

はじめに

プロ・ナトゥーラ・ファンド（略称P.N.ファンド）助成は、（財）自然保護助成基金と（財）日本自然保護協会の共同事業として、1990年に始まりました。「PRO NATURA」とは、ラテン語で「自然のために」という意味を持ち、第1期の助成開始以来、毎年この名にふさわしい国内外の自然保護のための研究や活動に対して助成を続け、今回第14期目の報告書を出すこととなりました。

プロ・ナトゥーラ・ファンドは、自然保護に対して有効で公正な助成事業となるよう独自の審査委員会による選考を行っていますが、第14期は厳正な審査の結果、国内外24の団体・個人に2003年10月より2004年9月までの1年間、助成を行いました。第14期までに助成したテーマは、国内・海外あわせて286件ののほり、助成総額は3億円を越えました。

本報告書は、2003年度（第14期）の各助成先からよせられた助成成果報告をとりまとめたものです。これらの成果が、各地域における自然保護のため有効に活用されるようお願いいたします。

2005年11月

財団法人 日本自然保護協会 理事長 田畑貞寿
財団法人 自然保護助成基金 理事長 奥富 清

目 次

はじめに

プロ・ナトゥーラ・ファンド<第14期助成>

第14期助成の概要	1
第14期助成先一覧	2

国内研究助成

南大東島に隔離分布するダイトウコノハズク個体群の保全に関する研究	3
父島のオガサワラオオコウモリの保全生態学的研究	11
世界最南限のイワナ個体群“キリクチ”の保全生態学的研究	23
スキー場を集水域に持つ河川に見られる窒素汚染	33
亀岡産アユモドキの生活史とハビタット利用に関する研究 ー水田水域生態系のシンボルフィッシュー	39
屋久島原生自然環境保全地域におけるスギ林の20年間の動態	51
関東周辺のアヒメコマツ個体群の現状とフェノロジー比較	61
西表島浦内川河口域の生物多様性と伝統的自然資源利用の総合調査	69
西表島における亜熱帯林の再生動態と種多様性保全に関する基礎的研究	81
エゾシカの餌選択とミネラル要求性	85
ツキノワグマ四国幡多地域個体群の生息状況把握	95
金沢城公園における樹木伐採等の攪乱が動植物と生態系に及ぼしつつある影響	105
窒素・炭素安定同位体を用いたツキノワグマ「駆除」個体の生息環境履歴の解明	113

国内活動助成

蒲生干潟の保全:「蒲生干潟の明日を考える集い」の開催と 鳥類生息調査報告書の出版	121
三浦半島(神奈川県)におけるトウキョウサンショウウオ遺伝子の多様性の保護	125
普天間飛行場代替施設(辺野古沖軍民共用空港)建設計画に係る 市民からの環境影響評価(環境アセスメント)	129
宮崎県内におけるイヌワシ調査と保護活動	133
絶滅危惧種ヒヌマイトトンボの生態学的研究と観察会による保全活動	139
かながわ野生化アライグマの分布調査と普及啓発パンフレットの作成	145
ゼニタナゴシンポジウム	151
「続 聞き書き 里山の暮らし 土浦市宍塚」の作成	155

海外研究助成

中国海南島におけるカワウソ2種の保全生物学的研究	157
インドネシア・パプア州ジャムルスバメディ地域における 絶滅に瀕したオサガメ個体群を保護するためのふ化率調査	165
Study on the species diversity in the Chitwan District of Central Nepal	175

プロ・ナトゥーラ・ファンド

第14期助成

第14期助成の概要

2003年度（第14期）は、助成対象を国内助成の「調査研究」「保護・普及活動」、海外助成の「調査研究」の3つに区分し、2003年6月に公募を開始しました。その後7月に締切り、8月と9月に各分野の専門家による審査委員会の審査を経て、10月に助成対象事業を決定しました。

応募総数は国内・海外あわせて78件で、次頁の一覧のように国内研究助成13件、国内活動助成8件、海外研究助成3件、計24件に助成を行いました。このうち継続助成は国内・海外あわせて4件で、助成総額は2200万円でした。

今期の国内助成では、13期に引き続きキリクチやアユモドキ、ゼニタナゴといった淡水性の稀少種についての基礎生態学的調査・研究や普及活動のほか、南大東島、屋久島、西表島、沖縄本島など、南西諸島周辺の自然保護に係わるテーマなどが多く採択されました。その他、外来種問題や大型哺乳類による被害問題など、近年特に自然保護問題の中で重視されてきた問題についても採択され、これらの問題解決に寄与すると思われる素晴らしい成果が得られました。

また、海外助成は昨年引き続き中国とインドネシア、ネパールへの助成を行いました。中国とインドネシアの事業は継続案件で、それぞれ昨年までの助成の結果を活かした保護活動が実践されました。またネパールでは、生物多様性保全に向けて重要となる基礎情報を収集することができました。

なお、本報告書には第14期に助成した全ての成果を掲載しました。

2003年度（第14期）P.N.ファンド助成先一覧

No.	タイトル	グループ名・助成対象者名	代表者名・推薦者名	助成額（万円）
国内研究助成				
1	南大東島に隔離分布するダイトウコノハズク個体群の保全に関する研究	ダイトウコノハズク保全研究グループ	高木 昌興	123
2	父島のオガサワラオオコウモリの保全生態学的研究(継続)	オガサワラオオコウモリ研究グループ	稲葉 慎	83
3	世界最南限のイワナ個体群"キリクチ"の保全生態学的研究(継続)	淡水生物研究会	渡辺 勝敏	80
4	スキー場を集水域に持つ河川に見られる窒素汚染	長良川・溪流の保全を考える会	村上 哲生	80
5	亀岡産アユモドキの生活史とハビタット利用に関する研究 -水田水域生態系のシンボルフィッシュ-	亀岡・人と自然研究会	岩田 明久	90
6	屋久島原生自然環境保全地域におけるスギ林の20年間の森林動態	ヤクスギ原生林研究グループ	武生 雅明	80
7	関東周辺のヒメコマツ個体群の現状とフェノロジー比較	房総のヒメコマツ研究グループ	尾崎 煙雄	90
8	西表島浦内河口域の生物多様性と伝統的自然資源利用の総合調査	西表島浦内川流域研究会	松本 千枝子	100
9	西表島における亜熱帯林の再生動態と種多様性保全に関する基礎的研究	南西諸島亜熱帯林研究グループ	相場 慎一郎	53
10	エゾシカの餌選択とミネラル要求性	道東エゾシカ研究グループ	北原 理作	85
11	ツキノワグマ四国幡多地域個体群の生息状況把握	特定非営利活動法人 四国自然史科学研究センター	町田 吉彦	89
12	金沢城公園における樹木伐採等の攪乱が動植物の生態系に及ぼしつつある影響	金沢城公園生態系保全研究会	中村 浩二	100
13	炭素・窒素安定同位体を用いたツキノワグマの「駆除」個体の生息環境履歴の解明	特定非営利活動法人 信州ツキノワグマ研究会	林 秀剛	116
研究助成小計				1169
国内活動助成				
14	蒲生干潟の保全：「蒲生干潟の明日を考える集い」の開催と鳥類生息調査報告書の出版	蒲生を守る会	佐場野 裕	65
15	三浦半島（神奈川県）におけるトウキョウサンショウウオ遺伝子の多様性の保護	三浦半島自然誌研究会	金田 正人	70
16	普天間飛行場代替施設（辺野古沖軍民共用空港）建設計画に係る市民からの環境影響評価（アセスメント）	市民アセスなご	浦島悦子	110
17	宮崎県内におけるイヌワシ調査と保護活動	NPO法人 ひむか里山自然塾	岩切 重人	100
18	絶滅危惧種ヒヌマイトトンボの生態学的研究と観察会による保全活動	自然史教育談話会	渡辺 守	100
19	かながわ野生化アライグマの分布調査と普及啓発パンフレットの作成	かながわ野生動物サポートネットワーク アライグマ・プロジェクト	葉山 久世	45
20	ゼニタナゴ保全運動（ゼニタナゴシンポジウム）	ゼニタナゴ研究会	北島 淳也	70
21	「(仮題) 続 里山の暮らし 土浦市宍塚」の作成	NPO法人 宍塚の自然と歴史の会	及川 ひろみ	100
活動助成小計				660
海外研究助成				
22	中国海南島におけるカワウソ2種の保全生物学的研究	李 玉春 (中国海南師範学院)	小金澤 正昭 (宇都宮大学)	120
23	インドネシア、パプア州ジャムルスバメディ地域における絶滅に瀕したオサガメ個体群を保護するためのふ化率調査	Akil Yusuf (インドネシアウミガメ研究センター)	菅沼 弘行 (エバーラスティング・) (ネイチャー)	135
24	ネパール熱帯域における生物多様性に関する研究	Keshab Shrestha (トリブヴァン大学自然史博物館)	渡邊 政俊 (竹文化振興協会)	116
海外助成小計				371
助成金総額				2200

南大東島に隔離分布するダイトウコノハズク個体群の 保全に関する研究

ダイトウコノハズク保全研究グループ
高木 昌興¹⁾・赤谷 加奈¹⁾・松井 晋¹⁾

Conservation biology of the isolated population of the Daito Scopus Owl on Minamidaito Island.

Working group for the study of conservation of the Daito Scopus Owl
Masaoki Takagi, Kana Akatani, Shin Matsui

沖縄県島尻郡南大東島に生息するリュウキュウコノハズクの一亜種、ダイトウコノハズク *Otus elegans interpositus* の島内における分布、環境選好性、繁殖生態、生息個体数を明らかにすることを目的として調査を行なった。ダイトウコノハズクは、幅の狭い防風林と畑地の中の、小さな樹林地だけで確認された。防風林における雄のなわばりは一列に分布していた。調査した全ての雄のなわばり内で、それぞれ1個体の雌の声が確認された。島の内陸部の、モクマオウが優占する高木の被度が高い樹林地に生息する個体が多かった。繁殖期の雄の平均なわばり面積は2.4ha、平均行動圏面積は5.2haであった。つがいを構成する雌雄のなわばりは、繁殖期、非繁殖期ともにほぼ等しく、なわばりは経年維持された。行動圏となわばりの面積が等しい雄、行動圏の面積がなわばり面積の2倍～8倍になる雄があった。複数のなわばりを移動しながら行動する個体が確認された。平均一腹卵数は2.7卵、平均巣立ち雛数は1.6雛、巣立ち成功率は69%、繁殖成功率は78%であった。島全体で繁殖する雄の数は92個体と推定された。スピーカーから流した雄の声に反応した雄の個体数は、146個体と推定された。現在生息が確認されていない樹林地に巣箱を架設し、繁殖するつがいを増やすことが、ダイトウコノハズク個体群を保全する暫定的な措置として必要である。将来的には、ダイトウビロウなどの伐採前の大東諸島にあった樹種から成る森林を復活させることが重要である。

1. はじめに

亜種ダイトウコノハズク *Otus elegans interpositus* は、南西諸島から台湾にかけて分布するリュウキュウコノハズクの一亜種で、沖縄本島から東に約390km離れた太平洋上に位置する大東諸島の北大東島と南大東島だけに生息するとされる(日本鳥学会 2000)。大東諸島は大陸と陸続きになった歴

史がない大洋島で、かつては固有の8亜種の鳥類が生息していた。しかし、既に4亜種が絶滅した(姉崎ほか 2003)。絶滅した亜種のうちダイトウミソサザイ、ダイトウヤマガラ、ダイトウノスリは森林に依存する種である。これらの固有の亜種が絶滅したのは、1900年以降の開拓にともなった大規模な林木の伐採が主要因と考えられる。亜種ダ

¹⁾ 大阪市立大学大学院理学研究科生物地球系専攻; 〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138

イトウコノハズクも、北大東島では近年確認されず(赤谷・松井・高木 未発表)、南大東島では1999年に23個体の雄の声が記録されたに過ぎない(中村・嵩原 2001)。沖縄県版レッドデータブックでは、絶滅危惧種にランクされている(沖縄県 1996)。南大東島の樹林地は、小面積で、かつ分断化されている。現在でも、農地などの開拓のために樹木の伐採は継続されており、樹洞に営巣するダイトウコノハズクの生息はさらに困難になるであろう。

本研究では、南大東島におけるダイトウコノハズクの島内の分布、環境選好性、繁殖生態、生息個体数を明らかにすることを目的とした。

本研究の実施にあたっては、南大東村教育委員会から施設の使用や資料の提供などご協力を頂き、島在住の方々からも日々の生活など様々な面から支援を頂いた。心からお礼を申し上げる。

2. 調査地および方法

調査地は、沖縄県島尻郡南大東島(25°56'N、131°14'E)で行なった。南大東島は、沖縄本島か

ら東に約390km離れた海洋上に位置する亜熱帯性気候の大洋島である。面積は約30km²で、島の面積の約60%がサトウキビ畑、約15%が樹林地、残りは居住地区や海岸植生である。島は盆地とそれを取り囲む標高約40~50m(最高標高75.8m)の丘陵地帯に分けられる。盆地の中央部には大小の池と湿地が点在し、神社を取り囲む小さな樹林地がいくつか見られる(図1)。丘陵地は、ビロウ(*Livistona chinensis*)、モクマオウ(*Casuarina equisetifolia*)、リュウキュウマツ(*Pinus Luchuensis*)が優占する、幅20~180mの環状の防風林が二重から三重に取り囲んでいる(図1)。畑の境にはテリハボク(*Calophyllum inophyllum*)やフクギ(*Garcinia subelliptica*)が植栽され、並木を構成している。海岸近くの植生は、ススキ(*Miscanthus sinensis*)とアダン(*Pandanus odoratissimus*)で構成される。

(1) 分布と環境選好性

分布調査は、2003年10~12月、2004年3~11月に行った(一部に2002~2003年の調査を含む)。島全体の樹林地沿いに調査路を設定し、月1回、ダイトウコノハズクが最も活発に鳴く時間帯である

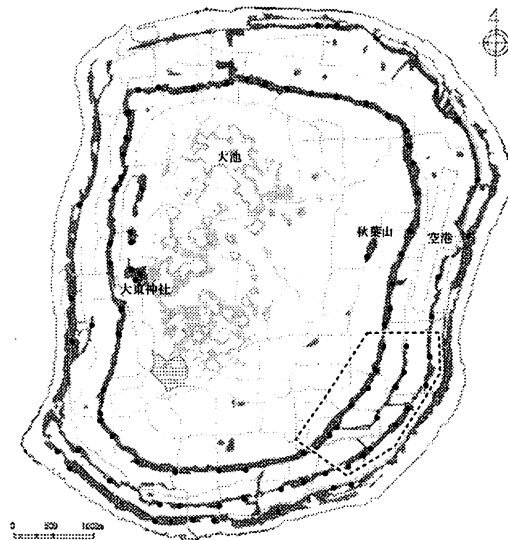


図1 南大東島におけるダイトウコノハズクの分布

濃い影の部分は樹林、薄い影の部分とその中の白抜きは湿地と池、その他の白い部分はサトウキビ畑、横線の部分は住宅地を示す。破線で囲んだ部分は詳細調査区を示す。黒い丸印は雄の鳴き声をもとにダイトウコノハズクの生息を確認した場所。

日没後4時間以内に自転車で回り、雄の声が聞かれた位置を地図上に記録した。より詳細な調査を行う約300haの調査区を設定し(以下、詳細調査区と呼ぶ。図1)、2003年3~8月まで3日に1回、雌雄の鳴き声を確認した位置を地図上に記録した。巣立ちが始まる時期は林縁を歩き、雛の声を確認した位置を地図上に記録した。詳細調査区では、それぞれの個体のなわばりを特定するために、鳴きながら移動した場合や鳴き交わし地点に注意した。ダイトウコノハズクの鳴き声は、それぞれの個体に特徴的で識別が可能である(Akatani & Takagi 準備中)。声の特徴を利用し、定住している個体を特定した。

ダイトウコノハズクが生息している樹林地の特徴を明らかにするために、島全体の樹林地部分から乱数表を用いてランダムに51地点を抽出し、雄の鳴き声を確認した地点との間で植生の特徴を比較した。複数回の鳴き声を確認した地点を一地点と数え、この解析では51地点を用いた。複数個体が同時に鳴いていた情報を元にして、同一個体から複数地点を用いないようにした。解析は、各地点を中心とした一辺20mの方形区が、樹林地の林縁に水平になるように設置した。比較項目は、最も近い海岸からの各地点までの距離、方形区内の優占樹種、高木層(10m以上)、亜高木層(5m~10m)、低木層(5m以下)、林床部の各被度である。海岸からの距離は地図上で測定した。被度は目視により6段階(0:0%、1:方形区の25%まで、2:方形区の50%まで、3:方形区の75%まで、4:方形区の100%未満、5:100%)に区分した。

林内を歩いて樹洞を探索し、ダイトウコノハズクが利用しているかどうかビデオ撮影で確認した。繁殖に利用されていた樹洞は、繁殖終了後、巣のある木の樹高、胸高直径、巣の入り口の高さ、入り口の幅、深さを計測した。

(2) 行動圏となわばり調査

2003年10月から2004年11月まで調査を行った(一部に2002~2003年のデータを含む)。ダイトウコノハズクの行動圏を明らかにするために、電波発信器を装着した個体を追跡するラジオテレメ

リー法を用いて調査した。ダイトウコノハズクは電網を用いて捕獲した。電波発信機の重さは、リュウキュウコノハズクの別の亜種であるランユウコノハズク *O. e. botelensis* の調査で、装着される個体にとって安全とされる基準が体重の5%以内とされている(Severinghaus 2000、Kenward *et al.* 2001)。そこで、捕獲した個体の体重を計測し(装着個体数:15個体、体重範囲:76.4~103.5g)、電波発信器の重さが体重の5%以内に入っていることを確認した。電波発信機は、1.8gもしくは2.2gの尾羽装着型発信機(アメリカ合衆国ATS社製)、または3.5gのハーネス型(背負い型)発信機(イギリスBio Track社製)を用いた。行動追跡は日没後4時間継続的に行い、15分おきに電波の発信された位置を地図上に記録した。鳴き声を確認した場合は、鳴いていなかった場合の位置と区別して記録した。一個体あたりの平均調査日数は、 $11.40 \pm SD6.25$ 日(範囲4~24、個体数15)、平均総調査時間は、 $45.6 \pm SD25.0$ 時間(範囲16~96、個体数15)。解析においては、特定した位置の最外郭点、および鳴いた位置の最外郭点をそれぞれ直線で結んだ多角形を行動圏、およびなわばりとした。

(3) 繁殖成績

2004年4~8月に調査を行った。一腹卵数、および一腹雛数の確認は、繁殖個体が巣を離れている間に行った。育雛後期になると、雛は巣から出て活動するが、翌朝までに巣に戻る。そのため、雛が巣から出て、翌朝になっても巣に戻らなくなる時点を巣立ちとし、その雛数を巣立ち雛数とした。一腹卵数に占める巣立ち雛数の割合を巣立ち成功率、全発見巣数に占める巣立ちを確認した巣の割合を繁殖成功率とした。

(4) 雄の個体数

2004年7月に、録音した雄の鳴き声をMDプレイヤーで再生し、スピーカーから流し、その声に対応して鳴き返す雄を確認するプレイバック法を用いて調査を行った。雄のなわばりの平均長径は366mなので(本研究)、それぞれの個体が声を流した地点から遠くにいる場合、流した声が聴こえずに反応しないことや何らかの要因で反応しない

ことがあると考えられる。そこで、電波発信器を用いた調査で行動圏が確定され、声の特徴から個体識別されている7個体を用いて行動圏の距離に応じた反応率を確かめる実験を行った。スピーカーから同音量の鳴き声を行動圏の端から100mの地点、200mの地点、300mの地点で流し、距離に応じた反応の有無を調べた。3つの地点で1個体につき5回ずつ実験を行った。被実験個体が機器から再生する声に慣れるのを避けるため、1個体につき1日1回だけ実験を行った。

中村・嵩原(2001)は、少なくとも500mまでダイトウコノハズクの鳴き声を聞き取れるとしている。本研究では、島内全域に600m間隔の66箇所調査地点を定めた。日没後4時間以内にそれぞれの調査地点で雄の鳴き声を流し、半径300m以内の距離で反応して鳴いた雄の位置を地図上に記録した。それぞれの調査地点で半径300mの円を描くと、島内の全ての樹林地の96.7%を覆っていたので、ダイトウコノハズクが潜在的に生息可能な範囲はほぼ全て調査できていると思われる。解析では、調査地点から100m以内、100mより遠く200m以内、200mより遠く300m以内の3つの距離別に区分し、反応した個体数を集計した。反応しない雄の個体数を含めるために、距離別の集計数と実験から求めた反応率から、以下の式を用いて全体の雄数を推定した。

$$N = r_1 / P_1 + r_2 / P_2 + r_3 / P_3 \dots \dots \dots (1)$$

N：全体の雄数、 r_n ：距離nの範囲内で反応した雄数(1:0~100m、2:100~200m、3:200~300m)、 P_n ：距離nの反応率

以下、ただし書きがない限り、文中の数値は平均値±SD(範囲、例数)として記述される。

3. 結果

(1) 分布と環境選好性

ダイトウコノハズクは防風林と、畑地の中の小さな樹林地だけで確認され、住宅地、畑地、畑の

境の並木、海岸植生では確認されなかった(図1)。詳細調査区内では、18個体の雄のなわばりが、防風林に沿って一列に並んでいた(図2)。18個体全てのなわばり内で、それぞれ1個体の雌の声が確認された(図2)。詳細調査区内の10個のなわばりで、巣立ち雛を確認した(図2)。

ダイトウコノハズクの鳴き声が聞かれた地点の海からの距離の中央値は783m(174~1,119m、51)、ランダムに抽出した点の中央値は417m(97~1,380m、51)で、鳴き声地点は海からの距離が有意に遠かった(Mann-Whitney U検定、 $z = -2.75$, $P < 0.01$)。各階層の被度を比較したところ、鳴き声が聞かれた地点における高木の被度が有意に高かった(Mann-Whitney U検定、 $z = -3.95$, $P < 0.0001$ 、図3)。鳴き声が聞かれた地点51箇所のうち、ダイトウビロウ、モクマオウ、ダイトウビロウとモクマオウの両種、その他の樹種(リュウキュウマツ

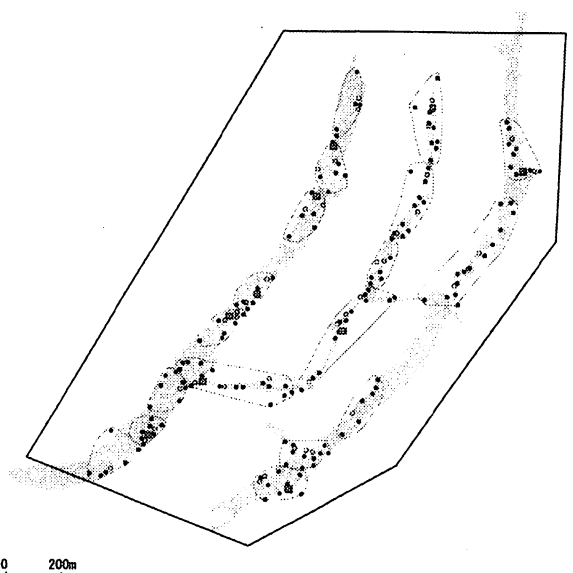


図2 調査区内のダイトウコノハズクのなわばりの分布

灰色の部分は森林を示す。黒丸は雄の鳴き声を確認した場所、白丸は雌の鳴き声を確認した場所、黒の四角形は巣立ち雛の鳴き声を確認した場所を示す。実線で囲んだ枠は雄のなわばりを示す。

ヤシマグワなどが優占する地点の割合は、それぞれ19.6% (10箇所)、37.3% (19箇所)、39.2% (20箇所)、3.9% (2箇所)であった。ランダムに抽出した地点51箇所でも同様の順番で、45.1% (23箇所)、21.6% (11箇所)、21.6% (11箇所)、11.8% (6箇所)であった。声が聞かれた地点は、ランダムに抽出した地点よりもモクマオウが優占していた (χ^2 検定、 $\chi^2=11.867$, $df=3$, $P=0.008$)。

9つがいの繁殖を9巣で確認した。これらは、全てモクマオウにできた樹洞で確認された。巣の入り口から地面までの長さは、 384.2 ± 146.8 cm (223.0~687.0cm)、巣の入り口の幅は、 9.3 ± 3.3 cm (6.0~16.0cm)、巣の入り口から巣の中の最深部までの長さは 42.9 ± 22.1 cm (15.0~90.0cm)であった。巣の作られた樹の高さおよび胸高直径は、それぞれ 13.8 ± 1.8 m (10.2~15.5m)、 44.4 ± 12.0 cm (24.4~62.1cm)であった。

(2) 行動圏となわばり

繁殖期の雄の平均なわばり面積は 2.4 ± 0.9 ha (1.1~2.8ha, 6)、平均長径は 366.2 ± 113.2 m (185~487m, 6)、平均短径は 88.2 ± 22.6 m (70~132m, 6)であった。繁殖期の雄の行動圏の平均面積は 5.2 ± 2.4 ha (2.7~8.2ha, 6)、平均長径は $482.3 \pm$

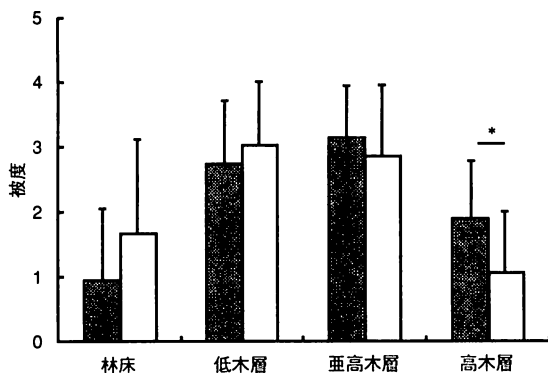


図3 ダイトウコノハズクの生息地とランダム抽出点の各層の被度の比較

黒抜きは雄の鳴き声が聞かれた場所 (n=51)、白抜きはランダムに抽出した点 (n=51) の平均の被度を示す。

Mann-Whitney U-test* $P<0.0001$

108.0m (371~674m, 6)、平均短径は 140.8 ± 53.9 m (75~195m, 6)であった。繁殖期の雌の行動圏の平均面積は 1.7 ± 0.5 ha (1.2~2.2ha, 4)、平均長径は 280.9 ± 103.1 m (160~412m, 4)、平均短径は 75.9 ± 14.9 m (63~97m, 4)であった。

2002年の非繁殖期に捕獲した図4aの雄個体は、2003年の繁殖期、非繁殖期を通してほぼ同じ場所をなわばりとしていた(図4a)。つがいの雌雄の両方に電波発信機を装着して調査した結果、つがいを構成する雌雄のなわばりは、繁殖期、非繁殖期ともにほぼ等しかった(図4b、c、d)。図4の4つがいは、2003年から継続して、2004年もモクマオウにできた樹洞を巣として利用した。

電波発信機で追跡した雄7個体のうち、3個体はなわばりと行動圏の大きさはほぼ等しかった。図5に示したように、なわばりから大きく離れた場所に出て行動する4個体が認められ、このような

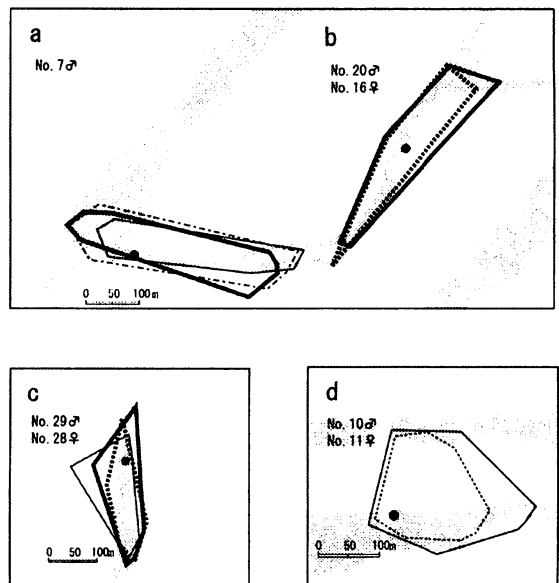


図4 ダイトウコノハズクのなわばりと繁殖巣
灰色の部分 は森林を示す。aは同一雄個体の2年間のなわばりで、点破線は2002年の非繁殖期、太線は2003年の繁殖期、細線は非繁殖期。b、c、dはつがいのなわばり、実線は雄、破線は雌のなわばり、太線は繁殖期、細線は非繁殖期を示す。黒丸は繁殖巣を示す。

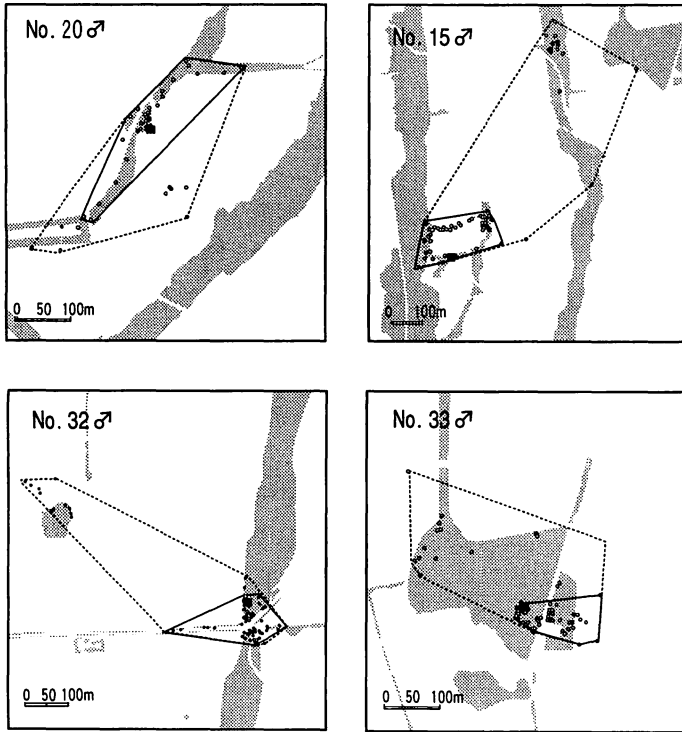


図5 ダイトウコノハズクの雄のなわばりと行動圏

灰色の部分は森林を示す。白丸はラジオテレメトリーによる雄の観察点、実線はなわばり防衛行動が見られた範囲、破線は行動地点を結んだ最外郭多角形、黒丸は繁殖巣を示す。

雄の行動圏面積はなわばり面積の2.4～8.2倍に及んでいた。

非繁殖期に鳴かずに複数の雄のなわばりを移動しながら行動する雄1個体が確認された(図6a)。繁殖つがいのなわばり内で行動する繁殖していない雌1個体が確認された(図6b)。

(3) 繁殖成績

平均一腹卵数は 2.7 ± 0.8 (2～3、7)、平均巣立ち雛数は 1.6 ± 1.3 (1～3、8)だった。巣立ち率は $69 \pm 41\%$ (0～100%、7)、繁殖成功率は78%(7/9)であった。

(4) 個体数

島全体で雄の鳴き声を数えた結果、5月は46地点、6月は65地点、7月は43地点、8月は17地点、のべ171地点で雄の声が確認された。行動圏の調査からダイトウコノハズクは、平均長径366mの

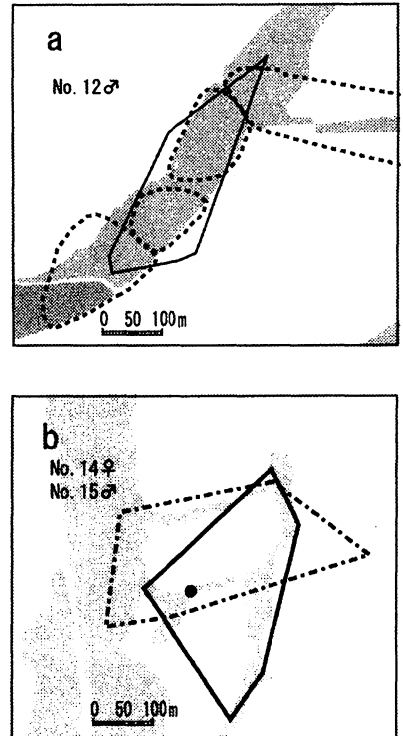


図6 ダイトウコノハズクの新繁殖個体の行動圏

灰色の部分は森林を表す。aは実線がなわばりを持たない雄の行動圏、破線は他の雄のなわばり。bは実線が非繁殖雌の行動圏、点破線が繁殖雄のなわばり、黒丸が繁殖雄の繁殖巣を示す。

なわばりに定住していることがわかった。そこで、異なる調査日に366mよりも近接して記録されたものは同一個体とみなして、鳴き声の位置を整理した結果、島全体の雄数は92個体と推定された(図1)。

反応率の実験の結果、100m地点では 0.69 ± 0.11 (0.6～0.8)、200mの地点では 0.43 ± 0.21 (0.2～0.8)、300mの地点では 0.26 ± 0.10 (0.2～0.4)であった。66箇所の定点で、スピーカーから流した声に反応した雄の数は、定点から100mまでの範囲で43個体、100mより遠く200m以下の範囲で19個体、200mより遠く300m以下の範囲で10個体であった。

これらの数値を式(1)に代入すると、雄の全個体数は146個体となった。

4. 考察

ダイトウコノハズクの雄の個体数は、92から146個体と推定された。ダイトウコノハズクは内陸部にある高木層の被度が高く、細長い帯状に連なる樹林地に、隙間なく隣接してなわばりを構え生息していた。高木が多い場所ほど繁殖可能な樹洞が多いため、このような分布を示すと推察される。なわばりと行動圏の面積が等しい場合がある一方で、行動圏の面積がなわばりの8倍におよぶ場合もあった。この要因は今のところ不明であるが、なわばり内だけでは餌を十分確保できず、採餌のために広く動いた可能性、つがい外交尾の相手を求めて広く動いた可能性などが考えられる。

ダイトウコノハズクは、つがい相手を替えずに、なわばりや営巣場所を複数年維持していた。雄のなわばり内では、つがい以外の非繁殖個体が確認された。これらがどのような履歴を持った個体なのかは不明であるが、なわばりを獲得できずに(または、せずに)放浪している個体である。台湾のランユウ島に生息するランユウコノハズクでも、同様の非繁殖個体が認められている(Severinghaus 2000)。ランユウ島の環境は、餌が豊富な一方、繁殖場所となる樹洞が不足しているために、なわばり内で採餌を許される非繁殖個体が存在すると考えられている(Severinghaus 2000)。非繁殖個体の放浪が、繁殖に参加していると思われる雄の個体数とプレイバック法による雄の推定数が大きく異なった要因となっている可能性がある。

ダイトウコノハズクは、移入樹種であるモクマオウが優占する樹林地を選好していた。潜在植生の優占樹種とされるダイトウビロウだけから構成される樹林は、選好されていなかった。モクマオウの成長は速いが、ダイトウビロウは成長が遅い。現在の南大東島のダイトウビロウは、ダイトウコ

ノハズクに樹洞を提供できるほどには成長していないので、ダイトウコノハズクの営巣はモクマオウ無しでは不可能といえる。2004年に訪れた多くの台風で、樹洞が形成される程に成長したモクマオウは倒れ、潜在的に利用可能な樹洞の多くが奪われた。このような攪乱は今後も起こりうることである。そこで、ダイトウコノハズクの個体群を安定して維持するには、台風によって樹林地の一部が崩壊しても、生息場所を提供し続ける程の面積を確保する必要がある。

5. 結論

ダイトウコノハズクは、防風林として残されたわずかな樹林地のほぼ全域に生息していた。雄の繁殖個体の推定数とプレイバック法による推定数が大きく異なることから、なわばりを獲得できない個体が放浪している可能性が示唆された。ダイトウコノハズクが生息していない樹林地は、海に近い傾向があった。しかし、海に近い樹林地にも生息しているつがいが確認されているので、生息が確認できない樹林地は、高木の被度が低い他、何らかの条件がダイトウコノハズクの生息に適していないと考えられる。現在のところ、ダイトウコノハズクの巣立ち成功率は高い。ダイトウコノハズクが繁殖に利用可能な樹林地の面積を広くすることができれば、巣立った若い個体や放浪個体の定着や繁殖を促進できると思われる。しかし、ダイトウコノハズクに樹洞を提供できる程成長が速い土着の樹種はなく、潜在植生を復元するには時間が必要である。そのため、現在生息が確認されていない樹林地に巣箱を架設し、定着を促し、繁殖するつがいを増やすことが、暫定的な措置として必要である。それと平行し、ダイトウビロウをはじめとした、伐採前の大東諸島にあった潜在植生から構成される樹林地を増やすことが、ダイトウコノハズクが生息可能な環境全体を保全する上で重要であると考えられる。

引用文献

- 姉崎悟・高原健二・松井晋・高木昌興. 2003. 大東諸島産鳥類目録. 沖縄県立博物館紀要. 29: 25-54.
- Kenward, R. E., Pfeffer, R. H., Al-Bowardi, M. A., Fox, N. C., Riddle, K. E., Bragin, E. A., Levin, A., Walls, S. S. and Hodder, K. H. 2001. Setting harness sizes and other marking techniques for a falcon with a strong sexual dimorphism. *Journal of Field Ornithology*. 72: 244-257.
- 日本鳥学会. 2000. 日本産鳥類目録 改訂第6版. 日本鳥学会目録編集委員会(編)、帯広.
- 沖縄県. 1996. 沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物 レッドデータおきなわ. 沖縄県環境保健部自然保護課(編): p301-332. pp479.
- 高原健二・中村和雄. 2001. 大東諸島に生息するダイトウコノハズクの個体数の推定. 日本鳥学会2001年度大会講演要旨集 : p114.
- 南大東村. 1997. 南大東村誌. 南大東村役場. pp1,230.
- Severinghaus, L. L. 2000. Territoriality and the significance of calling in the Lanyu Scops Owl *Otus elegans botelensis*. *Ibis*. 142: 297-304.

We studied distribution, habitat preference, and breeding ecology of the Daito Scopus Owl *Otus elegans interpositus* on Minami-daito Island, Okinawa. Daito Scopus Owls were only found in wind-shelterbelts and small patches of woods. Male breeding territories were distributed in wind-shelterbelts in a row. They were socially monogamy. They preferred the area were dominated by casuarinas with high coverage in the inside of hills on the island. Mean area of male's breeding territory was 2.4ha, and mean area of home range was 5.2ha. Some territories were occupied during two successive years by same pairs. Floaters of both sexes moved around the island. Mean clutch size was 2.7, the mean number of fledglings was 1.6, fledgling success (the number of fledglings*100/clutch size) was 69%, and nesting success was 78%. We estimated the number of breeding males was from 92 to 146 individuals on the island. It is important for conservation of Daito Scopus Owl population that nest boxes are established in woods without natural cavities for nesting. In the future, we should establish the forests composed by native trees on the Daito Islands, and increase the forest area.

父島のオガサワラオオコウモリの保全生態学的研究

オガサワラオオコウモリ研究グループ

稲葉 慎¹⁾・上田 恵介²⁾・杉田 典正²⁾・藤井 章³⁾・岡田 あゆみ⁴⁾

An ecological study on Bonin flying foxes on Bonin Islands for their conservation.

Research group of Bonin flying foxes

Makoto Inaba, Keisuke Ueda, Norimasa Sugita, Akira Fujii, Ayumi Okada

オガサワラオオコウモリは小笠原諸島唯一の固有哺乳類である。近年は、農地での混獲事故や父島個体群の激減など生息は危機的である。しかし生態学的知見はまだ少なく、現状では保全策立案は難しい。そこで本助成にて、前年度に個体数センサス、食性、および電波発信機装着による行動圏の空間把握を、今年度は個体数センサス、ねぐら位置の特定、集団ねぐら内での行動観察などを実施し、基礎的生態情報の蓄積を行った。

個体数は約110個体と回復傾向であった。ねぐら行動では12~4月のネグラ集団化、それ以外の分散化という明確な季節変化を確認した。集団ネグラでの行動観察では、このネグラ内に複数のグループが形成され、各グループの構成には明らかな違いが見られた。また一つのグループでのみ交尾行動が確認された。捕獲調査での幼獣出現率は夏季が最も高く、そこから繁殖スケジュールを推定すると、集団ネグラ形成時期と一致、ねぐら形成の季節変化、特に集団ねぐらは繁殖に関係すると結論づけられた。ねぐらの開発、ねぐらへの人の侵入といった本種の行動に与える影響のデータも獲得された。

今後本種の保全には、農園での混獲事故防止、集団ねぐらの保護と維持が最も重要であり、また観察などの利用には明確な管理が不可欠である。行政による明確な保全管理施策が急務である。

1. はじめに

オガサワラオオコウモリ *Pteropus pselaphon* LAYARD 1839は父島、母島、北硫黄島および南硫黄島に生息し、小笠原諸島唯一の固有哺乳類である。国の天然記念物に指定され、環境省「レッドデータリスト」では絶滅危惧種 I A類に分類されている。母島での近年の目撃例は極めて少なく(環

境省自然保護局南関東地区自然保護事務所・小笠原自然文化研究所 2003)、北硫黄島では少なくとも20個体(稲葉 2001)、南硫黄島では約100個体の生息が知られている(石井 1983)。父島では、1997年から2000年までは約130個体ほどで推移していたが(稲葉 1999)、2000年には80個体以下に激減したため絶滅が心配された(稲葉ら 2002)。

1) 小笠原自然文化研究所：東京都小笠原村父島字宮之浜道

2) 立教大学大学院理学研究科：東京都豊島区西池袋3-4-31

3) 東京大学大学院農学生命科学研究科：東京都文京区本郷7-3-1

4) 茨城県立医療大学人間科学センター：茨城県稲敷郡阿見町大字阿見4669番地2

オオコウモリ属は日中休息地(ねぐら roost)として洞窟や樹洞を利用せず、森林内樹木の枝にぶら下がった状態で休息する。多くの種で多数の個体が一地域に集まって休息する集団ねぐら(colony)を形成することが知られている(Wiles 1987、Loughland 1998、Vardon and Tidemann 1999、Grant and Banack 1999)。ねぐら内での社会性の存在が指摘されているが(Kunz and Lumsden 2003)、オオコウモリ属での詳しい研究例は少ない。オガサワラオオコウモリのねぐら形成は季節変化があると示唆されており、冬季の集団化とそれ以外の季節の分散化というパターンがあると考えられている(稲葉 1999)。しかし冬季以外のねぐら形成の詳細や集団ねぐらの機能などについては不明であった。近年、この集団ねぐらへの不特定多数の人の侵入により、ねぐらが放棄された事例や本種の行動への影響が確認されている(稲葉ら 2002)。さらに少なくとも30年間集団ねぐらとして利用してきた森林地域に隣接した形で小笠原村による宅地開発が始まり、この影響が大変危惧されている。今後、本種のねぐら域の保全を検討する上では、本種のねぐら行動や集団ねぐらの意味、科学的根拠に基づくねぐら域保全の重要性を明確にしておくことが急務である。

そこで本年度の研究では昨年に引き続き、個体数推定と経年変化を実施するとともに、オガサワラオオコウモリのねぐら形成と、その季節変化、および集団ねぐら形成の意味を把握することを目的として、電波発信機装着個体の追跡によるねぐら域の特定、ねぐら域での個体識別個体の行動観察によるねぐら内での個体間関係を調べた。また、ねぐら域へ訪れた観察者が本種行動へ与える影響についても情報を蓄積した。

そして最後に、昨年度調査において明らかになった、本種の食性と行動圏解析からみた農業被害発生状況メカニズムなどの結果(オガサワラオオコウモリ研究グループ 2004)と本年度結果を統合し、今後小笠原諸島で本種の生存に影響を与える要因の再整理と、その具体的対策と各方面への提言をまとめた。

2. 方法

(1) 調査地

本研究は小笠原諸島父島列島に属する父島(北緯27度、東経142度)で実施した(図1)。

(2) 個体数推定

本種は冬期になると一箇所のねぐらに集団化することが知られているため、個体数推定はこの集団ねぐらを中心とした、父島全域の15~20箇所の定点観察による一斉カウント法を用いた(このセンサスは1997年より実施している)。月齢と天気がいよ夕刻に、各定点にて目撃個体数、飛翔方向、時間を記録し、それら情報を地図上に整理し、重複を除いた値を、推定個体数とした。調査は2004年1~3月に計6回実施し、別に実施しているねぐら内行動観察調査での目撃個体数などの情報を加味し、全調査日の最大推定個体数に他の情報を追加した値を父島個体群の生息数とした。経年変化として、1998年から実施している生息数モニタリング結果と比較した。

(3) 捕獲

捕獲は2003年11、12月、2004年3月に行った。事前に餌場を特定し、その餌場の周辺に捕獲用の人工餌場を設置して、そこに飛来する個体を捕獲した。捕獲した個体は、それぞれ止まり木を取り付けた箱に入れて実験室に持ち帰り、計測、個体識別用体内標識・電波発信機・個体識別用外部標識の装着を行った。作業が終わった個体は、捕獲場所周辺ですみやかに放獣した。性別の判定は、外部生殖器の有無によって区別した。齡区分は、1)幼獣：前腕長124mm以下、2)成獣雄：辜丸の降下、3)成獣雌：乳首が大きい(厳密には経産個体をあらかず)、4)亜成獣：幼獣と成獣の中間の個体とした。

なお、これらの捕獲作業は環境省鳥獣捕獲許可書(環南関許第03042202)、文化庁天然記念物現状変更届(15小笠原教第258号)の許可を得て実施した。

(4) ねぐらの位置の特定

調査期間は前年度から継続しており、本調査期間中は2003年10月19日~11月13日、12月16日~2004年1月11日、1月23日~3月30日、4月9日~5月

11日の延べ154日間であり、調査は日中に行った。この内45日は山岳地域でも調査をした。

電波発信機はATS社製M1730(重さ11g、大きさ11×14×37mm)、M1640(重さ6g、大きさ13×9×24mm)、周波数は50MHz帯を用いた。ねぐら定位には、受信機(AOR社製AR8200)と2素子八木式アンテナとスクウェアアンテナを用いた。ねぐら位置は、道路上または林道上の2地点以上の見通しのよい場所から受信できた場合は三角測量で定位し、三角測量できない場合は受信方向と地形情報から大体の範囲を推定した。地図上にプロットした点の近くまで徒歩で接近し、小型アンテナ(約30m以内の受信能力しかない)を使用してねぐらの位置を特定した。可能であれば目視が出来るまで接近して、行動観察を行った。

(5) ねぐらでの行動観察

ねぐら位置が特定された場合に、オガサワラオコウモリの行動を観察した。調査期間は、夏季が2003年7、8、9月の延べ13日間(合計観察時間113時間)、冬季が2003年12月下旬～2004年5月上旬までのうち延べ35日間(合計観察時間322時間)で、観察は7時30分から17時に行った。オガサワラオコウモリを驚かせないように注意深く接近、10m～20mの距離をとり、双眼鏡(Nikon 10×50倍)を用いて、ねぐら域内の個体数と構成、交尾行動、交尾回数、個体間干渉行動などの観察を行った。観察中も驚かせないように物音をなるべく立てないように細心の注意を払った。観察した各個体の性別は外部生殖器から判別し、齢の判別は睪丸の有無と発達程度により、1)雄成獣、2)雄

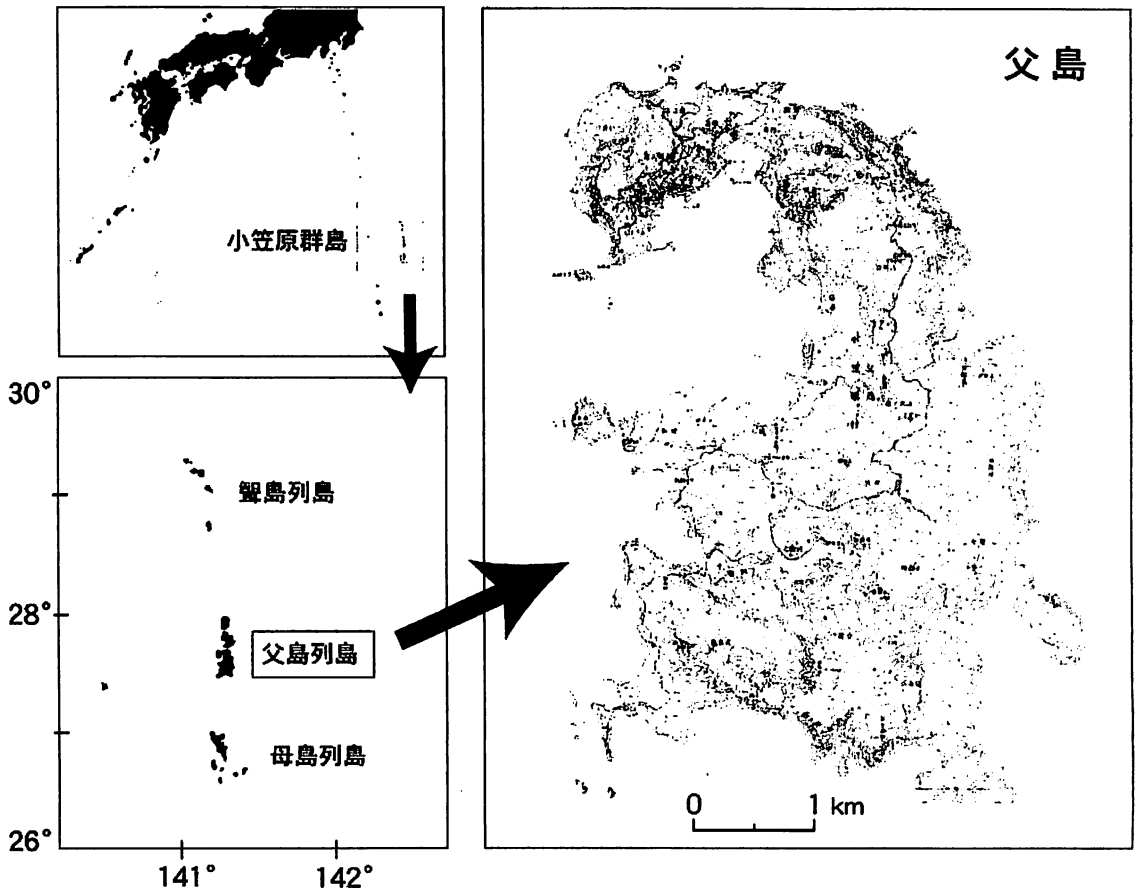


図1 本助成研究の調査地

亜成獣または幼獣、3)雌の3つのカテゴリーに分類した。

(6) 集団ネグラを訪れた観察者による本種への影響

2003年から小笠原村による住宅地開発により、これまで知られていた本種の集団ねぐら地域隣接部の森林が伐採され、宅地造成が始まった。著者らは以前より開発による集団ネグラ域放棄の可能性を指摘し、保全策を提言した。小笠原村もそれを受けて幾つかの項目に対して具体的な配慮を実施したが、残念ながら検討課題が残った状態で開発が進み、その結果として集団ネグラ放棄が2003年12月中旬に確認され、今年度の集団ネグラ域は新しい場所に形成された。

この新しい集団ネグラ域は河川を挟んでいるものの一般道路に近く、観察しやすい場所であった。それにより観察者が多く訪れるようになり、本種の行動への影響が非常に心配された。そこで上記の行動観察を実施しながら、延べ28日間(合計177.5時間)の調査期間中に観察者が訪れた際に、観察者の人数、滞在時間、観察位置、観察者の行動、およびその際のオガサワラオオコウモリの行動変化を記録し、観察者が本種に与える影響を調べた。

3. 結果

(1) 個体数推定と経年変化

一斉カウント調査の結果、オガサワラオオコウモリ父島個体群の目撃個体数は、2004年2月28日の101個体が最大であった。集団ねぐら内観察でもほぼ同数が確認された。ただし1月調査では5~20%程度が旧ネグラを利用していたことと、3月調査でも正確な個体数は不明だが旧ネグラを利用していた個体があったことを考慮すると、新ネグラと旧ネグラを利用する総個体数全体の10%程度、旧ネグラ利用個体があると推定される。よって新ネグラ利用個体を100個体とすると、旧ネグラ利用個体は最低でも10個体(=100×0.10)と推定される。

また1997~2002年度の個体数推定調査における経験的概算値として、冬期集団ネグラ利用個体数の少なくとも10%程度が集団ネグラ域以外の地域を利用している個体と推定されている。すなわち

新ネグラと旧ネグラ利用個体を合わせた扇浦地区冬期集団ネグラ利用個体を110個体(=100+10)とすると、扇浦地区以外にネグラを形成している個体数は最低でも11個体(=110×0.10)程度存在すると推定される。

以上を考慮した2004年度のオガサワラオオコウモリ父島個体群の推定個体数は、101~125個体となった。

1998年度からの結果を合わせて父島個体群推定値の推移を図2に示す。

(2) 捕獲個体の性状

3回の捕獲で延べ64個体を捕獲した。雄は31個体、雌は33個体(雄/雌比0.939)であった。これらの個体のうち、雄成獣3個体、雌成獣3個体、雌亜成獣4個体の計10個体に発信機を装着し、また雄成獣9個体、雄亜成獣14個体、雌成獣1個体、雌亜成獣17個体の計44個体に外部個体識別用マーカの装着、もしくは毛染めを行い、行動観察用に個体識別した。

(3) ねぐらの季節変化と形成状況

本調査期間中の電波発信機装着個体に、前年度の計22個体を追加した、延べ32個体のうち、脱落などの情報不足個体を除いた、計22個体のねぐら形成位置を定位した(図3)。12月~4月はねぐらが父島のほぼ一地域に形成され、その他の期間は島の広範囲に分散化するという明らかな季節変化が

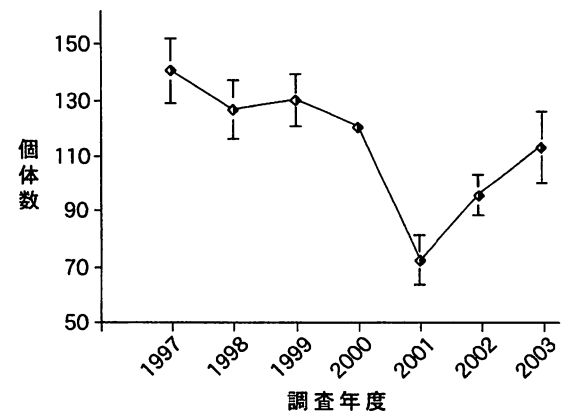


図2 1998~2004年のオガサワラオオコウモリ(父島)個体群動態

表1 本種の日中休息地(ねぐら)の植生環境・地形・利用状況

植生区分	地形区分	主要樹種	ネグラ利用樹種	ネグラ位置	利用個体
植栽林※1	谷スジ・急? 緩斜面	(場所により異なる)	ガジュマル&デリス アカギ マンゴー アカギ オオハマボウ アカテツ	A1①②, B2, E, F1, F2	21 45.7%
海岸林からの移行帯※3	斜面	特になし		A2	9 19.6%
ヒメツバキ型高木林※2	尾根・谷スジ・急? 緩斜面	ヒメツバキ	ヒメツバキ以外 不明	A1③, C2, G2, K1, K2	4 8.7%
ヒメツバキ・リュウキュウマツ型高木林	谷スジ・急? 緩斜面	ヒメツバキ・リュウキュウマツ	不明	H1①③, H3	3 6.5%
ヒメツバキ・アカギ型生林※2,3	緩斜面	ヒメツバキ・アカギ	不明	A3	3 6.5%
モクマオウ・ヒメツバキ型高木林	谷スジ? 斜面	モクマオウ・ヒメツバキ	不明	C1	2 4.3%
ギンネム林	緩斜面	ギンネム・アカギ	不明	D2,3	2 4.3%
シャリンバイ型低木林	谷スジ・急? 緩斜面	シャリンバイ・アカテツ	ヒメツバキ アカテツ モクマオウ	H1②	1 2.2%
海岸林	谷スジ、河川畔、斜面 下窪地	モモタマナ・テリハボク・ オオハマボウ	オオハマボウ アレカヤシ クロツグ アレカヤシ ローレルカズラ	F3, G1, H2	1 2.2%

*印は集団ねぐらが形成された環境で、*1:2003年度、*2:2003年度以前、*3:2004年度を示す。

みられた。ねぐら形成場所の植生と地形環境には特定の傾向は見られなかった(表1)。

ねぐら集団化の過程をみると、2002年10月中旬に7個体を最初に確認し、その後利用個体は増加し、最大106個体が確認され、個体数は前後しながら2003年4月下旬までこの集団が連続して形成された。本年度は2003年12月16日に十数個体を確

認し、2004年5月4日までは連続して集団化ねぐらを形成させた(最大利用個体数は97)(図4)。2、3月の個体数が多かった。

集団時期以外では、発信機を装着した3個体のねぐら内で目視して確認した。しかし、そのうち1個体(メス亜成獣)は観察時間が極端に短いので解析から除いた。

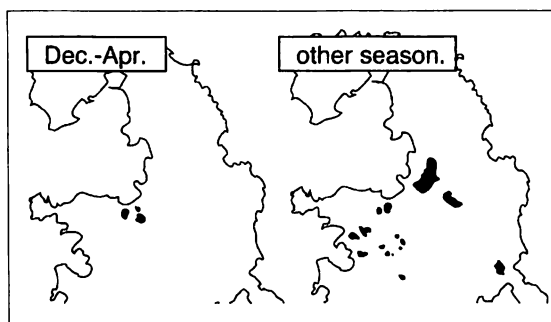


図3 本助成研究期間中に定位した日中休息地(ねぐら)形成地域の季節変化
黒斑部がねぐら位置。黒斑部の面積はねぐら形成地域の面積を必ずしも示しているのではなく、ねぐら地点を特定できなかった場合の推定領域も含む。

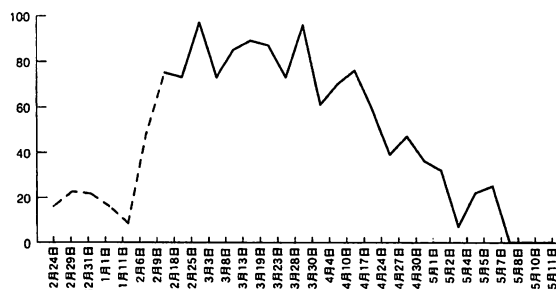


図4 2003年冬季集団ねぐらにおける利用個体数変移
図中で示した個体数値は集団ねぐら内に形成された各グループの個体数総計で、点線部(期間)は一部グループ(少数個体から形成)のデータが欠損している領域を表す。

(4) 集団ねぐら内での行動観察

1) 交尾行動様式

交尾は集団ねぐら内では頻繁に観察された。交尾は行動によって区別可能なセクションがあり、5つのセクションに分けられた。①ペニスが大きくなったオスがメスに接近し、オスがメスの性器部分に鼻先を近づけた。②オスがメスの背中側に回り込んだ。③メスの背中側に回り込んだオスが、メスの首に噛みつき、さらにオスの前腕部でメスに抱きついてメスを固定した。④メスがおとなしくなると、オスは交尾を行った。このときメスは羽をばたつかせて暴れ、激しく鳴いた。⑤オスとメスが離れ、それぞれ性器部分をよくなめた。セクション①、②、③、④では、メスが忌避行動(逃げ、噛みつき)を行い、交尾を阻むことが多かった。このときオスはけたたましく鳴いた。しかし、ほとんどのオスは再びセクション①、②、③のどれかから交尾行動を再開させることが多かった。セクション④まで交尾が進行した場合、交尾が成功したとした。

成功した交尾は67回、平均交尾時間は12.24分(最大28分、最小2分)であった。成功しなかった交尾は239回、平均交尾時間は4.6分(最大22分、最小2分)であった。

2) 個体間干渉などの行動

冬季集団ねぐらでは、2個体以上が密着して休息する“コウモリダンゴ”が形成された(写真1)。



写真1 集団ねぐらで観察された個体密着行動(コウモリダンゴ)

観察の結果、集団ねぐらの中にオガサワラオコウモリが特に集まって休息する場所が6カ所(それぞれグループA、B、C、D、E、Fとする)あった。各グループに毎回利用する特定の樹木が数本あった。それぞれの特定の樹木で休息している個体群を性別と成長段階(オス成獣、オス亜成獣または幼獣、メスの3カテゴリー)に分けた結果、グループAはほとんどがメスと少数のオス成獣、グループCはオス亜成獣または幼獣とメス、残りのグループは主としてオス成獣で構成されていた(図5)。グループB、D、E、Fの識別個体は重複しており、日ごとにグループを変える個体が多かった。交尾はグループAでのみ観察された。

よって、集団ねぐらを利用するオガサワラオコウモリは3つの群内構成が異なるグループ、すなわち;

①繁殖グループ：多数のメスと少数のオス成獣から構成され、群内での交尾行動が見られる。

・・・グループA

②あぶれ雄グループ：オス成獣がほとんどの群れで、群内で交尾行動は見られない。この群れの一部の個体の繁殖群への移動はあるが、繁殖群

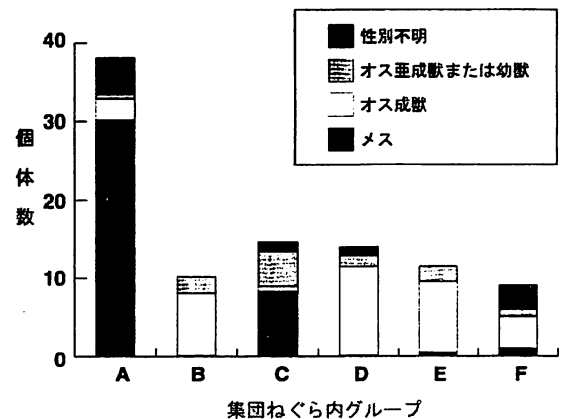


図5 集団ねぐら内に形成された各グループ構成
 集団ねぐら内に形成された6グループそれぞれの性別・年齢構成を示した。各比率は調査日により変動したが、グラフでは合計値を調査日数で除した一日あたりの平均値と比較している。

へ所属することはないようである。

・・・グループB、D、E、F

③非繁殖グループ：オス垂成獣とメスが含まれる群れで、群内で交尾行動は見られない。

・・・グループC

が区分された。

(5) 分散期のねぐら内での行動観察

7、8、9月に確認した分散ねぐらでは、雄成獣1個体と幼獣をつれた授乳中のメスの2例のみを観察した。各ねぐらの位置はかなり安定していた。

単独雄成獣(個体番号F2)は初めて目視して確認した6月30日以降、77日間受信を続けることができ、延べ24日間は特定の樹木で休息していた。その他の延べ46日間は、別の樹木を利用したが元の樹木周辺で休息していた。

幼獣づれの雌成獣(F3)は、目視して確認した8月30日以降延べ29日間受信でき、延べ24日間ある特定の株のグロッグととなり生えているアレカヤシにローレルカズラが絡まった、どちらも光が届かないような植物が密生した場所をねぐらにしていた。観察できた期間中には授乳行動が見られ、幼獣はほとんど腹側に密着していた。

(6) 集団ネグラを訪れた観察者による本種への影響

ねぐら観察に訪れた人数は、延べ104組(189人)で、観察者が訪れた日数は22日(84.6%)であった(図6)。内訳は村民が51.0%(組数比)と最も多く、観光客など島外からの観察者は23.0%と少なかった。観察者が訪れた際のオガサワラオオコウモリの行動を、①混乱：それまで休息していた複数個体が目覚めて飛び立ったり、中長距離の移動、激しく騒ぐ行動などが始まる、②ざわつく：それまで休息していた複数個体が目覚めて周囲を見回したり、短距離の移動、鳴き交わしなどが始まる、③毛繕いを始める：それまで休息していた複数個体が目覚めて毛繕いを始める、④特になし：観察者の出現での行動変化はほとんど見られない、の4区分し、観察者が訪れる前後でその行動を比較した。その結果、本種の行動が変化した観察組総数が15組(14.4%)(区分①が8組、②が6組、③が1組)で、特に観察者の影響が見られなかった事例(区分④)が87組であった(表2)。本種の行動へ最も大きく影響を与えた区分①の観察者の事例を詳細に見ると、観察者の観察位置や近づき方の影響

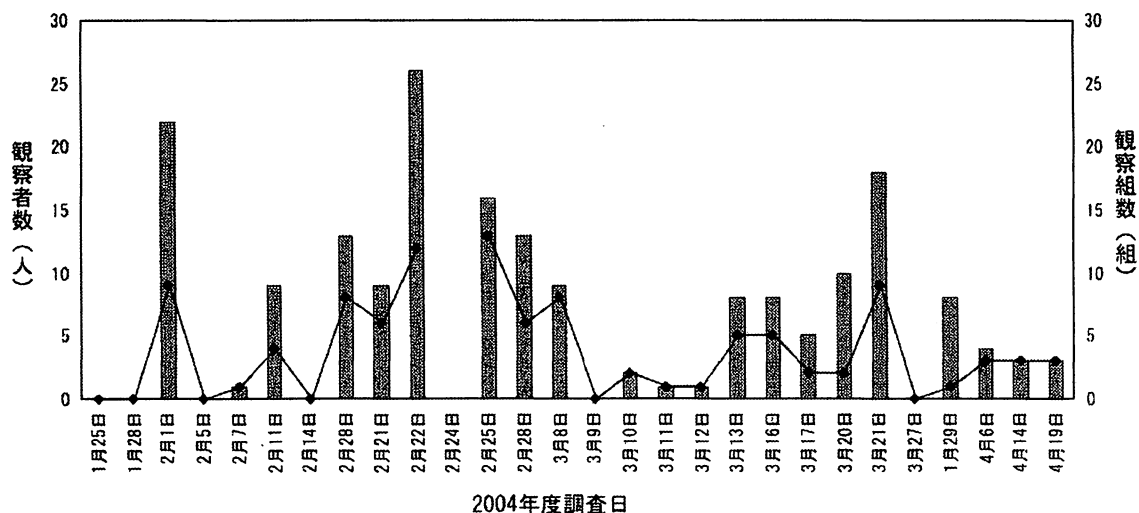


図6 2004年冬季に集団ねぐらを訪れた観察者数変移

棒グラフは人数、折れ線グラフは組数を示す。2月24日は観察者へ注意を促す看板設置を行っている。

も大きな問題であったが、観察者の取る行動、例えば大きな音を出す、騒ぐ、歓声を上げる、などの関連性が強く、一概に観察者の距離や滞在時間だけでは影響の強さが判断できないということが明らかとなった。なお、観察方法が目に余る場合はその都度著者らが観察者に注意勧告を行ったため、大きな問題は生じなかった。

なお、ねぐらへの立ち入りの制限、観察者へ注意を促す看板設置を2月24日に行った結果、観察者数は看板設置後に若干の減少が見られたが、本種へ影響を及ぼす観察例数には変化がなかった。

表2 2004年度集団ねぐらへ訪れた観察者の観察位置と本種への影響度

ねぐらからの距離	合計	オオコウモリの行動区分					オオコウモリに	
		混乱	ざわつき	毛繕い	特になし	その他	影響あり	影響なし
ねぐら内	7	3	1	0	3	0	4	3
すぐ横	3	2	0	1	0	0	3	0
50m	77	2	5	0	70	0	7	70
60m	6	0	0	0	6	0	0	6
80m	7	1	0	0	6	0	1	6
その他	4	0	0	0	2	2	0	2
	104	8	6	1	87	2	15	87

4. 考察

(1) 本種の生態学的知見

2000年に生じたオガサワラオオコウモリ父島個体群の激減は、その後の生息数モニタリング結果からみて徐々に増加し、本年度研究期間中の生息数は減少以前のレベルに回復しつつあると考えられた。激減の原因については特定できていないが、近年の台風や干ばつといった環境変動、それに伴う食物不足、新たに侵入した寄生虫や病原菌などによる疾病といった自然的影響は確認されていない。また大規模な生息地破壊に起因する個体数減少も確認されていない。残された要因は他の人為的な事象であると思われるが、これについては証拠はない。本調査期間中の捕獲作業では極端な性比の偏りはなく、複数の当歳個体が存在したため、個体群として不安定な時期は脱しており、今後は特定されていない減少原因を含む悪影響がなけれ

ば個体群は安定すると示唆された。

本種のねぐら形成に関する季節性については、過去から指摘されていたが(稲葉 1999)、本調査などにより、冬季に一地域に個体が集合してねぐら形成するという「集団化」、それ以外には父島の広い範囲に1~少数個体からなるねぐらが形成されるという「分散化」が明らかとなった。他のオオコウモリ属においてはねぐら形成の集団化、ないしは分散化は種により異なるが、季節変化については報告されておらず、ねぐら形成の季節変化は本種の特異的行動と言えた。

この季節変化については、行動観察により繁殖行動と関連していることが強く示唆された。ねぐら内では性比の明らかに異なる複数群が形成され、社会的構造が認められた。これまで本種の交尾行動はねぐら内や餌場などで周年確認されていた(稲葉 1999)が、集団ねぐら内にて特に繁殖群と示唆される少数成熟雄と複数成熟雌からなる群のみで交尾行動が観察され、この集団ねぐら形成時期に配偶者選択や配偶者防衛などの繁殖に関連する社会行動が存在することが示唆された。

集団ねぐらが繁殖行動と関連しているという示唆は、前年度・本年度の捕獲個体に過去の捕獲個体データを加えた延べ237個体から推定した、本種の繁殖スケジュールからも指示された(図7)。1999年から実施している捕獲調査での捕獲個体のうち、当歳個体の出現率を捕獲月別に比較すると、7月と8月の出現率が高く、これから他の近縁オオコウモリ属の生活史(金城私信ほか)を利用し逆算すると、12月~1月にかけて交尾が行われていると推定された。すなわち交尾時期は集団ねぐら形成時期と一致した。

以上より、本種のねぐら形成の季節変化、冬季のねぐら集団化は、繁殖行動であることが明らかとなり、集団ねぐら形成域は繁殖域と考えられた。ただし、交尾行動自体は周年観察されること、捕獲個体から見た当歳個体出現が7月、8月以外にも見られたことから、集団ねぐら以外でも交尾していることは明らかであるが、繁殖ピークはあくまで集団ねぐら形成時期であると判断できた。

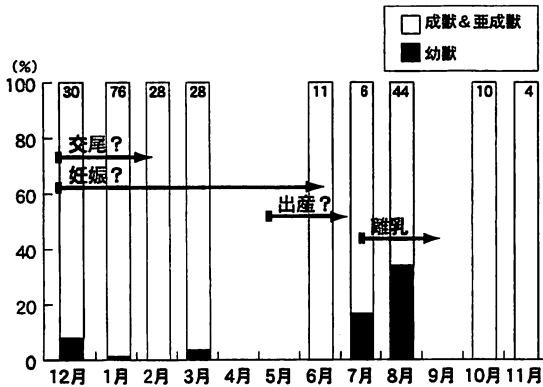


図7 本種の捕獲個体組成と繁殖スケジュールの推定

本助成期間中の捕獲データに、過去の捕獲データを加えた延べ237個体を用いて、捕獲月別に幼獣出現率を比較したもの。繁殖スケジュールは幼獣出現率が最も高かった8月から、近縁種の繁殖スケジュールより逆算して推定。

集団ねぐら域での社会構造と社会行動の詳細、および繁殖に参加しない残りの個体の集団化の意味などに関しては今後の研究課題として残された。

(2) 開発工事・観察者による本種への影響

過去に既に不特定多数の観察や工事などによる人為的な影響が、本種の行動へ影響を与えた事例は報告されているが(稲葉ら 2002)、本調査期間中でも開発工事の影響によると思われる集団ねぐらの放棄、および不特定多数のねぐら域観察者による本種への行動阻害が確認された。開発工事による影響についてはここでは省略する。

ねぐらを訪れた観察者の多くが地元住民であり、また多くが本種へ影響を及ぼさない観察を行っていた。しかし本種へ影響を及ぼした観察者は全体の約14%存在し、多くが住民であった。立ち入り禁止の看板設置などを行ったにも関わらず、ねぐら域への侵入を試みる観察者も複数存在した。この事実は基本的な野生生物(天然記念物)管理行政による住民への教育が不足している現れであると思われた。本種の行動へ影響を及ぼした観

察者が全体の約14%という数字は少ないようであるが、実際は目に余る観察者が存在し、たとえ1人でも極端な行動を取れば、本種のねぐら放棄など大きな影響を与えると考えられ、決して観察者数が少ないから安心ということではない状況であった。また観察者の本種への影響については、一概に観察距離だけでは判断できず、観察する際の人間側の行動も重要で、その両方への配慮が最低限観察に不可欠であると考えられた。観察者へ注意を促す看板設置の効果については、モラルの欠如している観察者へは影響がなく、今後明確な保護を実施するならば具体的管理策(パトロールや法的規制など)が必要であると考えられた。

(3) 総合考察

本助成事業期間中に、オガサワラオオコウモリに関する、①推定個体数と2000年激減からの回復、②食性リストと帰化種食物への偏った利用、③ねぐら形成の季節変化、④集団ねぐらの繁殖地としての重要性、⑤ねぐら域観察者による本種行動への影響について、を明らかにすることができた。この事実を踏まえて、以下にオガサワラオオコウモリ(特に父島個体群)の安定的存続を考える上での、今後の問題点と、その問題に対する保全策提言を行いたい。

1) 農業問題と、その早期解決

果実食哺乳類である本種を含むオオコウモリ属は、世界の分布地域において、農業作物への食害を引き起こし、害獣駆除による個体数減少は地域により深刻な問題となっている。小笠原諸島ではかつて(中)硫黄島において駆除された歴史があるようだが(近藤 1917)、近年は天然物指定などにより表だつた駆除は報告されていない。ただし以前農作物への食害被害は頻発しており、農家独自の対策であるネット防除に絡まる事例は、死亡例も含めて年に数件報告されている(稲葉ら 2002)。

本調査により、本種の食性は明らかに農作物依存であり、この点は行動圏利用からも強く支持された。つまり今後も持続的に農園での食害は発生し、それに伴う農園内での事故も頻発することが明白となった。現在、本種個体数は激減から回復

しているが、たかだか100個体レベルであり、少数といえども持続的に農園での死亡事故が存在することは個体群への致命的な問題になりうる。すなわち農業問題を解決することは本種の安定存続にとって極めて重要であり、緊急性がある。

農園での事故を無くすためには、農作物への物理的防除策を普及させる必要がある。小笠原村では大規模専業農園が少なく、自家菜園など小規模兼業農園が多いため、物理的防除策は、安価で簡単に設置できるものでない普及は難しい。また集約的な作付けをしている農家が少ないので、その作物種と栽培状況に応じた対策が必要となる。この条件で、かつ本種が混獲しない具体的物理的防除策を生み出すことが急務である。天然記念物行政・農産業行政を中心として、研究者・農家からなる総括的な話し合いの場の創造が必要である。

物理的防除策が具体化するまでの間は、農家での混獲事故を防ぐための指導が不可欠である。現在、農家での天然記念物行政・農産業行政に対する不信感はピークであることが農家への聞き取りにより判明しており、まず行政担当者が信頼回復することが重要な第一歩である。

2) 集団ねぐら域の重要性和、その保護

これまで集団ねぐら域は日中オガサワラオオコウモリを観察しやすいという側面から、不特定多数の観察者が訪れ、その中には目に余る行動をとる人も見られていた。本助成事業により、本種の集団ねぐらは集団繁殖地として位置づけられることが明らかとなり、今後はより保護の重要性を認識し、保全していく必要性が高まった。

次項の観察利用の話とも関連するが、野生生物の集団繁殖地は利用を前提とせず、立ち入らないことを総意とすべきであり、この傾向は近年の人間と野生生物とのつきあい方の常識である。ただし、残念ながら集団繁殖地としていた地域は、私有地であり、立ち入り制限などの法的措置を現場で実施することは難しい。また小笠原村の宅地開発事業は進行しており、今後も集団繁殖地を再度放棄(移動)する危険性も存在する。

まず、少なくとも長期間利用が確認されていた集団繁殖地を安定利用させるための保全策検討、特に現状の宅地建設と住民が住み始めた後の地域運営への行政的指導と管理を実施すること、が急務である。そのうえで集団繁殖地を行政が買い取り、法的規制(条例でも良い)をかけて利用を制限することが必要である。

3) 観察利用、特にエコツーリズムとの関連

野生動物に対する観察方法については一概にマニュアルがあるわけではなく、また種により問題は異なる。オガサワラオオコウモリの場合は、主として夜間の餌場、また場合によって日中のねぐら域の観察が行われている。

日中ねぐら観察については、前項の提言と同じであるが、特に集団ねぐら域は利用を行わず、基本的に立ち入らないことが最低限のルールである。もし集団ねぐらの観察を行う場合は、適切な距離と観察方法をルール化し、同時に観察者のモラルに任せない管理策を策定することが最低限必要である。またねぐらが分散化している時期にねぐらを見つけた場合にはすみやかに立ち去ることを確認すべきである。

夜間餌場での観察では、観光客だけでなく住民もガイド同伴で、私有地などに入らないこと、複数の懐中電灯で観察個体を照らさない、餌付けはしないなどルール策定が必要である。この点については小笠原村観光協会ガイド部所属のガイドの中で自主ルールが制定されつつあるようで、まだ検討課題は多いものの前進していると言える。これらのルールが自主ルールでなく、一般住民と観光客の統一ルールとなること、利用のためのルールだけではなく保護保全に寄与するような新たなシステムを作り出すことなどが、今後の課題である。

4) 他に必要な検討課題

小笠原村には野生生物管理の行政窓口がない。これは現在様々な問題を抱える野生生物研究と、その保全を実施していく上での、最も大きな障害である。この場で、特に地方自治体として密着する小笠原村内に野生生物管理の部署設置を強く要

望したい。また東京都小笠原支庁、赴任が決定した環境省レンジャー、総合事務所国有林課などとの連携も図っていただきたい。

また野生生物管理と利用を検討していくうえで、小笠原村住民の教育が進んでいないのも大きな障害である。オガサワラオオコウモリの集団ねぐらに影響を与えた観察者はほとんどが住民であった。今後エコツーリズム推進を行う上でも住民が観光客をガイドしたり、ルールの管理者になることが重要であり、まずは早急に住民への環境教育を徹底的に行う必要があると思われる。

引用文献

- Grant, G.S. and S.A. Banack. 1999. Harem structure and reproductive behavior of *Pteropus tonganus* in American Samoa. *Australian Mammalogy*. 21: 111-120.
- 稲葉慎. 1999. オガサワラオオコウモリの父島における分布と個体数. 天然記念物緊急調査 (オガサワラオオコウモリ) 調査報告書: 29-40. 小笠原村教育委員会.
- 稲葉慎. 2001. 北硫黄島におけるオオコウモリの現況. 北硫黄島生物調査報告書: 50-57. 東京都小笠原支庁.
- 稲葉慎・高槻成紀・上田恵介・伊澤雅子・鈴木創・堀越和夫. 2002. 個体数が減少したオガサワラオオコウモリ保全のための緊急提言. 保全生態学研究. 7: 51-61.
- 石井信夫. 1983. 南硫黄島の哺乳類. 南硫黄島の自然. 南硫黄島原生自然環境保全地域調査報告書: 225-242. 環境庁自然保護局編.
- Kunz, T.H. and Linda F. Lumsden. 2003. Ecology of cavity and foliage roosting bats. pp. 3-89 in: *Bat Ecology* (Kunz, T.H. and M.B. Felton) The University of Chicago Press. Chicago and London.
- Loughland, R.A. 1998. Mangal roost selection by the flying-fox *Pteropus alecto* (Megachiroptera: Pteropodidae). *Marine & Freshwater Research*. 49: 351-352.
- 近藤春夫. 1917. 大蝙蝠. 小笠原及八丈島記, pp. 67-70. 東洋タイムス社.
- オガサワラオオコウモリ研究グループ. 2004. 父島のオガサワラオオコウモリの保全生態学的研究. 2002年度プロ・ナトゥーラ・ファンド助成成果報告書.
- Vardon, Michael J. and Christopher R. Tidemann. 1999. Flying-fox (*Pteropus alecto* and *P. scapulatus*) in the Darwin region, north Australia: patterns in camp size and structure. *Australian Journal of Zoology*. 47: 411-423.
- Wiles, G. J. 1987. Current research and future management of Marianas fruit bats (Chiroptera: Pteropodidae) on Guam. *Australian Mammalogy*. 10: 93-95.

