はじめに

プロ・ナトゥーラ・ファンド(略称P.N.ファンド)助成の「PRO　NATURA（プロ・ナトゥーラ）」とは「自然のために」という意味のラテン語です。財団法人日本自然保護協会ではこのファンドを受け、これまでプロ・ナトゥーラの名にふさわしい自然保護のための研究や活動に助成を行ってきました。これまでに助成したテーマは、国内・海外あわせて71件になります。

第4期からこの助成事業は、これまで資金提供をされてこられたプロ・ナトゥーラが財団法人自然保護助成基金となったことにより、この基金と財団法人日本自然保護協会との共同事業として実施していくことになりました。

第4期を迎えた今回の助成では、これまでの3期の経験をもとに、より有効で公正な助成事業となるよう努めました。特に助成先の選考については、新たな独自の審査委員会を設け、審査を行いました。

本報告書は、第4期（平成5年）の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、国内外の各地域における自然保護のため有効に利用されるよう願ってやみません。

平成7年11月30日

財団法人日本自然保護協会　会　長　沼田　眞

財団法人自然保護助成基金　理事長　奥富　清

目　次

はじめに
プロ・ナトゥーラ・ファンド＜第４期助成＞
第４期助成の概要 …… 3

国内研究助成
コシガヤホシクサの保護増殖に関する研究 …… 7
コマンドルスキー諸島のオットセイの繁殖生態と保護管理 …… 11
天然林におけるニホンツキノワグマの生息可能密度 …… 17
ニホンザル生息隣接地における分布“不”拡大山地の特徴について …… 27
小笠原諸島南島におけるカツオドリの繁殖状況調査 …… 37
シマフクロウの生息環境の保全に関する研究 …… 47
住民参加型手法によるホタル調査と水環境問題―琵琶湖周辺地域を対象に― …… 53
野生生物の保護に係わる国際条約の国内での具体化に関する研究 …… 59
上高地梓川の河床地形変化とケショウヤナギ群落の生態学的研究 …… 65
御蔵島原生自然域の植生学的研究 …… 73
サンゴ礁干潟の環境変化と保全 …… 79

国内活動助成
住民の利用を目的としたデータベース
「山梨県自然財産目録（富士川水系：底生生物編）」の作成 …… 97
丹沢国定公園の“ゴミマップ作成” …… 109

海外研究助成
バイカル湖の流域環境についての生態化学的モニタリング …… 113
中国産マカカ属の分布個体群動態と保護管理 …… 121
タイ国マングローブ林修復計画 …… 151

プロ・ナトゥーラ・ファンド＜第３期助成＞
「海棲哺乳類と人間とのかかわり」研究集会 …… 171

プロ・ナトゥーラ・ファンド

第4期助成

第４期助成の概要

プロ・ナトゥーラ・ファンド助成事業は第４期から（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なりました。また、審査委員会は第３期まで（財）日本自然保護協会の保護委員会委員が兼任していましたが、今回から独立した審査委員会を設けました。

第４期は、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、平成５年６月に公募を開始しました。その後７月31日に締切り、８月と９月の審査委員会を経て助成対象を決定いたしました。応募総数は26件で、審査会を経て助成対象となったものは別表一覧のように国内研究助成11件、国内活動助成２件、海外研究助成５件の計18件です。このうち継続助成は国内が２件、海外が２件で、助成総額は2,700万円でした。

今回助成が決定したテーマは全般に質がそろっており、審査委員会での審査作業も順調に進みました。審査委員会からは、「ＰＮファンドの目的からすると、基礎的な研究に加えて自然環境保全に直結するテーマがもう少し増えて欲しい」という感想や、保護・普及活動分野に対しての「より具体性のある、多様な活動の応募を期待したい」という意見が出ました。

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

報告書が未着のもの

・アマゾン地域の牧草荒廃地再生を目的とした原産有用樹と牧草地の組合せシステムに関する研究

報告書の到着が遅れたもの

・農村開発および森林資源の保全に果たす多目的樹種の役割

なお、第３期助成成果報告書に掲載できなかった報告書で、今回掲載したものは１件です（95年８月到着分）。

・「海棲哺乳類と人間とのかかわり」研究集会

P. N. ファンド 第四期助成先一覧

No.	タイトル/(活動場所)	グループ名/代表者(所属)	助成額(千円)
・国内研究助成			
1 (埼玉)	コシガヤホシクサの保護増殖に関する研究	コシガヤホシクサ研究グループ 宮本 太(東京農業大学)	660
2 (ロシア・コマンドル諸島)	コマンドルスキー諸島のオットセイの繁殖生態と保護管理	日本哺乳類学会海獣談話会 和田 一雄(東京農工大学農学部)	1,950
3 (岐阜)	天然林におけるニホンツキノワグマの生息可能密度(継続)	岐阜大学ツキノワグマ研究グループ 溝口 紀泰(岐阜大学農学部)	1,700
4 (全国)	ニホンザル生息隣接地における分布"不"拡大山地の特徴について	ニホンザル分布研究会 三戸 幸久(日本モンキーセンター)	1,660
5 (東京・小笠原諸島)	小笠原諸島南島におけるカツオドリの繁殖状況調査	小笠原の自然を考える会 菅沼 弘行(小笠原海洋センター)	860
6 (北海道)	シマフクロウの生息環境の保全に関する研究	シマフクロウ研究グループ 小野 有五(北海道大学大学院地球環境科学研究科)	1,290
7 (滋賀)	住民参加型手法によるホタル調査と水環境問題 ―琵琶湖周辺地域を対象に―	水と文化研究会 高谷 好一(京都大学東南アジア研究所)	1,300
8 (京都)	野生生物の保護に係わる国際条約の国内での具体化に関する研究	野生生物の保護に係る法体制検討会 磯崎 博司(岩手大学人文社会科学部)	1,340
9 (長野)	上高地梓川の河床地形変化とケショウヤナギ群落の生態学的研究	上高地自然史研究会 岩田 修二(三重大学人文学部)	1,770
10 (東京・伊豆諸島)	御蔵島原生自然域の植生学的研究	御蔵島自然研究グループ 星野 義延(東京農工大学農学部)	1,640
11 (沖縄・石垣島)	サンゴ礁干潟の環境変化と保全(継続)	サンゴ礁環境研究グループ 山内 秀夫(群馬大学教育学部)	2,210
・国内活動助成			
12 (山梨)	住民の利用を目的としたデータベース 「山梨県自然財産目録(富士川水系:底生生物編)」の作成	地域自然財産保全調査事務所 篠田 授樹	710
13 (神奈川)	丹沢国定公園の"ゴミマップ"作成	自然公園保全グループ 志沢 道子	1,600
・海外研究助成			
14 (ロシア)	バイカル湖の流域環境についての生態化学的モニタリング(継続)	Dr.Albert Beim (バイカル湖水環境研究会・Baikalsk)	1,570
15 (中国)	中国産マカカ属の分布個体群動態と保護管理	熊 成培 (中国東部野生動物繁殖センター・合肥市)	1,450
16 (ナイジェリア)	農村開発および森林資源の保全に果たす多目的樹種の役割	Mr.Gregory Odigie (ナイジェリア林業研究所・Ibadan)	1,290
17 (タイ)	タイ国マングローブ林修復計画(継続)	Dr.Jitt Kongsangchai (王室森林局技術調査部・Bangkok)	2,280
18 (ブラジル)	アマゾン地域の牧場荒廃地再生を目的とした原産有用樹と牧草地の組合わせシステムに関する研究	Mr.Kazumi Watanabe (アマゾニア森林文化研究会・Bentes)	1,720
	助成金総額		27,000

第4期プロ・ナトゥーラ・ファンド助成成果報告書（1995）

コシガヤホシクサの保護増殖に関わる研究

コシガヤホシクサ研究グループ

宮本　　太*

1989年に刊行されたレッドデータブック“わが国における保護上重要な植物種の現状”において絶滅危惧種の一つとされるコシガヤホシクサ（*Eriocaulon heleocharioides Satake*）は、湿地に生育するホシクサ科ホシクサ属植物で日本固有の単子葉植物である。本種は1939年に佐竹義輔博士により記載発表されたものであるが、タイプ産地である埼玉県越谷市では、その後生育は見られず近隣においてもその生育は全く見られないため絶滅したものと考えられていた。近年、茨城県下妻市砂沼においてその生育が確認された。しかし、その生育地でも本種の個体数が年々減少し、絶滅の危機にさらされているのが現状である。この理由として、現在砂沼全域で進められている護岸工事による環境変化が考えられる。これまで、本種を含めたホシクサ属植物の生態学的特性はほとんど明らかにされていない。これらのことから本研究では絶滅危惧種であるコシガヤホシクサの生育および繁殖様式などの生態的特性の解明をし、本種の保護増殖に役立つ基礎資料を得ることを目的としておこなった。

調査地概況

調査地は、茨城県下妻市砂沼（主に、農業用灌漑池として利用され、農閑期の10月から5月は水位が低く、6月から9月の農繁期には満水状態となる）で、現在現生しているコシガヤホシクサの唯一の生育地である。

調査項目および方法

1）コシガヤホシクサの生活環の解析

個体群動態および生存率を調査するために生育地に永久コドラート（30cm×30cm）を1993年9月に6ヵ所設定し1994年10月までその動態調査をおこなった。また、コシガヤホシクサの季節的変化を調べる目的で毎月1回同一地点より30個体のコシガヤホシクサを採集し、植物体各部位の計測をおこなった。計測は各器官別季節生長量および季節別器官生長量分配率を明確にするために、葉・茎・根・頭花・花茎および鞘の乾重量の測定をおこなった。

2）コシガヤホシクサの生育環境の解析

1993年11月6日にコシガヤホシクサの生育地において湖岸より本種および他植物の生育の見られるところまでライントランゼクト法を用いて植生調査をおこない、本種の生育状態および他の植物群との生態的関係を解析し、コシガヤホシクサの生育環境を明らかにした。

3）コシガヤホシクサの種子発芽特性の解析

1993年11月に種子完熟個体より採集したコシガヤホシクサの種子を用いて発芽実験をおこなった。また同所的に生育する同植物群のヒロハ

* 東京農業大学農学部

イヌノヒゲ（*Eriocaulon robustius* (Maxim.) Makino）も用いそれぞれの種特性を明らかにした。

Ⅰ：春化処理条件と発芽の関係

春化処理温度を5℃とし、湿・明、湿・暗、乾燥・明および乾燥・暗の条件を設定し、径5.2cmのシャーレに50粒を置床した。発芽実験は無処理区と春化処理日数5日から50日（計11）のものを5日ごとに10℃および25℃、24時間明条件の人工気象器において発芽条件および春化処理日数が発芽におよぼす影響を調査した。

Ⅱ：発芽適性温度

春化処理により休眠打破された種子を用い10℃、15℃、20℃、25℃、30℃、35℃、および40℃の温度条件を設定し、5日ごとに発芽調査をおこなった。これらの実験Ⅰ、Ⅱともすべて3反復おこなった。

結果

1）コシガヤホシクサの生活環の解析

コドラート1から6の月別水深を測定し、5月の発芽個体数と10月の生存個体数をもとにコドラートごとの生存率調査をおこなった結果、農繁期である6月から9月まではコシガヤホシクサの生育地は冠水状態になり、9月には最高水位に達した。コドラート3では今回観察された生育地ではもっとも深い143cmになり、もっとも浅い生育地でも90cmに達した。生存率は0.21％から58.8％まで観察されたが、生存率と水深には相関関係がみられなかった。しかし、9月期の水深 143cmより深いところでは全くコシガヤホシクサの生育はみられなかった。

また佐竹（1939）はコシガヤホシクサの根茎が他種にくらべ発達することから多年草であると記載しているが、その詳細は不明であった。しかし、2月までの個体群動態調査の結果、生育個体群は全て枯死していること、5月期の調査において越年個体が全く観察されなかったこ

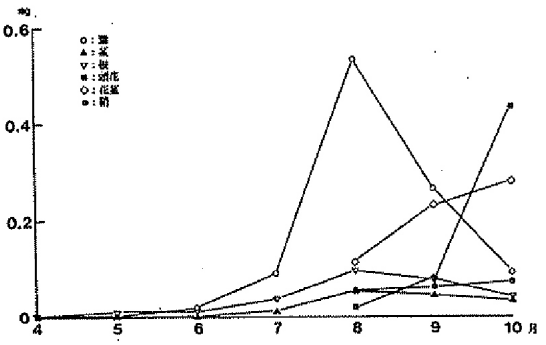


Fig. 1　コシガヤホシクサの器官別季節生長量

とから一回繁殖型の一年草であることが明らかになった。

各器官別季節生長量の測定結果から、コシガヤホシクサは5月から8月にかけて根・茎・葉の栄養生長をおこない、特に7月から8月にかけて葉の生長を著しくおこなうことが明らかになった。しかし、8月以降には栄養生長が衰え生殖生長がはじまり、特に、頭花の生長は9月から10月にかけて著しいことが明らかになった（Fig. 1）。また、季節別器官生長量分配率では5月には根の占める割合が著しく高いが、その後8月までは葉の占める割合が高いことが明らかになった。8月以降は徐々に生殖器官の占める割合が高くなりはじめ、10月には80％ちかくを生殖器官が占めることが明らかになった（Fig. 2）。

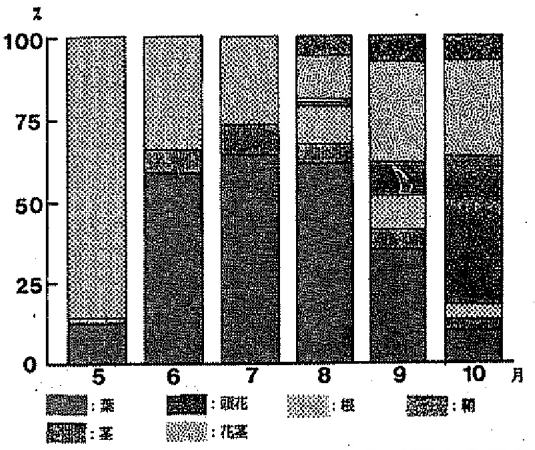


Fig. 2　コシガヤホシクサの季節別器官生長量分配率

2）コシガヤホシクサの生育環境の解析

湖岸よりコシガヤホシクサおよび他の植物群の生育の確認できるところまでライントランゼクトを設定し、各種の生育状況と植被率から種間関係を明らかにした結果、ライン1では湖岸から6m付近までヨシが、6mから20m付近まではコシガヤホシクサの生育を確認することができた。コシガヤホシクサの生育地内における種間関係はヨシの植被率の高いところでは、コシガヤホシクサの植被率は低い。これは明らかに光獲得競争によるもので、コシガヤホシクサは光の獲得し易い解放地にその生育地を求めていると推察できる。また、ライン2では湖岸から4m付近までヨシが優先し、4mから9m付近まではコシガヤホシクサとヌカキビ、ギシギシ、アゼムシロ、マツバイ、ヒメホタルイ、ヒロハイヌノヒゲの他の植物と混生していたが、9m以降はマツバイ、ヒメホタルイ、ヒロハイヌノヒゲのみの生育がみられた。このことからコシガヤホシクサはやや陸化の進んだ他の植物群の被圧の高い場所では生育が困難であり、他の植物群が生育しない開放地が生育に適していると推察できる。しかし、他の種群が生育しない開放地においてもコシガヤホシクサの生育が確認されないのは、種子の分散様式が水流に依存していること、また発芽後も冠水状態での水の動き等によりその生育が制限されていると推察される。

3）コシガヤホシクサの種子発芽特性の解析

Ⅰ：春化処理条件と発芽の関係

コシガヤホシクサおよびヒロハイヌノヒゲの種子ともに春化処理の際乾燥条件下および発芽時に暗条件下にあった種子は発芽を確認できなかったことから両種ともに春化処理では湿条件が、発芽には明条件が必要であることが明らかになった。

明条件・25℃の条件下での春化処理が発芽に及ぼす影響は無処理区では両種とも僅かに発芽が見られたのみであることから種子は休眠期を持つことが明らかになった。コシガヤホシクサの種子は春化処理10日以降に発芽が促進しはじめ発芽率も徐々に高くなり、春化処理30日で発芽率が50％を越え、35日以降からは約75％の発芽率が認められた。一方、ヒロハイヌノヒゲの種子は春化処理5日で発芽が促進しはじめ急激に発芽率を高め、春化処理15日で50％を越え、25日目で92％、40日目で98.6％の高い発芽率が認められた（Fig. 3）。また、休眠打破後の発芽は人工気象器内投入後約5日で両種とも最高発芽率に近くなることが明らかになった。

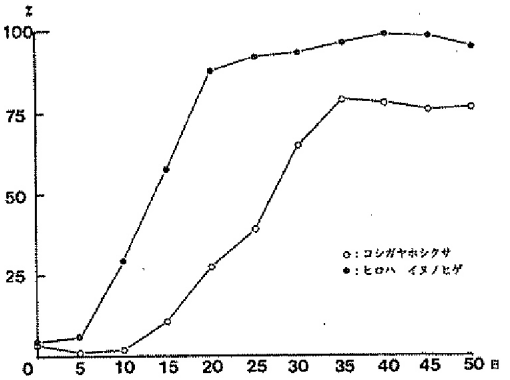


Fig. 3　コシガヤホシクサおよびヒロハイヌヒゲの春化処理日数と発芽率

Ⅱ：発芽適性温度

コシガヤホシクサおよびヒロハイヌノヒゲの発芽適性温度実験の結果、両種ともに10℃ではまったく発芽が認められなかった。しかし、15℃と20℃では90％以上の高い発芽率を示したが、コシガヤホシクサは25℃と30℃では発芽率は78.2％・71.6％と徐々に低下し、35℃では全く発芽が認められなかった。このことからコシガヤホシクサの発芽適性温度は15℃から20℃であり、発芽限界温度は35℃であることが明らかになった。一方、ヒロハイヌノヒゲは15℃から35℃まで90％以上の安定した種子発芽率を示したことからヒロハイヌノヒゲの発芽適性温度は15℃から35℃であり、コシガヤホシクサに比べ

発芽適性温度が幅広いことが明らかになった（Fig. 4）。

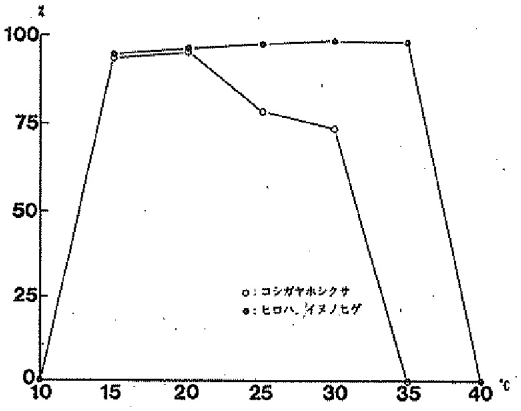


Fig. 4　コシガヤホシクサとヒロハイヌノヒゲの発芽適性温度

摘要

コシガヤホシクサの生態学的研究をおこなった。その結果、

1）コシガヤホシクサは4月から8月まで栄養成長を、8月から生殖成長をおこない、10月には種子成熟後枯死する一回繁殖型の一年草であることが明らかになった。

2）コシガヤホシクサの生育地は他の植物群に被圧されない全天地のみに見られる。

3）コシガヤホシクサおよびヒロハイヌノヒゲは休眠期をもつ種子であることが明らかになった。

4）コシガヤホシクサの休眠打破は5℃条件下で35日以上の春化処理期間を必要とする。

5）コシガヤホシクサの発芽温度は15－30℃であった。

コマンドルスキー諸島のオットセイの繁殖生態と保護管理

日本哺乳類学会海獣談話会

和田一雄[1)]・島崎健二[2)]・川辺一郎[2)]・和田昭彦[2)]・久保島江実[1)]

Reproductive Ecology and Management of Northern Fur Seals in Commander Islands

Marine Mammal Research Group, The Mammalogical Society of Japan
Kazuo Wada[1)], Kenji Shimazaki[2)], Ichiro Kawabe[2)]
Akihiko Wada[2)], Emi Kuboshima[1)]

オットセイを中心に計3種の社会生態学的調査を行なった。ラッコとゼニガタアザラシについては将来へつなぐための予備調査として研究の見通しをつけることができた。

オットセイの繁殖生態についてオスが経年的にどの程度交尾回数を維持できるか、及びオスのテリトリーの場所への執着度等を明らかにした。メスについては採餌周期、出産場所・哺乳場所の差異を明らかにした。これらの事からハレムが一方的にオスによって維持されるのではなく、メスの繁殖場所での分布が大きく影響することが明らかになった。

また、パップの生長につれて所属するパップ集団が変化することが示唆され、また集団に属するか否かが死亡を左右する可能性も考えられた。

オスの交尾回数とハレムサイズとの関係やパップの死亡要因などは直接個体数変動と関連するので、北西ルッカリーの生態管理にこれらの結論から具体策を提言することになると予想している。

ラッコ、ゼニガタアザラシとオットセイの調査を行ったのでその順序でまとめを行う。

これら3種の調査域はコマンドルスキー諸島ベーリング島（北緯55度、東経165度)北西ルッカリー（繁殖場）である。その海岸は砂丘で、幅は50-100mあり、背後は次第に丘陵に移行する。オットセイはその砂丘に約3kmにわたって3.5万島が上陸する。ゼニガタアザラシは岬先端部に広がる岩礁に分布し、ラッコはその沿岸のコンブに体を巻き付けていたり、ゼニガタアザラシのいる沖合側の岩礁に上陸し、互いに固まって休息する。

ラッコ・ゼニガタアザラシの予備調査

今回はオスを主体とするラッコ個体群の性・年齢別の分散、そしてゼニガタアザラシ個体群の分散を明らかにするため、両種にプラスチック標識の装着、組織標本採取を行なった。組織標本は個体群の集団遺伝学的吟味に用いる予定

1) 東京農工大学農学部
Tokyo University of Agriculture and Technology
2) 北海道大学水産学部
Hokkaido University

である。

結果

3月下旬から4月にかけて北西岬のラッコ72個体及びほかの場所のラッコ9個体を標識し、放逐した（Table 1）。標識装着はおもに早朝と夕方に行った。北西岬で捕獲したラッコの内訳は幼獣40個体、若齢獣6個体、成獣26個体であった。また調査期間内に死亡が確認されたものは9個体、うち8個体は成獣で、残り1個体は幼獣であった（Table 2）。

Table 1. Bulls maintained harems in two consecutive seasons.

	1993			1994		
Seal No.	Copulation frequency	Territory tenure	Change of sites	Copulation frequency	Territory tenure	Change of sites
1	32	71	--	0	31	--
2	0	54	○	1	41	○
3	1	34	○	0	21	--
4	1	48	?	0	17	--
5	2	55	--	0	35	○

本年は天候不順により、また標識装着による攪乱により冬季の行動観察は数回行ったにとどまった。夏季、標識個体の行動調査は天候不順（霧、雨など）により十分に行えなかった。観察された標識個体中5個体の標識を確認した。

アザラシ調査に関しては標識個体数が本年は僅かに3個体にとどまった。組織標本は約20個体分を採取することができた。

オットセイの社会生態

（1）ハレムをめぐるオス・メスの繁殖生態

目的

繁殖期におけるオス、特に上陸場にテリトリーを持つ成獣オスの個体毎の行動を追跡し、

Table 2. Tag number, sex and weight oged sea otters.

Date	No.	Sex	Weight(Kg)	Death	Read	Date	No.	Sex	Weight(Kg)	Death	Read
03.19	1	♂	21.5	04.16		03.24	41	♂	23.0		
03.20	2	♂	25.0				42	♂	13.0		
	3	♂	26.0	04.14			43	♂	25.0	04.05	
	4	♂	25.0	03.21		03.25	44	♂	10.0	04.01	
	5	♂	12.0				45	♂	14.0		
	6	♂	12.0				46	♂	10.0		
03.21	7	♂	26.0				47	♂	10.0		
	8	♂	26.0	05.04			48	♀	9.0		
	9	♂	14.0				49	♂	12.0		
	10	♂	27.0	04.29			50	♀	9.0		
	11	♂	17.0				51	♀	13.0		07.29
	12	♂	19.0				52	♀	12.0		
	13	♂	24.0				53	♂	12.0		
03.22	14	♂	25.0				54	♂	13.0		
	15	♂	16.0			03.26	55	♂	11.0		
	16	♀	20.0	04.27		03.27	56	♂	14.0		
	17	♂	25.0				57	♀	9.0		
	18	♂	22.0			03.28	58	♂	25.0		
	19	♀	11.0				59	♀	9.5		
	20	♂	16.0		08.19		60	♂	19.0		
	21	♂	15.0				61	♂	14.5		
	22	♂	30.0				62	♂	15.0		08.19
	23	♂	23.0				63	♂	25.0		
03.23	24	♂	15.0				64	♂	15.0		
	25	♂	11.0				65	♂	14.5		
	26	♂	15.0		08.04		66	♀	13.0		
	27	♂	14.0			03.29	67	♂	26.0		
	28	♂	13.0			03.30	68	♂	28.0		
	29	♀	13.0				69	♂	26.0		
	30	♂	26.0				70	♂	25.5		
	31	♂	26.0	04.01		03.31	71	♂	30.0		
	32	♀	21.0				72	♂	26.0		
	33	♂	19.0		08.19						
	34	♂	17.0								
03.24	35	♂	13.0								
	36	♂	15.0								
	37	♂	12.0								
	38	♂	14.0								
	39	♂	13.0								
	40	♂	34.0								

その生態的特徴を明らかにする。

調査方法

本年度は6月下旬から9月上旬まで調査を行った。調査地域内のほぼ全てのテリトリーオスについて個体識別をし、その分布と行動を記録した。また、メスについては個体識別が困難であるため、メス集団の位置、大きさ、出産について記録した。個体識別はペイントによるマーキングと個体の身体的特徴、特に体の傷や鰭にできる切れ目や孔の位置や大きさを記録することにより行なった。

結果

個体数の推移：成熟メスの上陸は7月はじめ頃から急激に増加し、7月中旬にピークを迎えた。そしてその後1週間程そのレベルを維持し、除々に減少した（Fig. 1）。性比は緩やかに推移したが、メス数のピーク時(285頭）にはオス1頭に対しメス8頭に達し、大きくメスに偏った。しかし、ここで用いたオスの個体数は上陸し、テリトリーを持ったオス全てを含んでいる。メスを自分のテリトリーに持つことのできたオスの数はこのうち一部であるため、これを考慮すると性比はよりメスに偏ることになる。

交尾は7月初旬から下旬までのほぼ1ヵ月間観察された。ピークはメスの個体数と同様に7月中旬に見られ、8月にはいるとほとんど交尾は見られなくなる。7月15日から10日間に観察された交尾は全観察数の7割近くを占め、年間を通して考えた場合、相当短期間に集中していることがわかる。また、個体識別したオス個体毎の交尾回数について調べたところ、交尾は18個体で確認され、上位5個体で全交尾観察数の62％を占めた。交尾回数が極めて多かった2頭のオスは海岸よりやや内陸に入ったメスやオスとの交渉が相対的に少ない条件を満たす場所を占めていた。

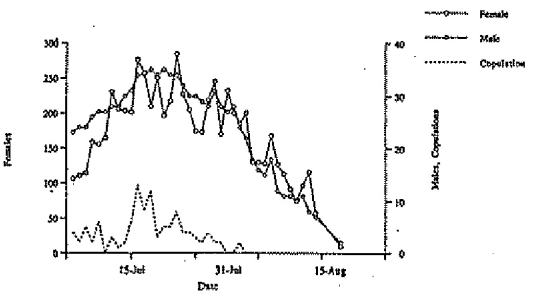


Fig. 1 Number of adult females, males and copulations as a function of date during the breeding season.

1994年の動向

2シーズン連続してテリトリーを持ったオス個体について述べる。今シーズン、テリトリーを持ったオス個体のうち昨シーズンもほぼ同じ場所にいたオスについてTable 1にまとめた。特徴的なのは、個体番号1のオスであった。この個体は昨シーズン最も多くの交尾が観察されたオスであり、全交尾観察数の26％を占めていた。しかし、今シーズンは交尾はおろか囲うことのできたメスの最大数が2頭と、昨シーズンから大幅な減少がみられた。また、テリトリー保有期間についても昨年は観察オス中最長の71日間であったのに対し、今年は半分以下の31日間であった。また、メスを得るためにメス集団の分布した海岸線付近へテリトリーを移動することもなかった。これに対し、2、5番のオス個体は2シーズンを通じて交尾はほとんど観察されず、メス集団のある海岸線方向への移動が確認された。

議論

繁殖のタイミングについて：今シーズンのメス数、交尾数のピークは昨年と比較して約10日間の遅れが見られた。これは今年の悪天候による影響が考えられる。こうした繁殖のタイミングに関わる要因を特定することは困難であるとされる。（Boyd, 1991）が、（1）着床遅延のずれ　（2）胚盤胞の休止状態のばらつき、（3）餌資源の増減等による影響の可能性が考えられる。今後こうした分野の研究が必要であ

ろう。

オスのテリトリーについて

今年度の冬期には北西の季節風が卓越し、上陸場の地形に大きな変化をもたらした(Fig. 2)。この影響はメスよりもオスに大きな影響を与えたと考えられる。本種を含む鰭脚類では毎年同じ場所に上陸し、繁殖するというsite tenacyが知られている。アラスカのプリビロフ諸島での研究では3年連続して全く同じ位置にテリトリーを持ったオスが観察されている。これはオス個体毎の経験的な学習によるものと考えられ、とくに成熟オスにとっては、いかに良い場所にテリトリーを持つかによって繁殖成功度が決まる。繁殖は決まった場所で行われるために、オスはどの場所にメスが集まるかについて経験的に認識していると思われる。当然どのオスもその場所にテリトリーを持とうとする。しかし、その結果オスの集中が生じ、テリトリーを巡る競争の激化が起こる。これを避けるオスは他のオスよりも早くその場所へ上陸し、テリトリーを持つようになる。それでもこの戦術にも不利な点が考えられる。一つは早い時期から上陸することで交尾ができるまでの余分な期間に体力を費やさなければならなくなることである。もう一つは必ずそのオスがテリトリーを持った場所にメスが上陸するという確証はないため、外れた場合にはTable 1のオス個体1のような結果に終わる可能性があるということである。今後これらのオスの戦術を検証するには長期的な追跡調査及び生理学的な研究を行う必要がある。

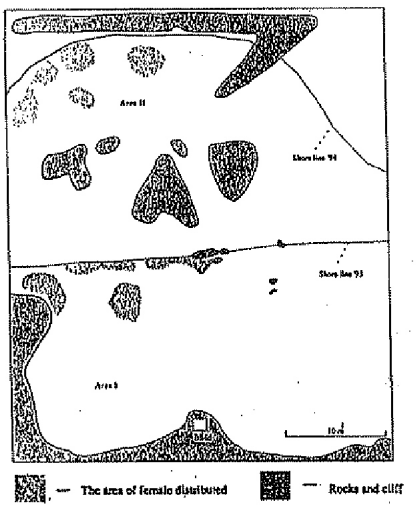


Fig. 2 Map of study area.

（2）メスの採餌行動及び繁殖個体による繁殖場の利用について

メスの採餌行動

7月中旬から9月初旬にかけて51個体のメスを個体識別してその採餌周期を観察した結果、平均採餌期間5.1日、平均陸上滞在期間1.3日であった。この採餌期間について今回得たベーリング島での値、1992年の調査でチュレニイ島で得た値及びプリビロフ諸島セント・ポール島でのLoughlin et al. (1987)の報告との比較を行った。その結果、ベーリング島、チュレニイ島ではともにセント・ポール島に比べて採餌期間は短く、チュレニイ島とベーリング島の間では有意差はみられなかった（t検定）。メスの採餌期間の長さは繁殖場から採餌場までの距離、繁殖場の個体群の大きさ等を反映している可能性が考えられる。また、チュレニイ島、ベーリング島ではセント・ポール島と比較して採餌周期が短いため、離乳までの授乳回数が増加し、その結果パップの離乳体重の増加、死亡率減少等が起こる可能性が考えられる。この2島を含むアジアの繁殖場起源の個体はプリビロフ諸島起源の個体と比較して大型である(North pacific fur seal commision, 1962) 等の差異が知られており、今回得られた結果はこうした差異を説明する一因となる可能性が考えられる。

繁殖個体による繁殖場の利用

北西ルッカリーの一部に調査区域を設定し、繁殖個体の分布様式・分布変化及び行動について6月上旬から9月上旬にかけて観察を行なった。オスの分布については調査区域内の個体をすべて識別し、そのテリトリーの位置を記録し

た。メスについては調査区域内の全ての個体の分布を記録し、更に出産の行われた場所、交尾の行われた場所および授乳の行われた場所を各時期毎の分布変化を追うための指標として用いた。分布様式はＩσ指数を、分布変化はχ^2検定を用いて解析した。調査開始時には既に数個体のオスがルッカリーの一部にテリトリーを確立しており、その個体数は７月に入って増加、その後７月下旬より減少した。オスは６月、７月上旬は調査区域内に一様に分布していたが、７月中旬には集中分布を示し、その後また一様となった。一方メスは６月中旬より上陸を始め、個体数は７月中旬にピークとなった。メスの分布は常に集中していた。また出産の起きた場所の分布と交尾の起きた場所の分布とでは差異がみられ、交尾場所は出産場所に比べてより内陸で、また集中の度合が高まる傾向が見られた。更に、７月中旬の交尾のピークをすぎ、ほとんどの個体が採餌－授乳を繰り返す時期にはいると、出産・交尾の時期にはあまり利用されなかった岩礁を授乳場所として利用する個体が増加し、その一方で砂浜にできる集団はより内陸へはいる傾向が見られた。

７月中旬に起きたオス個体の分布の集中は、メスの分布が集中した区域で起きており、これはこの時期に、この区域へのオスの上陸が多かったこと、及びこの区域へ周囲からのテリトリーの移動が起こったことによっていた。この区域内のメス個体数、オス個体数には相関が見られ、メスの分布がオスの分布に影響を及ぼしている可能性が考えられる。

一方メスの利用場所の変化の要因としては、出産、交尾、育児という各繁殖段階におけるメスの場所に対する要求の変化と、オスの個体数・行動の変化が考えられるが、これについては更に経年調査が必要である。

（３）パップ集団の形成要因について

６月下旬から９月上旬にかけてメスパップ５個体に標識をつけ、母仔５組の行動を詳細に観察した。また周辺のパップ集団の形成についてもあわせて記録をとった。標識パップの母獣の年齢はひげの色よりいずれも７才以上と推定された。

７月26日、朝から風が強く吹き付けていた。幾つかのパップ集団はＶ字型の編隊状に固まっており、そのＶ字編隊の先端のパップが順次と起き上がっては最後尾へまわるという行動が観察された。また、７月28日、30日にパップ集団の密度（パップ数／㎡）を写真により測定して気温との関係を調べたところ（Table ３）、パップ集団の密度は気温12℃に比べて９℃の時の方が高かった。以上の観察より、集団の形成要因の１つとして体温維持の機能が考えられる。

また、標識個体の観察より、出生初期にはパップは身近な集団に属するが、生長に伴って、母獣が採餌により不在の期間中に必ずしも出産場所（吸乳場所）付近の集団に固執しなくなることが観察された。このことから、出生初期にはパップの移動能力が未発達であるため身近な集団に限られるが、生長にともない集団は種に固有の適応様式を発達させ、仲間との社会的結び付きを形成する場所としても機能していると考えられる。

パップの死亡個体の多くは集団から少し離れたところで見られた。この要因について集団に属さないことによって死亡がおきたのかそれともパップ集団が後に死亡するような個体を排除する傾向があるのか等の可能性を今後観察により検討する必要がある。また、最適な集団構成個体数が存在する可能性や異性同士よりも同性同士で集団を構成する可能性も考えられる。さ

Table ３. Air temperature and density of pups.

Date	Time	Temperature(℃)	Density(pups/㎡)
28 July	10:30	9.0	9.7-13.4
30 July	10:00	9.0	10.0
30 July	16:28	12.0	4.2- 4.7

らに来期にはオスパップでの観察を行う必要がある。

Summary

Socio-ecological studies of northern fur seals, sea otters, and kuril seals were carried at North-west rookery, Bering Island in Commander Islands. During breeding season, territory bulls showed site tenacity on rookery, and their copulatory frequency changed in successive years because of fewer female concentration. Feeding trip of females to sea was shorter than that of Pribilov Islands. Probably this difference results from shorter distance between rookery and feeding area and smaller population size of this islands. Females used different places for parturition and nurcing place. From such results, harem maintenance was done not only by males but also by females. Pup groupings were changed with his development, and the belongings to group will decide his longevity. Based our research results, we intend to contribute to arrange definite proposal for marine mammal management.

