

# プロ・ナトウーラ・ファンド 第2期助成

## 第2期助成の概要

第2期公募助成は平成3年7月31日に応募を締切り、9月に行った審査会を経て別表のように助成対象を決定しました。

応募30件に対し助成対象16件と、その割合は前年とほぼ同じ比率になっています。また助成額の総額は2,962万円です。

国内への助成件数は10件で前年の11件とほぼ同じでした。

第2期公募からは国内助成で重点課題をもうけることとし、「野生哺乳類と人間との共存のための研究」を重点課題としました。今期は重点課題に該当する応募のうち3件が助成対象となりました。

また、前年に助成した研究や活動に継続して助成することが決まったものは4件となっています。

国内助成先の地域は、宮城、栃木、埼玉、東京、神奈川、長野、愛知、三重、滋賀の9都県にわたっています。また活動地が全国各地にわたるものや海外での研究もみられました。

海外への助成は6件と前年の2件と比べ増加しました。

海外助成先の地域は中国、タイ、ケニア、ザイール、コロンビアと、アジアのほか、アフリカと南アメリカへも助成しました。

なお、本報告書には助成したすべての成果を掲載する予定でしたが、以下の助成先からの報告が現在まで事務局によせられていません。したがってこれらの助成成果は、本報告書には掲載できませんでしたが到着次第、次回以降の報告書に掲載する予定になっています。

### 報告書が未着の助成対象

- ・海産巻貝類を指標種とする有機スズ生産規制の追跡調査（本文未着）
- ・泰嶺山脈の生態系の保護に関する研究 —日本の科学者との共同研究—
- ・アフリカゾウ保護プロジェクトに活用する車両等の確保
- ・熱帯雨林のダイナミクスに関する研究
- ・東アジア常緑広葉樹林の共同比較研究と保護区ネットワークづくり
- ・ザイール・タンガニーカ湖西岸の生物的多様性とその保護に関する研究

## 第2期助成対象一覧

助成先／助成代表者	助成テーマ	助成額（千円）
1 高山帯大型哺乳動物研究グループ 千葉 彬司（大町山岳博物館） （他計12名）	亜高山帯・高山帯におけるニホンカモシカ・ニホンザルの生態研究（重点課題）	1,879
2 丹沢のシカ問題連絡会 大沢 洋一郎 （他計15名）	給餌が植林地のシカの生態に与える影響（継続）（重点課題）	2,915
3 ニホンザルの保護管理研究グループ 小金沢 正昭（宇都宮大学） （他計5名）	ニホンザルの現況-1991（重点課題）	1,970
4 五葉山シカ研究グループ 高槻 成紀（東北大学） （他計10名）	北限のホンシュウジカと人間との共存のための保護教育活動	438
5 尾瀬ガイドグループ 児玉 芳郎 （他計7名）	尾瀬の保護と適正利用のための指導と案内（継続）	1,610
6 クマタカ生態研究グループ 山崎 亨 （他計11名）	森林性大型猛禽、クマタカの保護プログラムの確立と実践	2,000
7 東海淡水生物研究会 森 誠一（京都大学） （他計11名）	湧水域を中心に生息する淡水生物の生態学的研究	2,000
8 霞堤グループ 市野 和夫（愛知大学） （他計6名）	霞堤と遊水地生態系保全のための調査研究	354
9 エコロジカルパーク研究グループ 阿部 治（埼玉大学） （他計4名）	欧米を中心としたエコロジカルパーク等の自然回復事業に関する事例研究（継続）	2,000
10 有機スズ問題研究会 水口 憲哉（東京水産大学） （他計6名）	海産巻貝類を指標種とする有機スズ生産規制の追跡調査（継続）	1,390
11 馬 乃禧 （西北大学自然保護区研究所） （中国・西安）	秦嶺山脈の生態系の保護に関する研究－日本の科学者との共同研究－	2,197
12 チット・コンセンチャイ （タイ王立森林局） （タイ・バンコク）	タイにおけるマングローブ林の再生プログラム	1,417
13 ベレツ・M・オリンド （国際アフリカゾウ保護基金） （ケニア・ナイロビ）	アフリカゾウ保護プロジェクトに活用する車両等の確保	4,670
14 アルツウーロ・メヒア・カルロス （ロスアンデス大学理学部） （コロンビア・ボゴタ）	熱帯雨林のダイナミクスに関する研究	1,003
15 韓 也良 （安徽師範大学生態環境研究室） （中国・蕪湖）	東アジア常緑広葉樹林の共同比較研究と保護区ネットワークづくり	1,030
16 マスタ・マクワヤ・ガシャガザ （自然科学研究所ウビラステーション） （ザイール・ウビラ）	ザイール・タンガニーカ湖西岸の生物的多様性とその保護に関する研究	2,747
合 計	16件	29,620

## 亜高山帯・高山帯におけるニホンカモシカ・ ニホンザルの生態研究

高山帯大型哺乳動物研究グループ  
千葉 彬司・古林 賢恒・泉山 茂之

### An Ecological Study of the Japanese Serow and the Japanese Monkey in Subalpine and Alpine Zones

Alpine Zone Large Mammal Research Group  
Hanji CHIBA, Kengo FURUBAYASHI  
and Shigeyuki IZUMIYAMA

上高地の明神でニホンザルにテレメーターを装着し、追跡調査を行って移動のルートや時間、食性、天候と採食の関係、群れのサイズと構成などを記録した。積雪期の利用地域は12.05km<sup>2</sup>、無雪期は36.02km<sup>2</sup>であった。今後調査が進むに従って遊動域は拡大し、広大なものとなることが予想される。移動距離は1、2月の厳寒期が最も短く、雪解けから萌芽を追って長くなる。食物が豊富になる5から7月にかけて移動距離は短くなり、8月以降は再び長くなることが分かった。カウントの結果、群れが分派行動をとっていることが分かった。このことから基本的な生活単位である群れは、元来考えていたほど固定されているものではないと考えられる。

ニホンカモシカの雪上の足跡をたどって食痕のある植物41種を確認した。厳冬期には針葉樹や常緑のものへの依存度が高くなる。テレメーターを装着した個体のロケーションから分かった行動圏は99haと大きい。また上下への季節的移動様式を持たない定住型の生活様式の個体であることがわかった。調査地域内の棲息密度は1.62頭/km<sup>2</sup>で植林地や落葉広葉樹林と比べ低い値であった。河川の落葉広葉樹林を採餌場所とし、河床から少し離れた斜面の常緑針葉樹林を休息場にする生活様式がみられた。

#### 1. 調査研究の目的

国土の狭いわが国において、農林業生産活動で効率性の低くなる山岳地帯は、人為的影響が相対的に小さくなるという意味で大型哺乳動物の保護を考えると重要な意味を持つ。また、亜高山帯から高山帯に生息する大型哺乳動物は、人為的影響のきわめて少ない厳しい自然的条件を生き抜いてきたことから、種本来がもつ生態的特性や種が持ち合わせている適応能力を理解する上で重要な意味をもつ。

本研究においては、ニホンカモシカ、ニホンザル(1991年から)、ニホンツキノワグマ(1992年8月から)を対象に、

1) 季節的な環境利用をテレメトリー法により明

らかにすること。

2) 季節的に Keyとなるエリアの植生、気温を調べること。

3) 食性や摂食様式の季節的変化を調べる。利用可能な植物の分布状態を明らかにする。利用している植物のうち Keyとなる植物の栄養分析を行うこと。

4) 個体群の構造と動態を明らかにすること。を目的に調査研究をすすめている。

泉山(高山帯大型哺乳動物研究所)は、1989年以来、テレメトリー法による調査を実施して、高瀬溪谷最源流部に生息するニホンザルの一群が、無雪期に槍ヶ岳にまで移動し、行動圏を拡大する生活様式を有すること、さらには、高瀬溪谷籍で

はない複数群が檜ヶ岳に出現することを確認した。これらの群れの一つが、上高地籍の群れであることから、複数のニホンザルの群れが広範囲にわたって高山帯を利用しあっていることが明らかになった。

後氷期以降、分布域を拡大したニホンザルは、日本海側と太平洋側に分かれて北限に達したと推定されているが、中部山岳地帯においては、高標高部にむかって分布域が拡大し、熱帯の森林が起源とされるサルの仲間が、森林限界を越えた高山帯にまで進出したのである。上高地は、北海道東部とはほぼ同じ気候を示すことから、日本最寒のニホンザル棲息地といえる。この地域のニホンザル個体群の特徴としては、コメツガ、ハイマツ、キタゴヨウなどの針葉樹の利用を挙げることができる。この現象は、ニホンザルが照葉樹林から落葉広葉樹林への適応の過程で分布を積雪地へ広げていったことに加え、新たに針葉樹林への依存の拡大という分化の過程を経ているという見方ができる。

高瀬渓谷での長い年月をかけた多くの試みから、捕獲、テレメトリーに関する技術など、高山帯におけるニホンザルの生態調査手法の問題は克服されていること、高瀬渓谷より標高が高く環境条件の異なる上高地において、高山帯に適応するニホンザルの個体群の比較研究は、極めて重要な学術的意味を持つ。

ニホンカモシカについては、ここ10数年、種々の研究調査が行われることとなった。それは、拡大造林政策による落葉広葉樹林の大面积皆伐に端を発すると考える。1960年代に突入し、薪炭から石油へと燃料革命が全国的規模で進められた。里山の薪炭林がスギ・ヒノキの植林地帯へ変身、さらには奥山のブナを主体とする落葉広葉樹林が伐採され草地化されるに及んで、カモシカと農林業の軋轢がいやがおうにも高くなっていった。その結果、農林業の健全な発展を標榜し、軋轢を軽減する努力の一つとして、やっとニホンカモシカの生態解明の道が開かれることとなったのは、衆目の一致するところである。

しかしながら、残念なことに、調査地の多くの場所は低山帯を中心とするものであり、そのため、人為的攪乱の進む中での調査研究の事例を数多くあげることができる。森林伐採過程で草地化する森林地帯は、ニホンカモシカの個体群の動態に大きな影響を及ぼしている。すべての野生生物に共通することであるが、生活の実体である地域個体群は隣接する格好で広く分布していること、地域個体群は、一面では閉鎖的で隣接の地域個体群と緊張関係を保ちながら、他の一面では個体の出入りが行われることによって個体群間の遺伝子の交流がなされており、分布域における全体として「一つの種」として存続してきた。森林の伐採に始まる棲息地の攪乱の規模が大きくなり、地域個体群の分断と分離が続くならば、一つの種としてのまとまりは不可能となり、見方によっては種の絶滅とも言える事態におちいることになる。開発は、すべての野生生物にとってマイナス効果でしかありえないことをつねに肝に銘じておかねばならない。

本調査では、先述した目的を明らかにしながら、個体群間の交流がどのような過程でなされているのかを、追跡の最大目標にしていきたいと考える。

## 2. 調査方法・調査日程

### 2-A 生態調査

#### (ニホンザル)

調査は、ラジオテレメトリー法および直接観察法の併用により実施した。テレメーター装着後は、ロケーションを実施し、群れの位置を確認することと群れの発見後は、追跡調査を行うことになった。行動の追跡に際しては、移動ルート、移動距離、食性、天候と採食、移動の時間、場所との関係、群れのサイズと構成など、できる限りの詳細な記録を行った。しかしながら、地形の急峻さや多雪などの厳しい調査条件から、歩行できる地域が限定されるため、日周行動一つをとっても完全な追跡は不可能であった。このような時には、ロケーションのデータを詳細に収集し、群れの遊動を予測し、安全な場所で群れの出現を待つように

した。テレメーターは群れを特定すると同時に、群れの発見のための手段であり、直接観察をわずかの時間でも多く行うためには、きわめて有用であった。

(ニホンカモシカ)

1991年9月28日から1992年4月20日にかけては、梓川周辺部の個体配置、なわばり分布を明らかにするため、直接観察法による個体の発見に始まり、積雪上の足跡追跡による行動範囲、食性、摂食様式を調べることが中心になった。

1992年5月18日から1992年9月29日にかけては、4月4日にオス成獣を捕獲できたので、5月以降については、テレメトリー法による行動圏調査、食性、棲息環境を調べることが中心になった。

調査の日程は、ニホンザル、ニホンカモシカとも以下のとおりである。

調査日程	調査人数
1) 1991年9月28日～1991年10月3日	9名
2) 10月11日～10月16日	1名
3) 11月16日～11月19日	6名
4) 12月7日～12月10日	5名
5) 12月31日～1992年1月30日	6名
6) 1992年1月28日～1月30日	3名
7) 2月13日～2月22日	4名
8) 3月4日～3月10日	7名
9) 3月15日～3月19日	3名
10) 3月29日～4月4日	4名
11) 4月14日～4月22日	6名
12) 5月17日～5月24日	5名
13) 5月26日～5月30日	1名
14) 6月13日～6月21日	3名
15) 7月7日～7月10日	3名
16) 7月20日～7月30日	4名
17) 8月2日～8月5日	1名
18) 8月28日～9月10日	3名
19) 9月23日～9月30日	5名

2-B テレメーター装着のための捕獲作業と結果

(ニホンザル)

捕獲地点と捕獲個体のデータをそれぞれ図-1、表-1に示す。捕獲し、テレメーターを装着した

3個体は、1992年9月30日現在、きわめて健康に活動を続けている。

ところで、一群あたり3頭の個体を捕獲し、テレメーターを装着した理由は、以下の2点である。

一つは、上高地に棲息する群れの全体の個体数は、約70頭の一群れのみであるが、とくに冬季間は頻繁に分派行動（サブグループともいわれる）が見られる。この実態を明らかにしたいと考えたこと。さらに一点は、地理的に孤立している本群が、他群とどのような交流を行っているかを知るためである。

(ニホンカモシカ)

当地域のニホンカモシカの動きについては、数年来、ニホンザルを追跡する泉山によって観察が続けられてきた。泉山（未発表）によると、越冬期の多雪期には、標高1,550m前後の梓川周辺部の常緑針葉樹林地帯に高山帯からの移動が認められ、無雪期に比較して、ニホンカモシカの生息密度が高くなるようである。したがって、この時期にニホンカモシカを捕獲することにより、梓川周辺部に一年中生息する定住型個体とは別に、季節的に移動する季節移動型個体へのテレメトリー装着の可能性が高くなる。その結果、他個体群との交流の機会を追跡できる確立が高まることとなり、それ故に、捕獲作業に多くの日数をかけることとなり、植物の開舒期にあたる5月一杯まで続けることとなった。しかし、残念なことに、当該地域のニホンカモシカは逃げ足が素早く、今年度は捕獲に手間取る羽目になった。1頭のオスの成獣を4月4日に図-1の×印場所で捕獲するにとどまった。9月30日現在までの行動追跡の結果から、季節的な移動を生活に組みこまない個体であることがわかっている。捕獲個体の特徴は、表-1に示す。

2-C 温度環境分析用のIC記憶式温度センサー付データロガの設置

越冬期のニホンザルがよく利用する環境であり、また、ニホンカモシカの生活痕跡も多い梓川周辺部1,600m前後の地域に、生息環境のうちとくに

表1 捕獲個体の特徴

個体	ニホンザル			ニホンカモシカ
	オトナオス	オトナオス	ワカオス	オトナオス
推定年齢	8才	10才	6才	6才
捕獲年月日	1991.12.9	1992.1.3	1992.4.3	1992.4.4
捕獲場所	岳沢登山口	温泉ホテル	下又白	下又白
捕獲方法	麻酔銃	麻酔銃	麻酔銃	麻酔銃
体重 (kg)	15.3	13.7	8.2	34.0
全長 (mm)	690	665	623	1,150
尾長 (mm)	88	72	85	60
体高 (mm)	343	364	375	708
耳長・耳幅 (mm)	61,26	51,29	51,30	130,66
手長・手幅 (mm)	113,44	94,41	103,45	—
足長・足幅 (mm)	174,51	159,43	163,44	—
首囲 (mm)	345	280	303	390
胸囲 (mm)	511	—	393	1,180
腹囲 (mm)	663	700	480	—
胴囲 (mm)	640	570	365	970
備考	左上腕外傷あり 右上腕外傷あり 下唇裂傷あり テレメーター本体黒ボン CH-1	経産 テレメーター本体赤 CH-2	テレメーター本体緑 CH-3	CH-4

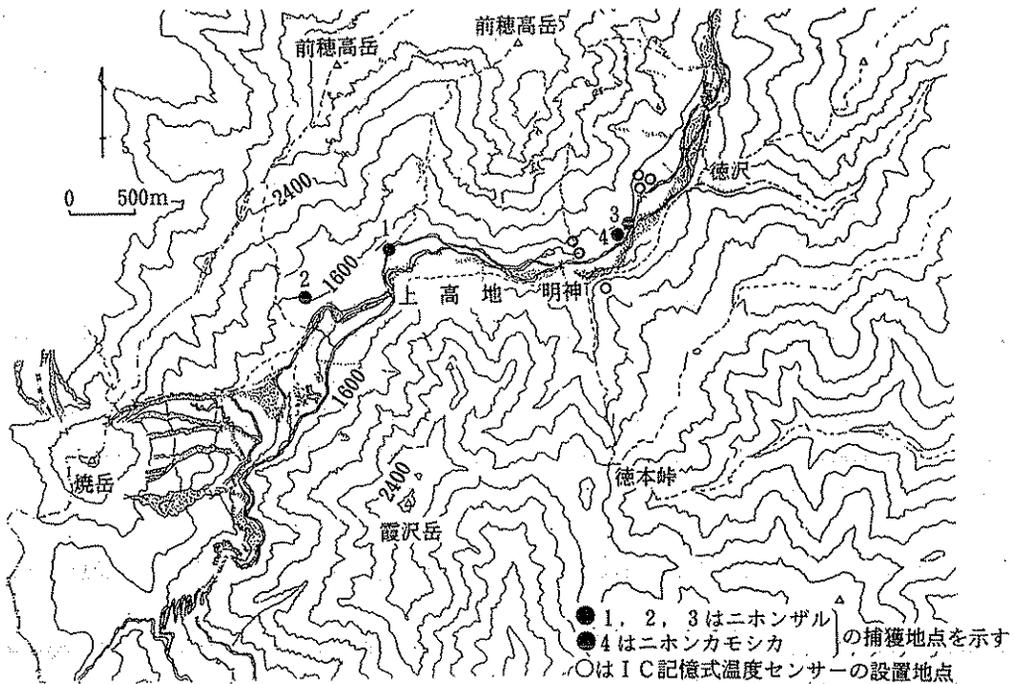


図1 捕獲地点と I.C 記憶式温度センサーの設置地点

気温について明らかにすることを目的にIC記憶式温度センサー付データロガを設置することとした(図-1)。

設置場所の特徴は、表-2のようになる。裸地状態と常緑針葉樹林内と広葉樹林内との比較、常緑針葉樹林内における種々の条件下の比較を中心にセットされた。とくに、ニホンザルの泊まり場には常緑針葉樹林の樹冠部(地上高8m)にも一台のデータロガがセットされた。

表-2 温度センサー設置地点

番号	設置場所と環境	標高(m)	斜面の方向
1	西岳小屋	2,680	SE
2	檜沢ロッジ	1,860	W
3	デブリ ニホンザルの餌場 (雪崩跡地)	1,620	E
4	針葉樹林内	1,590	E
5	針広混交林内	1,570	E
6	河原の開放地	1,540	-
7	河辺林(落葉広葉樹林)内	1,540	-
8	ウラジロモミ8mの樹冠内 (ニホンザルの泊り場)	1,580	S
9	ウラジロモミ2m根元	1,580	S
10	養魚場前の開放地	1,520	-
11	クラ ニホンカモシカの林 跡場	1,650	N

### 3. 結果および考察

#### (ニホンザル)

##### 遊動追跡結果

テレメーターを装着した3頭の発信電波をたよりに、まず群れを探索し、群れが発見できた場合はできる限り直接観察による追跡を実施した。しかし、地形が急峻なためや、雪崩の心配など身の危険を感じた際には追跡をあきらめ、ロケーションにより群れの移動方向を確かめ先回りし待ち伏せるなどの方法をとった。積雪期についてはこのような方法が成功していたと言えるが、無雪期には必ずしも成功していたとは言えない。本群が河床を中心に遊動を行っていた7月まではまだしも、亜高山帯・高山帯の高山域にまで遊動域を広げるようになった8、9月には、遊動のスピードが速く調査者の側がついて行けなかった。一つは調査初年ということで群れの動きを予測することがあ

まりできなかったということ。もう一つは使用している周波数帯の特徴として反射が激しく、岩壁だらけの本調査地においては調査者のロケーション技術の熟達に時間を要するということである。ロケーションに手間取っていても群れは調査者を待っていてはくれないのである。しかし採用した周波数帯の選定が間違っていたとは考えていない。山岳地帯での調査においてはコンパクトなアンテナが適しており、シャープな発信電波はいつ尾根を越えたかなどを知る上で有用であった。

追跡中のニホンザルは15~70頭ほどの群れ生活を行っている。本調査はこの群れの遊動状況を明らかにすることを中心に実施した。ニホンザルの群れの構成の中心はオトナメスとコドモであり数頭のオトナオスが含まれる。以下、単に群れと言った場合はこのことを示す。他にはオスのみが集まった群れ(オスグループと云われる)、オスの単独生活するもの(ヒトリザルと云われる)がいる。

以下、各項ごとについて述べる。

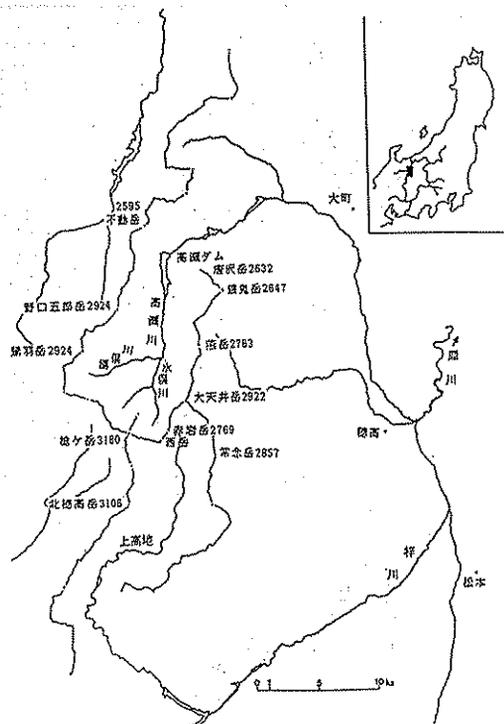


図2 調査地概念図

a. 遊動域の面積

まず初めに、調査対象群である明神の群れの位置を確認しておきたい。北アルプスには日本有数のニホンザル個体群が存在しているが、調査地は北アルプス南部に位置（図-2）しており、北

アルプス南部のニホンザルの分布（図-3）から、明神の群れはその核心部に位置していると同時に、高所分布限界域にあたっていることがわかる。

ニホンザルの高所分布限界は越冬地の河床標高が1,500m付近であり、山地帯の上限と一致する

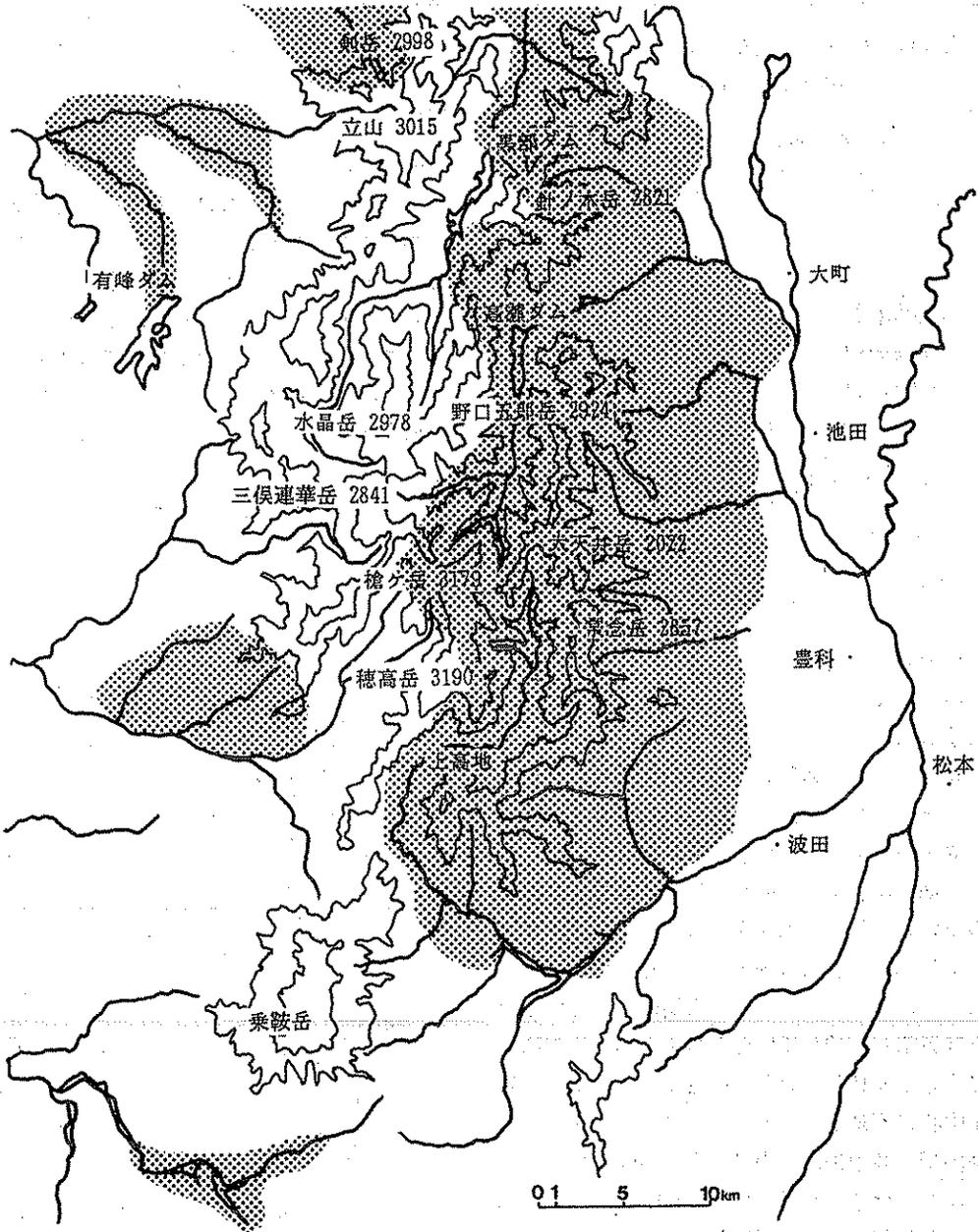


図3 北アルプス南部のニホンザルの群れの分布

(図-4)．北アルプスなど中部日本では地域によって，積雪期を河床付近で過ごした群れが無雪期に亜高山帯上部・高山帯の高山域に出現する．北側に隣接する槍ヶ岳の群れ同様，明神の群れも高山域にまで進出している．

図-5には明神の群れの遊動域を示した．積雪期の利用地域は12.05km<sup>2</sup>，無雪期の利用地域は36.20km<sup>2</sup>であった．四季を通じての遊動域は無雪期同様の36.02km<sup>2</sup>であった．今後調査が進むに従って，遊動域はさら拡大し，広大であることが明らかになるであろう．昨年までの高瀬川籍群の槍ヶ岳の群れの追跡調査の際，各地で非テレメーター

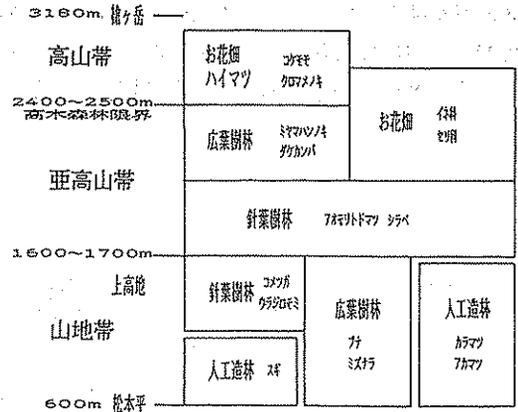


図4 北アルプス南部の植物帯

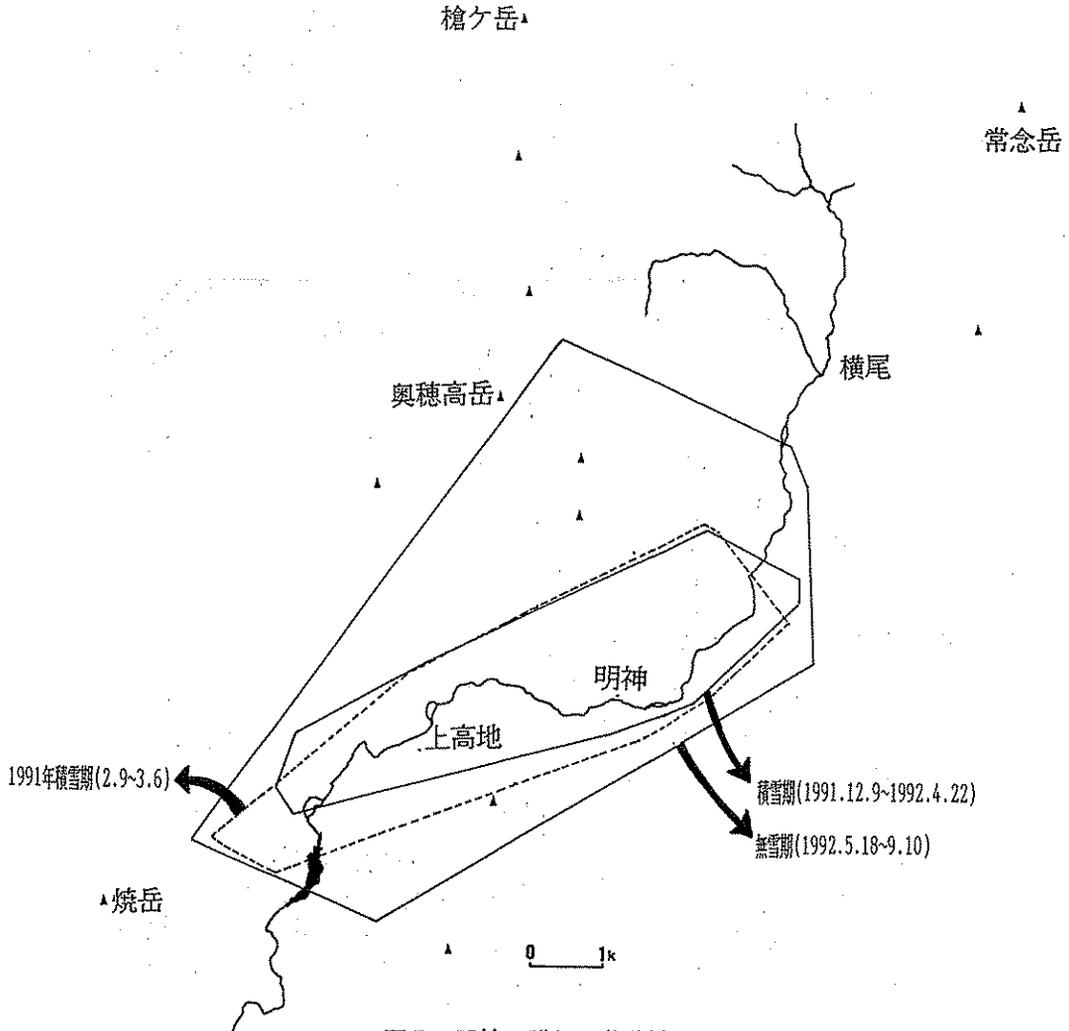


図5 明神の群れの遊動域

装着群を確認しているが、現在追跡している明神の群れの可能性の強い例が数多くある(図-6)。槍ヶ岳の群れの四季を通じての遊動域は 47.30km<sup>2</sup>

に及ぶ(図-7)が、明神の群れも同程度と予測される。

このような、広大な遊動域を持つ群れは他の地

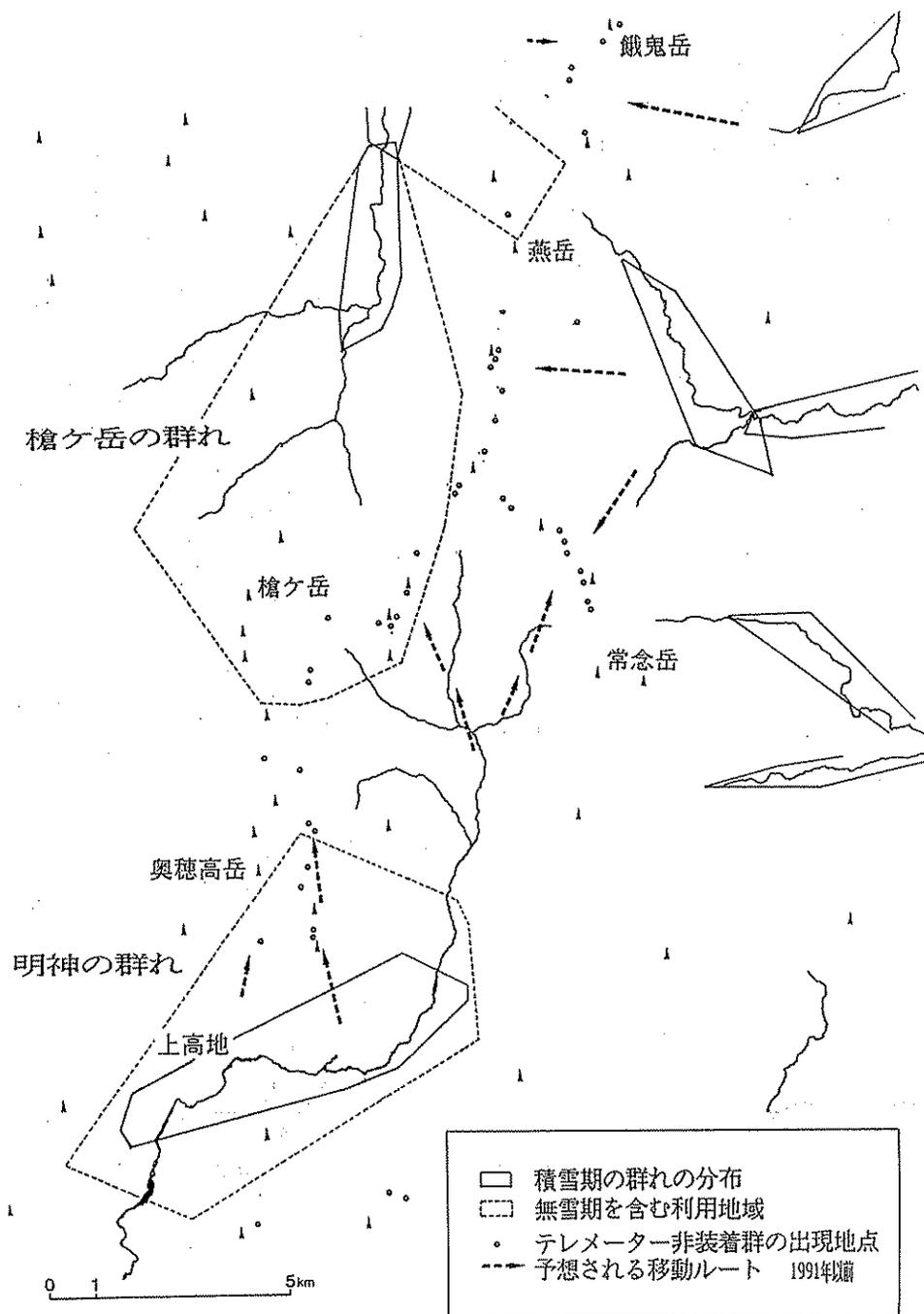


図6 北アルプス南部のニホンザル個体群

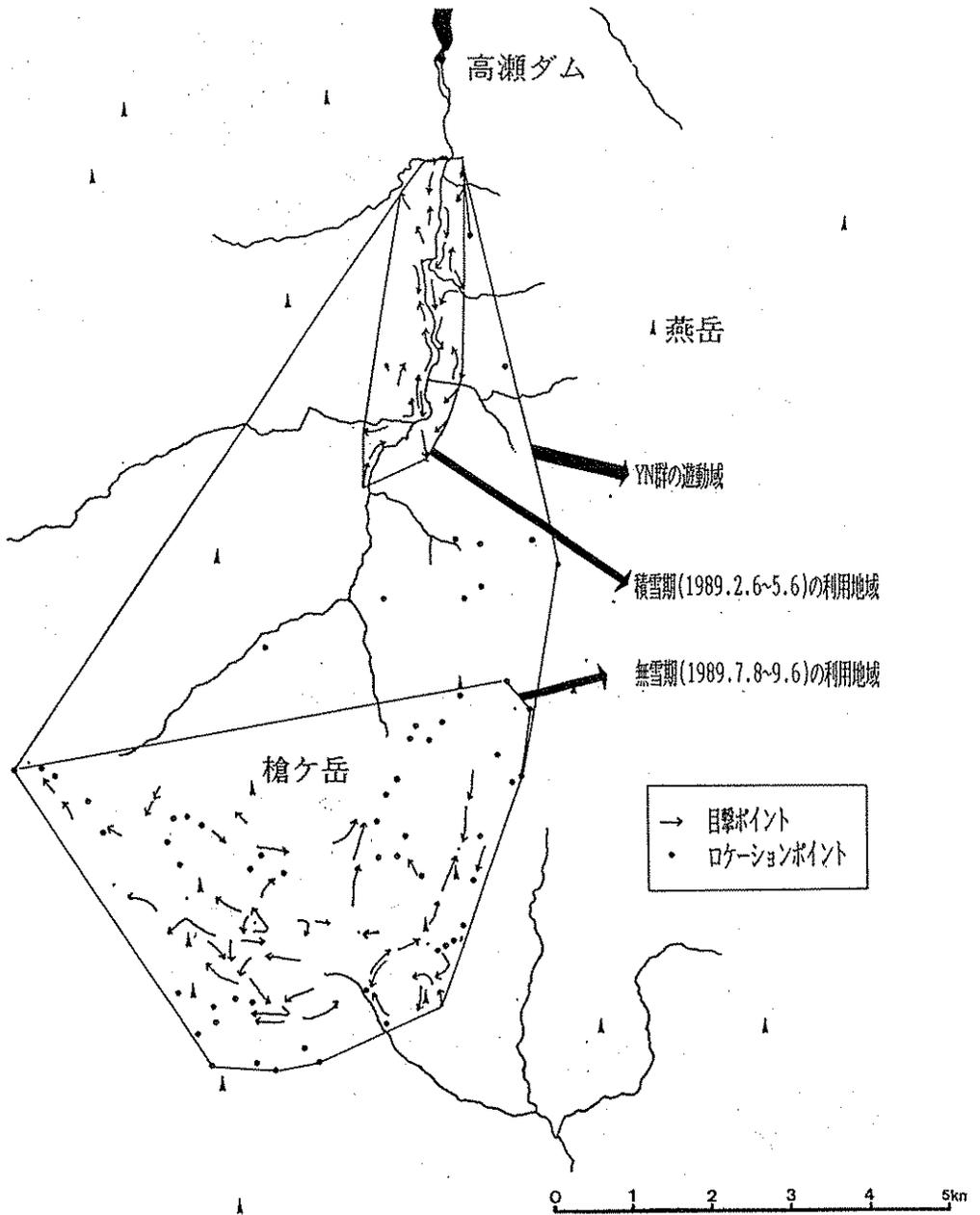


図7 テレメトリー法による槍ヶ岳の群れの遊動域

域には全く例を見ない。

b. 遊動の距離

図-8~17には月毎の遊動状況を示し、図-18には一日あたりの遊動距離を示した。図-18については、1992年2月には参考になるデータを収集

できなかったために、一部1991年の資料も併記した。1991年にはテレメーター装着ができていなかったため、直接観察が可能である積雪期の間の資料のみを採用してある。