The Bonin flying fox *Pteropus pselaphon* is endemic to Ogasawara (Bonin) Islands, whose population size suffered a sharp decline in 2000, so facing a threat of extinction in the near future. Nevertheless, the information about the ecology and behavior of this species is not enough for establishing a conservation plan to avoid such a problem. On this account, we investigated the fundamental ecology by observations and using a radio tracking system: population size, food habits and home ranges in 2002, and population dynamics, seasonal drifts of roosting sites and roosting behavior in 2003.

We found that the number of individuals was increasing and recovered up to about 110, at the near level as before. The flying foxes obviously altered their roosting behavior according to seasons: colonial in winter and solitary in summer. In winter colonies, they formed groups and concentrated in relation to sex and age. Mating behavior and most of copulations were observed in concentrations composed of multiple females with a few males. Since pups were frequently captured in summer, it could be suggested that fertilization occurred in the colonial period. Besides, we confirmed the impact of the human disturbance on the flying foxes behavior, such as an intrusion into their colonies and the developmental exploitation of landscape.

We concluded that there is an urgent necessity to protect their colonies as breeding sites, and also to solve the problem of an agricultural damage induced by the flying fox. We also propose that administrative organizations have to take the initiative in carrying out the conservation and managing plan for the Bonin flying fox population.

世界最南限のイワナ個体群“キリクチ”の保全生態学的研究

淡水生物研究会

渡辺 勝敏¹⁾・原田 泰志²⁾・佐藤 拓哉²⁾・名越 誠³⁾・森 誠一⁴⁾

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

Tansuiseibutsu-Kenkyukai

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

世界最南限のイワナ個体群“キリクチ”の保護・管理を行うために、河川上流域に隔離された2つの個体群の生息状況をモニタリングし、その存続可能性を評価した。また、過去の分布域をもとに、個体群の再導入が可能な場所を探索した。代表的な自然個体群である個体群Aと最近禁漁区にされた個体群Bの推定個体数は、2004年時点でそれぞれ約200個体と700個体であり、前者は昨年より減少しており、後者は増加傾向にあった。年間の成長や死亡のデータから推定された有効集団サイズは両個体群ともに100個体前後であり、絶滅が危惧される状態であった。再導入に適した支流は確認されなかった。これらの結果を地域に広く啓発するために、漁協理事会で口頭報告やキリクチについて紹介する新聞の配布を行った。地域行政および漁協との連携のもと、地元小学校の総合学習の時間にキリクチの紹介を行った。キリクチを長期的に保護・管理していくためには、地域の保護基盤のもとで、継続したモニタリングと実践的な保全活動を展開していくことが望まれる。

1. はじめに

キリクチは世界最南限に生息するイワナ類であり、紀伊半島にのみ分布するヤマトイワナの地域個体群である(写真1)。キリクチはその希少性や学術的重要性から、2河川(支流)で奈良県の天然記念物に指定されており、環境省のレッドデータブックでは「絶滅のおそれのある地域個体群」とされている(田中 2003)。現在キリクチは、生息地の荒廃や分断・隔離、過度の漁獲圧、さらに放流された別系統のイワナ(ニッコウイワナ)との交雑の影響を受けて、絶滅の危機にある。純粋なキリク

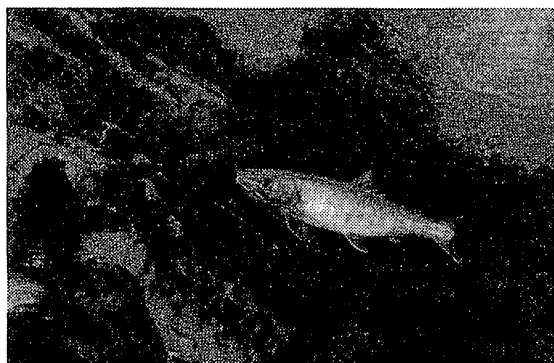


写真1 個体群Aのキリクチ：背鰭に個体識別標識が付けられている

1) 京都大学大学院理学研究科：〒606-8502 京都市左京区北白川追分町
2) 三重大学生物資源学部：〒514-8507 三重県津市栗真町屋町1577
3) 奈良女子大学名誉教授
4) 岐阜経済大学コミュニティ福祉政策学科

チは、今では2地域(以下、地域1および2)の支流・谷のごく一部に生息するのみとなっている(久保 1998、名越 1998)。このような状況にもかかわらず、特に地域1においては、キリクチの保護に必要な生態学的知見はほとんどなかった。また、実践的な保護活動に不可欠な地域の保護基盤も整っていなかった。生息地周辺の森林は衰退状況にあり、また遊漁者による無秩序な放流や乱獲、密漁が行われている状況であった(佐藤・渡辺 2004)。

我々は、昨年より継続してプロ・ナトゥーラ・ファンドの助成を受けて、地域1におけるキリクチの分布構造と主要生息地における生息状況調査を行ってきた。その結果、地域1ではわずかに3つの隔離された支流のみに純粋なキリクチが生息することが分かった。また、2つの主要個体群は、それぞれの生息環境に対応して生息個体数と体サイズ組成に違いが認められた。しかしながら、単年度の調査では、そのような違いに言及できるような生態学的特性(成長や死亡等)に関する情報は得られなかった。一方、我々は得られた結果を実際の保全活動に役立てるために、地域行政や漁協に対して随時調査報告を行ってきた。このような過程を経て、行政、漁協関係者のキリクチに対する認識は高まりつつあるものの、地域全体としての保護意識は十分に高まっているとはいえない。

そこで本年度は、昨年までの調査に引き続き、主要な2つの個体群を対象に捕獲調査と産卵状況調査を行った。またこれらの調査で得られた生態学的特性に関するデータをもとに、それぞれの個体群の有効集団サイズを推定し、その存続可能性について議論した。さらに、キリクチの再導入が可能な支流があるかどうかについても、漁協関係者との協議や支流の踏査を通して評価した。

本助成事業の重要な課題の一つは、得られた結果をより広く地域へ提供することであった。そこで我々は、現地調査の代表者である佐藤(三重大・院)を中心として、漁協関係者に対する口頭報告を行い、さらに「キリクチ新聞」を作成・配布した。また、行政および漁協との協議のもと、地

元小学校で総合学習の一環としてキリクチについて紹介する機会を持つことができた。

なお、本助成研究の大部分は、当会のメンバーである佐藤拓哉氏(三重大学大学院生物資源学研究科・博士後期課程)の修士および博士課程の研究として行われ、本報告内容を含む修士論文は2004年3月に三重大学大学院生物資源学研究科に提出されている。天然記念物指定地域における調査は、奈良県より現状変更許可を受けて行なわれた。また本報告中では、地域行政、漁業組合と研究者間の保全のための申し合わせに従い、具体的な地名の明記や分布場所が特定できる記載を行わない。

2. キリクチ個体群の保全生態学的調査

(1) 個体群 A の生息状況と生態特性

1) 目的

奈良県の天然記念物に指定されている支流1に生息するキリクチは、その支流規模や天然林に囲まれる河川環境のために、この流域における主要な個体群であると言える。特に、滝によって隔離された最上流域の個体群は、支流内において比較的規模が大きかったため、これを地域1における代表的な個体群として、2003年より個体数や体長組成、繁殖状況等の個体群特性を調べている。今年度の調査は、昨年までの生息状況のモニタリングを継続するとともに、個体群の存続に関わる成長、死亡、および再生産に関する定量的な情報を新たに得ることを目的に行った。

2) 材料と方法

調査水域(支流A)は、滝で囲まれた流程約1.2 kmの区間で、比較的勾配が緩いものの(平均河床勾配:13.3%)、典型的な山地溪流の景観を示していた(写真2)。

繁殖期調査:2003年10月15~30日(18日を除く毎日)に、調査水域全域においてキリクチの繁殖状況を調べた。繁殖行動中の個体を確認した場合には、流程における場所、繁殖行動中の個体の雌雄、体長(全長)、および事前に鱗に付けた個体識別標識(蛍光色素)を目測により観察・記録した。この



写真2 支流Aの河川環境

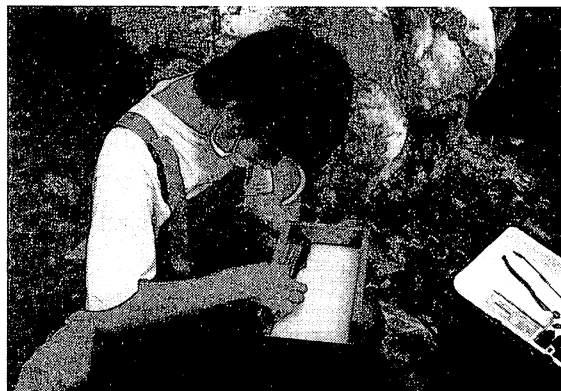


写真3 野外調査風景

調査から、調査水域におけるキリクチの産卵床の分布、産卵量、繁殖サイズ、および繁殖期における移動分散(雌雄別)を調べた。

捕獲調査:2004年9月に、調査水域全域において、電気漁具を用いた捕獲調査を行った。採捕した個体は、麻酔をかけて、尾叉長と体重を測定した後、個体識別標識をつけて採捕した場所へ放流した(写真3)。この捕獲調査においては、捕獲率が昨年および全域で一定であると仮定して、全域における個体数を推定した。2003年9月にも捕獲されている個体の年間成長量(mm)と体長の関係から、von Bertalanffyの成長式 $L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$ における成長係数Kを推定した。得られたKを用いて、2003年と2004年の個体群の体長組成の違いから、1歳以上の生残率を推定した。

3) 結果

2003年の産卵期は、10月15日に始まり、23日にピークを迎えて30日には終了した。期間中に確認した産卵床数は、合計で89ヶ所であった。20m区間ごとに計数した産卵床の数は、区間による変動が大きかったものの、流程に沿った傾向は認められなかった(Spearman's $r=0.020$, $P=0.87$; 図2)。繁殖に参加した個体の体長の平均±SD(範囲)は、雄で 222 ± 38 mm(107~350mm; $n=69$)、雌で 183 ± 21 mm(137~242mm; $n=50$)であった。

捕獲調査の結果、計152個体が捕獲され、2003年の捕獲率(0.70)を用いて推定した調査水域全域の生息個体数は、219個体であった。捕獲された

個体の体長(平均±SD)は、 194 ± 37 mm($n=152$)であり、最大は318mmであった(図3)。2003年に引き続いて捕獲された個体の年間成長量(mm)と2003年の体長には、有意な負の相関が認められ(Spearman's $r=-0.757$, $P<0.001$: 図4)、成長係数Kは0.317と推定された。また、1歳以上の個体の生残率は、0.66と推定された。

4) 考察

産卵は生息流程のほぼ全域で広く行われており、個体群Aでは、再生産が比較的良好に行われているものと推察された。しかしながら、推定した生息個体数は、おおよそ200個体前後と昨年より少なく(2003年の推定個体数は約300個体)、個体群が衰退傾向にあることが危惧された。

本研究では、個体識別標識を用いた経年データが得られたため、個体群の存続に関わる成長や死亡が明らかになった。これらのデータは、個体群存続可能性分析(PVA)において、対象となる個体群そのもののデータとして適用できるため、個体群の状況をより詳細に把握・予測することができるはずである。一方、成長や死亡は環境の変動によって年毎に変動することが予想されるため、経年データを蓄積することが重要である。特に、本調査水域では、近年森林の衰退が急速に進行しており、それに伴ってキリクチの生息に重要な淵や平瀬が減少しつつある。今後は、これら環境の変動も視野に入れた、長期的なモニタリングが課題になるだろう。

(2) 個体群 B における生息状況のモニタリング

1) 目的

個体群 B は、最近(2002年)まで遊漁者による釣捕にさらされており、河川環境が比較的良好にも関わらず(写真4)、再生産が十分に行われていないことが指摘されていた(佐藤・渡辺 2004)。この調査結果のもと、地域漁協と行政の理解と協力によって、個体群 B の生息する支流 B (図1)は、2003



写真4 支流Bの河川環境

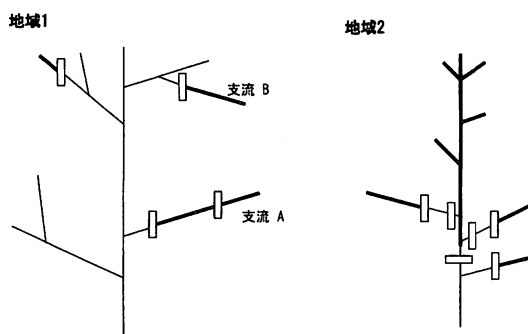


図1 キリクチの分布状況 (概略図)

太い線はキリクチが分布する支流・谷；細かい線の多くの範囲にニッコウイワナとの交雑集団が生息する。白抜きの四角は堰または堰堤；流れは上から下向き。支流・谷の入る向きは必ずしも実際と同じではない。いずれの地域でも、滝や堰堤により個体群は分断化されている。

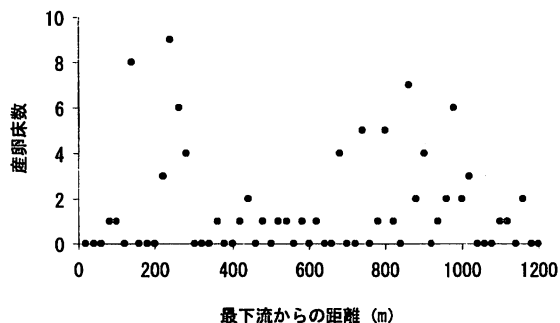


図2 各20m区間の産卵床数 (2003年)

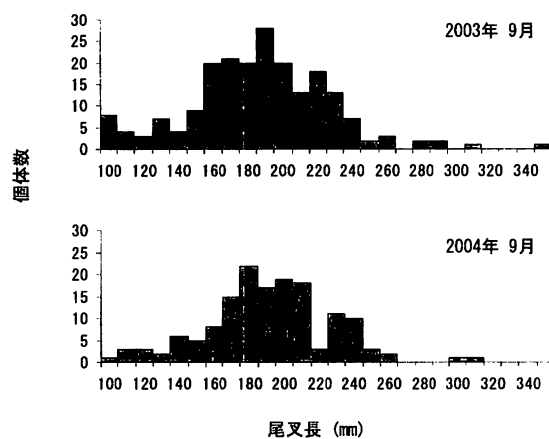


図3 個体群 A における尾叉長分布 (2003年と2004年)

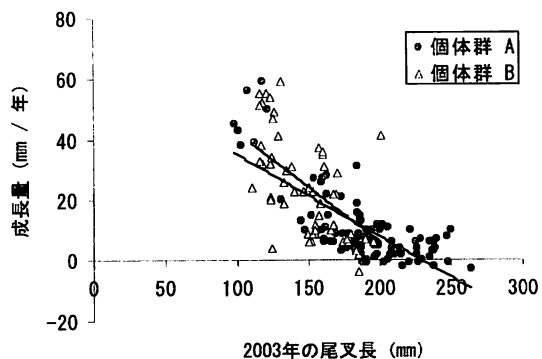


図4 年間成長量と前年度の体長の関係
年間成長量は、個体識別標識を付けた個体の2003年9月と2004年9月の間の尾叉長の差を示す。

年度より地域漁協の周年禁漁区に指定されている。本研究は、昨年までの調査に引き続き、禁漁措置後の生息個体数と産卵状況をモニタリングすることを目的に行った。また、個体群A同様、成長や死亡に関する情報を得ることも目的とした。

2) 材料と方法

繁殖期調査:2003年11月1、7、12、および17日に、調査水域全域においてキリクチの繁殖状況を調べた。繁殖行動中の個体を確認した場合には、約250mごとに分けた区間(下流より区間A~D)、繁殖行動中の個体の雌雄、目測による体長(全長)を記録した。また、河床の形状から明らかに産卵を行っている場所を確認した場合には、産卵床として計数した。

捕獲調査:2004年9月に、調査水域全域において、電気漁具を用いた捕獲調査を行った。捕獲した個体については、個体群Aと同様の手順で計測・再放流を行った。調査水域の一部(200m)において標識放流と再捕を行い、得られた捕獲率が全域で一定であると仮定して、全域における生息個体数を推定した。また、個体群Aと同様の手順で、成長係数と1歳以上の生残率を推定した。

3) 結果

2003年の産卵時期は、おおよそ例年通りであり、11月1日にはすでに始まっており、17日には終了していた。確認した産卵床は、下流側の区間AからDでそれぞれ、13、5、1、および6ヶ所であり、

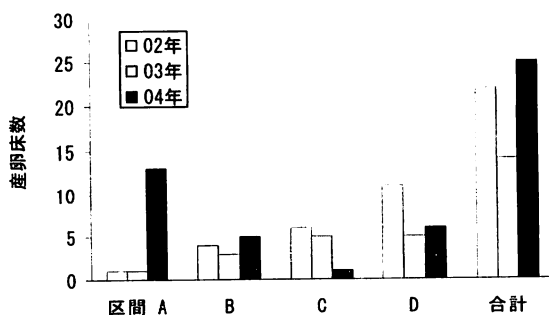


図5 支流Bの各区間で確認した産卵床数
特に下流区間(A)において、2004年の産卵床数が多かった。

合計で28ヶ所であった(図5)。繁殖に参加した個体の目測による体長の平均±SD(範囲)は、雄で $177 \pm 41\text{mm}$ (120~250mm: n=15)、雌で $159 \pm 25\text{mm}$ (120~210mm: n=18)であった。

標識再捕調査の結果、捕獲率は0.33と推定され、全域の生息個体数は約680個体と推定された(図6)。捕獲された個体の体長:平均±SD(n)は、 $158 \pm 27\text{mm}$ (n=253)であり、最大は242mmであった(図7)。2003年に引き続いて捕獲された個体の年間成長量(mm)と2003年の体長には、有意な負の相関が認められ(Spearman's $r = -0.546$, $P < 0.001$: 図4)、成長係数Kは0.445と推定された。また、1歳以上の個体の生残率は、0.56と推定された。

4) 考察

推定生息個体数は、禁漁区指定後の2003年と大きな差は認められないが、指定前と比べると明らかに増加傾向にある。また、2004年の体長組成では、2003年のものと比較して大型個体の数が更に増加していた。これは、禁漁区指定の効果が、大型個体の残存という形で現れてきた結果であると思われる。大型個体が多く残ることは、直接産卵量の増加にも繋がるはずである。事実、下流区間(特に区間A)では、禁漁区指定前には、釣りによる産卵個体の減少のために再生産が十分に行われていなかったが(佐藤・渡辺 2004)、本年度は多くの産卵床が確認されている。今後、生息個体数が

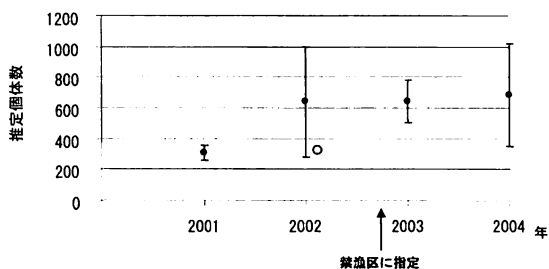


図6 個体群Bにおける個体数の推移
2002年の黒丸は2001年の釣獲データ、また白丸は2003年のデータから推定。バーは95%信頼区間。禁漁区に指定された2003年以降、600個体以上の生息が推定されている。

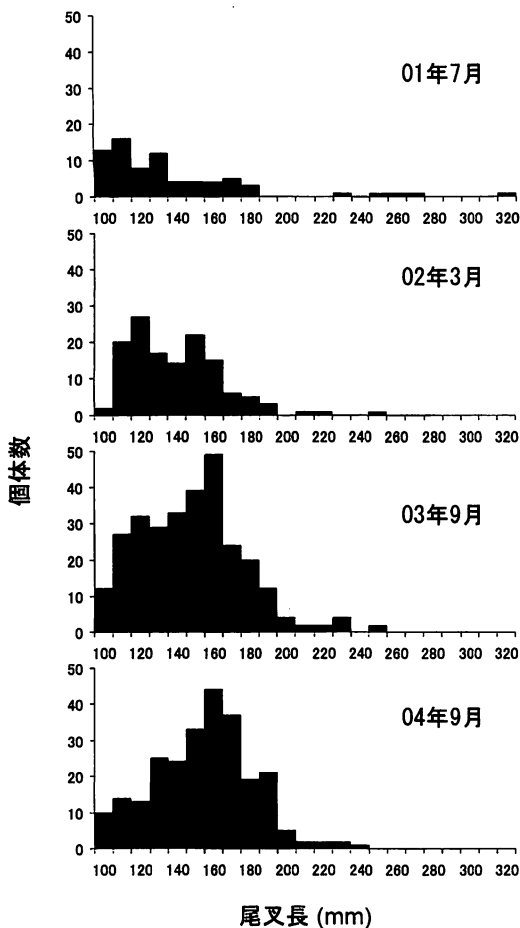


図7 個体群Bにおける尾叉長分布の推移
禁漁区に指定された2003年以降、大型個体(150mm以上)の割合が増加している。

さらに増加することが期待される。

(3) モデルを用いた存続可能性の評価(PVA)

1) 目的

実効的な保護・管理を展開する上で、現存する個体群の存続可能性を評価することは、現状を知るといった目的だけでなく、活動における優先順位を決定する上でも重要になる。これまでに行ってきた調査から、存続可能性を評価するために必要な個体群特性(個体数、成長、死亡、および繁殖等)が明らかになってきたため、個体群AとBそれぞれの存続可能性を、個体群動態と遺伝的多様性に関するシミュレーションにより評価した。

2) 材料と方法

存続可能性の評価においては、コンピュータ・ソフトVORTEX(個体群存続可能性分析モデル: Lacy 2000)を用いて推定した有効集団サイズ(以下 N_e)をその指標とした。VORTEXに、個体群AとBそれぞれに適合するような仮想個体群のパラメータ(個体数、成長や死亡等)を入力し、そこから出力(推定)された100年後の遺伝的構造(ヘテロ接合度、 H)を用いて、以下の式から有効集団サイズを推定した。

$$N_e = 1/2 \cdot 1/(1 - (H_t/H_0)^{1/t})$$

H_t は時間 t 後のヘテロ接合度、 H_0 は最初のヘテロ接合度(本研究では1と設定)、そして t はシミュレーションで設定した時間を平均世代時間で割った値である。このモデルに関しては、Miller and Lacy(2003)に詳しい。

仮想個体群の設定においては、個体群AとBで実際に調べられた個体群パラメータに、既往の文献のデータ(寿命と生残率)を加えて各パラメータに幅を持たせ、個体群AとBとして妥当だと考えられる6つの仮想キリクチ個体群をそれぞれの個体群について設定した(詳細は省略)。

以上の手順で推定された N_e をもとに、有効集団サイズの「50-500則 (Franklin 1980、Soule 1980)」に従い、個体群AとBそれぞれの存続可能性を次のような3段階で評価した。 $N_e < 50$: 近交弱勢等の影響が顕著になり、短期的な存続(50世代)が困難である; $50 < N_e < 500$: 遺伝的変異を保持して長期間(500世代)存続することは困難であるが、短期的な存続は可能である; $N_e > 500$: 個体群の長期的な存続が可能である。

3) 結果

シミュレーションによって推定された個体群AとBそれぞれの100年後のヘテロ接合度は、それぞれ0.65~0.80と0.74~0.88であった(図8; 表1)。ヘテロ接合度と平均世代時間を基に推定した N_e は、個体群AとBともに、仮想の個体群間で大きく異なっており、それぞれ37~76個体と59~125個体であった。特に、個体群Aに関するシミュレーションからは、 N_e が50個体以下と推定される場合もあった。

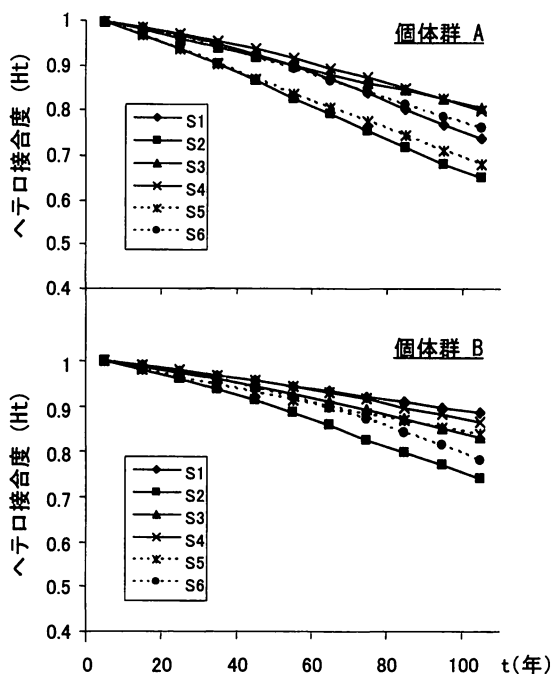


図8 個体群存続可能性モデル“VORTEX”によるヘテロ接合度(H_t)の100年間の変化予測
初期値($t=0$)で $H_t=1$ と仮定した。個体群AとBそれぞれで調べた個体群パラメータと既存の文献から適用したパラメータを用いて設定した6つの仮想キリクチ個体群に関する結果を示した。

4) 考察

推定した有効集団サイズは、いずれの個体群においても小さく、最大でも125個体であった。今回の仮想キリクチ個体群の設定においては、他のイワナ個体群のデータも用いているため、得られた値の信頼性については、今後、キリクチの個体群動態に関する研究をさらに重ね、検討する必要がある。しかしながら本研究では、モデルの設定において結果を過大に推定する要因を含んでいる(例えば、環境の確率性を考慮していない)。このため、両個体群ともに有効集団サイズが個体群の長期的な存続が困難な程に小さいという結果は十分に信頼できる。本調査水域でのキリクチの小さく隔離された分布構造を考えると、より実効的な

表1 個体群AとBにおける仮想個体群の100年後のヘテロ接合度と推定有効集団サイズ

支流 No.	ヘテロ接合度 (\pm SE)	N_e (\pm SE)
個体群 A		
S1	0.74 \pm 0.16	37 \pm 6
S2	0.65 \pm 0.18	44 \pm 11
S3	0.80 \pm 0.08	76 \pm 7
S4	0.80 \pm 0.11	44 \pm 5
S5	0.68 \pm 0.14	47 \pm 10
S6	0.76 \pm 0.12	54 \pm 7
個体群 B		
S1	0.88 \pm 0.04	125 \pm 5
S2	0.74 \pm 0.15	62 \pm 10
S3	0.83 \pm 0.09	88 \pm 7
S4	0.87 \pm 0.06	93 \pm 5
S5	0.84 \pm 0.05	101 \pm 6
S6	0.78 \pm 0.14	59 \pm 8

個体群AとBそれぞれの現在の個体数といくつかの生活史パラメータを用いて、100年後のヘテロ接合度を500回のシミュレーションから推定している。

保護策が早急になされない限り、その長期的な存続は極めて困難な状況にあると考えられる。

(4) キリクチ再導入に関する移殖候補河川の探索

1) 目的

調査水域のキリクチを長期的に保護・管理するためには、過去の分布構造をもとに個体群の復元を行うことが必要になる。これには、再導入する支流の環境として、周辺の森林、流路延長、河川勾配、および流量等から良好な環境を選ぶことが必要である。さらに、移殖放流後の個体群を遊漁者による釣獲から守るための体制がとれることも重要である。

2) 材料と方法

地域漁協に対して再導入と禁漁等の保護措置の可能性のある支流について事前に聞き取りを行い、そのような管理ができそうな支流については、河川環境を調べた。河川環境については、流程と河川勾配から生息可能性を評価した。

3) 結果

再導入に関する調査においては、有力な移殖候補地を発見することができなかった。漁協に対する聞き取り調査では、これ以上禁漁河川を増やすことが困難であるという問題が挙げられた。また可能性のある2本の支流においては、既にキリクチと放流された別系統のイワナの交雑個体群が生息していることと、生息可能水域が短く、また勾配が急なことから、定着の可能性が低いことが示唆された。

4) 考察

調査の結果、キリクチの再導入を早急に行うことは地域の現状と移殖先の環境の両方において困難であることが分かった。今後、①地域住民だけでなく、一般の遊漁者等からも再導入に対する理解を得ること、②別系統のイワナ個体群を除去し、潜在的なキリクチ生息地を拡大することが特に重要な課題と考えられる。

3. 地域における保全活動と啓発

キリクチをはじめとする調査地域の自然環境の保全には、地域の保護基盤が不可欠である。本研究会は本助成までに、キリクチ保護における主要な問題である密漁を含む乱獲について、調査結果をもとに地域漁協や教育委員会との協議のもとで活動してきた。その結果、支流Bは2003年より地域漁協の定める禁漁区に指定された。また、支流A、Bともに密漁防止看板を設置し、漁協の認めるボランティア監視員の巡回も行われ始めた。しかしながら一方で、このような活動は、地域のごく一部の方々との連携によるものでもあった。そこで本助成では、キリクチやそれをとりまく自然環境の現状について、地域の人々にさらに広く知ってもらうことを目的に活動した。

活動内容としては、地域の河川関係者として、漁協の理事会での定期的な調査結果の報告と新聞配布を行った。また、漁協から担当行政および地域の小学校へ要望を挙げいただき、総合学習の時間にキリクチの紹介を行った。第一回は2004年9月に、佐藤が小学5年生を対象に約1時間の授業

を行った(写真5)。今回の授業では、子供たちにキリクチという魚を知ってもらうことをねらいとして、映像や調査道具の紹介を中心に話を展開した。授業の最後には、子供たちに感想文を書ってもらったが、子供1: 地元に住んでいながら、キリクチのことなんて全然知らなかった、子供2: キリクチのことをもっと知りたい、子供3: またキリクチの話をしにきてください、など、ねらいを満したかと思われるような反応が得られた。このように、大人と子供両方に対してキリクチの現状を知ってもらえれば、親子間等、世代間の対話を通じて、地域社会に情報が広く浸透し、地域の保護意識がさらに高まるのではないかと期待している。

4. 総合考察

本助成による研究から、調査水域に残存する2つの主要な個体群に関する生態的特性が明らかになってきた。個体群Aでは多くの産卵が認められたものの、昨年(2003年)に比べて生息個体数の減少が認められた。一方個体群Bでは、大型個体の残存と生息個体数自体の増加が認められ、禁漁区指定によるプラスの効果が示唆された。しかし、それぞれの個体群で調べられた成長や死亡等のデータをもとに推定した有効集団サイズは、おそらく過大に推定されているにも関わらず、個体群の存続には十分とは言えなかった。これらのことから、調査水域のキリクチの保全においては、残存

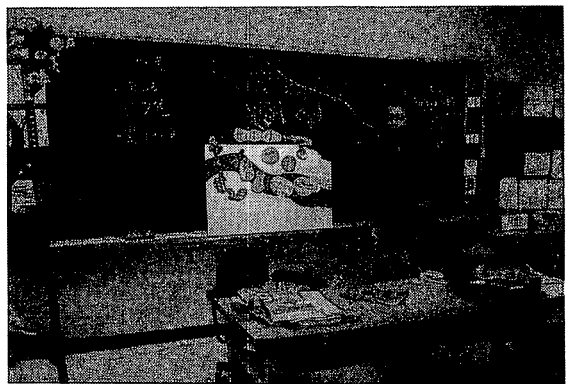


写真5 小学校でのキリクチと河川生態系に関する授業風景(2004年9月28日;佐藤拓哉)

する個体群を確実に維持・管理することはもちろん、再導入による個体群の復元についても検討する必要がある。残存する個体群の保護においては、まずは密漁の監視体制を早急に構築する必要がある。また、個体群の再導入においては、別系統のイワナ個体群の除去とそれに対する地域漁協や遊漁者の理解が重要になる。前者についてはボランティアも加えた監視活動が進められているが、後者についてはまだ多くの議論と検討を必要としている段階である。

一方、キリクチの長期的な存続のためには、衰退傾向にある森林の維持・回復が極めて重要な課題となる。周辺の森林は年々衰退傾向にあり、その影響を受けて、キリクチの生息河川でも斜面崩落とそれに伴う河川環境の悪化が起きている。森林の衰退要因としては、人的影響、気候変動、シカの食害等、様々な要因が挙げられるため、狭い地域だけでなく流域を広く捉えて、長期的な管理計画のもとで自然再生が展開される必要がある。これは、広く森林生態系の保全につながるものであるが、その際には、我々の長期的なモニタリング結果を有効に活用し、水生生物の面からも保全策が評価・検討されることが望まれる。

現在調査地域では、地域住民の自然に対する意識が高まりつつある。また、漁協ではボランティア監視制度を設けて、密漁の抑止に努めている。本助成によって我々が行ってきた活動を研究・啓発活動の基礎とし、キリクチやそれを取り巻く自然の現状について、より多くの地域住民と共通理解を図ることができれば、地域の保護基盤はより強固なものになると考えられる。キリクチの現状は依然として厳しい状況にあるが、保護への基礎は築かれつつあると言えるかもしれない。

謝辞

本調査は、2003年度のプロ・ナトゥーラ・ファンドによる助成金によって実施された。また奈良県および関連する村の教育委員会、県農林部農業水産振興課、および地域の漁業組合の方々にはひとかたならぬご協力をいただいた。三重大学大学

院ほかの院生・学生には現地調査を手伝っていただいた。以上の方々に心から感謝申し上げる。

引用文献

- Franklin, I. A. 1980. Evolutionary changes in small populations. pp. 135-150 in M. Soule & B. A. Wilcox, editor. *Conservation Biology: an evolutionary-ecological perspective*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- 久保達郎. 1998. キリクチ. 水産庁編「日本の希少な野生水生生物に関するガイドブック」, pp. 164-165. (社)日本水産資源保護協会.
- Lacy, R. C. 2000. Structure of the Vortex simulation model for population viability analysis. *Ecological Bulletins*, 48: 191-203.
- Miller, P. S. & R. C. Lacy. 2003. VORTEX: a stochastic simulation of the extinction process. Version 9.21 User's manual. Apple Valley, MN: Conservation Breeding Specialist Group (SSC/IUCN).
- 名越誠. 1998. キリクチの生態と保全上の問題. 森誠一編「魚から見た水環境」, pp. 107-119. 信山社サイテック.
- 佐藤拓哉・渡辺勝敏. 2004. 世界最南限のイワナ個体群“キリクチ”の産卵場所特性、および釣獲圧が個体群に与える影響. *魚類学雑誌*, 51 (1): 51-59.
- Soule, M. E. 1980. Thresholds for survival: maintaining fitness and evolutionary potential. pp. 151-169. in M. E. Soule and B. A. Wilcox, editors. *Conservation biology: evolutionary-ecological perspective*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts.
- 田中哲夫. 2003. 紀伊半島のイワナ(キリクチ). 環境省自然環境局野生生物課編, pp. 193-194. 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック— 4 汽水・淡水魚類. 財団法人自然環境研究センター, 東京.

To establish an effective management plan of Kirikuchi charr *Salvelinus leucomaenis japonicus*, the southernmost population of genus *Salvelinus*, we evaluated the current status of 2 major populations (population A and B) of them in terms of population characteristics and viability. We also searched possible locations for future re-introduction of pure Kirikuchi charr. The population size of the population A and B was estimated at approximately 200 and 700, respectively. The population A, the habitat of which had been deteriorating, was declined compared with that in the previous year, while the population B, designated as a prohibited fishing area 2 years ago, had been on the rise. The effective population size (N_e) estimated by VORTEX, an individual-based simulation model, was relatively small in each population, approximately 100 individuals in maximum. No stem sections suitable for reintroduction were found. In order to establish a local network for conservation activities for the charr, we tried to provide information on our results for the local society, including the local fisheries cooperative and local elementary schools. For the practical conservation of the Kirikuchi charr, long-term monitoring, implementation of effective management plan and development of conservation conscious of local people are essential.

スキー場を集水域に持つ河川に見られる窒素汚染

長良川・溪流の保全を考える会

村上 哲生¹⁾・三輪 春男²⁾

Nitrogen Pollution in the Catchments Basin of Mountain Streams with Skiing Grounds.

The Nagara River Conservation Group

Tetsuo Murakami and Haruo Miwa

1. はじめに

(財)日本自然保護協会が取り組んできた河川環境保護活動の中でも、長良川河口堰問題は、社会的に最も良く知られた話題の一つであった。河口堰の建設以前の環境影響予測や、運用後の環境変化については、同協会から多くの報告書が発表されている(例えば、日本自然保護協会河川問題特別委員会・長良川河口堰問題専門委員会 1990, 長良川河口堰事業モニタリング調査グループ 1999)。多岐に亘る環境影響の中でも、堰湛水域における浮遊藻類の発生に起因する水質・底質問題は、特に重要な争点の一つであった。長良川の窒素・リンなどの栄養塩濃度は木曾三川で最も高い値であり、そのために堰上流部の藻類発生は深刻な問題となったのである。河口に限定された地域的な開発事業であっても、上流部からの栄養塩負荷を考慮しなければ、下流部の藻類発生問題の理解と解決につながらない。連続性を考慮した河川観の確立の必要性は、この長良川事例で新たに生じた課題であった。

河川の環境保全の議論に際して、その連続性の維持が強調されることが多いが、具体的な物質の流れを対象とし、源頭から河口までを視野に入れた研究は、我国ではほとんど目にするものはない

ように思われる。本研究は長良川全体の栄養塩供給の起源と、移動、消費の全過程を明らかにするための一連の研究の一つである。窒素供給の起源は様々であるが、最初の試みとして、通常ほとんど考慮されていない源頭部の窒素汚染の問題を採り上げる。

スキー場滑走雪面の硬化剤として散布される硫酸(硫酸アンモニウム; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)がゲレンデ内の陸上植物に及ぼす影響については、建元・中村(1998, 1999)、下平ほか(2001)により、現存量の有意な増加や種多様性の減少が報告されている。一方、散布された硫酸の河川への影響については、既に原・吉越(1982)や黒田・村上(1999)が冬季の長良川の河川水質の特異的な変化、例えば総窒素や硫酸イオン濃度の増加を観測しており、硫酸の河川への流出が示唆されていたが、村上ほか(2003a)はいくつかの溪流の栄養塩負荷の経時的な観測から、スキー場を集水域とする河川では、窒素の濃度と負荷量が冬季に著しく増加することを明らかにした。散布後の硫酸は、融雪に伴いアンモニウムイオンとして直ちに流出するとともに(川相 2000)、残留したアンモニウムイオンは低温下でも硝化され、硝酸イオンとして河川に流出しているらしい。

1) 名古屋女子大学

2) 長良川水系・水を守る会

硫安撒布の負荷の推定、流出機構の解明、また生態影響等、今後解明すべき課題は多いが、本研究では特に、窒素汚染の面的な分布と流出の特性について検討する。長良川源頭部の窒素汚染問題の概要については、村上他(2003a、2003b)を参照されたい。

2. 調査方法

(1) 調査地域と調査時期

奥美濃と呼ばれる岐阜・福井の県境部は、太平洋へ注ぐ長良川や、日本海に向けて流れる庄川、九頭竜川の源となっている。この地域では、豊富な積雪を利用したスキー場開発が1970年代より進められている。図1は、対象とした三川の源頭部

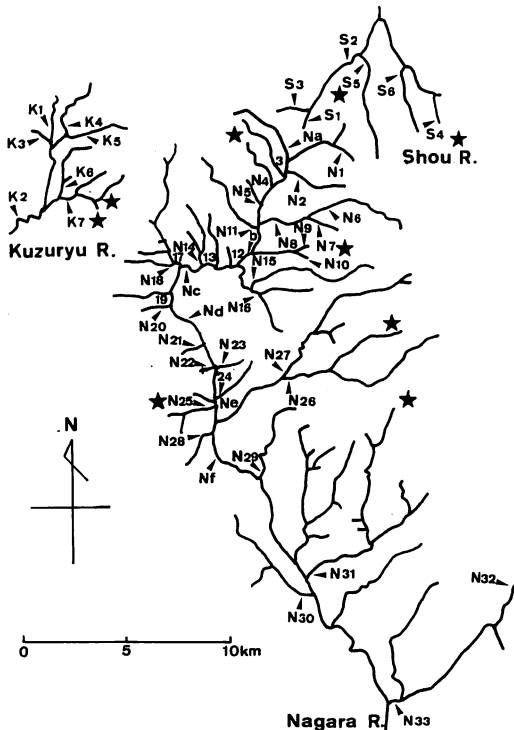


図1 一斉水質観測地域

地点番号のNは長良川水系の本川(Na~Nf)と支川(N1~N30)、S、Kはそれぞれ庄川、九頭竜川水系の調査地点を示す。試料は夏季(2003年8月31日)と冬季(2004年2月28~29日)に採集した。図中の★印は営業中のスキー場の位置を示す。

を示すが、この地域に10箇所以上のスキー場が分布している。調査対象は、三川源頭部の本川、支川とし、長良川38地点、庄川6地点、九頭竜川7地点を調査対象とし、夏季(2003年8月31日)と冬季(2004年2月28~29日)に一斉水質観測を行った。

また、この地方で最大規模のスキー場を集水域に持つ河川(神中川; Sta. N4)において、2004年2月22日から28日にかけて、6時間ごとに水質の変動を観測した。

(2) 現場観測と分析の方法

現場では、水温、および導電率、濁度を、それぞれサーミスタ、四電極法、積分球式濁度計で観測した後、表層水を採集した。試料は、採集後、直ちに濾過し冷蔵して持ち帰り、分析まで凍結して保存した。無機態の窒素・磷濃度分析は、西條・三田村(1995)に準じた。

3. 調査結果

(1) 調査地域の溪流の水質の特徴

調査した三川の源頭部の人口負荷は概ね小さく、濁度も10を越す河川はごく稀であった。夏季の調査においては、人為的汚染の指標とされる導電率はSta. N25(向小駄良川)を除き、10mS/mを越す値が記録された河川はなかった。一方、冬季には、Sta. N2(上野谷)、N4(神中川)、N25で、夏季に比べ著しく高い10mS/mを越える導電率が観測された(図2)。

(2) 河川水中の窒素濃度の分布

図3は、調査した河川の冬季の窒素濃度増加(冬季の観測値-夏季の観測値)を示したものである。大規模スキー場を集水域内に持つSta. N4で、夏季に比べ著しく高い値が記録され、その下流の本川(Nb、Nc、Nd)でも夏季の値を上回った。Sta. S2(御手洗川)、N2、N10(八百僧谷)、K1(石徹白川)でも、夏季に比べて高い値であった。Sta. S2、N10もSta. N4と同じく、集水域内にスキー場を持つ河川である。

(3) 集水域に大規模スキー場を持つ神中川の窒素

1) 流出の特徴

図4は、2004年2月22~28日にかけての気温、相

対的な水位、導電率、および総窒素濃度の変動を示す。著しい水位の変動は、22日午後の降雨によるものである。導電率と窒素濃度は、気温や降水などの気象条件と関連した変動を示すことはなかった。

4. 考察

(1) 源頭部の溪流の窒素汚染の面的な分布

大規模スキー場を集水域に持つ河川Sta. N4(神中川)では、冬季に顕著な窒素濃度の増加が認められ、また、S2(御手洗川)、N10(八百僧川)でも、夏季の測定値に比べ、それぞれ2倍、3倍の濃度が記録された。しかし、スキー場を集水域に持つ全

ての河川で、冬季の窒素濃度の増加が顕著に現れるわけではない。Sta. S4(一色川)、N26(牛道川)、N25(向小駄良川)、N31(栗巢川)では、冬季の窒素濃度の増加はごく僅かである。これは、冬季の窒素濃度の増加の割合が、スキー場の規模と営業の形態、またゲレンデが集水域に占める面積の割合とによって決まるためであろう。硫安撒布は、主に、大規模スキー場が競技スキーのコースを設置する場合に使われる(川相ほか 2000)。Sta. N4、N10の集水域に分布するスキー場はこのタイプであり、また、スキー場のゲレンデの面積は、それぞれの河川集水域の50%、11%を占める。Sta. S2の集水域内のスキー場は、競技スキーに使われる

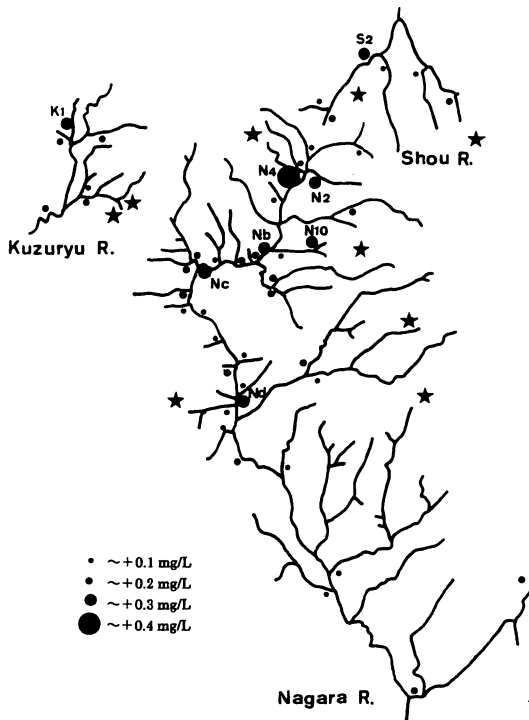


図2 夏季と冬季の河川水の導電率の差
冬季の調査時の導電率と夏季のそれの差として表示した。N2、N4、N25には、それぞれ広域農道、スキー場へのアプローチ道路、国道が通っており、融雪のために撒かれた塩化カルシウム(CaCl₂)の流入により、高い導電率が記録されたものと思われる。

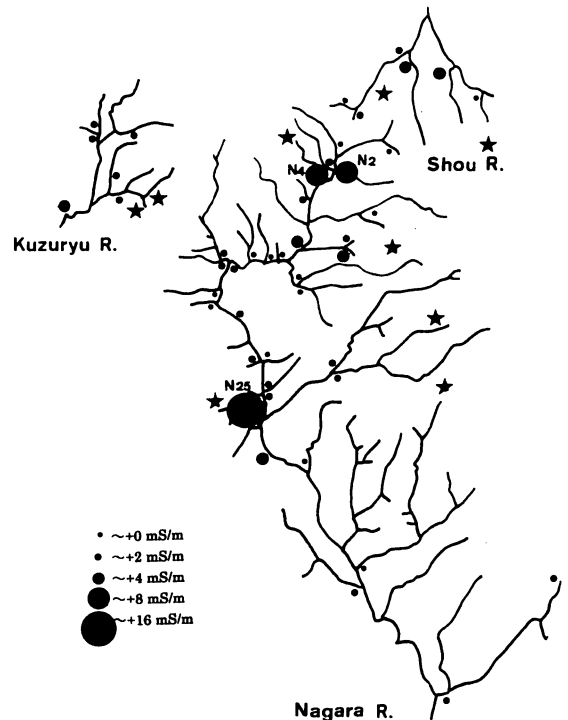


図3 夏季と冬季の河川水の総窒素濃度の差
冬季の調査時の総窒素濃度と夏季のそれの差として表示した。集水域の50%をゲレンデが占める河川(N4; 神中川)では、夏季の濃度の3.6倍に達し、流入後の本川でも高い濃度が記録された。S2(御手洗川)、N10(八百僧谷)でも増加が認められた。

規模ではないが、集水面積のかなりの部分を宿泊施設が占めており、この河川での冬季の窒素濃度の増加は、スキー客の集中による人口負荷の増加によるものかもしれない。一方、他の窒素濃度の増加が顕著でない河川の集水域に分布するスキー場は、所謂ファミリーゲレンデと呼ばれる家族客向けの小規模施設であり、頻繁に多量の硫安を撒布する必要性はなく、なおかつ、ゲレンデの面積は集水域の数%かそれ以下に過ぎない。

(2) スキー場からの窒素流出の時間的変動

対象とした地域は温暖積雪地であり、融雪は頻

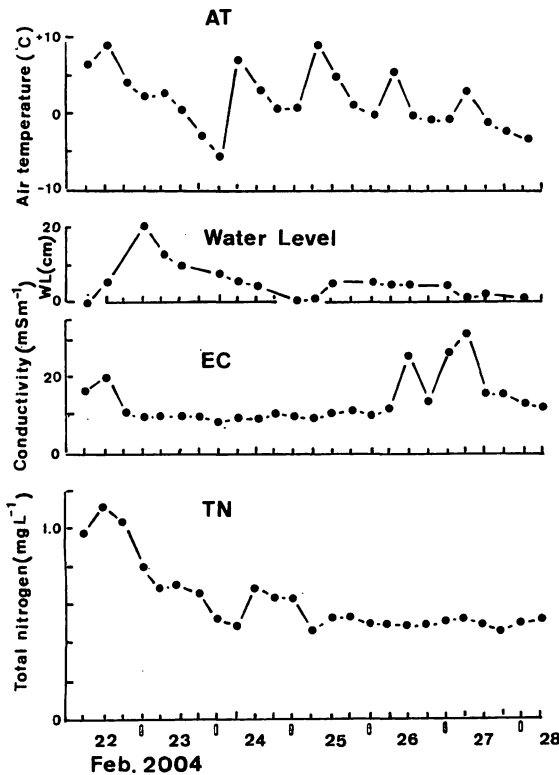


図4 長良川水系神中川(Sta. N4)における気温、相対的な水位、導電率、および総窒素濃度の変動

調査開始前の16日に競技スキー大会があり、その時に一時的に硫安が撒かれた可能性がある。26、27日の導電率の上昇は、スキー場へのアプローチ道路の融雪のために撒かれた塩化カルシウムの流入によるものらしい。

繁に起こる(鈴木 1996)。しかし図4で示すように、気温上昇や降水により、溪流の窒素濃度が著しく増加する現象は認められなかった。窒素濃度は、観測初日の22日(日)に最大の濃度であり、以後漸減する傾向であった。川相ほか(2000)は、実験的に撒布された硫安の流出量の日変化を観測し、初期の流出が極めて大きく、日数が経過するに従い、流出量が速やかに減少することを観測している。本研究が対象とした神中川(Sta. N4)集水域内のスキー場では、調査開始6日前の16日(月)に競技スキーが行われている。図4に示す総窒素濃度の漸減の過程は、その時にコース整備のために撒かれた硫安の流出が22日から23日まで続いており、以後の新たな撒布はなかったことを示すものと考えられる。溪流への窒素流出は、気象的な条件で増減するのではなく、スキー場の営業により人為的に決まることが推測できる。

導電率の26日、27日における突然の増加も、やはり人為的な影響であろう。週末28日(土)のスキー客のための道路整備のため、融雪剤(塩化カルシウム; CaCl₂)の撒布が行われたものと思われる。図2に示す冬季の導電率が著しく高くなる河川(Sta. N2、N4、N25)は、それぞれ大規模農道、スキー場へのアプローチ道路、国道が、その採集地点の傍らを通っている。

5. おわりに

長良、庄、九頭竜川三川の源頭部のスキー場を集水域とする河川のいくつかで、冬季に特異的な窒素濃度の増加が見られたが、その濃度は、飲料水基準(亜硝酸態、硝酸性態窒素の総和で10mg/L以下)に比べればはるかに低く、直ちに人の健康に関わるレベルのものではなかった。また、図4に見られるように、一時的な汚染も数日で回復することが予想できる。しかし、その生物への影響、特に河川生態系に及ぼす影響については、まだ不明な点も多い。低濃度とはいえ、無雪季の数倍に達する窒素負荷と、それによって変化した栄養塩の相対的な比率の変化は、河川の一次生産者である付着藻類群集の種類組成と現存量に影響を及ぼ

す可能性がある。

長良川上流部の窒素負荷の問題は、河川水などの表層水に限るわけではない。従来、清流と考えられてきた郡上八幡付近の湧水でも、硝酸態の窒素濃度が意外に高いことが明らかにされている(島野・安田 1994、村上ほか 2004)。河川水、地下水への窒素の供給と移動、消費の量的な把握や、その変動が河川内の生物群集に及ぼす影響については、さらに検討が加えられるべきであろう。

引用文献

- 原昭宏・吉越昭久. 1982. 長良川上流における積雪期の河川水質. 水温の研究, 26: 19-26.
- 川相元斉・下平勇毅・田瀬則雄. 2000. 雪面に撒布された硫酸アンモニウム(硫安)の挙動と撒布による融雪水への影響. 日本水文学会誌, 30: 137-147.
- 村上哲生・服部典子・舟橋純子・須田ひろ実・八木明彦. 2003a. スキー場を集水域に持つ溪流に見られる窒素汚染. 応用生態工学, 6: 45-50.
- 村上哲生・黒田伸郎. 1999. 長良川全水系の栄養塩量に関する調査. 「長良川河口堰が自然環境に与えた影響」.(長良川河口堰事業モニタリング調査グループ・長良川研究フォーラム・日本自然保護協会編), pp. 1-5. (財)日本自然保護協会, 東京.
- 村上哲生・前澤智子・堀のり子・服部典子. 2003b. スキー場による窒素汚染の現状と新たな調査へのお誘い. 清流・さかな・長良川, 32: 2-3.
- 村上哲生・大島由美・近藤朝美・竹村央・加藤由紀子. 2005. 郡上八幡市の湧水一類型化と汚染の現状一. 名古屋女子大学紀要(家政・自然編), 51. (印刷中)
- 長良川河口堰事業モニタリング調査グループ・長良川研究フォーラム・日本自然保護協会(編). 1999. 長良川河口堰が自然環境に与えた影響. (財)日本自然保護協会, 東京.
- 日本自然保護協会河川問題調査特別委員会・長良川河口堰問題専門委員会(編). 1999. 長良川河口堰事業の問題点 中間報告書. (財)日本自然保護協会, 東京.
- 西條八東・三田村緒佐武. 1995. 湖沼調査法. 講談社, 東京.
- 島野安雄・安田守. 1994. 岐阜県・愛知県の名水一 養老の滝と菊水泉・宗祇水・長良川(中流域)・木曾川(中流域)一. 「名水を科学する」(日本地下水学会編), pp. 140-156. 技報堂出版, 東京.
- 下平勇毅・田瀬則夫・東照雄・中村徹・川相元斉・佐藤芳徳・建元喜寿. 2001. スキー場で使用される雪面硬化剤・硫酸アンモニウム(硫安)の水・土壌・植生への影響. 環境科学会誌, 14: 261-268.
- 鈴木啓助. 1996. 温暖積雪地における渓流水質変動. 地学雑誌, 105: 1-14.
- 建元喜寿・中村徹. 1998. スキー場における硫安撒布の実態. 野外教育研究, 2(1): 13-19.
- 建元喜寿・中村徹. 1999. スキー場において使用される雪面硬化剤の環境への影響. 日本生態学会誌, 49: 287-290.

Total nitrogen concentrations of 51 rivers in the catchments basin of the upper Nagara, Shou and Kuzuryu Rivers, Gifu Prefecture, Central Japan, were determined to clarify the environmental effects of ammonium sulfate ((NH₄)₂SO₄) using as snow cement on the skiing grounds both in summer and winter. Total nitrogen concentration of the rivers with large scale skiing grounds in their catchments area showed remarkable increase in winter. In a river where skiing ground occupied 50% of its catchments area, fluctuations on electric conductivity (EC) and total nitrogen concentration had no significant correlation with that of weather conditions such as air temperature and precipitations. Total nitrogen concentration can increase after a skiing meeting and abrupt increase in EC on weekend may due to snow melting works of the approach to the skiing ground using calcium chloride (CaCl₂).

Key words; ammonium sulfate, Nagara River, nitrogen pollution skiing grounds, snow cement

亀岡産アユモドキの生活史とハビタット利用に関する研究 —水田水域生態系のシンボルフィッシュ—

亀岡・人と自然研究会

岩田 明久¹⁾・小林 光²⁾・上田 稔留³⁾・川村 敦⁴⁾・新村 安雄⁵⁾

Study on life history and habitat use of Ayumodoki *Leptobotia curta* on Kameoka city -Symbol fish of paddy field aquatic eco-system-

Society for studies of culture and nature of Kameoka area

Akihisa Iwata, Hikari Kobayashi, Minoru Ueda, Atsushi Kawamura, Yasuo Niimura

1. はじめに

アユモドキは日本特産種でコイ目ドジョウ科アユモドキ亜科に含まれる。その分布は特異で、岡山県高梁川、旭川、吉井川、笹世川、足守川、広島県芦田川と琵琶湖・淀川水系の琵琶湖、宇治川、木津川、桂川、鴨川、清滝川、淀川のみに限られる。日本の淡水魚相成立を解明するうえでも学術的にも極めて重要な種であるが、絶滅が危惧され、1967年にIUCNからThreatened species(DD)、1977年に文化庁から種指定の天然記念物、2002年に京都府からは絶滅寸前種、環境省から2003年にCR(絶滅危惧IA類)、2004年には種の保存法に基づく「国内希少野生動植物種」の指定を受けているが、現在、岡山県旭川・吉井川水系と亀岡市以外の地点は絶滅の状態にある(環境省自然環境局野生生物課編 2003、京都府企画環境部環境企画課編 2002、中村・元信 1971)。

岡山県旭川では市民の保全活動が行われた結果、個体群の現存が保たれている一方で、琵琶湖

淀川水系ではかつて八木町で重点的調査が行われ、保全対策も付されたが現在は絶滅状態となった(京都淡水魚研究グループ 1988)。人為的保全活動がされず、天然で個体群が維持されているのは亀岡のみとなっている。

琵琶湖・淀川水系のアユモドキのうち、現在天然で絶滅した八木町の個体群は、琵琶湖博物館と大阪府水生生物センターで系統保護されている。しかし、その方法は最終的手段で、本来の生息地での保全が可能であれば、積極的にそれを行うべきである。

それにもかかわらず、本種のこの地域における産卵場所、仔稚魚の生育場所を含む一般生態は全くと言っていいほど解明されていない。琵琶湖・淀川水系の最後に残されたアユモドキ生息地における生態解明と保全対策は、一刻を争う急務と考えられる。また、特定魚種のみをその種が生息する生態系から「切り取って」保全することは無意味である。現在、アユモドキ自然個体群が維持され

1) 京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科

3) 京都府園部町職員

5) サツキマス研究会

2) 有限責任中間法人水生生物保全研究会

4) AURAエンジニアリング(株)

ている亀岡市において、本種を保全していくためには、この種をシンボルとして他の種を含めた生態系全体をカバーする視点が必要となる。

そこで本研究は第一に亀岡産アユモドキの産卵場所、仔稚魚の生育場所、未成魚・成魚の生息場所、それらの場所の移動とその時期、成熟・繁殖行動、個体数などの一般的生態および各発育段階と生息場所の利用関係を解明する。第二にこの地区の淡水魚類に対して、アユモドキと同様の調査を行う。第三にこれらから得られた結果を基に、アユモドキをはじめとする各魚種が生存していくために必要な生活場所とその条件を明らかにする。第四にそれらの結果をふまえて保全活動を開始するとともに、京都府、亀岡市、地元住民に説明することでアユモドキの貴重さと現状を理解してもらい、本研究会とともに今後の保全活動に参加協力の合意を得ることを最終目的とした。

2. 調査地の概要、調査方法および調査日

今回の調査は、2003年8月20日に文化庁から天然記念物にかかる調査許可および2004年7月15日に環境省から種の保存法に基づく「国内希少野生動植物種」にかかる調査許可を得て行われたものである。

調査地は亀岡市内にある桂川支流のT川である。桂川との合流点から約50m上流部に農業取水用のラバーダムが設置されている。さらにその上流部約50mの地点で左岸からB川が合流する。成魚の調査は桂川との合流点から約150m上流までの区間で行った(以後主生息場所と呼ぶ)。産卵場所、仔・稚魚、未成魚の調査は、この主生息場所および両河川に流入・流出する農業用水路に加えて、約1km上流部にある魚道のない堰堤直下まで調査区域を拡大した。

成魚および未成魚は、枠の大きさ35cm×30cm、網目1mmの手網での調査および、目合い16mmの投網を潜水しながら水中の大石に被せて、それを動かし出てきた個体を採捕するという方法をとった。さらに空き缶やパイプも調査対象とした。卵、仔・稚魚の調査は枠の大きさ30cm×20cm、網目

約0.1mmの手網(以後稚魚網と呼ぶ)を用いて行った。

調査で採集された成魚・未成魚、稚魚および大型の後期仔魚は、フェノキシエタノールで健康にダメージを与えない軽微な麻酔処理を行ない、体を湿らせたままに保ちながら体長・体重の計測等必要な情報の収集、写真撮影、個体識別のための鰭の先端切除による軽微なマーキングを行った後に、新鮮な水と酸素で確実に蘇生したことを確認してから速やかに採集地点に再放流した。ただし、小型の稚魚と後期仔魚はマークを付さなかった。小型の後期仔魚は調査地でそれらを水ごと透明な瓶にいれ、種の同定を行った後に採捕地点に再放流した。調査地で種の同定が不可能の場合は亀岡市文化資料館で実体顕微鏡を用いて、それらを水中に入れたまま検鏡した。双方の確認作業においてアユモドキと同定された個体は、測定時のダメージを考慮して計測を行わずに採捕地点に再放流した。

さらに、網による採捕の他にファイバースコープや潜水調査および護岸上からの目視観察を行い生息の確認をした。

その他の魚種についても本種の調査と平行して定期的に採集し、発育段階の確認を行った。ただし、スジシマドジョウ中型種は京都府版レッドデータブックで絶滅寸前種のため、その扱いはアユモドキに準じた。固定標本は市の教育活動に活用すべく亀岡市文化資料館に保管した。

成魚・未成魚の生息状況を調査するため、主生息場所での投網掛けと手網およびファイバースコープと潜水による目視観察(以後定例調査と呼ぶ)を2003年9月21日、11月1日、2004年3月20日、4月25日、5月30日、9月5日、10月16日に行った。同様の目的で主生息場所における手網のみの調査を2004年9月16～20日の5日間、23、25、26日、10月1、2、3、7、11、17日に行った。これとは別に2003年7月から12月までの間に計11回、T川の主生息場所にある護岸の上から目視観察を行った。

稚魚および未成魚の分布の拡散を確認するため、2004年7月10、11、13、14、17日、8月15日か

ら30日にかけての4日間、9月5、15、16日は主生息場所に加えて約1km上流の堰堤直下や、T川・B川に流入・流出する農業用水路を手網で調査した。仔魚確認のため2004年6月7日から16日までの10日間と6月27日に、主生息場所に加えて約300m上流までの区間とT川・B川に流入・流出する農業用水路を稚魚網で採捕調査した。また、2004年6月6、7日の両日には夜間に懐中電灯を用いて産卵行動の有無を観察した。これとは別に2003年7月より12月にかけて計11回、T川右岸護岸の上から目視調査を行った。

なお、本編においては発育段階を以下のように区分した。

後期仔魚(前期)；摂餌開始直後で脊索末端は上屈を開始していない段階。

後期仔魚(中期)；脊索末端が上屈し尾鰭軟条が尾鰭後端に達する段階。

後期仔魚(後期)；体色が未だに褐色で斑紋がなく、ひげの発達が不十分なものから体が明色化し、ひげが発達した状態だが体側の横帯がパーマーク状に出現し始める段階まで。

稚魚(前期)；口が成魚のそれと同じく下位になり、体側の横帯がパーマーク状斑紋から背・腹両方向に伸長するが、体型は後期仔魚(後期)に近い段階。

稚魚；体型が成魚と同様になり、体側の横帯が完成して腹面近くまで到達して極めて明瞭となる段階。体長45mmまで。

未成魚・成魚；体長45mm以上の個体。

3. 結果

(1) 生息環境の変化

2003年はラバーダムが稼働せず、T川の水位は2003年の春から2004年6月初旬まで通常時での変異内に推移した。

2004年1月中旬より約3週間、本調査区間の上流部で河床整正が行われ、河川形態が単純化するとともに、大量の土砂が流出し、主生息場所はこれが最高10cm、平均でも約5cm堆積して河床が閉塞状態となり、生息環境は極めて悪化した。この状

態は3月上旬まで続いたがその後の降雨による増水により土砂が流され、5月までには本来の川床状態に戻った。

2004年6月5日の夕刻よりラバーダムが稼働し、それに伴ってこれより上流部の水位が急激上昇し、T川河川敷の陸生植物帯が水没して広大な一時的水域が創出され、ラバーダム直上部の水深は約2mとなり、堪水域はその600m上流にまで達した。これと同時に、T川、B川に流入、流出する農業用水路にも水が連続して魚類の移動が可能になった。

2004年7月16日、調査域周辺の水田の中干しが行われた。通常であればラバーダム内の空気を完全に抜いてこの高さがなくなるのだが、2004年は完全に空気を抜くことなく、短期間でその高さが以前のように回復した。

2004年9月15日に稲刈り準備のため水田を干出させる必要から、ラバーダム稼働を完全に停止させ落水を行った。これによりT川の水位は1日で通常時の水深に戻った。

2004年10月19から20日にかけて台風23号による大増水により主生息場所ではT川、B川が溢流し、周辺の水田が水没した。

(2) 各発育段階における確認結果

1) 産卵行動

今回の調査ではアユモドキの産卵行動は観察できなかった。

2) 卵

今回の調査ではアユモドキの卵は観察できなかった。

3) 仔魚・稚魚(前期)

2004年6月11日、T川・B川合流点の水没したアシ帯の水深約30cmの泥底部分から30尾、全長約5mmの後期仔魚(前期)が採捕確認された。その他の地点ではこれを確認できなかった。

2004年6月16日、上記と同様の部分で1尾の後期仔魚(中期)、上記の部分より約5m上流のB川石垣部対岸で1尾の後期仔魚(中期)、上記の部分より100m上流地点のT川本流左岸で4尾の後期仔魚(中期)、150m上流左岸で2尾の後期仔魚(中期)の総

計8尾(全長約6~7mm)が採捕確認された。その他の地点ではこれを確認できなかった。

2004年6月27日、T川・B川合流点から約5m上流のB川石垣部対岸の区間で12尾、T川本流左岸では、T川・B川合流点から約20m上流で2尾、約140m上流で3尾、同右岸では、T川・B川合流点から約65m、80m、95m、175mの地点で各1尾の計4尾が、T川・B川合流点より下流でB川左岸に合流する三面コンクリート張り用水路では、その合流点から約5m上流の地点で1尾の総計22尾、体長13.3~19.6mmの後期仔魚(後期)と稚魚(前期)の個体が採捕確認された(写真1)。その他の地点ではこれを確認できなかった。

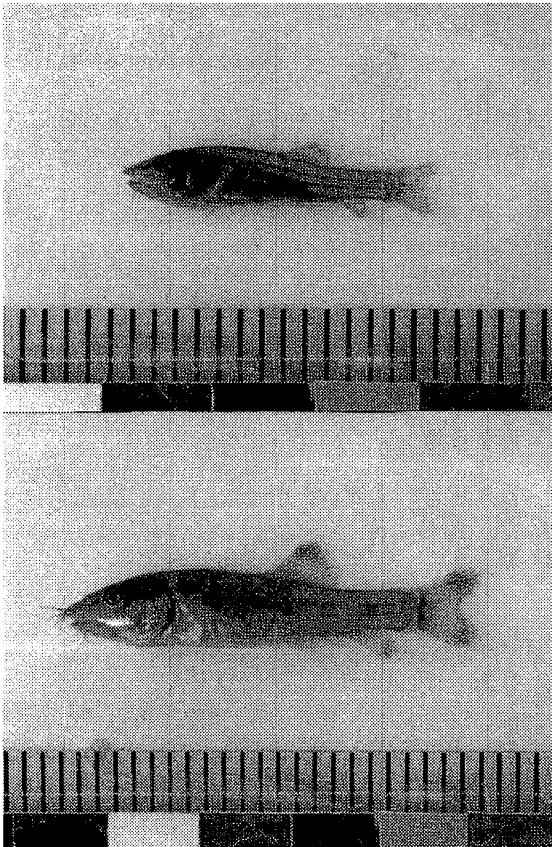


写真1 亀岡ではじめて確認されたアユモドキの仔・稚魚
上：後期仔魚。体長13.3mm、2004年6月27日採集。下：稚魚。体長19.6mm、2004年6月27日採集。

4) 稚魚

2004年7月10日、T川本流左岸ではT川・B川合流点から上流150~200mの地点で体長37.0mmと約320m上流で体長35.3mmの計2尾が、右岸ではT川・B川合流点から上流50~100mで体長40.4mm、150~200mで体長38.4mm、約320m上流で体長42.4mmと37.7mmの2尾、総計6尾が採捕確認された。その他の地点ではこれを確認できなかった。

2004年7月11日、T川・B川合流点より下流でB川左岸に合流する三面コンクリート張り用水路の、合流点から約5~40m上流の区間で、計8尾、体長21.8~35.0mmの稚魚が採捕確認された。T川・B川合流点から300m上流の地点から約1km上流の堰堤直下までの区間からは確認されなかった。

2004年7月13日、ラバーダム下流で体長25.8mmの稚魚が採捕確認されるとともに体長約3.5~4cmの稚魚が5尾目視確認された。同日、T川・B川合流点から約380m上流でB川左岸に流入する三面コンクリート張り用水路の、合流点から約5~10m上流の区間で計3尾、体長27.0~31.2mmの稚魚が採捕確認されるとともに体長約3.5cmの稚魚が1尾目視確認された。T川・B川合流点から約380m上流でB川にある水門下流部およびJR駅裏の水田地帯を流れる用水路(T川右岸に流入する水路の流入部を含む)から本種は確認されなかった。

2004年7月14日、T川・B川合流点から約180m上流でB川左岸に流入する三面コンクリート張り用水路の、合流点から約200m上流部の区間で計3尾、体長29.9~30.6mmの稚魚が採捕確認された。

2004年7月17日、同月13・14日に調査した時と同じ用水路、ラバーダム直上から流出する用水路をその流出部から約1km、およびJR駅裏の水田地帯を流れる用水路(T川右岸に流入する水路の流入部を含む)から本種は確認されなかった。

2004年8月15日から30日までの4日間の調査で、JR駅裏の水田地帯を流れT川右岸に流入する用水路の、合流地点から約20m上流にある堰板直下で計3回、体長約3.5~4cmの稚魚が目視確認された。また、同時期にT川・B川合流点から約1km上流の堰堤直下で計2回、体長約3.5~4cmの稚魚が目視

確認された。

5) 未成魚・成魚

2003年9月21日、主生息場所の大石散在部で体長80.6～111.2mmの未成魚・成魚が計4尾採捕確認されるとともに、同場所およびラバーダム下とB川の岩垣部で体長約8cmの個体がそれぞれ1尾、目視確認された。

2003年11月1日、主生息場所の大石散在部で体長136.0mmの成魚が1尾採捕確認されるとともに、同場所で体長約8cmの個体が1尾目視確認された。

採捕確認調査とは別に2003年7月より12月にかけて計11回、主生息場所にある護岸上から目視調査を行った結果、本種は7月から8月には頻繁に目視確認され、最も多い時で約30mの区間に最低15尾は目撃できたが、9月に入ると目視確認できなくなった(表1)。

2004年3月20日、主生息場所で調査を行ったが本種は確認できなかった。

2004年4月25日、主生息場所の大石散在部で体長84.0～139.5mmの未成魚・成魚が計7尾採捕確認されるとともに、同場所およびB川の岩垣部で体長約8cmの個体がそれぞれ1尾、目視確認された。

2004年5月30日、主生息場所で体長90.7～

125.2mmの成熟雄9尾、101.2～136.0mmの成熟雌7尾および85.0～116.7mmの性別不明個体が5尾、採捕確認されるとともにラバーダム下の岩垣部で体長約8cmの個体が1尾、目視確認された。

2004年6月8日、ラバーダム直下で体長174.5mmの成熟雄1尾および112.5～120.8mmの性別不明個体が2尾、採捕確認された。

2004年9月5日、T川本流左岸ではT川・B川合流点から上流400mの地点で体長53.2mmの未成魚が採捕確認された。また、主生息場所の大石散在部で体長52.1～77.9mmの未成魚6尾と体長110.2mmと126.7mmの成魚が2尾採捕確認された。JR駅裏の水田地帯を流れる用水路(T川右岸に流入する水路の流入部を含む)では、本種は確認されなかった。

2004年9月15日、JR駅裏の水田地帯を流れる用水路(T川右岸に流入する水路の流入部を含む)から、本種は確認されなかった。

2004年9月16日、主生息場所で体長47.5～81.3mmの当歳魚9尾と113.4～132.9mmの成魚4尾が採捕確認された。

2004年9月17、18、19、20日の4日間、主生息場所で体長47.8～91.7mmの当歳魚92尾と121.2～124.8mmの成魚2尾が採捕確認された。

2004年9月23、25、26日の3日間、主生息場所で体長46.4～90.3mmの当歳魚95尾と115.4～122.7mmの成魚4尾が採捕確認された。

2004年10月1、2、3、7、11日の5日間、主生息場所で体長47.6～95.4mmの当歳魚30尾と109.5～146.0mmの成魚8尾が採捕確認された。

2004年10月16、17日、主生息場所で体長46.3～91.7mmの当歳魚15尾と147.0mmの成魚1尾が採捕確認された。また、10月16日、T川・B川合流点より約70mの地点で1尾の当歳魚が、約1km上流の堰堤左岸の岩垣内部で2尾の当歳魚が目視確認された。

