiko Ito

宮城県の金華山島では1984年の厳冬にシカの大量死が起き、その後数年で回復してここ数年は500頭前後で安定していた。ところが1997年は平常の気温であったにもかかわらず、4月を中心に大量死が起きた。1997年3月の調査では504頭が生息していると推定され、死亡はほとんど確認されなかった。大量死はその後起きて、5月には終息した。11月までに253頭の死体が回収された。死亡率は50.4%で1984年を上回る高さであった。11月の頭数調査では336頭と推定された。推定生存数(504頭-253頭=251頭)との差83頭は新生児の数と推定される。死因はあきらかでないが、長年のシカの高密度状態によって植生の変化が起き、これによってシカの食糧事情が悪くなっていたものと推測される。給餌を受けている神社周辺のシカの死亡率は低く、島全体の生態系への影響を考えると給餌の意味を考え直す必要がある。

宮城県の金華山島は950ヘクタールほどの小さな島であるが、約500頭ものシカが生息している。この高密度のシカは島の植物群落の組成や構造を変化させ、そのことを通して島全体の生態系にも影響をおよぼしている。その意味でシカはこの島のキーストーン種といえる。したがって、金華山島のシカの個体群学的研究はシカの適正密度を考えてゆく上で重要なヒントをあたえ、その研究は人とシカが共存してゆくための保全生物学的な知見が得られることが期待される。

シカが高密度になった原因はシカが繁殖力の高い種であること、また金華山島では宗教上の理由から保護されてきたことによる。これが基本的な原因であるが、これに加えて給餌の効果が考えられる。

これまでの調査により、島の北西部にある神社周辺のシカ(神社群という)がきわだって高密度であることがあきらかになっている。この高密度集団を支えているのはシバ群落であるが、シバ群落が発達しているのはシカが高密度になった結果

¹⁾ 東京大学総合研究博物館, 東京都文京区本郷7-3-1

²⁾ ビッキオ/星野ワイルドライフリサーチセンター, 長野県北佐久郡軽井沢町星野

³⁾ 東北大学大学院・理学研究科, 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉

であり、シバ群落がシカ増加の原因なのではない。この神社群が高密度になった原因は給餌である可能性が大きい。給餌はシカの行動にも大きな影響をあたえるが、同時にシカの摂取する食物の質を向上させていることもわかった(高槻ら, 1996)。このことはシカの冬の死亡率を低くし、その結果、密度上昇をもたらしているものと考えられる。このようなことから、金華山島全体のシカ頭数を考える上で神社群への給餌の実態を理解することがキーポイントになると考え、給餌に関する問題を解明すべく研究計画を立てた。

ところが調査を進めている段階で予測しない重大事が起きた。1997年3月から4月にかけてシカが大量に死亡したのである。そこで、神社群への給餌の問題に力点を置きつつ、調査の比重を、この希有なできごととの記録と解明に置くことにした。

なおこの調査は日本自然保護協会のPNファンドの助成を受けたが、シカの頭数調査についてはこれまでの宮城県の調査の一環でもあり、調査費の一部は宮城県からも援助を受けた。これらの機関に厚くお礼申し上げる。また調査を行う上では北海道大学、東北大学、石巻専修大学、東京大学、山形大学、日本動物植物専門学院、東洋工学専門学校¹の学生・卒業生、星野ワイルドライフリサーチセンター、宮城県の職員の協力を得た。とくに北海道大学の岡田あゆみ、田辺市在住の鈴木和男の両氏の貢献は大きかった。また宮城教育大学の伊澤絃生教授と研究室の学生諸君をはじめとするサル研究者からはシカ死体の情報を提供してもらうとともに、回収にも協力いただいた。これらの方々にもお礼申し上げる。

方法

シカの頭数調査は区画法によっておこなった。島を20の区画に分け、いくつかの区画はさらに細分し、5区画程度はひとつおきに調査した(図1)。これはひとつには1区画内の調査に2人を投入して見落としを少なくするため、もうひとつには、境界付近での重複カウントを避けるためである。調査員は、頂上(450メートル)を中心とした北ブ

ロックでは頂上からは放射状に上から海岸まで降りた。南ブロックでは「二の御殿」という小ピークから同じように放射状に降りた。北ブロックと南ブロックでは調査時刻に1時間ほどのずれがあったが、両ブロックでの重複発見の可能性はなかった。調査員は20人から30人程度であった。調査員は区画内をジグザグに歩き、発見した時刻とシカを記録した。記録には1万分の1の地図と記録用紙を用いた。シカの発見には双眼鏡を用い、オス、メス、子供の区別をした。オスはできるだけ角の尖数を数えた。このような区別ができなかった場合には不明として記録した。シカを区画の境界付近で発見した場合はトランシーバで隣の区画の調査員に伝えると同時にシカの移動方向を記録し、重複カウントに注意した。調査時間は2時間前後であった。

ほとんどの区画は以上のような方法をとったが、神社周辺のシカは個体識別され、正確な頭数がわかっているため、この区画では識別されていない個体を発見し、その記録をした。

調査は1997年3月と11月に行った。3月の調査には29人が、11月には22人が参加した。

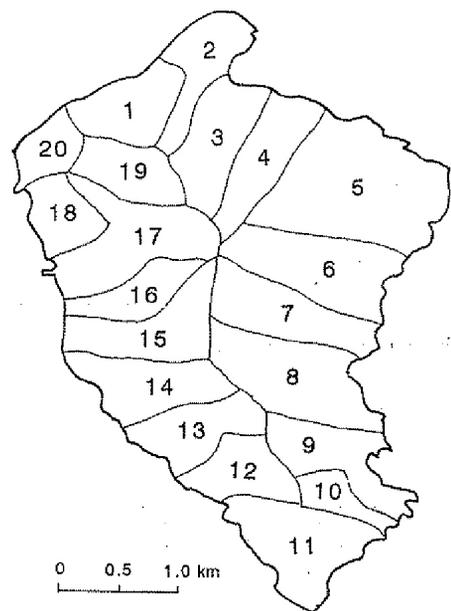


図1. 金華山島におけるシカ頭数調査区画の番号

シカの死体探査は1997年3月、5月、11月に行った。5月には樹木の葉が繁っているので見通しが悪く、シカの発見率が低いのでシカ頭数調査は行わず、シカ死体探査だけをおこなったが、3月と11月には頭数調査と並行して死体探査も行った。死体を発見した場合、その位置を地図上に記録し、死体の状況を4段階に区別した。

新鮮：死体は一部にしか傷がない。

腐乱：死体は腐乱しており、乾燥していない。

ミイラ：死体は肉はなくなり、乾燥してミイラ状態になっている。

白骨：死体には皮もなくなり、白骨となっている。ただし、同じ白骨でも、骨の色や質感、死体周辺の毛の有無などによって、今年の死体と昨年以前のものに区別した。

死体は番号をつけて頭骨、下顎骨、切歯を持ち帰った。ただし下顎骨、切歯は回収できない例もあった。標本は東京大学総合研究博物館に保管されている。

表1. 1997年3月13日のシカ頭数調査結果

区画	面積	頭数	密度	推定 密度	推定 頭数	合計
	ha						/km^{2}
1	43.3	8	18.5			8
2	37.5	22	58.7			22
3	50.8			51.3	26.1	26.1
4	43.3	19	43.9			19
5	115.7	15				15
6	66.6	8	12.0			8
7	49.9			6.0	3.0	3
8a	40.2	9	22.4			9
8b	28.9			31.9	9.2	9.2
9	48.3	20	41.4			20
10	29.8			20.7	6.2	6.2
11a	24.0	5				5
11b	22.8	12				12
12	37.5	8	21.4			8
13	39.1	4	10.2			4
14a	15.3	6	39.2			6
14b	36.3	5	13.8			5
15a	16.5			34.5	5.7	5.7
15b	32.6	18	55.2			18
16	33.3	24	72.1			24
17c	15.1	16	105.6			16
17a	37.9	27	71.3			27
18+17b	37.7	134	355.2			134
19	37.5	19	50.7			19
20	19.1	64	334.3			64
合計	959.0	443	46.2			504.1

これらのうち、第一切歯の得られた153(オス76、メス77)について、摩滅クラス(大森司, 1976)の類型をした。また50例は頭骨のサイズからあきらかに0歳と査定された。こうしてあきらかにした各摩滅クラスの個体数割合を1992年の生存個体群と1984年の大量死のときの死亡個体群のそれと比較した。

結果

1. 頭数調査

3月の調査ではオス133頭、メス225頭、不明24頭、子供61頭の合計443頭が発見された(表1)。未調査の区画の按分により、全島の頭数は504頭と推定された。これは前年の推定値502頭とはほぼ同じであり、シカの頭数は安定しているものと考えられた。

11月の調査ではオス93頭、メス184頭、不明11頭、子供12頭の合計443頭が発見された(表2)。未調査の区画の按分により、全島の頭数は336頭と推定された。したがって「生存率」(この期間に出産があるのでこれはみかけの生存率。後述)は

表2. 1997年11月21日のシカ頭数調査結果

区画	面積	頭数	密度	推定 密度	推定 頭数	合計
	ha						/km^{2}
1	43.3			10.8	4.7	4.7
2	37.5		5	13.3		5
3	50.8			21.7	11.0	11.0
4	43.3	13	30.0			13
5	115.7	35	30.2			35
6	66.6	10	15.0			10
7	49.9			7.5	3.8	3.8
8				13.5	3.9	3.9
9	48.3	13	26.9			13
10	29.8			13.5	4.0	4.0
11	46.8			4.0	1.9	1.9
12	37.5	3	8.0			3
13	39.1			20.5	8.0	8.0
14	51.6	17	32.9			17
15	49.1	18	36.6			18
16	33.3	2	6.0	2.6	0.9	1
17c	15.1	0	0			0
17a	37.9	1	2.6			1
18+17b	37.7	119	315.5			119
19	37.5	0	0			0
20	19.1	64	334.3			64
合計	959.0	300	31.3			336.3

66.7% (504頭から336頭)となる。

頭数調査の結果は、シカが神社に著しく偏って分布していることを示している。我々も神社から遠ざかるとシカの姿や痕跡が少なくなることを経験的に知っている。そこで、「神社」、シカの密度が比較的高い頂上から西側の神社周辺と旧ホテル周辺までの範囲（「西側」とする。図1の区画15-20）、そしてその他の地域（これを「山ジカ」とする）とで頭数の比較を試みた。

その結果、「生存率」は山ジカが68.2%、「西側」が65.5%とほとんど違いがなかった。ところが、神社では3月に134頭であったものが11月に119頭で、「生存率」は88.9%とあまり減少していなかった。したがって、「西側」にいた神社以外のシカの死亡率が高いと予測されるが、実際その値は76.0% (150頭から36頭)と非常に高かった。

2. 死体回収

5月と11月の調査でオス106頭、メス104頭、子供54頭の頭骨が回収された(表3)。このほか4対の成獣の下顎骨が回収されたが、頭骨がないため性が不明であった。子供のうち、8頭のオス、7頭のメス(いずれも54頭の内数)は性器から性の判別が可能であった。3月でのオス、メスの個体数が133:225であったから、死体の性比が106:104であったということは、死亡圧はオスに強くかかっていたことを意味する。実際、3月の発見個体数と11月のそれを単純に比較して、死亡率とするとオ

表3. 回収されたシカ死体の内訳

オスのうち、Mの右側の数字は角の枝数、無記入は不明

	オス	メス	性不明
成獣	M1 13	97	4
	M2 3		
	M3 12		
	M4 35		
	M 35		
0歳	8	7	39
計	106	104	43

スが30.1%、メスが18.2%であった。

3. 死体のおよその年齢構成

1997年の大量死集団の切歯の摩滅クラス分類の結果を1984年の大量死集団と1992年の現存集団とともに図2a,bに示した。1997年の死亡集団はオス、メスとも0歳とクラスVI以上の高齢個体が約30%という高率を占める点が特徴的であった。

これを1984年の死亡集団と比較すると、1984年の場合、クラスIIとIIIという壮齢層が多く(メスではクラスIVも)、クラスVI以上は比較的少ない点が違っていた。

これらを1992年の現存集団と比較した。1990年前後ではシカの頭数が環境収容力に達しており、出生率が低くなっていたため、1992年の現存集団は0歳がほとんどいなかった。そのことが摩滅クラス分布に大きく影響している。オスではクラスIIIを中心とした山型の分布をしていた。このことは生存集団は壮齢を中心に0歳と高齢が脱落していることを示しており、1997年の死亡集団の内容を支持していた。メスでは明瞭なピークはなく、クラスII以上が、なだらかな丘のような分布を示し、クラスVI以上が多かった。これは金華山島の特徴で、メスはクラスVI、VIIという通常、野生状態ではみられないほど摩滅の進んだ歯になるまで生存している。さて、この1992年の現存集団を1984年と1997年のふたつの死亡集団と比較すると、オスではクラスIIIが多く、クラスVI以上が少ない点が1984年に似ていた。メスでは、クラスVI以上が多い点は1997年に似ていたが、クラスIIやIIIが多い点は1984年に似ていた。このことは、2つの死亡集団のうち1984年のほうが現存集団の年齢構成に近い、つまり寒波による無差別な死亡圧がかかったことを示している。これらのことから、全体としては、1997年は死亡圧が0歳と高齢に偏っていたという点で特徴づけられるといえる。

通常年の死亡は0歳と高齢に偏っている。したがって、1997年の死亡は通常年の死亡パターンが強く現れたものとみることができる。この点は、1985年以降に回収されている死亡集団と比較する

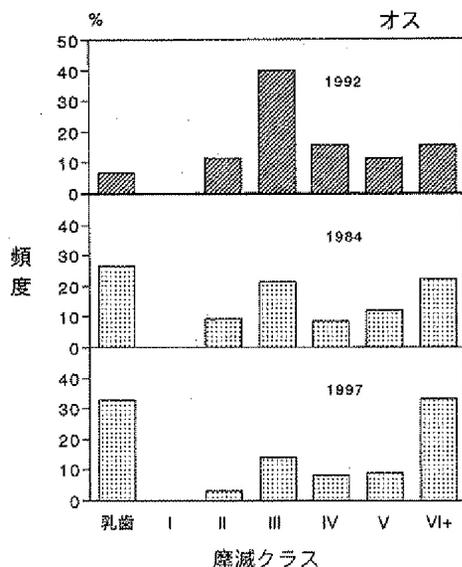


図 2a. 1992 年の現存個体群、1984 年と 1997 年の大量死亡個体群の第 1 切歯の摩滅クラス頻度分布 - オス -。

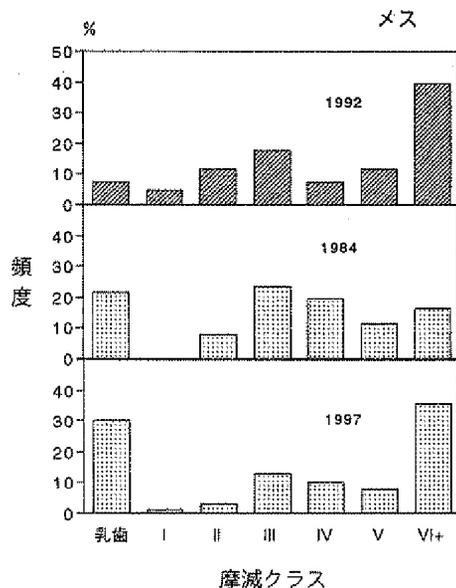


図 2b. 1992 年の現存個体群、1984 年と 1997 年の大量死亡個体群の第 1 切歯の摩滅クラス頻度分布 - メス -。

ことによって明確に示されるであろう。

考 察

[死亡時期]

1997年3月13日の全島頭数調査ではシカの死体は発見されず、3月16日に神社の周辺で2頭のごく新鮮な死体が発見されたにすぎない。したがって死亡が集中的に起きたのはそれ以降ということになる。その後、調査ができなかったが、5月下旬に行った死体探査では新鮮な死体はほとんど発見されず、大半はミイラ状態または白骨化していた。このようなことから、大量死は3月下旬から4月にかけて集中的に起きたものと判断される。

[識別の問題点]

これまで金華山島では長期にわたってシカの頭数調査がおこなわれ、基本的に同じ方法がとられてきた。このうち、シカの識別については、最近の個体識別調査によって問題点のあることがわかってきた。金華山島のシカは成長が遅く、夏を除くと0歳ジカと1歳ジカの中には識別が困難な

ものがある。きわめてよく習熟した調査員が識別した子ジカを近距離で観察しても、0歳ジカと1歳ジカとを間違えることがある。したがって野外で遠距離から一瞬で識別することは不可能であり、発見結果の読みとりには慎重を要する。

[死亡の規模]

3月の個体数調査で504頭の生息が推定され、死体が少なくとも253の死体が発見された。したがって期待生存数は多くとも251となる。11月の個体数調査では336頭と推定されたから、83頭が「増加」したことになる。これを新生児とすると、3月の504頭のうち、メスは225頭であったから、出生率は36.9%となる。金華山島のメスジカの出生率については現在調査中であるが、40%程度はありそうなので、この数字は妥当なものと考えられる。

さて、死亡の規模は最低でも50.2% (253/504) であり、これは1984年の42.6% (293/688、Takatsuki *et al.*, 1990。ただしその後の発見もあり実数はもう少し大きい) よりも大きく、非常に大

規模な死亡であったといえる。

1984年は記録的な厳冬で、シカの死亡は積雪による低地への集中の結果による食物不足であった (Takatsuki *et al.*, 1994)。しかし1997年は平年の気温であり、状況はまったく異なる。死亡要因はあきらかでないが、死体の分布は島内に広がっていたから、局地的な伝染病の可能性は小さい。

大きな可能性は、シカの過度な採食によって植生が変化し、食物の質的・量的変化が起きているので、これが引き金になったということである。しかし、そうだとすると、これまでも1997年ほどではないにしても、もう少し規模の大きい死亡が起きていてもよく、疑問は残る。

[給餌について]

第5期助成の調査で神社群はそのほかの群れよりもタンパク質含有率の高い食物を食べていることを報告した (高槻ら, 1996)。今回の個体数調査によると、島全体の「死亡率」(5月と11月の発見頭数の比較)は33.3%であるのに対して神社群は11.2%にすぎなかった。このことは給餌が死亡率を緩和していることを意味する。実際、最も食料事情の厳しい冬季に多少でも給餌されるかひなかは、生存に重要な意味をもつであろう。その反動のように、神社群の周辺にいるシカの死亡率は54.0%と著しく高かった。これは給餌の結果、密度が高くなり、植生変化が起きて食物供給量が少なくなっていることによるものと思われる、これらのシカは、まったく給餌をされていない自然状態のシカ以上に劣悪な食料事情に置かれていることを示唆する。

[今後の課題]

調査としてはさらに給餌がもつシカの生活への効果を評価する必要がある。それにはこれまで継続してきた外部計測や行動圏の調査も含まれる。また妊娠率や新生児の死亡率などについて、給餌個体群と非給餌個体群の比較も必要となるだろう。一方、今回多くの標本が回収されたので、これらの年齢査定や、計測を行うことにより、1984年の大量死以降の、食料事情が好転した時代の個体との比較が可能になる。このような作業を通じて高密度下におかれたシカの生物学的特性を検討することができる。このことはシカの適正密度を考える上で、保全生物学的にも大きな意味がある。

引用文献

- 大泰司紀之 (1976) 切歯の摩滅による奈良公園のシカの年令推定法。「昭和50年度天然記念物奈良のシカ調査報告」: 71-82, 春日顕彰会。
- 高槻成紀・南 正人・大西信正 (1996) 半野生ジカの給餌の影響とホームレンジ利用に関する研究。「プロナトゥーラ・ファンド第5期助成成果報告書」: 67-74, 自然保護助成基金・日本自然保護協会。
- Takatsuki, S., K. Suzuki and I. Suzuki (1994) A mass-mortality of Sika deer on Kinkazan Island, northern Japan. *Ecological Research*, 9: 215-223.
- Takatsuki, S., S. Miura, K. Suzuki and K. Ito (1990) Age structure of mass mortality in the sika deer (*Cervus nippon*) population on Kinkazan Island, northern Japan. *J. Mammal. Soc. Japan*, 15: 91-98.

Summary

A mass-mortality happened in the sika deer (*Cervus nippon*) population on Kinkazan Island (950 ha in size) in 1984, where about half deer died. The population recovered within a few years, and about 500 deer have been living for these years. Another mass-mortality happened in the spring of 1997. The winter of 1984 was record-breaking cold, while that of 1997 was usual. Based on a census conducted in March, 1997, we estimated the total population as 504 deer. The mass-mortality happened mainly in April and ceased in May. A total of 253 carcasses were collected. The mortality rate was, therefore, calculated as at least 50.4%. A census in

November showed that there lived 336 deer, and the difference of 83 was considered as new-born fawns. The cause of death is not clear, but it is apparent that because of a long-term heavy grazing, the vegetation on Kinkazan Island is deformed and the food supply of the deer is quite poor. The main reason of the high density seems to be artificial supplementary feeding around the shrine, and this should be reconsidered in terms of proper conservation of this island ecosystem.

ザトウクジラの鳴音による個体識別と保全への貢献 (特徴量抽出方法の検討)

大型鯨類生態保全研究会

加藤山香¹⁾・阿部敏彦²⁾・赤松友成³⁾

Vocal identification of humpback whales, *Megaptera novaengliae* and its contribution to conservation

Group in Ecology and Conservation of Large Whales

Yuka Kato, Toshiaki Abe, Tomonari Akamatsu

ザトウクジラは主な生活の中心は海中であるが、こうした環境下では音声コミュニケーションが大きな役割を果たしている。例えば、繁殖海域で発せられるコールやソングは繁殖に強く関わっていると推測されている。これらの鳴音から、血縁個体の認識、個体状態などの情報が伝達されている可能性が考えられている。しかし、血縁関係や社会構造については不明な点が多く、その実体は定かではない。それらを解明するためには、最初のステップとして個体識別が必要である。本研究では、水中音の伝播性に注目し、鳴音の個体性を表す特徴量を求め、個体差が検出できるかをについて明らかにする。そのために、人間の音声認識にも用いられている2つの鳴音特徴量(ピッチとスペクトル包絡)を抽出し、パターンマッチングによる識別率を算出した。そして、平均71.7%の識別率を得た。用いたパラメーターによる鳴音を用いた識別可能性を示唆する結果であった。

序

ザトウクジラは生活の中心は海中であり、こうした環境下では、音声コミュニケーションが大きな役割を果たしている。彼等は、繁殖海域でソングと呼ばれる階層構造を持った長く複雑な鳴音を発する。ソングは同一系群内で同調しており、シーズンが進むとともに変化をする。これらの現象は繁殖生態に強く関わるものと推測されている。そして、鳴音から個体状態(年齢・体サイズなど)や、個体認識のための情報が伝達されている可能性が考えられている(Helweg *et al.*, 1992 ; Frankel,

1996)。しかし、繁殖生態や社会構造については不明な点が多く、その実体は定かではない。その理由は、海棲大型哺乳類の調査は困難が伴うためである。しかし、上記のような生態情報を明らかにすることは鯨類の保全を考えていくうえで重要であり、最初のステップとして個体識別が必要である。

写真撮影による個体識別からは、分布や回遊経路が明らかになってきた。この識別法は、目視によりザトウクジラを見つけ撮影に向かい尾鰭を撮影する方法であるため、

¹⁾ 東京大学・野生動物学教室

²⁾ 東京工業大学・精密工学研究所

³⁾ 水産庁・水産工学研究所

海面に浮上した個体にのみ識別作業がなされる。しかし、水中音の伝播性を生かすことで、目視では確認できない海面下や、より広範囲にいる個体の存在を認めることができると考えられる。ソングは繁殖海域で頻繁に発せられるため、比較的容易に録音できる。そこで、ソングに個体差が検出できれば、次に個体識別の可能性を考慮することができる。また、個体識別の手法を応用し、他鯨類における鳴音を用いた種の判別なども考えられる。

本研究では、水中音の伝播性に注目し、個体差の検出を試みた。ソング構造では、同調や時間変化があるため個体差が検出が難しい。そこで人間の音声認識にも用いられている2つのパラメーターであるピッチとスペクトル包絡を用いて、ザトウクジラのソングにおける個体差の検出を試みた。まず各個体のソングから2つのパラメーターを抽出した。そして、それらのパラメーターを用いて個体差があるかを確認するためのパターンマッチングというテストを行い、識別率を計算した。

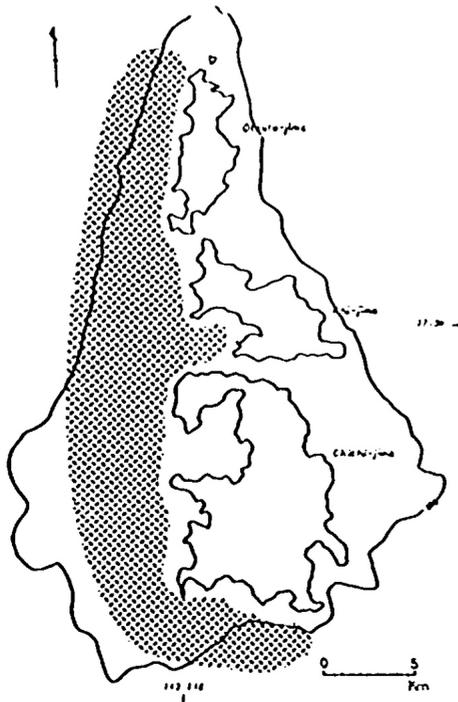


図1. 小型船による父島周辺調査海域
主に調査をした海域をメッシュで示す。

材料

1997年に、小笠原諸島父島周辺海域(図1)で録音作業を行った。得られた14個体の録音の内、時間が十分に長く録音状態の良い4個体のソングを用いた。その4個体は3/7、3/8、4/15、4/18に録音された。以降は録音日の順にI、II、III、IVと表した。録音機材には水中マイクロホン(OKI ST1020)とデジタルオーディオレコーダー(SONY TCD-D10)を用いた。水中マイクロホンは、ザトウクジラのソングの周波数帯域を十分にカバーできる性能を持つ(10Hz~20kHz)。録音の際に写真撮影も行い、個体識別を行った。これにより、各録音が明らかに違う個体のソングであることを確認した。

ザトウクジラのソングはテーマ、フレーズ、ユニットから構成される(ユニットとは、人間の耳に連続して聞こえる音であり、ソングの最小単位と定義されている Payne and McVay, 1971)。本研究ではソングに多く用いられた4つのユニット(A、B、C、D)を解析に用いた(図2)。

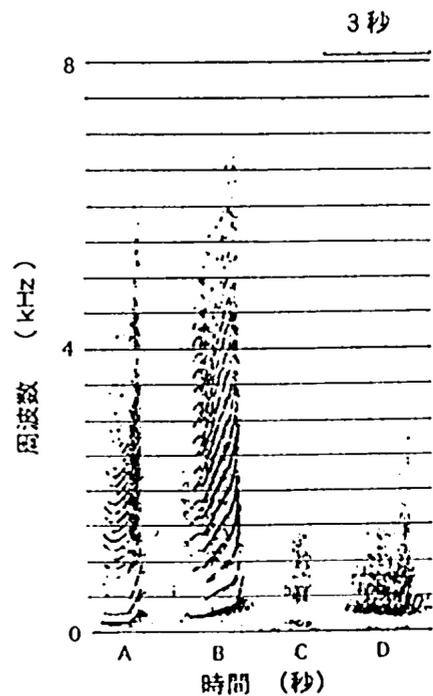


図2. 解析に用いた四つのユニット A,B,C,D.

方法

ピッチとスペクトル包絡

人間の音声認識にも使用されるパラメーターであるピッチとスペクトル包絡の抽出を行った。ピッチは声の高さ（基本周波数）であり、声帯の振動周期であるため、声帯の形態に由来する。スペクトル包絡（図3）は声の質・音色であり、声帯や声道の形態により決定される。どちらも個体毎に異なる発声器官の形態を反映するパラメーターであり、個体の声の特徴を示すものである。

ピッチ測定はAbe (1996) の文献にしたがった。

スペクトル包絡測定は以下のアルゴリズムに従った。

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} w[n] x[n] e^{-j\frac{2\pi}{N}kn}$$

$X[k]$: spectrum
 $w[n]$: window function $x[n]$: signal

$$C[m] = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} \ln |X[k]| e^{j\frac{2\pi}{N}km}$$

$C[m]$: cepstrum

$$\hat{X}[k] = \sum_{m=-M}^M C[m] e^{-j\frac{2\pi}{N}km}$$

$\hat{X}[k]$: spectral envelope

$$\text{mean } \hat{X}[k] = \frac{1}{T} \sum_{t=0}^{T-1} \hat{X}[k, t]$$

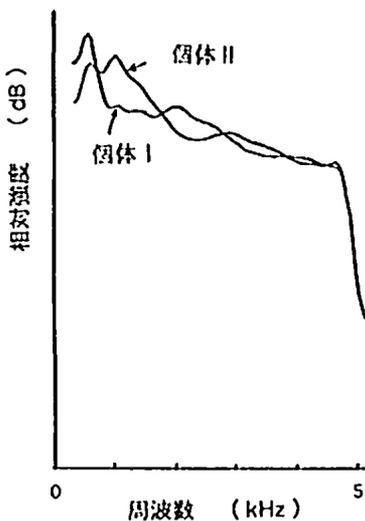


図3 ユニットAのスペクトル包絡

パターンマッチング

パターンとは、図2、3に示されている各パラメーターそのものを示す。2つのパラメーターについてパターンマッチングを行った。

まず、個体Iと個体IIの間でユニットAについて1つのパラメーターを用いたパターンマッチングを仮定して、具体的にパターンマッチングを説明する。はじめに、個体Iから1つのパターンを取り出す。これを、入力パターン (input pattern) と呼ぶ。次に、入力パターンと、個体Iと個体IIのパターン各々についての距離を求める。距離の算出にはユークリッド距離（座標系はピッチに関しては時間と周波数、スペクトル包絡に関してはデシベルと周波数である）を使用した。距離は類似度を示すものであり、入力パターンと距離が短いパターンほど類似しているとした。最も距離が短いパターンが個体Iに属しているとき、パターンマッチングは正解であるとした。そして識別率を以下のように計算した。

[正解数 / 入力パターン総数]

同様に、個体IIについても識別率を求めた。個体Iと個体IIの間での識別率は、各個体で求めた識別率を平均したものを使用した。

パターンマッチングは2つの場合について行った。録音日時が異なると録音状況（水中マイクと発声個体との距離や波音のような水中の雑音）が違ふ。そのため、同じ録音状況で得られるユニットの各パターンは一樣に影響を受け、同じ個体のものでも異なる録音状況で得られたユニットのパターンより類似度が高いと考えられる。つまり、入力パターンと同じ録音状態で得られたパターンをパターンマッチングに含む場合1と含まない場合2とで、識別率は異なると考えられる。そのため、場合Iと場合IIで用いるパラメーターの識別率にどの程度差が生じるかを確かめた。

4個体について2個体間での識別率を6通り（I/II, I/III, I/IV, II/III, II/IV, III/IV）、4ユニットについて算出した。ピッチに関してパターンマッチングをする際には、ユニットの時間長の正規化を行った。それは、ユニットの継続時間に変

異があるため、その影響を取り除くために全てのユニットに関して線形伸縮で時間長を正規化した。

結果

表1より、全ての組で、場合1から場合2に変わると識別率が低下した。スペクトル包絡は、ピッチと比べて場合1と場合2の識別率の差が大きかった。場合1と場合2の識別率の違いが有意であるかを見るために、まず表1の結果をさらに表2にまとめた。表2で、ユニットに関して識別率を平均し、場合1と場合2の識別率の差の値を分散分析した結果、スペクトル包絡においてその差は有意であることがわかった (Two-way ANOVA、自由度1、F値=35.9、P値<0.0001)。また、表2から、場合2の識別率の値を用いてt-検定をした結果、どちらのパラメーターもランダムな値より有意に高い値を示した (p<0,001)。

また表1から、ピッチではユニットが異なると、その示す識別率にもばらつきが見られた (ユニットA:73.9%、ユニットB:75.8%、ユニットC:68.7%、ユニットD:62.1%)。そこで、多重比較検定をしたところ、ユニットAとユニットD、ユ

表2. 場合2の平均識別率±標準偏差(%)と場合1と場合2の識別率の差の平均(%)

個体の 組み合わせ	パラ メーター	場合2	
		場合2	(1-2)
I・II	P	72.2 ± 35.6	5.3
	S	79.4 ± 36.8	12.0
I・III	P	81.6 ± 39.2	5.1
	S	80.1 ± 36.7	13.0
I・IV	P	71.1 ± 30.5	13.0
	S	79.0 ± 34.3	17.9
II・III	P	72.5 ± 35.7	5.0
	S	61.9 ± 27.9	22.9
II・IV	P	69.5 ± 32.0	6.4
	S	71.1 ± 31.2	20.0
III・IV	P	53.9 ± 23.0	9.6
	S	68.7 ± 30.3	26.9

		場合2	
		場合2	(1-2)
平均	P	70.1 ± 32.7	7.4
平均	S	73.3 ± 32.9	18.8

表1. 場合1、場合2における識別率(%)と、その差(1-2)(%) (パラメーター:P=ピッチ、S=スペクトル包絡)

個体の 組み合わせ	パラ メーター	unit A			unit B			unit C			unit D		
		場合1	場合2	(1-2)	場合1	場合2	(1-2)	場合1	場合2	(1-2)	場合1	場合2	(1-2)
I・II	P	89.5	88.8	0.7	88.7	86.0	2.7	68.9	61.7	7.2	62.8	52.3	10.5
	S	83.6	78.9	4.7	94.7	83.3	11.4	91.7	75.0	16.7	95.3	80.2	15.1
I・III	P	92.5	85.5	7.0	94.1	93.7	0.4	82.8	80.2	2.6	77.1	66.9	10.2
	S	94.9	80.0	14.9	94.2	88.7	5.5	92.0	80.1	11.9	91.0	71.4	19.6
I・IV	P	87.2	75.0	12.2	88.7	75.4	13.3	79.7	60.6	19.1	80.7	73.2	7.5
	S	97.8	83.2	14.6	97.3	73.3	24.0	95.6	80.7	14.9	97.1	78.9	18.2
II・III	P	68.2	63.6	4.6	88.6	81.2	7.4	85.5	83.5	2.0	67.8	61.8	6.0
	S	76.9	61.6	15.3	77.9	62.1	15.8	91.1	56.7	34.4	93.2	67.2	26.0
II・IV	P	76.1	70.2	5.9	73.1	66.7	6.4	81.2	74.2	7.0	73.1	66.7	6.4
	S	85.5	72.7	12.8	95.3	74.8	20.5	88.0	61.9	26.1	95.3	74.8	20.5
III・IV	P	71.6	60.1	11.5	60.5	51.6	8.9	61.3	52.2	9.1	60.5	51.6	8.9
	S	94.8	59.7	35.1	95.5	64.8	30.7	96.5	85.3	11.2	95.5	64.8	30.7

		unit A		unit B		unit C		unit D	
		場合2	(1-2)	場合2	(1-2)	場合2	(1-2)	場合2	(1-2)
平均 (±標準偏差)	P	73.9±9.8	7.0	75.8±12.4	6.5	68.7±11.2	7.8	62.1±9.5	8.3
平均 (±標準偏差)	S	72.7±9.5	16.2	74.5±12.4	18.0	73.3±11.8	18.9	72.9±8.2	18.1

ユニットBとユニットDには、識別率に有意な差が検出された。

議 論

結果より、2つのパラメーターは個体差を示すことが明らかになった。そして、各パラメーターの特徴も明らかになった。

識別率の変化(1-2)はスペクトル包絡で大きかった。スペクトル包絡は周波数成分の減衰や雑音の影響が直接関連してくる。そのため、スペクトル包絡が録音状況に影響されやすく、変化が大きかったと考えられる。一方、ピッチは基本周波数の時間変化であり、録音状況の影響は小さいと考えられる。結果からも、変化はスペクトル包絡に比べて小さい。よって録音状況の影響はスペクトル包絡より小さいと推測できる。

また表1から、ピッチではユニットによる識別率のばらつきが見られた。識別率はユニットB、A、C、Dの順に高かった。ユニットA、Bは、基本周波数の時間変化が大きいため個体差が表れやすく、識別率を高めたと考えられる。ユニットDは基本周波数の時間変化が小さいために個体差が生じにくく、識別率が低かったと考えられる。

個体識別は、ピッチで識別率が高かった組もあればスペクトル包絡で高かった組もあった。ユニットによってもどちらが識別率が高いかは異なった。その理由はいくつか考えられる。例えば個体により録音時間が異なりパターン数が異なることである。つまりある程度個体内にも鳴音パターンにばらつきがあることが考えられるが、それをカバーするだけの録音が足りなかったため、2つの鳴音特徴量の識別率に影響したことである。また、様々な録音状態のデータを比較していること、ユニットの構造の違いなども影響していると考えられる。

以上より、注目したパラメーターから個体差を検出する事ができた。これにより、ピッチやスペクトル包絡を用いた個体識別の可能性を考慮することができる。その為には、パラメーター抽出方法を改善したり、パラメーターの時間変化がどの位

あるかを確認することが今後必要となってくる。また、個体識別のみではなく、鯨類の個体数推定や分布域推定、系群・種判別に応用できる可能性も考えられる。例えば、南半球において、シロナガスクジラ2亜種の存在が知られている。それらは体サイズに違いがあることが明らかになっているが、分布域の違いについてはよくわかっていない。それらは大型船を用いた目視調査でも確認することが難しい種である。そこで、鳴音の録音を得られれば、まず生物の存在が確認できる。そして、得られた鳴音についてスペクトル包絡を見ることで、どちらのものであるかという判断材料になりうると考えられる。スペクトル包絡は個体の発声器官の形態に由来する特徴量であるため、例えば、声道が長くなるにつれて低い周波数が増幅されスペクトル包絡に反映されるといったように、体サイズと正の相関がある。このように、判別のためのパラメーターとして有用である可能性が考えられる。

結 論

ザトウクジラのソングの違いをピッチ、スペクトル包絡というパラメーターで抽出可能であり、それによって個体差が示せることがわかった。この結果から、鳴音による個体識別の可能性を示唆できる。録音状況の影響を考慮すると、ピッチが識別のパラメーターとして有効であるように思える。ピッチは録音状況による変化の影響がスペクトル包絡より小さく、時間変化が大きい構造のユニットで高い識別率を示し、スペクトル包絡は録音状況の変化が小さい場合には識別率に高い信頼性を持つというメリットが推測できた。ピッチに関しては、識別に適したユニットを用いることで識別率は高まることが推測できた。

参考文献

Abe, T., T. Kobayashi., and S. Imai. 1996. "Robust pitch estimation with harmonics enhancement in noisy environments based on instantaneous frequency" in Proc. ICSP96 (Philadelphia) pp. 1277-1280, 1996.