天然林におけるニホンツキノワグマの生息可能密度
—ブナの豊凶に伴うツキノワグマの春と秋の食性の年次変動—

岐阜大学ツキノワグマ研究グループ

溝口紀泰[1)]・片山敦司[2)]・山本かおり[3)]・坪田敏男[3)]

Carrying Capacity of Natural Regenerated Forests to Support Japanese Black Bear Populations
— Changes in the Food Habits of Japanese Black Bears with Year - to - Year Beechnut Crop Fluctuations—

Japanese Black Bear Study Group of Gifu University
Noriyasu Mizoguchi[1)], Atsushi Katayama[2)]
Kaori Yamamoto[3)], Toshio Tsubota[3)]

ブナ天然林が多く残されている岐阜県白川村において、1990年より1994年までの5年間にわたってフン分析および胃内容分析によってツキノワグマ（以下、クマ）の食性を調べた。また、1991年より1993年までの3年間にクマの主要なエサ食物の現存量についても調べた。クマは春季においては、ブナの豊作年にはブナの花芽を食べ、ブナ豊作年の翌年には前秋から残っているブナの種子を多く採食した。それ以外の年には草本を多く食べていた。秋季においては、ブナの豊作年にはブナの種子を多く食べ、ブナが不作の年にはクリ、ミズナラの種子を多く食べていた。また本調査からクマのエサ食物には、豊作年は大量に供給されるが、不作年にはほとんど供給されない食物（ブナ）と、量は少ないが毎年安定的に供給される食物（ミズナラや草本）があることがわかった。クマはそのような食物供給量の年次変動がある中で現存量の高い食物を選択して採食していると考えられた。

はじめに

ツキノワグマ（*Selenarctos thibetanus japonicus*、以下クマと略）は数㎢から数十㎢にも及ぶ広い行動圏を有しているが（Hazumi & Maruyama, 1986；水野・野崎，1985；米田, 1990；坪田ら，1994）、現在その生息地は開発等により縮小・分断され、また繁殖力が低いクマは地域的に絶滅の危機に瀕している（羽澄、1992）。今後クマの保護管理を行うためにはクマ個体群の維持に必要とされる生息地の保存と管理が必

1) 岐阜県立加茂農林高等学校
Kamo Agriculture and Forestry high school, Gifu
2) 野生動物保護管理事務所
Wildlife Management Office, Kanagawa.
3) 岐阜大学農学部獣医学科家畜臨床繁殖学教室
Department of Theriogenology, Faculty of Agriculture, Gifu University

要であり、そのためにまずクマがどのような食物を必要としているかを知る必要がある。特に冬眠前の栄養を蓄積するための秋季の食物量や、冬眠明け時期に体力の回復および雌にとっては出産後の哺育に必要なエネルギー源となる春季の食物量、さらには実際にクマがそれらをどのように採食するのかを調べることは重要である。これまでも日本各地でクマの食性に関する研究が行われたが（山本，1972 ;Nozaki et al., 1983 ; 鳥居，1989）、いずれもクマの採食メニューの解析や食性の季節的変化を調べたものであった。また、高田（1979）は、長野県中央山地のクマに関してミズナラの豊凶に伴って秋季のクマの食性が年次変動していることを示唆したが、食物量そのものについては深く言及しなかった。本研究では、クマの生息地においてエサの食物量の年次変動とクマの食性の年次変動には深い関係があると考え、特にブナの豊凶に対してクマがどのように食性を変化させているのかを調べた。

調査地

調査地は岐阜県大野郡白川村であり、およそ北緯36° 16'、東経136° 54'に位置する。この地域の平均気温および平均年間降水量は10.4℃と2,419mmで、冬に積雪が多いことで知られている（岐阜県地方気象台、1980-1992)。この地域の植生は、標高およそ500m-1400mではブナ林であり、その代償植生としてはミズナラ、クリおよびコナラを中心とする雑木林やスギの植林地となっている。また、この地域は多雪地帯であるため、雪崩多発地帯には草原（高茎草原）が形成されている。標高1500m以上の高標高地にはアオモリトドマツ林、ダケカンバ林、ミヤマハンノキ林等の亜高山林が、さらに高い標高地にはお花畑や風衝低木林などの高山植生が広がる。表1に、1979年と1988年に環境庁が作製した植生地図から読み取った白川村の植生タイプの割合を示した。ブナ林は調査地の45%と半分近くを占めていた。

表1　白川村の植生タイプ分類

	500m×500m メッシュ数	(%)
ブナ林	621	45.3
植林地	178	13.0
無植生	90	6.6
雑木林	147	10.7
低山草原	43	3.1
高山草原	42	3.1
亜高山林	224	16.3
高山植生	27	2.0
合計	1372	100

調査方法

クマの食性に関する調査は、1990年から1994年春季までの5年間にわたって行われた。原則として毎月調査地内を踏査し、クマに関する痕跡の種類や数を記録し、またフンが発見された場合には研究室に持ち帰り分析した。また、春季においてはクマの採食行動を双眼鏡またはプロミナを使って観察した。今回分析に用いたフンは1990年秋季（9～11月）が6個、1991年秋季が5個、1992年春季（4～6月）が22個、秋季が45個、1993年秋季が9個、そして1994年春季が2個であった。1991年および1993年の春季にはフンを採集することができなかったので、代わりに調査地内で駆除された個体の胃内容物をそれぞれ5個と2個を用い、フンと同じ方法で分析した。分析方法は、北海道生活環境部(1987)とMealey(1980)によった。すなわち全量の湿重を測定した後、その中からランダムに湿重で30gのサブサンプルをとり、内容物を肉眼及び顕微鏡下で観察し、種類毎に分けた後、それぞれの種の同定を行った。ただし本報告では草本類は一括して草本というカテゴリーにまとめた。その後80℃にて48時間以上乾燥させ乾燥重量を測定した。各々のフン全体の組成は、サブサンプルの組成を湿重の割合にて比例配分させることにより求めた。こうして得たデータよ

り出現頻度（フンの全数に対するある種の出てきたフンの数の割合）と乾燥重量比（フンの総乾燥重量に対するある種の乾燥重量の割合）を求め、両者の積を100で割った値を、その種の重要度（Importance Value）とした。さらに重要度の総和に占めるその種の重要度の割合をクマのエサの重要性を表す指標とした。ただし、1990年秋季にはフンの全量の湿重を測っていなかったので、サブサンプル内の乾重組成をそのまま乾燥重量比として用いた。以上のことを式で示すと次のようになる。

出現頻度 $Fi(\%)=(ni/N)\times 100$

ni：食物種iが出現したフンの数

N：フンの総数

乾燥重量比 $Wi(\%)=(\sum_j wij/\sum_{ij}\sum wij)\times 100$

$wij = Mj \times wsij / 30$

wij ：フンjに含まれていた食物種iの乾燥重量

ただし1990年秋季のみ

$Wi(\%)=(\sum_j wsij/\sum_{ij}\sum wsij)\times 100$

Mj ：フンjの湿重

wsij：フンjのサブサンプルに含まれていた食物種iの乾燥重量

重要度$(I.V.i)=Fi(\%)\times Wi(\%)/100$

重要度割合

$(I.V.i\%)=(I.V.i/\sum_i I.V.i)\times 100$

また、クマの主要なエサとなる秋季のブナとミズナラの種子および春季のブナの花芽、ブナとミズナラの前年落下して春まで残存していた種子（以下、残存種子とする）および草本の現存量を次のように推定した。ブナおよびミズナラ種子の落下量はブナ林およびミズナラ林に

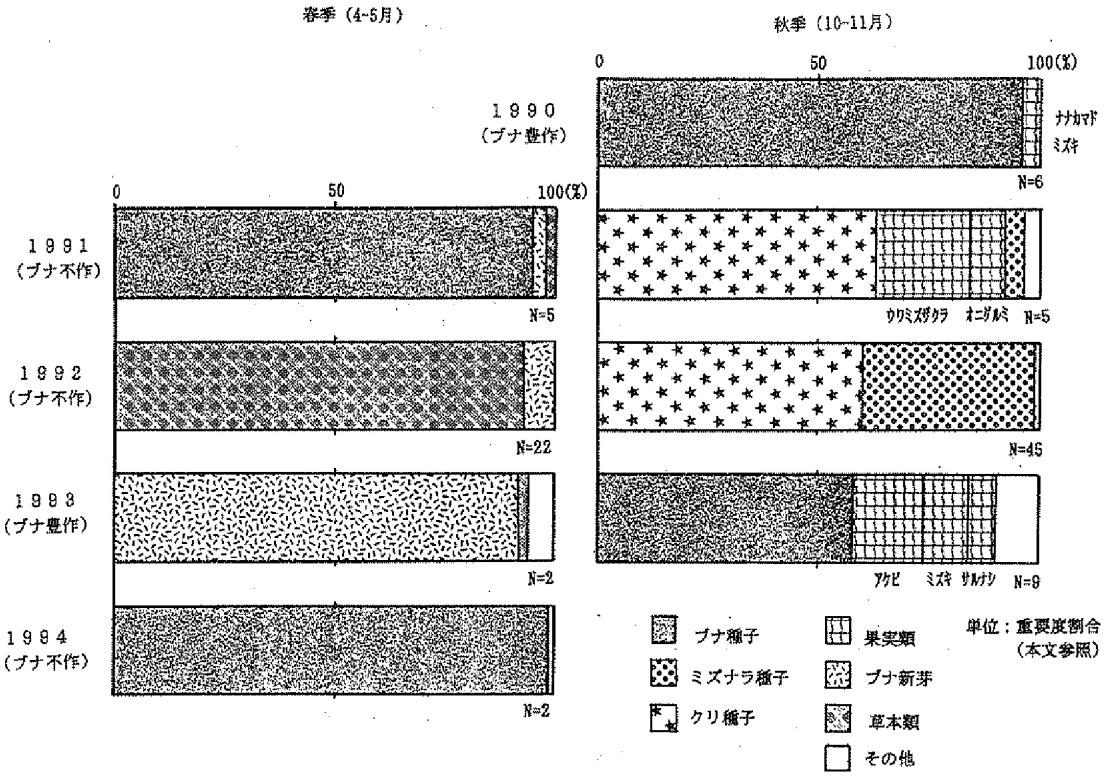


図1．ツキノワグマの食性の年次変動

20m×20mの方形区を任意に3プロットずつ設定し、毎年7月に各プロット内に50cm×50cmのシードトラップ（以下トラップと略）を5個ずつ設置し、以後2週間毎に内容物の回収を行い、クマのエサとなり得る見かけ上健全種子を仕分け、その後乾燥重量を測定した。ただし1991年には3プロット（トラップ15個）分をまとめて、1992年には1プロット（トラップ5個）分をまとめて、1993年には各トラップごとに仕分けを行った。ブナの花芽は1992年と1993年に上記のブナ林のプロットの1ヵ所にてトラップ5個を4月中旬に設置し、1週間間隔で内容物を回収し雄花の乾燥重量を測定した。ただし、1992年には42cm×34cmを、1993年には50cm×50cmのトラップを用い、仕分けは1992年にはトラップ5個分をまとめて、1993年にはトラップごとに行った。春季の残存種子量は5月初旬に前述の林分にて1992年と1993年は1m×1mの、1994年は50cm×50cmの方形区を5個以上設定し（ブナ林には1992年：6個、1993年：5個、1994年：20個、ミズナラ林には1992年：5個、1993年：5個、1994年：30個）、方形区内の見かけ上健全種子を選別した後、乾燥重量を測定した。草本は草地にて1m×1mの方形区を3ヵ所ずつ設け、1992年5月にセリsp.を、1994年5月にアザミsp.を方形区内で刈り取り、乾燥重量を測定した。ただしアザミsp.についてはクマがよく採食する新芽の柔らかい部分のみを刈り取った。また、それぞれの食物種についてその量や状態などを肉眼によって観察した。本報告の中では重さは全て乾燥重量で表してある。

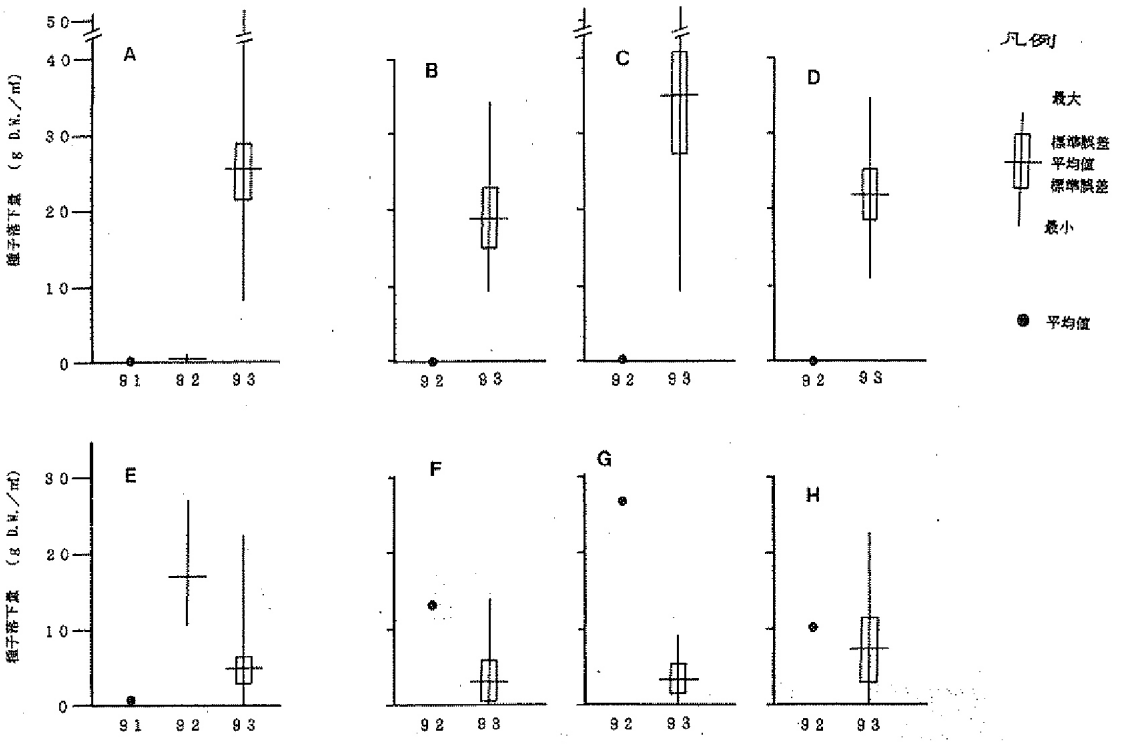


図2．ブナ、ミズナラの種子落下量の年次変動

A:ブナ林全体(N=15)　B:ブナ林プロット1(N=5)　C:ブナ林プロット2(N=5)
D:ブナ林プロット3(N=5)　E:ミズナラ林全体(N=15)　F:ミズナラ林プロット(N=5)
G:ミズナラ林プロット2(N=5)　H:ミズナラ林プロット3(N=5)

結果および考察

1．クマの食性の年次変動

フンおよび胃内容の分析の結果を図1に示した。調査期間中1990年および1993年がブナの豊作となった（1990年は肉眼による観察により、1991年から1993年まではブナの種子落下量（図2A）により判断された）。秋季においては、ブナ豊作年にはブナの種子が多く採食された（1990年：96.4%、1993年：58.1%、%は重要度割合を示す)。また、1993年にはアケビ(16.5%)、ミズキ（10.5%）およびサルナシ(6.4%)など果実類も重要なエサとなった。そしてブナ不作年の秋季にはブナの種子はまったく食べられず、代わってクリ、ミズナラといった同じブナ科の種子が重要なエサとなった（1991年：クリ63.4%、ミズナラ4.4%、1992年：クリ59.9%、ミズナラ39.9%）。また、1991年にはウワミズザクラ（21.6%）、オニグルミ(8.9%）も比較的多く食べられていた。

春季においては、ブナ豊作年にはブナの花芽（1993年：92.9%）が多く利用され、ブナ豊作年の翌年（1991および1994年）にはブナの残存種子（1991年：95.0%、1994年：99.5%）が多く食べられた。そしてその他の年（1992年）には草本が多く利用された（93.1%）。ただしブナの花芽は、ブナ豊作の年以外でも1991年に3.5%、1992年に6.4%の採食がみられた。以上のようにフンおよび胃内容分析によって調べた結果は、同時に行った痕跡調査法と直接観察法にもとづく結果ともよく一致していた（表2）。すなわち、春季では1990年および1993年にブナの花芽を採食するクマを、1991年および1994年には林床にて種子類を採食するクマを、そして1992年には草地にて草本を採食するクマをそれぞれ観察することができた。また、秋季には、1991年と1992年にミズナラおよびクリに円座が形成されており、それらの種子を採食していたと思われる。しかしながら、1990年と1993年にはミズナラやクリに円座がほとんどつくられておらず、それらの種子が採食されていないことが推定された。ブナに関しては地上に落下した種子を採食していたと思われ、そのために円座はほとんど形成されなかったと推察される。ブ

表2．痕跡調査および直接観察調査によるツキノワグマの食性の年次変動
円座のつくられた樹種と数

年	ブナ	ミズナラ	クリ	その他	総数
1990	0	4	0	0	4
1991	0	50	47	12	109
1992	0	60	13	9	82
1993	1	0	1	4	6

直接観察で採食が確認できた食物とその観察個体数

年	ブナ新芽	草本	堅果類
1990	4	1	0
1991	0	0	1
1992	0	19	0
1993	3	1	0
1994	0	0	1

ナの豊作年にブナならびに他の樹種にも円座が形成されなかったことは、1976年に岐阜県の根尾谷でも観察されている（Nozaki et al.1983)。

1990年と1993年のブナ豊作年を含む5年間の白川村での調査の結果、クマがブナの豊凶に伴って春と秋に食性を大きく年次変動させていることがわかった。すなわちこの地域のクマはブナが豊作年の春季にはブナの花芽、秋季にはブナの種子を多く食べ、ブナが不作年の春季にはブナやミズナラの残存種子や草本に、秋季にはクリやミズナラの種子に代替食物を求めるようであった。このようなクマの食性の年次変動については、高田（1979）が長野県中央山地のクマがミズナラの豊作年にはミズナラの種子を多く食べ、ミズナラ不作年には動物性食物が増えたことを報告している。また、アメリカクロクマの例では、David & Marshall(1983)が年毎に種子、果実類の利用する割合を変化させていたことを報告している。しかしいずれの報告でも今回の結果のような極端な年次変動は見られていない。

2．食物現存量の年次変動

2－1　秋季

秋季のブナおよびミズナラの種子の落下量の年次変動を図2に示した。図2のAおよびEには1991年から1993年までのブナおよびミズナラ種子の落下量の変化を示した。ブナは1993年に豊作になり、25.5g／㎡／年（平均値、以下単にgとする）の落下がみられたが、他の年にはほとんど種子が落下しなかった（1991年：0g、1992年：0.1g)。ミズナラでは、1992年に豊作となり17.2gの落下があったが、他の年にはあまり種子の落下がなかった(1991年：0.1g、1993年：4.8g)。次にそれぞれのプロットごとに1992年と1993年の落下量を比較してみると（図2のB、C、D、F、GおよびH）、ブナはすべてのプロット（図2のB、CおよびD）で、図2－Aと同じように1992年は0gに近く、1993年には18g以上の大きな値を示した。ミズナラのプロット1および2（図FおよびG）では図Eと同じように1992年の落下量より1993年の落下量が極端に少ない傾向がみられたが、図Hのプロット3では1992年と1993年の落下量に大きな違いはみられなかった。

ブナの種子は豊作年には大量に種子を生産するが、それ以外の年にはほとんど種子が生産されていなかった。また調査プロット間で落下量は同調しており、肉眼の観察によってもブナの豊凶の同調する範囲は非常に広いと思われた。従ってブナの種子は豊作年には膨大なエサを供給することが可能であるが、その後数年はエサの供給がなされないというように年次変動の大きなエサ食物であると考えられる。

一方ミズナラは、ブナとは異なり任意に設置したプロット間において種子の落下量に違いがみられた。これは種子生産の豊凶現象の同調が大面積で行われるのではなく、小規模の範囲でパッチ状に行われていることをうかがわせる。即ち、同じ年でも場所によって豊作の地域と不作の地域が同時に存在していることが予想される。したがって、クマは数㎢から数十㎢にも及ぶ広い行動圏をもっており(Hazumi & Maruyama, 1986;水野・野崎，1985；米田，1990；坪田ら；1994）、行動圏内にミズナラ豊作地域を毎年確保することが可能であると考えられる。それゆえにクマにとって、ミズナラ種子の供給量は年次変動が小さく、ブナの不作年の代替食物に適していると思われる。

2－2　春季

図3には春季の食物量の変動を示した。ブナおよびミズナラとも残存種子の現存量は前年の種子生産量の影響を強く受けていた。すなわちブナ豊作の1993年の翌年（1994年）にブナ種子の残存量が多く、1992年に豊作（地域）となったミズナラ林では1993年にミズナラ種子の残存量が多かった。

また、ブナ種子は1994年以外にはほとんど残存していなかったのに対し、ミズナラ種子は少

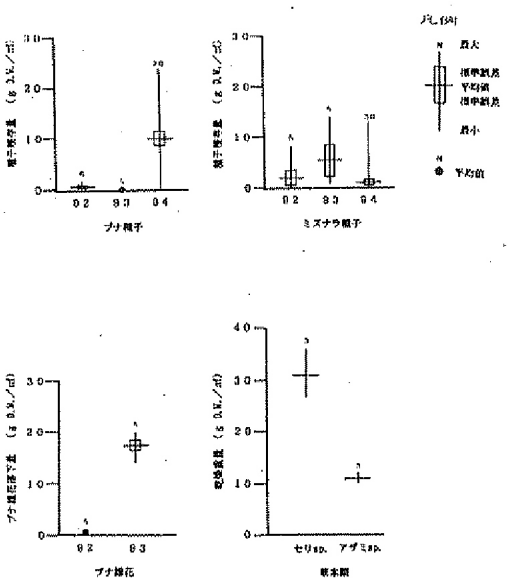


図3．春季のツキノワグマの食物量の年次変動

ないながらも毎年存在していた。

ブナの花芽は、ブナの種子が豊作となった1990年と1993年の春に大量に形成され、1993年には17.6gの雄花落下量があった。また、ブナの不作年であった1992年にも0.3gの雄花の落下が認められた。そして目視による観察でも1992年には少量ながら花をつけている個体を確認したが、花のつき方は1993年の豊作年に比べて非常に貧弱であった。1994年の春季には花をつけているブナは確認できなかった。また、草本の現存量はセリsp.が31.2g、アザミsp.が10.9gであった。

春季においては、ブナ豊作年にはブナの花芽が大量に生産され、その翌春には秋に落下したブナ種子が多く残っていた。しかし、ブナ花芽は豊作年以外に、またブナ残存種子は豊作年の翌年以外にはほとんど供給されず、ともに年次変動の大きな食物であると思われる。一方ミズナラにおいては、前述のように毎年豊作地域があると推測されたが、それを裏づけるように春季においてもミズナラの種子は少ないながらも毎年地上にみられた。また、肉眼の観察ではあるが、草本類は毎年同じくらいの規模で再生産されているようであった。したがってミズナラ種子と草本類は年次変動の少ない食物であると考えられる。

3．クマの食性の年次変動からみた天然林におけるクマの生息可能密度

以上の結果から生息地内の食物量が春と秋に大きく年次変動している中で、クマはその年における最も現存量の高い食物種を採食し、採食効率を高めていていたと予想される。その結果図1にみられたようなクマの食性の年次変動が見られたと思われる。このようにブナ林に大きく依存しているクマは、ブナの豊作年の後に数年間続くブナ不作年にいかに食べつなぐことができるかで、その生息可能密度が決定されると考えられる。すなわちブナ不作年の食物供給量のみでも維持できる個体数が生息可能密度となるだろう。今後秋季におけるミズナラ種子およびクリ種子の供給量をさらに正確に推定し、さらにクマがそれをどの程度利用しているのかを調べることが、森林のもつクマの収容力を推定する上で重要になると考えられる。

謝辞

本研究を行う上で白川村役場および同村猟友会の方々には多大なご協力を得た。本研究で用いた胃内容は岐阜県の委託研究（1991-1993年）によって集められたものである。岐阜大学農学部獣医学科家畜臨床繁殖学教室ならびに生物資源生産学科森林経営教室、森林造成学教室の教官、学生には様々なご指導、ご協力を得た。現地調査においては岐阜大学ツキノワグマ研究グループを中心とする学生、ならびにボランティアでご協力してくれた他大学、動植物学院の学生に惜しみない援助を頂いた。ここに記して厚く御礼申し上げる。

引用文献

David, M.G. AND Marshall.W.1983.Black bear food habits in Yosemite National Park. Int. Conf. Bear. Res. and Manage. 5:1-10

岐阜県地方気象台.1980-1992.岐阜県気象月報.

羽澄俊裕.1992.危機的状況にあるツキノワグマ地域個体群の保護管理計画の提案 WWFJ Science Report, 1(2):293-333

Hazumi, T. and Maruyama,N..1986. Movements and home range of Japanese black bears in Nikko. Int. Conf. Bear Res. and Manage., 6:99-101

北海道生活環境部自然保護課. 1987. 野生動物分布等実態調査報告書－ヒグマ生態等調査告書－第Ⅲ章調査方法:16-17

米田一彦.1990.秋田県太平山地域におけるツキノワグマの生態・テレメトリー調査. 人活動との共存を目指した野生鳥獣の保護管理に関する研究、環境庁自然保護局編：159-206.

Mealey,S. P. 1980. The natural food habits of grizzly bears in Yellow stone National Park, 1973-1974. Int. Conf. Bear. Res. and Manage. 4:281-292

水野昭憲・野崎英吉.1985.尾添川流域におけるツキノワグマの行動域と日周期活動. 森林境の変化と大型野生動物の生息動態に関する基礎的研究(環境庁自然保護局編),38-43

高田靖司.1979.長野県中央高地におけるニホンツキノワグマの食性. 哺動雑,8:40-53

Nozaki,E.,Azuma,S.,Aoi,T.,Torll,H.,Ito, T.AND K,Maeda. 1983. Food habits of Japanese Black Bear. Int. Conf. Bear. Res. and Manage.5:106-109

鳥居春己.1989.大井川流域におけるツキノワグマの食性.日林誌71:417-420

坪田敏男・山本かおり・片山敦司・溝口紀泰・小松武志・源宣之・喜多功・千葉敏郎. 1994. ラジオトラッキングによるツキノワグマ(*Selenarctos thibetanus japonicus*)の行動圏と日周行動の推定および生息地の評価. 平成5年度科学研究費補助金試験研究A「中部山岳地帯における野生動物の生態と病態からみた環境汚染に関する研究」研究成果報告書：408-428

山本教子.1973.ニホンツキノワグマの食性－白山を中心に－. 白山資源調査事業1972年度報告.石川県白山調査研究委員会,5:49-59

Summary

A survey on food habits of the Japanese black bear, *Selenarctos thibetanus japonicus* in relation to the availability of food plant biomass was carried out in the Shirakawa Village, where natural regenerated forests were much maintained, from 1990 to 1994. Food habits were examined by the analysis of fecal and stomach contents. Food habits to some extent depended on beechnut crop in the spring andthe fall respectively, of each year. The years of 1990 and 1993 had good crops of beechnut whereas the years of 1991, 1992 and 1994 had poor crops of that. Beechnut were mainly eaten in the fall of the good crop year of beechnut, while acorns and chestnuts were eaten in the poor crop year. In the spring, male flowers of beech were eaten in the good crop years of beechnut, and the years following good crop years of beechnuts the bear mainly ate beechnuts produced in each previous fall. And in 1992 that followed a poor beech crop year, herbs were mainly eaten. Biomass of beechnuts and male flowers were very high in

the good crop year but there were little in the poor crop year. In the years of following good crop year, available amount of beechnuts was small in the spring, whereas it was nearly zero in the other years. On the other hand supply of acorns in the fall and in the following spring and herbs in the spring were uniformly low of every year. We conclude that Japanese black bears, which live in the habitats where food supply is greately fluctuating year-to-year, selects the most abundant food at a given time.

ニホンザル生息隣地における分布 “不”拡大山地の特徴について

ニホンザル分布研究会

三戸幸久[1]・渡辺邦夫[2]・井口基[3]・滝沢均[4]・小倉聡子[1]

Characteristics of Un-used Land on Distribution of Japanese Macaques.

Study Group on Distribution of Japanese Macaques
Mito Yukihisa[1], Watanabe Kunio[2], Iguchi Motoi[3]
Takizawa Hitoshi[4], Ogura Satoko[1]

ニホンザルの分布隣接地で分布を拡大しない地域がある。その土地の特徴などを以下に要約する。（1）江戸時代後半から明治にかけて、人間による過度の土地利用の結果、荒廃地が広域に出現し、それが戦後まで継続したことによって分布が広がらなかった地域（愛知県矢作川上流域など）。（2）生態学的理由によって出現した地域。ニホンザルは水系ごとに土地を利用する傾向があり、分水嶺を越える拡大をあまりしないことによって不拡となった地域（石川県白山の一部など）。分布を広げた地域で個体数が増加し、その拡大方向を保持しその先へ拡大していく。最初に拡大しなかった逆方向の地域は残され不拡大地となった地域（東京奥多摩地域一部）。また、原生林地の利用はあまりしていない（下北半島中央部）。（3）過去、狩猟によって消滅し、その後、道路などの増加によって、それが障壁となり、未だ拡大しないと考えられる地域（福井県敦賀半島）。以上、3点である。

はじめに

ニホンザルの分布拡大が下流域に向う傾向があるという報告が多くなったのは1980年（昭和55年）くらいからである。ニホンザルはなぜ下流域方向へ分布を拡大する傾向があるのか。そして、こうした傾向の中で、隣接地でありながら分布を拡大しない地域があるのはなぜか。その地域の特徴はどのようなものか。各所について調査、研究したので報告する。

[1] （財）日本モンキーセンター
Japan Monkey Centre
[2] 京都大学霊長類研究所
Primate Reserch Injstitute, Kyoto University
[3] 東京都多摩動物公園
Tama Zoological Garden
[4] 富山市ファミリーパーク
Toyama City Family Park

方法

今回は、ニホンザル生息隣接地の内、該当する以下の地域を主に選んだ。青森県下北半島恐山西側原生林一帯（図１）、石川県白山山系西部域一帯（図２）、東京都西多摩郡御前山一帯（図３）、愛知県三河山間部一帯（図４）、福井県敦賀半島一帯（図５）、熊本県阿蘇郡西原村扇坂一帯（図６）などである。まず、上記の地域一帯の植生環境が過去どのようなものであったかを復元し、その歴史的変遷の中に分布不拡大の原因があるのではないかを明らかにすることを目標にした。また、生態的な分布傾向や起伏量など地形的特徴や植林傾向などもあわせて検討した。最初に最も古い地形図である1890年（明治22）から大正にかけておこなわれた大日本帝国陸地測量部の全国地形図５万分の１の初版本を入手し、これを元に、荒廃地あるいは禿げ山部分と森林部とを色分けし、当時の植生

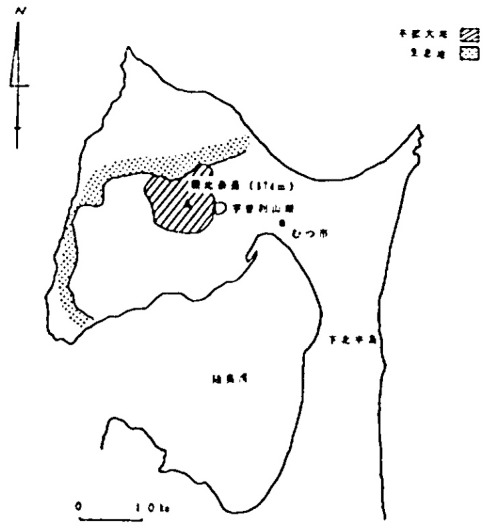


図１　青森県下北郡、下北半島中央部原生林の不拡大山地

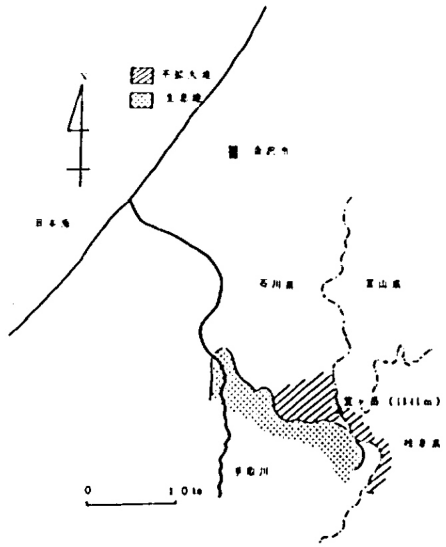


図２　石川県石川郡白山の不拡大山地

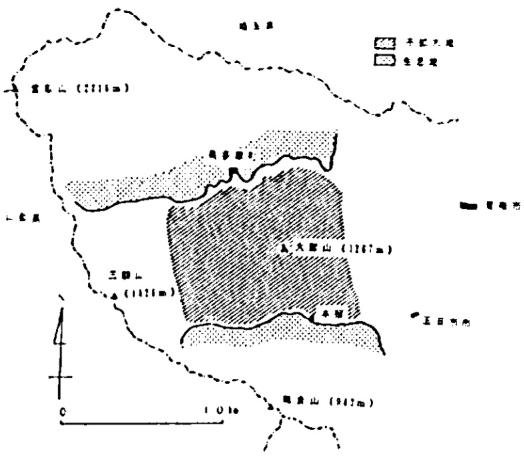


図３　東京都西多摩郡の不拡大山地

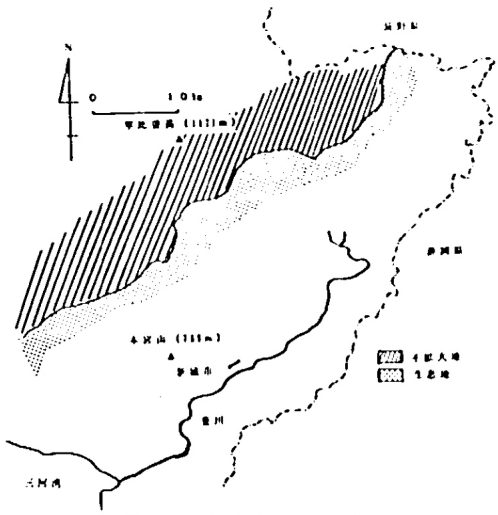


図４　愛知県三河山間部の不拡大山地

図5　福井県敦賀半島の不拡大山地

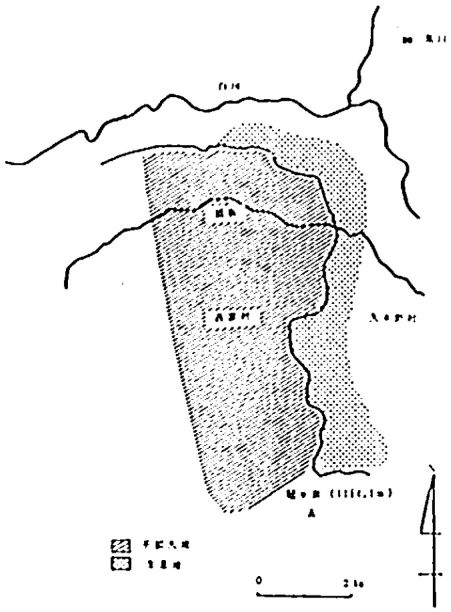


図6　熊本県阿蘇郡西原村の不拡大山地

環境を復元した。つぎに、終戦後、1947年（昭和22年）米極東空軍によって撮影された空中撮影写真をはじめ昭和30年代から現在までおこなわれている、国土地理院と林野庁による空中写真を入手し、同一地域の植生状態を調べ、明治時代の植生状態と比較し、その変遷を推定した。

その上で、5万分の1地形図を使って、ニホンザル生息地と隣接する非生息地の起伏量を1kmメッシュ図内の最高点から最低点を引いた落差を起伏量として調べ、他地域と比較した。これらの調査によって、以下のような結果が得られたのでまとめ報告する。