以上に述べた採捕個体の体長組成を図1に示した。

4. アユモドキ以外の魚類調査

2003年と2004年の2年間で本調査区域から31種

表1 2003年におけるアユモドキの主生息場所での目視観察結果

観察日時	観察時間	推定体長(cm)	最少観察個体数	備考
7月18日	30分	15	1	腹部大
		10	1	
		6～7	2	
7月19日	20分	12～13	1	腹部大
		8～9	1	
		6～7	3	
7月20日	30分	12	1	
		10	9	
		5～7	6	
7月21日	20分	12	1	
		8～10	3	
		6～7	5	
		5	1	
8月20日	10分	11	1	全観察個体黒化
		10	2	
		9	2	
		8	2	
		7	3	
8月28日	17分	12	1	
		10	1	
		7	2	
		6	1	
9月5日	25分		0	
9月28日	20分		0	
10月24日	10分		0	
11月26日	10分		0	
12月6日	10分		0	

の魚類が確認された(表2)。2003年、コウライニゴイ、フナ類、ナマズは産着卵から稚魚にいたる全発育段階が、ヌマムツ、カワムツ、オイカワ、タモロコ、ムギツク、カマツカ、メダカはふ化直後の前期仔魚から稚魚にいたる発育段階が、タイリクバラタナゴは二枚貝より浮出直後の後期仔魚

から稚魚にいたる発育段階が、カワヨシノボリ、ドンコはふ化直後の稚魚が、カワヒガイ、ドジョウ、ギギ、トウヨシノボリ縞鱗型は稚魚から確認された。ただし、スジシマドジョウ中型種は当歳魚の加入が確認されなかった。

2004年は上記の種に加えて、コイはふ化直後の前期仔魚から未成魚にいたる発育段階が、イトモロコやヤリタナゴは稚魚から成魚にいたる発育段階が、スジシマドジョウ中型種は産卵行動、受精卵、仔魚、稚魚から未成魚にいたる全ての発育段階が確認された。さらに、上記した魚類の仔・稚魚の量は2003年に比べて非常に多いことが確認された。また、2004年は多数のカネヒラが本調査域に出現し、秋には婚姻色が出た雄が多数認められ、本調査域で繁殖していることが推定された。

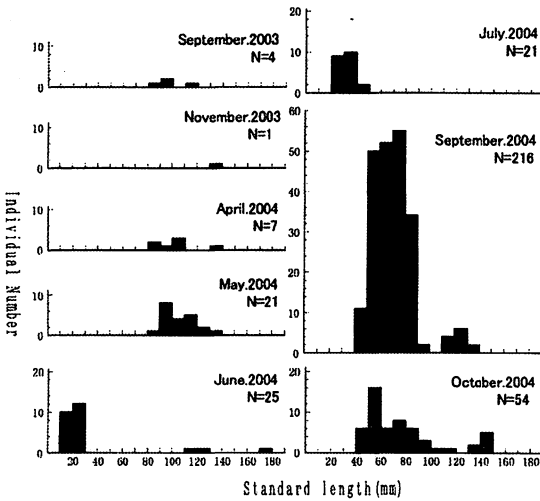


図1 2003年9月から2004年10月にかけて主生息場所で採集されたアユモドキの体長分布

5. 考察

(1) 亀岡におけるアユモドキの生活史と生息場所利用の概要

2003年7月から9月の目視確認調査では主生息場所で短時間に10尾以上の個体を目撃する事ができ、同年9月の採捕調査では7尾確認できたものの、

表2 本調査区域で確認された魚類

種名	環境省 カテゴリー	京都府RDB カテゴリー	産着卵		前期仔魚		後期仔魚		稚魚		移入種
			2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	
アユ					○	○	○	○	○	○	
ヌマムツ		準絶滅危惧種			○	○	○	○	○	○	
カワムツ					○	○	○	○	○	○	
オイカワ					○	○	○	○	○	○	
ウグイ											
タモロコ					○	○	○	○	○	○	
ムギツク										○	
モツゴ											
カワヒガイ		絶滅危惧種						○			○
カマツカ					○	○	○	○	○	○	
イトモロコ											○
コウライニゴイ					○	○	○	○	○	○	
コイ			○	○	○	○	○	○	○	○	
オオキンブナ			○	○	○	○	○	○	○	○	
ギンブナ			○	○	○	○	○	○	○	○	
ヤリタナゴ		準絶滅危惧種									○
アブラボテ		準絶滅危惧種									○
タイリクバラタナゴ							○	○	○	○	○ 元は中国南部より移入
カネヒラ											○
アユモドキ	絶滅危惧IA類	絶滅寸前種							○	○	○
ドジョウ											○
スジシマドジョウ中型種	絶滅危惧II類	絶滅寸前種		○				○	○	○	○
ギギ											○
ナマズ			○	○							○
メダカ	絶滅危惧II類	絶滅危惧種		○							○
オオクチバス											○ 元は北アメリカより移入
ブルーギル											○ 元は北アメリカより移入
ドンコ											○
トウヨシノボリ縞鱗型											○
カワヨシノボリ											○
ヌマチヂ											○

○はその発育段階が確認されたことを示す。

11月の調査では確認個体が2尾と少なくなり、2004年3月の調査では1尾も確認されなかった。また、2004年9月から10月にかけての1時間1人当たりの採集個体数の推移を表3に示した。その結果、10月の中旬を過ぎると1時間1人当たりの採集個体数が急激に低下することがわかった。主生息場所の上流部に本種が多量に生息できる環境はない。これらのことから、本種は秋季にはこの主生息場所から桂川本流に降下し、桂川本流で越冬することが強く示唆される。桂川本流における越冬場所は本種の生態から推測して、T川・桂川合流点より下流にある水衝部のテトラポットや石組みの間隙である可能性が極めて高い。

本種は3月後半、水温の上昇とともに上述した主生息場所に遡上を開始し、5月末には多数の個体が確められると同時に性成熟が認められ、雄では腹部を軽く圧迫すると精子が漏出、雌では外部より腹部の膨大が確認できるようになる。

2004年6月11日に摂餌を開始した直後の後期仔魚が調査区間の一カ所でのみ採捕された。これらの発育段階はそろっていた。本種の発育段階を記載した中村・元信(1971)により受精・ふ化後の日数を逆算するとラバーダムが稼動した直後(6月7日)に産卵されたことが推定できた。また、後期仔魚は移動能力が殆どないことから、これが採捕された場所が産卵場所である可能性が極めて高いと判断できる。この地点は、川道から一度平坦部が5mほど続き、その後に土手の傾斜地がそれに連なるような河川段丘状の構造をしている。この様な場所は他にも存在するが、同時期の調査で他の地点から本種の後期仔魚は採捕されなかった。

つまり、産卵は6月上旬にラバーダムが稼動してその上流に堰水域が形成され、それまでは陸上部だった部分が水没して一時的な水域が創出された直後のごく短時間の間(1日間)に行われ、その地点はわずか1カ所であるものと推定される。

その後、本種は成長に伴って分散を開始し、発育段階が後期仔魚の後期から稚魚の前期になる6月末には産卵場所より200m上流部や主生息場所に連なる農業用水路の流入部分上手において確認されるようになる。7月になると産卵場所から約400m離れた農業用水路だけでなく、ラバーダムの下手でも認められることから、分散が遡上のみならず降下行動を伴うことが示唆される。この時期、当歳魚の体長分布は単一型の正規分布を示すが、最少個体が21.8mm、最大の個体が50.9mmと成長の差が明瞭化する。8月には産卵場所より約1km上流にある堰堤直下にまで分散域が拡大する。この堰堤には魚道が設置されておらず、河川環境的にここまでが分散の上限となる。

9月中旬、表3が示すように、ラバーダムが稼動を停止し、その上流部の堰水域が消失するのに伴って当歳魚は主生息場所に集中分布するようになるが、少数は約1km上流にある堰堤直下の岩垣間隙部に残存する。

その後、10月中旬以降、当歳魚、成魚ともに桂川の越冬地に降下していくものと思われる。

齊藤ほか(1988)によれば、アユモドキの繁殖場所は素堀りの農業用水路や水田内と推定している。本研究でこのような場所において卵や仔・稚魚の調査を試みたがそれらを確認することはできなかった。

表3 2004年9月から10月までの主生息場所における採集個体数の推移

採集日	総個体数	採集人数	採集時間(時間)	1時間一人当たりの採集個体数	
9月5日	8	1	1.3	6.2	
*9月15日					ファブリダム落水
9月16日	13	2	2	6.5	
9月17.18.19.20日	95	1	10.8	8.8	
9月23.25.26日	99	1	9	11	
10月1.2.3.7日	20	1	3	10.7	
*10月9日					台風22号による増水
10月11日	6	1	1.2	5.2	
10月16.17日	16	8	3	0.7	

(2) 亀岡のアユモドキ個体群の推定個体数

2004年4月に採捕された7個体に、行動に影響のない程度に右腹鰭の先端を切除して軽微なマーキングを行った。2004年5月30日、このうちの1個体が再捕された。リンカン指数法を用いて現存数の推定を行うと、この時点でこの調査地には147尾のアユモドキが生息していることが推定された。

同様に、2004年9月から10月中旬において、9月5、16日には同様のマーキングを、17～20日に採捕された95個体は臀鰭、9月23日～10月1日に採捕された111個体には左腹鰭、10月2～16日に採捕された43個体には尾鰭上葉にマークを施した。これらのうちの再捕個体数からピーターセン法(チャップマンの修正式)により当歳魚および成魚の個体数を推定した。その結果、9月6日から10月1日の期間で主生息場所には当歳魚および成魚は 409 ± 109.0 尾および 35 ± 6.6 尾(推定個体数 \pm 標準偏差)が存在するという結果を得た。同様に9月23日から10月16日の期間で主生息場所には当歳魚および成魚は 441.6 ± 95.1 尾および 28.5 ± 4.9 尾(推定個体数 \pm 標準偏差)が存在するという結果を得た。

(3) 亀岡のアユモドキが持続的に生存できるための条件

2004年6月には本調査地でアユモドキの仔魚が採捕され、その後、当歳魚が10月中旬まで順調に生育していることが確認できた(図1)。一方、2003年9月に採捕された個体の体長組成および2003年7月からの目視観察の結果(図1)から、2003年は当歳魚が認められないことが明らかとなった。本調査地での2003年と2004年における生息環境の差は2003年にはラバーダムが稼動せず、2004年ではそれが稼動し、その上流部に広大な一時的な水域が創出されたことである。つまり、亀岡のアユモドキが産卵するためにはこのラバーダムの稼動が必須条件ということである。

さらに、亀岡の主生息場所におけるアユモドキ個体群の個体数は、上記のように2004年10月初旬から中旬の時点で、当歳魚および成魚は 409 ± 109.0 尾ないし 441.6 ± 95.1 尾、および 35 ± 6.6 尾ないし 28.5 ± 4.9 尾と推定された。一般的に生物での

最少生存可能個体数の法則として、近親交配による遺伝的多様性の減少を最小限にとどめるための有効集団サイズは50個体、遺伝的浮動によって減少する遺伝的変異を、新たに生じる突然変異遺伝子によって補うことで遺伝的変異を平衡状態に維持するためには500個体は必要とされる(樋口1998)。一方、矢原・鷺谷(1996)は上記の50/500則は対象生物により一様でないとしながらも、有効集団サイズが500以上に保たれるような個体群の管理が必要だと述べている。亀岡のアユモドキ個体群において越冬後の生残率や当歳魚が次年の繁殖に参加する比率は今後明らかにすべき課題ではあるが、いずれにしろこの場所の個体群の規模は極めて危機的な状態にあることは間違いない。

今後、この場所の個体群を持続的に生存させていくためには繁殖を継続させるという点においてまずラバーダムの稼動が最重要条件である。さらに、再生産に関わる個体数をこれ以上減じさせないためにはT川、B川の主生息場所とその周辺および桂川の越冬場所の環境条件をこれ以上悪化させないことである。さらに、それらの生息場所の水質と餌条件が悪化しないためにはT川、B川および桂川上流部の水域環境が良好に保全されることが必要である。これらに加えて、生育場所・生息場所の造成、密漁防止などの多面的な方策を講じる必要が早急に望まれる。

(4) 亀岡における水田生態系の魚類多様性とアユモドキ保全の関係

上述したように、2004年、ラバーダムが稼動することにより、京都府版レッドデータブックでアユモドキと同ランクの絶滅寸前種スジシマドジョウ中大型種、絶滅危惧種のカワヒガイ、メダカ、準絶滅危惧種のヌマムツ、ヤリタナゴの再生産が確認できた。また、絶滅危惧種カネヒラの繁殖が示唆された。これに加えて他の魚類の仔・稚魚も前年に比べて非常に多いことが確認された。つまり、アユモドキの保全はその種のみでなく、他の希少種を含めた亀岡における水田生態系の魚類多様性を維持する直接的行為であることが明らかになった。

ラバーダムの稼動は農業に直接的に関係した営

為であり、水田生態系の維持を意図したものでない。しかし、このことが結果的にアユモドキをはじめとする魚類の生存を保障しているということが明らかになった点で、今回の研究成果は注目し値するとともに、今後の亀岡でのアユモドキ保全活動には現行の農業システムが継続的に行われ

ていくことが必要であるという指針が示された。

6. 活動記録(研究調査を除く)

地域住民に亀岡・人と自然研究会をより理解してもらい、活動テーマをより広範なものとするため、組織の名称を変更するとともに活動内容等を2003年10月30日京都新聞に掲載した(写真2)。

2003年11月1日の調査は亀岡市地球環境子ども村活動の小学生12名とともにに行い、亀岡市の環境教育に資する活動を行った。さらにこの件について、2003年11月12日の京都新聞に掲載した(写真3、4)。

2004年3月3日にこの組織をNPOとするために設立準備集会を行った。

2003年(平成15年)10月30日 木曜日

自然考える輪 広げたい

亀岡愛好家グループ結成

亀岡市産の自然観察家らからなる「亀岡・人と自然ネットワーク」を結成した。自然人の共生がテーマで、子どもに観察体験や動物物の観察の場を広げようとする。メンバーは「自然を学ぶ会」や「アユモドキを学ぶ会」など、活動の場を広げようとしている。

結成したのは亀岡市産の自然観察家らからなる「亀岡・人と自然ネットワーク」を結成した。自然人の共生がテーマで、子どもに観察体験や動物物の観察の場を広げようとする。メンバーは「自然を学ぶ会」や「アユモドキを学ぶ会」など、活動の場を広げようとしている。

共生テーマに活動

活動は11月12日、市役所から車で約15分、保深川上流の保深川で自然観察会を開催した。口野の自然観察会、10月12日は、亀岡市役所から車で約15分、保深川上流の保深川で自然観察会を開催した。口野の自然観察会、10月12日は、亀岡市役所から車で約15分、保深川上流の保深川で自然観察会を開催した。

観察教室で講師 動物物調査に協力

亀岡市東部児童館主催の自然観察会。人と自然のネットワークはこうした催しへの協力も予定(6月1日・亀岡市発行)

写真2 活動を紹介する記事が掲載された京都新聞(2003年10月30日)

Kyoto Shinbun 2003.11.12 News

アユモドキの実態調査 亀岡で研究者と子ども捕獲



国の天然記念物に指定されている淡水魚アユモドキを観望しようと、京都府の研究者と京都府亀岡市の子どもたちがこのほど、両市内の保深川上流で調査を行い、実物を観察した。

アユモドキは現在、保深川と広島、岡山県の一部の川でしか確認されておらず、国内では絶滅寸前とされる。ドジョウの仲間と口にはげがあり、体はアユに似ているが特徴。主に水田や用水路にすむが、詳しい生態は分かっていない。

岩田明久・京都大助教(魚類分類学)が団の許可を得て実態調査することになり、地元の小中学生8人も加わった。捕獲できたのは1匹だけ。ピニル網に入れて観察し、黒卵を付けて体長(14センチ)と重さ(27グラム)を計った後、川に戻した。

研究者や一部の地元住民しか見ることができない魚とあって、子どもたちも真剣な表情。「アユモドキが亀岡に生き残っているのは、在来魚の生態系が今なお保たれているから」と岩田助教の説明に、興味深そうに聞き入っていた。

写真3 アユモドキを観察する子どもたち(亀岡市発行「研究文化誌」)

写真3 活動を紹介する記事が掲載された京都新聞(2003年11月12日、電子版)。

2003年(平成15年)11月13日 木曜日

アユモドキ実物見た

京大と子どもら調査

国の天然記念物に指定されている淡水魚アユモドキを観望しようと、京都府の研究者と京都府亀岡市の子どもたちがこのほど、両市内の保深川上流で調査を行い、実物を観察した。

アユモドキは現在、保深川と広島、岡山県の一部の川でしか確認されておらず、国内では絶滅寸前とされる。ドジョウの仲間と口にはげがあり、体はアユに似ているが特徴。主に水田や用水路にすむが、詳しい生態は分かっていない。

岩田明久・京都大助教(魚類分類学)が団の許可を得て実態調査することになり、地元の小中学生8人も加わった。捕獲できたのは1匹だけ。ピニル網に入れて観察し、黒卵を付けて体長(14センチ)と重さ(27グラム)を計った後、川に戻した。

研究者や一部の地元住民しか見ることができない魚とあって、子どもたちも真剣な表情。「アユモドキが亀岡に生き残っているのは、在来魚の生態系が今なお保たれているから」と岩田助教の説明に、興味深そうに聞き入っていた。

京都新聞社 11/13(木)

http://www.kyoto-np.co.jp/

京都新聞社 11/13(木)

京都新聞社 11/13(木)

写真4 活動を紹介する記事が掲載された京都新聞(2003年11月13日)。

2004年10月27日、亀岡市保津文化センターにおいて亀岡人と自然のネットワークの主催により、亀岡市議会議員、保津町まちづくりビジョン推進委員会、京都府企画環境部環境企画課、亀岡市環境市民部、市教育委員会社会教育課、市生涯学習部地球環境子ども村課、保津川漁業共同組合、上桂川土地改良区長の参加のもと、アユモドキにかかる意見交換会を行い、この件について2004年11月5日の京都新聞に掲載した(写真5)。

組織による活動とは別に本研究代表者は以下のような活動を行った。

2004年6月17日、亀岡市役所において、亀岡市長、市環境市民部、市教育委員会社会教育課の同席のもと、2003年9月から2004年6月までの期間におけるアユモドキ調査の結果報告を行った。

2004年6月29日、亀岡市・八木町のアユモドキ生息現場において、環境省自然環境局野生生物課、環境省近畿地区自然保護事務所奈良支所、環境省山陽四国地区自然保護事務所、亀岡市環境市民部環境政策課、市教育委員会社会教育課、市教育委員会地球環境子ども村推進室、八木町まちづくり

推進課、八木町人事秘書課、八木町教育委員会生涯教育課、京都府教育庁文化財保護課、京都府南丹保健所、京都府環境企画課、京都府南丹広域振興局農林商工部、京都府南丹土木事務所の参加のもと、この地区における産卵場所、仔魚の生育場所等アユモドキの生態と生息場所の説明を行った。

2004年7月21日、京都府庁において、府企画環境部環境企画課主催の政策ベンチャー事業[地域住民等とのパートナーシップによる絶滅のおそれのある野生生物の保全対策に関する研究～京都府レッドデータブック絶滅寸前種アユモドキを事例に～](以下島プロジェクトと呼ぶ)第一回会議に参加した。

2004年8月2日、亀岡市役所において市建設部鉄道事業課、市環境市民部、市教育委員会社会教育課、京都府教育庁指導部文化財保護課の同席のもと、アユモドキの現状説明と市道亀岡駅北線道路新設改良工事に関する意見を述べた。

2004年8月2日、亀岡市役所において、京都府環境企画課、文化財保護課、亀岡広域振興局、南丹土木事務所、南丹保健所、八木町生涯教育課、亀



写真5 活動を紹介する記事が掲載された京都新聞(2004年11月5日)。

岡市関係14課、合計30余名の参加のもとにアユモドキ勉強会の講師を務めた。

2004年8月4日、京都府庁において島プロジェクトのワークショップ：[アユモドキの現状]を講演した。

2004年8月10日、亀岡市役所において、市建設部、市環境市民部、市教育委員会、社会教育課、市生涯学習部の同席のもと、アユモドキの現状説明を行った。

2004年8月18日、環境省近畿地区自然保護事務所長より国内希少野生動植物(アユモドキ)の保護増殖事業計画の策定について素案に対する意見を照会した。

2004年8月26日、9月2日、9月22日、京都府庁で島プロジェクトに出席した。

2004年11月2日、亀岡市役所において亀岡市助役、環境市民部、市教育委員会社会教育課の同席のもと、アユモドキの現状説明を行った。

2004年11月8日、亀岡市役所において亀岡市長、市環境市民部、市教育委員会社会教育課同席のもと、7月以降の調査結果の報告をした。

2004年11月9日、京都府庁において府土木建設部、企画環境部環境企画課同席のもと、アユモドキの生息がかつて確認されている農業用水路の改修工事設計案について意見を述べた。

7. 謝辞

本研究活動はプロ・ナトゥーラ・ファンド助成を受けて行われた。(財)自然保護助成基金および(財)日本自然保護協会に深謝する。

京都府教育庁文化財保護課石田裕二専門員、亀岡市社会教育課樋口隆久課長補佐、環境省自然環境局総務課清野達男氏、環境省近畿地区自然保護事務所奈良支所徳田裕之科長には調査許可に関わる件でお世話になった。厚く御礼申し上げます。亀岡市文化資料館黒川孝宏館長・中道洋平・加藤絵美学芸員には計測場所の提供や調査活動にさまざまご配慮をいただき感謝の念に耐えない。西口純生亀岡市議会議員、保津川漁業共同組合小原敏

男理事をはじめとする組合員の方々、亀岡市環境市民部松本行雄部長、同部環境政策課大橋修一課長・門哲弘主任主幹、市教育委員会中澤基行教育次長・社会教育課樋口隆久課長補佐・生涯教育部坂井茂子部長、八木町教育委員会生涯教育課谷口悌主査、京都府教育庁文化財保護課石田裕二専門員、京都府環境企画課島純一主任・藤岡敬史主事、保津町自治会の方々、保津町まちづくりビジョン推進委員会、上桂川土地改良区の方々、保津川遊舟の方々のご協力とご理解なしに本研究は行えなかった。また、兵庫県立コウノトリの里研究センター池田啓研究部長、滋賀県立大学大学院環境科学研究科阿部司氏には有益なご助言をいただいた。これらの方々をはじめ本研究に様々な便宜を図っていただいた皆様に心より御礼申し上げます。

引用文献

- 樋口広芳編. 1998. 保全生物学 第三刷. 東京大学出版会, 東京.
- 環境省自然環境局野生生物課編. 2003. 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—4 汽水・淡水魚類・自然環境研究センター, 東京.
- 京都府企画環境部環境企画課編. 2002. 京都府レッドデータブック上巻 野生生物編. 京都府企画環境部環境企画課, 京都.
- 京都淡水魚研究グループ. 1988. 天然記念物アユモドキの生息環境創成に関する研究II. 公益信託 TaKaRaハーモニストファンド(2): 87-99.
- 中村守純・元信堯. 1971. アユモドキの生活史. 資源科学研究所彙報, 75:9-15.
- 齊藤憲治・片野修・小泉顕雄. 1988. 淡水魚の水田周辺における一時的な水域への侵入と産卵. 日生態会誌(38): 35-47.
- 八木ホタル・アユモドキ研究会. 1994. 八木町西田地内用水路におけるアユモドキ生息調査結果報告書. 1-12.
- 矢原徹一・鷺谷いづみ. 1996. 保全生態学入門. 文一総合出版, 東京.

Leptobotia curta (Japanese name, Ayumodoki; English name, Kissing loach) is a Japanese endemic freshwater fish distributing only 2 river systems in Okayama prefectures and Kameoka in Lake Biwa-Yodo River system at present time. There is no preservation action and also no information about relation between their life history and habitat use in Kameoka area until now. This research aims to clarify relation between their life history and habitat use of *L. curta* also another fishes in Kameoka area, and to get information of conditions which keep their sustainable survival, and finally to start preservation action of paddy field eco-system at the given area. This research was conducted under the research permissions of Agency for Cultural Affairs and Ministry of the Environment, using cast and dip nets as well as visual confirmation by diving and fiberscope during from September, 2003 to October, 2004. Captured individuals were anesthetized for measurements and released at collection point after awakening.

Spawning of *L. curta* occurred only one day just after the beginning of rubber dam operation to stand up it at the beginning of June and only one small area where is the coastal zone of river terrace shaped slope in temporary water area formed by rubber dam operation. Larvae dispersed their habitat according to their growth in shallow zone on July. Juveniles returned to original river bed and dispersed wider than that of larvae, reached at the point 1km upper from the spawning site on August. Young fishes assembled in main habitat of adults after disappearance of reservoir caused by fulfillment of rubber dam operation at the middle of September. After October, Young and adult fishes must descend to the Katsura River.

Comparison of size distribution of captured fishes between September, 2003 and the same month of 2004 clarified that there was no recruitment of larvae and juveniles on 2003, and rubber dam operation was the essential condition for spawning of *L. curta*. Spawning of endangered fishes in Kyoto-Fu such as *Cobitis* sp.3, *Oryzias latipes*, *Tanakia lanceolata* and *Zacco sieboldii* also accompanied with rubber dam operation.

Rubber dam operation is directly related to agricultural affair and not intend to preserve paddy field eco-system, however, this action consequently keep it in good condition. This information clarified by our research is not only noteworthy, but also indicates that sustainable engage of conventional agriculture system is necessary to preservation action of *L. curta*.

屋久島原生自然環境保全地域におけるスギ林の20年間の動態

ヤクスギ原生林研究グループ

武生 雅明¹⁾・本橋 秀行¹⁾・今井 伸夫¹⁾・伊川 耕太¹⁾・伊與部 卓也¹⁾・中村 幸人¹⁾

Community dynamics of *Cryptomeria japonica* forest during 20 years in the Yakushima Wilderness Area, Yakushima Island, southern Japan

Research group of *Cryptomeria japonica* forests

Masaaki Takyu, Hideyuki Motohashi, Nobuo Imai, Kouta Ikawa, Takuya Iyobe and Yukito Nakamura

屋久島原生自然環境保全地域におけるスギ林の動態と更新過程を明らかにする事を目的として、20年前に設置された調査区を対象に樹木センサス調査を行った。この20年間でギャップ面積は大きく拡大した。これは1983年には小ギャップだった所が1991年と1993年の大型台風によりギャップ周囲の林冠木の幹折れ・根返りのために大きく拡大し、その後も拡大が継続しているためである。その結果、2003年の胸高断面積合計は1983年の約80%にまで減少した。また直径5cm以上の幹の幹数密度も2003年は1983年の約80%に減少した。しかし、高木種ではスギ、低木種ではシキミ、アセビ、リョウブなどの幹数は増加し、特に1993年～2003年の10年間で増加に転じた種が多かった。多くのギャップが20年間拡大を続け、林内の光環境が良好に保たれていることが、スギおよび低木種の更新を促したと考えられる。

1. はじめに

スギ(*Cryptomeria japonica* D.Don)自然林は屋久島を特徴づける森林であり、スギ自然林を保全することは環境の面だけでなく、観光資源としても経済的な面でも重要な課題となっている。こうした自然林を保全するには、その更新過程を明らかにすることが必要である。森林の動態や更新過程を明らかにするためには、同じ調査区での長期間にわたる継続調査が重要であり(中静 1991)、近年多くのサイトで長期生態観測が始められている。その中でも屋久島原生自然環境保全地域内のスギ林では1983年から10年間隔で継続的調査が行われ

てきており、日本の長期生態観測の草分けとなっている。これまでの調査でスギについては、実生・稚樹がギャップに集中すること(岡田・大沢 1984)およびスギ稚樹の生長速度がギャップで速いことから(武生ら 1994)、ギャップ更新していることが示唆されている。しかしツガやモミ、ヤマグルマなどの他の高木種や低木種の更新過程など未解明な点も多く残されている。そこで本研究はスギ林の20年間の動態を明らかにするとともに、ギャップがこれらの樹木の更新に与える影響に注目して研究を行った。

¹⁾ 東京農工大学地域環境科学部森林総合科学科

2. 調査地および調査方法

調査は屋久島の南西部に位置する屋久島原生自然環境保全地域内の花山歩道沿い、焼峰近くの標高1,300mに1983年に設置された永久方形区において行った(図1)。調査区は永田岳に続く稜線に位置するため風の影響を受けやすい。特に台風の影響は大きく、1991年の台風19号と1993年の台風13号で、調査区に大きなギャップが形成されている(武生ら 1994)。調査区の平均傾斜は31°、方位はS30°Wの斜面で水平投影面積は1.08haである。母岩の露出する小ピーク(岩塊尾根)から谷への地形傾度を含み、小ピークから谷までの標高差は55mに達する。図2に示すように露岩が小ピークおよび谷部に多く分布し、その周辺では土壌が薄くなっている(小野・大沢 1994)。

調査は水平距離で20m×20m(一部10m×20m)のメッシュおよび10m×10mのサブメッシュに分けて行ったが、メッシュを分ける紐の損傷が激しかったので調査前の2003年9月2日と3日にメッシュを復元して調査を行った。

調査は2003年9月4日から10日にかけて以下の項目について行った。

(1) 樹木センサス

前回のデータをもとに個体の識別を行い、胸高

直径の再測定と生死の確認を行った。スチールメジャーを使いナンバーテープの2cm上の周囲長を測定した後、直径に換算した。残っているナンバーテープの横にガンタッカーで新しいナンバーテープをつけた。ナンバーテープの痕が確認できな

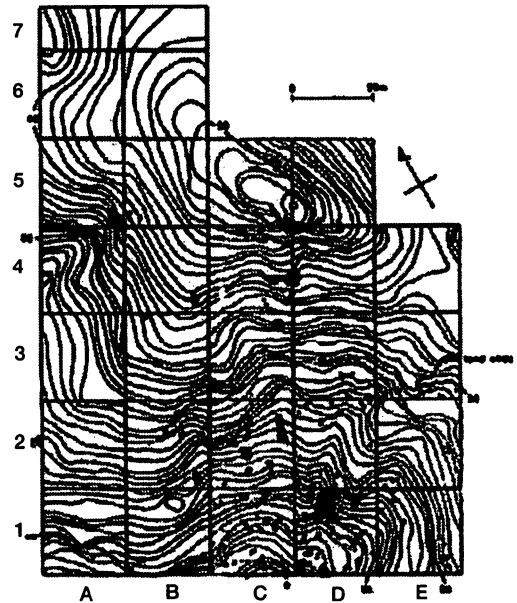


図2 調査地の地形図
等高線は1m間隔、黒塗り部分は露岩を示す。

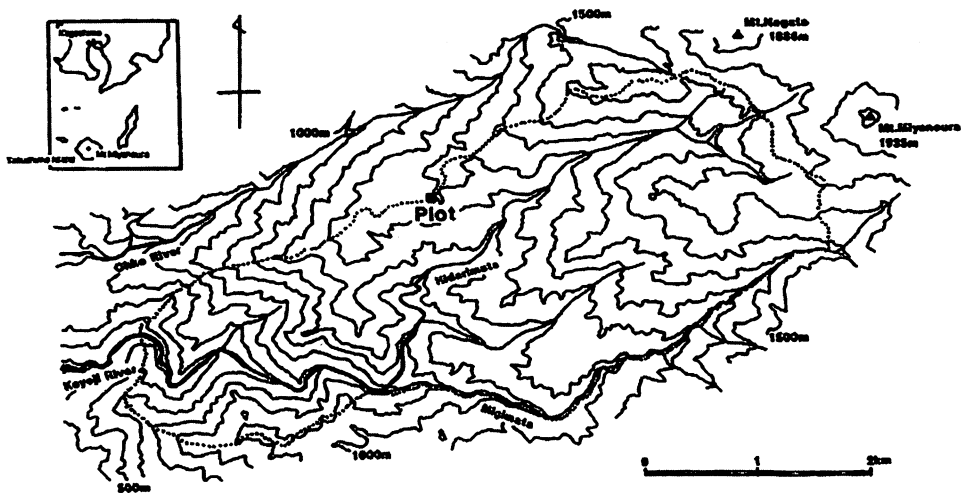


図1 屋久島原生自然環境保全地域の領域(点線)と調査地

かった場合には新しいナンバーテープを測定位置の2cm下につけた。スギはほとんどの個体で前回つけたナンバーテープが確認できなかった。継続調査を行うにあたって同一個体の正確な生長量を調べるためにも測定位置の変更は避ける必要がある。そこで今回スギと一部の大径木にはナンバーテープのほかに計測位置の2cm下に赤いスプレーで印をつけた。

今回新たに樹高1.3m以上、DBH1cm(実際は周囲長3cm)以上に達したのものについては新規加入とし、樹種の同定と位置および周囲長を測定した。ナンバーテープは基本的に測定位置の2cm下につけたが、幹が細い個体には生長に悪影響を与えるのを避けるため根元につけた。

ハイノキとサクラツツジは個体数が多いため、前回と同様にナンバーテープはつけずにDBH3cm(実際は周囲長9cm)以上の幹だけを対象として周囲長を測定した。個体の追跡調査は行えなかったため死亡率、新規加入率は計算できなかった。

(2) ギャップ投影図

森林の林冠に形成された欠所部(穴)をギャップ(gap)と呼ぶ。攪乱周期が森林の成熟時間よりも長い場合には、一般的に林冠木の死亡に伴うギャップの形成により更新が行われるので、森林の維持機構にとってギャップは重要な要因である(Watt 1947)。そこでギャップの位置と面積の変化を調べるためにギャップ投影図を作成した。ギャップの定義は人により異なる場合があるが、本研究ではギャップの定義を10m×10m以上の面積を持ち、樹高10m以上の樹木に林冠が覆われてない場所(但し、林冠を形成する枝が10m以下でもその樹木の樹高が10m以上なら林冠とした)とし、前回のギャップ投影図と比較しながら投影図を作成した。

(3) 実生・稚樹の調査

スギ、ツガ、モミ、ヒノキ、ヤマグルマ、ハリギリ、カナクギノキの実生・稚樹の個体数と高さを1m×1mの枠を張って測定した。その際、地形条件を2つ(尾根と斜面)、林冠条件を5つ(閉鎖林冠下と年代の異なるギャップ)、林床の生育基質

条件を5つ(地表面、倒木上、根株、マウンド、ピット)に区分して調査を行った。それぞれの立地タイプ毎に3つずつ枠を設けて実生・稚樹調査を行うようにした。調査区の中には存在しない立地タイプがあったこと、および3枠設置できなかった立地タイプがあったため、今回は24の立地タイプについて計67枠の調査枠を設けて調査した。実生・稚樹の調査を行った1m×1mの枠において同時に林床植生調査を行い、低木層、草本層、コケ層のそれぞれで植被率と出現種の被度を植物社会学的手法に準じて測定した。ただしコケ層では植被率のみ測定した。

(4) 解析方法

死亡率と新規加入率の計算には以下の式を用いた。

$$\text{死亡率} \quad m = 100 (\ln N_0 - \ln N_s) / t$$

$$\text{新規加入率} \quad r = 100 (\ln N_1 - \ln N_s) / t$$

m: 死亡率、N₀: 調査期間の始めの個体数、N₁: 調査期間の後の個体数、N_s: 調査期間の始め生存していた個体の内、調査期間後に生き残っていた個体数、t: 調査期間(年)、r: 新規加入率

3. 結果

(1) 種数の変化

調査地に出現した胸高以上の樹木は23種だった。ヒサカキが新規加入したため前回の22種より1種増えていた。1993年にムッチャガラとされたのはツクシイヌツゲであった。優占種は優占種判定法(OHSAWA 1984)で調べた結果、前回同様スギとヤマグルマだった。

(2) 胸高断面積合計、個体数および幹数の変化

種毎の胸高断面積合計(BA)と個体数密度および幹数密度の20年間の変化を表1に示す。調査区内および調査区に近接する個体で最大樹高が20mを超える個体が観察されたものを高木種と呼び、20mを超えなかったものを低木種として分けて示す。

直径5cm以上の幹を対象にした全種込みの胸高断面積合計(BA)は、1983年の136.7m²/haから1993年の127.5m²/ha、2003年の107.9m²/haと20年連続の減少となった。優占種のスギは1993年の

表1 スギ林の群落構造。直径1cm以上および5cm以上(括弧内)の幹を対象とした胸高断面積合計(BA)と幹数密度の20年間の変化。種名の後のアルファベットは略称。

種名	1983		1993		2003	
	幹数 (/ha)	BA (m ² /ha)	幹数 (/ha)	BA (m ² /ha)	幹数 (/ha)	BA (m ² /ha)
高木種						
スギ Cj	175.9 (162.0)	80.4 (80.4)	178.7 (161.1)	79.3 (79.3)	199.1 (166.7)	
ヤマグルマ Ta	111.1 (108.3)	28.3 (28.3)	102.8 (100.9)	25.5 (25.5)	88.0 (87.0)	
ツガ Ts	18.5 (16.7)	7.4 (7.4)	15.7 (15.7)	7.1 (7.1)	9.3 (9.3)	
モミ Af	7.4 (7.4)	5.8 (5.8)	5.6 (5.6)	4.0 (4.0)	6.5 (6.5)	
ヒノキ Co	4.6 (4.6)	0.1 (0.1)	3.7 (3.7)	0.1 (0.1)	2.8 (2.8)	
ハビキリ Kp	3.7 (3.7)	5.5 (5.5)	2.8 (1.9)	1.4 (1.4)	2.8 (1.9)	
低木種						
チカラアツク Rt	- (419.4)	- (4.0)	- (354.6)	- (3.3)	- (247.2)	
ハイノキ Sm	- (237.0)	- (0.8)	- (275.0)	- (0.9)	- (258.3)	
シキミ Ia	202.8 (112.0)	2.0 (1.9)	191.7 (82.4)	1.5 (1.4)	222.2 (84.3)	
アセビ Pj	59.3 (34.3)	0.4 (0.4)	64.8 (27.8)	0.4 (0.3)	86.1 (36.1)	
ソヨゴ Ip	25.9 (16.7)	0.2 (0.2)	20.4 (13.9)	0.1 (0.1)	11.1 (8.3)	
サカキ Clj	23.1 (19.4)	0.3 (0.3)	25.0 (19.4)	0.3 (0.3)	21.3 (17.6)	
リョウブ Cb	17.6 (16.7)	0.5 (0.5)	19.4 (15.7)	0.4 (0.4)	25.9 (14.8)	
ヒメヒサカキ Ey	14.8 (1.9)	0.0 (0.0)	13.9 (4.6)	0.0 (0.0)	15.7 (5.6)	
カナヅキノキ Le	5.6 (4.6)	1.2 (1.2)	4.6 (3.7)	0.7 (0.7)	4.6 (3.7)	
ユズリハ Dm	5.6 (4.6)	0.2 (0.2)	5.6 (3.7)	0.2 (0.2)	11.1 (3.7)	
コハチリカエデ As	3.7 (3.7)	0.5 (0.5)	3.7 (3.7)	0.6 (0.6)	3.7 (3.7)	
ヒカゲツツジ Rk	2.8 (0.9)	0.0 (0.0)	2.8 (1.9)	0.0 (0.0)	4.6 (1.9)	
ヤブツバキ Caj	2.8 (1.9)	0.0 (0.0)	2.8 (1.9)	0.0 (0.0)	1.9 (1.9)	
ヤマボウシ Bj	2.8 (2.8)	0.2 (0.2)	2.8 (2.8)	0.2 (0.2)	2.8 (2.8)	
ツクシイヌツゲ Ic	1.9 (0.9)	0.0 (0.0)	1.9 (0.9)	0.0 (0.0)	1.9 (0.0)	
ヒサカキ Ej	-	-	-	-	1.9 (0.0)	
合計	368.5 (1179.6)	133.0 (137.7)	359.3 (1100.9)	121.9 (125.9)	414.8 (963.9)	

80.4m²/haから2003年の69.0m²/haと10年間で11.4m²/ha減少した。これは大径木の死亡が主要因だが測定位置の変更も影響している可能性がある。ヤマグルマは1983年から2003年の20年間で6.6m²/ha、ツガは2.5m²/ha減少していた。スギ以外の高木種も20年続けてBAが減少した。低木種では変化がみられないか、減少した。

1983年から2003年の20年間で全種込みの幹数(直径5cm以上)は213.0本/ha減少した。高木種ではスギのみ増加していた。他の高木種では全ての種で減少していた。低木種では、直径5cm以上の幹を対象にした場合には増加したのはアセビだけだが、直径1cm以上の幹を対象にするとシキミ、アセビ、リョウブ、ヒメヒサカキ、ユズリハ、ヒカゲツツジ、ヒサカキで幹数が増加した。これらの種群では特に1993年から2003年の10年間で幹数が増加に転じた種が多い。幹数の減少が著しかったサクラツツジでは、直径5cm以上の幹が20年間で172.2本/ha減少し、全種込みでの幹数の減少はこの種の減少による影響が大きい。

(3) 死亡率と新規加入率

表2に1983年～1993年と1993年～2003年の10年

間の死亡率と新規加入率を示す。直径1cm以上の幹を対象に、1983年～1993年の10年間で1993年～2003年の10年間で死亡した幹数を比較してみると死亡数では114本(死亡率1.7%/年)から122本(同1.8%/年)とあまり変化が見られないが、新規加入数では97本(新規加入率1.4%/年)から168本(同2.4%/年)と2倍近く増加した。新規加入が見られた種数は前の10年間で11種であったのに対し、後の10年間では14種と増加した。高木種のスギとヤマグルマ、ヒノキは死亡率と新規加入率ともこの10年間の方が前の10年間よりも高かった。これら以外の高木種では、死亡率のみが高くなった。低木種ではシキミ、アセビ、リョウブ、ユズリハ、ヒカゲツツジは1983年～1993年の10年間で1993年～2003年の10年間で比べると死亡率が低下し、新規加入率が高くなっていった。ソヨゴ、サカキ、ヤブツバキ、ツクシイヌツゲでは死亡率が高くなり、新規加入率は変化がないか低下した。

1983年から2003年までの20年間の幹の死亡率と新規加入率の関係を示したのが図3である。全体ではわずかに新規加入率が死亡率を上回っている。高木種ではスギだけが新規加入率が死亡率を

表2 死亡率と新規加入率。直径1cm以上および5cm以上(括弧内)の幹について、1983年～1993年、1993年～2003年、および1983年～2003年の20年間の死亡率と新規加入率を示す。20年間の死亡率と新規加入率は2期間での平均を示す。nは死亡または新規加入幹数と幹数密度の20年間の変化。種名の後のアルファベットは略称。

種名	1983-1993				1993-2003				1983-2003			
	死亡		新規加入		死亡		新規加入		死亡		新規加入	
	n	率(% yr ⁻¹)	n	率(% yr ⁻¹)	n	率(% yr ⁻¹)	n	率(% yr ⁻¹)	n	率(% yr ⁻¹)	n	率(% yr ⁻¹)
高木種												
スギ	6 (4)	0.3 (0.2)	10 (0)	0.5 (0.0)	20 (9)	1.1 (0.5)	41 (10)	2.1 (0.6)	26 (13)	0.7 (0.4)	51 (10)	1.3 (0.3)
ヤマグルマ	10 (10)	0.9 (0.9)	1 (1)	0.1 (0.1)	18 (18)	1.8 (1.8)	2 (1)	0.2 (0.1)	28 (28)	1.3 (1.2)	3 (2)	0.2 (0.1)
ツガ	3 (1)	1.6 (0.6)	0 (0)	0.0 (0.0)	7 (7)	5.3 (5.3)	0 (0)	0.0 (0.0)	10 (8)	3.5 (2.9)	0 (0)	0.0 (0.0)
モミ	0 (0)	0.0 (0.0)	0 (0)	0.0 (0.0)	1 (1)	1.3 (1.3)	0 (0)	0.0 (0.0)	1 (1)	0.7 (0.7)	0 (0)	0.0 (0.0)
ヒノキ	1 (1)	2.2 (2.2)	0 (0)	0.0 (0.0)	2 (2)	6.9 (6.9)	1 (1)	4.1 (4.1)	3 (3)	4.6 (4.6)	1 (1)	2.0 (2.0)
ハリノリ	1 (1)	2.9 (2.9)	1 (0)	2.9 (0.0)	1 (1)	2.9 (4.1)	0 (0)	0.0 (0.0)	2 (2)	2.9 (3.5)	1 (0)	1.4 (0.0)
低木種												
シキミ	59 (34)	3.1 (3.3)	47 (0)	2.6 (0.0)	33 (14)	1.7 (1.7)	62 (2)	3.0 (0.3)	92 (48)	2.4 (2.5)	109 (2)	2.8 (0.1)
アセビ	17 (10)	3.1 (3.3)	24 (3)	4.1 (1.1)	14 (10)	2.1 (3.9)	34 (9)	4.6 (3.6)	31 (20)	2.6 (3.6)	56 (12)	4.3 (2.3)
リョウ	8 (3)	3.4 (1.8)	3 (0)	1.4 (0.0)	12 (7)	7.4 (6.3)	1 (1)	0.9 (1.2)	20 (10)	5.4 (4.1)	4 (1)	1.1 (0.6)
サカキ	1 (0)	0.4 (0.0)	3 (1)	1.2 (0.5)	7 (4)	2.9 (2.0)	2 (0)	0.9 (0.0)	8 (4)	1.6 (1.0)	5 (1)	1.0 (0.2)
リョウ	2 (2)	1.1 (1.2)	4 (1)	2.1 (0.6)	2 (2)	1.0 (1.3)	9 (0)	3.9 (0.0)	4 (4)	1.1 (1.2)	13 (1)	3.0 (0.3)
ヒメヒサカキ	3 (0)	2.1 (0.0)	2 (0)	1.4 (0.0)	0 (0)	0.0 (0.0)	2 (0)	1.3 (0.0)	3 (0)	1.0 (0.0)	4 (0)	1.3 (0.0)
カナクシ	2 (1)	4.1 (2.2)	1 (0)	2.2 (0.0)	1 (0)	2.2 (0.0)	1 (0)	2.2 (0.0)	3 (1)	3.1 (1.1)	2 (0)	2.2 (0.0)
ユスリハ	1 (1)	1.8 (2.2)	1 (0)	1.8 (0.0)	1 (1)	1.8 (2.9)	7 (0)	8.8 (0.0)	2 (2)	1.8 (2.6)	8 (0)	5.3 (0.0)
コハウチワカエデ	0 (0)	0.0 (0.0)	0 (0)	0.0 (0.0)	0 (0)	0.0 (0.0)	0 (0)	0.0 (0.0)	0 (0)	0.0 (0.0)	0 (0)	0.0 (0.0)
ヒカゲツツジ	0 (0)	0.0 (0.0)	0 (0)	0.0 (0.0)	0 (0)	0.0 (0.0)	2 (0)	5.1 (0.0)	0 (0)	0.0 (0.0)	2 (0)	2.6 (0.0)
ヤブツバキ	0 (0)	0.0 (0.0)	0 (0)	0.0 (0.0)	1 (1)	4.1 (6.9)	0 (0)	0.0 (0.0)	1 (1)	2.0 (3.5)	0 (0)	0.0 (0.0)
ヤマボウシ	0 (0)	0.0 (0.0)	0 (0)	0.0 (0.0)	0 (0)	0.0 (0.0)	0 (0)	0.0 (0.0)	0 (0)	0.0 (0.0)	0 (0)	0.0 (0.0)
ツグシメツグ	0 (0)	0.0 (0.0)	0 (0)	0.0 (0.0)	2 (1)	-	2 (0)	-	2 (1)	-	2 (0)	-
ヒサカキ	-	-	-	-	-	-	2 (0)	-	0 (0)	-	2 (0)	-
全種込み	114 (68)	1.7 (1.3)	97 (6)	1.4 (0.1)	122 (78)	1.8 (1.6)	168 (24)	2.4 (0.5)	236 (144)	1.7 (1.4)	285 (30)	1.9 (0.3)

上回っていた。低木種ではシキミ、アセビ、リョウ、ユズリハ、ヒメヒサカキ、ヒカゲツツジで新規加入率が死亡率を上回っていた。コハウチワカエデとヤマボウシは死亡率と新規加入率は0だった。

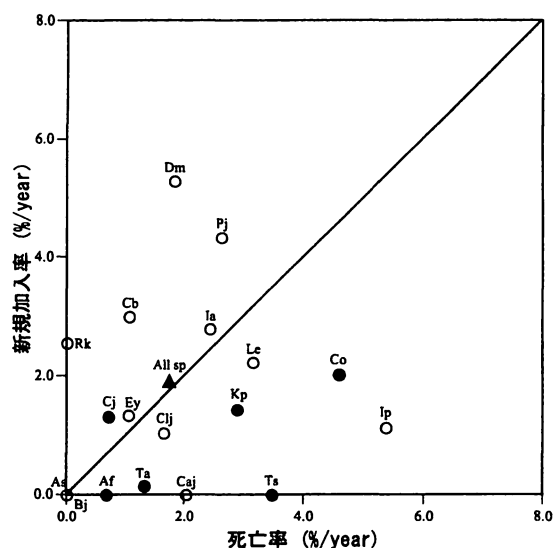


図3 死亡率と新規加入率の関係
1983年～1993年と1993年～2003年の2期間の平均値を示す。高木種は黒丸、低木種は白丸、全種込みの値を黒三角で示す。図中のアルファベットは種の略号(表1参照)。

(4)ギャップの拡大

図4にギャップ投影図の変化を示した。ギャップ面積は1983年で349m²(調査区面積の3.2%)、1993年で1,343m²(同12.4%)、2003年では3,865m²(同35.7%)と20年続けて拡大した。ギャップ形成速度は前回の92.0m²/ha/yrから140.9m²/ha/yrと増加していた。これは1983年時点では小さなギャップだった所が、1991年の台風19号および1993年の台風13号によりギャップ周囲の林冠木が幹折れまたは根返りしたため拡大し、さらにその後もギャップ周囲の林冠木の幹折れや根返りが継続しているためである。1993年から2003年の間で死亡したDBH30cm以上の幹の場所を2003年のギャップ投影図におとした。死亡した幹は尾根付近に集中しており、その結果この10年間で新たに形成されたギャップも尾根付近に集中した。以前からあったギャップの中には樹木が生え林冠が埋まったところも一部見られた。

(5)実生・稚樹の定着・生長サイト

立地条件毎に、対象とした主要構成種の実生・稚樹の最大樹高(各立地条件に設置した3枠の平均)を表3に示す。スギはギャップ齢が古いほど最大樹高が高くなった。また林冠条件が同じ場合には林床の生育基質条件がマウンドや倒木上、根株上

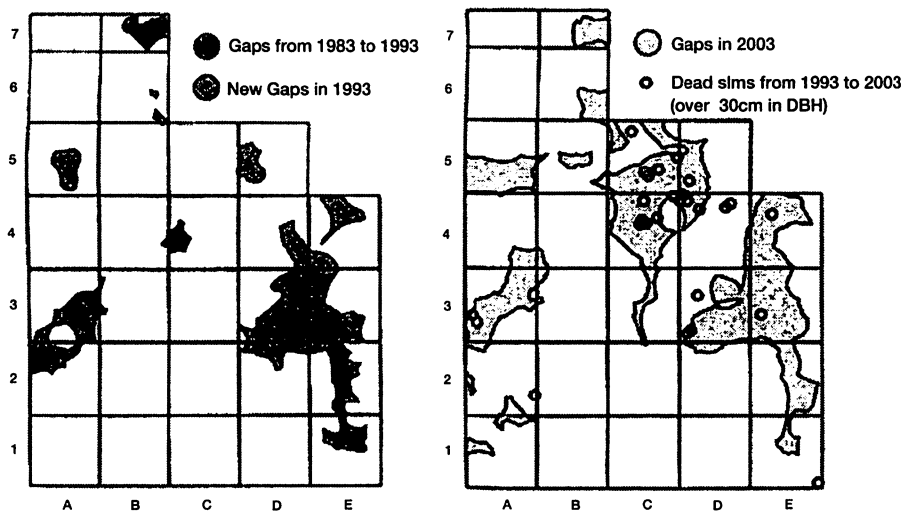


図4 ギャップ面積の20年間の変化

左図の黒塗り部分は1983年以降のギャップ、グレー部分は1993年に新たに形成されたギャップ。右図のグレー部分は2003年にギャップだった所を示す。

の方が地表面やピットよりも最大樹高が高かった。スギの実生・稚樹数を林冠条件で比較すると1991年にできたギャップに一番多く出現した。ヤマグルマは全調査枠合計で210本と多くの実生が出現したが最大樹高は10cmだった。ヤマグルマの実生・稚樹の多くが地形条件は斜面、林冠条件はギャップ、林床の生育基質条件はマウンドや倒木上、根株上の立地条件に集中していた。ツガとモミは個体数が少なくはっきりとした傾向は得られなかった。ハリギリは斜面のギャップの地表面や倒木上、マウンドに出現した。ヒノキ、コハウチワカエデおよびカナクギノキは尾根の新しいギャップに出現する傾向が見られた。

(6) 林床植生

林床植生調査を行った結果、出現した植物は61種だった。林床植生の組成をTwinspanにより区分した結果、6つの群落タイプに区分された(表4)。ハイノキ型、コバノイシカグマーヒメチドメ型、およびコバノイシカグマーアセビ型は主としてハイノキとコバノイシカグマ、トウゴクシダの優占度の高い群落であった。この3種の他にハイノキ型ではヒメヒサカキやオオゴカヨウオウレンの出現頻度が高かった。コバノイシカグマーヒメチド

メ型は出現種数が多く、上記3種の他コケスミレやヒメチドメの出現頻度が高かった。コバノイシカグマーアセビ型ではアセビやフタリシズカの出現頻度が高かった。アセビツルアリドオシ型、コウヤコケシノブ型、サクラツツジーアセビ型はアセビとサクラツツジの優占度の高い群落であった。この2種の他に、アセビツルアリドオシ型ではツルアリドオシやオオゴカヨウオウレンの出現頻度が高く、コウヤコケシノブ型ではコウヤコケシノブ、ホソバコケシノブ、シキミの出現頻度が高く、サクラツツジーアセビ型ではスギやヤマグルマ、カナクギノキなど木本実生の出現頻度が高かった。

各群落タイプの立地条件を調べた結果、ハイノキ型、コバノイシカグマーヒメチドメ型、コバノイシカグマーアセビ型の林床の生育基質条件は地表面やマウンド、ピットといった土壌であり、アセビツルアリドオシ型、コウヤコケシノブ型、サクラツツジーアセビ型は倒木上、根株上といった土壌以外であった。ハイノキ型とコバノイシカグマーヒメチドメ型、コバノイシカグマーアセビ型とでは林冠条件が異なり、ハイノキ型が閉鎖林冠下に出現したのに対し、コバノイシカグマーヒ

表3 主要構成種の実生の地形・林冠・林床条件毎の最大樹高(cm)。3つの実生調査枠での平均を示す。

斜面						尾根					
スギ						スギ					
林冠条件						林冠条件					
林床条件	gap83	gap91	gap93	gap03	closed	林床条件	gap83	gap91	gap93	gap03	closed
地表面	96.7	10.3	8.7	5.0	1.7	地表面	×	×	10.3	1.7	-
倒木上	12.5#	40.0	5.7	5.0	0.3	倒木上	×	×	×	×	-
根株上	×	×	50.0	×	27.5	根株上	×	×	×	×	-
マウンド	×	210.0	×	×	×	マウンド	×	×	39.0	1.0	×
ビット	×	17.7	×	×	×	ビット	×	×	7.0	-	×

ヤマグルマ						ヤマグルマ					
林冠条件						林冠条件					
林床条件	gap83	gap91	gap93	gap03	closed	林床条件	gap83	gap91	gap93	gap03	closed
地表面	0.3	2.0	0.7	1.0	-	地表面	×	×	0.7	-	-
倒木上	1.3	4.7	3.0	2.0	-	倒木上	×	×	×	×	-
根株上	×	×	2.0	×	5.0	根株上	×	×	×	×	-
マウンド	×	4.0	×	×	×	マウンド	×	×	-	-	×
ビット	×	2.0	×	×	×	ビット	×	×	-	-	×

ツガ						ツガ					
林冠条件						林冠条件					
林床条件	gap83	gap91	gap93	gap03	closed	林床条件	gap83	gap91	gap93	gap03	closed
地表面	0.7	-	-	-	-	地表面	×	×	-	-	-
倒木上	-	-	1.0	-	-	倒木上	×	×	×	×	-
根株上	×	×	-	×	-	根株上	×	×	×	×	-
マウンド	×	1.0	×	×	×	マウンド	×	×	-	-	×
ビット	×	0.7	×	×	×	ビット	×	×	-	-	×

モミ						モミ					
林冠条件						林冠条件					
林床条件	gap83	gap91	gap93	gap03	closed	林床条件	gap83	gap91	gap93	gap03	closed
地表面	-	-	1.3	-	1.0	地表面	×	×	1.0	2.0	-
倒木上	-	-	-	-	-	倒木上	×	×	×	×	-
根株上	×	×	-	×	-	根株上	×	×	×	×	-
マウンド	×	-	×	×	×	マウンド	×	×	-	-	×
ビット	×	-	×	×	×	ビット	×	×	-	-	×

ハリギリ						ハリギリ					
林冠条件						林冠条件					
林床条件	gap83	gap91	gap93	gap03	closed	林床条件	gap83	gap91	gap93	gap03	closed
地表面	-	-	1.0	0.7	-	地表面	×	×	-	-	-
倒木上	-	-	0.3	0.7	-	倒木上	×	×	×	×	-
根株上	×	×	-	×	-	根株上	×	×	×	×	-
マウンド	×	4.3	×	×	×	マウンド	×	×	0.7	-	×
ビット	×	-	×	×	×	ビット	×	×	-	-	×

ヒノキ						ヒノキ					
林冠条件						林冠条件					
林床条件	gap83	gap91	gap93	gap03	closed	林床条件	gap83	gap91	gap93	gap03	closed
地表面	-	-	-	-	-	地表面	×	×	0.7	0.7	-
倒木上	-	-	6.7	0.3	-	倒木上	×	×	×	×	-
根株上	×	×	0.7	×	-	根株上	×	×	×	×	-
マウンド	×	-	×	×	×	マウンド	×	×	-	1.0	×
ビット	×	-	×	×	×	ビット	×	×	-	1.0	×

コハウチワカエデ						コハウチワカエデ					
林冠条件						林冠条件					
林床条件	gap83	gap91	gap93	gap03	closed	林床条件	gap83	gap91	gap93	gap03	closed
地表面	-	-	2.7	1.7	-	地表面	×	×	-	-	-
倒木上	-	-	-	1.3	-	倒木上	×	×	×	×	-
根株上	×	×	-	×	-	根株上	×	×	×	×	-
マウンド	×	-	×	×	×	マウンド	×	×	-	1.3	×
ビット	×	-	×	×	×	ビット	×	×	-	-	×

カナクギノキ						カナクギノキ					
林冠条件						林冠条件					
林床条件	gap83	gap91	gap93	gap03	closed	林床条件	gap83	gap91	gap93	gap03	closed
地表面	-	-	-	-	-	地表面	×	×	-	2.3	-
倒木上	-	-	-	-	2.3	倒木上	×	×	×	×	-
根株上	×	×	-	×	-	根株上	×	×	×	×	-
マウンド	×	-	×	×	×	マウンド	×	×	17.7	2.3	×
ビット	×	-	×	×	×	ビット	×	×	-	-	×

ヒメシャラ						ヒメシャラ					
林冠条件						林冠条件					
林床条件	gap83	gap91	gap93	gap03	closed	林床条件	gap83	gap91	gap93	gap03	closed
地表面	-	-	2.3	-	-	地表面	×	×	-	-	-
倒木上	-	-	-	-	-	倒木上	×	×	×	×	-
根株上	×	×	-	×	-	根株上	×	×	×	×	-
マウンド	×	-	×	×	×	マウンド	×	×	-	-	×
ビット	×	-	×	×	×	ビット	×	×	-	-	×

×は調査をしていない。-は実生・稚樹が出現しなかった。
#はANOVAの多重比較より有意水準5%で有意だったことを示す。

表4 スギ林内の林床植生の組成。TWINSPANによって分類された群落タイプ毎に出現頻度(%)を示す。

群落タイプ	ハイノキ型	コバノイシカグマ- ヒメチドメ型	コバノイシカグマ- アセビ型	アセビ- ツルアリドオシ型	コウヤコケシノブ型	サクラツツジ- アセビ型
地形	尾根・斜面	斜面	尾根	尾根・斜面	尾根・斜面	尾根・斜面
林冠	閉鎖林冠	ギャップ	ギャップ	ギャップ	閉鎖林冠	ギャップ
生育基質	地表	地表・マウンド・ ピット	地表・マウンド・ ピット	倒木上・地表	倒木・根株上	倒木上
平均コケ植被率	9.2	22.8	11.2	30.5	64.4	33.3
フタリスズカ	20.0	37.5	50.0			12.5
コバノイシカグマ	40.0	75.0	85.7	25.0		
サンショウソウ		18.8	35.7			6.3
オオバライチゴ		6.3	14.3			
ヤクシマハシカグサ		25.0	14.3			
ヒメチドメ		87.5	50.0			
シンガシラ		12.5	7.1			
ホウロクイチゴ		25.0	7.1			
コミヤマカタバミ		18.8				
ツガ		25.0				
コケスミレ		87.5	64.3	12.5		6.3
コナスビ		12.5	7.1	12.5		
ヤクシマミヤマスミレ		31.3	7.1			6.3
ヒメヒサカキ	40.0	18.8				6.3
イワヒメワラビ		31.3	28.6	12.5		6.3
フモトスミレ		18.8	21.4			12.5
トウゴクシダ		68.8	78.6	50.0	12.5	12.5
ハイノキ	100.0	68.8	71.4	75.0	75.0	25.0
モミ	20.0		7.1	12.5		
ヒサカキ		18.8	14.3	12.5		12.5
ハリギリ		25.0	0.0	12.5		12.5
ヤマグルマ		56.3	14.3	37.5	12.5	56.3
スギ		87.5	57.1	62.5	12.5	93.8
カナクギノキ		12.5	7.1	12.5		18.8
イワガラミ		6.3	14.3			25.0
サクラツツジ	40.0	62.5	42.9	87.5	50.0	87.5
ホソバコケシノブ					25.0	12.5
シキミ					50.0	25.0
ヒノキ				25.0	12.5	18.8
コウヤコケシノブ				50.0	87.5	6.3
コハウチワカエデ			7.1		37.5	
アセビ	20.0		71.4	87.5	62.5	50.0
オオゴカヨウオウレン	40.0		14.3	50.0		
ツルアリドオシ		6.3	21.4	87.5		18.8

メチドメ型、コバノイシカグマ-アセビ型はギャップに出現した。アセビ-ツルアリドオシ型、コウヤコケシノブ型、サクラツツジ-アセビ型とでは出現する地形が異なっていた。アセビ-ツルアリドオシ型とコウヤコケシノブ型が主として尾根に出現したのに対して、サクラツツジ-アセビ型は斜面に出現した。アセビ-ツルアリドオシ型はギャップに、コウヤコケシノブ型は閉鎖林冠下に出現した。

4. 考察

調査を行ったスギ林におけるこの20年間での最

も著しい変化はギャップが拡大し続けていることである。このようなギャップの拡大現象はこれまで南米の熱帯林(Grau 2002)やカリフォルニアの針広混交林(Hunter & Parker 1993)で報告されているが、日本国内ではこれまでに報告例はない。その結果、2003年の胸高断面積合計は1983年の約80%にまで減少し、直径5cm以上の幹の幹数密度も2003年は1983年の約80%に減少した。しかし詳細に見ると、大型台風の襲来によりギャップが拡大し始めた1983年~1993年の10年間では多くの種で幹数が減少したが、その後の1993年~2003年の10年間では高木種のスギをはじめ、低木種の多く

で新規加入率が増加し幹数が増加に転じていた。このことはギャップ拡大が継続し、光環境が良好に保たれることが、スギ林の更新にとって非常に重要な役割を果たしていることを示している。

スギの更新については、前回の調査報告の中で、スギの生長がギャップでよいことから、ギャップを利用して更新していることが示唆されていた(武生ら 1994)。今回の調査では、ギャップ齢が古いほどスギの最大樹高が高くなり、最も高いものでは7mを超える個体が確認された。第1回の調査で岡田・大沢(1984)はスギの実生が倒木上、根株上に多く出現することを報告しているが、今回の調査で形成時期が同じギャップでは倒木上、根株上およびマウンドで最大樹高が高くなっており、スギ実生の定着・生長にはこれらの生育基質が重要であることが確認された。倒木上、根株上およびマウンドではコケ層がよく発達していたことから、コケの発達が実生の発芽・生長を促している可能性がある(Nakamura 1992)。

モミとツガについては、今回の調査でも実生・稚樹はほとんど見られず、直径1cm以上への新規加入も見られなかった。ただし母樹がいる尾根付近のギャップは新しいため、今後も継続調査を行いこれらの種群の更新過程を明らかにしていきたい。ヤマグルマも同様で、直径1cm以上への新規加入は倒木上に着生していたのが1個体のみであった。ヤマグルマの実生は主として倒木上やマウンドに樹高10cm以下のものが210個体確認された。これらの実生が今後順調に生長していくかどうか、追跡調査を行う必要がある。

低木種のシキミ、リョウブ、アセビ、ユズリハ、ヒメヒサカキはこの10年間で新規加入率が上がっていた。この内、落葉広葉樹のリョウブや常緑広葉樹のユズリハはギャップに多いパイオニア種と考えられている種群である。ギャップ拡大がこうしたパイオニア種の更新を促したと考えられる。一方、死亡率が上がったのはサカキ、ソヨゴ、ヤブツバキ、ツクシイヌツゲで、いずれも極相林の閉鎖林冠下に多い種群であった。

今回の調査から、林床植生に対してもギャップ

拡大の影響が大きく現れていることが確認された。林床植生も林冠条件(光条件、ギャップor閉鎖林冠下)や林床の生育基質条件(土壌or倒木・根株)によって組成が大きく異なっていた。このようにギャップの形成・拡大は樹木だけでなく、林床の草本も含め、スギ林の構成種の生活を左右し、種多様性の維持に大きく寄与していることが明らかになった。

5. 謝辞

東京農工大学森林総合科学科森林生態学研究室の学生諸氏、および旅館花阜月の鎌田信隆氏らには現地調査にて大変お世話になった。この場をかりて感謝を申し上げる。本研究はプロ・ナトゥーラ・ファンド助成を受けて実施された。

引用文献

- Grau H. R. 2002. Scale-dependent relationships between treefalls and species richness in a neotropical montane forest. *Ecology* 83: 2,591-2,601.
- Hunter J. C. & Parker V. T. 1993. The disturbance regime of an old-growth forest in coastal California. *Journal of Vegetation Science* 4: 19-24.
- 中静透. 1991. 森林動態の大量長期継続調査について. *日生態会誌* 41: 45-53.
- 大沢雅彦. 1984. 屋久島原生自然環境保全地域の植生構造と動態. In: 「屋久島原生自然環境保全地域調査報告書」(環境庁自然保護局編), pp.317-351. (財)日本自然保護協会, 東京.
- Ohsawa M. 1984. Differentiation of vegetation zones and species strategies in the sub alpine region of Mt. Fuji. *Vegetatio* 57: 15-52.
- 小野昌輝・大沢雅彦. 1994. 屋久島原生自然環境保全地域の土壌と針葉樹3種の分布. In: 「屋久島原生自然環境保全地域調査報告書」(環境庁自然保護局編), pp.157-167. (財)日本自然保護協会, 東京.
- 岡田淳・大沢雅彦. 1984. 屋久島原生自然環境保全地域におけるスギ林の構造と維持・再生機構.

- In: 「屋久島原生自然環境保全地域調査報告書」(環境庁自然保護局編), pp.437-479. (財)日本自然保護協会, 東京.
- 武生雅明・大沢雅彦・尾崎煙雄・大塚泰弘・吉田直哉・本間航介・小野昌輝・江草清和. 1994. 屋久島原生自然環境保全地域におけるスギ林の10年間の群落動態. In: 「屋久島原生自然環境保全地域調査報告書」(環境庁自然保護局編), pp.3-19. (財)日本自然保護協会, 東京.
- Nakamura T. 1992. Effect of bryophytes on conifer seedlings in subalpine forests central Japan. *Ecological Research* 7: 155-162.

We carried out tree census in a 1.8 ha study plot established in 1983 to reveal the forest dynamics during 20 years and regeneration process of a *Cryptomeria japonica* forest in the Yakushima Wilderness Area. Gap area expanded about 10 times larger from 349m² in 1983 to 3,865m² in 2003. Snap off and uproot of canopy trees caused by strong typhoons enlarged small gaps in 1991 and 1993. This gap expansion triggered further expansion and death of canopy trees around gaps continued for 10 years after the strong typhoons. Both basal area and stem density in 2003 decreased to 80% of those in 1983. However, in *C. japonica* of tree species and *Illicium anisatum*, *Pieris japonica* and *Clethra barbinervis* of shrub species, stem density in 2003 increased compared to that in 1983. In many species, recruitment rate became higher and stem density increased for 10 years from 1993. Accordingly, bright condition due to the gap expansion facilitated regeneration of *C. japonica* and some shrub species.