図-18を見ると、1、2月には500m以下で最

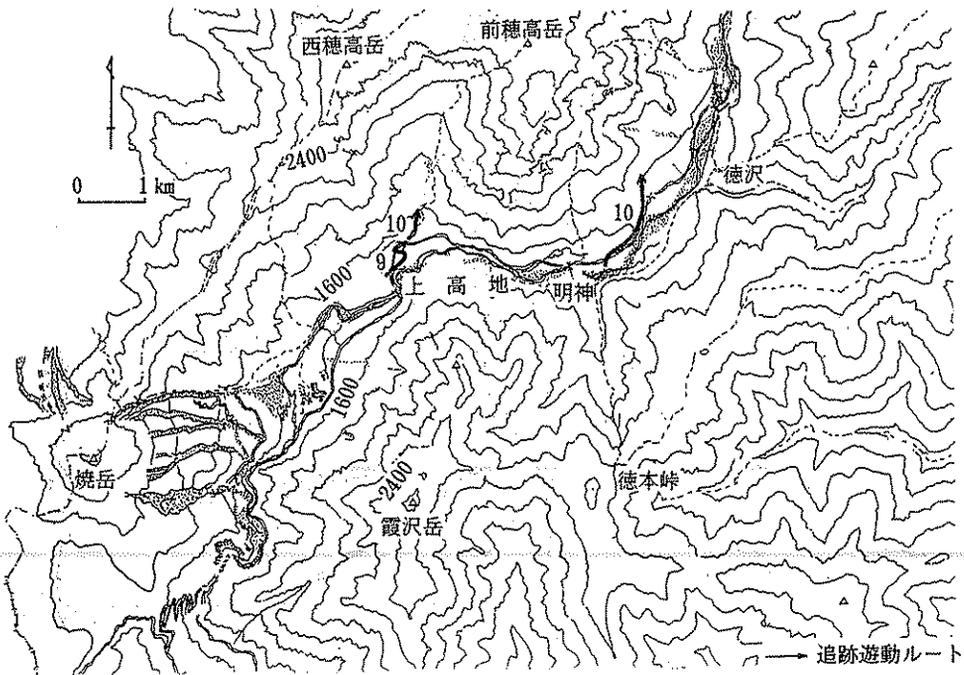


図8 群れの確認位置 1991年12月

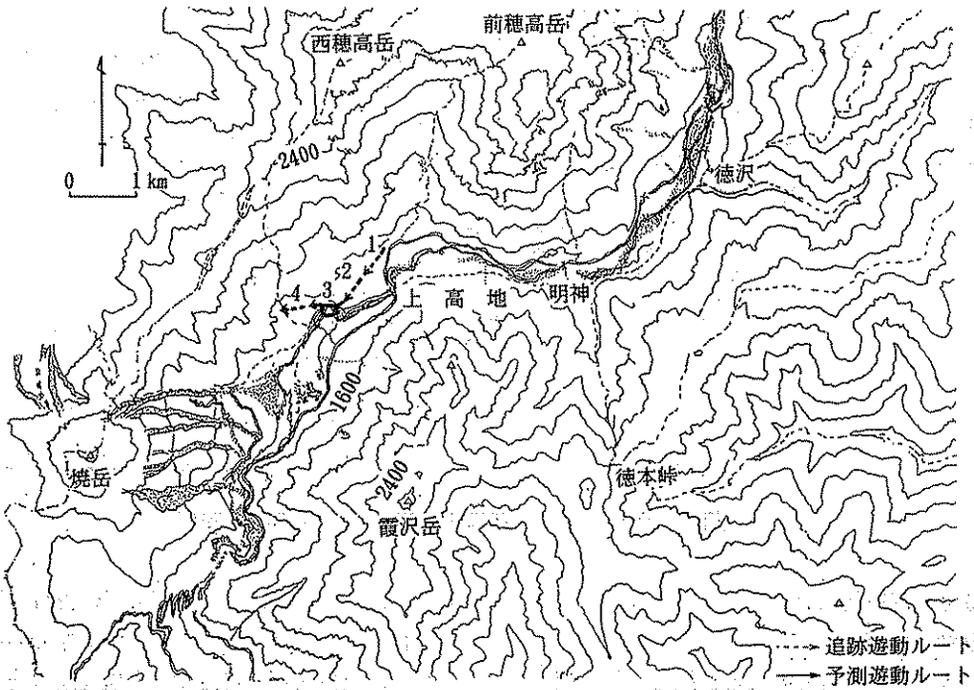


図9 群れの確認位置 1992年1月

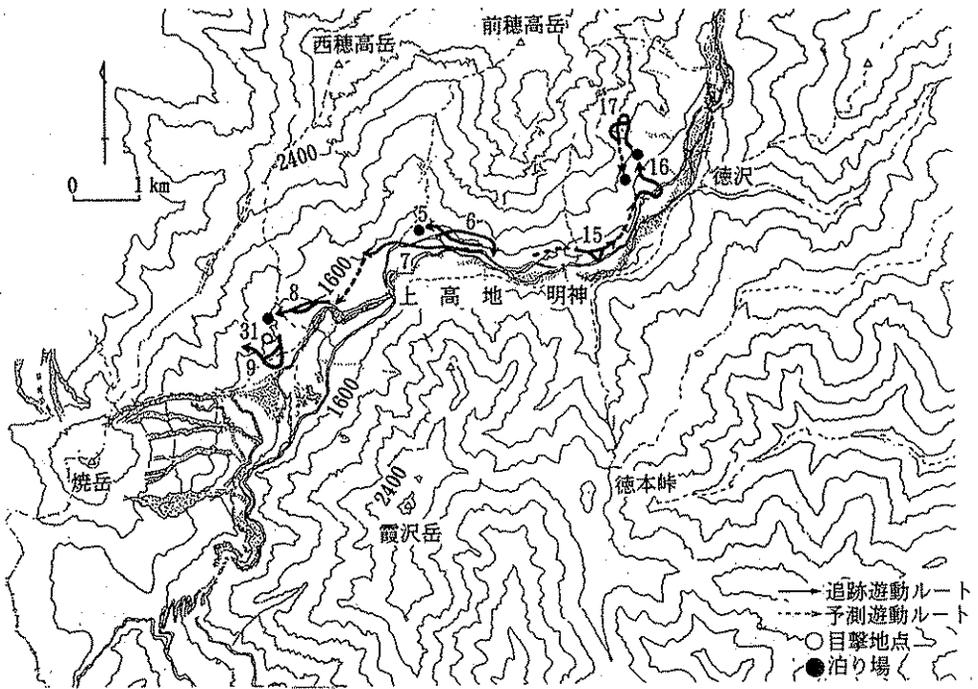


図10 群れの確認位置 1992年3月

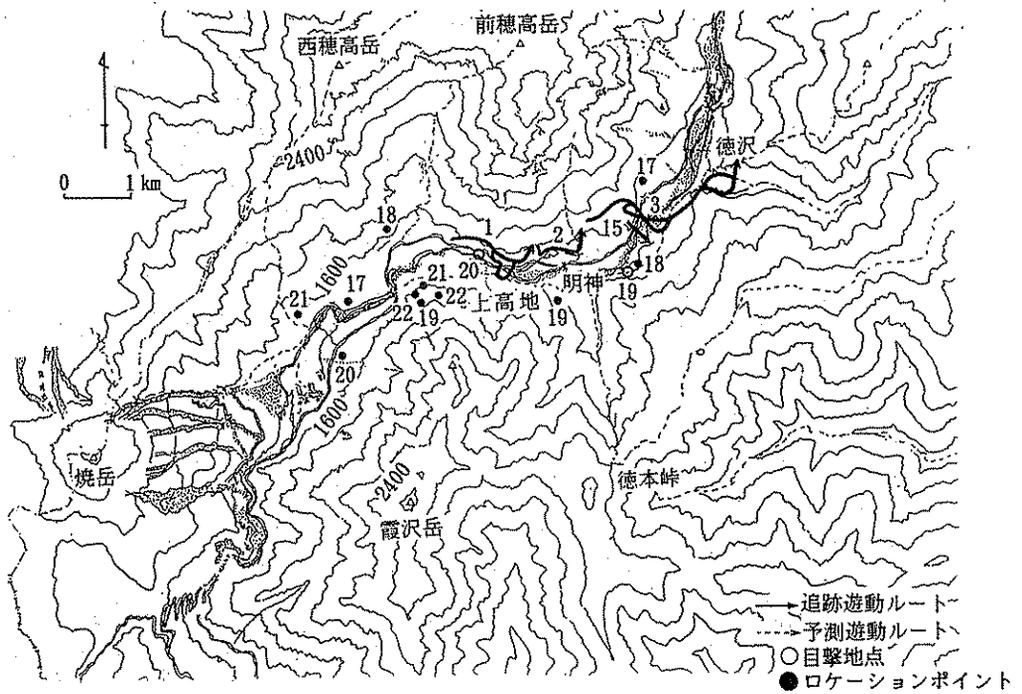


図11 群れの確認位置 1992年4月

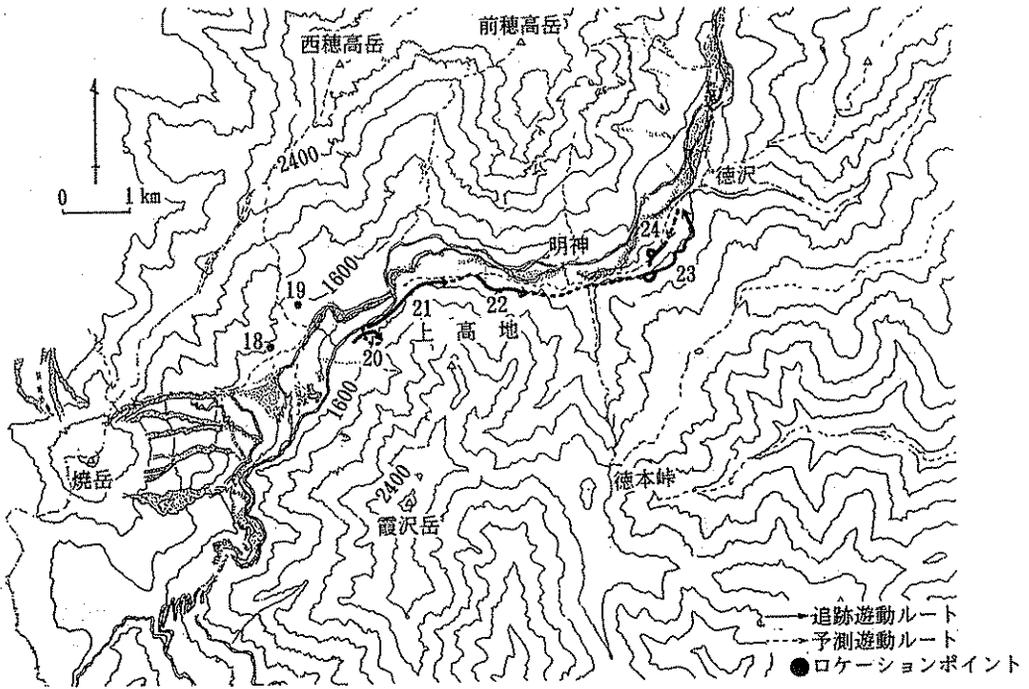


図12 群れの確認位置 1992年5月

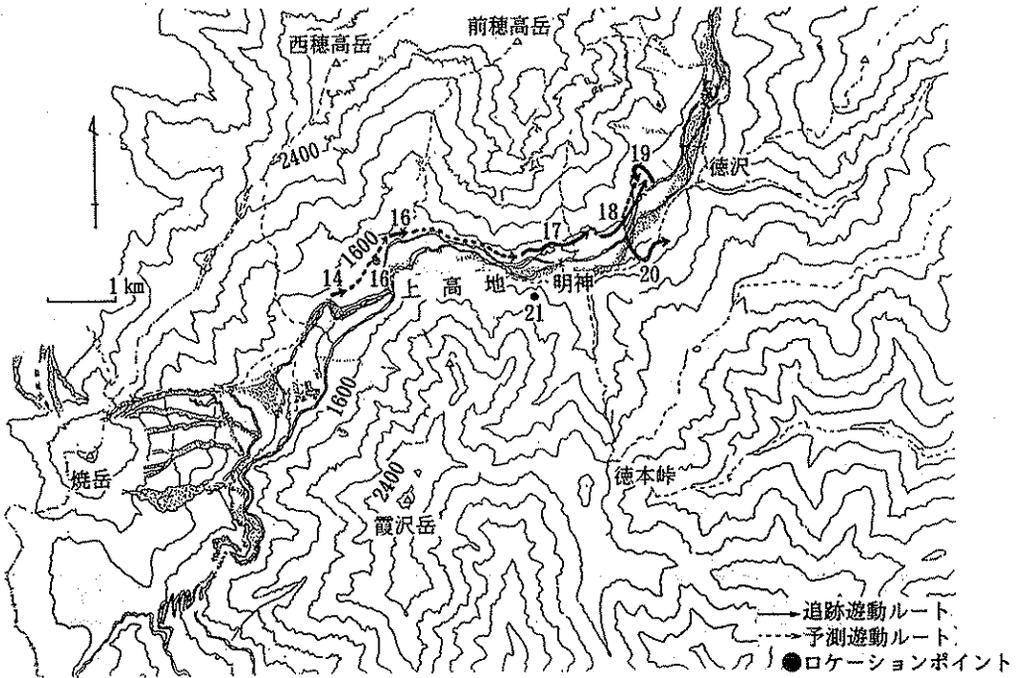


図13 群れの確認位置 1992年6月

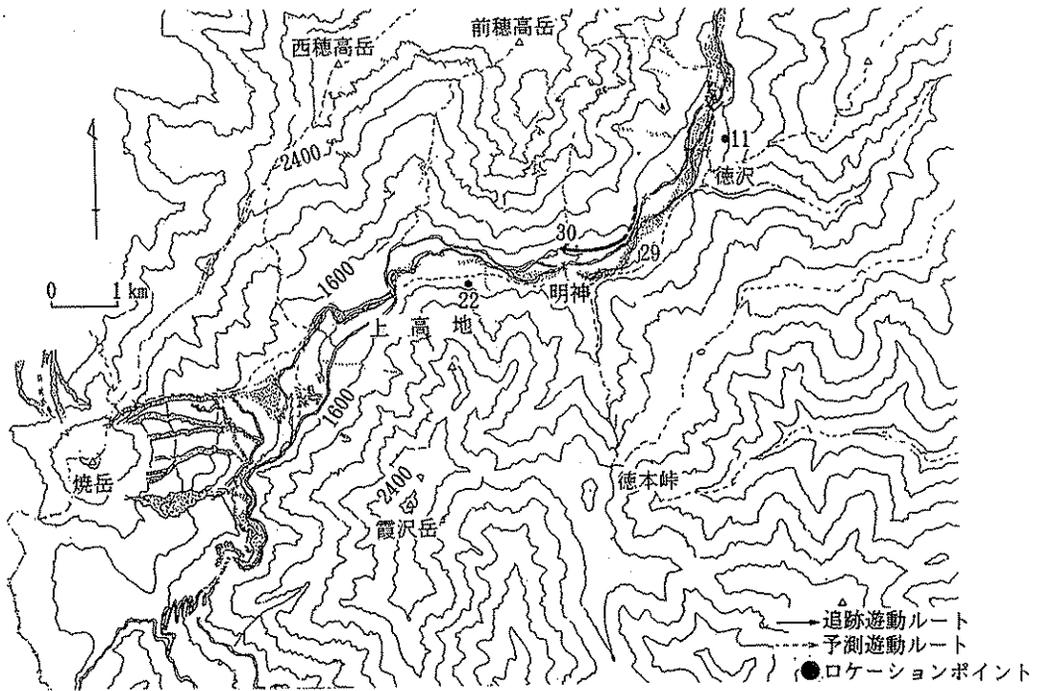


図14 群れの確認位置 1992年7月

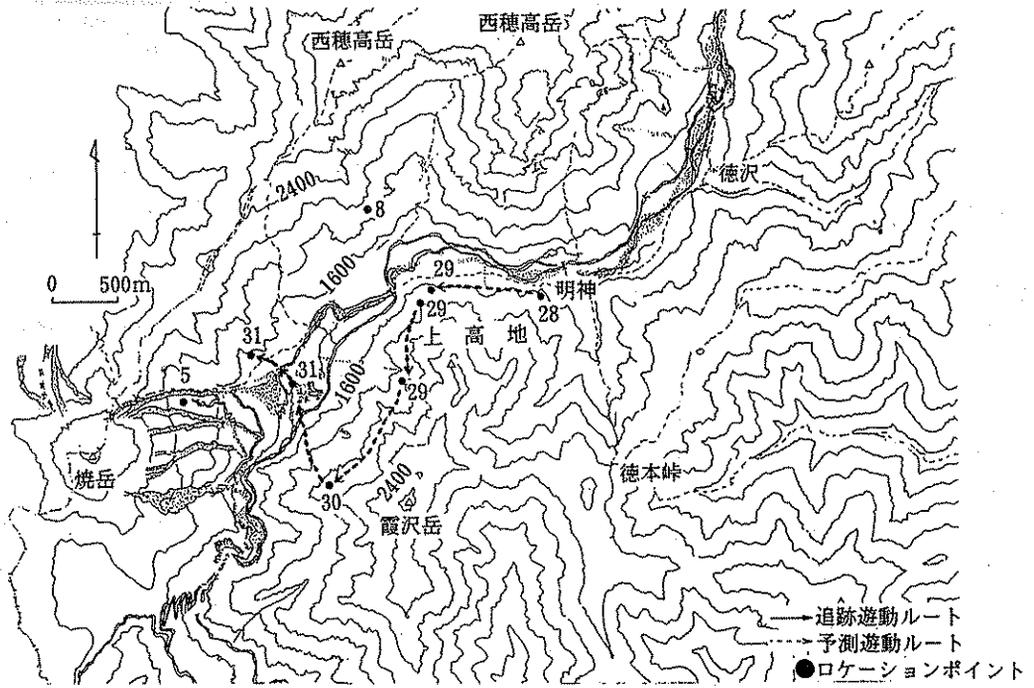


図15 群れの確認位置 1992年8月

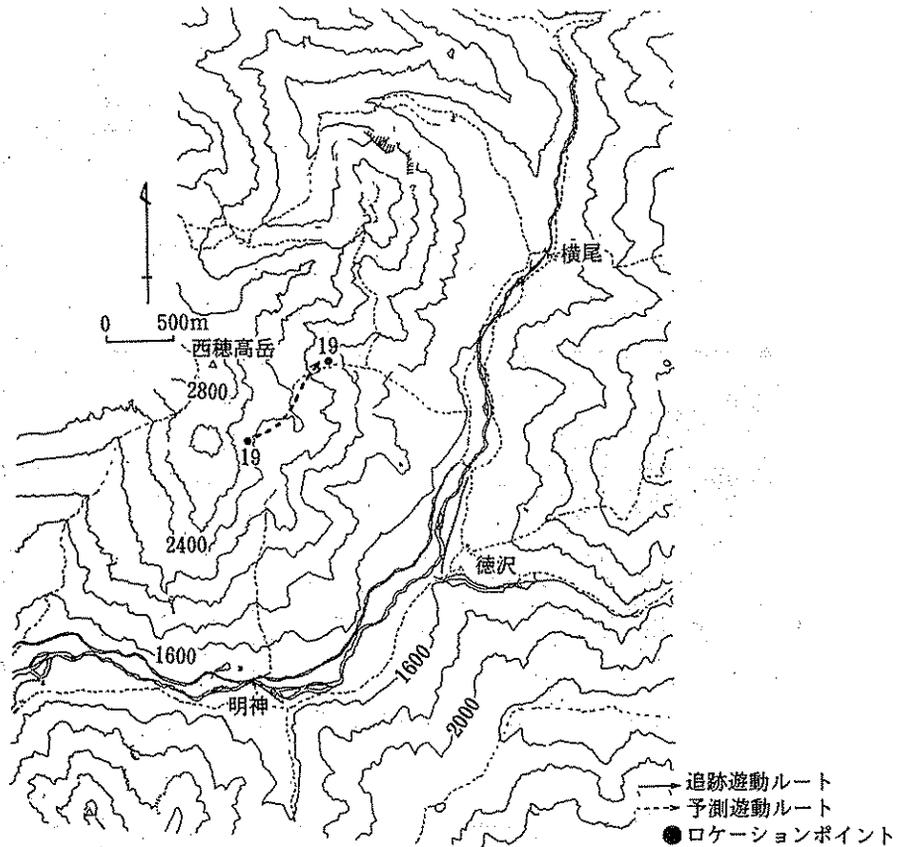


図16 群れの確認位置 1992年8月

も短く、3月～4月と長くなってきている。5月から7月にかけては短くなり、8月～9月と再び長くなっていて、9月には約3,000mで最短の1月の6倍にも達する。1, 2月の最寒月のうちでも寒気が居座り、冷え込みが厳しい日には極端な例としては、数個体が終日一本のコメツガの大木上から動かずに採食していた例もある。厳寒の時、サルたちは移動によって浪費されるエネルギーが大きいことを、まるで知っているかのようである。しかし3月の末からは雪解けが始まり、4月末には萌芽が始まる。萌芽を追うことにより4月には移動距離が長くなってくものと考えられる。そして、移動距離が短くなる5～7月は木本類の萌芽・新葉、草本類を盛んに利用する時期にあっている。この時期はわずかの移動距離でも十分な食物を得ることが可能なのである。さらに、秋季

には移動が激しくなる。移動距離が冬季に短く、秋季に最も長いことは槍ヶ岳の群れと同様である。

### c. 群れの構成と分派行動

純野生群において、群れの個体数・構成を知るための、カウントのチャンスはきわめて少ないが、調査期間内に6回のカウントを実施することができた。表-3にその結果を示す。

表-3より、4月までのカウントデータから見ると、最大は4月19日の42頭であった。3頭にテレメーターを装着した後のテレメーター装着個体の動きをみると、追跡を始めた4月17日以前から4月22日にかけて、オトナオス、オトナメスのテレメーター1個体を含む42頭とワカオスのテレメーター1個体を含む21頭が分派行動を行っていたと考えられる(図-19)。さらに同じような分派行動

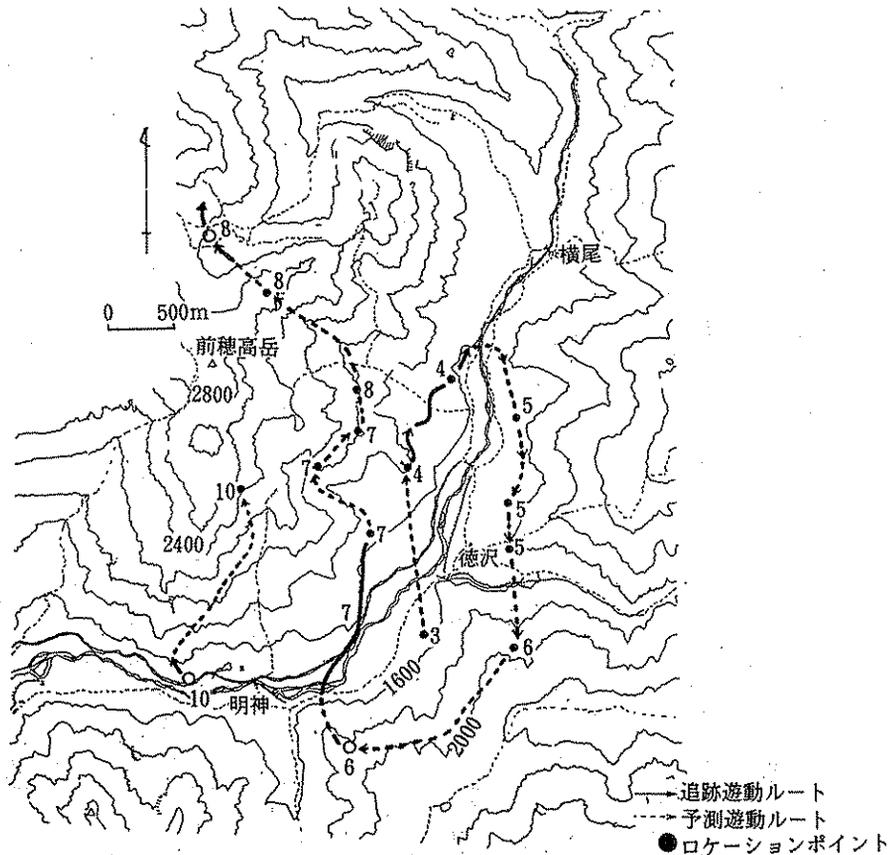


図17 群れの確認位置 1992年9月

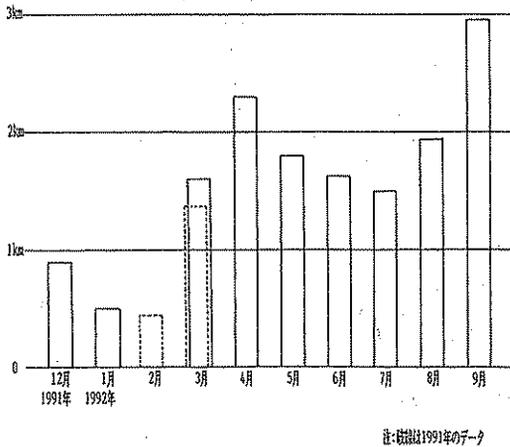


図18 1日あたりの遊動距離

を8月20日から9月3日の間にも確認している。積雪期の間の全数カウントと思われるデータを考え合わせると、分派活動をおこなっている群れ内

のメンバーは固定されたものではないと考えられる。

群れとはニホンザルの生活においてもっとも基本的な生活単位であるが、元来考えられていたほど固定されているものではないと考えられる。北隣に生息する槍ヶ岳の群れ(40頭)は高瀬川最源流の河床で積雪期(11月末～翌年5月初)を過ごす。この間に頻繁に分派行動が見られた。しかし明神の群れでは積雪期はもちろん7月においても分派行動を確認した。一般には分派行動が群れの分裂への前段階であると考えられているが、本調査地においてはそのようには考えにくい。その理由は、本調査地においては人為的な餌付けや環境改変が行われていないということによる。同様に人為的な影響を全く受けていない槍ヶ岳の群れは、アカンボの数が2頭の年も7頭の年もあるが、

表-3 ニホンザルのカウント結果

年月日	場所	オナメス	ワカメス	オナメス	アカメ	コメ	他	合計
1991.12.10	岳沢入口	4	2	14	-	13	1	34
1992.3.6	岳沢-明神間	-	-	-	-	-	-	34
1992.3.16	下又白	(雪上の足跡のカウント)						36
1992.4.19	明神-六百沢間	-	-	-	-	-	-	42
	下又白	-	-	-	-	-	-	21
1992.9.4	奥又白	6	5	20	12	25	-	68

単位：頭数

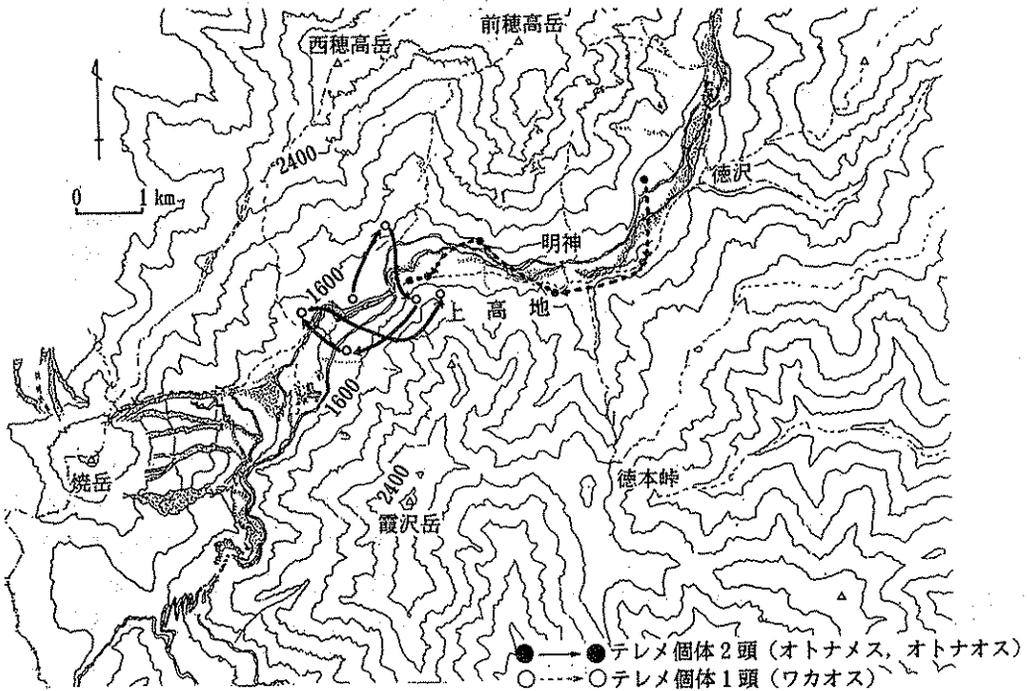


図19 分派の遊動 1992年4月

5年以上個体数が変わっていないのである。

また、図-20にはオスグループの確認位置を示した。

d. 棲息環境の利用 (槍ヶ岳の群れとの比較)

明神の群れと北隣に生息する槍ヶ岳の群れの遊

動域を比較すると(図-6; 前掲), 積雪期と無雪期を含む利用地域の関係が大きく違うことに気が付く。槍ヶ岳の群れは図-7(前掲)に示したように、積雪期は高瀬川河床で過ごし、無雪期のうちの7~9月は高瀬川河床に下ることなく槍ヶ

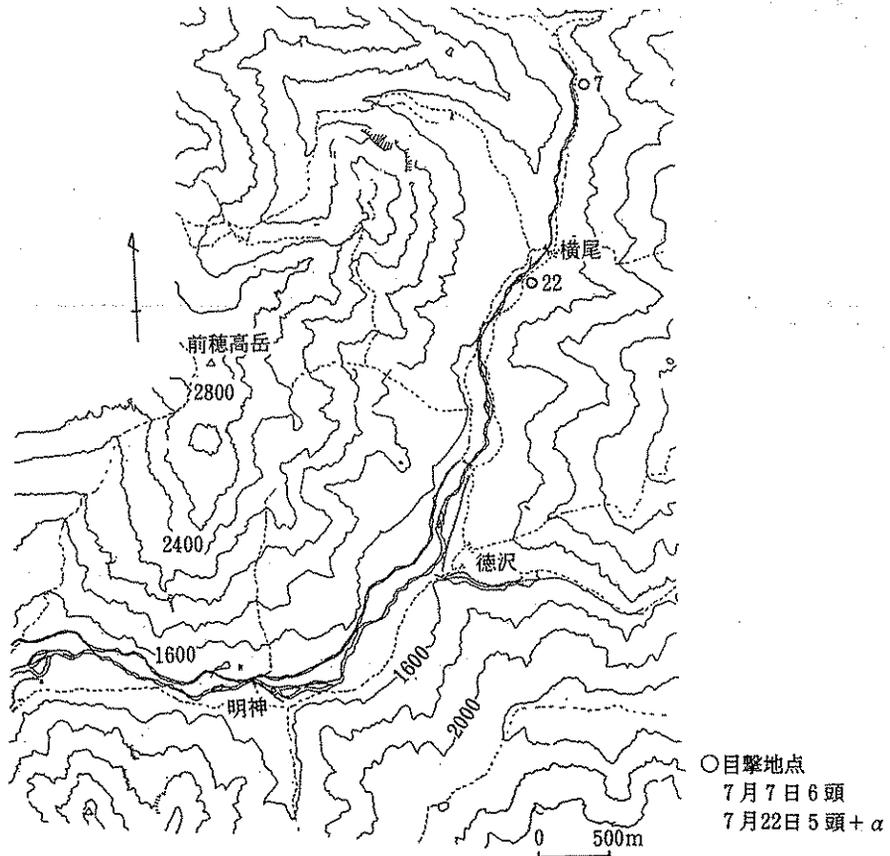


図20 オスグループの目撃地点 1992年7月

岳を中心とした高山域で生活している。槍ヶ岳の群れは本年8月にも槍ヶ岳直下で確認している(図-20)。ところが、現在追跡を実施している明神の群れは、積雪期の利用地域を無雪期の間も利用している。図-21には明神の群れ、図-22には槍ヶ岳の群れの利用高度の推移(垂直移動)を示した。槍ヶ岳の群れは6月には萌芽前線を追いかけ「山登り」を始めているが、明神の群れが高山域に出現するようになるのは8月に入ってからであった。明神の群れはその後も高山域と梓川河床を行き来する生活を続けた。この両群の生活形態の違いは、梓川が広い河床を持つのに比し、高瀬川は谷が迫っているという地形的要因によるものと考えられる。梓川の明るく開けた河床には、広い落葉広葉樹の河辺林が存在し、林床にはニホ

ンザルにとって利用価値の高い草本類が繁茂している。しかし、高瀬川の河床は両岸が険しく迫っている上に、落葉広葉樹林は河流の屈曲の内側に存在するわずかの緩斜面にしか存在しない。無雪期の高瀬川河床はニホンザルにとって利用価値が高いとは言えず、サルたちは高山域に生活の場を見出したのであろう。高山域の植物は、夏季のわずか3ヶ月ほどの間に出芽、開花そして結実という一サイクルを終えなくてはならない。高山域では出芽・萌芽は河床に比べて遅く、結実も河床に比べ早いため、高山域を利用することにより、河床のみでの生活する際生じる端境期は経験せずに済む。さらに、9月まで残る雪田・雪溪の周囲ではたえず出芽・萌芽がある。わずかの距離で高度が違い変化に富んだ地形のため、出芽・萌芽、結

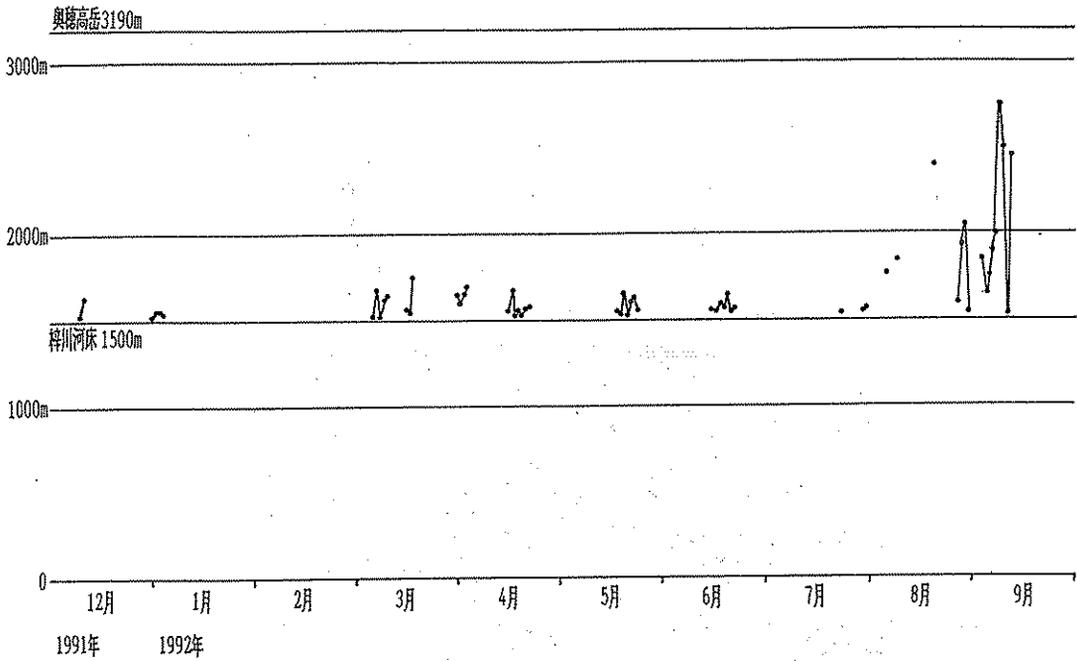


図21 明神の群れの垂直移動

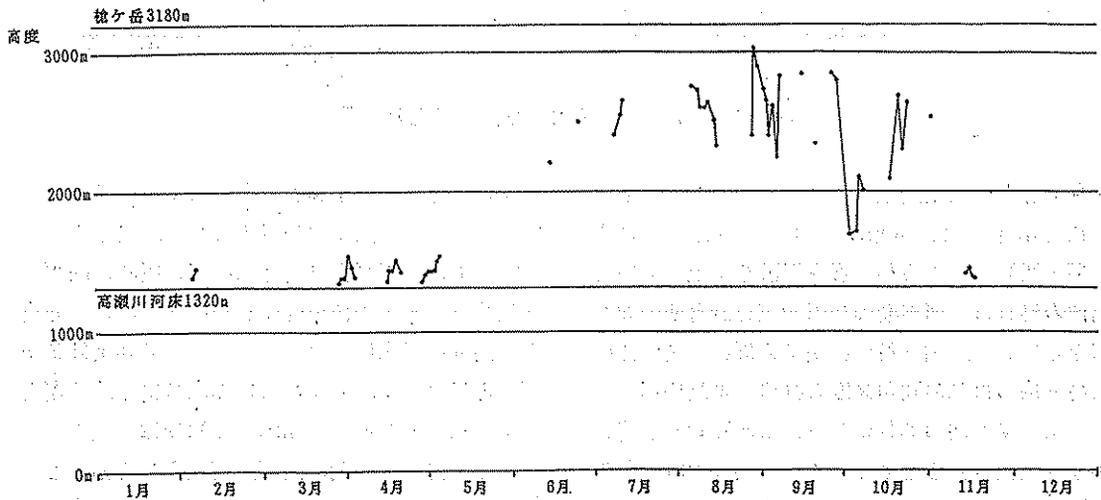


図22 槍ヶ岳の群れの垂直移動

実の時期が微妙にずれて、一つの植物種であっても長期間にわたって利用することができる。明神の群れは利用価値の高い梓川河床、高山域の両方をうまく利用していると言ってよい。このように、

分布限界域に生息するこれらの群れは高地寒冷・多雪という厳しい生息環境をうまく利用していると言ってよい。今後、植物のフェノロジーについての詳細な研究がまたれる。

(ニホンカモシカ)

① 越冬期の食性

当該地域では、ニホンカモシカの他にニホンザル、ニホンツキノワグマ、ノウサギの食痕が認められる。それらの食痕と混同しないために、積雪の上に残された足跡をたどりながら、ニホンカモシカの食べた植物を明らかにする方法をとった。また、多くの植物の落葉期にあたるため、冬芽の同定は開舒を待って行った。表-4は、1992年1月1日から4月20日の間に口にしていた植物である。計41種の植物を発見することができた。

積雪があるか、あっても少ない11月、12月には、まだ雪上に葉部の出ているスゲsp.、ベニバナイチヤクソウ、ゴゼンタチバナといった優占分布する植物がよく食べられている。しかし同じ場所に一面に優占分布するシナノザサ、フッキソウについては、口をつけていることが少ない。また、高さ30~40cm程度のマユミ、ミヤマイボタノキといった落葉性広葉樹でまだ着葉している個体についても、食痕を見つける頻度が高かった。その際、雪上のトレースから、ジグザグコースをとるよう

にして、それらの植物を摂食しているように見えた。ウラジロモミの枝葉もこの時期利用していることが多い。

厳冬期の1月~4月に突入すると、口にする針葉樹の種類が多くなり、頻度が高くなること、落葉広葉樹についても選択性が低くなること、常緑性のフッキソウ、シナノザサへの依存度が高くなることといった、11月、12月とは利用する植物に変化がある食性をもっていることがわかってきた。

② 越冬期の採食様式

通常の採食様式は、首を上下に動かして届く空間にある植物を採食することになる。前肢を枝にかけて立ち上がるようにして採食したり、細い木の場合には、自重を幹にかけて曲げ、採食したりもする採食様式がこれまでに観察されている。多雪地帯の越冬期には、これらを含めて、どのような摂食様式があるかをポイントに調査を行った。以下にその結果を簡条書にしてみる。

1) 積雪による影響

雪の重さで折れた木の樹冠部を利用

表-4 越冬期におけるニホンカモシカの食性

針葉樹(7種) 針葉と小枝の部分を利用	コメツガ・ウラジロモミ・イチイ・クロベ・イヌガヤ・シラビソ・サワラ
落葉広葉樹(27種) (蔓茎類を含む) 冬芽と小枝の部分を利用	オオカメノキ・ホツツジ・ウワミズザクラ・サワグルミ・ヨウラクツツジ・ウダイカンバ・シナノキ・カツラ・ヒロハノカツラ・シウリザクラ・ケヤマハンノキ・バッコヤナギ・マユミ・ミヤマアオダモ・コゴメウツギ・ノリウツギ・カントウマユミ・オオヤマザクラ・ヤマハンノキ・ツルアジサイ・チョウセンゴミシ・ミヤマイボタノキ・カンボク・ヤマツツジ・ケショウヤナギ・ミネザクラ・ミネカエデ
常緑広葉樹(3種) (蔓茎類を含む) 葉の部分を利用	ツルマサキ・フッキソウ・テイカカツラ
草本植物(4種) 葉部を利用 枯れた花芽を利用 花芽を利用	シナノザサ ウバユリ・テンニンソウ フキ

…… ウラジロモミ・コメツガ  
 雪の重さで下垂する木の樹冠部を利用

…… コメツガ・イチイ・シラビソ  
 雪の重さで折れた幹や枝に付着する蔓茎類を利用  
 …… ツルマサキ

2) 強風による影響

風で幹が折れた木、風で倒れた木の樹冠部を利用  
 …… ウラジロモミ・コメツガ

風で幹や枝が折れ、それに付着していた蔓茎類を利用  
 …… ツルマサキ

風で落下した小枝 …… バッコヤナギ・ケショウ  
 ウヤナギ・ヒロハカツラ・シウリザクラ・ウラジロモミ・サワラ

3) 融雪によって利用可能になる植物

日当りのよい河畔林の下層植生 …… フッキソウ・フキの花芽・シナノザサ

大木の根元部の植生 …… フッキソウ・ツルマサキ・シナノザサ

4) カモシカ自身が雪を掘り起こして植物を利用する方法 …… シナノザサ

③ オス成獣の季節的行動圏

ロケーションの結果は図-23に示す。5月18日から9月29日にかけての期間中に、計216点のロケーションを行った。その最外椋部を結んだ結果である。最外椋部の南に大きな尾根が走っているが、その尾根を境界にするような行動圏となっている。行動圏の植生は、コメツガ、ウラジロモミを主体とする常緑針葉樹林と落葉広葉樹林が主体となる。行動圏のサイズは現在、99haとなっており、低山帯を中心に生息する個体のものに比べると大きい。また、5ヶ月間の追跡しかできていないため、他のデータとの比較はここではさしひかえる。

4月4日の捕獲場所は最外椋部にあたり、その後のロケーションにおいても捕獲場所の梓川右岸で定位置することは少なく、左岸の針葉樹林ないし

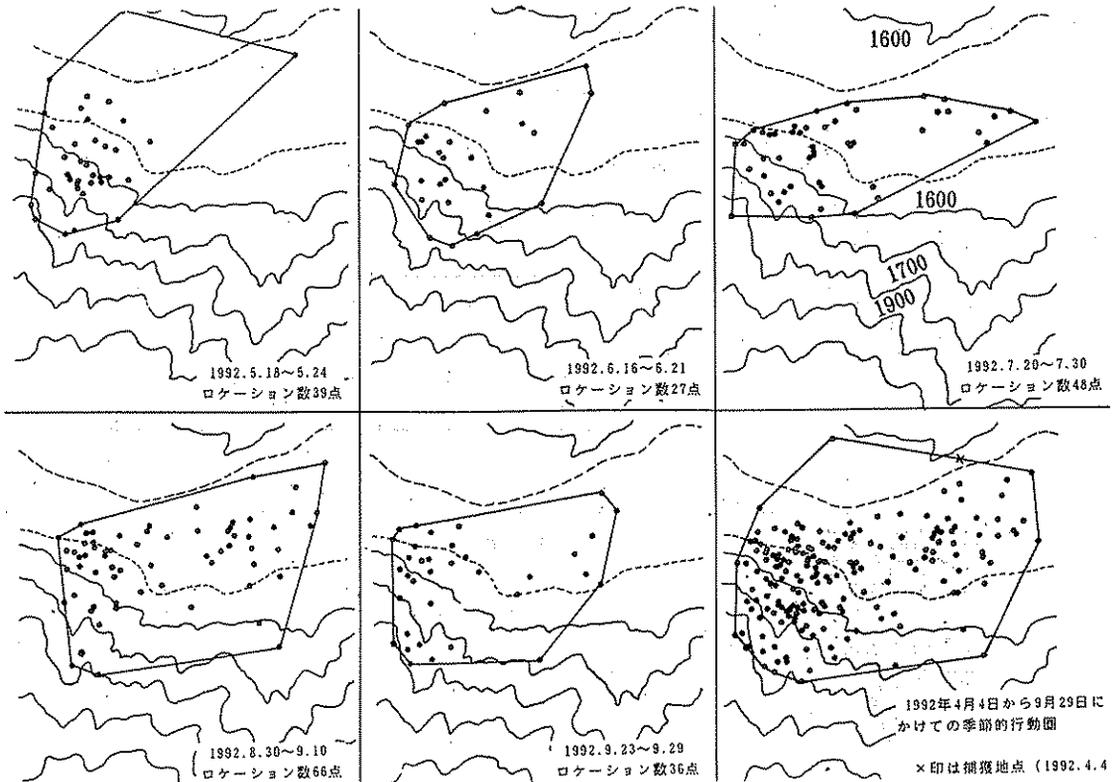


図23 1992年4月4日から9月29日にかけての季節的行動圏

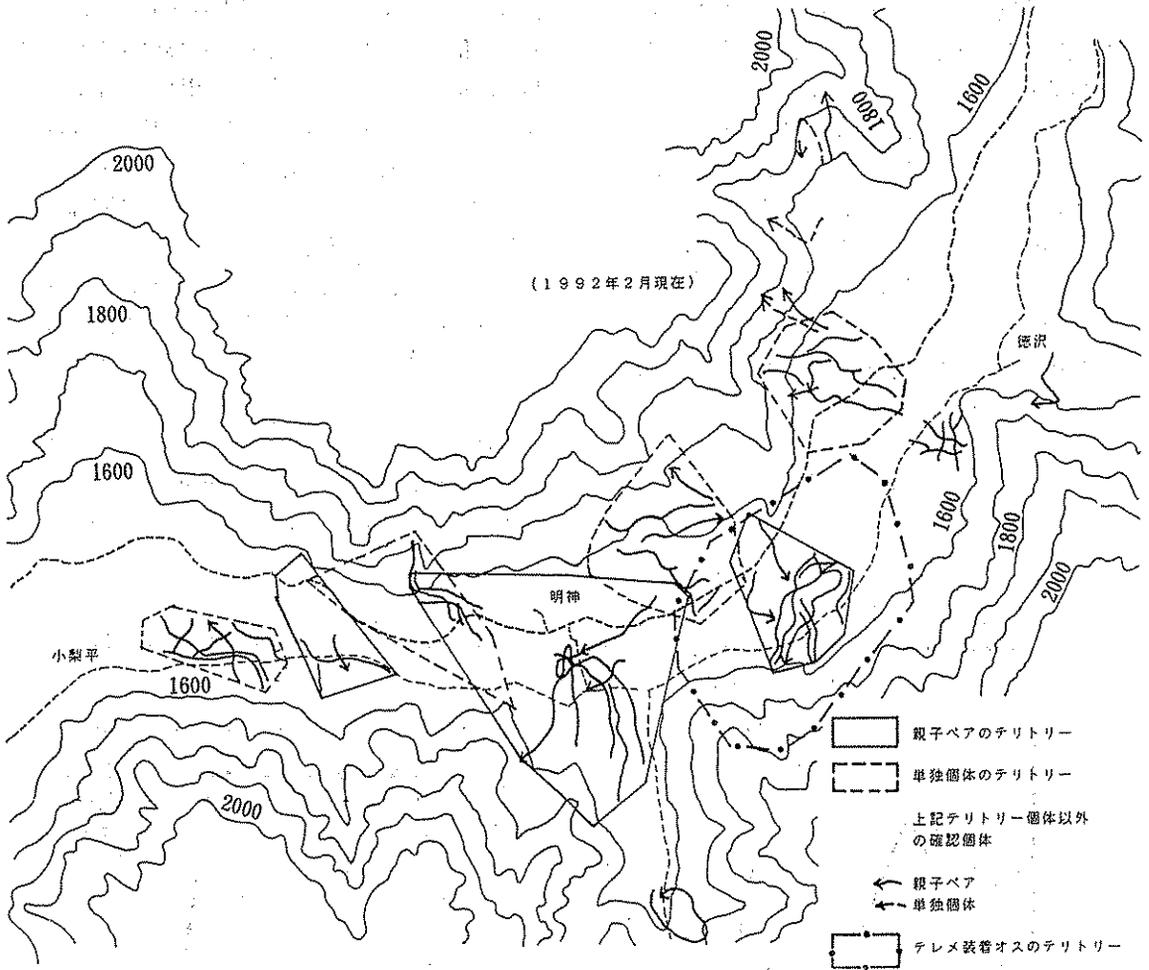


図24 上高地におけるニホンカモシカの縄張りの分布

河辺林での定位が圧倒的に多いことがわかる。

今後、越冬期に利用する生息環境が左岸から右岸へ移っていくのかもしれないが、いまのところは上下の季節的移動様式をもたない定住型の生活様式の個体であることがわかった。