長期人工的荒廃地による分布不拡大地域

今回、過去の植生を調べて新知見が得られたのは愛知県下における荒廃地の存在であった。このケースを特徴的な例として紹介する。愛知県三河山間部の現在のニホンザルの分布は、県北東部の富山村、豊根村から、西南にむかって東栄町、設楽町、鳳来町、新城市、作手村、額田町、音羽町へと連続して分布している。このように分布地域は主に豊川水系右岸域を中心とする細長い一帯で、拡大傾向は1979年（昭和54年）ほどから顕著になっている。分布の拡大は水系下流側（ここでは南西側）の群れで顕著に起こっており、結果的に豊川右岸域を主に下流方向に拡大地を広げた。東隣りの天竜川水系への拡大は見られず、額田町を流れる矢作川水系の一支流である大平川への拡大が一部見られたものの、矢作川水系北部上流域にあたる、分布地域隣接地である西側地域（段戸山塊以西）には分布拡大は見られない。

まず、明治24年(1892)測図の地形図によって植生状態を調べた。これに大正年間のニホンザルの分布地域を重ねた結果、明治時代前半頃はニホンザル分布地一帯は落葉樹と針葉樹の混交林が保存され、広がっていることが確認された。反対に生息地域に隣接する非生息地域（足助、御油の大部分）では特に荒廃地あるいは禿げ山が広範囲で連続することが認められた（図7）。点で網掛した部分はほとんどが広葉樹が多い混交林であるが、非生息地に近づくと斜線で網掛した荒廃地が多くなり、現在の植生状態からは想像もできないような、広大な荒廃地あるいは

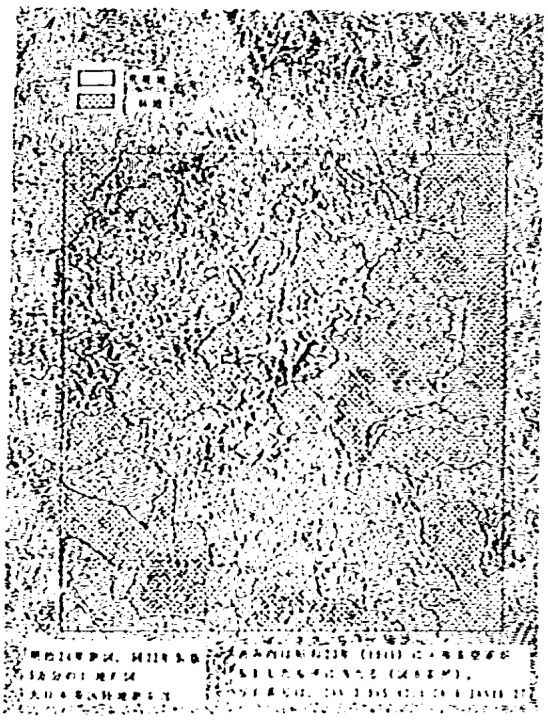


図7　愛知県三河山間部には歴史的に広い荒廃地があった（愛知県東加茂郡足助町の荒廃地）

禿げ山地域が認められた。この地域に残存する樹種としては広葉樹林が多く、針葉樹は少ない。このことから三河山間部一帯は、測量された明治時代当時の状態は、ほとんど自然林であったことが推測され、造林はほとんどおこなわれていなかったと考えられる。そして、足助におけるこの荒廃地の面積は5万分の1地形図の約半分をおおっている。明治時代中頃の愛知県矢作川水系一帯は広大な荒廃地だったのである。

この傾向は、55年後の1948年（昭和23年）米極東空軍空撮写真でも確認できる（図8）。写真は1月に撮影されたもので、この地域一帯で白く写っている部分は積雪と思われる。この場所が他の場所と比較して森林がない場所であることを示している。この昭和23年頃になると先に見た明治初期の植生よりは回復しつつあるものの利用度が依然として高く、森林が十分に回復していないことが推定される。

この矢作川水系の林地の荒廃の原因は、愛知県林業史（昭和55年）によれば、「永年にわたる窯業製塩業等に使用する燃材の濫伐である」としている。ここで言う窯業は瀬戸を中心に、製塩業は吉良一帯でおこなわれている。江戸期より人口も豊川水系一帯よりも高く、食糧増産で開墾に明け暮れた終戦後まで、こうした経済活動が頻繁におこなわれ続けてきたのである。（明治・大正時代の地形図で全国を見ると例えば青森西部、弘前、山口県の西市等でもこの広範な荒廃地の存在が見て取れる。現在、この地域も森林が回復してはいるがサルの分布はほとんどみられない）。

ちなみにこの矢作川上流域は明治以降の記録によれば何度かの洪水に見舞われている。そして、現在、第2回自然環境保全基礎調査（植生調査）の現存植生図によれば、生息地も含め三河山間部一帯は、圧倒的にスギ、ヒノキ、サワラの植林地となっている。

また、起伏量がニホンザルの地域選択に効いているのかという問題については、つぎのような結果が出た。愛知県三河山間部を見ると、サル生息地（起伏量の平均は325m）は非生息地(193m)の約1.7倍の傾斜を持っていることになった。現地調査ではサルの生息地域に断崖地形が多く見られ、非生息地は起伏量が少なく、なだらかな山麓地が多かった。しかし、最近のニホンザルの山麓部～平野部への進出状態（例、三重県員弁郡藤原町上相場の起伏量は80m）からみて、その起伏の差はむしろより少なく、彼らの生息にとって起伏量はあまり障害にはなっていないと推測される。すなわち、平坦な地形でも、彼らが食べていけるもの（田畑の作物など）と泊まり場の森がある地域であれば問題なく生活していけるのであり、もし、平野部から人間が居なくなってしまえば、ニホンザルは山間部における分布拡大速度よりも早く拡大していく可能性がある。

以上、愛知県におけるニホンザルの分布が、人間の入り込みと占有による広域な荒廃地の地

図8　昭和23年撮影　米空軍空撮写真（愛知県東加茂郡金蔵連付近）

域的歴史的連続によって、それが物理的障害となり1950年代以降、分布が拡大しない地域として出現したと推定される。この理由に加え、水系中心に拡大していくというニホンザルの生態的傾向（後述）が段戸山塊以西、すなわち豊川水系から分水嶺を越えて矢作川水系上流部への拡大を現在においてもなお躊躇させていることがより広域な不拡大山地を形成していると考えられる。

今後、この地域一帯が、人工林の後退とそれに伴う自然林の回復によって、ニホンザルの分布がのびていく可能性は否定できない。

なお、愛知県で見られた傾向と類似の状況を示しているのが熊本県阿蘇郡西原村扇坂周辺である。扇坂一帯は過去から現在まで分布はなく、隣接地の自然林地「阿蘇北向谷原始林」にニホンザルが生息分布しているが、この荒廃地一帯には拡大していない。そして、この地域一帯は愛知県三河山間部の連接地帯と同様、1902年（明治34年）測図の５万分の１地形図でも、1947年（昭和22年）米極東空軍撮影の写真も、同じく1956年（昭和31年）米空軍撮影の写真、以下の建設省国土地理院撮影の写真1967年（昭和42年）、1974年（昭和49年）、1982年（昭和57年）、1987年（昭和62年）においてもこの一帯の森は回復していない。こうした条件では群れの生息地定着は望めない。しかし、今後、自然林の回復にともなって分布域が拡大する可能性

は極めて高い地域と思われる。

生態的原因と思われる分布不拡大地域１

豪雪地帯の加賀白山の石川県側尾添川流域沿いには、1991年現在、連続して分布するニホンザル14群が生息分布している。これまでの分布拡大の経過を見ると1985年ほどから分裂が顕著となり分布拡大が始まっている。以降、拡大は尾添川流域沿いをより下流域に向かって起こっている（オダニ群、クイコＡ３群、クイコＡ１群、クロダニ群などの群れ）。しかし、この尾添川水系の群れが尾根を越えて隣りの手取川水系へ分布は広げていない。また瀬波川はその下流部に２群の生息があるが、空白地帯である水系上流部へ分水嶺の尾根を越えて分布を広げていく傾向は見られない。一方、隣接する水系の植生的質量の差異は手取川水系にスギ植林地がやや多いものの、ほとんど差はない。

こうした高度差のある山岳地形に生息する群れは、ニホンザルが本来持っている生態学的傾向によって不拡大山地を出現させていると推定される。

サルは見通しがよく、日当たりがよい林縁部を好んで利用することが明らかになっている。こうした場所は林縁植生といわれるノイチゴ、ノブドウ、アケビといった実をみのらせる植物や柔らかい葉をしげらせマント群落を構成する植物が多い。また幼令な植物も多く、生産活動が活発におこなわれており、サルにとっては好都合な場所である。このようなわけでニホンザルは生産が安定した極相林（原生林）よりも二次林や下生えの多い伐開地、林縁部を選択的に利用することとなる。

山岳地形を持つ日本では高度差が大きく、河川下流地域は上流部よりも肥沃な土地が多く、植物相も豊かである。しかも日本の河川の上流部は高高度で、冬は概して早く、春は遅い地帯で食物は量も質も限られている。白山山系はこれに当たる。

ニホンザルに限らないが、高等動物は生来、栄養価のあるものをより簡単に、より多量に求められる土地を選択的に利用をしている。よく観察される土地利用として、彼らはその食糧となる植物たちの季節的生産活動にあわせて季節移動などをしているのが知られている。すなわち、春になると新緑前線を追って山岳部へ高度を上げ、秋になると結実前線を追って川沿いへ、里山へ降りてくる。そしてより暖かで春が早く訪れる下流側で越冬する傾向が見られる。こうしたことを前提にすれば、戦後銃猟が激減したことによって個体数を増やしたニホンザルは、より肥沃な下流側に向かって拡大することは必然と考えられ、そこで個体数を増やし、次々と下流へ分布を広げていく。

さて、分水嶺を越し、隣の水系に分布を広げることは彼らにとってどのような障害となっているのであろうか。河川左岸に生息する群れが、右岸で生息するようになるということはどのようなことか。南北に流れる川であれば午後になると日陰と日向は逆転し、東から西に向って流れる川であれば１日中、日光が照ることとなる。生まれ育った場所の食糧事情はかなり違う。食べ物のメニューはもちろん、植物の生育条件が各所、各時季で変わり、学習が必要となる。山系の南面（あるいは東面）から山系の北面（あるいは西面）に生息の中心を移すことも、同様な意味で当分の間、戸惑うこととなる。特に群れの中核を担ってきた土地に執着しやすいメスの、しかも老齢の個体にはこうした生息地の変更には抵抗があることだろう。したがって、水系に沿って上下に広がることの方がよりこうした変化は少なく、リスクは少い。確かで使い慣れており、容易なのだろうと思われる。

こうして、河川の合流部まで分布を広げた後、合流している水系支流の上流部へ分布を広げるという順序で隣の水系へ分布を広げる傾向が推定される。

しかしながら、山岳地帯にすむ志賀Ｂ１群のように下流部にいるＢ２群に阻まれ、分水嶺を越えて隣接水系の上流部を直接利用するケース

もある。現在生活している地域では下流域に棲む群れに押され、食べていけなくなり、サルの群れが他の群れの進出を阻む例である。この場合、冬季、B２群はB１群より下流の豊かな食物が保証されているため、あまり利用しないコシアブラを主な食物として利用するという方法で冬を凌いでいる。

生態的原因と思われる分布不拡大地域２

ニホンザルの生態的理由によって不拡大山地となっている例がある。下北半島中央部恐山西部原生林である。ここには広大な原生林がある。この原生林にはサルの生息情報はほとんどない。過去の情報も確かな群れ情報はなく、どの報告書においても群れの生息は確認されていない。この地域は昔からの原生林地帯であり、起伏量（約300m）もあってニホンザルの生息には望ましいと考えられる地域であるにもかかわらず群れの生息は確認されていない。半島西北部の個体群グループの分布も北部と東部の海岸部沿いに拡大を伸ばすものの、この半島内部への拡大はしていない。

仮説として考えられることは、ニホンザルは原生林で生活することは苦手であるということである。その理由としては、（１）ニホンザルは半地上生活者であるため、彼らは樹冠での生活をあまりせず、移動はもっぱら地上を利用すること。（２）原生林内は密閉状態で林床は日光量が少なく、見晴らしが利かず、視覚の動物であるサルにとって不安要素が多いこと。（３）また、原生林は大径木が多く昇降に困難が伴うこと。（４）原生林は樹種が単一化しやすく、種子などの生産量の上限も一定していることなどである。

それに比べて、先に白山で述べたように、若い二次林や林縁部、川辺林や海岸部の林、断崖部の林などは明るく、見晴らしも風通しもよく、植物種類も豊富で、生産量も多く、変化に富んでいる。ニホンザルはこうした明るい森を好んで利用する傾向がある。

このことから現代のニホンザルは度重なる伐採によって二次林に棲むことに慣れしてしまい、原生林生活が苦手になってしまったのかもしれない。原生林で生活していたかつての古ニホンザルは鉄砲が普及した明治時代に、白神山地などに生息する群れをのぞいて、ほとんど消滅してしまったのではないだろうか。

生態的原因と思われる分布不拡大地域３

東京都奥多摩地域の北は多摩川右岸から南は秋川左岸にはさまれた地域一帯はかつて生息が確認されていた地域である。しかし戦後一貫して分布していない地域となった。多摩川左岸の奥多摩の群れ（鳩ノ巣の群れ）は主に多摩川左岸域を下流に向かって拡大を続けており、多摩川右岸への大々的渡河はしていない。一方南秋川の群れも神奈川県側すなわち南部地域へ一貫して拡大し続けているものの秋川以北への拡大はほとんどない。

このことから、彼らが分布を拡大した地域で、食物摂取に効率の良い要素が確保され、ポピュレーションの増加ができるとその拡大方向が受け継がれ、隣接する下流側へあるいは隣接する南側へ分布を拡大していく傾向があるようである。その結果、これまでのところ、この奥多摩地域の多摩川～秋川にはさまれた地域一帯は拡大が見られない空白地域として出現していると考えられる。今後多摩川左岸、秋川以南にいる群れが下流への拡大が止まるにしたがって、この地へ生息域を拡大する可能性は十分考えられる。

交通構築物が障害となった不拡大山地

福井県敦賀半島は大正時代記録にも、現在の記録にもサルの生息はない。福井県はほぼ全域でニホンザルの群れの生息が過去現在を通覧すれば確認される。しかし、現在のところ、この半島では群れ生息の情報はなく、ただハナレザルの出没が目撃されているだけである。この半島は明治時代から荒廃地もなく自然林が広がる地域で、起伏量も現在サルが生息しているお隣

に突き出た常神半島とほぼ同じで、しかも半島の面積は敦賀半島の方が10倍近く広い。残念ながら今回の調査では不拡大の理由ははっきりしなかった。ただ、過去のある時期に狩猟によって絶滅した後、内陸部よりの分布の拡大が東の敦賀市と西の佐田町を結ぶ道路及び鉄道小浜線等によって半島への拡大が阻まれていたことが考えられる。それが、最近になって、敦賀半島西側付け根の菅浜付近まで遊動をする群れが出てきており、渡辺氏によればその群れは、美浜町の太田、佐田を中心にした「太田の群れ」が遠征したものだという。これは狩猟圧が落ち、個体数の増加も相まって、人を恐れなくなった結果、路線等を越えての遠征と判断することも可能である。今後、この群れが北上し、敦賀半島内部へ分布を広げる可能性がある。今後の変化の推移を見守る必要があろう。

起伏量について

今回、起伏量の面からも分布の特徴を調べてみた。この結果ニホンザル生息地の起伏量はおおむね280m以上の地形に多く、それ以下は分布が少なくなるという傾向があった。しかし、先に三重県員弁郡の例で見たように、起伏量が80mのところにも出没している。こうしたことからサルたちが起伏量の多い地域を積極的に選択しているとは考えにくく、むしろ人間が高低差の少ない土地を占有して利用するため、結果としてその地域が分布空白地となっていたと考えてよいだろう。

植林地について

スギ、ヒノキ造林地がサルの分布拡大を制限していると考えられ、調査した。現在90%以上のスギ、ヒノキの造林地を持つ愛知県作手村ではサルたちはスギ、ヒノキ林をぬって畑から畑へと渡り歩いて生活しており、こうした例からスギ、ヒノキ造林地＝分布不拡大地という図式が必ずしも当たらないということがわかった。

まとめ

以上、調査研究結果を要約すると、不拡大山地の特徴はつぎのようにまとめることができた。

1、江戸時代後半から明治にかけて、人間による過度の土地利用の結果荒廃地や禿げ山が広域に出現し、それが戦後にいたるまで継続して存在したことによって、森林が回復せず、分布が広がらなかった地域。

2、ニホンザル自身の生態学的理由によって出現した地域１。すなわちニホンザルは水系ごとに土地を利用する傾向があり、直接に分水嶺を越えた分布拡大をあまりしないことによって不拡大となった地域

3、同じく生態学的理由によって出現した地域２。ニホンザルは分布を広げた地域で個体数を拡大した場合、その傾向（方向）を保持しその先へと拡大していく。この結果、最初に分布拡大しなかった逆方向の地域は取り残され不拡大地となった地域。

4、明治～昭和20年代までの狩猟によって地域的に消滅し、その後、道路、路線などにの増加にともなって、それがバリアーとなり、未だ拡大しないと考えられる地域。

以上、今回の調査で明らかになったことを要約した。この他に、ニホンザルが原生林地を利用したがらないという傾向についてはその実態はまだ十分にははっきりしていない。これらも含め、今後、長期的により詳しく継続観察を続け、対象地も広げて調査していきたい。

Summary

The expansion of the distribution of Japanese macaques indicates some characteristics. Then features of the area where Japanese macaques do not sift themselves through they recently extended their distribution in a large scale

was studied. (1)In the past many forests were excessively exploited and became in adequate for monkeys to live. The forest which have not been recovered may not be used by Japanese macaques. (2)Japanese macaques generally utilize the area along the river systems. They rarely extend their distribution over the watershed and tend to succeed its expansion to the same direction. Accordingly, the area in the opposite side may remain unoccupied. (3) There are many areas where Japanese macaques have been exterminated by hunting. Increasing traffic systems may inhibit the expansion of distribution of the species.

小笠原諸島南島におけるカツオドリの繁殖状況調査

小笠原の自然を考える会

代表：菅沼弘行*

Survey on Reproduction of *Sula leucogaster* in Minami-jima, Ogasawara Island, Japan

Ogasawara Nature Association
Hiroyuki Suganuma*

南島は沈水カルスト地形という独特の景観を持ち、近年観光客の増加がめざましい。一方、カツオドリをはじめとする南方系海鳥類の重要な繁殖地でもある。本助成研究ではカツオドリの繁殖状況について個体数と島内分布を中心に1993年10月から1994年9月にかけて周年調査を実施した。予備調査を含め9回南島に上陸し、状況を把握するとともに生態等について若干の知見を得た。南島における繁殖番は6月に最大値446番を数え、まだ雛が巣立つには早い9月には121番を数えた。この減少数から繁殖成功率は27%以下と思われた。また、離巣雛110羽を標識放鳥した。調査中5例が回収され、全て南島で放鳥されたものだった。

南島はその特異な景観から国立公園の特別地域に指定されているが、その生態系を含めた保全を図るためには啓蒙活動や入島制限が今後必要と思われる。

調査の目的

カツオドリ（*Sula leucogaster*）は、小笠原諸島の周辺海域で最もよく目にする海鳥の一つである。父島列島においては、南島とその周辺のいくつかの小島がカツオドリの生息地になっており、中でも南島はこの地域で本種の最も重要な集団営巣地となっている。

南島は沈水カルスト地形など独特の景観を持ち、カツオドリ以外にも数種の海鳥の営巣地になっているほか、アオウミガメの産卵場としても重要な地域であり、陸上は全域が国立公園の特別保護地域に、周辺海域は海中公園に指定されている。一方、同島は観光地域としても重要視されており、入島者も急激に増加傾向にあるため、今後野生生物と人間活動の競合が増大する恐れが大きい。南島の生態系の保全や将来の望ましい利用方法を考える上で、カツオドリをはじめとする野生生物の現状を把握することはきわめて重要であると考えられる。

本調査は、以上のような状況の下にある南島において、カツオドリの生息状況、特に繁殖状況について調査を行い同島におけるカツオドリの現状を把握するとともに、巣立ち前の雛に足輪標識を装着して放鳥し、同種の生態について

小笠原海洋センター
*Ogasawara Marine Center

のより長期的な情報を得ることを目的として行なった。

調査の方法

1．予備調査

従来小笠原諸島におけるカツオドリの繁殖の盛期と考えられている春～夏期以外の季節（10月から翌年4月）においての南島におけるカツオドリの生息状況を把握することを目的とした。

調査は、1993年10月31日、12月19日、1994年4月9日の3回実施した。10月は2グループ（各3名）で、12月と4月は3グループ（各2～4名）で南島全域においてカツオドリの生息状況(営巣の有無および成鳥、幼鳥の分布状況)の調査を行った。また、南島までの往復の船上からも、目視により同時期の南島周辺海域のカツオドリの分布状況を調査した。

2．本調査

従来の知見から小笠原におけるカツオドリの繁殖の盛期と考えられる春～夏期（5月から9月）においての南島におけるカツオドリの生息状況（繁殖番数、営巣地の分布等）の調査および標識放鳥を行った。

調査は1994年5月1日、5月15日、6月12日、7月10日、9月4日、9月23日の6回実施した。

3グループ（各4～5名）で、南島の全域にわたって踏査しカツオドリの営巣地点を地図上にプロットするとともに、各巣の卵、雛の成育段階別の個体数、各巣の親鳥の有無や雌雄の別を記録した。また9月4日、9月23日には、同種の移動・成長などを調査するため、巣立ち前の雛を対象として足輪標識の装着を行った。過去に装着された標識個体（親鳥）が観察された場合は、可能な限り標識番号の確認を行った。当初は毎月実施する予定であったが、8月は台風による海上模様の悪化で上陸できなかったため9月に2度調査を行った。

南島を便宜上、南部西側半島部（A地区）、南部東側半島部及び中央部（B地区)、北側半島部(C地区)に区分した。千葉ら(1991)の区分した地域のそれぞれA地区、B・C・D地区、E地区にほぼ対応する。本報告でも繁殖番数を明確にするため、成鳥、卵またはヒナの存在により使用が明らかな巣を対象とした。雛の段階は成長の度合によって、5つのステージに分けて記録した。また、調査時の全繁殖番数は使用が明らかな巣の数と離巣ヒナ数の合計から求めた。

調査地の概要

1．位置・面積

小笠原諸島は聟島列島、父島列島、母島列島からなる小笠原群島と火山列島及び西之島、南鳥島、沖ノ鳥島の孤立島からなり、南島の属する父島列島は東京から南南東へ約1000kmの距離にある。南島は父島の南西にあり、父島の南崎から0.7km程の距離である。北緯27度02分、東経142度11分に位置し、南北約1500m、東西約300mの南北に細長い面積約0.34km²、高さ60m程の島である。南島周辺には縦島や門島等のより小さい小島が散在している。

2．地形

南島は隆起石灰岩からなり、日本で唯一の沈水カルスト地形が見られる。産出する大型有孔虫から、漸新世から中新世初期に堆積した地層であることが知られている（松丸 1975)。中央の凹地は2から3のドリーネが合体したもので、2つの池を有し、陰陽池の池面はほぼ海面と同じレベルにあり、扇池は海食トンネルにより外海とつながっている。南側の鮫池の湾入はドリーネの沈水形の顕著なもので南岸が崩壊している。中央の凹地の南半分は石灰岩の風化した白砂で、草に覆われて半ば固定した砂丘とドリーネの内壁の基部を覆う飛砂の堆積地になっている。北半分はドリーネ壁面が比較的厚いラテライト土壌で覆われている。

3．気候

父島における平年の年平均気温は23.1℃であ

る。4月から11月に至る間の月平均気温は20℃以上で一番低くなる2月でも17.7℃と年間の気温格差の少ない海洋性亜熱帯気候を呈している。

年平均降水量は1261mmで、雨量は梅雨期の5月、6月頃が一番多く、8月から11月にかけては台風の動向に左右され、接近時には豪雨に見舞われることもある。風は春の西風と台風による強風以外は概して穏やかである。

調査期間である1993年10月から1994年9月の一年間の気候はほぼ平年並に推移した。94年の梅雨明けは平年より早く6月の降水量は24.5mmと平年の 127.7mmの約5分の1と少なかった。しかし7月には 245.0mmと平年の70.6mmの3倍以上の雨量が記録された。特に7月23日には低気圧の接近により時間最大雨量60.5mmを記録し、これまでの7月の極値を更新した。台風の発生は例年に比べ多かったが、直接影響することは少なかった。

これらの観測資料は父島気象観測所のもので、南島から約3kmの距離にあり、風の要素以外はほとんど同一と考えられる。

4．植生

植物社会学的な植生区分によれば、南島には海岸隆起サンゴ群落としてアツバクコ群集、イソマツ群集、コハマジンチョウ群集が記載されており（奥富ら 1983)、中央部凹地の砂地にはハマゴウ群集とコウライシバ群集が認められている（豊田ら 1994)。現在、32科65種の高等植物が確認されている。

1968年の施政返還当時には、南島でも野生化ヤギによる植生破壊が大きな問題になっており、島内の植物がほとんど食い尽くされていた。残されたのはヤギが食べないコハマジンチョウぐらいであったといわれる（豊田ら1994）。1971年にヤギが完全に駆除されると、その後は種数の増加は目を見張るものがあり、モンパノキ、クサトベラなどの木本も侵入して来るようになって、植生が回復してきた。しかし、もともと隆起石灰岩の特殊な立地に生息できる樹種は限られるため草本が主体となった植生となっている。

調査結果

1．分布と個体数

（イ）予備調査

南島における1993年10月31日、12月19日、1994年4月9日のカツオドリの生息状況を表1に示す。

10月31日の調査では、巣は確認されなかった。全域で確認された雛および幼鳥は合計158羽である。そのうちステージ3～5の個体は5羽であった。親鳥がすでに飛去した幼鳥と巣立ち前の雛はほとんど区別ができなかった。成鳥は雄33、雌30、計63羽が地上で記録された。また、周辺の小島で休息している個体45羽、飛翔中の個体約30羽が観察された。

12月19日の調査では、巣は確認されず、ステージ4以上の幼鳥3羽が確認された。そのうちの1羽は、左翼が骨折していたため保護した。成鳥は、雌1羽が記録され、上空を飛翔する3羽も観察された。

1994年4月9日の調査では、雄成鳥が盛んに周囲にある巣材を嘴で寄せ集めている行動から造巣中と判断した1巣の他に、造りかけと思われる青葉を巣材に使用している巣（空巣）が全域で33巣確認された。成鳥は地上で雄7、雌14、不明7の計63羽、飛翔中のもの約105羽が記録された。

予備調査の結果、12月でも少数ながらカツオドリは南島に残留し、4月の初めには造巣を開始する個体が現われることが確認できた。

（ロ）本調査

1994年の繁殖番数の季節変化を図1および表2に示した。

5月1日に確認された巣数は、A地区で33、B地区で16、C地区で35、全域で84である。そのうち73巣で卵（1卵44巣、2卵28巣、3卵1巣）が確認された。ヒナのいる巣は認められな

表1　南島における1993－94年のカツオドリの生息状況

Table 1. Number of *Sula leucogaster* observed in Minami-jima during the fall-spring season in 1993~1994.

| 10月31日 | 巣数 | | |

表２　南島における1994年のカツオドリの繁殖状況

Table 2　Reproductive status of *Sula leucogaster* in Minami-jima during summer nesting season in 1994.

５月　１日

調査地区	巣数										離巣ヒナ数	繁殖番数
	無卵	1卵	2卵	3卵	1卵1ヒナ	2卵1ヒナ	1ヒナ	2ヒナ	不明	小計		
A	4	16	13							33		33
B	2	10	3	1						16		16
C	5	18	12							35		35
計	11	44	28	1	0	0	0	0	0	84	0	84

５月１５日

調査地区	巣数										離巣ヒナ数	繁殖番数
	無卵	1卵	2卵	3卵	1卵1ヒナ	2卵1ヒナ	1ヒナ	2ヒナ	不明	小計		
A	2	31	68	2						103		103
B	8	37	37	3						85		85
C	6	51	71	3					2	133		133
計	16	119	176	8					2	321	0	321

６月１２日

調査地区	巣数										離巣ヒナ数	繁殖番数
	無卵	1卵	2卵	3卵	1卵1ヒナ	2卵1ヒナ	1ヒナ	2ヒナ	不明	小計		
A	1	21	112	2	12		7	4	1	160		160
B		12	82		7	1	1	3	1	107		107
C		16	138	1	10	1	9	1	3	179		179
計	1	49	332	3	29	2	17	8	5	446	0	446

７月１０日

調査地区	巣数										離巣ヒナ数	繁殖番数
	無卵	1卵	2卵	3卵	1卵1ヒナ	2卵1ヒナ	1ヒナ	2ヒナ	不明	小計		
A	1	12	11		2		70			96	2	98
B	1	3	5		2		51			62		62
C	1	8	7		5		95		1	117	2	119
計	3	23	23	0	9	0	216	0	1	275	4	279

９月　４日

調査地区	巣数										離巣ヒナ数	繁殖番数
	無卵	1卵	2卵	3卵	1卵1ヒナ	2卵1ヒナ	1ヒナ	2ヒナ	不明	小計		
A			1							1	40	41
B		1								1	28	29
C											51	51
計	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	119	121

９月２３日

調査地区	巣数										離巣ヒナ数	繁殖番数
	無卵	1卵	2卵	3卵	1卵1ヒナ	2卵1ヒナ	1ヒナ	2ヒナ	不明	小計		
A										0	27	27
B										0	32	32
C										0	43	43
計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	102

注1）不明は卵及びヒナの数を はっきり確認できなかったものと記入漏れの合計である。　注2）巣数 ＋ 離巣ヒナ数 ＝ 繁殖番数 とした。

かった。この時期は繁殖の初期段階であり、成鳥の存在により使用が明らかな巣（未産卵巣）が11巣確認された他に、空巣が全域で262巣確認された。標識個体が１羽再捕された。

５月15日に確認された巣数は、Ａ地区で103、Ｂ地区で85、Ｃ地区で133、全域で321である。そのうち303巣で卵（１卵119巣、２卵176巣、３卵８巣）が確認された。まだ、ヒナのいる巣は認められなかった。未産卵巣16巣の他、空巣が全域で53巣確認された。標識個体が２羽再捕された。

６月12日に確認された巣数は、Ａ地区で160、Ｂ地区で107、Ｃ地区で179、全域で446である。そのうち440巣で卵および雛（１卵49巣、２卵332巣、３卵３巣、１卵１雛29巣、２卵１雛２巣、１雛17巣、２雛８巣）が確認された。未産卵巣は１巣、空巣が全域で11巣確認された。抱卵及び抱雛中で、孵化後数日のものと思われる雛（ステージ１）がほとんどであったが、５月15日の調査後早い時期に孵化したと思われる白

い綿羽に覆われたやや大きくなった雛（ステージ2）も観察された。抱卵中（ヒナが確認された巣は孵化前の卵があっても除いた）が384例(86.1%)、ステージ1が53例(11.9%)、ステージ2が3例（0.7%)であった（2雛の場合はステージの大きい方を採用した)。標識個体が1羽再捕された。

7月10日に確認された巣数は、A地区で96、B地区で62、C地区で117、全域で275巣である。さらに、巣から離れた雛（以下離巣雛）が4羽、合計279例確認された。そのうち271巣で卵および雛（1卵23巣、2卵23巣、1卵1雛9巣、1雛216巣)が確認された。未産卵巣は3巣確認されたが、空巣は青葉がなくなり判断できなくなった。抱卵中が46例(16.5%)、ステージ1の雛が86例（30.8%）、ステージ2の雛が139例（49.8%）であった。また、風切羽の部分から綿羽が少し抜け始めた離巣雛（ステージ3）は4例(1.4%）である。標識個体が1羽再捕された。

9月4日に確認された巣数は、A地区で1、B地区で1、C地区で0、全域で2巣である。一方、南島全域で確認された雛は119羽であった。抱卵中が2例(1.7%）観察された。ステージ1、2の雛がそれぞれ1例(0.8%）、ステージ3の雛が78例（64.5%）であった。また、風切羽が抜け換わり綿羽がなくなり始めた離巣雛（ステージ4）が28例(23.1%)、独立直前の雛（ステージ5）が11例(9.1%)である。離巣雛107羽を標識した。

9月23日には南島全域で成鳥のいる巣は確認されなかったが、空巣が13例確認された。離巣雛は102羽であった。抱卵及び抱雛している個体は観察されず、ステージ3の雛が7例(6.9%）、ステージ4の雛が20例（19.6%）であった。また、ステージ5が75例（73.5%）であった。この時期は繁殖末期に近づいており、今年生まれと思われる幼鳥が島から飛び立ったり上空を飛翔しているのが観察された。離巣雛3羽を標識した。

今調査にあたり1巣当たりの卵数の最大は3卵、雛数の最大は2羽が記録されたが、雛が成長しステージ3になるまでには全て1羽になった。これにより一番が育て上げることのできる雛の数は1羽だけと考えられるため、繁殖番数は巣数と離巣雛数の合計とした。

調査期間中に南島で確認された繁殖番の最大値は6月の446番であった。しかし、ほとんどの雛がステージ2以下で、巣立つにはまだ早い7月は279番に減少した。また、少数は巣立った可能性があるが、ほとんどはステージ4以下で雛が巣立つ前と考えられる9月4日には121番に減少した。この減少の原因が何であるのかは不明である。繁殖番の最大値を6月の446とし、9月に確認した121番が全て巣立ったと仮定すると繁殖成功率は27%となる（実際はもっと低い可能性がある）。

営巣個所は島の外縁部に集中し、中央部では少なかった。中央部には海蝕洞で海と通じる扇池があり、上陸するほとんどの人間がここに集中する。営巣地の分布には多くの要因が影響していると考えられるが人間の上陸活動も要因の一つとして考えられる。南島以外の周辺の小島では父島南崎との間にある門島と縦島で雛が観察された。営巣の分布が周辺の島に広がっているのに同様の地形の父島南崎には達していない。この要因を検討することもこれからの重要な課題であろう。

2．生態

これまで全く調査が行われていなかった冬の期間（12月）に上陸することができ、冬期には生息個体数が少なく、繁殖行動もみられないことが判明した。従来から考えられていたように小笠原海域でのカツオドリの繁殖期は4月から11月と推測された。

繁殖初期の頃（4～5月）には雌雄で飛びまわる行動や嘴を噛み会う行動が観察された。また、造巣期にあたると思われ、成鳥の造巣行動や造り掛けのもと思われる空巣か確認された。

カツオドリの巣は南島では全て地上に造られており、ラピエのそれほど発達していない棚状になった平坦な場所を利用していた。巣は薄い皿状である。巣材として13科15種の植物が確認され、他にカツオドリの風切羽や軽石等が使用されていた。多くの巣はクサトベラ、ハマゴウ、イソマツ等の枯枝で骨格をつくり、その中へ近くにあるツルナ、ハマスベリヒユ、コハマジンチョウのような草本性植物の生（青葉）の素材を敷いていた。床がコウライシバの所では枯枝は少なかった。

産卵は5月の調査で巣内に卵が確認されたことから、4月中旬以降行われたものと考えられる。これまで通り1巣当たり2卵の例が最も多く1～3卵であった。抱卵期間は5月1日に卵が確認された巣において6月12日の調査時も抱卵していたことにより6週間以上かかることが明らかとなった。また、産卵されて間がないと思われる汚れのない卵が7月10日に観察され、9月には抱卵中の2例が観察されたので、遅いものでは7月に産卵する可能性がある。雌雄が抱卵を交代するところを観察したが、記録の時点では雌が抱卵していることが雄に対し1.47倍（5～7月の1033例）多かった。

孵化は6月の調査でヒナが確認され出したことから5月下旬か6月上旬に始まり出したと考えられる。カツオドリは非同時孵化で、この時期（6～7月）は卵と雛が同時に観察されることが少なくない。この頃、繁殖個体数が最大となり、成鳥は約450番、900羽に達したものと思われる(1990年6月の調査では317番が記録されている）。

はじめは親鳥に抱かれていた雛はステージ3ぐらいの大きさに育つと巣から離れるようになり、岩やモンパノキ等の陰に移動するのが見られた。親鳥による給餌が続いた後、8月下旬か9月上旬には初飛行が始まり、巣立ちが近づくと考えられる。巣立ちは12月にまで及ぶと思われるが、大多数は11月までに完了し、親鳥は先に小笠原海域から離れるようである。

雛が戻した内容物は、トビウオ、クマザサハナムロ、トビイカであり、これらは主要な餌であると考えられる。海面近くを10～30m上空から飛び込んで餌をとる様子もボートで移動中に観察された。

標識調査では5例（再捕4羽、死骸1体）を回収し、離巣雛110羽を新放鳥した。再捕の内訳は84、89、92年放鳥が各1例、93年放鳥が2例である。現在まで回収されている標識個体は全て南島で放鳥されたものである。特に84年にＵＰ（性別不明、離巣雛）で最初に放鳥した個体は10年過ぎての回収となった。

保護管理について

1．繁殖に影響を及ぼす要因について

（イ）自然環境的な影響

ヤギの駆除後植生が順調に回復してきているが、その分平坦面におけるコウライシバ等の背丈の低い草本が減少し、モンパノキやクサトベラ等の木本性の植物やオガサワラアザミが増加していることより、今後カツオドリの好む営巣環境が減少することが考えられる。

ネズミ（クマネズミと思われる）の生息を今回の調査でも確認できた。カツオドリの卵や雛の直接の捕食は観察していないが、聟島属島の鳥島でオーストンウミツバメが、ネズミ類により捕食されたと推測される（長谷川 1992)ことから、カツオドリの孵化直後の雛に与える影響も考えられる。今後ヤギが再度放されることはないだろうが、駆除前にはその往来によりカツオドリの繁殖活動に影響をおよぼした可能性はある。

（ロ）人為的な影響

調査に際しては細心の注意を払ったが、人間が近づくことにより親鳥が威嚇行動を示したり抱卵を中断して飛去することが見られた。また、餌を吐き戻す個体もあり、人間の接近がカツオドリの繁殖活動に与える影響は大きいと思われる。南島周辺は海中公園地区であるため釣り人

が上陸することはないが、カツオドリは観光客等の写真撮影の対象にもなりやすく、人間が集中する中央部付近の営巣地では、人間の接近の影響は大きいのではないだろうか。

2．今後の保護管理にあたって

小笠原諸島は昭和47年その大部分が国立公園に指定され、南島はその中で特別保護地域として保全が図られているが、入島に際しての制限は無く、沈水カルスト地形などの独特の景観が、観光のポイントになり入島者数が増加傾向にある。この10年間の調査ではカツオドリの繁殖個体数に大きな減少は見られないが、これまでも度々指摘されている（日本野鳥の会1980、千葉ら1991、豊田ら1994)ように、南島への監視員の配置や入島者数制限、島内での立入禁止区域の設定などを行い、植生やカツオドリをはじめとする海鳥の繁殖に対する人為的影響を最小限にするための措置が必要と思われる。また、入島者に対しては事前に啓蒙活動を行い理解を深めてもらう必要があるだろう。現在南島は父島の観光船の遊覧コースに定着しているが、入島者の数や動向、滞在時間などはほとんど把握できていないのが現状である。前述の保全策を実施するためには早急に人為的影響に関する調査を実施し、論議を進めて行くべきであろう。その一環として、今後ともカツオドリを中心とし6調査は継続すべきと考えるが、その他の動植物についても総合的な調査を実施する必要がある。

引用文献

千葉勇人、船津毅、羽田裕子、菊池元弘、小山裕代、牧野千賀子、増田稔、佐藤美季、柴崎文子、菅沼弘行、鈴木真由美、立川浩之（1991):南島におけるカツオドリの生息状況．第２次小笠原諸島自然環境現況調査報告書、pp164-168 東京都

樋口行雄（1984):小笠原諸島の鳥類目録.Strix, 13 pp73-87 日本野鳥の会

日本鳥学会（1974):日本鳥類目録(改訂第５版) 学習研究社

日本野鳥の会研究部テクニカルチーム(1983)：草垣群島におけるカツオドリとオオミズナギドリの調査.Strix,2 pp67-75 日本野鳥の会

長谷川博（1992):海洋性鳥類の現状およびノヤギによる影響の評価．「小笠原諸島における山羊の異常繁殖による動植物への被害緊急調査」調査報告書,pp84-99 日本野生生物研究センター

豊田武司、清水善和、安井隆弥（1994):小笠原諸島父島列島南島における野生化ヤギ駆除後25年間の植生回復．小笠原研究年報17 pp1-24 東京都立大学

Summary

Minami-jima(34ha), a small island in the Ogasawara Islands, is formed by limestone and its unique landscape attracts many tourists. The island is an important rookery for the southern species of oceanic birds, especially for *Sula leucogaster*. We conducted nine surveys from October 1993 through September 1994 to investigate the reproductive status of *Sula leucogaster* in Minami-jima. The number of eggs, birds and nests were counted, and their locations were spotted on the map to analyze the spatial distribution. The number of breeding pairs increased to maximum 446 in June 1994, but subsequently decreased to 121 in September when the eldest chicks did not start to leave the nest for fly. Based on those pair numbers, the breeding success rate of the 1994 season was

calculated as 27%. In addition to the survey, We banded 110 chicks that walked out from the nests, and recovered five previously marked adults. All birds were released from Minami-jima. Currently Minami-jima is protected as National Park, however any effective management plan has not been implemented to conserve a ecosystem on this island. A new integrated management plan, including educational activities and tourists control, is eagerly needed.