関東周辺のヒメコマツ個体群の現状とフェノロジー比較

房総のヒメコマツ研究グループ

尾崎 煙雄¹⁾・藤平 量郎²⁾・遠藤 良太³⁾・池田 裕行⁴⁾・齋藤 央嗣⁵⁾

Ecological survey and comparative phenology of *Pinus parviflora* populations in Kanto District

Boso Himekomatsu Research Group

Kemurio Ozaki, Kazuo Touhei, Ryota Endo, Hiroyuki Ikeda and Hiroshi Saito

千葉県房総丘陵において地域的絶滅が危惧されるヒメコマツについて、関東周辺の他の個体群の状況を調査した。神奈川県丹沢山地では成木が35本しか確認されず房総丘陵とともに地域的絶滅の危険性が高いと推定された。他方、埼玉県の両神山、栃木県の庚申山、茨城県の高萩、北茨城両市にまたがる阿武隈山地南部の3地域では多数の成木が生育する健全と思われる個体群が確認された。房総では他の4地域に比べて生存個体の健全度が明らかに悪く、マツ材線虫病の影響があることが示唆された。丹沢ではシカによるヒメコマツの樹皮はぎが認められた。各個体群の胸高直径階分布はいずれも一山型ないしスプラディック型であり、連続的更新を行わないのはこの種に一貫した特徴であると考えられた。房総における開花、球果成熟の時期はそれぞれ5月上旬、8月中旬で、両神山と比べてそれぞれ1ヶ月、丹沢と比べても約半月早かった。こうしたフェノロジーの相違は房総の温暖な気候条件を反映していた。

1. はじめに

千葉県南部房総丘陵には山地性の針葉樹であるヒメコマツが分布している。この種は本州の東北南部以南の太平洋側、四国、九州の主として温帯域に分布し、林(1954)によると関東周辺の分布地として福島県の阿武隈山地、茨城県北部、栃木県の足尾山地、神奈川県丹沢山地が記録されている(ただし、林(1954)は房総丘陵の個体群を記録していない)。

関東周辺のヒメコマツは相互に隔離された孤立個体群として分布している(図1)。中でも房総の個体群は孤立の度合いが強く、最も近い丹沢山地からでも約80km離れている。こうした隔離分布は、約1万年前の最終氷期以前に広く分布していたものが局所的に残った遺存分布であると考えられる。また、林(1954)によると関東地方のヒメコマツの分布域は標高500m以上であるとされているにもかかわらず、ほとんど標高400m以下で暖

1) 千葉県立中央博物館 (千葉市)

2) 千葉エコロジーセンター (千葉市)

3) 千葉県森林研究センター (千葉県山武郡山武町)

4) 東京大学千葉演習林 (千葉県安房郡天津小湊町)

5) 神奈川県自然環境保全センター研究部 (神奈川県厚木市)

温帯に属する房総丘陵は特異な分布地といえる。このように、房総のヒメコマツ個体群は房総丘陵の植物相や植生の成り立ちを考える上で重要な存在である。

ところが、藤平(2000)によれば、房総丘陵の高宕山系南部で確認されたヒメコマツの生存個体は2000年6月現在わずか26本で、過去12年間に9割以上の個体が枯死したと推定された。房総丘陵のその他の分布地でも同様に枯死が目立ったため、2000年度のプロ・ナトゥーラ・ファンダ研究助成を受けて当グループが調査した結果、房総丘陵のヒメコマツ個体群は総個体数80以下で、更新も不調であり、地域的絶滅の危機にあることが明らかになった(尾崎ら 2001)。

さらに、丹沢山地でも個体群の衰退が明らかとなり(神奈川県植物誌調査会編 2001、逢沢ら 2004)、広域的なヒメコマツの減少と複数の地域個体群の絶滅が危惧されるようになった。そこで、比較のために関東周辺のヒメコマツ個体群の情報を収集

したところ、現状を把握するに足る最近の生態学的な情報はほとんどないことがわかった。また、温暖な房総の生育地のヒメコマツは、開花、球果成熟、種子散布などのタイミングが他の生育地に比べて早いことが示唆された。

そこで本研究では、関東周辺のヒメコマツ個体群の生態学的な調査とフェノロジーの比較調査を行った。これにより、房総個体群の衰退が一地域の特殊な現象なのかどうかを明らかにし、同時にフェノロジーを比較することによって房総個体群の生態学的特徴を明らかにすることを目的とした。

なお、ヒメコマツおよびその近縁種キタゴヨウの和名、学名に関しては諸説があり必ずしも一定していない。両者は形態的によく似ており、単に「ゴヨウマツ」といった場合どちらを指すのか不明なこともあるが、別種ないし変種の関係にあり分布域も異なる。便宜的に東北地方南部～九州に分布するもの(房総産を含む)を「南方型」、北海道～本州中部に分布するものを「北方型」とすると、南方型をゴヨウマツ、北方型を変種キタゴヨウないしキタゴヨウマツとする区別類が少なくない(牧野 1961、北村・村田 1979、佐竹ら編 1989)。しかし、ここでは『新版千葉県植物誌』(千葉県生物学会編 1975)に従い、大井(1983)に準拠して南方型をヒメコマツ *Pinus parviflora* Sieb. et Zucc.、北方型をキタゴヨウ *P. parviflora* var. *pentaphylla* (Mayr) Henry とした。

2. 調査地および方法

調査は房総丘陵を含め表1に示した5カ所で行った。各調査地でヒメコマツの生育地を踏査し、房総以外では30個体を目標に、発見したヒメコマツ

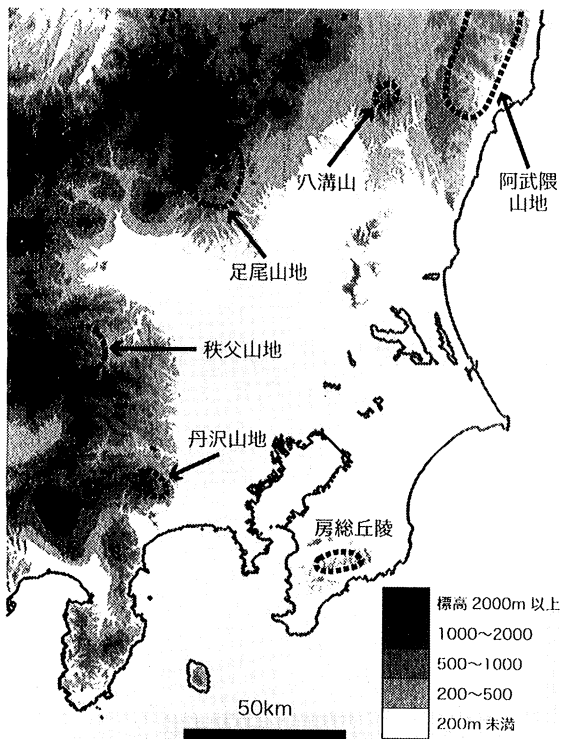


図1 関東周辺のヒメコマツ個体群の分布

表1 調査地の概要

調査地	県	標高 (m)	調査個体数
房総丘陵	千葉	150~350	76
丹沢山地	神奈川	800~1,200	29
両神山 (秩父山地)	埼玉	1,500~1,600	30
庚申山 (足尾山地)	栃木	1,650~1,750	30
北茨城 (阿武隈山地)	茨城	300~700	23

成木の胸高直径、樹高、健全度、生育立地等を記録した。

健全度は目視により判断し、健全～枯死寸前の次の5段階で評価した。

- 5：樹冠はよく繁り枯れ枝は見当たらない
- 4：樹冠の一部(1/3以下)に枯れ枝がある
- 3：樹冠の半分程度(1/3～2/3)が枯れている
- 2：樹冠の大部分(2/3以上)が枯れている
- 1：ごくわずかの枝葉が残るだけ

また、房総丘陵、丹沢山地、両神山の3調査地では2004年4月から9月に開花および球果成熟の時期を観察した。また、両神山の標高1,600m地点の調査地に温度計を設置して2003年10月から2004年9月にかけて気温を測定した。

3. 結果と考察

(1) 各個体群の状況

1) 房総丘陵

房総丘陵のヒメコマツについては尾崎ら(2001)にすでに報告したとおり、個体群サイズが80以下と推定される。成木の胸高直径階分布は直径20cm台を中心とした一山型で小径木が少ない(図2)。実生も少なく、全域で10個体しか確認されなかった。成木の約半数は健全度3以下(図3)であり、マツ材線虫病によるとみられる枯死寸前の個体も

10本程度あった(写真1)。

2) 丹沢山地

丹沢山地にはヒメコマツが天然分布するとされていた(林ら 1961)が、その後、植栽の可能性が高いと考えられる大山山頂の1個体を除いて全く確認されていなかった(神奈川県植物誌調査会編 1988、2001)。最近になって、逢沢(2003)や藤平(未発表)がそれぞれヒメコマツ個体群の存在を確認した。そこで今回、逢沢氏と我々が調査を行った結果、塩水川左岸支尾根の標高800～900mの地点に13本、蛭ヶ岳北方地蔵尾根の標高1,000～1,200mの地点に20本、袖平山周辺の標高1,300～1,400mの地点に2本の合計35本の成木と実生・稚樹43本が確認され、その結果はすでに逢沢ら(2004)に発表した。



写真1 マツ材線虫病で枯れたヒメコマツ(房総)

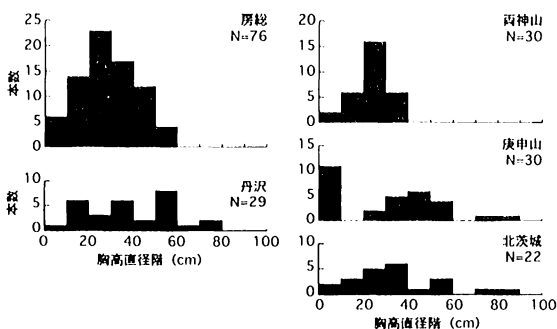


図2 各個体群の胸高直径階分布
Nは調査個体数を表す。

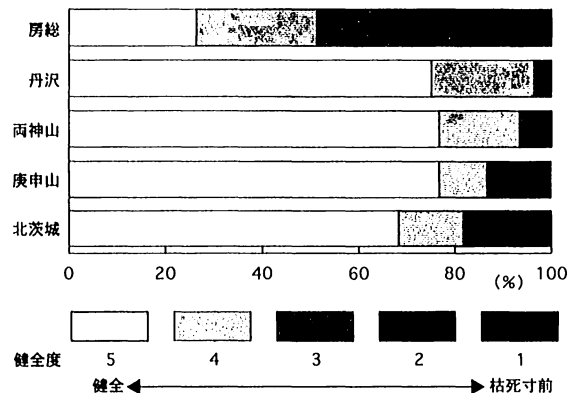


図3 各個体群の個体の健全度の比較

確認できた成木個体数は房総丘陵の約半分で、丹沢山地の個体群サイズは非常に小さい。直径階分布は0～80cmの範囲の個体が散在するスプラディック型で、10cm未満の小径木は少ない(図2)。成木の健全度は良好で、9割以上が健全度4以上であった(図3)。丹沢山地特有の現象として、多くのヒメコマツの幹にシカによる樹皮はぎ痕がみられた(写真2)。

3) 両神山

両神山(1,723m)の山頂から北西に延び、埼玉と群馬の県境をなす八丁尾根を踏査したところ、多数のヒメコマツを確認することができた(写真3)。生育地は稜線の岩場で、多くはヒノキと混交している。調査したのは成木30個体だが、実生も数十本みられた。また、周辺の尾根には多数のヒメコマツの生育がみられ、両神山一帯では少なくとも数百個体以上の成木があると思われる。直径階分布は房総丘陵と似て、直径20cm台を中心とする一山型であったが、直径40cmを超える大径木はなかった(図2)。成木の健全度は良好で、9割以上が健全度4以上であった(図3)。

4) 庚申山

庚申山(1,892m)の山頂の東側でコウシンソウの自生地として知られる尾根付近で多数のヒメコマツを確認した。生育地は岩場で、急峻な崖地に生育する個体が多かった(写真4)。調査した30個体の他にも周辺には多数の成木がみられ、庚申山一帯では少なくとも数百個体以上の成木があると思

われる。直径階分布は0～90cmの範囲にまたがるスプラディック型で、直径10cm未満と40cm台にピークがみられた(図2)。とくに10cm未満の小径木が多く、実生・稚樹も多数確認されたことから、庚申山の個体群は今回の調査地の中で最もよく更新が起きていると考えられる。成木の健全度は良好で、8割以上が健全度4以上であった(図3)。



写真3 両神山八丁尾根のヒメコマツ

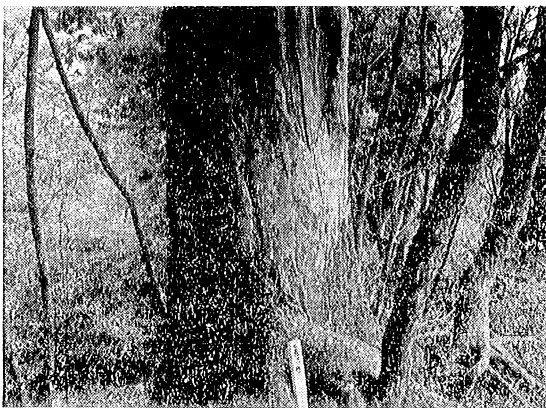


写真2 シカによる樹皮はぎ痕(丹沢山地)



写真4 庚申山の崖ふちに生育するヒメコマツ

表2 各個体群の状況

調査地	標高 (m)	生存木の健全度	推定個体群サイズ	後継個体	絶滅のリスク
房総丘陵	150~350	不良	100以下	少ない	高い
丹沢山地	800~1,200	良	50以下	やや少ない	高い
両神山	1,500~1,600	良	100以上	やや少ない	低い
庚申山	1,650~1,750	良	100以上	多い	低い
北茨城	300~700	良	詳細不明	やや少ない	不明

5) 北茨城

福島県から連なる阿武隈山地の南部に相当する高萩市内の国有林、および北茨城市の花園神社付近(写真5)でヒメコマツ個体群を確認した。生育地は山の尾根部で、花園溪谷では岩場に生育する個体が多かった。調査個体数は22本にとどまったが、周辺には他にもヒメコマツの生育が認められた。この地域のヒメコマツ個体群の状況はまだ不明な点が多いが、今後の調査によってさらに多くの個体が確認される可能性がある。直径階分布は0~90cmの範囲にまたがるスポラディック型で、直径30cm台に小さなピークがみられた(図2)。実生・稚樹も数十本みつかった。成木の健全度は良好で、8割以上が健全度4以上であった(図3)。

上記のように、関東周辺のヒメコマツ個体群の中で明らかな衰退を示しているのは、房総丘陵と丹沢山地の2カ所であることがわかった。推定個体群サイズでみる限り、丹沢山地が最も危機的な状況にあるといつてよい(表2)。しかし、個体の健全度を比較すると(図3)、房総丘陵の個体群だ



写真5 北茨城花園神社付近のヒメコマツ

けが明らかに違って、健全度の評価の悪い個体(健全度1~3)がほぼ半数を占めており、丹沢山地では健全度は良好であった。これは、マツ材線虫病の発生の有無を反映しているものと考えられ、ヒメコマツの分布地としては標高の低い房総丘陵だけがこの病気の影響を受けているようである。一方、丹沢山地におけるヒメコマツ個体群の衰退の原因は不明だが、天然林の伐採などの人為の他に高密度のシカの影響も考えられる。

各個体群の胸高直径階分布(図2)をみると、いずれも一山型ないしスポラディック型を示した。庚申山以外はどこでも小径木が少なく、後継個体が少ない個体群構造は房総丘陵だけの特徴ではない。また、小径木の多い庚申山の個体群でも直径階分布の形は不連続な更新を示唆しており、連続的な更新がみられないという性質はヒメコマツに共通した特徴といえそうである。

(2) フェノロジーの比較

房総丘陵、丹沢山地(塩水川左岸支尾根)、両神山の3カ所でヒメコマツのフェノロジーを比較した。開花、球果成熟の時期は、ともに房総丘陵は両神山に比べて1ヶ月ほど早く、丹沢山地と比べても半月以上早かった(表3)。両神山の標高1,600m地点で実測した10ヶ月分の月平均気温を、房総丘陵の調査地に近い坂畑のアメダスデータと比較すると、平均して房総丘陵の方が7.2℃高かつ

表3 フェノロジーの比較

調査地	標高 (m)	開花時期	球果成熟時期
房総丘陵	200	5月上旬	8月中旬
丹沢山地	800	5月下旬	9月上旬
両神山	1,600	6月上旬	9月中旬

た(表4)。標高の高い両神山と比べて房総丘陵の開花や球果成熟時期が早いのは、この温度差を反映していると考えられる。気温の測定はしていないが、両神山より少し標高の低い丹沢山地の方が両神山よりやや早かったことも、開花・球果成熟時期と気温の相関を支持している。

特に、丹沢山地や両神山では球果成熟時期が9月に入ってからであるのに対して、房総丘陵では一年で最も気温の高い8月中旬に球果が成熟し種子を散布していた。ヒメコマツは自然条件下では種子で越冬し翌春に発芽すると考えられるが、気温25℃の恒温器を用いた発芽実験では春化处理なしでも高い発芽率を示す。したがって、房総丘陵では散布直後の夏期に発芽し、当年生実生の状態で越冬することも考えられる。こうしたフェノロジーの相違が種子の発芽・定着や捕食者との関係においてどのような意味を持つのかは興味深い。

4. おわりに

今回の調査の結果、関東周辺では奥秩父の両神山や足尾山地の庚申山のように健全と思われるヒメコマツ個体群が確認されたが、房総丘陵と丹沢山地の2カ所でヒメコマツ個体群が衰退していることが明らかとなった。また、房総と丹沢では残存個体群の健全度に明らかな相違があり、低標高の房総丘陵でのみマツ材線虫の影響があることが示唆された。さらに、房総丘陵の個体群は開花・

球果成熟の時期が丹沢や両神山に比べて早いことも明らかとなった。これらの事実は、今後、房総丘陵や丹沢山地のヒメコマツ個体群の保全を進める上で重要な基礎情報となることは確実である。

最後に、各地域個体群の分布情報を提供して頂いた埼玉県立自然史博物館、栃木県立博物館、ミュージアムパーク茨城県自然博物館、独立行政法人林木育種センターの各機関にお礼申し上げる。

引用文献

逢沢峰昭. 2003. 「林ほか(1961):丹沢山塊の植物調査報告」の標本について. FLORA KANAGAWA, 55:673-683.

逢沢峰昭・尾崎煙雄・斉藤史嗣・藤平量郎. 2004. 神奈川県丹沢山塊におけるヒメコマツ(*Pinus parviflora*)の分布状況. 神奈川自然誌資料, 25:67-72.

千葉県生物学会編. 1975. 新版千葉県植物誌. 567pp. 井上書店, 東京.

林弥栄. 1954. 日本産重要樹種の天然分布3. 林試研報, 75:94-127.

林弥栄・小林義雄・小山芳太郎・大河原利江. 1961. 丹沢山塊の植物調査報告. 林試研報, 133:1-128+PL.1-16.

神奈川県植物誌調査会編. 1988. 神奈川県植物誌 1988. 1,442pp. 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原.

神奈川県植物誌調査会編. 2001. 神奈川県植物誌 2001. 1,584pp. 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原.

北村四郎・村田源. 1979. 原色日本植物図鑑木本編. 545pp. 保育社, 大阪.

牧野富太郎. 1961. 牧野新日本植物図鑑. 1,060+77pp. 北隆館, 東京.

大井次三郎. 1983. 新日本植物誌顕花篇. 1,716pp. 至文堂, 東京.

尾崎煙雄・藤平量郎・大場達之・齋木健一・木村陽子・福田洋・藤田素子. 2001. 房総のヒメコマツ個体群の現状. 房総丘陵におけるヒメコマツ個体群の緊急調査報告書(房総のヒメコマツ

表4 房総丘陵と両神山の気温の比較

月	房総丘陵	両神山	差
2003年11月	12.6	5.7	6.9
2003年12月	6.2	-1.2	7.4
2004年1月	3.0	-5.3	8.3
2004年2月	5.4	-2.4	7.8
2004年3月	7.2	-0.7	7.9
2004年4月	13.8	7.0	6.8
2004年5月	17.5	11.3	6.2
2004年6月	21.1	14.8	6.3
2004年7月	25.4	18.5	6.9
2004年8月	24.6	17.0	7.6
差の平均			7.2

研究グループ編). p.20-27.
佐竹義輔・原寛・亙理俊次・富成忠夫編. 1989.
日本の野生植物木本編. 1,321pp. 平凡社, 東京.

藤平量郎. 2000. 房総半島、高宕山南部の水期遺存
種個体群の急激な衰退の現状. 千葉生物誌,
50:17-31.

An indigenous conifer species, *Pinus parviflora* Sieb. et Zucc., is disconnectedly distributed in mountains from southern Tohoku District to Kyusyu. We have already reported that one local population of Boso Hills, Chiba Prefecture is endangered. In this study, we surveyed Boso and four other local populations in Kanto District, central Japan. Two populations of Boso and Tanzawa Mountains consisted of critically small number of trees (<80). On the contrary, large-sized local populations were found in Mt. Ryokami, Mt. Koshin and Kita-Ibaraki. The proportion of unhealthy tree was significantly high only in Boso, suggesting the prevalence of pine wilt disease. The barking attack by Sika deer was observed in Tanzawa. The fact that all populations showed uni-modal or sporadic shape of DBH class distribution indicated that the discontinuous regeneration is consistent character of this species. Both flowering and seed dispersal in early May and middle August, respectively, in Boso were one month earlier than in Mt. Ryokami. Much warmer climate due to low elevation of Boso Hills (<400m a.s.l.) than other sites will explain this phenological gap.

西表島浦内川河口域の生物多様性と伝統的自然資源利用の総合調査

西表島浦内川流域研究会

松本 千枝子¹⁾・安溪 遊地²⁾・山下 博由³⁾・鈴木 寿之⁴⁾・
富田 京一⁵⁾・名和 純⁶⁾・奥田 夏樹⁷⁾

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

Association of inter disciplinary study at the drainage and estuarine area
Urauchi River, Iriomote Island

Chieko Matsumoto, Yu-chi Ankei, Hiroyoshi Yamashita, Toshiyuki Suzuki,
Kyôichi Tomita, Jun Nawa, Natsuki Okuda

琉球列島最長の川である浦内川(西表島)河口域を対象に、自然と人との共存の歴史と現状を調査し、持続的利用のありかたを議論するために研究を実施した。浦内川流域には、わが国最大規模のマングローブ林、鳴き砂の浜であるトゥドゥマリ浜など極めて特徴的な生態系が発達するだけでなく、多数の絶滅危惧種が生息している。

トゥドゥマリ浜の海岸林内では、環境影響評価も実施することなく大規模リゾート施設が建設され、2004年7月から営業を始めている。本施設により浦内川流域生態系への悪影響が強く懸念されることは、複数の学会要望書からも明らかだが、参照できる過去の学術調査報告は存在しない。

本研究では、トゥドゥマリ浜を中心に、浦内川流域(河川、マングローブ、海浜)の生物相を明らかにするため、魚類、貝類を中心に生物相の現況把握調査を実施するとともに、申請者らによる過去の研究の集成を行なった。また、今後の海岸域での生態系モニタリングの準備として、水質、土壌有機物、ベントス調査を行った。

その結果、ウラウチコダマカワザンショウやイソハゼ属の1種などの新種が発見されたほか、トゥドゥマリハマグリを始めとする多くの貴重種が分布していることが明らかになった。浦内川流域は日本有数の良質な自然環境を維持しているが、特に水界生態系を対象とした研究活動からは今後も貴重種の発見等、新たな知見が得られる可能性が高い。リゾート開発やエコツーリズムなど安易な自然利用に流れることなく、バランスの取れた自然との共生は可能なのかどうか、今後の活動を通して考えていきたい。

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

2) 山口県立大学 国際文化学部 〒753-8502 山口市桜島3-2-1

3) 貝類保全研究会 〒251-0038 藤沢市鶴沼松ヶ岡3-1-26-103

4) 兵庫県立尼崎北高等学校 〒661-0002 兵庫県尼崎市塚口町5-40-1

5) 肉食爬虫類研究所 〒130-0023 東京都墨田区立川1-512 中田ビル401

6) 潟の生態史研究会

7) 名桜大学総合研究所 沖縄県名護市為又1220-1

1. はじめに

(1) 調査地の概要

西表島は、奄美諸島から連なる琉球列島の南西端にあたり、北緯24度15分～26分、東経123度39分～57分に位置し、面積284.4km²、周囲約130kmの、沖縄島に次ぐ大きさの島である。亜熱帯海洋性気候に属し、黒潮の影響で年間を通して気温の変化は小さく、年平均気温23.4℃、年間降雨量2,340mm、湿度が年平均78%という湿潤な気候で、マングロープをはじめ亜熱帯照葉樹林まで熱帯性の多様な自然植生が見られ、海域にはサンゴ礁が発達したサンゴ礁生態系が成立するなど、これら多様な環境は西表島特有の生物相と自然環境を形成している。

浦内川は、西表島中央部山系を源流として島の北西部に流入する全長19.4km、河口付近では川幅が約500mもある琉球弧最大の河川である。河口から数kmにおよぶ下流域には広大なマングロープ林が発達し、潮の干満の影響を受ける汽水域は河川勾配が小さい熱帯河川特有のエスチュアリを形成している。

今回の調査地は、この浦内川のマングロープ湿地から海岸林、砂浜(トゥドゥマリ浜)まで含む河口域を中心として、流域全体を視野に入れ設定を行った。トゥドゥマリ浜一帯は、海岸植生が発達した良質の海岸林を形成していたが、2003年のリゾートホテル建設により大規模な開発が行われ、海岸に面した海岸林はほぼ消滅に至っている。

この大規模リゾートの建設に際しては、環境アセスメントも行われず、日本生態学会をはじめ日本魚類学会、ベントス学会などからも実施を求める要望書が出されたにもかかわらず、環境影響調査がなされないまま、営業に至っている。

(2) 調査の概要

具体的な調査研究としては、主として多様な生物群を対象とする研究者の力を合わせ、まず分類群ごとに従来の研究成果の集成を行なった。これを踏まえ、できるかぎり各季節に現地調査を実施し、浦内川河口域の河川、マングロープ、砂浜とその背後の海岸林、海中・海底を対象とした動植

物相の一覧を作成している。並行して、生態系の全体像の把握のために、食物連鎖における上位性、ハビタットの特徴をよく示す典型性、西表島の特殊性などを指標として、注目される種・群集を選び調査を行なっている。具体的には現在のところ、魚類・両生爬虫類・貝類・底生動物・鳴き砂・地名の調査を実施している。

2. 西表島浦内川流域の貝類相と保全の必要性

(1) 保全上重要な種

1) レッドデータブック登載種(絶滅危惧種)

国内のレッドデータブックに記載された貝類は、表1に示したように、これまで40種が確認され、うち25種は生息を確認、10種は生息している可能性が高い新鮮な殻が確認されている。レッドデータブック記載種のうち、特に重要視されるのは、アマオブネ科の諸種・キバウミニナ・コハクオカミミガイ・キヌメハマシノミ・ナミノコガイなどである。これらの種は、日本本土および琉球列島において生息地が局限されており、また生息環境の基盤が破壊されやすい場所に生息している。淡水域に生息するアマオブネ科の種やマングロープ汽水域に生息する種の殆どは、幼生の時期に海まで回遊するため、流域全体の保全が必要である。

2) 新種(4種)

○*Clenchiella* sp. ヤイマカチドキシタダミ(腹足綱吸腔目ミズツボ科)

日本新記録属であるカチドキシタダミ属(*Clenchiella*)の新種。浦内川河口マングロープ域から発見され、西表島の白浜・古見・大原でも確認された。殻径約1.5mmの平巻き状の巻貝。カチドキシタダミ属の種はこれまで、香港・タイ・インド・フィリピン・パプアニューギニアから記録されているが、日本で発見されたのは初めてで、これまで知られてきた諸種とは異なり新種である(福田・Ponder 準備中)。

○*Hydrobiidae* gen. et sp. ミズツボ科の1種(腹足綱吸腔目ミズツボ科)

ヤイマカチドキシタダミと同じミズツボ科の新

表1 浦内川流域の貝類のレッドデータブック記載種

分類	学名	和名	確認地点・状況	確認地点	確認状況	WWF	レッドデータブック評価	水産庁	その他
GASTROPODA 腹足綱									
NERITOPSINA アマオブネ目									
 Neritidae アマオブネ科									
	<i>Nerita (Thelyostyla) planospira</i>	ヒラマキアマオブネ	浦内川河口	生息	危険				
	<i>Neritina (Dostia) violacea</i>	ヒロクチカノコ	浦内川河口右岸	生息	日本本土で絶滅寸前・琉球列島で危険		希少種		
	<i>Neritina (Neritina) crispitarsis</i>	ニセヒロクチカノコ	浦内川河口右岸	生息	危険				
	<i>Neritina (Neritina) pulligera</i>	カバクチカノコ	浦内川上流	生息	危険				
	<i>Neritina (Neritina) sp. A</i>	クリグチカノコ	浦内川上流	生息	危険				
	<i>Septaria porcellana</i>	フネアマガイ	浦内川上流	生息			減少傾向		
	<i>Septaria cumingiana</i>	カミングフネアマガイ	浦内川上流	生息	危険				
	<i>Septaria (Nevicella) lineata</i>	ベッコウフネアマガイ	浦内川上流	生息	危険				
SORBECONCHA 蝸螺目									
 Cerithiidae オニツノガイ科									
	<i>Cerithium coralium</i>	コゲツノブエ	浦内川河口右岸	生息	日本本土で絶滅寸前・琉球列島で危険				
	<i>Rhinoclevis (Rhinoclevis) sinensis</i>	トウガタカニモリ	トウドウマリ浜	生息	日本本土で絶滅寸前・琉球列島で危険				消滅(相模湾)
Potamididae キバウミミナ科									
	<i>Teloscopium teloscopium</i>	センニンガイ	浦内川周辺	化石	絶滅				
	<i>Tarbralia pehustria</i>	キバウミミナ	浦内川河口左岸	生息	沖縄本島で絶滅・八重山諸島で危険		危急種		
 Thiaridae トゲカワニナ科									
	<i>Sarmysia rigusii</i>	ネジヒダカワニナ	トウドウマリ浜	生息	危険				
 Littorinidae タマキビ科									
	<i>Littoraria (Littorinopsis) intermedia</i>	ヒメウズラタマキビ	浦内川河口	生息	危険				
	<i>Littoraria (Littorinopsis) pedescaens</i>	イロタマキビ	浦内川河口右岸	生息	危険				
 Strombidae スイショウガイ科									
	<i>Strombus (Gibberulus) gibberulus</i>	ネジマガキ	うなり崎南部	新鮮な殻	希少				
 Naticidae タマガイ科									
	<i>Natica vitellus</i>	トラダマ	トウドウマリ浜	新鮮な殻	希少				
	<i>Polinices Flemingiana</i>	ヘソアキトミガイ	トウドウマリ浜	新鮮な殻	希少				
	<i>Polinices mammilla</i>	トミガイ	トウドウマリ浜	新鮮な殻	希少				
 Nassariidae オリレヨブガイ科									
	<i>Hebra horrida</i>	イガムシロ	トウドウマリ浜	古い殻	危険				
	<i>Nassarius (Plicarcuralia) globosus</i>	コブムシロ	浦内川河口	生息	危険				
	<i>Nassarius (Plicarcuralia) pulvis</i>	オオカニノテムシロ	浦内川河口	生息	日本本土で絶滅・琉球列島で危険(和名・カニノテムシロとして)				
 Mitridae フデガイ科									
	<i>Strigatella ecutula</i>	ヤタテガイ	浦内川河口	生息					重要保護生物(千葉県)
 PULMONATA 有肺目									
 Euliobiidae オカミガイ科									
	<i>Auriculaster sp.</i>	ナガオカミガイ	浦内川河口左岸	生息	危険				
	<i>Auriculodes opportunus</i>	コハクオカミガイ	浦内川河口左岸	生息	絶滅寸前				
	<i>Melampus eulobus</i>	キヌメハマシノミ	浦内川河口	生息	絶滅寸前				
	<i>Pythis pantherina</i>	マダラヒラシノミ	浦内川河口	生息	八重山諸島で危険・小笠原諸島で絶滅				
 BIVALVIA 二枚貝綱									
 PTERIOIDA ウグイスガイ目									
 Pteridae ウグイスガイ科									
	<i>Pinctada mertensii</i>	アコヤガイ	トウドウマリ浜	新鮮な殻			減少種		
	<i>Pinctada margaritifera</i>	クロチョウガイ	トウドウマリ浜	生息			減少種		
 VENEROIDA マルスダレガイ目									
 Lucinidae ツキガイ科									
	<i>Anodonta edentula</i>	カブラツキ	トウドウマリ浜	新鮮な殻	危険				
 Mesodesmatidae チドリマスオ科									
	<i>Atactodes striata</i>	イソハマグリ	トウドウマリ浜	新鮮な殻			減少種		
 Tellinidae ニッコウガイ科									
	<i>Tellina (Moerella) philippinensis</i>	リュウキュウザクラ	浦内川河口	生息	現状不明				
	<i>Tellina (Serratina) capsoides</i>	イチョウシラトリ	浦内川河口	古い殻	絶滅寸前				消息不明・絶滅生物(千葉県), 消滅(相模湾), 絶滅(愛知)
	<i>Tellina (Tellina) virgata</i>	ニッコウガイ	トウドウマリ浜	新鮮な殻	危険				
 Psammobiidae シオサザナミ科									
	<i>Psammisaea elongata</i>	マスオガイ	トウドウマリ浜	古い殻	危険				
 Donacidae フジノハナガイ科									
	<i>Donax (Letone) cuneatus</i>	ナミノコガイ	トウドウマリ浜	生息					消滅寸前(相模湾), 絶滅危惧IB類(熊本県)
 Corbiculidae シジミ科									
	<i>Geloina orosa</i>	ヒルギシジミ	浦内川河口	生息			減少種(和名・ヤエヤマヒルギシジミとし)		
 Veneridae マルスダレガイ科									
	<i>Anomalocardia (Anomalocardia) squamosa</i>	シオヤガイ	トウドウマリ浜	古い殻	絶滅寸前				消息不明・絶滅生物(千葉県), 絶滅危惧I類(愛知県)
	<i>Pitar (Pitarina) lineolatam</i>	オミナエシハマグリ	トウドウマリ浜	新鮮な殻	希少				
 MYOIDA オオノガイ目									
 Myiidae オオノガイ科									
	<i>Distygonia decurvata</i>	オフクマスオ	トウドウマリ浜	新鮮な殻	危険				

レッドデータブックの略称は以下の通り。出典は本文文献参照。

WWF=和田ほか(1998), 水産庁=水産庁(1998), 相模湾=池田ほか(2001),

千葉県=千葉県環境部自然保護課(2000), 愛知県=愛知県環境部自然環境課(2002), 熊本県=熊本県希少野生動物種検討委員会(2004)

属新種。カチドキシタダミ属に近縁であるが異なった特徴を持っており、新属が創設される予定である。浦内川河口マングローブ域から発見された。殻径約1mmの平巻き状の巻貝(福田・Ponder 準備中)。

○*Ovassiminea* sp. ウラウチコダマカワザンシヨウ(腹足綱吸腔目カワザンシヨウ科)

日本新記録属であるコダマカワザンシヨウ属(*Ovassiminea*)の新種。浦内川河口マングローブ域から発見された。殻長約3mmの巻貝。コダマカワザンシヨウ属の種はこれまで、台湾・香港・タイ・マレーシア・インド・オーストラリアから記録されているが、日本で発見されたのは初めてで、これまで知られてきた諸種とは異なり新種である(福田・Ponder 準備中)。

○*Assimineidae* gen. et sp. コーヒーイロカワザンシヨウ(腹足綱吸腔目カワザンシヨウ科)

属名未確定種。浦内川河口マングローブ域から発見された。殻長約4mmの巻貝。これまで知られているコダマカワザンシヨウ科の諸種とは異なり新種である。属については、今後の研究が必要(福田・Ponder 準備中)。

以上の4新種は、西表島浦内川流域研究会と岡山大学農学部水系保全学研究室の調査・研究で発見された。2004年11月26日にその発見を石垣市庁記者クラブで速報し、カトゥラプシキシタダミ以外の和名はその時に提唱された。カトゥラプシキシタダミの和名は日本貝類学会平成17年度大会で提唱された(山下ほか 2005)。これらの新種の記載は、福田宏博士(岡山大学)とW. F. Ponder博士(Australian Museum)によって準備されている。

3) 新種の可能性がある種(3種)

○*Solen* sp. マテガイ属の1種(二枚貝綱マルスダレガイ目マテガイ科)

日本新記録種。種名未確定。トゥドゥマリ浜に生息。琉球列島では他に数ヶ所で確認されているのみ(名和未発表)。新種の可能性が高い。

○*Meretrix* sp. トウドゥマリハマグリ(この和名は山下ほか(2003)で新称)(二枚貝綱マルスダレガイ目マルスダレガイ科)

種名未確定。ハマグリ属の1種で、浦内川河口

〜トゥドゥマリ浜にのみ生息する。琉球列島でハマグリ属の種が現棲しているのは、トゥドゥマリ浜のみである。殻形態の特徴は*M. lamarckii* チョウセンハマグリに近似する。小型であること、正三角形に近い殻型を有すことはトゥドゥマリハマグリの最も大きな特徴である。トゥドゥマリハマグリと同種と考えられる種は、沖縄本島や西表島仲間川からも化石として産出しているが、その最後の生き残り個体群であると考えられる。今後、殻形態やDNAの詳細な検討を行なう必要がある。トゥドゥマリ浜の「ハマグリ」については、明治時代以降の炭坑時代に日本本土から移入されたという説が地元で根強く残っているが、浦内川河口の貝塚から本種に近似した小型のハマグリが発見されたので、ネイティブな種であるという結論に至った。ハマグリ類は水質の汚染に敏感かつ弱いと考えられ、この貴重な「固有種」はリゾート開発の影響を受けて最初に絶滅が危惧される種である。

○*Offadesma* sp. オナガリユウグウハゴロモ属の1種(二枚貝綱ウミタケモドキ目リュウグウハゴロモ科)

種名未確定。トゥドゥマリ浜で打ち上げの殻が複数採集された。相模湾〜紀伊半島に分布が知られる*Offadesma nakamigawai* オナガリユウグウハゴロモや、オーストラリアなどに分布する*Offadesma angasi* ミナミオナガリユウグウハゴロモに近似しているが、殻形態にいくつかの相違が見られる。

4) 日本では現在、浦内川河口・トゥドゥマリ浜でしか確認されていない種(8種)

○*Hydrobiidae* gen. et sp. ミズツボ科の1種(前出)

○*Ovassiminea* sp. ウラウチコダマカワザンシヨウ(前出)

○*Assimineidae* gen. et sp. コーヒーイロカワザンシヨウ(前出)

○*Divalucina cumingi* チヂミセワケツキガイ(二枚貝綱マルスダレガイ目ツキガイ科)

日本新記録属・種。トゥドゥマリ浜で打ち上げの殻が採集された。オーストラリアなどに分布。

○*Phacoides* cf. *argentea* アツツキガイ近似種(二枚貝綱マルスダレガイ目ツキガイ科)

日本新記録種。種名未確定。トウドウマリ浜で打ち上げの殻が複数採集された。

○*Maoricardium setosum* ツギノオナガトリガイ
(二枚貝綱マルスダレガイ目ザルガイ科)

日本新記録属・種。トウドウマリ浜で打ち上げの殻が複数採集された。台湾以南から知られ、これまで日本では記録されていなかった。

○*Meretrix* sp. トウドウマリハマグリ(前出)

○*Offadesma* sp. オナガリュウグウハゴロモ属の1種(前出)

5) 日本では西表島でしか確認されていない種(前掲諸種を除く)

○*Phacosoma aspera* ツキカガミ(二枚貝綱マルスダレガイ目マルスダレガイ科)

浦内川河口干潟に生息。西表島の船浦・仲良川河口などでも確認されている。中国大陸南岸とフィリピンに分布する種で、西表島は分布の北限にあたる(名和 2001)。

6) 日本および琉球列島での生息地が著しく少ない種(前掲諸種を除く)

○*Terebralia palustris* キバウミニナ(吸腔目キバウミニナ科)

日本では八重山諸島にのみ生息する。八重山諸島のマングローブ域の生物相を特徴づける重要な種。水産庁のレッドデータブック(水産庁 1998)では危急種と評価され、WWFジャパンのレッドデータブック(和田ほか 1996)では「沖縄本島で絶滅・八重山諸島で危険」と評価されている。

○*Tonna alium* トキワガイ(腹足綱吸腔目ヤツシロガイ科)

トウドウマリ浜で新鮮な殻を複数確認。琉球列島では産地が少なく、他に沖縄本島金武湾・中城湾で知られるのみ(名和 未発表)。

○*Murex(Murex) ternispina* クロトゲホネガイ(腹足綱吸腔目アッキガイ科)

トウドウマリ浜で新鮮な殻を確認。高知県以南から記録されているが、具体的な産地記録の殆どない種。

○*Harpa major* ショクコウラ(腹足綱吸腔目ショクコウラ科)

トウドウマリ浜に生息。琉球列島では産地が少なく、他に沖縄本島金武湾・中城湾で知られるのみ(名和 未発表)。

○*Donax(Latona) cuneatus* ナミノコガイ(二枚貝綱マルスダレガイ目フジノハナガイ科)

トウドウマリ浜に生息。琉球列島では8ヶ所に生息し、八重山諸島ではトウドウマリ浜が唯一の生息地である(名和 未発表)。近似種の*D. (L.) faba* リュウキュウナミノコが琉球列島の海岸に広く分布するのに対し、ナミノコガイの分布は局地的である。トウドウマリ浜の個体群は殻サイズが日本最大級であると考えられる。波打ち際に生息する。

○*Anodontia* sp. カブラツキガイ属の1種(二枚貝綱マルスダレガイ目ツキガイ科)

浦内川河口で殻が確認された。石垣島・西表島のマングローブ域に分布している。

○*Eamesiella corrugata* シワツキガイ(二枚貝綱マルスダレガイ目ツキガイ科)

浦内川河口で新鮮な殻が確認された。石垣島・西表島のマングローブ域に分布している。八重山諸島が分布の北限(名和 2001)。

○*Cadella* sp. クサビザラ属の1種(二枚貝綱マルスダレガイ目ニッコウガイ科)

トウドウマリ浜の低潮帯～潮下帯の砂底に多産する。琉球列島では他に3ヶ所で確認されているのみ(名和 未発表)。

○*Lioconcha philippinarum* イナズマスダレ(二枚貝綱マルスダレガイ目マルスダレガイ科)

トウドウマリ浜で新鮮な殻を複数確認。他には沖縄本島周辺で3ヶ所確認されているのみ(名和 未発表)。

○*Callista phasianella* ハナヤカワスレ(二枚貝綱マルスダレガイ目マルスダレガイ科)

トウドウマリ浜の潮下帯砂底・ウミヒルモ類の生える海草場に生息する。琉球列島では他に3ヶ所で確認されているのみ(名和 未発表)。

(2) 貝類の生息地としての環境の特性と重要性

1) 浦内川上流部淡水域

トゲカワニナ科やアマオブネ科の種が生息して

いる。アマオブネ科では絶滅危惧種が5種、種名未詳種が少なくとも3種生息している。トゲカワニナ科やアマオブネ科の種は、幼生の時期に海まで回遊するため、流域全体の保全が必要である。

2) 浦内川下流部汽水域(河口域：マングローブ湿地・干潟)

マングローブ湿地の代表的な種は、アマオブネ科・タマキビ科・カワザンショウ科・キバウミニナ・オカミミガイ科・イタボガキ科・シワツキガイ・ヒルギシジミなどで、八重山特有のマングローブ湿地の貝類相が良好な状態で見られる。絶滅危惧種が多く生息しており、キバウミニナ・コハクオカミミガイ・キヌメハマシイノミなどは特に重要である。ミズツボ科・カワザンショウ科の複数の種は分類学的な位置が確定していない。今後未知の種が発見される可能性がある。

河口干潟には、オオカニノテムシロ・コブムシロ・ウメノハナガイ・リュウキュウザクラ・ツキカガミ・トウドウマリハマグリなどが生息し、独自の干潟貝類相を形成している。浦内川の河口は開口部が狭く内湾的環境を示しており、ヤタテガイのように温暖な内湾に特徴的な種が生息している。琉球列島に存在する内湾生態系としての価値も高い。

この他、中流部汽水域は未調査であり、今後の調査によっては重要な発見がされる可能性がある。

3) トウドウマリ浜

トウドウマリ浜はリーフのない砂岩起源の細砂の砂浜であり、琉球列島の中では極めて特殊な海岸生態系である。細砂の砂浜には、トウガタカニモリ・ベニソデ・トキワガイ・シヨクコウラ・スジイモ・オオチリメンギリ・アツツキガイ・ツギノオナガトリガイ・ナミノコガイ・*Cadella* sp.・*Solen* sp.・オミナエシハマグリ・ハナヤカワスレ・カミブスマ・イナズマスダレ・オフクマスオ・*Offadesma* sp.・トウドウマリハマグリなどが見られるが、これは日本および琉球列島の中で他に比較する場所のない極めて特徴的な貝類相である。

湾口部では岩礫地に生息する種も豊富で、ヤサガタムカシタモト・ヒメシヨクコウラ・ミダレシマヤタテ・ツノイロチヨウチンフデ・ジュズカケサヤガタイモ・コグルマなどの他、多くの亜熱帯・熱帯系の種が生息しており、トウドウマリ浜は全体として非常に多様性の高い貝類の生息地であることが明らかである。

(3) まとめ

以上のように、浦内川流域・トウドウマリ浜には、非常に多くの貝類が生息し、絶滅危惧種・分布の限定された種・分類学的位置付けが不明の種も多く含まれている。浦内川流域・トウドウマリ浜は、貝類の生息地として日本はもちろん世界的に見ても極めて重要かつ貴重な場所であることが明らかである。

他の生物群の調査でも明らかのように、現在残されているこの地域の生態系の豊かさは、今日の地球上の環境の社会的状況において、奇跡的なものと言えるであろう。このような豊かな生物多様性は、生物多様性条約に明記されているように、全人類の財産であり、地球の未来の健全な発展のための基盤である。

ユニマットのリゾートホテルの環境評価においては、水棲貝類についての調査・検討が全く成されておらず、本文で指摘したような浦内川流域・トウドウマリ浜の自然の重要性が認識されていない。これは海岸・水域に隣接した開発計画の環境影響評価としては、非常に大きな問題点であると指摘される。

このような「全地球的な価値」を有する地域の開発においては、一企業と言えども、地球や人類の未来に対して重い責任が生じることは明白である。リゾートホテルの事業者と行政には、その点を深く認識することを希望する。

1) トウドウマリハマグリ的重要性と絶滅の危険性

トウドウマリハマグリは既に述べたように、トウドウマリ浜において隔離と固有化が進んだと考えられるハマグリ属の1種で、全く同じような殻形態を持ったハマグリは日本およびインド・太平

洋からこれまで確認されていない。ハマグリ属の進化を考える上で非常に重要な種であると考えられる。DNAの分析でしか種の位置は確定できないが、西表島・トゥドゥマリ浜の固有種である可能性も持っており、また琉球列島でハマグリ属の種が現棲しているのはトゥドゥマリ浜のみであることから、その重要性・貴重性が社会的に強く認識されるべきである。

ハマグリ属の種は、日本においては絶滅の危機に瀕しており、*Meretrix lusoria* ハマグリ・*M. Lamarcki* チョウセンハマグリは共に深刻な減少傾向にあり、水産資源としては現在は*M. petechialis* シナハマグリなどを中心に国内消費の殆どを海外からの輸入に頼っている(山下ほか2004)。このハマグリ類の減少傾向は、ハマグリ類が海洋環境の悪化に弱い生物であることを示唆している。

トゥドゥマリ浜周辺の開発によって、海洋環境が悪化すれば、トゥドゥマリハマグリは最初に絶滅する生物となることが強く予想される。世界でここにしかない種かも知れないこのハマグリは、現在存亡の淵に立たされている。日本国民・西表島の住民は、この愛らしいハマグリの存在に注目して欲しい。

2) トウドゥマリ浜の環境特性と砂浜貝類群集

サンゴ礁に縁取られた琉球列島の海岸は、大部分が石灰岩盤と生物起源砕屑堆積物(サンゴ片・有孔虫など)からなっている。

そうした中で、サンゴ礁の大きな切れ目には、陸源堆積物からなる砂浜海岸が、サンゴ礁の間にはめこまれるようにして形成されている場所がある。奄美大島嘉徳・徳之島山(さん)・沖縄県大浦湾奥・沖縄島与那原(よなばる)海岸(埋立により1999年消滅)・西表島トゥドゥマリ浜に発達していて、いずれの場所も河川が流入し、水深勾配の大きい入り江状地形である。この砂浜海岸は、琉球列島においては極めて限られた自然環境であり、そこには特異な貝類群集が見られる。それは日本本土温帯域における砂浜のものとは由来の異なる、琉球列島亜熱帯域特有の群集であると考え

られる。

トゥドゥマリ浜では深度勾配(高潮帯渚線から水深10m以深)に伴う種相の推移が見られ、琉球列島で最もスケールの大きい「砂浜貝類群集」を呈している。こうしたことから、トゥドゥマリ浜の「砂浜貝類群集」は、琉球列島の海岸生物の由来や海岸環境の成立過程を解明していく上で重要な生物群であると思われる。また、琉球列島の海岸自然環境の多様性を理解する上での指標の一つとなりうる。

3. 西表島浦内川流域の魚類相

浦内川流域における魚類相についてまとめられた文献は少なく、この30年間の調査結果をふまえて浦内川の魚類相を明らかにした。環境省レッドリストには、絶滅のおそれのある種(絶滅危惧Ⅰ類およびⅡ類)として76種があげられている(環境庁1999)。この内、浦内川には16種が生息する(本流に14種、集落内細流に2種)。また、将来レッドリストに掲載される可能性が高い種が17種、日本では浦内川でしか確認されていない種12種を含む、約400種の魚類が生息しており、一河川にこれほど多くの種と絶滅危惧種が生息する川は他に例を見ない(鈴木未発表)。

これら絶滅危惧種16種のうち、キバラヨシノリをのぞく15種は、いずれも通し回遊魚とよばれ、仔稚魚の時期を海から汽水域で過ごす(川那部ほか2001)。すなわち、トゥドゥマリ浜から浦内川汽水域を重要な生育場所としている。また、波打ち際(破波帯)は、仔稚魚にとって特に大切な生育場所である(千田ほか編著2001)。

今回行った調査での新たな知見はまだ得られていないが、浦内川で採集された10種が新種(未記載種)として挙げられる。今後これらの新種については早急に記載していきたい。

開発に伴う問題点として、①排水中の大量の有機物、界面活性剤、環境ホルモンによる水質汚染、②大量取水による渇水、③大量のゴミと、ダイオキシンの問題、④除草剤散布による水質汚染、⑤夜間照明や騒音による忌避や遡上障害、⑥観光客

の増加による森林や河川の荒廃などがあげられ、絶滅危惧種や希少種の絶滅が懸念される。

希少種リスト(図2、3)

1) 絶滅危惧 I A 類

- ウラウチフェダイ(渓流域に生息)
- コマチハゼ(マングローブ林に生息)
- ミスジハゼ(マングローブ林に生息)
- クロトサカハゼ(河口域に生息)
- コンジキハゼ(マングローブ林に生息)
- アゴヒゲハゼ(マングローブ林に生息)

2) 絶滅危惧 I B 類

- ニセシマイサキ(渓流域に生息)
- ヨコシマイサキ(渓流域に生息)
- シミズシマシサキ(渓流域に生息)
- ツバサハゼ(渓流域に生息)
- タメトモハゼ(湿地や細流に生息)
- タナゴモドキ(湿地や細流に生息)
- キバラヨシノボリ(渓流域に生息)
- ルリボウズハゼ(渓流域に生息)

3) 絶滅危惧 II 類

- ナガレフウライボラ(渓流域に生息)
- ジャノメハゼ(マングローブ林に生息)

4) レッドリストに将来掲載される可能性が高い種

- ゴマハゼ属の1種(マングローブ林に生息)
ほか16種

5) 未記載種(新種)

- ハゼ科の1種(新属新種)(河口域に生息)(渋川・鈴木 未発表)
- オオメワラスボ科の1種(属は日本初のもの)(河口域に生息)(昆・鈴木 未発表)
- クモハゼ属の1種(河口域に生息)(明仁ほか 2000)
- ニラミハゼ属の1種(河口域に生息)(渋川・鈴木 2001)
- イソハゼ属の1種(月が浜河口域に生息)(渋川・鈴木 未発表)
ほか5種

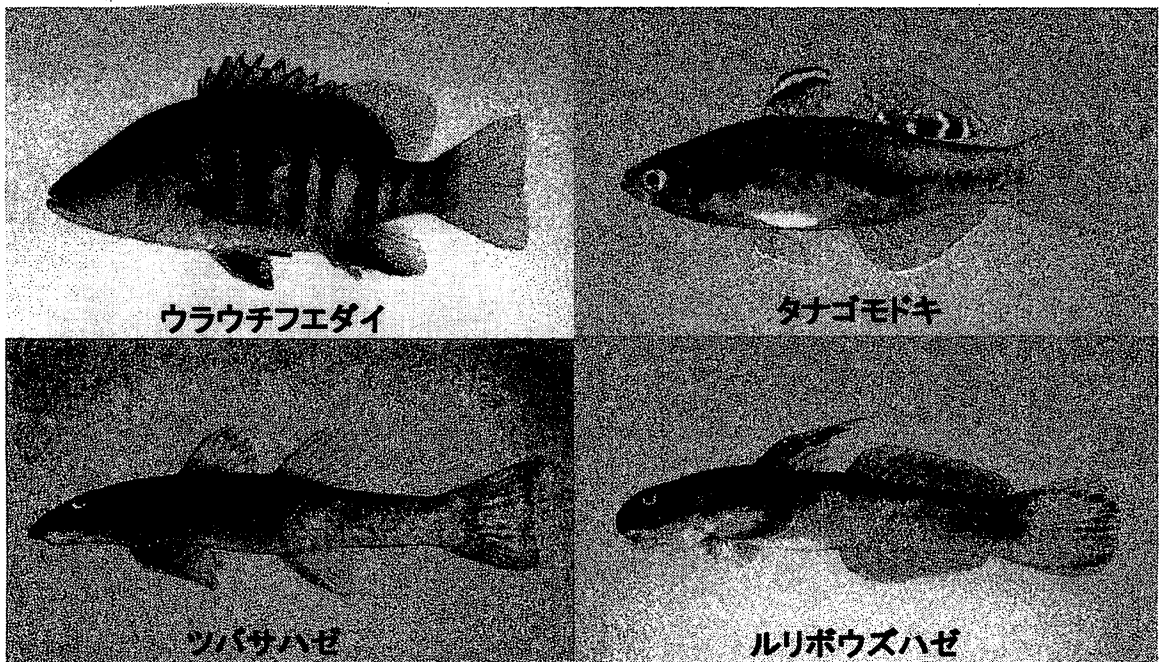


図2 環境省によるレッドリストに掲載されている絶滅危惧種が多い(全76種のうち16種)

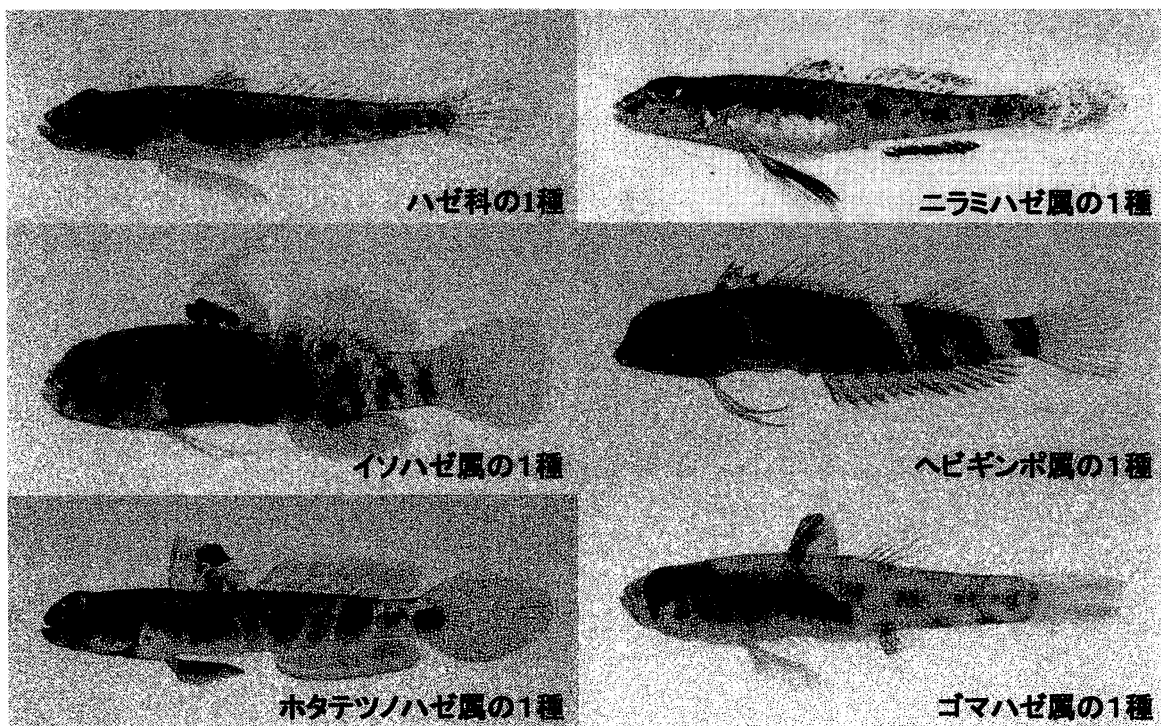


図3 未記載種(10種)・日本未記録種(9種)が多い

6) 日本では浦内川でしか確認されていない種類

- アカメ属の1種(鈴木ほか 1995)
- アトクギス(月が浜や河口域に生息)(鈴木ほか 2001)
- ナミダカワウツボ(河口域に生息)(波戸岡ほか 1992)
- ボラ科の1種(属は日本初のもの)(渓流域に生息)(瀬能私信)
- イトヒキハゼ属の1種(河口域に生息)(渋川・鈴木・矢野 未発表)
- オグロオトメエイ(河口域に生息)(吉郷・吉野 1999)
- イソギンボ属の1種(河口に生息)(鈴木・細川 未発表)
- ゼブラアナゴ(月が浜に生息)(益田ほか編 1988) ほか4種

4. 西表島浦内川流域の地名(1)

その地域で、古くから使われてきた地名を収集することは、時代とともに消失するおそれが多い方言名を記録するとともに、人が自然とどのような関わりを持って暮らしてきたかという自然認識を知るの一つの方法でもあると考えられる。このことから、浦内川流域一帯の地名を明らかにするために石垣金星氏を中心とした地元住民からの聞き取りを行い、一部ではあるが現在も使われている地名を中心に記録を試みた。

調査地は、西表島西部地域—現在は浦内となっているカトウラ～干立、祖内にわたる浦内川流域を主に記録した。

- 環境庁. 1999. 汽水・淡水魚類のレッドリストの見直しについて (<http://www.eic.or.jp/eanet/>).
- 千田哲資・南卓志・木下泉編著. 2001. 稚魚の自然史. 303pp. 北海道大学図書刊行会, 札幌.
- 渋谷浩一・鈴木寿之. 2001. 西表島で採集されたニラミハゼ属の1未記載種. 2001年度日本魚類学会年会講演要旨.
- 鈴木寿之・細川正富・瀬能宏. 1995. アカメ属の1種. *IOP Diving News*, 6(12):1.
- 鈴木寿之・瀬能宏・細川正富. 2001. 西表島で採集された日本初記録のアトクギス. *IOP Diving News*, 12(2): 2-4.
- 山下博由・石垣金星・松本千枝子・福田宏・鈴木田亘平・名和純・奥田夏樹・山下智菜美・水間八重. 2005. 西表島浦内川流域の貝類相と生態系の保全. *Venus*, 64(1-2): 71-72.

Interdisciplinary study concerning the coexistence of human being with nature was conducted at the drainage and estuarine area of Urauchi River. Distinctive environment including vast mangrove forest, sandflat and beach with many endangered species make the Urauchi River academically important. Therefore the area has been nationally and prefectural assigned for nature conservation. But there is no effective law protection for the area.

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

The aim of our project is to reveal the capacity of nature and social resource for sustainable use of the study area. In this study, we conducted field research to identify rare species of benthic animals especially for molluscs and fishes, which contributes the basic information for current quantitative study supported by PRO NATURA FUND. Preliminary environmental estimations of water and soil were also performed. Furthermore, results of our previous studies which were singly done and related studies were accumulated for the future.

Our study revealed the existence of 9 new species including *Ovassiminea* sp. of Mollusca and *Enneapterygius* sp. of fishes. Many other ecologically valuable species were also found (e.g. *Meretrix* sp.). Further study will demonstrate the distribution of another set of ecologically valuable species, which will prove the importance of this study area. Exhaustive development of nature by human (e.g. resort hotel and ecotourism) should be ceased, and we may be able to try constructing new social and economical system that allows the coexistence of human with nature.

西表島における亜熱帯林の再生動態と種多様性保全に関する 基礎的研究

南西諸島亜熱帯林研究グループ

久保田 康裕¹⁾・相場 慎一郎²⁾

Maintenance mechanisms of species diversity and regeneration dynamics of the
subtropical forest in Iriomote Island, southern Japan.

Research group of subtropical forest in Ryukyu Islands

Yasuhiro Kubota and Shin-ichiro Aiba

西表島の相良川上流部における原生林の種組成と構造上の特徴を明らかにし、それらと地形に伴う土壌水分傾度の対応関係について解析を行なった。原生林の斜面下部から尾根にかけて2haの調査区を設置し、地形データに基づき内部は3つの地形タイプ(尾根・斜面・谷)に分類された。土壌水分の季節変化は、テンシオメータと土壌水分計によって測定された。優占種51種の空間分布をトールス変換検定で解析した結果、31種は地形タイプに対して非ランダムな分布を示した。尾根に偏った分布を示した種は22種、斜面は5種、谷は5種だった。土壌水分の季節変化を地形タイプ間で比較すると、特に7月から8月にかけての夏期では、尾根部の土壌の乾燥が激しかった。このことから、亜熱帯林の林木種に観察された非ランダムな空間分布には、地形に対応した土壌水分の空間的異質性が作用していると考えられた。

1. はじめに

本研究は、南西諸島南端域の西表島において、林齢の異なる林分(二次林と原生林)を長期観察することによって、亜熱帯林の成長・枯死動態を解明しようとするものである。西表島には、日本で最大規模の亜熱帯林が存在しており、イリオモテヤマネコのような希少な野生生物の生息地となっている。西表島といえども、全域が原生林によって覆われているわけではない。低地帯には伐採後の二次林が主に分布しており、原生的極相林分は特定の河川上流部に限定されている。西表島の植生については、植物社会学的研究が数多く行われ

てきたが(野村・佐藤 1963、島袋ほか 1985、鈴木ほか 1987、田川ほか 1990)、継続調査による森林動態の研究は未だ行なわれていない。このような研究の立ち遅れがある中で、西表島でも開発計画は後を絶たない。亜熱帯林を生態学的に管理するためには、その動態特性を把握することが前提条件になる。二次林と原生林の種組成と構造を比較解析することによって人為影響を定量化し、かつ極相林の維持機構を明らかにすることによって、亜熱帯林の潜在的動態特性を評価する必要がある。

私達は今回の研究助成を受けて、亜熱帯林に対する人為影響を評価するのに不可欠な、原生林の

1) 鹿児島大学教育学部：〒890-0065鹿児島市郡元1丁目

2) 鹿児島大学理学部：〒890-0065鹿児島市郡元1丁目

潜在的な動態特性を把握するための調査を行なった。本論では、西表島の相良川上流部で発見した原生林の種組成と構造上の特徴、それらと地形に伴う土壌水分傾度の対応関係についての解析結果を報告する。

2. 調査地

西表島の1971年から2002年までの年平均気温は23.4℃で、年間降水量は2,335.1mmである。最寒月平均気温が18.0℃なので、ケッペンの気候区分に従うと、熱帯雨林気候と温暖湿潤気候のちょうど境目にあたる。また雨量指数によると、暖温帯と亜熱帯の境界はWI=180なので、西表島の森林(WI=221)は亜熱帯雨林に属する。

本研究では、西表島の亜熱帯林の永久方形区を再調査することによって、その構造と動態を明らかにしようとしている。森林動態の研究では、異なる林齢林分を時系列化して比較解析することが有効である。私達は2000年以来過去4年間にわたって、西表島全域にわたり、二次林から極相林まで様々な林齢の林分に7個の永久方形区を設定してきた(表1、合計2.795 ha、樹高2m以上の樹木約30,000個体)。

表1 調査地の概要

Plot	Size (m)	Area (ha)	Altitude (m)	Date
<i>Secondary forest</i>				
Aira 1	30×20	0.06	40	2002/10、2004/10
Sonai 1	30×20	0.06	130	2002/10、2004/10
Sonai 2	30×20	0.06	140	2002/10、
Omijya	40×40	0.16	40	2001/10、2004/10
Otomi	35×30	0.105	140	2001/10、2004/10
<i>Climax forest</i>				
Aira 2	200×100	2	170	2002/10、2004/02
Komi	70×50	0.35	250	2000/09、2004/10

3. 調査方法

今回の研究助成(2004年)では、2月に西表島東部相良川上流域の右岸斜面の極相林(原生林)プロット(相良2)を0.2 haから100m×200m(2ha)に拡張し毎木調査を行なった。なお、プロット設置の測量は、全て牛方のポケットコンパスと巻尺(50mないし30m)を用いて行った。毎木調査の対象木は、プロット内の自然高2m以上の全樹木と

した。生きている個体を対象とし、樹種同定後、胸高位置(1.3m)をマーカーやスプレーペンキなどで塗布した後、大径木についてはメジャー(タジマのスチールコンベックス)で胸高周囲長を、小径木についてはノギス(タジマのダイヤル式ノギス)を用い、長径・短径(2方向)での胸高直径をそれぞれ測定した。また、プロット内の任意の1列を選択し、測樹ポールやハンドレベルを用い樹高を計測した。また最大胸高直径の個体についても適宜、樹高を測定した。

調査区を、10m×10mのグリッドセルに分割し、各グリッドセルはYamakura *et al.* (1995)の手法によって3つの地形タイプ(尾根・斜面・谷)に分類した。また、各グリッドセルの岩礫被覆率を記録した。その後テンシオメータ(n=60)を各地形タイプに設置し、土壌水分の季節変化を追跡した。同時に土壌水分計を用いて、各グリッドの交点(n=693)における土壌含水率を測定した。

さらに、10月に5か所の調査区(相良1・祖納1・大見謝・大富・古見)の再測定を行い、樹木の成長率・枯死率・リクルート率のデータを収集した。

4. 結果と考察

テンシオメータによる土壌水分の季節変化をみると、7月から8月にかけての夏期で乾燥が著しかった(図1)。土壌水分計による測定では、特に尾

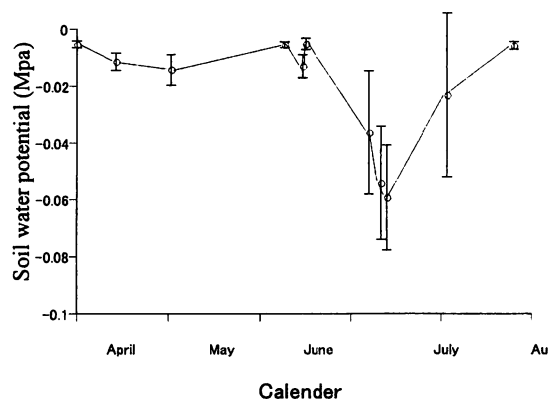


図1 土壌表層の水ポテンシャルの季節変化
テンシオメータは表層20cmの深さに設置。

根部の土壌の乾燥が激しかった(図2a, b)。

調査区における出現種は102種だった。個体数での優占種はスダジイ、シシアクチ、ポチヨウジ、モクタチバナ、シマミサオノキなどだった。地上

部現存量での優占は、スダジイ、オキナワウラジロガシ等だった。林木密度は尾根で高く、谷で低い傾向を示した。種数出現種数や地上部現存量も、林木密度に対応し尾根で高く谷で低かった(図3a, b, c)。

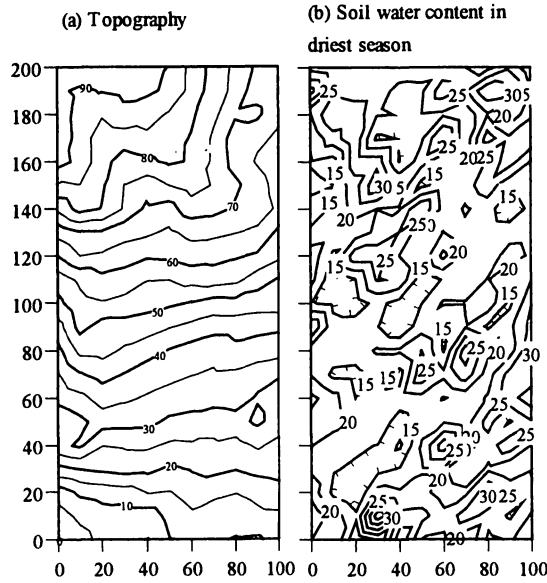


図2 (a)プロット内(100×200m)の地形図。地形の等高線は5m間隔。
(b)最乾燥期(7月)における土壌水分含有率の空間分布。

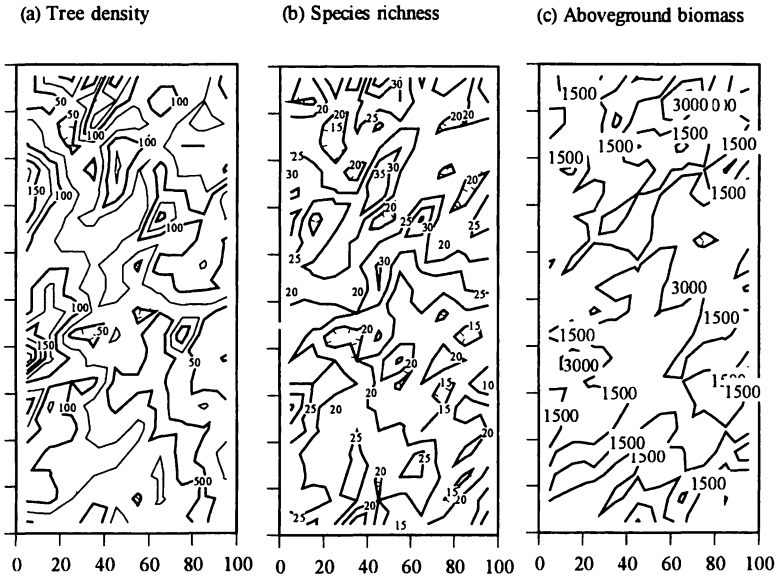


図3 プロット内(100×200m)における林分構造属性の空間分布
(a)樹高2m以上の幹密度(/10m×10m)の空間分布。
(b)樹高2m以上の林木種数(/10m×10m)の空間分布。(c)地上部現存量(kg/10m×10m)。

優占種51種の空間分布を一次元(xもしくはy軸)と二次元(x-y軸)のトラス変換検定で解析した結果、31種は地形タイプ、21種は岩礫の被覆率、それぞれに応じた非ランダムな分布を示した。尾根に偏った分布を示した種は22種、斜面は5種、谷は5種だった。スタジイやシシアクチなど個体数で優占する種の多くは、尾根に偏った分布だった。なお個体数で優占していたヤエヤマコンテリギは谷に偏った分布を示した。リュウキュウマユミ、フカノキ、アカハダノキ、アカメイヌビワ等8種は、岩礫が50%以上被覆しているグリッドセルに偏った分布を示した。

以上の結果より、亜熱帯林の林木種に観察された非ランダムな空間分布には、地形の異質性に対応した土壌水分傾度が作用していると考えられた。

引用文献

- 野村穰・佐藤治雄. 1963. 西表島の植生. 八重山群島学術調査報告: 177-196.
- 島袋曠ほか. 1985. 西表島等天然記念物緊急調査Ⅱ. 西表島天然記念物緊急調査報告書Ⅱ. 沖縄県天然記念物調査シリーズ第24集. 沖縄県教育委員会.
- 鈴木京子・服部保・武田義明. 1987. 西表島の照葉樹林の生態学的研Ⅰ. 群落の構造、多様性、種組成と潮風雨条件との関係. 中西哲博士追悼 植物生態・分類文集, 19-25. 神戸群落生態研究会.
- 田川日出夫・宮城康一・川窪伸光. 1990. 西表島崎山半島の植生. 平成元年西表島崎山半島地域調査報告書. 93-115. 環境庁自然保護局.
- Yamakura T., Kanzaki M., Itoh A., Ohkubo T., Ogino K., Chai E.O.K. Lee H.S. and Ashton P.S. 1995. Topography of a large-scale research plot established within a tropical rain forest at Lambir, Sarawak. *Tropics* 5: 41-56.

We investigated the variation in community attributes (tree density, stand biomass and species richness) with the topography-water availability relationship, and examined the degree of habitat specialization of the component species in a subtropical forest in Iriomote Island, southern Japan. The 2.0 ha plot established in a climax forest was divided into 200, 10 x 10 m subplots, which were then classified as ridge, slope or valley. Soil water content of the subplots on ridge tended to be high, whereas that in valley to be low, indicated that spatial variation of soil water content was related to topographic heterogeneity. The spatial distribution of individual species between the ridge, slope and valley types using the torus-translation test, which assumes that samples are not independent along the environmental gradients. Of the 51 dominant tree species, 31 showed significant topographic associations. 22 species were positively associated with ridges, and 5 were found in significant numbers on the slopes, and 5 in the valleys. Habitat preferences of these species seemed to reflect drought tolerance. Topographic heterogeneity that associates with water availability might be a major factor regulating spatial variation of species richness in the subtropical forest.