#### ④ 上高地におけるなわばりの分布

目撃個体を識別し、積雪上に残された足跡をトレースしながら、個体の位置とおおまかな縄張りの分布を明らかにした(図-24)。足跡の分布からみて、積雪期のニホンカモシカの利用上限は1,900 m付近と考えられる。したがって調査地とした地域の面積は、小梨平、下又白間の10.5km<sup>2</sup>、

梓川の河床距離は5.5kmとなっていた。この間でメス+コドモ(1991年春生まれ)の親子ペアを5組、オスの可能性の強い単独個体を7頭、合計17頭を確認した。その結果、調査地域内での生息密度は、1km<sup>2</sup>あたり1.62頭となった。この数値は、植林地である青森県下北半島脇野沢(1980)の8.4~10.4頭、15.6頭、長野県南木曾(1982)の22.0頭などに比べて著しく低い。また、落葉広葉樹林の南アルプス畑薙(1982)の4.61頭に比べても低い値であることがわかる。両対岸の主稜線部の標高が、左岸で2,100mから2,400m、右岸で2,500mから3,100mということを考えるとき、

2月に梓川周辺でみかける個体の越冬期以外の生息域は、24km<sup>2</sup>と簡単に2倍の面積になる。これを判断基準にすると密度は50%以下とさらに低くなる。ニホンカモシカの分布限界にあたる上高地の生息条件の厳しさを垣間みるおもしろい。

調査地域内の多くの個体の足跡をトレースすると、梓川をまたぐようにしてテリトリーを持っていること、河川の落葉広葉樹林を採餌場所としてよく利用し、河床から少し離れた斜面の常緑針葉樹林を休息場にする生活様式がみられた。現在、テレメトリー法で追跡中のオス成獣個体の4月4日から9月30日の6ヶ月間の環境利用からも、はっきりとそのような傾向を読み取ることができる。

また、河辺林で確認できたニホンカモシカの個

体数は、1992年の場合、2月が最大であった。これは、積雪量の増加とともに河辺林の利用頻度が増し、積雪量の減少につれて利用頻度が減ると考えられるため、最大積雪深となる2月から3月には、個体数が必然的に増加するものと考えられる。

1992年の冬期は、3月上旬に大雨が2回降り、雪崩が落ち、地表が出たため、ニホンカモシカの餌場が各所に出現し、その結果、3月には河辺林で確認できない個体が多くなった。3月上旬に1、2の沢で水がでたが、数十年来上高地にはいっている人たちから驚きの声があがった。

季節的に高山部から河辺部に移動してきた個体と定住個体との社会的関係、他個体群との交流の季節や頻度などについて明らかにするためにも、

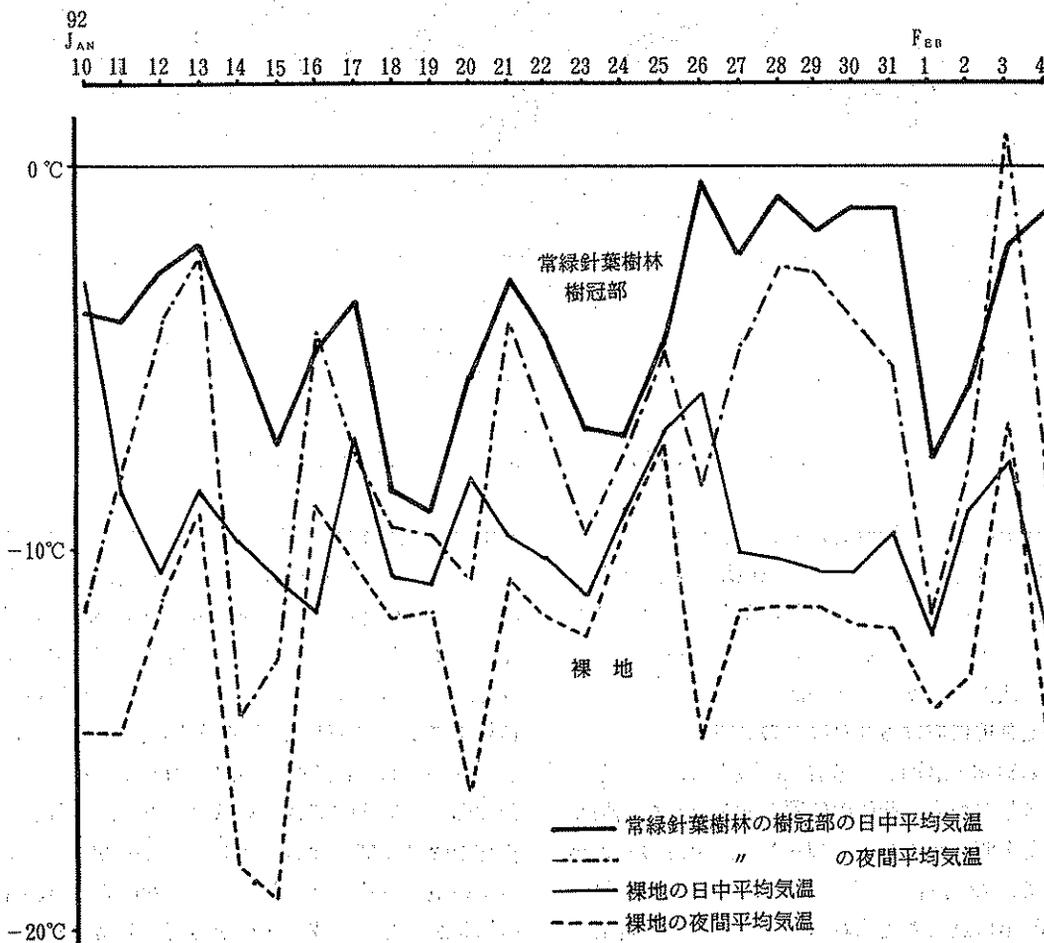


図25 上高地梓川右岸地帯の気温の日変化

さらに多くの個体を捕獲し、発信機を装着し、追跡する必要があること、さらには越冬場所としての棲息環境の前提条件を明らかにしていくことが、高山帯に生息するニホンカモシカの存続にとって不可欠になる。

本調査では、越冬場所を確認する意味で、空からのヘリコプターによる偵察を試みる計画をもっていたが、ニホンカモシカの捕獲に手間どり、今年度は見送らざるをえなくなった。

#### ⑤ 棲息地の温度環境の分析

データログは10分間隔で気温を記憶した。その結果については、現在分析中のため、ここではその一部を紹介するにとどめる。最も日温度較差の大きい裸地的条件の気温と、針葉樹林内で日温度較差が小さく、平均気温が高いところのものを比

較したのが図-25である。明らかに温度条件が異なり、日によっては10℃も差があることがわかる。ニホンザル、ニホンカモシカが越冬期を乗り切る上で、針葉樹林の果たす役割の大きいことがうなずける。そのような環境をうまく利用しているかどうかについては、現在のロケーションの精度では分析が不可能に近い。それ故、今後けもの側に軽量のIC記憶式センサーを装着することで、棲息環境を利用してどのような気温変化に対応しているかをより明瞭にする準備をすすめている。また、日によっては平均気温、日温度較差に森林の構造などによる差異が殆どないことがある。日射計、風向計、風速計を設置し、日々の気象条件の差を明らかにしてゆくことが必要になった。

## 給餌が植林地のシカの生態に与える影響 (継続)

丹沢のシカ問題連絡会

大沢洋一郎・古林賢恒・山根正伸・羽山伸一・永田幸志

### Sika Behavior in Man-Made Forests Influenced by Supplementary Feeding

Tanzawa Deer Research Group

Youichiro OSAWA, Kengo FURUBAYASHI, Masanobu YAMANE  
Shin-ichi HAYAMA and Kouji NAGATA

神奈川県丹沢山地の札掛地区で、人工造林地帯に生息するニホンジカの環境利用の季節性や越冬期のシカの食生態を明らかにするため、91年度に引き続き、テレメトリー法による行動圏の追跡および冬季の給餌により越冬期のエネルギー要求量推定の資料を収集した。行動圏追跡からは、追跡個体が2年間にわたり同じ行動圏を利用していること、5月から8月の出産・育児期に雌雄成獣個体に季節的な生息場所のずれが生ずること、給餌場利用期間の行動圏が他の季節と比べ著しく縮小するなどが明らかになった。また、給餌試験では、給餌場利用個体は厳冬期の1月から3月にかけては給餌にエネルギーを大きく依存して過ごし、4月になると自然下のエサ植物にエネルギー摂取源を移行させた様子が捉えられた。さらに、給餌期間を通じた利用個体の体重の連続的な計測に成功した。体重の減少は、12月から3月下旬まで続き、4月から回復に転じた。体重の減少は最大で7から14%であった。また、糞分析による厳冬期の給餌飼料への依存度は3割前後と推定された。給餌場においたスギの苗木は、3月に最も多く採食されたが、その量は給餌飼料に比べてわずかであった。シカの環境選択を分析するため、追跡個体の行動圏内の5箇所温度センサー付IC記憶式装置を設置し、10分毎の温度環境を測定した。また、小型の温度センサー付IC記憶式装置を発信器とともにシカに装着し、追跡を開始した。

#### はじめに

ニホンジカと農林業の軋轢は、各地で大きな社会問題となっている。それは森林を伐採し、植林行為を続けることが草食獣であるシカの個体数を増大させる結果につながることに由来する。ニホンジカを始めとするけものを保護していくためには、現在の無主物としての取扱いから、共有財産として万人がその保護を認めていかなければならないことをまず第一にあげなければならない。けものを取り巻く種々の状況から判断し、この解決の方途を見出さない限りちがが明かないものと考えながら、現実問題としては、それまでどのような方策、手段でもって、けものとの共存を見出していくかを絶えず探り続けていくことが肝要となる。そこ

で、我々は人間の生活の場と重複して生活していかなければならないニホンジカを対象に、「シカの種を存続させること」、「農林業被害を軽減させること」という二つの命題を解決する調査研究に、それを求めることとした。

調査地は、丹沢山地東部にあたる丹沢県有林の一隅に位置している。戦後、特に昭和30年代に突入して造林政策が進められた結果、シカと農林業の軋轢が生じ、わが国でもいち早く「いわゆる獣害問題」として社会問題化した地域である。現在、シカ柵を設置することによって植林地の被害を防ぎ、林業生産活動とニホンジカの共存が図られている。調査地周辺部のシカ柵は、数年間の試行錯誤の結果、昭和52年から本格的な設置が行わ

れることになったが、それから15年、丹沢山地であらためて大きな問題の生じていることが明らかになってきた。植林地を守るためのシカ柵の効果は、柵内の植林地を守る反面、柵外の植生の退行にはずみをつけることとなった。中でも顕著な現象としては、越冬期のニホンジカの主要なえさ植物となっているスズタケというササの退行をあげることができる。現在、丹沢の至るところで急激にスズタケの退行が起こっている現場をみると、この現象は、単にシカによる過度の採食圧だけでは説明がつかないと考える。退行の現場でかならず発見できる天狗巣病の存在、また、大面積に渡って枯死している状況から判断して、土壤の乾燥化など様々な退行の要因が考えられるからである。また、モミの枯死原因の一大要因といわれる酸性雨、酸性霧などについても、スズタケの退行とどのような関係にあるのか不明である。恐らく種々の要因が相乗してスズタケは退行しているものと考えられる。ただ、我々の調査地の周辺部におけるスズタケの退行には、シカが一役買っていたことだけは間違いない。植林地周辺部におけるスズタケの退行は、越冬期にスギやヒノキといった植林木の枝葉や樹皮へ採食圧を高める引き金になったり、また、歯が立つ本木植物の樹皮食い現象をとまない、揚句は貧栄養化により、越冬期に餓死する個体が続出するといった現象になって具体化してくる。この現象は、単にニホンジカの種の存続に赤信号が灯ったということでは片付けられるものではないようだ。生態系の保全の観点から、丹沢山地における人間とシカの関わり方をとらえ直して見る必要が問われており、シカをしてそれを知らしめているのではないかと考えたい。

従来の被害防除等に替わる新たな方法を追求し、新たな森林生態管理を提言していく一環として、スギ、ヒノキ植林地帯における越冬期のシカの生態を明らかにすることは緊急の課題である。このような時期にあたって、P.N. ファンドから補助を受け、調査研究にはずみをつけることができたことをこの場をかりてあらためて感謝したい。

今回、P.N. ファンドの補助で行った調査項目は、

- 1) ラジオテレメトリー法により、オスジカ、メスジカの行動圏を調べ、環境利用の季節性を明らかにする。
- 2) シカにとって1年の困難期であり、したがって食害の発生が著しい冬期のシカの食生態を栄養の面を合わせて明らかにするため、野生状態のシカに給餌をおこない
  - a) 利用個体や利用頻度
  - b) エネルギー摂取量
  - c) 給餌植物への依存
  - d) 利用個体の体重変化を明らかにすることを試みる。
- 3) 給餌場にスギの苗木を設置し、給餌によって飽食状態下においたシカによりスギの枝葉への採食圧を経時的に調べ、シカのスギ枝葉への嗜好の変化について分析する。
- 4) 温度センサーつきのデータロガを行動圏内の種々の環境下に設置し、気温の年変化を解析する。

以上の研究は、越冬期におけるエネルギー・フローの解明に焦点を当てたわが国最初の一連の取組である。また、自然下で連続的な体重変化の測定が行われていること、これを給餌によるエネルギー摂取量と関連付けている点などは欧米の研究と比しても極めて独創的な調査研究事例と言える。調査研究参加者は、以下のとおりである（アイウエオ順）。

石井 隆、池上栄治、伊藤シズ、井上 基、遠藤晴子、大沢洋一郎、岸田智也、小森和代、後藤達彦、坂本義則、佐々木基樹、佐藤恭子、須賀朋子、添田弘幸、田口 明、鶴田幸倫、戸田仁史、中村道也、永田幸志、長縄今日子、羽山伸一、東 英生、藤上史子、古林賢恒、伴 昌彦、本田幸雄、牧野佐絵、三谷奈保、皆川康雄、村上卓也、無量小路共美、望月敬史、山根正伸

## 1. 環境利用の季節変化ならびに給餌が行動圏に及ぼす影響について

軽量で精度の高い発信機が開発されるに及んで、最近、各地でテレメトリー法による行動圏調査が

行われるようになった。しかしながら、行動圏は、地形・植生・気象条件といった環境要因は勿論のこと、林業生産活動など人為的要因によって大きく左右される。シカ側の条件はもちろんのことである。

つまり、単に各地のデータを丹沢山地に、充当させることではすまされない故に、多くのケーススタディーを積み重ねていかなければならない。

これまで丹沢山地でテレメトリー法によりシカの行動圏を追跡した事例は、7件あるにすぎない（古林・山崎 1987・古林ら 未発表）そこで、1991年の冬期に捕獲を行ない、オス成獣1頭、成獣2頭に発信機が装着されることとなった。電池の寿命が3年間であることから1991年1月から開始されたロケーションが1992年9月末現在まで続いており、経年的レベルでの環境利用の状況が明らかになりつつある。また、越冬期を中心に給餌を行い、給餌が行動に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした調査が進められている。

#### 調査地と調査方法

調査地は神奈川県愛甲郡清川村札掛にある丹沢県有林の一隅である。

調査方法は、テレメトリー法による個体位置の確認作業、給餌場における行動追跡作業に分けることができる。

##### 1) テレメトリー法による個体位置の確認作業

テレメトリー法による行動追跡については、受信機（YAESU製一290MK II）とアンテナ（マルドール製八木式3素子型）を用いて適宜ロケーションを行った。

##### 2) 給餌場における行動追跡

給餌場に現れたシカは後述するように、ビデオカメラでモニターし、ビデオに収録して個体識別に用いた。追跡する個体は首に発信機が装着されているため、ビデオによるモニターで容易に識別が可能となるが、さらに、出入りに際しての体重チェックを合わせて行うことにより、個体識別の精度を高めることができた。

なお、モニター画面には日付と時間が表示され

ていること、体重測定データもマイクロコンピューターに接続され秒単位での記録が行われており、給餌場に滞在した時間、給餌植物を採食した時間などの算定が可能となっている。

#### 結果及び考察

##### 1) 行動圏について

###### 1) -A 雌雄の環境利用

1991年1月に捕獲し、発信機を装着してオス成獣・メス成獣各1頭の季節的行動圏を比較したものが、図-1である。この図はロケーションの結果を、以下のように6区分して最外郭法でとりまとめたものである。

1～2月	越冬期前期
3月	越冬期後期 1
4月	” 2
5～8月	出産・育児期
9～10月	交尾期前期
11～12月	交尾期後期

（なお、12月1日から5月1日までは給餌場でアオキが給餌されていた。）

交尾期、出産・育児期と給餌を行った越冬期に分けて考察を加えたところ、オス、メスの生活場所にはっきりとした「ずれ」が生じる時期のあることが分かった。それは、5月から8月にかけての出産・育児期に該当する。他の季節は、オスとメスの行動圏が重なることとなる。交尾期の9～10月、11月～12月は、メスの行動圏にオスが移動する現象によって重複することがわかる。1～2月には給餌場を中心にハビタッドが形成され、オスとメスが給餌場で長時間にわたって同居性を示すという特徴を持つ。給餌植物への執着は後述するように5月に入るまで持続するが、3月に入ると給餌場を中心とする行動圏の内部構造に大きな変化は認められないものの、給餌場から離れて行動する際の方向が、メスは基本的に北、北東、東へ、オスは東、南、と、利用する環境に差が現れ始める。

その傾向は、給餌植物に執着するものの給餌場での滞在時間が少なくなる4月の後半に入るとき

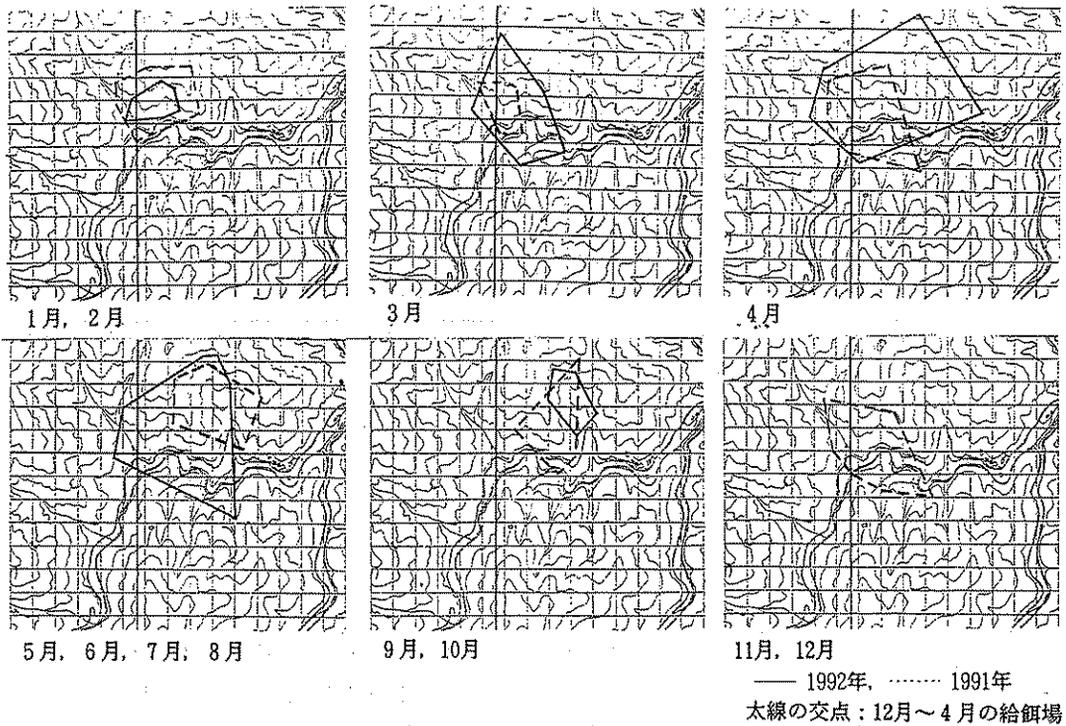


図-1 a. メス成獣の季節的行動圏

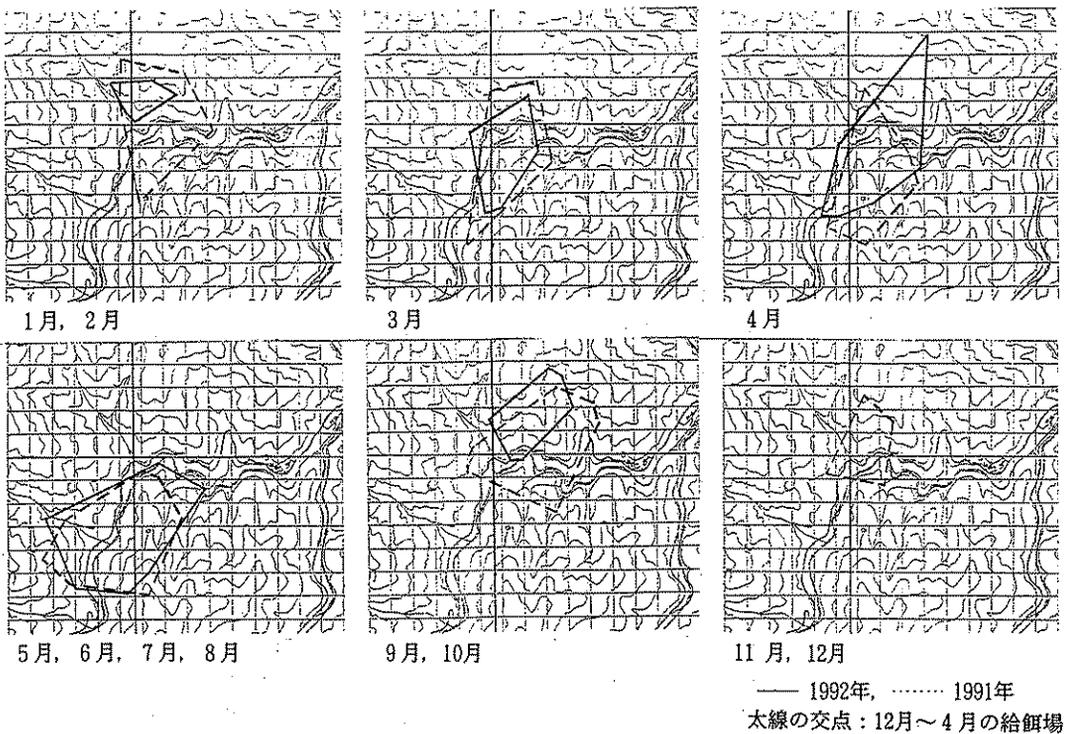


図-1 b. オス成獣の季節的行動圏

らに明瞭になっていくことがわかる。5月にはいって給餌場に現れなくなると給餌場をなかに挟むような形で、行動圏が南北にわれ、オスジカとメスジカグループの間に「休息場所のずれ」がはっきりしてくる。

これらの現象がどのような理由によるものか、今後ハビタットの要因を分析することによって明らかにしていく必要がある。

### 1) -B 行動圏のサイズ

表1に季節的行動圏および行動圏のサイズを示した。

特徴的な点として、

- ① オス・メスともほぼ2年間にわたってほぼ同じ行動圏を利用していること、つまり、サイズに違いこそあれ、ほぼ同じ環境を利用していること、
- ② 給餌に執着している1月の行動圏が極端に小さくなること、
- ③ 年間を通した行動圏は、メスよりオスの方が大きいこと、

をあげることができる。以上から、給餌場を利用した発信機を装着したオスジカ、メスジカは、ともに定住型の生活様式をもつと考えられた。

### 1) -C 給餌場の利用時間

2頭の発信機装着個体は、夕方の4時から翌朝8時までの間に給餌場に現れたが、のべ利用時間を計るとオスで10,560分、メスで7,870分となる。この値は、1月24日から4月28日までのうちの84日間の確認記録である。この日平均は、オスで126分、メスで94分とオスの利用時間が長かった。両個体はほぼ毎日、給餌場を利用し、通常は、数回現れ、給餌植物を採食した。給餌場内での主だった行動は、採食行動が中心になるが、時には時間をかけた休息行動をとった日も何日か認められた。そのような行動は幼獣を中心に見られたことについては、後述する。

5頭のシカが給餌場を利用した時間の変化をみると

- ① 1月中旬(1月24日)から2月中旬(2月26日)にかけては平均して600分
- ② 2月中旬(2月27日)から4月上旬(4月10日)にかけては平均して900分
- ③ 4月12日から4月28日にかけては平均して350分となる(表2)。

表1 行動圏サイズ

(ha)

		1991年	1992年	1991~1992年
オ	1~2月	16.11	3.09	16.31
	3月	13.28	9.39	13.95
	4月	17.57	17.57	20.03
	5~8月	20.09	22.79	25.59
	9~10月	16.84	7.84	20.05
	11~12月	10.71	-	-
	1~12月	49.22	44.63	49.59
メ	1~2月	8.18	2.44	8.18
	3月	3.30	12.44	12.44
	4月	11.41	30.96	34.87
	5~8月	10.01	24.41	29.01
	9~10月	9.28	2.29	11.58
	11~12月	6.64	-	-
	1~12月	27.06	38.45	38.96

表2 ニホンジカの給餌場内滞在時間

単位: minutes

Date	S 1	D 1	D 2	F 1	F 2	TOTAL	Date	S 1	D 1	D 2	F 1	F 2	TOTAL
1. 24	100	125	130	95	120	570	3. 13	65	60	60	65	65	315
1. 25	140	80	80	115	140	555	3. 14	115	100	155	160	195	725
1. 28	180	110	70	60	115	535	3. 15	120	110	-	115	120	465
1. 29	155	90	170	135	80	630	3. 16	125	125	535	705	705	2, 195
1. 30	145	80	110	35	125	495	3. 17	130	100	70	105	90	495
2. 01	105	80	95	-	145	425	3. 18	80	90	340	110	330	950
2. 02	230	80	190	-	240	740	3. 19	170	100	225	255	220	970
2. 03	210	125	380	395	140	1, 250	3. 20	330	120	580	590	560	2, 180
2. 04	220	135	90	240	345	1, 030	3. 21	100	80	-	25	95	300
2. 05	170	150	-	140	165	625	3. 22	220	125	160	190	190	885
2. 06	215	130	135	115	330	925	3. 23	370	145	210	305	365	1, 395
2. 07	75	105	-	125	175	480	3. 24	-	100	125	175	330	730
2. 08	75	80	100	110	80	445	3. 25	90	85	80	110	150	515
2. 09	110	75	185	175	225	770	3. 26	115	85	160	240	210	810
2. 10	65	90	100	80	100	435	3. 28	115	80	255	240	270	960
2. 11	80	105	145	120	110	560	3. 29	-	45	-	250	300	595
2. 12	75	85	60	70	240	510	3. 30	40	60	75	170	145	490
2. 14	40	80	30	80	100	330	3. 31	70	50	65	100	100	385
2. 15	60	90	475	280	720	1, 625	4. 01	110	-	120	470	465	1, 165
2. 16	100	95	105	110	80	490	4. 02	150	260	120	120	105	755
2. 17	65	85	100	125	80	455	4. 03	80	75	140	90	140	525
2. 18	110	125	60	90	110	495	4. 04	150	95	215	230	200	890
2. 19	115	85	210	230	210	850	4. 05	115	95	135	115	115	575
2. 20	95	80	55	100	160	490	4. 07	230	110	340	320	335	1, 335
2. 21	85	70	40	115	60	370	4. 08	155	120	85	150	100	610
2. 22	95	60	-	110	40	305	4. 09	115	250	90	20	20	495
2. 23	115	115	115	110	125	580	4. 10	150	155	245	495	500	1, 545
2. 24	125	70	30	60	100	385	4. 12	135	95	155	145	145	675
2. 25	120	65	60	60	70	375	4. 13	220	75	80	40	80	495
2. 26	125	70	30	60	100	385	4. 14	140	85	85	80	90	480
2. 27	210	220	390	390	390	1, 600	4. 15	65	100	-	-	-	165
2. 28	145	70	430	465	495	1, 605	4. 16	105	65	-	75	-	245
3. 01	140	90	370	580	580	1, 760	4. 17	205	115	-	145	-	465
3. 03	130	40	145	35	140	490	4. 18	-	45	-	40	40	125
3. 04	195	70	-	155	175	595	4. 19	165	80	-	30	-	275
3. 05	165	100	410	440	410	1, 525	4. 20	120	35	-	45	85	285
3. 06	355	180	160	360	370	1, 425	4. 21	110	90	185	175	170	730
3. 07	75	75	110	110	110	480	4. 24	80	65	110	20	115	390
3. 08	90	65	-	90	130	375	4. 25	60	35	-	70	50	215
3. 09	105	90	110	135	140	580	4. 26	120	60	15	-	-	195
3. 10	80	90	-	135	140	445	4. 28	-	45	-	-	40	85
3. 11	120	90	510	420	510	1, 650							
3. 12	115	85	-	70	90	360							
計	10, 560	7, 870	11, 200	13, 710	15, 745	59, 085							

4月中・下旬になると先にみたロケーションの結果では、1, 2, 3月に比べて急激に行動圏が広がることになるが、そのことと給餌場の利用時間の低下との間に関連があると考えられた。

## 2. エネルギー要求量の推定

### 調査方法

#### 1 消化試験

野外給餌試験でのエネルギー摂取量を推定するためには、あらかじめ冬期のニホンジカの消化率や消化速度などの大まかな数値を捉えておく必要がある。また、自然下での給餌の場合、飼料にどの程度依存しているのかを推定する方法を用意する必要がある。そこで、飼育下のニホンジカを用いて消化試験を行い、これらに関する知見を得ることとした。

#### 1) - A 消化試験の方法

試験は、東北大学附属農場草地研究施設で、1991年12月3日から12月17日にかけて行った。

飼育場で飼育されていたオス成獣1頭とメス成獣2頭(表3)を飼育ゲージにそれぞれ収容した。

表3 消化試験供試個体

個体番号	性別	年齢 (yr)	個体重 (kg)	備考
30	♀	5.5	59.6	去勢
36	♂	4.5	65.8	
42	♀	3.5	57.8	

これに、組成割合の異なる飼料を与えて消化試験を行った。飼料は、アオキ葉とスズタケ葉とヘイキューブを混ぜたものを用いた。給餌は毎日午前11時に1回行い、全糞を毎日1回、午前9時に回収した。

試験は、3日間の馴化期間の後に開始した。第1回の試験(12月7日から12日まで6日間)では、乾燥アオキ葉と乾燥スズタケ葉とヘイキューブの組み合わせを試験個体毎に組成割合を変えて

与えた。さらに、第2回の試験(12月13日から17日まで5日間)では、生アオキ葉と生スズタケ葉とヘイキューブの組み合わせで与えた。給餌飼料の組成割合を表4に示した。

表4 消化試験の設計

個体番号	第1回目試験	第2回目試験
30	240: 60:300	320: 80:400
	40: 10: 50	40: 10: 50
36	150:150:300	200:200:400
	25: 25: 50	25: 25: 50
42	60:240:300	80:320:400
	10: 40: 50	10: 40: 50

上段の数字は与えたアオキ、スズタケ、ヘイキューブの重量(g)、下段は重量割合(%)を示す。

#### 1) - B 糞分析

植物体の表皮のクチクラ層は一般に化学的に安定である。このため、植物を飼料としてシカに与えた場合、消化作用を経ても分解されることなく排泄される。よって、糞中に含まれる表皮細胞片の形態的特徴を調べることで摂取した植物種の同定が可能となる。これが、「糞分析」とよばれる食性分析法である。

前述の消化試験では、与えた飼料の種類と量がわかっている。そこで、糞分析を用い、糞中に出現する飼料由来の表皮細胞片の出現頻度との間に一定の関係を見いだすことができれば、野外給餌への依存度を推定する手段に、この手法が適応できる。すなわち、野外給餌飼料として生息地にみられない植物種を与え、給餌場で糞を回収する。このサンプルを糞分析し、間接的に依存度を推定するのである。また、消化試験に用いたニホンジカは試験開始直前までヘイキューブのみで飼育されていた。新たな植物を飼料と与え糞分析を行うと、糞中の表皮細胞片の組成変化は漸次変化すると予想される。これより、冬期のニホンジカの消

化速度や、消化過程に関する知見を得れる。さらに、飼料植物と糞の栄養成分の分析により消化率が明らかになる。

糞分析は通常、①植物の表皮細胞のレファレンスのためのプレパレーションの作成、②光学顕微鏡による検鏡のための糞の処理、③量的な評価という手順を踏む(高槻1983)。

そこで、アオキ葉、ズタケ葉、ハイキューブの表皮細胞のレファレンスを作った。まず、植物片をそれぞれ硝酸およびクロム酸の混液(各10%、体積比1:1)中で加熱しクチクラ層を分離した。そして、プレパレートを作成し、100倍ないし200倍の倍率で顕微鏡写真を撮影した。

次に、検鏡の前処理で使うメッシュのサイズを検討した。サンプルの一部を用いて、飼料植物由来の表皮細胞片のサイズ(長径と短径)をそれぞれ100片測定し頻度分布を調べた。そして、この頻度分布からサンプルの処理に適当と思われるメッシュの大きさを決定した。

続いて、全てのサンプルを湯でとき、先に決めたサイズのメッシュでこし、90%エタノール中に保存した。

量的な評価では、面積測定法の1便法であるポイント・クォドラド法を採用した。この方法は、スライドグラス上に、格子を切り、表皮細胞片が被った格子の交点の数を、種ごとに積算する方法である。格子の1辺は1mmとした。まず、いくつかのサンプルを用いて安定した出現率が得られるカウント点数を検討した。そして、すべてのサンプルを検鏡、カウントし、飼料由来表皮細胞片の出現頻度を調べた。検鏡、カウントは次の手順による。エタノール中に保存した処理済みのサンプルの一部を取り出し湯でとく。これに、メチルブルーを数滴加え細胞片を着色する。よくかき混ぜながらスポイドで取り出し、スライドグラスにのせカバーグラスをかぶせる。そして、100倍から200倍の倍率で所定のカウント数まで表皮細胞片が被った格子の交点の数を数える。使用したスライドグラスは、1mmの格子を切り、縦・横・厚さが20×50×2mmのふちどりがしてある。

## 2) 野外給餌試験

冬期の自然下のニホンジカを対象に、自然下で給餌を行い、利用頻度やエサの摂取量、体重変化などを測定し、エネルギーフローの解明を試みた。

### 2) - A 給餌試験地の設定

試験地は、神奈川県清川村丹沢県有林札掛地区にある。給餌場は前年の給餌場に道路をはさんで山側の近接したモミ林縁部の平坦地を含む斜面を選んだ。

野外給餌試験地の構造は図2に示すとおりである。入り口を1箇所だけ持つ柵を設置し、5個の給餌箱をおいた。

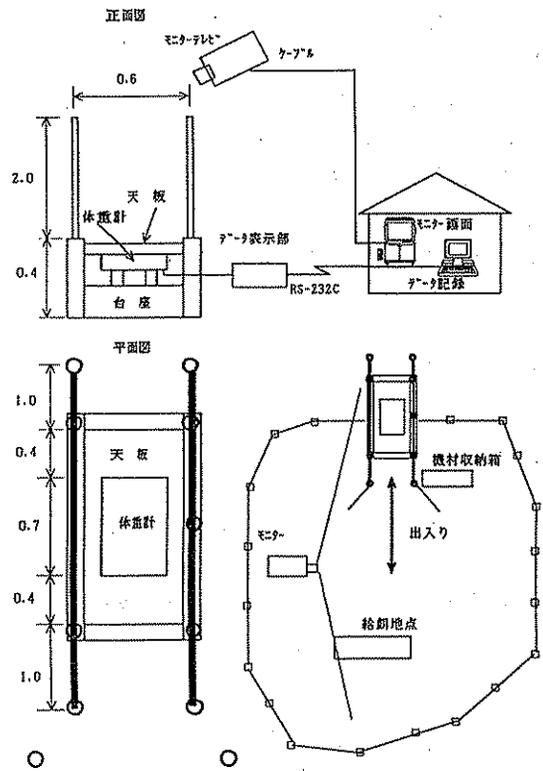


図2 野外給餌地の構造

出入口付近と給餌箱を見渡せる位置にモニター用ビデオカメラを設置した。給餌場を利用するシカのモニタリングのためである。カメラは、給餌場から約250m離れた小屋に置いたモニター用白黒テレビと映像記録用のビデオデッキ(最長16時

間連続記録可能)にケーブルで結んだ。なお、モニター画面には日付と時間が常時表示されるよう、スーパーインポザーを介して接続した。また、夜間撮影用の照明として給餌箱の上部と出入口の上に20ワットの電球をつけた。これは、タイマーにより午後4時から午前8時まで自動的に点灯させた。さらに、入り口部の通路に体重計を埋設した。給餌場を利用するシカの体重を自動的に測定するためである。これを、ビデオデッキを置いた小屋にあるマイクロコンピュータ(PC9801VM2)とRS-232Cケーブルで接続した。シカの出入りにより体重計が作動すると、体重データは出力され、コンピュータに取り込まれ、体重データは、磁気ディスクに、その測定時間と組で連続的に記録するよう設定した。

給餌場を囲む柵は、1991年10月下旬から11月中旬にかけて設置した。入り口部の体重計およびモニター用ビデオカメラは12月中旬から1992年1月上旬にかけて取付を行った。

## 2) - B 給餌植物の採取・運搬・給餌量の決定・採食量の計測

給餌植物としてアオキを使うことになった。これは、後述するように給餌植物の利用度を糞から分析する際に、精度を高める材料であることと、通常越冬期によくシカが利用する植物であることと理由による。まとめて材料を集めなければならないことから、草食獣の生息しない森林から採取することとなった。場所は、南足柄市にある丸太の森周辺の人工林である。1回の採取量は生重で70~100kgで、1週間から10日分を持ち帰り、ビニール袋に入れた状態で保存した。

給餌は毎日15時に行った。給餌量は生重で10kg/日とした。なお、給餌量の決定、またそれに至るまでの給餌場での作業過程は次のようである。

1991年11月20日~11月30日；給餌場の開設作業

1991年12月1日；アオキの給餌を始める

1991年12月30日；30日目で始めてオスシカの成獣(発信機装着個体)が体重計に乗って給餌場の中に入り、給餌植物を採食する。

1992年1月1日~1月17日；モニターテレビに

映し出される個体を観察すると、最初はいろいろな個体の出入りがあった。そのうち、排他的行動により、1月中旬になって給餌場に通ってくる個体が特定できるようになった。

1992年1月18日~1月27日；そこで1月18日から10日間にわたって飽食状態下で給餌を行うために、どれぐらいの給餌植物を与えれば良いのか、飽食テストを行った。その結果、通ってくる5頭(表3に詳細)の個体は、生重で10kg以下の給餌量で飽食状態になることが明らかになった。

1992年1月28日~5月1日；1月28日からは、毎日10kgのアオキを給餌することになった。それは、5月1日まで続いた。

給餌飼料の摂取量は毎日の給餌の前に、前日の給餌植物の残量をはかりで計測した。そして、前日の給餌量と残量の差を摂取量として記録した。

## 2) - C 給餌場の利用頻度及び体重変化の測定

給餌場の利用状況を、夕方4時から朝8時までビデオに毎日記録した。そして、後述する体重測定データとあわせて記録された画像をみながら、個体ごとに出入りの時間をチェックした。個体の識別は、性別、サイズおよび発信機の装着の有無と体重データを用いた。

体重変化の測定は、出入口に設置した体重計から出力されたデータをコンピュータで毎日、磁気ディスクに記録した。記録は、原則として毎日、ビデオ撮影と同じ時間帯に行った。

体重の推定は次の手順によった。まず、ビデオ画像と、体重データが記録された時間の両者から利用個体を識別する。次に、それぞれの体重データ、シカが体重計上を通過し始め、通過し終わる時点までの一連のデータを、コンピュータを用いてグラフ化する。そして、利用個体の四肢が体重計の上に完全に乗ったと思われる部分の体重データを抜き出す。この際、データには、体重計上でのシカの挙動により変動の大きな計測値が含まれている。そこで、抜きだしたデータの平均値とデータ数より95%信頼区間を求め、信頼区間内にある計測データのみを使って平均値を再計算し推定体重とした。