- Frankel, A. S. 1996. Interindividual variation in the songs of humpback whales. *Journal acoustic society of America*, Vol.88, No.4, Pt.2, April 1996.
- Helweg, D. A., Frankel, A. S., Mobley, Jr. and Herman, L. M. 1992. Humpback whale song: our current understanding. *Marine Mammal Sensory Systems*, Edited by J. Thomas *et al.*, Plenum Press, New York, 1992.
- Payne, R. S. and McVay, S. 1971. Songs of humpback whales. *Science* 173: 585-597

Summary

The life stage of whales is under the sea where sound propagate rapidly over wide area. And there, vocal communication plays an important role. Humpback whales sing songs in their breeding area. It is assumed that songs function in advertising females, in maintaining contact with groups and individuals. But their reproductive ecology and social structure remain unclear, so do these functions. To clarify these questions, it is essential to recognize the whales individually for the first step. In this paper, I computed two feature parameters from four units. Unit is defined as "the shortest sounds which seem continuous to the human ear" (Payne *et al.*, 1983). Feature parameters mean pitch and spectral envelope (figures. 2 and 3) used in human speech discrimination, which are expressed by frequency and spectrum. Then I conducted pattern matching. The pattern described here is the contour of each pitch and spectral envelope drawn in figures. 1 and 2. Pattern matching tests whether one vocalization of an individual (input pattern) could discriminate itself as belonging to the same individual from which it was taken from, out of mixed vocalizations with other individuals (reference template). I calculated discrimination ratio (= the total number of correct answers / the total number of input patterns) from pattern matching results. Correct answer means correct discrimination.

We see that there is an individual difference of vocalization. The characteristics of two feature parameters were also clarified. Spectral envelope was affected by recording condition and pitch was not much affected by condition change. Pitch may show good discrimination ratio when there is pitch change with time. We may gain more precise discrimination ratio by improving pitch extraction. Though spectral envelope extraction is less to improve. From now on, it is necessary to see intraindividual stability of feature parameters with time progression.

『マダガスカルの鳥類フィールドガイド』の出版

マダガスカルの鳥研究会

ハジャニリナ ラコトマナナ

Publication of "A Field Guide to the Birds of Madagascar"

Research Group of Madagascan Birds

Hajanirina Rakotomanana

第1回会議を1996年12月19・20日に大阪市立大学理学部において開催した。検討したことは、1) 使用するスライドの選定、2) ページレイアウトおよび記載内容の検討、3) 掲載種の生息環境の分類、4) 図鑑の章立て構成の決定と執筆の分担。その結果、図鑑の構成と分担を以下のように決めた。

はじめに (山岸)、この本の使い方 (増田)、第1章 マダガスカルの自然 (山岸)、第2章 自然保護区と国立公園 (ハジャ)、第3章 マダガスカルの鳥 (増田・ハジャ)、第4章 カクレムシクイ・257種目の鳥 (1996年に記載された新属・新種) (増田)、第5章 マダガスカルの化石鳥類 (ハジャ)、第6章 マダガスカルの鳥類相 (山岸)、付表 マダガスカル産鳥類最新リスト (増田・ハジャ) とし、日本人の書いた文はすべてハジャがマダガスカル語に直し、ハジャが書いた文 (英文) は山岸が邦訳したうえ、全体を山岸が監修することにした。このほか各種の大きさを示すシルエットを増田が用意することになった。

第2回会議は1997年4月22日に、京都大学理学部で、出版社の本間氏も交え開催した。決定したことは、1) 掲載種を100種に絞ること、2) 使用するスライドの最終的選定、3) 掲載種のページ割

りを行った。その後は各人で1997年7月17日まで分担作業をした。

1997年7月17日、原稿を出版社に渡した。出版社は直ちに原稿の調整と、レイアウトの作業にかかった。

8月11日、1章・2章の初校が出た。

8月28日、3章から6章の初校が出た。

9月8日、著者校正をして出版社へ戻した。

9月20日、再校が出た。

10月3日、再校の著者校を出版社に戻した。

10月4日、念校が出る。

10月8日、念校の著者校が戻る。

10月13日、凸版印刷へ版下を渡した。

10月21日、色校正が出る。

10月22日、色校正をチェックした。

10月24日、色校正を印刷所に渡した。

10月30・31日、印刷に立会った。

11月4日、石津製本所へ刷本を納入した。

11月14日、製本を完了した。

伊豆大島でのウミガメの繁殖と漂着状況

みどりの地球大好き会

村上博基・成瀬裕昭・植松直子・佐々木睦彦・市石学・新井智明・成瀬善子

Stranding and reproductive data of sea turtles in the Izu-Oshima

Izu-Oshima Green Earth Society

Hiromoto Murakami, Hiroaki Naruse, Naoko Uematsu, Mutsuhiko Sasaki,

Manabu Ichiishi, Chiaki Arai, Yoshiko Naruse

ウミガメ類は絶滅が危惧され、保護対策が急務とされている野生生物である。日本列島は北太平洋でのアカウミガメの重要な繁殖地であり、その中でも南関東の沿岸は同種の繁殖地の北限域であるにもかかわらず、海浜の繁殖環境は急速に悪化している。伊豆諸島の近海では、年間を通じてダイバーや釣り人などからウミガメの目撃情報があり、ウミガメ類の生息海域と考えられている。伊豆大島は、東京湾を控えた相模灘の中央部に位置しているため、船舶の航行が多く、海上交通による事故などの人為的影響が原因と思われるようなウミガメの漂着体が確認されている。

これらのことから、当会はアカウミガメの繁殖地の保護とウミガメ類の漂着状況の調査を通して、私たち人間と自然環境の関係を考え、野生生物との共存の道を探ることを活動の目的としている。

繁殖地の保護は、砂浜の清掃、初夏から秋に掛けての繁殖期に各海岸を定期的に巡回し、上陸足路を確認して、産卵巣周辺に保護柵を設置した。可能な限り自然な状態で孵化降海できるように環境を整え、子ガメの降海跡を確認後、産卵巣を掘り出し、種の同定・孵化率などを調査した。

漂着体調査は、通年で住民や滞在者から情報提供を戴くほか、不定期で各海岸を巡回し、打ち上げられたウミガメを発見し、種の同定・身体測定・

性別等を記録した。また、解剖して死因などを推測した。

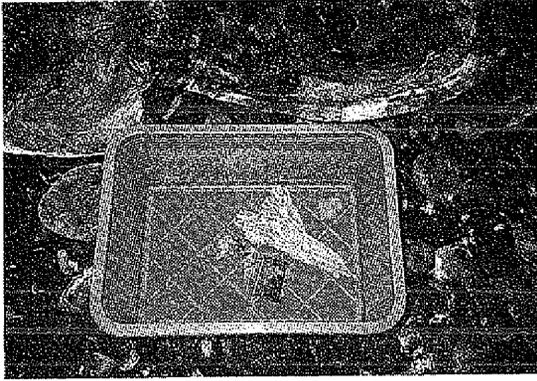
今シーズンは島内の3カ所の海岸で、各1回ずつの上陸と、この内の1カ所での産卵しか確認できなかった。この巢は流失の危険があり、安全な場所へ移植保護した。降海後の調査で、種はアカウミガメ、卵数120個、孵化率81.66%を記録した。

漂着体調査は、2個体の漂着死体を確認した。アカウミガメとアオウミガメが各1個体であった。アカウミガメは直甲長が71.7cm、アオウミガメの直甲長は44.2cmで、どちらも未成熟体と思われる。解剖の結果アカウミガメの食道と胃の内容物は、ポリ袋とビニール袋のみであった。

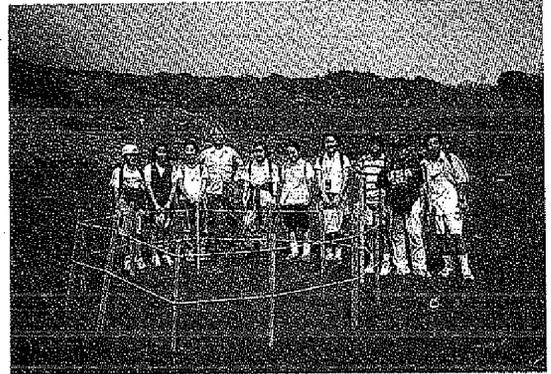
今年は日本各地でアカウミガメの上陸・産卵が、例年より減少したが、大島でも同様の傾向が見られた。

各地の保護グループとの情報交換や日本ウミガメ会議への参加などで、ウミガメの保護活動の在り方を学び、繁殖海岸も含めた海の自然環境に対する私たち人間の責任の重大さを痛感した。

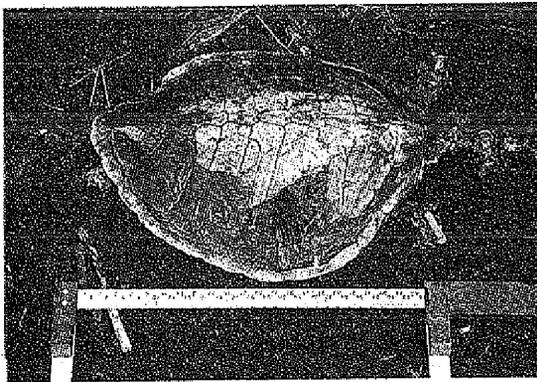
同種の温度依存性決定の様式から北限域の保護も重要と考えられる。本年は産卵数が少なかった上に、地温記録計のデータ採取に失敗したことなどもあり、種の性比バランスについて言及するだけの資料が得られなかった。



漂着死体を解剖したところ胃などからポリ袋を発見



自然環境学習に訪れた東大付属中学生を案内して



オオバエの浜で確認されたアオウミガメの漂着死体



今シーズンただ1カ所、地曳浜で確認された産卵巣

中山間地域における人工湿原の観察と保護活動

水辺の未来を考える会

紙谷智彦・倉品伸子

Observation and conservative activities for an artificial swamp

The group for swamp conservation
Tomohiko Kamitani, Nobuko Kurashina

多様な動植物の相互関係の観察と地域住民との交流を通じて、中山間地域における自然環境の現状を理解し、そのあり方を考えることを目的に、自然観察会を行った。水田の放棄跡地につくられた人工湿原「たきがしら湿原」を中心として、その周囲の広葉樹二次林、天然林を含めた地域のなかで、3回の観察会を行った。

参加者の募集は新聞・情報誌・ラジオなどを通じて行った。現地での移動や、宿泊施設等の確保については、地元・上川村役場の協力を得た。

1 初夏観察会：参加28名、6月14～15日

講師として京都大学の浅野透先生、新潟大学の阿部學、箕口秀夫両先生に参加いただいた。湿原とその周辺に生息する多様な生物間の相互関係に関する話題を、各専門分野のスタッフが分担して提供した。夜は地元に住む土屋久さんから、山里の生活と自然との関わりについてお話を伺った。2日目は、かつて地域の基幹産業であった炭焼きを体験した。

2 夏の観察会：参加者19名、8月2～3日

ブナ天然林を訪れた。参加者全員で実際に木の大きさを測ることによって天然林の成り立ちを理

解し、その複雑な構造が多くの生物にとって重要であることを学んだ。村内のバンガローに宿泊し、翌日は地元につながる紙すきを体験した。

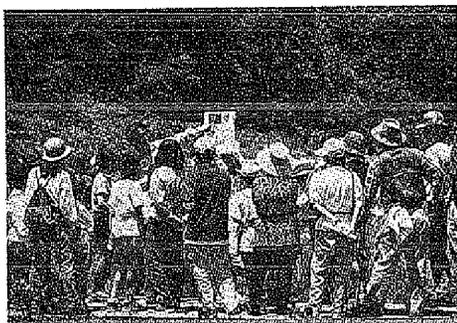
3 秋の観察会：参加者8名、9月27～28日

観察のテーマは「種子散布」とした。結実したさまざまな植物を材料として、多様な種子散布様式を観察し、また鳥や動物が果たす役割について学んだ。2日目は、地元の渡部克明さんらのご協力を得て、山里の水田で稲刈りを体験し、お話を伺った。

観察会全体を通して、われわれスタッフも、企画・運営の難しさを含めて多くのことを学ぶことができた。各回の企画としては、観察と体験のプログラムを2日間で組み合わせることによって、自然と人間のつきあい方、ひいては中山間地域の自然環境と人々の暮らしぶりについて考える機会を提供することができたのではないかと思う。今後は、人工湿原がもつ生態系の中での役割を考えるとともに、自然と人との関わり方の実践的な学習の場としても、このような観察会を活用していきたい。



活動の中心となったたきがしら湿原



花と昆虫との関係の解説



湿原の脇でカエルの産卵の説明



二次林の成り立ちを解説



ブナ天然林で木の高さを測る



ブナ天然林の中で記念撮影



種子を観察する



山里の水田での稲刈り体験

北海道自然保護読本 『野付・風蓮・春国岱の自然』の作成、発行

(社)北海道自然保護協会

俵浩三

Publication of Nature Conservation Textbook of HOKKAIDO

Nature Conservation Society of HOKKAIDO

Hiromi Tawara

事業の目的

(社)北海道自然保護協会は1964年に設立、会員約1,100名からなる、北海道では最大の自然保護団体です。問題のある開発計画に反対したり、関係方面に意見書を出したりの運動を行う一方、自然環境の基礎的調査や、自然保護講座や観察会など、自然保護の普及・啓蒙活動にも取り組んでいます。

そうした活動の一環に「北海道自然保護読本」の作成、発行があります。これは毎年テーマを決め過去12年間にわたり発行してきたもので、今回は「自然公園シリーズ」の第5回目(最終回)として、野付・風蓮道立自然公園の自然の特徴を分かりやすく解説した『野付・風蓮・春国岱の自然』を発行しました。

事業の内容

『野付・風蓮・春国岱の自然』は、A5版、58ページ、カラー印刷の冊子で、内容は次のとおりです。

- | | |
|----------|-------|
| ①瘦せていく砂嘴 | 八木健三 |
| ②野鳥の楽園 | 高田勝 |
| ③春国岱の森 | 黒沢信道 |
| ④生きものたち | 近藤憲久 |
| ⑤四季の彩り | 高嶋八千代 |
| ⑥豊かな西別川 | 河井大輔 |
| ⑦暮らしがあった | 本田克代 |

作成部数は3,500部で、これを北海道内の各市町村教育委員会、高校、大学、図書館、博物館、自然保護関係団体などに無償で配布し、一般市民や学生が閲覧できるようにしています。

期待される事業効果

この種の自然ガイドブックは、例えば大雪山国立公園など著名な地域では商業ベースのものが出版されていますが、このシリーズでとりあげる地域では、類書がないため、関係者から高い関心が寄せられています。公的な機関に備えられているので、自然保護思想の普及や環境教育に大きな波及効果があると、期待されます。

なお既刊の「自然公園シリーズ」は、『夕張・芦別』、『厚岸・霧多布』、『狩場茂津多・檜山の自然』、『暑寒別・天売・焼尻の自然』の4種類です。

ナチュラリスト講座テキスト作成

社団法人 大阪自然環境保全協会「ナチュラリスト講座」

大野尊信・滝澤真由美・谷口三千代・田内久之・常俊容子

Edit the textbook for training course for naturalist

Nature conservation society of Osaka, "NATURALIST"

Takanobu Ohno, Mayumi Takisawa,

Michiyo Taniguchi, Hisashi Tanouchi, Yoko Tsunetoshi

大阪自然環境保全協会は、1976年に設立されて以来、都市近郊に残された貴重な自然である里山の環境保全運動を行なっている。我々はその一環として里山に生きる野生動物（ほ乳動物）の観察を主とした「ナチュラリスト入門講座」を1978年から開講しており、現在修了生はのべ約1000名を超えた。アニマルトラッキングで得られる野生動物のフィールドサインから、野生動物の生きる様を読み取り、その生息場所である里山の自然環境への理解を深めようというのが主旨であり、講座受講生は、身近な里山の自然環境を理解することで、人と自然のより良い共生の道を模索し、里山保全活動を担うマンパワーともなってきた。

近年都市近郊に生息する野生動物たちは①生息場所が開発によって奪われ分断される②おもな生息場所であった里山が農業構造の変化によって荒廃しつつある③密猟や自然との共生意識を持たない人間の侵入、などの理由により急速に生息場所の悪化にさらされている。その結果、近年人家近くへのほ乳動物の出没が目立ってきている。

いまや都市近郊における野生動物と人との新しい共生のスタイルが問われており、その解決の道へのキーパーソンとなるべきナチュラリストが求められているのである。

ナチュラリスト入門講座は、例年9月より翌年3

月まで開講し、受講者は約60名。室内講座6回と、主に大阪府下をフィールドとした野外講座6回（内1泊2回）で構成されており、講座修了生を中心としたスタッフが運営している。

このメンバーでテキスト編集委員会を発足し、資料の整理、新たに執筆した原稿をもとに、テキストの作成にあたった。内容は、ほ乳動物の生態、アニマルトラッキングのノウハウを中心に、地域性をふまえた話題、動物民俗学的なエッセンスを加え、人と動物との関わりを再考し、都市近郊における人と自然のより良い共生のかたちを示唆するような内容を目指した。

毎回講座ごとに、随時資料を作成してきたが、「ナチュラリストテキストブック」（タイトル）の使用により、より効果的効率的な講座運営、学習が進むものと思われる。また、一般に対しても、野生動物についての認識を高め、身近な自然を見直すうえで、啓発の一助となるであろう。

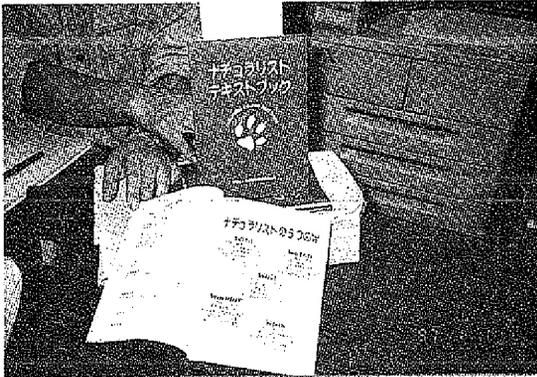


写真1 「ナチュラリストテキストブック」

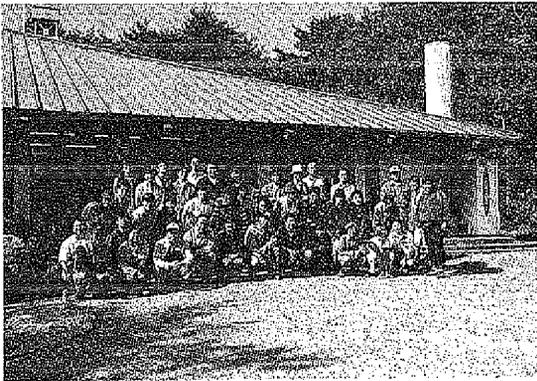


写真2 「22期ナチュラリスト講座」秋の一泊野外講座
(10/18-19大阪府立能勢青少年総合野外活動センターにて)

日本における「自然の権利」運動の記録(～1997.6)

「自然の権利」セミナー

佐久間淳子

The report on "The rights of Nature" Movements in Japan(～1997.6)

Seminar on "The rights of Nature"

Junko Sakuma

PNファンドの助成によって完成をみた、上記報告書『報告 日本における「自然の権利」運動』の内容にざっと触れておく。

現在4件ある「自然の権利」訴訟の原告と弁護団代表(弁護士)の原稿を柱に、それ以前にあった「自然の権利」訴訟に通じる発想の「自然権提唱の動き」「相模大堰建設差止訴訟(口頭弁論に置いて、原告たちは“動植物になりかわって”証言をしている)」、また、「自然の権利」訴訟ではないものの、生物多様性を問う「大雪山のナキウサギ裁判」(第一回口頭弁論の時には、ナキウサギのぬいぐるみが“入廷”した)についても同様に取上げたため、単に「自然の権利」訴訟に関する報告書というだけでなく、自然保護を求める裁判の今現在の形を立体的にとらえるものとなった。さらに、各訴訟の訴状・準備書面・弁論要旨なども収録することができたため、それぞれの原告、原告代理人たちの意図が、より詳細に読みとれることだろう。

また、「自然の権利」に関心を持つ研究者の論文も興味深い内容になった。これに加えて、「自然の権利」の考え方のベースになっているといわれるアルド・レオポルドの「土地倫理(ランドエシク)」や、自然物に当事者適格を与えることを論じ

た「樹木の当事者適格」(C・ストーン)も、邦訳刊行物(既刊)から転載をとりつけた。結果的に変形A4版で308ページという大著になってしまったが、このプロジェクトの初期の目的を達するために必要な項目を折り込んでいったらこうなった、という感じである。原稿の打ち合わせと集約に時間を取られたため、装幀・校正等の面では多くの悔いを残してしまっていたが、原稿の鮮度が第一であると判断し、97年年末に第一刷を完成させた。なお、この時の初版1000部はまる5カ月で完売したため、校正作業を施した上で、6月に500部を増刷することができた。

また、本報告書の完成を機に、再びプロ・ナトゥーラ・ファンドの緊急助成をいただいて、3月14日には執筆者らを全国から招いて「集まれ!日本の自然保護訴訟 自然の権利シンポジウム'98」を東京で開催した。自然の権利関係者が一堂に会したのは、これが初めてである。

この報告書が各訴訟(運動)間の交流を活性化させ、よりよい方向性を見出すためのテコになってくれていることを素直に喜びたい。

なお、この報告書完成以後の情報については、ホームページを開設して、情報発信を続けている。
<http://user.komazawa.com/~sjunko/sizennohenri/>

車軸藻類の絶滅・絶滅危惧種の保護と 自然界への復元に関する教育研究

車軸藻類研究教育グループ

野崎久義・樋口澄男・大森雄治・加崎英男・加藤僖重
佐野郷美・渡辺信・金子謙一・関久人・近藤洋一

Scientific and educational researches for preservation and revival
of extinct and endangered charalean species

Group of scientific and educational researches for the Charales
Hisayoshi Nozaki, Sumio Higuchi, Yuji Omori, Hideo Kasaki, Nobushige Kato,
Satomi Sano, Makoto M. Watanabe, Ken-ichi Kaneko, Hisato Seki & Yoichi Kondo

近年、湖沼における車軸藻類は激減しており、野尻湖など国内4湖沼にのみ分布していたホシツリモはソウギョの放流等の影響を受け、自然条件下で絶滅したと推定されている。我々は実験材料として培養されていた野尻湖産のホシツリモ株を用いて、野尻湖における自然界への復元手法の検討を行った。また地元の一般人や小学生に対し復元及び自然保護に関する環境教育を企画・実施した。調査及び活動の成果は以下の通りである。

(1)野尻湖内水深1~4.5m地点に6基設置したソウギョ防護柵内にホシツリモおよび水草を植栽し、水中ビデオカメラとダイバーの目視により定期的に観察した。この結果、a)湖内でのホシツリモの発芽・越冬は可能である、b)植栽法として密植が有効、c)藻体に付着する微生物の小動物による除去と、小動物の生息場所の水草帯の重要性、d)水草帯内外の付着微生物量の差等が明らかになった。復元・調査作業は地元一般人や小学生の協力を得て行われ、ホシツリモや水草帯全体の復元・保全の必要性が理解された。

(2)僅かに回復し始めた水草帯の調査を行った。その結果、住民採取によるものを含め合計18種の水草が確認された。湖内数地点の底質を採取し、休眠種子・胞子の検索を行った結果、現在湖内では生育が認められていない車軸藻4株が発芽した。以上により車軸株の復元種の拡大が可能になった。

(3)野尻湖小学校児童によるホシツリモ・水草の培養・観察を指導し、その一部は野尻湖内への植栽や野尻湖ナウマンゾウ博物館の特別展示に使用した。'97年7月には信濃町内の小学校4年生全員(約150名)が参加した野尻湖クリーンラリーでホシツリモ・水草の展示を行った。

(4)我々の活動内容を一般人に普及する目的で、2月16日に野尻湖公民館において実験成果報告会を開催した。広い範囲にわたる7題の講演を中心に活発な議論が展開された。参加者は地元の一般人を中心として38名であった。

(5)野尻湖小学校の児童が育てたホシツリモ・水

草を中心に'97年7月から野尻湖サウマン象博物館において、ホシツリモ・水草帯の復元に関する

特別展示を実施した。展示開始から10月までの入館者数は47,500人に達している。



写真1 地元の一般人の参加による野尻湖車軸藻の復元活動



写真2 野尻湖公民館で開催された成果報告会の様子



写真3 小学生参加によるホシツリモの培養と復元の学習会

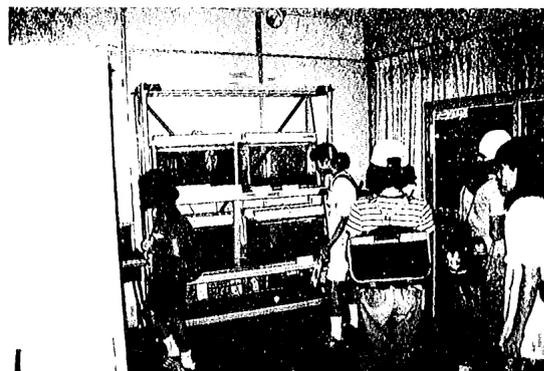
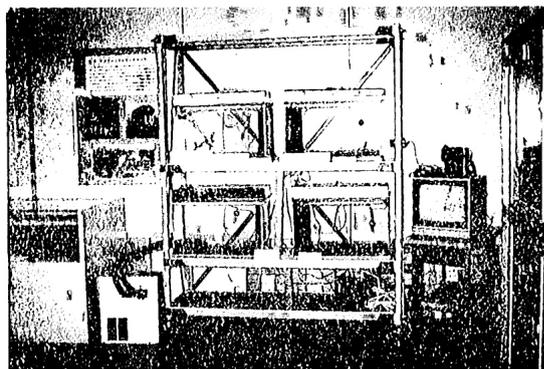


写真4 野尻湖ナウマンゾウ博物館における車軸藻藻類の展示

On the Distribution and Habitat of Sichuan Golden Monkey and Conservation Strategy in Qinling Mountains, China

Baoguo Li

On conservation of primates, in special the golden monkey, Chinese government has set up many nature reserves since 1980's. So far the animal's protection has been made great progress. Because the region where the reserve was established always has a very poor economic condition.

To make a living, the local people have to turn to the mountain resources and make the forests des-troyed at some extent which raised a very sharp conflict between the reserve and the local economic development. The people's life level has been still in the middle part of Qinling mountains for ages. Over exploitation of the forest and faults in the reserve's management caused the monkey subjected to a much large scaled threat i.e. the fast loss of the habitats. Thus the competitive relationship between human being's activity and habitat utilization of the golden monkey becomes the key subject in the study of the protection of the animal. In order to make our research more efficient, we conducted investigation on the monkey to complement the omission in previous work and aspects which had never been involved in. Thus by this precedure, we have obtained the first hand materials to enrich our evidence, furthermore to provide us a more practical base. After a whole year' survey, we have finished the whole work successfully in a planned way. The census results and the situation of the survey regions made us worry. The protection strategies must be carried out as quickly as possible. Now, the study results are reported as follows:

1. Research team staffs

Baoguo Li	Department of biology, Northwest University, Xi'an.
Chengpei Xiong	Xiaoyaojin Zoo of Hefei City, Anhui.
Zhiyun Jia	Institute of zoology, Chinese Academy of Science, Beijing.
Weihong Ji	School of Environmental and Marine Science, The University of Auckland, Auckland.
Pinghou Yang	Department of Forestry resource Protection, Northwest Forestry Collage. Yangling.
Baoping Ren	Department of biology, Northwest University, Xi'an.
Anhong Liu	Forestry Bureau of Xi'an City.
Pengju He, Bin Guo, Wuke Wei, Kaichuang Si	Bureau of Zhouzhi Nature Reserve, Zhouzhi County.

2. Study period and areas

We conducted the survey from November 1996 to November 1997. On the investigation of the monkey troops was carried out in the following 5 counties: Foping, Yangxian, Ningshaan, Zhouzhi, Taibai county. The seasonal changes of the habitat of the monkey was researched in Yuhuangmiao region (Yuhuangmiao village, Zhouzhi county) where there are two natural monkey troops distributing respectively. One is included in the Reserve and the other moves outside it. So the comparison of the both had great significance. The plot sampling of the vegetation in the habitat was made in Yuhuangmiao

area in Zhouzhi county and Chaijiaguan area in Ningshaan county.

3. Achievements

After one year's investigation, we have obtained much more pleasing fruits:

3.1 The changes in distribution of the snub-nosed monkey in China

It is well known that the present distribution patterns of organisms are inevitable outcomes resulting from historical development and long-term adaptation procedure by changes in surroundings for survival. With man's productive activity impacting the natural ecosystems seriously, it is necessary to study the distribution patterns and the changes in surroundings for survival.

1) Changes in distribution: The snub-nosed monkey whose fossil records can be dated backwards as early as Period stratum, was mainly distributed over southern provinces such as Guangxi, Guizhou, Yunnan, Sichuan, especially in Guangxi, and was a southern primate species (Fossil records to see Table 1 and Fig. 1).