第4期プロ・ナトゥーラ・ファンド助成成果報告書（1995）

シマフクロウの生息環境の保全に関する研究

シマフクロウ研究グループ

小野有五・竹中　健・小高信彦・北野文明・豊島照雄

本研究では絶滅危惧種であるシマフクロウの生息環境（餌環境・営巣環境）を定量的に把握する研究を行った。

生息確認調査により、平成6年現在、44地点で生息が確認された。これらのうち、現在つがいをもち最近5年間で繁殖を行っているのは22地点であった。

魚類密度調査の結果、シマフクロウが自然状態で餌を捕獲する河川では魚類密度が最低でも30匹／100㎡であった。一方給餌を行っている生息河川では多くは10匹／100㎡以下と非常に密度が低かった。

現存する営巣木を計測した結果、全てが広葉樹でいずれも胸高直径が90㎝以上の大木であった。河川からの距離はおおむね100m以内であった。

1　はじめに

シマフクロウは、日本では北海道にのみ生息し、その大きさは翼開長180㎝、体長70㎝であり、日本に生息するフクロウ類で最大のものである。餌は魚類を主食とし、時にカエル、ネズミ、鳥類なども捕食する（山本，1981）。

シマフクロウは近年の河川改修や河川汚濁、河口部におけるウライの設置や釣り人口の増加などに伴う主要な餌である魚類の減少、森林の伐採による営巣木の減少などが原因でその生息数は激減したとされている。レッド・データ・ブック（環境庁編，1991）では絶滅危惧種のひとつに挙げられている。かつては北海道全域に分布していたものが、現在は知床半島・根釧地方・大雪山系周辺および日高山脈周辺のみに生息し、現存数は100羽程度と推定されている（環境庁資料）。

現在シマフクロウは一つの種として絶滅の危機に瀕しているのであるが、その生息環境に関する定量的な研究はほとんど行われていない。本研究では北海道内のシマフクロウ生息河川において、特にシマフクロウの餌となる魚類に注目して、各河川における魚類相および生息密度を明らかにし、その結果により、シマフクロウの生息に必要な餌環境を把握することを目的とした。また、自然状態で営巣・繁殖する地点の営巣環境を明らかにすることにより、シマフクロウの生息に必要な森林環境を把握しようとこころみた。そして、これらの餌環境と営巣環境の定性化・定量化の結果を用い、今後のシマフクロウの保護管理に役立てることが本研究の最終的な目的である。

2　調査の概要

調査は主に以下の三つを行った。

（1）生息地の確認

（2）魚類相・魚類密度の調査

（3）営巣木の調査

（1）生息地の確認

本研究にあたっては、できるだけ多くのシマフクロウ生息地をピックアップし、シマフクロ

ウの生息数の算定とその環境の一般性を明らかにしなければならない。

平成5年秋から平成6年秋にかけて、全道各地において現在のシマフクロウの生息地の再確認、および新しい生息地の確認を行った。調査にあたっては環境庁資料のほか民間情報の寄せられたところを中心に分布調査を行った。なお、シマフクロウの生息地については、個体への影響などの問題から公表しないという取り決めを環境庁などと交わしているため、本報告書においても具体的な地名は使用しないことを了承されたい。

（2）魚類調査

本研究では、上記分布調査で確認したシマフクロウの生息地点の中から、主としてシマフクロウの繁殖地点を中心に魚類環境の定量化を試みた。また、同時にシマフクロウ生息地の周辺河川や、過去にシマフクロウが生息していた河川についても同じく魚類調査を行った。

調査対象河川は北海道東部の知床半島で13河川、同じく北海道東部の根釧台地に位置する6河川、十勝地方の2河川の計21河川で行った。

（3）営巣木調査

今までの調査研究でわかっているシマフクロウの天然営巣地において、過去に使用したものを含めて現存する6本の営巣木について、その樹種やサイズなどを記載した。

3　調査方法

（1）生息地調査

シマフクロウは2月に交尾をし、2月末から3月中旬にかけて産卵する。雛は4月はじめから末にかけて孵化し、6月に巣立つ。

この繁殖期間中とそれに続いて秋頃までシマフクロウは頻繁に鳴き交わしを行う。分布調査は上記の期間に主に行った。特に繁殖場所が特定されていない地点では、交尾期と抱卵・育雛期に集中的に行った。

調査は調査対象地において、日没前から夜半まで定点、もしくは移動しながら、野外に立って鳴き声の聞き取りを行った。また、補助的にシマフクロウ（雄）の鳴き声のテープを流してその反応を見た。

（2）魚類調査法

魚類の捕獲には、環境庁東北海道事務所の保管するエレクトリック・フィッシャー（Smith & Root Inc. Model-112)を使用した。フィッシャーはパルス状に直流電流を水中に流し、水よりも魚体の方が電気伝導度が高いことを利用して、電極周辺の魚を感電させる構造になっている。感電して気絶した魚を捕獲し、魚種と魚体長（尾叉長）を記録し、尾びれの一部を切り取ってマーキングしたのち放流した。そしてペテルソン法（Peterson, 1896）により、後日同地点で同様の捕獲をし、捕獲されたものの中で再捕獲されたものの数を求め、全体の生息密度を推定した。個体数の推定には、Chapman (1951) の式、

$$N = ((M+1)(C+1)/(R+1)) - 1$$

（ただし、N：推定個体数，M：標識総個体数、C：捕獲個体数、R：再捕獲標識個体数）を用いた。なお、捕獲に使用した網の網目は最大2㎝である。

フィッシャーを使用する利点は、①釣り、投網などの捕獲法にくらべて調査者による個人差が少ない、②他の方法にくらべて多くの数を短時間に捕獲できる、③釣りでは捕獲できない小さな魚も捕獲できる、④投網で捕獲できない底生魚類を捕獲できる、⑤石の下やえぐれなどのカバーに隠れた魚もある程度捕獲できる、等である。その一方で、制限要因として、①経験的に水深が150㎝を越える地点では使用できない、②カバーの無い場所では魚が逃げる、③温泉水が多量に含まれる河川や感潮域など電気伝導度の高い場所では魚が気絶しにくい、等が挙げられる。

（3）営巣木調査

調査対象地点において、過去の使用状況、樹種樹高、ＤＢＨ、樹洞の位置、樹洞のサイズ、河川からの距離などを計測した。

4　調査結果と考察

（1）生息地調査

調査は約70地点において行った。その結果17地点で生息の確認（視認・鳴き声）がされた。その他に間接的な証拠により確実な生息地は27地点であることがわかった。

これら44地点の生息地のうち、現在つがいをもち最近５年間で繁殖を行っているのは22地点であった。繁殖地点のうち、環境庁巣箱を利用しているのは13地点である。残り９地点のうち営巣地がわかっているのは３地点で、残る６地点の営巣地は不明である。

繁殖していない22地点のうちつがいを形成しているのは５地点で残る17地点は単独個体である。

44地点の生息地を地域別に分けると知床が14地点（11繁殖）、根釧が10地点（５繁殖）、十勝が12地点（５繁殖）、日高が７地点（１繁殖）であった。

（2）魚類相調査

①知床半島地域

調査対象となった知床半島の全ての河川には、初秋から初冬にかけてカラフトマス・シロサケが遡上する。多くの調査河川では、遡上したサケ・マスを河口部のウライにより捕獲しているが、サケ・マスの一部はウライを越えるためウライの上流でも見受けられる。サケマスを人工的に放流している河川もあるが、一部河川では自然産卵・自然回帰を行っている。

また、全ての河川でオショロコマの生息が確認された。ただ、多くの河川では、サケ・マスを除けば、オショロコマ以外の魚類は確認されなかった。

一部河川ではオショロコマ以外にヤマメ・ニジマス・カンキョウカジカおよびウキゴリを確認した。ただし、いずれの種類も生息密度はオショロコマに比べて非常に小さかった。

以上の結果から、知床半島の多くの河川はオショロコマのみが生息する単純な魚類相であることがわかった。そしてこれらの魚類相の単純な河川には、調査地点下流にいずれも砂防ダムなどの河川工作物や滝が存在する。いっぽう砂防ダムや滝の存在しない川では、オショロコマのほかに、ヤマメ・カンキョウカジカ・ウキゴリなどが生息する。これらのことから、河川工作物や滝が魚類の遡上や移動を阻害し、単純な魚類相を生み出す原因のひとつとなっていることが考えられる。また、全ての河川でサケ・マスの遡上が確認されたが、砂防ダムや滝の上流ではサケ・マスは確認されていない。この事実は、滝や砂防ダムが魚類の遡上を阻害し、たとえ魚道が設置されている砂防ダムであっても、魚道が魚類の遡上に対してその機能を果たしていないことを示している。

②根釧地域

つぎに、根釧地域におけるシマフクロウ生息地の魚類環境について述べる。根釧地域は屈斜路や摩周の火山灰に厚く覆われたなだらかな地形のため、知床半島のような急峻な河川はなく、河川は激しく蛇行しながら緩やかに流れる。河床も上流部を除いて砂質で、水源部は湧水地であることが多い。そして、根釧地域の魚類相及び魚類密度は知床半島と大きく異なる。

上流部の人間の開発がほとんど入っていない地域ではオショロコマとアメマスが優先し、場所によってはニジマスが得られた。他には少数ながらヤマメ・ハナカジカ・フクドジョウが捕獲された。これら調査地点には河口部までほとんど河川工作物がないため、アメマスが産卵のため上流部に集まったためと考えられる。

しかし、以上のような自然のままの環境の地域は根釧地域には現在ほとんど存在していない。中流域の多くの場所はニジマスや放流ヤマメが

優先し、他にアメマス・カワマスが捕獲されたがいずれも数は少なかった。

根釧地域の河口部ではアメマス・ヤマメ・ウキゴリ・スナヤツメ・エゾトミヨ・イバラトミヨ・フクドジョウと7種もの魚類が捕獲されたが、アメマスが非常に密度が低かった。

これら根釧地域の河川にはいずれもサケマス捕獲用のウライが設置されている。

③十勝地域

十勝地域の河川は根釧地域の河川と同じ様な傾向がみられるが、さまざまな人間活動の影響で魚類の生息環境は非常に悪い。調査を行った2地点ではいずれもサケ科魚類がほとんど捕獲されなかった。2地点共に河川の上下にダムが存在している。1地点はほとんどがフクドジョウであり、残る1地点はハナカジカのみしか捕獲されなかった。

（4）魚類密度

調査地点のうちシマフクロウが繁殖する河川で、シマフクロウが自然状態で餌を捕獲する河川と、給餌などに依存する地域に分けて魚類密度を表したのが図1である。給餌を行っている生息河川では魚類密度が20匹／100㎡以下で、多くは10匹／100㎡以下と非常に密度が低い。一方、自然河川で大きな幅があるものの最低でも30匹／100㎡で、100匹／100㎡も多くみられる。この結果から、シマフクロウが自然状態で繁殖に必要とする魚類密度は最低でも30匹／100㎡であるらしいことが予想される。

一方、生息地周辺河川で魚類密度が比較的多いことにもかかわらず、シマフクロウの生息・繁殖が確認されない河川が存在するが、これはシマフクロウの生息が飽和状態に達していないためではないかと推察される。

また、過去にシマフクロウが生息し現在では生息していない地点では、魚類密度が非常に低い河川があり、餌環境が悪化したためではないかと推察される。しかし、魚類密度が豊富な河

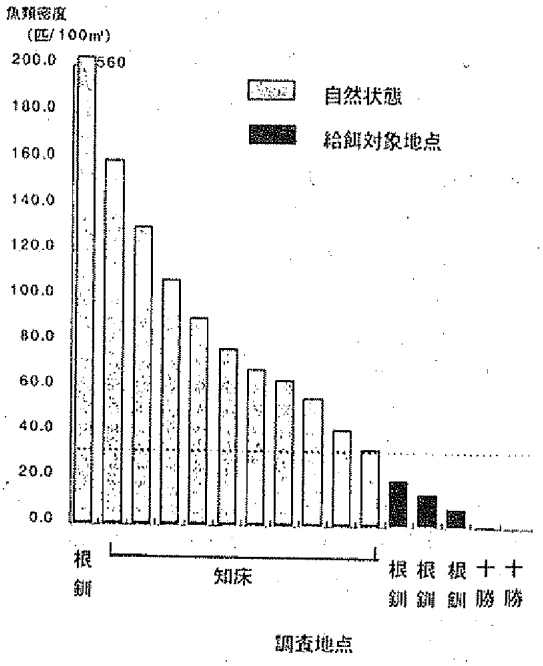


図1　シマフクロウ繁殖地点の魚類密度

川もあり、上に挙げた飽和に達していない条件も重なることから現時点では餌環境の悪化だけが原因とは断定できない。

（5）営巣木調査

現存する営巣木を計測した結果、全てが広葉樹（ミズナラ3、シナノキ1、オヒョウニレ1、ダケカンバ1、ヤチダモ1）であった。また、いずれも胸高直径が90cm以上の大木であった。河川からの距離は最も遠いもので300mであるが、おおむね100m以内に立地していた。

5　総合考察および今後の課題

知床半島には、シマフクロウの繁殖もしくは生息が確実視される河川が十数河川存在し、その生息密度は北海道の中でも最も高く、シマフクロウは自然状態で餌を捕獲している。魚類密度も調査河川では最低でも約30匹／100㎡であり、知床半島の河川におけるシマフクロウの生息環境は現在北海道の中に残されたものの中

では良好であると考えられている。

一方、根釧地域のシマフクロウは上流部の1地点を除き給餌事業に依存している。給餌事業に頼る河川での河川の魚類密度は、おおむね10匹／100㎡以下にすぎず、自然状態では餌環境は非常に悪いといえる。十勝地域になると状況はさらに悪化する。

根釧地域や十勝地域の河川の魚類環境もかつては良好であったと考えられるが、かつてはどの調査地点でも大量に捕獲されたであろうサケマスがほとんど見られないこと、上流部を除いて魚類密度が非常に低いことなどの悪化が深刻になっている。これらの原因は、強固なサケマス捕獲ウライの設置による全量捕獲、河川の汚濁による環境悪化、釣り人口の増加に伴う魚類の減少などがあげられる。

営巣環境も現状では多くの繁殖つがいが巣箱を利用していることから、危機的状況になっていることは否めない。数少ないデータながら、営巣に最適なものは直径が90cm以上であることがわかったが、これほどの大木は現在ほとんど残っておらず、またこのサイズに達する以前に切られてしまうために、現在の森林伐採システムに何らかの変更を加えない限り今後も営巣可能な木は生産されないと考えられる。

これらの餌環境や営巣環境の問題点を解決するには、さらなるデータの積み重ねと、シマフクロウの生息地の地域性を加味した上で、総合的な問題解決の視点が必要であろう。

今回の調査では、シマフクロウの生息環境の一端が明らかになった。しかし、その生息環境を一般化するには、まだまだデータが不足であるという点と共に、今回の調査ではシマフクロウの個体観察を伴っていないという点を指摘せねばならない。また、本調査の結果はあくまでも魚類相や魚類密度に注目したものであり、河川の勾配や河川幅等の流況の違いが、シマフクロウの餌の捕獲効率に与える影響についても、今後の研究を待たなくてはならない。

今年度の調査を第一歩として、全道のシマフクロウの生息地点がそれぞれどのように違うか比較検討し、今後数年にわたってシマフクロウの生息状況や河川の状況および周辺の森林環境をモニタリングしていくことにより、シマフクロウの生息環境を把握し、地域の実状に沿った総合的な保全策を練り上げていくことが必要である。

引用文献

環境庁編(1991)：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），日本野生生物研究センター，340pp.

永田洋平(1972)：主として北海道東部におけるシマフクロウの生態について，釧路博物館報　NO.217

山本純郎(1981)：フクロウ類の食性，鳥と自然，NO.20，兵庫野鳥の会

Chapman, D.G. (1951) : Some properties of hypergeometric distribution with application to zoological census. Univ. Calif. Publ. Stat., 1:131-160

Peterson, C.G.J. (1896): The yearly immigration of young plaic into the Limfjord from the German Sea. etc. Rept. Danish. biol. Sta. for 1895 6:1-48

住民参加型手法によるホタル調査と水環境問題
－琵琶湖周辺地域を対象に－

水と文化研究会

高谷好一[1)]・遊磨正秀[2)]・嘉田由紀子[3)]・田中敏博[4)]・荒井紀子[4)]
岡田玲子[5)]・井上誠[4)]・大西行雄[5)]・長沼庸司[6)]

Fire-Fly Survey Through Resident Participatory Method and Water Environment Issue - A Case Study of Lake Biwa Area -

Study Group of Water and Culture
Yoshikazu Takaya[1)], Masahide Yuma[2)], Yukiko Kada[3)], Toshihiro Tanaka[4)]
Noriko Arai[4)], Reiko Okada[5)], Makoto Inoue[4)], Yukio Onishi[5)],
Yasushi Naganuma[6)]

ホタルを通して水辺環境を再検討するため、1989年以来ホタルダス調査を続けてきた。これまでの調査により、滋賀県下の調査地点の80％以上の場所でゲンジ・ヘイケボタルが生息し、昔と比べると減っているものの、まだまだホタルは健在であることがわかった。

1993年には、1989年以降、５年間のホタルや水辺環境の変化についても調査を行った。そこでは、護岸改修や樹木の伐採、家屋や街灯の増加などの人為的な変化ばかりでなく、河床への土砂の堆積や、植物の生育など、自然の変化も多く報告された。

この４、５年の間にも水辺環境がかなり変化しているが、その中でもホタルは力づよく生きている。特に、人間の改変がホタルたちの助けになっていると思われる報告もあった。1994年に加えられた魚類についての調査でも、類似の傾向が認められると予想している。実は人がいてこそのホタルやその他の身近な生き物たちが住める場があるのだろう。

はじめに

本調査（通称「ホタルダス調査」）は、水と文化研究会が呼びかけ中心となり、地域にくらす人びとに身近な河川や水域を観察してもらい、水辺に生息する生き物の一員であるホタルの調査を通して、その生態学的資料を収集し、あわ

[1)] 京都大学東南アジア研究センター（現在滋賀県立大学人間文化学部）
Kyoto Univ. (Present Univ. of Shiga Pref.)
[2)] 京都大学生態学研究センター
Kyoto Univ.
[3)] 琵琶湖博物館開設準備室
Lake Biwa Museum
[4)] 大津市
Otsu City
[5)] 環境総合研究所
ERI
[6)] 置賜地区水道局
Yonezawa City

せて参加者同志がさまざまなメディアを活用して交流・討論を深め、地域住民として、水環境に対する総合的な認識を深めることを目的としている。

水は、生き物にも、また人にとっても、生活上大変重要なものである。なかでも人は、自らの生活のため、利水・治水を目的としたさまざまな作用を水系に加え続けてきた。また、水質保全、あるいは環境保全ややすらぎ空間の目的で水辺空間整備等も多く行われている。このようなさまざまな人為作用によって、水系に住む生き物たちは大きな影響を受けている。その影響の様子を、多くの人の記憶に残るホタルを題材として、現実の水環境と過去の記憶にある情景と比較し、あるいは他所の場合と比較することによって、自然と人とかかわりあいの将来像を模索する。

なお、本調査の目的には2つの内容を含む。一つは、身近な場所における水環境の実態を観察し、各参加者の過去の記憶とともに時代の変遷について再認識してもらうこと。もう一つは、身近な自然の実態、過去の記憶、さらにそれらに関する各参加者の意見を記録に残すことである。

さらに重要な指摘として、自分の身のまわりのことは自分たちが最も詳しく知っていると思っているが、たくさんのメディアからの多量の情報に左右されている場合も少なくない、ということが挙げられる。より公正な視点や見方をもつためには、伝達情報に頼るのではなく、各人が現場に出て、現状を観察し、発見し、各自がそこで具体的な理解を積み重ね、課題解決の糸口をみつけだしていくという姿勢が重要である。

私たちの生活習慣や身近な環境は、それが毎日見慣れ、聞き慣れていて、あたり前と思われているので、身近な水環境・自然環境について考えるためには、あえてその一見あたり前であることに疑問を持つことに挑戦しなければならない。本調査は、このような問題発見型の調査でもある。

2．調査方法

2－1）1993年度ホタルダス

1989年より始まったホタルダス調査は、データベース構築型のものを目指しており、それを2つの方法によって行っている。すなわち、ホタルの生息状況と水環境の状態に関する調査票を記入し事務局へ返送する方法（規定型調査）と、滋賀県内を中心に身近な環境調査をすすめるために設立されたパソコン通信ホスト「湖鮎ネット」の協力を得て、日々に観察し感じたことを話しあう方法（自由型調査）である。

なお本調査は、5～7月を中心とする調査であり、1993年6月から滋賀県の方々を中心に150名ほどの方に参加を呼びかけ、ホタルの生息状況と水環境の状態の調査を始めていた。この調査票は1993年8月末までにほぼ回収されていた。

1993年度の規定型調査では、ホタルの発生のようすを記録するホタルカレンダーと水辺のようす、感想などを記入する従来の項目に加え、これまでの5年間の変化について尋ねる項目を加えた調査票を用い、郵送とファックス、パソコン通信により、滋賀県内28市町の64名の方々から76ヶ所の調査場所について、5月25日から8月31日までの間、延べ2160眼・日の報告が寄せられた。

このデータをもとに、1993年のデータのまとめを行うとともに、これまでの5年間の変遷について解析を行った。

自由型調査では、湖鮎ネットのホタルダス・ボード（掲示板）に、1993年度は21名の方から、ホタルの成虫や幼虫の話題に加え、ドブ川、カワニナ、ニシキゴイのことなど、ホタルにまつわるさまざまなメッセージが寄せられた。

これらをもとに、今後の調査の進め方を再検討し、その成果を1994年5月に報告書『私たちのホタル　第5号』としてまとめた。

なおホタルの発生については、観察を参加者

の意志にまかせているため発生前後のデータが乏しいこと、またここでは、各観察地点（＝発生地点）の公表を控えるため、滋賀県全域の傾向のみを比較したこと、などが欠点となり年変動のパターンとして捉えることはできなかった。これらはこのような調査方法ならびに調査対象の欠点ではあるが、各地点のデータはすでに湖鮎ネットのパソコン通信ホストには、調査票データ蓄積と議論蓄積の機能をもたせ、これまでの経緯が常時引き出せるようにシステムが整備され、当調査の関係者が随時とりだせるようになっている。

2－2）1994年度ホタルダス

1994年は、『「しつこく・しつこく」ホタルダス』と題し、滋賀県を中心として1993年に引続き、約150名の方に1994年の調査の呼びかけを行った。1994年度は、従来のホタルについての調査票（ホタルカレンダー）に加え、「ホタルダス道草編」として「生き物しらべものカード」を配布した。

これは、身近な場所における水辺環境が、昭和30年代の高度経済成長期以後大きく変化し、それにつれて身近な生き物たちの顔ぶれがどのように変わってきたかを調査するためのものである。

この調査票は、ホタルダス規定編が64名分、ホタルダス道草編が118人分返送されている。なお、パソコン通信による自由型調査はその後も継続中である。

3．結果と考察

3－1）5年間における水辺環境の変化

1993年度の調査では、1989年以降、ここ4、5年の間に、ホタルたちが住む水辺のようすにどのような変化が見られたのか、あるいは変化が見られなかったのかの報告を受けた。

水辺環境の変化の有無に関しては、規定型調査票により63件の観察場所についての報告が寄せられた。このうち、ここ4、5年ではほとんど環境の変化が見られなかったものが22件、何らかの変化が見られたものが41件あった。ほぼ3分の2の場所で何らかの変化が認められていることになり、この4、5年の間にも水辺環境が変化している場所が多いことがわかった。

水辺環境の変化のうち、まず、川のようすについては、

- コンクリートの川になった。
- 護岸が一部コンクリート板に変わった。
- 護岸がブロックになった。
- 部分的に、用水路の幅が大きくなっている。
- 川の大部分に川砂や泥が堆積し、色々な草が生えていたが、土砂がすっかり取り除かれ、コンクリートの川底ばかりになっていた。
- 川底を浚ったあと、ブロックを組んで凹凸をつけた。
- 河川工事があり川底をすべてさらったようだ。
- 改修工事をしたので、環境が大きく変化したんだと思う。

など、河川改修や補修事業などによる人為的な変化を指摘する場合も少なくないが、その一方で、河川を放置しておいたために土砂が堆積したり、植物が生えてきたりする、川の生きているようすを指摘する報告も多く見受けられた。

- 土砂が堆積してきて、水が流れる川幅が狭くなってきた。
- 砂が溜り、草が一段と茂った。
- 土砂が堆積したところが見えてきた。洲ができて草が生えてきた。
- 川の中洲ができ、草やヨシが生えてきた。
- 川底の小砂利があまり見えず、泥が増えたように思う。川の藻も多くなった。
- 水草が多くなった。

1993年は降雨が多かったため、水量に関する情報でははっきりとした傾向はつかめない。その降雨の影響を除くと、水量が増えたという報告が2件あったのに対し、水量が減ったという報告は5件あり、水量の変動が激しくなったという報告も1件あった。

次に、岸辺のようすについては、

・土手にあった木が全部切られた。
・木が半分になった。
・北東側の竹藪が伐採され、道路を通行する車の光が到達しやすくなっている。

など、樹木などが取り払われたことや、そのことによる影響について指摘する場合がある一方で、

・川掃除をしたときの砂や土が護岸にもられ、かなりの土の量になったので、草が増えた。
・付近の開発により、農家の方が除草をしないので、雑草が多くなった。
・川の脇に柳の木が5m間隔くらいに植えられた。

など、土手の植物が自然に繁茂し始めているようすや、あるいは土手の緑の回復を促す努力が払われているようすもうかがえる。

周囲のようすについては、以下のように、道が整備された事例、建物が増えた事例、小さな水路が埋められてしまった事例などに加え、とりわけ街灯や住居などからの明りが増えて川辺が明るくなった事例が多く報告された。暗い場所を好むホタルにとって、暗い場所が減り、夜でも明るい場所が増えることを懸念している方が多いようだ。

・川岸の道が、アスファルトに舗装された。
・川を横切る道路が砂利から全面アスファルト舗装に変わり、車の往来が多くなった。
・けやき並木（左岸）遊歩道が整備され、ライトアップされた。
・県道や外灯が多くなった。
・家が改築され、外灯の明かりが照度を増している。
・観測場所のそばに建物ができ、照明が去年はつけっぱなしだった。今年は、消されていた。
・工場の灯りが夜おそくまでつくようになった。
・マンションが建ち、周囲がざわつき、街灯がより明るくなった。
・住宅が増えた。灯りも増えた。
・田んぼの周辺にあった小さい溝（水路）が、宅地化によって埋め立てられた。
・電灯がつき、暗いところが少なくなった。
・オレンジ色の明るい街灯がついた。
・外路灯が多く、いつまでも明るいです。
・神社のそばを流れている小川、以前は川が暗かったと思う。
・街灯が多くあり明るいのでホタルに気付かないのかな。車で通るので気付かない人が多い。

3－2）5年間におけるホタルの変化

このように水辺やその周囲の環境が年々変わっている場所もあるが、その変わりゆく環境の中でもホタルが力づよく生きている場合がある。次の報告例からは、そういったホタルたちのたくましさを感じる。さらには、私たち人間の改変がホタルたちの助けになっているのではないかとも思われる報告もあった。実は、人がいてこそのホタルたちだろう、ということこそがこのホタルダス調査の積み重ねによる結論である。

・工事期間中はホタルが減ったが、今年はホタルが増えた。
・うっそうとした道か川かわからない森の中の川を、幅広い護岸のついた川に改修した。その時、周りの木は全部切り取り、全く別の川となり、その翌年にゲンジボタルが大発生。それが次の年に続いた。急に日当たりがよくなったこと、川の上のこんもりした木がなくなったことが、カワニナやホタルに良かったのかもしれない。

ただし、ホタルダス参加者は一般に、ホタルがたくさんいる場所で調査をしているため、それぞれの調査地点でホタルの発生量が増えたのか減ったのかは、この調査票の報告だけからでは判断できない。一例として、一つの調査地点での5年間の発生のようすを彦根市の大菅素行さんが比較しており（『私たちのホタル第5号』29～30頁）、そこでは減少しているように見受けられる。

次に、滋賀県全域におけるホタルの発生のようす（季節的消長）のみを1989年から1993年までの5年分について比べた（同第5号11～13頁、

図2～4）。ただし、このホタルダス調査ではゲンジボタルとヘイケボタルの識別に問題がある（各調査者が識別能力をもっているとは限らない）ためはっきりとした傾向は読み取れないが、1990年に比べると1993年の発生は1週間から10日ほど遅れていた。

3－3）5年間におけるホタル見物者の変化

ホタルを観察に出かけていると、ホタルを楽しみに来ているいろいろな方に出会う。ホタルを楽しみに来ている人々のようすも、ここ4、5年変わってきている。

- 夜間、複数で散歩する人の数が極端に増えた。
- 人に知れわたるところとなり、見物人が多くなった。
- かなりの人が見にくる。本町の自然教室、ホタル鑑賞会もここで行った。

など、見物に来る人が増えている。その中には、とりわけほほえましい光景も報告されていた。

- 若いカップルのホタル見物が多く見受けられ、いよいよデートコースとなったかとほほえましかった。マナーはよくなったと思います。

一方で、ホタルを捕獲する人々のことを気にしている方も少なくない。

- 見にくる人が少しづつ増えている。捕獲する人も出てきた。
- 村人は捕らなくなったが、他からの移住の人、及び他から捕りに来ている人がいた。
- 小さい子供たちがホタルを捕っていたので、楽しんだ後で逃がしてくださいとお願いした。

ところが、ホタルが減ってしまったところなどでは、

- 以前に比べ、ホタルも減り、人も見にこない。
- ホタルは年々少なくなり見にくる人はいない。
- ホタルの数も少ないためか、観察にくる人もなく、また水質保全に対する関心も低い。

という報告もあり、さすがに寂しい感じが伝わってくる。さらには、ホタルに興じる子どもたちの姿の少ないことを寂しがっている報告もあった。

- ホタルも少なく、子供たちが見にくることも少なく寂しいことでした。
- 戦前、子供の頃ホタル狩りはこの季節の楽しみでした。今の子供は、ホタルにあまり興味がないようです。調査中、ホタルを見にくる人には、残念ながらあいませんでした。

しかし、水辺に住んでいるのはホタルだけではない。タガメやトンボ、ザリガニやタニシ、フナや小魚も住んでいる。もちろん人間も水辺をさまざまに利用している。人にとって水自体も大切な資源だが、ホタルや他の生き物たちが住む水辺の姿は、特に心なごませてくれる場所でもあるので、みんなで見守っていくべきであろう。

3－4）6年目のホタルダス

1994年の調査では、従来のホタルダス調査項目に加え、ホタルと同様に、水辺の身近な生き物として魚類をとりあげ、どのような魚類等をつかまえたり、見聞きしたりしたことがあるかについての項目を設けた。

身近な水系（用水路やため池など）は人が創成し維持管理してきた、きわめて人為的な環境であるにもかかわらず、そこには近年まで多様な生物群集が存在してきた。その生物群集が現在、いわゆる危機的な状況におかれている。

今回の調査結果の解析はまだ行っていないが、明らかに時代とともに魚類相が変化しているばかりでなく、世代によって、捕えたり、あるいは知っている魚類の種類数に違いが認められる。

ただし、そこには人々の水辺利用の変遷による偏りも含まれている可能性があるため、解析には注意を要する。それは改修や水汚濁だけの問題ではなく、むしろ住民の水系管理および水辺に対する意識の変化に依るところが大きいと予想している。その変化とは何か、また従前と今日の人為作用の違いは何なのかを、人と生き物の双方の立場から探っていかなければならない。

4．今後の展開

これまでのホタルダス調査の結果、ホタルは昔と比べると確かに減ったが、それでも意外とホタルは健在であることがわかった。と同時にホタルダスでは、それまでホタルの生き方や、ホタルの住む環境、ホタルと人とのかかわりなど、専門にかかわることのなかった地元の方たちが、さまざまな知恵を働かせてくれ、自分たち自らの身のまわりの環境を調べ、さまざまな発見をしてくれたことが何よりも大きな成果であった。

このような調査により、多くの方々に水辺環境の多様性についての認識を深めてもらうことができ、さまざまな立場や経験の人びとの考え方を報告しあいながら、それこそ専門家が調べることでは見落としてしまうような、あるいは専門家が興味をもたないような問題点までをも掘り起こしてきた。ここから水辺の自然と人のかかわりについて新たな議論を展開する必要がある。

このような身近な水辺環境は、安全性・経済性の観点から大きく変化し、最近は快適性の観点も加えられ、様々な改変が進められている。このような急激な変化の中では、比較すべき以前の状況が次々と変わっていくばかりでなく、人の記憶に残る過去の状況の時代考証があやふやになりがちである。また、かつて、身近な水辺と深いかかわりをもって暮らしてきた人たちも高齢に達し、それらの方々の記憶に残る情景と情報は、少しでも早く記録に残し、将来の水辺環境づくりに向けた基礎資料として整理・蓄積するべきである。このような過去の様々な時代の情景再現の元となるデータベース蓄積は今後の重要な課題の一つである。

Summary

The HOTARUDASU survey project has been conducted from 1989 to re-evaluate the freshwater environment through the observation of habitats of aquatic fireflies around Lake Biwa watershed. It revealed that two species of aquatic fireflies are still now common in the most places in Shiga Prefecture.