2) -D 給餌への依存度の推定

1992年1月から4月までの間、毎月1回から2回、給餌場に残された糞を回収し、依存度を推定するための糞分析のサンプルに供した。

糞分析は、1-Bで述べた同様の手順で行った。

結果及び考察

1) 消化試験の結果

第1回、第2回の試験を通じて各個体とも給餌した飼料をすべて採食した。しかし、馴化期間中は、スズタケとアオキを生の状態で与えたがわずかにアオキを採食したのみであった。

本試験の給餌量は第1回試験では600g、第2回試験では800gと少なかった。このため、30番個体では11%、36番個体では11.6%、42番個体では8.5%の体重減少が見られた。

各個体から排泄された糞の量は、生重量で500g前後、糞粒数では1,000粒前後である。水分率は50%程度であった(表5)。なお、1粒重は0.5g前後で、乾燥重量に換算すると0.25g/粒と、高槻らの報告(高槻ほか1981)とおおむね一致するものであった。

以上の消化試験で得たサンプルによる糞分析結果を、各項ごとに述べる。

1) -A 糞分析手法の検討結果

① 同定

飼料として与えた植物-スズタケ、アオキ、ハイキューブの表皮細胞を写真1に示す。

各表皮細胞の細胞の形や配列の特徴から、3つの表皮細胞片の同定を行うこととした。

② 表皮細胞片サイズの頻度

図3は、36番の個体から12月10日に回収したサンプルに含まれた表皮細胞片のサイズの累積頻度分布を示す。

ハイキューブ由来の表皮細胞片は長径と短径の頻度分布から細長い形状をしたものが多いことが示される。また、比較的大きな長径が1,000μm前後から200μmのものが大小混じることともわかる。一方、アオキとスズタケでは、500μmから100μm以下のサイズがほとんどである。

200μm以下のものの占める割合が高いことも読み取れる。したがって、アオキとスズタケを含むサンプルにより糞分析を行い、表皮細胞片の90%以上が含まれるようにするには100μm前後のメッシュを用いて濾すのが適当と考えられた。

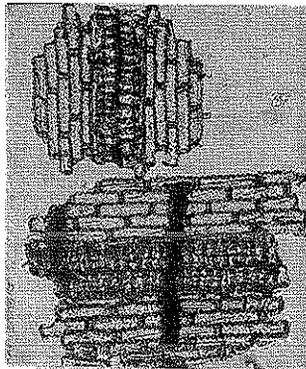
③ カウント数の検討

42番と30番の個体から12月11日に回収したサンプルを、100μmのメッシュでこし、検鏡した。10交点ごとまとめて500交点までカウントした飼料由来の表皮細胞片の相対値(%)の変化を図4に示した。図にみるように、200交点付近から相対値は安定し始める。300交点以降はほぼ同じ値

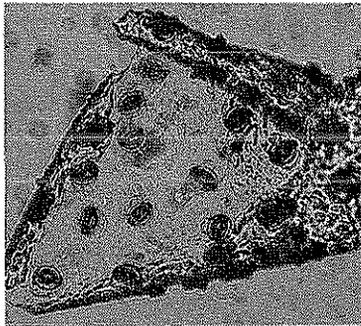
表5 消化試験で回収した糞

個体番号	試験	全糞重量		全糞粒数		1糞粒重量 (g/粒)	水分率	
		平均	S.E.	平均	S.E.		平均	S.E.
		(g)		(g)			(%)	
30	1	446.0	62.6	861.2	191.1	0.52	51.9	5.0
	2	513.2	74.4	1,211.8	181.1	0.42	58.3	4.3
36	1	410.8	149.2	774.9	214.6	0.53	45.5	7.1
	2	447.4	50.6	996.8	102.7	0.49	56.8	2.9
42	1	459.0	101.1	827.1	197.6	0.55	45.4	8.2
	2	568.8	54.3	1,124.9	59.0	0.51	52.4	1.6

スズタケ；



アオキ；



ヘイキューブ；

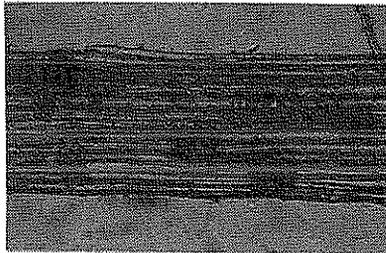


写真1 飼料として与えた植物の表皮細胞顕微鏡写真

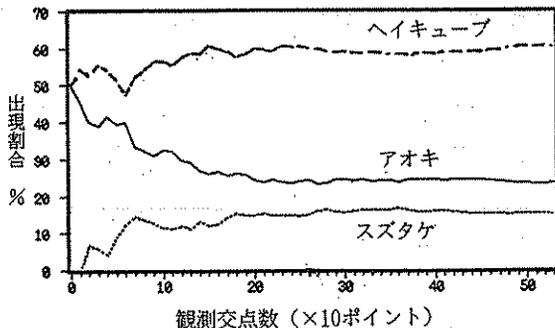
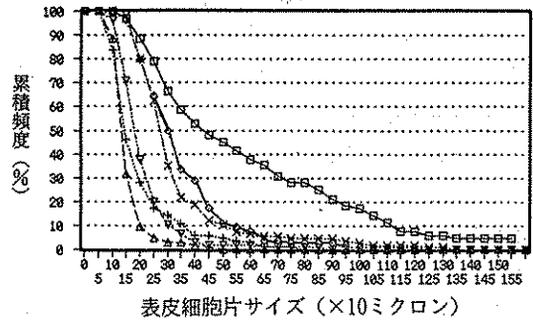


図3 消化試験で回収した糞からカウントされた飼料由来表皮細胞片の百分率の推移



□ ヘイキューブ長径 + ヘイキューブ短径  
◇ アオキ長径 △ アオキ短径 × スズタケ長径  
▽ スズタケ短径

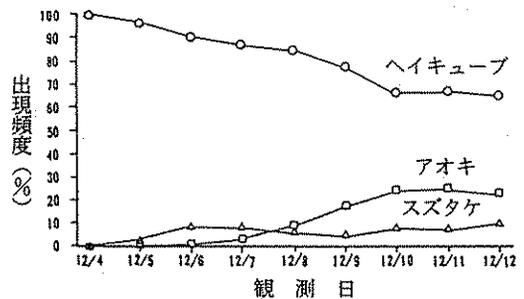
注：36番の個体から12月11日に回収した糞を用いた。

図4 糞中表皮細胞片サイズの累積頻度分布

をとる。従って、300交点を出現割合を求める時のカウントすべき最少のポイント数とした。実際に出現率を求める場合は、300交点のカウントを最低3回繰り返して平均値を求めることとした。

1) -B 飼料の消化速度の検討結果

前項で検討した手順をへて、42番の個体のゲージ収檻から第1回消化試験終了までのサンプルを分析した。この糞中表皮細胞片組成の変化を、図5に示した。



注：42番個体〔♀〕の場合

図5 給餌経過日数と糞中植物組成の変化

飼料として新しく加わったアオキはゲージに収檻3日後の12月5日からわずかに認められた。その後、徐々に出現率は増加した。すべての飼料を食べた翌日、ゲージへの収檻から4日経過した12

月6日からは、10%前後の出現頻度となった。スズタケは1日遅れて12月6日にわずかに認められた。その後、本試験開始後4日経過した12月9日から20%を越える出現頻度で推移した。一方、ヘイキューブの出現割合は、100%から漸次減少し、本試験開始後5日目の12月10日以降は70%弱で推移している。

これらから摂食した飼料は2日ないし3日で消化器官を通過し排出され始めることがわかる。また、給餌開始後、4日から5日経過すると採食した植物が安定した割合で糞に排泄されることが明らかになった。

したがって、糞分析に供するサンプルには、試験開始後4～5日程度経過したものが適当である。

#### 1) - C 飼料植物組成と糞中表皮細胞片組成の関係

次に、第1回試験を開始して5日後と第2回試験を開始して4日後に回収したサンプルを用いて糞分析を行った。そして、飼料として与えた植物組成と糞に含まれる飼料由来の表皮細胞片組成の関係を調べた。

与えた飼料植物の組成は、重量による割合である。そこで、乾燥重量と葉面積の関係式を用いて、葉面積割合に換算し、スズタケ及びアオキについて糞中の出現割合と飼料組成の関係をみたのが図6である。

アオキ、スズタケともに相関関係が認められる。これを、直線回帰させると、

スズタケ：

$$Y=0.9 \times X + 2.5$$

$$n=12, R^2=0.7$$

アオキ：

$$Y=1.0 \times X + 3.1$$

$$n=12, R^2=0.5$$

ここで Y：飼料中の葉面積含有率 %

X：糞中の出現割合 %

R<sup>2</sup>：重相関係数

という結果を得た。

これらから、飼料植物割合（葉面積）と糞中の表皮細胞片割合が、この3種の組み合わせの場合、

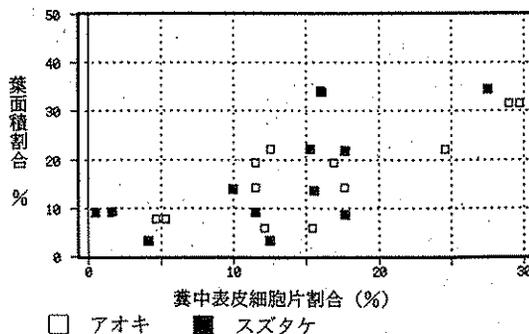


図6 給餌飼料組成と糞中表皮細胞片組成の関係

ほぼ一致することがわかった。

これらから、糞分析の手法を依存度の推定に適用できることが示された。すなわち、糞分析より表皮細胞の出現頻度を求めて依存度の推定指標として用いることができるのである。

#### 1) - D 消化率

試験で与えた植物の栄養成分を分析した結果を、表6に示した。試験管内（インビトロ）の消化率は、スズタケが31.4%、アオキが52.6%とアオキが約1.5倍高い。

表6 給餌飼料の栄養成分

単位：%

成 分		スズタケ	アオキ
水 分		44.2	71.2
乾 物	水 分	5.7	8.2
	粗 灰 分	11.7	7.7
	粗タンパク	10.7	10.1
粗 脂 肪		3.4	4.0
消 化 率 (試験管内)		31.4	52.6

実際の、みかけの消化率は、糞中の栄養成分を分析することにより計算できる。しかし、分析を実施していないのでこの値を求めることはできな

かった。

## 2) 野外給餌試験の結果

次に野外給餌試験の結果について、各項別に述べる。

### 2) - A 給餌場の利用状況

1991年12月30日に、給餌場を発信機を装着したオスジカがはじめて利用した。この時は、ビデオがまだ設置されておらず、体重計とコンピュータの接続にも障害があり記録は出来なかった。

体重計によるデータが記録され始めたのは、1992年1月2日からである。この個体の体重は約52kgで、テレメータを装着したメス成獣個体(D1)だった。その後、1月6日には体重44kgのメス成獣個体(D2)の利用が認められ、翌日の1月7日にはD1、D2個体に加えて、テレメータを装着した4尖の角をもつオス成獣個体(体重74kg)と、2頭の当年仔F1(体重20kg)とF2(体重22kg)がそろって給餌場を利用した。

給餌場の利用は、2月に入ってからは5頭の個体は毎日のように給餌場に現れ、夕方4時から朝の8時までの16時間中に、通常2回ないし3回給餌場を利用した。図7に、1992年2月6日の利用時間帯を示した。図にみられるように、利用個体

は、同じ時間帯に給餌場を利用するパターンが多く観察された。しかし、給餌場付近で何らかの攪乱があった場合には、このパターンが乱されることもあった。給餌場の利用は、4月28日まで続いた。

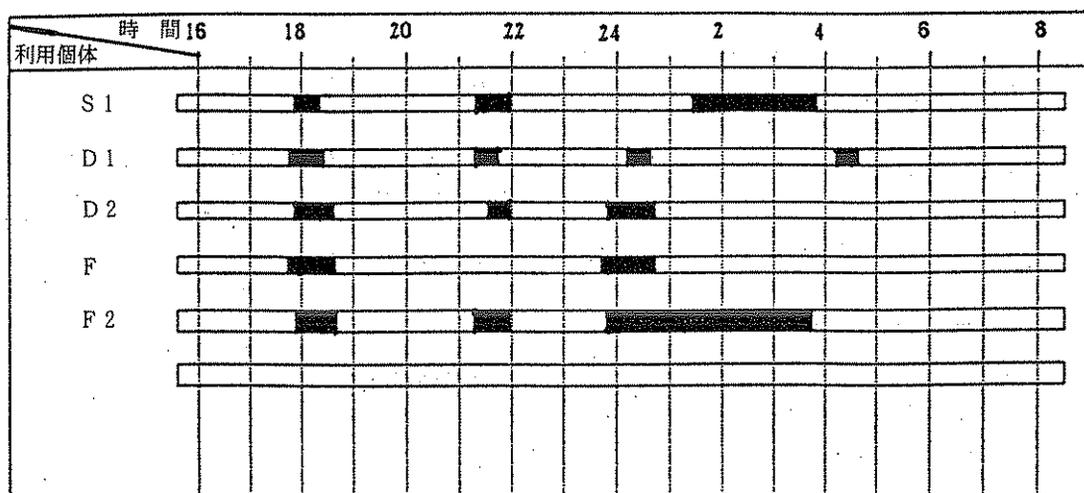
### 2) - B 給餌飼料摂取量の推移

合計87日間調査した結果、摂取率を4段階に分けて出現頻度をみると、表7のようになる。摂取率50%以上の日が80%強をしめていることが分かる。中でも、摂取率50~75%の日が49日あり、全体の60%近くを占めている。

摂取量の推移を見ると、一定の傾向が認められない(図8)。また、摂取量と給餌場の利用時間の間にも、一定の傾向はない。摂取量が給餌植物へのシカの執着を示しているとするならば、給餌期間中、同じような執着を示したといえる。つまり、摂取量と利用時間との間に関係がないということは、ゆっくりと時間をかけて食べていたか、少しの時間で同じ量を摂取し、給餌場を離れて反芻したり、休息したり、採食したりしていたかという結論になる。

### 2) - C 利用個体の体重変化

1991年1月上旬から4月下旬までの利用個体の



注：黒塗りが利用時間。1992年、2月6日の場合。

図7 給餌場の利用状況

表7 段階分けした摂取率の出現頻度

摂取率のランク (%)	出現頻度 (日)	割合 (%)
0 ~ 25	2	2.3
25 ~ 50	13	14.9
50 ~ 75	49	56.3
75 ~ 100	23	26.4
合計	87	100.0

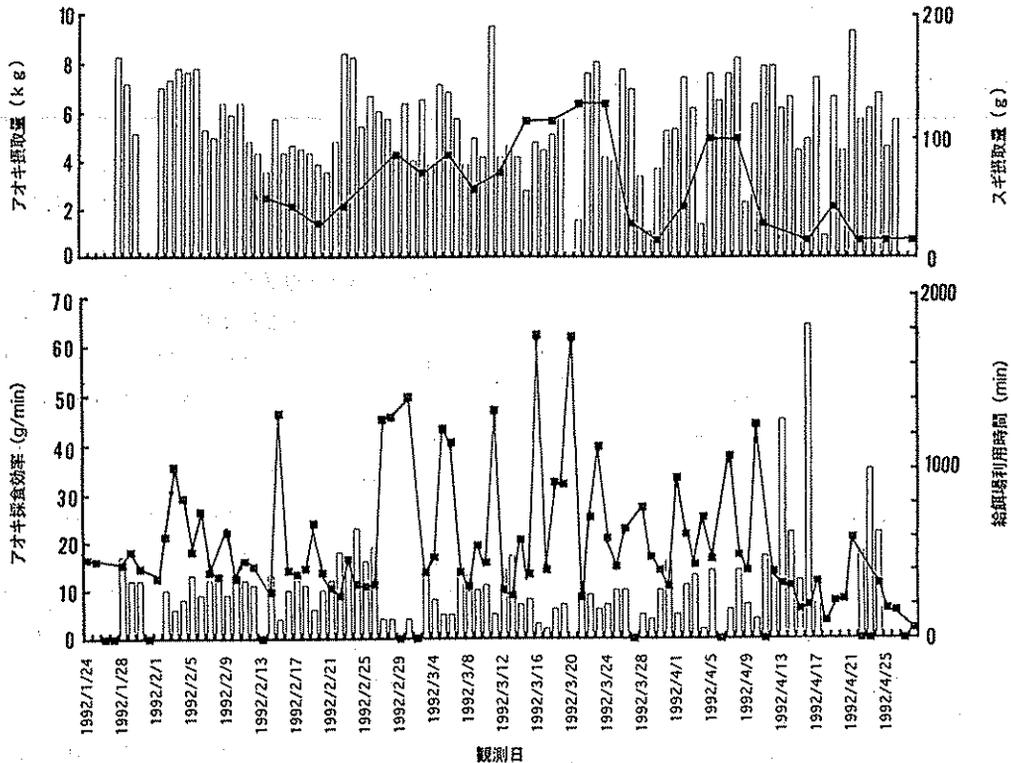
推定体重と変化率の推移を表8に示した。

測定期間内の各個体の体重は、オス成獣 (S1) では74.1kgから66.4kg, メス成獣 (D1) は、52.1kgから45.4kgと、それぞれ 7.7kg, 6.7kg減

少した。メス成獣 (D2) は、43.4kgから42.0と1.4 kg減少した。当年仔のF1個体とF2個体は、20.2kgから19.1kg, 21.7kgから21.3kgと、それぞれ 1.1kg, 0.4kg減少した。

期間中の体重推移を見ると、各個体とも3月上旬から下旬まで体重が減少し、その後回復に転じている。最も減少した時期には、当初の推定体重の7から14%減少した。体重減少の割合は、成獣個体で大きく、幼獣個体で小さかった。最も体重減少率の大きかったのは、D1個体で、4月上旬までに約8kg, 14.4%減少した。最も体重減少率の少なかったのはD2個体で、約3kg, 7.1%の減少であった。

1月から3月にかけての時期は、気象条件がきびしい。このため、生体を維持するエネルギー要求量は高くなる。一方、栄養生理的にも消化率の



注；上の図で縦棒はアオキの摂取量を、線はスギ摂取量を示す。

下の図で縦棒はアオキ採食効率 (アオキ採食量/給餌場利用時間) を、線は給餌場利用時間を示す。

図8 給餌場の利用時間とアオキおよびスギの枝葉の摂取量

表8 給餌場利用個体の体重

測定期間	推定体重 (kg)					体重変化 (%)				
	S 1	D 1	D 2	F 1	F 2	S 1	D 1	D 2	F 1	F 2
1. 2~1.10	74.1	52.1	43.4	20.5	21.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1. 11~1.20	71.1	50.4	43.0	20.0	22.0	96.0	96.6	99.0	97.3	100.0
1. 21~1.31	70.4	49.2	42.6	20.2	22.5	95.0	94.4	98.2	98.5	102.0
2. 1~2.10	68.4	48.6	42.0	19.3	21.6	92.4	93.3	96.7	94.1	97.9
2. 11~2.10	67.8	48.1	42.1	19.0	21.4	91.6	92.2	97.0	92.4	96.9
2. 21~2.29	67.4	47.7	41.4	19.5	20.4	91.0	91.6	95.4	94.8	92.6
3. 1~3.10	67.1	46.4	41.9	18.6	20.6	90.7	89.1	96.4	90.7	93.6
3. 11~3.20	66.0	45.6	40.7	18.8	20.1	89.1	87.5	93.7	91.6	91.3
3. 21~3.31	64.7	45.1	40.4	19.0	19.9	87.4	86.5	92.9	92.5	90.5
4. 1~4.10	64.9	44.6	41.1	18.9	20.6	87.6	85.7	94.5	91.9	93.4
4. 11~4.20	65.4	44.8	40.8	18.8	19.8	88.3	85.9	93.8	91.5	90.0
4. 21~4.30	66.4	45.4	42.0	19.1	21.3	89.6	87.1	96.7	92.9	96.5

低下が認められ、エサからのエネルギー吸収が落ち、体重が減少したことは、摂取したエサから得たエネルギーがすべて生体の維持にふりむけられ、さらに、体脂肪等が生体維持のために振り向けられたことを意味する。飽食状態での飼育下でも晩秋から春先まで体重の減少は認められるので、冬季の体重減少は充分なエサ環境でもおこる現象といえる。

したがって、体重の減少の程度が問題となる。この割合を、給餌が行われてない野外のエルクでの事例と比べてみると、12月から4月にかけての減少率は、オス成獣の場合は15%前後である。メス成獣では20%、その年に生まれた仔ジカは8%前後である。これらの数字は、今回測定した値とほぼ一致している。エルクのデータをニホンジカに当てはめるのは少しばかり無理があるが、今回の給餌は自然下の状態程度のエサ環境を提供したといえそうである。札掛地区のシカは、給餌場のエサに依存して、ようやく健全といえる状態で生存できたと推察できる。換言すれば、給餌は、冬場のエサを不足するのを補う役割を果たしたと考

えられた。

このような、きびしいエサ環境は春が訪れるようになり変化する。体重の減少が続いた3月下旬までは、各個体とも毎日2ないし3回給餌場を利用した。しかし、体重の回復が認められるようになり給餌場の利用頻度が徐々に少なくなった。体重にはっきりとした回復傾向が現れた4月中旬から下旬には、給餌場の利用が間断的になり、利用回数も急減した。そして、餌場の利用が行われなくなった。

これらの動向は、春先のエサ環境の変化と関連があると考えられる。調査地では、4月に入ってから徐々に、木本類の芽ぶきが活発化する。中旬以降には、さらに草本類の生長が開始する。札掛のシカの食性は、この一帯の植物の生長開始期にあたる5月に大きく変わることが指摘されている(古林, 丸山 1977)。これから、4月に入り、多汁質で栄養価の高い植物が給餌場周辺に徐々に出現するに至って、利用個体は食生活の場を給餌植物から自然下の植物にシフトさせ、植物種の量、質とも充実した4月末以降、給餌飼料を離れてこ

れらに全面的に移行したと推測する。

## 2) -D 給餌飼料への依存度

給餌場内に残された糞を、給餌期間中の1月から4月までの間に、合計26回回収した。

現在までに糞分析を終えたものについて、その結果をまとめたのが表9である。糞中のアオキ表皮細胞片の出現頻度は、15%から27%である。これを依存度に換算すると20%から30%の葉面積割合となる。成獣のニホンジカの第1胃は7から8kgの容量がある。シカは、これを常に満腹状態にするようエサを食べる習性があるとされる。一方、給餌飼料を1日あたり平均2kg程度採食している。したがって、おおむね1日に摂取すると考えられるエサの3割前後(重量比)を給餌に依存した計算になる。これは、糞分析により推定した依存度と大差のない数値である。給餌場を利用していたシカの給餌飼料への依存度は、量的におおむね3割前後と考えると差し支えないと考えられる。

表9 野外給餌への依存度

糞の採取日	糞中に占めるアオキ植物片の割合 (%)	依存度*1 (%)
1992. 1. 14	22.83	25.93
1. 23	23.66	26.76
2. 2	24.74	27.84
2. 4	24.60	27.70
2. 15	15.54	18.64
2. 16	19.63	22.73
2. 28	21.84	24.94
3. 1	27.33	30.43

\*1: 依存度は、消化試験で求めた係数を用いて葉面積割合に換算したもの

また、アオキ以外に出現する糞中の表皮細胞片には、その形態的特徴からススキと思われるものが高い割合で出現した。一方、スズタケはほとんど認められなかった。古林らは、この時期のシカの食性を1977年に報告している(古林、丸山

1977)。この時期の主要なエサ植物はスズタケ、クサギ、コクサギ、ウラジロガシ、ススキが指摘されている。現在、このうち給餌場周辺に一定量以上認められるのはススキのみである。この他は、摂食圧によりシカの利用空間からほとんど消失している。このことから、給餌場外で採食するエサはススキが多くを占めていることが予想される。この時期のススキは、枯れた葉がほとんどと考えられ、栄養価も高くはないと推察される。

したがって、給餌飼料への量的な依存度はそれほど高くはないものの、エネルギー的な依存度については大きい事が十分考えられる。しかし、現時点で給餌場周辺のシカが何を食べているのかが不明のため、この点についてはさらに検討が必要である。

## 3. 越冬期におけるニホンジカのスギ苗木摂食量の推移

ニホンジカによる植林木への食害原因を越冬期の餌不足に求め、以下の実験を行った。

### 調査方法

給餌場に通ってくるシカを給餌植物で飽食状態におき、給餌場内に置いたスギ苗木への摂食圧の変化を調べた。試験は1991年2月14日から1994年5月1日まで行った。

まず、給餌場に10本のスギ苗木を設置し、3日ごとに苗木の摂食状況の観察を行った。苗木に摂食痕の見られたものは、その都度新しい苗と交換し、いつも苗木の状態を同じ条件においた。摂食された苗木は3日ごとにすべての採食箇所の直径から摂食量を推定した。

摂食量の推定方法は、枝葉の食痕部分の直径から、摂食部位の乾燥重量を求める換算式によった。スギ苗木からランダムに枝葉を切り、その直径(d)と切り取った枝葉の乾燥重量(dw)(80℃で72時間通風乾燥)を計測し、枝葉全体を円錐と仮定し次の $d^2 \ell$ ( $\ell$ は摂食部位の長さ)とdwの関係式を得た。

$$dw = 0.0098864 d^2 \ell + 0.131834 \quad r = 0.8963 \dots (1)$$

実際には、摂食された枝の長さを測ることは不可能なので、切り口の直径と長さの回帰式を求め ( $r=0.6058$ ), (1)式にこの関係式を加えた次の式を用いて、推定摂食量を求めることとした。

$$dw=0.0088425228d^2-0.064957108d+0.131834\cdots(2)$$

ただし、食痕部位の直径が1mm以下の場合には(1)式を用いず、直径1mm以下の部位の枝葉をランダムに切り求めた乾燥重量の平均値0.0155gを用いた。

## 結果および考察

### 1) スギ苗木摂食量の推移

スギ苗木の枝葉の平均摂食量の推移を図8(前出)に示した。多少の変動は見られるが、2月中旬から3月中旬まで摂食量は増加し続け、3月20日から3月22日までの3日間で最大となった。それ以降は減少し、5月1日を最後に摂食は認められなかった。なお、3月26日から4月3日の間に採食量が大きく減少したのは、3月27日に給餌場内に忌避剤を塗布した苗木をおいた影響によると思われる。

### 2) スギ苗木アオキの摂食量の比較

試験期間中を通じて、スギの苗木とアオキの摂食量には格段の差があることがわかった。例えば、スギの採食量が最大となった3月20日から22日は、生重量に換算すると223.02g(乾燥重量138.03g, 平均含水率61.57%)となる。これに対して、アオキは、3月21日で2.7kg, 22日で8.1kg(20日は計測せず)が摂取され、スギ苗木に比して12倍から36倍もの量を摂取したことになる。給餌場におかれたスギ苗木の10本のうち数本の枝葉を摂食した結果がこの重量である。まだ、摂食されなかった苗木や、利用可能な部位が残されていることは、給餌場においてはスギ苗木がアオキと比べて嗜好性が大きく勝らないことを示唆すると思われる。今後、利用植物の成分組成などとあわせて検討する必要がある。

また、予備的な実験として、シカの出現する場所にスギの苗木だけを置き、その摂食状況を調べ

たところ、給餌場とは大きく異なる結果が得られた。多くの苗木がすべての枝葉を摂食され、主軸だけが残されるような形態となった(写真2参照)。数回のカウントの結果、給餌場を利用した5頭よりも少ないシカがここを利用したと推定された。このように両試験地のスギ苗木の枝葉の摂取量に差異が見られることは、給餌植物がバッファーとなりスギ苗木の採食を軽減する可能性を示唆している。

## 4. ハビタットの温度環境の分析

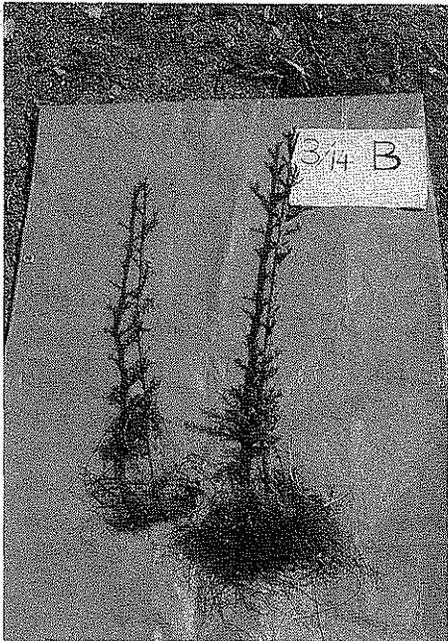
### 調査方法

1991年1月からテレメトリー法により行動追跡していた2頭のシカの行動圏内に温度センサー付IC記憶式装置をセットし、10分ごとの気温を記録している。ロケーションの結果と合わせて、シカのハビタット利用の一要因を解析しようとするものである。しかしながら、シカの行動が温度変化と対応するように動いているものかどうか知ろうという目的を達成するためには、ロケーションの精度がまだまだラフなこともあって、この方法ではつきとめることができないことが分かった。そこで、新たに、より小型の同装置を開発し、37gという超小型の新製品が完成した。現在、発信機と温度センサー付IC記憶装置を組み合わせシカに装着し、シカの行動を追跡中である。この結果と、いろいろな環境下に置いた結果を対応させてみることで季節的な環境利用の一つの要因としての気温の意味付けができるものと考えている。

今報告では、1992年1月15日から6月1日まで計測された種々の環境下の気温の変化について解析するにとどめたい。

10分おきに計測、記録された温度を以下のようにとりまとめた。

- 1) 装置をセットしたところと同緯度またはそれに近い緯度の日の出、日の入の時刻を理科年表で調べる。
- 2) 日の出から日の入までを日中温度とする。日の入から日の出までを夜間温度とする。それぞれの平均日中温度、平均夜間温度を求める。



A : 給餌場に設置した苗木  
B : 給餌からはなれた場所に設置した苗木

写真2 シカの食圧をうけたスギ苗木

3) 環境間の平均温度の差を解析する。

結果および考察

現在まで取りまとめた結果を概要すれば、東南斜面の伐開地（開放的な空間）と南斜面のモミ、ツガ天然林、ヒノキ人工壮齡林（西斜面、東斜面、

南斜面）との間に、日温度較差に有意差が認められた。つまり、日中平均気温は、伐開地より林内のほうが高くなることから、日温度較差は伐開地で大きくなる日が多いことが分かった。表10は各月の上旬、中旬、下旬の日温度較差について環境間の差の比較を行った結果を示している。

表10 日中平均気温と夜間平均気温の格差の t 検定

t-KENTBI	JYUHDO	BAK-MOMI	BAK-EAST	BAK-WEST	BAK-SOUT	MOMI-EAST	MOMI-WEST	MOMI-SOUT	EAST-WEST	EAST-SOUT	WEST-SOUT
1 / 15	20	2.2228*	3.2220**	2.3408*	2.1505*	1.1107	0.1150	-0.115	-1.0068	-1.2515	-0.2336
2 / 1	18	0.9182	1.2451	0.8997	0.7014	0.2874	-0.031	-0.228	-0.3250	-0.5301	-0.1998
2 / 11	18	2.1670*	2.7364*	2.5707*	1.7227	0.5217	0.3771	-0.434	-0.1426	-0.9640	-0.8157
2 / 21	16	2.6437*	3.5818**	2.9590**	2.3367*	0.7878	0.2761	-0.220	-0.5085	-0.9923	-0.4908
3 / 1	18	1.1568	1.4351	1.1313	0.8579	0.2839	-0.009	-0.295	-0.2888	-0.5775	-0.2826
3 / 11	18	0.9184	1.2388	0.9130	0.8394	0.3370	-0.037	-0.072	-0.3865	-0.4055	-0.0381
3 / 21	20	1.1071	1.4598	1.0717	1.5723	0.3359	-0.036	0.5299	-0.3735	0.23460	0.56423
4 / 1	18	0.7723	0.9426	0.7674	0.5978	0.1648	-0.013	-0.173	-0.1803	-0.3396	-0.1625
4 / 11	18	1.3751	2.0011	1.3466	1.2616	0.5228	-0.034	-0.138	-0.5835	-0.6854	-0.1040
4 / 21	18	2.0947	2.8072*	1.7430	2.1642*	0.6672	-0.340	0.0636	-1.0116	-0.6045	0.40492
5 / 1	18	0.9858	1.2278	0.8380	1.0762	0.2058	-0.161	0.0909	-0.3782	-0.1105	0.25346
5 / 11	18	1.0584	1.7206	1.0229	0.9046	0.7836	-0.011	-0.186	-0.7827	-0.9774	-0.1683
5 / 21	20	2.1283*	2.3376*	1.8873	1.6509	0.1449	-0.326	-0.482	-0.4940	-0.6462	-0.1789

\* は 5%水準で、\*\* は 1%水準で地点間に有意差があることを示す。

BAK ...伐開地（東南斜面）	1 / 15	1月15日から1月31日	4 / 1	4月1日から4月10日
EAST...ヒノキ壮齡人工林（東斜面）	2 / 1	2月1日から2月10日	4 / 11	4月11日から4月20日
WEST... "（西斜面）	2 / 11	2月11日から2月21日	4 / 21	4月21日から4月31日
SOUT... "（南斜面）	3 / 1	3月1日から3月10日	5 / 1	5月1日から5月10日
MOMI...モミ、ツガ天然林（ " ）	3 / 11	3月11日から3月20日	5 / 11	5月11日から5月20日
	3 / 21	3月21日から3月31日	5 / 21	5月21日から5月31日

Summary

The winter energy requirement and the seasonal habitat use were studied on Sika deer (*Cervus nippon*) inhabited in man-made forests, Fudakake, Tanzawa Mountains. Radio tracking and supplementary feeding in winter were done continuously in 1991. From the radio tracking we found that; 1) their annual home ranges were located almost same area, 2) there are seasonal differences in the home range use between doe and stag during parturition and lactation period, and 3) home range size during supplementary feeding period was reduced remarkably in comparison with other seasons. From the supplementary feeding, we found Sika deer depended on supplementary forage mainly during the severe

winter period, and energy source was shifted to the natural forage in the end of April. We also succeeded in continuous measuring of the individuals' body weight through the feeding period. The body weight decreased from December to the beginning of April and started to recover from the middle of April. The percentages of weight lost were from 7% to 14% at its maximum. We estimated their dependence for supplementary forage were around 30% from fecal analysis. Japanese cedar (*Criptomeria japonica*) seedings put at feeding site were browsed hardly in March and its amounts were very small in comparison with forage consumption. In order to make habitat selection clear we set five I.C. thermometer censor data loggar in the home range of radio collared deer and recorded every ten minutes interval data. We also attached tiny thermometer censor data loggar and radio transmitter collar with deer and started to get their location.

## ニホンザルの現況—1991

ニホンザルの保護管理研究グループ  
小金沢正昭・東 英生

### Current Status of the Japanese Monkey-1991

Japanese Monkey Management Research Group  
Masaaki KOGANEZAWA and Hideo HIGASHI

1978年に実施された第2回自然環境保全基礎調査による各都府県分布図から孤立個体群を抽出し、アンケート・現地聞き取り・踏査によって、各孤立個体群の1978年及び1991年の生息状況と農林作物被害の発生状況と被害対策の実態を調べた。アンケート調査の結果、抽出された21の孤立個体群のうち9の個体群は群れで生息している可能性は低いことが分かった。久慈、花巻、羽後庄内の3個体群は、1978年の調査当時すでに群れとしては生息していなかったと判断された。1923年から1978年にかけての全国分布の変遷は、生息地が拡大し相互に接続した個体群はあるものの、新たに分布が確認された個体群は無いことが分かった。

群れとして生息する11の孤立個体群は5つが東北地方に分布し、残りは瀬戸内海と九州に分布している。これらの内、農林産物の被害問題が発生していないのは耕作地のない1地域だけである。東北地方の個体群は、1件を除いてごく最近になって被害が発生している。また有害鳥獣駆除はその許可数は多いものの実際の駆除数は少ない。下北の個体群ではタイワンザルとの交雑の危険性があるが、根本的な解決には至っていない。

#### はじめに

小金沢 (1991) は、自然保護協会報告書 (第74号) のなかで、本種の分布と保護の現状およびその問題点について報告し、本種の1923年と最新の分布 (1978年) を比較した結果、全国的には分布域が縮小し、分断され、地域的に絶滅して行く中で、一方では分布域が拡大するという、一見矛盾した状況にあることを指摘した。また、この55年間の変動の中で注目すべき点として、区画数の少ない地域個体群あるいはサブ個体群ほど絶滅してゆく傾向にあることを指摘した。一方、本種の分布、特に「孤立個体群」に関する全国的な調査は、これまで行われておらず、その現状について早急な調査が必要とされていた。

そこで、本研究では1978年の分布図を基にそこから抽出された「孤立個体群」について、関係市町村へのアンケートと現地調査によって、その実

態を調査したので報告する。

#### 方法

##### 1) 全国分布図

本研究で用いた全国分布図は、1978年に実施された第2回自然環境保全基礎調査 (環境庁 1981) による本種の各都府県分布図 (5kmメッシュ分布図) から「群れが生息する情報が得られた区画」を生息区画として作成した。

##### 2) 孤立個体群の抽出

小金沢 (1991) の方法に従って、最も近い生息区画が20km以上離れている区画群を地域個体群とし、その区画数が10区画以下の地域個体群を孤立個体群とした。

##### 3) アンケート調査

調査は、各孤立個体群の生息状況 (1978年の調査時点で既に分布していたかどうかを確認することと現在 (1991年) の生息状況) と農林作物被害

の発生状況および被害対策の実態を把握するために、各孤立個体群が分布する市町村に対して、郵送アンケート方式による聞き取り調査を行った。

#### 4) 現地調査

アンケート調査の結果、群れと生息にかかわらず、生息情報が得られた個体群を対象に、生息実態と個体群を取り巻く問題点を明らかにするために、現地での聞き取りならびに踏査による調査をおこなった。

### 結果と考察

#### 1. 孤立個体群の分布状況

1978年の全国分布図(図1)から抽出された孤立個体群は、合計21地域個体群であった。このうち、すでに分布状況がある程度把握されている金華山、房総南部、耶馬溪の3個体群を除く、18個体群を対象に、これらの個体群が生息する60市町村にアンケートを送付し、49市町村から回答を得た(回収率82%)。アンケート調査の結果と現地調査の結果を総合した結果、21の孤立個体群(カッコ内は生息区画数)のうち、久慈(1)、羽後庄内(1)、花巻(4)、栗駒山(9)、羽前金山(2)、高田西部(1)、房総南部(1)、大聖寺(3)、金剛山(1)の9個体群は、群れで生息する可能性は低いと判断され、群れで生息する個体群は11個体群のみであった(表1)。

このうち、久慈、花巻、羽後庄内の3個体群は、調査協力員として調査を担当した三戸は、それまでに蓄積した資料をもとに1978年当時既に本種が生息していなかったことを報告し、さらに現地調査においても新たな生息情報をえる事は出来なかった。したがって、今回の調査の結果、この3個体群については、1978年当時すでに群れとしては生息していなかったと判断された。この結果、小金沢(1991)が報告した「55年間に生息区画数5以下で絶滅した地域個体群」は、合計11地域個体群であったことがあきらかとなった。

一方、小金沢(1991)で新たに分布が確認されたと判断された4つの地域個体群のうち、羽前金山、金剛山では1978年当時すでに生息していない

との情報が寄せられ、荒川浜(1)では九州本島側には1978年当時すでにニホンザルは生息せず、沖の島に屋久島から移植され、増加したヤクシマザルの放飼群が生息するのみであった。また、大聖寺では、昔から生息しない(山中町)という情報と群れとは判断できない(丸岡町)あるいは単独個体が生息する(金津町)という情報が寄せられ、少なくとも現在は群れは生息しないと判断された。このことから、小金沢(1991)が報告した「1923年から1978年にかけての55年間に分布が新たに確認された」とした4つの個体群(羽前金山、高田西部、大聖寺、金剛山)については、いずれも、少なくとも1978年当時群れが生息していたとする情報は得られなかった。すなわち、1923年から1978年にかけての全国分布の変遷を見ると、生息地が拡大し相互に接続した個体群はあるものの、新たに分布が確認された個体群はないことになる。

このように、今回の調査を通じて、1978年の調査結果にいくつかの誤りが含まれていることがあきらかとなった。このような誤りは、アンケート調査による分布調査の限界を示すものであり、少なくともアンケート調査においては従来の知見と異なる情報が得られた場合は、同じ調査でシカについては2年目に再調査が行われたように、情報の確からしさを確認するための再調査を実施する必要があるといえる。

#### 2. 孤立個体群の生息状況と現状

群れとして生息する11の孤立個体群の内、約半数に当たる5つの個体群が東北地方に分布し、残り半数は、瀬戸内海東部を取り巻く地域と九州に分布している。

##### 2-1. 農林産物被害と有害駆除

これらの個体群のなかで、農林産物の被害問題が発生していないのは耕作地がない金華山の個体群だけで、他の孤立個体群ではその規模、発生年次に違いはあるものの農林産物被害が発生していた。特に、東北地方の地域個体群では、下北(脇野沢村)で1970年(昭和45年)ごろから被害が発

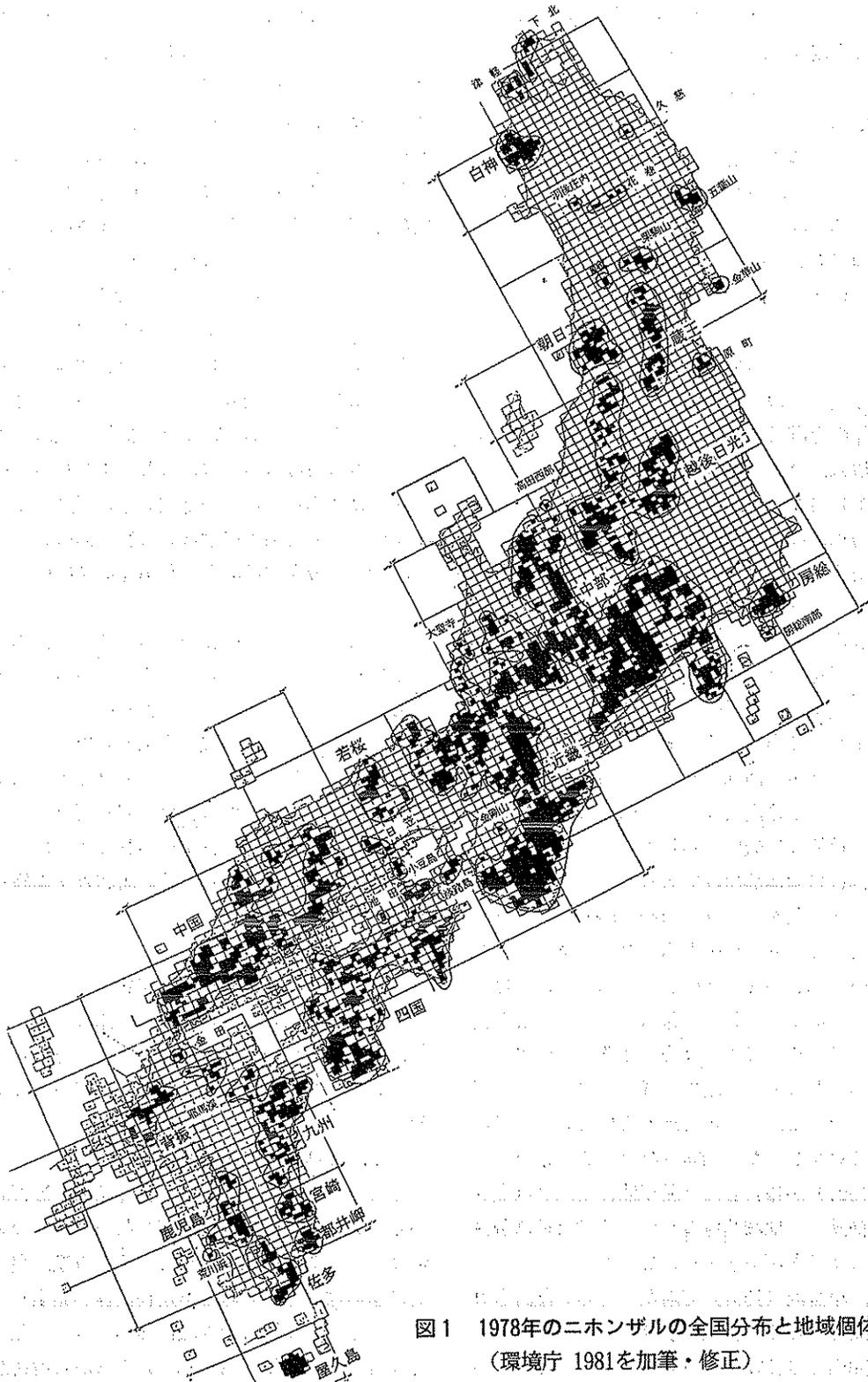


図1 1978年のニホンザルの全国分布と地域個体群  
 (環境庁 1981を加筆・修正)