Table 1. Geochronological scales and geographical distributions of fossil records of the snub-nosed monkeys in China

Geographical distribution		Geochronological scale	References
Province	Site		
Shaanxi	Gongwangling, Lantian county	Early Pleistocene	Guo Y. & Jabloski N. G. , 1989
Henan	Badu Mt. , Xinan county	Middle Pleistocene	Guo Y. & Hu C. , 1991
Sichuan	Yanjinggou, Wan county	Middle & late Pleistocene	Handbook of Chinese palaeovertebrate fossils, 1979
Hubei	Yun county	Early Pleistocene	Pan Y. , 1995
Hunan	Cili county	Middle Pleistocene	Wang L. et al. , 1982
Guizhou	Tongzi county	Middle Pleistocene	Hand book of Chinese palaeovertebrate fossils, 1979
Yunnan	Fumin county	Middle Pleistocene	Zhou M. , 1981
Guangxi	Heidong, Daxin county	Early Pleistocene	Han D. , 1982
	Jiuluo Mt. , Duan county	Middle Pleistocene	Zhao Z. et al. , 1981
	Luoshanzai, Liucheng county	Early Pleistocene	Hand book of Chinese palaeovertebrate fossils, 1979
Zhejiang	Shuanglongdong, Jinhua city	Holocene	Ma A. & Tang H. , 1992

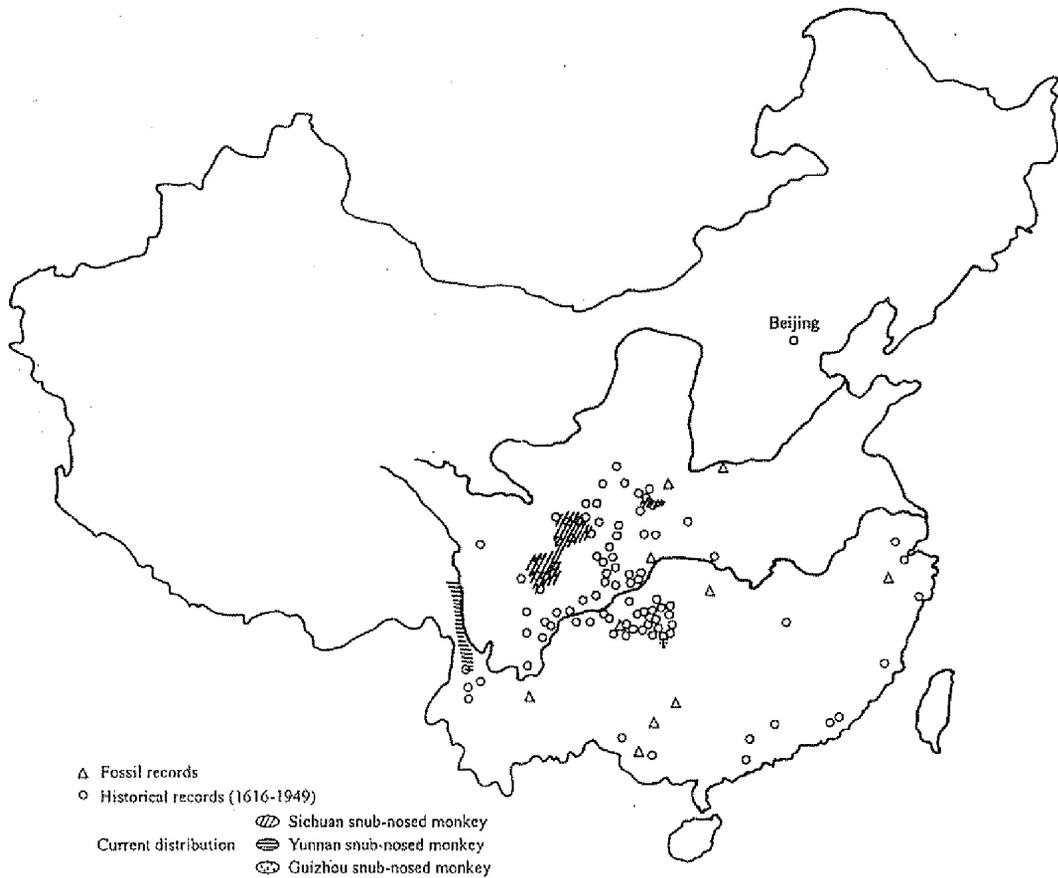


Fig. 1. The changes in distribution of the snub-nosed monkey in China

2) Historical distribution and changes in appellation of the monkey: By looking up a lot of province and county annals from Qing dynasty to Republic (1616-1949), we discovered that the animal was vastly distributed over the southwest, middle part of China as well as Gansu and Shaanxi province in northwestern China (See Table 2 and Fig. 1).

3) Current distribution and habitats:

a) Sichuan snub-nosed monkey

In shaanxi, about 3,800-4,000 individuals, 39 natural troops.

In Sichuan, about 10,000 individuals, about 100 troops.

In Gansu, about 800 individuals, 8 troops.

In Hubei, about 600 individuals, 5-6 troops.

b) Guizhou snub-nosed monkey About 800 individuals, the habitat for this monkey is mountaine subtropical forest between 1200 and 2100 m elevation.

c) Yunnan snub-nosed monkey About 1,000-1,500 individuals, 13 troops. The monkey is definitely associated with fir forest and moves at elevation of 3800-4300 m.

Table 2. Distribution records of the snub-nosed monkey based on province and county annals in China

Province	County	Name record	Annals	
			Book name	Publishing time
Shaanxi	Qinling Mt.	"You", "Rong"	Annals of Shaanxi	Qing dynasty • Yongzheng 11 years (1885)
	Longshan Mt.	"Wol"		
	Zhouzhi	"Rong"	Annals of Zhouzhi county	Minguo 14 years (1925)
	Longxian (Longzhou)	"Rong"	Annals of Longzhou	Qing dynasty • Kangxi 52 years (1713)
	Xixiang	"Rong"	Annals of Xixiang county	Qing dynasty • Daoguang
	Shiquan	"Rong"	Annals of Shiquan county	Qing dynasty • Guangxu 29 years (1903)
	Baoji	"Rong"	"Gujin Tushu Jicheng" Jiang Q. editor	Qing dynasty
Sichuan	Wanyuan	"Rong"	Annals of Wanyuan county	Minguo 21 years (1932)
	Wanyuan, Chenkou, Zhongxian	"Rong"	Annals of Taiping county	Qing dynasty • Tianlong 59 years (1794)
	Fengdu, Dianjian, Liangping	"Jin Si Yuan"	Annals of Zhongzhou	Qing dynasty • Daoguang
	Yilong, Xichueng, Nanchueng, Yuechi, Guangan, Linshui, Peng'an, Yengshan,	"Rong"	Annals of Sichuan	Qing dynasty • Jiaqing 21 years (1816)
	Wusheng, Hechuan, Tongliang, Blshan, Dazu, Ruengchang, Jiangjin, Jiangbei, Changshou	"Jin Si Yuan"	Annals of Jiangbeiting	Qing dynasty • Daoguang 24 years (1844)
	Changshou Luengchang,	"Rong"	Annals of Sichuan	Qing dynasty • Jiaqing 15 years (1810)
	Fushun, Nanxi, Yibin, Pingshan, Mabian, Meigu, Gaoxian, Xingwen			
	Leibe	"Rong"	Annals of Leibeting	Qing dynasty • Guangxu 19 years (1893)
	Yuxei, Xichang	"Rong"	"Qiong Xi Yie Lu"	Qing dynasty • Daoguang
	Huell	"Rong"	Annals of Huellizhou	Qing dynasty • Tongzhi 13 years (1874)
	Maowen, Dayi, Qionglai, Fujiang	"Rong"	Annals of Sichuan	Qing dynasty • Jiaqing 15 years (1810)

Continue Table 2

	Wenchuan	"Rou" "Jin Xian Hou"	"Wen Zhi Ji Lue"	Qing dynasty • Jiaqing 10 years (1805)
	Wenchuan	"Jin Xian Hou"	Annals of Wenchuan county	Minguo 33 years (1944)
	Baoxieng, Yaan, Lushan, Mingshan, Qingxi, Hanyuan, Tianquan, Ruenjing, Xiaojiu, Ganzi	"Rong"	Annals of Yazhoufu	Qing dynasty • Tianlong 4 years (1739)
	Baoxieng	Specimen		Collected by Mr. David. in 1870
	Kanqing	"Jin Xian Hou" "Rong"	"Problem of Xikan"	Minguo 18 years (1929)
	Guangyuan	"You", "Rong"	Annals of Zhaohua county	Qing dynasty • Tianlong 50 years (1785)
	Beichuan	"Rong"	Annals of Shiquan county	Qing dynasty • Daoquang
	Songpan	"Rong"	Annals of Songpan county	Minguo
	Nanchuan	"Guo Ran"	Annals of Nanchuan county	Minguo 15 years (1926)
Gansu	Wudu, Wenxian	"Rong"	Annals of Shiquan county	Qing dynasty • Daoquang
	Kangxian	"Jin Si Rong"	Annals of Kangxian county	Minguo 25 years (1936)
	Tianshui (Qinzhou)	"Rong"	New annals of Qinzhou	Qing dynasty • Tianlong 29 years (1764)
Hubei	Zhushan	"Rong"	Annals of Zhushan county	Qing dynasty • Tongzhi 4 years (1865)
	Yichang	"Wei" "Guo Ran"	Annals of Hubei	Minguo 10 years (1921)
Jiang xi	Yichun	"Jin Si Yuan"	Annals of Yichun county	Qing dynasty • Kangxi 40 years (1701)
Fujian	Yongtai	"Wei"	Annals of Yongtai	Minguo 19 years (1930)
Zhejiang	Leqing	"Jin Si Yuan"	Annals of Leqing county	Qing dynasty • Guangxi 27 years (1901)
	Shaoxing	"You"	Annals of Shaoxingfu	Qing dynasty • Tianlong 55 years (1790)
	Huzhou (Wuxing)	"You"	Annals of Wuxing county	
	Enping	"You"	Annals of Enping county	Qing dynasty • Daoquang 5 years (1825)
	Chaozhou	"Jin Si Yuan"	Annals of Chaozhoufu	Qing dynasty • Tianlong 27 years (1762)
	Zhaoqing	"Jin Si Yuan"	Annals of Zhaoqingfu	Qing dynasty • Daoquang 13 years (1833)
	Jieyang	"Jin Si Hou"	Annals of Jieyang county	Qing dynasty • Tianlong 44 years (1799)
Conghua	"Jin Si Yuan"	Annals of Conghua county	Qing dynasty • Kangxi 40 years (1701)	
Guangxi	Fusuf (Tongzheng)	"Rong"	Annals of Tongzheng county	Minguo 22 years (1931)
	Debao (Zhenanfu)	"Jin Si Yuan"	Annals of Zhenanfu	Qing dynasty • Guangxu 18 years (1892)
Guizhou	Sinan, Yenjiang,	"Wei"	"Xu Glan Shu"	Qing dynasty • Guangxu 23 years (1897)
	Dejiang, Wuchuan,			
	Yanhe, Songtao,			
	Fenggang, Jiangkao Tongren,	"Zong Yi Shou"	Annals of Tongrenfu	Qing dynasty • Guangxu 16 years (1890)

Continue Table 2

	Shiqian Zhunyi, Suiyang, Tongzhi, Xishui, Zengan, Chishui, Meitan, Renhual	"Wei", "Rou"	Annals of Zhunyi	Qing dynasty • Daoguang 21 years (1841)
Yunnan	Dali	"Rong"	Annals of Yunnan	Qing dynasty • Daoguang 15 years (1835)
	Yuengping, Yunlong	"Rong"	"Dian Jiang Ji Lu"	Qing dynasty • Xuantong 3 years (1911)
	Fengqing	"Yu Mian Yuan"	Annals of Shunningfu	Qing dynasty • Guangxu 30 years (1904)

4) The reasons for changes in distribution:

a) The effect of Himalaya orogeny From early Quaternary Period to middle- and late-Pleistocene, the Qinling mountains and Hengduan mountains upheaved accordingly, which caused consequent changes in rivers, climate and vegetation, perhaps prevented animals from moving freely as they used to do, created isolated species distribution patten, and became the natural barrier for the monkey's primary dispersion.

b) The effect of glacial climate in the Quaternary Period In China the three long ice ages made many animal species change their original living area and created the isolated distribution pattern. It is possible that the monkey positively adapted themselves to glacial climate by vertical migration.

c) The effect of historical changes In climate In recent 5,000 years, the climate was warm at beginning and was subtropical in most regions in north china because of warm climate and luxuriant forests, the snub-nosed monkey increased rapidly in this period and became widely distributed. But from Ming dynasty to Qing dynasty, it was the coldest in climate which affected greatly the structure and distribution of vegetation, and accordingly compressed the distribution area of the monkey constantly.

d) The strong impact of human economic activity The main impact of human activity on the survival of the monkey includes hunting, deforestation, mining, reservoir building and traffic construction, etc. which have made the forestry recover impossible and damaged the habitat seriously.

3.2 Seasonal home range of Sichuan snub-nosed monkey in Yuhuangmiao, Qinling mountains

We fixed a transmitter collar on an adult female of the troop in Yuhuangmiao west ridge. The troop was located by radio telemetry and followed by observers during the day. The location duration of activities in each location and behavior if animals were recorded when followed. The minimum convex polygon method was used to estimate the home range size on a map of 1:50000 scale. The home range of the study troop was divided into 90 small squares to analyses their habitat use.

Results: As shown in Fig. 2, only 82 small squares which covers 20.5 km² were actually used by the troop among 93 days' observation, 93 times the troop was using A and B regions. 56 times the troop was found in C region. 53 times in D region. The home range area of the monkey troop varied significantly in different seasons. The home range size was 14.12 km² in Spring, 9.35 km² in Summer, 12.07 km² in Autumn

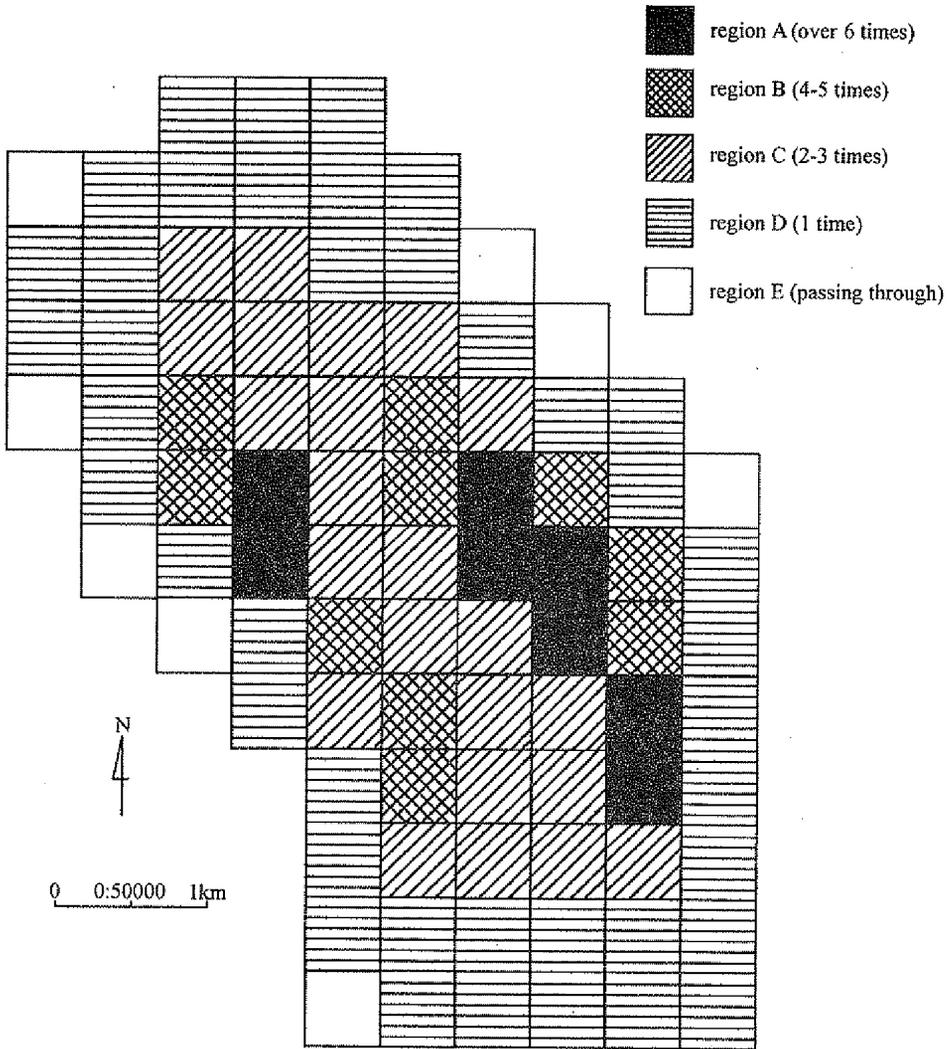


Fig. 2. The using frequency of regions in home range

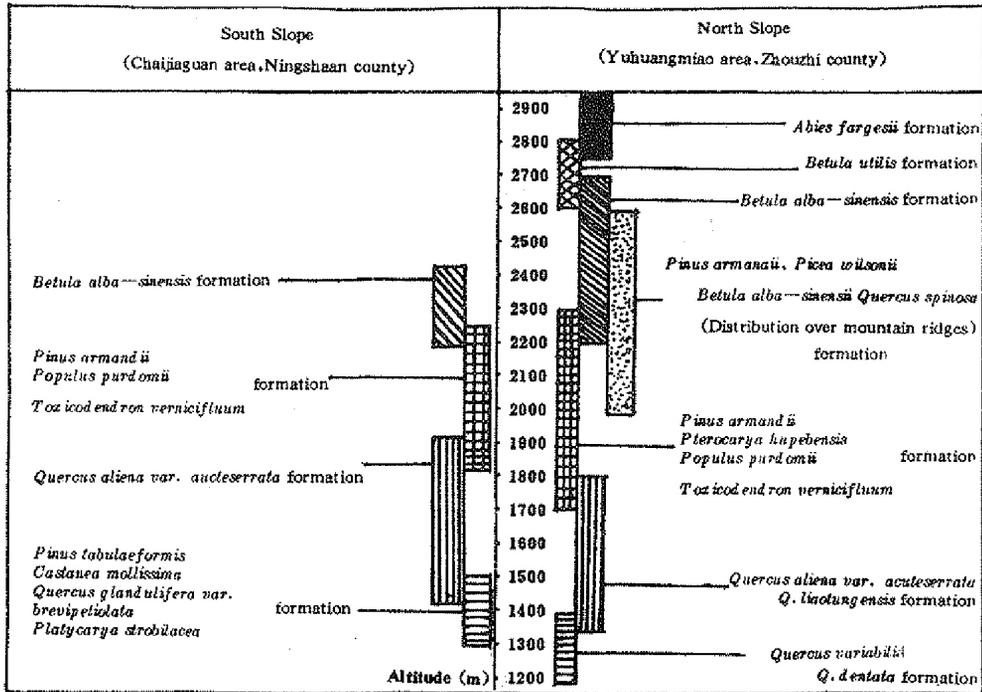
and 12.31 km² in Winter. The area size is closely correlated with the distribution and abundance of the food resources and seasonal changes of the home range which is related to the phenology of the vegetation. The daily moving distance was 0.5 - 1 km which span a vertical distance of 250m in Spring; 0.3 - 1 km with a vertical distance of 200m in summer; 0.7- 1.5 km, 250m vertically in autumn and 0.3-0.8 km, 150m vertically in winter. The moving distance is longer in fine days than that in bad weather.

3.3 On the habitat vegetation of Sichuan snub-nosed monkey in Qinling mountains

The investigation was carried out on the habitat vegetation of the monkey with a square measuring 20 × 20 m² at increase of per 100m a.s.l., Each item was surveyed concerning the species number and percentage of cover of all arbors, shrubs and herbs within the square. Relation between food acquisition and home range change was studied according to corresponding of home range size, food species and parts of the plants in four seasons.

Results: The habitat vegetation of the animal, with distinct vertical distribution, was categorized into 3 types: deciduous broadleaf fr., coniferous and deciduous mixed fr., submontane coniferous fr. and 8 formations. The composition of major species in different vegetation formations was worked out in Table 3. Studies on the vertical distribution of the species had important significance in surveying food composition and home range size change (Table 4).

Table 3. Vertical distribution of the habitat vegetation form (formation) of Sichuan snub-nosed monkey on the south and north slopes in Qinling mountains

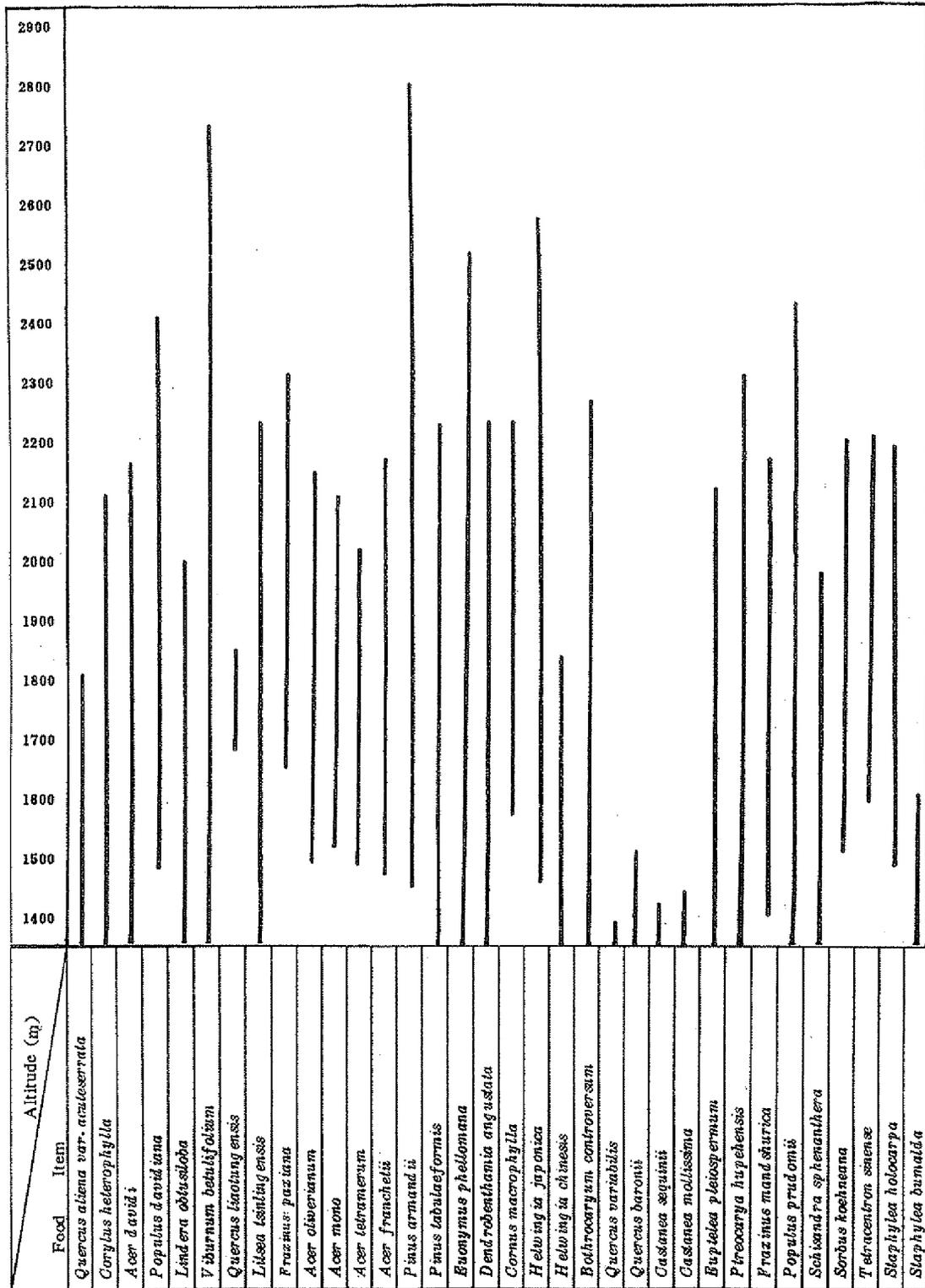


3.4 Seasonal food composition and summer food reserves for Sichuan snub-nosed monkey

Two kinds of methods were adopted in our study: a) Tracing observation. Following monkey troop carefully, we found related marks left by them such as gnawed twigs remaining peels and stems. b) Positioning observation. We found out the food and the movement ranges several days before monkey troop was enclosed.

Results: According to the survey, principal foods involve 29 families, 45 genera and 47 species distributed 170 plant parts (Table 5). Food resources differ with seasons: In spring, the animal feed on buds, catkins, tender leaves, some fruits and 1-2 year' tender bark; In summer, they mainly eat tender leaves and fruits of different plants; In autumn, The menu of the monkey consists of fruits, 1-2 year tender bark, buds and tender twigs etc. In Yuhuangmiao area, we worked out the food amount with standard branch method (Table 6). The maximum number of the animal could be reduced from their feeding amount. So the propriety strategy on maintaining the troop size should be put up quickly.

Table 4. Food vertical distribution of Sichuan snub-nosed monkey



Continue Table 4

Food Item	Altitude (m)
<i>Alangium chinense</i>	1800 - 2000
<i>Betula alba</i> - <i>siniensis</i>	2000 - 2800
<i>Betula utilis</i>	2490 - 2900
<i>Sorbus hupehensis</i>	1500 - 2410
<i>Malus kansuensis</i> f. <i>cultiva</i>	1500 - 2520
<i>Malus sieboldii</i>	1610 - 2330
<i>Ulmus macrocarpa</i>	1810 - 1920
<i>Ulmus bergmanniana</i>	1810 - 2210
<i>Malus baccata</i>	1810 - 2110
<i>Aralia chinensis</i>	1810 - 1960
<i>Sabia japonica</i>	1810 - 1960
<i>Corylus chinensis</i>	1810 - 2010
<i>Corylus ferox</i> var. <i>thibetica</i>	1810 - 2300
<i>Carpinus turczanowii</i>	1810 - 2140
<i>Magnohaia biondii</i>	1810 - 1910
<i>Lindera glauca</i>	1810 - 1840
<i>Sinowilsonia henryi</i>	1810 - 1680
<i>Tapiscia sinensis</i>	1810 - 1520
<i>Euonymus myriantha</i>	1810 - 2210
<i>Celastrus gemmatus</i>	1810 - 1590
<i>Aesculus chinensis</i>	1810 - 1530
<i>Hovenia dulcis</i>	1810 - 1620
<i>Actinidia chinensis</i>	1810 - 1430
<i>Actinidia kolomikta</i>	1810 - 1450
<i>Actinidia callosa</i>	1810 - 1410
<i>Actinidia tehranera</i>	1810 - 1500
<i>Elaeagnus boottii</i>	1810 - 1590
<i>Elaeagnus umbellata</i>	1810 - 1840
<i>Frustrans reflexa</i>	1810 - 1870
<i>Sambucus williamsii</i>	1810 - 2010
<i>Syringa villosa</i>	1810 - 2580
<i>Madia incisoserrata</i>	1810 - 2610
<i>Hydrangea zanthoneura</i>	1810 - 2270

Table 5. Seasonal food change of Sichuan snub-nosed monkey in Qinling Mountains

Species	Abundance	Spring (Mar. — May)		Summer (June. — Aug.)		Autumn (Sep. — Nov.)		Winter (Dec. — Feb.)	
		Parts eaten	Feeding frequency	Parts eaten	Feeding frequency	Parts eaten	Feeding frequency	Parts eaten	Feeding frequency
Pinaceae									
<i>Pinus tabulaeformis</i>	++	sd	++			sd	+++	sd	++
<i>Pinus armandii</i>	+++	sd	++			sd	+++	sd	+++
Salicaceae									
<i>Populus davidiana</i>	++	bd, fr	++ , ++	lf	++			br, bk	++ , ++
<i>P. prudomii</i>	++++	bd, fr	++ , ++	lf	++			br, bk	++ , +++
<i>Salix sinica</i>	+	ck, bd	+++ , ++						
<i>S. hylonoma</i>	+	ck, bd	+++ , ++						
<i>S. sinopurpurea</i>	+	ck, bd	+++ , ++						
Juglandaceae									
<i>Pterocarya hupehensis</i>	+++	bk, bd	+++ , +++	lf	++			bk	+++
Betulaceae									
<i>Betula utilis</i>	++++	ck, bd	++ , +++	fr, lf	+++ , +++	lf	+	ck	+++
<i>B. alba—sinensis</i>	++++	ck, bd	+++ , +++	fr, lf	+++ , +++	lf	+	ck	+++
<i>B. luminifera</i>	+	ck, bd	++ , ++					ck	+++
<i>Corylus heterophylla</i>	++	ck, bd	+++ , +++	lf	++	sd	+++	ck	+++
<i>C. chinensis</i>	+	ck, bd	+++ , +++	lf	++	sd	+++	ck	+++
<i>C. ferox var. thibetica</i>	++	ck, bd	+++ , +++	lf	++	sd	+++	ck	+++
<i>Carpinus turczaninowii</i>	++	lf	++	lf	++				
Fagaceae									
<i>Quercus liaotungensis</i>	+	ck, bd	++ , ++					sd	++
<i>Q. aliena var. acuteserrata</i>	+++	ck, lf	++ , ++			sd	++	sd	++
<i>Q. variabilis</i>	+	ck, bd	++ , ++					sd	++
<i>Q. baronii</i>	++	lf	++						
<i>Castanea seguinii</i>	+	bd, lf	++ , ++					sd	++
<i>C. mollissima</i>	+	bd, lf	++ , ++					sd	++
Ulmaceae									
<i>Ulmus bergmannianus</i>	+	bd, fr	+++ , +++					bk	++
<i>U. macrocarpa</i>	+	bd, fr	+++ , +++					bk	++
Moraceae									
<i>Ficus heteromorpha</i>	+	lf	+++			fr	+++		
Eupteleaceae									
<i>Euptelea pleiosperma</i> f. <i>franchetii</i>	+++	bd, br	++ , ++						
Magnoliaceae									
<i>Magnolia biondii</i>	+	bd	++					bd, bk	++ , ++
Schisandraceae									
<i>Schisandra sphenanthera</i>	+	lf	++	lf, fr	+++ , +++				

Continue Table 5

Tetracentraceae					
<i>Tetracentron sinense</i>	+	lf ++			bk ++
Lauraceae					
<i>Lindera obtusiloba</i>	++	bd,lf +++,+++	lf,fr ++,++		
<i>L. glauca</i>	+		lf,fr ++,++		
<i>Litsea tsinlingensis</i>	++	bd,lf +++,+++	lf,fr ++,++		
<i>L. rubescens</i>	++	bd,lf +++,+++	lf,fr ++,++		
Saxifragaceae					
<i>Hydrangea xanthoneure</i>	+				bk +++
Hamamelidaceae					
<i>Sinowilsonia henryi</i>	+	lf ++	lf ++		
Rosaceae					
<i>Malus baccata</i>	++	bd,lf +++,+++	lf,fr ++,+++	fr +++	bk ++
<i>M. sieboldii</i>	++	bd,lf +++,+++	lf,fr ++,+++	fr +++	bk ++
<i>M. kansuensis</i>	++	bd,lf +++,+++	lf,fr ++,+++	fr +++	bk ++
<i>Sorbus koehneana</i>	++	bd,lf +++,+++		fr +++	
<i>S. hupehensis</i>	++	bd,lf +++,+++		fr +++	
<i>Purnus pseudocerasus</i>	++	bd,lf ++,++	fr +++		
<i>Maddenia incisoserrata</i>	+	bd,lf +++,+++			
Celastraceae					
<i>Euonymus alatus</i>	+	lf ++		fr ++	
<i>E. myrianthus</i>	+	lf ++		fr ++	
<i>Celastrus gemmatus</i>	+			fr +++	bk ++
Staphyleaceae					
<i>Staphylea holocarpa</i>	++				bk ++
<i>S. bumalda</i>	+				bk ++
<i>Tapiscia sinensis</i>	+	bd,lf +++,+++		fr ++	
Aceraceae					
<i>Acer davidi</i>	++	bd,lf +++,+++	lf ++	fr ++	bk +++
<i>A. oliverianum</i>	+	bd,lf +++,+++	lf ++	fr ++	
<i>A. mono</i>	++	bd,lf +++,+++	lf ++	fr ++	
<i>A. tetramerum</i>	++	bd,lf +++,+++	lf ++	fr ++	
<i>A. francheti</i>	+	bd,lf +++,+++	lf ++	fr ++	
Hippocastanaceae					
<i>Aesculus chinensis</i>	+			fr +++	
Sabiaceae					
<i>Sabia japonica</i>	+				bk +++

Continue Table 5

Rhamnaceae					
<i>Hovenia dulcis</i>	+		lf ++	fr +++	
Tiliaceae					
<i>Tilia paucicostata</i>	++	bd,lf ++,++	lf ++		
Actinidiaceae					
<i>Actinidia chinensis</i>	++	bd,lf ++,++	lf ++		bk ++
<i>A. kolomikta</i>	+	bd,lf ++,++	lf ++		bk ++
<i>A. callosa</i>	+	bd,lf ++,++	lf ++		bk ++
<i>A. tetramera</i>	+	bd,lf ++,++	lf ++		bk ++
Elaeagnaceae					
<i>Elaeagnus umbellata</i>	++			fr +++	
<i>E. bockii</i>	+			fr +++	
Alangiaceae					
<i>Alangium chinense</i>	+	bd,lf +++,+++	lf ++	fr ++	bk +++
Araliaceae					
<i>Aralia chinensis</i>	++	bd,lf +++,+++			bk +++
Cornaceae					
<i>Cornus macrophylla</i>	++		fr ++		
<i>Bothrocaryum controversum</i>	++		fr ++		
<i>Dendrobenthamia angustata</i>	++		fr ++		
<i>Helwingia chinensis</i>	+	bk,lf +++,+++			bk,br +++,+++
<i>H. japonica</i>	+++	bk,lf +++,+++			br,bk +++,+++
Oleaceae					
<i>Frazinus paziana</i>	+	br ++			bk +++
<i>F. mandshurica</i>	++	br ++			bk +++
<i>F. retusa</i>	+	br ++			bk +++
<i>F. platyphloea</i>	+	br ++			bk +++
<i>Syringa villosa</i>	+				bk +++
Caprifoliaceae					
<i>Sambucus williamsii</i>	++	br ++			bk ++
<i>Viburnum betulifolium</i>	+++	br,lf +++,++		fr ++	bk ++
<i>Unea longissima</i>	++	++			++

br:tender branch; lf:tender leaf; sd:seed; bk:tender branch bark

fr:fruit; bd:bud including folding flower; ck:catkin

+++ :very often; ++ :frequently; + :rarely

abundance: ++++ :very copious; +++ :copious; ++ :sparsae; + :rarely

Table 6. Square investigation

Sample No.	Altitude (m)	Gradient / Direction	Vegetation Form	Canopy Density	Wood-plant		Eatable plants*		Percentage of Eatable plants		Feeding** Amount (kg/400m ²)	Feeding** Amount (kg/ha)
					Species	Number	Species	Number	Species	Number		
11	1510	35° South by West 70°	<i>Quercus aliena</i> var. <i>acuteserrata</i> <i>Quercus liaotungensis</i> formation	0.85	31	102	19	70	61	69	1.2	30
					15	113	10	92	67	81	6.45	161.3
2	1700	35° East		0.75	25	117	18	96	72	82	7.8	195
					18	55	13	39	72	71	31.9	797.5
4	1900	25° North by east	<i>Pinus armandii</i> <i>Pterocarya hupehensis</i> <i>Populus prudomii</i> <i>Toxicodendron vernicifluum</i> formation	0.85	10	53	6	45	60	85	27.2	680
					23	136	15	93	65	68	68.1	1702.5
6	2100	37° North		0.75	21	96	16	68	76	71	92.4	2310
					21	85	14	65	67	76	103.8	2595
7	2200	25° North by East 5°		0.7	15	53	8	32	53	60	148.2	370.5
					14	52	6	42	42	81	135.5	3387.5
8	2300	25° North		0.8	13	41	10	33	77	80	129.5	3237.5
					7	41	6	38	86	93	171	4273
9	2400	25° North by West 30°	<i>Pinus armandii</i> <i>Picea wilsonii</i> <i>Betula alba-sinensis</i> formation	0.7	6	42	6	42	42	81	135.5	3387.5
					13	41	10	33	77	80	129.5	3237.5
12	2500	20° North by East 10°	<i>Betula alba-sinensis</i> formation	0.7	7	41	6	38	86	93	171	4273
					7	41	6	38	86	93	171	4273
13	2600	20° North by West 80°		0.75	6	35	5	31	83	89	126	3150
					6	35	5	31	83	89	126	3150
14	2700	15° North by West 50°	<i>Betula villosa</i> formation	0.7	6	35	5	31	83	89	126	3150
					6	35	5	31	83	89	126	3150
average												2017.25

Note : *Feeding in any season
**Feeding amount in summer

3.5 On a transfer of summer home range of Sichuan snub-nosed monkey in yuhuangmiao, Qinling mountains

The monkey troop was sought by the radio telemetry. When the troop was located, the indirect tracing was set out. After our 43 days' investigation, the transition of the summer home range of the east ridge troop in Yuhuangmiao region reasonably caused by the commercial logging of the two forestry bureaux at the edge of the habitat. The great change taking place just was to avoid the violent human impact. Thus it has shown the sharp conflict at some extent between human activity and the survival of the monkey.