エゾシカの餌選択とミネラル要求性

道東エゾシカ研究グループ

北原 理作¹⁾・小松 輝行¹⁾・増子 孝義¹⁾

Effects of mineral requirements on food selection by sika deer (*Cervus nippon yesoensis*)

Yesosika research group east Hokkaido

Risaku Kitahara, Teruyuki Komatsu and Takayoshi Masuko

エゾシカは春期から秋期にかけて、子育て、成長、繁殖に多くのミネラルを必要としていると思われる。

本研究では、ミネラル供給源として重要であると思われるエゾシカの餌植物(牧草、枝、樹皮、ササ、落ち葉、野草など)および土舐め場の土壤に含まれるミネラルの分析を行った。

その結果、エゾシカのカルシウム要求性が高いと考えられる夏期に、好んで採食するエゾイラクサ(*Urtica Platyphylla*)に最も多くカルシウムが含まれていた。さらに土舐め場の土壤中にも多かった。

また、草食獣に不可欠なナトリウムについて、内陸に生息するエゾシカは、特に春先にビート(*Beta vulgaris* L.)の葉から摂取している可能性が高いと考えられた。

よって、エゾシカの場合、春期から秋期におけるカルシウムやナトリウムに対する要求は、餌選択、農作物被害および生息地選択に影響を与えると考えられた。農耕地における防鹿柵の設置は、エゾシカによる農作物被害を防ぐことに成功したが、言い換えれば、多くのエゾシカがナトリウムの供給源を失ったと思われる、その影響が懸念される。

1. はじめに

全国で大型哺乳類の保護管理計画が策定施行されている。エゾシカに関して見ると、現状では個体数削減で精一杯な状況であり、個体数管理の根幹をなす生息数を一定範囲内に維持するコントロールや生息地管理は先行き不透明である。

シカの保護管理が始動した背景には、増加する農林業被害対策としての期待もしくは樹皮食いなど森林生態系に対する悪影響の懸念が挙げられる。だが、被害は個体数の増減と必ずしも連動す

るとは限らない(北原ら 2000)ため、密度管理や生息地管理などの手法を取り入れる必要がある。

科学的な保護管理を実施する際、各地域個体群ごとに多くの継続的な調査研究が必要である。しかし、エゾシカの食性分野について見ても、十分とは言い難い。例えば、野生のエゾシカを対象とした栄養生理学的研究(相馬ら 1996、Yokoyama *et al.* 2000、増子ら 2001)が行われてきたが、いずれも一般栄養成分を対象としてきた。エゾシカにとって粗蛋白質や粗繊維が重要であっても、一

1) 東京農業大学生物産業学部植物資源・生産管理学研究室：〒099-2493 北海道網走市八坂196

般成分のみで餌植物の優劣は評価出来ない。ここでは、エゾシカのミネラル摂取という新たな視点から餌植物の評価を行った。ミネラルをどのような植物や土壌から摂取しているかを調べることは、採食行動や生息地選択に与える一要因を解明する上で重要であろう。

特に、エゾシカは、越冬後体力回復を速やかに行き、出産、子育て、繁殖を短期間に行う動物であり、それらの生活史においてミネラルが果たす役割は大きいと思われる。

2. 調査地域と方法

これまで、野外におけるエゾシカの食痕調査が、複数の地域で行われてきた(梶 1981、矢部ら 1990、横山 1995、樋口ら 2002)。いずれも定量的な調査ではないため、木本類のような樹種選択性の順位付けは難しい。また、草本類は季節ごとに多種多様なため、全種サンプリングは不可能である。そこで、上記文献や農業被害状況などを参考にし、現存量が多い、群落を形成しやすい、食痕が顕著もしくは忌避されやすいなどの特徴を持った植物や農作物を中心に収集した。エゾシカの食性には、季節変化が見られるため、春期から秋期、越冬期という季節性を考慮した。すなわち、春期から秋期は、牧草、作物、野草、ササ、落ち葉を、越冬期は、樹皮、枝、ササ、牧草、落ち葉などを主に採取した。また、春期から秋期にかけて採食する植物は、食痕が多く見られる時期に採取した。一部のサンプルを除き、収集地域は阿寒国立公園ならびに網走管内斜網地域である。採取した植物は、48時間70度で乾燥させ、硫酸過酸化水素水分解法を行い、原子吸光法で、試料中のカルシウム(Ca)、カリウム(K)、マグネシウム(Mg)、ナトリウム(Na)、鉄(Fe)を定量した(この他リン(P)、マンガン(Mn)、亜鉛(Zn)、銅(Cu)も定量したが、解析中のためここでは省略)。食痕が植物体の特定部位に偏る種は、例えば花と葉茎のように区分して分析した。

さらに、植物体以外にエゾシカが土舐めしている場所から土壌を採取し、トルオーグ法と原子吸

光法で無機物を定量した。採取場所は、当初阿寒・白糠地域の3ヶ所を予定していたが、白糠地域の土舐め場が開発により破壊されたため、阿寒地域の2ヶ所である。

本研究における試料は、1種につき複数の場所から提供されたものではない。よって、土壌の影響を受ける可能性も否定できない。例えばサンプルに付着した土壌中の鉄分が、測定値に影響を与えている可能性がある。しかし、エゾシカが採食する状態が重要なので、水洗などはしていない。よって、絶対値を鵜呑みにすることは避けるべきで、種間の相対的な比較を主に行った。

作物や牧草の場合は、日本標準飼料成分表2001年版(農業技術研究機構 2002)、北海道農業と土壌肥料1987(日本土壌肥科学会北海道支部 1987)など一般的な基準値があるので、測定値が妥当かどうか参考にした。

3. 結果

(1) 春期～秋期

この期間のエゾシカの主食は、イネ科やマメ科の牧草と考えられるが(北原ら 2002)、農耕地においては、畑作物のムギ類やビート(甜菜)さらに豆類や馬鈴薯などを採食している(北原・小松 2001)。森林域でも道路法面において牧草は得られるが、野草類や果実に対する依存率も高いと考えられる(横山 1995)。また、早春や晩秋を除けば、相対的に樹葉やササに対する依存率は僅かであろう(梶 1981、矢部ら 1990、横山 1995)。しかし、樋口ら(2002)の報告では、9月以降ツリバナ類やツツジ類などの灌木の樹葉採食が見られたとされる。また、餌条件が悪化した洞爺湖中島では落ち葉を採食している(Takahashi & Kaji 2001)。

各元素別に見ると、Ca(図1)は、エゾイラクサ、広葉樹落ち葉、マメ科牧草、チシマアザミ、オオブキに多く含まれていた。洞爺湖中島で夏期に採取した落ち葉にもマメ科牧草とほぼ同レベルで含まれていた。K(図2)は、オオブキに多く含まれていた。Mg(図3)は、ビートの葉に多く含まれていた。Na(図4)は、ビートの葉に特異的に多く含ま

れていた。Fe(図5)は、ビートの葉茎や大根に多く含まれていた。イネ科牧草およびクマイザサには、Ca、Mg、Naが少なかった。ミズナラドングリはいずれのミネラルも少なかった。

(2) 冬期(積雪期)

この期間のエゾシカの主食は、多くの草本類が枯死したり雪中に埋もれたりするため、常緑のサ

サの葉部となるが、積雪により樹皮に依存する場合がある(北原ら 2000)。フッキソウは採食しない。阿寒国立公園内や網走管内斜網地域では、クマイザサが優占している。雪どけ直後には、道路法面で採食する姿がしばしば見られる。蘚苔類や地衣類を選択的に採食しているような痕跡はほとんど見当たらないが、樹皮食いする際、樹皮と共に採

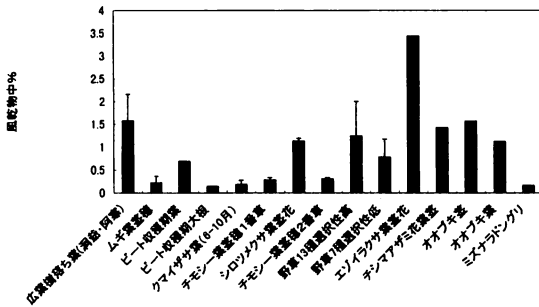


図1 エゾシカが春期から秋期にかけて採食する植物のカルシウム濃度(平均値±標準偏差)

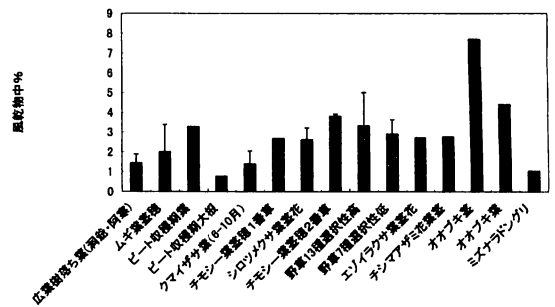


図2 エゾシカが春期から秋期にかけて採食する植物のカリウム濃度(平均値±標準偏差)

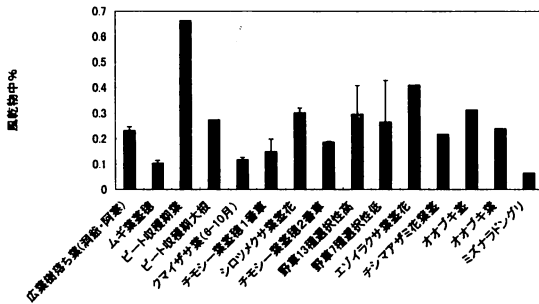


図3 エゾシカが春期から秋期にかけて採食する植物のマグネシウム濃度(平均値±標準偏差)

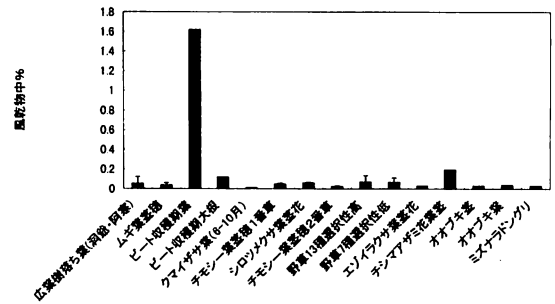


図4 エゾシカが春期から秋期にかけて採食する植物のナトリウム濃度(平均値±標準偏差)

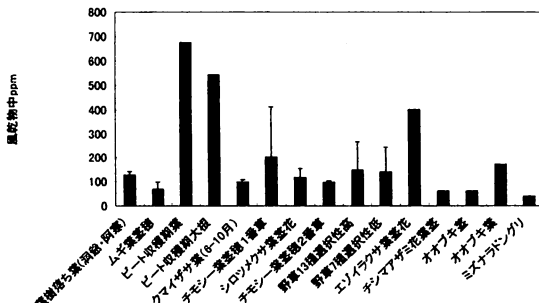


図5 エゾシカが春期から秋期にかけて採食する植物の鉄濃度(平均値±標準偏差)

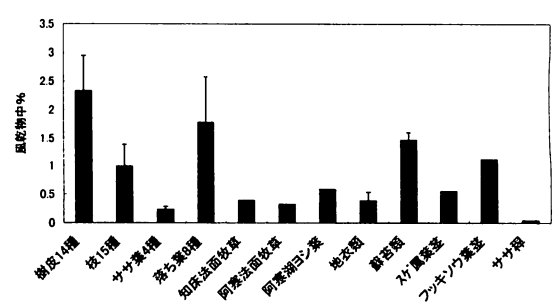


図6 エゾシカの越冬地において冬期間に採取した植物中のカルシウム濃度(平均値±標準偏差)

食している場合がある。

各元素別に見ると、Ca(図6)は、樹皮、広葉樹落ち葉に多く含まれていた。オヒヨウの内皮と外皮を比較すると内皮にやや多かった。ササには少なかった。K(図7)は、常緑のササなどに多く含まれていた。Mg(図8)は、広葉樹落ち葉および海岸沿いの法面牧草(ナガハグサ)に多く含まれていた。

KおよびMgは、春から秋の餌植物と比較すると、含有率は全体的に低かった。Na(図9)は、海岸沿いの法面牧草(ナガハグサ)に多く含まれていた。知床半島(海岸部)と阿寒湖畔(内陸部)のナガハグサを比較すると、NaおよびMgの含有率が大きく異なった。これは、NaやMgも多く含む海水の影響

響(潮風による付着)と考えられた。Fe(図10)は、蘚苔類に多く含まれていた。蘚苔類には、CaやMgもやや多く含まれていた。樹皮の試料にコケが付着していたため、樹皮の鉄含有率が高くなったと思われる種があった。

土舐め場の土壌分析の結果、Ca、Fe、MnおよびCuの含量が高く、P、Kは少なかった(表1)。

4. 考察

現時点では、エゾシカにおけるミネラル要求に関する基準値は未解明である。しかし、エゾシカのメスは、春に出産し夏期に子育て、オスは春に落角し、9月頃から枯角となり秋の繁殖期に備える。さらに長い越冬期間に備える必要がある。つ

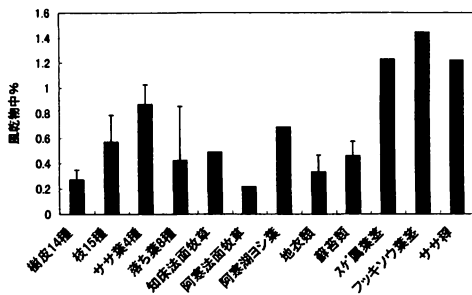


図7 エゾシカの越冬地において冬期間に採取した植物中のカリウム濃度(平均値±標準偏差)

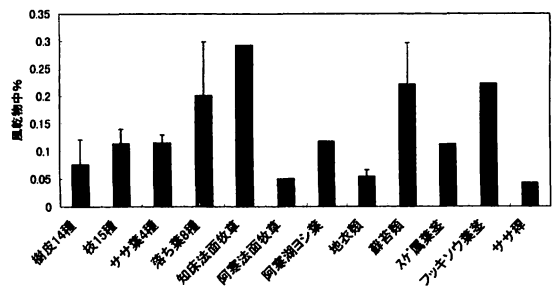


図8 エゾシカの越冬地において冬期間に採取した植物中のマグネシウム濃度(平均値±標準偏差)

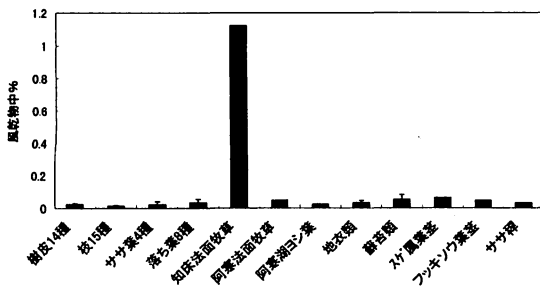


図9 エゾシカの越冬地において冬期間に採取した植物中のナトリウム濃度(平均値±標準偏差)

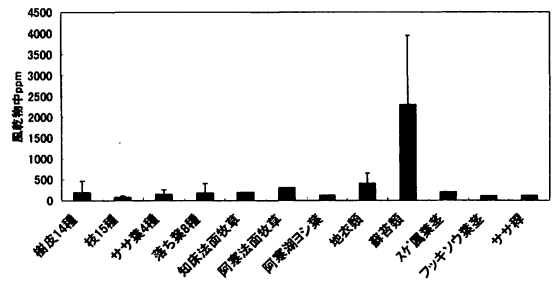


図10 エゾシカの越冬地において冬期間に採取した植物中の鉄濃度(平均値±標準偏差)

表1 北海道東部阿寒地域のエゾシカによる土なめが確認された場所における土壌成分値

乾物中	P (%)	Ca (%)	K (%)	Mg (%)	Na (%)	Fe (%)	Mn (%)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
雌阿寒	0.09	0.29	0.09	0.43	0.23	4.02	0.00	92.70	109.18
白水	0.14	23.48	0.88	0.32	0.39	16.11	0.53	89.04	24.38

まり、オスは角の成長、メスは泌乳、子ジカは体の成長という各過程で一般栄養のみならず、Caなどを多く必要とすることは明らかである。例えば、ホンシュウジカの事例では、鹿乳には、Ca、PおよびNaが多く含まれ、いずれも牛乳より多く、Caにおいては1.1~1.7倍だとされている(石田ら1995)。角(鹿茸)にも同様にCa、PおよびNaが多く、肉には、Fe、KおよびPが牛肉、豚肉、鶏肉に比べて多かったとされる(石田ら1995)。

ただし、ミネラル摂取が多ければ良いとも限らない。例えば、Goatcher&Church(1970)は、NaClに対する感受性(濃度と拒否反応の関係)を家畜の種類(ウシ、ヒツジ、ヤギ)ごとに比較し、ウシは低濃度でも感受性が高いことを示している。

これらのミネラルの供給源は、餌植物とは限らず、土舐めによる摂取もあるだろう。

餌植物から摂取する場合、各ミネラルの特性(高橋1993)を把握する必要があるだろう。すなわち、植物と動物の間で必要とする元素の種類や役割が異なり、Naなどのように動物が必要とするだけの必須元素を植物が与えてくれない場合がある。

また、双方にとって必須元素であっても、窒素(N)やP、KおよびMgは、植物体内を移動しやすく、古い葉から新しい葉へ移行しやすい。一方、Ca、Fe、Zn およびCuは移動しにくいので、新しい葉で欠乏しやすい。Mnは、中間型である。

さらに、植物による土壤中のミネラル吸収は、pHや有機物量などに左右され、pHが高いもしくは有機物が多い場合、Fe、Zn、MnおよびCu欠乏がこりやすい。MgやCa欠乏は、酸性土壌でこりやすい。

以上のような特性は、草食獣であるシカにとって極めて重要であろう。例えば、生息地の土壤タイプによって、容易には得られない必須元素が変化し得るだろう。海岸部ではなく、内陸部に行動圏を持つ個体は、NaやMgの得やすさが異なるだろう。

また、エゾシカは、春期から秋期まで牧草の新芽や再生葉などを好み(北原ら2002)、N、P、Kなどは得やすいと思われるが、逆にCaは得にくい

(ササの当年葉を夏期に主食とした場合も同様であろう(図1))。その場合、古い植物体を採食するか土舐めをするか、さもなければ、双子葉植物やマメ科牧草さらにCaを体内に集積しやすい石灰植物(高橋1987)を選択的に採食する必要がある。

または、しばしば痕跡が見られるが、落角などをかじることにより得るかもしれない。

本調査で用いた試料においては、イラクサが石灰植物の代表であり、皮肉にも植物が動物による採食から体を守るために備えたトゲ(刺毛)の内部にCaが集積し堅さを補強している(高橋1987)。図1のCa濃度をみても、エゾイラクサが突出している。これでは、トゲがCaという餌で草食獣を誘引することになりかねない。

だが、トゲの密度や長さは、同一種でも採食圧の程度により変化することが知られている(高槻1993)。また、アメリカオニアザミは、鋭いトゲを有し、家畜やシカが忌避するため、北海道東部美幌町内の放牧草地で多く見られる。一方、オニアザミほどのトゲを持たないチシマアザミやエゾイラクサには葉茎でも食痕が目立つ(矢部ら1990、横山1995、樋口ら2002)。高槻(1989)は、物理的、化学的防衛機能を有するイラクサを、ニホンジカの不嗜好植物に分類しているが、エゾシカにおいては不嗜好とは言えない。むしろ、糞や足跡の痕跡が残りにくい夏期(概ね7~9月)の森林において、エゾシカの生息の有無を確認する際の一指標植物として使えるかもしれない。

例えば、牧草地に雑草として侵入したエゾイラクサは、イネ科およびNやCa濃度が高いマメ科牧草が周囲に十分あるにもかかわらず、毎年夏期にエゾシカによって選択的に採食されている。オスメスどちらが好んで採食しているかはわからないが、選択的採食時期とエゾシカがCaを特に要求し得ると考えられる時期は重なる。

しかし、化学的防衛機能(蟻酸)を有しているためか、植物体を全て食い尽くすのではなく、上部の花や葉茎をつまみ食いされた個体が多く見られる。トゲは防衛の役割を殆ど果たしていないとしても、化学的防御により、群落の衰退や消失を上

手く回避しているのではなからうか？言い換えれば、生息密度や他の餌資源量にも左右されるが、シカにとっても毎年持続的に利用するには都合がいろいろある。防御機能がさらに発達すれば忌避される可能性はあろう。

このように、夏期のエゾシカの採食行動に、Caの要求性は影響を与えていると思われ、例えば、同じ牧草地でもイネ科のみの草地とマメ科との混播草地では、餌場としての価値は異なり、農地においても輪作体系にマメ類が組み込まれているか否かで、エゾシカの生息地選択にも影響を与える可能性が高いと思われる。道路法面に植栽される牧草もマメ科の混播率を高めれば、シカを誘引してしまうだろう。

また、Caを土舐めによって得る場合も考えられる。

ホンシュウジカの土舐め場の土には、周囲の土よりも、相対的にCa、Mg、Na、Fe、MnおよびPが多く含まれていたとされる(辻井・徳本 1997)。

阿寒地域では、CaおよびFeが非常に多い土舐め場があった(表1)。本研究の分析試料は、いずれも雌阿寒岳周辺の温泉由来の土舐め場のものである。Naは、2ヶ所とも0.2%以上であり、本州の土舐め場と比較すると、少ないとは言えないが、ビートの葉などと比較すると少ない(図4)。本州でもNaが多くない土舐め場が存在するようで、通常Fe、Mg、Caが特に不足している場所で植物を採食しているため、不足したそれらのミネラルを蛇紋岩の土舐め場において補給していると推察している(辻井 1987)。

Naには、植物の二次化合物を解毒する作用があるが、同様の効果は粘土にも認められ、アフリカゾウなどは、粘土を食べ葉に多く含まれる二次化合物を解毒しているようである(Klaus *et al.* 1998)。ここでは、粘土率は調べていないが、シアン化物、アルカロイド、サポニン、タンニンなどの解毒は、エゾシカにとっても重要である。Naや粘土を多く含む土舐め場の保全是、見過ごされがちだが生息地管理上不可欠であろう。

ここからは、Naを中心に考察してみよう。

エゾシカは、北海道東部では、内陸部においても広域的に分布を拡大した(Kaji *et al.* 2000)。

Naは、海岸部に生息しているエゾシカの場合容易に得ることが出来る。直接海水を飲まなくても、海岸部の草本類からも摂取可能であろう(図9)。オジロジカの例では、凍結防止剤との関連性も指摘されている(Pletscher 1987)。

しかし、内陸部に生息している場合は容易に得ることは出来ず、世界各地から土舐めなどによるNa摂取の報告がある。シロイワヤギ(Hebert & Cowan 1971)、アフリカゾウ(Weir 1972)、ジャコウウシ(Klein & Thing 1989)などの大型草食獣とも共通する。

Naは、草食獣にとって必須元素であるが、その要求性は春から初夏に高いことが知られている。

その理由として、春から初夏にかけて採食する餌植物中にカリウムや水分が多く含まれることにより、Naの体内バランスが崩れやすく、積極的に補給すると考えられている(Weeks & Kirkpatrick 1976)。土舐め場に訪れるエルク(Dalke *et al.* 1965)やムース(Fraser *et al.* 1982)の通年の行動パターンを調べても、春から初夏における利用頻度が高いとされる。

エゾシカでも、土舐め場における行動パターンは把握していないが、北海道東部美幌町の牧場における観察から、春は家畜用のミネラル塊などをしばしば利用し、要求性が高いことがうかがわれる。また例えば、早春に芽吹き食痕も多く見られるオオブキには、多くのKが含まれている(図2)。

内陸部において、放牧型の牧場や土舐め場以外に、春から初夏にNaを容易に摂取可能な場所は、畑作地帯ではビート畑であろう。ビートの被害には、春期植栽後の苗の被害と収穫期(秋期)までの大根の被害がある。春期における被害発生要因はおそらくその高いNa含有率であろう(図4)。内陸部におけるNa供給源としてのビートの存在は、エゾシカの分布拡大に寄与した可能性が高い。逆にビート(特に葉)は、ミネラルやシュウ酸およびサポニンの含有率が高レベルで主食にはなりえないとも解釈出来る。特にアカザ科に多く含まれる

シュウ酸の多食はCaの吸収阻害に繋がる可能性もあると思われる。実際、食害調査をすると、秋には、葉の被害量は少なく、大根の被害にも食い残しが多い(北原・小松 2001)。ただし、葉は利用されないが、大根から得られるビートパルプは、家畜の飼料として用いられ(大成 2003)、さらに野生のエゾシカも好んで採食しており(増子ら 2002)、飼料的価値は総合的に高い。

植物からNaを摂取している例では、ムースによる水生植物の採食が知られている(Fraser *et al.* 1984)。

また、エゾシカには、季節移動をする個体が存在する(Uno & Kaji 2000)。

アフリカサバンナにおける草食獣の分布や採餌行動は、水だけでなく、土壌や餌植物中に含まれるNaなどのミネラル含有率によって強く影響を受けているとされる(McNaughton 1988, 1990)。

春期から秋期まで農耕地(特に畑作地域)をコアエリアとした行動圏を持つエゾシカにとって、春期のビートとNa、夏期から秋期のマメとCa、主食となるムギや牧草、農耕地に隣接する山林に存在する野草類のように、餌資源量だけでなく、質も良いと思われる。ただし、牧草やマメ類が混播されていない地区もあるため、特に牧草地が無い場合、秋の貯食や繁殖期には、芽吹き直後の秋まきコムギのみでは量的に不十分とも考えられる。

一方、1990年代半ば以降道東地域を中心に、農業被害対策として農耕地が柵で囲われるようになり、現在総延長は2,500kmを超えている。これらの建設に際し、事前の影響評価は殆ど行われていないだろう(北原ら 2002)。

柵設置により、餌場、特にNa供給源を失った内陸部のエゾシカは、生息場所をシフトしたり行動圏を拡大する場合もあるだろう。それが交通事故増加の一因になりうることは否定できない。交通事故は、必ずしも生息数の変化と連動するとは限らず、集合や分散、行動圏の環境や面積によって影響を受けやすいと考えられる。よって、公共草地など収容力の高い餌場となりうる場所は柵で囲わず、多面的な利用促進を提言した(北原ら

2002)。

土舐め場の存在がオジロジカの行動圏に影響を与えている例もある(Wiles & Weeks 1986)。

また、Naと樹皮食いの関係に目を向けると、北米スベリオル湖のロイヤル島に生息するムースの例が挙げられる。この島の特徴は、海水の影響が無いこと、および氷河の影響で土壌中のNaが極めて少ないことである。そこでムースはビーバーが造る池に生える水生植物から塩分を補給するのだが、ムースの個体数変動と共に水生植物の資源量も変化し、Na供給不足に陥ったムースは、樹皮に含まれるNaを獲得するために樹皮食いを起こしたとされる(Belovsky 1981)。言い換えれば、ロイヤル島では、Naはムース個体群の繁殖や生存の制限要因であろう。

以上はあくまで一例だが、ニホンジカでも、エゾシカ(北原ら 2000)や山岳地帯で越冬するホンシユウジカ(Ueda *et al.* 2002)のように、積雪期にグラミノイドなどの利用が制限され、大規模な樹皮食いが起きる場合と、特に本州以南において、春から秋にかけて樹皮食いが起きる場合がある。後者の発生メカニズムは、各地域で要因は様々と思われるが、十分な解明がなされていない(Ando *et al.* 2004)。例えば糖分などを含む樹液を摂取しているのではないかという報告もある(尾崎 2004)。

一方、CaやKなどのミネラルを含む多量の樹液を、雪どけ前から摂取出来るシラカンバ(寺沢 1995)は、エゾシカの越冬期における選択順位が低い樹種に該当する((財)前田一歩園財団 1994)。

しばしば、要因解明の際、生息密度や被害樹木の成分分析が先行する。しかし、生息域全体における気象、地理および地質などの特性、生物学的もしくは社会的な経緯といった総合的な視点が見過ごされがちである。それらの欠如は、単なる生息数の削減という単純殺伐な対策に繋がりがねず、共生の機会を失ってしまう可能性があるだろう。また、それらの調査研究を支援する社会的基盤が、欧米に比べ極めて貧弱であることも憂慮すべきであろう。多様な野生生物の存在は、国家国民が世界に誇るべき財産であることを肝に銘じる

べきである。

このように、今後各地域で、ミネラルと大型野生動物との関わりが明らかにされれば、被害対策や生息地管理への応用が期待できると思われる。

謝辞

サンプルの提供に協力いただいた(財)前田一步園財団、美幌町峠牧場、庄田洋氏、高橋裕史氏に心より感謝の意を申し上げます。本研究を支援して下さった(財)自然保護助成基金、(財)日本自然保護協会に深謝致します。

引用文献

- Ando, M., Yokota, H. & Shibata, E. 2004. Why do sika deer, *Cervus nippon*, debark trees in summer on Mt. Ohdaigahara, central Japan? *Mammal Study*, 29 : 73-83.
- Belovsky, G. E. 1981. A possible population response of moose to sodium availability. *J.Mamm.*, 62(3) : 631-633.
- Dalke, P.D., Beeman, R.D., Kindel, F.J., Robel, R.J. & Williams, T.R. 1965. Use of salt by elk in Idaho. *J. Wildl. Manage.*, 29(2) : 319-332.
- Fraser, D., Chavez, E.R. & Paloheimo, J.E. 1984. Aquatic feeding by moose : selection of plant species and feeding areas in relation to plant chemical composition and characteristics of lakes. *Can. J. Zool.*, 62 : 80-87.
- Fraser, D., Thompson, B.K. & Arthur, D. 1982. Aquatic feeding by moose : seasonal variation in relation to plant chemical composition and use of mineral licks. *Can. J. Zool.*, 60 : 3,121-3,126.
- Hebert, D. & Cowan, I.M. 1971. Natural salt licks as a part of the ecology of the mountain goat. *Can. J. Zool.*, 49 : 605-610.
- Goatcher, W.D. & Church, D.C. 1970. Taste responses in ruminants. III. Reactions of pygmy goats, normal goats, sheep and cattle to sucrose and sodium chloride. *J. Anim. Sci.*, 31 : 364-372.
- 樋口輔三郎・遠藤泰造・秋田米治・舟木敏夫・近藤久和・細木信久. 2002. エゾシカの然別地方における夏季の行動跡. 森林野生動物研究会誌, 28 : 47-56.
- 石田光晴・目黒淳・池田昭七・武田武雄. 1995. ニホンジカの肉、乳および鹿茸の無機質分析 宮城県農業短期大学学術報告, 43 : 91-94.
- 梶光一. 1981. 根室標津におけるエゾシカの土地利用. 哺乳動物学雑誌, 8(6) : 226-236.
- Kaji, K., Miyaki, M., Saitoh, T., Ono, S. & Kaneko, M. 2000. Spatial distribution of an expanding sika deer population on Hokkaido Island, Japan *Wildlife Society Bulletin*, 28(3) : 699-707.
- 北原理作・小松輝行. 2001. エゾシカによる農作物被害問題を考える. 東京農業大学生物産学部網走寒冷地農場研究年報「トウフツ」, 3 : 25-35.
- 北原理作・小松輝行・石井琢帆・増子孝義. 2002. エゾシカと牧草. 東京農業大学生物産学部網走寒冷地農場研究年報「トウフツ」, 4 : 17-33.
- 北原理作・南野一博・澤田直美・増子孝義. 2000. 糞分析によるエゾシカの越冬期における食性評価. 第9期プロ・ナトゥーラ・ファンド助成成果報告書. pp.43-51.
- Klaus, G., Klaus-Hugi, C. & Schmid, B. 1998. Geophagy by large mammals at natural licks in the rain forest of the Dzanga National Park, Central African Republic. *J.Tropical Ecology*, 14 : 829-839.
- Klein, D.R. & Thing, H. 1989. Chemical elements in mineral licks and associated muskoxen feces in Jameson Land, northeast Greenland. *Can. J. Zool.*, 67 : 1,092-1,095.
- McNaughton, S.J. 1988. Mineral nutrition and spatial concentrations of African ungulates. *Nature.*, 334 : 343-345.
- McNaughton, S.J. 1990. Mineral nutrition and seasonal movements of African migratory ungulates. *Nature.*, 345 : 613-615.
- 増子孝義・森野匡史・春上結希乃・北原理作・佐藤健二・西田力博・高村隆夫. 2002. 野生エゾシカの餌付け手法による樹皮食害防止の試み. 北

- 北海道畜産学会報, 44 : 21-27.
- 増子孝義・相馬幸作・北原理作・澤田直美・宮入健・石島芳郎. 2001. 野生エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) が冬期から春期に採食する木本類の成分組成と *in vitro* 乾物消化率. 北海道畜産学会報, 43 : 41-47.
- 日本土壌肥料学会北海道支部. 1987. 北海道農業と土壌肥料1987. pp.120-121. 財団法人北農会, 札幌.
- 大成清. 2003. ビートパルプの流通と飼料価値(2). 畜産の研究, 57(6) : 57-60.
- 尾崎真也. 2004. 兵庫県におけるニホンジカによるスギ壮齢林の樹皮摂食害の実態. 森林応用研究, 13(1) : 69-73.
- 農業技術研究機構. 2002. 日本標準飼料成分表 2001年版. pp.128-149. 社団法人中央畜産会, 東京.
- Pletscher, D.H. 1987. Nutrient budgets for white-tailed deer in New England with special reference to sodium. *J.Mamm.*, 68(2) : 330-336.
- 相馬幸作・増子孝義・北原理作・石島芳郎. 1996. エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) における野生草本類および木本類の採食性と成分組成. 北海道畜産学会報, 38 : 98-104.
- 高橋英一. 1987. ケイ酸植物と石灰植物. 191pp. 社団法人農山漁村文化協会, 東京.
- 高橋英一. 1993. 3. 必須元素. 植物栄養・肥科学. pp. 73-101. 朝倉書店, 東京.
- Takahashi, H. & Kaji, K. 2001. Fallen leaves and unpalatable plants as alternative foods for sika deer under food limitation. *Ecological Research*, 16(2) : 257-262.
- 高槻成紀. 1989. 植物および群落に及ぼすシカの影響. *日本生態学会誌*, 39 : 67-80.
- 高槻成紀. 1993. 有蹄類の食性と植物による対被食適応 動物と植物の利用しあう関係. 川那部浩哉・鷲谷いづみ・大串隆之編. pp.104-128. 平凡社, 東京.
- 寺沢実. 1995. 樹液を飲む. *化学と生物*, 33(11) : 755-760.
- 辻井弘忠. 1987. 鹿の「土なめ」現象を調査する. 畜産の研究, 41(10) : 84-86.
- 辻井弘忠・徳本孝子. 1997. 野生鹿の土なめ現象—松本市牛伏川上流—. 日本畜産学会北陸支部会報, 74 : 77-80.
- Ueda, H., Takatsuki, S. & Takahashi, Y. 2002. Bark stripping of hinoki cypress by sika deer in relation to snow cover and food availability on Mt Takahara, central Japan. *Ecological Research*, 17 : 545-551.
- Uno, H. & Kaji, K. 2000. Seasonal movements of female sika deer in eastern Hokkaido, Japan. *Mammal Study*, 25 : 49-57.
- Weeks, H. P., Jr. & Kirkpatrick, C. M. 1976. Adaptations of white-tailed deer to naturally occurring sodium deficiencies. *J. Wildl. Manage.*, 40(4) : 610-625.
- Weir, J.S. 1972. Spatial distribution of elephants in an African National Park in relation to environmental sodium. *Oikos*, 23 : 1-13.
- Wiles, G.J. & Weeks, H.P.Jr. 1986. Movements and use patterns of white-tailed deer visiting natural licks. *J. Wildl. Manage.*, 50(3) : 487-496.
- 矢部恒晶・鈴木正嗣・山中正実・大泰司紀之. 1990. 知床半島におけるエゾシカの個体群動態・食性・越冬地の利用様式および自然教育への活用法に関する調査報告書. 知床博物館研究報告, 11 : 1-20.
- 横山真弓. 1995. 音別・足寄個体群の食性 ヒグマ、エゾシカ生息実態調査報告書. 野生動物分布等実施調査(1991~1993年度). pp.135-146. 北海道環境科学研究センター.
- Yokoyama, M., Kaji, K. & Suzuki, M. 2000. Food habits of sika deer and nutritional value of sika deer diets in eastern Hokkaido, Japan. *Ecological Research*, (3) : 345-355.
- (財)前田一歩園財団. 1994. 阿寒国立公園内におけるエゾシカの生息増加による植物への被害及び景観に及ぼす影響調査報告書. 114pp.

We suppose that sika deer (*Cervus nippon yezoensis*) need to take much mineral for making milk, growth of body or antlers from spring through autumn.

We analyzed mineral composition of forage (grass, twigs, barks, Sasa, fallen leaves, wild herbaceous plants and so on) or mineral licks.

As a result, we proved that *Urtica Platyphylla* had the most calcium content of those, which was preferred by sika deer during summer when sika deer probably had high calcium requirements, and proved that the mineral lick also had high calcium content.

Concerning sodium that is essential for herbivore, we suppose that beet (*Beta vulgaris* L.) leaves supply sodium to sika deer inhabit inland areas, especially in spring.

So, it is possible that calcium or sodium requirements from spring through autumn effect on food selection, damage to crops, habitat selection by sika deer. Generally, the fences set up around farms and pastures for the purpose of protecting from sika deer, especially in eastern Hokkaido succeeded in decreasing damage to crops by sika deer. But, on the other hand, many deers have lost source of sodium, we worry about its effects.

ツキノワグマ四国幡多地域個体群の生息状況把握

特定非営利活動法人 四国自然史科学研究センター

谷地森 秀二¹⁾・金城 芳典¹⁾・山崎 浩司¹⁾・金澤 文吾¹⁾・町田 吉彦¹⁾

Status of Japanese black bear population in Hata area , Shikoku Island

Shikoku Institute of Natural History

Syuji Yachimori, Yoshinori Kaneshiro, Kouji Yamasaki,

Bungo Kanazawa and Yoshihiko Machida

本研究は、四国西部地域におけるツキノワグマの生息確認を行うために実施した。

2003年10月～2004年3月にかけて、高知県西土佐村黒尊溪谷および東津野村天狗高原周辺において聞き取り調査、痕跡確認調査を実施したが生息を裏付ける証拠を得ることはできなかった。2004年4月～9月にかけて、愛媛県面河村面河溪谷周辺において無人カメラを用いた生息確認調査を行い、平行して聞き取り調査および痕跡確認調査を実施した。その結果、哺乳類は6種、鳥類は1種が撮影されたが、ツキノワグマは撮影されなかった。

一方、聞き取りによる情報収集では10月初旬に愛媛県小松町で親子グマの目撃情報が得られた。

今回の調査では目撃情報を1件得られたものの、ツキノワグマの生息を裏付ける証拠を得ることはできなかった。今後は、親子グマが目撃された地域を中心に生息確認調査を継続する予定である。

1. はじめに

四国に生息するツキノワグマ *Ursus thibetanus* は、環境省レッドリストにおいて「絶滅が危惧される地域個体群」、高知県版レッドリスト(高知県レッドデータブック[動物編]編集委員会(編)2002)において「絶滅危惧 I A 類」、徳島県版レッドリスト(徳島県版レッドデータブック掲載種選定作業委員会 2001)および愛媛県版レッドリスト(愛媛県貴重野生動物検討委員会(編)2003)において「絶滅危惧 I 類」に指定され、四国内においては高知県および徳島県にまたがる剣山山系周辺にのみ少数個体が生息していると推定されている。このような生息状況に至った要因として、1980年

代まで四国のツキノワグマは、有害獣として賞金、奨励金がかかけられ無制限に駆除され続けていたため、過度な狩猟圧が四国ツキノワグマ個体群の衰退につながったことが挙げられる。

四国におけるツキノワグマの生息状況の変遷は、鳥獣関係統計によると昭和20年(1945年)頃までは四国全県に生息していた。第2回自然環境保全基礎調査では、香川県、愛媛県では絶滅し、1979年代後半には徳島県、高知県に生息が限定されることが報告された。その時期からの四国のツキノワグマ個体群は高知県、徳島県にまたがる剣山山系と高知県幡多地方の2つの地域に分かれ、2つの地域間の個体群は独立していることが報告さ

¹⁾ 特定非営利活動法人四国自然史科学研究センター：高知県須崎市赤崎町46番地須崎ビジネス専門学校内

れた(古屋・森川 1984)。その後、過度な駆除による絶滅が危惧されるようになり、1986年には高知県が10年間の捕獲禁止措置をとり、翌年、徳島県においても同様な法的措置がとられ、現在も継続されている。さらに1989年には生息地保全を目的に国設剣山山系鳥獣保護区の面積が3,286haから10,139haに拡大更新された。

剣山山系の個体群については、1993年から1996年までに徳島県特定鳥獣(ツキノワグマ)生息調査が実施され、その間に3頭が捕獲・追跡調査が行われ、徳島県内のツキノワグマ生息頭数は10数頭と推定された(自然環境研究センター 1996)。

一方、高知県幡多地方を含む四国西部地域の個体群については生息状況調査、残存個体数の把握や生息地管理・造成などの具体的な保護対策はとられず、1980年代以降確実な生息記録が途絶え、当該地域個体群は絶滅したと考えられている。しかし、幡多地方を含む四国西部地域において、2001年には高知県西土佐村、檮原町および東津野村、2003年には愛媛県面河村でツキノワグマの目撃情報が報告された。これらの情報は四国西部地域におけるツキノワグマの生息を裏付けるものとして重視すべきであり、詳細な現地調査によりその生息の有無を確認することが剣山山系の個体群を含めた四国地域個体群を絶滅から回避させるためにも重要である。

本研究は、近年、数件の目撃情報が報告されている高知県幡多地方を含む四国西部地域において、ツキノワグマ地域個体群が絶滅を回避する方策を検討するために必要な基礎資料を得ることを目的に実施した。

2. 調査地域および調査方法

調査地域を図1に示す。調査は、高知県幡多郡西土佐村黒尊溪谷周辺、愛媛県上浮穴郡柳谷村天狗高原周辺および面河村(現在は久万高原町)面河溪谷周辺を中心に実施した。

調査方法は、地元住民への聞き取り調査、痕跡(樹皮剥ぎ・糞・爪あと・食痕)確認調査、無人撮影装置による生息確認調査を用いた。

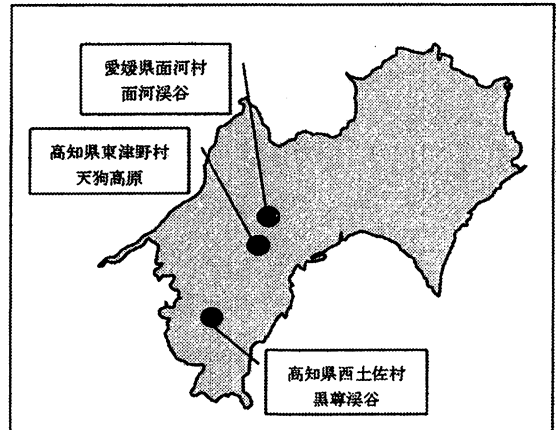


図1 調査地域

聞き取り調査は、対象地域の森林施業や狩猟に携わり、地域の自然や社会状況を熟知した地元住民、ならびに当該地域で自然史科学に関連した調査研究を行っている研究者等を対象に行なった。

痕跡調査は、四国自然史科学研究センター職員のほか、聞き取り調査の際に対象とした住民および研究者を調査員として雇用し、大面積での調査が行なえるように工夫した。調査員には痕跡を確認した場合、写真を撮影するよう依頼し、希望者には使い切りカメラ(富士写真フィルム株式会社製、写ルンです)および撮影方法を記した資料(図2)を配布した。また、ツキノワグマの痕跡の写真を掲載した資料(図3)を参考資料として調査員に配布し、情報の正確さを期した。

無人撮影装置による生息確認調査は、以下の事柄を基に調査地域を設定した。すなわち、過去に目撃情報があつた場所に近いこと、地形が周辺に比べて比較的なだらかであること、および周辺の植生が自然林であることである。これらの要件を基に総合的に判断し、設置地域を愛媛県上浮穴郡面河村面河溪谷周辺に設定した。

調査地域には、3台の無人撮影装置を設置した。無人撮影装置は(有)麻理府商事製、Field Note 1に防水加工を施し、三脚を用いて設置した(写真1)。また、ツキノワグマを無人撮影装置の撮影範囲内に誘導するために、誘引餌(蜂蜜とワインの混合物、約200cc)をペットボトルを加工した容器に入

樹皮剥ぎ調査方法


1. 調査用具
使い捨てカメラ・マジックインキ・番号札

2. 調査方法
樹皮剥ぎがある樹木が見つかった場合、写真撮影を行って下さい。


☆注意点

①樹皮剥ぎの写真は、1 m程度と40 cm程度の位置から撮影して下さい。
②写真と一緒に、必ず番号札を入れて撮影して下さい。
③調査終了後、使い捨てカメラに調査者氏名を記入して下さい。

林班番号 : 276-ろ-⑭
 通し番号 : 1
 年月日 : 3月22日
 お名前 : 谷地森 秀二
(番号札)



(1 m程度の距離から樹皮剥ぎ木の全体像)



(40cmほどの近距離から剥ぎ痕の形状がわかるもの)

図2 調査員に配布した撮影方法を記した資料



図3 調査員に配布したツキノワグマの痕跡の写真を掲載した資料

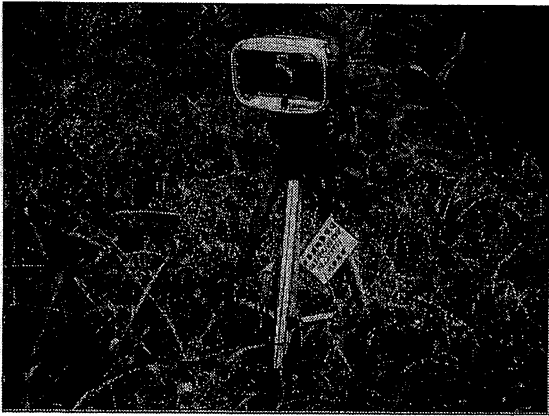


写真1 使用した無人撮影装置

れ、無人撮影装置1台に1個ずつ設置した。無人撮影装置のチェック、誘引餌の追加およびフィルムの交換は2~3週間に一度行った。その際に、無人撮影装置が動作不良等を起こしていた場合には、その装置を回収し、新しい装置を設置した。回収したフィルムは現像し、プリントから種の判別を行った。種名および学名は阿部ら(1994)および高野(1982)によった。

以上の方法を用いて、当該地域におけるツキノワグマの生息確認と、地域個体群が絶滅を回避する方策を検討するための基礎資料を得ることを試みた。

3. 結果および考察

結果を調査地域ごとに以下に記す。

(1) 西土佐村黒尊溪谷

2003年10月より12月にかけて、聞き取り調査および痕跡確認調査を行った。しかし、2001年以後の新たな目撃情報および生息を裏付ける痕跡を確認することはできなかった。そのため、高知県西土佐村黒尊溪谷は、ツキノワグマの生息の可能性が極めて低いと考え、調査地域から除外した。

(2) 東津野村天狗高原

2004年2月1日および3月18日に現地下見を実施し、痕跡確認調査を行う踏査地域を確定した。また、地域住民に対する聞き取り調査をあわせて実施した。

聞き取り調査において、ツキノワグマの情報を得ることはできなかった。

現地下見により確定した踏査地域において2004年3月21日および3月26日に、愛媛県内の研究者と合同で痕跡確認調査を実施した(写真2)。踏査地域を図4に示す。調査は、スギ・ヒノキ植林地を中心に行い、ツキノワグマによる樹皮はぎ痕の捜索に重点をおいた。2日間でのべ16名で踏査を行ったが、ツキノワグマの生息を裏付ける痕跡を確認することはできなかった。



写真2 愛媛県内の研究者と合同で行った痕跡確認調査時の様子

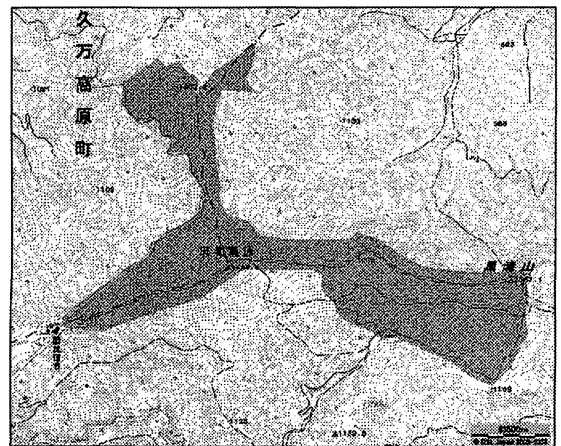


図4 痕跡確認調査を実施した地域(高知県高岡郡東津野村天狗高原周辺)網掛けの範囲が踏査地域。

当該地域においては柳谷村森林組合に聞き取り調査を行うとともに、情報提供の依頼を行った。組合員が林業施業の際に、ツキノワグマの痕跡らしきものが発見された場合は写真撮影し、位置情報とともに提供していただく体制を構築した。しかしながら、本方法によってもツキノワグマの生息を裏付ける情報は収集できなかった。そのため、当該地域も調査地域から除外した。

(3) 愛媛県上浮穴郡面河村(現在は久万高原町)面河溪谷

2004年5月26日～9月30日にかけて、石鎚山の南側にあたる愛媛県面河村面河溪谷周辺において無人撮影装置を用いた生息確認調査を行った。また、平行して聞き取りによる情報収集および痕跡確認調査を実施した。

無人撮影装置を設置した地域を図5に示す。設置地点の環境を表1、写真3～5に示す。地点No.1は沢沿い、地点No.2は斜面中腹、地点No.3は尾根付近にそれぞれ設置した。

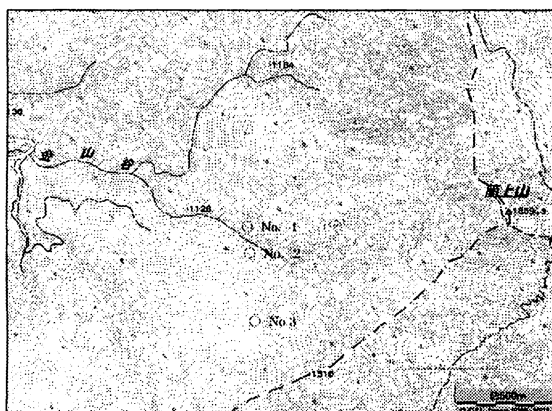


図5 無人撮影装置を設置した地域(愛媛県上浮穴郡面河村(現在は久万高原町)面河溪谷)
○印が設置地域

表1 無人撮影装置を設置した地点の概要

地点番号	標高	周辺植生
No. 1	1,120m	河畔林(自然林)
No. 2	1,120m	スギ植林
No. 3	1,320m	ブナースタケ群落

撮影結果の概要を表2に示す。

撮影された種は、鳥網ではキジ目キジ科ヤマドリ *Phasianus soemmerringii*(写真6)の1目1科1種が



写真3 地点No. 1の環境



写真4 地点No. 2の環境

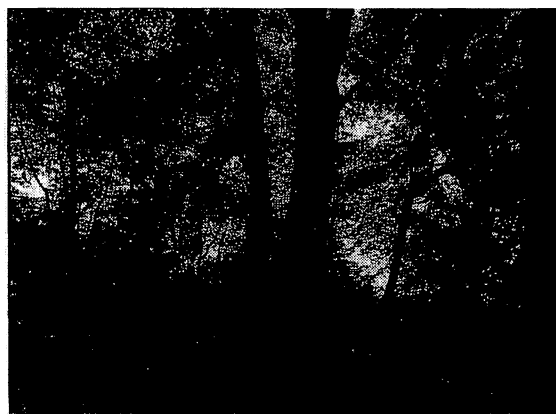


写真5 地点No. 3の環境

撮影された。哺乳綱ではサル目オナガザル科ニホンザル*Macaca fuscata*(写真7)、ネズミ目リス科ニホンリス*Sciurus lis*(写真8)、ネコ目イヌ科タヌキ*Nyctereutes procyonoides*(写真9)、イタチ科テン*Martes melampus*(写真10)、アナグマ*Meles meles*(写真11)、ウシ目イノシシ科イノシシ*Sus scrofa*(写真12)の3目5科6種であった。本研究の対象種であるツキノワグマは撮影されていない。

全ての設置地点で撮影された種は、アナグマ、テンおよびヤマドリであった。地点ごとの撮影種数は、地点No.1および地点No.2がそれぞれ3種ずつ、地点No.3が7種であり、周辺の植生がブナ林である地点No.3が最も撮影種数が多かった。

種ごとの撮影枚数は、テンが29カットで最も多く、次にアナグマが27カット、ヤマドリが12カット、イノシシが3カット、ニホンリスが2カット、タヌキおよびニホンザルがそれぞれ1カットずつであった。テンおよびアナグマは、連続して同一個体が撮影されている例が多かったために、撮影枚数が多い結果となった。

撮影地点ごとの概況を以下に述べる。

表2 自動撮影調査結果の概要

綱	目	科	種	設置地点			合計
				No. 1	No. 2	No. 3	
鳥	キジ	キジ	ヤマドリ	1	3	8	12
哺乳	サル	オナガザル	ニホンザル	0	0	1	1
	ネズミ	リス	ニホンリス	0	0	2	2
	ネコ	イヌ	タヌキ	0	0	1	1
		イタチ	テン	2	26	1	29
			アナグマ	17	7	3	27
ウシ	イノシシ	イノシシ	0	0	3	3	
撮影種数			7種	3種	3種	7種	

注：表内の数字は、撮影カット数を示す。

1) 地点No.1

撮影結果の概要を表3に示す。

撮影された種は、鳥綱ではキジ目キジ科ヤマドリの1目1科1種が撮影された。哺乳綱ではネコ目イタチ科テン、アナグマの1目1科2種であった。

種ごとに撮影された月をみると、ヤマドリは5月のみ、テンは6月および8月、アナグマは5月から7月にかけて撮影された。9月には何も撮影されなかった。

撮影されたカット数が最も多かった種は、アナグマ(17カット)であった。撮影されたカット数が最も少なかった種は、ヤマドリ(1カット)であった。

表3 地点No.1の撮影結果

綱	目	科	種	撮影月					合計
				5月	6月	7月	8月	9月	
鳥	キジ	キジ	ヤマドリ	1	0	0	0	0	1
哺乳	ネコ	イタチ	テン	0	1	0	1	0	2
			アナグマ	5	11	1	0	0	17
撮影種数			3種	2種	2種	1種	1種	0種	

注：表内の数字は、撮影カット数を示す。

2) 地点No.2

撮影結果の概要を表4に示す。

撮影された種は、鳥綱ではキジ目キジ科ヤマドリの1目1科1種が撮影された。哺乳綱ではネコ目イタチ科テン、アナグマの1目1科2種であった。

種ごとに撮影された月をみると、ヤマドリは8月、9月、テンは6月、8月および9月、アナグマは6月から8月にかけて撮影された。5月および9月には何も撮影されなかった。

撮影されたカット数が最も多かった種は、テン(26カット)であった。撮影されたカットの中には、2頭が同時に撮影されたカットが2カット(9月3日19:29および19:31)含まれていた。撮影されたカット数が最も少なかった種は、ヤマドリ(3カット)であった。

表4 地点No.2の撮影結果

綱	目	科	種	撮影月					合計
				5月	6月	7月	8月	9月	
鳥	キジ	キジ	ヤマドリ	0	0	0	2	1	3
哺乳	ネコ	イタチ	テン	0	1	0	1	24	26
			アナグマ	0	2	2	3	0	7
撮影種数			3種	0種	2種	1種	1種	0種	

注：表内の数字は、撮影カット数を示す。

3) 地点No.3

撮影結果の概要を表5に示す。

撮影された種は、鳥綱ではキジ目キジ科ヤマドリの1目1科1種が撮影された。哺乳綱ではサル目オナガザル科ニホンザル、ネズミ目リス科ニホンリス、ネコ目イヌ科タヌキ、イタチ科テン、アナグマ、ウシ目イノシシ科イノシシの3目5科6種であった。ニホンザルは群れではなく、単独で撮影



写真6 撮影されたヤマドリ



写真7 撮影されたニホンザル



写真8 撮影されたニホンリス



写真9 撮影されたタヌキ



写真10 撮影されたテン



写真11 撮影されたアナグマ



写真12 撮影されたイノシシ

された。

種ごとに撮影された月をみると、ヤマドリは7月から9月、ニホンザルは9月のみ、ニホンリスは7月および9月、タヌキは9月のみ、テンは9月のみ、アナグマは5月もしくは6月および9月、イノシシは9月のみそれぞれ撮影された。5月もしくは6月には何も撮影されなかった。9月には最も多くの種が撮影され、特に他の地点および他の月には撮影されなかった複数の種(ニホンザル、ニホンリスおよびタヌキ)が撮影された。

撮影されたカット数が最も多かった種は、ヤマドリ(8カット)であった。撮影されたカット数が最も少なかった種は、ニホンザル、ニホンリスおよびタヌキで、それぞれ1カットずつであった。

以上、無人撮影装置を用いた調査結果を述べた。当地域では、聞き取り調査および痕跡確認調査も適宜実施したが、ツキノワグマの生息を裏付ける情報を得る事はできなかった。

森川(1979)によれば、石鎚山一帯の地域では早

表5 地点No.3の撮影結果

種	目	科	種	撮影月					合計	
				5月	6月	7月	8月	9月		
鳥	キジ	キジ	ヤマドリ	0	0	3	3	2	8	
哺乳	サル	オナガザル	ニホンザル	0	0	0	0	1	1	
	ネズミ	リス	ニホンリス	0	0	1	0	1	2	
	ネコ	イヌ	タヌキ	0	0	0	0	1	1	
		イタチ	テン	0	0	0	0	1	1	
				アナグマ		1*	0	2	0	3
	ウシ	イノシシ	イノシシ	0	0	0	0	3	3	
撮影種数				7種	1種*	1種*	2種	2種	6種	

注：表内の数字は、撮影カット数を示す。

※：無人撮影装置の日付設定機構が故障したために、撮影日時を特定できなかった。

※：種数は5月もしくは6月に撮影されたアナグマの事例を含む。

くから開発が進み、大型哺乳類であるツキノワグマやニホンジカは早くから消滅したと述べている。また、石鎚・面河地域に生息する中大型哺乳類として、今回無人撮影装置で撮影された種以外に、ニホンカモシカ、ニホンイタチ、チョウセンイタチ、ハクビシンおよびノウサギを報告している。今回の調査では、これらの種の撮影はできなかったが、痕跡調査の過程でニホンイタチもしくはチョウセンイタチの糞、ノウサギの糞を確認した。おそらく、撮影期間の延長ならびに設置場所の増加を図ることで、撮影することはできると思われる。

今回調査を実施した地域からは外れているが、愛媛県内でツキノワグマが目撃されたという情報が愛媛県立総合科学博物館の山本貴仁氏から寄せられた。その概要を以下に示す。

目撃日：10月4日

目撃地：愛媛県小松町

目撃者：登山者

目撃数：2頭(親子と思われる)

備考：10月12日に山本氏によって目撃現場で痕跡確認調査が行われた。調査の結果、現場周辺ではツキノワグマの痕跡を確認することはできなかった。確認されたのは、イノシシ、サル、タヌキ、イタチの痕跡のみであった。

以上のように、今回の調査では調査地域内においてツキノワグマの生息を裏付ける証拠を得ることはできなかった。昨年から今年にかけては、積雪量が多かったため、冬季の痕跡確認調査を十分に行うことができなかった。また、夏から秋にかけては連続した台風の上陸あるいは通過による影響を受け、調査地域へ至る林道の崩落で通行止めが頻繁に起こったこと、激しい降雨により無人撮影装置が浸水して誤作動を起こしたり、正常に現像ができなかったことなど不測の事態が数多く発生した。そのため、研究活動が当初予定していた計画どおりに進まず、十分な調査ができたとはいえない。

しかしながら、今回の研究活動を通じて調査地

域周辺の地元住民ならびに、高知県内のみならず愛媛県内の自然史科学研究者と協力体制が構築できたことは、たいへん意義のあることであった。また、愛媛県小松町での目撃は今回の調査地域からも近く、さらなる現地調査の必要性を感じている。今後は、当該地域も調査地域に含め、今回協力体制を構築できた方々と共に、高知県幡多地方を含めた四国西部地域のツキノワグマ生息確認調査を継続する予定である。

なお、当該地域において確実に生息を裏付ける情報が入手できた場合、今回の研究で予定していたが実施できなかった「ヘアートラップによる体毛採取」ならびに「体毛から抽出した遺伝子情報を用いた解析」を進め、生息個体数の推定、雌雄判別、地域個体群の特性把握を行うつもりである。

これまで、殆ど資料のなかった高知県幡多地方を含めた四国西部地域のツキノワグマ個体群の基礎資料を収集・解析することは、四国のみならず日本のツキノワグマ研究においても重要であると考える。

謝辞

この研究は2003年度のP. N. ファンド助成によって実施されました。研究を実施するにあたり、以下の方々から多大な御協力をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。

愛媛県総合科学博物館の山本貴仁氏、鈴木麻乃氏、愛媛県面河村立面河山岳博物館の矢野真志氏、ネイチャー企画の宮本大右氏、宮内福雄氏、古川真理氏、愛媛県柳谷村森林組合の職員諸氏、森の

回廊・四国をつくる会の山崎三郎氏、高知大学大学院の亀田和成氏、学部生の伊藤徹氏、高知県東津野村の櫻村謙氏、土佐市の岡崎夏子氏、NHK高知放送局の中井暁彦氏、高知大学農学部 of 永田信治教授(順不同)。

引用文献

- 安部永・石井信夫・金子之史・前田喜四雄・三浦慎吾・米田政明. 1994. 日本の哺乳類. 東海大学出版会, 東京. 195pp.
- 愛媛県貴重野生動物検討委員会(編). 2003. 愛媛県レッドデータブック 愛媛県の絶滅の恐れのある野生生物. 愛媛県県民環境部環境局自然保護課, 愛媛. 447pp.
- 古屋義男・森川国康. 1984. 四国の哺乳類. 動物と自然, 14(4): 4-9.
- 高知県レッドデータブック[動物編]編集委員会(編). 2002. 高知県レッドデータブック[動物編]. 高知県文化環境部環境保全課, 高知. 470pp.
- 森川国康. 1979. 石鎚・面河の哺乳類, 鳥類および爬虫類. 日本自然保護協会調査報告, 58: 87-98.
- 高野伸二. 1982. フィールドガイド日本の野鳥. (財)日本野鳥の会, 東京. 325pp.
- 徳島県版レッドデータブック掲載種選定作業委員会. 2001. 徳島県の絶滅のおそれのある野生生物-徳島県版レッドデータブック-. 徳島県環境生活部環境政策課, 徳島. 438p.
- 財団法人自然環境研究センター. 1996. 徳島県特定鳥獣(ツキノワグマ)生息調査. 平成5~7年度調査報告, 55pp.

We investigated the status of Japanese black bear (*Ursus thibetanus*) population in Hata area, Shikoku Island.

A questionnaire survey and tracking survey were conducted in area of Kuroson valley of Nishitosa village and Tengu Highlands of Higashitsuno village, from October 2003 through March 2004, however grounds for proving that the animal inhabits were not obtained. Survey by using auto-photographic equipment to identify the animal and tracking survey were conducted in and around Omogo valley, Omogo village, Ehime prefecture, from April through September 2004. The 6 species of mammals and 1 species of birds were recorded by using auto-photographic equipment, but Japanese black bear was not taken.

Information that a man observed a couple of bears (adult and child) was taken in Komatsu-cho, Ehime prefecture, at the beginning of October.

We could not find the grounds for proving that black bears inhabit in Hata area. We plan to continue a survey in area where a couple of bears were witnessed.

金沢城公園における樹木伐採等の攪乱が動植物と生態系に 及ぼしつつある影響

金沢城公園生態系保全研究会

中村 浩二¹⁾・木下 栄一郎・草光 紀子・小谷 二郎・大串 龍一・川原 奈苗・
木村 一也 石原 一彦・戸田 光彦・江崎 巧二郎・大河原 恭祐・宇都宮 大輔・
大脇 淳・青森 桂子・徳本 洋・赤石 大輔・高橋 久・田辺 慎一

Effects of deforestation and other disturbances on the biodiversity and ecosystem in Kanazawa Castle Park

Koji Nakamura, Eiichiro Kinoshita, Noriko Kusamitsu, Jiro Kodani, Ryoh-ichi Ohgushi,
Nanae Kawahara, Kazuya Kimura, Kazuhiko Ishihara, Mitsuhiko Toda, Kôjirô Esaki,
Kyohsuke Ohkawara, Daisuke Utsunomiya, Atsushi Ohwaki, Keiko Aomori, Hiroshi Tokumoto,
Daisuke Akaishi, Hisashi Takahashi, Shin-ichi Tanabe

金沢城公園(30ha)は、金沢市中心部にある孤立緑地であり、戦後約50年にわたり金沢大学キャンパスがあった。ここにはシイタブを極相とする森林がよく発達し、自然度が高い貴重な生態系であった。1995年の大学移転後、樹木の3割以上が伐採され、城郭復元、庭園整備のために大規模工事が実施され、大型イベントが開催された。本研究では、当グループによる1999年以降の本公園内の動植物のモニタリングをさらに継続するとともに、新しく造成された湿生園や芝生広場も調査した。その結果、すでに伐採開始以前(1995年)に確認された昆虫の60%が消失し、一方、裸地性、草原性の種が大幅増加(総種数の30%)したことが判明した。大量伐採により公園全体の乾燥化が進行しつつあり、放置すれば回復不可能なダメージを被る可能性が高い。これらの結果をふまえ、金沢城公園の保全・管理について提言した。

1. はじめに

金沢の中心部にある金沢城公園は、金沢市、石川県のシンボル空間である。金沢城公園は、戦後ずっと金沢大学キャンパスだったため人手が入らず、自然度の高い森林がよく発達し、生物多様性の高い貴重な生態系が維持されてきた。しかし、大学移転後、樹木が大量に伐採され(1995～)、全国都市緑化いしかわフェア(2000～2001年)、加賀

百万石博覧会の開催(2002年)、さらに歴史的文化財としての建物復元や埋蔵文化財の発掘調査(2002～)も始まり、急速に自然環境が変化しつつある。また、本年2月から石川県土木部は「金沢城復元基本方針検討委員会」を開催している。私たちは1999年頃より金沢城公園の様々な動植物を対象とするモニタリング調査を継続しており、この環境激変が園内の動植物に与えつつある深刻な

¹⁾ 金沢大学自然計測応用研究センター：〒920-1192 石川県金沢市角間町

影響(種数、個体数の減少、特定種の増加、生物間の相互関係の破壊など)が明らかになってきた。

この度、私たちは平成15年度P. N. ファンド助成を得て、プロジェクト『金沢城公園における樹木伐採等の攪乱が動植物と生態系に及ぼしつつある影響』を実施した(期間は2003年10月～2004年9月)。本プロジェクトの目的は、(1)以前から継続実施している調査結果をとりまとめ、金沢城公園の生態系の現状をできるだけ正確に把握すること。種類相とともに「生物間相互作用」(植物と訪花昆虫相、樹木と菌根性キノコ類、鳥類による植物の種子分散等)の正常度にも注目すること。(2)環境激変以前の古いデータ(植物は1957年と1991年の調査結果、動物は大串龍一による1989～1994年までの調査結果等)と当グループによる1999年以降のデータを比較して、樹木伐採、建築工事、庭園整備等が動植物、生態系に及ぼしつつある影響を分析することである。さらに今後、本調査結果をわかりやすい形にとりまとめ、金沢城公園を場とした自然学習・環境教育に利用したいと考えている。

金沢城公園の自然環境のあり方は、伝統都市金沢のイメージを左右すると思われる。本報告書が金沢城公園の現状理解に役立ち、自然を生かした金沢城公園の将来像づくりの参考になれば幸いである。

2. 金沢城公園の最近15年間の環境と動物相の変遷

金沢城公園の本丸の森とその周辺部を対象として、1989～1994年、1999～2004年の期間に動物相の調査を実施した。この期間に採集した標本の同定、資料の整理はまだ完了していないが、この調査結果に加えて過去の記録と残っている1960年代以降の標本の資料などを総合して、2004年夏までに明らかになった知見から、以下のことが判ってきた。

○1990年代初期には少なくとも1,642種(うち昆虫1,417種)は見いだされた動物が、1999～2000年には942種(うち昆虫790種)、2003～2004年には708種(うち昆虫606種)に減少している。

○動物群のうち、標本の同定作業が進行している昆虫の3群について検討した結果は以下の通りである。

- ・カマキリ、ナナフシ、バッタ群は、1991～1994年、1999～2001年、2002～2004年の推移をみると、金沢城址の環境が大きく変化したそれぞれの時期に記録された種数は28種、28種、28種と非常によく安定しているが、その種構成の内容は大きく異なっており、この全期間に記録された44種のうち、全ての時期を通じて記録されたものは12種に過ぎない。全体として森林性の種から草原性の種への移行が認められる。
- ・クサカゲロウ、ヒメカゲロウ群は主として森林内の灌木層の枝葉間に生息しているが、1991～1994年、1999～2001年、2002～2004年に記録された種数はそれぞれ19種、13種、7種と顕著に種数が減少している。また新たに出現した種はほとんど無い。内部の環境が次第に変化していることを推察させる。
- ・チョウ群は金沢城址では1960年代から採集・記録が行われて、かなりの資料が集積されている。これらの資料を1960～1970年、1984～1985年、1990～1993年、1999～2000年、2002～2003年の5つの時期に分けてまとめると、それぞれ41種以上、42種、40種、34種、31種となっている。これをみると、金沢城址の本丸の森では灌木層や下草層が発達し、森林生態系として次第に復元していた80年代後半から90年代前半にかけても種数が増加せず、むしろ徐々に減少している。特に86年以降は山地・里山性の種の消滅が目立ち、金沢城址の森と市街地周辺の山地・里山地域との断絶が進行していることを反映していると思われる。更に全国都市緑化フェアや加賀百万石博覧会などの大型イベントが開催され、公園が急速に整備されるようになった2000年頃を境として、チョウの種数の減少が著しくなってきた。

3. 金沢城公園における最近10年あまり(1990年代前半～2004年)のチョウ群集の移りかわり～特に公園整備との関連について～

石川県金沢市の市街地の中心部にある金沢城公園で、1990年代前半から現在までのチョウ群集の移り変わりを解析した。1990年代前半のチョウ群集の種構成と個体数レベルは過去の文献から判断した。1999年から2004年まで4～10月にかけて毎月2回、筆者自身が様々な環境を通る約1kmの調査ルートを設定し、観察されたチョウの種数と個体数を記録した。金沢城公園は1990年以降、2つの人為的攪乱を受けてきた。一つは1996～1999年の森林伐採であり、もう一つは2000秋～2002年までの緑化フェア、百万石博覧会による草地の破壊、花壇化、舗装道路の整備である。

解析の結果、1990年代前半には毎年ほぼ37種のチョウが金沢城で観察されていたが、その後2度の人為的攪乱を経て種数は減少し、1999年には29種、百万石博覧会が開催された2002年には22種しか観察されなかった。森林伐採により林内や林縁と結びついた多くのチョウが局所的に絶滅し、現在も回復の兆しは見られない。一方、草地の種は草地の破壊とともに減少したが、その後回復しつつある。緑化フェアの花壇の造成とともに顕著に増加した種は、移動能力の高いイチモンジセセリ1種のみであった。

金沢城公園は1995年の金沢大学移転後利用方法が大きく変化した過渡期にあるが、これからの金沢城公園の利用・管理計画の一環として、チョウ群集のモニタリングの継続が必要である。

4. 金沢城公園の大規模工事に伴う環境変動がゴミムシ類に与えた影響

金沢城公園では、2000年に大規模な園地整備(建築物の復元、樹木の伐採、土壌の入れ替え、芝生や園芸植物の植え込みなど)が行われた。この大規模工事がゴミムシ類に与えた影響を検証するため、2002～2004年にピットフォールトラップを用いてゴミムシ類を採集し、同公園で同じ方法を用いて行われた先行研究の結果と合わせて検討

した。

本調査の結果、ゴミムシ類の個体数は721個体(1999年)からの176個体(2003年)へと激減しており、工事後に4分の1にまで減少した。これに対し、種数は工事後に29種(1999年)から37種(2003年)へと増加した。

捕獲された種のうち毎年捕獲された種もあったが、およそ50%の種は消失や侵入を繰り返しており、種の入れ替わりが非常に激しかった。侵入種の中には園地整備により花壇や芝地に侵入し、定着した種もあった。樹木伐採等による攪乱を直接受けなかった森林でも、環境変化後にゴミムシ類の分布に変化がみられ、何らかの影響を受けたと推測される。

5. 公園整備に伴う環境変化が開花植物と訪花昆虫に与えた変化

近年のイベント開催のための大規模工事や花壇造成など、人為的環境変化が激しかった金沢城公園において、2000～2002年の3年間、植物と訪花昆虫の関係がどのように変化したのかを知るために調査した。

調査はルートセンサス法を用い、訪花昆虫の採集と同時に開花植物の種類や開花数を記録した。

既存ルート上では、2000年に72種、2001年に84種、2002年に75種の植物が絶え間なく開花していた。また、2001年には731品種、2002年には85品種の園芸植物が、金沢城公園に植栽された。

既存植物を訪花した昆虫は、科、属、種数に年次間で大きな差はみられなかったが、2001年と2002年の個体数は、2000年の個体数から半減していた。園芸植物を訪花した昆虫は、2001年は少なかったが、2002年には種数で既存植物への訪花昆虫種数とほぼ同じ、個体数では100個体以上上回った。

昆虫の種数、個体数の季節変化に対する開花植物種数の季節変化の影響はみられなかった。

既存植物と園芸植物を共に訪花した昆虫の種数は2001年、2002年のいずれも少なかった。しかし、2002年になって、6月頃から園芸植物が利用でき

る状況になると、園芸植物だけを利用する種が増加した。

新たに採集した訪花昆虫は、園芸植物を利用する種が多かった。

既存植物を訪花する昆虫の個体数が減少した上に、花壇造成の影響で訪花パターンが変わった昆虫がいるため、今後、既存植物の繁殖に大きな影響が出る可能性がある。

人為的な環境攪乱の影響を評価するためには、新たにみられた訪花昆虫の定着の有無や訪花パターンの変化に注目し、継続して調査を続けることが必要だと思われる。

6. 金沢城公園におけるキノコ相の季節、年次変化に及ぼす公園整備の影響

2000～2004年の調査により、7目24科89種570パッチのキノコが観察された。ハラタケ目ではベニタケ科のニセクサハツが最も多く、続いてベニタケ科のドクベニタケが優占した。どちらも本丸園地内や石垣の中段にあるスダジイ樹下に多数発生し、スダジイの菌根菌と考えられる。本丸園地内は最も植生の豊かな地点で、スダジイ、タブノキ、ヤブツバキ、モミ、ケヤキなど極相に近い照葉樹林を形成している。ニセクサハツは、シイ・カシなど広葉樹下に発生し、ドクベニタケも広葉樹下に発生する。本丸園地内のスダジイは樹齢数百年と言われ、園内の自然・歴史遺産の一つである。そのスダジイは古くから今日まで多くのキノコを支え、またキノコに助けられ生き長らえてきたと考えられる。イグチ科のチチアワタケは旧第六旅団司令部跡地のアカマツ樹下や、2004年には緑化フェアや百万石祭りの際に植樹されたアカマツ樹下で観察された。さらにアカハツやキツネタケなどのアカマツの菌根菌も2004年に観察された。ヒトヨタケ科のイタチタケ、ムササビタケ、ムジナタケは腐生菌で、多数園内の道端や倒木で観察された。その他のキノコも本丸園地から石垣の中段の区域に集中して発生しており、他の場所にはほとんどキノコが見られなかった。

ヒダナシタケ目では、乾槽跡やイモリ坂口の石

垣にある切り株からカワラタケが多数観察され、三十間長屋付近の階段の切り株からオオミヤマトンビマイが観察された。オオミヤマトンビマイは通常ナラ・カシ類の根株腐朽菌で切り株などから発生し、金沢城公園のような都市孤立林に発生することは比較的珍しい。

以上に示したように、城址公園内のキノコの種構成は、照葉樹の菌根菌とアカマツの菌根菌を合わせ、さらに公園整備によって移入した腐生菌類と、古くから存在した樹木の切り株などからの木材腐朽菌を合わせたものといえる。毎年20%～30%の種が入れ替わっており、類似度指数も年が離れるほど低くなっていることから、大規模な公園整備が影響し、キノコ相が大きく変化しつつあると考えられる。公園内のキノコ相の変化については、今後もさらに調査を進めていく必要がある。

7. 金沢城公園における鳥による種子散布研究 ～2003年度の結実と渡りの傾向～

2003年度の秋冬季、金沢城公園の本丸付近の森林内(調査面積0.2ha)には、14種37個体の動物散布植物が結実し、推定果実数は196,005個だった。結実植物の多くは自生種で、高木・亜高木層の大木が鳥に利用可能な果実の生産に大きく寄与していた。

2003年度の秋冬季には、果実食性鳥類はアオゲラ、ヒヨドリ、クロツグミ、シロハラ、メジロ、ムクドリ、ハシボソガラス、ハシブトガラスの6科9種が確認された。果実食性鳥類の個体数は9月後半から増え始め、10月後半に渡り鳥によるピークが現れた後は12月まで維持されていた。果実食性鳥類の出現パターンは、結実の季節パターンと強く対応したものと考えられ、金沢城公園の森林は渡り鳥の中継地であり、通過する多数のあるいは滞在している少数の果実食性鳥類にとって餌の供給地としての役割を担っている。

落下種子数は、10月後半から11月前半にかけて動物散布植物群や風散布植物群で大きく増えていた。動物散布植物の落下種子数は、森林の結実植物相を反映したものと考えられるが、調査区域外

から鳥に運ばれてきた植物種の種子も含まれていた。

8. 金沢城公園における近年の鳥類相

金沢城公園において、1999年4月～2004年5月までの約5年間に13目28科84種の鳥類を確認した。その多くは約3haの本丸園地(旧金沢大学理学部植物園)の森と周辺の林で確認された。留鳥は15種みられ、夏季に確認される種は少なく、冬季はカラ類、シロハラ、アトリの仲間など、群れでみられる種が目立った。また、春秋にみられる旅鳥の多くは山地性の種であった。フクロウは2000年、2002年、2003年、2004年と繁殖が確認された。毎回、巣立ち雛がスダジイの大木のある薄暗い林で確認され、園内の林がフクロウの安定した繁殖環境となっていることがわかった。過去の記録と比べると、本調査で確認されなかった種が38種、初記録が13種で、その種相や確認環境を見ると、環境の変化にあわせて徐々に鳥類相が変化していると思われた。市街地にありながら多くの鳥類が飛来する金沢城公園の林を、多様性が損なわれない形で保全することが望まれる。

9. 金沢城公園におけるモリアオガエルの保全について

本種は石川県においてごく普通の両生類であり、低地の水田地帯と高山帯を除いて、丘陵地の里山から亜高山帯まで広域に分布している。本種はいわゆる希少種ではなく、脆弱な自然環境を守る意味からは特に保全の対象にならない。しかし、金沢市の中心部に位置し、豊かな自然環境を有する金沢城において、本種はシンボリックな存在であり、6月頃の繁殖期には、本種の泡巣を見るために城内を訪れる観光客も多いと聞く。金沢の自然環境のシンボルとして、城に生息するモリアオガエル個体群がずっと存在してほしいと願うものである。

以下、これまでの調査結果に基づいて本種の保全のポイントをまとめてみた。

- ・複数の繁殖池を確保すること

- ・池間の個体の移動を妨げないこと
- ・池の水位低下、極端な富栄養化を避けること
- ・池に魚類(ニシキゴイ、ブラックバス、ブルーギル、キンギョ等)を放流しないこと

10. 大手堀に生息する動物

金沢城大手堀に生息する動物について調査を行った。その結果、5種のコイ科魚類の生息が確認され、これらの魚類は比較的高密度で生息しているものと推測された。また、カメ類やエビ・カニ類等の生息も確認された。大手堀ではブラックバス等の外来生物も生息していることが確認されたため、城内にある他の水域(湿生園や内堀)への外来生物の侵入が懸念される。

11. 湿生園を中心とした水域ならびに水際の動物相と生態系調査

湿生園の生態系を把握するための第一段階として、この地区に生息・生育する動植物の調査(既存情報の整理・現地調査)を行った。その結果、144種の動物と152種の植物が記録され、一部の種はこの水域で繁殖していることが確認された。金沢城内では数少ない湿地と考えられる湿生園の水辺では、湿地を生息環境とする昆虫類が見出された。水域周辺の草地に飛来する訪花性昆虫がいることも確認された。植物には移入種が多く、今後の生育状況に注意を払う必要がある。水質調査では、流入水が湿生園の水質に影響を与えることを示唆する観察結果が得られた。

12. 「金沢城公園」に関するアンケートの作成

「金沢城公園に関するアンケート」は、金沢城公園の周辺に近い地元住民が、金沢城公園とどのように係わり、何に関心を持ち、今後の地域振興にどのような役割を望んでいるのかを把握することを目的に、本研究グループメンバーとの協議の上で案文を作成し、「地元学研究会」、本プロジェクト「調査研究・活動事例報告会」などにおいて意見交換した。

13. むすびの言葉

- 本報告結果は、金沢城公園には、都市中心部の緑地としては全国に例のないほど高い生物多様性が今なお保持されていること、しかし、近年の公園整備(樹木伐採、建築工事、芝生広場や大型花壇の造成等)により、環境が大幅に変化し、それが動植物や生態系に深刻な影響を与えつつあることを明瞭に示している。
- 本丸の森を含む公園全体の乾燥化が著しく、事態がさらに進行すると回復不可能になる可能性が高い。また、乾燥により、林床の落葉が分解せず大量に蓄積し、火災の心配がある。以前は林内の動植物の保全のため、落葉落枝をその場に残すように勧めたが、方針変更が必要かもしれない。しかし全面的除去は、地表性生物に大影響を与えるので、慎重な対処が必要である。
- 環境変動により種数や個体数が大幅に減少した生物群がある。一方、大規模な草原・芝生、大型花壇等には、外来種を含む多数の種が移入・定着している。したがって総種数は減少していないが、種構成が急変しつつある。多くの訪花昆虫が大型花壇に誘引される反面、自生植物は訪花昆虫不足に陥っている。このような変化にも注目する必要がある。
- 金沢城公園は、以前は周囲の山地と「緑の回廊」でつながっていたが、今は都市化により孤立しているので、一度絶滅した種は永久に回復しない。一方、外来の動植物が侵入・定着しやすい環境になった。特に、新しく造成された湿生園や堀への外来動植物の持ち込みに注意すべきである。
- 金沢城公園を良い状態に保つためのルーティン作業と点検が必要である。今後さらに長期間にわたる無機環境および生物についての総合モニタリングが必要である。公園管理者は気象観測、土壌条件、大気汚染等の永続的モニタリングを実施し、データを公開すべきである。
- 多くの自然愛好家、研究者により、金沢城公園に関する自然情報が蓄積されているが、散発的・個別的情報にとどまり、ネットワーク化さ

れていない。定期的な情報・意見交換の場が必要である。

- 金沢城公園内に北陸低地の自然生態系の(部分的にでも)復元をめざすのか、人工的庭園を中心とした都市公園とするのか、いずれにしても長期的管理計画が必要である。また、本丸の森以外にも多くの森(いもり坂・玉泉院丸～薪の丸付近、藤右衛門丸～白鳥路等)があるが、ほとんど未調査である。早急に実態調査をするとともに、生態系保全、管理、景観等の視点から森のあり方を検討する必要がある。
- 森を「残す」としても、それは「放置」と同義ではない。長期目的に沿った慎重な手入れが必要である。計画の立案・実施には、地域住民・研究者らとの協働を重視し、順応的方法によるべきである。
- 金沢城公園は、史跡、文化遺産として重要であるとともに、全国の大都市には例を見ない豊かな自然資産でもある。タヌキ、フクロウ、モリアオガエルが繁殖し、渡り鳥の中継地点として重要な役割を果たしている。公園整備か、自然保護かの二者択一ではなく、公園整備と生態系保全の折り合いをつけ、伝統都市金沢のイメージアップ(付加価値づけ)に、金沢城公園の自然をどう生かすかが問われている。

参考文献

- 金沢大学金沢城学術調査委員会「金沢城」編集委員会. 1967. 金沢城—その自然と歴史. 金沢大学生協同組合出版部. pp. 68.
- 大串龍一. 1995. 城跡の自然誌—金沢城跡の動物相から. 十月社. pp. 133(本文)+pp. 76(附表).
- 大串龍一・中村浩二・高田兼太・宇都宮大輔・滝本陽介・大脇淳・赤石大輔・高橋久・川原奈苗・石原一彦. 2004. 金沢城公園の動物相(1999-2000年). 金沢大学日本海域研究所報告, 35: 169-172.
- 中村浩二. 2004. 公園整備で、生態系に大混乱! 乾燥・孤立化が進む金沢城公園. 自然保護, 481:19. (財)日本自然保護協会, 東京.