表1 ニホンザル孤立個体群の現状 (1991年)

個体群名	生息区画数		アンケート調査								
			市町村数		生息			被害		有害駆除	
	1978年	1991年	送付	回収	群れ	単独	無	有	無	有	無
1 下北	10	10	6	4	○			○			○
2 津軽	8	11	8	7	○			○			○
3 久慈	1	0	1	0							○
4 羽後庄内	1	0	1	1			○		○		○
5 花巻	4	0	4	4		○	○		○		○
6 五葉山	10	10	5	4	○			○			○
7 栗駒山	9	0	2	1		○			○		○
8 羽前金山	2	0	1	1		○			○		○
9 金華山	4	4	0	0							
10 原町	5	13	4	4	○			○		○	
11 高田西部	1	0	3	3		○	○		○		○
12 房総南部	1	0	0	0							
13 大聖寺	3	0	3	3		○	○		○		○
14 金剛山	1	0	3	3			○		○		○
15 淡路島	8	8	3	1	○			○		○	
16 日笠	6	6	7	5	○			○		○	
17 小豆島	5	5	3	3	○			○		○	
18 池田	2	2	1	1	○			○			○
19 金田	3	3	3	2	○			○			
20 耶馬溪	9	9	0	0							
21 荒川浜	1	1	2	2	注1						

注1：ヤクシマザルの移植群

合計 60 49 回収率=82%

生したのを除くと、五葉山（住田町）で1990年（平成2年）ごろから、下北（佐井村）で1991年（平成3年）ごろから被害が発生したことが報告され、ごく最近になって被害が発生している。そのことは、同時に有害駆除の実施状況にも反映され、東北地方の個体群では、唯一、原町で有害駆除が被害対策としてとられたが、平成2年、3年

の実績を見る限り、許可はおりたものの、実際に駆除された個体は0頭であった。また、九州の金田（香春町）では、被害は、発生しているものの、群れを餌付けており、有害駆除は実施されていなかった。一方、瀬戸内海東部に日笠、淡路島、小豆島、池田の4地域個体群は、共にミカン、ビワなどの果実類や野菜類の農林産物被害が

発生し、その対策として有害駆除が実施されている。しかし、報告された市町村を見る限り、日笠（和気町）では50頭の許可数に対して駆除数は0頭（平成2年度）、1頭（平成3年度）であった。また、小豆島では、関係3市町村で合計250頭前後の許可数に対して1ないし2頭が駆除されたにすぎず、その許可数は多いものの実際の駆除数は多くはないといえる。

## 2-2. 島嶼個体群

11の孤立個体群のうち、島嶼に生息するのは、金華山（面積約9km<sup>2</sup>）、淡路島（面積593km<sup>2</sup>）、小豆島（面積152km<sup>2</sup>）の3つの個体群であった。

このうち金華山地域個体群は、金華山島のほぼ全域に生息し、4つの群れが生息する（伊沢1983）。また、淡路島地域個体群は、淡路島南東部の丘陵地帯に1群（上灘群）が淡路島モンキセンターで餌付けされて生息する（高畑ほか1978）。小豆島地域個体群は、2つの餌付け群（寒霞渓自然動物園と銚子溪自然動物園）が生息する。

## 2-3. 他種との交雑

今回調査した孤立個体群のなかで、他種との交雑の問題が発生しているのは、下北地域個体群で、タイワンザルとの交雑の危険性が多くの研究者によって指摘されてきたが、根本的な解決には至っていない状況にあった。

なお、今回の調査では、群れの飼育場所が以前の場所から移動し、部外者の調査が困難であったため、直接、タイワンザルの飼育状況について調査することはできなかった。

## 文 献

- 伊沢紘生, 1983. 金華山のニホンザルの生態学的研究—第一報—. 宮教大紀要, 18: 24-46.
- 環境庁, 1981. 第2回自然環境保全基礎調査動物分布調査報告書（哺乳類）全国版（その2）.
- 小金沢正昭, 1991. ニホンザルの分布と保護の現状およびその問題点, 野生動物保護—21世紀への提言—, pp. 124-157.
- 高畑由紀夫ほか, 1978. 淡路島ニホンザル調査報告. にほんざる, 4: 8-13

# 森林性大型猛禽, クマタカの保護プログラムの確立と実践

クマタカ生態研究グループ

山 崎 亨

## The Conservation Program for the Japanese Mountain Hawk-Eagle, the Largest Forest Raptor in Japan

The project team for research into and conservation of the Japanese Mountain Hawk-Eagle

Toru YAMAZAKI

クマタカは森林内に生息するため、その生態はこれまでほとんど不明であったが、今回の調査により、保護対策を確立するのに必要な生息条件のいくつかが明らかになった。

まず、営巣条件では、最も重要な要素は周囲のキャノピーから十分に突出しているような高木の存在である。しかも巣を支持する枝が適度な角度でほぼ水平にキャノピーよりも上に張り出している必要がある。これらの大木が多数存在してこそ、初めて営巣可能な木が得られると考えられた。

次に食性条件では、クマタカが森林内のさまざまな中小動物を捕食していることが明らかとなり、これらの中小動物を生産できる森林を林道や人里近くにも保護区として残す必要があると思われた。

また、テレメトリー法による巣立ち後の幼鳥の行動圏調査では、巣立ち後ほぼ1年近くまで営巣木から1,000mの範囲で行動していることが明らかとなり、クマタカの繁殖場所の保護には、少なくとも営巣木を中心とした半径1,000mの範囲を特別に保護する必要性のあることが分かった。

保護活動の実践では、人間とクマタカが共存できる方策を検討すると共に、啓発用パンフレットの作成や、地域住民との交流などを行ってきた。次年度の継続事業では、テレメトリー法による生態調査成果を上げ、具体的な保護対策の取りまとめを行うと共にモデル的な実践にも取り組みたい。

### はじめに

クマタカ *Spizaetus nipalensis* は東南アジアに分布し、日本がその北限となっている。全長約80cm、翼開長140-170cmで日本の山岳地帯に生息・繁殖するワシタカの中ではイヌワシに匹敵する大型のタカである。近年、生息環境の破壊、密猟などにより、絶滅の危険性が指摘され、特殊鳥類や絶滅危惧種に指定されているが、その生態や個体数はほとんど不明であり、生態学的調査結果に基づいた具体的な保護対策の確立が望まれている。

### 調査地

調査地は滋賀県と三重県の県境界部に位置する

鈴鹿山脈である。鈴鹿山脈は南北に長い古生層の地層山脈で、標高1,000m級の山々が連なっている。滋賀県側は河川が深く入り込み、数多くの山峰が存在している。北部は日本海側気候の影響を受け、積雪も多い。植生は原生林はほとんどなく、ナラ・クヌギなどの二次林、伐採地、スギ・ヒノキの植林地がモザイク状に存在している。

### 調査結果の概要

クマタカは森林内に生息するため、その生態はこれまでほとんど不明であったが、今回の調査により、保護対策を確立するのに必要な生息条件のいくつかが明らかになった。

まず、営巣条件では、最も重要な要素は周囲の

キャノピーから十分に突出しているような高木の存在である。しかも巣を支持する枝が適度な角度でほぼ水平にキャノピーよりも上に張り出している必要がある。これらの大木が多数存在してこそ、初めて営巣可能な木が得られると考えられた。

次に食性条件では、クマタカが森林内のさまざまな中小動物を捕食していることが明らかとなり、これらの中小動物を生産できる森林を林道や人里近くにも保護区として残す必要があると思われた。

また、テレメトリー法による巣立ち後の幼鳥の行動圏調査では、巣立ち後ほぼ1年近くまで営巣木から1,000mの範囲で活動していることが明らかとなり、クマタカの繁殖場所の保護には、少なくとも営巣木を中心とした半径1,000mの範囲を特別に保護する必要性のあることが分かった。

保護活動の実践では、人間とクマタカが共存できる方策を検討すると共に、啓発用パンフレットの作成や、地域住民との交流などを行ってきた。次年度の継続事業では、テレメトリー法による生態調査成果を上げ、具体的な保護対策の取りまとめを行うと共にモデル的な実践にも取り組みたい。

#### 調査項目別の結果要点

### 1. クマタカの生息に不可欠な要因の調査

#### (1) 営巣環境調査

##### 調査方法

調査は13ペアのクマタカの18巣について行った。複数の巣を持っていたペアは3ペアで、K0401とK0501が3巣、K0502が2巣であった。

現地調査により営巣場所の植生、営巣木の樹種、胸高直径、架巣部分の構造を、実際に巣まで登って、巣の地上高、巣に関する測定値、巣の露出方位を記録した。営巣木の樹高は巣あるいは地上からの目測により、巣の地上高に加算して得られた。

営巣場所の地形的特徴を知るため、営巣木の標高、営巣木直下の谷底の標高（最低標高）、営巣木直上の尾根の標高（営巣斜面尾根標高）、営巣斜面の尾根と連続する稜線の最高標高（最高標高）、営巣斜面の露出方位ならびに人家までの距離を、5万分の1の地図から読み取った。

#### 調査結果

##### ① 営巣場所周囲の植生（表1）

植生を調査した11箇所の営巣場所のうち二次林が4箇所（K0401・K0404・K0406・K0502）、二次林と植生の混交林が3箇所（K0405・K0501・K0702）、自然の高木が散在する植林地が3箇所（K0502②・K0601・K0701）、植林地が1箇所（K0403）であった。これらの植生環境の共通する特徴は、キャノピーを形成する高木間や、それらの高木層と中・低木層の間には大型のクマタカが飛行するのに十分な間隔があり、林床部の植生が疎であるということであった。

##### ② 営巣場所の地形（表1、図1・2）

営巣木の標高は平均482m（N=18、Min. 340m、Max. 760m）で、すべて急斜面に存在した。営巣斜面の高度差は平均153m（N=16、Min. 50m、Max. 320m）で、これに対する営巣木の位置を百分比で表すと、平均79%（N=16、Min. 50%、Max. 99%）と高く、すべて50%以上に含まれた。大部分の営巣場所はV字型の谷を形成する斜面であったが、K0701（標高370m、斜面高度差50m）とK0702（標高340m、斜面高度差60m）の営巣場所は山麓部のなだらかな起伏をなす地形の中に存在するわずかな急斜面であった。

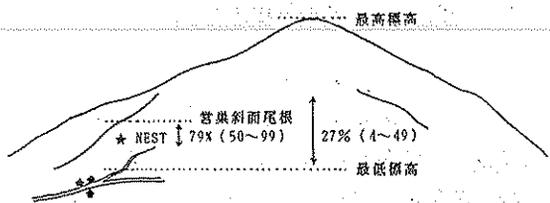
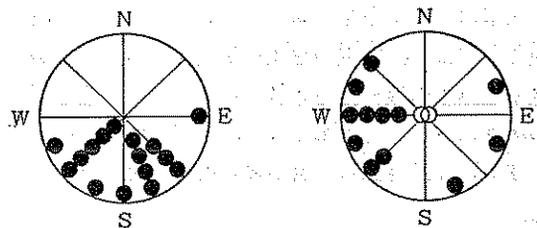


図1 クマタカの営巣場所と周囲の地形との関係



営巣斜面 (N=16)      巣 (N=14)

図2 営巣斜面および巣の露出方位

表1 鈴鹿山脈におけるクマタカの営巣場所

ペアコード	周囲の植生	A営巣木の標高(m)	B最低標高(m)	斜面尾根標高(m)	最高標高(m)	営巣斜面		最低-最高標高		斜面方位	人家までの距離(km)
						C高度差(m)	巣位置(%) <sup>4</sup>	D高度差(m)	巣位置(%) <sup>5</sup>		
K0201	—	520	320	640	730	320	(63)	410	(49)	SW	0.79
K0401①	クヌギ・コナラ群集の中にアカマツが散在	430	330	460	760	130	(77)	430	(23)	SW	0.67
②	—	460	330	460	760	130	(99)	430	(30)	S	1.20
③	—	460	320	480	760	160	(88)	440	(32)	SSE	1.16
K0402	—	420	280	430	690	150	(93)	410	(34)	SW	0.38
K0403	スギ・ヒノキ植林	470	310	520	960	210	(76)	650	(25)	SW	0.50
K0404	アカマツ・モチツツジ群集	420	270	420	620	150	(99)	350	(43)	SE	2.45
K0405	二次林とスギ群集	360	240	360	660	120	(99)	420	(29)	SSE	0.35
K0406	シロモジ群集の中にアカマツが散在	760	630	800	1,240	170	(76)	610	(21)	WSW	4.28
K0501①	スギ植林とシロモジ群集の境界部にモミ林が残存	610	520	680	980	160	(56)	460	(20)	SSE	0.48
②	—	610	520	680	980	160	(56)	460	(20)	SSE	0.48
③	—	580	—	—	—	—	—	—	—	—	—
K0502①	モミ・シキミ群集	510	370	550	760	180	(78)	390	(36)	SSW	0.49
②	スギ植林内にモミが散在	490	330	500	760	170	(94)	430	(37)	SE	0.51
K0601	スギ植林内にモミが散在	470	370	500	760	130	(77)	390	(26)	SE	0.48
K0602	—	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—
K0701	スギ・ヒノキ植林内にクロマツ散在	370	330	380	760	50	(80)	430	(9)	SW	0.47
K0702	アカマツ・モチツツジ群集内にスギ・ヒノキ植林が散在	340	320	360	770	60	(50)	450	(4)	E	0.24
平均		482				153	(79)	448	(27)		0.93

1 : 営巣木直下の谷底の標高, 2 : 営巣木直上の尾根の標高, 3 : 営巣斜面の尾根と連続する稜線の最高標高

4 :  $(A-B)/C \times 100$ , 5 :  $(A-B)/D \times 100$

最低-最高標高の高度差は, 平均 448m (N=16, Min. 30m, Max. 610m)で, これに対する営巣木の位置の百分比は, 平均27% (N=16, Min. 4%, Max. 49%)と低く, すべて50%より下に含ま

れた.

営巣斜面の露出方位は, 東を示した1例を除いて, 南東から西南西の南向きであった.

③ 営巣木と巣の位置(表2)

表2 鈴鹿山脈におけるクマタカの巣と営巣木

ペアコード	樹種	樹高 (m)	胸高 直径 (cm)	巣			架巣構造			
				地上高 (m)	長径×短径 (cm)	厚さ (cm)	方位	1 型	2 枝数	3 安定性
*K0201	アカマツ	19.3	58	16.3 (84) <sup>4</sup>	125×120	66	-	I	5	○
K0401①	アカマツ	22.1	70	17.1 (77)	100×100	30	W	I	2	△
	② アカマツ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	③ アカマツ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K0402	アカマツ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K0403	植林スギ	29.4	-	21.4 (73)	140×100	41	ENE	I	3	○
K0404	アカマツ	13.0	38	13.0 (100)	130×105	76	Nd <sup>5</sup>	II	2	○
K0405	アカマツ	20.4	65	10.4 (51)	110×100	38	Nd	II	0	◎
K0406	アカマツ	17.2	38	14.5 (84)	130×100	27	ESE	I	2	△
K0501①	モミ	35.6	88	30.0 (84)	133×85	60	WNW	I	2	○
	② 天然スギ	35.3	103	28.3 (80)	120×100	36	SSE	I	3	◎
	③ モミ	-	-	-	-	-	SW	-	-	-
K0502①	モミ	22.2	70	14.2 (64)	150×130	10	W	III	1	△
*	② モミ	19.9	-	14.5 (73)	100×70	20	W	I	3	○
K0601	モミ	18.0	54	9.7 (54)	130×105	134	W	II	-	◎
K0602	アカマツ	-	-	-	-	-	WSW	-	-	-
*K0701	クロマツ	-	57	-	100×70	-	NW	I	-	△
*K0702	アカマツ	-	-	-	120×120	30	SW	-	-	-

\*：非繁殖期に測定

1：I. 幹から出る複数の枝の根元に架巣，II. 幹の変形した部分に架巣，III. 幹から離れた枝の上に架巣

2：巣を支持する枝の数，3：◎非常に安定，○安定，△不安定，4：( )内は樹高に対する百分比，

5：Non direction

営巣木はすべて針葉樹でアカマツが10例，モミが5例，クロマツ，天然スギ，植林スギがそれぞれ1例であった。営巣木はいずれもその地域における最も高い大木のひとつで，周辺の植生が形成するキャノピーから顕著に突出した木が多かった。樹高は17.2mから35.6m (N=10)で，胸高直径は38cmから103cm (N=10)であった。

営巣木における巣の位置は，地上9.7mから30m (N=11)の高さにあり，樹高に対する百分比は75% (N=11, Min. 51%からMax. 100%)と高い位置にあった。

巣は周囲の植物が形成するキャノピーよりも上にあることが共通した特徴であった。写真1はK0601のモミの巣で，キャノピーから顕著に露出し

た典型的な例である。写真2のK0406の地域は広範囲に二次林が残っており，その中にアカマツが散在するが，いずれもあまり大きくない。巣は均一な面を形成するキャノピーからわずかに突き出したアカマツの樹頂付近にあった。

#### ④ 巣および架巣部分の構造 (表2, 図2)

巣はだ円形のものが多く，繁殖に使用中のものはほとんど長径，短径とも1mを超える。厚さはK0601の134cmという極めて厚いものがあったが，概ね30cmから70cmで，中にはK0502の10cmときわめて薄いものもあった。

巣の架設の仕方には3タイプ (I・II・III)あった。I型は幹から水平かやや上向きに出る数本の枝の根元を土台として幹に接して架けられるタ

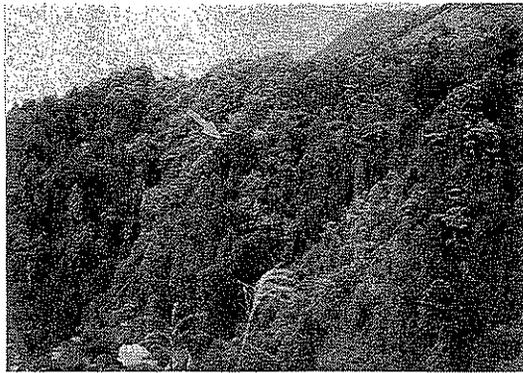


写真1 K0601の営巣木



写真2 K0406の営巣木

イブで、8例と最も多かった。巣を支持する枝は2本から5本で、枝が2本の場合、その形状により支持面が偏っていたK0401①とK0406は不安定であり、雛の巣立ち後、強風によって前者は落下し、後者は大きく傾いた。Ⅱ型は幹の変形した部位を利用した巣で3例あった。K0404は主幹が折れた部分の上に、そこから出る2本の横枝を補助として架けられていた。K0405は三股に分岐した中心部にあった。K0601は主幹が折れ曲がって形成された小さな平坦部とそこから出る横枝を支持として架けられていた。この3例はいずれも安定しており、特に後の2つは非常に安定度が高かった。Ⅲ型は幹から1.45m離れた枝の分岐部に架けられていた珍しい例で、巣は厚さが10cmと薄く、不安定で雛の巣立ち後に落下した。

巣の露出方位は西向きが4例と最も多く、全体に西側に偏っていた。2例(K0404, K0405)は主幹の中心部に位置し、無方向性であった。

#### ⑤ 伐採の影響

K0601の巣はモミに作られた厚さ134cmの巨大な巣で、永年連続して使われてきた巣であると思われる。しかし、1987年に巣を発見して雛が巣立ちした後、営巣木から数mの近距離まで伐採が行われ、それ以降全く使用されなくなった。

K0405の巣は1988年に発見したがその年の秋から翌年の春の間に、営巣木がある斜面の尾根を挟んで反対側の谷が伐採された。その後2年間使用されなかったが、1991年に繁殖に成功した。

#### まとめと考察

クマタカは営巣場所として、生息地域の最低-最高標高の中間より低い位置で、南向きの急斜面の中間より高い位置を選択している傾向があった。生息地域の低所を営巣場所として利用する理由として、第一に高所ほど悪天候の影響を受けやすく、育雛には不利であるということが考えられるが、さらに重要なのは、ハンティング場所との関係であると思われる。今回のテレメトリー調査から、例数は少ないながらも、ハンティング場所として比較的低い場所を利用し、高所はあまり利用していない傾向が見られた。クマタカの巣は意外に人家の近くにあったが、山の中で集落ができるような場所は、川を中心に開けたところで、人が生活し易いのも同様に鳥や動物にとっても利用し易い生活域となっている。クマタカもこのような中小動物の多い場所をハンティング場所として利用し、捕獲した獲物を高所へ運び上げなくてもいいようにその近くに営巣場所を選択しているのではないかと考えられる。このことを確かめることは、今後のテレメトリー調査の重要な課題である。

クマタカは人里近い低所を営巣場所としているが、このようなところは人の手が入り易い場所でもあり、今回調査対象の13ペアのうち2ペアの営巣場所付近で伐採が行われ、K0601では全く使用されなくなり、K0405は2年おいて再び使用された。K0601は伐採によって営巣木がほぼ完全に露

出してしまったのに対し、K0405は営巣斜面の尾根が遮蔽効果をもたらしたことにより、再利用されたのではないかと思われた。

## (2) 食性調査

### 調査方法

マーカ―装着時および巣の測定時に巣の上で発見した餌の種類を調査した。食べさしの生餌はその場で種名を記録し、骨、毛、羽、ペリットなどの残骸は持ち帰って種の同定を行った。また、巣の下に落下している残骸についても同様に調査した。

### 調査結果

今回、種の同定ができたものは哺乳類が7種、鳥類が5種であった。は虫類のヘビ類は種の同定はできなかったが、種の異なる骨が含まれていた(表3)。

哺乳類はノウサギが最も多く、ほとんどの巣で発見された。その他、アナグマ・ムササビ・タヌキ・テン・イタチ・リスが確認された。鳥類はヤマドリが最も多く、ほとんどの巣で発見され、その他キジ・カケスが確認された。は虫類はヘビであるが、ペリット中のウロコや脊椎・肋骨が主でアオダイショウ以外は種の同定はできていない(表3)。しかし、大小さまざまな骨があったので、数種のヘビが捕食されていることは間違いない。

ムササビのような夜行性の動物が捕食されていることは、クマタカがそれら中小動物の行動時間帯(とくに日の出・日の入前後)に合わせて捕食活動を行っていることも推察される。これを裏付ける事例として、1983年のK0401の調査で、日没後、双眼鏡での観察が困難なほど暗くなった時に、親鳥が巣に餌を持ち帰ったのを確認したことがある。

1983年にK0401において育雛期に直接観察を行ったところ、ヒミズモグラが多く捕食されていることが分かった。しかし、このような小型の種は丸ごと飲み込まれ、すべて消化されてしまう可能性があること、今回の調査ではペリットの細かい

表3 鈴鹿山脈13巣で確認されたクマタカの餌動物(1987~91)

種名	個体数
ほ乳類	
ノウサギ	13
アナグマ	2
ムササビ	2
タヌキ	1
テン	1
イタチ	1
リス	1
合計 7種	21
鳥類	
ヤマドリ(一部キジ)	27
ハト	6
カケス	4
カモ(種不明)	1
水鳥(種不明)	1
合計 6種	39
爬虫類	
ヘビ(種不明)	個体数不明

分析は行っていないことから小型の動物が洩れていることが充分考えられる。従って実際に捕食されている動物の種はこれよりもさらに多く、森林内に生息するほとんどの中小動物が捕食対象になっているのではないかと思われた。

### まとめと考察

クマタカは山岳地帯に生息するさまざまな中小動物を捕食していることが明らかになった。これら中小動物の行動環境はノウサギ・タヌキ・テン・イタチ・ヘビのように地上行動性のものもあれば、ムササビやリスのように樹間部で行動するものもある。さらにハトやカケスなどの鳥類は飛行中に捕食されている可能性もある。クマタカは森林内や伐採地などでさまざまな方法を駆使してハンティングを行っているものと思われる。

### (3) 幼鳥の行動圏調査

#### 調査方法

1992年3月20日にK0501において巣立ち後約8ヶ月目の幼鳥(個体No. 9101)の捕獲に成功し、尾羽に2個の発信機(重量: 13.5g, 15.3g)を装着し、テレメトリー法による行動圏の調査を行った。

#### 調査結果

受信は5月24日まで行えたが、5月30日には換羽により尾羽と共に発信機が脱落していることが確認され、テレメトリー法による追跡調査は不能となった。

3月20日から5月24日までの行動圏は図3に示すとおり、営巣木のある斜面の狭い範囲に限られていた。その面積はわずか0.72km<sup>2</sup>であり、存在が確認された最も遠方の地点も巣からの距離は1kmに過ぎなかった(図3)。つまり、幼鳥は巣立ち後10ヶ月経過しても主に巣から1kmの範囲内で行動しているということであり、この地域が幼鳥にとって親鳥からの養育を受けながら、飛翔能力とハンティング能力を身につけ、独立していくまでにきわめて重要な場所であることが明らかとなった。

その後の幼鳥の分散を調査することは個体群構造解明に不可欠な調査であり、換羽で脱落しない新しい発信機を開発すると共に巣立ち前の幼鳥に

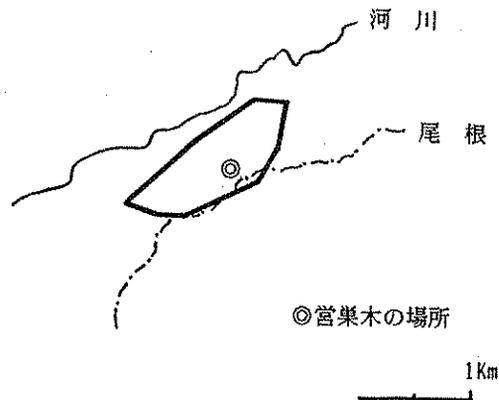


図3 巣立ち後の幼鳥の行動圏  
(1992. 3. 20~5. 24)

翼帯マーカーを継続して装着していかなければならない。

#### まとめと考察

巣立ち後のクマタカの幼鳥の行動圏は、環境庁の「人間活動との共存を目指した野生鳥獣の保護管理に関する研究」において、巣立ち後も営巣木周辺に滞在し、少なくとも冬期までは営巣木からせいぜい500m位の範囲に滞在し、親鳥から給餌を受けていることが分かっている。今回の調査で、幼鳥はその後少なくとも翌年の繁殖期まで、巣立ち後ほぼ1年近くまで営巣木から1,000mの範囲で活動していることが明らかとなり、営巣木だけでなくその周囲もクマタカの幼鳥を育てるためにきわめて重要な場所であることが分かり、クマタカを保護するには営巣木とそれを取り巻く森林を総合的に保護しなければならないと言える。

#### (4) 成鳥のテレメトリー調査

3月から4月にかけて成鳥1羽と亜成鳥1羽に発信機を装着したが、いずれも換羽により5月から7月初めまでにすべての発信機が尾羽と共に脱落してしまい、十分な調査が行えなかった。しかし、わずかな期間であったが、テレメトリー法は森林内で生活するクマタカの行動圏面積や行動圏構造を解析するのにきわめて有効であることが実証された。現在、換羽によっても脱落しない新しいタイプの発信機を作成しており、今後の継続調査でこの分野の成果をまとめて報告したい。

#### 2. クマタカの保護管理手法

クマタカの生息に不可欠な基本的要因は餌となる中小動物を安定的に供給でき、かつ営巣可能な大きな木を有する山地森林の存在であることが判明した。このような山地森林は決して山深い地域だけでなく、山村の裏山などでも充分にこの要素を満たしているところが多い。従って、クマタカは予想外に山林地帯の標高の低い地域にも広く分布し、人間生活とも密接に係わっている。

古い時代における炭焼きなどの適度な山林の伐採利用は森林の活性化と中小動物の安定的生産に

有効に作用していた。ところが、営巣木の伐採により営巣できなかつたり、繁殖を中断するなどの例が観察されたことから、近年の生態系の回復能力を無視した無計画で急激な森林伐採、森林開発により、クマタカは正常な個体群を維持することが困難な状況に追いつめられているのではないかと思われた。繁殖率の低下は将来、クマタカの種そのものの存在を危機的な状態に追い込むことにつながるものであり、早急に繁殖率を回復させる方策を確立しなければならない。

このためには、次に列記する保護管理手法を可能な限り、早急に実践することが必要であり、これにより、クマタカと森林生態系を保護することができるものと思われる。

#### (1) クマタカの生息場所の特定

##### ① 分布調査

全国規模での個体数および分布調査。

##### ② 営巣場所の特定

全国規模での調査と保護管理が必要。

#### (2) 営巣場所の確保

##### ① 営巣木を含めた周辺森林の保護

周囲の植生が形成するキャノピーから十分に突出し、上に巣を支持する2本以上の枝が適度な角度ではば水平に出ている高木が必要であり、これらの大木が多数存在する森林の保護が必要。とくに南斜面では伐採の際にも大木を切らずに残すことが、将来の営巣場所確保にもつながる。また、人里近くの営巣場所では人為的影響を受け易いので、事前に営巣場所を把握しておくことも重要である。

営巣木が判明している場合は、営巣木を中心とした概ね半径 1,000m以内は幼鳥が独立するまで、飛行とハンティングの能力を身につけるのに不可欠な場所であり、特別保護区に指定するなど特別の保護対策が必要である。

#### (3) 食物の確保

##### ① 伐採・植林の方法

皆伐方式を改め、部分伐採を行う。

##### ② 鳥獣保護区の設定

ハンティングエリアはクマタカが餌とする中小動物の豊富な場所であり、これらの動物が多く生息する河川や林道沿いさらには山間部の人家近くの森林にも鳥獣保護区を設けたり、落葉広葉樹林を残すことが重要である。

#### (4) 地域個体群の保護

##### ① 地域個体群の特定

種として保護していくためには、全国的な規模での生息数等の個体群のデータが必要である。また、各地域個体群間の交流や分散についても調査が必要である。

##### ② 個体群の確保

個体群を維持するためには、次期個体群を生産する繁殖率の維持・予備群が生きていける生息場所の確保が基本的な条件であり、今後、個体群構造の解明と保護対策の確立に関する長期的な調査が必要である。

#### (5) 密猟の禁止

##### ① 狩猟の禁止あるいは規制の強化

#### (6) 教育・啓発活動

##### ① 啓発用パンフレットの作成

##### ② 映画等マスメディアの活用

##### ③ 地元民の理解と交流

#### (7) 生態調査

① テレメトリー法などの科学的手法を用いた応用調査ならびに翼帯マーカーによる継続的な幼鳥のマーキングを行い、個体群構造・行動圏内の環境利用を明らかにする。

② 飼育下の個体の生理や成長、寿命に関する調査を行い、基礎的な科学的資料を収集・分析する必要がある。

# 湧水域を中心に生息する淡水生物の生態学的研究

## — 湧水域と本流部におけるハリヨの営巣環境の比較 —

東海淡水生物研究会  
森 誠 一\*

### An Ecological Study of Freshwater Fish Inhabiting Waterbodies in Springs

Tokai Research Association of Freshwater Ecology  
Seiichi MORI\*

本研究はハリヨの営巣地のマイクロハビタット（水温、水深、流速、底質、岸からの距離、藻の被度）を定量的に解析し、営巣地にとっての湧水の存在意義を論議した。

中央部で水深が深くなっても、流速はゆるやかで砂泥底である湧水域は全般的に営巣地として適している。つまり、湧水域は繁殖営巣地としての面積を相対的に拡張しているといえる。

湧水の存在期間と営巣の存在期間はかなり一致した。北方系の淡水魚であるハリヨにとって、湧水は夏期を乗り越えるためばかりでなく、その繁殖活動においても重要であり、繁殖期の周年性を導く要因であることを議論した。さらに、環境変化が少ない湧水域は餌生物の一定した供給をもたらし、魚種数と個体数が本流部に比べ少ない湧水域は、他種との競争、巣の破壊や捕食圧が軽減しているかもしれない。

#### はじめに

ハリヨ（図1）は現在、滋賀県東北部と岐阜県南西部にのみ分布するトゲウオ科の淡水魚である（森, 1985 a, 1986）。しかも、わが国におけるこのハリヨの分布地は、世界のトゲウオ科の南限地のひとつに相当する（森, 1986, 1991）。ハリヨの生息水域には、水温15度前後の伏流水が年中湧く湧水域が多く、それゆえに北方系の冷水魚である本種の生息が可能であるといえる。本研究では、湧水域において優占魚種であるハリヨの営巣地条件の記載と湧水域の有利性について考察したい。さらに、湧水域に同所的に生息する他種魚との棲みわけの関係について報告する。

また、この生息地の特性ゆえに、近年その分布の減少が著しい。その多くは湧水の枯渇化と水域の埋め立てである。そうした現状の中で、ハリヨ

の生息状況の実態ならびに生息地の環境調査は実質的な保護をしていく上で大きな意義があるだろう。

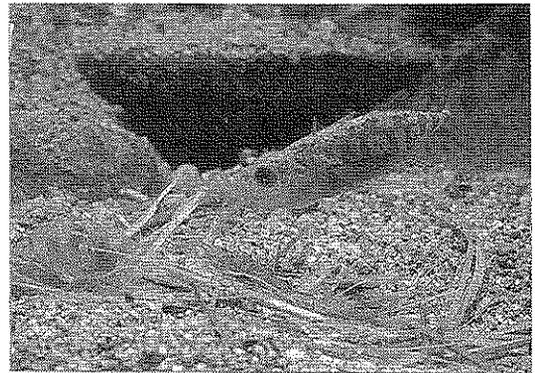


図1 ハリヨ営巣雄、*Gasterosteus aculeatus* (forma *leiura*).

The nesting male of three-spined stickleback, Hariyo (*leiurus* type).

\*京都大学理学部動物学教室  
Department of Zoology, Faculty of Science, Kyoto University

### 1) 調査地と方法

津屋川は南北に細長い養老山地と平行して南流し揖斐川に注いでいる(図2)。流長は約16km, 平均川幅はおよそ5mから10m(範囲: 3m-150m)ほどである。水源の多くは養老山地(図2中100m等高線)の扇状地の地下を伏流して湧き出てくる湧水であり, これらを集めてゆるやかに流れている。この川の最上流部は標高20mを超えず, 河川形態は全体的にBc型(可児, 1944)が占めている。山地には表面流水が少ない谷川が多く, 一番上流部の谷には“養老の滝”がある。右岸沿いに湧水地が散在し, 湿地帯を形成する水域が3カ所ある(1990年までは5ヶ所あったが, 下流の2カ所が埋め立てられた)。

津屋川の調査地として湧水地に7ヶ所(T1-T7), 本流部に2ヶ所(Ta, Tb)設け(図2, 3), 1991年1月から1992年6月まで月1-2回定期的に調査した。ただし, 調査期間中に調査地T1, T2, T4は河道拡幅および護岸工事のため, 環境がまったく変化したので結果からは除外した。

調査地T4からT6にかけての湿地帯が埋め立て進行中である(図4)。本流部の調査には, ボートを使用し流心部を計測した。調査地の概要を図3と表1で示す。湧水域の調査地T6と本流部Tbに営巣条件や魚類相を比較する定点を設けた(図4)。本稿では繁殖地は営巣が行われ繁殖個体が集まっている場所一帯を示し, 一方, 営巣地

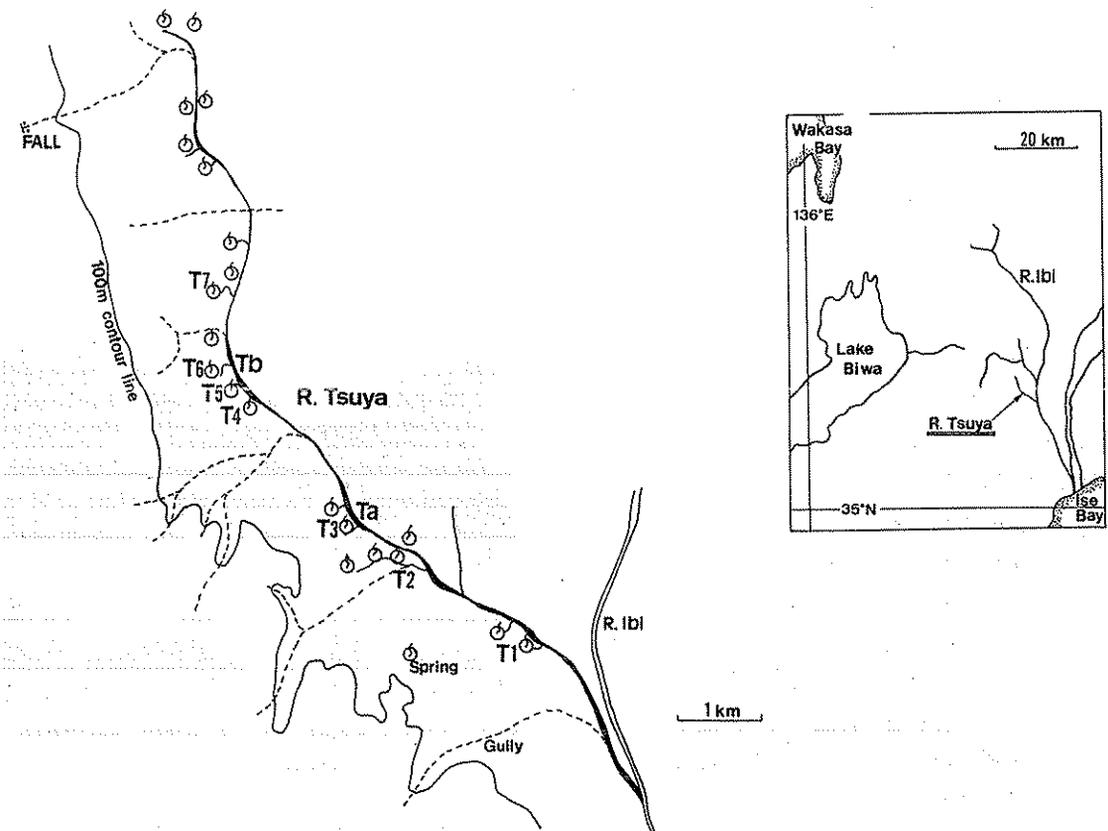


図2 津屋川の位置と調査地。  
Localities of the Tsuya River and study areas.

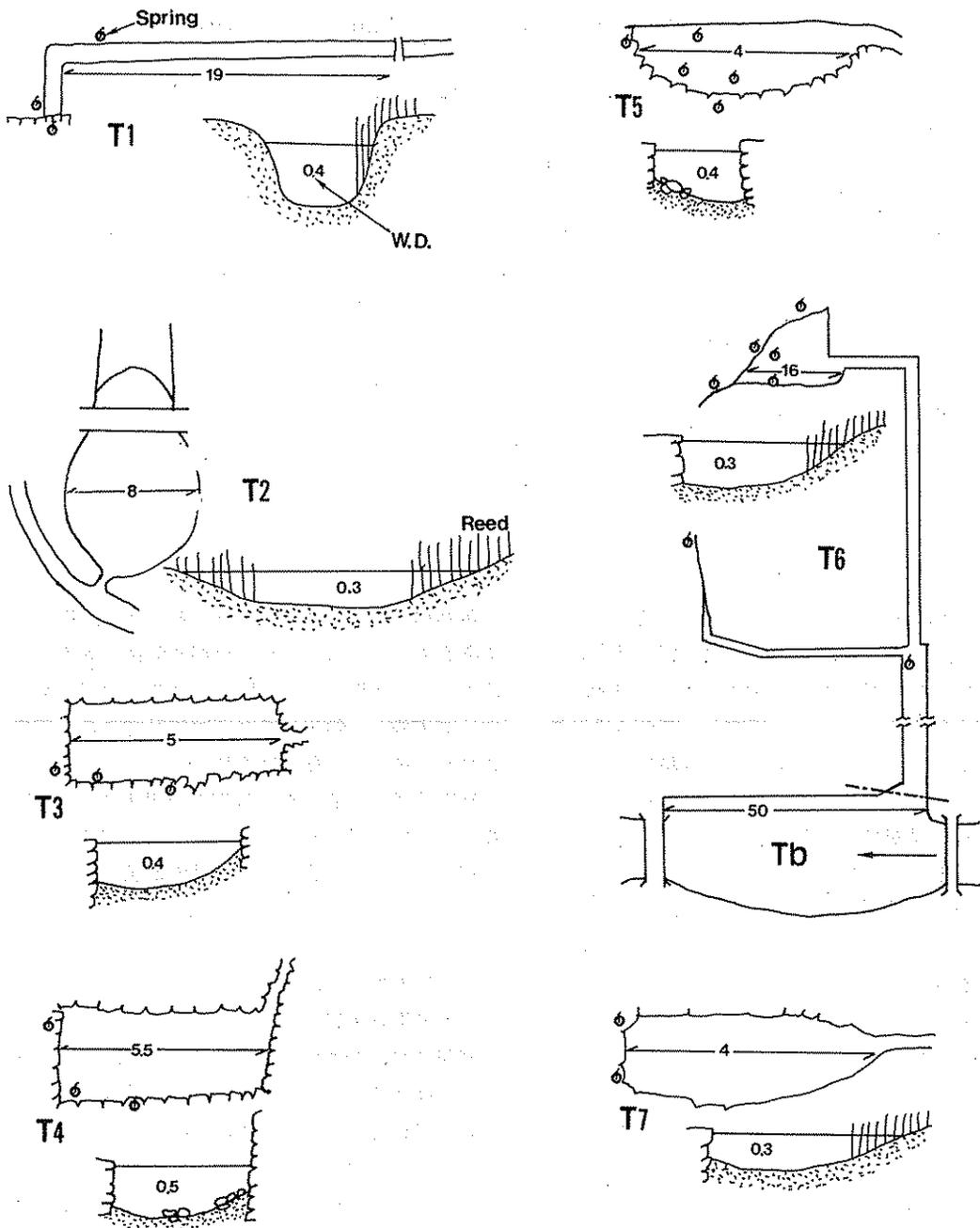


図3 調査地の概要図、単位はメートル。  
 Outlines of study areas (meter in unit).