3.6 Conservation strategy and action plan for saving the Sichuan snub-nosed monkey in Qinling mountains

In terms of the current state of the monkey and increase of the impact of human activity we move the following conservation strategy.

- 1) Implementing wildlife and forest conservation laws and regulations.
- 2) Public conservation education and consciousness to arouse social concern about saving Sichuan snub-nosed monkey in China.
- 3) Prohibiting commercial logging in the habitats of the monkey and giving a distribution map of the monkey's home range in Qinling mountains to the forestry bureaux to determine the sites of the commercial logging not to destroy the home range in the future. Moreover financial support to the local government for the local revenue loss because of forbidding of the logging must be given.
- 4) Nature reserve construction such as establishing nature reserve administrative bureau in Huangboyuan and Erliangba of Taibai county and Jigongliang in Zhouzhi county.
- 5) Decreasing the local human population and popularizing 9-year education (free of charge) to make the local people have the ability to get jobs in town and city nearby and improve their living standard.
- 6) Initiating reforestation campaign to forbid the local people to the forest for the cultivation beyond 1,400m.
- 7) Monitoring the population of the monkey resource to carry out their resource investigation at least one time every five years and to collect the reliable data on population size and changes in the reserves and the long-term field observation sites.
- 8) Experimenting with the community control of buffer zone forest between the village and the home range.
- 9) Study on conservation biology of the monkey.

Specific action plan in the next five years: Giving action plan on the monkey and its habitat conservation can not only protect the species, but other animals such as Giant panda, Golden takin etc. and their habitats and biodiversity.

- 1) Carrying out the monkey resource investigation in Qinling mountains.
- 2) Drawing up a distribution map of the seasonal home ranges for the forestry bureaux to let them determine the sites for commercial logging and avoid the destruction of the habitat of the animal.
- 3) Establishing new nature reserves in certain sites mentioned above.
- 4) Assessing impact of tourism and delaying the further development for tourism until this study be completed and recommendation can be made.

It is a key problem for the government and scientists how to effectively protect this species, the problem

undoubtedly makes it more urgent to carry out the research of conservation of the monkey in the future.

4. Summary

During the whole year's investigation of Sichuan snub-nosed monkey in Qinling mountains, we involved multi-respects such as changes of the distribution of the snub-nosed monkey in history and at present, seasonal changes of the home range, food variation in four seasons and human economic activities impact related to the survival of the species. Now we can say that we have accomplished the whole research satisfactorily. A lot of confused problems about the monkey now were clear, the situation of the golden monkey in Qinling mountains isn't allowed to be optimistic. The greater number of the troop size and the relatively more limited feeding resources need a new research on the maintenance of the continuous development of the animal. We also place our hope on the department of the forestry and the government to strengthen the enforcement of the laws and regulations concerned in the monkey's conservation and strict punishment of violators. Thus we are about to hand in our results up to the department concerned so as to provide a first-hand material on the formulation of the new policy. Although the finished study is still a preliminary one, much deeper research should be kept conducting sequently.

第7期プロ・ナトゥーラ・ファンド助成成果報告書(1998)

要 旨

中国、秦嶺山脈におけるキンシコウの分布、生息地、 保護戦略に関するプロジェクト

李 保国

秦嶺山脈の四川キンシコウを一年間調査する間、我々は複数の様相に係わった。キンシコウの分布の変化の現在と過去における考察、行動領域の季節による変化、四季による食料の変動、この種の生存に係わる人間の経済活動の影響などである。現在我々は、すべての調査を満足に果たせたといえる。サルについては見分けが付かなかった諸問題も、今は明らかになり、秦嶺山脈のキンシコウの状況は楽観を許さない状態である。群れの大きさが大きく、採食資源が比較的制限されているこ

とから、このサルの継続的な発展の維持についての新たな調査が必要である。また我々は、森林省と政府が、サルの保護のための法律と規制を実施し、それらに違反した者に厳しい罰則を与えるよう希望する。これから我々は、新たな政策の立案の役にたつ直接の資料を提供すべく、関係省に調査の結果を提出するところである。終了した研究はまだ予備的であり、より深い調査が続行されるべきである。

(推薦者：小林達彦 訳)

The study of home range, pack size and niche for wolf (*Canis lupus*) preservation in Anhui province, China

Hu Xiaolong

Abstracts

In order to find out about the situation of wolf in Anhui, to provide scientific basis for wolf preservation. The study of wolf in Anhui is carried under the help of funds provided by PRO NATURA FUND. The work time is one year (from December, 1996 to December, 1997). During this period, 22 forestry centres distributed in 19 counties are investigated, 122 forest workers, farmers and hunters are interviewed. The total outdoor work time is 135 days (surveying wolf tracks, collecting wolf feces, capturing wolf etc.). The annals and the data of fur purchasing have been consulted. Now the quantity of wolf in Anhui is very few, only in few areas of low hills of Jianghuai knop, Mt. Dabie area and mountain area of southern-Anhui have its distribution. The reasons for wolf extinction are as following; first, the habitats of wolf destroyed and the foods diminished; second, killed by men. It is suggested that propagation should be strengthened to convert the concept that wolf is harmful animal, and wolf is protected as state grade protected animal.

1. The purpose of study

Wolves are the animals which have a tight relationship with mankind. They distribute widely in Europe-Asian continents and new continents, are top grade species in ecosystem and take an important role in keeping ecological balance. With the advancement of industrial and agricultural production, wolf habitats are diminishing, they are faced extinction. In order to make clear that the distribution and situation of wolf in Anhui, to provide scientific basis for wolf preservation, we carried out this study in the whole Anhui province from 12, 1996 to 12, 1997 under the help of the funds provided by Pro-Natura fund. 21 sites (135 work days) were investigated from October, 1996 to November, 1997 (Table 1, Fig 1).

2. Methods

- 1) Survey for the presence of wolf tracks by line transects and analyze collected feces of wolves as well as other carnivores.
- 2) Interview local farmers, hunters and forest workers.
- 3) Capture wolves with cages and clips.
- 4) Search for wolf dens with pups present for the purpose of capturing adult ones during the breeding season.
- 5) Consult the local annals to find out the distribution of wolf one hundred years ago in Anhui.
- 6) Visit fur purchasing centres to collect the data of wolf skin purchasing in the last ten years.
- 7) Inquire about wolf and fox by sending questionnaires to some forestry bureaus in Anhui.

4

Distribution of wolf in Anhui

Present

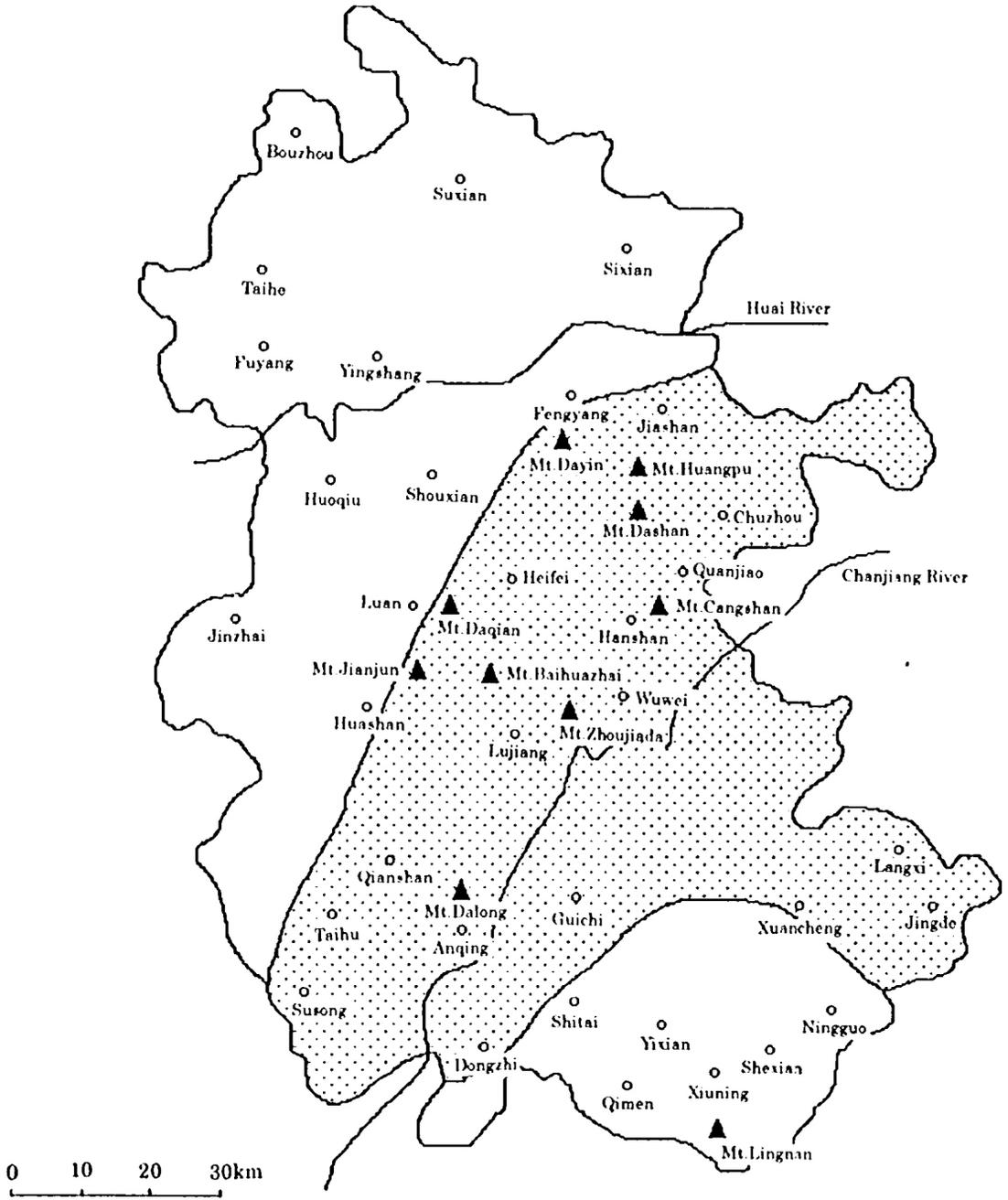


Fig. 1. Study area in Anhui and distribution of wolf.

Table 1. Work site and time : Twenty one sites (135 work days) were investigated from Oct. 1996 to Nob. 1997. Location, date, number of investigators and work days are presented.

Location	Date	Number of Investigators	Work Days
Mt.Huangpu Reserve	1996.10.22-28	2	5
Chuzhou City	1996.12.3-12	6	8
	1997.1.27-2.2	2	5
	1997.4.11-18	3	6
	1997.6.8-12	3	4
	1997.7.11-20	2	8
	1997.9.27-10.5	2	7
	1997.10.9-19	2	9
Luojava, Shiji, Chuzhou City	1997.6.25-28	3	4
Huanglishu and Mt Dashan forestry centre, Quanjiao County	1997.9.19-27	2	8
Mt Baiyun forestry centre	1996.11.25-30	2	5
Mt Daying forestry centre			
Fengyang County			
Mt.Cangshang, Mt.Taihu forestry centre	1997.1.19-22	3	2
Hanshan County			
Mt.Zhoujiada forestry centre	1997.1.22-28	3	5
Wuwei County	1997.3.18-29	2	10
	1997.7.24-26	2	1
Baihuazhai forestry centre	1997.3.2-6	2	3
Ljiang County			
Mt.Jiangjun forestry centre	1997.2.15-23	2	7
Luan City			
Mt.Daqian forestry centre	1997.2.23-28	2	5
Xiunging County			
Lingnan forestry centre	1997.5.10-20	2	8
Xiuning County			
Liangting, Susong County	1997.6.8-12	2	3
Xuqiao, Taihu County	1997.6.27-30	2	2
Xiaotiao, Shuchong County	1997.8.1-5	2	3
Mt.Jinzong forestry centre	1997.8.13-18	3	4
Dongzhi County			
Mt.Dalong forestry centre	1997.10.20-24	2	3
Anqing City			
Yi County, Qimen County	1997.10.29-11.5	3	6
She County			
Xuanzhou City, Longxi County	1997.11.28-12.3	2	4
Guangde County			

3. Result

1) Line transect

Carnivore feces were collected and analyzed (Table 2). Five feces of wolf were collected and analyzed. The contents were sheep, goose, hare. Food habit of wolf could not be made clear because of very little feces collected. 4 wolf foot prints (2 in Mt. Huangpu, 1 in Mt. Zhoujiada, 1 in Mt. Da Forestry Centre) were found.

Table 2. Diets of carnivore species, based on feces analysis from 12, 1996 to 10, 1997 in Anhui.

Location	Species	Date	Contents of feces
Mt Huangpu Nature Reserve, Chuzhou City			
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.4.	Hairs and bones (Rodentia spp.), seed, insect
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.4.	Crab
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.4.	Hairs and bones (Rodentia spp.)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.4.	Hairs (<i>Rattus confucianus</i>)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.4.	Hairs (Rodentia spp.)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.4.	Hairs and bones (<i>Rattus norvegicus</i>)
	<i>Viverra zibotha</i>	1996.12.4.	Hairs and bones (Rodentia spp.), insect (Orthoptera spp.)
	<i>Viverra zibotha</i>	1996.12.4.	Snake scales and bones
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.4.	Hairs (Rodentia spp.) and insect
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.4.	Hairs (<i>Cricetulus triton</i>) and insect (Lepidoptera spp.)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.4.	Hairs and bones (<i>Apodemus agrarius</i>)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.5.	Hairs and bones (<i>Apodemus agrarius</i>)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.5.	Hairs and bones (Rodentia spp.)
	<i>Melos melos</i>	1996.12.5.	Wild persimmon - pit and insect (Coleoptera spp.)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.6.	Hairs and bones (Rodentia spp.)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.6.	Hairs (<i>Apodemus agrarius</i>)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.6.	Fruits and seeds
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.6.	Hairs (Rodentia spp.)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.7.	Hairs (Rodentia spp.)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.7.	Hairs (Rodentia spp.) and insect (Hymenoptera spp.)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.7.	Hairs (<i>Cricetulus triton</i>)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.7.	Hairs and bones (Rodentia spp.)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.7.	Hairs and bones (<i>Cricetulus triton</i>)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.8.	Hairs (Rodentia spp.), insects (Hymenoptera spp. and Lepidoptera spp.)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.8.	Hairs (Rodentia spp.)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.8.	Hairs and bones (Rodentia spp.), insect (Coleoptera spp.)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.8.	Hairs and bones (<i>Cricetulus triton</i>)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.8.	Hairs and bones (Rodentia spp.)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.8.	Hairs (Rodentia spp.)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.8.	Hairs (Rodentia spp.), insect (Hymenoptera spp.)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.8.	Hairs and bones (Rodentia spp.)
	<i>Canis lupus</i>	1996.12.8.	Earthworms and Badher hairs
	<i>Prionailurus bengalensis</i>	1996.12.8.	Hairs and bones (Rodentia spp.), hare bones
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.8.	Hairs and bones (Rodentia spp.)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.8.	Hairs and bones (Rodentia spp.)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.8.	Hairs and bones (Rodentia spp.)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.8.	Hairs and bones (Rodentia spp.)
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.11.	Snake
	<i>Mustela sibirica</i>	1996.12.11.	Insect (Hymenoptera spp.)
	<i>Canis lupus</i>	1997.4.16.	Shop hairs and bones
	<i>Mustela sibirica</i>	1997.4.13.	Snake scales
	<i>Mustela sibirica</i>	1997.4.14.	Snake (<i>Elapho carinata</i>) scales
	<i>Mustela sibirica</i>	1997.4.13.	Snake scales, frog bones, insect (Coleoptera spp.), leaves

(continued I)

continued I

Mt Zhoujida, Wuwei County		
<i>Meles meles</i>	1997.1.22.	Plant roots and stems
<i>Canis lupus</i>	1997.1.22.	Goose feather and webfoot
<i>Canis lupus</i>	1997.1.23.	Goose feather and webfoot
<i>Canis lupus</i>	1997.3.20.	Hare hairs and bones
<i>Mustela sibirica</i>	1997.3.22.	Hairs (Rodentia spp.)
Baihuazhai Forestry Centre, Lujiang County		
<i>Mustela sibirica</i>	1997.3.4.	Hairs and bones (<i>Rattus nitidus</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.3.4.	Hairs and bones (Rodentia spp.)
<i>Prionailurus bangalensis</i>	1997.3.4.	Hairs and bones (Rodentia spp.)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.3.5.	Frog bones
Mt Dashan Forestry Centre, Quanjiao County		
<i>Meles meles</i>	1997.9.20.	Berry
<i>Meles meles</i>	1997.9.20.	Berry
<i>Meles meles</i>	1997.9.20.	Berry
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	1997.9.21.	Crab, insects (Coleoptera spp.), frog bones
Luowa, Shiji, Quanjiao County		
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.22.	Mouse teeth and hairs
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.22.	Insects (Coleoptera spp.)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.22.	Insects (Orthoptera spp.)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.22.	Mouse hairs and bones
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.22.	Hairs and bones (<i>Rattus nivivontor</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.22.	Hairs and bones (<i>Apoldomus agrarius</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.22.	Hairs and bones (<i>Apoldomus agrarius</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.22.	Mouse hairs, insect wings
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.22.	Hairs and molar (<i>Apoldomus agrarius</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.22.	Insects (Orthoptera spp.)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.22.	Insects (Orthoptera spp.), mouse hairs
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.22.	Hairs and bones (<i>Cricotulus triton</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.22.	Hairs and bones (<i>Apoldomus agrarius</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.24.	Hairs and bones (<i>Apoldomus agrarius</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.24.	Insects (Coleoptera spp.)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.25.	Hairs and bones (<i>Apoldomus agrarius</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.25.	Hairs and teeth (<i>Apoldomus agrarius</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.25.	Insects (Blattodea spp., Diptera spp.)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.25.	Hairs (<i>Rattus flavipactus</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.25.	Hairs (<i>Apoldomus agrarius</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.25.	Hairs (<i>Rattus nivivontor</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.25.	Hairs (<i>Rattus flavipactus</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.25.	Insects
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.25.	Hairs and bones (<i>Rattus nivivontor</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.25.	Hairs and tooth (<i>Rattus nivivontor</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.26.	Mouse bones, insects
<i>Viverricula indica</i>	1997.9.22.	Mouse hairs, insect feet and wings (Orthoptera spp.)
<i>Viverricula indica</i>	1997.9.22.	Insect feet and wings (Diptera spp.)

(continued II)

continued II

Mt.Huangpu Nature Reserve, Chuzhou City

<i>Felis bengalensis</i>	1997.9.28.	Insects, mouse hairs
<i>Felis bengalensis</i>	1997.9.25.	Hairs (<i>Rattus niviventer</i>)
<i>Felis bengalensis</i>	1997.9.24.	Mouse hairs
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.21	Insects (Orthoptera spp.)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.21	Hairs and bones
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.21	Hairs and bones (<i>Apodemus agrarius</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.22	Insects (Orthoptera spp. Diptera spp.)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.23	Insects (Coleoptera spp.), spiders
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.24	Insects (Diptera spp., Hymenoptera spp.)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.24	Wasps
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.25	Wasps, eggs
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.25	Adult and larva (Coleoptera spp.)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.25	Mouse hairs and bones
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.25	Wasps, mouse hairs
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.25	Mouse hairs and bones
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.25	Mouse hairs and bones
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.25	Mouse hairs and bones
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.25	Wasps
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.26	Mouse hairs and bones
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.26	Mouse hairs
<i>Mustela sibirica</i>	1997.9.26	Mouse hairs and bones
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.11.	Hairs and bones (<i>Apodemus agrarius</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.14.	Insects (Coleoptera spp.), mouse hairs
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.14.	Mouse hairs
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.14.	Mouse hairs and bones
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.14.	Wasps, mouse hairs and bones
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.14.	Insects
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.14.	Snake
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.14.	Mouse hairs
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.14.	Snake
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.14.	Mouse hairs and bones
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.14.	Centipede, mouse hairs, insects
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.16.	Mouse hairs and bones
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.18.	Insects
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.28.	Snake scales
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.29.	Hairs and bones (<i>Rattus niviventer</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.29.	Hairs and bones (<i>Rattus flavipectus</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.29.	Crab, snake, mouse hairs
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.29.	Hairs and bones (<i>Apodemus agrarius</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.30.	Insects (Orthoptera spp.), centipede
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.30.	Hairs and bones (<i>Cricentulus triton</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.30.	Hairs (<i>Rattus niviventer</i>)
<i>Mustela sibirica</i>	1997.10.30.	Mouse hairs and teeth
<i>Viverricula indica</i>	1997.10.29.	Snake scales, insects, frog bones
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	1997.10.30.	Berries (Chinese hawthorn, Wild perimmon), insects
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	1997.10.30.	Insects, berries
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	1997.10.30.	Insects (Orthoptera spp.), berries
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	1997.10.30.	Insects (Orthoptera spp.), berries

2) Interview

The status of wolf were interviewed from 130 forest workers, hunters or farmers at 16 areas in Anhui (Table 3). At five of 16 areas wolf still inhabits. At eight of those area, wolf disappeared before 1980's, or does not inhabit. Wolf number at almost habitats is very little.

Table 3. Informations of wolf status from forest workers, farmers and hunters at sixteen counties or city in Anhui. : location, interviewer, number of interviewers and information are presented.

Location	Interviewers	Information
Mt.Huangpu Reserve. Chuzhou City	10 forest workers 15 farmers	One piglet was caught by a wolf in his home yard in Jan. 18. 1997, said farmer Wang. One lamb was caught by a wolf while he was tending his sheep on a hillside in Jan. 24. 1997. Said farmer Li.
Luowa, Shiji. Chuzhou City	2 farmers	4 pups were found on a hillside in Jun. 11. 1997. One pup was captured on a hillside in the Spring
Huanglishu, Mt.Dashan forestry centre Quanjiao County	3 forestry workers 5 farmers	4 pups were found while pasturing cattles of a hillside on the end of Apr. 1994; one lamb was captured by a wolf while pasturing sheep on a hillside in Sep. 10. 1997.
Mt Baiyun, Mt.Dayin forestry centre. Fengyang County	12 forest workers and formers, etc.	Before the eighties, there were wolves. One dead wolf and one wolf skeleton were picked up in 1991. But now, there are no wolves.
Mt Zhoujiada forestry centre. Wuwei County	6 forest workers 10 farmers	One piglet was captured by wolf in Aug. 1996. Two goose were captured by a wolf in June. 1996. Two piles of wolf feces were collected in Jan. 22. 1997 and Mar. 4. 1997. Farmer Wang captured a brood of pups every year before 1994, 34 pups had been captured
Baehuazhai forestry centre. Lujiang County	2 forest workers 4 farmers	Before the eighties there were many wolves. One wolf was killed in the Spring of 1991. But now, there was no wolf to be seen.
Cangshan, Mt.Taihu forestry centre. Hanshan County	4 forest workers	There were many wolves and wild pigs before seventies. After stone pits were established in 1980, wolf disappeared.
Mt.Daqian forestry centre. Feixi City	5 forest workers 2 farmers	Before eighties, there were wolves, But very few. Now, no wolf could be seen.

(continued)

continued

Mt.Jiangjun forestry centre. Shiqiao, Luan City	8 farmers 2 forest workers	Before eighties there were wolves. In sixties one child was killed by wolf. But now, there is no wolf. Wild pigs increase.
Xiaojianchang forestry centre. Shuchan County	4 forest workers	No wolf. There are jackal and wild pig, but very few.
Mt.Dalong forestry centre. Anqing City	3 forest workers	There are wolves but few. Two times of wolf cry were heard in the evening of Oct. 20, 1997. One calf was killed by wolf near the centre in June, 1997.
Liangting. Susong County	6 farmers	There are wolves but few. In the Spring of 1995, farmer Xu captured 3 pups. In the Spring of 1997, farmer He captured 2 pups, one was bought by us.
Xuqiao. Taihu County	3 farmers	There are wolves. Farmer Chen captured 5 pups.
Mt.Jinjia forestry centre. Dongzhi County	4 forest workers	There were wolves in seventies but now disappeared.
Lingnan forestry centre. Xiuning County	2 forest workers 2 hunters	No wolf. There are jackal, cloud leopard and many muntjacs and wild pigs.
Yi County Qimen County She County	6 forest workers 10 farmers	There are few wolves on low mountains, but on high mountains there are jackals and cloud leopard, no wolf.

3) Capture wolves and search for wolf dens

Wolf capturing efforts were conducted with 25 foot traps at five locations in Mt. Huangpu. The efforts were conducted for 3 months, but we could not capture any wolves. Wolf dens used before several years were found, but the dens used for periods of this research couldn't be searched for.

4) The data in the history of Anhui

A. The annals of Yingzhou Prefecture in 1520 (now including following counties: Buozhou, Taihe, Yingshang, Huoqiu, Fuyang etc.) recorded tiger (*Panthera tigris*), wolf, river deer (*Hydropotes inermis*), deer (*Cervus nippon*), fox (*Vulpes vulpes*) etc.

The annals of counties : Fuyang, Yingshang, Buozhou etc. in 1875 recorded fox, hare (*Lepus capensis*), badger (*Meles meles*), etc. Tiger, deer, wolf, etc. were sold as food before 1660. After 1724, they disappeared.

The annals of counties : Suzhou, Si, etc. in 1565 recorded river deer, deer, hare, wolf, fox, etc. The counties above are located in the north of Huai River, most of them are plain. Now there are no distribution of tiger, river deer, deer, and wolf etc.

B. The annals of following counties : Laian, Shou, Quanjiao, Chuzhou and Luzhou (now including Hefei, Lujiang, Wuwei, Chaohu) recorded leopard, river deer, deer, muntjac (*Muntiacus reevesi*, *Muntiacus crinifrons*), wolf, fox and badger etc. The counties above are located in the hilly land between Chanjiang River and Huai River. Now there no leopard (*Panthera pardus*), deer, muntjac etc., but there are still distribution of river deer, wolf, fox and badger etc.

C. The annals of Huoshan County from 1875 to 1908 recorded tiger, deer, monkey etc. Because of cutting trees and opening up wasteland to build up farmland, they disappeared gradually. Wolf and fox appeared after 1874. The former Huoshan County is located in the north slop of Mt. Dabie, now including following counties as Jinzhei, Huoshan, Yuxi etc. Now there are wolves in low mountains but no wolf in high ones.

D. The annals of Anqing Prefecture (now including following counties as Zongyang, Tongchang, Huaining, Wangjiang, Qianshan, Susong, Taihu etc.) from 1662 to 1722 recorded that there were tiger, leopard, dhole (*Cuon alpinus*), deer, muntjac, river deer, monkey, Chinese alligator etc., but no wolf.

From 1875 to 1908, the annals of Taihu County recorded tiger, leopard, deer, river deer, muntjac, musk deer (*Moschus moschiferus*), fox, wolf etc. The annals of Qianshan County recorded tiger, leopard, dhole, wolf, river deer, badger etc. The counties above are along the south of Changjian River and located in the south of Mt. Dabie. Now there are no tiger, deer, monkey, Chinese alligator etc., but the others still have their distribution.

E. From 1523 to 1565, the annals of Chizhou prefecture (now including Tongling, Qingyang, Shilai, Songzhi and Quichi etc.) recorded that there were tiger, leopard, dhole, deer, muntjac, river deer, fox, monkey etc., but no wolf.

From 1875 to 1908, the annals of Shitai County recorded that there were deer, river deer, tiger, leopard, dhole, fox and monkey, but no wolf.

The counties above, along the north of Changjian River, are located in the north of southern Anhui mountain area. Now there is no tiger, but the other animals still have their distribution. In low mountains, there is wolf.

F. From 1488 to 1505, the annals of Huizhou Prefecture (now including following counties as Jixi, She, Xiuning, Qimen, Yi) recorded that there were tiger, bear (*Selenarctos thibetanus*), leopard, dhole, deer, muntjac, monkey, fox etc., but no wolf.

From 1875 to 1908, the animals recorded in the annals of counties as She, Yi, Qimen were the same as that of Huizhou, no wolf.

The counties above are located in the south of Southern Anhui mountain area, belong to the Xinan River valley. Now there still have other animals but no tiger. In low mountains there is wolf but no wolf in high mountains.

G. From 1523 to 1565, the annals of Ningguo Prefecture (now including following counties as Ningguo, Xuanchang, Jingde, Jing, Nanling, Taiping etc.) recorded that there were animals such as tiger, bear, deer, river deer, muntjac, dhole, fox, monkey etc., but no wolf.

From 1875 to 1908, the animals recorded in the annals of counties as Jing, Xuancheng, Nanling, were the same as that of Ningguo Prefecture.

The counties above are located in the east of Southern Anhui mountain area, belong to the Changjian

River valley. Now there are no tiger and bear, the tiger disappeared in the 1950s and bear disappeared in the 1970s. There are still other animals. Originally, there was no wolf, but now in low mountains there is the distribution of wolf.

5) The data of fur purchasing

The data of wolf skins and fox skins purchasing in the centre of animal products could be collected at three cities including some counties in the north area of Chang Jian River, and six counties in the south area of the River (Table 4). At the north area of Chang Jian River, the number of wolf skins traded in 1970's is more than the north area.

Table 4. Number of wolf, fox and dhole fur purchased from 1974 to 1981 in Anhui, based on centre of the data of the animal products in each county or city.

	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Chuzhou City (including some counties)								
wolf skin (sheet)				14	21	16	17	19
fox skin (sheet)				230	215	94	217	220
Anqing City (including some counties)								
wolf skin (sheet)		109	104	93	78	78		
fox skin (sheet)		647	758	901	915	841		
Wehui City (including 18 counties)								
wolf skin (sheet)		58	59	53	39	43	40	41
fox skin (sheet)		175	277	345	320	399	591	593
Quichi County								
wolf skin (sheet)	1	4	1					
fox skin (sheet)	2	9	3					
Shitai County (no wolf skin)								
fox skin (sheet)	2	4	7					
dhole skin (sheet)	4	3	5					
Dongzhi County								
wolf skin (sheet)	7	7	8					
fox skin (sheet)	23	18	34					
Qimen County								
wolf skin (sheet)								
fox skin (sheet)								
dhole skin (sheet)	5	6	3					
Taiping County								
wolf skin (sheet)	6	8	2					
fox skin (sheet)								
Qingshuihe and Heshan County								
wolf skin (sheet)		1						
fox skin (sheet)	3	3	2					
Total								
wolf skin (sheet)	14	187	174	165	138	137	57	
fox skin (sheet)	30	858	1081	1476	1450	1334	808	
dhole skin (sheet)	9	9	8	0	0	0	0	

6) The data of questionnaire

Two hundred questionnaires had been sent to forestry bureaus of various counties, then seventy-five questionnaires have been received. Among them, 23 said that wolf has disappeared. 35 said that the number of wolves decreased, but still could be seen. 17 said that they didn't know. It is believed that increased human activities, cutting trees, building roads etc., which destroyed the wolf's habitats, capturing and killing wolf by human, these lead to the decrease of wolf population. 70 said the reason of killing wolf was that wolf eat domestic fowls and animals. 5 said that killing wolf was in order to get wolf meat and skin.

4. Discussion

1) According to the historical data 400 years ago, wolves distributed mainly on the north of Huai River (low karst hill) and Jianghuai knop (Figure 1). There are only dholes instead of wolves in Mt. Dabie area and mountain area of south-Anhui. At that moment, there are tigers, deer and river deer in the same habitats with wolves, tigers as competitors, deer and river deer as foods. With the advancement of history, the population is increasing (in 1578 the population of Anhui is 4,150,000; in 1852 A. D. up to 37,650,000 which was 9 times of those in 1578) and the economic activities are enhancing. Because of the high economic value of tiger and deer, these animals were hunted in large amount and step by step out of existence on HuaiBei plain. Wolf and river deer prolonged to 1950's to be extinct on the plain. Being force of pressure of mankind, wolves transferred little by little to mountain area where the population density was low (data of 1958 showed: the population density on HuaiBei plain was 537 persons (per kilometer square), Jianghuai knop 374 persons, area along the Changjiang river 438 persons, mountain area in west-Anhui 192 persons and 157 persons in south-Anhui). But in mountain area there are strong competitors as dholes and leopards, environment diversity of habitats is high with before, that is why wolves only have been found in low hill area on the edge of Mt. Dabie and south-Anhui mountain area, there are no wolves in huge mountain area. The annals of Houshan county from 1875 to 1908 and 1970's fur purchasing datas of Qimen and Shitai counties are cases in point.

2) According to the research on the habitats of wolves in Anhui province, the typical habitat of wolves is low hills of karst with fireweed shrubs and bare rocks, where foods of wolves such as deer, river deer and hare live and there are barrows for rest and fertility. The choparral is not good habitat for wolves. For example, Mt. Zhoujiada in Wuwei county was a bare hill before 1958, there were no woods but weeds and shrubs, and there were a lot of bare rocks and barrows. At that time there were many wolves and foxes, every year farmers could find pups. Another example, such places as Mt. Dalong of Anqing, Liangtin of Susong, Xuqiao of Taihu, Mt. Huangpu of Chuzhou and Liuji of Guichi are low hill of karst with weeds and shrubs, there still are wolves and can capture pups.

3) It is a feasible way to capture pups, feed until growing up and put back to nature, then study wolf ecology while it is difficult to capture adult ones. We have bought 1 pup and 1 adult wolf, kept at Mt. Huangpu. After pup died for illness we transported adult wolf back to zoo, but it also died a week later. At the same time, three cloud leopard fed in the same house with wolves died for illness too. The

veterinarian diagnosed that they all died for dog's seasonal febrile diseases. We plan to get pups next spring and continue this research.