In Kanazawa Castle park, where the campus of Kanazawa University was located until 1995, valuable forest patches, predominated with old evergreen oak trees, were growing isolated in the center of Kanazawa city. After the university moved away, more than 30% of the trees were cut for construction of buildings, gardens and loans. Big expositions were staged in the park from 2000 to 2002. In this study, we continued the long-term monitoring of the ecosystem of the park, which we started in 1999, and carried out the field study in newly constructed marshes and ditches. The results indicate that about 60 % of insect species, which were recorded before the cutting of trees in 1995, disappeared, and, on the other hand, many species, preferring open and grassy habitats (up to 30% of the whole species at present) newly colonized in the park. Big flower gardens attracted pollinators, but endemic plant species may be neglected by pollinators. The park, as a whole, becomes drier year by year due probably to the tree cutting. If this trend continues, the park may suffer irreclaimable damage. In the report, we put together several proposals for conservation and management of the nature in the park.

窒素・炭素安定同位体を用いたツキノワグマ「駆除」個体の 生息環境履歴の解明

特定非営利活動法人 信州ツキノワグマ研究会

中下 留美子^{1) 2)}・林 秀剛¹⁾・小松 武志³⁾・泉山 茂之^{1) 4)}・楊 宗興²⁾

Investigation of habitat history using carbon and nitrogen stable isotopes in Asiatic black bears captured and killed

Shinshu black bear research group. NPO

Rumiko Nakashita, Hidetake Hayashi, Takeshi Komatsu, Shigeyuki Izumiyama and
Muneoki Yoh

ツキノワグマの個体ごとの生息環境履歴を解明するため、窒素・炭素安定同位体を用いて体毛から食歴を読み取る手法を開発した。まず、体毛が食性の変化を記録しながら成長すると考え、その成長過程を解明するために、秋田県阿仁町にあるクマ牧場にて給餌実験を行った。実験個体にトウモロコシ(C₄植物)とオオムギ(C₃植物)を一定期間毎に交互に与え、体毛を毛根側から毛先側に5mmずつ細断し、それぞれの $\delta^{15}\text{N}$ 値・ $\delta^{13}\text{C}$ 値を測定したところ、体毛は餌の変化を記録しながら成長していることが確認された。さらに、体毛の各部分の $\delta^{15}\text{N}$ ・ $\delta^{13}\text{C}$ 値の変化から、体毛は、6月頃成長を開始し、7月から9月の間に換毛(前年に成長した体毛が抜ける)し、10月末には成長が止まることが明らかになった。これらの結果を受けて、有害駆除個体の食歴を推定し、被害との関連性について検討した。この手法は今後、科学的根拠に基づいた保護管理に役立てられるものと期待される。

1. はじめに

ツキノワグマ(*Ursus thibetanus*)は、森林生態系の頂点に位置する種として、豊かな自然の象徴とされている。しかし、近年の急速な生息環境の悪化により、各地で絶滅が危惧されており、その保護対策が緊急の課題とされている。こうした状況にもかかわらず、人間との軋轢の対策としては未だに「有害駆除(=捕殺)」が主流である。我々(NPO 信州ツキノワグマ研究会)は、農業被害対策には「駆除」が必ずしも有効でないことを実証し、非致死的手法によるクマとの共存策を迫りしてきた。

こうした経過により、長野県の新しい「ツキノワグマ保護管理計画」には、非致死的手法を原則とすることが明記されるまでになった。しかし、被害との関連を明確にする努力は全くなされておらず、その解明は非致死的手法の普及のためには不可欠である。

そこで、被害との関連性を明らかにする手法として、近年、動物の食性解析に盛んに用いられるようになってきた炭素・窒素安定同位体に注目した。動物組織のたんぱく質の窒素安定同位体比($\delta^{15}\text{N}$)・炭素安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$)は摂取した食物のたんぱく質の値を反映し、 $\delta^{15}\text{N}$ の場合、1栄養段

1) 特定非営利活動法人 信州ツキノワグマ研究会

2) 東京農工大学大学院連合農学研究科

3) 阿仁町ツキノワグマ研究所

4) (株)野生動物保護管理事務所

階あたり、濃縮によりおよそ3.3‰、 $\delta^{13}\text{C}$ の場合、1‰程度上昇することが知られている(DeNiro & Epstein 1980, Minagawa & Wada 1984)。その結果、 $\delta^{15}\text{N}$ からは食物連鎖の栄養段階、 $\delta^{13}\text{C}$ からは食物連鎖の出発点を推定でき(DeNiro & Epstein 1978)、食物連鎖の構造解析や食性解析が可能となる。特に長野県では、農作物被害や残飯被害が多く、トウモロコシや人の食べ物の持つ炭素・窒素安定同位体比が本来のツキノワグマの生息地にある動植物と異なる値を示す(図1)ことから、ツキノワグマの被害との関連性について検討するのに有効ではないか、と考えた。

安定同位体による食性解析は、体毛や血液(血漿や赤血球)、筋肉、骨コラーゲンなどの組織が用いられてきた。体毛の場合、試料の採集や処理は容易だが、毛根から毛先までを1つの試料として用いるため、ツキノワグマのように季節によって食性が変化する動物の場合、体毛の成長期間の平均的な食性しか推定できなかった(中下 2003、Mizukami *et al.* 2005)。そうした場合、代謝速度の速い組織(血漿や肝臓など)と遅い組織(体毛や骨コラーゲンなど)を組み合わせることで食性の変化を推定することも行われている(Hobson & Clark 1992、1993、Hilderbrand *et al.* 1996)。しかし、いくつかの組織を必要とするため、試料の収集が困難となり、処理も煩雑になることが多い。さらに、組織によって同位体分別が異なる可能性があるため単純に比較することができないといった問題点も多い。

そこで本研究では、体毛が食性の変化(食歴)を記録しながら成長すると考え、(1)体毛の成長過程を解明し、体毛からツキノワグマの食歴を読み取る手法(Growth Section Analysisと名付ける; 以後GSAとする)の開発を目的とした。さらに、それらの結果から、(2)ツキノワグマの駆除個体がどのような生息環境に置かれていたかを、体毛の炭素・窒素安定同位体解析から食歴を読み取ることにより解明することを目的とした。

2. 方法

(1) 阿仁町クマ牧場での給餌実験

秋田県阿仁町クマ牧場にて、ツキノワグマにト

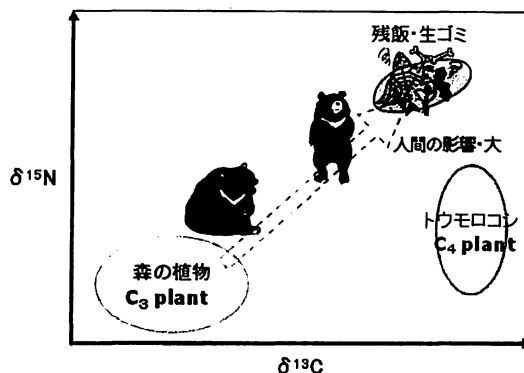


図1 炭素・窒素安定同位体による長野県のツキノワグマの食性解析(図の右上へ行くほど人里に依存している可能性が高い)

ウモロコシ(C₄植物)ベースの餌と大麦(C₃植物)ベースの餌を1ヶ月毎(bear A)と2ヶ月毎(bear B)の交互に与える給餌実験を行った(表1)。給餌は冬眠明け4月末から10月末まで行った。なお、実験を行った前年の餌は常にほぼトウモロコシであった。

bear Cは、冬眠中に背の部分の体毛をあらかじめ剃っておき、表1に示すように餌を与えた。7月末と9月末に、剃った部分から生えてきた体毛と、剃った部分の周りに生えていた体毛を採取した。採取した体毛は毛根から毛先に向かって細断し、それぞれの部分毎に炭素・窒素安定同位体比を測定した(GSA法)。また、実験開始前の秋に背の部分の体毛を剃っておき、冬眠中に体毛が成長するか、観察した。

(2) 駆除個体の食歴の解明

(1)の結果を受けて、2001~2004年に長野県各地で収集された野生のツキノワグマのうち、山の中だけで生息していたと推定される3個体(bear 1~3)と里に出てきて捕獲された5個体(bear 4~8)について、体毛から食歴を読み取るためにGSA解析を行った。それぞれの個体の情報は後述の表2に示した。特に、有害駆除個体の食歴の解明を行

表1 餌の管理表

	5月	6月	7月	8月	9月	10月
bear A	トウモロコシ	オオムギ	トウモロコシ	オオムギ	トウモロコシ	オオムギ
bear B	オオムギ		トウモロコシ		オオムギ	
bear C	オオムギ(C ₃ 植物)			トウモロコシ(C ₄ 植物)		—

い、有害駆除個体が実際に被害と関連していたかについて検討した。

1) 試料の処理

ツキノワグマの体毛は蒸留水とFolch液(メタノール：クロロホルム=1：2)で洗浄した後、乾燥して試料とした。

2) 炭素・窒素安定同位体比の測定

質量分析計(ThermoQuest Delta Plus)にて炭素安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$)・窒素安定同位体比($\delta^{15}\text{N}$)を測定した。測定誤差は $\delta^{13}\text{C}$ が $\pm 0.1\%$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ が $\pm 0.2\%$ であった。

安定同位体比は、標準物質の安定同位体比からのズレを千分率で示す δ (デルタ)値で定義され、以下の式で表現する。

$$\delta^{13}\text{C}, \delta^{15}\text{N}(\%) = (R_{\text{試料}}/R_{\text{標準物質}} - 1) \times 1000$$

$$R = {}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}, {}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}$$

炭素安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$)は海水中の HCO_3^- と同じ同位体組成をもつ炭酸カルシウム(PDB)、窒素安定同位体比($\delta^{15}\text{N}$)は大気中の窒素ガスを標準物質としている。

3. 結果と考察

(1) 阿仁町クマ牧場での給餌実験

冬眠前に剃った部分は冬眠中の観察時も冬眠明け直後の観察時にも成長は見られなかった。

給餌実験の結果を図2($\delta^{13}\text{C}$ 値のみ)に示した。餌のトウモロコシの $\delta^{13}\text{C}$ 値は -11.1% 、オオムギの $\delta^{13}\text{C}$ 値は -24.2% であった。5月にトウモロコシ、6月にオオムギを与えたbear Aは毛先付近(毛根からの距離70mm付近)でトウモロコシとオオムギの間の値を示し、5・6月にオオムギを与えたbear Bはオオムギに近い値を示した。7月になって餌をトウモロコシに変更するとbear A・bear B共に $\delta^{13}\text{C}$ 値は上昇し、トウモロコシの値に近づいた(毛根からの距離50mm前後)。さらに、8月になってbear Aのみオオムギを与えたところ、bear Aの $\delta^{13}\text{C}$ 値は減少してオオムギの値に近づき、bear Bの $\delta^{13}\text{C}$ 値は変わらなかった(毛根からの距離30mm前後)。9月、10月も餌の変更に対応してbear A、Bの $\delta^{13}\text{C}$ 値は変化した。11月は観察結果

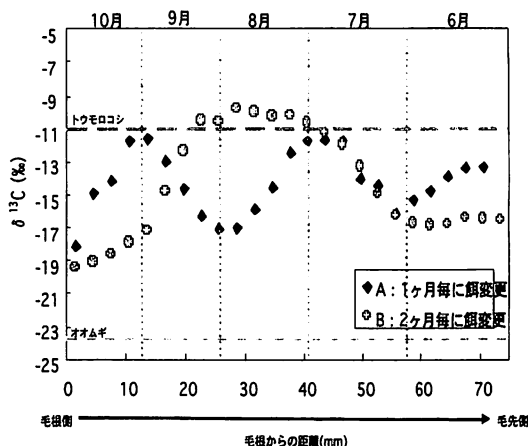


図2 ツキノワグマの体毛の成長過程(給餌実験結果)

からほとんど成長しないことがわかった。

次に餌が体毛に反映される時期と換毛の時期について調べた(図3)。bear Cは冬眠明けからオオムギを与え、7月末に剃っておいた部分に生えてきた体毛とその周りに生えていた体毛を採取して剃り直した(図3a)後、餌をトウモロコシに換え、9月末に再び剃った部分に生えてきた体毛とその周りに生えていた体毛を採取した(図3b)。7月に採取した剃った部分の周りに生えていた体毛は、毛根付近から毛先までトウモロコシの値を反映していることから、前年に成長した体毛であり、前年に成長した体毛は翌年成長しないことがわかった。一方、剃った部分に新しく生えてきた体毛はオオムギを反映していた。9月に採取した剃った部分に生えてきた体毛はオオムギからトウモロコシへと値が移行し、餌の変化がすぐに体毛に反映されることが明らかになった。また、剃った部分の周りの体毛と剃った部分に生えてきた体毛が一致することから、7月から9月の間の夏に換毛することがわかった。

以上のことより、ツキノワグマの体毛は餌の変化を記録しながら成長していることが確認された。さらに、餌の変化がすぐに体毛に反映されることから、いつでもくらい成長したかを推定すると図2の縦の点線が引け、6月頃から成長を開始し、ひと月に1.5cm前後ずつ、10月末まで成長を続け

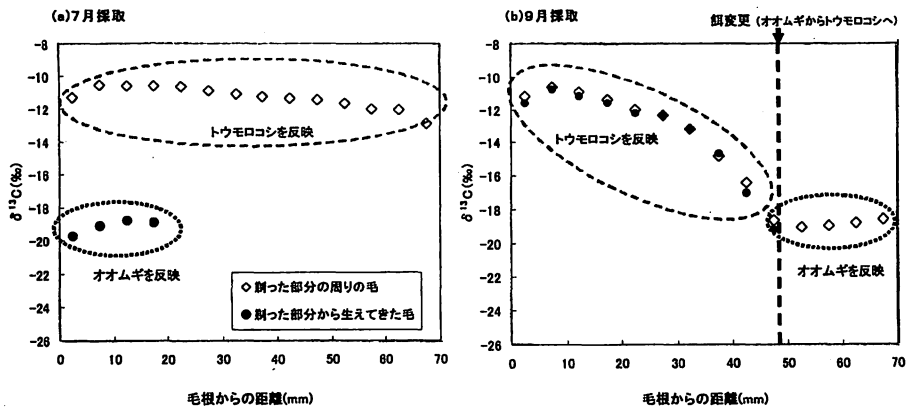


図3 bear Cの体毛の $\delta^{13}\text{C}$ 値の変化

ることが明らかになった。ただし、これは飼育条件下の個体であり、野生の場合は栄養状態などにより多少異なることが予想される。

以上のことより、体毛からツキノワグマの食歴を推定することは可能であることがわかった。

(2) 駆除個体の食歴の解明

1) 山の中で生息している個体(bear 1~3)

山だけで生息し里に出てこない個体のGSA結果を図4に示す。ツキノワグマの餌資源としてC₃植物およびC₄植物、残飯(残飯を測定することは困難なため、指標として日本人の毛髪を用いた)の値は、南川ら(1986)、南川・赤澤(1988)、南川(2001)、Minagawa(1992)、中下(2003)を引用した。

どの個体も体毛の成長期間を通じてC₃植物系の $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ 値を示し、 $\delta^{15}\text{N}$ 値(縦)の変動しか見られなかった。春から夏・秋を通じて、山の動植物を食べて生息していたことが裏付けられた。今後、詳細に食歴を検討するためには $\delta^{15}\text{N}$ 値(縦)の変動の理由を明らかにする必要がある。

2) 人里で捕獲された個体(bear 4~8)

bear 4はトウモロコシの食害を理由に有害駆除された個体である。実際に被害を出したのかを検討した(図5)。採取された体毛はおおよそ50mmで、採取した時期から考えて、前年の毛は抜け、その年に生えてきた毛と思われる。すると、毛先のほうの低い $\delta^{13}\text{C}$ 値、 $\delta^{15}\text{N}$ 値はその年の春を反映し、C₃植物である山の植物、前の年に落ちたドングリ

や山菜などを主に食べていたと考えられる。夏はツキノワグマの食物が最も少なくなる時期と言われており、植物だけでなく、アリなどの昆虫を食べると言われている。毛先から次第に $\delta^{15}\text{N}$ 値のみが高くなる理由としては、より動物性のものを食べるようになったためと考えられ、昆虫を多く食べた可能性が高い。夏に相当する毛根付近になると、 $\delta^{13}\text{C}$ 値が急激に上昇している。これは7~8月に相当し、里ではトウモロコシの最盛期にあたる。bear 4は実際にトウモロコシ被害と関連していたことが確認された。従来の分析方法である体毛全体を一つの試料として用いた場合の $\delta^{13}\text{C}$ 値は -21.4‰ を示し、トウモロコシに依存していたとまでは言えない値であったが、GSA解析の結果、7~8月にかなりのトウモロコシを食べていたことが推定された。

bear 5(図6)は旅館の残飯に餌付いて有害駆除された個体である。この試料も9月に採取されていることから、その年に生えてきた毛であり、その年の春から捕まるまでの食歴を反映していると考えられる。春に相当する毛先付近ではC₃植物に近い値を持ち、山の植物を中心に食べていた。しかし、次第に日本人の毛髪(残飯の指標)へ向かって $\delta^{13}\text{C}$ 値、 $\delta^{15}\text{N}$ 値共に高くなり、残飯へ依存していく過程を読み取ることができた。体毛全体を測定した値は $\delta^{13}\text{C} = -22.4\text{‰}$ 、 $\delta^{15}\text{N} = 3.0\text{‰}$ で、山に生息していたbear 2と同様の値を示した(表2)が、実際の食歴は全く異なるものであった。

bear 6(図7)は別荘地を徘徊しているところを捕殺された個体である。試料は採取時期から換毛後と考えられ、その年の春から捕獲されるまでの食

歴を反映していると考えられる。全体的にどの部分も高い $\delta^{13}\text{C}$ 値、 $\delta^{15}\text{N}$ 値を持ち、毛の成長期間を通じて人為的影響を受けた食性であったと推定

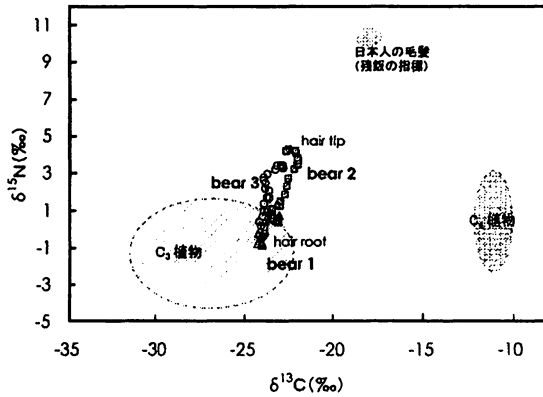


図4 bear 1-3(山グマ)の食歴の推定

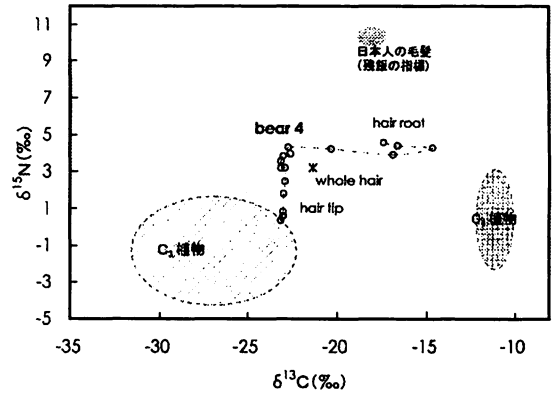


図5 bear 4の食歴の推定

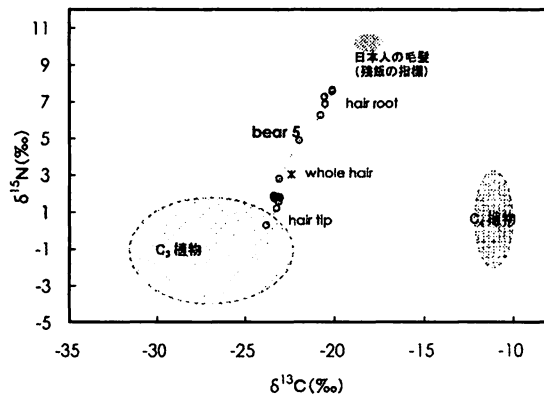


図6 bear 5の食歴の推定

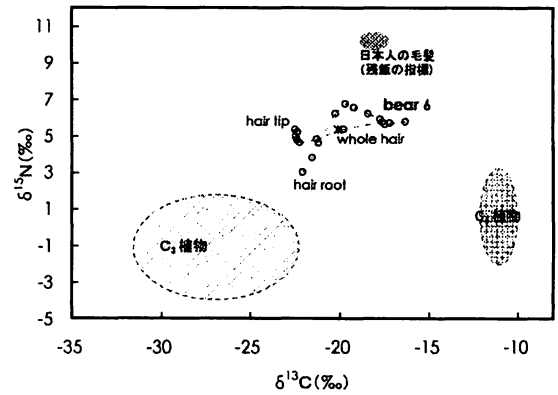


図7 bear 6の食歴の推定

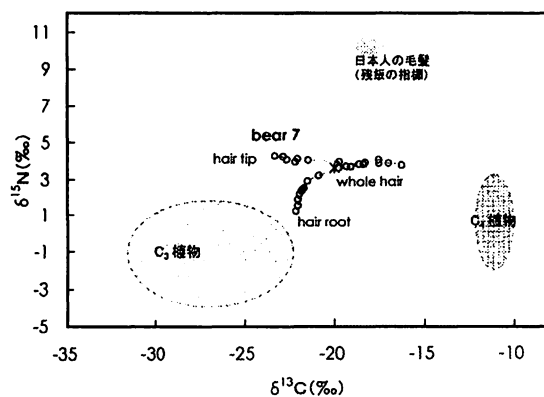


図8 bear 7の食歴の推定

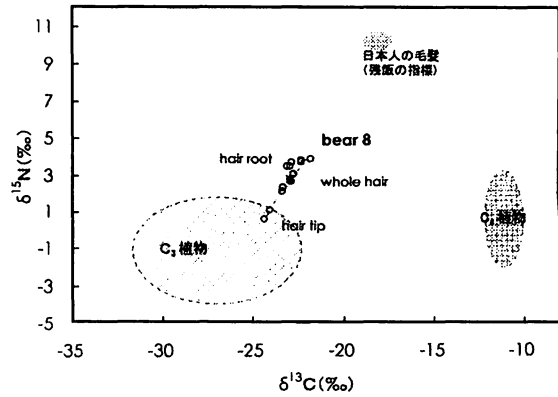


図9 bear 8の食歴の推定

される。特に、毛の中央部分では、さらに高い $\delta^{13}\text{C}$ 値、 $\delta^{15}\text{N}$ 値を示しており、その期間と考えられる7月頃、この個体は別荘地のゴミにかなりの割合で依存していたと考えられる。また日本人の毛髪よりも $\delta^{13}\text{C}$ 値が高くなることから、トウモロコシも頻繁に食べていた可能性が示唆された。

bear 7(図8)は人身被害を引き起こして有害駆除された個体である。11月に入って有害駆除される例は珍しく、人里に慣れた個体と予想されたため、GSA解析を行った。毛先付近の春に相当する部分ではやや高い $\delta^{15}\text{N}$ 値を示したが $\delta^{13}\text{C}$ 値は低い値であったため、残飯や里の食物を食べていたとは考えにくい。おそらく春は山の中で動物の死体や比較的高い $\delta^{15}\text{N}$ 値を持つ植物を食べていたと考えられる。しかし、体毛の中央付近は高い $\delta^{13}\text{C}$ 値を示していることから、かなりのトウモロコシを食べていたことが推定された。秋に相当する毛根付近になると $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ 値共に低くなることから、秋は山の中でドングリ等を盛んに食べていたと考えられる。なぜ再び里へ戻ったのかは不明だが、夏に里に依存していたことが11月に入って有害駆除された原因の一つと考えられる。

bear 8(図9)はトウモロコシの食害を理由に捕獲され、学習放獣された個体である。実際にトウモロコシ被害と関連していたのか検討した。毛先(春)から毛根付近(夏)にかけて $\delta^{15}\text{N}$ 値、 $\delta^{13}\text{C}$ 値共にやや上昇していくものの、山で生息している個体(bear 1~3)の変動幅内に分布しており、トウモロコシ被害との関連性は薄いと推定された。つ

まり、人里付近で生息していても必ずしも被害と関連しているわけではなく、人を避けながら人里近くで生息していたものと思われる。この個体は学習放獣されたが、これまで被害と関連なく駆除された個体は少なくないと思われる。

4. まとめ

ツキノワグマの体毛は食性の変化(食歴)を記録しており、それを窒素・炭素安定同位体比を通して読み取ることにより、個体ごとに詳細に食歴を推定することが可能となる。特に、本来のツキノワグマの生息地である山の餌資源と人里の餌資源である農作物(主にトウモロコシ)および残飯のもつ窒素・炭素安定同位体比が明らかに異なることから、ツキノワグマと被害との関連性を明らかにするのに有効であると考えられる。また食歴を読み取ることにより、その個体がいつ頃から里に出没し始めたのか、といった生息環境の履歴を推定することが可能となった。

本研究は、今後、ツキノワグマの餌資源についての解析を進めてさらに詳細な食歴の推定を可能にすることにより、科学的根拠に基づいた保護管理に役立てられるものと考えられる。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、調査協力いただいたNPO信州ツキノワグマ研究会会員の皆様、お世話になった阿仁町クマ牧場のスタッフの方々に深く感謝する。岐阜大学野生動物医学研究室の坪田

表2 GSAによる食歴の推定を行った個体の情報

試料	採取日	捕獲場所	雌雄	体重(kg)	体毛一本の平均値		細断の長さ(mm)	捕獲理由	備考
					$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)			
bear 1	2002.6.16	大町市	♂	102	-23.4	0.4	5	学術捕獲	山の中だけで生息
bear 2	2002.6.11	大町市	♂	20	-22.8	2.8	5	学術捕獲	山の中だけで生息
bear 3	2001.9.23	美ヶ原	♀	51.5	-23.9	1.9	3	学術捕獲	山の中だけで生息
bear 4	2001.8.28	信濃町	♀	77.5	-21.4	3.2	3	有害駆除	トウモロコシの食害
bear 5	2001.9.6	軽井沢町	♀	90(推定)	-22.4	3.0	3	有害駆除	旅館の残飯に餌付く
bear 6	2001.9.14	日義村	♂	96.5	-20.1	5.4	3	有害駆除	別荘地に居つく
bear 8	2004.11.6	信濃町	♂	157	-20.0	3.6	3	有害駆除	人身事故
bear 7	2003.8.25	信濃町	♀	60	-23.0	2.8	5	学習放獣	トウモロコシの食害

敏男教授、岡野司氏、八代田千鶴氏、中村幸子氏には麻酔作業等の実験協力や数々の助言をいただいた。また、有害駆除個体等の試料収集にご協力いただいた関係市町村および県地方事務所の担当の方々および信濃町猟友会の皆様に深謝する。



写真1 サンプルング風景



写真2 阿仁クマ牧場での実験風景



写真3 冬眠中のクマの体毛の観察

引用文献

- DeNiro, M.J. & Epstein, S. 1978. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 42 : 495-506.
- DeNiro, M.J. & Epstein, S. 1980. Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 45 : 341-351.
- Hilderbrand G.V., Farley S.D., Robbins C.T., Hanley T.A., Titus K. & Servheen C. 1996. Use of stable isotopes to determine diets of living and extinct bears. *Can. J. Zool.*, 74 : 2,080-2,088.
- Hobson, K.A. & Clark, R.G. 1992. Assessing avian diets using stable isotopes I : turnover of ^{13}C in tissues. *The Condor*, 94 : 181-188.
- Hobson, K.A. & Clark, R.G. 1993. Turnover of ^{13}C in cellular and plasma fractions of blood: Implications for nondestructive sampling in avian dietary studies. *The Auk*, 110 : 683-641.
- 南川雅彦・柄沢亨子・蒲谷裕子. 1986. 人の食生態系における炭素・窒素同位体比. *地球化学*, 20:79-88.
- 南川雅男・赤澤威. 1988. 縄文人の食糧摂取. *遺伝* 42巻10号 : 15-23.
- 南川雅男. 2001. 炭素・窒素同位体分析により復元した先史日本人の食生態. *国立歴史民俗博物館研究報告*, 86 : 333-357.
- Minagawa, M. & Wada, E. 1984. Stepwise enrichment of ^{15}N along food chains: further evidence and the relation between $\delta^{15}\text{N}$ and animal age. *Geochimica et cosmochimica acta*, 38 : 1,135-1,140.
- Mizukami, N.R., Goto, M., Izumiyama, S., Yoh, M., Ogura, N., & Hayashi, H. 2005. Temporal change in diet recorded in stable isotopes of Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*) hair. *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 41 : 87-94.
- 中下留美子. 2003. 窒素・炭素安定同位体によるツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) の食性解析. 修士論文研究. 東京農工大学大学院.

Carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) isotope signatures of animal tissue provide information about diet, because $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values in body tissues can be related to diets. Stable isotope studies on animal food habit have generally focused on whole hairs. This only reflects average feeding habits during hair's growth, and cannot detect shifts in diet over time. We tested a growth section analysis (GSA) method, in which sectioned samples from the root to the tip are subjected to isotopic analysis, and showed that these sections reflect feeding habits and therefore enable the reconstruction of the bear's feeding history. However, little is known about the characteristics of hair growth cycle in Asiatic black bear; when does it start to grow, when and how long does it grow, or when does it molt. Consequently, we investigated the growth cycle of bear hairs.

Six captive bears in the Ani Bear Park in Akita, Japan, were fed with corn (C_4 plant) and barley (C_3 plant), alternately. Hair samples were cut from the root to the tip into 5mm lengths and analyzed for $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$. Results indicated that (1) the shifts in the diet were reflected in the $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ contents of the 5mm hair lengths, (2) the hair starts to grow early in June, (3) the growth stops before November and no more growth is seen thereafter, (4) the hair from the previous year molts in summer, and (5) the hair shows relatively constant growth from June to October. A suspected nuisance bear captured in Nagano City was examined by this method and it was determined that the bear actually depended on corn in July. The present study provides a scientific method applicable to bear conservation and management programs.

蒲生干潟の保全:「蒲生干潟の明日を考える集い」の開催と 鳥類生息調査報告書の出版

蒲生を守る会

佐場野 裕・上村 左知子・木村 フジ・木村 モモ・熊谷 佳二・鈴木 勲・杉野目 斉

Conservation of Gamou tideland: Meeting on protection of Gamou and publication of wild bird census research in Gamou wetland

Save Gamou Association

Yutaka Sabano, Sachiko Uemura, Fuji Kimura, Momo Kimura, Keiji Kumagai,
Isao Suzuki and Hitoshi Suginome

蒲生を守る会は、仙台港建設に伴う蒲生干潟の埋め立てを阻止するために、1970年に結成され、干潟の全面埋め立て阻止に貢献した後も、蒲生干潟の自然環境を守る活動を続けている。年4回の観察会、月1回の鳥類生息調査、週1回の例会、会報「蒲生を守る会だより」の発行、市民への啓発活動、行政への提言・要請などを行っている。

蒲生を守る会は、会の発足当時より、蒲生干潟の自然環境をモニタリングするために、蒲生干潟およびその周辺に生息している鳥類について、定期的に同じ方法で、月例蒲生鳥類生息調査を実施している。今回は、プロ・ナトゥーラ・ファンドの助成により、1971～2003年の33年間にわたる調査結果を整約し分析した結果を出版することができた。

蒲生海岸で記録された鳥種は273種にのぼり、年間を通して様々な鳥類が、干潟とその周辺の環境を利用していることが示され、蒲生干潟の重要性が再認識される一方で、個体数と種数の経年変化から深刻な自然環境の悪化が懸念される。主な経年変化の結果は次の通りである：

1) 干潟に特徴的なシギ・チドリ類は、種数・個体数ともに大きく減少している。調査期間中に、

個体数で約1/10に、種数で約1/3に激減した。

2) 水辺の代表種であるガン・カモ類は、種数では変わりはないが、個体数は約1/5に減少した。とりわけ冬の代表種であるコクガンの減少が著しい。

3) カモメ類は、夏季のアジサシ類が種数・個体数ともに減少した。5～6月の個体数は、1/30から1/100の激減である。コアジサシのコロニー消滅が対応している。

4) サギ類は、種数・個体数ともに増加した。

5) 陸鳥は、1980年代以降、種数・個体数ともに増加した。

蒲生干潟およびその周辺の水辺に特徴的な鳥種についての、1)～3)の減少傾向から、水鳥にとっての生息環境が悪化していることが示唆される。

4)は、干潟周辺のアシ原の進出・拡大によるものと考えられる。また5)は、仙台港建設後に、水辺の環境が次第に減少してきていることによると考えられる。

このような危機的な環境悪化に歯止めをかけ、かつてのような豊かな自然環境を取り戻すために、自然再生事業が環境省の事業として計画され、

2002年から「蒲生干潟自然再生事業検討委員会」が設置され、蒲生を守る会も参加している。2004年3月21日には、どのような自然復元をめざすのかを、広範囲の市民と共にモデルプランを考えるために、「蒲生干潟の明日を考える集い」を開催した。参加者は県外からも含めて約40名で、午前(10:00~12:00)は、「自然再生推進法」と各地の自然再生

事業”のテーマで、午後(12:45~15:30)は、“蒲生干潟の明日を考えよう”のテーマで熱心な討議がなされた。

今後、本格的な自然再生事業が進む中で、有効な対策や改善策が実行され、蒲生干潟がかつてのような命溢れる、いきいきとした姿に復元されることを期待し、努力していきたい。

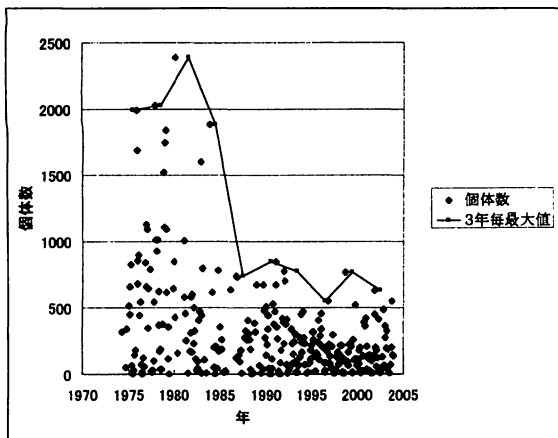


図1 ガン・カモ類の経年変化 個体数

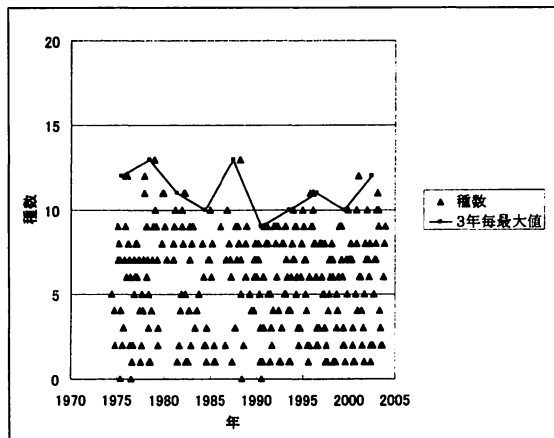


図2 ガン・カモ類の経年変化 種数

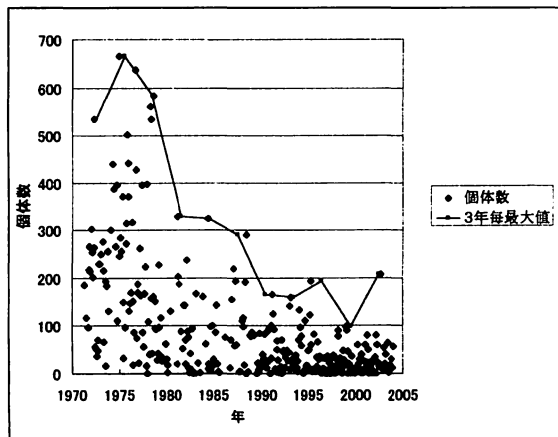


図3 シギ・チドリ類の経年変化 個体数

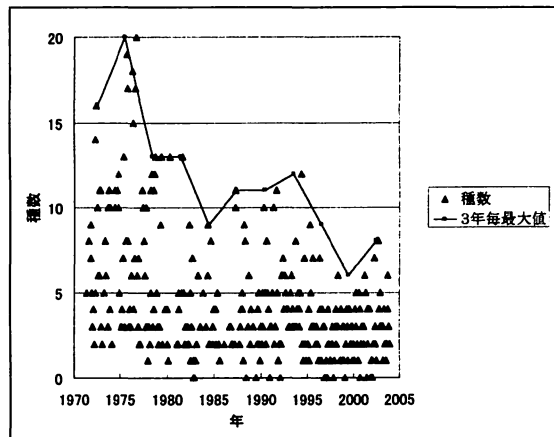


図4 シギ・チドリ類の経年変化 種数



写真1 蒲生干潟

三浦半島(神奈川県)における トウキョウサンショウウオ遺伝子の多様性の保護

三浦半島自然誌研究会

金田 正人¹⁾・吉澤 賢治²⁾・石渡 恭之³⁾・御手洗 望⁴⁾

Bio & genetic-diversity conservation project in Miura-Peninsula for
Tokyo-salamander (*Hynobius tokyoensis*)

The Group for Study of Miura Peninsula Natural History

Masato Kaneda, Kenji Yoshizawa, Yoshiyuki Ishiwatari and Nozomu Mitarai

1. 目的

三浦半島のトウキョウサンショウウオ (*Hynobius tokyoensis*) は、生息環境の破壊、悪化によって絶滅が危惧されている。1997年に実施した一斉調査で、生息地域は14地域、生息個体数は1,000個体程度であることが分かり(図1)、以降の調査で、①開発等による生息環境の消失、②耕作放棄等による幼生の生息水域の乾燥化や成体の生息樹林地の荒廃、③ペット業者等による卵・成体の乱採集等が主たる原因で生息状況の悪化が続いていた。また、2003年から④外来生物アライグマによる捕食の影響が顕在化してきた。

本会では、水田跡で水辺を整備したり、観察会等で現状を伝えたりといった活動をしてきた。本会以外にも保護に取り組む団体や個人は多い。しかし、それぞれの団体や個人の活動の足並みが揃わないことが課題となっている。得に、幼生の生存率を高めるため、卵嚢を産卵池から採取し、飼育下で成長させた後に池に戻す、といった活動に際し、幼生を採取池でなく別の水域に放すことがなされている。それぞれが独自に進化を遂げてき

たと考えられるトウキョウサンショウウオの、繁殖集団毎に持つ遺伝的特性が損なわれることが危惧された。

そこで、地域毎の遺伝的特性についても配慮した保護活動がなされることを期待し、地域毎にど



図1 調査地域

1) 神奈川県三浦郡葉山町
2) 東京学芸大学
3) 横浜国立大学
4) 東京都青梅市

れくらい遺伝的差異があるかを科学的に示し、またその研究結果に基づいて一般的に遺伝的特性の保護を分かり易く伝達した。さらに足並みの揃った保護活動が図られるよう、繁殖集団毎の保護計画を提案した。

2. 活動内容

(1) 繁殖集団毎の遺伝子解析

遺伝子解析には、個体の生命に危険を及ぼさないよう、三浦半島の11地域17地点の計20個体のトウキョウサンショウウオ幼生および成体の尾末端片(2~3mm)を切除した微量組織片(2~8mg)を用いて体組織の一部を採取し、mtDNAをPCR法によって増幅、コントロール領域(D-loop)を解析した。

比較には、東京都・埼玉県・千葉県・福島県・愛知県産本種および福島県産トウキョウサンショウウオの計20個体を用いた。

(2) 保護計画『三浦半島のトウキョウサンショウウオの保全計画(暫定版)ver4.0』の作成

本会が1997年の一斉調査以降、継続してきた半島内の生息状況調査の結果を整理し、繁殖集団毎に保護活動の方向について示した。保全計画では、現状維持、生息環境の改善、個体群の増殖と段階を設け、それぞれの繁殖集団毎に生息状況から計画を提案した。

(3) ADカードおよびパンフレットの作成

遺伝的攪乱の問題は、トウキョウサンショウウオに際しては、善意の保護活動として行われることが多いため、一般の認識の高まりが肝要である。生物多様性と生物の持つ歴史性の保護の認識を伝えるため、一般に分かり易いADカードとパンフレットを作成、自然保護団体などに送付した。

3. 結果とまとめ

遺伝子解析の結果、福島県、愛知県産のトウキョウサンショウウオと神奈川県産のトウキョウサンショウウオには明瞭な遺伝的変異が認められ、三浦半島内では3種のハプロタイプが検出された(図2)。この研究では解析できたのが240bpと低かったため、mtDNAのコントロール領域について更なる検討が必要と考えられた。

同時に、現段階における保護活動については、その遺伝的特性への保護の配慮からも慎重に行うこと、一般への遺伝子の多様性の保護の重要性への認識も一層普及啓発することにより図っていく必要があると考えられた。

本活動では、研究サンプルの提供をはじめ多くの方にご協力頂いた。また、活動が可能であったのはP.N.ファンドの助成が得られたことによる。関係者に深謝申し上げる。

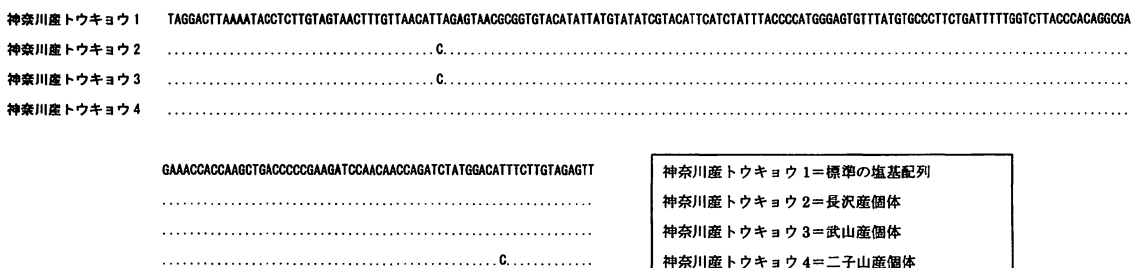


図2 三浦半島内のmtDNA D-loopの前半部領域の塩基配列と置換サイト

普天間飛行場代替施設(辺野古沖軍民共用空港)建設計画に係る 市民からの環境影響評価(環境アセスメント)

市民アセスなご

浦島 悦子

Environment assesment by citizens in relation to the construction program of
Futenma-replacement facility(military/civil joint airport)

Civil Assesment NAGO

Etsuko Urashima

1. 市民アセスなごプロフィール

沖縄・名護市辺野古沖のリーフを埋め立てて建設することが予定されていた新米軍基地(普天間飛行場代替施設)の環境影響評価に、地域住民や市民として主体的に関わることによって、日本の海域で最後に残されたジュゴンの生息域であり、沖縄の中でも有数の豊かさや美しさを持つ辺野古沿岸域の自然を保全していこうと、2003年3~5月、名護市内で「市民からの環境アセス連続講座」全5回を開催。同講座実行委員会メンバーを中心に同5月、「市民アセスなご」を結成した。

2. 活動の目的

- (1) 環境アセスの手続きに市民として主体的に関与していくことによって、予定海域の環境の価値と、予測される環境破壊についての市民の共通認識を作っていく。
- (2) 著しい影響を回避するには「建設しない」という選択肢しかないことを、事業者や建設推進の立場に立つ人にも理解してもらう。
- (3) (1)、(2)を通じて、ジュゴンの棲む豊かな海、地域住民の生活と伝統文化の基盤であるサンゴ礁生態系を保全していく。

3. 活動の方法

- (1) 市民版アセス「方法書」の作成・公開(学習会、ワークショップなどを開催して市民の心配や懸念、意見を集約し、市民版「方法書」に反映させた)。事業者への提言。なかでも、専門家ではない私たちが、市民・地域住民として最も力を入れたのは、人と自然との歴史的また現在の関わり、という側面である。
- (2) 環境影響評価法の精神を広く知らせ、市民参加を促すために、人形劇「環境アセスってなあに？」上演(自作自演)を市内各地で行った。
- (3) 事業者の「方法書」縦覧の閉鎖性を打開するため、当グループのホームページで全文公開するとともに、事業者「方法書」への市民の意見を出しやすくするための学習会(「方法書」の要点・問題点の整理など)、ワークショップ、展示会などを開催し、意見書の集約・提出を行った。

4. 活動の結果と考察

市民版「方法書」は、「方法書」作成段階から市民が対案を出した全国初の試みであるという意味でも、その内容においても、環境アセスの専門家から高い評価を得た。ちなみに、事業者側の「方法

書」は市民からも専門家からも「欠陥方法書」と酷評され、沖縄県環境影響評価審査会では「内容に不明点が多すぎて審査できない」、「責任を持ってない」、「差し戻すべきだ」等の意見が続出。対応に苦慮した。

にもかかわらず、米軍基地というきわめて特殊な事案であることから、政治に強く左右され、環境問題としてアプローチすることが困難な局面も多かった。また、事業者の動きに合わせての活動を余儀なくされるため、当初の予定通りに活動を進めることができなかった。

とりわけ、事業者である那覇防衛施設局が、自然保護団体やアセスの専門家も含めた多くの人々の「(ジュゴンや海域生態系に多大な影響を及ぼす)ボーリング調査もアセスの対象に含めるべきだ」との声を押し切って、2004年4月19日にボーリング調査を強行しようとした(9月9日、ボーリングに先立つ海底潜水調査に強行着手)ため、以来、現地では調査阻止の座り込みや海上での阻止行動が続き、当グループのメンバーもそれに参加した。そのため、助成期間後期は「市民アセスなご」としての活動が思うようにできず、残念ながら、聞き取りや現場調査に使う予定だった後期助成金を使い切れずに返還することとなった。

(なお、この辺野古沖軍民共用空港建設計画は、現地での阻止行動と広範な反対の世論によって暗礁に乗り上げ、2005年10月29日、日米両政府が発表した在日米軍再編中間報告において、従来の計画に代わる辺野古沿岸部への建設が「合意」された。しかし、県民世論調査によれば、この新たな案に対しても9割が反対している。)

5. 活動日誌(2003年10月～2004年9月)

2003年

- 10. 2～3 市民版アセス「方法書」作成のため各省庁への意見聴取(内閣府、防衛施設庁、国土交通省、環境省)
- 10. 19 人形劇「環境アセスってなあに？」試演(名護市瀬嵩)
- 11. 7～8 普天間基地実態調査・聞き取り

- 11. 14 人形劇公演(名護市瀬嵩)
 - 11. 30 人形劇公演(名護市城)
 - 12. 9 那覇防衛施設局へ「実りある環境アセス実施のためのボーリング調査に関する要請」および沖縄県(自然保護課、環境政策課、知事公室、土木部河川課)との意見交換
 - 12. 17 「市民からの方法書」公開・記者発表
 - 12. 20 「市民からの方法書」を代替施設協議会構成メンバーへ送付
 - 12. 24 「市民からの方法書」を那覇防衛施設局および沖縄県へ手交
- 2004年
- 1. 17 環境アセスに関する緊急報告会(名護市中央図書館にて。講師：吉田正人、花輪伸一、宮城康博)
 - 2. 1 「環境アセスとミティゲーション」学習会(名護市久志支所にて。講師：田中章)
 - 2. 14 「市民からの方法書」普及版(カラーパンフレット)公開、配布開始
 - 2. 18 「市民からの方法書」説明会、人形劇(名護市久志支所にて)
 - 3. 6 人形劇公演およびマスコミ労協との意見交換(名護市久志公民館)
 - 4. 12 沖縄県へ現地技術調査(ボーリング調査等)に関する要請(環境政策課、河川課等)
 - 4. 15 那覇防衛施設局へ現地技術調査に関する要請および環境アセスに関する緊急要請(4月19日、那覇防衛施設局はボーリング調査に強行着手しようとしたが、住民らによって阻止される。以降、辺野古漁港横において反対の座り込みが続行中)
 - 4. 28 那覇防衛施設局が普天間代替施設のアセス「方法書」を公告・縦覧(6月2日まで)。縦覧場所が限られ、コピーも不可、インターネットでの公開もしないため、400ページ余におよぶ方法書を当会のホームページで5月4日より公開。公開から3日間のアクセスが海外を含め5,000件、縦覧

- 期間中のアクセス総数は1万件を超えた
- 5. 11 アセス学習会、人形劇(名護市久志公民館)
 - 5. 19 「追加方法書に関する建議書」を記者発表し、代替施設協議会構成メンバーへ送付。
同日アセス学習会、人形劇(名護市山田公民館)
 - 5. 31 アセス学習会(名護市21世紀の森体育館にて。講師：島津康男)
 - 6. 3 「(方法書への)意見書を書こう」ワークショップ第1回(名護市労働福祉センターにて)
 - 6. 8 第2回ワークショップ(同)
 - 6. 9~14 「市民からの環境アセスinなは」展示とスライド&トーク、人形劇(元麻布ギャラリーにて)
 - 6. 10 第3回ワークショップ(名護市労働福祉センターにて)
 - 6. 15 第4回ワークショップ(同)。市民アセスなごとしての意見書作成
 - 6. 16 那覇防衛施設局へ意見書提出(当会および沖縄ジュゴン環境アセスメント監視団、琉球諸島を世界自然遺産にする連絡会が取りまとめた団体および個人の意見書600余を含め総数1,175の意見書が出された)

宮崎県内におけるイヌワシ調査と保護活動

NPO法人 ひむか里山自然塾
岩切 重人¹⁾・岩切 倫子¹⁾・山崎 亨²⁾

Investigation and protective action of Golden Eagle in mountain district of Miyazaki Prefecture

Nonprofit Organization Himuka Satoyama Nature School
Shigeto Iwakiri, Michiko Iwakiri, Toru Yamasaki

1. 目的

1999年6月24日付け宮崎日々新聞で、宮崎県内で初めてイヌワシの生息が確認されたという報道があった。この報道を受け、宮崎県によって、1999年10月～2002年3月までイヌワシの生息状況確認のための調査(以下「既調査」という)が実施された。その結果、1羽のみの生息が確認された。

しかし、その後イヌワシの生息状況確認の組織的な調査は実施されていない。1羽のイヌワシのみでは今後の繁殖の可能性がなく、営巣場所も確認されていない。

今後、日本での南限といわれるこのイヌワシを保護するためには、継続的で組織的なモニタリング調査が必要である。並びに、イヌワシの生息南限地域における生息環境条件を把握し、イヌワシの生活行動と地域の植生構造との関連を解明し、当該地域にイヌワシが生息していけるための保護対策を確立する必要がある。

本事業は、モニタリング調査を継続するとともに、科学的な根拠に基づく保護対策の基礎資料を提案することを目的としている。

2. 活動の内容

(1) 調査および保護活動のポイント

- ・調査対象範囲を既調査の約18km²から約63km²に拡大した。
- ・調査地点を8地点設定した。
- ・植生調査を実施し、イヌワシの生活行動と地域の植生構造との関連を検討した。
- ・これらの結果を踏まえ、科学的な根拠に基づく保護対策を検討した。

(2) 調査期間

2003年10月から2004年9月までの1年間

(3) モニタリング調査日数および時間

毎月1日 年間12日

1日の調査時間 9:00～16:00

(4) 調査方法

1) モニタリング調査

8つの調査地点には無線機を配置し、調査員同士が連絡を取りながら、双眼鏡、望遠鏡、カメラ等、記録用紙と地図を使い、イヌワシの行動を追跡し、観察結果を詳細に記録した。

2) 植生調査

モニタリング調査(以下「本調査」という)の結果イヌワシの重要な行動圏と思われる範囲について

1) NPO法人ひむか里山自然塾：宮崎県宮崎市大塚台西3丁目40-10

2) 日本イヌワシ研究会：滋賀県野洲郡野洲町行畑482-57

て、植生の専門家が現地踏査を行い、植生図を作成した。

3) 森林状況図の作成

森林管理署の森林調査簿に基づき、調査対象範囲内の森林状況図を作成した。

4) 保護対策の検討

イヌワシの行動観察結果と植生構造との関連を検討し、科学的に根拠のある保護対策を検討した。

3. 本調査結果

(1) 調査対象地域の概況

調査対象地域は、宮崎県中部に位置する九州山地の東側の山岳地帯に位置する。

調査対象範囲は、図1に示すように環境庁メッシュコードの4次メッシュで252メッシュ(約63km²)とした。

(2) 調査地点の配置

既調査で観察されなかった範囲を観察するた

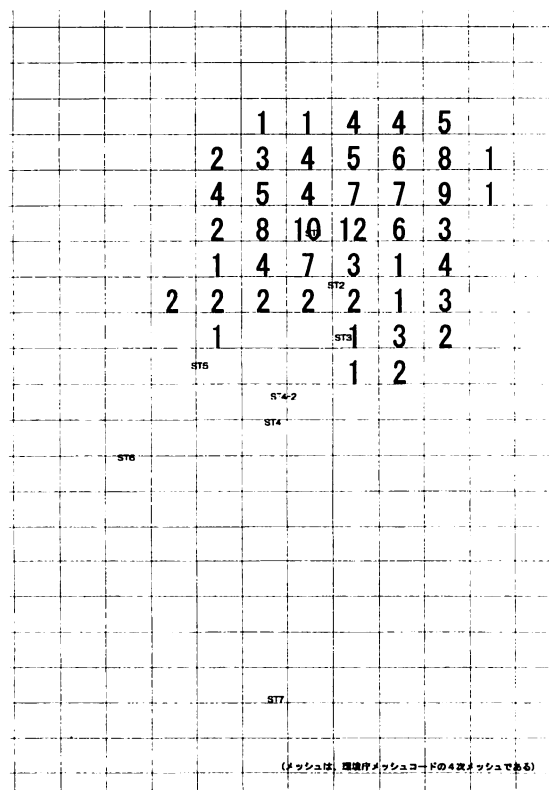


図1 メッシュ別出現回数 (2003.11~2004.7)

め、調査地点を8地点設置した。図1に示すように、河川の支流の渓谷沿いに上流からST1~ST3を設置した。この支流の南側に河川本流が流れており、支流と本流の間の尾根線の南斜面を観察するため、ST4~ST6を設置した。ST7は本流の右岸を観察するために設置し、またST4-2はST3の下流域を観察するために追加した。

(3) 調査日数と調査人員

当調査に要した日数と調査人員は、表1の月別調査日数と調査人員に示すように、調査日数が延べ16日、調査人員が延べ84人、調査地点は6~8地点であった。

表1 月別調査日数と調査人員

月	11	12	1	2	3	4	5	6	7	計
日数	1	2	2	2	2	3	2	0	2	16
人員	7	8	10	14	7	14	12	0	12	84
地点	7	6	8	8	6	8	7	0	6	56

(注) 6月は降雨のため調査を中止した。

(4) イヌワシ確認状況

本調査で確認されたイヌワシは1羽のみだった。イヌワシを確認したメッシュは、表2の月別イヌワシの確認状況に示すように、延べ16日の観察で、132メッシュであった。また、観察地点数は延べ28地点であった。

表2 月別イヌワシの確認状況

月	11	12	1	2	3	4	5	6	7	計
日数	1	2	2	2	2	3	2	0	2	16
確認	5	0	24	28	10	15	14	0	36	132
地点	1	0	6	6	3	4	3	0	5	28

(注) 日数：観察日数

確認：イヌワシを確認した延べメッシュ数

地点：イヌワシを確認した調査地点の延べ数

(5) 観察地点別イヌワシ確認状況

イヌワシ確認状況を調査地点別に見ると、表3に示すように、イヌワシの確認の殆どが支流沿いに設置した調査地点ST1、ST2およびST3で確認さ

れた。本流左岸の斜面では、2月にST5およびST6でのみ確認された。

表3 地点別調査日数とイヌワシ確認日数

月	1	2	3	4	4-2	5	6	7	計
日数	14	14	10	12	3	12	11	7	83
確認	13	9	3	0	1	1	1	0	28

(注)日数：観察日数

確認：イヌワシを確認した日数

(6) イヌワシの行動範囲

イヌワシの行動範囲は、図1メッシュ別確認回数(2003.11~2004.7)に示すように44メッシュに及んだ。このうち一番確認率の高かったメッシュは、ST1の対岸のメッシュで、12回確認した。次にST1のメッシュで10回、その次が支流の左岸の山塊のピークから伸びている南斜面で9回確認した。

また、既調査において収集したデータから図2メッシュ別確認回数(1999.7~2002.3)を示した。

図1および図2のメッシュ別確認回数から当該個体の行動圏を推定すると、約25km²となる。5回以上の確認があった範囲をコア行動圏とすると、約7km²の範囲が高頻度利用圏と位置づけられる。

4. 植生調査結果

植生調査は次の2種の方法で実施した。

(1) 専門家による植生図の作成

前項で推定したイヌワシの行動圏を中心に植生の専門家が現地踏査を実施し、図3の植生図を作成した。

(2) 森林調査簿による森林状況図の作成

森林管理署の森林調査簿に基づき、調査対象範囲内の図4の森林簿による森林状況図を作成した。

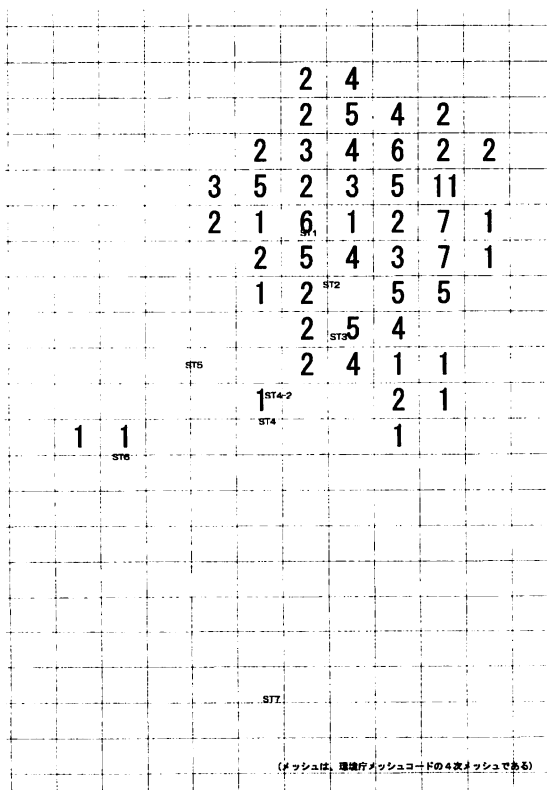


図2 メッシュ別出現回数 (1999.7~2002.3)

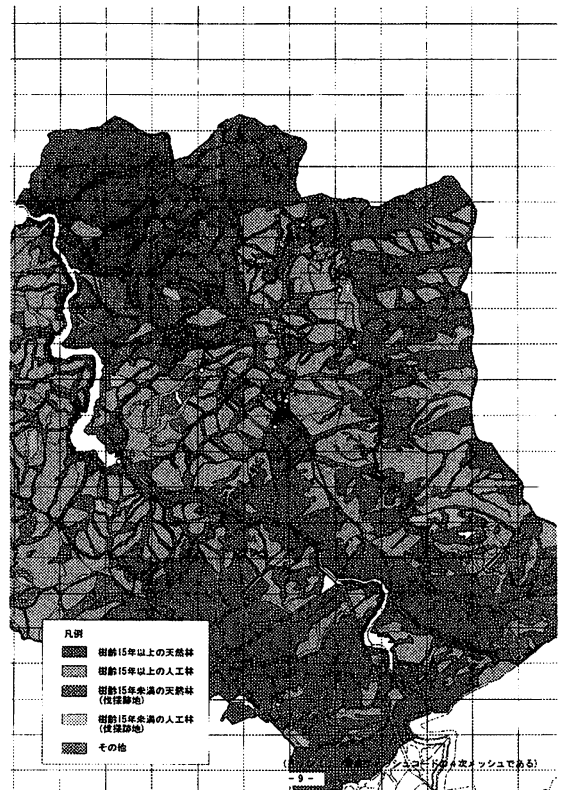


図3 植生調査図

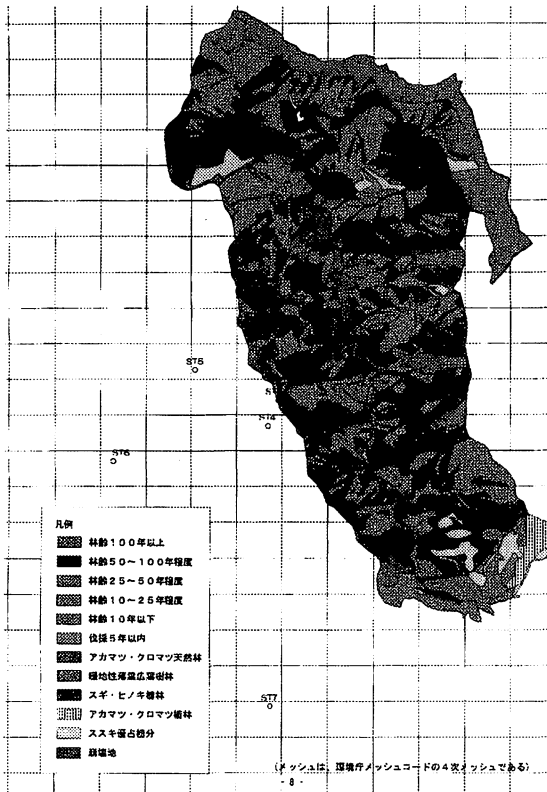


図4 森林簿による森林状況図

5. イヌワシ行動圏と植生

イヌワシの行動圏およびコア行動圏と植生分布との関連を考察すると、表4イヌワシ確認回数と植生区分に示すように、確認回数5回以上のコア行動圏は、樹齢15年以上の人工林が35.4%を占めているのに対して、確認回数1～2回のコア行動圏以外の行動圏では人工林が20.6%と低くなっており、樹齢15年以上の天然林が54.7%になっている。

表4 イヌワシ確認回数と植生区分(%)

確認回数	メッシュ	伐採跡地	天然林	人工林
5～12	13	23.8	40.8	35.4
3～4	11	24.5	43.6	31.8
1～2	17	24.7	54.7	20.6

(注)メッシュ：イヌワシを確認したメッシュの数
伐採跡地は林齢15年未満の天然林、
人工林と天然林は林齢15年以上のもの

6. 考察

以上の結果から本調査対象範囲におけるイヌワシの生態について、以下のことがいえる。

- 現在、生息している個体数は1羽である。
- イヌワシの生活圏は、河川支流上流を中心とする右岸の北斜面から稜線と左岸の南斜面から稜線までの範囲で、その行動圏は約25km²と推定される。
- 確認回数の多いコア行動圏は、約7km²と推定される。
- 希少猛禽類調査報告書(イヌワシ編)(2004)によると、岩手県に生息しているペアの行動圏が77～108km²、長野県のペアの行動圏が99～105km²、滋賀県のペアが52～82km²と報告されている。これに比べると当該個体は単独個体であり、行動範囲も約25km²と非常に狭い。この理由として、当該地域は照葉樹林帯で餌も豊富であり、単独個体であるため行動範囲が狭くても生息できるものと推定される。

今回の調査では、クマタカも多数確認された。当該地域のクマタカの生息範囲は、全国希少猛禽類調査(クマタカ分布調査)によると約20km²と言われている。

- コア行動圏は、長野県ペアが13～14km²、滋賀県ペアが10～12km²と報告されている。当該個体は、約7km²とほぼ半分の面積である。コア行動圏はハンティングエリアとして利用しており、今回の調査でもこのコア行動圏内で小型の哺乳類を捕獲した事例を観察した。
- 今回の調査では、イヌワシの行動範囲を確認するため、調査地点を稜線の南斜面に配置したが、2月にST5とST6で飛行を確認しただけで、稜線を超えて河川本流域を利用するケースは非常に少ないと推定される。
- 約25km²の行動圏の西部と南部にはまとまった天然林が立地しているが、表4のイヌワシ確認回数と植生区分から判断すると、人工林の少ないこの地域は、現在利用していないものと推定される。しかしペアで生息する場合は、行動圏が拡大される可能性があると思われる。

7. 今後の課題

(1) 生態学的な問題点

- 単独個体しか生息していないので、この個体の寿命が尽きると、宮崎県内では絶滅する可能性が大きい。
- 確認個体の雌雄が不明なため、当該個体の羽を収集し、DNA分析等で雌雄を判定する必要がある。
- 時と営巣場所が特定されていない。
- 行動圏の推定において、当該行動圏の北側と東側は地形的条件から調査地点を配置するのが難しく、調査対象地域にしなかったため、行動圏の範囲は多少広くなると思われる。

(2) イヌワシ保護施策の問題点

- 当該地域でのイヌワシ生息の確認は5年前だが、いつからここに生息しているのかは不明である。当該地域に生息している要因としては、採餌に有利な条件が揃っていることが第一に挙げられるが、当該地域の林道の入り口が施錠されて自由に入山出来ないため、人為的圧力が少ないことも大きな要因だと思われる。
- 当該地域の保護施策としては、現在、「鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律」による「鳥獣保護区」と「休猟区」に指定されているのみである。イヌワシの恒久的な保護対策を検討する場合、法令等による保護対策が基本と考えられ、次のような保護対策を検討する必要があると思われる。
 - ・鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律の規制の格上げ。特別保護地区の指定。
 - ・自然公園法に基づく国定公園の指定。

- ・自然環境保全法に基づく自然環境保全地域の指定。
- ・絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律に基づく生息地保護区の指定。

謝辞

この調査は、P. N. ファンドの助成を受けて実施し、イヌワシの生態に関する貴重なデータを得ることができた。調査を実施するにあたり、日本イヌワシ研究会の山崎亨氏から適切にご指導を賜った。また現地調査においては、宮崎クマタカ生態研究会メンバーの岩切康二、落合修一、尾林紀子、小城義文、児玉純一、竹下完、中島義人、長谷勝之、吉野保一の各氏に全面的に協力をいただいた。

植物の専門家として河野耕三氏には植生調査をお願いした。これらの方々に深く感謝の意を表す次第である。

参考文献

- 日本イヌワシ研究会. 2000. イヌワシ行動圏の高頻度利用域における植生調査(予報).
- (財)日本鳥獣保護連盟. 2004. 稀少猛禽類調査報告書(イヌワシ編).
- 宮崎県. 2002. 猛禽類調査(イヌワシ生息調査)報告書.
- 宮崎クマタカ生態研究会. 2002. 全国稀少猛禽類調査クマタカ分布調査(平成13年度宮崎県現地調査)報告書.
- (財)ダム水源地環境整備センター. 2001. イヌワシ・クマタカ調査方法.

絶滅危惧種ヒヌマイトトンボの生態学的研究と 観察会による保全活動

自然史教育談話会

渡辺 守¹⁾・松浦 聡子²⁾・東 敬義³⁾・味村 泰代⁴⁾

Conservation program and ecological survey on the threatened Brackish Water Damselfly, *Mortonagrion Hirosei*

Society of Natural History and Education in Mie

Mamoru Watanabe, Satoko Matsuura, Takayoshi Higashi and Yasuyo Mimura

ヒヌマイトトンボの生息地に保全ゾーンとして創出したヨシ群落において、植栽したヨシの自然高や密度と、生息していた蜻蛉目昆虫の幼虫を調査し、本来の生息地と比較した。植栽して2年目となる2004年、芽生えたヨシの自然高や根元直径は生息地に及ばないものの、ヨシの密度は高く、成虫の生息空間となる根元の光環境や、幼虫の発育に影響を与える水温は、生息地との差がなくなってきた。創出したヨシ群落でヒヌマイトトンボの成虫と幼虫が確認され、ミティゲーションの効果はあったと評価された。しかし、本来の生息地には存在しなかったアオモンイトトンボの幼虫が、創出したヨシ群落の根元から多数採集された。この種はヒヌマイトトンボの捕食者として知られているため、創出したヨシ群落への侵入を防ぐ方法を提案した。また、これらの調査結果を、開発関係者や一般市民に理解してもらうためのセミナーや観察会を行なった。

1. はじめに

環境省のレッドデータブックにおいて絶滅危惧Ⅰ類に指定されているヒヌマイトトンボ *Mortonagrion Hirosei* は、汽水域に成立するヨシ *Phragmites communis* 群落を生息地とし(広瀬 1985)、宮城県から長崎県までの16都道府県で記録されている。三重県伊勢市の宮川河口に「(仮称)三重県宮川流域下水道浄化センター」(以下、下水道浄化センターと称す)が計画された1998年、建設予定地の水田に隣接する水路内の小さなヨシ群落(幅10m

弱×長さ50m弱)でも本種は発見された。この水路のヨシ群落は、周辺の住宅からの生活排水と海水が混ざった汽水に成立していた。下水道浄化センターが完成すれば、生活排水は下水道へ流されるので、この群落は塩分濃度が上昇したり、土砂が堆積して乾燥したりして、ヒヌマイトトンボの生息地として不適になってしまう。そこで、三重県はこの生息地を保全するとともに、新たな生息地を創出するため、2003年1月、隣接する放棄水田を汽水環境としてヨシを植栽したのである。

1) 筑波大学生命環境科学研究科 茨城県つくば市天王台1-1-1

2) 筑波大学大学院環境科学研究科 茨城県つくば市天王台1-1-1

3) 三重県埋蔵文化財センター 三重県多気郡明和町竹川503

4) 四日市市立朝明中学校 三重県四日市市平津町409

当団体は、ヒヌマイトトンボが発見された1998年から、本調査地において調査研究を行なっている。2003年から2004年の本活動では、植栽したヨシの密度や生長の測定と蜻蛉目幼虫の調査を行ない、既存の生息地と比較した。これらの結果から、創出したヒヌマイトトンボの生息環境を評価し、今後の維持管理方法を三重県に提言した。さらに、保全活動を円滑に進めるため、県の担当職員等に対し、生態学の基礎知識等の習得を目的とした環境セミナーを開催し、また、一般地域住民等を対象とした観察会を行なった。

2. 調査地および方法

下水道浄化センターの建設予定地は、宮川右岸の河口近くに位置し、一帯は水田地帯であった。発見されたヒヌマイトトンボの生息地は、建設予定地の北側にあたり、ほぼヨシの純群落である(図1)。ヨシ群落下流では、水路の幅は40mに拡がり、さらに約200m先の水門で海とつながっている。群落内の水深は5cm以下で、淡水の流入量は平均0.78m³/hと計算されたが、水路の高低差がほとんどないため、よどんだ状態といえた(渡辺ほか2002)。

2003年1月に、生息地の南側に接する放棄水田の一部を保全ゾーン(2,110m²)とし、建設予定地一帯からヨシの根茎を集めて植栽した。ここでは、生息地の下流に設置した取水口からくみ上げた海水(約15%)と、仮設の池に貯えた雨水を混合させ、西側の3ヶ所の吐出口から供給している(63.75m³/h)。その塩分濃度は、渡辺ら(2002)の調査から、常に20%以下になるように、淡水と海水の比を調節した。

2003年のヨシ群落の調査は4月下旬から8月上旬まで週に1回、9月と10月は月に1回、行なった。生息地内に4地点各1ヶ所、創設地内に5地点各4ヶ所の計24ヶ所に、25cm四方の永久方形区を設置した。各方形区内の当年稈を個体識別し、自然高と根元直径を測定した。照度と水温、塩分濃度は生息地内の4地点と、保全ゾーンの5地点で測定した。照度は正午前後に方形区内の水面から20cmの高さで測定し、開放的な場所で測定した値から

相対照度を計算した。

2004年の調査は4月下旬から7月下旬まで週1回、8月は2回、9月は1回、行なった。ヨシの調査の永久方形区は、生息地内に12地点(①~⑫)各1ヶ所、保全ゾーンに5地点(④~⑧)各4ヶ所の計32ヶ所に設置した(図1)。この年は各方形区内の当年稈の本数、自然高、根元直径、相対照度、水温、塩分濃度のほかに、立ち枯れた前年稈の数を調べた。

幼虫の調査は生息地と保全ゾーンに25cm四方の方形区を設置して行なった。保全ゾーンはヨシの密度や水深、堆積物の量、微地形などでI~VIの区画に分けた。設置した方形区は生息地と保全ゾーンにそれぞれ、2003年秋季に4地点と17地点の計21地点、2004年春季に5地点と30地点の計35地点である。各方形区内では1mmメッシュの網を用いて、底質土壌を深さ約2cmの厚さで全てすくい取り、幼虫を採集した。

3. 環境セミナーと観察会の実施

当団体が行なったヒヌマイトトンボの生態および生息環境の調査・研究結果(たとえば、Watanabe & Mimura 2003)については、その都度行政に伝え、保全について指導や助言を行なってきた。行政の姿勢は意欲的で、当団体と密接な連携をとることができた。しかし、このような事業に関わる行政

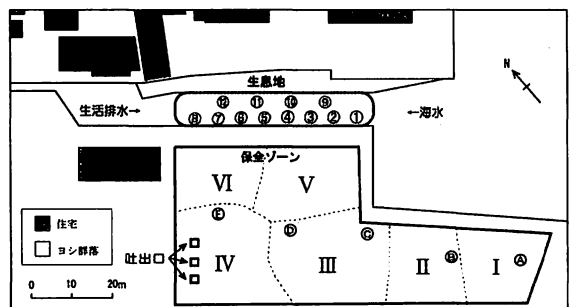


図1 ヒヌマイトトンボの生息地と保全ゾーンの概略。

①~⑫と④~⑧はそれぞれ生息地と保全ゾーンでヨシの生長と照度や水温などの環境を2004年に調べた地点の位置を示す。保全ゾーンは水位と微地形によりI~VIの区画に分けてある。

の担当者は、土木または事務の専門家であり、保全のための生態学的基礎知識は期待できなかった。保全にかかる提言をしても、その意味を取り違えたり、理解できなかったりすると、保全のために実施したことがかえって生息環境を破壊することにもなりかねない。したがって、公共事業に関わる生物とその生息地の保全では、まず、行政担当者の生態学的知識の基礎レベルを引き上げることが必要と考えられた。そこで、当団体では、保全にかかわる提言を進めるとともに、進化生態学や動物行動学など、生態学に関する基礎的な内容を中心に、三重県南勢志摩県民局にてセミナーを実施したのである(表1)。

ヒヌマイトトンボの観察会は、2004年6月26日に保全ゾーンで、同年7月3日に宮川左岸河口域の伊勢市東豊浜町で行なった。保全ゾーンでは、三重県伊勢建設部から宮川流域下水道浄化センターの説明と生息地保全に至るまでの経過の説明を受けた。ここでは、生息環境の創出と調査を継続しているため、ヒヌマイトトンボは捕獲せずに観察のみを行なっている。伊勢市東豊浜町では、生息環境での観察に加え、ヒヌマイトトンボを捕獲し、実体顕微鏡などを用いて観察した。

4. 調査結果および考察

生息地のヨシは2003年3月上旬に芽生え始め、4月下旬に自然高は75cmとなり、6月中旬まで変化はなかった(図2)。6月下旬からさらに伸長して7月下旬には130cmに達したが、8月上旬は台風の襲来によって傾き、自然高は一時的に低くなった。9月に稈の傾きは回復し、穂を出した。翌2004年

も3月上旬に芽生え、4月下旬には100cmを超えた。その後もヨシは伸長し、5月下旬には150cmに達し、台風の影響も受けたものの、8月中旬までその高さを保っていた。

2003年の保全ゾーンに植栽したヨシは、4月上旬に芽生え始めたものの、自然高は下旬でようやく約20cmに過ぎず、生息地より60cmも低かった。7月下旬における生息地との差は70cmあった。2004年の芽生えは生息地と同様に3月上旬だったが、生息地よりも低かった。しかしその差は30cmとなり、差は縮まったといえる。

ヨシの根元直径を測定したところ、生息地では2003年と2004年で差がなく、約5.0mmだった。一方、保全ゾーンでは2003年も2004年も約1mm細かった($p<0.05$, Mann-Whitney U-test)。保全ゾーンの根元直径は植栽後1年経っても生息地との差は縮まらなかったといえる。

表1 環境セミナーの開催日とセミナータイトル

年度	実施日	セミナータイトル
2003年度	4月24日(木)	「いのちの始まり・コピーの始まり」
	5月22日(木)	「生物の進化・地球環境の変遷」
	6月20日(金)	「遺伝子の働き・コンピューターソフト」
	7月17日(木)	「古典的動物行動学・ノーベル賞3人男」
	8月7日(木)	「古典的動物行動学・ローレンツの功罪」
	9月26日(金)	「古典的動物行動学・5人の美女」
	10月17日(金)	「個体の環境・ハト派とタカ派」
	11月14日(金)	「ハト派とタカ派・戦略と戦術」
	12月5日(金)	「一族郎党・血縁淘汰」
	1月30日(金)	「母は強し・されど・・・」
	2月27日(金)	「雄と雌・男と女」
	2004年度	5月14日(金)
6月25日(金)		「トンボの生活・ヒトの生活」
7月16日(金)		「ヒヌマイトトンボの日周活動」
8月14日(土)		「トンボにとっての環境とは」 於 長野県白馬村
9月17日(金)		「ヒヌマイトトンボに関する調査について」

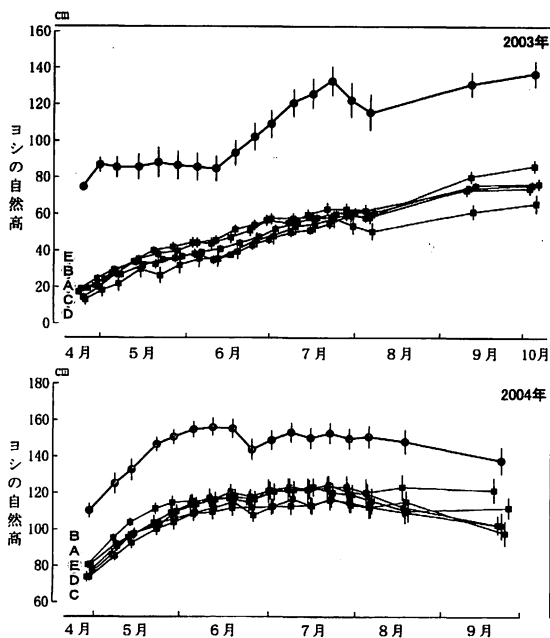


図2 生息地と保全ゾーンにおけるヨシの自然高(±SE)。

生息地のヨシ稈の自然高は●、保全ゾーンの稈の自然高は生息地と比較して有意差のあった場合を■($p<0.05$, Mann-Whitney U-test)、なかった場合を▲で表わした。

生息地におけるヨシの当年稈の密度は、2003年4月下旬に1方形区(25cm×25cm)当たり14本で、その後も芽生えて6月下旬に約20本となり、10月まではその密度を維持していた(図3)。2004年4月下旬には1方形区当たり約13本、6月には15~17本となっている。立ち枯れていた前年の稈は4月上旬の時点で14本あったので、当年稈と合わせると、ヒヌマイトトンボの飛翔期間中、1方形区当たりのヨシの稈は25本前後立っていたことになる。

2003年4月、保全ゾーンに植栽したヨシの芽生えはほとんどの地点で1方形区当たり10本前後だった。その後芽生えは9月まで続き、D地点を除き、20~30本になった。2004年春の当年稈の密度

はおおむね20本以上と、生息地より有意に多かった。立ち枯れた前年の稈を含めると30~50本となったので、ヒヌマイトトンボの成虫にとって、保全ゾーンの稈の密度は本来の生息環境より高くなっていったといえる。

ヒヌマイトトンボ成虫の生活空間である水面から20cmの高さ(Watanabe & Mimura 2004)の相対照度は、生息地で4月下旬から5月上旬に40%前後、5月末以降は20%前後とかなり暗くなっていた。これに対して2003年4月から6月上旬までの保全ゾーンの相対照度は65%以上を示している。これは同時期の生息地の水面から2mの高さと同程度の相対照度である(渡辺ほか 2002)。6月中旬以降、ヨシの伸長に伴って低下したが、成虫の出現期間中でも40~60%と高い値のまま推移した。しかし2004年4月の相対照度は40%前後、5月中旬には20%前後に落ちたので、保全ゾーンのヨシ群落は創出2年目で、成虫の出現期間中の光環境は生息地と同様になったことがわかった。

水温は卵の発生や幼虫の発育に影響を与える(Pritchard *et al.* 2000)。生息地の水温は5月で20℃前後、6月末に28℃まで上昇することもあったが、7月上旬から8月上旬までは25℃前後を保っていた。一方、2003年の保全ゾーンは、5月から8月の間、生息地に比べて少なくとも1℃、最大で7.8℃も高くなり、35℃になることもあった。直射日光が水面まで到達したためである。しかし、2004年は生息地と調査期間を通して同じような変化を示し、大きくても4℃程度しか高くならなかった。したがって、水中でもヒヌマイトトンボの卵や幼虫の生息できる環境が整いつつある。

2003年と2004年ともにヒヌマイトトンボ以外の蜻蛉目昆虫は生息地の内部へ侵入しなかった。一方、2003年の保全ゾーンでは、5月から8月にかけてアオモンイトトンボ *Ischnura senegalensis* やアジイトトンボ *I. asiatica* などが群落内部まで多数侵入していた。また、夏にシオカラトンボ *Orthetrum albistylum speciosum* やギンヤンマ *Anax parthenope julius* が、秋にはアカネ属の成虫が、水がたまって部分的にヨシの密度が低くなった場所

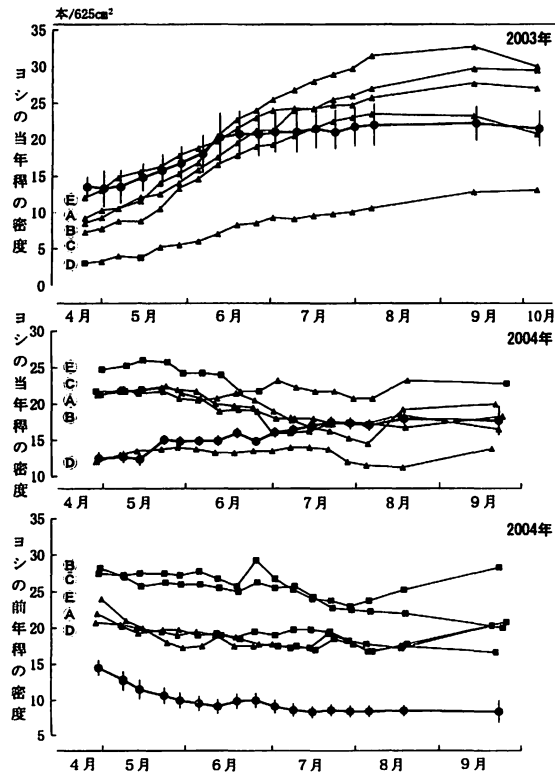


図3 生息地と保全ゾーンにおけるヨシ稈の密度の変化(±SE)。

生息地のヨシ稈の密度は●、保全ゾーンの稈の密度は生息地と比較して有意差のあった場合を■(p<0.05, Mann-Whitney U-test)、なかった場合を▲で表わした。

に飛来し、産卵した。創出1年目のヨシ群落は開放的であったため、活発に飛翔する蜻蛉目成虫でも飛来して産卵できる環境であったらしい。

生息地で採集された蜻蛉目幼虫はヒヌマイトトンボのみであった(表2)。一方、保全ゾーン内のヒヌマイトトンボの幼虫数は2003年11月と2004年5月にそれぞれ約4,000頭と50,000頭と計算された。同時に出現したアオモンイトトンボは2003年11月に約300,000頭、2004年5月には180,000頭と推定されたので、ヒヌマイトトンボ幼虫よりも3倍以上大きな個体群であったといえる。卵越冬するアキアカネ *Sympetrum frequens* とマユタテアカネ *S. eroticum eroticum* も2004年5月に合計23,000頭生息していると推定された。したがって、創出1年目のヨシ群落にはヒヌマイトトンボだけでなく、アオモンイトトンボなどの他種の蜻蛉目にとっても産卵し、発育できる環境だったといえよう。

2004年の保全ゾーンではヨシが生息地以上に密生し、アオモンイトトンボなど、ヒヌマイトトンボ以外の蜻蛉目成虫の出現場所は、一部に限られるようになってきた。飛来数の減少は産下卵数の減少となり、2005年の保全ゾーンではヒヌマイトトンボ以外の蜻蛉目昆虫の羽化数の減少が予想される。したがって、創出したヨシ群落を汽水環境にするだけでなく、枯死した稈も刈り取らずに残

し、稈の密度を高めることで、他種の蜻蛉目の侵入を防ぎ、ヒヌマイトトンボの捕食者を排除することが重要と考えられた。

引用文献

- 広瀬誠. 1985. ヒヌマイトトンボの現状. 採集と飼育, 47: 390-391.
- Pritchard G., Harder D. L., Kortello A. & Krishnaraj R. 2000. The response of larval growth rate to temperature in three species of coenagrionid dragonflies with some comments on *Lestes disjunctus* (Odonata: Coenagrionidae, Lestidae). *International Journal of Odonatology*, 3: 105-110.
- Watanabe M. & Mimura Y. 2003. Population dynamics of *Mortonagrion Hirosei* (Odonata: Coenagrionidae). *International Journal of Odonatology*, 6: 65-78.
- Watanabe M. & Mimura Y. 2004. Diurnal changes in perching sites and low mobility of adult *Mortonagrion Hirosei* Asahina inhabiting understory of dense reed community (Zygoptera: Coenagrionidae). *Odonatologica*, 33: 303-313.
- 渡辺守・味村泰代・東敬義. 2002. ヒヌマイトトンボのビオトープ創設に関する基礎的研究. 環境科学総合研究所年報, 21: 47-58.