表1 各調査地区の概要.

Outlines of each station. 1:mud, 2:sandy mud, 3:sand, 4:pebble.

調査地		縦×横 (m)	水深 (cm)	流速 (cm/sec)	底質
湧水 域	T 1	1×19	20~40	5~13	2
	T 2	8×9.5	10~30	nearly still	2, 3
	T 3	5.5×1.6	20~30	2.4~6.5	2, 3
	T 4	2.3×5.6	30~55	2~4.3	2, 3, (4)
	T 5	4.3×1.5	20~60	2.3~3.7	3, 4
	T 6	6×16, 2×80	20~50	3.5~15	1, 2
	T 7	1.5×4.3	20~35	6~8.4	2, 3
本流	T a	1.5×25	10~40	12~27	2, 3
	T b	23×52	20~165	8~28	1, 2, 3, (4)

は巣がある場所だけを意味する。

それぞれの営巣地(入卵巣のみ)と調査地の水温、底質、流速、水深などの環境形質を計測した。調査地の環境形質は地点の面積に従って100から1,000の定点をランダムに選定し、それらを計測地点とした。これをもとにして、営巣地と調査地それぞれの環境形質間の相関関係を求め比較した。計測された営巣地の総計は湧水域で261個、本流部で258個であった。

底質は泥、砂泥、砂、小石(径1cm-5cm)、レキ(5cm-拳大)、大レキ(径10cm以上)まで、それぞれを1から6のポイントで示した。藻の被度はFitzGerald(1983)に基づいて、0%(巣を中心に半径30cm以内に藻がない)、25%(四方のうち一方に藻がある)、50%(藻が半径30cm内に約半分あり、二方が閉鎖的である)、75%(三方に藻がある)、100%(巣の周囲が藻で囲まれている)と程度を設定した。

食性は営巣雄、雌、未成魚の三つに区分して、数個体から十個体ずつ胃内容物を毎月一回採取した。胃内容物はスポイトを口から入れ、水を注入することによって吐き出せ、それらを収拾した。これらの胃内容物は5%ホルマリンで固定し、実顕微鏡下で同定し個体数を計数した(ただし、

現在継続中)。

魚類相調査は手網、四手網、モンドリ、投網、刺網を用いておこなった。目視や聞込みも調査方法とした。季節ごとに4回、それぞれの調査地において実施し、結果はそれらの総計である。採集された魚種ごとに個体数を比較した。

種間関係をみるためそれぞれの個体の分布位置をT6において、高い岸(水面から約2.5m)から双眼鏡を用いて観察し調査地概要図にプロットした。

## 2-1) 営巣地条件

### a) 繁殖期と水温

営巣活動は調査地を統括すると、ほぼ年中(1991年)確認できた(図5)。特に、湧水域の広いT6では毎月営巣および婚姻色の出た雄が確認された。本流部では3月から5月、10月から11月に営巣が認められた。湧水域の営巣ピークは4月-5月ではあるが、ほぼ年中営巣活動が観察された。一方、本流部のピークは1カ月近く早く、3月-4月初旬であった。湧水の水温は年中ほぼ15℃で一定であったが、本流部では2月上旬に6度、8月に26度に上昇する年変動があった(図5)。4月中旬と10月中旬頃に、本流水温は湧水と同じ15

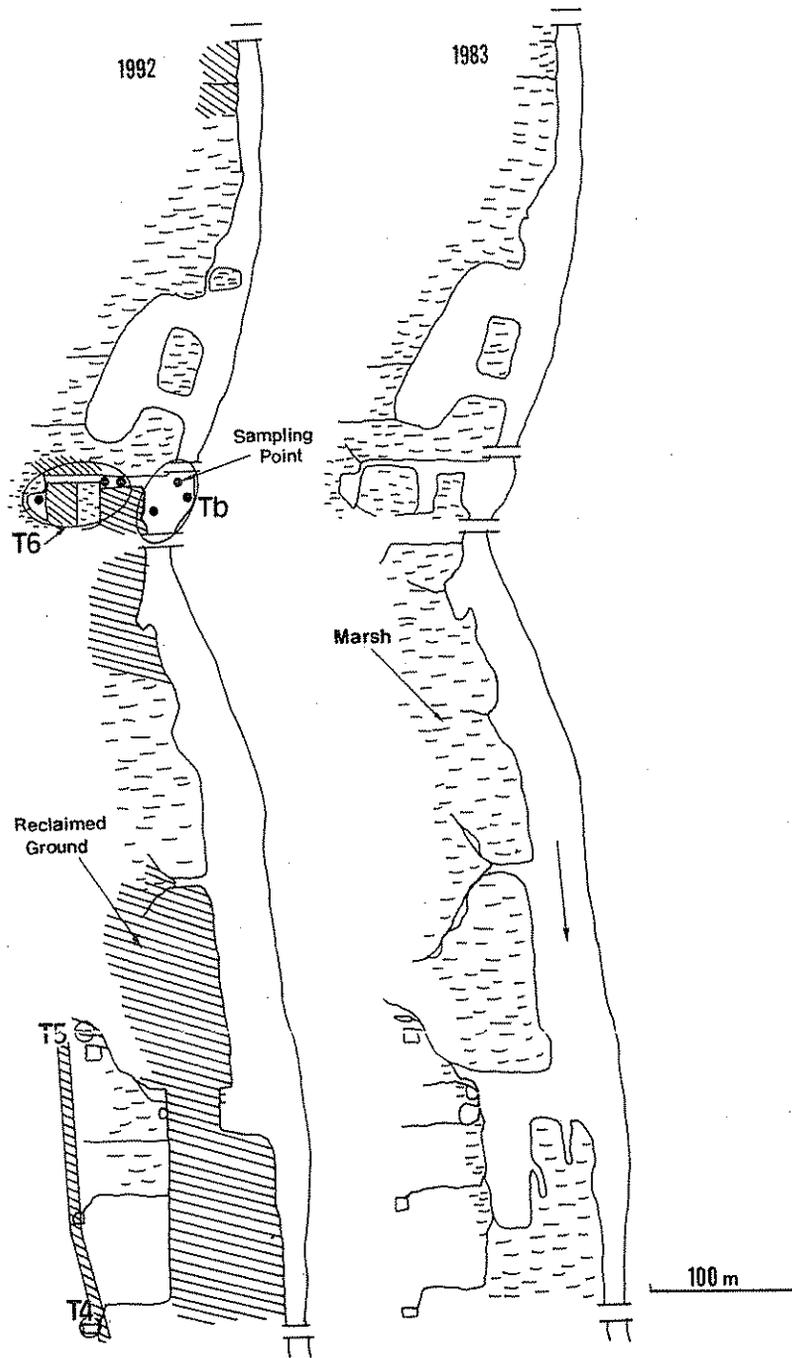


図4 調査地T4～T6付近の概要図。1983年時と比較。斜線部は埋立地。  
 サンプリング地点は魚類相の調査地点。  
 Figured outlines of Stations T4 to T6 in 1983 and 1992.  
 Shades parts: Reclaimed ground. Sampling points for fish collection.

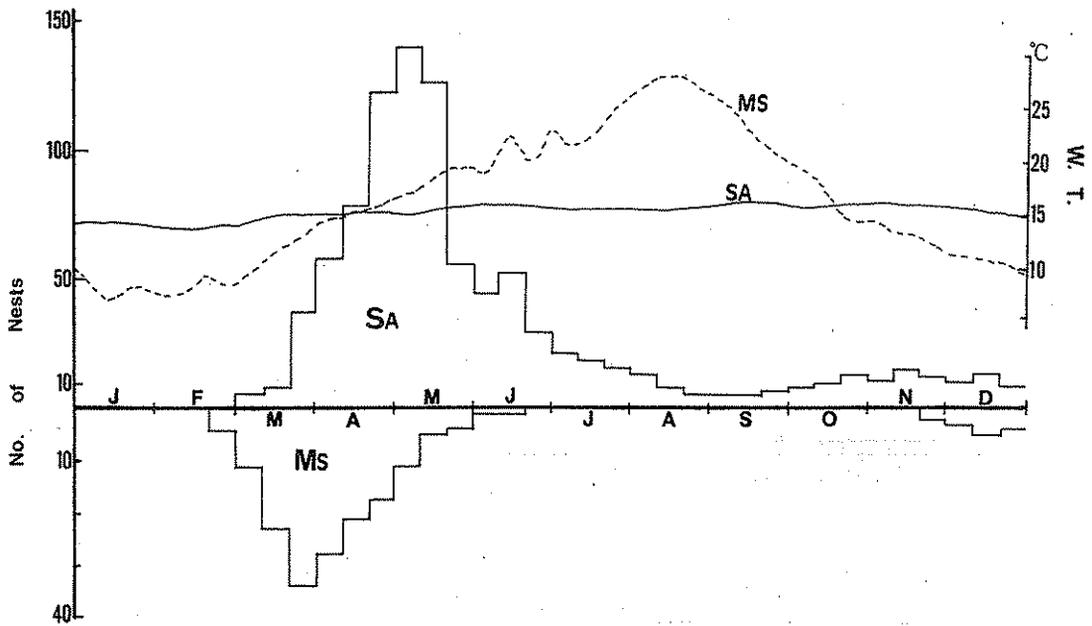


図5 湧水域 (SA) と本流部 (MS) における営巣活動の年変動と水温変動 (W. T.).  
Annual changes of nesting activity and water temperature (WT) in spring area (SA) and main stream (MS).

度になった。

営巣は10度から22度の水温範囲で認められたが、観察された営巣のうち90%は14度から18度の範囲であった(表2)。営巣地の水温は季節変動が少なかった。3月上旬の本流部で水温11度で2つの巣が確認され、うち1つには卵塊があった。

1991年3月から1992年6月までの期間(5日単位として)で本流部(3調査地)および湧水域(6調査地)において、湧水水温(13-18度)のときに営巣が観察された割合は61.3±17.9%と76.5±3.8%であった(表4)。

また、巣が存在するときに湧水水温である割合

表2 営巣地における水温の頻度分布。

Frequency distribution of water temperature on nest sites.

	水 温 (°C)								総 計
	10	12	14	16	18	20	22	24	
湧水域 (N)	-	24	203	23	11	-	-		261
(%)		9.2	77.8	8.8	4.2				
本流部 (N)	4	22	103	27	12	11	6		185
(%)	2.6	11.9	55.7	14.6	6.5	5.9	3.2		

表3 営巣地（下部）と調査地（上部）の環境形態間の相関関係のマトリックス。  
左斜め下の部分：湧水域（T3, T5, T6），右斜め上の部分：本流部  
（Tb）。\*：5%レベルで有意差あり。

Correlation coefficients among geomorphic variables of nest sites  
(under) and random points (upper) in the spring areas (left under  
part) and the main stream (right upper). \*:  $p < 0.05$

	水 深	流 速	岸からの距離	底 質
水 深		0.453* 0.136	0.612* 0.432*	0.123 0.086
流 速	-0.387* -0.109		0.502* 0.209	0.498* -0.147
岸からの距離	0.528* 0.382*	0.202 0.121		0.100 0.032
底 質	-0.092 0.173	0.298* -0.163	0.113 0.093	

表4 各調査地ごとの営巣の存在と湧水（14~16°C）の類似性（10日間単位で  
1年36期間）。

Similarity of spring presence (14-16°C) and nesting activity at  
each station.

調 査 地	湧水期間	営巣期間	湧水があるとき巣の存在 （%）	巣があるとき湧水の存在 （%）
T 2	19	9	47.5	86.0
T 3	36	12	45.8	100
T 4	24	10	29.0	100
T 5	36	21	59.8	100
T 6	36	23	69.8	100
T 7	35	17	78.2	95.6
T a	14	9	87.8	89.9
T b	15	13	98.2	82.4

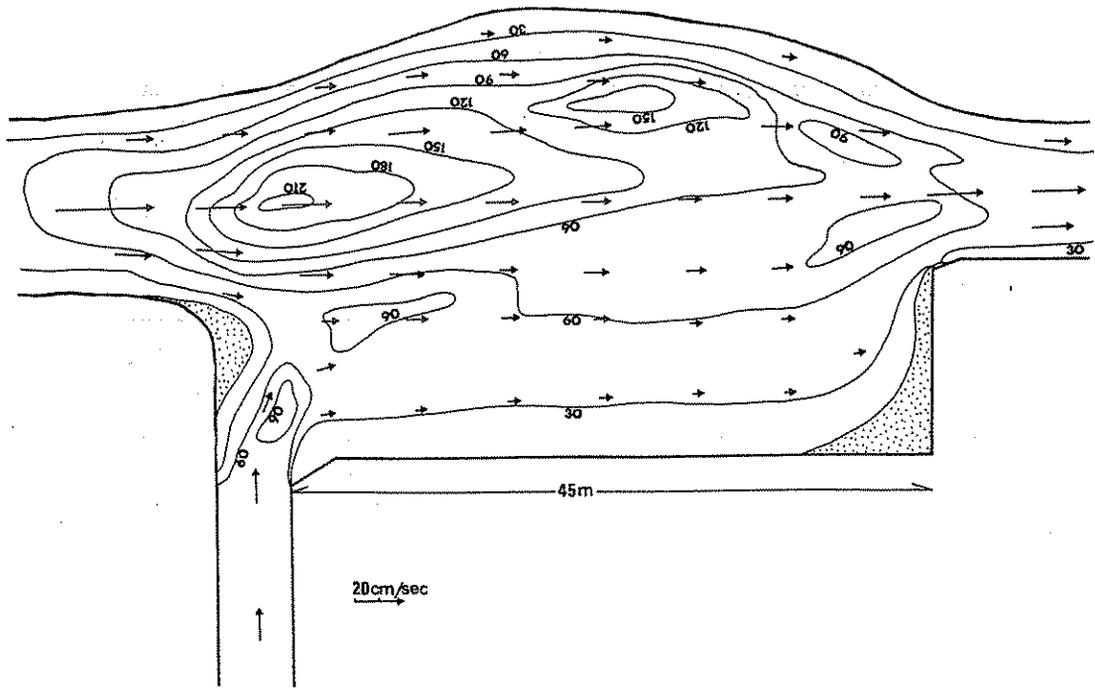


図6 調査地T bにおける水深分布と流速分布。  
Distributions of water depth and current velocity in Station Tb.

は本流部で $90.7 \pm 10.6\%$ 、湧水域では $98.4 \pm 8.3\%$ であり、巢の存在には水温が強く関連していた。面積が広く湧水が周年的にある調査地ほど高い割合を示した。

#### b) 営巣条件

本流部の水深は2 mを越える部分もあるが、湧水域の水深は全体的に浅く30-50 cmほどであった。調査地T bの等深線と流速分布によると、およそ右岸半分が水深線の幅が広く緩やかであった(図6)。この調査地では1,000個以上のメッシュ点を取り、流れ方向での水深(1 mごと)と流速(3 mごと)の平均を求めた(図7)。水深が深くなるほど、流速が速くなっていることがわかる。つまり、瀬や淵それぞれを断面でみたとき、水深と流速は正の相関が認められる。また、この調査地は、流心部の水深の変動が大きく、右岸側に浅瀬があり水深、流速ともに一定的で平坦であることを示している。

この調査地T bの営巣地における水深と流速の相関は認められなかった(図8,  $r=0.136$ ,  $p>0.10$ )。最大および最小水深は64 cm, 5 cmで、最大および最小流速は毎秒18 cm, 2 cmであった。水深20 cm以下では流速10 cm/秒以下に、多くの営巣がみられた。

この調査地での営巣の空間分布を図示してみる(図9)と、明らかに右岸の平坦な浅瀬に集中していた。右岸側は流れの中央近くまで営巣が見られた。一方、左岸側は岸から1 m以上は離れずに岸に沿って営巣されていた。また、繁殖地の中心が本流T bから徐々に、隣接する湧水域T 6に移行した。それに従って、4月ピーク時はT 6全体に営巣があったが、時間の経過につれ下流から上流に向かっての移行が認められた(図10)。

全調査地における営巣地の水深分布を、本流部と湧水域に分けて示した(図11)。巣はほとんど水深10-40 cm(平均29 cm)にあったが、湧水域と

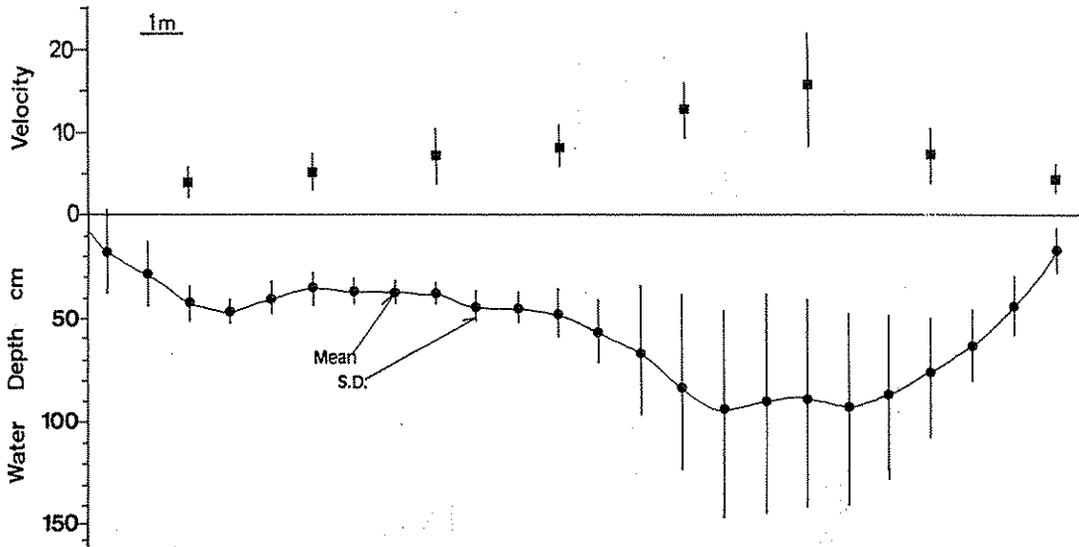


図7 調査地Tbの断面上における水深 (cm) と流速 (cm/秒) の平均値と偏差。  
Mean and S.D. of water depth(cm) and current velocity(cm/s) in Station Tb.

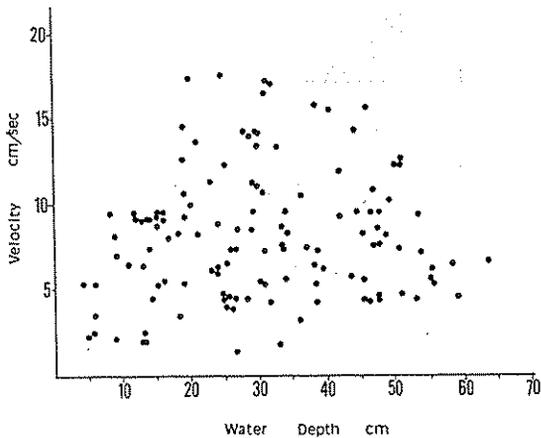


図8 営巣地における水深と流速の関係。  
Relationship between water depth and current velocity on nest sites.

本流部とでは営巣の水深分布に有意な差があった (コルモゴロフスミルノフ検定:  $H=59.61$ ,  $P<0.01$ )。湧水域の営巣地の水深分布は、調査地のランダム分布と大きな差はなかった。一方、本流部ではランダム水深分布と営巣地の水深分布の形と平均値は有意に異なり (マン・ホイットニ

ー検定と t 検定による;  $p<0.01$ )、巣は浅い水域で作られる傾向があった。営巣地の最深は本流部で83cmで、もっとも浅い営巣水深は5cmで湧水域であった。

湧水域の流速は、緩やかな流れ (約15cm/秒以下) であった (表1, 図12)。本流部の流速は20cm/秒がモードであり、範囲が大きかった (2-48cm/秒)。営巣地における流速 (平均と偏差) は湧水域と本流部それぞれ、 $7.93\pm 4.65$ /秒と  $8.62\pm 5.32$ cm/秒であり、有意差はなかった。巢の約3/4が流速15cm/秒以下の水域で作られた。流速25cm/秒を越える場合は、石などの障害物のすぐ下流に接するようにして営巣されていた。

調査地の底質は泥、砂泥、砂地であり、ポイント5以上のレキ底はほとんどなく (表1)、同様に営巣の85%以上は泥および砂泥底であり、底質の選択性は認められなかった。

水深や流速は岸からの距離とも関連がある (後述, 表3)。巣までの岸からの距離を流れ幅との割合 (PDS, %) で示した (図13)。全体的に岸沿い (15%以下) を営巣場所としていることが多い。これによると湧水域では本流部に比べ、よ

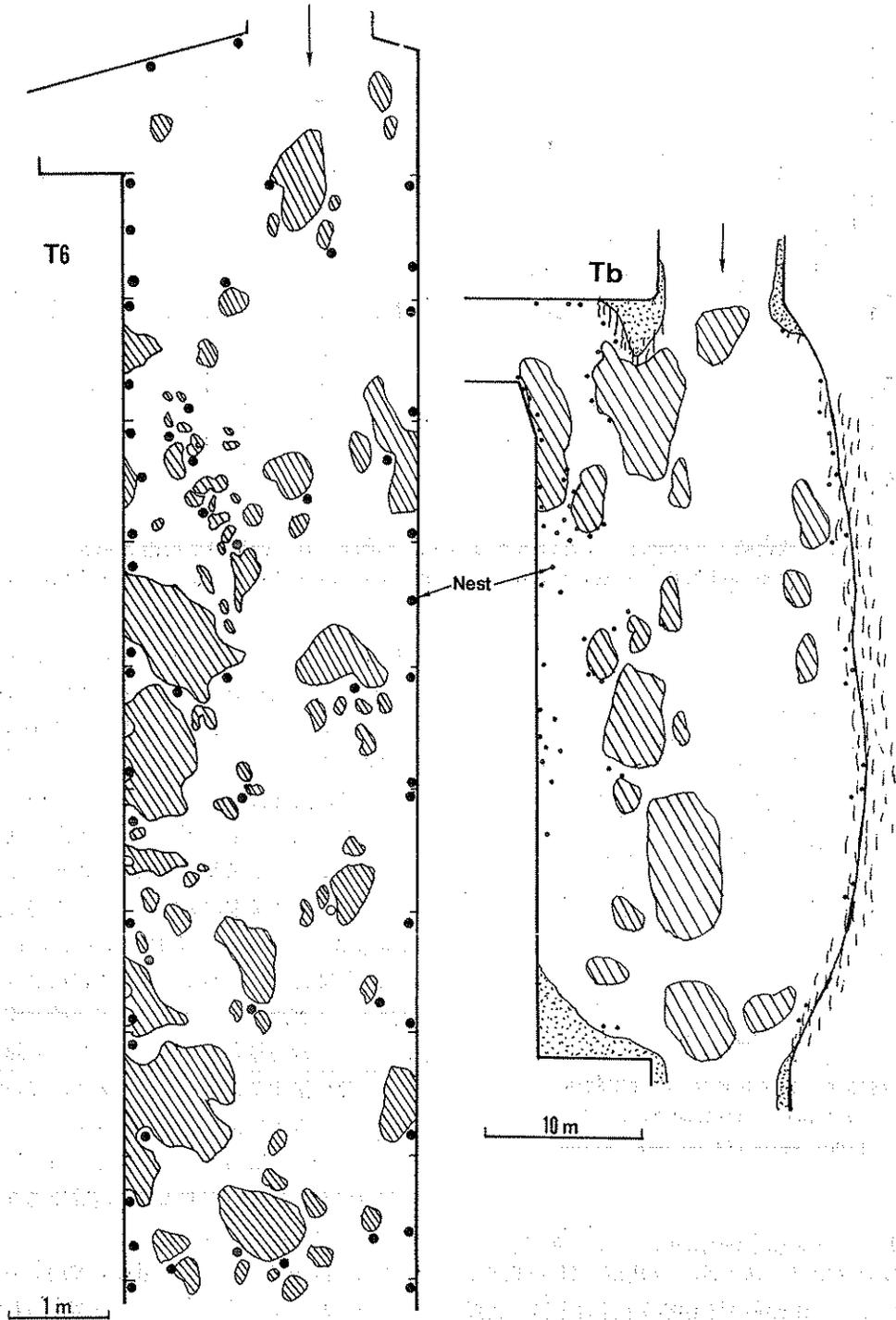


図9 湧水域（調査地T6）と本流部（調査地Tb）における営巣地の分布状態。  
 Distribution of nest sites in spring area (Station T6) and the main stream  
 (Station Tb).

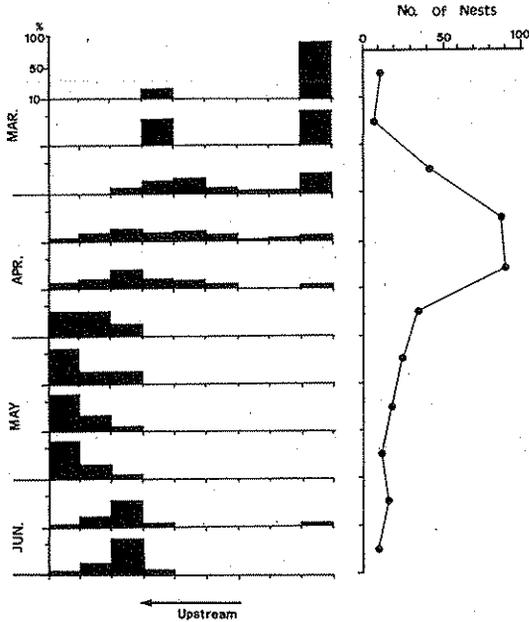


図10 湧水域（調査地T6）における営巣数の時間（10日単位）と営巣場所（6mごと）の変動。  
Temporal (10 days units) and spatial (per 6 m in length) changes of nesting distribution in spring area.

り中央へ営巣していることがわかる。本流部では岸より1m以上離れた営巣は少なく、流心部（PDS=50%）では見られなかった。ただし、右岸が広く浅く流れがゆるやかな調査地Tbでは、本流部としては中央寄り（30%）にも営巣が認められた（図9）。また、繁殖初期（3月-4月初旬）には岸沿いに営巣されたが、ピークになるに従い営巣密度が高まるにつれ、中央部のオープンな場所に営巣が広がっていく傾向があった。岸もしくは石や藻に沿った営巣の割合は7割を越え、雄はそれらを背にして営巣活動していた。

藻の被度は湧水域も本流部も、ランダム定点と営巣地との間には有意な差は認められなかった。水生植物は巣材としてはばかりでなく、餌場や避難場所としても利用された。巣の周囲の藻や水草の被度は25%-50%が多く、湧水域と本流部との差異は認められなかった。

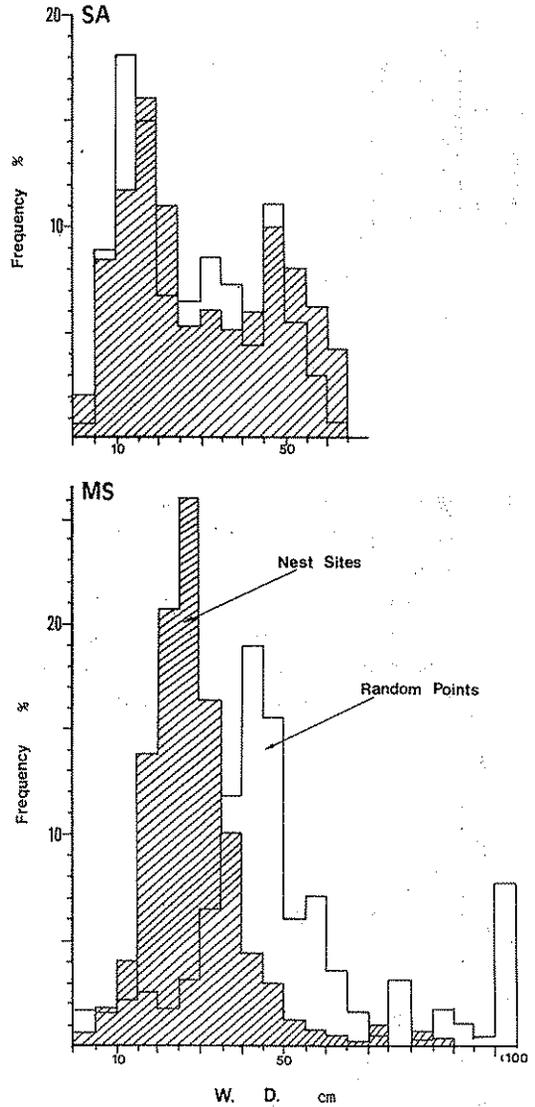


図11 湧水域（SA）と本流部（MS）における営巣地と調査地の水深（W.D.）頻度分布（%）。  
Frequency distribution of water depth (W.D.) on nest sites and random points for spring area and the main stream.

### c) 巣材と餌について

調査地のすべてにはアオミドロが見られた。特に夏期においてアオミドロが生息地の半分以上を占めることがあった。コカナダモが繁茂し、部分的にフサモやセキショウモ、エビモがあった。巢

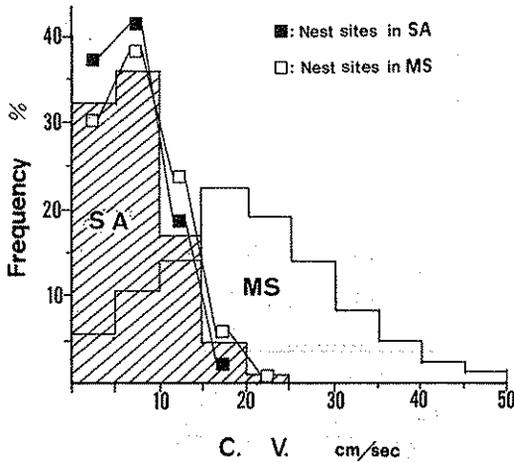


図12 湧水域 (SA) と本流部 (MS) における営巣地と調査地の流速 (C.V.) 頻度分布 (%) .  
Frequency distribution of current velocity (C.V.) on nest sites and random points of stations for spring area (SA) and the main stream (MS).

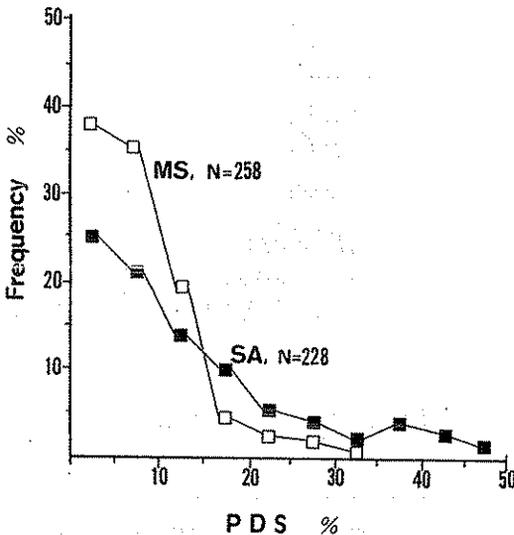


図13 湧水域 (SA) と本流部 (MS) における流れ幅に対する営巣地の岸からの距離の割合 (PDS) の頻度分布 (%) .  
Frequency distribution of the proportion of a distance from nest site to the shore to current width (PDS) for spring area (SA) and the main stream (MS).

材の一部としてアオミドロとコカナダモや、落葉や根などの植物性の繊維質が使われていた。また、糸屑や毛髪なども利用された (巢材の定量的分析は準備中)。

餌の多くは動物性のプランクトンであった。底中のユスリカ幼虫とイトミミズ類をもっとも多く食べていた。水生植物のフサモ、コカナダモ、オランダガラシなどに付いているヨコエビやミズムシ類などの甲殻類も多かった。また興味深いことに、営巣雄はハリヨの卵を食していることが多かった (胃内容物調査営巣雄個体のサンプル数 186 個のうち 136 個, 73.1%)。自巢の卵の一部を食べていた雄も観察された (準備中)。

調査地点間でのベントスの種類数の有意な季節変動は認められなかった。また、調査地点間での差は認められなかった。これは湧水によって水温の変動が小さいことと関連があるのかもしれない。イトミミズやユスリカ幼虫は泥中に周年にわたり一定量生息していた。特に、ヨコエビ類は湧水性のヒメアナンデールヨコエビが多く、ほぼ年中 (周期はあるらしいが) 一定数の生息が確認された。

## 2-2) 密度と営巣成功

営巣分布の変動は森下の I 指数 (Morisita, 1959) で示した (図14)。繁殖初期と後期は営巣分布は集中分布であったが、ピーク時 (4 月, 5 月) は一様分布であった。

ここでは成功営巣は孵化した巣を、また営巣密度と成功営巣密度はそれぞれ 1 平方 m における営巣と成功営巣の密度を意味する。また、営巣成功率 (%) は成功営巣密度 / 営巣密度 × 100% とした。

営巣密度と成功営巣密度には有意な相関が認められた ( $r=0.8912$ ,  $p<0.01$ ) が、営巣密度と営巣成功率の相関は有意ではなかった (図15,  $r=0.0146$ ,  $p>0.1$ )。1 平方 m 内に 9 個も巣がある高密度の地点もいくつかあったが、成功率 20% から 50% あった。一方、営巣密度が 1 個 / 1 平方 m 以下であっても、成功率は 0% から 100% の

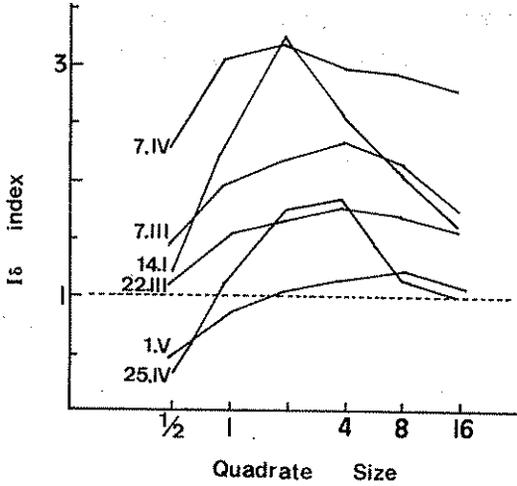


図14 コドラート・サイズごとの $I\delta$ 指標 (Morisita, 1959) の変動。  
Monthly changes of Morisita's  $I\delta$ -index at each quadrat size.

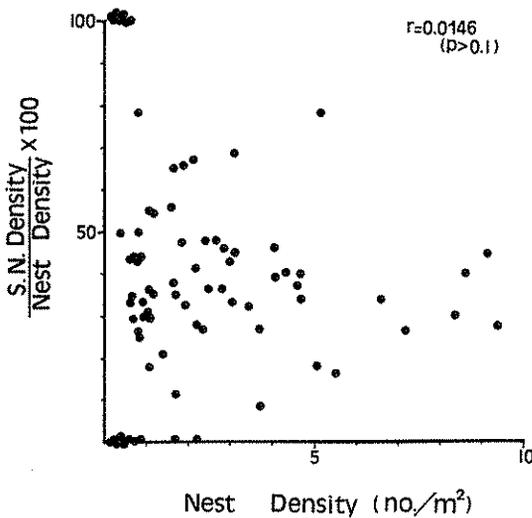


図15 営巣密度と営巣成功率の関係。  
Relationship between nest density and ratio of successful nest.

大きな変動が認められた。

### 2-3) 共存種

湧水域の魚類相は本流部と差が見られた(表5)。湧水域の魚種数と個体数は本流部に比べ少

なく、湧水域間の構成種が類似していた。湧水域ではアブラハヤがハリヨと同様に周年生息しており、もっとも多くハリヨと共存していた。アブラハヤは湧水域および湧水域に接する本流では多く生息しているが、本流の流心部ではほとんど採集されなかった。しかしながら、ハリヨにとって接触する個体の多くは同種個体であった。

本流部ではあまり確認されなかったホトケドジョウとスナヤツメが、湧水域ではハリヨと共存していることが多かった。ウキゴリが湧水域にも常時確認され、ハリヨの巣の近くに巣穴をつくり近接して生息していた。

コイ、フナ、オイカワのコイ科やヨシノボリやドンコハゼ科が、繁殖地に同所的に生息することもあった。6-7月頃になるとオイカワが湧水域に群れになって入ってきた。体長30cmを越えるコイとカムルチーが、ハリヨの巣をその泳ぎで煽って壊したことが観察された。また、カイツブリの潜水遊泳が複数の巣を破壊したことも観察された。今回の調査で本流部(Ta)においてオオクチバスが確認された。

湧水域(T6)において、ハリヨと同所的に多く生息するアブラハヤやウキゴリの個体分布を示す(図16)。アブラハヤはオープンな中央部で群れをなして分布し、時間当りの行動圏も広がった。ハリヨ営巣雄はアブラハヤがテリトリー内に入ってくるとそのサイズに関わらずほとんど攻撃したが、それ以外ではこの異種間の個体間関係は認められなかった。ハリヨ同種間で卵食い行動があったとき、偶発的にアブラハヤがそれに参加して卵を食べたことを一度観察した。

一方、ウキゴリはコンクリート岸の間隙や石の下で分布する個体がほとんどであった。ウキゴリはハリヨの巣の周辺で巣穴をつくっていることが多かった。こうしたウキゴリの胃内容物からは、ハリヨ仔魚が高い頻度で認められた(13/19, 68.4%)。夜間を中心に出現して、摂餌活動しているようだ。ハリヨとウキゴリとは互いの巣に近いことが多いが、ハリヨのコロニアルな営巣地の中にあることはなく、その周辺部にあった。

表5 調査地ごとの出現魚類、0 : 未確認、+ : 1~9個体、++ : 10~30個体、+++ : 30個体以上。  
 Fish species presented at each station. 0: No collection, +: 1-9 fish, ++: 10-30 fish,  
 +++: more than 30 fish.

	調 査 地									
	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T a	T b	
ハ リ ヨ	0	0	++	0	++	+++	++	0	++	
アブラハヤ	+++	++	+++	++	++	+++	++	+++	+++	
ホトケドジョウ	+	0	+	0	+	+	+	0	0	
ドジョウ	+	+	+	0	0	+	+	+	+	
コイ	+	++	0	0	0	0	0	+	+	
フナ	++	++	+	0	0	++	+	++	++	
ニゴイ	0	0	0	0	0	0	0	+	+	
ウグイ	0	0	0	0	0	+	0	+	+	
ワタカ	0	0	0	0	0	0	0	+	0	
カワムツ	0	+	++	0	0	+	+	++	++	
オイカワ	++	+	0	0	0	+	0	+++	+++	
タモロコ	+	+	+	0	0	0	0	++	+	
デメモロコ	0	0	0	0	0	0	0	+	+	
カワヒガイ	0	0	0	0	0	0	0	+	+	
バラタナゴ	++	+	+	0	0	+	0	+	+	
ヤリタナゴ	0	0	0	0	+	0	0	+	+	
カマツカ	0	0	0	0	0	+	0	+	+	
ゼゼラ	0	0	0	0	0	+	0	+	+	
アユ	0	0	0	0	0	0	0	+	+	
メダカ	+	0	0	0	0	0	0	+	+	
ウキゴリ	0	0	+	0	0	++	0	0	+	
ヨシノボリ	+	+	+	0	0	+	0	+	+	
ドンコ	+	+	+	0	0	+	0	0	+	
カジカ	0	0	0	0	0	0	0	0	+	
カムルチー	0	0	0	0	0	+	0	+	+	
オオクチバス	0	0	0	0	0	0	0	+	0	
出現種類数	11	10	11	1	4	15	7	21	23	

### 3) 考 察

本研究はハリヨの営巣地のマイクロハビタット（水温、水深、流速、底質、岸からの距離、藻の被度）を定量的に解析し、営巣地にとっての湧水の有存在意義を論議するものである。

これまでトゲウオ科の研究では、営巣はゆるやかな浅瀬でおこなわれることが記述されている（Craig-Bennett, 1931 ; Hagen, 1967 ; Black & Wootton, 1970 ; Wootton, 1972 ; Moodie, 1972 ; FitzGerald, 1983）。しかしながら、デ

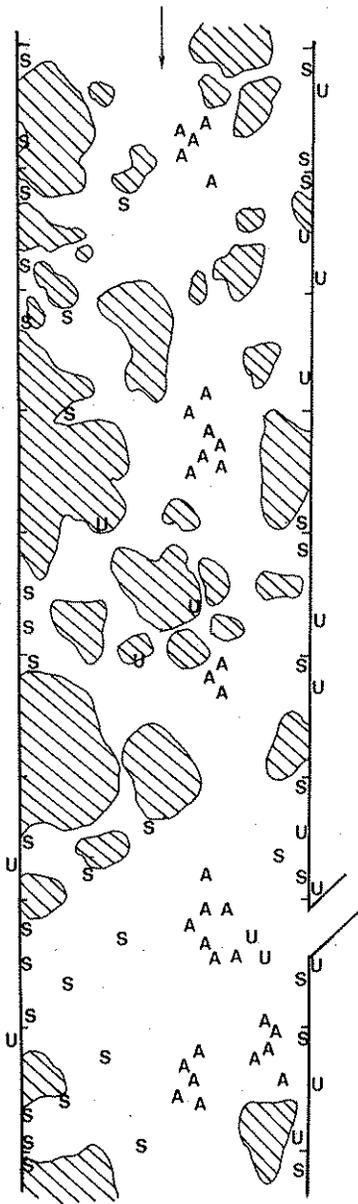


図16 調査地T6におけるハリヨ営巣雄(S)、アブラハヤ(A)、ウキゴリ(U)の空間分布の例(1992.4.28)。ウキゴリが岸外にプロットされているのは間隙に生息していることを示す。  
An example (April 28, 1992) of spatial distribution of the nesting male of three-spined stickleback (S), fatminnow (A) and floating goby (U).