The changes in the fireflies' populations and habitats from 1989 to 1993 were questioned in the survey of 1993. The participants to this survey reported the artificial changes (embankment, felling, constructing houses and buidling, etc), and also the natural changes such as accumulation of sand on riverbed or growth of riverine vegetation. Firefiles, however, have been living in such changing environment. On the contrary, some kinds of human impact to environment are possible to help the maintenance of fireflies' populations. Additional survey in 1994 on freshwater fish in the past will support this possibility, i.e., human creates a part of suitable environments for familiar organisms.

第4期プロ・ナトゥーラ・ファンド助成成果報告書（1995）

野生生物の保護に係わる国際条約の国内での具体化に関する研究

野生生物の保護に係る法体制検討会

磯崎　博司[1]・村上興正[2]・池田　啓[3]・三浦慎悟[4]・東　滋[5]
長谷川博[6]・土肥昭夫[7]・丸山直樹[8]・杉村　乾[4]・花輪伸一[9]

A Research on Domestic Implementation of Treaties on Protection of Wildlife.

The Working Group on Legal Regime for Protection of Wildlife.
Hiroji Isozaki[1], Okimasa Murakami[2], Hiroshi Ikeda[3], Shingo Miura[4]
Shigeru Azuma[5], Hiroshi Hasegawa[6], Akio Doi[7], Naoki Maruyama[8]
Ken Sugimura[4], Shinichi Hanawa[9]

本年度は、生物多様性条約の分析に焦点を当てた。この条約の規定は具体的な分野については開発指向が強く、技術的対応が目立つため、生物多様性の保護および保全のための具体的な措置を条約体制の内外を通じて明確にする必要がある。日本の国内法令については、生物多様性の概念自体についても、そのための措置についても不十分である。そのため、条約の諸規定とそのもとに策定される議定書やガイドラインに即した措置が確保されるように整備する必要がある。特に、生物多様性の保全と持続可能な利用の確保のために、環境影響評価を充実させなければならない。

また、生物多様性条約と関連して、ワシントン条約のもとのベルン基準の改訂案および日本の希少野生生物種保存法の一部改正についても検討した。さらに、環境基本法のもとの環境基本計画案についても、生物多様性の観点から検討し、意見書をまとめた。

本年度は、生物多様性条約を中心に検討した。生物多様性と関連する範囲において、ワシントン条約のベルン基準、希少野生生物種保存法の改正、環境基本計画についても検討した。

（1）生物多様性条約

生物種の絶滅防止は生物多様性の維持のための最後の手段として重要である。生物多様性という概念は、新しい大きな観点から種の絶滅防止の必要性を位置づけ、強化している。他方でこの概念は、保護しなければならなくなる前に、また、絶滅のおそれとか貴重性がなくても、一般的に、開発活動のあり方を規定する必要性を

[1] 岩手大学人文社会科学部（Iwate University.）
[2] 京都大学理学部動物学教室（Kyoto University.）
[3] 文化庁記念物課（Agency for Cultural Affairs.）
[4] 森林総合研究所（Forestry and Forest Products Research Institute.）
[5] 京都大学霊長類研究所（Kyoto University.）
[6] 東邦大学理学部（Toho University.）
[7] 九州大学理学部（Kyushu University.）
[8] 東京農工大学農学部（Tokyo University of Agriculture and Technology.）
[9] 世界自然保護基金（World Wild Fund for Nature - Japan.）

示している。

その場合、開発利用活動は持続可能なものでなければならないが、持続可能性の理解には混乱がみられる。持続可能な開発・利用とは、「人々の生活支持基盤となっている各生態系の許容能力限度内で生活しつつ、その生活の質的改善を達成すること」である。その持続性は、生態系の支持力または許容力の持続性を意味するのであり、事業や活動の継続性を意味するのではない。このことは、生物多様性が維持されていなければ確保できない。したがって、生物多様性は、開発利用活動自体のあり方を見直し、必要な規制をする際の判断基準としての役割も有しているのである。

その関係では、日本の国内法は、絶滅のおそれや貴重性のない生物種や同様の自然環境に対する保全施策が不十分である。特に、農林業の持続可能性を確保すること、二次自然を保全することがこれからの課題であり、二次自然に対する評価と保全手法を確立しなければならない。

また、特に以下の項目に関して、それぞれ求められている要素を含む法令を整備する必要がある。

① 環境影響評価

生物の多様性と開発の持続可能性を確保するためには、開発に関する各種計画に持続可能性を組み込むことと、個別事業について生物多様性を損なわないよう十分な影響評価を実施することが不可欠の要件である。特に、生物資源の利用については、その資源管理が必要である。また、影響評価にあたっては、情報公開ならびに国民による関与および参加が確保されることが必要である。その評価は、計画立案の初期の時期から、段階毎に行われなければならず、計画実施の場合は、実施中および終了後の評価も欠かせない。

なお、評価にあたっては、自然科学的な側面の評価だけではなく、環境の有益な利用範囲・度合の減少、環境に影響を及ぼすような今後の別の開発を刺激する可能性、地域共同体に対する影響、地域住民の生活条件・生活の質・環境の利用に対する影響、地域住民の伝統文化・民俗・慣習に対する影響、芸術・人類学・考古学・建築学・歴史学・科学または社会的に意義を有する地域または構築物に対する影響、景観・レクリエーション・科学の各側面の価値の減少、また、社会的弱者に対する影響などの社会的、文化的な側面の影響の評価も求められている。

② 遺伝資源の管理

この条約の準備過程で、一部の先進国と開発途上国との間で、遺伝資源の法的地位について対立がみられた。先進国は、遺伝資源を共有財と位置づけることによって、領域国の主権的コントロールを弱め、遺伝資源に関する調査、研究、収集、保存、利用などがスムーズに行えるようにしようとした。その一方で、バイオテクノロジーおよびそれを応用した改良品種については、特許権などの排他的権利の対象とされているため、その利用と移転を条約で義務づけるべきではないとの立場をとった。

これに対して、開発途上国は、遺伝資源が個別的な国家主権の下にのみ置かれるものではないことを理解しつつも、農業や生物化学分野で莫大な利益を生み出すこの資源を、自国の管理下に置き南北格差の解消に役立てたいと考えた。そのため、開発途上国は、共有財概念の導入に反対する一方で、遺伝資源の利用成果およびそれに用いられる技術こそ共有されるべきであり、特に、遺伝資源の提供国にはバイオテクノロジーおよびそれを用いた改良品種の利用および移転が保証されるべきであるとした。

最終的には、知的所有権の尊重を確認しつつも、開発途上国の主張に近い規定が採択され、遺伝資源の管理権は領域国に認められている。しかし、遺伝資源を商業利用するための技術は先進国の企業が保有している。そのため、結局は、両者が協力し協調しない限り、遺伝資源の

利用は進まないこととなる。

この条約は、生物・遺伝資源の利用者は、提供国の事前の同意または承認を得なければならないと定めている。提供国は、その際に補償を義務づけることができる。補償は、金銭的なものだけではなく、技術移転や研究調査への参加または恩恵の配分という形でも可能である。この同意・承認には、事前に十分に情報が伝えられていることが必要となる。

このような事前の情報提供に基づく同意制度が各締約国によって定められなければ、遺伝資源の利用は進まない。そのような制度には、権限ある行政機関の指定、同意制度の対象となる資源の指定、提供すべき情報の例示、ライセンスの認可、使用料の設定、申請および審査の手続き、許可基準、経済面または環境面の理由による将来の使用制限、違法または違反のものの規制および取締、記録の保持、特許制度との関連、ならびに、遺伝子銀行の設置などの要素が含まれている必要がある。また、一般的に、生物・遺伝資源の利用は、各国の土地に関する法制度および利用計画に深い関わりがある。そのため、土地の所有者や占有者との管理協定、その際のインセンティブの供与、また、土地利用計画と野生生物種管理計画との調整などに注意が払われなければならない。

③ 生物資源の法的地位

最近になって、絶滅のおそれのある種の保護の観点から、野生生物は無主物であるという概念に疑問が出されるようになってきている。野生生物は転売されることが多い。現在の所有者が、違法に捕獲されたものであると分からずに購入していた場合には、捕獲規制による対応には限界があるからである。所持規制が行われている場合であっても、所持者に責任を負わせられない時には、その所有権を否定することは難しい。そのため、そもそも野生生物は誰のものでもないのではなく、共有物（コモンズ）であるという主張がされてきている。その考えは、渡り鳥のような移動性の動物や遺伝子との関係で、特に強く主張されている。

たとえば、アメリカの州には、野生生物を州の財産であると定めたり、野生生物は州の所有に帰すると定める法律を有しているところがある。これらの法律については、州民からの信託に基づく受託者としての管理あるいはスチュワードシップに基づく管理を行っているとの説明がされている。したがって、これらの制度は、基本的には共有物の考え方をとっている。それらの法律のもとでは、野生生物を違法に捕獲することによって州の財産価値を低落させた者に対しては、一個体単位で制裁金が課される。ただし、制裁金額が示されているものは狩猟対象種が中心であり、野生生物全体に関する制度ではない。

野生生物が無主物とされている場合でも、共有物とされている場合でも、個々の生物が、国内法上、所有権の対象として考えられていることには変わりがない。同様に、国際法上も、生物種に関するそれぞれの条約は、野生生物の個体および遺伝資源の利用や開発に対して領域国の主権または主権的権利を認定している。

ただし、これらの法制度が権利の対象としているのは、種を構成する個体もしくは個体群であり、または商業的価値の認められた資源としての生物資源もしくは遺伝物質であり、生物種そのものではない。このため、生物種はいかなる法的権利の対象にもならないという考えが示されるようになってきている。

生物種とそれを構成する個体については、知的所有権のようなアプローチが必要と言われている。生物種は、芸術家の頭の中にあるアイディアに類似している。生物種というアイディアを生物化学的なプログラムとして記録しているのが遺伝子である。遺伝子にはコンピューターソフトのプログラムと類似の知的所有権が設定できる。領域国には、遺伝子を管理し、利用する権利が認められる。

芸術作品やコンピューターソフトが出版媒体

などにされた場合には、一般に所有権の対象になり、売買できる。著作者には知的所有権が認められ、それらの利用や販売を制限できる。遺伝子に記録されたプログラムに従って生み出された生物の個体または個体群もそれらの出版物と同様で所有権の対象になり、売買できる。領域国には、それらの個体や生物資源を管理し、利用する権利が認められる。

しかし、それらを管理し利用する国家の権利は、生物種に関する知的所有権の原権利者により、制限される。いわば、その国家の権利行使は、知的所有権制度の下の実施許諾に基づく権利行使に類似している。したがって、このような生物群集および生物資源に関する領域国の主権または主権的権利は、生物種の絶滅防止という高次の枠組みから制限される。

ただし、以上のことは、まだ新しい分野であり、具体的な場面で実際に即して適用するためには、さらに細かな分析と検討が必要とされている。これに応えられるような法制度を準備することが求められる。

（2）ベルン基準の改訂

ワシントン条約のもとのベルン基準の改訂が確実になった。それは野生生物に関する基本的な基準であるため、特に生物学的な観点から検討した。ここでは、事務局が提出した改訂案に対して問題点をいくつか指摘することとする。

絶滅のおそれを判断するための基準期間については、捕獲利用が始まった場合に次の締約国会議まで持ちこたえられないような（特に、島嶼生態系における）少数の生物集団を対象とする場合と、その他を対象とする場合とを分けて定める必要がある。前者の場合は2回の締約国会議の間としないとならないが、後者の場合は、逆に期間が短いと激減する場合以外は救済できなくなるので、5～6年より長い期間が適当である。

同じく基準期間については、declineの定義においても触れられており、5年または1世代と定められている。5年以上の寿命の生物の場合はこれでよい。しかし、昆虫などの1世代が5年よりも短い種の場合には世代が代わるまで待たなければならないため、対応が遅れてしまう。世代の長さに応じて期間を定める必要がある。

具体的な数値の例示については、それが適用可能な種を明記しなければならない。しかし、限られた種にしか適用されない場合は、数値を示す必要性があるかどうか疑問である。さらに、分類学上は似ている種であって、生物学的には絶滅の数値基準が同じであるとしても、貿易の寄与率の大小でまたは生息地破壊のおそれの大小で、数値にはかなりの違いがでるはずである。

付属書Ⅰの類似種を付属書Ⅱに掲載することは、条文には定められていない。後の混乱を避けるためには、締約国会議の決議としてだけではなく、条文改正も同時に行うことが必要である。

付属書Ⅱの類似種指定の際に取引を条件にすることも、条文には定められていないので、条約の適用を狭めることになる。だが、取り引きされていないのであればこの条約のもとでは掲載の理由がないことも事実である。

付属書Ⅱに国別割当を設定することも、条文には定められていない。したがって、割当を設定しない場合に厳しい基準を定めること、また、過去に減少した種の場合には割当を義務づけることは、締約国の権利を制約することになる。そのため、厳密には条文改正が必要である。

定められた管理手法が守られない場合は付属書Ⅰに戻すという措置については、生物学的な絶滅の基準の適用と管理手法の遵守とが混同されている。定められた管理手法が守られていない場合でも、絶滅のおそれの基準に該当しないときには、付属書Ⅰに戻す必要はないはずである。

なお、全体的に、付属書Ⅰに掲載すること、付属書Ⅰから削除させないことに重点が置かれているが、ワシントン条約が本来目的とするのは、付属書Ⅰの掲載種がない状態および付属書

Ⅰに掲載されないようにすることである。そのためには、付属書Ⅱの掲載種に対する管理を十分に行うことが必要であり、国別割当制度や最終消費段階までの厳しい管理は、付属書ⅠからⅡに格下げするときだけではなくて、付属書ⅡからⅠへ向かうときにも求められなければならない。

さて、日本の国内においては、いくつかの法令の中でさまざまな生物種がリストアップされている。それらの選定にあたっては、それぞれ異なる基準が用いられている。もちろん、それぞれの法令の目的は異なるために、全く同じ基準である必要はない。それらが異なっていることには、異なった観点から保護が図られるというメリットもある。しかし、ワシントン条約の基準は絶滅のおそれに関する基本的な国際基準であるため、国内法上も調整が必要である。

なお、ワシントン条約との関係では、絶滅のおそれのない種に関する国内規制を整備する必要がある。そのためには、絶滅するより手前での規制の基準と手続きを確立しなければならないが、それは持続可能性を確保することでもある。また、個体識別の手法を開発することも必要である。

（3）国内法令の改正

環境基本法が成立し、そのもとの環境基本計画の策定準備が開始された。希少野生生物種保存法のもとの対象種の追加と、法律自体の追加改正も行われ、キタダケソウとミヤコタナゴの生息地を指定することも決められた。また、鳥獣保護法のもとの狩猟対象鳥獣の変更も行われた。

ここでは、そのうちの希少野生生物種保存法の1994年6月の一部改正について触れることとする。この改正は、ワシントン条約および輸出入貿易管理令が部分・派生物も規制対象としているにもかかわらず、この法律の対象にはそれらが含まれていなかったことに対する批判に応えたものである。しかし、対象が広げられたといっても「部分」ではなく「器官」とされており、それも、種の識別が容易で政令で指定されたものに限られている。また、派生物は対象とされていない。そのため、依然としてワシントン条約および輸出入貿易管理令の規制対象に比べると狭い範囲に留まっている。

また、「器官」や「加工」という字句の定義も曖昧である。事業者に対する例外規定が定められていたり、事前の一括登録制度が設けられていたりして、全体に複雑でわかりにくいとの批判、また、登録手続きが必ずしも義務的でないため新たに定められた措置の実効性に疑問があると批判も出されている。

ただし、そのうち義務的ではないことについては、このレベルの規定であっても国民意識によっては厳しい効果も期待できる。環境ラベリングと同様に、消費行動を通じて社会的に大きな影響を与えることが可能である。しかし、そのためには、国民レベルでの認識の向上が必要である。今回の改正は国民レベルでの関心を高める良い機会であったが、ほとんど報道されず、話題にもならなかった。言うまでもなく、法律の強さは国民に基づく。利用サイドからの巻き返しの心配もあったかも知れないが、広く論議し、国民全体の認識を高めるべきであった。他方、自然保護団体が現実の社会経済的条件や法制度と行政制度を把握したうえで発展し、その認識向上を支援することも必要である。

（4）環境基本計画

環境基本法のもとの重要な全国計画であるため、生物多様性条約の主旨を反映できるよう検討を加えた。特に、以下のことが必要である。

健全な生態系という言葉の定義を示すこと、生物多様性に関する基礎調査を充実させること、積極的に保護増殖を図ること、保護増殖させた種を野生復帰させること、従来存在した自然を生態学的な観点から復元すること、二次的な自然およびそこに依存する生物の保全管理のための生物の観点からのガイドラインを準備するこ

と、自然の公益機能に見合う所得補償や自然資源利用料金のような経済手法をとること、水系のような自然の広がりを考慮した地域区分を採用すること、基本法に基づく新たな施策を提示すること、環境影響評価を充実させること、環境基本計画以外の様々な国家計画との調整を行うこと、地方計画を策定すること。

Summary

Convention on Biological Diversity has entered into force in December, 1993. While economic aspects of genetic resources are laid due emphasis, protection measures are seemed to be not well organized. It is then necessary that protection measures are taken in implementation process, both international and domestic level. National laws and regulations in Japan are not enough to implement the Convention, especially in protection of biological diversity as well as in ensuring sustainable development. An environmental impact assessment should be carried out from the earliest possible stage with active participation of local people. Although some laws and regulations of Japan on nature conservation have been revised they should be further improved in order to incorporate conservation of biological diversity.

第4期プロ・ナトゥーラ・ファンド助成成果報告書（1995）

上高地梓川の河床地形変化とケショウヤナギ群落の生態学的研究

上高地自然史研究会

岩田修二[1]・山本信雄[2]・石川愼吾[3]・島津　弘[4]・山田晴通[5]
池田明彦[6]・高田將志[7]・高岡貞夫[1]・苅谷愛彦[1]・岩船昌起[8]
真崎　庸[8]・進　望[1]・山口史枝[10]・杉本宏之[1]・福井幸太郎[9]

Study of River-bed Evolution and Growth of *Chosenia arbutiforia* Community in Kamikochi, Central Japan

Research Group for Natural History in the Kamikochi Valley
Shuji Iwata[1], Nobuo Yamamoto[2], Shingo Ishikawa[3], Hiroshi Shimazu[4], Harumichi Yamada[5], Akihiko Ikeda[6], Masashi Takada[7], Sadao Takaoka[1], Yoshihiko Kariya[1], Masaki Iwafune[8], You Masaki[9], Nozomi Shin[1], Fumie Yamaguchi[10], Hiroyuki Sugimoto[1], Kotaro Fukui[9]

長野県上高地の梓川のケショウヤナギ群落の保護のために、河床の地形変化とケショウヤナギの生態を調査した。梓川支流からの礫供給、本流の礫の移動過程からみると現在の梓川への礫の供給は少ない。過去の梓川の流路変化、河辺植生のマッピングの結果は、梓川の河辺植生が変化する川の影響のもとで形成・維持されてきたことを示している。谷底の成熟した河辺林も洪水による破壊・再生を繰り返すことによって維持されている。河原の微地形と群落調査などを総合した結果、および、ヤナギ科植物の実生の成長実験の結果によって、ケショウヤナギの定着のためには砂礫の河原が必要なことがあきらかになった。自然のままの砂礫の河床と洪水の影響を受ける河辺林がケショウヤナギ群落の更新のためには不可欠である。現在行われつつある砂防・河川改修が進行すれば上高地のケショウヤナギはなくなってしまう。

はじめに

長野県上高地は全国的・世界的にみてもすぐれた自然と景観が保たれた場所である。なかでも梓川の河川地形と、ケショウヤナギ群落を中

[1] 東京都立大理学部
[2] 安曇村誌編纂室
[3] 高知大理学部
[4] 金沢大文学部
[5] 松商学園短大（現東京経済大学）
[6] 東京都品川区公園緑地課
[7] 東京大学（現奈良女子大学）
[8] 東北大学
[9] 東京学芸大学
[10] 明治大学（現東京都立大学理学部）

心とする谷底・河辺の植生は特筆すべきものである。ところが、観光開発の進行につれて、防災のためという名目のもとに梓川本流・支川の河川改修や地形改変がおこなわれており、河床・河辺の植物群落にも影響が出始めた。なかでも本州では梓川流域以外には分布しないケショウヤナギの保護は急務である。よく知られているようにケショウヤナギは他の植物が生育できない礫質の河原で生長する。したがって、ケショウヤナギの保護のためには、河床の地形変化とケショウヤナギの生態との両方を調査し、両者の関係を明らかにする必要がある。

われわれの調査研究は、このような観点から、梓川の河床地形、礫の移動過程、流路変化、河床の微地形・河床物質など地形学・堆積学的側面とケショウヤナギなどヤナギ科植物の発芽・生育実験，河辺植生の群落調査、先駆植物の生育環境調査などの生態学的側面の両面からおこなわれた。調査は、1993年11月、1994年２月、５月、６月、７月、８月、10月に実施され1994年６月、10月にはヘリコプターをチャーターして空中写真撮影も行われた。なお、この報告のほかに地図・図表を中心とした報告書を印刷した。この調査にあたっては環境庁中部国立公園・野生動物事務所、松本営林署、建設省松本砂防工事事務所、長野県松本建設事務所、上高地養魚場、泉山茂之氏にご協力・ご援助いただいた。あつくお礼もうしあげます。（岩田修二）

梓川の河床地形・堆積物と，礫の移動過程

梓川における礫の移動過程を河床地形、河床堆積物、河床勾配の下流方向への変化から検討した。調査は野外における河床地形、河床堆積物の記載と地形図を用いた地形計測からなる。野外調査は一ノ俣合流点より下流の梓川本流と上高地内で梓川に合流する一部の支流で行い、最大粒径の計測と礫の形態および砂礫堆、ロウブ状地形、岩盤床の分布の記載を行った。いっぽう、地形計測は1:25,000地形図を用いて行い、梓川本流と、流入する支流の河床縦断図を描き、河床勾配を算出した。

（１）支流からの礫供給

本流の河床物質との関係が深い支谷の砂礫供給の様態を理解するために、梓川との合流点付近の河床勾配と地形によって梓川の支谷をａ～ｅの５タイプに分類した。

①ａタイプ：河床勾配が80‰以上、沖積錐をもち、流路が梓川まで連続している支流。奥又白谷、六百沢など。

②ｂタイプ：河床勾配が80‰以上、谷の出口が梓川との合流点となっている支流。黒沢など。

③ｃタイプ：河床勾配が80‰以上。沖積錐をもつが、流路が梓川まで連続していない支流。古池沢など。

④ｄタイプ：河床勾配が80‰以下、沖積錐をもつ支流。善六沢、岳沢など。

⑤ｅタイプ：河床勾配が80‰以下、谷の出口が合流点となっている支流。徳沢など。

ａタイプとｂタイプでは、土石流によって形成されるロウブ状地形が梓川まで連続して分布している。支流内で発生した土石流が梓川まで到達し、１ｍを超える粗粒な礫を供給していると考えられる。ａタイプには沖積錐が形成されていることから、礫の流出量がｂタイプにくらべ多いことが予想される。しかし、粗粒な礫の供給がｂタイプにくらべ大きいとは必ずしも言えない。ｃタイプでは、沖積錐表面を覆っているのは主として50㎝以下の礫であり、沖積錐表面には幅10ｍ程度の浅い谷と最近形成されたロウブ状地形がみられる。現在は沖積錐表面の侵食による小規模な土石流しか発生せず、梓川への礫供給もほとんど行われていないと考えられる。ｄ、ｅタイプでは、梓川との合流点付近にはそれらはみられず、河床は50㎝以下の礫で構成される。上流で発生した土石流は流路途中で堆積し、掃流で運搬可能な礫のみが梓川に流入すると考えられる。ｄタイプの岳沢の谷底には大量の礫が蓄積されている。また、沖積錐上には50㎝以下の礫から構成される小規模なロウブ

状地形をもった堆積物が数多く分布し、一部は最近堆積したものと思われる。しかし、流路やそれらの堆積物が梓川まで連続しないことから、現在の梓川への礫の供給は少ないと考えられる。

（2）梓川本流における礫の移動過程（図1）

一ノ俣合流点～横尾の河床は、粗粒な礫を含む角礫、亜角礫で構成される。一部に岩盤床が分布し、河床勾配は急かつ減少傾向にある。また、流入する支流の大部分はcタイプである。支流から土石流となって流入した粗粒な礫は堆積し河床に残留するが、粗粒な礫は速やかに下流へと運び去られる区間と考えられる。横尾～大正池上流端は、複列砂礫堆の分布する網状流路となっており、岩盤床がみられない区間である。流入する支流にはいずれのタイプもみられるが、相対的にcタイプが少ない。この区間の大部分では、粒径と河床勾配が減少するが、途中の徳沢～明神橋上流の区間における変化は小さい。横尾～徳沢および明神橋～大正池は、礫のふるい分けの作用が卓越することにより、粗粒な礫から順次堆積していく区間と考えられる。いっぽう、徳沢～明神橋は出水時における急速な侵食と堆積の繰り返しにより、流入した礫が速やかに下流へと運搬される礫の通過区間と考えられる。なお、横尾より下流側において、支流からの礫供給の影響が本流の最大粒径にあらわれないことは、この区間では細粒な礫のみが供給されていることを示唆している。大正池の上流端の湖岸には礫まじりの砂が堆積している。

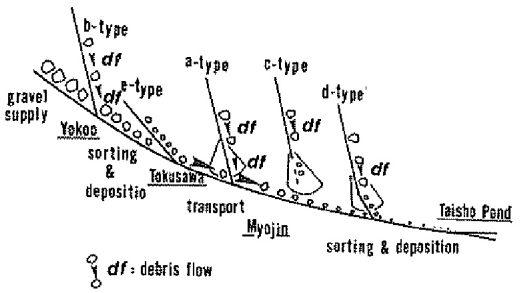


図1　上高地地域の梓川における礫の移動過程を示す模式図

また、大正池より下流側の河床には円磨された礫がみられない。礫のほとんどは大正池の上流端までに堆積し、それより下流へは流出しないと考えられる。（島津　弘）

梓川の流路変化と植生

（1）梓川の流路の変化

上高地の河辺植生に対する梓川の流路の移動（位置の変動）の影響をみるために、国土地理院（1947、1973年）と林野庁（1958、1968、1983、1988年）、安曇村（1978年）の空中写真を使って過去の流路の位置の復元図を作成した。流路復元図から明らかになったことは、①流路の位置変化がおこるときには、河辺林が削りとられる場合が多い。②河辺林の中を流れていた川が、流路変更によって干上がり植生が回復した場所もある。③礫からなる現河床（河原）に点在する河辺林のパッチは、削り取られて縮小したり流失したりする場合がある。④いっぽう、長期間にわたって攪乱を受けなかったため新たな植生の定着・生育によって拡大したり、河床沿いにつらなる河辺林の大きな林分とつながる現河床のパッチもある。

（2）河辺植生の分布

上高地の中でも河辺林が広く分布し、砂防工事・護岸工事の影響が比較的少ない明神－徳沢間で、1:3,000の植生図を空中写真判読と現地調査によって作成した。この場所の河辺林は、写真判読では色調とテクスチャーの違いによって50以上に区分されたが、現地調査では種組成の違いによって6つのグループにまとめることができた（図2）。

（3）河床地形変化と植物群落

梓川の流路変化とその植物群落に対する影響のくわしい調査は、明神－徳沢間の広い河原の左岸側の谷底の河辺林で行った。場所は白沢出合と徳沢出合とのちょうど中間にあたる。河辺林内を横断する測線を設け（図2）、地形断面

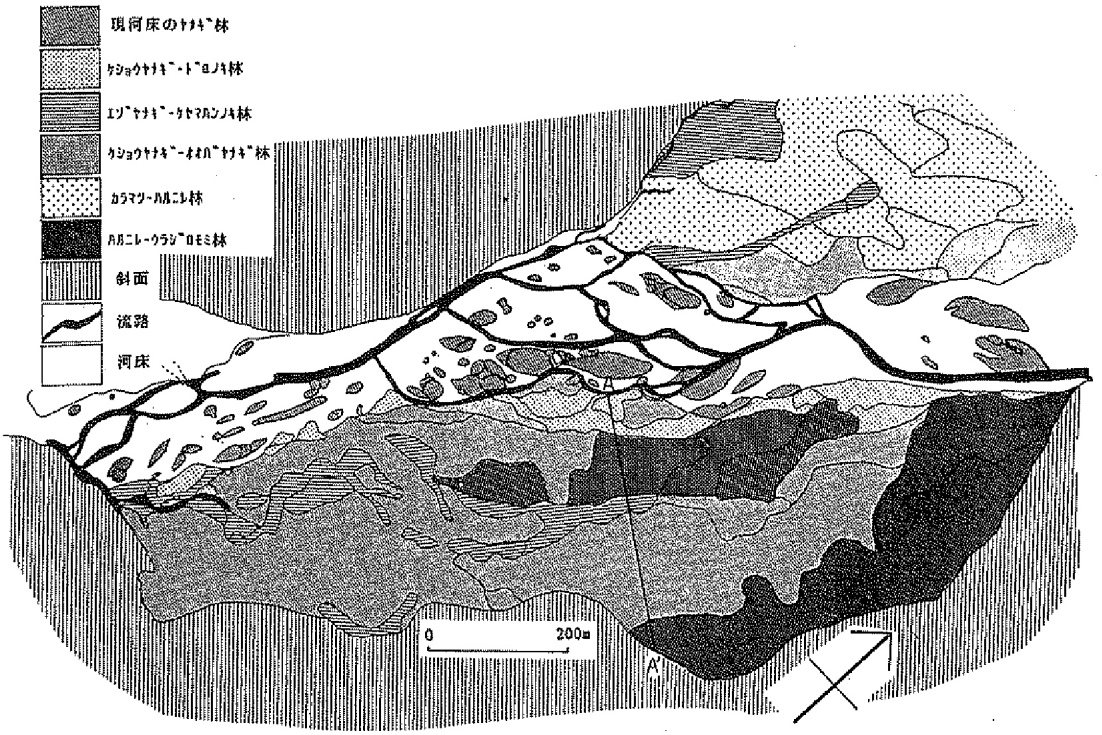


図2　明神－徳沢間の谷底の相観植生図
1978年の空中写真と1994年の現地調査による．河辺林内の測線が示してある．

の測量とベルトトランゼクトによる植生調査、および土壌調査をおこなった。測線の河原側の河辺林の縁にはケショウヤナギなどのヤナギ科植物とカバノキ科植物を中心とした樹齢の若い混交林が成立している。薄い表層A層の下には埋没土層をはさむ河床礫層がある。この群落は1950～60年代には河原の中のパッチであった。その内側の1983年まで砂礫の河原であった旧流路沿いには、エゾヤナギやケヤマハンノキを中心とした群落が成立しており、林床にはヤチダモの幼樹が密生している。その山側には1947年の空中写真にも森林として認められるハルニレ－ウラジロモミ群落がある。ここでは土壌A層の発達がよい。さらに、その山側の流路跡にはケヤマハンノキとヤチダモを中心とした群落が分布している。測線の広い部分を占めているのはヤナギ科とカバノキ科との混交林の成熟した林分である。林冠はケショウヤナギやドロノキ、オオバヤナギが形成しているが、亜高木層・低木層にはハルニレ、ウラジロモミが侵入しており、陽樹林から陰樹林へ遷移しつつある。もっとも山側には河辺林の中で最も安定した群落が分布する。ハルニレやヤチダモが林冠を形成しており、ウラジロモミやイチイ、サワラなどの針葉樹も多く、ヤナギ科の林にくらべると極相林に近い組成をもつ。（進　望）

ケショウヤナギ群落の生態

（1）ケショウヤナギの生態学的特性

ヤナギ科植物の種子は、非常に短命であることが知られている。ケショウヤナギの種子の寿命も1ヶ月程度であり、その散布時期も上高地で6月初旬から7月初旬までの約1ヶ月である。その短い期間に、生育に適した立地（特に水分条件）に到達した種子のみが、発芽・定着することができ、新たな群落の形成に関わることが

できる。ヤナギ科植物のように、裸地に真っ先に侵入し遷移の初期段階で優占する先駆植物は、生産種子数が多く、風散布型の種子であることが多いので、近くに種子の供給源となる成熟個体が充分存在すれば、生育適地にほぼ確実に侵入できる。ケショウヤナギも実生の定着に成功すれば、その後の洪水などによる破壊を受けない限り、高木林にまで発達することができる。河床に発達するケショウヤナギ群落の動態を明らかにするためには、まず実生の成長特性と立地条件との関係を明らかにしておく必要がある。現在までに以下のことが明らかになっている。

土壌の水位と粒径を変えて実生の成長実験を行った結果(Ishikawa, 1994)、ケショウヤナギの実生は通気性の悪い細粒な堆積物（細砂）では主根がすぐに腐り、不定根の成長も極端に抑制された。粗砂で育てた実生の成長はどれも良好であった。粗砂で低水位（－15cm以下）で育てた実生の主根の伸長は速く、1週間で平均約4cm、1ヶ月で約13cmに伸長した。いっぽう、湿地性のタチヤナギやジャヤナギは細粒な堆積物では実生の生育は良好であったが、粗粒な堆積物での成長は悪かった。礫床河川のヤナギの種子重は、湿地性のヤナギのそれの5～10倍で、初期成長速度をより速くすることが可能であり、表層が乾燥しやすい礫床河川での定着に有利である。そのなかでもケショウヤナギは乾燥しやすい河床に定着する能力が特に高いと考えられる。また、河床は増水によって沈水状態におかれることがあり、これも実生の生残率に影響を与える。

そこで、植物栽培用のポットで約1ヶ月育てた実生を1週間おきに最長で2ヶ月間完全な沈水状態に置き、沈水状態に対する耐性を調べるため実験を行った。その結果ケショウヤナギは、沈水状態に置かれる期間が2ヶ月にわたってもほとんど損傷を受けず、その後の成長にも影響を受けなかった。上高地の梓川の河床では、ケショウヤナギの実生は、増水時に河道になる凹地やその縁辺にはほとんど生育していない。これは沈水状態に対する実生の耐性が低いからではなく、砂礫移動・流水による埋没・流失など他の原因によるものと思われる。