表2 生息地と保全ゾーンにおける蜻蛉目幼虫の推定個体数

	ヒヌマイトトンボ	アオモンイトトンボ	アジアイトトンボ	均翅藍目	アキアカネ	マユタテアカネ	シオカラトンボ	不均翅藍目
2003年11月 生息地	8,600	0	0	0	0	0	0	0
保全ゾーン I	0	2,160	0	0	0	0	0	0
II	0	16,800	0	0	0	0	0	0
III	1,472	35,328	0	0	0	0	0	0
IV	2,613	75,787	0	0	0	0	0	0
V	0	67,952	0	0	0	0	0	0
VI	0	94,080	0	0	0	0	0	0
合計	4,085	292,106	0	0	0	0	0	0
2004年5月 生息地	41,280	0	0	0	0	0	0	0
保全ゾーン I	0	25,056	0	6,048	6,912	5,184	0	0
II	960	38,400	0	2,880	7,680	960	960	10,560
III	1,472	52,992	0	7,360	1,472	0	0	8,832
IV	0	10,976	1,472	0	0	0	0	0
V	42,112	23,296	0	4,480	0	0	0	0
VI	5,952	32,736	0	6,944	0	0	0	0
合計	50,496	183,456	1,472	27,712	16,064	6,144	960	19,392

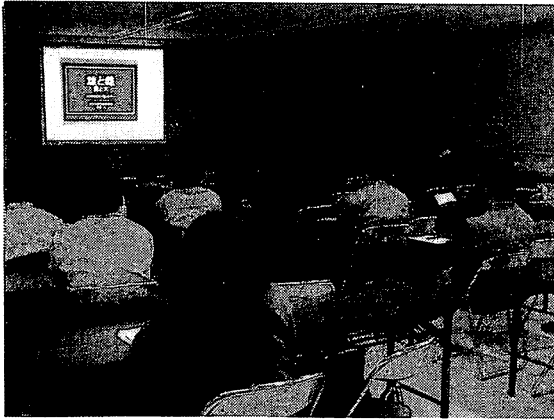


写真1 2003年度セミナー実施状況

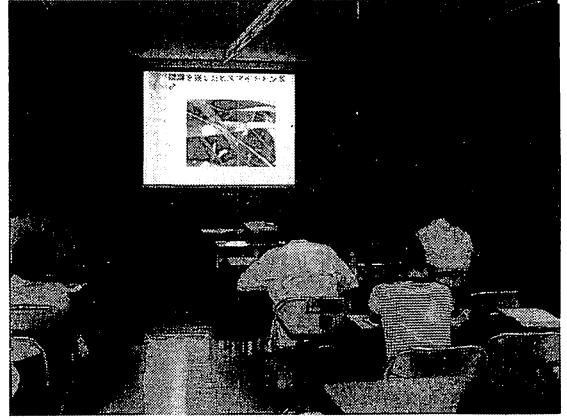


写真2 2004年度セミナー実施状況



写真3 工事担当者によるヒノマイトトンボ保全にかか
る経緯の説明



写真4 保全ゾーンでのヒノマイトトンボ観察会

かながわ野生化アライグマの分布調査と普及啓発パンフレットの作成

かながわ野生動物サポートネットワーク アライグマ・プロジェクト
葉山 久世・浅見 順一・石渡 恭之・北林 輝夫・桑原 尚志・
田畑 真悠・根上 泰子・藤井 明・李 謙一・山本 美和・吉之元 喜科

The distribution investigation of Raccoon in Kanagawa and diffusion enlightenment pamphlet preparation

Kanagawa wildlife support network Raccoon project

Hisayo Hayama, Jyun-ichi Asami, Yoshiyuki Ishiwatari, Teruo Kitabayashi,
Hisashi Kuwahara, Mayuu Tabata, Yasuko Neagari, Akira Fujii, Kenichi Ri,
Miwa Yamamoto and Yukika Yoshinomoto

1. はじめに

神奈川県では1998年頃より野生化したアライグマが増加し、被害相談や有害駆除捕獲数が激増している。平成13年度に神奈川県による分布調査が行われた後、全県的な調査は実施されてない。現在、アライグマによる被害に対しては、防除できない場合に県または市町村が有害鳥獣駆除捕獲許可を出す形で対応しているが、根本的な解決に結びつく取り組みとは言えない。

また、住民から行政や警察に寄せられるアライグマに関する情報は農業被害、生活被害関係がほとんどであり、自然生態系や野生生物への影響については、具体的に把握されていない。

2. 目的

このため、アライグマの生息分布状況を調査し、結果を盛り込んだ普及啓発パンフレットを作成することで一般の方にこの問題への関心を持ってもらうと同時に、アライグマへの早急な対策に不可欠な合意形成に必要な情報を提供するのがこの事業の目的である。

3. 方法

(1) アンケートとアライグマ情報の分布地図作成：

県内の市区町村の担当課、鳥獣保護員、自然観察指導員、自然保護系NGO、個人にアンケートを送り、2001年～2003年の8月～12月(回答時期によってばらつきあり)の期間について、アライグマ情報の有無、および情報がある場合には、その内容を個別に回答してもらった。行政関係者へのアンケートの発送と回収は神奈川県緑政課の協力をいただいた。

アライグマの情報が得られた地点(点として特定できない場合はその地点を含む地域)を1/100,000の地図にプロットした。回答のうち動物種が特定されていない情報は、電話等で再度聞き取りし、可能な限り確認を取った。ハクビシンかもしれない情報は不確実な情報として扱い、確実に考えられる情報とは分けてプロットした。

過去の調査と比較するために、環境省の自然環境保全調査用メッシュ地形図の2次メッシュ線に加え、更にそれをタテヨコ、4等分する線を引き入れ、2次メッシュを16分割したものを1メッシュとした(1メッシュはおよそ2.3km×2.85km)。

(2) 現地調査：

アライグマの生息地域(鎌倉、葉山町、逗子市、三浦市)をフィールドにしている方に現地を案内してもらおうとともに話を聞き、アライグマの痕跡を探し、生息環境を観察した。

(3) パンフレット作成：

A4版三つ折りオールカラー(アライグマ問題初心者向け)と、A3版二つ折り2色刷(神奈川県の詳細なアライグマ情報)を作成した。

4. 結果

(1) アンケートの結果：

191(人、団体)から、828件の情報が寄せられた。地図に情報を落とし、3年前のデータと比較したところ、メッシュ区画数にして約2倍に拡大していることが確認された。また、複数箇所から分布が拡大しており、3年前には情報がなかった地域から新たな情報が得られ、緊急性を再確認する結果となった。

(2) 聞き取り調査の結果：

平成13～15年にかけてフィールドで観察された変化は以下の通りである。

- ・ 葉山町のトウキョウサンショウウオの産卵池では、産卵に訪れた成体を捕食した痕跡が見つかり、同時に池の周囲にアライグマの真新しい足跡がたくさん観察された。卵塊数も例年に比べて大きく減少した。
- ・ 鎌倉中央公園では、これまで夜間の観察路でセンサス中に出会う動物はタヌキが多かったが、最近2～3年はタヌキの出現が大幅に減り、現在遭遇する中型哺乳類のほとんどがアライグマである。
- ・ 同公園内の水路の脇にマシジミを食べた様な痕跡が認められ、アライグマが捕食している可能性がある。
- ・ 鎌倉市内のある動物病院で、少数だが毎年持ち込まれていたタヌキの交通事故例がここ2年程なくなってしまったとのことだが、疥癬症のまん延でこの地域のタヌキの個体数が減少したことも影響していると考えられる。

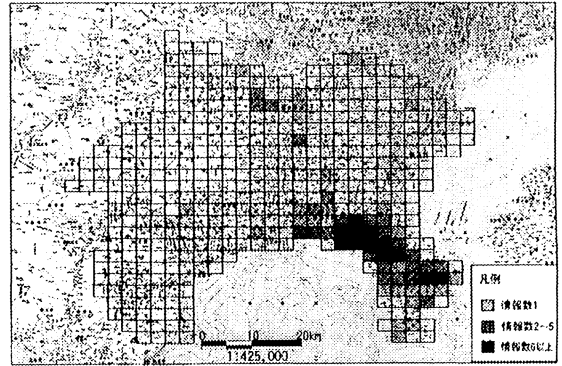


図1 アライグマ情報の分布1998～2000年
神奈川県 平成12年度 移入動物の生息分布
調査報告書平成13年3月より(一部改変)

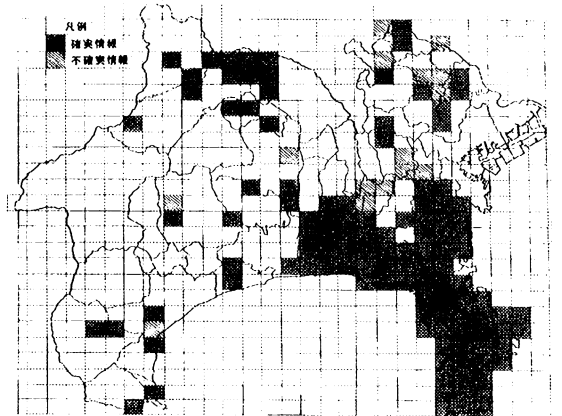


図2 アライグマ情報の分布2001年～2003年

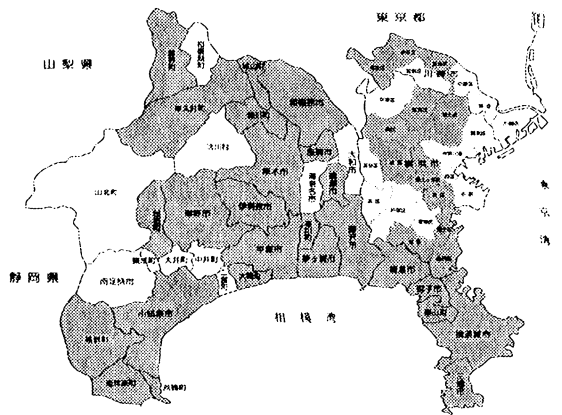


図3 市区町村別アライグマ情報の分布
1998年～2003年

・三浦半島の小網代ではアカテガニが減少している。特に体サイズの大きい個体の減少が認められるとのこと。アカテガニのように一生の間に山と海を行き来する種よりも、生涯を干潟で過ごすアシハラガニの減少は更に著しく、以前はカニを踏まずに歩くのが困難なほどたくさんいたのに、今では探さないと見つからない状況。干潟にアライグマの足跡がある。

上記の生態系に対する影響は、いずれも定量的に在来種の減少を証明するものではない。厳密にアライグマが原因と言い切るには、アライグマ以外に減少を引き起こす主たる要因がないことを明らかにする必要があるだろう。しかしながら、地元のフィールドをよく知る観察者による観察例であり、在来種の減少を招くと考えられる周辺の環境変化が特にないことや、アライグマの目撃頻度や足跡の観察される頻度がアライグマの有害駆除捕獲数の増加時期と重なっているなどの状況証拠から、ほぼアライグマの影響と考えてよいと思われる。

今後はこれらをきちんと裏付けする詳しい調査が求められる。

5. 考察・感想

(1) アンケート調査結果から～今後の対策についての考察・感想

1) 基礎調査

・アライグマが既に定着している地域では、早急にアライグマの基礎的生態(生息密度、性・年齢構成、産仔数、行動圏)を知るための調査をすべきである。これは、今後どの程度捕獲すれば生態系から取り除けるのか、あるいは増加や分布の拡大を抑制できるのかなどを推定する基礎情報となる。

2) モニタリングの強化と拡大防止策

・県内で既に広域に分布が拡大しているが、まだ未侵入のエリアや分布の最前線、生息密度が低いところなどでは、一早くアライグマの侵入をキャッチするように努め、侵入を確認したら初期に対応し、それ以上の広がりを防ぐことが必

要である。

そのためには、被害がないと捕獲許可が取れないという現行の方法を一定のルールの変えることも必要かもしれない。

・人が住んでいない地域からの情報は必然的に乏しいので、これらの地域でも足跡調査などにより分布を確認する努力が求められる。

3) 合意形成

・そもそも野生化したアライグマは、人間の身勝手なふるまいの被害者と言える。アライグマに対する意見には、駆除が必要、輸入を規制する、なんとか殺さずにすむ方法はないものかといった意見が寄せられた。

・アライグマを駆除・捕殺することには、市民の反発や抵抗がある。自然界からアライグマを取り除くことがなぜ必要なのか、その後はどうしたらいいのか、立場が異なる人々が十分に話し合う必要がある。アライグマ対策の計画作りとその実施に際しては、住民がこの問題を理解し、共通認識を持てる機会と合意形成の機会を継続的に設け、情報を開示しながら進める必要があるだろう。

・捕獲したアライグマを持っていく先がないために丹沢で放したとか、捕獲した個体を被害の出していない場所に持っていき放した、という話を調査中に伝え聞いた。在来種なら地元での奥山放獣は可能でも、アライグマのような生態系に及ぼす影響が大きい外来種ではしてはならない行為である。無知あるいは故意による放逐の防止も今後の課題である。

4) 野生動物行政

・現在の野生動物に関する行政窓口は自治体によって農政、環境、衛生関係等と分かれており情報が分散している。また、生態系の保全というよりは人や資産への被害防止が主要な目的なので被害を及ぼす動物種をきちんと特定しないまま対応しているケースが多い。野生動物行政の窓口は、将来1つになることだが理想的だが、現行のままでも情報の集め方を工夫したり、知識を持った担当者が聞き取りをすることで被害

相談を自然環境のモニタリング情報として、活用することが可能ではないかと思われる。情報を一定のフォーマットで記録に残すこと、そして、最終的に地区や県などで一元化することで、長期的な野生動物対策に反映させることが可能であろう。

- ・今回の分布調査からは分布拡大が急激で『封じ込めはもう難しいかもしれない。』というのが正直な第一印象ではあるが、あきらめずにNGOとして可能なあらゆる手だてを講じる努力を続けたい。

(2) パンフレット作成についての考察・感想

外来生物法において、種の指定を受けるか否かで、動物の扱いが大きく変わる可能性が高い。パンフレット作成時点では指定される種が不明であり、可能な表現のまま作成した。

農作物被害と生活被害については既に行政がチラシを作っているため、私たちは主に生態系被害と急速な分布拡大状況、アライグマ問題は人間が責任を持って解決すべき問題である点をポイントにして紙面を構成した。外来種問題は予防や解決のために多くの人が関心を持つことが必要という点を表現するよう努めた。

期待される成果については、まだ反応待ちといったところだが、A4版リーフレットは2004年10月

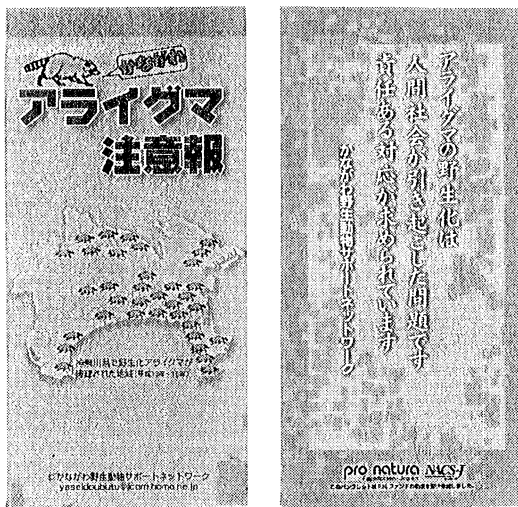


図4 パンフレットA4版 三つ折り 表紙と裏表紙

8~11日に開催された日本哺乳類学会ポスター会場等で配布したところ、わかりやすいと評判がよかった。

神奈川県は島嶼(沖縄本島、奄美大島、小笠原など)のように移入種が希少な固有種を圧迫するのではなく、天然記念物(シマフクロウやタンチョウなど)に危険が迫るわけでもない。守るべき目立ったシンボルがない地域では、多くの人が納得できる根拠を示し、どうして駆除が必要なのか、繰り返し説明して合意形成をする必要があるだろう。本事業は市民によるその一歩と考えている。これまで本会は野生動物救護活動の中で、人



図5 パンフレットA4版 見開き1



図6 パンフレットA4版 見開き2

急激な分布拡大、3年でメッシュ倍増

1998

2001

2003

▲アライグマの分布拡大。3年間で約2倍に増加し、2004年には、約4倍にまで増加した。分布拡大は、主に、北関東、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州の各府県に広がっている。アライグマの分布拡大は、主に、北関東、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州の各府県に広がっている。アライグマの分布拡大は、主に、北関東、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州の各府県に広がっている。

▲アライグマの分布拡大の推移（単位：メッシュ）

年	メッシュ数
1998	約100
2001	約200
2003	約400
2004	約800

▲アライグマの分布拡大の推移（単位：メッシュ）

アライグマ対策 行政の取り組み

神奈川県
 2000(平成13)年
 神奈川県環境保護部(現環境部)と各自治体(神奈川、横浜、相模原)と連携し、県内の半島分布拡大を抑制し、2003(平成15)年
 のなかで、20自治体と連携して三浦半島の主要な地区、および、相模湾沿岸部、ネットワークを構築する。2004(平成16)年
 5月、県庁に設置した「アライグマ対策部」を、各自治体と連携して、2004(平成16)年5月に設置した。

千葉県
 2004(平成16)年
 千葉県環境部(現環境部)と各自治体(千葉、市川、船橋、柏、浦安、流山、市原)と連携し、県内の半島分布拡大を抑制し、2003(平成15)年
 のなかで、20自治体と連携して三浦半島の主要な地区、および、相模湾沿岸部、ネットワークを構築する。2004(平成16)年
 5月、県庁に設置した「アライグマ対策部」を、各自治体と連携して、2004(平成16)年5月に設置した。

図8 A3パンフレット p.2~3

アライグマが野生化すると、どんなことが起きるの？

アライグマの野生化によって起きるかもしれないこと(アライグマ対策部が想定している)

アライグマによる生態系への影響

トウキョウランソウコブツ
 絶滅危惧種(準絶滅危惧種)で、アライグマの侵入によって、絶滅の恐れがある。アライグマの侵入によって、絶滅の恐れがある。アライグマの侵入によって、絶滅の恐れがある。

アカガニ・アシハラガニ
 絶滅危惧種(準絶滅危惧種)で、アライグマの侵入によって、絶滅の恐れがある。アライグマの侵入によって、絶滅の恐れがある。アライグマの侵入によって、絶滅の恐れがある。

タヌキ
 絶滅危惧種(準絶滅危惧種)で、アライグマの侵入によって、絶滅の恐れがある。アライグマの侵入によって、絶滅の恐れがある。アライグマの侵入によって、絶滅の恐れがある。

アライグマによる人間・社会への影響

農作物への被害
 アライグマは、農作物を食べて、被害を与える。アライグマの侵入によって、農作物の被害が増える。アライグマの侵入によって、農作物の被害が増える。

野生動物への被害
 アライグマは、野生動物を食べて、被害を与える。アライグマの侵入によって、野生動物の被害が増える。アライグマの侵入によって、野生動物の被害が増える。

人間の健康被害
 アライグマは、人間の健康を害する。アライグマの侵入によって、人間の健康被害が増える。アライグマの侵入によって、人間の健康被害が増える。



図9 現地調査
2004年2月小網代の森を歩く



図10 パンフレットの内容を検討するメンバー(神奈川県自然環境保全センターの会議室にて)

ゼニタナゴシンポジウム

ゼニタナゴ研究会

北島 淳也¹⁾・進東 健太郎²⁾・嶋田 哲郎²⁾・藤本 泰文³⁾・稲葉 脩⁴⁾・森 誠一⁵⁾

Symposium on Zenitanago

Zenitanango study group

Junya Kitajima, Kentaro Shindou, Tetsuo Shimada, Yasufumi Fujimoto,
Osamu Inaba and Seiichi Mori

1. はじめに

ゼニタナゴ(図1、図2)はかつて、青森県をのぞく東北地方各県、関東地方の全都県、新潟県の平野部の浅い湖沼およびこれに連なる細流等に広く生息していた(中村 1969、図3)。しかし近年、急速にその生息地を減少させており、現在確認されている生息地は秋田・岩手・宮城・福島各県の内、それぞれ数カ所のみとなっている(図4)。

ゼニタナゴは農家によるため池や水路の管理の結果生き残ってきた魚であり、二枚貝への産卵など学術的にも貴重である(図5)。また平野部に分布し非常に美しいふるさとの魚であることから、「地域の宝物」としてその保全を進めることは、ゼニタナゴそのものの絶滅回避のみならず、ふるさと活動としても意義がある。

ゼニタナゴ研究会は、それぞれの生息地において生態学および社会学的な把握を行う努力とそれらを踏まえた保全活動そのものを行ってきた。(図6、図7)

2. ゼニタナゴの現状

ゼニタナゴも圃場整備事業などによる直接的なインパクト、ため池や水路の管理方法の変化によるインパクト、外来生物によるインパクトのいわゆる「三つの危機」に直面している。

生息地そのものの消失は圃場整備事業等が進む東北地方では未だに重大な問題である。宮城県のある水路では、ほとんど調査がなされないままに三面護岸工事が行われようとしていた。直接消失を免れた場合でも生息地の分断化によって越冬が

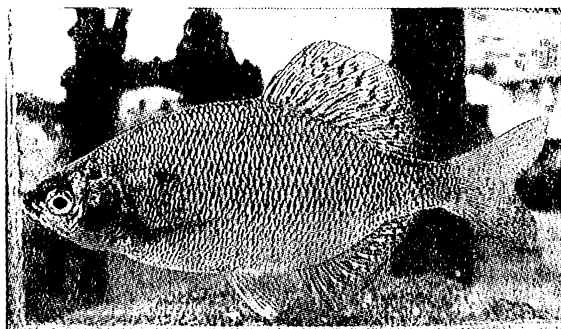


図1 ゼニタナゴ雄

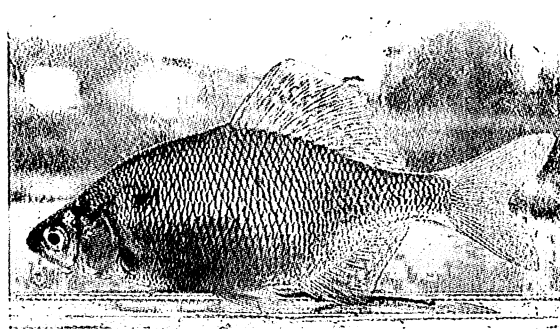


図2 ゼニタナゴ雌

1) 大阪教育大学
4) 原町市博物館

2) 伊豆沼財団
5) 岐阜経済大学

3) 北里大学

不可能になるなど生息に重大な問題が起こっている。また、ため池の管理の変化によって20年近く水抜きを行っていない秋田県のあるため池(ため池A)では、底泥の堆積によってDOが水深50cmで0.5mg/Lとなり、珪藻類が減少するなどし、産卵の為の二枚貝が生息確認出来なくなり、ゼニタナゴも姿を消しつつある(図8、図9)。さらに、宮城県伊豆沼ではブラックバスの漁獲増加に伴ってゼニタナゴも姿を消した。残された他の生息地でも、道路を挟んだ隣池が地域のバス釣りのメッカ(秋田)であったり、堰堤の下までバスが進入している(宮城)他、現にバスが侵入している(秋田、福島)など外来生物による危機にも直面している(図10)。

3. ゼニタナゴシンポジウム

「ゼニタナゴシンポジウム」(2003年12月23日伊豆沼)は、これらの現状をふまえ、ゼニタナゴを

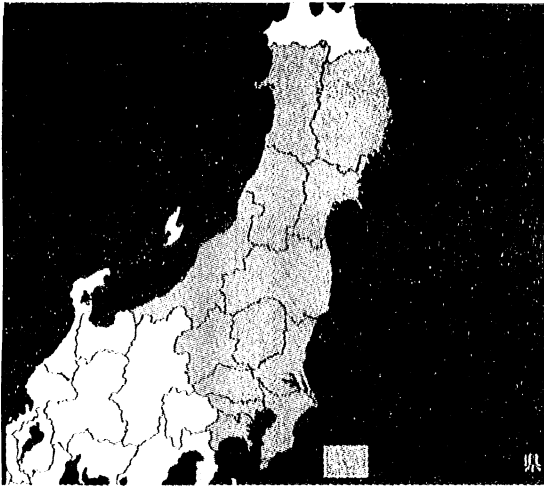


図3 ゼニタナゴの分布1960年代

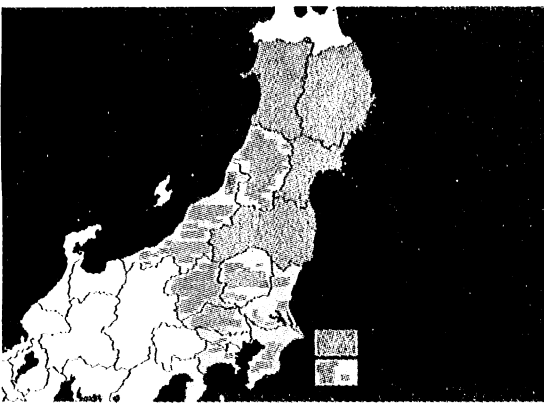


図4 2004年ゼニタナゴの生息が確認された県(濃色)

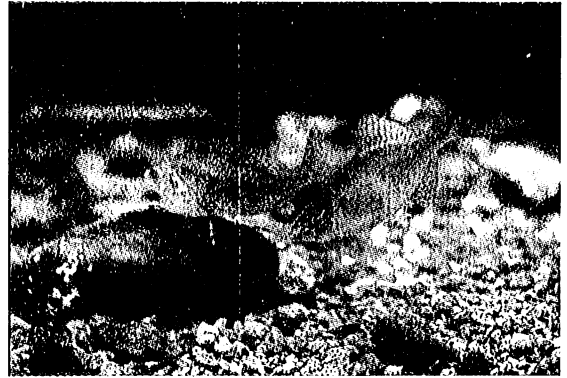


図5 ゼニタナゴの繁殖行動。左が雌、ドブガイの中に卵を生み付けている



図6 雨の中でのゼニタナゴ調査風景



図7 ゼニタナゴ越冬場所造成事業

キーワードに身近な水環境の未来を考えるシンポジウムとして、P. N.ファンドの助成をうけ、ゼニタナゴ研究会と宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団の共催で開催した。

当日は、東北地方のみならず全国から約200人の参加があり、ゼニタナゴの増殖研究を行っている専門家の講演、近縁種の保全活動を行っている研究者や、ため池の管理についての研究者の講演、秋田、岩手、宮城、福島それぞれの生息地で、日常的に調査・研究を行っているゼニタナゴ研究会会員からの報告を受けて、会場を交えたディスカッションが行われた。

特にゼニタナゴの棲息する身近な自然環境が農業の変化、管理の変化によって危機的な状況におかれている点について、様々な経験や活動が交流され、今後こうした活動の交流の場やネットワークを広げていこうとの提案がなされた。

また、「ゼニタナゴシンポジウム」は1) タナゴ類としては初の研究者レベルのシンポジウム、2) 同時に地域の農家の方などの幅広い参加があった、3) ゼニタナゴの棲息する東北地方全域を結んで開かれた、などの点でこれまでに無いシンポジウムとなった(図11～図14)。

4. シンポジウムを終えて

シンポジウムを通じてゼニタナゴの保全への関心と注目が広がりつつある。宮城県の伊豆沼では

平均個体数

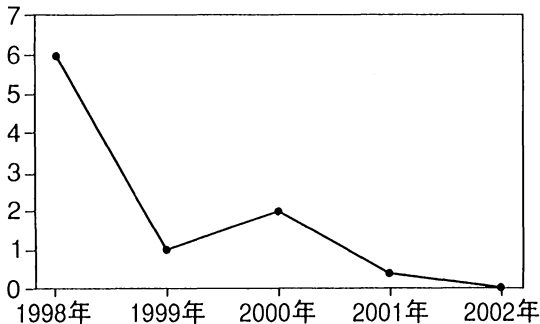


図8 ため池Aにおける二枚貝個体数の経年変化。5m²あたりの確認個体数。2002年には確認出来なかった。

「ゼニタナゴ復元プロジェクト・バス・バスターズ」が結成され(図15)、関東では2004年10月に霞ヶ浦市民協会の主催で「ゼニタナゴシンポジウム」(関東版)が開催された(図16)。宮城県のゼニタナゴ生息地では工事計画を一時凍結し、ゼニタナゴの生息に配慮した工事への調査と検討が始まった。

今回の「ゼニタナゴシンポジウム」はゼニタナゴの保全活動にとって一つの結節点となったと考えている。

個体数

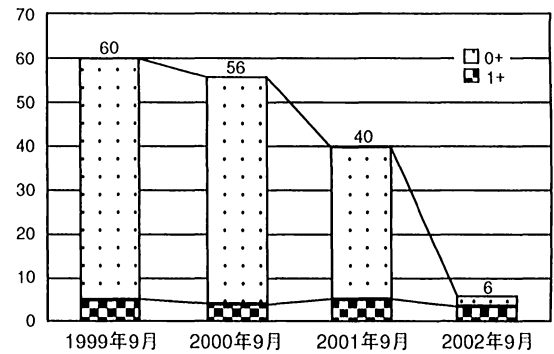


図9 ため池Aにおけるゼニタナゴ個体数の経年変化。トラップ6個、投網15回でのゼニタナゴ採集個体数。2002年の0+の激減は前年の繁殖数の減少の影響と思われる

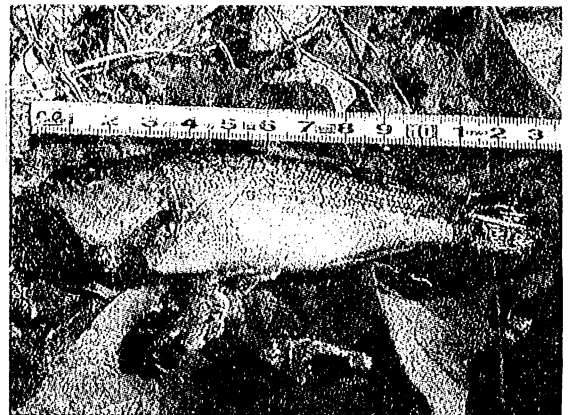


図10 バスの胃から出てきたゼニタナゴ(右下)抱卵した雌個体(溝田浩二氏撮影)



図11 ゼニタナゴシンポ：受付をする参加者



図12 ゼニタナゴシンポ：パネルディスカッション



図13 ゼニタナゴシンポ：会場



図14 ゼニタナゴリーフ・冊子他
当日配布物など



図15 ゼニタナゴ復元プロジェクト。バス・バス
ターズによるバス稚魚すくい(駆除)



図16 ゼニタナゴシンポ関東版

(2004年10月霞ヶ浦)

「続 聞き書き 里山の暮らし 土浦市宍塚」の作成

NPO法人 宍塚の自然と歴史の会¹⁾

及川 ひろみ・阿部 きよ子・和佐田 宣英・田中 文子・小関 緑・
松島 忠久・坂口 典子・北村 まさみ・猪俣 美佐子・大田黒 摩利・
青木 利枝子・丸山 美知江・内田 初萌

Publication of book “life of Satoyama, in Shishitsuka, Tsuchiura part 2”

The Society of Nature and History of Shishitsuka

Hiromi Oikawa, Kiyoko Abe, Nobuhide Wasada, Fumiko Tanaka, Midori Koseki,
Tadahisa Matsushima, Noriko Sakaguchi, Masami Kitamura, Misako Inomata, Mari Ohtaguro,
Rieko Aoki, Michie Maruyama and Hatsue Uchida

1. はじめに

本会が活動対象とし、保全をめざしている土浦市宍塚大池周辺は、関東地方の平野部では稀な、100haの広さで残された里山である。本事業は、会の中の歴史部会が中心となり、その里山を擁する宍塚集落のお年寄りを訪問し、高度成長期以前の里山の管理、利用法、その背景となる暮らし、農業、文化、動植物などについて情報を収集し、冊子にまとめ普及するというものである。

2. 活動内容、冊子の構成

今回、話を伺った人は約40名。その都度聞いた内容を筆記し、許可の得られる方は録音もして記録した。個人別の聞き書きを掲載する方々については、数回から数十回訪問し、文章化したものを本人に再確認しながら最終原稿を作成した。地名、水路などは、現地を案内して説明していただいた上で図にまとめ、農作業の様子なども、確認を繰り返しながらイラストを作成した。文には多くの注、イラストをつけ、理解しやすいように努めた。保存されている昔の農具、衣類、その他の道具、

建物等を見せていただき、写真に記録した。当時の景観を地元の方に絵に描いていただいたり、昔の写真をお借りしたりして、それらも掲載した。文献資料、地図、航空写真、茨城県、土浦市の民俗関係の文献、民俗誌等を参考とし、地域の特徴を捉える努力をした。

冊子はA5版、334ページ。次のような三部構成である。①聞き書き編、②テーマ編(a 農業用水 b 山 c 谷津田と稲作 d 畑と作物 e 住 f 食 g 衣 h 年中行事 i 動植物)、③資料編(航空写真から見た宍塚の変化、土地利用図、小字名地図、坪の位置、地名地図、地名及び寺社、年表)

3. 活動を通じての成果

たびたび集落を訪問し、多くの話しを伺い、まとめていく作業を通じて、私たちは、自らの宍塚の里山への理解を大いに深めることができた。さらに、地元の方々との交流も深まり信頼関係が強まった。

聞き書きは、お年寄りたちが昔の楽しみや、様々な技を思い出すきっかけとなり、その伝承が

始まっている。

昔の遊び道具を作って子どもたちに教えて下さった方や、味噌、納豆作りを私たちと一緒にやって下さった一家もある。2004年7月には、地域の伝統行事で、廃れていた青屋箸(すすきの箸でうどんを食べる)を会で行い、好評を得た。秋には学生たちが地元のお年寄りから藁紬いを習い、次の機会にはお年よりと一緒に子供たちに教えることができた。会主催の収穫祭では伝統的な料理「ぬっぺ」作りをお年寄りが指導して下さり、地元の方々をはじめ、参加者から喜ばれた。このように、技の伝承や行事を通じて地元と市民の共同の

場が増えてきたといえる。

4. 冊子の普及、活用

冊子は、地元、教育機関、図書館、行政機関等に配布し、一般市民に広く普及する予定である。今後、冊子を広める中で、里山についての共通理解が広まり、これからの里山保全のありかたについて、地元、市民、行政関係を含め、広く議論が進むことを期待するものである。また、この冊子が、特に若い世代の歴史意識の形成や環境教育に役立つことを期待したい。

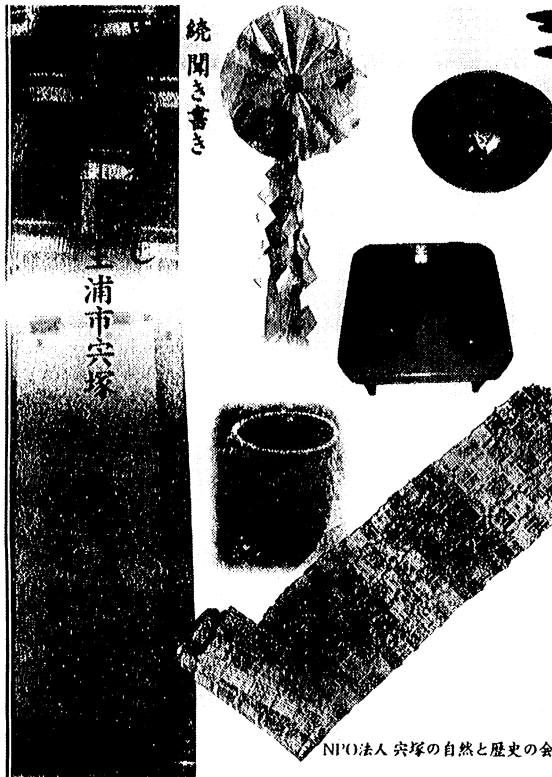


写真1 成果物表紙



写真2 成果物裏表紙

中国海南島におけるカワウソ2種の保全生物学的研究

李 玉春¹⁾

Conservational study on two species of Otter in Hainan Island

Yuchun Li

中国海南島西南部山地地域を中心に聞き取り調査と現地痕跡踏査を使い、カワウソ2種 (*Lutra lutra*, *Aonyx cinerea*) の分布を調査し、カワウソの密度が最も高い吊羅山自然保護区で生息状況と生息危険要素を明らかにした；痕跡法(糞・足跡・水中活動痕跡)を使い、カワウソの密度と食性の季節的变化を測定した；吊羅山では低標高河段のカワウソ密度が高標高河段より高く、且つ雨季になるとカワウソの活動は低標高から高標高地域に変化する傾向が考えられた。吊羅山のカワウソの主食はカニ類で糞には魚類が検出されなかった。カワウソが生息できるハビタットは、人工林や果実園がなく、河岸幅は3.0m以下、人間活動地域との距離が3.2km以上でかつ近くに道路があり、植生の隠れ度が良好；水深や水面幅には関係が見られなかった。研究結果によって熱帯に生息するカワウソの保全策を提案した。

1. はじめに

カワウソ類は食肉目 (*Carnivora*) イタチ科 (*Mustelidae*) に属し、世界に4属(カワウソ属 *Lutra*、オオカワウソ属 *Pteronura*、ツメナシカワウソ属 *Aonyx*、ラッコ属 *Enhydra*) 14種がある。生息状況については、『未評価』の3種(オナガカワウソ *Lutra longicaudis*、スマトラカワウソ *Lutra sumatrana*、ザイルツメナシカワウソ *Aonyx congica*) を除いて、絶滅危惧種が8種、低リスク種が3種とされている。近年、カワウソ類動物の保全については世界中で重視されている(劉振河 1998)。

中国海南島には絶滅危惧種のユーラシアカワウソ (*Lutra lutra*) と低リスクのコツメカワウソ (*Aonyx cinerea*) の2種が生息している(劉振河 1998)。この2種の生態や保全的な研究は欠けており、生

息状況や危険要素、保全手法などについては研究する必要性が高い。ここでは、ユーラシアカワウソとコツメカワウソ(以下はカワウソと略す)を対象にその生息状況と基礎的な生態学を調査し、その保全生物学的な分析を行った。

2. 調査地域

調査地域の海南島は中国大陸の最南部に位置し、北緯18°12'~20°10'、東経108°40'~111°03'に位置し、熱帯生物地理区に属する。島は東西約290km、南北約180km、面積は3.39万km²であり、地形・植生および土地利用によって島は西南部の山岳地帯と東北部の台地・平原地帯に分ける。東北から西南方向に脊梁山脈が続き(図1)、五指山(1,867m)、鸚歌嶺(1,812m)と雅加大嶺(1,519m)を中心に島の外側に向かって標高が漸減する。海南島は高温多

¹⁾ 中国海南島野生動物保護管理研究センター
Hainan Wildlife Conservation and Research Center, Hainan Normal University, Haikou, Hainan, P.R. China

湿で、年平均気温23～25℃、年平均降水量1,600mmを超えるが、乾季、雨季の季節性が明瞭である。

本研究では、海南島でカワウソが最も多く目視されていた、山岳地帯の中心部に位置する陵水黎族苗族自治県(以下は陵水県と略す)、保亭黎族苗族自治県(以下は保亭県と略す)、白沙黎族苗族自治県(以下は白沙県と略す)、五指山市、瓊中黎族苗族自治県(以下は瓊中県と略す)においてカワウソの生息確認調査を行い、陵水県に位置する吊羅山自然保護区でカワウソの生態、生息環境状況の調査と保全学的な調査を実施した。吊羅山自然保護区は1984年に設置された海南省の省級自然保護区で、面積3,050ha、ユーラシアカワウソとコツメカワウソを含む32種の哺乳類が生息している。保護区の植生は熱帯雨林を中心に、低標高域にはピンロウ植林地(ピンロウ園)が広く分布する。保護区は吊羅山系の山々が大部分を占め、周りの山麓部平地は少ない。標高は山麓部の50mから三角山の1499.2mにわたり、険しい地形である。

3. 調査方法

野外での糞と活動痕跡からではユーラシアカワ

ウソとコツメカワウソを区別することができないため、本研究はこの2種のカワウソを区別することなく調査し、以下は単にカワウソと略す。調査内容はカワウソの分布、生態、ハビタット、危険要素の調査が含まれる。分布調査は全島の山岳地帯中心部に位置する5市県(陵水県、保亭県、白沙県、五指山市、瓊中県)にわたって実施したが、生態学的調査、ハビタット調査と危険要素調査は全て吊羅山自然保護区で行った。また、生態学的調査は吊羅山自然保護区のユーラシアカワウソとコツメカワウソが共に生息する苗元河水系(楊文澤・個人資料)を対象に実施した。

分布調査は現地での聞き取り調査と痕跡確認法を使った。聞き取り情報は現地の50歳以上の住民数人を対象に、カワウソの姿や鳴き声、活動痕跡(糞・水中足跡・食痕)の目撃の有無を聞き取った。現地調査は踏査により、カワウソの糞、食痕、水中活動痕跡を記録した。調査は2003年11月～2004年2月におこなった。調査場所は陵水県、保亭県、白沙県、五指山市、瓊中県の各県(市)で聞き取りをした上、それぞれ川段を500m以上踏査した。

生態調査は主には活動頻度で表わす相対的密度とその季節的・標高分布、糞分析法と現地での餌

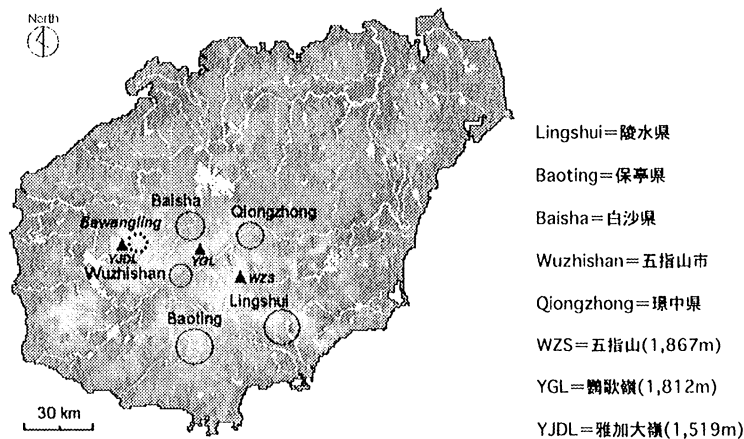


図1 カワウソ2種の分布調査図

白い線は河川や湖、丸形はカワウソ分布調査を行った場所。Lingshui=陵水県、Baoting=保亭県、Baisha=白沙県、Wuzhishan=五指山市、Qiongzhong=瓊中県；WZS=五指山(1,867m)、YGL=鸚歌嶺(1,812m)、YJDL=雅加大嶺(1,519m)。グレイ・スケールは標高の変化を示す。
中国海南島 2003～2004。

生物種(魚類・カニ類)を調査した。調査を実施する前の日に、調査河段のカワウソの糞を回収し、2日間隔で各河段の糞数を記録した。この調査は2004年3月から10月まで総計8ヶ月間、毎月10日間(5回)を実施した。

ハビタット調査(環境調査)は河川に沿った植生タイプ、岸幅、見通し度、河川両側の林型を調査した。この調査は選んだ河川に沿って50m間隔で計測した。調査時期は2004年7~8月であった。

危険要素調査は各調査河段の人間活動地域(主には道路)からの最小距離、果実園(主にはピンロウ園)の有無を記録した。

4. 結果

(1) カワウソの分布

聞き取り調査の上、今回踏査した山地中心部に位置する5市県の河段は図1に示した。この5箇所踏査河段長は陵水県(Lingshui)35km(5河段)、保亭県(Baoting)10km、白沙県(Baisha)4km、五指山市(Wuzhishan)3km、瓊中県(Qiongzong)2.5kmであった。カワウソの糞や活動痕跡が認め

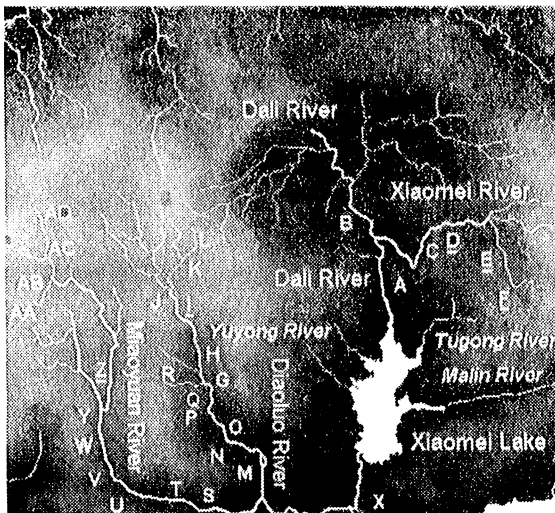


図2 吊羅山自然保護区カワウソの分布

1桁と2桁のアルファベットは調査された河段を示す。下線を引かれているのはカワウソが発見された河段を示す(表1を参照)。グレイ・スケールは標高の変化を示す。

られたのは陵水県と五指山市で、ほかの3市県はカワウソの生息情報が認められなかった。保亭県の調査河段については、「2年前カワウソは生息していたが、開発が最近あったので、カワウソは生息しなくなった」との情報であった。

陵水県の吊羅山自然保護区にはカワウソの糞や活動痕跡が多く発見された。この中には、苗元河(Miaoyuan River)水系が多く、次には大理河(Dali River)上流と小妹河(Xiaomei River)であった(図2、図3、表1)。

(2) 糞量の季節的变化

調査は吊羅山自然保護区苗元河とその支流である苗元東支河(East Branch of Miaoyuan River, 以

表1 ハビタットとカワウソ生息調査結果

(中国海南島吊羅山 2003~04)

測定河段	植生種類	見通	植生幅(左側)	植生幅(右側)	人間距離(km)	水面幅(m)	水深(m)	糞	足跡
A	自然林	中	15.0	40.0	0.06	23.0	0.5	-	-
B	自然林	中	2.0	10.0	0.01	15.0	0.5	-	-
C	自然林	低	1.0	1.0	3.00	1.0	0.4	-	-
D	自然林	低	2.0	1.0	3.20	8.0	0.8	+	+
E	自然林	低	0.5	3.0	3.50	2.4	0.4	-	+
F	自然林	低	0.5	1.0	3.60	2.0	0.5	+	-
G	自然林	中	0.0	0.0	5.00	13.0	1.0	-	-
H	自然林	低	0.0	0.0	6.00	13.0	1.5	-	-
I	自然林	低	0.0	0.0	6.50	12.0	1.0	+	+
J	自然林	低	0.0	0.0	7.00	17.5	0.5	-	-
K	自然林	低	0.0	0.0	0.00	11.5	0.3	-	-
L	自然林	低	0.0	0.0	0.50	5.0	0.4	-	-
M	人工林	中	3.0	0.0	0.01	8.5	0.7	-	-
N	ピンロウ園	中	6.0	0.0	0.01	10.0	0.3	-	-
O	人工林	良	20.0	0.0	0.02	20.0	1.0	-	-
P	ピンロウ園	良	10.0	0.0	0.02	20.0	0.7	-	-
Q	自然林	良	5.0	0.0	0.01	5.0	0.7	-	-
R	自然林	良	7.0	7.0	0.01	7.0	0.8	-	-
S	自然林	中	10.0	12.0	0.01	22.5	0.8	-	-
T	人工林	中	10.0	20.0	0.02	27.5	0.8	-	-
U	自然林・人工林	中	20.0	20.0	0.02	45.0	0.6	-	-
V	自然林・人工林	中	10.0	20.0	0.10	45.0	0.6	-	-
W	自然林・人工林	中	0.0	2.0	0.20	9.0	0.8	-	-
X	自然林・人工林	中	5.0	3.0	0.06	10.0	0.5	-	-
Y	自然林	中	1.0	1.0	0.05	33.5	0.6	-	-
Z	自然林	中	0.0	0.0	4.00	21.5	0.6	+	-
AA	自然林	良	0.0	0.0	0.00	5.0	0.4	-	-
AB	自然林	良	0.0	0.0	0.05	5.0	0.7	-	-
AC	自然林	良	10.0	25.0	0.03	8.0	0.5	-	-
AD	自然林	良	0.0	0.0	0.00	6.0	0.4	-	-

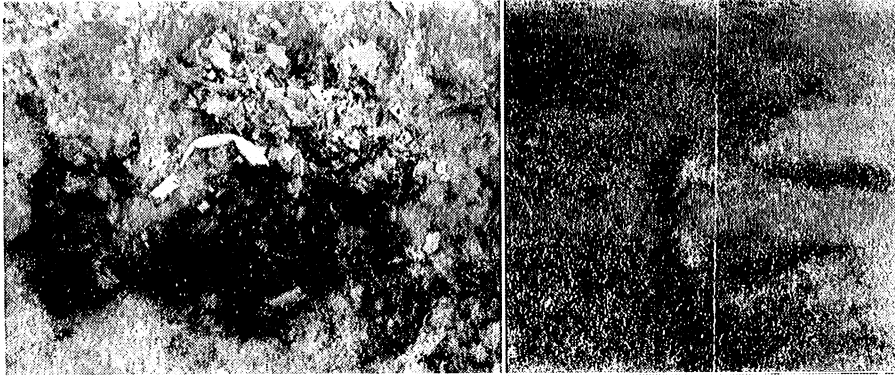


図3 吊羅山自然保護区苗元河で発見されたカワウソの糞と水中活動痕跡

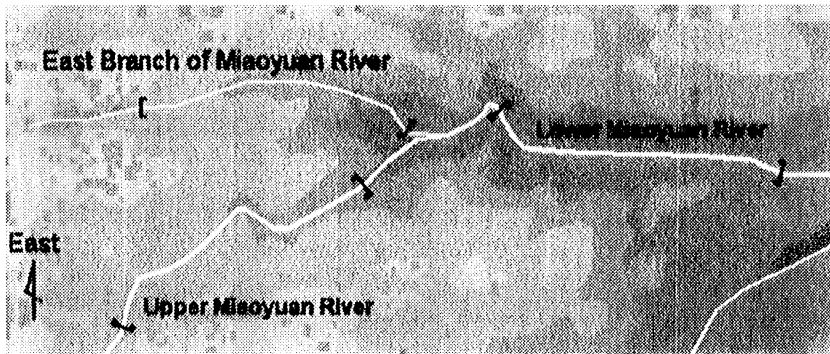


図4 吊羅山自然保護区苗元河におけるカワウソ生態調査区間
調査された各河段の長さは約1,000mで、黒マーク【 】で示されている。

下はEast Branchと略す。標高725m~925m)を調査地とした。苗元河は標高によって下段の苗元下河(Lower River, 標高650m~725m)と高標高の上段河(Upper River, 標高725m~925m)に分けて調査した(図4)。

カワウソの糞計数の月間変化を図5に示した。その傾向としては低標高の苗元下河は5月に入ってカワウソ糞量は下がり、その後10月まではほぼ横ばいで推移した。乾季の3~4月と雨季の5~10月には糞量の変化は有意であった(Mann-Whitney U-test, $P=0.0275$)。その反対に、苗元上河と苗元東支河は5月に入って糞量が上がり、8~9月は7月より少々下がったが、統計学的には有意差は認められなかった(Mann-Whitney U-test, いずれも $P>0.05$)。

糞量は低標高の苗元下河は高標高の苗元上河と

苗元東支河より高い傾向を示し、苗元上河と苗元東支河の間に差がないが(Wilcoxon signed-ranks test, いずれも $P>0.05$)、苗元下河はこの二河段より有意差があった(Wilcoxon signed-ranks test, いずれも $P<0.05$)。

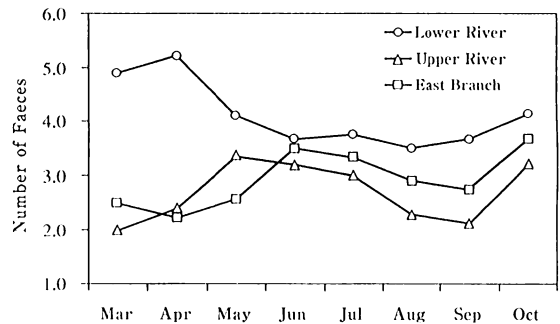


図5 苗元河水系カワウソ糞数の月間変化

以上のことから、低標高の河段でカワウソの密度が高標高河段より高く、かつ雨季になるとカワウソの活動は低標高から高標高地域に変化する傾向が考えられる。

(3) 食性組成

採集されたカワウソの糞(26個)から検出されたのはカニ類の殻と足が最も多く、次は植物の葉であった。カニ類の足と植物の葉は塊になり、カニ類の殻は単独になることが多い。魚類の骨や鱗は検出されなかった。

糞乾重量は $3.68 \pm 1.72\text{g}$ (SD, n=26)で、最小値は1.3g、最大値は6.8gであった。

一方、これらの河段を調査した結果、3種のカニ類を確認し、その生息数は共に多いことが確認された。また、魚類は3種発見したが、その数は少なかった。魚類が少ない原因としてはネット罟漁(図6)と電漁が常に行われていることが挙げられた。

(4) 生息地現状とカワウソの生息状況

環境調査を行った吊羅山の7河川のうち、4河川は小妹湖の支流で、開発(果実園)が見られなかった。ほかの3河川は下流部分にピンロウ園が作られ、人間活動の影響が大きい。上流域はピンロウ園作りに不適なので、開発は見られない。調査した30箇所河段のうち、5箇所でカワウソの活動痕跡(糞・水中痕跡)が発見された(表1)。カワウソが生息する河段の環境要素を整理すると、以

下の共通点が見出された。

○森林は自然林。つまり、人工林や果実園(ピンロウ園)がない。

○河段両側の河岸幅(平らな部分)は3.0m以下と狭い。

○人間活動地域(道路を除く)からの距離は3.2km以上離れており、近くに道路がある。

○植生はブッシュ状で、カワウソにとって良好な隠れ場所が多い(見通しが悪い)。

一方、水深や水面幅には関係が見られなかった。つまり、カワウソが生息できる条件としては以上の4点が必要と考えられる。

(5) 危険要素

カワウソの生息にとって最も大きな危険要素と言えるのは、環境破壊と密猟が2つである。踏査した馬林河には密猟者が残した「住処(生活跡)」があった(図6)。冷温帯と異なって、見通しの悪い熱帯植生が主の海南島では、このような環境は密猟者の安全な作業場所であり、保護区のパトロール員が監視することが非常に困難である。夜間にライトと矢を使えば安全にカワウソの密猟ができ、ある河段のカワウソを全て密猟することも難しくはないと言われている。

ハビタット・レベルで言えば、河川両側の開発(人工林・ピンロウ園)はカワウソ生息の重要な要因であるが、ピンロウ園は低標高地域に制限されている特徴がある。各河川(水系)の低標高部分に

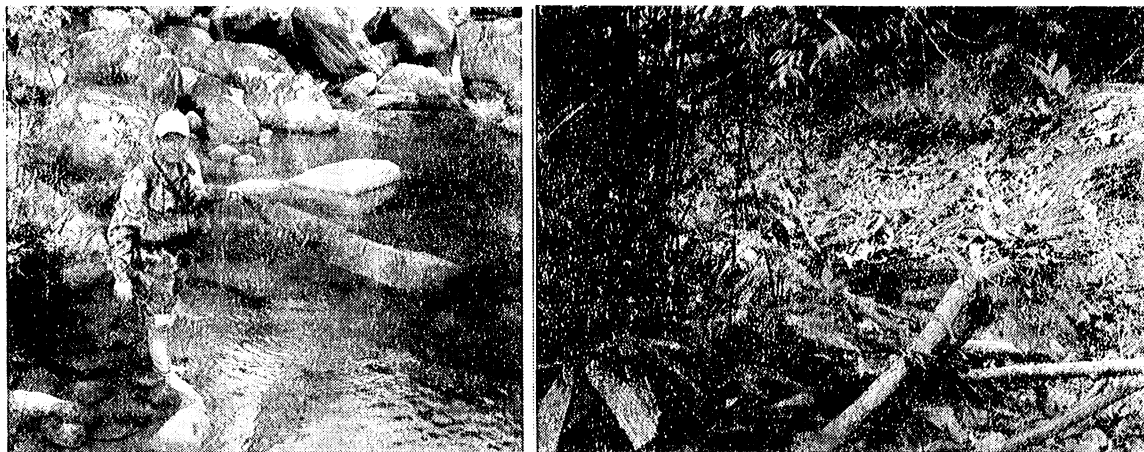


図6 吊羅山自然保護区苗元河で発見されたカワウソ密猟用のネット罟と密猟者の生活痕跡

はほぼピンロウ園があり、カワウソの生息に重要な影響を与えている。

5. 考察

海南島では2種のカワウソが生息しているが、今回の調査結果が示したように、その生息地域は狭い。本研究の調査地である吊羅山自然保護区はカワウソの生息が他の自然保護区より多く、海南島ではカワウソの生息が最も多い地域である。今回の調査結果から以下のことが結論できる;(1)海南島には自然保護区以外の地域にカワウソが生息する可能性があるとしてもその数は非常に少なく、状況によって絶滅する可能性が常にある。(2)カワウソが河川や湖などの特定のハビタットにしか生息しないので、密猟の圧力に敏感である。(3)河川の岸幅や人間活動の有り無しはカワウソ生息の重要な要素で、密猟や河川沿いの開発(ピンロウ園)は地域のカワウソの絶滅に最も重要な要因である。(4)密漁による魚類やカニ類の地域的な減少・絶滅はカワウソの食物を減少させ、カワウソの生息に大きな影響を与える。(5)海南島のような亜熱帯・熱帯植生の保護区で、道路から離れた地域はパトロール員による密漁監視が難しく、密猟を防止することは不可能に近く、より有効な保護対策が必要である。

今回の結果で、カワウソの糞に魚類が検出されなかったのは意外であった。この原因は固定ネットと電気捕獲による魚類の“密漁”が考えられる。苗元河は“密漁”の常習地域であり、電気捕獲は魚類を絶滅させることも可能である。苗元河にはカニ類はよく発見されたが、魚類は稚魚しか発見されなかった。吊羅山自然保護区には43種類の魚類が生息していたが(易祖盛・個人通信)、今回の調査では苗元河に*Onychostoma leptura*, *Liniparhoma-loptera disparis qiongzhongensis*と*Silurus cochinchinensis*の3種しか見られなかった。このようなハビタットではカワウソの食性の幅が狭くなり、生息数も少ないのは当然であろう。それゆえ、Kruuka *et al.* (1994)は同じ河川に生息するピロードカワウソ(*L. perspicillata*)、ユーラシアカワウソ

(*L. lutra*)とコツメカワウソ(*A. cinerea*)の食性を調べた結果、ピロードカワウソは魚食専門者(fish specialist)、ユーラシアカワウソは魚類や蛙類兼食者、コツメカワウソはカニ食専門者(crab specialist)であることを報告している。今回の調査地である吊羅山苗元河に生息するカワウソの糞から見れば、コツメカワウソ(*A. cinerea*)ではないかと判断される。密漁で苗元河の魚類が少なくなったことから、ユーラシアカワウソが生息できなくなっているのではないかと考えられる。

賈振虎ら(2002)はユーラシアカワウソの生息には清潔な水域が必要としている。今回の調査では、雨季になるとカワウソは高標高地域に移動する傾向があった。これは河川の下流の水流増加や水透明度の低下によって餌量が少なくなるか、或いは取れにくくなることが考えられる。上流は水量が下流より少ないので、餌量や餌の取れやすさがより高いのではないかと考える。

今のところ、カワウソの経済的価値はまだ高くない。南地方のカワウソ皮革は質がよくないし、肉も美味しくないと言われ、違法取引市場(黒市)では高価な「種」ではない。もし、将来カワウソの市場価値が上がった場合、海南島では密猟者にとってカワウソ猟は比較的容易であることから、その絶滅はほかの陸上種より何倍も速いと考えられる。

今回の結果から言えば、カワウソの保護策としては、(1)カワウソの食物種類と生物量を減少させる「密漁」を徹底的に禁止すること、(2)河川沿いの開発を停止し、その自然環境を復元すること、(3)野生動物の違法取引(黒市)を厳しく取り締まること、(4)地元住民への環境教育、が挙げられる。ただし、地域経済の低下が進行しているため、一般市民を対象とした「地元住民の教育」はあまり効果があるとは言えない。これらの保護策のうち(1)~(3)に関しては、政府部門が努力しなければ実現は難しい。カワウソの保護策には政府の努力が不可欠であろう。

謝辞

この研究はP.N.ファンドの海外研究助成で行われた。調査計画の作成、結果のまとめにわたって宇都宮大学農学部的小金澤正昭教授からは貴重なご指導を賜った。野外調査は吊羅山の楊文澤氏に参加をいただいた。魚類の同定については広州大学の易祖盛助教授と呉毅教授にお世話になった。環境調査と危険要素の調査には海南師範大学生物系の符芳袖と莫啓林氏に労をいただいた。これらの方々に深く感謝の意を表す次第である。

引用文献

- Kruuka, H., B. Kanchanasakab, S. O'Sullivan and S. Wanghongsab. 1994. Niche separation in three sympatric otters *Lutra perspicillata*, *L. lutra* and *Aonyx cinerea* in Huai Kha Khaeng, Thailand. *Biological Conservation*, 69(1): 115-120.
- 劉振河. 1998. カワウソ. 汪松主編 中国瀕危動物紅皮書・獸類. 科学出版社, 1998.
- 賈振虎・吳応建・張建軍・劉遠・楊青雲. 2002. 歷山自然保護区カワウソの生態的研究. 山西林業科技, 第2期: pp.28-30,37.

The distribution of Otters (*Lutra lutra*, *Aonyx cinerea*) in Hainan Island was surveyed by interviewing local inhabitants and field trace methods around the mountain areas. In Diaoluoshan, where density of Otters was the highest, habitat indexes and endanger factors were measured. Using count methods of feces and traces, seasonal changes of density and food habit were investigated. Otters in Diaoluoshan are using crabs as main food source and migrated up-streams in rainy season. For characteristics of habitats in which Otters can survive in Diaoluoshan, it is identified as no artificial orchard, <3.2m strand width, no regular artificial activity within 3.2km range but with road inside, and with dense vegetation and nice concealment, however, no relationships with water depth and river width were identified. Based on survey results, conservational advices for otters of tropics were proposed.

(推薦者：小金澤 正昭)

インドネシア・パプア州ジャムルスバメディ地域における 絶滅に瀕したオサガメ個体群を保護するためのふ化率調査

Research of hatching success for conservation of the endangered leatherback sea turtle, *Dermochelys coriacea*, population at Jamursba-Medi region, Papua, Indonesia.