一タとして十分に本研究と比較できるのは、巢の水深についてだけである。イギリスのイトヨ類では水深30cmを越える巢はほとんどなく、カナダでは平均24cmであり、最深でも2フィートまでであるという。これらは岸沿いの浅瀬で営巣されていることを示唆している。深い流心部は流速が速く、藻などが少なく営巣しにくいからだと思われる。一方、Kynard (1978) によれば、強風が長く続くワシントン州ワパト湖では平均が72cmと深く、15cm以下の浅瀬では営巣されず、驚くべきことに水深6mでの巢が観察されている。強風による大波のため岸近くでは営巣できないというわけだ。同湖のイトヨは浅瀬より深い場所を営巣地として選択することを実験的に確かめられている(Kynard, 1979)。いずれにしても、イトヨ類はそれぞれの地域の環境に応じて、より営巣しやすく成功率が高くなる場所を求めて巣をつくるといえよう。

本研究のハリヨにおいては、水深50cmを越える巢も1割近くもあり、特に湧水域では水深のパラッキが大きく水深30cm以上の巢は4割にもなった。これは岸から離れても営巣していることを反映している。湧水域は中央部で水深が深くなっても、流速はゆるやかで砂泥底であるので営巣地として適している。つまり、湧水域は繁殖営巣地として適した面積を相対的に拡張しているといえる。

さらに、湧水は水温の年中一定をもたらした。しかも、湧水水温15度は繁殖ピークの4、5月の水温に等しい(Mori, 1985b)。このことは年中通して繁殖水温であることを示している。本研究で示したように、湧水の存在と営巣の存在はかなり一致しており、営巣があるときはほとんど湧水水温であった。つまり、北方系の淡水魚であるハリヨにとって夏期においても15度である湧水は生息のためばかりでなく、その水温が繁殖時の水温であることは繁殖期の周年性を導くにも必須であると思われる。また、湧水は餌生物の一定した供給をもたらすとも考えられる。実際に、イトミズやユスリカ幼虫は泥中に、またヨコエビは藻や水草に付着し周年にわたり一定量生息していた(準備中)。これは孵化した仔・稚魚にとって餌

が得やすい状況を生起するだろう(伊藤, 1978)。すなわち, 湧水域は繁殖期の周年性をもたらす環境を形成すると考えられる。また, 魚種数と個体数が本流部に比べ少ない湧水域は, 他種との競争, 巢の破壊や捕食圧が軽減しているかもしれない。さらに, 同所的に生息するアブラハヤとウキゴリと行動圏がかなり重複したが, 実際の個体間関係は少なかった。ただし, 夜行性のウキゴリとは, おもに夜間にハリヨ仔・稚魚と捕食関係が認められた。今後, 特に場所利用と餌資源をめぐるの異種間との関係の調査が必要である。

#### 謝 辞

川那部浩哉教授(京都大学)と名越誠教授(奈良女子大学)には日頃より研究上の教示, また保護活動に関する有益な示唆を頂いている。本調査にあたり山本妙子, 小川裕久(三重大学), 渡辺勝敏(東京水産大学), 齋田孝晴(大阪教育大学), 井出圭子, 植島美帆(奈良女子大学), 清水義孝(三重県北勢町), 田中功(岐阜県南濃町), 吉村朝之(アアクエイト・テレビ)諸氏には, 調査の際に様々な協力を得た。末尾ながら, 以上の各氏にお礼を申し上げたい。

#### 参考文献

- Black, R. and Wootton, R. J. 1970. Dispersion in a natural population of three-spined sticklebacks. *Can. J. Zool.* 48:1133-1135.
- Craig-Bennett, A. 1931. The reproductive cycle of the three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L. Rhil. *Trans. Roy. Lond.* B219: 197-279.
- FitzGerald, G. J. 1983. The reproductive ecology and behaviour of three sympatric sticklebacks (*Gasterosteidae*) in a salt marsh. *Biol. Behav.* 8: 67-79.
- Hagen, D. W. 1967. Isolating mechanisms in three-spine sticklebacks (*Gasterosteus*). *J. Fish. Bd. Canada.* 24: 1637-1692.
- 伊藤嘉昭 1978. 比較生態学, 第2版. 岩波書店.
- 可児藤吉 1944. 溪流棲昆虫の生態. 日本生物誌, 昆虫, 上巻, 研究社.
- Kynard, B. E. 1978. Breeding behaviour of a lacustrine population of threespine sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* L.). *Behaviour* 67: 178-207.
- Kynard, B. E. 1979. Nest habitat preference of low plate number morphs in threespine sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*). *Copeia* 1979: 525-528.
- 森 誠一 1985a. ハリヨの分布: 減少の一途. *淡水魚* 11: 79-82.
- Mori, S. 1985b. Reproductive behaviour of the landlocked three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus microcephalus*, in Japan. *Behaviour* 93: 21-35.
- 森 誠一 1986. 巢をつくる魚: ハリヨの生活史. 岐阜県池田町教育委員会
- 森 誠一 1991. わき水の魚: ハリヨの生活史. 岐阜県南濃町教育委員会
- Moodie, G. E. E. 1972. Morphology, life history and ecology of an unusual stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) in the Queen Charlotte Islands, Canada. *Can. J. Zool.* 50: 721-732.
- Morisita, M. 1959. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. E. (Biol.)* 24: 215-235.
- Wootton, R. j. 1972. The behaviour of the male three-spined stickleback in a natural situation: a quantitative description. *Behaviour* 41: 232-241.

### Summary

The ambient conditions of nest sites of the freshwater three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus* (forma *leiura*), were quantitatively investigated in spring areas and the main stream of the Tsuya River system, Central Japan. The male preferred to nest on muddy or sandy substratum, in the shallow shoreline in a depth of commonly in 10-40 cm. in water velocities less than 15cm/sec and in a temperature range of 14 °C to 16°C. There were some differences in nest site characteristics between spring areas and the main stream. This study clearly indicated that the spring areas appeared to produce microhabitats more conducive to nest-building (spatial one). Furthermore, the three-spined stickleback inhabiting the waterbodies in spring water strongly tended to prolong the breeding season throughout the year (temporal advantage).

**Key words :** Three-spined stickleback, Nest site characters, Patterns of nest presence, Waterbody with spring.

## 欧米を中心としたエコロジカルパーク等の 自然回復事業に関する事例研究 (継続)

エコロジカル・パーク研究グループ

阿部 治・今井 信五・高橋 俊守・小寺 伸

### Practical Studies about Ecological Parks

Ecological Parks Research Group

Osamu ABE, Shingo IMAI,

Toshimori TAKAHASHI and Nobuo KODERA

欧米で行われているエコロジカル・パークなどの環境保全活動は、残された自然を守るという従来の自然保護活動にとどまらず、失われた自然の回復・創造といった積極的な自然保護活動であるばかりでなく、自然のみならず文化や歴史の保全をも含めた幅広い活動である。本研究では、イギリスのグランドワーク、ドイツのビオトープ、フランスのエコミュージエをとりあげ、現地調査を行い、特に環境教育的視点からわが国への応用と普及の可能性を探った。ドイツの自然保護にとって、野生動植物の種の保護及びビオトープの保護は、連邦各州の自然保護政策上の中心的課題であり、法律面での整備も進んでいるばかりでなく、自然保護団体の活動、環境教育等において重要視されている。エコミュージエは文化遺産の保護と自然遺産の保護・保全との接点で生じてきた博物館の新しい動きである。グランドワークは、市民・行政・企業がパートナーシップに基づき、人と自然にやさしい地域づくりを展開する活動である。これらの活動は、いずれも、自然と人間の共生、生物の多様性の保全などを目的とした地域づくりの活動であり、わが国における生涯学習としての環境教育システムの構築に非常に有効な示唆を与えてくれる。しかし、それぞれの活動は、当該国の自然や社会システムを反映して生まれたものであることに十分留意し、わが国に取り入れることが必要である。

#### はじめに

欧米で着手されているエコロジカル・パーク、ビオトープ、エコミュージエといった自然回復事業は、残された自然を守るという従来の自然保護活動にとどまらず、失われた自然を創造し、回復するという非常に積極的な自然保護活動である。本研究では、欧米におけるこうした自然回復・創造事業の事例として、イギリスのグランドワーク、ドイツのビオトープ、フランスのエコミュージエをとりあげ、現地調査を行い、特に環境教育的視点からわが国への応用と普及の可能性を探ることを目的とした。

#### 1. ドイツのビオトープ

今日のドイツの自然保護にとって、野生動植物の種の保護及びビオトープの保護は、主要なテーマとなっている。1970年代より、各州で野生生物種のレッドリスト (Rote Liste) が作成され、絶滅の危機に瀕する野生生物種の状況が明らかになってきた。これにともない、野生生物の種を保護する動きが起こり、1980年には、連邦種保護条例も制定されている。また、景域計画の中に、種に対する具体的な保護措置を含むことが定められている。今日では、野生生物種を保護するには、その種を含む生物群集の生息空間、すなわちビオトープを保護しなければならないという認識に発展しており、野生生物種の保護はビオトープの保護を意味するとされている。種保護、ビオトープ保

護は、連邦各州の自然保護政策上の中心的課題であり、法律面での整備も進んでいる。

ビオトープ (Biotop) は、ギリシャ語の生命・生活等を意味する「bios」と空間・場所・等を意味する「topos」に由来している。ビオトープとは、植物、動物及びそれらの相互関係からなる生物群集の単位空間的な無機的環境と定義される (Blab 1984)。今日、ビオトープは、自然保護のキーワードとしても広く認知されており、自然保護団体の活動、環境教育等において重要視されている。

1976年より施行されている連邦自然保護法は、自然保護・景域保全を目的に作られている。その第I章「自然保護及び景域保全の目的」では、生態系能力・自然資源の活用性・動植物界・自然と景域の多様性、個性、美を保護 (Schutz)・保全 (Pflege)・発展 (Entwicklung)させなければならないとしている。「自然保護及び景域保全アカデミー」によると、自然保護上の発展は、景域像の保護を第1段階とし、次いで種保護、ビオトープ保護、生態系保護の4段階に分けられるとされている (Akademie for Naturschutz und Landschaftspflege 1985)。

連邦自然保護法の中で、野生動植物種及びビオトープ保護については、幾つかの条項においてそのつど異なる表現で述べられている。法律が公布された1976年当時と比べ、特に第5章「野生動植物種の保護及び保全」には近年多くの条項が付け加わった。第5章第20条「特定ビオトープの保護」は、ビオトープを具体的に列挙している。ここであげられているビオトープとは、湿原、沼沢地、ヨシ帯、スゲ・イグサ湿性草原、湧水地、近自然的 (人間の手が余り加わっていない景域) で護岸等されていない小川や河川区域、陸地化が進む静止水地域、内陸砂丘、崖錐、低木、ビャクシン類ハイデ、乾性草地、乾燥地の森林や藪、沼沢地の森林・河畔林、岩石海岸・断崖海岸、砂丘、海岸地域の塩草原・干潟、アルプス地域等である。ここでは、特定されたビオトープを破壊したり、著しく侵害する措置は許されないと明記されてい

る。従って、特定されているビオトープに当たることが証明された場合、その地域をビオトープ保護の対象とすることが可能となる。第20条を受けて、各州では生け垣の保護、木材伐採の規制、非利用地の火入れの禁止、禁猟、除草剤散布の禁止等各州の事情に応じた様々な規制を設けるに至った。

自然保護と景域保全の目的を実現するための具体的措置は、景域計画に盛り込まれている。この景域計画策定に法的根拠を与えることは、連邦自然保護法施行当初の主要な目的であった。連邦自然保護法第2章において、景域計画は必要に応じて野生動植物種の生物群集やビオトープの保護、保全のための措置を含むとされている。1989年現在、ドイツではすでに1775件の景域計画が完了し、579件が実施中、156件が準備中である。また統一後の旧東ドイツ地区各州政府で、景域計画は優先的課題とされている (Umweltbundesamt 1992)。

保護地域以外の場所でも野生生物の生息地としてビオトープを確保して行くには、十分な根拠をもつ科学的な資料を提示し、その土地がビオトープとしての価値をもつことを証明しなければならない。そこで、郊外、市街地等にかかわらず、すべての土地を野生生物の生息場所という観点から見直し、ビオトープの価値を有する地域を表したビオトープ地図 (Biotopkarte) が作成されている。さらにその地域に現存する野生生物種はもちろん、地質、土地利用状況、所有者等、ビオトープとしての可能性をもつ土地の総合的な情報を把握するために、ビオトープ調査 (Biotopkartierung) が行われている。現在一部の州では、ビオトープとして認められた各地区をネットワークする計画を行っている。

1990年9月現在、旧西ドイツ地域では、人口10万人以上のほとんどすべての大都市を含む156都市で、ビオトープ地図が作成されている。 (Umweltbundesamt 1992)。このうちの80%以上の自治体が、各自自治体の全地域をカバーする地図を作成している。1980年末に比べて、ビオト

ブ地図作成都市の数は、3倍以上となっている。旧西ドイツ地域5州では、第1回目の調査により、特に保護する価値があると実証されたビオトープ地域が、州全体面積の5~12%を占めた(Umweltbundesamt 1992)。

保護地域として指定されている場所以外の種・ビオトープ保護にとって重要なのは、第3章「保護・保全・発展措置全般」第8条の自然に対する侵害(Eingriff)についての規定である。ここでは、侵害する者に対して、避けられる自然や景域の損傷防止や、避けられない損傷については自然保護、景域保全措置に従って定められた期間内に調整を行うことを義務づけている。各州法はこうした規制を補足し、侵害リストもしくは生息空間リストを作成して侵害を規制している。この規定によって、開発に伴う部分的なビオトープの創造、生息地としての代替地の確保、自然に配慮した工事計画等が実現されており、日本でも多くの事例が知られるようになった。

以上は、連邦自然保護法に見られるドイツ全土に有効な規定である。さらに限られた特定の地域を対象とした、自然保護地域・景域保護地域・自然公園・国立公園等の土地利用指定規定がある。

自然保護地域はほとんどが50ha以下の地域で、1990年現在国土の約1.9%を占め、5000カ所以上もの地域が指定されている。自然保護地域は、ビオトープネットワークの核となる。また、ドイツ全土に分散する自然保護地域は、多くの市民団体や自然保護団体、学術研究者等に活動場所を提供し、環境教育や研究の実践場所としての役割を果たしており、市民にとっての身近な自然である。

国立公園は1991年現在、10カ所、約700,000haが指定されている。自然保護地域、国立公園とともに、野生動植物の保護をその目的としてあげており、人間の介入は制限されている。

連邦自然保護法は、自然保護を目的とする民間団体の協力活動についても規定している。第29条において、連邦レベル又は州レベルで一定の条件を満たしている団体を、連邦又は州が承認し、この団体に対して法や侵害計画策定の際、協力

する権利を保証している。現在連邦レベルで16団体が「環境、自然保護及び原子力安全省」大臣によって承認されており、これ以外に各州レベルで約35団体が承認されている。これら民間の団体は、州、郡、市町村が設置している「自然保護及び景域保全審議会」との協力権を持つことが、州法によって保証されている。その他、ヘッセン、プレーメン、ベルリン各州は、認定を受けた団体に訴訟権を与えている。これは、団体訴訟(Klegemöglichkeit)と言われている。

国家に承認された自然保護を主目的とした団体には、1975年に設立された「環境と自然保護のための連合ドイツ」(BUND for Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.)や、1899年に設立され、ドイツ鳥類保護連合から発展した「自然保護連合ドイツ」(Naturschutzbund Deutschland e.V.)があり、それぞれ会員数は約20万人と発表されている。自然保護連合は、旧西ドイツ地域各地に1500以上の地域グループを持っている。これらの地域グループは、ドイツ各所にある自然保護地域の保全活動に協力したり、自然保護に関する情報の提供、セミナー、自然観察会の開催等を行っている。また自然保護連合は独自の環境教育施設をもっており、そこでは年間で100以上のセミナーが行われている。

こうした民間の自然保護活動は結果として、耕地整理、道路建設、水利経済等の部局に自然保護的目的を盛り込ませることに成功している。行政の自然保護政策にとっても、民間の活動を除いて自然保護の任務を行うことはできない状態にある。

1988年に組織された『自然・環境教育研究共同体』(Arbeitsgemeinschaft Natur-und Umwelterziehung)は、ドイツの環境教育施設を対象にした調査を行っている。この団体が1990年に行った調査によれば、旧西ドイツにおいて、約232箇所の環境センターが存在する。また、旧東ドイツの環境センターについては、1990年初めて調査が行われ、46箇所の環境センターが確認されている。野外展示場をもつ環境センターの多くは、さまざまなタイプのビオトープを創出している。

ドイツの環境センターの労働力として、専従の職員はもちろんのこと、その他に兵役代替社会奉仕（非軍事的役務）従事の青少年、失業者雇用措置による雇用者も多くの労働力を担っており、結果的に政府が人的にも、財政的にも環境センターに貢献している。

ビオトープをキーワードにしたドイツの自然保護への取り組みは、単に失われた自然を再生することのみを意味するものではない。第一には手付かずのまま残された数少ない土地を野生生物の生息地として保護することであり、第二には既存の緑地がビオトープとしての機能を果たすよう育成し直し、そして第三に一度失われた自然を再生することである。また、ビオトープは、農林業地域や都市地域等のすべての地域を包括する広域的な景域計画の中で位置付けられることによって初めて体系的に発展することが可能となる。この景域計画と都市計画を並立することにより、人間生活との調和が図られる。こうした積極的な措置が行われる背景には、環境倫理的側面の進展を含む住民の理解が不可欠であり、このために行政や自然保護団体は協力して環境教育の場を作り出す必要がある。今回の調査で、これらのことのために働く多くの人々にお会いすることができ、行政や自然保護団体の方々にも多くの資料をいただくことができたことから、ドイツのビオトープ保護に対する姿勢の一端を伺うことができた。

## 2. フランスのエコミュージーゼ

エコミュージーゼ (Ecomusoe) の文化遺産の保護と自然遺産の保護・保全との接点で生じてきた博物館の新しい動きである。エコミュージーゼの概念はG・H・リヴィエールにより提唱され、用語として公式に使用されたのは1971年、環境大臣ロベール・ブシャドによってである。

エコミュージーゼはフランス語でのEcologieとmusoeの合成語であるといわれているが、フランスにおいてエコロジーは「生態学」のほかに「(特に人間の) 自然環境」という意味を持ち、エコミュージーゼは「自然環境博物館」「環境博物

館」などと邦訳することができる。現在フランスでは約50存在するといわれ、フランス以外でもフランス語文化圏の国を中心に展開が見られる。わが国では山形県朝日町の取り組みが知られている。

エコミュージーゼは、『地域住民にとってみずからの姿勢を映す鏡であり、みずからの姿を訪れる人々に誇りを持って見せる場である。エコミュージーゼは住民の生活域の時間と、空間を展示する「自然と人間の博物館」である。エコミュージーゼは保存センターであり、研究所であるとともに住民にとっての教育施設(学校)である。エコミュージーゼの企画、設置、運営は行政と市民が協同してなされるものである。』といえるが、その対象となる「自然と人間」が、それぞれの地域で特殊性を有していることから、さまざまなヴァリエーションを持ち、その定理は求めにくい。

エコミュージーゼの概念は博物学者G・H・リヴィエールに負うところが大きい。彼はすでに1930年代よりその構想をもっていたという。フランスで初めてのエコミュージーゼといわれているウエッサン島のエコミュージーゼが開設されたのは1968年であり、当時は翌年開設されたマルケーズとともに野外博物館と呼ばれており、農村などの建築物の保存と展示という民族学の立場からの取り組みであった。また、1960年、1967年にそれぞれ設置された国立公園と地方自然公園は自然遺産の現地での保存・展示ということができ、その周辺や内部には文化遺産としての建造物が現場で保存されていた。民族学の立場からいえばそれら自然公園も博物館といえ、このようにエコミュージーゼは、文化遺産と自然遺産の保護・保全との接点で、一定のエリアでの環境をトータルに扱う生きた博物館として設定されてきた。

エコミュージーゼは人の生活域、自然といった空間とその時間的経過を対象とする博物館であり、エコミュージーゼとなりうる地域はそれぞれの特徴を有しているため、さまざまな形態が存在する。

ウエッサン島では、地域の伝統的な建造物と灯台の保存をテーマとし、マルケーズでは生産物、生産形態を含めた19世紀の農村集落の保存をテー

マとし自然公園内で展開され、クルーズでは工業と地域発展による農村地域の変遷をテーマとして都市部で展開され、それぞれが住民に地域を探求し、再発見させ、再解釈させようと試みている。

現在エコミュージーゼは協力やコミュニティ、コミュニティ共同体・協議会などの支持を得ながら単に地域の文化遺産、自然遺産の保護・保全を図るばかりでなく、地域の将来を展望する施設としての役割も負っている。

レンヌ地方のエコミュージーゼはフランス東部にあるブルターニュ半島のつけ根にあたる、この地方最大の都市レンヌ郊外の振興住宅地に接したバンチネ農場跡に1987年レンヌの行政によって設立された。バンチネ農場は16世紀から続く農場で、最後の収穫は1982年であったが、レンヌ当局はそれより先1978年には急激な地域社会の変化による地域性の消失にたいして数年前までの地域のありふれた田園風景、地域の主産業であった農業と農場の建築物の保存のためこの地にエコミュージーゼの開設を決めていた。バンチネ農場の活動停止が最近であることと、そこが人口密集地に近いということは、田園地帯と都市という相対立する関係を具体的に示す好例であるといえる。バンチネ農場の古い建築物を活かした常設展示は16世紀からのバンチネ農場の事例を正確にたどることにより、レンヌの変遷を浮き彫りにしている。バンチネの旧家を取り巻く10haの農場では16世紀からこの地における伝統的な農業のやり方、農場管理のやり方の変遷を目にすることができるよう実際に耕され、それぞれの時代ごとの作物が植えられている。

常設展示、農場での生産のほかに行われる活動には施設での季節展示、地域の収穫祭などの祭りや馬を使った農作業にかかわる数々の行事、農業技術や料理法の習得のための講座、民族芸能の催しなどがあり、会議施設の住民団体への貸出などを含め、地域住民の教育的活動の場として重要な意味をもっている。エコミュージーゼの外縁部には家庭菜園が整備され、そこでは地域住民がエコミュージーゼの活動での体験をいかしながら余暇を利用した耕作を楽しんでいる光景をみることができる。

教育省の方針は学校での校外学習や発見学級という課外教育を積極的に奨励しているため、エコミュージーゼはその学習の場の一つとして利用されている。特に全教科を通して展開されている環境教育の場として「生きた博物館」であるエコミュージーゼの役割は大きい。

エコミュージーゼでのそれらの住民に対する活動は、レンヌの中心地にある地域の総合博物館であるブルターニュ博物館や大学、各研究機関と連携して行われている。また、「エコミュージーゼとブルターニュ博物館の活動発展協会」(A. D. A. M. B.)は二つの博物館の諸活動を発展させるために設立され、市民の手による博物館活動の発展を目指している。

エコミュージーゼは地域住民が生活域の自然遺産、文化遺産、産業遺産にみずから気付き、それらの収集、展示、保存を通して地域の将来に活かそうという試みであり、山岳地帯、河川地域、湿地帯、田園地域、工業地域などさまざまなところで展開されているが、人口25万の都市レンヌでの取り組みは、失われつつある都市周辺部の田園風景の保全と緑化に対する直接的な役割に加え、田園風景の保存されたエリアでのさまざまな教育活動を通して、住民にとっての快適空間への住民みずからの発見と獲得の活動に寄与する環境教育の場としての役割を果たしているといえる。

エコミュージーゼの概念と具体的な展開はきわめてフランス的であり、フランスの文化とフランスの自然を背景にしているということを忘れてはならない。個々のエコミュージーゼを形式だけ技術的に模倣することは容易であろうと思われる。しかしエコミュージーゼの目指すものは、地域住民にとって彼らの暮らしと、暮らしを育んで来た環境を見つめ直すきっかけを与え、みずからの遺産に気づき、生活域での快適な暮らしを模索する「場」としてのエコミュージーゼづくりにあるといえ、名前だけの「エコミュージーゼ」という新たな施設作りが求められているのではないといえる。

人もその構成要素の一つと位置付け、時間的、空間的にとらえた地域の自然遺産や文化遺産、産

業遺産を人々の暮らしの中で保存し、地域の既存の各種機関・施設・人材のネットワークをはかり、環境教育を含めて教育的活動を展開する、市民参加の開かれた組織というエコムーゼの精神を生かした取り組みは、我が国でも決して難しいことではない。

#### おわりに

今回の調査で、欧米におけるエコロジカル・パーク、ビオトープ、エコムーゼといった自然回復事業が市民参加の形で進められて行くための役割を、環境教育が果たしていることが明らかになった。各事業とも、予算獲得、維持管理等にとって、多くの市民の合意が不可欠である。我が国においても、我が国の状況に即した自然回復事業が、市民参加の形で普及することが望まれる。

#### 参考文献

- Giselher Kaule(1991)Arten-und Biotopschutz Akademie for Naturschutz und Landschaftspflege(1985)Naturschutz.
- B. Roser(1990)Grundlagen des Biotop-und Artenschutz.
- Umweltbundesamt(1990)Daten zur Umwelt.
- Claus-Peter Hutter(1988)Naturschutz in der Gemeinde.
- Naturschutzbund(1991)Naturschutzseminar SUNDER.
- G. Steinbach(1990)Werkbuch Biotopschutz. Arbeitsgemeinschaft Natur-und Umwelterziehung(1991)Umweltzentren in Deutschland.
- Bayerisches Staatsministerium for Landesentwicklung und Umweltfragen(1990)Das Bayerische Naturschutzgesetz Neuauflage (1990).
- G. H. -Riviere(1989)LA MUS OLOGIE.
- Alison Clarke, Jean-Luc Maillard, Jean-Yves Veillard(1991)L'ecomuse du pays de Rennes.
- 財団法人埼玉県野鳥の会編(1990)ビオトープ緑の都市革命.
- 武内和彦(1991)地域の生態学.
- 丹青総合研究所(1992)季刊ミュージアム・データ.
- 新井重三(1989)野外博物館総論. 博物館学雑誌 第14巻第1-2合併号.

#### Summary

The purpose of this paper is to clarify the functions of environmental education in the examples of ecological parks, biotope and ecomuse. The authors made practical studies in England, Germany and France.

The nature conservation in Germany centers on the conservation of biotopes. For that reason, biotope mapping projects are carried out in more than 150 cities. Even within built-up areas, a relatively large number of conservation worthy biotopes can be found. Administration cooperates with societies of nature conservation in giving information, management of nature conservation areas, and so on (environmental education).

The concept of ecomuse was advocated by G.H. Riviere. The first ecomuse was established in 1968 on the island of Ouessant. The ecomuse is also an educational and experimental site, serving the local community and nature, who can go there to trace their origins. It explains how the inhabitants used these components to provide for their daily needs and how the parts of a region functioned as an agricultural and residential system adapted to local ecological conditions and cultural traditions.

## 海産巻貝類を指標種とする有機スズ生産規制の 追跡調査 (継続)

有機スズ問題研究会

水口 憲哉\*

Survey of the Control of Organotin Production by Watching  
for Marine Gastropoda as a Biological indicator

Organotin Problem Research Group

Kenya MIZUGUCHI\*

- 前年度からの継続および拡大調査に加えて1991年度の調査を行い以下が明らかになった。
- 1) 千葉県小湊におけるバイのRPS (AG) は、1990年37.9, '91年50.1, '92年56.9と年を追うごとに増加しており、これは東京都衛研の“海水中のTPT濃度がここ数年減少し傾向を呈しているにもかかわらずTBT濃度のほうは'92年8月においても増加している”という調査結果と対応する。
  - 2) 観測ネットワークの協力者である魚津水族館の高山茂樹氏により1979~81年のバイの標本が富山市科学文化センターに所蔵されていることが明らかになり、富山湾沿岸ではこの当時Imposexが発現していないことが明らかになった。
  - 3) 国内21ヶ所、国外26ヶ所で採集した、イボニシとバイ以外の新腹足目類 113標本 2,008個体を調査した結果、16属21種にImposexを確認し、うち15属19種はこれまで未報告のものであった。
  - 4) '92年10月には広島県や宮城県でカキの採苗が困難となり、またこれとは別に、水産庁が同年12月より有機スズ化合物の小型巻貝への影響調査を開始した結果、本グループのこれまでの成果についての照会があり、新たな波及効果が生じてきている。
  - 5) シロレイシガイダマシ類の採集を行なうと共にイボニシやオニヒトデ等をも含めた黒潮流域における海洋生物の幼生分散に関する研究のもつ意味を東大海洋研のシンポジウムで報告し、関心を喚起した。

---

\*東京水産大学資源維持研究室  
Laboratory of Methodology for Sustainable Exploitation of Aquatic Resourcec, Yokyo University of Fisheries.

# The Rehabilitation Program of Mangrove Forest in Thailand

Jitt Kongsangchai\*

## Research periods and objects:

(1) From December 17, 1991 to January 17, 1992

- Preliminary survey of mangrove area in Bang Khuntien district, Bangkok
- Tree diameter re-measurements in mangrove forests in Ranong province
- Study on dispersal process of *Rhizophora mucronata* propagules in Ranong
- Study on high density plantation in Ranong
- Interview study in charcoal kiln in Ranong

(2) From August 5 to September 5, 1992

- Tree diameter re-measurements in mangrove forests in Ranong province
- Study on dispersal process of *Rhizophora apiculata* and *Ceriops tagal* propagules in Ranong
- Study on mortality and growth of planted propagules in a 3-yr-old high density plantation in Ranong

## Principal results :

### 1. Stand growth

In the three permanent plots established in Ranong province, diameters of sample trees were re-measured on December, 1991 and August, 1992. Now, we are analyzing the growth rates of mangrove trees to evaluate the stand growth and net primary productivity. We found some sample trees cut by local people in these permanent plots. So we can evaluate the intensity of human impacts to the mangrove forests.

### 2. Dispersal process of some mangrove propagules

In the study area of Ranong province, the dispersal patterns of mangrove propagules (viviparous seeds) of *Rhizophora apiculata*, *R. mucronata* and *Ceriops tagal* were studied. In each species, 300 propagules were collected from mother trees and released in the river. We detected the movements of them after 1 day, 1 week and 1 month. The distance of propagules moved was calculated, and the patterns of seed dispersal were analyzed.

Generally, the mangrove propagules did not move more than 300 m from the mother tree. Therefore, the local populations of mangroves was considered to be kept by seed sources from neighboring trees. This information is very interes-

---

\* Technical Forestry Office, Royal Forest Department of Thailand  
タイ, 王室森林局技術調査部

ting and applicable to mangrove reforestation. The results of *R. mucronata* propagules have been published (now printing) for the Bulletin of Faculty of Agriculture, Gifu University.

### 3. Effects of high density plantation

A high density plantation experiment was conducted in a tinmining area at Ranong province. *R. apiculata* propagules were planted in higher density of 50cm × 50 cm spacing in 1989. Normally in Thailand, mangrove propagules were planted in 1.5 m × 1.5 m spacing.

We re-measured 4000 planted propagules on August, 1992. The mortality of planted propagules were low, and propagules showed good growth higher than 1.5 m. Our experiment is quite successful to afforestate the tin-mined area.

Now, we are analyzing the data, and compare the result of high density plantation to the normal one. We are convinced that the high density plantation is useful for the reforestation in the placed where suffers strong wave and erosion, and can products the good materials for charcoal wood.

Although, we found some fluctuations of propagule mortality by microtopography. On the mound 30 cm higher than the ground level, the propagule mortality was higher. This might come from desiccation effects, because the mound was often dried in the neap tides of dry season. Or the high mortality might come from soil acidification, i. e., low pH. We must check it in the future studies.

## タイにおけるマングローブ林の再生プログラム

チット・コンセンチャイ\*

### 要 旨

次の三項目について、1991年12月と1992年8月に、主として南タイのラノンで調査を行った。その結果、次のようなことが明らかとなった。

#### 1. マングローブ二次林の一次生産力

マングローブ二次林の純生産量が1年当たり4～5トン程度の小さい値であることを見いだした。これは、地域の住民の森林利用が著しく多いことによっている。マングローブ林の管理を行う上で、このことに注意を払う必要性がある。

#### 2. マングローブ種子の散布距離

種子をマーキングして水路に流して、1カ月後にどれだけ移動したかを調べた。

種子の移動距離は300m以内のものが多く、意外に短いことが判った。これは、沿岸に密生する支柱根層に入り込んでしまうためと、潮流に回帰性があるためである。このことより、地域の個体群は比較的近縁の樹木により構成されていることが推察される。とすれ

ば、造林を行う際に、使用する種子の地域性を考慮する必要があるのではないか、……

### 3. マングローブの高密度植栽試験

50cm・50cmの間隔でマングローブ造林を行っても、初期の死亡率が高くないことを確認した。この方法によると、炭焼き用材を集約的かつ早く収穫することが可能になる。しかし、わずかな微地形の違いによって、局部的ではあるが集団的に稚樹が死亡している場所を発見した。死亡をもたらした原因について、継続して調査を進めている。

(小見山 章)

# 北限のホンシュウジカと人間との共存のための 保護教育活動

五葉山シカ研究グループ  
高槻 成紀\*

Education Activity for the Coexistence of Humans and  
Northern Most Population of Honshu Sika Deer

The Research Group for Sika Deer of Mt. Goyo  
Seiki TAKATSUKI\*

五葉山のホンシュウジカの保護活動の一環としてシカと自然を紹介するガイドブック出版のための取材活動をおこなった。

10月の打ち合わせ会議において、中学生程度にわかるように写真を中心にし、それに解説をつけたものとするに決定した。

秋、冬、厳冬期、春、夏に合計6回の現地取材をおこないそれぞれの季節毎の動植物、森林の景観や花を撮影した。

7月には編集会議を開き、ガイドブックの体裁、発行部数などをきめた。また既存のガイドブックなどを参考にし、内容の検討をおこなった。

次年度には、P. N. ファンダ第三期の助成金と地元大船渡市と岩手県からの経費負担によってガイドブックを出版する予定である。

## 1 活動報告

### (1) 1991年10月18日 — 10月21日

岩手県大船渡市日頃市町鷹生公民館において打ち合わせ会議および、五葉山において秋季の取材を行った。参加者は東北大学の高槻成紀、佐藤雅俊、阿部友幸、今栄博司、仲尾章子、東京農工大学の渡辺紀、岩手大学の赤塚謙一、伊東孝浩、野々山一彦。

打ち合わせ会議では五葉山のシカと自然を紹介するガイドブックについてのアイデアを出し合い、中学生程度にわかるように写真を中心にし、それに解説をつけたものとするに決定した。

期間中、五葉山において秋の動植物の撮影を行った。紅葉の始まった森林の景観や、秋の花など

を中心に撮影した。

### (2) 1992年1月10日 — 1月14日

五葉山において冬季の取材を行った。参加者は東北大学の高槻成紀、佐藤雅俊、須田知樹、岩手県立総合教育センターの佐藤嘉宏、岩手県立花巻養護学校北郷茂博、岩手大学の赤塚謙一、鈴木建久、中根栄二、伊東孝浩、日本動物植物専門学院の田中剛、津島民恵、加藤博之。

期間中、五葉山において冬季の動植物の撮影を行った。落葉した森林の景観やシカの撮影をした。

### (3) 1992年2月28日 — 3月2日

五葉山において厳冬期の取材を行った。参加者は東北大学の高槻成紀、佐藤雅俊、今栄博司、阿部友幸、岐阜大学の喜多功、岩手大学の赤塚謙一、伊東孝浩、鈴木建久。

\*東北大学理学部  
Faculty of Science, Tohoku University.

期間中、五葉山において厳冬期の動植物の撮影を行った。積雪期の森林の景観やシカの撮影をした。

(4) 1992年5月3日 — 5月6日

五葉山において春季の取材をおこなった。参加者は東北大学の高槻成紀、佐藤雅俊、須田知樹、岩手大学の赤塚謙一、野々山一彦、菅田雄一、細川由貴子、有泉智之、伊藤史顕、関谷茂樹、石井孝和、佐竹千枝。

期間中、五葉山において春季の動植物の撮影を行った。春季の森林の景観、春の花やシカを撮影した。

(5) 1992年5月18日 — 5月19日

五葉山において春季の取材を行った。参加者は東北大学の高槻成紀。

期間中、五葉山において春季の動植物の撮影を行った。新緑の森林の景観、春の花を中心に撮影した。

(6) 1992年7月1日

仙台市東北大学において編集会議を行う。参加者は東北大学の高槻成紀、佐藤雅俊、岩手県教育センターの佐藤嘉宏、岩手県立花巻養護学校の北郷茂博、岩手大学の赤塚謙一。これまで取材した

写真の選択と、ガイドブックの全体の構成に関して議論を行い、およその構想を決めた。すなわちカラー写真を中心に約30ページ（B5版ないし変型）、約2,000部とした。また既存のガイドブックや自然ガイドなどを参考にし、内容の検討を行った。

およその見積もりによると経費は180万円程度なので、これにかかわる経費の助成を申請することにした。

(7) 1992年8月12日

日本自然保護協会に連絡をとった結果、これまでの慣例では、ガイドブック出版の助成は半額弱程度を協会が負担し、残りは地元負担とするケースが多いとのことなので、申請額は90万円にすることとし、必要書類を提出した。そして地元（大船渡市と岩手県）に対して状況を説明し、前向きに検討してもらおうとの了解を得た。

(8) 1992年8月23日 — 8月26日

岩手県大船渡市日頃市町鷹生公民館において打ち合わせ会議および、五葉山において夏季の取材を行った。参加者は東北大学の高槻成紀、佐藤雅俊、岩手大学の赤塚謙一、伊藤史顕、石井孝和、細川由貴子、千葉大学の八幡ちひろ。

#### 活動経過表

日 時	場 所	内 容 (人数)
1991年10月18日	大船渡市日頃市町	打ち合わせ会議 (9人)
1991年10月18~21日	五葉山	取材 (9人)
1992年1月10~14日	五葉山	取材 (12人)
1992年2月28日~3月2日	五葉山	取材 (8人)
1992年5月3~6日	五葉山	取材 (12人)
1992年5月18~19日	五葉山	取材 (1人)
1992年7月1日	仙台市東北大学	編集会議 (5人)
1992年8月12日		日本自然保護協会に申請書類を提出
1992年8月23日	大船渡市日頃市町	打ち合わせ会議 (7人)
1992年8月23~26日	五葉山	取材 (7人)
1992年9月30日		日本自然保護協会より助成内定の連絡

打ち合わせ会議ではこれまで撮影した写真をもちより、ガイドブックの内容を検討しながら、採用する写真の選択を行った。これにより、これまでかなりの種類の植物やシカを中心とした動物の写真が撮影されていることが確認された。ただし動物によっては五葉山そのものではなく周辺地域のものもあったが、五葉山に生息することが確認されているものについてはそれらも採用すべきであるとの意見が出された。また期間中、五葉山において夏季の動植物の撮影を行った。ことに中腹の針葉樹林、頂上周辺の高山植物などを中心に撮影した。

(9) 1992年9月30日

日本自然保護協会より助成内定の連絡を受けた。ただし内定額は75万円であった。この旨、地元で連絡をした。

## Ⅱ 活動の評価／成果

計画では五葉山のシカの保護教育活動とガイドブック出版のための取材活動を目的としていた。しかし活動を進める過程で、活動時間と経費を後者に集中すべきであるとの判断から、本期間中は前者はみあわせた。しかし1992年2月に代表の高槻成紀が『北に生きるシカたち』を出版し、新聞などにも取り上げられたため地元では五葉山のシカに対する関心が高まっており、実質的には活動成果はあがったと評価できる。また1992年11月には大船渡市の高齢者大学からの招請により五葉山のシカに関する講演会を予定している。

ガイドブックの取材に関しては、ほぼ所期の成果を果たすことができた。ただし夏季のシカは撮影が困難であり、さらに撮影努力が必要である。

## 尾瀬の保護と適正利用のための指導と案内 (継続)

尾瀬ガイドグループ  
児玉 芳郎\*

Suggestions and the Guidance for the Better Use of "OZE".

Oze Guide Group  
Yoshiro K ODAMA\*

貴重な「尾瀬」の自然が、今、オーバーユースの前に破壊されようとしている。私達は、この原因が日本の国立公園の利用法や日本人の自然に対する意識構造そのものにあると捉え、以下のような提案を行った。

- |                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| 1 特別保護地区の拡大         | 5 専用電気バスの運行       |
| 2 高層湿原上の木道ルート of 全廃 | 6 関連法の整備          |
| 3 稜線内施設の適性配置        | 7 保護・環境教育センターの設置  |
| 4 一般車両の乗り入れ禁止       | 8 入山者への指導・教育の徹底 他 |

この提案に基づいて、これまでさまざまな普及・教育活動をおこなってきたが、いまだ十分な成果をあげるに至っていない。

しかし、私達の力量の中でも、自然保護指導員を育成し入山者への指導にあたることは可能である。

当面は、この活動を中心とした運動の展開を第一に考えて提案の現実を計りたい。

### 活動の内容・成果

日本が誇る日光国立公園の特別保護地区・特別天然記念物、本州で最大規模の高層湿原と幾多の貴重な動植物を育み、たぐい稀な自然景観を有する「尾瀬」には年間50万人とも100万人ともいわれる数の人々が訪れる。

尾瀬は四方を高い山に囲まれた窪地である。そのために降水が溜り、湖や湿原が発達した水盆である。そこに多くの入山者による生活雑排水を流し込めば、出口の少ない水盆の水は富栄養化してしまい、貧栄養の水に依存して生活してきた周辺の植生に重大な影響が及ぶことは目に見えている。

もともと一年の大半は雪に閉ざされる冷涼な気候は、それだけでなく有機物の分解を困難にして

いるわけで、だからこそ分解されない植物の遺骸が盛り上がり高層湿原を形成してきた歴史を持つのである。

加えて、登山者の踏みつけによる乾燥化・裸地化(湿原を踏みつけるということは水を吸ったスポンジを踏みつけることと同じである)や本人が気付かないうちに靴などに付いて運ばれてくる下界の植物や小動物の定着もみられる。クロスカントリスキーの流行による冬期の利用(立入禁止区域の標識も雪の下)、新幹線や関越自動車道を中心とする交通網の整備等々、尾瀬を取り巻く環境は入山者に悪意はなくとも最悪の状態となっている。このような状況を改善するため、私たちは一昨年次のような提案をおこなった。

- 1 現行の特別保護地区を約2倍規模に拡大する。

\* 香蘭女学校 中学高等学校  
Junior and Senior High School, St. Hilda's School.