4) The reasons for wolf decreasing in Anhui are as following : First, the economic activities such as quarrying and cutting trees, etc. destroyed the habitats of wolf, so wolf has no places to hide itself. At same time the habitats of river deer and hare were also destroyed which lead to the decrease of foods for wolf. Second, mankind compete with wolf for food. Muntjacs, river deer and hare are the main foods of wolves and also delicacies that men favor. Hunting for those animals conduces the decrease of foods of wolves, thus wolves are becoming malnutrition, the fertility rate and survival rate are both decreased. Finally, the quantities of wolves decreased. Third, mankind from children have been educated that wolf is harmful animal, so they hated wolf. Farmers kill pups when they see them. For example, farmer Wang in Zhoujiada of Wuwei had captured pups every spring before 1991, 34 pups had been captured in total and all been killed. Fourth, wolves had to capture domestic fowls and animals because they can't get enough foods in field, so the conflict between mankind wolf is increasing. Wolf has the habit to store its remaining food, when farmers find the remaining foods, they sprinkle poisons on it to kill wolves. In the winter of 1991, the farmer in Zhoujiada picked up 5 wolves killed with poison near the pond.

5) The measures of wolf conservation : First, convert the old concept of afforestation - transforming original forest to man made forest, which not only creates soil erosion but also destroys biodiversity. Despite the increase of the percentage of forest cover in Anhui, the quantities of species are decreasing. So the work of transforming original forest to man made forest must stop. Second, strengthen education and propagation to convert the concept that wolf is harmful animal, protect wolf as state grade protected animal. Third, strengthen the management of wildlife protection. Stop the capturing and hunting in disorder, give animals a time to recuperate and multiply.

要 旨

中国安徽省における森林オオカミ保護のための ホームレンジ、パックサイズ、及びニッチェに関する研究

胡 小龍

安徽省におけるオオカミの生息状況を明らかにし、その保護のための科学的手法を確立することを目的として、PRO NATURA ファンドによる研究助成の下、本研究を実施した。調査期間は1年(1996年12月から1997年12月まで)で、この期間、19の郡、22箇所(林業局が管轄する地域)で調査し、林業局職員、農民、猟師を含めた122人を対象に聞き込み調査を行った。オオカミの痕跡調査、糞の採集、捕獲作業などの野外での作業日数は135日である。また、過去の毛皮取引きに関す

る記録についても調べた。現在、安徽省におけるオオカミの個体数は非常に少なく、江淮丘陵地域、安徽省南部の大別山、及び山岳地域の数地域でのみその生息が確認される。オオカミ絶滅の原因は、第一にオオカミ生息地の破壊と餌動物の減少、第二に捕殺によるものと考えられる。オオカミは有害獣であるという考え方を転換させるために、教育、普及を強化すること、また、オオカミを保護動物として指定することを提言する。

(推薦者:丸山直樹 訳)

Present Status of Blakiston's Fish Owl (*Ketupa blakistoni* Seebohm) in Ussuriland and Some Recommendations for Protection of The Species

S. G. SURMACH

Summary

Current status and distribution of the Blakiston's Fish Owl were revisioned in Iman River Basin (model territory) and firstly estimated for the whole Ussuriland by questionnaire work. Contrary to previous fears the species has not ceased to breed in Iman and some other reclaimed rivers, but showed a steep decrease in population, at least 4 times for the last 50 years. As breeder Fish Owl was firstly discovered at coastal rivers of Sea of Japan basin where its population consist of at least 50-70 breeding pairs and also in some previously unknown places at the western slopes of Sikhote-Alin Mountains. The whole population estimated in Ussuriland is 100-130 breeding pairs. The method of work, limiting factors and outlook in species conservation are discussed.

Introduction

Blakiston's Fish Owl (*Ketupa blakistoni* Seebohm, 1895) is one of the rarest and most unstudied birds of Russian avifauna. Its both subspecies, presently live in the Russian Far East: *K. b. blakistoni* Seebohm inhabits South Kurile Islands and, apparently Sakhalin Island, while *K. b. doerriesti* Seebohm is found on the mainland part of the Far East (Stepanyan, 1990).

Unlike the island subspecies that has been fully and thoroughly studied by Japanese ornithologists, the mainland one has still remained rather unstudied. All published information concerning its distribution in the Russian Far East boils down to the following. In the Russian Far East the species was found for the first time in the extreme South of Ussuri region in the end of the last century (Taczanowski, 1891) where afterwards (after 1910) its registration there lapsed (Nazarenko, 1971; Panov, 1973). In the 1930s Blakiston's Fish Owl (further Fish Owl) was found breeding on the right-side part of the Ussuri River (Iman and Bikin river basins) where by that time it had not been an uncommon species (Spangenberg, 1940, 1965; Shibnev, 1963), but by the 1970s its population showed an abrupt decrease (at least 4 times) (Pukinski, 1981 and others). As a possibly breeding species Fish Owl is reported at the northern coast of the Sea of Okhotsk (Vaskovskii, 1956; Tarkhov and Potapov, 1986), but there its status has not yet been identified exactly. The situation at the other part of the Russian Far East southward from Magadan (about 1500 km latitude-wise and about 1000 km longitude-wise) has not yet been clarified at all. Nobody has ever conducted special investigations as yet within the mentioned territory, but a few separate and occasional registrations of the species (not exceeding 10 records throughout the whole period of study of the region) in different parts of the above mentioned region (Vorobiyov, 1954; Kalinichenko, 1961; Smogorzhevski, 1966; Kazarinov, 1969; Yakhontov, 1986; Roslyakov, 1989; Smirenski and Smirenskaya, 1980; Voronov and Pronkevich, 1991; Poyarkov and Budris, 1991) have lead to an assumption

of the existence of a unified breeding range in the Russian mainland stretching from the very south of the Southern Primorski Region up to Magadan and westward to the Selemzha River and to an estimation of the Russia-bound population of the Fish Owl (together with its island subspecies) as 300-400 breeding pairs (Galushin, 1983; Pererva, 1984; Stepanyan, 1990). Due to the lack of other estimates, the mentioned number was being repeated in different sources of information up to now (Collar *et al.*, 1994 and others), but the river basin of Bikin and Iman has still been regarded as the most important stronghold of Fish Owl even in spite of the current dwindling trend in the existence of the species (Pukinski, 1993).

Since 1993 the Fish Owl has been an object of our special research works in the Iman River basin, and starting from the fall of 1996 due to the financial support by PRO NATURA FUND the range of our research was expanded to engulf the whole Ussuriland though, as concerns sending questionnaires, we are acting all over the Far East of Russia. A part of data received within the framework of the given project is published (Surmach, in print; Surmach and Avdeyuk, in print; Surmach and Valchuk, in print). In the present work we will tackle issues stated in the headline of the article only, that is the present status of Fish Owl in the whole Ussuriland, limiting factors and our vision of measures on its preservation.

Study areas and methods

The very notion of "Ussuriland" or "Ussuri region" doesn't accord with the modern administrative territory division of the Russian Far East, but this non-official geographical term is often used (not always in its proper meaning) in scientific, mainly foreign literature. The most common mistake is to assume that Ussuriland incorporates the present territory of Primorski Region and lies within its borders, though in reality Ussuriland braces twice as big a part of land bounded in the west by the Russian-Chinese State Border and the Amur valley and spreading east to the Sea of Japan (Fig. 1).

The main part of the given region is occupied by the wooded mountainous area of Sikhote-Alin with a thick river network (Fig. 6). Its eastern grand slope, that faces the Sea of Japan, is mainly featured by not very large rivers that do not freeze over completely in winter due to the relatively mild climate. The western grand slope of Sikhote-Alin mountainous range is characterized by continental climate and has rather voluminous (more than 300 km long) waterflows such as Iman, Bikin, Khor etc. with prominent valley forests of Manchurian type ideal for breeding of Fish Owl. The total length of the region along the latitudinal lines is about 1500 km. Only its southern and western parts have been reclaimed considerably, though the center, north and north-east are, for the most part, unpopulated, hardly accessible and therefore practically unstudied lands.

Hunting is a well-developed activity in the region that is why almost the whole area is divided into hunting lots regularly haunted by hunters in special seasons. These circumstances underlie the basis of our work, because we have spread questionnaires (total amount of 1500) among hunters and other dwellers of the region with a purpose to find out previously unknown breeding sites of Fish Owl. We excluded from the questionnaire investigation all floodplain rivers including the middle and lower reaches of the Ussuri River and also the basin of the Bikin River as a relatively well-studied location. Simultaneously with a postal questioning we carried out detailed researches in a model territory (Iman basin) with application of a complex of methods such as: preliminary questioning by mail, direct questioning of hunters at their lots, repeated searches of all parts of river and the majority of their tributaries throughout all seasons of the year (Fig. 2). Besides, we conducted a one-time investigation of some coastal rivers (Fig. 1). Iman occupies an interim place between

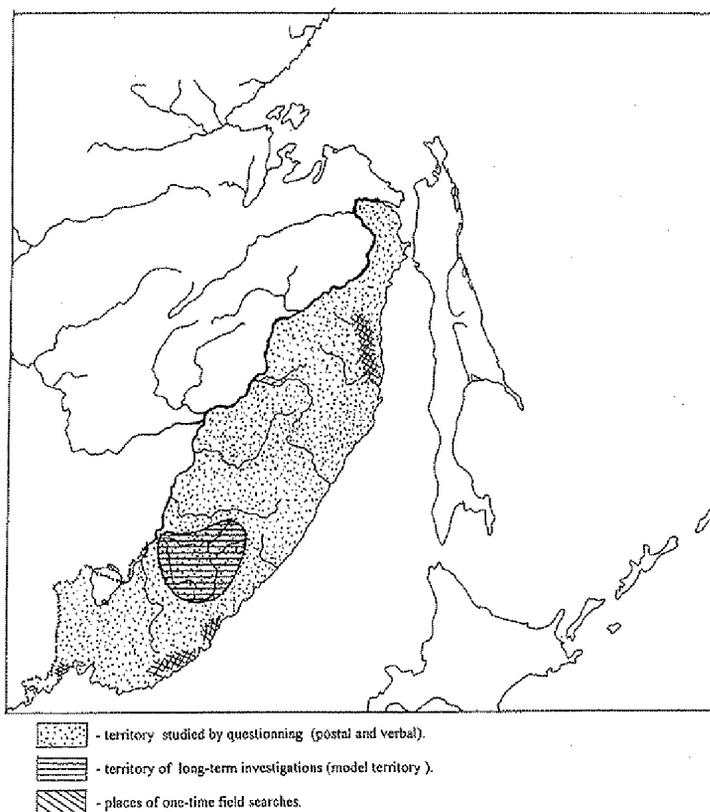


Fig.1. Studied Region.

the largest rivers of Ussuriland in term of economical reclamation, that is to say it pertains to the rank of so called semi-reclaimed rivers. Presently only its lower part (a 100 km - cut stretching upstream from the estuary) and its largest tributary - Malinovka (location of human settlements around the river basin is indicated on Fig. 2) are seriously reclaimed. Vast stretches of land alongside the upper stream and mostly along the middle stream of Iman River have been repeatedly affected by industrial felling as well, but their general look inspires quite good feelings and impressions as concerns valley forests important in the existence of Fish Owl. Such forests have retained their original appearance due to the existence of so called water-preservation zone (5 km wide belt of forest along each bank of the river) in which commercial felling was always prohibited. Until late the 1980s timber-rafting had been practiced widely on the main stream of Iman and its biggest branches which, alongside with over fishing had greatly reduced fish population in the river basin. As an alternative to the timber-rafting completely forbidden in 1989 a road network had been developed to facilitate an access to previously unapproachable locations. Nonetheless, there remain separate parts (some of them reaching 100 km's length) inaccessible to overland means of transport.

With all the above-said in mind we, thus, can afford to assume that the Iman River may be regarded as an ideal model territory for research work.

Awareness of the situation with Fish Owl in the 1930-40s (Spangenberg, 1940, 1965) i.e. prior to the commencement of intensive reclamation of the region in comparison with its present state enables us to

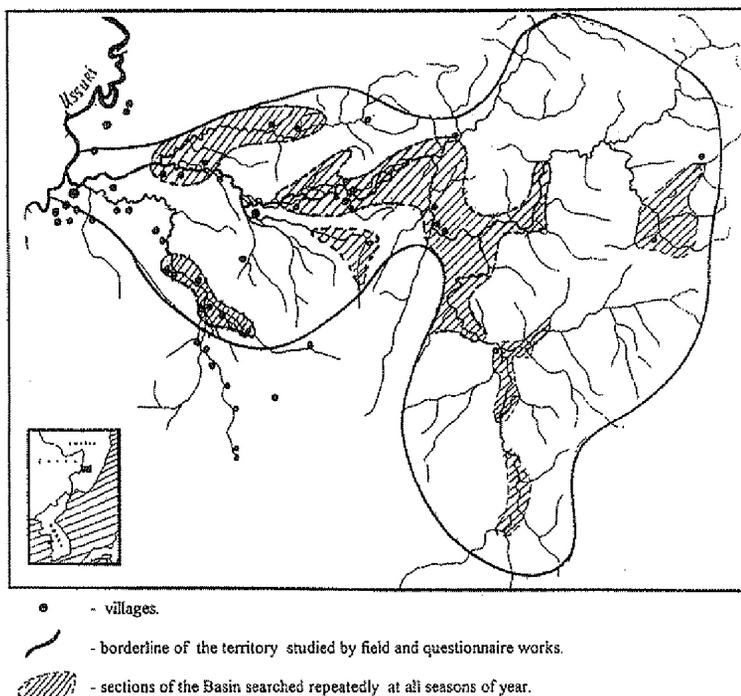


Fig.2. Region of study within model territory (Iman River basin)

estimate the scale of the real changes that took place during that time. Having compared the present condition of the species in relatively "wild" sections of the basin with that of substantially transformed parts of the river renders us capable of making judgment of significance and degree of men's influence.

Having a network of constant correspondence with people collaborating with us since 1989 and due to the fact that the region is relatively accessible in general, we can conduct a sufficiently thorough study that is unthinkable of along less reclaimed rivers such as Bikin, Anyui etc. with the same efforts.

Results and discussions

1. Notes on method

Foreseeing possible skepticism as concerns reliability of the information obtained from responses to the sent questionnaires we would like to briefly state our vision of the matter (we gave a detailed account on that in our special work (Surmach and Valchuk, in print)). Indeed the postal questioning has a few limitations in itself, as like as any other method. As we have seen, it does not reveal the reality of Fish Owls occasionally dying in traps to say nothing the reality of them being intentionally killed by hunters. The data concerning this is greatly diminished, because the majority of people questioned are reluctant to submit such information, their reticence being a result of fear to be punished for causing harm to such a rare species of bird. We succeeded in procuring the corresponding information only via direct and amicable communication with trappers and hunters, provided that we have known each other for a long period of time. The likelihood of mistake in defining species of birds described in responses to our questionnaires is by no means little, either, for, according to our data, more than 90% of the population do not even have a slightest notion of Fish Owl and

most hunters confuse it with Eagle Owl or other large owls.

Anyway, our strong belief is that Fish Owl is one of a small number of species of birds to which the method of questionnaire is not only just quite applicable, but is the most effective, and in case of vast or hardly accessible territories, the only possible one for the time being. The credibility of answers to the questionnaires can be estimated, provided that the text of the questionnaires is drawn up in a proper way and it also depends on the degree of complicatedness of the questions posed.

The main aim of the questioning is not to acquire data on quantity of Fish Owl, but to find out new inhabited areas. For the purpose it is quite sufficient to find out if Fish Owl stays permanently on a certain territory. The quantity estimation presented below are but preliminary, though for the most part the data are based on our own searches (Iman River basin) and on the responses to our questionnaires submitted (we suppose) to our strictest scrutiny as concerns credibility, that is to say that we admitted only 35% of positive answers as credible. The most important criteria in estimating answers as credible were either results of our own investigations to corroborate information about possible new breeding sites of Fish Owl listed in written answers to our questionnaires, or proofs strong enough to support the words. For instance, during the project we saw 11 samples of stuffed specimens and skins of Fish Owl and 6 that of Eagle Owl. Precise description of nests of Fish Owl or detailed observations on biology and behavior peculiar only to Fish Owl are also essential in stating credibility of answers. As a result of our check of reliability the data obtained by means of questionnaires distribution at the model territory we came to a conclusion that it is more difficult to estimate negative information both from correspondents or from our own observations.

Through being of seemingly prominent perceptibility (big size and loud call) Fish Owl may stay unobserved due to several reasons, even though it is specially searched for. As an example, we spent 2 to 15 days to find out if a pair of Fish Owls was really present at a reported breeding site. Even an exclusively negative questionnaire information may not signify that the species doesn't reliably exist in a certain location.

2. Present distribution and population of Fish Owl in the Iman River basin

According to Spangenberg (1940) the breeding density of Fish Owl in the lower stream of Iman River in 1938-39 was about 1.2-1.5 pairs per every 10 km along the main riverbed: he assumed that there existed about 12-15 pairs per a 100 km section. Unfortunately, the author had no data on the situation at the upper half of Iman and its largest tributaries, where, supposedly, the breeding density of the species was not less. Our estimation, based on modern knowledge of the ecology and biology of the given species, and also on data obtained during the retrospective inquiry among local people is that the Iman population of Fish Owl at that period of time could amount to 60-70 breeding pairs (Surmach, in print). Up to now we've been certain only of 7 breeding sites where Fish Owls bred at least once within the last two seasons (1996-1997), besides we have 10 to 15 lots, which are very likely to have been occupied, but we cannot confirm that yet due to insufficiency of investigation there. We think that the total number of breeding population of Fish Owl in the Iman River basin today is no less than 7-10, and in most favorable years goes up to 20 breeding pairs. Thus, contrary to our previous fears Fish Owl has not ceased to inhabit Iman, but showed a steep decrease in population (at least 4 times for the last 50 years). That is to say, the changes there had approximately the same scale as the changes that took place on the less reclaimed Bikin (Pukinski, 1973, 1993).

The distribution character of confirmed breeding sites is shown on Fig. 3. Fish Owl doesn't breed any

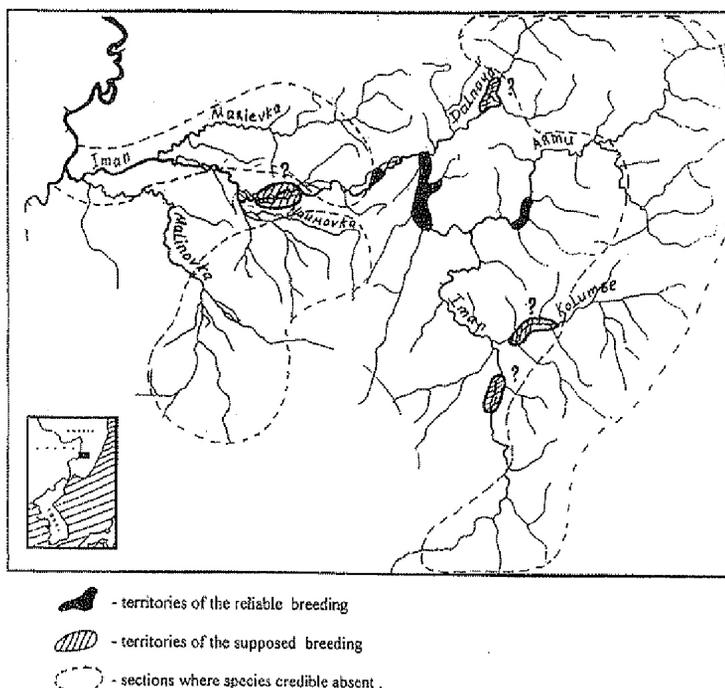


Fig.3. Distribution of Blakiston's Fish Owl in Iman River Basin.

more around the lower part of Iman River. We are sure that it doesn't exist in the basins of such big tributaries as Maryevka and Naumovka, as well as at the very upper parts of Iman and its all other branches. This species has not yet been found around the largest and most reclaimed tributary of Iman - Malinovka. There are evidences that it still inhabits only short section of the middle reaches of Iman and lower part of its tributary - Armu. Total length of the territories estimated as reliably inhabited by Fish Owl does not exceed 10% of the total length of main streams of the basin.

We may also point out 3 places where the species is likely to breed, but has not been found yet. One of them is situated around the middle stream of Dalnyaya River, the other - at the lower reaches of Kolumbe River while the third one occupies a 30 km section along the main stream of Iman just above the junction with its tributary - Kolumbe River (Fig. 3). A rather long (more than 60 km) and practically unreclaimed section of the main stream of Iman, upstream from the confluence of Armu River (Fig. 4c) seems to us to be a quite favorable habitat for Fish Owl, but neither questionnaire work nor our own searches have brought positive results as yet.

Thus, the present distribution of Fish Owl in the basin of Iman River may be characterized as existence of small, sparse, possibly isolated spots.

Together with complete disappearance of the species from certain places, we may note an amazingly dense population in other areas, conditions of which sometimes don't seem better than that of the former, at first glance.

So the density of occupied breeding lots along the middle stream of Iman River (Fig. 4) was, unexpectedly, about 2.5 pairs per 10 km of the main riverbed (*i.e.* more than along the lower stream in the 1930s), with two breeding sites located near people's dwellings, while at the other, seemingly more suitable

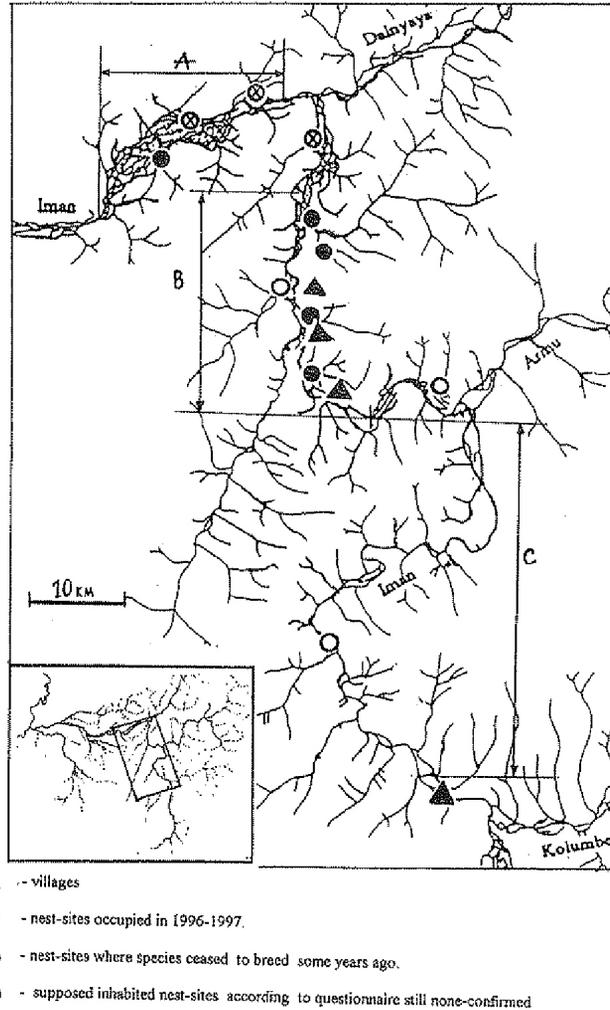


Fig.4. The main breeding place of Blakiston's Fish Owl in Iman River basin.

section of the river (Fig. 4a) we found only 1 pair (about only 0.3 pairs per 10 km). Possible causes of the given phenomenon are discussed in the chapter on "limiting factors".

3. Distribution and population of Fish Owl in Ussuriland

Encouraging data that we have obtained at the model territory give us an ample ground to revise the set opinion about, allegedly "catastrophical state" of the Fish Owl population in the Russian Far East. It is also quite natural to assume that in river basins, more favorable than that of the Iman River, the Fish Owl situation is, at least, not worse. Preliminary conclusions derived from our investigations confirm the above assumption. The general outlook on the distribution of Fish Owl in the basins of some of almost unreclaimed rivers at the western part of the Sikhote-Alin mountainous range also shows a relative well-being of Fish Owl population in those river basins. So, according to the results of questionnaire studies, the species has sufficiently inhabited, up to the present time, the lower parts of such almost unreclaimed rivers as Anyui and Gur down to their estuaries

while it has ceased to breed in the corresponding parts of the more reclaimed Iman, Bikin and Khor. Materials concerning rivers in the basin of the Sea of Japan are also quite substantial arguments in favor of notably better state of the species in question than it is generally supposed. Firstly, we have succeeded for the first time to confirm its residence and prove its breeding in the given region (Surmach and Avdeyuk, in print). Secondly, according to the results of our questionnaire investigation Fish Owl, as it turns out, is not a too rare species at the rivers of the central part of the eastern Sikhote-Alin, where it wasn't found previously (Figs. 5, 6). Thirdly, the species was found in regions that have undergone a substantial transformation process and where it had not even been thought to exist. It concerns, for instance the basin of Margaritovka River (Fig. 5). We can also assume that Fish Owl still possibly inhabits some rivers of the extreme southern part of Primorski Region, where it has long been considered a vanished species. In this respect, we know that one sample of the species was illegally collected in the South of Primorski Region (Barabashevka River) in 1990, *i.e.* 80 years since its last registration in the given region.

As it is shown on Fig. 5 the main part of the present range of Fish Owl in Ussuriland lies in its central part. We have defined the southern limit of its modern distribution at 45N and the northern limit - at 51N. In the coastal area the southern borderline goes to the basin of Seryebryanka River (it flows into the Ternei Bay), and at the western slopes of Sikhote-Alin the distribution range of Fish Owl stretches as far as the upper part of Iman River. We don't have a reliable information concerning breeding of Fish Owl southward of the indicated region, except for single point (that we have already mentioned) within the basin of Margaritovka River, that is obviously, an isolated breeding place, because the species has not yet been found around any other adjacent river in spite of special searches. It is quite likely that a very small number of Fish Owls can be found around the Upper Ussuri and its tributaries or around some of the rivers of the extreme south of Primorski Region provided that a special search is organized. We have as yet neglected these regions in spite of some positive information, because the region has not yet been sufficiently studied.

Responses to our questionnaires, our single field searches and last publication (Mikhailov *et al.*, 1997) make us believe that the majority of rivers flowing within the basin of the Sea of Japan from the Ternei Bay to the Tumnin River (about 500 km stretch along the coast) are inhabited by Fish Owls, though the density of its population and stability of its existence there are unknown. We can trace a certain specific character in the birds' keeping to a habitat and their territorial distribution in the given region compared with that of the continental part of Primorski Region. A very important distinguishing peculiarity of the described place is that species is present and, therefore probably, breeds at some very small, not exceeding 15 km long rivers, that are usually, thought of as inappropriate for breeding of Fish Owl. By the way, part of rivers inhabited by Fish Owl in Hokkaido pertain to the same category. The other peculiarity that we have not seen at the continental regions is that Fish Owls occupy the territories around the very sources of some rivers (we don't know if it is a common regularity or not), though places at the estuaries with prominent valleys are preferred. The fact that we have received a multitude of positive responses concerning the region (only its most credible part marked on Fig. 6) made us show the inhabited area in the form of an uninterrupted stripe stretching along the coast from Ternei to the estuary of Tumnin River (Fig. 6). We provisionally assume that its width is about 20 km on average, while at places of confluence of relatively large rivers it may reach 60 km and more due to penetration of the species into their upper reaches. With all of that in the background the lack of any information concerning Fish Owl in the basin of the largest river of the region - the Tumnin River and further northward from it is rather strange (Fig. 5). We are inclined to explain this fact as a mere shortcoming of the postal questionnaire inquiry method (the return of mail from the given region

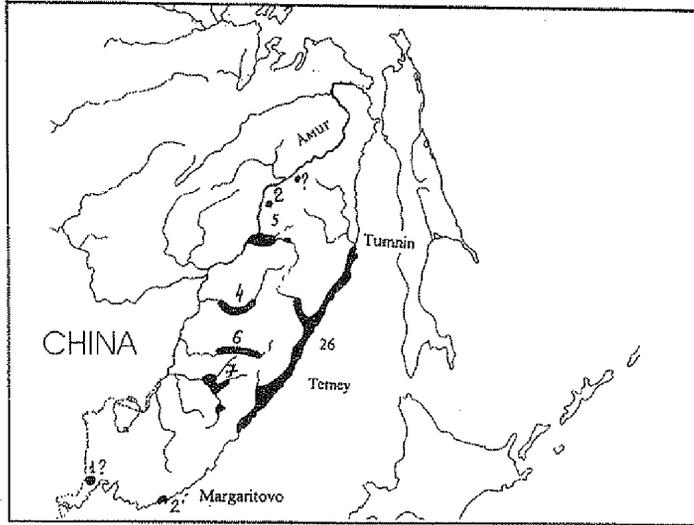


Fig.5. Current distribution of Blakiston's Fish Owl in Ussuriland.



Fig.6. River network and locations of nest-sites in southern part of Ussuriland

was rather bad), though it may be likely that Fish Owl doesn't live there at all due to landscape or climatic peculiarities of the region (this matter deserves a detailed study). It is noteworthy that at the western grand slope of Sikhote-Alin, as the questionnaire work reveals, the northern limit of the present distribution range of the species lies only 2 degrees northward (51 N). According to our preliminary and quite modest estimation the possible population of Fish Owl breeding at the coastal zone may reach 50 to 70 pairs (including that of small rivers) and approximately the same number (50-60 pairs) in the continental part of the studied region. Thus, the whole population of Fish Owl in Ussuriland may reach 100-130 pairs. This number is but preliminary and may be corrected as concerns either increase or decrease as a result of next, more detailed studies. We suppose that our data are somewhat diminished. Theoretically speaking, judging by the present density of breeding pairs in some parts of the model territory (Fig. 4), we can assume that the volume of potential breeding habitats may allow for a three-times bigger population, provided that their qualities (feeding potential, human influence, peculiarities of the hydrological features of rivers etc.) are at an appropriate level. To solve this issue additional special researches are required.

Anyway, the most important and irrefutable result of our researches is the stated fact that in spite of a steep downgrade of the situation in some parts of the Fish Owl area, the general state of the species turned out to be considerably better than it had been thought before. In the first place it refers to the basin of the Sea of Japan. The reason why the species was found so late has not yet been clarified. There are two alternative viewpoints on the matter. According to the first one, the species was overlooked by previous researchers and its relatively good state, in comparison with the past data, is just a remnant of its former, unobserved by researches, prosperity. The second viewpoint is that the good state of Fish Owl nowadays at the coastal zone is just a result of a presently inexplicable betterment of the state of the species that has been taking place for the last years. Either the species was nonexistent at all formerly, or was quite a rare one for the given region. A very hefty argument in favor of the second viewpoint is the follow circumstance: three Nature Reserves with their own staff of researches have been acting for more then 50 years within the coastal zone of the Sea of Japan but in spite of that, Fish Owl had not been found in either of them, judging by the published lists. Fish Owl had not also been discovered by the faunistic studies conducted at some rivers of the coast beyond the borders of the reserves. Among the studies a work by L. M. Shulpin (1927) deserves particular attention. The author conducted an earnest study, but failed to find Fish Owl in the basin of Margaritovka River where the species surely breeds nowadays.

We are inclined to accept the first viewpoint due to the following reasons. First, we've managed to find several published evidences unmistakably proving that the species was present, and therefore bred (because it's a resident species) at some rivers of the coast, but such evidences were probably neglected afterwards by researchers. For example, V. K. Arsenyev in his semi-popular edition (Arsenyev, 1949) gave a detailed description of hunting behavior, by, undoubtedly, a Fish Owl at the Samarga River and such observations were made by him in 1908 (!). That fact was missed out from the field of vision of ornithologists because the author mistook the observed bird for an Eagle Owl. We think that 3 other birds that he met at different places of Ussuriland (including Anyui and Tumnin Rivers) were Fish Owls too. One more credible but unattended by ornithologists evidence of breeding of Fish Owl in the discussed region was a short information by Rakhilin (1986). He informed on 2 records of the species on the Seryebryanka River mistakingly believing them to have flown from the western Sikhote-Alin, though the age of one of them (the specimen kept at Zoological Institute, Saint-Petersburg) clearly indicates that the species bred at place where the specimen was taken (its feathers

contains some remnant of juvenile plumage). As is obvious from the questionnaire work, the majority of presently inhabited breeding sites shown at Fig. 6. have been known to the responders for a long time (from 3 to 50 years).

Having scrutinized the methods employed by several authors who worked at the coastal zone (Shulpin, Labzyuk, Nazarenko, Yelsukov, Shibnev and others) we came to a conclusion that the species could have been overlooked by them because the field work was conducted, as a rule, in inappropriate season and time of day and (most impotent reason) in wrong places.

Besides that investigations had quite different goals. Though, as it presently turns out, some of the researchers used to come across Fish Owls, but took them for Eagle Owl, or these facts were not printed because they were treated as unimportant.

4. Limiting factors

It is traditionally and, apparently, not unreasonably believed that the main cause of progressing deterioration of the state of Fish Owl in Ussuriand is the negative human influence upon it. It includes both direct pursuit of birds and indirect influence, for example, via damage to the foraging supplies or via destruction of valley forests. Among the factors limiting population of this endangered species the leading role is given to reduction of fish sources in mountain rivers and death of the birds in traps. Other possible factors acting in combination are also mentioned in literature, for example, killing of birds for different purposes, their dying in fishing nets, disturbance factor and also a rank of natural factors such as severe and foodless winters, intraspecific and interspecific (with Eagle Owl) competition, falling prey to some natural enemies (such as Black Bear *Ursus thibetanus*) and others. Some of the abovementioned factors are quite obvious and their detrimental role is undoubted, but it is difficult to estimate the meaning of each factors or the grade of its negative influence, what is essentially need for working out of effective measures on protection of the species.

We have paid a special attention in the given issue conducting our studies. The collected actual material has once more emphasized the complicatedness of the problem and exposed a number of common prejudices as concern some sides of the life of Fish Owl. As a matter of fact, the material has posed many more questions than it gave answers. Among the most common prejudices we may place, as our opinion is, a set notion of foraging ecology of the species and its adherence to the habitat. So, abundance of fish (of salmon family, as a rule) and well kept valley forests are considered to be indispensable conditions for normal existence of Fish Owl, but it is unknown what state of fish resources and what grade of the preservation of forests are to be considered optimal. We have a number of credible evidences that Fish Owl can nestle normally at rivers that are usually considered to be totally devoid of fish in some seasons of the year, and at those sections of rivers whose valley forests are almost completely destroyed. The species still remains in the proximity of villages where according to logic it should have disappeared first of all.

Such discordance can be explained if we assume that our understanding of the ecology and biology of the species are improper. After special researches it became evident, for instance, that the species does not necessary need a large-sized prey and it can easily manage with small-sized so-called "non-commercial" fish (minnow, lamprey, fry of salmon species etc.) that inhabit the majority of our rivers and are of no interest to local people (Surmach, in print). It turned out as well that in order to normally fare through the winter Fish Owl doesn't need vast surfaces of unfreezing water, it can live by only a few square meters of open water, besides, the most important are not fast flowing unfreezing sections of the main riverbed, but shallow and

slow-moving springs that, generally, situated on outskirts of river valleys. The species turned out to be not finical about the state of ligneous vegetation either. For instance, a pair that breed for no less then 15 years in the basin of Margaritovka River used a single appropriate tree in the vicinity for nesting.