Akil Yusuf¹⁾・田中 真一(Shinichi Tanaka)²⁾・Abudl Wahid¹⁾・Sofyan Hamid¹⁾

インドネシア・パプア州には世界有数のオサガメの繁殖地がある。オサガメはウミガメ類の中でも、最も絶滅に瀕した種となっており、その数を著しく減少させている。2004年10月時点で、3,000巢以上が産卵している地域は、仏領ギアナとスリナムの同一繁殖個体群だけである。パプア州のオサガメも、2001年までは3,000巢レベルを維持していたが、2002年から落ち込み、3,000巢に達しなくなっている。

2001年3月(P.N.ファンドの助成事業)と2002年7月(経団連自然保護基金の助成事業)には、野生ブタによる食害が60%以上の産卵巣に見られていたため、その保護対策として電気柵を設置した。その結果、食害はほとんどみられなくなったが、2003年10月の海底火山の噴火による津波で電気柵が破壊された。幸いなことにジャムルスバメディ地区の住人や監視小屋に被害はなかった。2004年4月と6月に電気柵を修復し、再び野生ブタの食害防止を継続している。

現状のオサガメ減少の原因とふ化稚ガメの生産量の関係を見るために、ふ化率調査が必要とされている。2004年のシーズンは、オサガメのふ化率調査の方法を確立し、実際にふ化率を求めた。また、ふ化率を低下させている原因を取り除くための保護対策も検討した。

1. 目的

東部太平洋で唯一残されたオサガメの産卵地となるジャムルスバメディ地区は、世界的にオサガメが減少している中、個体群の回復を見据えた保護活動が必要とされている。この地区でオサガメの再生産に及ぼしている最も重要な要因は、産卵巣に対する野生ブタによる異常に高い食害率であった。過去2回の電気柵の設置により、食害防止策は劇的な効果を上げた。しかし、今後オサガメの資源動向を把握するためには、稚ガメの生産量

を推定することが必要である。そのため、ふ化率調査を行いジャムルスバメディ地区減退における稚ガメの生産量を推定することを目的とする。また、ふ化率が低下している産卵巣に対して、これらの卵を保護する対策を検討することもこの活動の目的である。

2. オサガメ繁殖地としてのジャムルスバメディ地区

ジャムルスバメディ地区(図1)は、パプア州の

1) インドネシアウミガメ研究センター

2) NPO エバーラスティング・ネイチャー

北西部に位置するバードヘッド半島(チェンドラワシ半島)の北端に位置する。この地区は2003年時点で、世界で2番目、東部太平洋で唯一のオサガメの繁殖地となっている。かつて世界で2番目であった西部アフリカのガボンの繁殖群はほぼ消滅状態にある。マレーシアの東海岸にあるトレンガヌ州が東部太平洋ではオサガメの最大の繁殖地であったが、近年の産卵巣数をみると1999年には9巣、2000年には28巣、2001年には0巣、2002年と2003年にはそれぞれ2巣と絶滅状態となっている。1956年にはトレンガヌ州の町ランタウアバンを中心とした地区では10,000巣以上の産卵がみられ、1961年からはオサガメの保護活動が行われていたにも関わらず、このような絶滅状況を招いている。この減少の原因は、漁業による混獲、特に流し網によるもの(現在公海上では禁止されている)と食用としての卵の利用があげられている。これ以外にも産卵見学などツーリズムの開発、海洋汚染、人工ふ化場におけるふ化率の低下や性比の偏りが複合したと考えられている。2001年になって、インドのニコバル諸島でオサガメの産卵巣が1,700巣

あり、世界で3番目に大きな繁殖地であることが初めて公表された。しかし、この資源の動向については現在のところ不明である。

パプア州にはオサガメの繁殖地がかつて6地区あった。そのうち3地区では現在産卵は見られなくなっており、2000年の調査時点で、ウェルモン地区が150巣程度、ウェーウェークォール地区が20巣程度となっている。唯一ジャムルスバメディ地区が3,000巣の規模を維持していたが、近年減少傾向にある。海岸全長18kmのこの地区には西からウェンブラック、バツルマ、ラポン、ワルマメディの4つの海岸があり、オサガメ以外にもタイマイ、アオウミガメ、ヒメウミガメが産卵する。

ジャムルスバメディ地区もかつては他の地区同様、主に卵を食用として利用していた。この地区の東側には人口60名ほどのワルマンディ村、西側には人口240名ほどのソーババ村がある。この両村の住民はオサガメが減少しているのを感じ、1993年に自ら長老会議を開催しオサガメの利用を中止した。この動きにインドネシア政府の林業省自然保護局と世界自然保護基金(WWF-Indonesia)

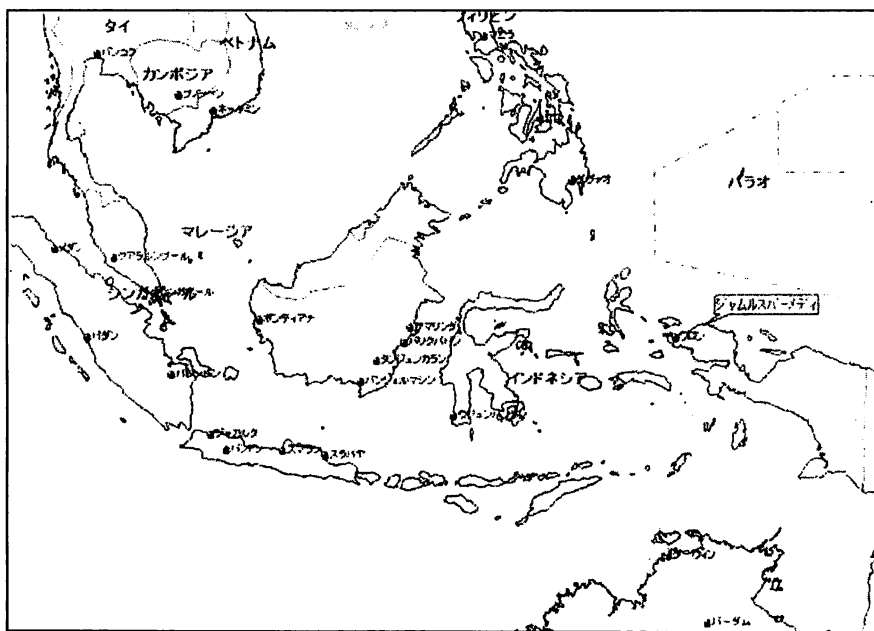


図1 インドネシア・パプア州のオサガメの産卵地であるジャムルスバメディ地区の位置

は地元住民と協力してオサガメの産卵数のモニタリング調査を開始した。モニタリング調査はオサガメの産卵最盛期である4月から10月までの間行われた。しかし、インドネシアの1998年の民主化運動や東南アジア諸国の通貨危機などにより、このモニタリング調査の継続が困難になっていた。インドネシアウミガメ研究センターは、これまでジャワ海を中心としてタイマイやアオウミガメの調査や保護活動を行ってきており、インドネシアで最もタイマイの産卵が多いとされていたパプア州の調査を1999年9月に行った。ジャムルスバメディ地区のタイマイ調査時にオサガメの将来的な危機を知り、2000年4月から当研究センターも協力することとなった。この協力によりこれまでのモニタリング調査ばかりではなく、学術的な調査研究や積極的な保護対策を導入した。また、モニタリング調査も強化し、調査のシステム化や監視体制の改良を行った。

調査の結果、オサガメ産卵巣の野生ブタ(移入種)による食害率が非常に高いことが判り、中でも産卵密度の高いワルマメディ海岸の食害率は83.1%にも及んでいた。そのため、食害防止対策として電気柵を2回に分けて設置した。

食害低下に伴い、稚ガメの生産量は上がったわけであるが、ふ化率などの調査がこれまで実施されていなかったため、ふ化率を始め稚ガメの推定生産量などは不明である。また、食害のモニタリング調査も継続する必要がある、高波の影響によ

りふ化率が低下していることもあり、その実態を把握することが重要である。

3. 材料と方法

オサガメの産卵は年間を通して観察されるが、最盛期は4月から9月までで、産卵ピークは6月と7月である。そのため、ふ化率調査の対象産卵巣はこの時期のものとし、4月に現地にて、保護監視員にふ化率調査の必要性と、産卵巣の位置出し方法の説明を行う。当初、訪問は2月の予定であったが、4月下旬に変更した。上陸と産卵のモニタリングは、毎日継続して実施している。

調査地区を海岸ごとに設置し、電気柵設置部分を対象区とする。電気柵による稚ガメ生産力の向上を調査するために、ふ化後の産卵巣を一つずつ掘り起こし、1巣ごとのふ化率やふ化状況を把握する。掘り出しは、8月中に行った。

調査以外にも、破壊された電気柵の修復を行い、その管理維持も実施している。

4. 結果

(1)産卵状況

ジャムルスバメディ地区(図1参照)で保護活動が始まった1993年以降のオサガメ産卵巣数の年変化を表1に示す。これによると、1996年の5,058巣が最大で、2002年の1,999巣が最小である。図2に1993年から2003年までの産卵巣数の年変化を示す。2004年は4月から7月までのデータであり、イ

表1 パプア州ジャムルスバメディ地区におけるオサガメ産卵巣数

年	産卵巣数	調査期間	密度/100m	備 考
1993	3,247	4-9月	18.0	
1994	3,298	4-9月	18.3	
1995	3,382	4-9月	18.8	
1996	5,058	4-9月	28.0	
1997	4,001	4-9月	22.2	
1998	-	4-9月	-	データの紛失(WWF-Indonesia)
1999	2,999	4-9月	16.6	
2000	2,327	通年	12.9	この年から、調査体制を強化する
2001	3,391	通年	18.8	
2002	1,999	通年	10.6	
2003	2,451	通年	13.6	
2004	2,068	4-10月		モニタリング調査継続中

インドネシア・パプア州のジャムルスバメディ地区のオサガメ繁殖個体群数は、やや減少傾向にあると考えられる。図3に2000年4月から2003年7月までのオサガメの月別産卵巣数の変化を示す。この図を見てわかるとおり、産卵は通年行われているが、主要な産卵期は4月から9月までであり、産卵最盛期は6月と7月であることがわかる。

表2に2000年から2003年までの各海岸における産卵巣数と産卵密度を示す。海岸別では、ウェンブラック海岸では産卵巣数は850~1,200巣の間で、産卵密度は10~20%台の間で変動しており、バツルマ海岸では産卵巣数が600巣から200巣前半まで年々減少してきており、ワルマメディ海岸では700~1,800巣までその変動は大きく、産卵密度も

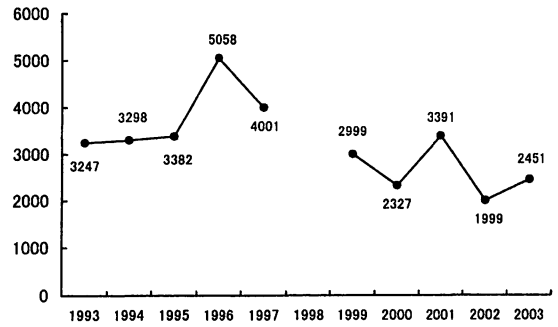


図2 インドネシア・パプア州ジャムルスバメディ地区におけるオサガメの産卵巣数の年変化(1993-2003)

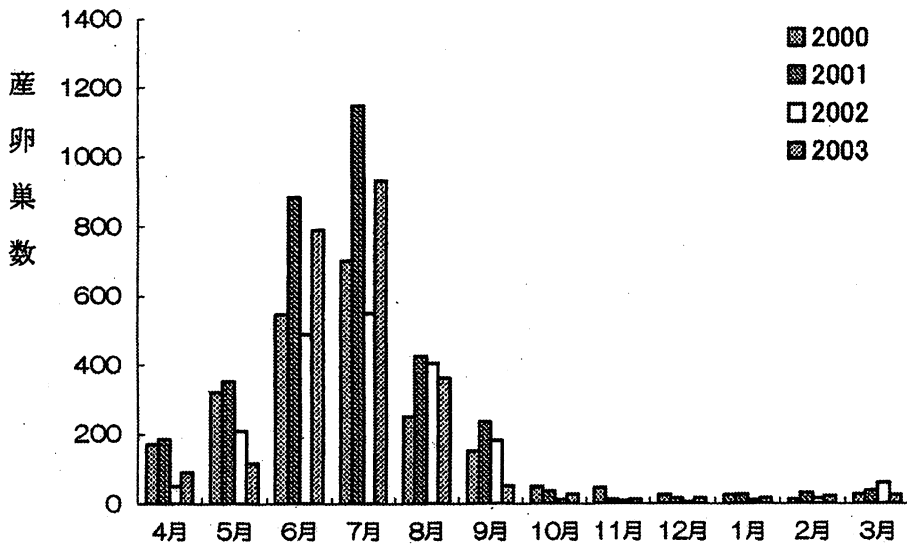


図3 2000年から2003年までのジャムルスバ・メディ地域におけるオサガメの月別産卵巣数

表2 ジャムルスバメディ地区における海岸別オサガメ産卵巣数と産卵密度(2000年4月から2004年3月まで)

海岸名	海岸長(m)	産卵巣数(巣)				産卵密度(巣/100m)			
		2000	2001	2002	2003	2000	2001	2002	2003
ウェンブラック	6,505	977	1,178	876	1,139	15.0	18.1	13.5	17.5
バツルマ	6,330	610	408	254	244	9.6	6.4	4.0	3.9
ワルマメディ	5,210	740	1,805	569	1,068	14.2	34.6	10.9	20.5
合計	18,045	2,327	3,391	1,999	2,451	12.9	18.8	10.6	13.2

*ワルマメディ海岸にはラボン海岸を含む

*海岸長は満潮線のメジャーによる実測値

*2000年~2002年は通年(4月から翌年3月まで)、2003年は4月から12月までのデータ

14～35%となっている。この地区におけるシーズン中および産卵回帰時における海岸の固執性や移動性については知られていない。ジャムルスバメディ地区とその東側に位置するウェルモン地区のオサガメの移動についても明らかにされていない。今後、ウェルモン地区への移動や海岸の固執性を調査するためにも、標識放流が必要とされている。

(2) 食害状況と電気柵の効果

表3にこれまでの野生ブタによる食害状況を示す。1999年9月に、ジャムルスバメディ地区全ての海岸を2日間で歩き、産卵巣数を計数した。2,651巣を計数し、そのうち1,675巣(63.3%)が野生ブタにより産卵巣が掘り出され、卵が食害されていた。この時計数された2,651巣は、4月から9月の産卵期に監視員が集計した2,999巣とそれほどかけ離れた値とはならなかった。2001年3月に食害防止のために電気柵をラボン岬からウェンブラックの監視小屋1km手前まで設置した。電気柵設置前のラボン岬から監視小屋までの野生ブタによる食害率は83.1%であった。2001年7月は電気柵部分8.8%、全体で24.0%と食害率を大幅に下げることができた。

しかし、翌年の2002年7月には、電気柵の両側から回り込むようにブタが入っており、電気柵部分で19.8%と食害率は上がったが、全体では17.5%と減少した。この時に、ラボン岬からラボン海岸全体を覆うように電気柵を増設した。2002年9月には電気柵部分で6.9%であるが、この数値は設置前の食害も入っているため、設置後の食害率はこ

表3 野生ブタによるオサガメ産卵巣の食害率

	電気柵部分	全体
1999年9月	83.1%	63.3%
2001年7月	8.8%	24.0%
2002年7月	19.8%	17.5%
2002年9月	6.9%	11.2%
2003年9月	1.2%	7.1%
2004年6月	21.9%	-
2004年8月	36.3%	19.0%

- * 2001年3月にラボン岬から監視小屋手前まで電気柵を設置
- * 2002年7月にラボン海岸に電気柵を設置
- * 2003年10月に津波により電気柵が破壊
- * 2004年4月にワルマメディ海岸の電気柵を修復するが、倒木により停止
- * 2004年8月に全電気柵を修復

の数値より少ない。全体で11.2%であった。

2003年9月は、電気柵部分で1.2%、全体で7.1%と明らかな電気柵の効果が見られた。また、2003年は村人たちがこれまで以上にブタの捕獲も行ったことも影響している。パプアの人々は、イスラム国家であるインドネシアでは数少ないキリスト教徒が多く、ブタを食用とする。

2003年10月、パプア近海で海底火山の噴火があり、津波が発生した。その津波により、電気柵は引き裂かれたり、場所によっては1m近く埋没したりした。2004年の4月にワルマメディ海岸、7月にラボン海岸の電気柵を修復した。しかし、ワルマメディ海岸の電気柵は倒木により再び破壊され、最終的に電気柵が修復できたのは、ラボン海岸も含め、8月になってからである。2003年10月から2004年8月まで、電気柵は機能しなかった。

電気柵不通期間も、設置前の1999年と比較すると、電気柵部分で2分の1以下、全体で3分の1以下となっており、野生ブタが電気柵の進入防止効果を学習していることが判明した。しかし、産卵巣の食害は、監視員の話によると地元住民が飼育しているブタが卵を食している率が高く、今後これらをどのようにコントロールするかが課題となる。

(3) ふ化率調査結果

2004年4月に現地を訪れ、監視員にふ化率調査の説明を行い、ふ化まで約2ヶ月かかることから5月中にみられる産卵巣のマーキングを依頼した。ふ化後の産卵巣は8月15～18日に調査した。マーキングはウェンブラック海岸で21巣、バツルマ海岸で23巣、ワルマメディ海岸で29巣、計73巣に行った。また、調査時にふ化後を発見した産卵巣がバツルマ海岸で5巣とワルマメディ海岸で1巣の計6巣あり、これらの産卵巣も掘り返してふ化率の調査を行った。調査対象産卵巣の合計は79巣であった。調査対象産卵巣の状況を表4に示す。

調査対象の79巣のうち、ふ化前の産卵巣が8巣、野生ブタによる食害産卵巣が15巣、他のカメに掘り出された産卵巣が2巣、流失した産卵巣が2巣、マークがはずれ探せなかった産卵巣が2巣あり、

掘り返してふ化率調査ができた産卵巣は50巣であった。マーキングした産卵巣の被害状況をみると、野生ブタによる食害はマーキングした産卵巣のうちの20.6%であったが、これはワルマメディ海岸の電気柵が8月まで作動していなかったためである。それ以外には他のカメに掘り出された産卵巣、流失した産卵巣が2巣ずつであり、被害率は2.7%であった。また、調査時にふ化していなかった産卵巣は8巣あり、11.0%であった。

オサガメは、ヨークレスといわれる卵黄のない卵を数多く生むことが知られている。ふ化率調査で掘り返した50巣の産卵巣の正常卵は平均で73.0個、範囲は40～117個であった(表5参照)。平均ふ

化率は、巣内で生存していたものと死亡していたものを含めて20.1%で、脱出率は巣内で生存していた稚ガメも含めて19.8%であった。胚の発生が見られない未発生卵は57.1%と高く、この発生率がふ化率を著しく低下させている。未発生卵の出現は、初期胚死亡や中期胚死亡が両者合わせて9.2%みられることから、高波により卵が窒息したものと推測される。ピップ死亡とは胚が殻を割って、胚が殻から完全に離れていない状態をいい、ふ化とはみなされていない。

卵の発生段階の出現状況を見てみると、海岸により大きな相違がみられる(表6参照)。ふ化率はワルマメディ海岸が最も高く46.9%を示しているが、ウェンブラック海岸では9.2%と非常に低い値となっている。未発生卵の出現率をみてみると、逆にワルマメディ海岸では24.4%となっており、ウェンブラック海岸では76.8%と非常に高い値となっている。

(4) 考察

今回の調査によりジャムルスバメディ地区におけるオサガメのふ化状況が明らかになった。5月にマーキングした73巣とふ化後の6巣の産卵巣、計79巣を調査した。マーキングした73巣のうち15巣(20.6%)が野生ブタによる食害であった。これは、10月の津波による電気柵の破壊と、4月の修復後の電気柵への倒木により、8月まで電気柵が

表4 ふ化率調査対象の産卵巣の状況

	産卵巣数	出現率(%)
マーキング巣数	73	
ふ化後発見巣数	6	
調査対象巣数合計	79	
ふ化率調査掘り出し巣数	50	60.3
調査時ふ化前巣数	8	11.0
ブタ食害巣数	15	20.6
他のカメに掘り出され巣数	2	2.7
流失巣数	2	2.7
不明巣数	2	2.7

*出現率は、ふ化後発見の産卵巣をのぞいて計算

表5 ふ化率調査を行った50巣のふ化状況

	正常卵	ヨークレス	ふ化殻			未発生	胚死亡				食害卵		棒破壊
			脱出	生存	死亡		初期	中期	後期	ピップ	カニ	ダニ	
全数	3650	687	687	37	11	2083	275	61	247	159	38	14	38
平均	73.0	13.7	13.7	0.7	0.2	41.7	5.5	1.2	4.9	3.2	0.8	0.3	0.8
率			18.8	1.0	0.3	57.1	7.5	1.7	6.8	4.4	1.0	0.4	1.0

表6 海岸別の卵の発生段階の出現状況(数値はパーセント)

	ふ化率	未発生	初期	中期	後期	ピップ	食害
ウェンブラック	9.2	76.8	6.4	0.3	3.8	1.6	1.1
バツルマ	15.5	57.8	6.9	2.5	7.7	5.8	1.9
ワルマメディ	46.9	24.4	11.0	1.4	8.6	4.4	0.7

作動していなかったためである。今後、電気柵が作動していれば、前年の例より、食害率は10%以下に押さえられるものと考えられる。他のカメに掘り出された2巢の産卵巣と流失した2巢の産卵巣の出現率は、それぞれ同率で2.7%と低かった。

平均産卵数の73.0個とヨークレスの13.7個は、他のオサガメの繁殖地と比較するとほぼ平均的な値であるが、ヨークレスは少ない。コスタリカのトルチュゲロでは平均卵数80.2個とヨークレス28.4個、メキシコのランゴスタでは平均卵数65.3個とヨークレスの39.4個である。今年度は試験的なふ化調査であり、ヨークレスの少なさは調査時の掘り残しがある可能性も示唆している。今後、監視員の掘り出し方法を充実させる必要がある。平均ふ化率は20.1%と低く、これがジャムルスバメディ地区における平均値であるかどうかは今後の調査を待たなければならない。脱出率は19.8%となっており、79巢の産卵巣から724頭の稚ガメが脱出したことになり、今年度の4月から10月までの2,061巢から稚ガメの脱出数を推定すると18,916頭となる。この数値は、この地区における初めての推定脱出数である。

脱出率を低下させている要因に、卵が窒息死した結果として未発生、初期胚死亡、中期胚死亡の出現があげられる。卵は呼吸しており、高波により産卵巣内が水没し、窒息している可能性が高い。これを海岸別で見ると、ウェンブラック海岸が三者合わせて83.5%と非常に高く、この海岸では10

月の津波により、砂が流失したことがわかる。実際に海岸幅を昨年と比較すると、海岸の高度が低くなり、狭くなっていた。特にジャムルスバメディ地区の西側の海岸で被害を受けていた。そのため、例年ではワルマメディ海岸の36.8%を上限とする、高波による死亡があるものと考えられる。後期胚死亡とピップ死亡は逆にワルマメディ海岸で13.0%と多く、ふ化時の高温による死亡があったと推測される。

今後、ふ化率調査も継続して行い、ふ化率低下の要因を取り除く努力が必要である。

参考文献

- Bhaskar, S. 1985. Mass nesting by leatherbacks in Irian Jaya. WWF Monthly Report, January 1985:15-16.
- Dermawan, A. 2002. Marine Turtle Management and Conservation in Indonesia. Proceedings of the Western Pacific Sea Turtle, Cooperative Research & Management Workshop. Ed. Irene Kinan.
- Spotila, J., R Reina, A. Steyermark, P. Plotokin and F. Paladino. 2000. Pacific Leatherback turtles face extinction. *Nature*, 405: 529-530.
- (財)東京都海洋環境保全協会海洋生物研究室. 2000. 平成11年度インドネシア・ジャワ海におけるタイマイ資源・生態調査報告書.(社)日本ベッコウ甲協会.



写真1 ふ化直後の稚ガメ



写真2 ふ化率調査風景(1)



写真3 ふ化率調査風景(2)



写真4 ウェンブラック海岸



写真5 倒木により破壊された電気柵

Jamursba-Medi region in Papua, Indonesia, is one of the famous Leatherback Sea Turtle rookeries. The Leatherback Sea Turtle is the most endangered species of all sea turtles, and the population of this animal is remarkably decreasing. The point of October 2004, region that the clutches are found more than 3,000 nests, the same breeding population of French Guiana and Surinam. The Papua population had kept the level of 3,000 nests until 2001.

Because more than 60% of nests have predated by feral pigs on the nesting beaches of this region, we established 3 sets of electric fences for protection of pig predation on March 2001 (sponsored by P.N.FUND) and July 2002 (sponsored by Keidanren). The predation ratio has deduced 1.2% from 83.1% on the beach in front of the electric fences where nesting density has been the highest. The fences were destroyed by tsunami that was caused by an eruption of a submarine volcano on October 2003. Fortunately no disasters were found local people and watching cottages at Jamursba-Medi. The fences were restored on April and June 2004, and have blocked invasions of pigs into the beaches again.

We have to survey the production capacity of hatchlings for getting hold of population of the Leatherback Sea Turtle except monitoring of their nests. Therefore we established research methods of hatching ratio and conducted to survey them during nesting season of 2004. As a result, 73 nests were marked after laying eggs and 50 nests were surveyed including 6 nests that were found hatching marks after hatching. It was very low that the mean of hatching ratio was 20.1%. The differences of hatching ratio, however, were found at each beach. We discussed to take the conservation measures for excluding factors that have deduced hatching ratio.

(推薦者：菅沼 弘行)

Study on the species diversity in the Chitwan District of Central Nepal

Keshab Shrestha ¹⁾, Pusp K. Shrestha ¹⁾, Bhaiya Khanal ¹⁾,
Nirmala Pradhan ¹⁾ and Suresh Shakya ¹⁾

ABSTRACT

A total of 436 species of plants has been reported in Chitwan. *Cassia alata*, *Bambusa ventricosa* and *B. clavata* are the new species to Nepal found in Chitwan. Altogether, 171 species of herbs, 140 types of trees, 71 shrubs, and 54 climbers were also found in this study including ornamental or garden plants. A total of 190 medicinal plants, 122 fuel plants, 40 timbers, 121 food plants, 19 gum, resin, latex yielding, 6 tobacco rapping plant, 10 toothbrush, 16 garland, necklace and amulet, 22 oil, dye and tannin, 15 hedge, 12 basket and broom, 15 poisonous plant, 19 religious plant, 8 umbrella and 6 thatching have been recorded from Chitwan. 75 species belonging to 40 genera and 27 families are found in Bryophytes. 27 species are found rare and 15 species are supposed to be new to Nepal.

216 species of birds having 48 families are reported of which 114 were common, 56 fairly common, 22 uncommon, 13 occasional and 13 rare or scarce. *Otus Spilocephalus* and *Galerida cristata* are new addition for Chitwan district.

Out of 68 species of 8 families of Lepidopteran in Chitwan, 12 are rare, 50 common and 37 uncommon. In Chitwan *Delias thysbe* and *D. agostina* are the east Himalayan species, similarly *D. Thysbe*, *Graphium Agamemnon* are distributed in the west Himalaya also. Indo-Australian species are recorded as *Gonepteryx burmensis*, *G. rhamnii gigitica*, and *Eurema hecabe colubernalis*.

185 species (Coleoptera: 117 species; Hemiptera: 45 species; Orthoptera: 19 species; Dictyoptera: 3 and Isoptera: 1 species) of insects have been recorded in Chitwan. 3 species of Coleopteran *Sphaeridium discolor*; *Diapromorpha melanopus* and *Onitis siva* are reported for the first time from Nepal. Insect like *Physorhynchus marginalis*, *Cosmocarta menace* and *Calvia quatuordecimguttata*, *Onthophagus taurinus* and *Aphodius rufipes* are not known from other localities of Nepal. *Calotropis gigantea*, a milky weed is recorded first time as host plant of predator beetle *Oenopia sauziti* feeding the eggs of *Clovia* sp. (Hemiptera).

1. INTRODUCTION

Nepal is rich in biodiversity. Richness in biodiversity is reflected due to its sudden change in topography and climates. Chitwan district was selected for the present project. This district has varied topography, ethnic tribes and national park which are less study in term of its complete biodiversity. On the other hand people seek more information on the biodiversity and social condition of this district. The district is popular for wildlife tourism and conservation of bio-diversity. This district lies in the southern part of central Nepal bordered with India at the south, Mahabharata mountain of Dhading and Gorkha district at the North, Narayani River at the west and Rapti and Makawanpur district at the east.

¹⁾ Natural History Museum, Kathamandu, Nepal

Geographically this district lies in between $83^{\circ} 55' \sim 84^{\circ} 46'$ E longitude and $27^{\circ} 21' \sim 27^{\circ} 52'$ N latitude.

This district occupies an important land in between Mahabharat Lekh (mountain) and Siwalik (Churia) range with the most fertile land, forest, river and lakes. The name of the district Chitwan was derived from the abundance of Chittal, a deer group in the forest. Chittal (Chit) and Ban (forest) became Chitwan which means forest of Chittal or deers.

Phytogeographically this district has been divided into 3 parts. They are:

- (1) Mahabharat area
- (2) Siwalik area
- (3) Rapti valley area

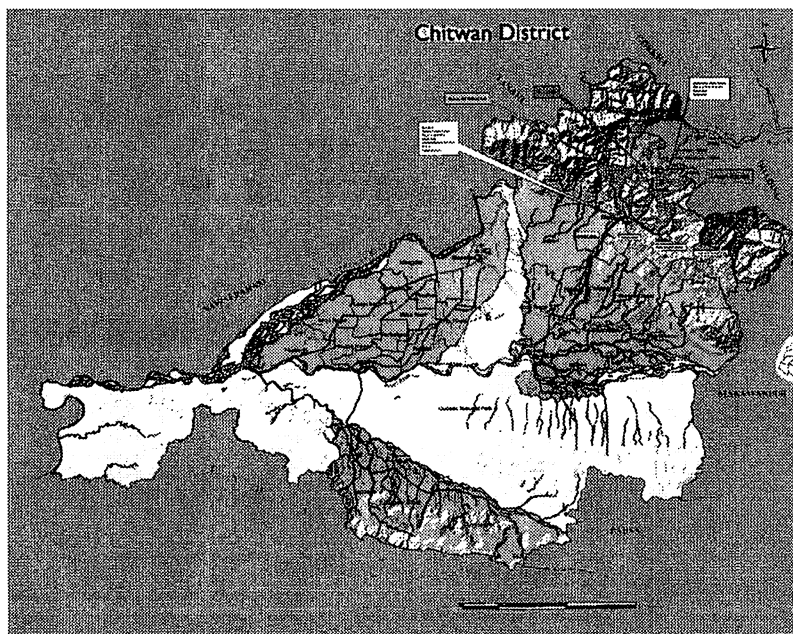
2. VEGETATION

This district is very famous for its rich natural wealth of high quality timbers and medicinal plants. The forest product is famous not only inside the country but has high demand in abroad also. Due to its extreme climate and malaria epidemic the district was once called Death Valley till last 2 decades. But now the valley has become very suitable for human settlement and agricultural products. This district has 3 types of vegetation. They are:

- (1) Tropical evergreen forest
- (2) Tropical deciduous forest
- (3) Mixed forest

3. METHODOLOGY

All sorts of plants were collected from the forest, plains and hills. Lower plants were collected from



Map1 Chitwan district with different regions and study sites

wet and moist areas. Villagers and tribal people were interviewed for detail information and its use. Night trap, butterfly nets, binocular and camera were used for identification and museum collection. Insect of terrestrial and aquatic habitat were collected by nets and preserved in the killing bottles with alcohol or acetone. Food plants of most insects were studied by entomologist and botanist. Most plants were collected, in the case, they could not be identifying in the field. Seeds, flowers, twigs and even underground parts were collected for identification and museum purpose. Bryophytes were kept in the blotting papers and later in the envelopes with necessary data as do in the vascular plants. Every day practice was done for drying the plants with the help of assistants and locals. Their local names and uses were obtained from the villagers of different culture and cast. Even saints and pilgrims were helpful to provide information. Accumulation of large crowd and forest rangers and guards were also helpful in sharing information. Mammals and other group of animals were also studied wherever possible. Bird study was done with the help of binocular. We made interaction program at some places with villagers and officials. Officials provided samples too for our museum purpose.

4. RESULT and DISCUSSION

(1) Botanical account

In the present study a total of 450 species of plants were studied in the field of which 108 were trees, 55 shrubs, 26 climbers and 150 herbs. Out of them 55 are monocots, 13 ferns and 1 mushroom. There are the several orchids; epiphytic in the trees of *Syzygium*, *Albizia*, *Alstonia*, *Bombax* etc. 1 terrestrial orchid *Epipactis verifolia* was found near the bank of river Trishuli at Mugling in the rocky slope in the flowering condition. Otherwise most of them were in non-flowering condition. Bamboo species are also recorded from this area, of them *Bambusa alamii*, *B. vulgare*, *B. ventricosa*, were most notable in their form and popularity in the district. These bamboo species have taken the token of love by most of the bamboo fane and were found in the garden as well. 1 epiphytic fern *Diandra quercifolia* locally known as Kammari was considered most popular medicinal fern. Species like *Rauwolfia serpentina*, *Asparagus racemosus*, *Piper longum*, *Butea monosperma*, *Woodfordia fruticosa*, etc. were very important NTFPs and medicinal plants in the area. This area is very famous for the high value timber trees such as *Shorea robusta*, *Terminalia alata*, *Alstonia scholaris*, etc. many people depend upon the forest resources for their fodder and food along with fuel and shelter. Plants of different categories have also been recorded in the field. There are 121 food plants, 122 as fuel wood, 190 medicinal, 40 timber, gum, resin, latex yielding plants are 19, Bidi (tobacco) rapping plants are 6, plants for tooth brush value are 10, plants for garland, necklace and amulets are also 16; oil, dye and tannin yielding value are 22, hedge value are 15, plants for basket and broom as 12, poisonous plants are 15, religious value are 19, for umbrella purpose 8 and thatching value are 6. Similarly, (Fig.-1) a total of 162 are herbs, 71 shrubs, 134 trees, and climbers 50.

From this study 3 vascular plants are reported to be new to the flora of Nepal. They are:

- | | |
|-------------------------------|--------------------|
| (1) <i>Cassia alata</i> | Leguminosae |
| (2) <i>Bambusa ventricosa</i> | Gramineae(Poaceae) |
| (3) <i>Bambusa clavata</i> | Gramineae(Poaceae) |

These species are not recorded in any enumeration catalogues, checklist and other publications, hence they are considered new to Nepal. Species like *Bambusa ventricosa* are added recently in the

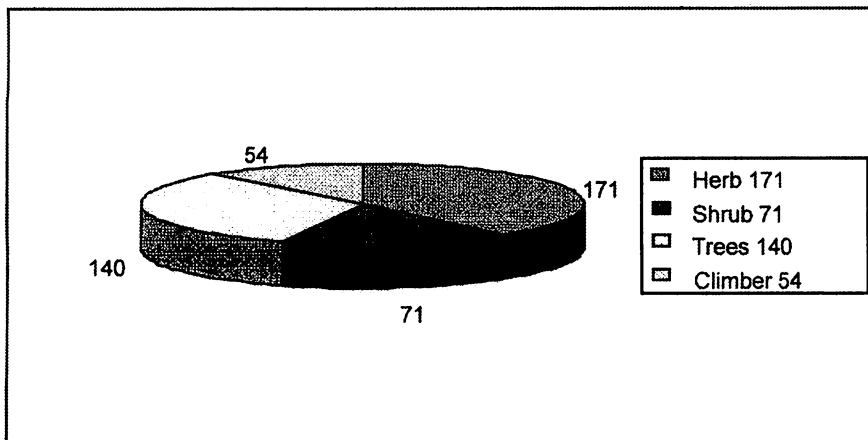


Fig. 1 Showing plant diversity in Chitwan district

garden of publics and private houses due to its beauty, *Cassia alata* in the vicinity of houses and in the wild also. This species is highly medicinal for ringworm and skin problem. Plant is handsome and shrub or small tree. Some people like to include in their private land as well. But it has no fodder value. *Bambusa clavatum* is found in only 1 place and recognised due to its hairs in the leaf sheath provided other characters are similar to *B. balcooa*. Since bamboos are very much use in household purposes, they may very much face removable for scaffolding, house construction and other purposes. Most bamboos are planted near by the house and are sold in the nearby market or supplied to Kathmandu. Unfortunately we could not collect many orchids as season was not favorable but it was noticed that orchids and mosses are becoming less as they are reportedly collected randomly and sold in the Indian markets in cheaper rate by the middlemen. But if studies in the right time there may be more than 100 species of orchids in the Chitwan district alone.

33 species of plant have been found which are under different categories of threat (CAMP, NPWC act or forest act, CITIES, IUCN). Out of 436 species enumerated 55 species are rare or they are found rare with few distributors in and around the district. Thus Chitwan district need to conserve more than 100 species of plants. They are threatened, vulnerable, endangered and heavily collected or damaged by human encroachment, fire burning, illegal collection and clearance.

At the moment it can be said that the area is in the high risk due to population pressure and invasive nature of some exotic species such as *Lantana camara*, *Eupatorium odonata* and *Micantha macronata*. These species are very aggressive dominating most of the forested areas in the Chitwan including National Park. They are very dominating and creating adverse effect in the population of local trees and under story cover. Riverside area was found to be rich in epiphytic orchids but in many places trees are dying. People are collecting herbal plants illegally and there is no sense of conservation of such valuable resources. Middle men are contacting poor people of the area to gather plants and to buy them in cheaper rate which later they sell in high price to merchants in India. People have no idea on the cultivation and domestication of such plants. They cut the trees for their domestic needs and grazing practice is very high destroying most of the new seedlings of the area. People on discussion take interest on the conservation but they ignore in practice. It is highly felt that they need incentives and practical knowledge on the

conservation of forest product. Community forest are said to be active in the conservation but most people rely on the forest for their all livelihood. Grass, litters, wood, timber collection is high and mono culture is in practice. Such practice can effect on the biodiversity conservation and thus forest may become dominant of single species such as *Sissou*, *Teak*, *Eucalyptus*, *Salix*, and *Cassia etc.*

(2) Bryophytic flora

The damp and moist habitat of Chitwan and Nawal Parasi districts can be said successful accommodator for 75 species belonging to 40 genera of Bryophytes categorized under 27 families. This includes 2 species from Anthocerotae, 30 species from Hepaticae and 43 species from Musci shown in the table 1 following. The moss *Stereophyllum decorum* (Mitt.) Wijk. & Marg and *Stereophyllum wightii* (Mitt.) A. Jaeger has been recorded for the first time in Nepal; both found growing epiphytic on the bark of Sal (*Shorea robusta*).

Among Anthocerotaceae, represented species like, *Anthoceros punctatus*. *Phaeoceros laevis* are collected at Uppardang Gadhi and Simal Dhap respectively are common in their status, but *Phaeoceros laevis* was reported in many localities of lowland, Western Nepal.

Among Hepaticae, the family Atyoniaceae has been found included by 3 genera like *Asterella*, *Plagiochasma* and *Reboulia* species. The most dominant species is *Asterella wallichiana* and *Plagiochasma articulatum*. The report of *Reboulia hemispherica* of this family has been made only at Shaktikhor and none of its growth has been observed in other parts of the district. Among the leafy liverworts, *Heterocyphus angustus* of Geocalycaceae has been found widely distributed in this district. Diversity of Jungermanniaceae has been found very wide with the inclusion of *Jungermannia tetragona* (Siddhi, 300m), *Jungermannia truncate* (Uppardang Gadhi, 1,200m), *Mylia* sp. cf. (Jugedi, 300m.) are common. Rest of the species of this family is fairly common and still has to be identified. The family Lejeuneaceae is common in this district and mostly collected from shade and mesic rocks and boulder stones. Among the Marchantiaceae, *Marchantia palmata* is the most dominant species recorded from different localities of this district but the very common species *Marchantia polymorpha* is recorded only from Tribeni, Nawal Parasi district and place in the rare status. The rare species *Pallavicinia lyellii* from family Pallaviciniaceae is noted from Simal Dhap growing at an elevation of 260m. Previously this species was recorded from Langtang National Park, Dhunche, at 2,000m growing on humas soil. *Cyathodium tuberosum* is common and collected from different localities of the district while *Dumortiera hirsuta* is restricted only on the high elevation of 1,250m of Uppardang Gadhi.

Among the Musci, the domination of Fissidentaceae, Hypnaceae, Pottiaceae and Thuidiaceae are prevalent over this district as a whole. The pre-dominant families are Bartramiaceae, Bryaceae, Funariaceae and Plagiotheciaceae. Among the existing *Fissidens*, *F. subpalmatus* at Chautara, Gadhi and *F. taxifolius* collected at Uppardang Gadhi are the rare species and were not recorded from other sites of Chitwan and Nawal Parasi districts. *F. crenulatus* has also been found to be rare in these districts and the record comes only from Bankatta. Rest of the species of *Fissidens* like *F. subbryides*, *F. javonicus* and others are very common. Among the recorded 3 species of Funariaceae, *Physcomitrium eurystomum* and *P. japonicum*, both were found common in status and are recorded from many sites, along with *Phycomytrium eurystomum*. *Funaria hygrometrica* which is one of the most common species in

Kathmandu Valley was scarce and very rare in Chitwan district. Only one spot at Gadhi, 1,250m, provided its record.

Among Hyphnaceae, *Hypnum pleumaformae* and *Isopterigium minutirameum* are fairly common species and are widely distributed in different areas of Chitwan and Nawal Parasi. 2 other rare species like *Hypnum cupressiformae* and *Ectropothecium sikkimense* are recorded from Uppardang Gadhi, 1,200m and from low land Tiger Tops at 280m respectively.

Family Leucobryaceae was found represented by *Leucobryum* sp. and *Octoblepharum albidum* of which the former one is rarely observed at Amala Chuli, at an elevation of 1,000m and the later one from Badar Khola both growing on rotting logs.

Among the distributed Plagiotheciaceae species, 3 species of *Sterophyllum* species have been recorded of which all of them notice common. Polytrichaceae has been represented by *Pogonatum microstomum*, the only species collected from Dau Ghat (250m), Uppardang Gadhi (1,250m) and Siddhi (350m) growing on moist rocks. All the species of Pottiaceae accomodated here have been found common in status except *Barbula tenuirostris*. *Taxithelium nepalensis* is the only species of Sematophyllaceae observed here. Among the 4 species of Thuidiaceae recorded here 2 species like *Thuidium meyenianum* and *T. tamariscinum* are rare in this district.

Among the recorded species, 27 species have been found rare and the next 15 species could be new report to the country. Identification of some species is in progress. Total number of specimens collected this time count 182, which are placed in paper envelops for future research. The percentage of species diversity of each family of Hepaticae and Musci are shown in Pie chart (Fig.2 and Fig.3).

The most dominant family of Hepaticae is found to be Jungermanniaceae (24%) and the least is in Calypogeiaceae, Frullaniaceae, Pallaviciniaceae, Targioniaceae and Wiesnerellaceae (3%) respectively. Similarly, among the *Musci* the most dominant family is Pottiaceae (17%) and the predominant one is Fissidentaceae (15%).

About 27 rare species have been recorded including some new reports to the country as a whole. The Bryophyte sprout starts here normally with the commencement of winter season. So from November to the end of February can be said to be the best time for bryofloral study in this part. These extensive studies carried out in 2 different seasons enumerated a list of 75 Bryophyte species of different status levels. The main factor related to the species richness in this part is bound up with the season and the damp forest patches. Generally, the rare species were seen in the habitats where the forests were totally undisturbed by the humans. Though this study was conducted to the best by reaching different remote sites still many parts were not accessed due to security problems.

(3) Bird fauna

Altogether 219 species of birds from 48 families in Chitwan district. Of the total bird species 2 are listed in IUCN, 39 in CITES Appendix I, II and III, 33 in NRDB, 3 species globally threatened (*i.e.* vulnerable) and 5 species near-threatened as per Birdlife International and 1 species is protected by NPWC ACT 1973. Out of total bird species, 114 were common, 56 fairly common, 13 occasional, 22 uncommon and 13 rare or scarce. Forest Wagtail *Dendronanthus indicus* recorded in Madi valley is vagrant. Overall, a total of 164 species of birds were resident, 58 winter visitors, 29 passage and/or

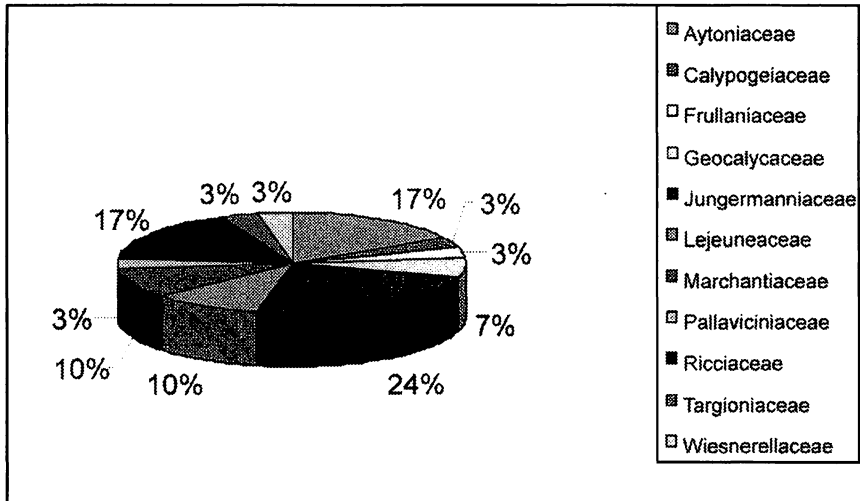


Fig. 2 Showing the diversity of Hepaticae in Chitwan district

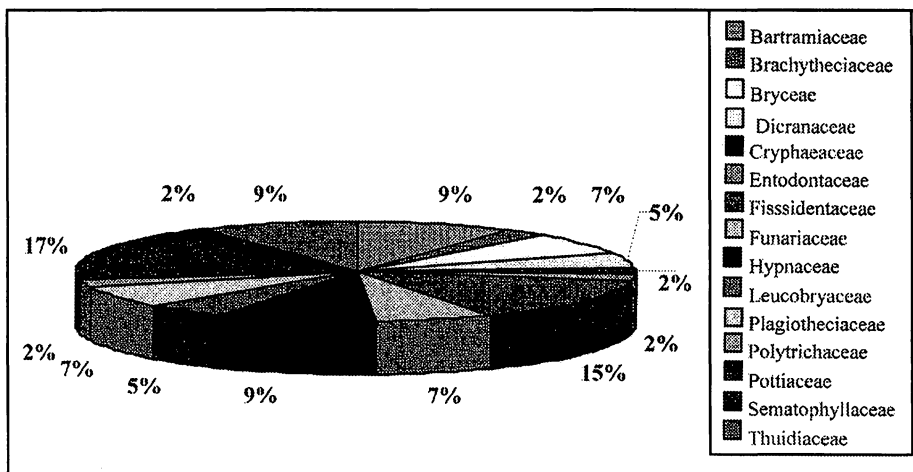


Fig. 3 Showing the diversity of Musci in Chitwan district

altitudinal migrant, and 9 were summer visitors. Some of these species are resident and/or winter visitor or summer visitor and/or passage and/or altitudinal migrant also. 2 additional species have been recorded in Chitwan showing opportunity to find more new birds in different ranges of this district.

The studies show that 49 species of birds were recorded in Sal and mixed hardwood forest, 31 in mixed riveline forest, 64 in river and wetland areas, 6 in bushes and grasslands, 34 in open forest/open country/villages and 38 in Mahabharat ranges. The forest of Mahabharat ranges and Churia hills are the best habitat for many Nepal's breeding forest birds. It also serves as a temporary staging place for many migratory species. October, November and December are the best months for the study of migratory and wintering species. The intensive study of the whole district could not be materialized by time constraints, political and Maoist insurgency. The present studies could record only 41.64% (i.e. 219 out of 526 species of birds) of recorded birds of Chitwan. In the meantime, the studies could record 2 additional species in

Chitwan. Mountain Scops Owl *Otus spilocephalus* was recorded at Uparanggadhi (1,275m) and Dahakhani Ward No.1 (1,205m) on 5 November 2004. Similarly, 4 Crested Lark *Galerida cristata* was recorded at Narayani river in Narayangadh (192m) on 31 October 2004. These 2 species of birds are new additional record in Chitwan.

The first survey recorded 21 flying Black Storks *Ciconia nigra* along Rapti River at Lothar, in eastern Chitwan. The second survey also recorded 1 Black Stork wading in recently harvested rice-paddy field at Karsinghe and 2 more at Bishazarital on 1 November 2004. The bird is a regular winter visitor in RCNP and adjoining areas. The species is protected by HMG of Nepal under National Parks and Wildlife Conservation Act of 1973. It is listed as Endangered (E) in National Red Data Book (NRDB) and cited in Appendix II in Convention on International Trade in Endangered Species (CITES).

Both studies recorded Mallard *Anas platyrhynchos* and Peregrine *Falco Falco peregrinus* listed in Appendix I of CITES. Similarly, 27 other species of birds listed in Appendix II and 6 species in Appendix III of CITES were also recorded during the surveys.

5 species Pallas's Fish Eagle *Haliastur leucorhynchus*, Lesser Fish Eagle *Ichthyophaga humilis*, Grey-headed Fish Eagle *I. ichthyaetus*, Peregrine *Falco Falco peregrinus* and Black Stork *Ciconia nigra* listed as Endangered (E) in NRDB were seen during both surveys in Bishazarital and nearby area of Narayangadh.

Lesser Spotted Eagle *Aquila pomarin* was recorded in both surveys in Bishazarital and Uparanggadhi in Mahabharat range. Lesser Adjutant *Leptoptilos javanicus* was found in both surveys in Bishazarital. Both of these species are listed as vulnerable (V) in NRDB. Another, 26 species listed as Susceptible (S) in NRDB was also recorded in the surveys.

3 species Pallas's Fish Eagle *Haliaeetus leucorhynchus*, White-rumped Vulture *Gyps bengalensis* and Lesser Adjutant *Leptoptilos javanicus* are listed as globally threatened (*i.e.* vulnerable) and Oriental Darter *Anhinga melanogaster*, Asian Openbill *Anastomus oscitans*, Red-naped Ibis *Pseudibis papillosa*, Lesser Fish-eagle *Ichthyophaga humilis*, Grey-headed Fish-eagle *I. ichthyaetus* are listed as near-threatened in *Birds to Watch 2* by Birdlife International. Pallas's Fish Eagle and Lesser Adjutant are listed as Vulnerable (V) by IUCN- the World Conservation Union.

Chitwan, the central Terai, contains the first National Park of Nepal and it is declared as the World Heritage Site in 1984. It also contains the second Ramsar site, Bishazarital. The whole district is the treasure of natural wonder, which contains many species of rare and endangered fauna and flora. It is the staging and breeding ground of many resident and migratory birds and other animals. This is the heaven for both animals and human beings. Enthusiastic natural scientist and nature lover can find ample opportunities for their research and quest for peace. The bio-diversity conservation of this area is a model to the World for human civilization, which attracts the attention of all wildlife conservationist and nature lover. It provides an ample opportunity of income generation among ethnic people by attracting many nature lover, wildlife and Eco-tourism.

(4) Butterfly

The emergence of butterflies in lowland readily follows the warming conditions of the atmosphere, which is important for the growth of the plants on which these insects rely upon. A stepwise emergence of

individual species starts from March to November. The wet months like July and August represent the maximum level of diversity of species in this district. Post-monsoonal species are generally dry and worn out. Bright and fresh species can be observed from June to September. Most of the rare and uncommon species go into hibernation during the extreme cold months of the year. Their re-appearance starts with the rise in temperature from March on. The adults of forest species readily take to wings during hours of bright sunshine or large numbers may be found congregating on moist ground near that generation overlap. The common Grass yellow (*Eurema hecabe*), Indian Tortoise shell (*Aglais cashmirensis*) etc. can be taken for examples.

The forest and grassland form of butterflies stands distinctly apart. Truly polyphagous species are uncommon, but oligophagy and monophagy mark extreme specialization. Certain groups are bound up with specific families or even genera of plants (Mani, M.S. 1986). The Lauraceae are the food plants for the larvae of *Chilasa* ssp., *Graphium* species etc. Papilionaceae are the larval food of *Colias fieldii* and *C. erate*. Similarly umbelliferae for *Papilio macheon*. Cruciferae for *Pieris* ssp. and diverse grasses for many satyrids.

Seasonal dimorphism can also be noticed among the butterflies of Chitwan. Such dimorphism is generally related to the differences in temperature prevailing during the larval-pupal period. The adults of the spring generation differ often very conspicuously from those of summer generations in color and markings of the wings. The winter forms generally agree with the local forms in cooler localities and the summer forms resemble those of warmer localities. Such type of variations can be observed in *Precis almana* (Peacock Pansy) and some other Nymphalids and Satyrids. Continuous variations in color and markings are very common among *Melanitis leda* (Common Evening Brown).

Pieris brassicae (Indian Cabbage white), *Eurema hecabe* (Common Grass yellow), *Danaus genutia* (Plain Tiger), *Jamides celeno* (Common Cerulean), *Euploea core* (Common Indian Crow), *Zizeeria maha* (Pale Grassblue), *Precis iphita* (Cholate Pansy), *Vanessa cardui* (Painted Lady), *Vanessa indica* (Indian Red Admiral), *Catopsilia pyranthe* (Common Emigrant) and *Neptis hylas* (Common Sailor) are the most common and popular species in every parts of Chitwan during the month of December.

The various forms of habitats for the butterflies were visited in most of the areas of Chitwan District. This include, forest, cultivated land, villages, lakes, open areas etc. The interesting diversity was observed in the open areas of a dense forest. Species of *Precis*, *Danaus* ssp., *Ypthima* ssp., *Cynitia lepidea*, *Delias* species, *Athynia* ssp., were spotter in such localities. Most of the species recorded during this month are common in status. The uncommon *Delias agostina* once was seen flying at the dry river bed in Shaktikhor, ward No.1 of Chitwan District. *Melanitis leda* (Common Evening Brown) was abundant in dark forest lying especially inside the Royal Chitwan National Park. Species like *Leptosia nina* (Psyche), which was common in Simal Dhap was found occurring only in certain localities of Chitwan District. *Colias* species, *Pieris brassicae*, *P. Candia*, *Eurema* ssp. and some skippers were in majority in those areas where agricultural practices are conducted. *Danaus genutia* (Plain Tiger) was abundantly seen in Naya Basti village where the forest is almost cleared up except the remaining scanty patches. *Danaus chryssipus* (Common Tiger) and *Ariadue merione* (Common Caster) were also common in this village though this village is dry and scarce of water. *Buddleija*, *Calotropis* and *Eupaterium oppositum* are the common vegetation types observed in this locality.

Precis atlites (Gray Pansy) and *Eurema hecabe* have been found the dominant species in Barahampur Village. The forest condition of this village is very moderate with high degree of deforestation rate. This area has heavy human pressure still provided the list of 19 species of butterflies all common in status.

The Royal Chitwan National Park was visited for couple of times in connection to our study purposes. Supplemented with the required permission for collections, species like *Nymphalis canace*, *Melanitis leda*, *Argereus hyperbius* and 2 species of *Danaus* were traced out inside this park. This park is well represented with dense forest mainly of Sal (*Shorea robusta*) domination. Different habitat types are found in this forest which includes wet and damp areas, heavily wooded part, open areas, riverine forest, grasslands and dark areas where satyrids are abundant. Being the month of December, which virtually is the cold month, lacks the rich diversity of butterflies in dark and damp parts of this park. About 17 species of butterflies were recorded at the Kasara of the Royal Chitwan National Park during the month of December.

The Highest species representation was recorded at Megauli and Tigertops areas where 28 species of these day fliers were observed. Only 1 specimen of *Papilio epycide* in damage form was reported. A single specimen of *Zemeros flegyas* was seen but in damaged form. These species were almost ready for hibernation.

Khageri Khola, the Naya Basti area, also ranked good for the late form species. Among the reported 22 species, *Ixias pyrene*, *Danaus genutia*, *Papilio polytes*, *Catopsilia pomana*, and *Vanessa indica* were indeed with fresh forms. This generation might be the last one till the start of the next season in March. *Orsotrioena medus* in drier form were abundant in most of the visited areas. Beeshazari Taal, a well know wetland, also can be said a moderate area for butterflies having the list of 22 species almost all of common status. *Delias hyparete*, a Pierid, was observed here in fresh form. *Jamides alecto*, *J. celeno* and *J. bochus* all lycaenids, were seen sharing the same habitat types in Beeshazari Taal. The smallest *Freyeria trochilus* also exist here. The only representation of Papilionids in this lake is the *Papilio polytes*, which is widely distributed in other areas of Chitwan as well.

Lamitaal, the next lake, provided a list of 16 species all of common status. *Nymphalis canace* which was not reported in other areas exists here only in this month of December. With the content of clear water, this lake has good forest around *Precis almana*; *Neptis hylas* and *Athyma* are the most popular species in this part.

Madi, a small village, across Rapti river accommodates 15 species of common butterflies in the month of December. *Orsotroena medus* in its dry season form was abundant in this month. *Cynitia lepidea* was observed but of late season form. Few fresh specimens of *Gonepteryx rhamni* and *Cupha erymanthes* also exist here.

The sandy bank of Narayani River near its forest edge was found to be an interesting habitat for hundreds of *Melanitis leda* (Evening Brown) which is also common in other parts. About 24 species of butterflies thrive here in December. *Papilio demoleus*, *Eurema blanda*, *P. polytes romulus*, *P. polytes polytes* and *Euploea core* also are accommodated here.

Devghat housed 21 common species of which *Cynitia lepidea* is the notable one. Likewise Bagmara Buffer Zone forest was interesting to represent *Precis lemonias* and excessive number of *Vanessa indica*

besides other popular species. *Pantoporia hadonia* was also common here.

Shaktikhor was still good for butterflies in December. A Long list of 35 species was prepared here of which *Anapheis aurota*, *Ariadne merione*, *Castalius rosimon*, *Delias agostina*, *Athyma opalina*, *Delias belladonna*, *Ixias pyrene*, *Appias lycida*, *Lampides boeticus*, and *Delias thysbe* are notable in this part comparing other localities. *Anapheis aurota*, *Precis lomonia*s, *Delias hyparete*, *Catopsilia pomana* and *Euploea mulciber* were also reported from Simal Dhap and adjacent areas. *Danaus melissa* and *Delias belladonna* also exist here.

In Chitwan as in other parts of the country, butterfly population can be found much in the eastern part, in the hills, at the edges of Mahabharata, and the Reu and Rapti river vicinity. Many interesting butterfly could be observed along the route. Chitwan district may have more than 300 species of butterfly though Mr. Smith (1997) has reported 247 species which were the out come of his survey near by the resorts and hotel lodges in the national park. He has not traveled outside the national park and more specifically in the Mahabharata and Churia of this district. In the settlement and remote areas butterfly can be seen in the kitchen garden and ornamental gardens. Our result has limitation of autumn season only as we were hampered by the political disturbances. However, the number we recorded is satisfactory.

(5) Insect

Most of the previous works are confined on the population and habitat study of the wildlife, flowering plants, butterfly and dragonfly in Chitwan district in and around the RCNP. Very limited study on insect has been done in this area (Table 1)

44 species (Col: 20; Diptera: 7; Hemiptera: 10; Hymenoptera: 6 and Dictyoptera: 1 species) of insect

Table 1 Species Records in Nepal/NHM/Chitwan District

Group	Nepal	NHM	Chitwan	Present record in Chitwan
Algae	687	106	---	---
Fungi	1670	616	---	4
Lichen	465	55	---	---
Bryophytes	853	400	---	75
Pteridophyte	534	---	---	13
Flowering plant	5034	1034	500	450
Insect	5052	500	200	64
Butterfly	643	565	247	140
Fish	186	100	126 (ca)	18---
Amphibians	51	26	---	---
Reptiles	126	43	49	22
Birds	860	560	525	219
Mammal	181	85	43	39

pest from Chitwan was published in "Reference Collection of Insect" with the collection of Nepal Agricultural Research Council (NARC) edited by Joshi and Manandhar (2001). Accovatti *et al.* (1989) reported 16 species of Tiger beetles (*Cicindela* ssp.) from Royal Chitwan National Park and its periphery. Shrestha *et al.* (1995) did study on insect pest of Bharatpur town areas; Thapa (1985, 1993) and Thapa *et al.* (1995) studied on insect pest of Rampur, Chitwan District. And some of the Japanese pioneers studied the Dipteran fauna from Royal Chitwan National Park and suburb of Chitwan district are as following (Kanmiya 1994, Kurahashi and Thapa, Nishida 1994, Iwasa and Thapa 1994, Shinonaga and Singh 1994).

About 107 species (Coleoptera: 60; Hemiptera: 28; Orthoptera: 15; Dictyoptera: 3 and Isoptera: 1 species) in First phase and 149 species (Coleoptera: 103; Hemiptera: 29; Orthoptera: 14; Dictyoptera: 2 and Isoptera: 1 species) in second phase. Chitwan district is surrounded by Mahabharata range and Churia hill. First phase covers the areas of Churia hill where as second phase covers both Churia, Mahabharata range and flat land as well. Thus it is a valley (Bhitri Madhesh).

This region exhibits both tropical and sub-tropical climatic type of insect. Majority of them are tropical climatic or oriental origin.

Study of plants which related with monophagus and polyphagus insect fauna was also recorded during this period. Monophagus species are uncommon and polyphagus species are common in status is known in this region.

A remarkable list of 256 of insect species could be reported in the present paper. Out of that 71 insect species (Col: 42; Hemiptera: 16; Orthoptera: 10; Dictyoptera: 2; Isoptera; 1) exit in both phase (Fig. 4). And 36 insect species (Col: 18; Hemiptera: 12; Orthoptera: 5 and Dictyoptera: 1) recorded only in the first phase (Fig. 5). Where as 78 insects species (Col: 61; Hemiptera: 13; Orthoptera: 4) were recorded in the second phase (Fig. 6) which is the addition to updating the listed result of the first phase (Table 1), thus a fruitful result came up in second phase comparing with first phase.

There were altogether 130 genera and 185 insect species in 34 families including 117 Coleopteran species in 16 families, 45 Hemipteran species in 11 families, 19 Orthopteran species in 4 families, 3

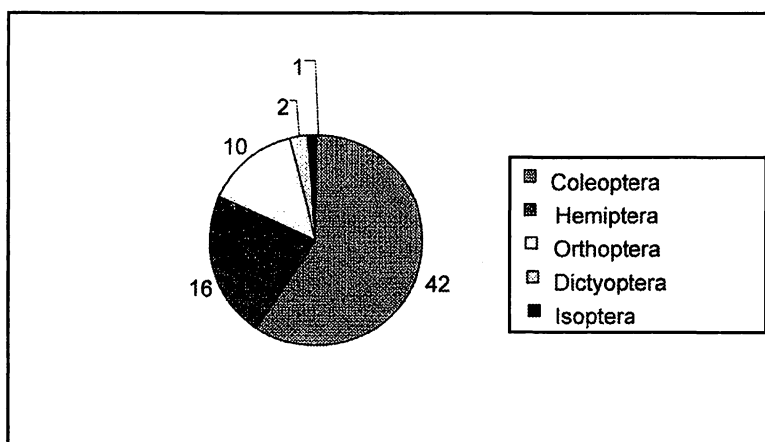


Fig. 4 Insect species existed in both phases in Chitwan district

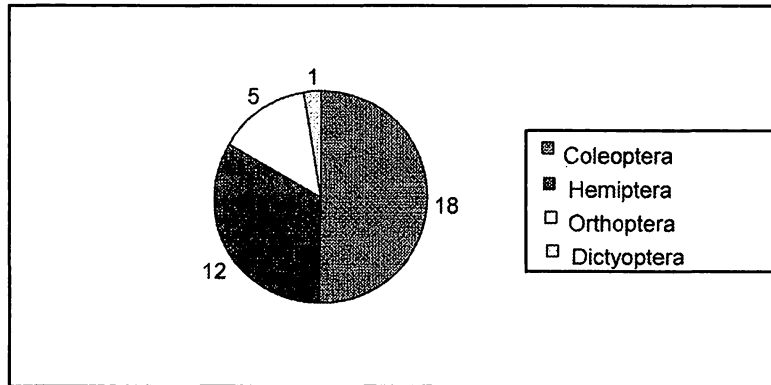


Fig. 5 Insect species exit in first phase

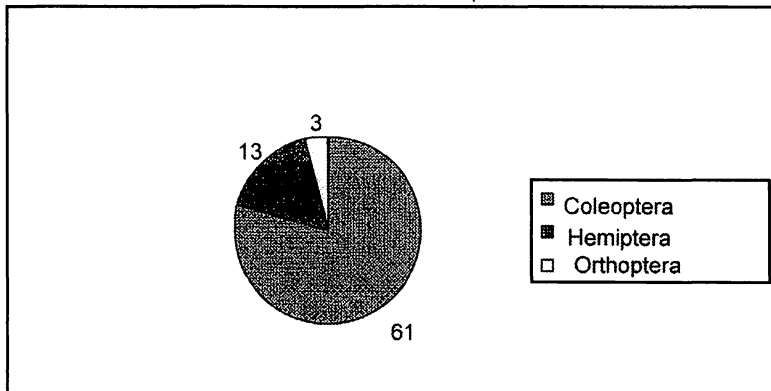


Fig. 6 Insect species exist in the second phase

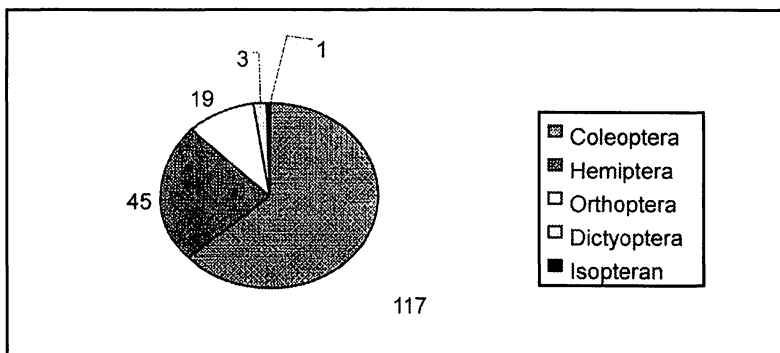


Fig. 7 Insect species representing the value species diversity in Chitwan Valley

Dictyopteran species in 2 families and 1 Isopteran in 1 family (Fig. 7). All are recorded from forest, grassland, riverine evergreen forest, wet land, flooded plain, shaded and damp areas and cultivated area. This provides preferable habitats for such terrestrial and aquatic insect fauna in this district. Realizing the

importance of ecological study to understanding the relationship between plant and insects, about 54 species of their related food plants were studied during this survey.

Out of 185 insect species, 15 species (Col: 13; Hemiptera: 1 and Orthoptera: 1 species) were categorized as rare in status because they were very much limited both in distribution and number of individuals. 24 species (Col: 16; Hemiptera: 7; Orthoptera: 1) were uncommon in status that were less in number of individual and unexplored in this season and 54 species (Col: 32; Hemiptera: 16; Orthoptera: 4, Dictyoptera: 1 and Isoptera: 1 species) are abundant or most common in status. Rest of them was common in status. The common and most common species exists in this region having ability to survive within the parameter of limited vegetation and habitat condition. Frequency distribution of family is given in Fig. 7.

Most insect species are found in terrestrial habitat although both terrestrial and aquatic ecosystem was investigated during the investigation.

Among the visited area, species richness was found in Shaktikhor, located in foothill of Mahabharata range and northern side of Chitwan district. This area provides a diverse ecosystem like riverine forest, mixed forest, open land and hill top and an altitude ranges from 355m up to 1,900m of Mahabharata. A total of 94 insect species (Col: 59; Hemiptera: 22; Orthoptera: 10; Dictyoptera: 3) represents the Shaktikhor areas. *Olenecamptus indiana*, *Cerogria nepalensis*, *Macrochemus guerinii*, *Diapromorpha melanopus* and *Aphodius rufipes* are the rare species of this area, not existed in other locality. *Poecilocerus pictus*, *Attractomorpha crenulata*, *Eusarcocorus* sp., *Clovia conifer*, *Brumus satouralis*, *Haplosoma* sp., *Haltica* sp., *Apoderus sissoo*, *Onthophagus tragus* and *Oniticellus cinctus* are frequently occurs in this area. The dominant and most common species *Brumus stauralis*, *Haltica* sp., *Haplosoma* sp., *Sitophilus oryza*, *Cicindela sexpunctata*, *Onthophagus tragus*, *Oniticellus cinctus* (Col.), *Clovia conifer* and *Eusarcocoris* sp. (Hemiptera) of Shaktikhor, was frequently distributed in Chitwan district in forest, riverine forest, grassland and cultivated areas.

2 species *Haplosoma unicolor* and *H. costaipennis* are monophagus insects. It depends on *Clerodendron viscosum*, shrub of inner forest. Likewise *Calotropis gigantea* grows along the flooded plain of river and open land is also specific food plant of *Poecilocerus pictus* and *Clovia* sp. are recorded only in Bankatta (Madi) and Siddhi village of Shaktikhor. But *Poecilocerus pictus* species distributed through out the tropical region of Nepal occurs in similar habitat (Shrestha *et al.* 2002). *Popillia pulchripes* is common beetle found feeding the nectar of *Clematis montana*, *Calotropis gigantea* and *Hibiscus rosasinensis* in this reason and *Oides bipunctata* a rare species not known from other locality of Chitwan district. *Mylabris orientalis* and *M. phalerata* are common species, have been found in this area. The local people mainly Chepang community used this insect as a medicine in case of dog bite.

Among the 6 species of Aquatic bug, *Euodus communis* is uncommon in status, confined this area. And 2 species of Ranatra, *Laccotrephes maculata* and *Cylindritethus scrutator* are found fairly distributed in forested area of many localities, where as *Hydrometera vittata* are collected from the moist gravelly area of Kayar khola.

Shaktikhor area is also representing the 5 species of economically important pest of tree *Olenecamptus bilobus*, *Xylotrechus quadrates*, *Demonax albicinctus*, *Macrochemus guerinii* and *O. indiana*, rare and common in status. Among them *M. guerinii* and *O. indiana* are rare and exist in Sidling (500m) and Chandibhanjyang (1,400m) of Shaktikhor respectively. *Xylotrechus quadripes* was

found in Shaktikhor. *Olenocamptus bilobus* not only in Shaktikhor but also found in Ratnanagar and Pandavnagar (Madi) during the second phase.

According to present study highest insect diversity was found in the family Scarabaeidae (Coleoptera) which accommodate maximum number of at least 33 species of insects. Out of them 28 species inhabits in dung piles and rests of them are in forest. *Catharsius sagax*, *Caccobius unicoloris*, *Onthophagus taurinus*, *O. politus*, *Onitis falcatus*, *O. siva* and *Aphodius rufipes* are the rare Coleopteran, exist in most of the forest area of Chitwan district. *Onthophagus politis* and *Coccobius unicoloris* are tiny dung beetles about 3mm in size were collected from Balmikhi Ashram forest in dog's excrement, where as *Onthophagus tauranus* exist only in Bankatta village, collected from human excrement. *Onitis siva* is new report to Nepal, recorded from the forest of Bishahazara Tal and Tiger Tops. Both species inhabits in Rhino's dung found in company with *Aphodius rufipes*. Baghamara Buffer Zone forest of RCNP represents 2 Genera and 3 species of dung beetle inhabit in rhino's dung. Among them *Catharsius molossus* is not noted in other localities of this region, whereas 2 species is known from Bishahazara Tal forest and Reu river bank too.

Bishahazara Tal is well known wet land of this district, provides a list of 37 insect species. All are common in status. *Laccotrephes rubber*, *Cylindritethus productus* and *Sphaeridium discolor* are the common aquatic insects of Bishahazara Tal. *Sphaeridium discolor* is a Hydrophilid beetles have an interesting habitat. Adults are collected from Rhino's dung, found in company with *Onitis* sp. and *Aphodius* sp. This species is a common species of the Chitwan district, but recorded as a new report to Nepal. *Onitis* species represent usually the low land of Nepal.

Royal Chitwan park area rich in *ento*- fauna accommodates about 70 species of insect (Col: 44; Hemiptera: 12; Orthoptera: 11; Dictyoptera: 2 and Isoptera: 1 species). Park representing the diverse ecosystem like mixed forest, riverine forest, grassland, wet land, damp and shady areas and sandy bank of river which is the preferable habitat for existing the insect diversity. Rare species of forest area are *Coccobius unicoloris*, *Onthophagus politis* and *Onitis siva* where as uncommon species of forest are *Physoryhnchus marginalis*, *Cicindela octonotata* and *Onitis singhalensis* as well. *Onitis singhalensis* is found in Bhalu kh. of Kasara from rhino's dung while it is also reported from Babai valley of Bardia District, inhabits in cattle dung (Shrestha *et al.* 2003).

Oxya velox, *Ergatettix tarsalis*, *Apalacris varicornis* (Orthoptera), *Cydnus maurus* (bug), *Neocollyris redtenbachari*, *Brumus saturalis*, *Cherida ornata* were recorded from the grassland of Lami Tal and adjoining areas. Most commonly recognized species of the forest area are *Iphita limbata*, *Physopelta schlanbuschi*, and *Onitis subopacus*. Former 2 species of bug are recorded from the area of Kumrose, Bachhauli, Bhalu kh., Rapti river bank of Tiger Tops, Kamal Tal, Ghatgain Post, and Balmikhi Ashram forest. These species are distributed through out the year in the tropical region of Nepal. Probably, due to the lack of seed, both *Iphita limbata*, *Physopelta schlanbuschi* are found sucking the rhino's dung in the forest of Jankauli buffer zone forest during first phase. Riverine ecosystem of this park area provides an interesting insect, inhabits in sandy bank along the forest. *Schizodactylus monstrosus* a sand cricket and *Gossypium depressus* a seed like beetle inhabits only in sandy bank, found in the bank of Reu River and Rapti river of Tiger Tops respectively, are representative and rare species of this park. Former is reported only from Biratnagar, East Nepal.

Tiger beetle (*Cicindella*), predator, belong to the popular family Cicindelidae of Coleoptera has world wide distributed except Antarctica and Tasmania. About 9 species exist in riverine belt of this district. All are common in status except *Cicindella sexpunctata*, are most common species. Among them only *Neocollyris* species inhabits in dense forest. *C. sumatrensis* was found in company with *C. angulata* on moist sandy bank of Sunbhadra and Punbhadra River where as *C. grammophora* recorded in muddy bank of ghol of Reu River in Bankatta (Madi). Like this *C. chloris* and *C. funerea* are superficially resembles. *C. funerea* exhibits similar habit but separated by micro habits. *C. chloris* was found on wet sandy and gravel areas on open river far from the forest area of Reu river, Punbhadra and Sunbhadra river where as *C. funerea* was on sandy bank of Dhakre kh. Within the Tiger tops forest, *C. grammophora* is also distributed in Babai valley (Bardia district) and Karnali region (Shrestha *et al.* 2002, Shrestha *et al.* 2003).

Village and cultivated area are also good for insect diversity. Insect like *Mantis religiosa*, *Periplaneta americana* (Dictyoptera), *Gryllotalpa africana*, *Ergatettix tarsalis*, *Captotettix latifrons*, *Liagrillus* species (Orthoptera), *Nephotettix* species, *Leptocoriza* species, *Cimex* species (Hemiptera), *Ophionea indica*, *Paederus pubescens*, species of *Coccinellids*, *Tribolium castaneum*, *Monolepta signata*, *Aulacophora* species, *Haltica* species, *Sitophilus* species, *Onthophagus* species (Coleoptera) are uncommon, common and most common in status. And are prevalent species occurring in human settlement and cultivated area often in the forest areas.

According to the present study highest insect diversity was found in the Order Coleoptera and steadily decreasing towards the Order Isoptera with record of Col: 117 species; Hemiptera: 45 species; Orthoptera: 19 species; Dictyoptera 3 species and Isoptera: 1 species at all (Fig. 7).

Considering diversity of the insects, Chitwan valley can be judged as one of the best places where preferred habitats for diverse species can be observed. Due to the presence of varied floral component and warm climatic condition, insect of different status can be found here. Being an unexplored site for insects, Chitwan valley still houses insects of different categories and status, new species and sub-species of into-fauna can be explored here if the study is done in more details.

REFERENCE

- Activated, R. and Pearson, R.E. 1989. The tiger beetles Genus *Cicindela* (Coleoptera, Insecta) from the Indian Sub-Continent, *Annal of Carnegie Museum*, Vol.58(4):77-353.
- Arrow, G.J. 1931. The Fauna of British-India, Coleoptera Lamillicornia. Part III (Coprinae) Taylor and Francis, Fleet Street, London.
- Balthasar, V and Chujo, M. 1960. Coleoptera of east Nepal. Family Scarabaeidae J. Coll Art and Science Chiba Univ. Vol 4. No. 4.
- Biodiversity Profiles Project. 1995. Red Data Book of the Fauna of Nepal, Technical Publication No. 4, HMG of Nepal/Government of the Netherlands.
- Distant, W.L. 1904. The Fauna of British-India, Rhynchota-Vol. 1 (Heteroptera) Taylor and Francis, Fleet Street, London.
- Eddy, A. 1990. A Handbook of Malaysian Mosses. Vol.2, pp.256. The Natural History Museum, London.
- Fleming, R. L. Sr., Fleming, R. L. Jr. and Bangdel, L. S. 1984. Birds of Nepal with reference to Kashmir and

Sikkim, Nature Himalaya, Kathmandu, Nepal.

Grimmett, R., Inskipp, C. and Inskipp, T. 2000. Birds of Nepal, Helm Field Guides, Prakash Books, New Delhi.

Iwasa, M. and Thapa, V.K. 1994. Nepalese Sepsidae Diptera. A new species and records of thirty-two species Jpn. J. Sanit, Zool. 45, Suppl. 9-22.

Kashyap, S.R. 1972. Liverworts of the Western Himalayas and the Punjab Plain. Part I & II, Researchco Pubs. Delhi.

Polunin, O. and Stainton, A. 1984. Flowers of the Himalaya. Oxford University, Delhi.

Press, J.R., Shrestha, K.K. and Sutton, D.A. 2000. Annotated checklist of the flowering plants of Nepal.

Pradhan, N. 2000. Material for a Checklist of Bryophytes of Nepal. The Natural History Museum, London.

Shrestha P.K., Shrestha, K and Khanal, B. 2002. Distribution of Coleopteran fauna in Koshi Zone. East Nepal and their Conservation Measure; Proceeding of International Seminar on Mountain, Royal Academy of Science and Technology, Kathmandu, Nepal. March 6-8.

Wabhi, S. R. and Prasad, B. 1985. Insect Fauna of Nepal part 1. Curculionidae. J. Bom. Nat. Hist. Soc., 62: 310-315.

要 約

中央ネパールのChitwan地域における種の多様性に関する研究

ケシャブ シュレスタ 他

Chitwanでは合計436種の植物を確認した。*Cassia alata*, *Bambusa ventricosa* および *B. clavata* はChitwanで発見されたネパールにおける新種である。本研究では、観賞用あるいは庭園用植物も含め、合計して草本171種、樹本140タイプ、灌木71種、蔓性植物54種を認めた。Chitwanでは、薬用植物190、燃料植物122、用材種40、食用植物121、ゴム・樹脂・乳濁液採取植物19、タバコ包装植物6、歯ブラシ用10、花輪・ネックレス・お守り用植物16、油・染料・タンニン植物22、生け垣用15、箆・ほうき用12、有毒植物15、宗教的植物19、傘用27および屋根用6種を記録した。蘚苔類では27科40属75種を確認した。27種は希少種であり、15種はネパールでは新種と思われる。

鳥類は48科216種を認め、そのうちの114種が普通種、56種がかなりみられる種、22種が稀な種、13種が時折見られ、13種が希少種であった。*Otus Spilocephalus* と *Galerida cristata* はChitwan地域の新種である。

Chitwanにおける昆虫鱗翅類では8科68種を認め、12種が希少種、50種が普通種、そして37種が普通には見られない種であった。Chitwanにおける *Delias thysbe* と *D. agostina* は東ヒマラヤ種であり、同様に *D. Thysbe* と *Graphium Agamemnon* は西ヒマラヤにも分布している。インド-オーストラリア大陸種として、*Gonepteryx burmensis*, *G. rhamni gigitica* および *Eurema hecabe colubernalis* を記録した。

Chitwanでは、昆虫類として185種(甲虫類117種；半翅類45種；直翅類19種；網翅類3種およびシロアリ類1種)を記録した。甲虫類 *Sphaeridium discolor*, *Diapromorpha melanopus* および *Onitis siva* の3種がネパールから報告されたのは初めてである。*Physorhynchus marginalis*, *Cosmocarta menace* および *Calvia quatuordecimguttata*, *Onthophagus taurinus* と *Aphodius rufipes* のような昆虫はネパールの他の地域では見られない。*Clovia* 種(半翅類)の卵を摂取する捕食甲虫の寄主植物として、乳濁草本 *Calotropis gigantea* が記録されたのは初めてである。

(推薦者：渡邊 政俊)