- 2 高層湿原上の木道ルートを廃止し、山ぎわや  
 拋水林ぞいの影響の少ないルートに変更する。
  - 3 尾瀬の稜線内にある宿泊等の施設を稜線外に  
 移転し、稜線内には最低限必要な避難・休憩施  
 設のみとする。
  - 4 一般車両の稜線までの乗り入れを禁止し、入  
 山専用の電気バスを運行する。
  - 5 関連する法律の整備をおこない、保護センタ  
 ーや環境教育センターを要所に配置して、入山  
 者への指導・教育の徹底を計る。 等々
- まだ課題も多々あるが、結論は自然そのものの持  
 っ生産・再生能力までも食い潰してしまうよう  
 なオーバーユース・過剰利用を避け、大切に保全  
 していこうということである。

今年度は昨年度に引き続き「尾瀬の自然を守る  
 会」が10年以上にわたって養成を続けてきた自然  
 保護指導員(161名登録)による入山者への指導を、  
 より発展的に実施することを目的としてミズバシ  
 ヨウシーズン開始の5月中旬より、紅葉の10月中  
 旬まで毎週末を中心に戸倉(群馬県)・檜枝岐  
 (福島県)の2ヵ所をベースに集中指導・教育活  
 動をおこなった。

ここ10年来の継続活動である関越交通バスへの  
 添乗解説・鳩待峠および大清水周辺での入山者へ  
 の呼び掛け・鳩待峠より尾瀬ヶ原までの間を中心  
 に、自然保護解説をおこなった。

近年、環境庁からの呼び掛けテープをバス車中  
 で流してはいるが、やはり肉声での解説が一番喜  
 ばれている。また特に夜行ツアーのバス客は事前  
 の指導や案内を一切受けていない場合が多く、ち  
 ょっとした案内ひとつでも入山者の意識が変化し  
 ていく様子が理解できる。

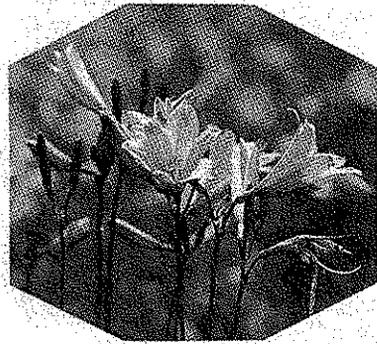
定点での自然解説をきっかけとして話題が深化  
 していく場合もあり、小グループの場合には、そ  
 のまま原の中まで同行を求められることも多い。

課題としては学校団体・ツアー客などの受動的  
 な入山者への対応を早急にかつ組織的に行うこと  
 が急務である。

沼山峠での定点活動を中心に、尾瀬沼周辺や燧

特別保護地区  
 特別天然記念物

尾瀬



ニッコウキスゲ

## 尾瀬の自然を守る会

P.N. ファンド助成によって作成されたパンフレット

ヶ岳方面への入山者に対する呼び掛け、自然保護  
 解説をおこなった。

路線バスへの添乗解説は、現在のところ許可さ  
 れていない状態である。ただし車両規制は群馬側  
 よりきちんとおこなわれているため、峠での定点  
 指導は行いやすい。

群馬側と同様に、同行を求められ、中まで解説  
 指導を行いながら入っていく場合が多い。今回は  
 ゴミ拾いも回数を多くしたが木道下にかんりの量  
 が散見された。

また御池での車種・地域調査もあわせて実施し  
 た。

両地域を通じて、入山者の尾瀬に対する意識は、  
 20年前と較べ前向きに変化したものの、自然保護  
 の知識や、入山者自身の行動にはまだまだ問題が

多い。この解決のためには、今後とも入山者に対する現地指導が必要と感じる。

環境庁をはじめ、行政機関もこのことの重要性に気付きはじめているようであるが、質量ともに備わった体制が整うまではまだまだ時間を要すると思われる。

私共はそのための準備に最大限の協力をするつもりである。

来年度は、自然保護指導員をシーズン中常駐で配置することができれば、と考えている。

私共は今後とも前述の提案の現実に向け努力を続けていく所存である。また今回もこの私共の活動にご理解を示してくださった(財)日本自然保護協会の各位に心より深く感謝申しあげる次第である。

#### Summary

The precious nature of Oze will be destroyed by overuse. We have considered how to use a national park and how to conserve the nature. We would like to suggest the following plans.

1. The spread of the special reserve.
2. Taking the wood trails away; We should take the wood trails on the marshland away.
3. Establishment of shelters and resting places; In the ridgeline, it is necessary have some shelters and resting places. But, so many lodges should be moved out of ridgeline.
4. We should not use car to the ridgeline.
5. We should use the special electric bus.
6. The arrangement of the related laws and regulations.
7. Establishment of centers for nature conservation and environment guidance.
8. Bringing out the guide for nature conservation.

We have tried carrying out these plans for a long time. But, it isn't easy to get excellent results.

For the moment, we would like to bring out the guide for nature conservation.

# Biodiversity and Conservation of Littoral Fish Communities in the Northwestern Part of Lake Tanganyika

Gashagaza Masta Mukuwaya\*

## INTRODUCTION

Lake Tanganyika as an ancient lake has unique and rich fauna composed with many endemic species which have evolved within the lake. Fish local communities in littoral areas of this lake were more or less isolated from each other and the genetic interchange among communities of each other and the genetic interchange among communities of each type is very low even between populations of two adjacent rocky or sandy areas (Nishida, pers. com.). Hori et al. (1993) reported that littoral fish communities in lake Tanganyika are very stable and in a state of equilibrium. It maybe valuable, however, to point out that even such stable communities are easily disrupted by any unusual perturbation to which they have never become adjusted during their evolution (Lowe-Mc Connell, 1987). For example, any perturbation severing the web interaction of such isolated local communities will seriously damage them and may cause species extinction. In littoral areas of lake Tanganyika, biotic communities are facing to numerous vulnerable variables such as sediment pollution, oil leakage, fishing pressure and interactions among species which may regulate their diversity. Cohen et al. (in press) showed that ostracodes were significantly less diverse in high versus low disturbance sites for both hard and soft substrates within the littoral zone.

The primary goals of this project are:

- to document the distribution patterns of the biotic communities along the littoral zone of lake Tanganyika;
- to evaluate the impact of physical, chemical pollutants and fishing pressure on the lake's littoral communities;
- to apprehend the interactions among species which may be indispensable factors for maintaining the species diversity and their stability in littoral areas of this lake.

---

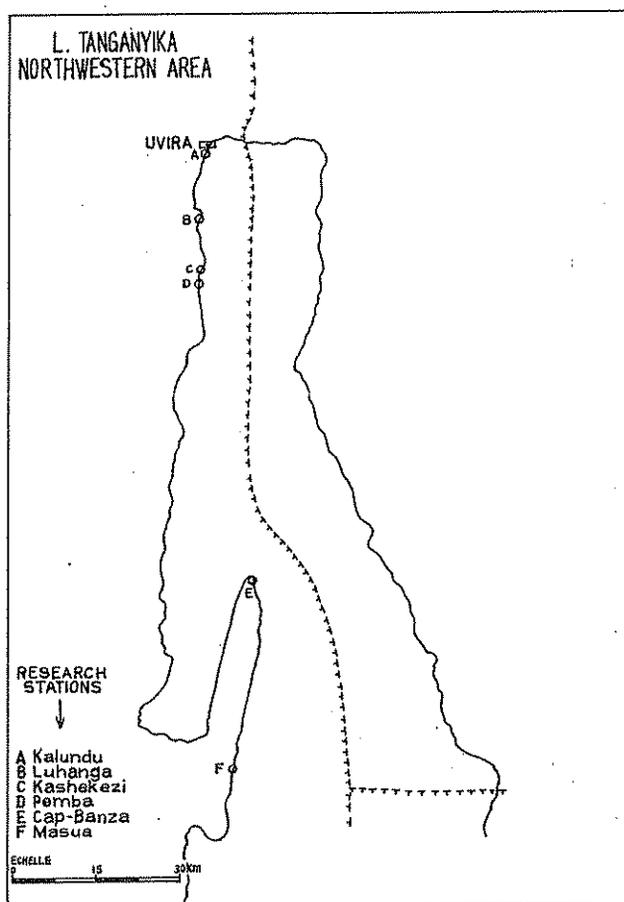
\* Centre de recherche en Science naturelles, Station d'Uvira(CRSN/ Uvira), ZAIRE  
ザイール国立自然科学研究センターウビラ研究所

In this preliminary report, we will delineate the fish species diversity levels, based on diving census and collection of specimens in the research sites. We will try to understand which impact, habitat disturbance caused by sediment pollution has on fish species diversity and distribution of macro-invertebrates, based, based on comparison of species richness and the indistribution in different sites categorised from the degree of substrate disturbance as impacted and unimpacted sites.

A point of discussion will be made on what aspect of biodiversity need to be conserved in regards to the utilization of littoral substrates for feeding and reproduction in cichlid fishes and interactions among them.

#### MATERIALS AND METHODS

Field research was conducted at six selected sites with different anthropogenical impacts; Kalundu (high), Luhanga (moderate), Kashekezi (high), Pemba (moderate), Cape Banza (low) and Masua (no impact, pristine area) [see Map].



Map: Lake Tanganyika Northwestern Area

Fish census were conducted at least once per year at Luhanga and Cape Banza from 1992 to 1994. Two census were also done at Masua, four at Kalundu, Kashekezi and Pamba from 1993. For each research site, a 50m<sup>2</sup> quadrat was settled at 5, 10 and 20 meters depth and all species within the quadrat were censused with help of SCUBA. Additional, fish specimens were collected outside the quadrat in the research site using a set of fifteen gill-nets deposited at different depths. Specimens were conserved in 10% formalin solution. In laboratory, fish samples were measured (standard length), dissected and their ovaries or testies removed. To evaluate the gematic investment for each species, oocytes in the mature ovary were counted.

Macro-invertebrates were monthly collected at four sites: Kalundu, Luhanga, Kashekezi and Pemba. At each research site, sediment samples were collected at 1, 5, 10, 15 and 20m depths to determine macro-invertebrates diversity patterns and establish the relationship between their distribution patterns and sediment discharge regime. To sort macro-invertebrates by flotation, 400cm<sup>3</sup> of bottom sediment mixed with a certain volume of water and sugar solution were transferred in the core of 7.2cm diameter and 10cm height. specimens sorted were fixed in 10% formalin solution. In the laboratory, taxonomical groups were determined using a microscope and identification key. In the rocky areas, ten stones were marked in limited surface of one hundred sixty meters square situated between 0.5 and 2m depth. For each monthly survey, the ten stones were washed to collect macroinvertebrates and replaced at the same place.

To evaluate the amount of suspended matter carried into the lake by inflowing tributaries, erosion or wave action, water samples were collected using a plastic bottle in the river, the mouth of river and at about 200m far from the shore at the surface, 20 and 30m depth. The total suspended matter was gravimetrically measured after filtration. The concentration of suspended matter was calculated in mg/liter.

For water analysis, sampling was carried out monthly at Kalundu, Luhanga, Kashekezi and Pemba. Water samples were collected between 100 and 200m offshore at different depths (surface, 10, 20 and 30m) by using a bottle sampler Rigosha and put in glass DO bottles for dissolved oxygen measurement, in plastic bottles for chemical analysis. The following parameters were measured in the field: temperature by mercuric thermometer, pH by phmeter PICCOLO, conductivity by STD conductivitymeter was used for the chemical analysis such as orthophosphate, nitrite, nitrate, ammonia and sulfate. Winkler method was used for analysis of dissolved oxygen.

## 1. FISH SPECIES DISTRIBUTION

To investigate on the distribution patterns of fish species in the northwestern part of the lake Tanganyika, two kinds of habitats have been considered: rocky substrate more or less disturbed by sediment pollution and sandy substrate situated around the mouth of rivers and which received regularly a lot amount of sediments brought in by tributaries. We noticed that Kashekezi site was in previous time a rocky area which after has been covered by sand and detritus due to the influence of Kashekezi river. From the inventories of fish species collected in rocky site (appendix 2, 4, 5 and 6), about 70% of species were distributed in all the four stations. Some local differences in fish species composition site by site were found: i.e. *Neolamprologus leleupi* was present only at Luhanga site, *Tropheus duboisi* and *Neolamprologus niger* inhabited rocky area at Pemba, *Chalinochromis brichardi* and *Neolamprologus pulcheri* were found only at Cap Banza. *Petrochromis sp* ( "White type" ) was seen for the first time at Masua site and not elsewhere etc.

Residents species inhabiting the sandy areas were nearly same in both sites. They were mostly composed of *Lepidiolamprologus cunningtoni*, *Neolamprologus kunguensis*, *N. mandabu*, *N. tetracanthus* and *Xenotilapia species*. But, subadults of piscivores and scale eaters species hovering in midwater above the substratum entered also in fish species at Kashekezi sheltered rocky dwellers species such as *Altolamprologus compressiceps* and *Lamprologus lamairi* which sometimes appeared for short visit in quadrat.

In very shallow area of Kalundu site between 0.5 to 2m depth, a limited surface was covered by rubbles stones with a thin biocover. Some months ago, a number of small size cichlids such as *Aulonocranus dewindti*, *Ectodus descampsi*, *Spathodus marlieri*, *Callochromis macrops* etc. inhabited that place. Now, it is covered by sand and detritus carried within the lake by Kalimabenge river and 90% of fish species moved to other place or disappeared.

Considering the vertical distribution of fish species in research sites, high species diversity was found at 5 and 10m depth, while the number of species decreased at 20m in rocky sites with different degree of substrate disturbance. Species diversity level in high sedimentation impact site was similar at Pemba (rocky) and Kalundu (sandy) sites. Usually, substrate between 5 and 10m depth in rocky sites were composed with big amount of detached rocks or stones rich in biocover, while in deeper zone from 15m depth a cemented rocky substratum was observed, except at Pemba. Such kind of area with detached rocks and stones offered a wide range of niches favorable for feeding and reproduction of fish species. Shelters were utilized as breeding sites of many species and constituted protected places for macro-

invertebrates. A high number of specialized benthic invertebrates eaters was recognized in these areas. High calcified rocky substratum might offered less possibilities to feed and reproduce in fish species. Consequently, resident species were limited in number around 20m depth, groups of hovering species in midwater such as *cyprichromis microlepidotus*, *Cyphotilapia frontosa*, *Ophthalmotilapia ventralis*, individuals of piscivores and scale eaters, etc., predominated. The regular fish species composition and their vertical distribution pattern in sandy area might be related to the uniform aspect of substrate utilized, and less variety of food items composition (see Table 3) which reflects the trophic guild.

Table 1: Fish species diversity patterns by sites and water depth. The first number refers to the mean number of species observed in each 50m<sup>2</sup> census at different depths. The number in parentheses is the proportion of the mean number of species observed in that depth relative to the mean number of species censused at that depth in pristine site (Masua).

WATER DEPTH (m)	MASUA (Pristine)	CAP BANZA (Low Impact)	LUHANGA (Moderate Impact)	KASHEKEZI (High Impact)
5	21	33 (157 %)	28 (133 %)	10 (48 %)
10	24	34 (142 %)	31 (129 %)	9 (37 %)
20	17	28 (165 %)	21 (123 %)	10 (59 %)

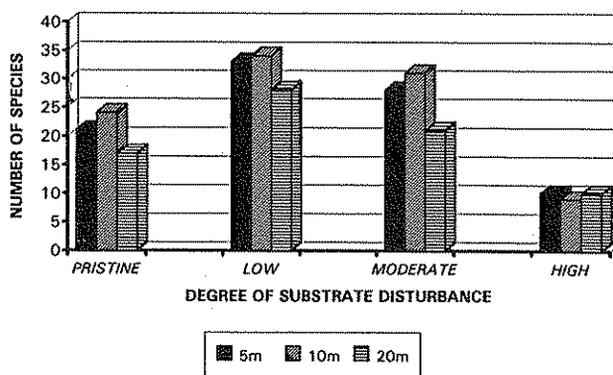


Fig 1: Mean fish species diversity at the pristine, low, moderate and high sedimentation impact sites (Masua, Cape Banza, Luhanga and Kashekezi respectively) for different depths.

## 2. IMPACT OF SEDIMENT POLLUTION ON FISH DIVERSITY

Results presented in Table 1 and Figure 1 demonstrated that a clear decline in species richness occurred at Kashekezi than in other sites with more or less degree of substrate disturbance. The analysis of fish data

Table 3: Abundance and vertical distribution of macro-invertebrates collected in sediments from sampling sites. For each taxonomical group, the mean number of individuals count in 400 cm<sup>3</sup> of benthos sampled at different depths is represented.

Sites	Depth (m)	Chironomid larvae	Ephemeroptera larvae	Trichoptera larvae	Shrimps
Kalundu	1	0	0	0	0
	5	5	0	0	0
	10	6	0	0	0
	15	11	1	0	0
	20	4	0	0	0
Kashekezi	1	0	0	0	0
	5	12	1	0	0
	10	23	0	0	0
	15	21	0	0	0
	20	24	0	0	0
Luhanga	1	0	0	0	0
	5	5	0	0	0
	10	10	0	1	0
	15	1	0	1	1
	20	1	0	0	0
Pemba	1	0	0	0	0
	5	2	0	0	0
	10	4	0	0	0
	15	14	0	0	0
	20	3	0	0	0

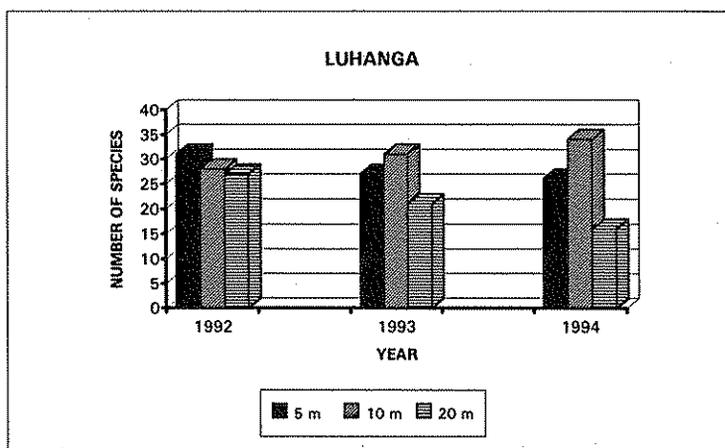
collected at Luhanga and Kashekezi (Appendix 1 and 3) revealed that the decline is not total random with respect to trophic groups: species specialized in benthic algal grazer guild and others specialized in benthic animal feeder on rocks were not found in these sites, while sandy sifters as *Xenotilapia* species, *Lamprologus callipterus* etc. predominated. Sometimes, subadults of benthic animal feeders on rocks such as *A. compressiceps*, *L. lemairi* have been observed passing in the quadrat and were recorded. A slight tendency in species richness decline and were also found between Cap Banza (low) and Luhanga (moderate). But, contrarily to our prediction, inverse tendency occurred between Masua (pristine) to Cap Banza and Luhanga. Fish species at Masua were significantly less diverse (1/3 lower) than those at Cap Banza for example.

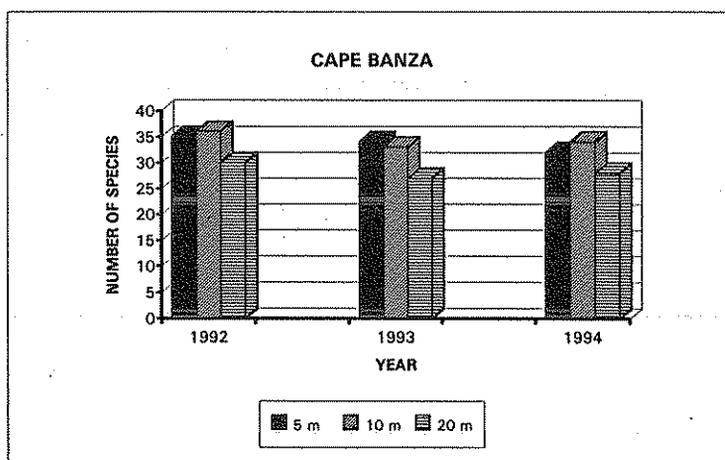
We hypothesized that the nature of substrate played an important role in maintaining the species diversity and their stability in an area. Masua site

is situated in a pristine area with steep sloping shores and with a cimented substratum from 5m depth to deeper zone. Few detached rocks or stones were found between 1.5 and 4m depth. As discussed before, such environment might not favorized the recruitment and colonization by many species.

When we compared fish species diversity during 3 years census at Luhanga and Cape Banza (Fig.2), We constated almost a regular stability in number of species censused at Cape Banza from different depths during this period. The low impact site at Cape Banza does not lie immediately adjacent to a drainage, and thus is buffered from stream detritus. Although fish species richness seemed to be stable in the whole moderate impact site at Luhanga, slight variations occured in number of species cencuced at different depths from 1993 to 1994. Vertical migrations of species seemed to occur from both deeper and shallow areas to the central part (around 10m). Probably this might be explained by the fact that the floods of the small river Maaza from 1993 deposited in deeper area from 18m depth due to the steep slopes shores of Luhanga site.

Figure 2. Fish species diversity during 1992, 1993 and 1994 census at Luhanga (moderate impact) and Cape Banza (low impact) sites for different depths.





### 3. ABUNDANCE AND VERTICAL DISTRIBUTION OF MACRO-INVERTEBRATES

It was clearly demonstrated that in all research sites the chironomid larvae were abundants in sediments and other groups very scarce (Table 3). They were also abundant in sandy areas with the influence of rivers. In all the research sites, vertical distribution of chironomid larvae started from 5m depth. In sandy sites with influence of tributaries, chironomid larvae were more abundant in deeper zone between 10 and 20m depth.

In rocky areas, ephemeroptera larvae predominated especially at Luhanga (Table 4). Shrimps were found more abundant at Pemba and very scarce at Kalundu. Hirudinae were only collected at Kashekezi site.

Tabel 4: Abundance of macro-invertebrates collected on rocks from sampling sites. For each taxonomical group, the mean number of individuals counted from ten rocks is represented.

Sites	Chironomid Larvae	Ephemeroptera Larvae	Trichoptera Larvae	Shrimps
Kalundu	13	2	0	1
Kashekezi	5	5	2	8
Luhanga	1	27	2	7
Pemba	2	10	0	20

From these preliminary results, we hypothesized that the predominance of chironomid larvae at Kashekezi and Kalundu might be related to the presence of many detritus carried in the sites by the floods of Kalimabenge and Kashekezi rivers. Ross H. (1965) reported that chironomid larvae feed on organic matter on the bottom of bodies of water.

Ephemeroptera larvae and shrimps were mainly distributed in rocky areas and were found hidden under rocks.

Nymphs of ephemeroptera feed on microorganisms and fragments of plant

tissue (Ross, H. 1965).

Table 5: Concentration of suspended matter (mg/l) collected in tributaries and at near shores of the lake.

Sites	River	Mouth of River	Lake (200 m from shore)		
			0 m	20 m	30 m
Kalundu 21-Jan-94	27	10	4	4	4
Kashekezi 04-Feb-94	7	70	67	2	2
Luhanga 26-Feb-94	4	10	0	1	0
Pemba 09-Feb-94	-	3	1	1	1

#### 4. CONCENTRATION OF SUSPENDED MATTER COLLECTED IN TRIBUTARIES AND IN THE LAKE

From Table 5, data collected at Kalundu showed that the concentration of suspended matter decreased from the mouth of river to offshore. At Kashekezi site, the high concentration of suspended matter was found from the coast to offshore, though it was low in the river. At Luhanga site, a little increase of the concentration of suspended matter occurred only around the mouth of small river Maaza which flowed into the lake. A little increase of concentration of suspended matter was also observed at the shore of Pemba rocky site without influence of the river. We constated from these indicative data that during the calm day without strong wind (i.e. on 21-01-94), suspended matter carried by tributaries into the lake were soon precipitated and their concentration decreased from the coast to offshore. On the other hand, strong wind caused highwaves which played on important role in the dispersion of sediments deposited around the mouth of rivers, by the way increasing the amount of suspended matter on the lake site from coast to offshore at Kashekezi. In general, high concentration of suspended matter was found in sandy sites with influence of rivers than in rocky areas with or without adjacent drainage.

#### 5. DATA ON PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS COLLECTED IN THE LAKE

Research on the water analysis is just at the beginning due to the lack of chemical reagents. We could not drawn any tendency from the small number of data collected (Table 6). We intend to intensify the research on the lake and tributaries in near future.

Table 6: Presentation of data collected on physical and chemical parameters in research sites from February 1994.  
For chemical parameters, numbers are represented in mg/liter.

Sites	Depth (m)	T (°C)	Ph	Cond.	DO (%)	PO4 <sup>3-</sup>	NO <sup>3-</sup>	NO <sup>2-</sup>	NH3-N								
Kalundu (18-2 & 17-3)	0	28.0	26.8	9.30	8.53	646	635	72.6	108.0	0.01	0.03	0.004	0.005	-	0.09	0.82	0.05
	10	27.6	26.8	9.25	8.88	616	656	85.7	105.0	0.28	0.02	0.003	0.005	-	0.08	0.00	0.05
	20	27.4	26.8	9.37	8.89	630	661	75.7	78.0	0.01	0.03	0.003	0.004	-	0.08	0.00	0.01
	30	-	26.8	-	6.93	-	663	-	57.0	-	0.04	-	0.003	-	0.09	-	0.02
Luhanga (26-2 & 12-3)	0	27.2	27.2	9.83	8.95	622	642	115.9	-	0.01	0.09	0.004	0.005	0.07	0.08	0.03	0.00
	10	27.0	27.0	9.58	9.35	620	688	125.2	-	0.01	0.02	0.005	0.009	0.08	0.08	0.01	0.00
	20	27.2	27.0	9.47	9.03	667	667	96.9	-	0.01	0.02	0.005	0.006	0.08	0.06	0.01	0.00
	30	27.0	27.0	9.44	9.27	660	629	108.0	-	0.06	0.02	0.006	-	0.08	0.06	0.04	0.00
Kashekezi (04-2 & 02-3)	0	26.8	28.0	8.73	9.09	646	619	102.0	109.7	0.06	0.02	0.004	0.008	0.08	-	0.00	0.00
	10	26.1	27.2	8.73	9.09	665	656	94.0	104.1	0.02	0.03	0.004	0.006	0.09	-	0.00	0.00
	20	26.0	27.2	8.74	9.09	665	647	103.0	108.0	0.06	0.06	0.004	0.007	0.09	-	0.00	0.00
	30	26.4	27.2	8.73	9.09	666	643	102.0	108.0	0.04	0.03	0.006	0.005	0.08	-	0.00	0.00
Pemba (09-2 & 10-3)	0	27.2	28.2	9.14	9.04	679	663	102.1	105.9	0.09	0.03	0.005	0.004	0.08	0.08	0.03	0.04
	10	27.0	27.6	8.82	9.03	646	658	105.6	104.7	0.04	0.04	0.005	0.012	0.08	0.09	0.01	0.00
	20	27.0	27.4	9.06	9.02	669	662	101.7	108.2	0.03	0.06	0.007	0.005	0.08	0.08	0.01	0.02
	30	27.6	27.2	8.92	9.03	658	665	102.7	85.0	0.02	0.03	0.007	0.008	0.07	0.06	0.00	0.01

Table 2: Female size, number of mature oocytes in ovaries of cichlid fishes collected at Kalundu, Luhanga, Kashekezi and Pemba sites from 1992 to 1994.

A. MOUTH BROODERS

Species	Female size (X mm S.L.)	No of oocytes in ovaries
<u>Aulonocranus dewindti</u>	72.9 ± 4.7	27 ± 6
<u>Callochromis pleurospirus</u>	61.5	56
<u>Cardiopharynx schoutedeni</u>	81.8 ± 1.5	53 ± 8
<u>Ctenochromis horei</u>	76 ± 7.4	41 ± 17
<u>Cyatopharynx furcifer</u>	101 ± 3.6	56 ± 2
<u>Cyphotilapia frontosa</u>	128 ± 8.2	41 ± 2
<u>Eretmodus cyanostictus</u>	57.3 ± 1.4	18 ± 3
<u>Gnathochromis pfefferi</u>	72 ± 7.2	48 ± 11
<u>Haplotaxodon microlepis</u>	176.2 ± 8.6	209 ± 32
<u>Limnotilapia dardennesi</u>	146.5 ± 17.6	145 ± 9
<u>Lobochilotes labiatus</u>	142.8 ± 16.4	71 ± 15
<u>Ophthalmotilapia nasutus</u>	93.8 ± 4.1	21 ± 2
<u>O. ventralis</u>	98 ± 10.6	51 ± 7
<u>Perissodus microlepis</u>	68.5 ± 7.3	142 ± 43
<u>Petrochromis famula</u>	89 ± 4	22 ± 3
<u>P. faeciolatus</u>	106.6 ± 5.1	28 ± 9
<u>P. orthognathus</u>	107.2 ± 5.8	33 ± 6
<u>P. polyodon</u>	117 ± 7.6	24 ± 4
<u>P. trewavasae</u>	118.3 ± 11.6	23 ± 12
<u>Pseudosimochromis curvifrons</u>	71.6 ± 5.5	11 ± 4
<u>Simochromis babaulti</u>	62.3 ± 3.7	23 ± 3
<u>S. babaulti</u>	71.8 ± 8.5	23 ± 8
<u>S. diagramma</u>	79 ± 7.8	26 ± 3
<u>S. marginatus</u>	4.2	22
<u>Spathodus marlieri</u>	4.77 ± 1.7	13 ± 3
<u>Tanganicodus irsacae</u>	72 ± 4.6	13 ± 5
<u>Tropheus moorei</u>	64 ± 3.4	37 ± 7
<u>Xenotilapia ochrogenys</u>	97.6 ± 6.2	56 ± 7
<u>X. sima</u>		

## B. SUBSTRATE BROODERS

Species	Female size ( $\bar{X}$ mm S.L.)	No of oocytes in ovaries
<u>Altolamproloqus compressiceps</u>	61 $\pm$ 3.6	252 $\pm$ 70
<u>Lamproloqus callipterus</u>	27.7 $\pm$ 1.5	36 $\pm$ 8
<u>Lepidiolamproloqus elongatus</u>	113.4 $\pm$ 9.8	872 $\pm$ 257
<u>Neolamproloqus brichardi</u>	48.4 $\pm$ 4.8	35 $\pm$ 6
N. <u>fasciatus</u>	68.6 $\pm$ 3	279 $\pm$ 61
N. <u>leieupi</u>	66.5 $\pm$ 2.1	202 $\pm$ 35
N. <u>mondabu</u>	67.1 $\pm$ 6.3	124 $\pm$ 28
N. <u>savoryi</u>	51 $\pm$ 2.8	25 $\pm$ 13
N. <u>tetracanthus</u>	115	692
N. <u>toae</u>	61 $\pm$ 6.3	83 $\pm$ 19
N. <u>tretocephalus</u>	77 $\pm$ 4.9	332 $\pm$ 67
<u>Telmatochromis temporalis</u>	53 $\pm$ 6.5	15 $\pm$ 4

## 6. A WORD ON WHAT ASPECT TO BE CONSERVED

Most of the fish species inhabiting the littoral areas of lake Tanganyika depend a great deal on substrates for feeding and also rearing their broods. As indicated in Table 2 their reproductive output or gametic investment expressed in term of number of oocytes in ovaries is very low in many species. Furthermore, Cohen et al (in press) hypothesized that among other organisms, ostracodes and fish may be more affected by sedimentation because they are primary endemic stenotopic species which may require clearwater habitats. What happens now? The rapid and extensive deforestation in the watersheds surrounding the northern part of lake Tanganyika has a major consequence of an exponential increase in erosion rates and sediments discharged in the lake. We have demonstrated that at high impact sites, sediment is infilling rock crevices thereby reducing local habitat heterogeneity. At long term, this will have as consequence the reduction in species diversity or extention of some species. We agreed with the idea that any pertubation severing the web of interactions among species will seriously damage the littoral communities in lake Tanganyika and that to maintain the ecological networks among species is necessary. But, areas the primary goal should be an integrated conservation of littoral areas which contain a sets of major habitats. We think that the preservation of environment degradation by implementation of management measures through coordination among the related countries should be done as soon as possible in order to save the unique rich fauna of the lake.

## 7. REMARKS

1. The nature of the substrate constitutes an important factor which determines the abundance and distribution patterns of fish species living

in area.

2. Local differences in fish species composition are recognized in the western part of lake Tanganyika.
3. In general, low faunal diversity of fish is associated with high sedimentation impact site.
4. Selective elimination of algal grazers trophic guild occurred at Kashekezi (High impact site).

Appendix 1:

### List of fish species collected at Kalundu site.

FAMILY CLUPEIDAE

*Limnothrissa miodon*

FAMILY CYRINIDAE

*Barilius moorei*

FAMILY CICHLIDAE

Tribe Tilapiini

*Boulangerochromis microlepis*

Tribe Lamprologini

*Lamprologus callipterus*

L. *Kunguensis*

L. *lemairei*

*Lepidiolamprologus cunningtoni*

L. *elongatus*

*Neolamprologus pleuromaculatu*

N. *tetracanthus*

*Telmatochromis dhonti*

T. *temporalis*

Tribe Tropheini

*Limnotilapia dardennii*

*Lobochilotes labiatus*

*Simochromis diagramma*

S. *marginatus*

Tribe Eretmodini

*Spathodus marlieri*

Tribe Ectodini

*Aulonocranus dewindti*

*Callochromis macrops*

*Cardiopharynx schoutedeni*

*Ectodus descampsi*

*Xenotilapia ochrogenys*

Tribe Perissodini

*Xenochromis hecqui*

Appendix 2:

List of fish species collected at Luhanga site.

FAMILY CYPRINIDAE	<i>N. furcifer</i>
<i>Acapoeta tanganyicae</i>	<i>N. leleupi</i>
FAMILY BAGRIDAE	<i>N. magarae</i>
<i>Chrysichthys sianenna</i>	<i>N. mondabu</i>
FAMILY MOCHOCIDAE	<i>N. savoryi</i>
<i>Synodontis multipunctatus</i>	<i>N. sexfasciatus</i>
<i>S. erythrodon</i>	<i>N. tretocephalus</i>
FAMILY CYPRINODONTIDAE	<i>N. toae</i>
<i>Lamprichthys tanganicanus</i>	<i>Telmatochromis bifrenatus</i>
FAMILY CENTROPOMIDAE	<i>T. dhonti</i>
<i>Lates mariae</i>	<i>T. temporalis</i>
<i>L. microlepis</i>	Tribe Tropheini
FAMILY CICHLIDAE	<i>Cyphotilapia frontosa</i>
Tribe Tilapiini	<i>Limnotilapia dardennii</i>
<i>Boulangerochromis microlepis</i>	<i>Lobochilotes labiatus</i>
Tribe Haplochromini	<i>Petrochromis famula</i>
<i>Ctenochromis horei</i>	<i>P. fasciolatus</i>
Tribe Lamprologini	<i>P. orthognatus</i>
<i>Altolamprologus compressiceps</i>	<i>P. polyodon</i>
<i>Julidochromis marlieri</i>	<i>P. trewavasae</i>
<i>J. transcriptus</i>	<i>Pseudosimochromis curvifrons</i>
<i>Lamprologus callipterus</i>	<i>Simochromis babaulti</i>
<i>L. lemairi</i>	<i>S. diagramma</i>
<i>Lepidiolamprologus attenuatus</i>	<i>S. marginatus</i>
<i>L. elongatus</i>	<i>Tropheus moorei</i>
<i>L. profundicola</i>	Tribe Eretmodini
<i>Neolamprologus brichardi</i>	<i>Eretmodus cyanostictus</i>
<i>N. fasciatus</i>	<i>Tanganicodus irsacae</i>
	Tribe Ectodini
	<i>Asprotilapia leptura</i>
	<i>Aulonocranus dewindti</i>
	<i>Callochromis pleurospilus</i>
	<i>Cyathopharynx furcifer</i>

*Ophthalmotilapia nasutus*  
O.                    *ventralis*  
*Grammatotria lemairei*  
*Xenotilapia flavipinnis*  
X                    *sima*

Tribe Limnochromini

*Gnathochromis pfefferi*

Tribe Cyprichromini

*Cyprichromis microlepidotus*

C.                    *brieni*

Tribe Perissodini

*Haplotaxodon microlepis*

*Perissodus microlepis*

*Perissodus microlepis*

*Plecodus straeleni*

FAMILY MASTACEMBELIDAE

*Afromastacembelus moorei*

A                    *platysoma*

Appendix 3:

## List of fish species collected at Kashekezi site

FAMILY CICHLIDAE

Tribe Haplochromini

*Ctenochromis horei*

Tribe Tylochromini

*Tylochromis lateralis*

Tribe Lamprologini

*Altolamprologus compressiceps*

*Lamprologus callipterus*

L.                    *lemairei*

*Lepidiolamprologus attenuatus*

L.                    *cunningtoni*

L.                    *elongatus*

L.                    *profundicola*

*Neolamprologus mondabu*

N.                    *tetracanthus*

*Xenotilapia flavipinnis*

X                    *sp*

Tribe Limnochromini

*Gnathochromis pfefferi*

Tribe Perissodini

*Perissodus microlepis*

Tribe Tropheini

*Limnotilapia dardennii*

Tribe Ectodini

*Callochromis pleurospilus*

*Ophthalmotilapia ventralis*

*Grammatotria lemairei*

Appendix 4:

List of fish species collected at Pemba site.

FAMILY CYPRINIDAE	N.	<i>savoryi</i>
<i>Acapoeta tanganicæ</i>	N.	<i>toæ</i>
FAMILY BAGRIDAE	N.	<i>tritocephalus</i>
<i>Chrysichthys sp</i>	<i>Telmatochromis bifrenatus</i>	
FAMILY MOCHOCIDAE	T.	<i>dhonti</i>
<i>Synodontis petricola</i>	T.	<i>temporalis</i>
FAMILY CYPRINODONTIDAE	Tribe Tropheini	
<i>Lamprichthys tanganicanus</i>	<i>Cyphotilapia frontosa</i>	
FAMILY CENTROPOMIDAE	<i>Limnotilapia dardennii</i>	
<i>Lates mariae</i>	<i>Lobochilotes labiatus</i>	
FAMILY CICHLIDAE	<i>Petrochromis famula</i>	
Tribe Tilapiini	P.	<i>fasciolatus</i>
<i>Boulengerochromis microlepis</i>	P.	<i>orthognatus</i>
<i>Oreochromis tanganicæ</i>	P.	<i>polyodon</i>
Tribe Lamprologini	P.	<i>trewavasæ</i>
<i>Altolamprologus compressiceps</i>	<i>Pseudosimochromis curvifrons</i>	
<i>Julidochromis marlieri</i>	S.	<i>diagramma</i>
J. <i>transcriptus</i>	S.	<i>marginatus</i>
<i>Lamprologus callipterus</i>	<i>Tropheus duboisi</i>	
L. <i>lemairi</i>	T.	<i>moorei</i>
<i>Lepidolamprologus attenuatus</i>	Tribe Eretmodini	
L. <i>elongatus</i>	<i>Eretmodus cyanostictus</i>	
L. <i>profundicola</i>	<i>Tanganicodus irsacæ</i>	
<i>Neolamprologus brichardi</i>	Tribe Ectodini	
N. <i>fasciatus</i>	<i>Aulonocranus dewindti</i>	
N. <i>furcifer</i>	<i>Cyathopharynx furcifer</i>	
N. <i>leleupi melas</i>	<i>Grammatotria lemairi</i>	
N. <i>mondabu</i>	<i>Lestradea perspicax</i>	
N. <i>niger</i>	<i>Ophthalmotilapia nasutus</i>	
	O. <i>ventralis</i>	
	<i>Xenotilapia flavipinnis</i>	
	X. <i>ochrogenys</i>	
	Tribe bathybatini	
	<i>Bathybates minor</i>	

Tribe Limnochromini  
*Gnathochromis pfefferi*  
 Tribe Cyprichromini  
*Cyprichromis microlepidotus*  
 Tribe Perissodini  
*Haplotaxodon microlepis*  
*Perissodus microlepis*

*Plecodus straeleni*

FAMILY MASTACEMBELIDAE

*Afromastacembelus moorei*  
 A. sp

Appendix 5:

List of fish species collected at Cape Banza site.

FAMILY CYPRINIDAE

*Acapoeta tanganicae*

FAMILY BAGRIDAE

*Chrysichthys graueri*

C. sp

FAMILY MOCHOCIDAE

*Synodontis multipunctatus*

S. *petricola*

S. *dhonti*

FAMILY CYPRINODONTIDAE

*Lamprichthys tanganicanus*

FAMILY CENTROPOMIDAE

*Lates angustifrons*

L. *mariae*

FAMILY CICHLIDAE

Tribe Tilapiini

*Boulengerochromis microlepis*

Tribe Lamprologini

*Altolamprologus compressiceps*

*Chalinochromis brichardi*

*Lamprologus callipterus*

L. *leleupi*

L. *lemairei*

*Lepidiolamprologus attenuatus*

L. *elongatus*

L. *profundicola*

*Neolamprologus brichardi*

N. *fasciatus*

N. *furcifer*

N. *leleupi melas*

N. *magarae*

N. *mondabu*

N. *niger*

N. *pulcheri*

N. *savoryi*

N. *sexfasciatus*

N. sp

N. *toae*

N. *tretocephalus*

*Telmatochromis bifrenatus*

T. *dhonti*

T. *temporalis*

Tribe Tropheini

*Cyphotilapia frontosa*

*Limnotilapia dardennii*

*Lobochilotes labiatus*

*Petrochromis famula*

<i>P.</i>	<i>fasciolatus</i>	<i>Xenotilapia flavipinnis</i>
<i>P.</i>	<i>orthognatus</i>	<i>X. ochrogenys</i>
<i>P.</i>	<i>polyodon</i>	<i>X. sima</i>
<i>P.</i>	<i>trewavasae</i>	Tribe Limnochromini
	<i>Pseudosimochromis curvifrons</i>	<i>Gnathochromis pfefferi</i>
<i>S.</i>	<i>diagramma</i>	Tribe Cyprichromini
<i>S.</i>	<i>marginatus</i>	<i>Cyprichromis microlepidotus</i>
	<i>Tropheus moorei</i>	<i>Paracyprichromis. brieni</i>
Tribe Eretmodini		Tribe Perissodini
	<i>Eretmodus cyanostictus</i>	<i>Benthochromis tricoti</i>
	<i>Tanganicodus irsacae</i>	<i>Haplotaxodon microlepis</i>
Tribe Ectodini		<i>Perissodus microlepis</i>
	<i>Asprotilapia leptura</i>	<i>Plecodus straeleni</i>
	<i>Aulonocranus dewindti</i>	
	<i>Callochromis macrops</i>	FAMILY MASTACEMBELIDAE
	<i>Cyathopharynx furcifer</i>	<i>Afromastacembelus ellipsifer</i>
	<i>Grammatotria lemairei</i>	<i>A. moorei</i>
	<i>Ophthalmotilapia nasutus</i>	<i>A. sp</i>
<i>O.</i>	<i>ventralis</i>	

Appendix 6:

## List of fish species collected at Masua site

### FAMILY CYPRINIDAE

*Acapoeta tanganyicae*

### FAMILY BAGRIDAE

*Chrysichthys sianenna*

### FAMILY MOCHOCIDAE

*Synodontis multipunctatus*

*S. petricola*

### FAMILY CYPRINODONTIDAE

*Lamprichthys tanganyicanus*

### FAMILY CENTROPOMIDAE

*Lates mariae*

*L. microlepis*

### FAMILY CICHLIDAE

Tribe Lamprologini

*Altolamprologus compressiceps*

*Julidochromis marlieri*

*Lamprologus callipterus*

*L. lemairei*

*Lepidiolamprologus elongatus*

*L. profundicola*

*Neolamprologus brichardi*

*N. fasciatus*

*N. furcifer*

*N. mondabu*  
*N. savoryi*  
*N. tretocephalus*  
*N. toae*  
*Telmatochromis bifrenatus*  
*T. temporalis*

Tribe Tropheini

*Cyphotilapia frontosa*  
*Limnotilapia dardennii*  
*Lobochilotes labiatus*  
*Petrochromis fasciolatus*  
*P. orthognatus*  
*P. polyodon*  
*P. trewavasae*  
*Pseudosimochromis curvifrons*  
*Simochromis diagramm*  
*Pseudosimochromis cuvifrom*  
*Tropheus moorei*

Tribe Eretmodini

*Eretmodus cyanostictus*

Tribe Ectodini

*Ophthalmotilapia ventralis*  
*Xenotilapia flavipinnis*  
*X. achrogenys*

Tribe Cyprichromini

*Cyprichromis microlepidotus*

Tribe Perissodini

*Haplotaxodon microlepis*  
*Perissodus microlepis*  
*Plecodus straeleni*

FAMILY MASTACEMBELIDAE

*Afromastacembelus moorei*