All these facts give us evidence that the species can easily adapt themselves to the conditions of quickly changing environment and that it can coexist with people provided that the latter treat them in a good way.

Our studies of interrelations of Fish Owl and people made us adamant on the conclusion that direct man's influence on the birds poses the greatest threat to the stability of population of the species in reclaimed regions.

First of all, local population is totally ignorant Fish Owl as well as number of other bird species. Few people are aware of its existence, and those who have some knowledge cannot realize the danger that overhangs it.

Such ignorance is the main cause of unjustified perishing this rare species. The matter is that vast majority of hunters are biased against all owls in general. They treat owls as rivals, because the latter sometimes prey on fur-bearing animals or they are a hindrance to fur-hunting because owls are known to eat animals entrapped by hunters. That being the reason why owls are intentionally shot by hunters during the season of fur-hunting. Ural Owl is the main victim and Fish Owl has sometimes the same destiny. Only in the Iman basin we have identified 12 cases of intentional shooting of Fish Owl for the last 10 years (the real amount is, certainly, higher). It is noteworthy that only in two cases out of the 12 it was commercial killing (stuffing for sale), but in other cases the birds were killed either out of plain curiosity (in order to watch them closely) or just because they are owls too. The overwhelming majority of hunters told us they would not have killed them had they known that it was a rarest species.

Similar situation accounts for death of Fish Owls in traps. During the hunting season of 1997 in the model territory only, there were entrapped 14 different species of birds. As we estimate it, almost every hunter at whose hunter lot Fish Owl lives, got them in trap at least once in his life. This rather serious problem can be overcome completely only by means of total prohibition of trapping, unfortunately it is unthinkable nowadays. Anyway we suppose, there is a real opportunity to decrease the death-rate of Fish Owl and other rare birds that happened to get into the traps if to educate hunters on the problem. The matter is that owls usually stay alive being entrapped for quite a long time (3-5 days) and they can continue to exist normally after being released from the trap. But the problem lies in the fact that most part of trapped owls is killed by hunters mainly due to negative prejudices toward them. Such an occurrence is common not only for Ussuriland but also for the whole range of the species. Only near 15 percent of 48 cases of Fish Owl entrapment that we know of, the captives were released back into nature. Real meaning of the human factor is much more serious that it seems at first sight. The situation at Iman illustrates the problem in full color (Fig. 4). We know for sure (Surmach, in print) that such a sheer difference in the nesting density at two neighboring cuts of Iman - 2.5 pairs per 10 km (section B) and only 0.2 pairs per 10 km (section A) - is caused by direct man's pursuit.

Nowadays an active work on extension of the network of already existing and creation new protected territories of different status ranging from strict nature reserves to buffer zones and national parks (Fig. 7) will undoubtedly play a positive role in preservation of Fish Owl. Ecological propaganda and education must become a real step in this direction as well.

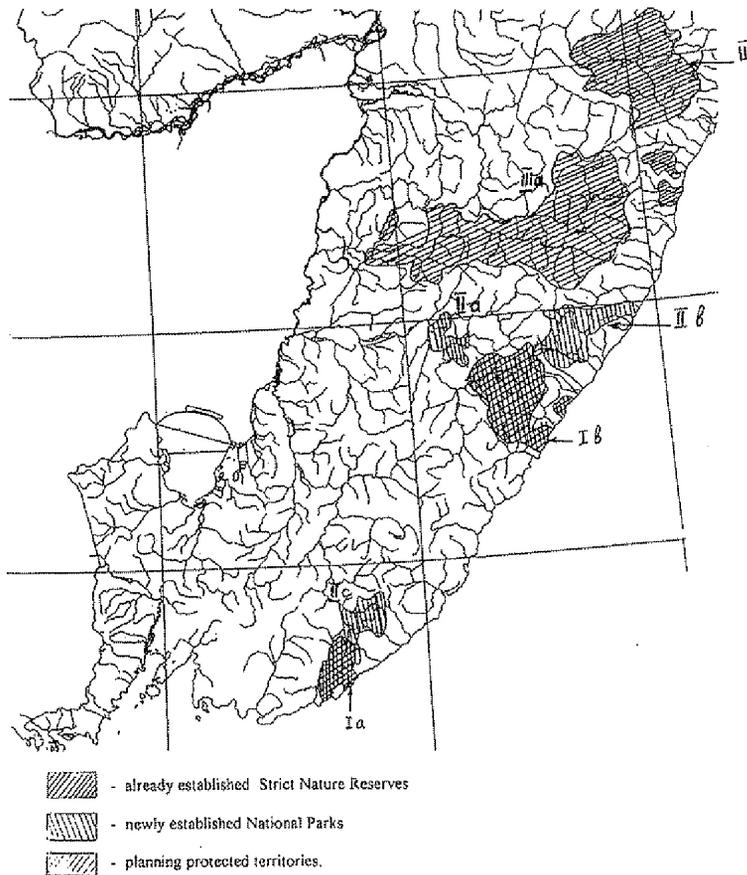


Fig.7. Protected areas in southern part of Ussuriland important for Blakiaton's Fish Owl (according to Yu. Bersenev, 1997).

Acknowledgements.

We would like to express our sincerely thanks to PRO NATURA FOUNDATION for support of the project and also to all our responders supplied us by questionnaire information.

References

- Arsenyev V. K. 1949. Essays. Far-Eastern Publishers. Vol. 2.
- Bersenev Yu. N. 1997. Territories of special protection in Primorskiy Region. Vladivostok. p. 41
- Collar N. J., Crosby M. J., and Stattersfield A. J. 1994. Birds to watch 2: the world list of threatened birds. Bird Life International. Bird Life Conservation Series 4, Cambridge, UK.
- Galushin V. M. 1983. Fish Owl. The Red Book of Russian Federation. p.287-288.
- Kazakinov A. P. 1975. Notes on the fauna of the basin of Maya River. Materials on Geography of Far East. Zoogeography. Khabarovsk.
- Kalinichenko Ye. P. 1961. Avifauna of Urmi River basin in summer and autumn. Materials of the 2nd Conference of Young Specialists. 1st issue. Vladivostok. p. 39-41

- Kistyakovski A. B. and Smogorzhevski L. A. 1973. Materials on the fauna of birds in the lower reaches of Amur River. Zoogeography. Khabarovsk. p. 182-235.
- Mikhailov K. Ye., Koblic Ye. A. and Shibnev Yu. B. 1997 Rare and locally distributed birds in the basin of the upper reaches of Bikin in the North of Primorski Region. Russian Ornithological Journal. 7th express issue, p.3-7.
- Nazarenko A. A. 1971. Brief outlook on birds of "Kedrovaya Pad" Nature Reserve. Ornithology Researches in the South of Far East. Vladivostok: Far Eastern Branch of the Academy of Sciences of USSR. p. 12-51.
- Panov E. N. 1973. Birds of Southern Primorye. Novosibirsk. Science Branch. p. 376.
- Pukinski Yu. B. 1973. On the ecology of Fish Owl in the basin of Bikin River. Bulletin of Moscow Society of Natural Sciences, Biology Department. Vol. 78. 1. p.40-46.
- Pukinski Yu. B. 1993. Fish Owl. Birds of Russia and contiguous regions. Pterocletiformes. Columbiformes, Cuculiformes, Strigiformes. Moscow. p.290-302
- Rakhilin V. K. 1986. Fish Owl. Brief notices. Rare, vanishing and insufficiently studied birds of USSR. Moscow. p.53.
- Shibnev B. K. 1963. Observations of Fish Owl in Ussuri Region. Ornithology 6. p.486.
- Shulpin L. M. 1927. Notes to the distributions of birds on the South of Ussuriland. Reports Academy of Science of USSR (A.21). Moscow. p.351-352.
- Smirenski S. M., and Smirenskaya Ye. M. 1980. About rare and insufficiently studied birds of Jewish Autonomous Republic (Khabarovski Region). Ornithology. 15. p. 205-206
- Smogorzhevski L. A. 1966. About the border of Chinese avifauna complex in the basin of Selemzha River. Scientific Reports of Higher Education Institutions. Biological Sciences. Vol. 2 p.28-31.
- Spangenberg Ye. P. 1940. Observation of distribution and biology of birds in the lower reaches of Iman River. Moscow Zoo. Vol. 1. p.77-136.
- Spangaenberg Ye. P. 1965. Birds of the Iman River. Investigations of avifauna of the Soviet Union. Moscow State University. p.98-202.
- Surmach S. G. (in print). Fish Owl (*Ketupa blakistoni* Seeböhm) in the Basin of Iman River. Owls of Far East, latest data.
- Surmach S. G. and Avdeyuk A. B. (in print) . First credible fact of breeding of Fish-Owl - *Ketupa blakistoni* at the coast of the Sea of Japan. Russian Ornithological Journal. Express issue.
- Surmach S. G., Valchuk O. P., and Fujimaki Y. (in print). Current range of Blakiston's Fish Owl (*Ketupa blakistoni* Seeböhm) in Russia (preliminary results of questionnaire work). Owls of Far East, latest data.
- Taczanovski L. 1981. Fauna ornithologique de la Sibirie Orientale. Mem. Acad. Sci. de St. Petersburg., VII ser, XXXIX. p.1278.
- Tarkhov S. B., and Potapov Ye. P. 1986. Fish Owl in winter in Magadanskaya Region. Actual problems of Ornithology. Moscow, Science.
- Vaskovski A. P. 1956. New ornithological findings at the northern coast of the Sea of Okhotsk. Zool. Zhur. 35: 1051-1058.
- Vorobyov K. A. 1954. Birds of Ussuriland. Moscow, Academy of Sciences of USSR. p.360.
- Voronov B. A., and Pronkevich V. V. 1991. About several ornithological findings in Khabarovski Region. Bulletin of Moscow Society of Natural Sciences. Vol. 96. 5.

Yakhontov V. D. 1986. Fish Owl. Brief notices. Rare, vanishing and insufficiently studied birds of USSR. Moscow. p. 54.

第7期プロ・ナトゥーラ・ファンダ助成成果報告書 (1998)

要 旨

ウスリーにおけるシマフクロウの生息状況と 保護のための対策に関する研究

セルゲイ・スルマチ

シマフクロウ *Ketupa blakistoni* の現在の生息状況と分布をウスリー川の一支流であるイマン川流域 (モデル調査地) で調査し、アンケート調査によってウスリー地方全域における生息数を推定した。シマフクロウはまだイマン川やその他の改変された河川に生息してはいるが、生息数は急激に少なくなっており、この50年間で1/4に減少した。日本海側の河川ではシマフクロウの繁殖が初めて確

認され、少なくとも50～70つがいが生息しており、シホテアリン山脈の西側でもこれまで知られていなかった生息地が見つかった。ウスリー地方全域のシマフクロウ個体群は100～130繁殖つがいと推定される。調査方法、生息数の制限要因、保護対策についても論議した。

(推薦者：藤巻裕蔵 訳)

A Study on the Vegetation Conservation, Restoration and Management of Tiantong Forest Park

Song Yongchang

Introduction

At the foot of Taibai mountain in Yin county of east Zhejiang Province there locates the Tiantong National Forest Park (TNFP). The famous Tiantong Buddhist temple is the gem of the park. The temple is supposed to be built in year one of Yongkang emperor in west Jjn dynasty about 1,600 year ago, or say 300 A.D. It is one of the five magnificent forest temples in China. Being the origin of Zen Buddhism in Japan, it is known as the southeast Buddhist kingdom. Under the shade of the well-kept hillside vegetation, nearby, the temple was growing more and more prosperous and attractive; on the other hand because of the prestigious temple a lot of attention has been paid to the care of the vegetation around, so the picturesque landscape became in amazing colors over time. That two-way effect reveals unequivocally the harmony between human and nature.

TNFP is located in Yin county, 28 km from downtown Ningbo city. It is at the intersection of 29° 48' N latitude and 121° 47' E longitude. It covers an area of 349 hectares, at the interlacing zone of east Zhejiang hills and coastal plain. The geological structure in the area is in the range of Cathaysia ancient land. The park faces the mountains from the direction of east, west and north, but a large valley (to the south). Taibai mountain is the peak in this area. It is 653.3m above sea level, while most of the other hills are about 300m high. There are two rivers running through the park and collecting water from an area about 300 hectares. Because the forest will benefit the source, the water runs all the year round happily.

As to climate there, it is typically subtropical and monsoonal, temperate and wet throughout the year. The records from the local meteorological station have shown the mean temperature of the park in a year is 16.2 °C. The mean temperature occurred in the hottest month of July is 28.1 °C, while the mean temperature occurred in the coldest month of January is 4.2 °C. The annual accumulated temperature (when the daily mean temperature is above 10 °C) is 5166.2 °C. The warm index of Kira is 135, while the cold index is -0.8. The frostless period lasts for 237.8 days, and the period with incessant the daily mean temperature keeping up above 10 °C lasts for 235.1 days. The annual average precipitation in the area is 1374.7 mm that are obtained largely in the summer from June through August. The summer precipitation accounts for 35-40% of the sum. The weather is cold and dry in the winter, the precipitation in that season is only 10-15% of the annual sum. Generally speaking, it is wet in the spring and dry in the fall. The plum rain frontal system and typhoon are about two precipitation peaks during the year. The first one happens in May, and June, while the second one in July and August. The average relative humidity keeps steadily up to 82% throughout the year, with an incidence of fluctuation less than 5% only. The annual amount of evaporation is less than the precipitation except in July through October. All the data clearly show that the warm and humid weather there is good enough for the growth of plants.

Table 1. Communities Table of TNFP Forest

community type	(1)					(2)					(3)					(4)					(5)												
No.of plot	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	1	1			
Size of plot(m2)	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	7	1	3	4	6	9	8	2	7	0	6	7	8	9	0	1	2	3	6	9	5	8
Altitude (m)	3	4	4	4	4	4	4	6	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3	1	4	2	2	2	2	2	2	2	4	4	3	3	
Exposure(°)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	
Slope (°)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	
Tree layer-1 Height (m)	9	1	1	1	9	1	2	1	2	2	1	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	1	4	5	8	5	2	2	2	
Shrub layer Height (m)	0	4	2	0	0	6	1	9	5	0	6	0	2	7	4	5	3	6	6	7	8	5	0	0	8	0	0	0	0	1	5	5	
Coverage (%)	SE	SE	S	SE	SE	SW	SE	SE	SE	E	SE	E	SE	SE	NE	NE	SW	NE	NE	NE	-	NW	SW	NW									
Tree layer-2 Height (m)	40	60	80	10	80	35	55	50	-	75	-	25	30	80	80	40	20	40	80	-	-	80	80	50	55	45	20	75	60	10			
Coverage (%)	25	30	28	20	25	30	40	30	30	35	35	25	30	32	33	33	30	17	10	35	-	22	22	23	30	25	20	17	20	10			
Herb layer Height (m)	15	15	10	10	10	15	8	9	10	20	17	8	20	10	10	15	8	10	5	18	20	15	15	15	15	15	20	20	15	10			
Coverage (%)	20	20	15	15	20	20	15	14	15	25	20	15	25	20	20	15	20	10	20	12	20	25	25	25	25	25	25	25	25	25			
Shrub layer Height (m)	10	30	30	60	70	50	60	75	50	50	75	60	75	50	50	35	60	80	50	70	45	20	50	60	60	50	65	70	60				
Coverage (%)	5	5	-	-	-	7	8	4	6	4	10	5	4	10	5	5	8	-	5	-	8	8	5	5	10	5	10	10	8				
Herb layer Height (m)	15	15	-	-	10	12	8	9	10	20	10	8	20	10	10	12	-	10	-	-	14	15	15	15	15	15	15	15	15				
Coverage (%)	60	80	-	-	30	50	15	30	45	10	30	20	40	30	25	45	50	-	30	-	15	45	30	30	30	25	35	30	70				
Shrub layer Height (m)	1	1	2	2	2	2	1	3	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
Coverage (%)	5	2	5	5	6	4	4	4	6	3	4	4	6	5	5	5	5	4	5	5	3	5	3	5	4	5	4	4	6				
Herb layer Height (m)	20	10	70	35	45	70	5	20	10	25	20	25	20	10	15	40	25	10	80	45	95	95	85	75	60	80	90	80					
Coverage (%)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1				
Num.of Species T	15	40	40	35	20	20	5	35	5	65	20	50	60	65	65	35	40	20	25	15	50	5	10	7	15	10	8	5					
S	5	9	7	7	10	7	9	13	11	10	7	8	8	5	13	17	19	11	8	16	11	10	12	15	7	8	8	7	6				
H	17	17	11	12	15	20	5	17	31	23	22	17	14	20	21	23	15	16	15	45	26	13	14	20	19	6	8	33					
Differential Species	42	25	8	17	26	17	9	3	30	8	39	19	7	23	22	16	12	14	6	16	19	28	18	35	38	21	24	20					
<i>Castanopsis carlesii</i>	t, s, h	-	2	1	1	-	+	1	2	2	2	-	2	1	2	-	2	-	2	-	2	-	1	1	r	.	.	r					
<i>Castanopsis fargesii</i>	t, s, h	.	1	2	1	+	r	3	3	3	3	2	1	3	+	1	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	r
<i>Myrica rubra</i>	t, s, h	+	r	.	1	r	r	r	-	1	-	r	.	1	.	1	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Neohitsea aurata var. chekiangensis</i>	t, s, h	r	.	.	.	.	r	.	1	.	1	1	1	1	1	1	1	+	1	+	1	+	1	+	.	.	.	1	
<i>Rhododendron ovatum</i>	t, s, h	r	+	r	-	.	r	r	-	.	-	-	-	1	1	1	1	-	1	-	1	-	1	-					
<i>Stauntonia leucantha</i>	s, h	.	.	.	+	.	+	+	+	r	r	r	r	+	+	r	r	+	r	+	r	+	r	+	.	.	.	r					
<i>Diplopterygium glaucum</i>	h	+	3	.	1	3	.	2	.	1	3	3	3	2	1	1	3	2	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Castanopsis sclerophylla</i>	t, s, h	2	2	.	1	2	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	t, s, h	r	r	-	-	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pinus massoniana</i>	t, h	2	1	1	2	1	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cinnamomum subavenium</i>	t, s, h	.	.	.	.	.	r	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	+
<i>Daphniphyllum macropodum</i>	t, s, h	.	.	.	.	.	.	r	+	+	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Syzygium buxifolium</i>	t, s, h	.	.	.	.	.	+	+	.	r	r	+	r	+	r	+	r	+	r	+	r	+	r	+				
<i>Carpinus fargesii</i>	t, s, h	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cleyera japonica</i>	t, s	1	.	.	.	.	2	.	.	.	+	r	1	.	.	+	r	2	r	r	r	r	.	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus chinensis</i>	s, h	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ainsliaea fragrans</i>	h	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arisaema heterophyllum</i>	h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Camellia sinensis</i>	s, h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Indocalamus tessellatus</i>	s, h	r	+	r	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Liquidambar formosana</i>	t, s, h	r	+	.	.	2	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Maesa japonica</i>	s, h	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Platycarya strobilacea</i>	t, s, h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Wisteria sinensis</i>	s, h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.



- Key: 1. Hillside fields evergreen broad-leaved forest;
 2. Ravine mixed evergreen deciduous broad-leaved forest;
 3. Secondary coniferous forest;
 4. Secondary deciduous forest;
 5. Bamboo forest;
 6. Artificial forest;
 7. Secondary shrub;
 8. Farmland;
 9. Temple.

Fig. 2. Landscape Map of Tiantong National Forest Park

(7) *Castanopsis fargesii* - *Schima superba* community.

Based on spot survey four permanent plots are established in Tiantong. In each stand, we recorded height, branch height, breast diameter (DBH) and coordinate of each individual (Table 2). Detailed analysis will be made afterward.

IV. A proposal for conservation of Tiantong Forest Park

The combination of the natural and artificial landscape constitutes the two characteristics of TNFP, *i.e.*, Buddha and forest. After the implement of open policy. Industrial and agricultural productivity, domestic and

Table 2. Data of the fixed sample stands

NAME	I					II					III					IV																	
	DBH		Height			DBH		Height			DBH		Height			DBH		Height															
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V													
<i>Camellia fraterna</i>	46			36	10				23			19	4			68			47	21			56	2		44	14						
<i>Castanopsis fargesii</i>	12			1	9	3			1	7	1		6	1	1	4	1	4	13	3	1		14	4	8	2	15	8	5	4	2	18	4
<i>Eurya rubiginosa</i> var. <i>attenuata</i>	86	1			74	13			35			27	8		15				13	2				7	1		4	3	1				
<i>Lithocarpus glaber</i>	21		1		11	10		1	15		8	10	5		8	6	2		5	1		2				1					1		
<i>Myrica rubra</i>	10	1	10	1	8	2	6	6	8		1	6	2		1	3	1	1	2	1	1	1		2	1		2	1					
<i>Symplocos sumuntia</i>	327		1		256	71		1	45			41	4		17				16	1				1	2		1	1	1				
<i>Symplocos stellaris</i>	45	2			23	23	1		24	1		19	6		25				15	10				3	2		3	2					
<i>Vaccinium mandarinorum</i>	27				22	5			8	1		7	2		3				3					1			1						
<i>Schima superba</i>	37		44	2	30	7	1	45	2		66	2	1	1	1	67	1	1	15	1	1		17	1	1	1	2	1	1		3		
<i>Symplocos anomala</i>	32	3			18	16	1		1			1			6				3	3				5	1	1	3	2	1				
<i>Eurya muricata</i>	32				28	4			6			3	3		4					3				1			1						
<i>Eurya nitida</i>	13				10	3			9	1		7	3		2				2					1	1	1	1		2				
<i>Cyclobalanopsis myrsinaefolia</i>	5				5				6			6			3	2	1	3				3		4	1	1	3	1	1	1			
<i>Elaeocarpus japonica</i>	5				4	1									1				1					1	1		1	1					
<i>Eurya loquaiana</i>	3				3				1			1			2				1	1				8			6	2					
<i>Liquidambar formosana</i>	2		1			2		1	3			2	1			1											1					1	
<i>Ormosia henryi</i>	2				2				3			3			1				1					1			1						
<i>Symplocos lancifolia</i>	7				4	3			3			3			3	1			3		1			6	1		5	1	1				
<i>Acer olivaceum</i>									1			1			3				3					6			6						
<i>Castanopsis sclerophylla</i>	3		1		1	2	1		7		7	7		1	6	2				2													
<i>Cinnamomum camphora</i>	2					2			1			1			1	1			1		1												
<i>Cleyrea japonica</i>	12				6	6									1						1			2					2				
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	1				1											1						1		1			1						
<i>Helicia cochinchinensis</i>									2			1	1		17	1			15	3				1			1						
<i>Ilex kengii</i>	3				2	1																		4			4						
<i>Ilex purpurea</i>	5				2	3									1				1					1			1						
<i>Ilex rotunda</i>	2				2										1				1					2			2						
<i>Loropetalum chinense</i>	139	1			107	32	1		21			30	1																				

foreign trade, and scientific and technological exchange have been increasingly developed. The tour is desired as the life expectancy being raised. These provide advantages for the development of TNFP. Statistical data showed that tourists to TNFP were near 1 million. And TNFP is becoming one important part of the tour route of eastern Yin County. However, increasing tourism and economic development have created some problems in the management of TNFP. Here we give some proposals.

1. Identifying that national forest park is a type of nature conserve.

Tiantong forest parks have three somewhat conflicting objectives, namely conservation, recreation and tour. As a kind of park, national forest parks provide places for tour and recreation. It, however, is also a type of nature conserve. It should be open to public based on nature conservation. Except developing the tourism, we should develop its roles in research, education and popularizing science, and obtain three aspects of benefits, namely environmental, social and economic benefits. So, the management and conservation of TNFP should consider its two characteristics. The construction principle, "forest is the main-body, the scenic spots and historical sites and natural landscape are contents", is very correct. The construction of TNFP of the past decade obeyed the principle basically. There were, however, some actions against the principle due to the stress of present economy and the imperfect management system. In order to avoid these actions, the concerned organizations should identify the nature of national forest park, implement the principle for the park, and stop the commercial actions only purchasing economic benefits.

2. Making unified plan and implementing rolling development by phases

When TNFP was established, there had a general design and a plan for the first phase of the project. After near ten year's operation, it has a moderate scale in capital construction and installations of tourism, services and communication. TNFP has formed a complete set in eating, housing and touring, however, it is far from a multiple-function nature conserve. It needs a unified plan for the further development. One of the important things is to work out a proper general division. Usually, a nature conserve consists of three districts, kernel district, buffer district and experiment district. Though it need not to divide the park into 3 parts from the center to outer due to its little size, we can regard the principles of dividing on type, conserving on class and synthetic management as references for the function division of TNFP. According to these principles and concrete conditions, we divided TNFP into three districts as follows (see Fig. 3).

(1) Kernel district. The mountain forests behind the Buddhist temple is its central, and south to the intersect of Suanzao valley and Hutao valley, west to Linglongyan, east to Niqiulong and north to the fireproof road. This district has well-protected EBLFs dominated by *Schima superba*, *Castanopsis fargesii* and *C. carlesii* and by *Cyclobalanopsis nubium*, evergreen and deciduous broad-leaved forests dominated by *Choerospondias axillaris* and *Machilus leptophylla* and by *Carpinus viminea* and *Lithocarpus henryi*, and ridge secondary shrubs, etc. There are many different communities at later stage of succession in the district, and travelers scarcely come here.

(2) Tour and exhibition district. The temple and Linglongyan is the central of this district, and south to old gate, west to fireproof road, east to old Tiantong temple, north to central district. This district contains many sites for visiting or worshipping Buddha, such as, Tiantong Buddhist temple, old Tiantong temple, Yuanying tower, Guanying cave, etc. There also have some new established or repaired scenery sites. For Tiantong Buddhist Temple has a history of more than 1600 years and is the origin of Japanese Buddha, TNFP is the site necessarily



- A—Kernel area
- B—Tour and exhibition area
- C—Production and experiment area

Fig. 3. Zoning of Tiantong National Forest Park

passed by when worshipping Buddha. There are many huge trees before the temple, among them there are 22 individuals with DBH > 2.0m. The area of interior and exterior pool is more than 5000 m², and have many fishes. After entering the gate, the road is surrounded by high *Pinus massoniana* with DBH about 45 cm, "Linglongtianuo" is the scenery essence of the park. There has dense forest, and most developed EBLF of the park. There is a stone-made path from park management service up to Guanying cave, along which there are many beautiful spots, such as, Tingtao pavilion, Water-moon cave, Jiashou pool, Pantou stone, Wuxin cave, Feilai stone, etc. When reaching the Feilai stone and looking out, Tiantong Buddhist temple and mountains and farmlands are all in the field of vision. In 1992, department of environmental science & technology of East China Normal University established a ecological station below Tingtao pavilion. In order to help tourist recognize trees,

ecological station wrote the tree's name on a board hung on it for each common trees along the tour route, though it is not enough to help heighten acknowledge of tourists and students in fieldwork. If establishing a exhibition center here to spread knowledge on animals, plants, soils, rock, *etc.* in the park and to exhibit cultural relics and material on the history, culture, folkways and folk customs, religions of this area, it will greatly increase the scientific knowledge of tourists and residents and heighten their consciousness of nature conservation.

(3) Production and experiment area. This area is located in the eastern part of the park, concluding Fangyang mountain, Yeji mountain, *etc.* There are various artificial forests, farmland and secondary shrubs, which have the condition and potential for production. According to the need and concrete conditions, it may develop the flower, seedling and medicinal herbs planting, and economic animal feeding except for planting commercial forest to meet the needs of tourists and Ningbo City. And more, it may lay aside some district for firewood to decrease gathering in the kernel area. In a word, because government investment can not meet the finical need for ordinary conserve for a long time, TNFP should be self-reliance and find finical aids from various ways, and develop its economy through wisely using nature resource and geological advantages based on strengthening its nature conservation.

3. Setting up a general management organization to coordinate the benefits of different aspects

There are two organizations managing TNFP, Tiantong forestry station of Yin County and Tiantong Buddhist Temple. In recent several years, some organizations of the local town and individuals also engaged in the management of the park and surrounding areas. They have taken some different measures to obtain their own benefits. If these measures accord with the construction principle of TNFP, they will be beneficial to TNFP's development, otherwise, will hinder, and create some conflicts among organizations. So, it needs to set up a management general management organization to coordinate them benefits of different aspects.

4. Enforcing management and legislation

It is not easy to establish a park. The established TNFP is a heritage of ancestor, we should treasure, care and gradually develop it. We have made significant advantages in social, economic and ecological benefits since its establishing. However, due to the tourism development. The increasing tourists and lagged management measures have created some problems, among which garbage disposal is a striking one. In the park, we can see the widespread disposed cans, plastic packages and other wastes. Cutting firewood and gathering medicinal herbs are usually occurred. These are unfavorable to TNFP's development. It is urgent to formulate detailed rules and regulations for management according to national regulations on nature conserve and concrete conditions of TNFP, and manage the park for sustainable development according to legislation.

5. Increasing propaganda and heightening the consciousness of nature conservation

The residents in and surrounding the park have important effects on the management of the park. However, many of the residents have no chance to receive higher education and know little about the park. Though some propaganda and education activities have been conducted, more effective measures are desired to heighten the consciousness of nature conservation of residents, making them know the importance of successful park management. Identifying the importance of nature conservation, the residents along with concerned organizations might consciously conserve and manage the park. The park will not be beneficial to present generation, but also to the sustainability of the future.

Preface

At the foot of Taibai mountain in Yin county of east Zhejiang province there locates the Tiantong National Forest Park. The famous Tiantong buddhist temple is the gem of the park. The temple is supposed to be built in year one of Yongkang emperor in west Jin dynasty about 1,600 year ago, or say 300 A.D. It is one of the five magnificent forest temples in China. Being the origin of Zen Buddhism in Japan, it is known as the southeast buddhist kingdom. Under the shade of the well kept hillside vegetation, nearby, the temple was growing more and more prosperous and attractive; on the other hand because of the prestigious temple a lot of attention has been paid to the care of the vegetation around, so the picturesque landscape became in amazing colors overtime. That two-way effect reveals unequivocally the harmony between human and nature. The national park was established in 1981 under the approval of the national minister of forestry. In 1992 an ecological station was set up by East China Normal University. Consequently the park tends to have multiple functions. It is a religious center, a tourist attraction, as well as a perfect site for fieldwork and scientific research.

The botanic research at Tiantong area started in 1983. At first the undergraduates of ECNU were doing their vegetation ecology fieldwork over there. Meanwhile the graduates were collecting a lot of interesting information for their theses. Year by year plenty of data were accumulated through the collective effort of numerous scientists and students, as a fruitful result the book "The Vegetation and Flora of Tiantong National Forest Park in Zhejiang Province" (Edited by Song Yongchang, Wang Xiangrong) was born in 1995.

Early in 1985, during the visit of Professors Akira Miyawaki, Elgene O. Box and Kazue Fujiwara, they had surveyed the evergreen broad-leaved forest in Tiantong area (Box *et al.*, 1991). In 1987 Professor Hartmut Dierschke had come over with all the participants of a vegetation seminar for fieldwork shortly. Then in 1996 the plant ecologists from both China and Japan came together and planned to work cooperatively on a project, which was the comparative study on the vegetation and landscape between east China and midwest Japan. The project started with the vegetation study in Tiantong area and this volume reports the result.

The Tiantong National Forest Park (TNFP) is located in Yin county, 28 km from downtown Ninbo city. It is at the intersection of 29°48' N latitude and 121°47' E longitude (Fig. 1). It covers an area of 349 hectares, at the interlacing zone of east Zhejiang hills and coastal plain, The geological structure in the area is in the range of Cathaysia ancient land. The park faces the mountains from the direction of east, west and north, but a large valley (to the south). Taibai mountain is the peak in this area. It is 653.3 m above sea level, while most of the other hills are about 300 m high. There are two rivers running through the park and collecting water from an area about 300 hectares. Because the forest will benefit the source, the water runs all the year round happily.

As to climate there, it is typically subtropical and monsoonal, temperate and wet throughout the year. The records from the local meteorological station have shown the mean temperature of the park in a year is 16.2 °C. The mean temperature occurred in the hottest month of July is 28.1 °C, while the mean temperature occurred in the coldest month of January is 4.2 °C. The annual accumulated temperature (when the daily mean temperature is above 10 °C) is 5166.2 °C. The warm index of Kira is 135, while the cold index is 0.8. The frostless period lasts for 237.8 days, and the period with incessant the daily mean temperature keeping up above 10 °C lasts for 235.1 days. The annual average precipitation in the area is 1374.7 mm (Fig. 2) that is obtained largely in the summer from June through August. The summer precipitation accounts for 35-40% sum. The weather is cold and dry in the winter; the precipitation in that season is only 10-15% of the annual sum. Generally speaking, it is wet in the spring and dry in the fall. The plum rain frontal system and typhoon are about two precipitation

peaks during the year. The first one happens in May and June, while the second one in July and August. The average relative humidity keeps steadily up to 82% throughout the year, with an incidence of fluctuation less than 5% only. The annual amount of evapotranspiration is less than the precipitation except in July through October. All the data clearly show that the warm and humid weather there is good enough for the growth of plants.

Most of the park area is covered by red-yellow soil. The substrate of parental material is composed of the mesozoic sediments, acidic intrusive rocks, remnants of quartzite and granite as well as the weathering product. The layer of soil is different in thickness, The texture of soil is mainly from medium to heavy loam.

The soil is rich in humus and total nitrides, their contents are in the range of 0.2-0.4% and 3-5% respectively. Therefore the soil tends to be a little acidic, it's pH value varies between 4.5 and 5.0.

An abundance of flora is distributing over the park. Shown by the reports from several authors, there are 37 families, 71 genera and 114 species of the bryophyte (Wang Youfang, Hu Renliang, 1995), 24 families, 49 genera and 96 species of the pteridophytes (Zhang Caofang, 1995), and 148 families, 506 genera and 968 species of spermatophytes. The major parts of the spermatophytes over there are tropical and subtropical geologically components, while a considerable amount of the temperate components is found in the area too. All of them is mingling and interpenetrating freely, but they show somewhat closer relationship with their counterparts in East Asia and North America (Cai fei, 1995).

Although there is no more original vegetation over the park, the natural vegetation has still been well recovered. As a full-grown forest, the zonal vegetation there is defined as the evergreen broad-leaved forest. At the ravines and the mountain ridges little patches of the evergreen broad-leaved forest mixing with the deciduous broad-leaves forest are distributed on the poor soil. The artificial *Pinus massoniana* forest, *Cunninghamia lanceolata* forest and bamboo forest are scattering over the mountain foot. Besides, the secondary shrubs developed under the impact of human are seen here and there, and also, numerous tea gardens and croplands have been exploited on the ravines. Attributed to the divergence of the habitats a richness of diversified types of vegetation has been formed in that area.