（2）現河床に成立しているケショウヤナギ群落

梓川の流路変化とその植物群落に対する影響のくわしい調査は、明神－徳沢間の網状流が広がる広い河原で行った。場所は白沢出合と徳沢出合とのちょうど中間にあたる。現河床(河原)の部分では平板測量で1:1,000の地形図・植生図がつくられた。この図は今後の地形変化・植生変化を記録するベースマップとして役立つはずである。測量がおこなわれた部分は、上高地のなかでももっとも人為的影響が少ない部分であるにもかかわらず、工事用車両による踏み荒しが広範囲に認められ、多くのケショウヤナギの幼樹が影響を受けていた。

現河床に成立している植物群落の調査を行った結果、以下のことが明らかになった。

植物群落が成立しているパッチの面積の調査面積全体に対する割合（植被率ではなくパッチ全体の面積）は、34%でありその約半分はケショウヤナギによって占められていた。出現頻度の高い群落には他にケヤマハンノキ(4.9%)、ドロノキ(4.6%)、エゾヤナギ(3.9%)、ダケカンバ(1.3%)、オオバヤナギ(1.3%)などがあった。これらの種は混交していることもあるが、多くのパッチで優占種がはっきりしていた。これは、種によって種子散布の時期に差異があり、立地の水分条件等が実生の定着に良好な時期に種子散布の時期が一致した種の優占度が高くなるためであると考えられる。パッチを構成する個体のサイズは比較的均一で、数年の幅はあるもののほぼ同齢林分であった。表1に各種のパッチの占有面積と調査地全体に対する百分率を樹高別に示した。ケショウヤナギは樹高が高くなるにつれて占有面積が小さくなっており、洪水による群落の破壊の経過が読み取れる。しかし、オオバヤナギやダケカンバは低い樹高の群落が

表1　明神－徳沢中間の現河床におけるヤナギ瀬の群落．各種のパッチの占有面積と調査地全体に対する百分率を樹高別に示した

樹高（m）		ｹｼｮｳﾔﾅｷﾞ	ｹﾔﾏﾊﾝﾉｷ	ﾄﾞﾛﾉｷ	ｴｿﾞﾔﾅｷﾞ	ﾀﾞｹｶﾝﾊﾞ	ｵｵﾊﾞﾔﾅｷﾞ
1≧	占有面積（㎡）	10088	1863	5419	1376	187	98
	（%）	5.6	1.0	3.0	0.8	0.1	0.1
3≧	占有面積（㎡）	10297	1619	896	854	413	43
	（%）	5.7	0.9	0.5	0.5	0.2	0.0
5≧	占有面積（㎡）	3431	3023	929	914	1541	54
	（%）	1.9	1.7	0.5	0.5	0.9	0.0
10≧	占有面積（㎡）	1022	1055	264	2426	97	800
	（%）	0.6	0.6	0.1	1.3	0.1	0.4
15≧	占有面積（㎡）	730	1206	384	774	0	253
	（%）	0.4	0.7	0.2	0.4	0	0.1
15＜	占有面積（㎡）	3912	104	359	199	165	1044
	（%）	2.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.6

少なく、最近の実生の定着が悪いことが伺える。

以上のように、梓川の河床に発達する植生は、林齢、優占樹種の異なる群落のパッチがモザイク状に配列したものであり、それは先駆樹種であるヤナギ類の生態学的特性と、洪水によって常に破壊生成を繰り返している河床の地形学的な特性によるものであると考えられる。（石川慎吾）

河床の微地形・河床物質と先駆植物の生育環境

明神－徳沢中間の調査地の現河床の左岸よりの部分で、平板測量によって1:250の植生図・微地形学図・表面粒度分布図を作成し、相対的な微地形形成の順序、河床堆積物の特徴、先駆植物の群落をくわしく調査した。そして、これらの関係を整理し、先駆植物の生育条件と立地環境について考察した。この場所には若いケショウヤナギの群落が点在している。ケショウヤナギの高さは20～30cmのものから最大でも2m程度である。高さの違いはあっても、すべてが発芽後5年経過したものであり、1992年9月の調査結果と比較すると最近2年間に急速に生育したものである。ケヤマハンノキとカラマツの幼樹も点在し、高さ2.5mほどのドロノキの群落がある。

①ケショウヤナギは比較的小規模な洪水によって新たに形成された堆積性の地形面に生育している。とくに砂礫がひんぱんに供給されるウロコ状の砂礫堆の上流端部分では、非常に生育が良く高さが2mほどに生長している。この場所は、中砂以下の細粒物質が少なく、地下水位は相対的に高いが、変動が大きい。このような生育環境は、通気性の良い土壌を好み、他のヤナギ類に比べて発芽後に根が下方へ伸びる速度が速いケショウヤナギに適していると考えられる。

②ケヤマハンノキとカラマツは、比較的大規模な洪水時にしか冠水しない高燥な場所に生育している。洪水・増水時に腐植と共に水流によって二次的に散布された種子がこれらの場所に捕捉され、生育環境が適していることから生育しはじめたと考えられる。

③ドロノキは、現河床沿いの森林の縁で洪水による堆積物が薄く堆積したところや、倒木や流木の下流側などに生育している。比較的小規模な洪水によって修飾された、古い堆積層

のある場所や、湿潤で有機質が多いところである。ドロノキは、現河床以外の沖積錐などにも生育していることから、ケショウヤナギに比較して細粒な土壌でも生育可能と思われる。

本調査地域上流5kmに位置する横尾谷の現河床でも、本研究と同様の先駆植物の生育環境を検討した研究が行われた（岩船、1995）。明神上流での本研究の結果は、横尾谷での結果とも調和的であり、上高地梓川の現河床における主要な先駆植物の生育環境を微地形の動態から一般的に説明するものと考えることができる。（岩船昌起）

結論（梓川のケショウヤナギを守るために）

この研究は，始まったばかりであり、これからの継続した観察・調査が必要である。今回、実験と野外調査によって明らかになったように、ケショウヤナギは、粗粒な砂礫からなる浸水と乾燥を繰り返す河床に定着する能力が高い。その結果として他の植物が生育できない砂礫の河原で生育することができる。したがって、ケショウヤナギ群落の成立のためには洪水によってしばしば冠水し、それ以外の時には乾燥する河原の存在が必要である。いっぽう、河原に種子を供給する母樹林としての谷底のケショウヤナギを含む河辺林の存在の重要性も明らかになった。しかし、谷底林内のケショウヤナギは50年ほどで倒壊するものが多くなり、やがては他の樹種に遷移してしまうので、ケショウヤナギの母樹を維持するためには、河原に成立したケショウヤナギの幼樹群落がつぎつぎに成熟林にまで生長することが必要である。これまで、上高地の梓川では、洪水によって常に流路の変化と河辺林の破壊・再成を繰り返すことによってケショウヤナギを含む河辺林を維持してきた。これは梓川が人為的影響がほとんどない自然河川であったから可能であったのである。いっぽう、河川地形・堆積物の研究から、現在の梓川への礫の供給は少ないことがあきらかになった。

このことから、現在進行中の土砂流出防止のための砂防工事や帯工の建設は梓川の砂礫の河原を失わしめ、河原と森林との境界の堤防の建設は河辺林の破壊を起こらなくし、結果としてケショウヤナギの母樹林をなくしてしまうことになる。したがって、現在行われつつある建設工事が進行すれば上高地のケショウヤナギはなくなってしまうだろう。ただちに、人為的な自然の改変を中止すべきである。（岩田修二）

引用文献

Ishikawa, S.(1994): Seedling growth traits of three salicaceous species under different conditions of soil and water level. Ecol. Rev., 23:1-6.

岩船昌起（1995）：上高地，横尾谷の谷底平野における地形形成作用の規模・頻度に対応した先駆相森林群落の動態．季刊地理学，47：163-181.

上高地自然史研究会(1995)：上高地梓川の河床地形変化とケショウヤナギ群落の生態学的研究図表報告書．上高地自然史研究会．pp40.

Summary

Correlations between growth of floodplain plant-communities and evolution of river-bed landforms were studied in the bottom of the Kamikochi Valley, Nagano Prefecture, central Japan, with special reference to the development of *Chosenia arbutifolia* communities. Unstable habitats such as bare floodplain, which are frequently altered by flood, are necessary for the settle and growth of the *C. arbutifolia* communities. On the other hand, mature *C. arbutifolia*

trees in the floodplain forests are indispensable for the effective seed dispersion. The continuous existence of mature *C. arbutifolia* trees is sustained by a periodic forest-destruction due to shift of the river course, because the mature *C. arbutifolia* trees are succeeded by another species of a period of several decades under the stable forest condition. A natural floodplain condition with the changeable river course is the most important factor to maintain the floodplain vegetation in the Kamikochi Valley. The river improvement and sediment control works being constructed at present will surely lead to complete damage of *C. arbutifolia* communities.

御蔵島原生自然域の植生学的研究

御蔵島自然研究グループ

星野義延・野寄玲児・磯谷達宏・前迫ゆり・上條隆志・小林伯領

Studies of Vegetation in Island Mikura-jima Wilderness Area

Research Group for Ecological Study of Mikura-jima Island
Yoshinobu Hoshino, Reiji Nozaki, Tatsuhiro Isogai, Yuri Maesako
Takashi Kamijo, Hakuryo Kobayashi

原生的な自然植生の残されている伊豆諸島の御蔵島において、植生の保護管理のための基礎的な資料を得るために、森林の構造と垂直分布、貴重種および温帯フロラの分布調査、オオミズナギドリの営巣が森林植生に与える影響調査ならびに気温および湿度の測定を行った。山頂付近では冷温帯と暖温帯の境界域の温かさの指数を示すことがわかった。森林構造および垂直分布の調査からは、標高が高くなるにつれて群落高が次第に低下し、スダジイの高木林からツゲ、クロバイなどの低木林へと移行することがわかった。また、貴重種・温帯フロラ調査ではＲＤＢ掲載種のうちアツイタ、オオキリシマエビネなど10種の植物が確認され、さらにヒメイワカガミ、オオハシゴシダなどの伊豆諸島新産種の生育も 確認した。オオミズナギドリの巣穴は標高720m付近まで確認され、標高200m～350mのスダジイ自然林に特に多くみられることがわかった。

はじめに

伊豆諸島の御蔵島は東京の南南西約200kmの太平洋上に位置し、周囲は約16.9km、面積20.58km²の島である。島の周囲は急峻な崖となっており、集落は島の北側に位置している。また、島の最高地点は島のほぼ中央に位置する御山山頂で標高は850.9mである。この島には日本最大規模の広がりを持つスダジイ自然林をはじめ、山頂部の低木林やササを主体とした湿原など多様な植生が殆ど原生状態で広く残存している。また、同島はオオミズナギドリの日本最大級の営巣地ともなっている。このような御蔵島にはきわめて質が高く、しかも特異な自然が残されているのにもかかわらず、その重要性はこれまで十分には理解されるに至っていない。そこで本研究では、御蔵島の植生を保護管理する上に必要な基礎的資料を得ることを目的として研究を行った。

調査実施期間および主な調査内容

現地調査は４回行った。調査の日程及びその内容を以下に示した。

第１回調査

1993年11月21日～30日

データロガの設置

第２回調査

1994年２月25日～３月２日

気象データの回収、貴重種・温帯フロラの分

布調査

第３回調査

1994年５月14日～26日

垂直分布および森林の構造調査、貴重種・温帯フロラの分布調査、オオミズナギドリの営巣地の植生調査、気象データの回収

第４回調査

1994年８月８日～15日

垂直分布および森林の構造調査、貴重種・温帯フロラの分布調査、オオミズナギドリの営巣地の植生調査、気象データの回収

研究成果

１．高度別の気温、湿度の測定

1993年11月に気象観測用の温湿度センサーを装着したデータロガ（ノース・ハイテック製 FDL-HA　フィールドデータロガ）を島内の標高300m、500m、720mの地点に設置した。温湿度センサーは樹林内の高さ１mの位置に置き、１日24回（１時間毎）に気温ならびに湿度の計測を開始した。気温と湿度のデータは操作のミスとデータロガのバグが重なり、３月から４月にかけての測定ができなかった。

御蔵島の最寒月は２月で300m地点で月平均気温は5.4℃、500m地点で3.8℃、720m地点で2.1℃であった。また、300m地点では最低気温が氷点下にならないこともわかった。720m地点で最も寒かった日の平均気温は－3.9℃であった。月平均気温は７月で最も高く300 m地点で24.1℃、500m地点で23.0℃、720m地点で21.7℃を示した。湿度は林内で測定していることもあってかなり高く、どの地点でも月平均で75％を下回ることはなかった。標高別にみると720m地点の湿度が高く、500m、300mと標高が下がるにしたがって湿度は低下する傾向がみられ、高標高域の方が湿潤な環境となっていることが考えられた。特に標高720m地点の５月から７月にかけては湿度が100％を記録する日がかなり見られた。

欠測となった３月と４月の月平均気温を２月と５月の値から直線回帰で推定して（３月の平均気温は0.5℃程度高めに評価したことになると考えられる）、吉良の温かさの指数をこのデータに基づいて算出すると、300m地点で123.8℃・月、500m地点で109.7℃・月、720m地点で94.8℃・月となり、いずれも暖温帯の値の範囲に含まれていることになる。また、最高地点である御山山頂（約850m）や長滝山山頂(850m）は温かさの指数86.1℃・月となり、冷温帯と暖温帯の境界域の値をとることがわかった。

２．森林構造と垂直分布の調査

御蔵島の東部の大島分川流域の標高250m、280m、470m、650m、700mの４ヶ所、南部の稲根神社から乙女峠にかけての標高410m、580mの２ヶ所、南東部の南郷から長滝山にかけての標高490mと600mの２ヶ所の計９ヶ所の自然林において調査を行った。調査は胸高(1.3m）以上の全立木を対象とし、各立木の胸高直径と高さを計測した。調査面積は８m×８mを基本単位とし、調査は群落に応じた面積で行った。相観的にみると群落高は標高が上がるにつれて減少し、標高250mのスダジイ林の群落高は24mあったのに対し、標高700mのツゲ・ヤマグルマ林の群落高は4.5mであった。標高500m以下はスダジイ、タブノキなどの亜中型葉の常緑高木が優占し、500m以上はツゲ、ハチジョウイヌツゲ、クロバイなどの小型葉の常緑亜高木や低木が優占していた。このような亜中型葉の常緑高木林から小型葉の常緑低木林という垂直分布は、東南アジアなどの熱帯山岳の垂直分布とよく類似しているものであり、生態学的にみて興味深いものといえる。標高500m以下はスダジイ１種が優占した高木林であった。これに対して、標高500m以上はツゲ、ハチジョウイヌツゲ、クロバイ、ヒサカキ、モッコク、オオシマツツジ、ユズリハ、ヤマグルマなどの多くの種が混交する多様性の高い低木林であった。これらの種は他の伊豆諸島や屋久島などの限られた地域での

み優占林を形成する樹種であり、山頂部の低木林は独自性の高い群落といえる。また、標高500m以上は雲霧帯となるため空中湿度が高い。そのため、コウヤコケシノブ、ヒロハアツイタ、セッコク、コケ植物などの着生植物が極めて豊富であり、コケ林の様相を呈していた。群落構造からみると、標高450m以下のスダジイ林は胸高直径100cm以上の立木を含む極めて発達した原生林であった。調査区内で最も大型の立木は稲根神社にある胸高直径193cmのスダジイであった。標高500m以上の亜高木林や低木林にはこのような大型の立木はないが、D－H関係で比較すると樹高に比べ胸高直径の極めて大きい立木がみられた。このような立木の存在は、御蔵島の低木林は山頂部の風衝作用により成立した特殊な群落であることを示している。山頂部で優占的なツゲは、本土では一般に樹高2～3mの低木であるが、御蔵島には樹高5m以上あるツゲ林が広くみられた。また、調査区内に出現した中で最も大型のツゲは樹高9m、胸高直径23.2cmの立木であった。このように発達したツゲ林は他の伊豆諸島や屋久島を含めた他地域ではみられないものと考えられる。

3．貴重種分布調査

貴重種調査は、レッドデータブックに掲載されている種について、その島内における生育数や生育環境などの把握を目的とするものである。調査方法は、島内に成立する各種の群落について可能な限り網羅的に植生調査を行い、そこに出現する貴重種を記録するとともに、植生調査地点以外で見いだされた分布地点も地図上にプロットして記録した。この方法によると、島全体の植生の配分を把握できる上に、区分された群落ごとの貴重種の出現数から、その貴重種の生育環境や相対的な生育量が把握できるものと考えた。今年度の調査で自生が確認されたＲＤＢ指定の貴重種はマツバラン、アツイタ、ヒロハアツイタ、オオタニワタリ、サクノキ、ハコネコメツツジ、オオキリシマエビネ、ガンゼキラン、ヒメトケンラン、イヌセンブリの10種である。以下にその生育状況の概要を述べる。

絶滅種とされるオオキリシマエビネは、主に標高600m以下に成立するスダジイを主体とする照葉樹林内に生育している。これらの調査資料中、オオキリシマエビネが出現する調査地点は約25％におよび、本種がこの島では比較的普通の種であることを示している。危急種について述べると、まず、オオタニワタリは標高約400m以下のスダジイ林内に多く、特に南部の南郷周辺には個体数が多い。この標高400mは本島における亜熱帯性フロラの垂直分布上限と考えられ、リュウビンタイ、クルマシダ、スジヒトツバ、アオノクマタケランなどがこの標高以下に特徴的であった。サクノキも標高550m以下の低標高域に普通の種で、御代ヶ池周辺のタブノキ林ではタブノキとともに優占種となっている。サクノキはよく発達した照葉樹林に混生するとともに、伐採跡地や崩壊地にも個体数が多く、その生態には興味深いものがある。マツバランは稲根神社（標高410m）のスダジイ林で記録されたのみであった。アツイタとガンゼキランは標高500m前後の部分に特徴的にみられたが、個体数は少ない。この標高域は低標高域のスダジイ林と高標高域の風衝低木林との移行帯に相当し、クロバイやキジノオシダ類の出現が顕著である。ヒメトケンランも本島ではそれほど稀な種ではなく、低標高域では尾根筋の照葉樹林に、高標高域では高木林から低木林、ササ草原までの多様な環境に生育し、垂直分布の幅が広い。ヒロハアツイタは標高550m以上の雲霧帯に比較的多くみられ、特に風背側のスダジイやヤマグルマ、ツゲ、ヒサカキ等を主体とする低木林に着生する例が多い。ハコネコメツツジは山頂付近のササ草原や岩角地に多いが、一部の岩角地では標高約600m付近まで下降している。そして、なだらかな山容をもつ御山周辺には少なく、急峻な山容をもつ長滝山周辺に多い傾向がある。イヌセンブリは御山山頂付近の低小ササ草原に特徴的であるが、一部は登山道沿いに標

高600m付近まで下降している。以上のようなＲＤＢ指定種のほかにも、ミクラジマトウヒレンやハチジョウコゴメグサなどの固有種、コイワザクラ、ヤクシマアカシュスラン、ヒメフタバランなどの稀少種、ヒメイワカガミ、オオハシゴシダなどの伊豆諸島新産種の生育を確認することができた。

4．温帯フロラの分布調査

温帯フロラに関しても、基本的には貴重種と同じ調査方法を用いた。御蔵島の温帯フロラは生育地の立地特性から次の３群に分類できる。第１群はシマキンレイカ、ハコネコメツツジ、シマノガリヤス、ショウジョウスゲ、マイヅルソウなどの種群で、いずれも山頂付近に発達するミヤマクマザサの低小草地を主な生育地としている。このうちシマキンレイカ、シマノガリヤス、ハコネコメツツジの３種は岩角地にも分布の中心があり、ショウジョウスゲやマイヅルソウは周囲の風衝低木林やミクラザサ群落内にも多く生育する。ミクラジマトウヒレンやフクオウソウは観察個体数が少ないため、本来の生育立地を特定できなかったが、この第１群に近い温帯要素であると考えられる。第２群はアオダモ、クロモジ、オオモミジ、オオカメノキ、ゴトウヅルなどの樹木類で、標高約600m以上に成立する風衝低木林を主な生育地としている。このうちアオダモ、クロモジ、ゴトウヅルの３種が最も普通で、オオモミジやオオカメノキは個体数が少ない上に、やや林縁的な部分に生育する傾向が認められる。またツル植物ではイワガラミやツタウルシもみられるが、個体数は多くない。これらの温帯性樹木は、本土では一部を除いてすべて冷温帯林（主としてブナ林）の要素である。また、この風衝低木林には低木状のオオシマザクラが多数生育している。本種は御蔵島では二次林域や一部の海蝕崖にも生育するが、その分布の中心は上部の風衝低木林域にある。このような傾向は次に述べるニオイウツギやオオバヤシャブシにもあてはまり、一般に二次林構成種と考えられているこれらの伊豆諸島（準）固有種が、本来は温帯フロラの一員であった可能性を示唆するものと思われる。第３群はシマヤマブキショウマ、ニオイウツギ、シマコゴメウツギ、ヘビノネゴザ、ハクモウイノデなどの種群で、長滝山頂付近に発達するオオバヤシャブシ低木林を主な生育地としている。このオオバヤシャブシ低木林は、やや脆い玄武岩質の基岩が露出する急斜面に成立しほとんど夏緑性の種からなる特異な群落を形成している。しかも本群落には、上述の種のほかにアシタバ、ハチジョウアザミ、ガクアジサイ、シマノガリヤス、イズノシマダイモンジソウ、ハチジョウショウマなどの伊豆諸島固有（変）種を多産するのが特徴である。さらにここのオオバヤシャブシは、葉や果実、種子の翼の形などが、本島の低標高域や他島に産するものと異なっている。これについては今後さらに詳しい調査を行い、伊豆諸島の二次林フロラの起源とも関連づけて考察を進める予定である。このオオバヤシャブシ低木林に隣接する露岩地には、ヤマハハコやヒメイワカガミ、ハチジョウコゴメグサなどが生育している。これらの種は上述のものとは別の一群をなすものと考えられるが、調査例が少ないため立地の詳細についてはさらに資料を集めた上で検討したい。なお、ヤマハハコとハチジョウコゴメグサは、長滝山付近の新しい林道法面にも進出し、分布域を拡大している傾向が認められる。このような温帯フロラの人為的裸地への進出は、人為による原生自然域生態系の攪乱過程を示す貴重な例であり、今後も追跡調査を続けていく予定である。

5．オオミズナギドリの営巣が植生に与える影響に関する調査

オオミズナギドリの営巣状況を調査した。調査は植生調査と同時に調査区内の巣穴の数をカウントし、島内での巣穴の分布密度を把握した。オオミズナギドリの巣穴は海岸近くから標高約550mまで連続的に見られ、また、スダジイ林、

ヤマグルマ林、マサキートベラ低木林、ハチジョウススキ草原、ヒゲスゲ群落など様々な植生タイプに見られた。確認された巣穴の中では長滝山から御代ヶ池に至る登山道沿いの標高720mのヤマグルマ林で確認された巣穴が最も高い位置にみられるものであった。但し、ここで確認された巣穴は今年は使用されていなかった。また、このルート沿いの標高780m地点ではオオミズナギドリの卵殻が見つかったので、この付近まで営巣してい

る可能性がある。巣穴密度には調査区によってばらつきがあるが、スダジイ自然林で巣穴密度が高い傾向がある。また、巣穴密度は標高が高くなるにつれて低下している。最大の巣穴密度は南郷の標高200m地点のスダジイ自然林で0.46個／㎡であった。

オオミズナギドリは標高200mから350mまでのスダジイ自然林に高密度に巣穴を作っており、この高度範囲のスダジイ自然林に対して最も大きなインパクトを与えていることがわかった。

Summary

In Mikura-jima island, one of the Izu islands, natural vegetation dominated by *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* still exists in a extensive amount. To obtain the fundamental data for the ecological management of vegetation, various data such as stand structure, vertical distribution of vegetation, distributions of rare and cool temperate flora, burrows density of streaked shearwater (*Calonectris leucomelas*) and climatological data were collected in 1993-1994. The vegetation below 500m a.s.l. is the *Castanopsis* forest, and above 500m is the mixed shrub of *Buxus microphylla* var. *japonica* and *Trochodendron aralioides* etc. We found ten RDB listed species, *Elaphoglossum yoshinagae*, *Calanthe izuinsularis* etc. Kira's warmth index in the top of th island was 86.1 degree-month. The burrows density of streaked shearwater was high in the *Castanopsis* forest between 200m - 350m a.s.l.

第4期プロ・ナトゥーラ・ファンド助成成果報告書（1995）

サンゴ礁干潟の環境変化と保全

サンゴ礁環境研究グループ

山内秀夫[1)]・長谷川均[2)]・目崎茂和[3)]・前門　晃[4)]・藤本　潔[5)]

Study of Environmental Changes and Conservation of Coral Tideland

Hideo Yamanouchi[1)], Hitoshi Hasegawa[2)], Shigekazu Mezaki[3)]
Akira Maekado[4)], Kiyoshi Fujimoto[5)]

本報告は、サンゴ礁干潟が形成されている石垣島の2地区（名蔵、宮良）で実施した地形、表層堆積物、マングローブ林形成、水質などに関するものである。

名蔵地区では、アンパル周辺でボーリングを行い試料分析や年代測定を実施した。その結果、マングローブ林の形成は、過去2000年間に海水準変動の影響を受けながら海側に移動したことが明らかになった。また、現在のアンパルの堆積物には、流入河川の影響が認められた。

宮良地区では、干潟の表層堆積物の調査を行い粒度組成などを測定した。その結果、宮良川河口付近の東側や磯辺川河口の前面で細粒の堆積物が多く、このことは底質の汚濁度からも確認された。また、宮良川河口付近のマングローブ林についても調査した結果、流入土砂の堆積と樹種との対応が認められた。

保全に関しては、名蔵アンパルでは今後の流入土砂による環境の変化が懸念され、宮良湾では赤土の流入が極めて深刻な事態を招いており早急な防止対策が必要である。

1．名蔵川河口域におけるマングローブ林の形成過程

名蔵川河口域には、サンゴ礁の礁原上に発達した砂州によって境された干潟化したラグーン内に、約54haのマングローブ林が存在する。空中写真判読によれば、マングローブ林背後の沖積低地上にも、同様に南側から2列の旧砂州が伸びていることが認められる（図1）。このうち内陸側のものは、浦田原排水路付近まで、約1.5kmにわたって明瞭な微高地として追跡できる。本報告では、これらの砂州を内陸側のものから、砂州Ⅰ、砂州Ⅱ、砂州Ⅲと呼ぶことにする。

このラグーン内に存在するマングローブ林は、これら砂州列の形成とも関連し、後期完新世の

1) 群馬大学
Gunma University
2) 国士舘大学
Kokushikan University
3) 三重大学
Mie University
4) 琉球大学
University of the Ryukyus
5) 森林総合研究所
Forestry & Forest Products Reseaech Institute

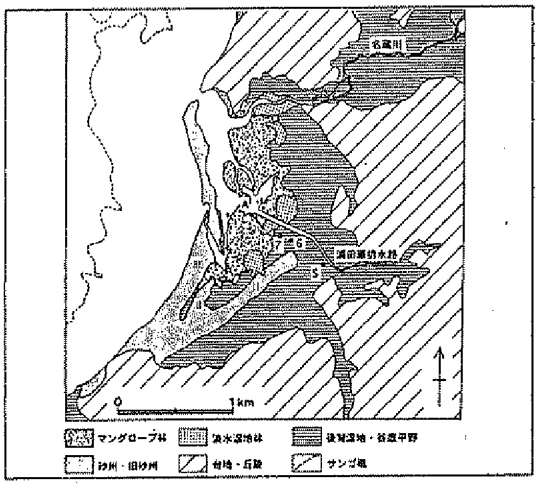


図1　名蔵川沖積低地の地形とマングローブ林の分布

相対的海水準変動や集水域からの土砂流入に大きく影響されながら現在まで発達してきたものと考えられる。そこで、マングローブ林の形成過程を沖積低地の発達過程と関連させながら考察するために、マングローブ林の海側林縁部から林内へ向かう200mの測線沿いにボーリング調査および植生観察を行うと共に、マングローブ林背後の淡水湿地上の3地点でもボーリング調査を行い、堆積物の観察と^{14}C年代測定試料の採取を行った。

林内のボーリングには、ヒラー型サンプラーを、林外におけるボーリングには、軽量エンジン付きの北見土質製簡易ボーリング機（内径6cm）を用いた。年代測定試料は計4点採取し、現時点で3点の計測結果が得られた。

調査結果および年代測定結果は以下の通りである。

①現在のマングローブ林域における堆積構造と植生配列

林内におけるボーリング調査と植生観察は、浦田原排水路の放水口のやや南側を起点とする約200mの測線沿いに行った。その結果を図2に示す。

植生は、起点から10mまでが樹高2m以下（周辺には所々に最大樹高3mに達する群集が島状に存在する）のヤエヤマヒルギ(*Rhizophora stylosa*)の疎林、10m地点から60m地点までが樹高2.5m前後のものが密生するヤエヤマヒルギの純林、60m地点から100m地点の間が樹高2～3mのものが密生するオヒルギ(*Bruguiera gymnorrhiza*) の純林、100m地点から140m地点の間が比較的立木密度が低い樹高3m前後のオヒルギの純林、140m地点から160m地点の間は樹高3m前後のオヒルギとヒルギモドキ（*Lumnitzera racemosa*）の混交林となる。160m地点から200m地点の間には、高さ1m程度、直径2m前後のアナジャコの塚が存在し、塚上には非マングローブ植物が、塚と塚の間の凹地

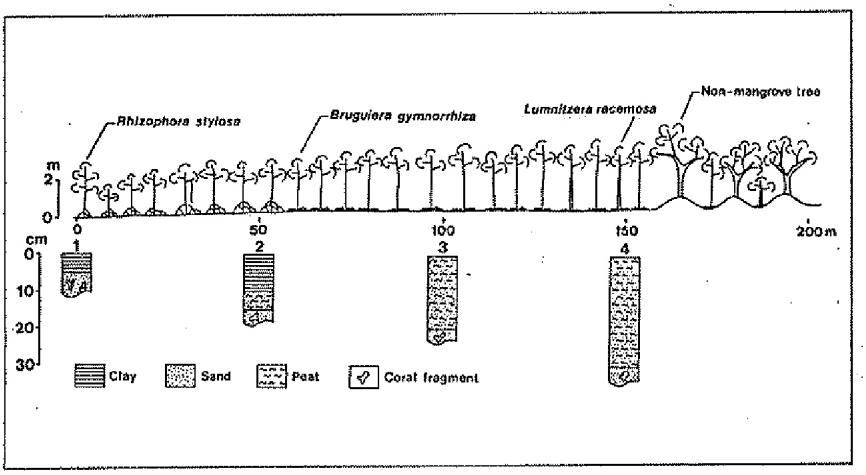


図2　測線Aの植生と地質柱状図

にはオヒルギまたはヒルギダマシが生育する。

ボーリングは50mおきに4地点で行った。地点1はサンゴ礫を含む海成砂層を厚さ5cm程の明黄褐色の粘土層が覆う。地点2も表層10cmは明黄褐色の粘土層が堆積し、その下位には厚さ5cmの泥炭質砂層、さらにその下位にはサンゴ礫混じり砂層が堆積する。

調査を行った前日（1994年6月19日）には、降り始めからの総雨量が多いところで400mmを越える集中豪雨があり、大量の土砂が河川から流出した。地点1および地点2の粘土層は、この様な集中豪雨時に運搬されてきたものが根茎によって捕捉され堆積したものと考えられる。特に地点1の粘土層は明らかに圧密を受けていないことから、そのほとんどは前日の出水に伴い堆積したものである可能性が高い。

地点2から地点3にかけては、徐々に表層の粘土層は薄くなり、地点3付近にはその堆積は認められない。地点3はサンゴ礫混じり砂層を覆い、厚さ20cmの泥炭混じり砂質ロームが堆積する。地点4も同様の堆積構造がみられるが、泥炭混じり砂質ロームの層厚は30cmとやや厚くなる。

②マングローブ林背後の湿地における堆積物と^{14}C年代

マングローブ林背後の湿地におけるボーリング柱状図は図3に示した通りである。以下その結果について記載する。

地点5：砂州Iより200m程内陸側の浦田原排水路左岸に位置する。昨年度のボーリング地点27とほぼ同地点である。昨年度の掘削ではマングローブ環境での堆積物は確認できなかったが、今回はさらに詳細な層相観察を行うことにより、マングローブ起源の有機物含有層を見いだすことを目的に再度ボーリングを試み、深さ193cmまでのコアを採取した。

層相は、深度0～49cmが黄褐色の礫混じりシルトロームで表層部は攪乱を受けた耕作土、49～53cmは褐色のローム、53～68cmが褐色～黄褐色の砂、68～76cmが下部に炭化物を混入する黄褐色ローム、76～78cmが有機物混じりの黒色粘土、78～95cmが黒色の有機物混じりローム、95～143cmが有機物をやや含む暗灰色の砂（102～112cmは採取できず）、143～193cmは貝殻やサンゴ礫を含む砂質粘土ロームで、マングローブ起源の有機物（細根等）を伴う。

この地点にマングローブ林が存在した時期を推定するために、深度143～160cmから採取した有機物混じり砂質粘土ロームを年代測定したところ1920±100 yrs BP（I-17858）という年代値

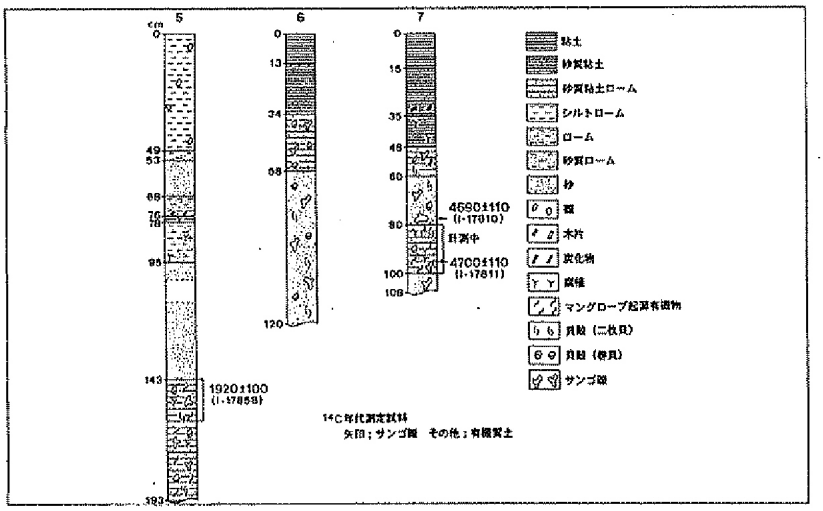


図3　マングローブ林背後の湿地における地質柱状図

が得られた。

地点６：砂州Ｉのやや海側、浦田原排水路左岸の牧草地内に位置する。昨年度のボーリング地点25に近接する地点である。ここでは深度120cmまで掘削した。

層相は、深度０～13cmが褐色の粘土、13～34cmが黒色の砂質粘土、34～58cmが貝殻やサンゴ礫を伴う砂質粘土ローム、58～120cmが貝殻やサンゴ礫を含む砂となっている。ここではマングローブ起源の有機物は認められなかった。

地点７：本地点は、地点６より100m程海側の、マングローブ林背後の淡水湿地上に位置する。ここでは深度108cmまで掘削を行った。

層相は、０～15cmが褐色の粘土、15～35cmが炭化物を混入する砂質粘土、35～48cmがやや有機物を混入する暗褐色の砂質粘土ローム、48～60cmが木片や炭化物を混入し、貝殻やサンゴ礫を伴う青灰色の砂質粘土ローム、60～80cmがサンゴ礫や貝殻を含む青灰色の砂、80～100cmが貝殻やサンゴ礫を含むオリーブ黒色の砂質粘土ロームで、マングローブ起源の有機物が認められる。100～108cmはサンゴ礫を伴う明青灰色の砂である。

ここでは、深度75～80cmから採取したサンゴ礫から4690±110 yrs BP（I-17810）、深度95cmから採取したサンゴ礫から4700±110 yrs BP（I-17811）という年代値が得られた。

２．名蔵川沖積低地とマングローブ林の形成過程

地点５のボーリング調査により、砂州Ｉ背後の湿地でもマングローブ起源の有機物の存在が確認できた。また、同地点のマングローブ有機物を含む堆積物から得られた年代値から、1900 yrs BP頃までは砂州Ｉ背後のラグーンにマングローブ林が存在していたと考えられる。当時、砂州Ｉの前面にはマングローブ林は存在せず、サンゴ礁の礁原が広がっていたであろう。この頃に相対的な海面低下が起こったために、砂州Ｉが取り残され、その背後のマングローブ林も離水したものと考えられる。砂州Ｉ背後にマングローブ林が形成され始めた時期を推定する資料は今のところ得られていない。

その後、海側に新たな砂州が形成されると共に、砂州Ｉの海側にマングローブ林が形成されていったと考えられる。

地点７では、サンゴ礫から、約4700 yrs BPを示す２つの^{14}C年代値が得られた。これらは内陸側の地点５から得られたマングローブ堆積物の年代値より明らかに古い値を示しており、これらを試料が得られた層準の堆積年代とすると明らかに矛盾が生じる。

ここで図２をみると、マングローブ林の内陸域には、アナジャコの塚が存在することがわかる。これらが分布する場所の地表面にはアナジャコが塚を造る過程で地下から運び出してきたと考えられるサンゴ礫や貝殻を多数見ることができる。すなわち、これらマングローブ堆積物中のサンゴ礫や貝殻は、現地性のものではなく、アナジャコ等の生物活動によって下位の堆積物中からもたらされた二次堆積物である可能性が高い。現在AMS法で年代測定中のサンプルも、同様の理由から下位の堆積物を混入していると考えられるが、マングローブ環境堆積層（深度80～100cm）の下位に存在する砂層は有機物を混入していないことから、古い有機物の二次的な混入の可能性は低く、AMS法による年代測定結果が得られれば、地点７付近のマングローブ林が離水した時期を推定することが可能となる。その時期は、地点５の年代測定結果から、1900 yrs BPより新しい時代であることは明らかである。

砂州Ⅱは砂州Ｉや砂州Ⅲに比べ明らかに長さが短い。これは、海岸線の位置が安定していた期間が比較的短かったことを意味する。地点７付近のマングローブ林が離水した時期と砂州Ⅱが離水した時期とは、同時期である可能性がある。すなわち、1900 yrs BP以降のある時期に相対的な海面低下が起こり、砂州Ｉの前面に形成され始めていたマングローブ林と砂州Ⅱが同

時に離水した可能性が指摘できる。

その後、砂州Ⅲの形成が始まり、一方マングローブ林も現在の位置に成立し始めた。ボーリング柱状図からもわかるように、現在のマングローブ林域におけるマングローブ有機物含有層は内陸側の厚いところでも30cm程度であり、比較的薄いことがわかる。石垣島に隣接する西表島の浦内川河口部のマングローブ林では、厚いところで50cm程の泥炭質堆積物が堆積しており、その下部から約260 yrs BPの年代値が得られていることから（藤本ほか、1993）、石垣島においても現在のマングローブ林は、200～300 yrs BP以降に成立した比較的新しい森林であると考えられる。

以上のように、この地域のマングローブ林は、過去2000年間に相対的な海水準変動の影響を被りながら、その成立場所を徐々に海側に移動させ、現在に至っていることが明らかになった。

さらに近年は集水域からの土砂の流入が顕著で、測線Ａの地点１や地点２で認められたように、マングローブ林の前縁部に顕著な粘土層の堆積が認められ、それと共にマングローブ林が海側へ進出していっていることがわかる。

３．名蔵湾干潟の現成堆積物の調査結果

名蔵湾における調査地点を図４に示す。

①　堆積物の中央粒径

表層堆積物の中央粒径（Ｍφ）は、図５に示す。アンパルでは名蔵川の流入地点から北寄りに湾口に向かい名蔵大橋の南部にかけて、より粗粒の卓越地区が拡がっているが、アンパル南部の湾奥中央部では1.0φよりも細粒が占めているところが多い。また、東側の流入小河川の出口と西側の砂州の一部ではやや粗粒となっている。外干潟では、北東側の汀線付近に細粒の地点と粗粒の地点とが近接してみられるが、全体として北西方の沖側へと細粒の地区が拡がっている。第２層では地域差がより明瞭となり、アンパルで名蔵川流入地点に粗粒が認められるものの、ほかの大部分の地点では細粒が多く大部分1.0φよりも細粒である（図６）。とくに湾奥の東側の流入小河川の出口では1.5φより

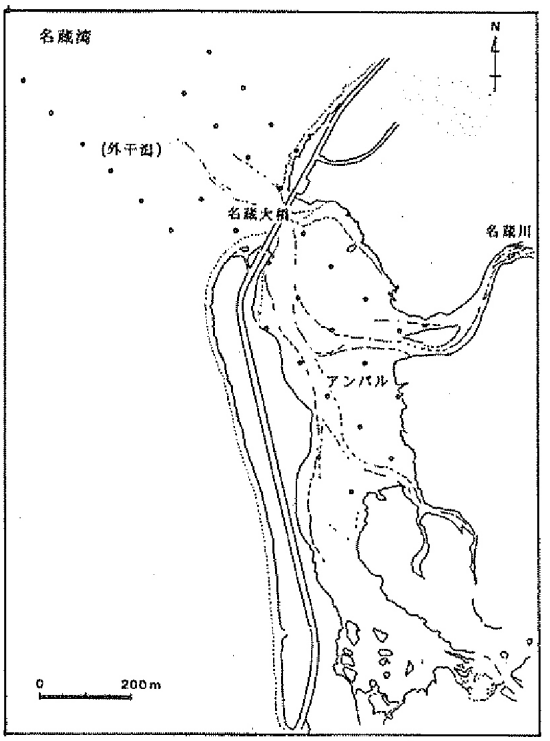


図４　名蔵湾における調査地点

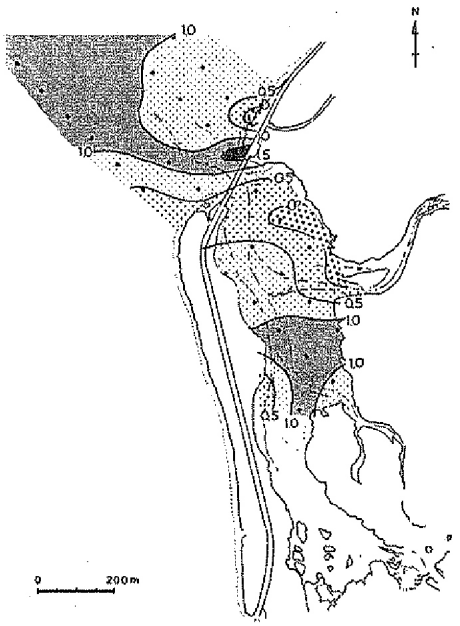


図５　堆積物の中央粒径（表層）

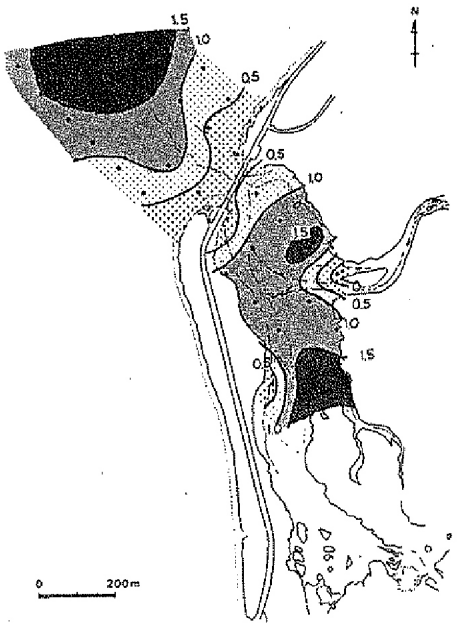


図6　堆積物の中央粒径（第2層）

細粒に富んでいて、表層とは異なっている。しかし湾奥の砂州に近い西側では、表層と同様に0.5φと粗粒になり、さらに名蔵大橋をはさむ一帯も0.5φ前後の粗粒を示している。この付近は波浪の影響を受けやすいためであろう。外干潟も沖寄りに移るにつれ細粒が卓越し1.0～1.5φの地域が拡がっている。これらのうち細粒の部分は黒灰色の泥炭質のところが多くなっていた。

② 堆積物の分級度

分級度（σφ）については、表層で分級が良いのは名蔵大橋北部から外干潟にかけて汀線付近で0.5φ以内であった（図7）。アンパルの中は全体的にみて分級があまり良くなく、とくに湾奥部では粒度組成にばらつきが多く、1.5φ以上の地点もみられる。一般に、第2層の分級も表層と類似した分布傾向を示し（図8）、アンパルの湾奥中央部で2.0φととくに分級が悪い地点もあるほか、名蔵川流入地点付近でも表層に比べ分級が悪く、名蔵川と湾奥に流入している小河川によりアンパル内の水流の流れ方に地域差が生じていることが推測される。また、外干潟での第2層は概して分級は良く、表層も第2層も1.0φ以内のところが多かった。

広くサンプリングをおこなって得た試料のうち、とくに3φ以下の細粒分について、その組成を判別するため、示差熱分析を応用した分析

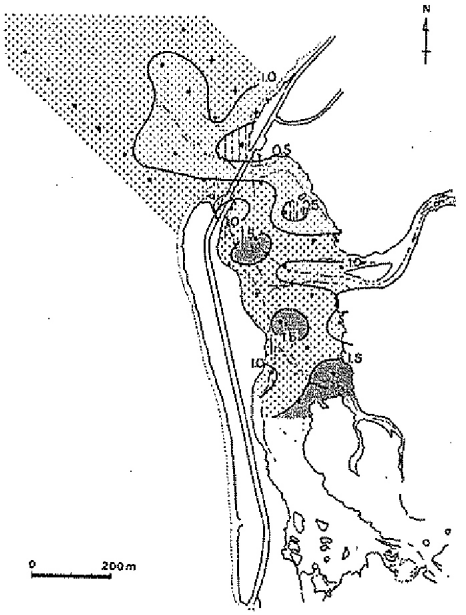


図7　堆積物の分級度（表層）

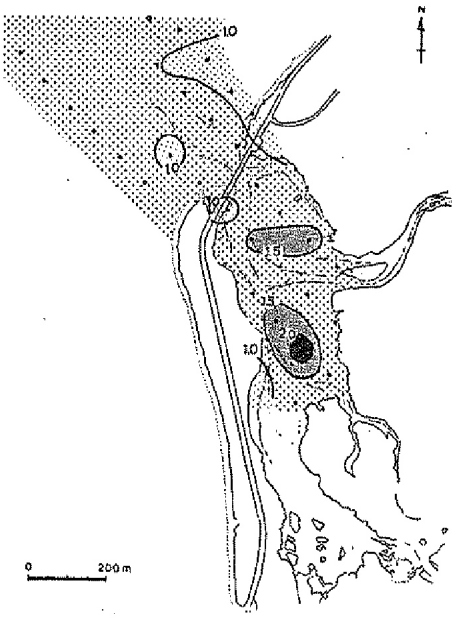


図8　堆積物の分級度（第2層）

を行なった。サンプルを表層と多くの地点で明瞭に異なるその下の第２層とに分け、それぞれについて２ｇ程度を対象に電気炉で加熱した。まず、600℃までの減量の大部分は有機物の燃焼によるものとみなした。さらに、それから900℃までの減量の多くは石灰分が、そして残量は非石灰質の造岩鉱物によって占められるものと考えた。このような観点から減量率を求めて考察した。

③　堆積物中の有機物

表層の有機物（図９）についてみると、全体としてアンパル中央部では２～３％と少ないが、周辺部には多く、とくに湾奥部に５～６％のところが見られこれらの地点には有機物の集積が生じていると考えられる。外干潟では北東側と沖寄りでは多いが、概して西側には少なく、非対称性が認められる。第２層の有機物（図10）についてはアンパル中央部で３～５％と相対的に少ないのに対し、名蔵川の流入部と湾奥から西側の砂州にかけてとくに多く、この付近では粒度組成は粗粒が多いが、３φ以下の細粒分には有機物が他よりも多くなっている。外干潟では北東側と西側の沖寄りにとくに多くて、表層と類似した傾向を示している。

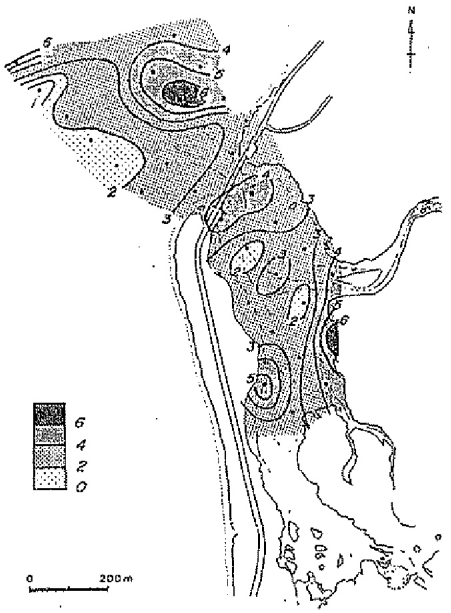


図９　有機物の含有率（表層）

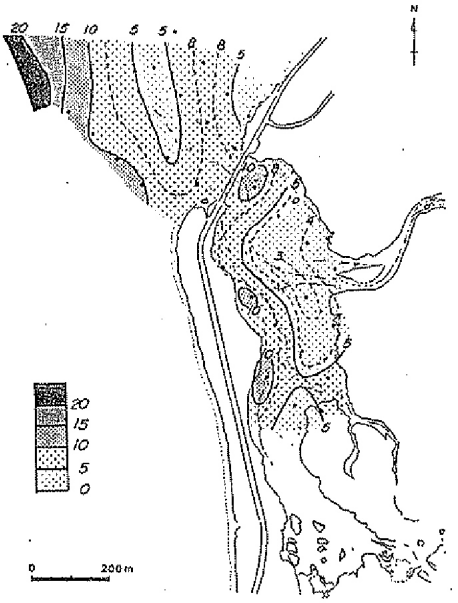


図10　有機物の含有率（第２層）

④　堆積物中の石灰分

表層の石灰分（図11）はアンパルの西側に多く、東側には少ない。西側はおそらく海成砂が主体をなしている砂州の影響や、アンパル内の古いreef rockの存在も関連し、東側には河川からの石灰質でない岩石に由来した土砂供給が多いためと考えられる。外干潟についても中央部に少ないのは、アンパルから沖へ向う流れがあることと関連しているとみられる。そして、西側の沖寄りには20％以上と極端に多くなるが、これはこの付近からreef rockが多くなるためであろう。第２層の石灰分（図12）も表層の場合と同様アンパル中央部で少なく、砂州に近い西側に多くなっている。また、外干潟では中央部が少ないが、それを囲むように流心部から離れたところほど多くなっており、とくに名蔵大橋北の汀線付近や西の沖寄りでは15％以上に達していた。

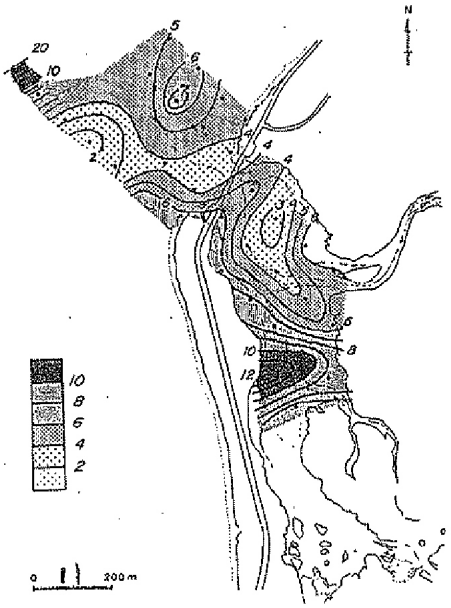


図11　石灰分の含有率（表層）

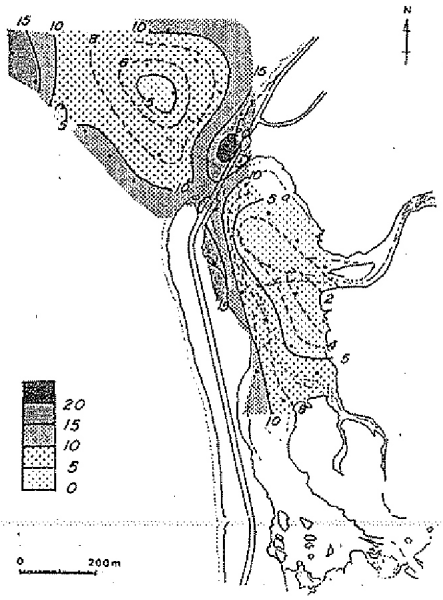


図12　石灰分の含有率（第２層）

⑤　堆積物中の残留分

つぎに、残留分について検討する。

表層の残留分（図13）は、全体として70％以上を占めているが、とくに名蔵川の流入と大橋付近を除いて外干潟にも連続性が認められ、ここに有機物の運搬経路が推定できるようである。

第２層の残留分（図14）は、やはり名蔵川からの流入が明瞭であるが、外干潟ではあまり連続性がなく、むしろ沖側では海岸線に平行する分布を示している。

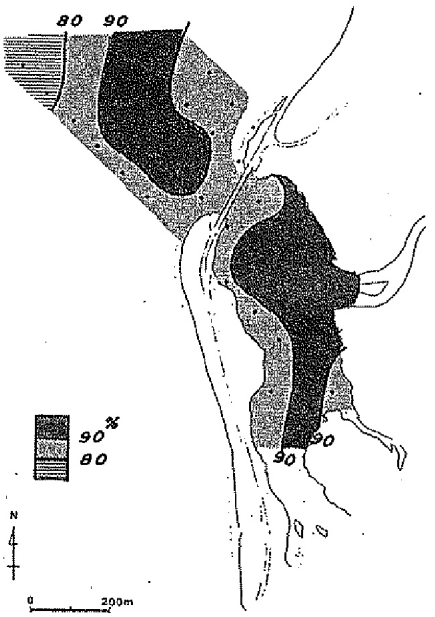


図13　残留分の含有率（表層）

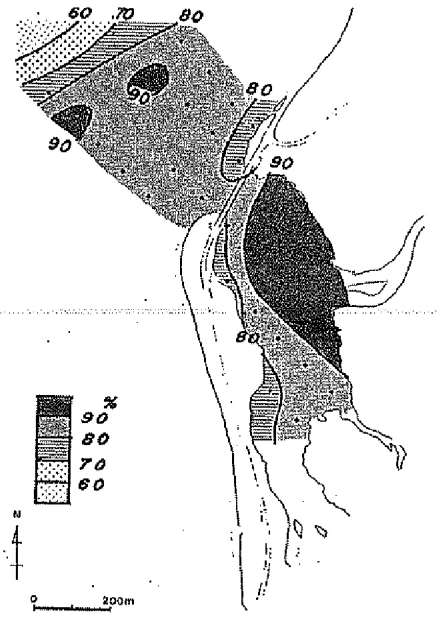


図14　残留分の含有率（第２層）

4．宮良湾干潟における現成堆積物の調査結果

宮良湾には、石垣島のほかの海岸と同じようにサンゴ礁が発達する。宮良川河口東の海域のサンゴ礁は礁原が海岸に接続するサンゴ礁であり、海岸から沖側は1000m付近まで礁原が広がる。宮良川河口から西の海域は海岸側に礁池、沖側には礁原が発達する。サンゴ礁原の沖側は礁斜面となり、急に深くなる。宮良川と磯辺川の河口から沖側はサンゴ礁の発達がとぎれており、深い海が河口近くまでのびている。

宮良湾の海岸近くには、多数のリーフブロックがみられ、これらは過去の大きな津波によってサンゴ礁原に打ち上げられたものである。リーフブロックは宮良川の河口西側の海岸から大浜にかけての海岸に多くみられる。大浜付近のリーフブロックのサンゴ化石年代は、210±75 yrs BPを示し（加藤・本村、1983）、1771年の明和津波によって運ばれたものであると推定されている。宮良湾は、海域・陸域で生産された土砂が堆積しやすい環境であるといえる。

宮良湾においては、1994年6月20～23日の干潮時に、干潟の表層堆積物を採集して分析を行なった。対象とした地域はほぼ湾内全域の汀線から300～400mまでの範囲で、とくに宮良川の河口付近と磯辺川の河口付近とでは100m間隔に調査地点を設定したが、両者の中間では間隔を20mにとったところもある。

宮良湾における調査地点を図15に示す。

①　堆積物の粒度

河口付近を中心に粗粒が多く、とくに磯辺川にその傾向が顕著といえる（図16）。宮良川については、河口正面の沖寄り200～300m付近の両側で中央粒径が0φほどの粗粒となっており、そこから東西に離れるにつれて広く赤色土が表面を覆っていて、河川から排出する水の流速の減少との関連が考えられる。また、細粒分が多い地点は宮良湾全体の東端と西端とにとくに目立っており、どちらも堆積環境として水流の流心から側方にあって静穏域に当たっているため

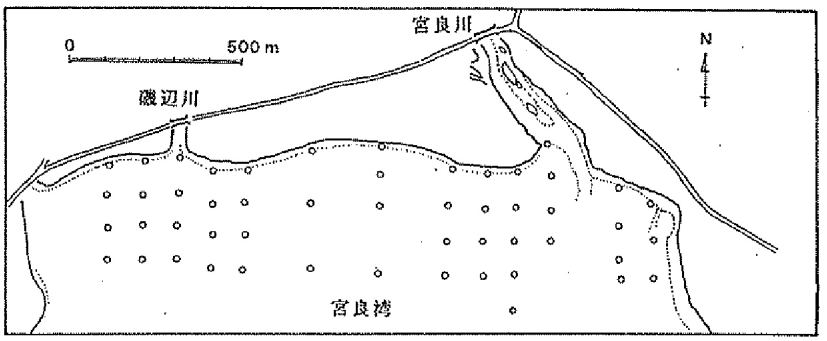


図15　宮良湾における調査地点

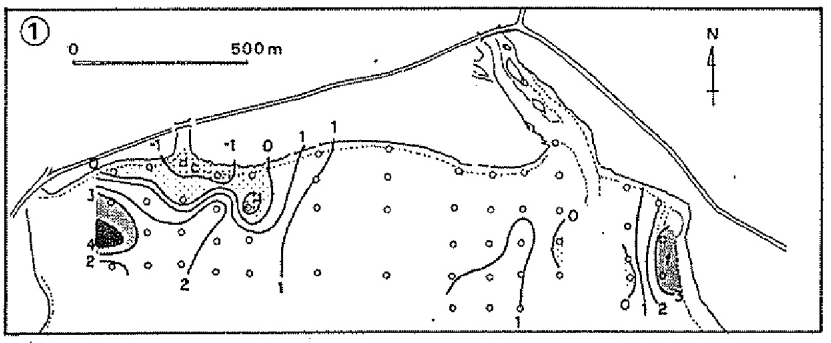


図16　堆積物の中央粒径

と考えられる。磯辺川河口付近を注目すると、河口を中心に東側では100m沖まで1～－1φの粗粒のものが多く堆積し、西側では200m沖側に3φより細粒のものが堆積している。これらの細粒物は赤色土であり、サンゴ礁原を1～2㎝の厚さで覆って堆積しているが、これらは海域で生産されたものではなく、磯辺川の流域から生産され流出したものである。従って、磯辺川が運搬した土砂のうち粗粒分は河口からやや東に、細粒分は西側の沖寄りに偏って堆積していることが分かる。

② 堆積物の分級度

堆積物の分級のよいところは細粒分が多い地点にほぼ相当し、反対に粗粒分が多い地点では分級が悪くなっている（図17）。とりわけ磯辺川河口付近の岸寄りでは分級が悪く粒度の不揃いな堆積物からなっている。海岸近くでは分級度が2～3φとなっているが、沖側に向かうにつれて分級がよくなり1φとなる。また河口西の細粒物も1φと分級がよい。一方、宮良川河方の200m沖側で表面に薄く堆積する赤色土口付近一帯でも分級度が1φ以下となっているところが多い。

③ 堆積物の透視度

堆積物をシリンダーに投入し透視度計を用いて測定してみた結果であるため、各地点における水の濁度そのものではないが、堆積物の一特性としてその地域的差異を見ることにした（図18)。宮良川河口前方の河川水流出部付近では透視度はむしろ良好となっており、前日の豪雨の後にもかかわらず、引き潮のためか水の濁りの原因となる細粒分は側方の流れの弱い地点に拡散しているためと思われる。一方、磯辺川河口付近一帯は多くの地点で5㎝以下と透視度は非常に低く悪かった。磯辺川河口の東西の海岸近くでは、20㎝以上の透視度のところもあるが、河口から沖側、とくに西側の赤色土の細粒物が堆積しているところでは透視度は5㎝以下となっ

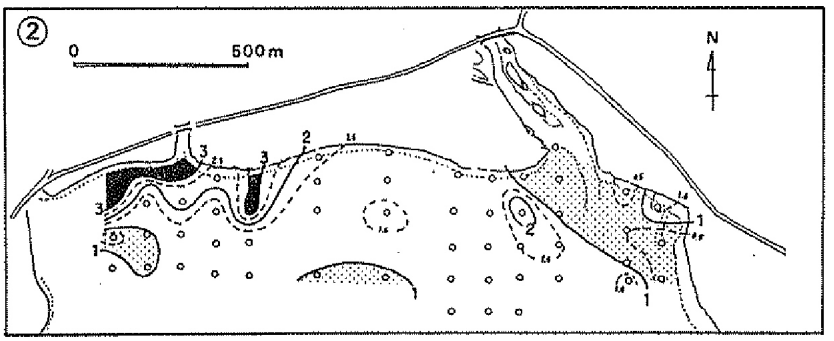


図17　堆積物の分級度

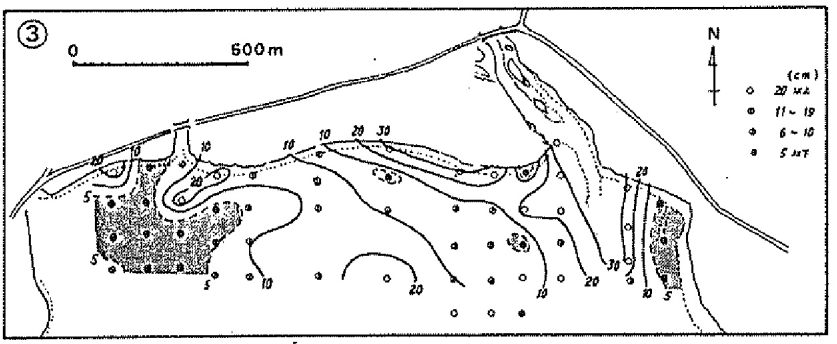


図18　堆積物の懸濁度

ており、磯辺川が運搬した土砂のうち細粒分が海岸から離れた沖側に堆積しているためである。

④　堆積物の酸化と還元

堆積物中の酸化・還元の程度を手がかりにして堆積環境の差を推定するため、ＯＲＰメータによって試料を測定した（図19）。相対的にみて、還元傾向が強いと思われる300ｍＶ以下の地点は河口付近や細粒分の多い地点においてみられる。反面、400ｍＶ以上で酸化傾向のある地点は５箇所に点在していたが、とくにはっきりした分布傾向をつかむには至らなかった。

⑤　堆積物中の有機物

試料のうちから３φ以下の細粒分を対象に、600℃の加熱による有機物の燃焼を考えて重量減少率を求めてみた結果、堆積物中の有機物含有率の分布には４％から12％の地域差がみられることが確認された（図20）。とくに減少率が高かったのは、宮良川河口南西約200ｍ沖と400ｍ沖付近であって、10％以上となっていた。また、磯辺川河口の沖約300ｍ付近でも10％以上の高い地点があった。これに対して、逆に低いところは６％以下のところを注目すると、河口の前面にみられ宮良川では河口出口と河口沖約200～300ｍのところで５％弱の地点が２ヶ所にあり、磯辺川でも100ｍ沖に５％ほどの地点があった。また、宮良湾中央部の汀線付近や宮良湾北東隅に当たる地点でも局地的に低くなっていて、これらは汀線付近の波の影響が考えられる。

有機物の含有率は河口付近に多く含まれるかと予想したが、むしろこれら細粒物質の多くは河口正面には堆積しにくく、より沖方へそして側方へと拡散してから沈積するように思われる。宮良川河口からは東側にも拡がっており、また西側の約200ｍ付近にも多く、ここからさらに西方へも拡がっている。他方、磯辺川付近では河口から続く含有率の高い地帯とは別に、沖側から宮良湾の北西隅に向かう含有率の高い地区が

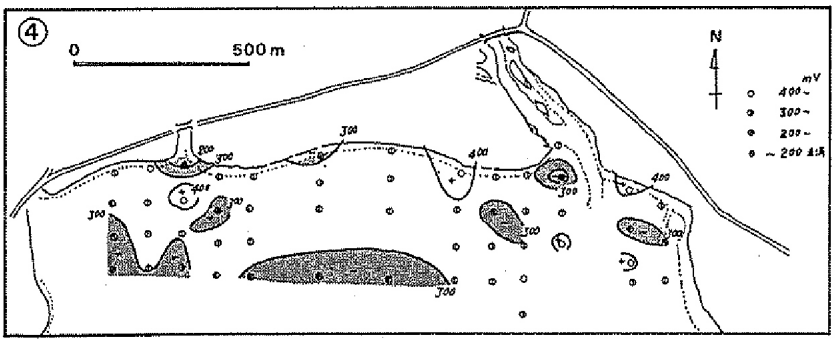


図19　堆積物の酸化・還元

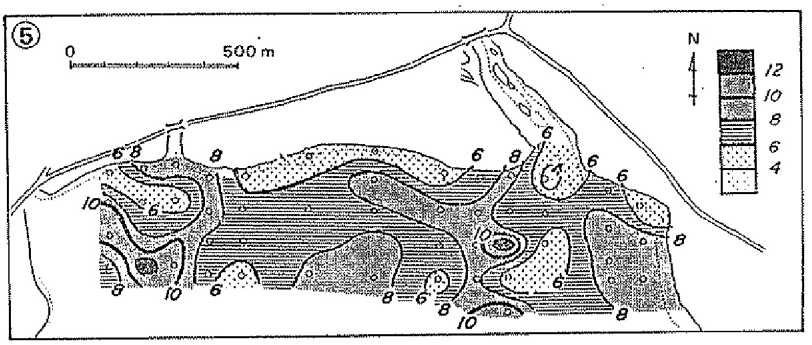


図20　有機物の含有率

認められるが、ここは赤色土の堆積の目立つ地区にほぼ一致しており、湾の地形と波や流れとの関係から複雑な分布が生じているものと思われる。

⑥　堆積物中の石灰分

つぎに、900℃での減少率は石灰質によるものとみなし含有率の分布をみるとこれについても地点間の差が大きく、多いところでは30％以上、少ないところで５％以下となっていた（図21）。概して、宮良川と磯辺川の間の地域に高く、20～30％を占める地点が多い。これらの地域では礁池にあたる海底にはほとんど死滅したサンゴが存在しており、それらに由来するものが多く含まれる結果とみることができる。これに対して、宮良川河口および磯辺川河口の沖寄りでは10％以下と少ないところが目立っているが、これらの地点はいずれも有機物の多かった地点に相当しており、やはり河川からの流入物質が湾の地形や波および流れに関連してこのような分布パターンを現しているものと考えられる。

⑦　堆積物中の造岩鉱物

900℃の燃焼での残留物は、有機物と石灰質を除いたおもに造岩鉱物など岩石質のものから成ると推定される。その分布をみると、極めて明瞭なことは宮良湾の中央部すなわち両河川の河口間の地域が70％以下と相対的にみて少ないことで、逆に東の宮良川河口付近と西の磯辺川の河口付近では70～90％以上と多いことが分かる（図22）。このことは河川からの供給物質の卓越分布域がやはり河口前面を中心に現われていることを示すものといえよう。

5．名蔵アンパル干潟付近の水についての調査

図23に水質調査を行なった地点の位置を示す。

これらの地点で、横河電機パーソナルpHメータ（pH82）・東亜電波工業ＣＭ－１Ｋ携帯用電導度計・アタゴ海水濃度屈折計・東邦計測ＴＫ－105ＤＨ電気流速計などを使用し、水温と

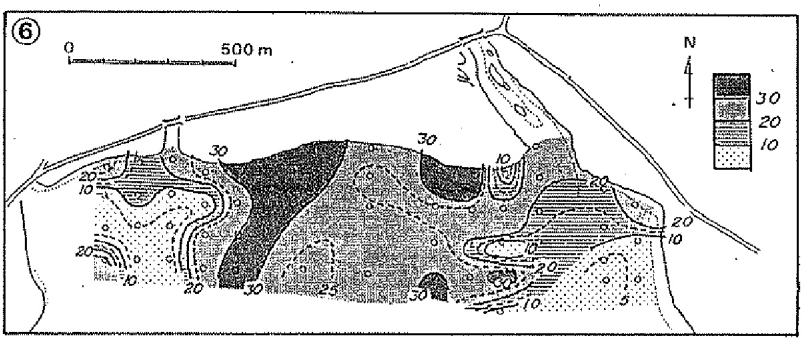


図21　石灰分の含有率

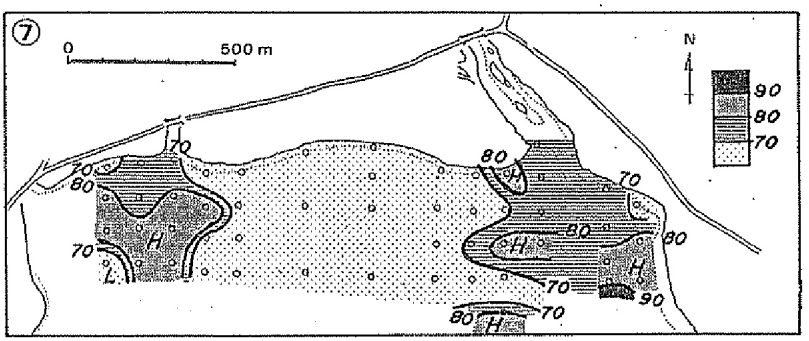


図22　残留物の含有率

pH・電導度・塩分濃度および流速などを測定した。

海水が完全に遡上してこない名蔵川頭首工の上流側（図23・M地点）でも、塩分濃度が5‰となっているので、5‰以下は淡水とみることができよう。これにたいして海水は35‰程度が一般的であるので、35‰以上は海水とみなし得る。従って、両者の間の値は、感潮河川の影響で鹹水あるいは半鹹水となっているものと考えられる。

電導度については、今回得られた値は、スケールアウトの場合・4桁の値の場合・3桁の場合に分けられる。海水そのものに近ければまずスケールアウトすると考えられよう。

今回は4日間にわたって、第1表に示したような結果が得られたが、これから分かったことは次のようなことであった。

（1）アンパル内には、干潮時には流入河川からの水が主に流れているが、それでも満潮時に浸水した海水による影響は極めて大きい。

（2）アンパル内でもとくに砂州に近いところでは塩分が高いようである。

（3）アンパル周辺の観測地点までも感潮域が及んでいると思われる。

（4）名蔵川本流の電導度は200～300μS/cmと低く、アンパルへの流入小河川でも400～600μS/cm程度の値が多いが、浦田原排水路のみは6000μS/cm前後の高い値を示したこともあり、その原因については、名蔵にある製糖工場からの排水や、付近の農地への薬品散布などの可能性が考えられるが確認するには至っていない。