要 約

天童森林公園における植生復元及び保全管理に関する研究

宋 永昌

東浙江省の Yin county にある Taibai 山の麓に天童寺国立公園が位置している。有名な天童仏教寺院は公園の中核として存在している。寺院は紀元300年、およそ1600年前に west Jin 王朝、Yongkang 皇帝によって建立されたと伝えられている。それは中国で5本の指に入る壮大な森林寺院となった。南東仏教圏に知られている日本の禅宗の源流が生まれたところでもある。その源泉の影で斜面の森林は維持され、その隣で寺院はさらなる繁栄と活動を極めていった。一方では威厳ある寺院が周りの植生の保全に注意を払っていたのはいうまでもなく、変わることもない鮮やかな色彩に縁取られた絵のような景観が出現した。その相互的な影響がはっきりとした人と自然との調和として示されているのである。林野大臣の認可を得て、1981年に国立公園に指定されている。1992年には華東師範大学によって生態学ステーションが準備された。その結果、公園は複数の目的を持つようになった。それは宗教的なセンターであり、観光客の訪れる名所であり、科学的な調査・研究のための申し分のないサイトでもある。

天童寺エリアにおける植物学研究は1983年に始まった。最初に華東師範大学の学部学生の植物生態学のエクスカージョンが行われた。学生はそこかしこから多くの興味ある情報を集めてきた。年を重ねるごとに多数の研究者と学生の収集の成果が集積されていき、1995年には浙江省における天童国立森林公園の植生と植物相 (宋・王編) が実を結んで誕生している。

1985年当初には宮脇昭、エルジン ボックス、藤原一絵教授の訪問を通じて天童寺エリアの常緑広

葉樹林が調査された (Box *et al.*, 1991)。1987年にはヘルムート デエルシケ教授が植生セミナーの参加者を連れて短期間の野外調査に訪れている。そして1996年には中国と日本の植物生態学者が中国東部と西日本の植生と景観の比較研究のプロジェクトを発足させた。プロジェクトは天童寺の植生研究を出発点としており、この研究成果も組み入れられることになる。

天童国立森林公園は寧波から28kmの距離、Yui county に位置している。それは北緯29°48'、東経121°47'の位置にある (Fig. 1)。349ヘクタールの面積を有し、東浙江丘陵地帯と海岸低地帯の交差した地域に該当する。この地域の地質構造は Cathaysia 古大陸の範囲にある。山脈の東、西、北方面が公園の面に相当するが、南方面の大きな谷を挟んでいる。Taibai 山がこの地域の最高点となる。海拔300mが平均的な丘陵地帯にあっては653.3mの標高を有している。公園内を二つの川が流れており、これらの集水面積は300ヘクタールに及ぶ。森林には十分な供給量で、流水は年間を通してうまくいっている。

気候は典型的な亜熱帯のモンスーン型で、年間を通して温暖で湿潤である。地方気象台の記録では、公園の年平均気温は16.2℃である。最暖月の7月の平均気温は28.1℃、一方、最寒月の1月の平均気温は4.2℃を示す。年間積算温度は5166.2℃。吉良の暖かさの指数は135℃、寒さの指数は-0.8℃。無凍結期間は237.8日間で、日平均気温が10℃以上続く期間は235.1日間ある。年間降水量は1374.7 mm (Fig. 2) で、多くは6~8月の夏季にもらされる。夏季の降水量が全体の35~40%を

占めている。天候は冬季、寒く乾燥しており、この季節の降水量はたった10～15%しかない。一般的に春季に湿り、秋季に乾燥しているといえる。年間を通し、梅雨期と台風期にふたつの降水のピークがみられる。最初の時期は5～6月で、二番目の時期は7～8月にある。平均比較湿度は、年間を通し、常に82%以上を保っており、変動幅は5%以下である。年間蒸散量合計は7～9月を除いて、降水量を下回る。すべての気候データは温暖で湿潤な天候が植物の生長に十分であることを示している。

公園のおおよそのエリアは赤褐色土壌で覆われている。母材の基質は中性堆積岩、酸性貫入岩、石英岩や花崗岩の残存物や風化材で構成されている。土壌層は厚さによって異なる。土壌表層の多くは中程度から重い火山灰で覆われている。

土壌は腐植と窒素分に富んでおり、それらの含有量はおよそ0.2～0.4%と3～5%の幅で示される。それゆえに土壌はやや酸性の傾向がみられ、pHは4.5～5.0の間である。

植物相の豊かさは公園全体に及ぶ。複数の著者の

報告によって37科、71属、114種のコケ植物、24科、49属、96種のシダ植物、148科、506属、968種の種子植物が記録されている。種子植物の多くは熱帯、亜熱帯要素であるが、中には温帯要素も無視できない量、見つかっている。それらの全ては混生した状態にあるが、彼らは東アジアや北アメリカの類似種と密接な関係を示している (Cai fei, 1995)。

固有な植生がこれ以上、公園内になくとも、自然植生は常によく回復してくる。带状植生の極相林は常緑広葉樹林である。常緑広葉樹林の中にあつて、崩壊地や尾根筋には夏緑広葉樹林が小パッチ状に、痩せた土壌上に出現する。人工的な馬尾松植林、ランダイマツ植林、竹林は山足に散在している。ほかにも人為的な影響下で発達した二次的低木林がそこかしこにみられ、また、多くの茶畑と穀物畑が崩壊地に開墾されていた。立地の相違性に帰するが、多様な植生型の豊かさがこの地域に育まれている。

(推薦者：中村幸人 訳)

Precise Evaluation of Function of Grazing by Dominant Herbivorous Crustaceans in the Eutrophic and Turbid Lake Balaton, Hungary

László G.-Tóth

Summary

The selective feeding of the planktonic crustaceans on the different algae and the efficiency of the grazing food chain were studied in the eutrophic and turbid Lake Balaton during 1997 at two different sampling areas of different trophic state. The density of the crustacean zooplankton in winter and spring was low (10 to $75 \times 10^3 \text{ ind m}^{-3}$), and it was high in summer and autumn ($225 \times 10^3 \text{ ind m}^{-3}$). The active feeder and raptorial calanoid and cyclopoid copepods predominated in the automatic filter feeder cladocerans during the whole year. Phytoplankton density showed early spring and summer maxima, with dominance of coccal green, and filamentous blue green algae. The grazing pressure of the crustacean zooplankton on the different taxonomic and size groups of the phytoplankton differed significantly. The clearance rate of an average crustacean specimen was the highest for small flagellates (40 to $60 \mu\text{l ind}^{-1} \text{ hour}^{-1}$) and the lowest for filamentous blue-green algae (0 to $17 \mu\text{l ind}^{-1} \text{ hour}^{-1}$). The annual mean clearance rate for the total phytoplankton was 11.30 and $11.02 \mu\text{l ind}^{-1} \text{ hour}^{-1}$ in the meso-eutrophic and the hypertrophic study area, respectively, and the daily exploitation of the phytoplankton by the herbivorous crustacean assemblage was low, in average from 4.5 to 5% during the year. Grazing experiments with filter-feeder cladocerans in suspension of natural inorganic particles showed that the frequent resuspension of the fine inorganic sediment of the shallow Lake Balaton might cause deterioration of the grazing food chain.

Introduction

Lake Balaton is the largest lake in Central Europe (area: 596 km^2) and it is one of the most precious natural resources of Hungary. The lake is quite different from other many lakes by its shallowness (mean depth is 3.2 m). The frequent resuspension of the sediment and the biogeneous calcite precipitation makes the lake water very silty and turbid. Due to the anthropogenic pollution since the 1970's, the planktonic primary production increased 8-fold.

The endogeneous turbid water in addition with the frequent filamentous blue-green algal blooms deteriorated the grazing food chain and diminished crustacean grazing efficiency. The management of Lake Balaton has been carried out based upon the Balaton Eutrophication Model (Misley, 1988), which is still focusing only on the phosphorus load - phytoplankton interaction, being neglecting the potential efficiency

Balaton Limnological Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences

of the pelagic food chain in the elimination of algae and bacteria.

On the opportunity provided by the Nature Conservation Society of Japan, we investigated the seasonal succession of the phyto- and crustacean zooplankton in Lake Balaton in 1997 and we studied the efficiency of the grazing of the planktonic crustaceans in the elimination of different algal species. The impact of the resuspended mineral particles on the filtering rate of the typical cladoceran *Daphnia galeata* living in Lake Balaton was also studied.

Materials and methods

Sampling of phyto- and crustacean zooplankton

Lake Balaton shows an increasing trophic gradient along its 70 km longitudinal axis. Recently, the eastern Siofok basin is meso-eutrophic and the western Szigliget and Keszthely basins are highly eutrophic. Phyto- and zooplankton samples were taken monthly in the Szigliget basin and in the Tihany region of the Siofok basin. During the winter period (from December of 1996 till April of 1997) when the weather was very stormy and/or the lake surface was covered by ice, we took samples at the end of piers of passenger harbors of the villages and Thane extending as far as 300 to 350 m into the lake. In cases when ice cover was thick enough, we took samples through the during ice holes in a distance of 1 km away from these harbors. In ice free period we reached basin centers by a motor-boat.

Whole water column was taken for phytoplankton analyses and for grazing experiments with a 5 cm diameter vertical tube sampler. For precise sampling of the planktonic crustaceans we used a Patalas type zooplankton sampler (Lab 90, Baveno, Italy) with an inner volume of 34 liter. This sampler has been especially developed for sampling zooplankton from different depths with different physico-chemical conditions with minimizing temperature or mechanical damage of the organisms. Thus, the sampler is suitable for selection living the impact of individuals for experiments or for further cultivation as well as for counting crustaceans quantitatively. Sampling and water temperature measurements we performed always between 10 and 11 hours a.m. and for determination of the species composition and for counting aliquots were preserved using glutaraldehyde in 3.6% final concentration. Unpreserved portion of the samples were used for *in situ* grazing experiments the site.

Grazing experiments

Grazing experiments with natural crustacean zooplankton and lake water were performed *in situ* in 11 occasions in the Tihany region of Siofok basin and in 10 times in the Szigliget basin. For *in situ* incubations we used sterile dialysis sacks (Kalle Hoechst, No. 0024/0, Germany) having a diameter of 8 cm and adjusted to 300 - 600 cm³ inner volume, according to G.-Tóth (1980). The main advantage of the use of dialysis sacks to closed bottles is that the micropores of the transparent, semipermeable wall of the sacks enable to continuous flux of dissolved gases, ions, and small organic molecules. Thus, the physico-chemical milieu of the lake water during the incubations is more or less existed inside. Three sterile dialysis sacks (sterilization in autoclave, 121°C, 1 Atm., 15 min) were filled up with 60 mm prefiltered, crustacean-free lake water and they incubated in the lake in 1.5 m depth of the site of the sampling (controls). Three other sacks were filled with the same filtered water and additionally, 6 ml of freshly collected and gently condensed crustacean plankton (Patalas sampler) had also been pipetted into them to final concentrations of 150 to 200 crustaceans sack⁻¹ (the experimental concentration of the animals was usually 1 to 2.5-fold higher than in the lake). These sacks were

incubated in parallel with the controls. After 6 to 24 h of incubation 20 cm³ of subsamples were taken from each sack, and they were preserved with glutaraldehyde in final concentration of 3.5% and stored in refrigerator for further analyses. Subsamples from the initial experimental water and from the freshly condensed zooplankton were also preserved with glutaraldehyde and stored.

Analysis of the phytoplankton

We determined and counted all algae species (i) in the samples collected directly from Lake Balaton; (ii) from the initial and (iii) of the final experimental waters from the grazing experiments. For this, we applied an Axiovert 100 inverted microscope using Utermöhl chambers with inner volume of 2 to 10 cm³ and a magnification of x 1000. We counted a minimum of 600 settling units in each sample. Cell sizes of 10 to 15 alga cells or colonies belonging to the different species were measured in each samples individually using calibrated ocular micrometer. For the counting of the phytoplankton and estimating phytoplankton biomass Hamilton's (1990) computerized plankton counter was employed.

Analysis of the planktonic crustaceans

Planktonic crustaceans were determined and counted with an Opton inverted plankton microscope under magnifications of x200 to x600 from the condensed samples in 2 cm³ of Uterm chambers. We distinguished and differentially counted the copepodite stages I to VI of species of copepods. Nauplii belonging to the different copepods were counted in bulk. Cladoceran species we divided and counted in groups "youngs" and "adults". The obtained data were extrapolated for Lake Balaton using the condensation factor of the Patalas sampler.

Calculation of the clearance rates

The clearance rate is defined by the amount of water from which a grazer removes the food particles within an unit time. We calculated clearance rates of crustaceans for each algal species appeared in the food suspension, also for the different taxonomic groups and for the total phytoplankton according to Gifford (1993). The employed formula considered the food concentration depending growth during the incubation.

*Laboratory experiment for ballast feeding of *Daphnia galeata**

Adult *Daphnia galeata* individuals were incubated in closed jars with inner volume of 250 cm³ and filled with 150 cm³ of natural lake water containing different concentrations of resuspended fine calcium-magnesium carbonate crystals produced biogenously in the lake (the size spectra of the particles was 0.5 - 12.0 μm). We tested different concentrations of the particles between 8 and 75 mg dry weight liter⁻¹, adjusted artificially. The employed inorganic particles were collected from Lake Balaton using sedimentation technique. During the incubation the crystals were kept in suspension by slow rotation of the jars using a rotation wheel. After 24 h the alimentary canals of the animals were prepared and calcium content of the guts were determined using a Zeiss AA-S1 Atomic Absorption Spectrophotometer. Empty guts were also analyzed for calcium content as a control. Filtering rates were calculated according to the calcium concentration in the suspension used and that of the gut contents, considering 4 min gut evacuation time according to Zánkai (1981).

Results

The seasonal changes in the structure of the crustacean plankton at the two different study areas in 1997 was very similar. From the middle of December of 1996 till the middle of July of 1997 we detected very few crustaceans in the water; the number of animals varied between 10 and $75 \times 10^3 \text{ ind m}^{-3}$ at both study sites. The density of the crustacean plankton sharply increased in July, 1997 to 200 and $225 \times 10^3 \text{ ind m}^{-3}$ and that high density prevailed until middle of November (Fig. 1). The crustacean assemblage at both sites was dominated by the active filter-feeder and raptorial copepods *Eudiaptomus gracilis* and *Cyclops vicinus* and their different developmental stages. In the first part of the year, during the period of the low abundances, copepods dominated the crustacean plankton in 95 - 100% (Fig. 2). In summer, populations of some filter feeder cladocerans also increased. Mainly species of the genera *Daphnia* and *Diaphanosoma* and especially at Szigliget area *Bosmina* started to develop. The distribution of the filter feeder cladocerans from June and July gradually increased to 35 - 40% in the crustacean assemblage in both sites but they did not overdominate the copepods (Fig. 2).

The phytoplankton in the meso-eutrophic area (Tihany) showed a short spring maximum and a long-lasting late summer - autumn maximum reaching density of 18 and $30 \times 10^6 \text{ ind l}^{-1}$, respectively. In the hypertrophic Szigliget basin generally high phytoplankton density ($30 - 34 \times 10^6 \text{ ind l}^{-1}$) was detected during a long winter and spring period and after a short minimum in May a high peak appeared again in June with density of and $40 \times 10^6 \text{ ind l}^{-1}$. Altogether more than 140 phytoplankton taxa were identified from the samples; the

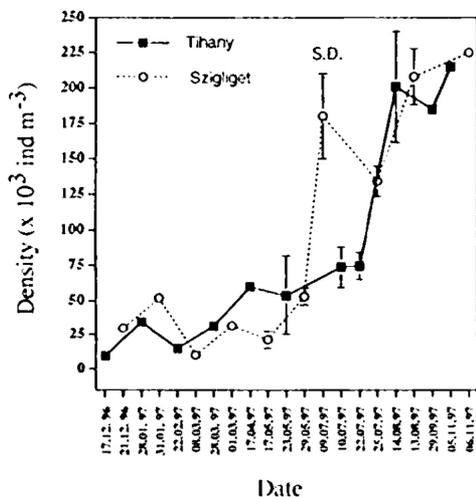


Fig.1 Seasonal changes in the density of the crustacean zooplankton in the two investigated areas of Lake Balaton in 1997

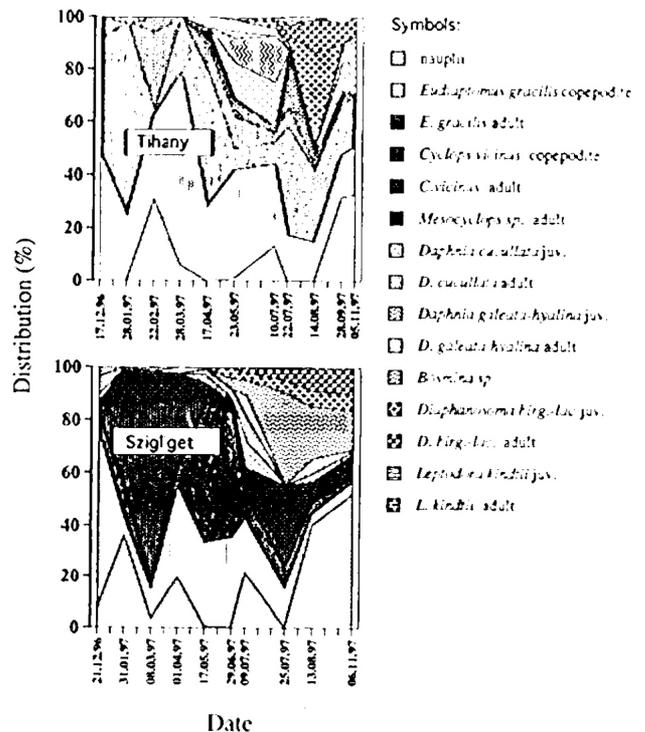


Fig. 2 Seasonal distribution of the crustacean zooplankton in the two investigated areas of Lake Balaton in 1997

seasonal distribution of the different taxonomic groups are given in Fig. 3. Among cyanoprokaryotes, the filamentous *Aphanizomenon flos aquae* ($4 \times 150 \mu\text{m}$) and *A. klebahnii* ($2.5 \times 100 \mu\text{m}$) were important at Tihany and Szigliget, respectively. Chlorophyta were represented by many species of Chlorococcales taxa, among them *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus* and *Monoraphidium* ($3 - 15 \mu\text{m}$) were the dominants. An important constituent of the phytoplankton biomass was at the large sized *Ceratium hirundinella* ($150 \times 70 \mu\text{m}$, Dinoflagellata) during summer and autumn both study sites. Among diatoms, species of *Cyclotella radiata* and *C. ocellata* ($8 - 20 \mu\text{m}$) dominated at both two sites during the spring peak of the phytoplankton. As a consequence of their small cell sizes, *Trachydiscus minutus* ($8 - 9 \mu\text{m}$, Xanthophyceae), *Chrysochromulina parva* ($< 4 \mu\text{m}$, Chrysophyceae), and *Rhodomonas minuta* ($6 - 7 \mu\text{m}$, Cryptophyceae) did not contribute significantly to total phytoplankton biomass, however their cell numbers were very high at both study area during the whole year investigated.

The clearance rates of the crustacean zooplankton for the different taxonomic groups and size categories of the phytoplankton were significantly different. The annual mean of the clearance rates expressed for an average crustacean specimen for the filamentous blue-green algae was 4.09 and $3.76 \mu\text{l ind}^{-1} \text{h}^{-1}$ at Tihany and Keszthely, respectively. For the coccalen green algae the clearance rate was higher, 5.18 and $7.36 \mu\text{l ind}^{-1} \text{h}^{-1}$, respectively. We obtained the highest annual clearance rates for the taxonomic groups of Xanthophyceae, Crysophyceae and Cryptophyceae, which represented the smallest planktonic algae: 24.18 and 11.56 , 8.71 and 10.02 , and 12.05 and $18.5 \mu\text{l ind}^{-1} \text{h}^{-1}$ in the two studied area, respectively. Clearance rate for the diatoms was also high, 17.61 and $6.86 \mu\text{l ind}^{-1} \text{h}^{-1}$ at Tihany and Szigliget, respectively. For the total phytoplankton we established 11.3 and $11.02 \mu\text{l ind}^{-1} \text{h}^{-1}$ annual clearance rates, in Tihany and Szigliget, respectively. The

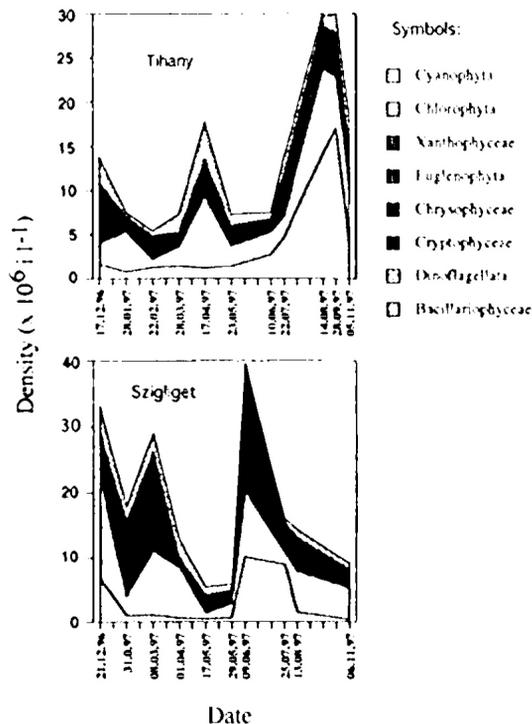


Fig. 3 Changes in the composition and density of the phytoplankton in the two investigated areas of Lake Balaton in 1997

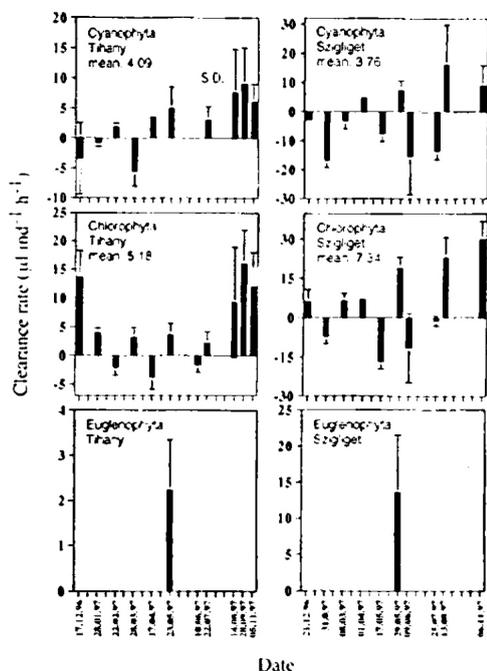


Fig. 4 Clearance rate of the crustacean zooplankton for the phytoplankton in the two investigated areas of Lake Balaton in 1997; Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta

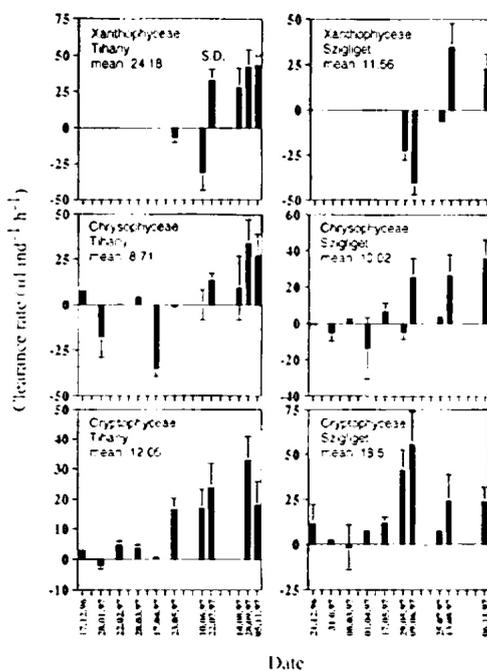


Fig. 5 Clearance rate of the crustacean zooplankton for the phytoplankton in the two investigated areas of Lake Balaton in 1997; Xanthophyceae, Chrysophyceae, Cryptophyceae

seasonal changes of the clearance rates were high and they increased in summer and autumn. For Xanthophyceae, Chrysophyceae, Cryptophyceae and Bacillariophyceae in summer and autumn we often established 30, 40 and sometimes 60 $\mu\text{l ind}^{-1} \text{h}^{-1}$ clearance rates while for blue-greens and green algae they were much less (Figs. 4., 5. and 6). The clearance rate for the total phytoplankton also showed significant increase in summer at both two study area. In the period of the poor zooplankton phase (winter, spring and early summer) we got only 1 to 8 $\mu\text{l ind}^{-1} \text{h}^{-1}$ clearance rate for the whole phytoplankton, in summer and autumn that reached peaks of 33 to 29 $\mu\text{l ind}^{-1} \text{h}^{-1}$ in Tihany and Sziglet, respectively (Fig. 6).

Gut contents of adult *Daphnia galeata* individuals incubated in suspended natural calcite crystals in Lake Balaton water in a concentration range of 8 to 60 mg dw l^{-1} showed calcium saturation of about 30 $\text{mg l}^{-1} \text{dw}$. The filtering rate of the animals significantly decreased with the increasing concentration of the inorganic crystals according to the power equation of $y = 261.3 x^{-0.51}$ ($r = 0.84$; $n = 8$).

Conclusions

The zooplankton in Lake Balaton was highly dominated by the active filter feeder calanoida *Eudiaptomus gracilis* and the raptorial *Cyclops vicinus* in 1997, both in the meso-eutrophic and hypertrophic areas. During late summer and autumn, populations of the high capacity filter feeder cladocerans also increased but never overdominated the calanoids. The functional consequence of the increase in the cladocerans was mirrored by the increased clearance rates expressed to an average crustacean specimen for the phytoplankton in late summer

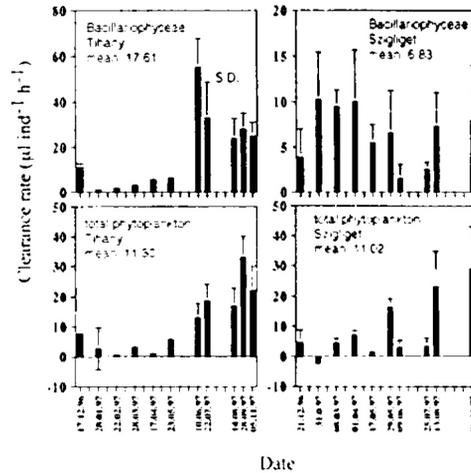


Fig. 6 Clearance rate of the crustacean zooplankton for the phytoplankton in the two investigated areas of Lake Balaton in 1997; Bacillariophyceae and total phytoplankton

and autumn. However, according to the actual standing crops of the planktonic crustaceans, the daily maximal exploitation of the phytoplankton even in that active periods were only 17% day⁻¹ and 18.5% day⁻¹ at Tihany and Szigliget, respectively, which represents low efficiency in comparison with other lakes (Gulati *et al.*, 1982 and others).

We did not find significant difference in the density and the composition of the crustacean plankton in the two different study areas. Among more than 140 available phytoplankton taxa crustaceans always selectively consumed the smallest flagellates, green algae and diatoms and did not prefer the large algae, especially the filamentous blue greens. These observations suggest that some other factors should have regulated the crustacean assemblages in Lake Balaton than the absolute amount of the eutrophic phytoplankton. In our experiments *Daphnia galeata* automatically ingested the suspended mineral particles with high efficiency with above 30 mg dw l⁻¹ concentration of the calcite crystals in the lake. Their alimentary canals became saturated with indigestible ballast material. Since the concentration of this mineral material in the stormy Lake Balaton may reach 500 mg dw l⁻¹ being even the annual mean of the concentration is above this limit (in average 36 mg dw l⁻¹), our results suggests that the automatic filter feeder cladocerans which ought to be the most effective algal eliminators cannot increase their real food ingestion by simple increase of their filtering rate in Lake Balaton.

References

- Gifford, D. J. 1993. Consumption of protozoa by copepods feeding on natural microplankton assemblages, p. 723 - 731. In KEMP, P. E., B. F. SHERR, E. B. SHERR AND J. J. COLE (eds.), Handbook of methods in aquatic microbial ecology. Lewis Publishers, Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo.
- G.-Tóth, L. 1980. The use of dialyzing sacks in estimation of production of bacterioplankton and phytoplankton. - Arch. Hydrobiol. 89: 474 - 482.
- Gulati, R.D.; K.Siewertsen and G.Postema (1982): The zooplankton: its community structure, food and

- feeding, and the role in the ecosystem of Lake Vechten/ -Hydrobiologia 95: 127 - 163
- Hamilton, P. B. 1990. The revised edition of a computerized planktoncounter for plankton, periphyton and sediment analyses. - Hydrobiologia194: 23 - 30.
- Misley, K. 1988. Lake Balaton research and management. - Nexus, Budapest: 1- 111.
- Zankai, N. 1981. Daphnia fajok táplálkozása a Balatonban (Feeding of Daphnia in Lake Balaton). Állattani Közl. 68: 111-121. (in Hungarian)

第7期プロ・ナトゥーラ・ファンド助成成果報告書 (1998)

要 旨

富栄養化し、濁度の高いハンガリー・バラトン湖における 草食性甲殻類の捕食者としての精確な評価

ラスロー・G・トート

水質浄化の最終段階は、その生態系がもつ自らの機能によって目標とする水質レベルを保ち続けることにある。しかしながらヨーロッパの中央部に位置する巨大な水瓶であるバラトン湖は、水深が浅く高密度の土壌粒子が水中に舞い上がってこれが水中に懸濁し、動物プランクトンの摂食活動を妨げていること、また捕食されにくい糸状性の植物プランクトンが優占することなど、植物プランクトンから動物プランクトンへの食物連鎖が十分に機能しない独特の環境下で生態系が構成されているため、生態系内の物質循環が有効に働かずにいる状況にある。水質浄化の最終段階にあつてこれらの問題をどのように克服するか、解決の正しい手がかりを与えるための知見の整備が本研究の課題であった。

研究は、捕食食物連鎖 (Grazing food chain) の中核をなす動・植物プランクトンの詳細な季節変化の把握から始められた。観測はバラトン湖を代表する2点、富栄養化の著しい Szigliget と、それほどでない Tihany で行われた。周年観測の結果から、植物プランクトン組成は両地点の間で大きな

差異はなく、出現時期にずれがあることが明らかになった (図3)。春から夏にかけての優占種としては、小型で球形の緑藻と糸状性のらん藻が目立つ。これに対して動物プランクトンは、ミジンコの仲間の甲殻類が優占し、出現種、時期ともに両地点での差異は少ないことが明らかとなった (図2)。また甲殻類動物プランクトンによる捕食実験から、糸状性のらん藻は、小型で球形の緑藻や珪藻に比べ数分の1程度の速度でしか捕食除去されないことが明らかとなった。また、実際に優占種のひとつである *Daphnia galeata* (カブトミジンコ) が大量の無機粒子を体内に取り込むことや、捕食実験の系内に底泥の無機粒子を添加すると、餌となる植物プランクトンの捕食効率が有意に遅減することが速度論的にも明らかになった。

本研究の成果を踏まえ、さらに植物プランクトンの優占機構の詳細な生理生態学的な知見を重ね、生態系の活力を最大限に活用する新しい水質浄化策の策定に向けての努力が必要であろう。

(推薦者: 加藤憲二 訳)

Investigation of the Diving Behaviour, Home Range and Movement of Heaviside's Dolphins (*Cephalorhynchus heavisidii*) off the West Coast of South Africa.

Jeremy H. David¹⁾, Keiko Sekiguchi²⁾, Mike A. Meyer¹⁾, Randall Davis³⁾

Summary

The movements, diving behaviour and habitat utilization of Heaviside's dolphin (*Cephalorhynchus heavisidii*) were investigated using satellite and VHF tags placed on two dolphins captured in the St. Helena Bay area, South Africa in February 1997. Unfortunately satellite data transmission from Dolphin #2 was very intermittent; but Dolphin #1 provided good data transmission from 19 February to 9 April. A total of 134 fixed locations, 130 dive depth data, 152 dive duration data and 147 "dive time at depth" data from Dolphin #1 were analyzed. Although accurately fixed locations were mostly at Period 1 (03:00-08:59), the data suggested that the dolphin stayed inside of St. Helena Bay region throughout about 2 months of observation. Slower swimming speeds, deeper dives and shorter dive durations in Period 0 (21:00-02:59) may support the hypothesis that Heaviside's dolphin feeds on vertically migrating prey items during night time. Further studies will be required to investigate in more detail the relation between dolphin movements and their feeding habitat.

Introduction

Heaviside's dolphin (*Cephalorhynchus heavisidii*) is the only cetacean species endemic to southern Africa. It is distributed in the cold, coastal waters of the Benguela ecosystem from Cape Point to the northern border of Namibia (17°05'S) but its distribution is still uncertain in Angolan waters (Leatherwood and Reeves, 1983; Martin, 1990; Findlay *et al.*, 1992; Best and Abernethy, 1994). Recent studies have provided new information about the external appearance (Best, 1988), distribution (Findlay *et al.*, 1992) and feeding habits (Sekiguchi *et al.*, 1992; Sekiguchi, 1994) of this species. Best and Abernethy (1994) provided a general review of knowledge on this species.

Because the distribution of Heaviside's dolphins overlaps an important commercial fishing area in western South Africa (Crawford *et al.*, 1987), some fishery by-catch of this species have been reported (Best and Ross, 1977; Best and Abernethy, 1994), as well as direct takes for human consumption (Rice and Saayman, 1984). The main diet of this dolphin is juvenile hake (*Merluccius* spp.) (Sekiguchi *et al.*, 1992; Sekiguchi, 1994), which is one of the most important species for the commercial fisheries in the Cape region (Crawford *et al.*, 1987). From the conservation point of view, there is thus an urgent need to investigate about the population size and habitat use of this dolphin.

¹⁾ Sea Fisheries Research Institute (SFRI) Cape Town, South Africa

²⁾ International Christian University, Tokyo, Japan

³⁾ Texas A&M University at Galveston, Texas, U.S.A.

Satellite tag technology has made rapid developments and tags can now be built small enough to be placed on smaller cetacean species successfully; for example, bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) (Mate *et al.*, 1995) and Atlantic white-sided dolphins (*Lagenorhynchus acutus*) (Mate *et al.*, 1994). In this study, we used satellite and VHF tags to investigate the movement, behaviour, diving physiology and habitat utilization of Heaviside's dolphins, for application to the local management of this dolphin species. The St. Helena Bay region was chosen as the study site (Fig. 1) because of the local abundance of Heaviside's dolphins in the region.

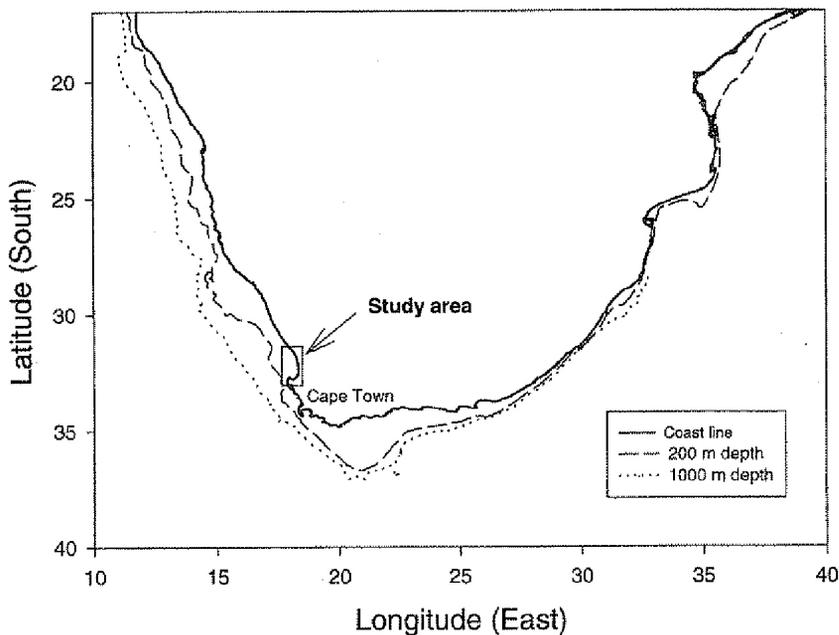


Figure 1. Map of southern Africa, showing the study area.

Materials and Methods

1. Equipment

For this project, two sets of satellite and VHF tags were purchased. The 0.5W SLTDRs (satellite-linked time and depth recorders) were purchased from Wildlife Computers, USA and their size was $11 \times 9 \times 2.5$ cm in length and about 200g in weight. One of the two instruments, which was attached on Dolphin #1, was fitted with extra memory to log dive profiles. The VHF transmitters were brought from SIRTRACK, New Zealand (modified Model BE10-25, $6 \times 2.8 \times 1.7$ cm in length and about 40g in weight). Batteries were set to last for two months.

Dorsal fin saddles were specially ordered from Track Pac inc., USA, custom-made to fit on Heaviside's dolphins; 11.8 cm tall, 25.3 cm long and 4.6 cm wide. The shape and size of a dorsal fin was based on stranded/fishery-by-catch animals and information was provided from Dr. P. B. Best, University of Pretoria. The saddles were vacuum formed from polyethylene thermoplastic. A satellite tag and a VHF tag were mounted in side-compartments of the saddle and the whole assembly weighed 625 g in air and was positively buoyant. The saddle was fixed to the dolphin dorsal fin by plastic pins with magnesium nuts which would be eroded within two month, and thus the saddle would be released from the dolphin about the time the tags' batteries were exhausted. If

was hoped that this mechanism would be safe for the dolphin and also help in recovering the tags.

Because Heaviside's dolphins readily bow ride boats, we decided to capture dolphins from a small boat using head nets. A capture pulpit was designed to fit the bow of the SFRI vessel *M/V Malagas II*. Other capture equipment (ropes, buoy, plastic seats, etc.) were manufactured locally by the SFRI.

2. Tagging

The first dolphin (Dolphin #1) was captured on 18 February 1997 near Elands Bay, South Africa and the second dolphins (Dolphin #2) were captured in the same area two days later. Both dolphins were mature-sized males (153cm and 159cm in total length, 58kg and 62.5kg in weight respectively) and were kept on deck for about a hour to apply the saddle on which satellite and VHF tags had been mounted (Fig. 2). On 26th of February at 10:33, six days after tagging, Dolphin #2 was resighted in a group of two dolphins at 32°23.6'S 18°19.5'E.



Figure 2. The dorsal fin saddle with a satellite and VHF tags on Dolphin #1.

3. VHF transmission information

A further two *M/V Malagas II* cruise were set up in March 14-26th and April 14-28th to search for tagged dolphins using VHF signals. Yagi antennas were used to locate their signals, and were set up on the foredeck of the vessel, in the inflatable boats and on high vantage points along the coast of St. Helena Bay region.

4. Satellite information

Tracking and diving data collection were received through the Argos Satellite system (CLS Argos, USA) and this information was provided form the Argos to the researchers daily via e-mails.

The Argos data provided dolphin location, dive depth, dive duration, and time which dolphins spent at certain depth ("time at depth"). Satellite-fixed locations were classified into seven categories, Status 3, 2, 1,

0 and A, B, Z, depended on basically the number of transmissions received by a satellite during the contact (Table 1). Given the accuracy of fixed positions, only "good" data with Status 1 to 3 (accuracy within 1000m) were used for analysis whenever enough data were available. To calculate the average swimming speeds, only time and distances between "good" locations and between a "good" location and another location were used. Dive information was summarized into four periods of a day; Period 0, 1, 2 and 3 (21:00-02:59, 03:00-8:59, 09:00-14:59 and 15:00-20:59 respectively) (Table 2).

Table 1. The table for time periods classified on Argos satellite data.

Status	Condition	Estimated accuracy
3	*4 message received	better than 150m
2	*location result passes at least 2 of the 4 plausibility tests (for location)	better than 350m
1	*location accuracy is estimated	better than 1000m
0		above 1000m
A	*3 message received *2 plausibility tests *no estimated accuracy *frequency is calculated	
B	*2 message received *2 plausibility tests *no estimated accuracy nor frequency	
Z	*unvalidated location	

Table 2. The table for location status classified on Argos satellite data.

Argos period	Classification	Local time
0	night	21:00 - 02:59
1	dawn	03:00 - 08:59
2	day	09:00 - 14:59
3	dusk	15:00 - 20:59

Results

1. VHF tracking:

VHF signals were received on only one occasion during two *M/V Malagos II* cruises in March and April. On 24 March, at 16:21, VHF signals from Dolphin #2 were received at 32°21.6'S 18°16.9'E on board of the vessel. The signal was monitored for about two hours, but no sighting of this tagged dolphin was made.

2. Movements:

Table 3 summarizes location data fixed by the Argos satellites. Satellite data was received from 19 February to 9 April for Dolphin #1 and from 25 February to 16 June for Dolphin #2. The total number of satellite-fixed positions were 134 for Dolphin #1 and 24 for Dolphin #2. Of these data, 34 positions (plus the original catch position) for Dolphin #1 had an accuracy within 1000m, while there were only 2 positions (plus the original catch and resight positions) for Dolphin #2.

Dolphin #1 seemed to stay in St. Helena Bay region, bounded by Elands Bay (Baboon Point) to the north and Paternoster Point to the south, throughout the observation period (Fig. 3). Because of the limited number of accurate fixed locations for each observation "Period", it is difficult to define the dolphin movements by time of day. However, it seems that Dolphin #1 tended to stay away from the shore during "Period 0" (which is "night" time from 21:00 to 02:59). Water depths at these locations on Figure 3 were 30 and 60m at Period 0, and less than 2m to up to 100m (but most frequently 40m) at Period 1.

Table 3. The summary table for total numbers of received satellite data for dolphin locations.

a) Dolphin #1

Status	Period				Total
	0	1	2	3	
0	16	55	0	0	71
1	3	18	0	0	21
2	0	10	0	0	10
3	1	2	0	0	3
A	1	15	1	0	17
B	0	11	0	0	11
Z	0	1	0	0	1
caught	0	0	1	0	1
Total	21	112	2	0	135

b) Dolphin #2

Status	Period				Total
	0	1	2	3	
0	2	1	1	0	4
1	0	1	0	1	2
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
A	1	4	0	2	7
B	4	5	0	2	11
Z	0	0	0	0	0
caught	0	0	1	0	1
resight	0	0	1	0	1
Total	7	11	3	6	28

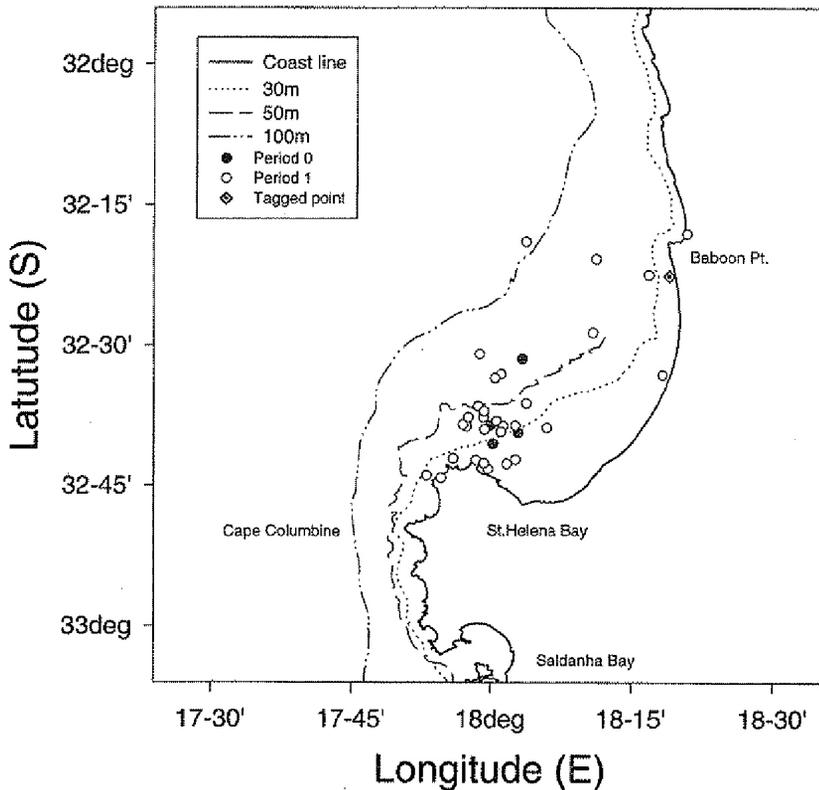


Figure 3. Satellite fixed-locations for Dolphin #1 at each Period, only using data with good accuracy.

Dolphin #2 had very few fixed positions. All location data shows that this dolphin stayed near to and offshore from Baboon Point (Fig. 4). However, except two satellite fixed locations, the original catch and resight points, the rest of the locations had poor or unknown accuracy information; thus it is difficult to define the habit utilization of this dolphin. The only two good fixed locations were very close to shore and in about 5m water depth.

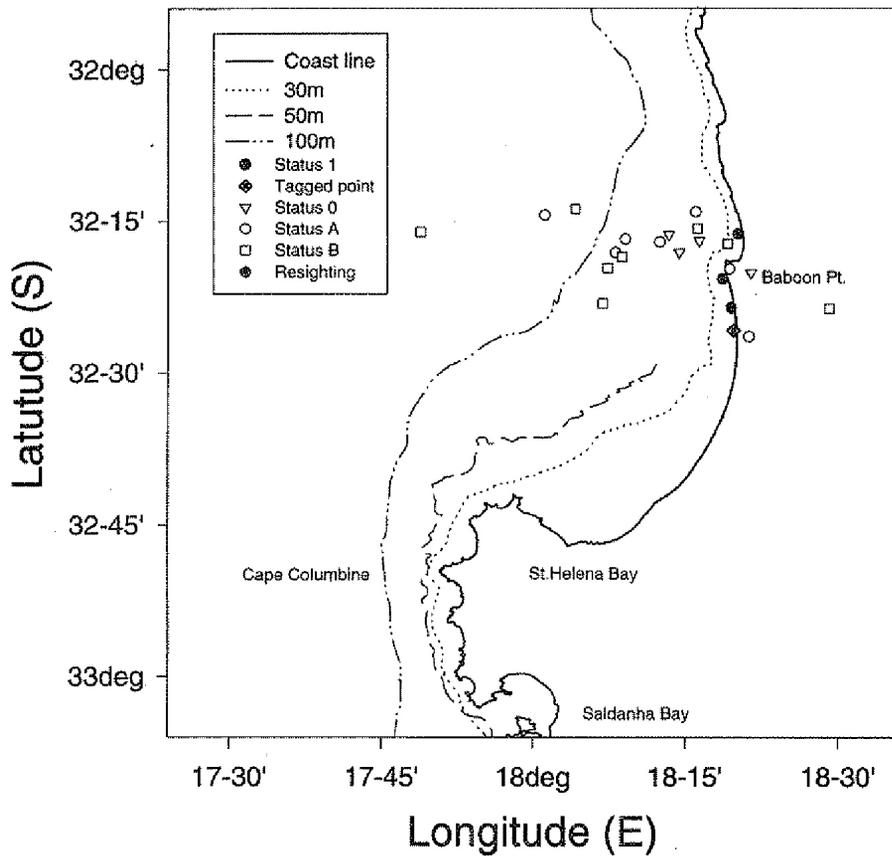


Figure 4. Satellite fixed all locations for Dolphin #2 at each Status.

Table 4 shows the swimming speeds of the dolphins. Again, unfortunately data were not distributed evenly in all periods, so it is not possible to compare swimming speeds throughout the day. For Dolphin #1, swimming speeds calculated from "good location data" indicated that on average this dolphin swam faster during Period 1 (dawn, 0.58 m/s) than Period 0 (night, 0.26 m/s). The average speed from all data for Dolphin #2 is quite different from Dolphin #1.

Table 4. The summary tables for the average speeds (m/s) of dolphins at each period and status. See the text for the definition of "good data only". * = no data point available.

a) Dolphin #1 with all data

Status	Period			
	0	1	2	3
0	0.35	1.71	*	*
1	0.17	0.68	*	*
2	*	0.28	*	*
3	0.10	0.36	*	*
A	0.54	2.58	0.94	*
B	*	1.38	*	*
Z	*	6.91	*	*
Ave.	0.32	1.83	0.94	*

b) Dolphin #2 with all data

Status	Period			
	0	1	2	3
0	0.81	0.43	0.12	*
1	*	0.63	*	0.01
2	*	*	*	*
3	*	*	*	*
A	0.11	0.04	*	0.73
B	0.47	1.89	*	0.23
Z	*	*	*	*
Ave.	0.52	1.06	0.12	0.39

a') Dolphin #1 with "good data" only

	Period			
	0	1	2	3
Ave.	0.26	0.58	*	*

Table 5. Total numbers of satellite data messages of dive depth, duration and time at depth for dolphins. Duplicated data messages were omitted from the total number.

Period	Depth	Duration	Time@Z	Total
0	32	43	42	117
1	32	41	35	108
2	38	33	34	105
3	37	35	36	108
Total	139	152	147	438

Period	Depth	Duration	Time@Z	Total
0	14	10	3	27
1	5	5	5	15
2	6	7	13	26
3	10	5	7	22
Total	35	27	28	90

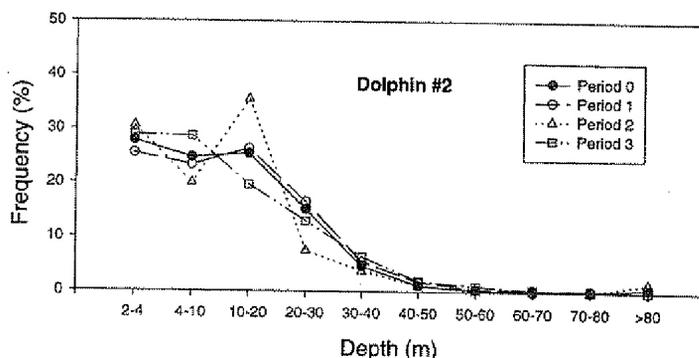
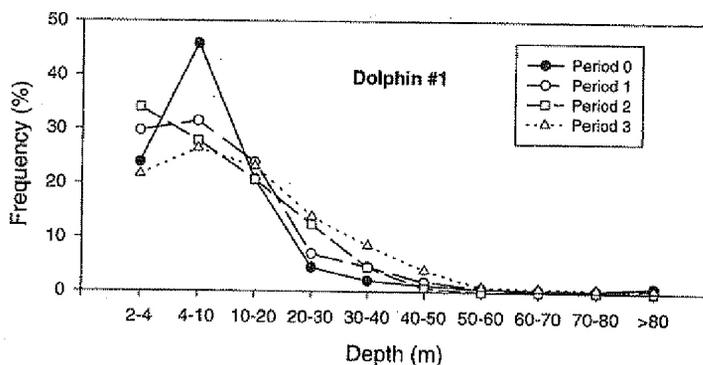


Figure 5. Frequency of dive depth (m) for Dolphin #1 and #2.

3. Diving data

The satellite tag on Dolphin #1 sent more diving data (a total of 438 messages) than Dolphin #2 (90 messages) (Table 5). Data were more evenly distributed throughout the four periods than location data for both dolphins, because the dive data were stored in memory. Total numbers of messages from Dolphin #1 were 117 for Period 0, 108 for Period 1, 105 for Period 2, 108 for Period 3; from Dolphin #2, 27, 15, 26 and 22 respectively.

The most frequent dive depth in all periods was less than 30m for both dolphins; 90.9 % for Dolphin #1 and 92.9 % for Dolphin #2 (Fig. 5). Although both dolphins tended to have more shallower dives, Dolphin #1 had a clear peak in dive depth at 4-10 m (45.8 %) during night time (Period 0). This dolphin also had slight

peaks at 4-10m depth during dawn and dusk (Period 1 and 3, 31.4% and 26.3% respectively). However, during the day (Period 2), Dolphin #1 repeated 2-4m dives more often (33.9%) and made no dive deeper than 60 m. On the contrary, data from Dolphin #2 indicated the peak at 10-20m depth during day (Period 2, 35.5%).

Dive durations were relatively short and most were less than 2 min for both dolphins, 88.1% for Dolphin #1 and 92.1% for Dolphin #2 (Fig. 6). The most frequent dive duration was 0-1min for both dolphins (73.9 to 49.3% at each period for Dolphin #1, 75.1 to 61.5% for Dolphin #2). Dolphin #1 tended to dive longer from day to dusk (Period 2 and 3) than night to dawn (Period 0 to 1). For example, frequency of 2-3 min. durations for this animal during Period 2 to 3 was two times more than the rest (13.2 and 20.0%, 6.0 and 4.4% respectively). Dolphin #1 had dive durations longer than 6 min. only during Period 2 and 3, except three records for longer than 10 min. during Period 0. No dive duration longer than 6 min. was recorded for Dolphin #2, except one occasion which had a duration of more than 10 min. during Period 3.

From time-spent-at-each-depth classes, it is clear that both dolphin spent most time at 0-2 m (*i.e.* at or near surface; 50.4% for Dolphin #1 and 57.1% for Dolphin #2) (Fig. 7). Then, during dusk (Period 3), Dolphin #1 tended to dive deeper than other periods and had a small peak at 10-20m (16.8%). Dolphin #2 showed a smaller peak at the same depth but during daytime (Period 2).

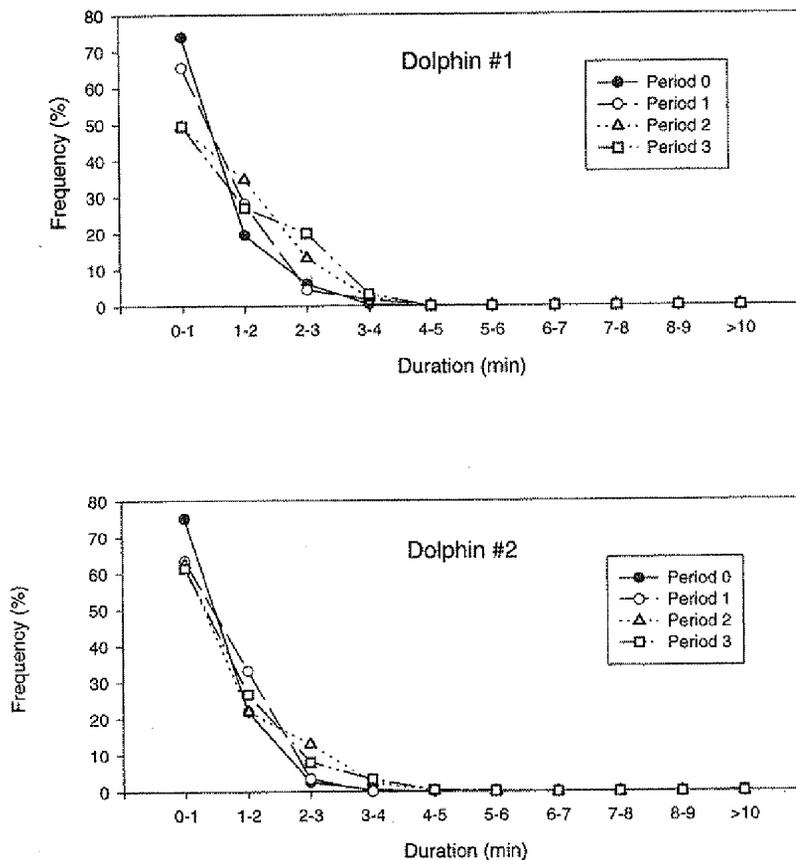


Figure 6. Frequency of dive duration (min.) for Dolphin #1 and #2.

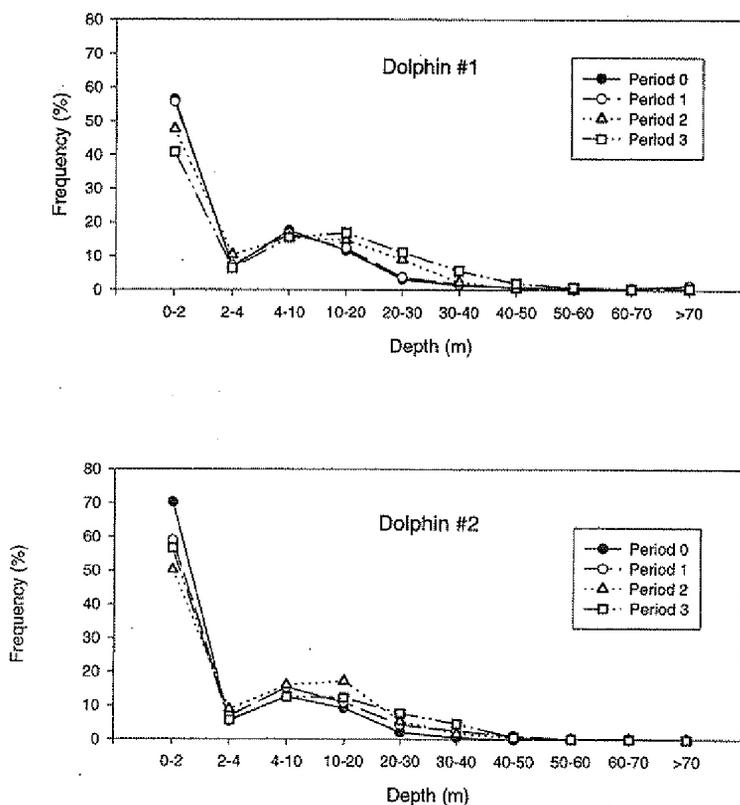


Figure 7. Frequency of "time at depth" (min./m) for Dolphin #1 and #2.

Dolphin #2 sent much less data for the maximum dive depth (which dolphin reached between two "status messages") than Dolphin #1 (eight for Dolphin #2 and 73 for Dolphin #1) (Fig. 8). Dolphin #1 had two peaks for the maximum depth at 40-50m and 90-100m (26 and 10 occasions respectively). A total of four dives deeper than 100 m were recorded and the maximum was 104m.

Discussion

Although overall the project seems quite successful, the satellite tag on Dolphin #2 had sent back much less information than that on Dolphin #1 (Table 3 and Table 5). Plotting all the location data for Dolphin #2 suggested that it stayed off Baboon Point; however, without the accuracy information for each location, it is difficult to define how reliable this "home range" information is. This failure to send a satisfactory amount of data presumably resulted from this satellite tag having some sort of fault or the saddle coming loose on the dorsal fin. Therefore, since one of the main objectives on this project is the provision of new ecological or biological information that has application for the conservation of Heaviside's dolphins, only results from Dolphin #1 are discussed further.

We could not receive any useful information through a VHF tag on Dolphin #1. Because of time delay in receiving satellite location data from the Argos, we could not get to the location where the dolphin was on time.

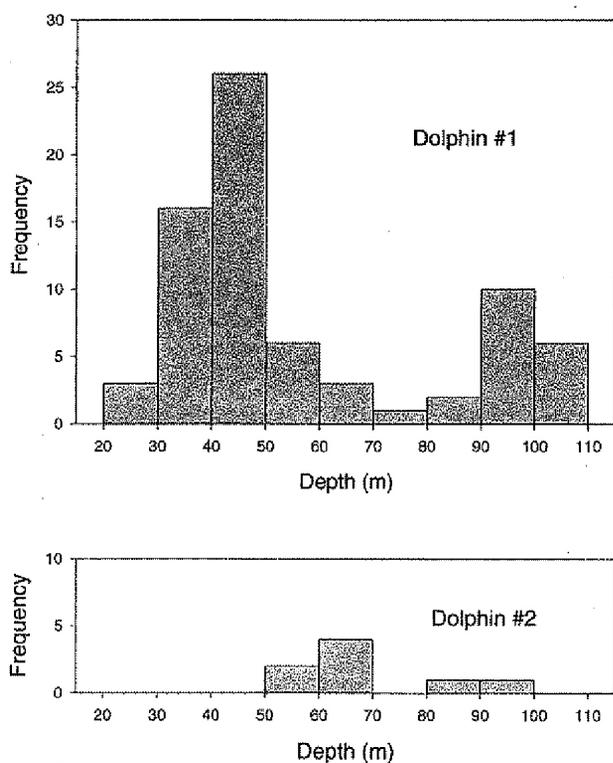


Figure 8. Frequency histograms of maximum depth (m) at which dolphins reached during a recording period.

Consequently it is presumed that we were out of VHF transmission range for most of the time while we were out at sea. It was the original intention to follow the tagged dolphin visually using VHF signals to maintain contact at sea, but this proved impractical. More careful planning will be required in future to use a VHF tag on Heaviside's dolphins.

During daytime, Heaviside's dolphins probably stay in shallower water; i.e. more near-shore. Most of reported daytime sightings are very close to the shore (water depth less than 100m) except a few (Findlay *et al.*, 1992; Best and Abernethy, 1994). Even during *M/V Malagas* cruises, most sightings were concentrated along the shore line around Baboon Point (see Fig. 3 in Interim Report). From our satellite data also, there was no dives deeper than 60m in Period 2.

Because satellite-fixed locations were very much biased to Period 1 (dawn, 03:00-08:59), it is difficult to detect diurnal movements of the dolphin. This bias in detection might be caused by satellite orbital configurations but it might also reflect dolphin surfacing behaviour, or it could be both. Sekiguchi (1994) concluded that the feeding habit of Heaviside's dolphins is from near-shore to possibly the upper continental shelf, and hypothesized that their feeding time is late afternoon to very early morning (18:00 to 4:00) based on stomach content analysis. If Period 3 (dusk, 15:00-20:59) is "transit time", i.e. from a day-time resting place (near-shore ?) to a feeding ground (offshore ?) at night, the total lack of fixed location of this period might be caused by the dolphin's rather short surfacings during the "transit swim".

Slow swimming speeds (Table 4, 0.26m/s in average) and deeper dive depths (Fig. 5, most frequent depth at 4-10m) during Period 0 (night, 21:00-02:59) might indicate the feeding time of the dolphin. On the other hand, this "feeding time" is not clearly indicated on dive duration data (Fig. 6) and time at depth (Fig. 7), although shorter dive duration (75% of data were 1-2 min.) may reflect fast swimming to chase prey. If the dolphins are feeding on hakes, which migrate to midwater from the ocean bottom at night (Botha, 1973), it is not necessary for them to make deep dives to feed successfully.

It has been reported that some dolphin species change their behaviour by time of day. In the classic study of radio telemetry, Evans (1971) found that a common dolphin (*Delphinus* sp.) repeated shallower dives during the day but dove deeper to feed at the Deep Scattering Layer (DSL) during the night. Hawaiian spinner dolphins (*Stenella longirostris*) are known to travel offshore to feed also on the DSL at night from a day-time resting place nearshore (Norris *et al.*, 1994). Sekiguchi (1995) observed the abundance of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*, which is a small coastal dolphin species like Heaviside's dolphins) at Pajaro Dune area, California, and found that their abundance changed by time of day and tide. Heaviside's dolphins nearshore during the day seems very active; surfing, jumping, riding bow waves and so on. They may be socializing at safer near-shore zone after nighttime feeding, as Würsig and Würsig (1980) proposed for dusky dolphins (*Lagenorhynchus obscurus*) in Argentina.

One important factor in this study was the presence of red tide. The west coast of South Africa was attacked by red tide during most of the tracking period. We saw red tide on the first day of the second M/V *Maragas* cruise, March 14, 1997, and red tide conditions were worse during the April cruise. Most red tide in South African waters is caused by dinoflagellates and this phytoplankton directly poisons on invertebrates, but fish can be affected because of a lack of oxygen in the water (van der Vyver and Pitcher, 1995). Although tagged dolphins remained in the study area, it is difficult to know if this red tide affected dolphin movements.

In conclusion, this study indicated that Heaviside's dolphins may have a rather small home range. Animals with such a small habitat need to be carefully monitored if their status is to be conserved. For this, population surveys will be necessary.

Before planning any future satellite tagging of coastal resident dolphins, such as Heaviside's dolphins, it will be important to investigate the orbital configurations of the satellites and the likely accuracy of a satellite tag for location fixing. Further studies are required to investigate in more detail the relationship between the movements of Heaviside's dolphins and their feeding habitat.

Literature cited

- Best, P. B. 1988. The external appearance of Heaviside's dolphin, *Cephalorhynchus heavisidii* (Gray, 1828). *Rep. Int. Whal. Commn* (Special Issue 9):279-299.
- Best, P.B. and G.J.B. Ross. 1977. Exploitation of small cetaceans off southern Africa. *Rep. Int. Whal. Commn* 27:494-497.
- Best, P.B. and R.B. Abernethy. 1994. Heaviside's dolphin *Cephalorhynchus heavisidii* (Gray, 1828). p.289-310. In: *Handbook of Marine Mammals Vol. 5*. S.H. Ridgeway and R. Harrison (eds.) Academic Press, London.
- Botha, L. 1973. Migrations and spawning behaviour of the Cape hakes. *S. Afr. Shipp. News Fishg Ind. Rev.* 28(4):62-67.

- Crawford, R.J.M., Shannon, L.V. and D.E. Pollock. 1987. The Benguela ecosystem. Part IV. The major fish and invertebrate resources. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 25:353-505.
- Evans, W. E. 1971. Orientation behavior of Delphinids: radio telemetric studies. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 188:142-160.
- Findlay, K.P., P.B. Best, G.J.B. Ross and V.G. Cockcroft. 1992. The distribution of small odontocete cetaceans off the coasts of South Africa and Namibia. *S. Afr. J. mar. Sci.* 12:237-270.
- Leatherwood, S. and R.R. Reeves. 1983. *The Sierra Club Handbook of Whales and Dolphins*. Sierra Club Books, San Francisco, 302p.
- Martin, A.R. (ed.) 1990. *Whales and Dolphins*. Salamander Books Ltd., London, 192p.
- Mate, B.R., K.M. Stafford, R. Nawojchik and J.L. Dunn. 1994. Movement and behavior of a satellite-monitored Atlantic white-sided dolphin (*Lagenorhynchus acutus*) in the Gulf of Maine. *Mar. Mammal Sci.* 10:116-121.
- Mate, B.R., K.A. Rossbach, S.L. Nieukirk, R.S. Wells, A.B. Irvine, M.D. Scott and A.J. Read. 1995. Satellite-monitored movements and dive behavior of a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in Tampa Bay, Florida. *Mar. Mammal. Sci.* 11:452-463.
- Norris, N.S., B. Würsig, R.S. Wells and M. Würsig. 1994. *The Hawaiian Spinner Dolphin*. University of California Press, Berkeley, 408p.
- Rice, F.H. and G.S. Saayman. 1984. Movements and behaviour of Heaviside's dolphin (*Cephalorhynchus heavisidii*) off the western coasts of southern Africa. *Invest. Cetacea* 16:49-63.
- Sekiguchi, K. 1994. Studies on feeding habits and dietary analytical methods for smaller odontocete species along the southern African coast. Ph.D. thesis to University of Pretoria, South Africa. 259p.
- Sekiguchi, K. 1995. Occurrence, behavior and feeding habits of harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) at Pajaro Dunes, Monterey Bay, California. *Aquatic Mammals* 21(2):91-103.
- Sekiguchi, K., N.T.W. Klages and P.B. Best. 1992. Comparative analysis of the diets of smaller odontocete cetaceans along the coast of southern Africa. *S. Afr. J. mar. Sci.* 12:843-861.
- van der Vyver, I and G. Pitcher. 1995. *Red Tide and Shellfish Poisoning*. Sea Fisheries Research Institute, Popular series No. 2. 8p.
- Würsig, B and M. Würsig. 1980. Behavior and ecology of the dusky dolphin, *Lagenorhynchus obscurus*, in the South Atlantic. *U.S. Fish. Bull.* 77(4):871-890.

要 旨

南アフリカ共和国西海岸におけるコシャチイルカの 潜水行動・生活域・回遊について

ジャーミー・H・デイビット、関口圭子、マイク・A・メイヤー、
ランドル・デイビス

1997年2月、南アフリカ共和国セント・ヘレナ湾において、衛星発信装置とVHF発信機を、二頭のコシャチイルカ (*Heaviside's dolphin*, *Cephalorhynchus heavisidii*) に取り付け、回遊生活域・潜水行動・回遊についての調査をおこなった。

残念ながら、二頭めのイルカ (Dolphin # 2) からの衛星発信データはあまり得ることができなかった。しかし、一頭め (Dolphin # 1) からは、2月19日から4月9日までの50日間、良好なデータを得ることができた。また、VHF発信機は、有効に活用することができなかった。

Dolphin # 1からの、計134のイルカのロケーション、130の潜水深度・152の潜水時間・147の各潜水深度に対する滞在時間についてのデータメッセージを解析した。誤差1km内の正確なロケーションは、34箇所しかなく、また、ほとんどがピ

リオド1 (03:00-08:59) のものであったため、イルカの一日内の回遊についてははっきりとした答えを得ることができなかった。しかし、これらのデータは、約2ヶ月にわたる観測期間を通して、このイルカがセント・ヘレナ湾内海域に留まっていたことを示した。ピリオド0 (21:00-02:59) における、比較的ゆっくりした平均遊泳速度 (0.26m/s)、深い潜水 (水深4-10mにピーク)、短い潜水時間 (73.9%が0-1分) は、コシャチイルカが、夜間に海底深くから中層に上昇してくる魚などを獲っているのではないかという仮説を支えるものであるかもしれない。

イルカの回遊と食餌海域との関連を探るには、さらなる研究が必要である。

(推薦者：関口圭子 訳)