6．保全の問題

①名蔵アンパル干潟について

調査結果から総合的に判断すると、名蔵湾干潟の堆積物は元来存在すると思われる黒灰色の

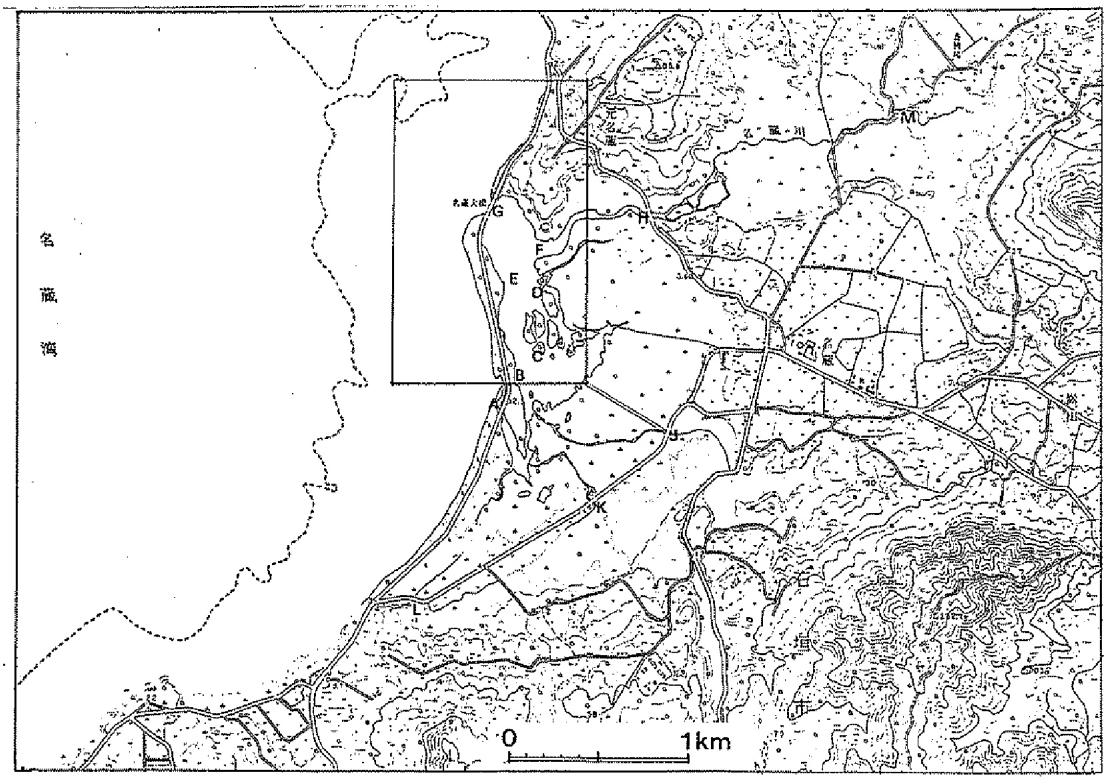


図23　名蔵湾アンパル干潟と周辺の水観測地点

表１．石垣島名蔵アンパル干潟付近の水についての調査結果（1994年６月）

	地　点	日 時	水温 ℃	pH	電導度 25℃μ	塩分 濃度‰	川幅 m	水深 cm	流速 m/s	潮　位
A	名蔵小橋	22 14:12	31		10000 以上	18			0.12	上げはじめ
		23 10:18	30.3	7.17	10000 以上	22			0.08	下げなか
		24 15:20	33.5	7.79	10000 以上	17			0.02	上げはじめ
B	アンパル奥	22 14:47			10000 以上	35				上げはじめ
C	浦田原排水路先	22 14:53	35.7	8.15	6804	12			0.16	上げはじめ
D	分流出合口	22 15:07	36.3	8.11	5040	11			0.2	上げはじめ
E	アンパル中央合流	21 16:00	33.4	8.2	5610	7				上げおわり
		22 15:17			9200	12	20	5	0.21	上げはじめ
F	名蔵川・流入口	22 15:22	30.7	7.85	2430	10	35		0.5	上げはじめ
G	名蔵大橋	22 16:07	33.1	8.32	6177	12				上げはじめ
		23 10:37	30.3	7.92	10000 以上	20			0.05	下げなか
		24 15:25	34.0	8.25	10000 以上	11			0.02	上げはじめ
H	名蔵川・かんだ橋	22 16:20	29.9	7.91	319	9		30	0.15	上げはじめ
		23 10:40	32.2	7.37	317	9			0.16	下げなか
		24 15:47	30.8	8.05	630	4			0.15	上げはじめ
I	名蔵西・小水路	22 16:27	29.9	7.12	473	8	1.5	10		上げはじめ
		23 9:55	26.4	7.10	451	10			0.01	下げなか
		24 14:55	30.9	7.23	459	2				上げはじめ
J	浦田原・排水路	22 16:29	32.2	8.09	475	8				上げはじめ
		23 10:07	28.0	7.86	5890	12			0.10	下げなか
		24 15:05	33.4	8.17	6192	6			0.05	上げはじめ
K	浦田原・無名橋	22 16:34	31.2	7.61	630	9	7	60		上げはじめ
		23 10:11	27.6	7.56	599	9				下げなか
		24 15:10	31.5	7.71	605	2				上げはじめ
L	南端・死に水	22 16:42	31.2	7.34	387	9				上げはじめ
		23 10:15	29.1	7.19	405	8				下げなか
		24 15:15	33.4	7.22	444	4				上げはじめ
M	名蔵川・トウレ地区	24 15:57	28.8	8.02	221	5				上げはじめ
	宮良川	24 14:30	30.4	7.72	—	0			0.14	干潮
	磯辺川	24 14:43	36.5	8.94	384	0			0.01	干潮

泥炭質細砂層を含む褐色砂層が主体を占め、とくに表層は茶褐色の砂層に覆われているところが多い。これら表層堆積物はおそらく名蔵川を主とした河川からの最近の流入によるもので、このような状況は近年名蔵川流域からの土砂流入が活発に生じていることを示唆している。マングローブ林域の年次変化を空中写真などから判断すると、やや林域の拡大傾向も確認された。

このことは一見土砂の流入はマングローブの発達に貢献しているようにも見えるが、将来の影響については決して楽観できないと考える。過大な土砂の流入が従来バランスを保っていたアンパルの土地条件を根本的に変えて、干潟が水はけの良い土砂の堆積によってマングローブの衰退へと進む可能性もあり、今後注意深く見守っていく必要があろう。

②宮良湾について

宮良湾については一言でいえば、瀕死のサンゴ礁地区である。年々排出される宮良川や磯辺川などからの流入土砂は細粒分の多い赤土が多く含まれ、湾内でも流れの滞留しやすい地点を中心に沈積をくりかえし、大雨直後の干潮時には泥田のようである。これらが通常の潮流と波浪とによって次第に拡散し、浅海底に薄く覆い礁原および礁池に相当する地域は、このような細流物質によって生物相も非常に貧弱で、生き残ったごく僅かなサンゴが見られるに過ぎない。石垣島の沿岸でおそらく最もサンゴの棲みにくい地区であろう。いまさら手遅れの感も免れないが、これ以上赤土の流入が増え続けないような対策を練り一日も早く実施しない限り、現状から美しい海岸への回復は期待できそうにない。

参考文献

藤本　潔・大貫靖浩・宮城豊彦（1993）：西表島におけるマングローブ林の立地形成過程と相対的海水準変動．国府田佳弘編『マングローブ林を中心とした生態系の解明に関する研究　平成４年度調査研究報告』１～９

加藤祐三・木村正昭（1983）：沖縄県石垣島のいわゆる「津波石」の年代と起源．地質学雑誌、89、485～488.

住民の利用を目的としたデータベース「山梨県自然財産目録（富士川水系：底生生物編）」の作成

地域自然財産保全調査事務所

篠田授樹

Making of Data Base for Use to the Inhabitants "A List of Nature Assets in Yamanashi Prefecture (Fuji River:Benthos)"

Local Nature Assets Conservation and Research Office
Sazuki Shinoda

はじめに

県土の78%を森林が占める山梨県には、すぐれた自然環境も数くあるはずだが、その実態はまだ十分に把握されていない。それは隣接する東京都や神奈川県などと比較して、研究者の絶対数が不足していることもあるが、周辺を富士山、南アルプス、秩父山脈といった険しい峰々に囲まれているという地理的条件によるところも大きいと思われる。

しかし一方でゴルフ場やスキー場、ダム、広域基幹林道などの大規模開発があちこちで計画され、地域住民の十分な合意形成がはかられないまま押し進められている。1990年に制定された山梨県の環境アセスメント要綱には、住民参加と情報公開の手続きが実質的にないため、地域住民が不適正な開発に対抗する手段もきわめて限られたものになっている。

こうしたなかで、自然環境に関する情報の重要性はますます増してきていると考えられる。長良川や高尾山の例をあげるまでもなく、住民運動やそれを支援する研究者らのもつ自然環境の資料が、事業計画の欠陥を指摘する大きな拠りどころとなっているケースは多い。また、最近建設省がはじめた河川水辺の国勢調査などは、このことを裏付ける逆説的な証拠ともいえるだろう。山梨県でも行政が主導となり、県内の自然環境調査をはじめるようである。

こうした行政主導による調査は、一部の研究者からは歓迎され、たしかに現状の税金の使われかたとしても悪いものではないかも知れない。しかし、県の環境アセスメント制度の重大な不備を放置したままで、ここで得られた調査結果が、真に環境保全のために利用されるのか、開発の免罪符になるだけではないのか、疑問を投げかける声も強い。

こうしたことから、私たちは住民運動が独自に利用できる自然環境の情報として、山梨県自然財産目録の作成をはじめた。その第一集として今回、富士川水系の底生動物相を調査し、まとめたものである。

なお念のため断っておくと、当事務所は山梨県の自然環境を保全するための調査、教育活動をおこなう非営利の任意組織である。

1　対象生物の選定

私たちの自然財産目録は、特定の生物分類群

だけを対象とするのではなく、将来的には自然環境を構成する多様な分類群を網羅するようなデータベースを目指している。

山梨県では、全県的におよその現存状況がしらべられているのは大型哺乳類の一部・猛禽類の一部・淡水魚類・昆虫類の一部・高等植物などで、あとは地域的に限られていたり、ほとんど手がつけられていないものも多い。したがって調査すべき対象はたくさん残されているわけであるが、先に述べたように自然財産目録の大きな目的は、地域住民が不適正な開発に対抗する手段の一つとして利用できることにあるので、単に研究心や好奇心を満たすだけでは十分ではない。環境の変化に対する指標性の高さや一般の人々の関心をどれだけひくか、ということも大切な条件である。

今回、河川の底生動物を対象としたのはこうした観点によるものである。底生動物が環境評価の道具としてのみ利用される傾向が強いことについては批判的な意見（川合1989）もあり、たしかに生物指数（Biotic-index）によって描かれた水質階級図などはあまりにも単純化され過ぎている嫌いもある。しかし地域環境の保全は、多くの住民の理解と参加なくしては成り立たないものであり、人々の関心を高めるために分かりやすく伝えることの重要性もまた忘れてはならないと思う。

2　調査地の概要

調査は富士川水系の本支流でおこなった。

富士川は長野県、山梨県、静岡県を流れる本流延長128kmの一級河川で、甲府盆地を中央に大きなＹ字形をしている（図１）。盆地内を流れる中流域では比較的流れもゆるやかだが、上流と下流では河川勾配も大きく昔から日本三大急流のひとつにも数えられている。

流域内人口は６市38町14村113万人で、このうち４市34町12村67万人を山梨県が占めている。山梨県内では市町村数の74％、人口の77％が富士川にかかわりをもっていることになる。

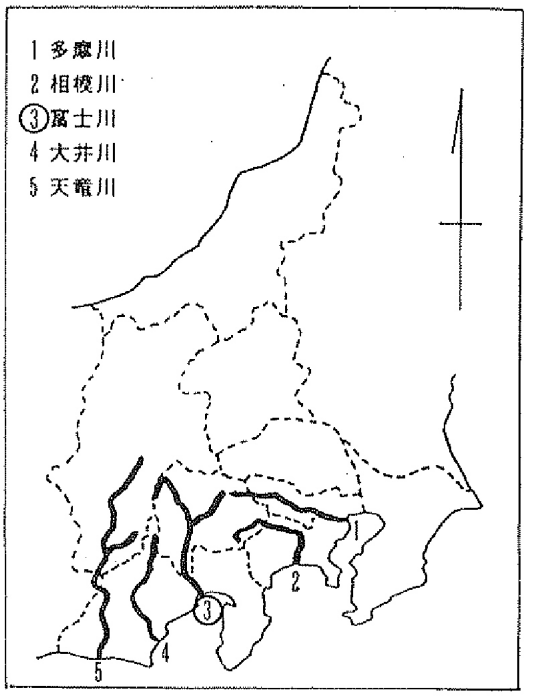


図１　富士川の位置

3　調査の概要

（１）調査の方法

富士川の本流と支流あわせて252ヶ所に調査地点（ステーション）を設け、各ステーションの瀬と淵でそれぞれ0.25㎡内に生息する肉眼的底生動物（マクロベントス）の定量採集をおこなった。この調査地点数は、本流（約５kmに１ヶ所）とほとんどすべての一次支流を含むものである（図２）。

各ステーションの位置は、あらかじめ大きな橋などを目安に地図上で大まかに位置を設定し、現地でいくつかの条件を満たす場所を探した。瀬はBeck-Tsuda（α）法（津田1972）による条件を満たす場所で、淵はその近辺の極端に深くない場所を選んだ。淵は、瀬とともに河川の単位形態の主要な要素であるとする考え方（可児1944）にもとづいて調査に含めたものである。ただし河川の構造上これらの場所で採取ができない場合は、岸寄りやトロで実施した。

また、ほかに湧水や小滝といった特殊な環境

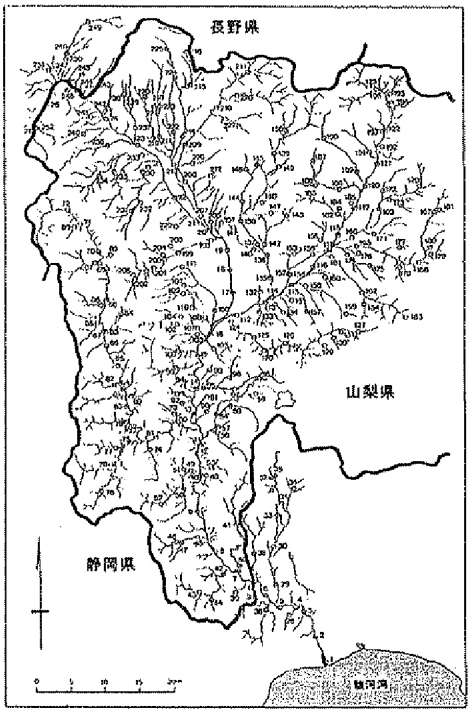


図２　富士川水系と調査地点

で定性採集をした場所もある。

採集は25cm四方のコドラート（方形枠）、サバーネット、バット、ピンセットなどを用いてすべて現地においておこない、サンプルは80％エタノールに入れて持ち帰った。現地ではさらに河川の状態、確認生物（魚類・鳥類・植生）などを記録用紙に記入し、ステーションの写真撮影もおこなった（写真１、２）。

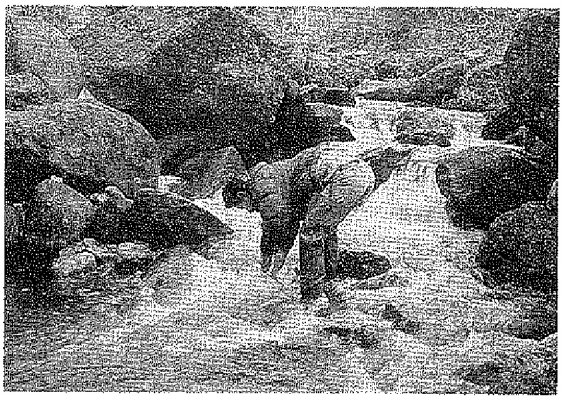


写真１　サバーネットで底質をさらう
（94.3.4. St.53椿川／山梨県身延町）

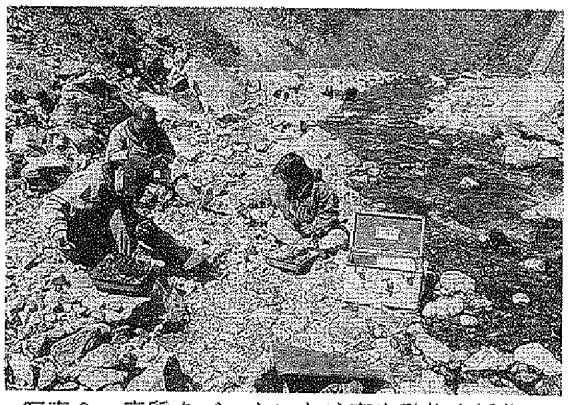


写真２　底質をバットにあけ底生動物を採集
（94.3.30.　St.27富士川源流部／山梨県白州町）

（２）調査時期

現地調査は、1994年２月14日～６月16日の39日間実施した。当初この計画は、1992年７月に実施する予定であったが梅雨末期の大雨により途中で中止延期となり、さらにその翌夏も異常な長雨が続いたため再度の延期となるという経緯をたどってきた。もともと増水による影響が考えられるこの時期の調査については懸念がなかったわけではないが、多くの人手を必要とする調査の場合、どうしても学生の長期休みを利用せざるをえない事情もある。

（３）同定

持ち帰ったサンプルは双眼実体顕微鏡を用いて同定した。同定が終了したサンプルは、各種属ごとの代表個体と専門家の同定を必要とする不明種・疑問種を別サンプルとし、残りは各ステーションごとにガラス管に入れて75％エタノールで保存してある。

同定については、現地調査の時期がずれ込んだため、大まかな分類までしかできていないものもある。また現存量を知るために湿重量の測定も大切であるが、これも今後の課題として残されている。

（４）調査結果

今回は、瀬で採集された底生動物の種類と個

体数についてまとめ、淵や特殊な環境で採集した種については一部を種リストに補った。

今回の調査で確認された底生動物は19目66科175種である（表1）。このうち瀬で採集された種は18目59科160種で、個体数は87218個体になる。

これらのなかで、たとえばシマトビケラ属、ユスリカ科、ブユ科などはそれぞれ種レベルまでの分類はしておらず、属科で1種としている。今後これらの細かい分類をすすめるとともに、淵や特殊な環境で採集した種の同定や、不明種・疑問種に関する専門家の同定を済ませ、リストを補っていく予定である。

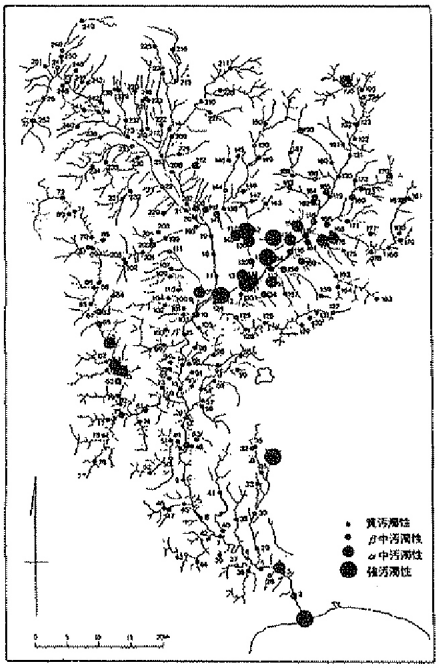
（5）分析

以上の結果をもとに各ステーションにおける河川環境の分析をおこなった。今回の分析は、Beck-Tsuda（α）法と Pantle und Buck法を用いて各ステーションの生物指数(Biotic index)と汚濁指数（Pollution index)をそれぞれ計算し、さらにこれらをもとに総合判定を試みた。

Beck-Tsuda（α）法では、全252地点のうち、きれい（20≦B.I.）199地点、ややきれい（11≦B.I.≦19）30地点、かなりきたない（6≦B.I.≦10）16地点、極めてきたない（B.I.≦5）7地点となった。生物指数の最高は75、最低は4、平均は36.3である（図3）。

Pantle und Buck法では、全252地点のうち、汚濁は非常にわずか（P.I.＜1.5)116 地点、汚濁は中位（1.5≦P.I.＜2.5)110地点、汚濁は強い（2.5≦P.I.＜3.5）22地点、汚濁は非常に強い（3.5≦P.I.）3地点となった(計算不能が1地点ある）。汚濁指数の最低は1.22、最高は3.80、平均は1.57である（図4）。今回の調査結果では、出現種類数のみに依拠する生物指数にくらべ、汚濁指数の方がより河川状態の現況を的確に示しているようである。

総合判定は、汚濁指数を基礎としておこなった。結果は、非常によい（os）115地点、良い（os - βm）90地点、やや悪い（βm）18地



注）汚濁指数と比較しやすくするため指数の低い方が黒円が大きくしてある。

図3　各ステーションの生物指数による評価

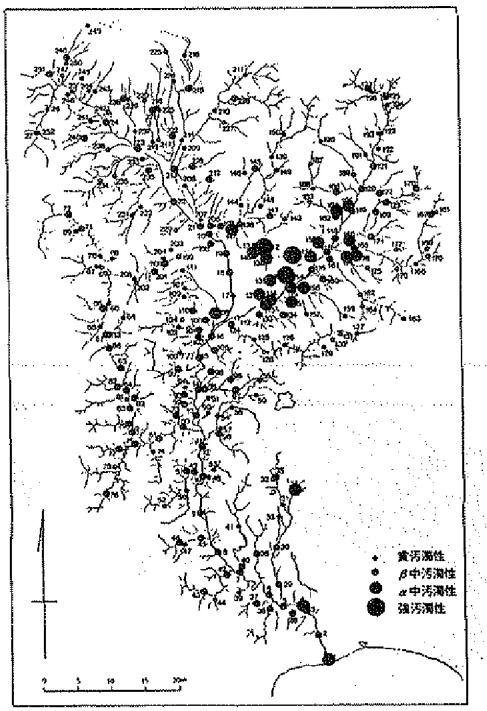


図4　各ステーションの汚濁指数による評価

点、悪い（βm・αm）18地点、かなり悪い（αm）7地点、極めて悪い（ps）4地点に分類された。

これまで山梨県でおこなわれた断片的な底生動物調査や観察会では、おもに生物指数を用いてきたこともあり、富士川の自然環境はおおむね良好であるとされてきた。しかし今回の結果からすると、全体的には良好な地点が多いものの、甲府盆地周辺の人口密集地や農地（ブドウ・モモ）の流域では予想以上に環境悪化がすすんでいることがあきらかになった。また、温泉や砂防工事、発電のための取水などによると思われる影響もみられている。

4　自然財産目録の作成

（1）目録（印刷物）の発行

以上の結果を、山梨県自然財産目録（1）底生動物編として発行した。目録はA4版250ページで、初版100冊を印刷、県内で活動している住民運動、環境団体などを中心に配布した。当初は400ページ50冊の予定であったが、希望者が予想以上に多い半面、予算の関係もあって、図表を縮小するなどしてページ数を大幅に削った。このため図表が若干見づらくなってしまったのは残念である。

部数については、もともとこの目録は必要とする人たちに的確に提供できればよいと考えるものなので、現在山梨県内で環境問題などに活発に取り組んでいる団体はおよそ30～40、これに個人を含めても当面は100冊で十分であると思われる。また活動テーマにもあるように、このプロジェクトではデータベースをつくることが主たる目的であり、目録はいわばそのカタログ的な役割を担うものと位置づけている。

目録の内容は大きく3部から構成され、第1部は確認された種類の説明とその分布図、第2部は調査結果の素資料、第3部は今回の調査結果から分析した河川環境の現況についてまとめてある。配布先の想定から、生物学的な専門知識がなくてもわかるような表現をなるべく心掛けるとともに、結果的に導き出された数値や水質階級図だけが強調され過ぎないよう注意を促した。

（2）データベースの作成と提供

今回の調査結果は、パソコンのデータベース・ソフトで処理してあるため、資料の検索や加工がきわめて容易にできるようになっている。たとえば「自分たちの住んでいる町の河川について知りたい」とか「ゴルフ場の上流と下流を比較したい」などといった要望に対しても即座に対応できる。ちなみに、今回使用したソフトはファイルメーカーＰＲＯというカード型データベースで、これは比較的安価に手に入る上操作性もすぐれている。クロス集計が苦手であるという弱点があるが、十分それを補って余りある機能をもっているソフトである。

5　今後の展開

自然財産目録については、今回の調査でやり残した不明種の分類や淵のサンプルを集計し、底生動物編の続編をまとめる仕事がある。また、ほかの生物群についても調査を計画しており、ひきつづき目録を発行していく予定である。

今回の目録で心残りなのは、確認種の写真を載せることができなかったことである。その理由は、ひとつには最小数ミリの微細な個体を撮影する器材が手元にないことと、もうひとつは写真の印刷費用がかかることによるが、後者についてはパソコンによる画像取り込みも実用に耐えるレベルまできているので、次の機会には解決できるかも知れない。

今後費用のめどがたてば、目録よりも広く一般の人々を対象とした「ふじがわ川虫ガイドブック」といったようなものもつくりたいと考えている。これは身の回りの自然環境にとりわけ強い関心をもたない人々に対する啓蒙の意味もあるが、最大の目的は地域住民の参加による簡単な河川調査を実施し、新たなデータを蓄積していくことにある。いわばそのための口実とし

てのガイドブックだともいえよう。

私たちはこれまで、底生動物に限らず、住民自らの参加による生物調査の手法についても研究、試行をつづけてきたが、可能性は大いに開けている。たとえば、こんにち各地でさかんにおこなわれている自然観察会でも、いまだに知識伝達型や体験学習的な内容が主流であるとはいえ、一部では情報収集型のプログラムも試みられ成果をあげているようである。その場合、今回のように比較の基準となる資料を一度まとめておくことにより、年に一回程度の調査会（観察会）であっても、その意義はまた異なったものとなるだろう。

私たちは、いずれは地域住民によって自然財産目録のデータを更新していけるようなしくみをつくっていきたいと考えている。

表１　今回の調査で確認された底生動物

科名	和名	学名	個体数
●門　綱　目			
●節足動物門　昆虫綱　カゲロウ目			
ﾌﾀｵｶｹﾞﾛｳ	1.ﾏｴｸﾞﾛﾋﾒﾌﾀｵｶｹﾞﾛｳ	*Ameletus costails*	275
	2.ﾋﾒﾌﾀｵｶｹﾞﾛｳ	*Ameletus montanus*	52
ﾁﾗｶｹﾞﾛｳ	3.ﾁﾗｶｹﾞﾛｳ	*Isonychia japonica*	7
ﾋﾗﾀｶｹﾞﾛｳ	4.ｷｲﾛﾋﾗﾀｶｹﾞﾛｳ	*Epeorus aesculus*	1396
	5.ｺﾐﾓﾝﾋﾗﾀｶｹﾞﾛｳ	*Epeorus curvatulus*	420
	6.ｵﾅｶﾞﾋﾗﾀｶｹﾞﾛｳ	*Epeorus hiemalis*	34
	7.ﾅﾐﾋﾗﾀｶｹﾞﾛｳ	*Epeorus ikanonis*	198
	8.ｴﾙﾓﾝﾋﾗﾀｶｹﾞﾛｳ	*Epeorus latifolium*	641
	9.ﾀﾆﾋﾗﾀｶｹﾞﾛｳ	*Epeorus napaeus*	4
	10.ｳｴﾉﾋﾗﾀｶｹﾞﾛｳ	*Epeorus uenoi*	611
	11.ｸﾛﾀﾆｶﾞﾜｶｹﾞﾛｳ	*Ecdyonurus tobiironis*	8
	12.ｼﾛﾀﾆｶﾞﾜｶｹﾞﾛｳ	*Ecdyonurus yoshidae*	56
	13.ﾐﾔﾏﾀﾆｶﾞﾜｶｹﾞﾛｳ属	*Cinygma sp.*	663
	14.ﾋﾒﾋﾗﾀｶｹﾞﾛｳ	*Rhithrogena japonica*	581
	15.ｻﾂｷﾋﾒﾋﾗﾀｶｹﾞﾛｳ	*Rhithrogena satsuki*	96
ｺｶｹﾞﾛｳ	16.ｺｶｹﾞﾛｳ属A	*Baetis sp.A*	12518
	17.ｺｶｹﾞﾛｳ属B	*Baetis sp.B*	24
	18.ﾌﾀﾊﾞｺｶｹﾞﾛｳ	*Pseudocloeon japonica*	6276
ﾄﾋﾞｲﾛｶｹﾞﾛｳ	19.ﾅﾐﾄﾋﾞｲﾛｶｹﾞﾛｳ	*Paraleptophlebia chocolata*	121
	20.ﾄｹﾞﾄﾋﾞｲﾛｶｹﾞﾛｳ	*Paraleptophlebia spinosa*	34
	21.ｳｴｽﾄﾝﾄﾋﾞｲﾛｶｹﾞﾛｳ	*Paraleptophlebia westoni*	47
	22.ﾋﾒﾄﾋﾞｲﾛｶｹﾞﾛｳ	*Choroterpes trifurcata*	11
ﾏﾀﾗｶｹﾞﾛｳ	23.ｵｵﾏﾀﾗｶｹﾞﾛｳ	*Drunella basalis*	754
	24.ﾌﾀﾏﾀﾏﾀﾗｶｹﾞﾛｳ	*Drunella bifurcata*	1421
	25.ﾖｼﾉﾏﾀﾗｶｹﾞﾛｳ	*Drunella cryptomeria*	383

	26. コオノマダラカゲロウ	*Drunella kohonoae*	566
	27. ミツトゲマダラカゲロウ	*Drunella trispina*	276
	28. クロマダラカゲロウ	*Cincticostella nigra*	1600
	29. オオクママダラカゲロウ	*Cincticostella okumai*	821
	30. ホソバマダラカゲロウ	*Ephemerella denticula*	191
	31. クシゲマダラカゲロウ	*Ephemerella setigera*	154
	32. マダラカゲロウ属A	*Ephemerella sp.* A	13
	33. アカマダラカゲロウ	*Serratella rufa*	256
ヒメカゲロウ	34. ヒメカゲロウ属	*Caenis sp.*	4
カワカゲロウ	35. キイロカワカゲロウ	*Potamanthodes kamonis*	3
モンカゲロウ	36. フタスジモンカゲロウ	*Ephemera japonica*	33
	37. モンカゲロウ	*Ephemera strigata*	

●節足動物門　昆虫綱　カワゲラ目

トワダカワゲラ	38. トワダカワゲラ	*Scopura longa*	1
ミジカオカワゲラ	39. ミジカオカワゲラ科	Taeniopterygidae *sp.*	418
オナシカワゲラ	40. オナシカワゲラ属	*Nemoura sp.*	465
	41. フサオナシカワゲラ属	*Amphinemura sp.*	653
	42. ユビオナシカワゲラ属	*Protonemura sp.*	308
クロカワゲラ	43. ヤマトクロカワゲラ	*Capnia japonica*	1
	44. ミジカオクロカワゲラ	*Eucapnopsis stigmatica*	1
ヒロムネカワゲラ	45. ミヤマノギカワゲラ	*Yoraperla japonica*	40
	46. ノギカワゲラ	*Cryptoperla japonica*	8
アミメカワゲラ	47. ヤマトヒロバネアミメカワゲラ	*Pseudomegarcys japonicum*	23
	48. アイズミドリカワゲラモドキ	*Isoperla aizuana*	48
	49. アサカワミドリカワゲラモドキ	*Isoperla asakawae*	108
	50. フタスジミドリカワゲラモドキ	*Isoperla nipponica*	282
	51. コグサミドリカワゲラモドキ	*Ostrovus mitsukonis*	133
	52. オオアミメカワゲラ	*Megarcys ochracea*	10
	53. コウノアミメカワゲラ	*Tadamus kohnonis*	33
	54. キスジコウノアミメカワゲラ	*Tadamus scriptus*	54
	55. ヤマトアミメカワゲラモドキ	*Stavsolus japonicus*	128
カワゲラ	56. オオクラカケカワゲラ	*Paragnetina tinctipennis*	2
	57. カミムラカワゲラ	*Kamimuria tibialis*	40
	58. トウゴウカワゲラ属	*Togoperla sp.*	46
	59. フタツメカワゲラ属	*Neperla sp.*	6
	60. オオヤマカワゲラ	*Oyamia gibba*	11
	61. ジョクリモンカワゲラ	*Acroneuria joklii*	3
	62. モンカワゲラ	*Acroneuria stigmatica*	30
	63. コガタフタツメカワゲラ属	*Gibosia sp.*	7

	64. キベリオスエダカワゲラ	*Caroperla pacifica*	1
ミドリカワゲラ	65. ニッコウミドリカワゲラ	*Sweltsa nikkoensis*	1

●節足動物門　昆虫綱　トビケラ目

ヒゲナガカワトビケラ	66. ヒゲナガカワトビケラ	*Stenopsyche marmorata*	496
シマトビケラ	67. ミヤマシマトビケラ属(DB)	*Diplectrona sp.* DB	4
	68. ミヤマシマトビケラ属(DC)	*Diplectrona sp.* DC	1
	69. シロフツヤトビケラ	*Parapsyche maculata*	22
	70. アミメシマトビケラ属(AA)	*Arctopsyche sp.* AA	21
	71. アミメシマトビケラ属(AD)	*Arctopsyche sp.* AD	5
	72. コガタシマトビケラ	*Cheumatopsyche brevilineata*	824
	73. シマトビケラ科A	*Hydropsychidae sp.* A	9276
ナガレトビケラ	74. ツメナガナガレトビケラ	*Apsilochorema sutshanum*	20
	75. オオナガレトビケラ	*Himalopsyche japonica*	2
	76. ニワナガレトビケラ	*Rhyacophila bilobata*	35
	77. ヒロアタマナガレトビケラ	*Rhyacophila brevicephala*	250
	78. クレメンスナガレトビケラ	*Rhyacophila clemens*	54
	79. タシタナガレトビケラ	*Rhyacophila impar*	5
	80. カワムラナガレトビケラ	*Rhyacophila kawamurae*	70
	81. キソナガレトビケラ	*Rhyacophila kisoensis*	44
	82. クラマナガレトビケラ	*Rhyacophila kuramana*	2
	83. ムナグロナガレトビケラ	*Rhyacophila nigrocephala*	26
	84. シコツナガレトビケラ	*Rhyacophila shikotsuensis*	4
	85. トワダナガレトビケラ	*Rhyacophila towadensis*	46
	86. トランスクィラナガレトビケラ	*Rhyacophila transquilla*	61
	87. ヤマナカナガレトビケラ	*Rhyacophila yamanakensis*	67
	88. ナガレトビケラ属(RC)	*Rhyacophila sp.* RC	19
	89. ナガレトビケラ属(RC')	*Rhyacophila sp.* RC'	34
	90. ナガレトビケラ属(RK)	*Rhyacophila sp.* RK	144
ヤマトビケラ	91. コヤマトビケラ属	*Agapetus sp.*	60
	92. ヤマトビケラ属	*Glossosoma* sp.	662
ヒメトビケラ	93. カクヒメトビケラ属	*Stactobia* sp.	43
	94. オトヒメトビケラ属	*Orthotrichia* sp.	2
	95. ヒメトビケラ属	*Hydroptila* sp.	2
キタガミトビケラ	96. キタガミトビケラ	*Limnocentropus insolitus*	18
マルバネトビケラ	97. マルバネトビケラ	*Phryganopsyche latipennis*	
トビケラ	98. アミメトビケラ	*Oligotricha fluvipes*	
	99. ムラサキトビケラ	*Eubasilissa regina*	
	100. カラフトゴマフトビケラ	*Semblis phalaenoides*	
カクスイトビケラ	101. カクスイトビケラ属(BA)	*Brachycentrus sp.* BA	

	102. マルツツトビケラ	*Micrasema quadriloba*	1177
	103. マルツツトビケラ属(MA)	*Micrasema sp.* MA	3
	104. マルツツトビケラ属(MB)	*Micrasema sp.* MB	18
	105. マルツツトビケラ属(MC)	*Micrasema sp.* MC	310
エグリトビケラ	106. ニンギョウトビケラ	*Goera japonica*	30
	107. ニンギョウトビケラ属(GB)	*Goera sp.* B	1
	108. アツバエグリトビケラ属	*Neophylax sp.*	811
	109. ホタルトビケラ属(NA)	*Nothopsyche sp.* NA	1
	110. ホタルトビケラ属(NB)	*Nothopsyche sp.* NB	1
	111. コエグリトビケラ属	*Apatania sp.*	39
	112. セグロトビケラ	*Limnephilus fuscovittatus*	
クロツツトビケラ	113. クロツツトビケラ	*Uenoa tokunagai*	923
カクツツトビケラ	114. オオカクツツトビケラ	*Neosevernia crassicornis*	2
	115. コカクツツトビケラ	*Goerodes japonicus*	126
	116. フトヒゲカクツツトビケラ	*Goerodes complicatus*	17
	117. ヌカビラカクツツトビケラ	*Goerodes nukabiraensis*	19
	118. サトウカクツツトビケラ	*Goerodes satoi*	4
ケトビケラ	119. グマガトビケラ	*Gumaga okinawaensis*	2
ヒゲナガトビケラ	120. Ceraclea属	*Geraclea sp.*	3

●節足動物門　昆虫綱　トンボ目

サナエトンボ	121. ダビドサナエ	*Davidius nanus*	
	122. コオニヤンマ	*Sieboldius albardae*	
オニヤンマ	123. オニヤンマ	*Anotogaster sieboldii*	1

●節足部門　昆虫綱　広翅目

ヘビトンボ	124. ヘビトンボ	*Protohermes grandis*	80

●節足部門　昆虫綱　ハエ目

ハネカ	125. ハネカ科	Nymphomyiidae *sp.*	7
ガガンボ	126. ウスバヒメガガンボ亜科	Antochinae *sp.*	2493
	127. オビモンガガンボ亜科	Pedicinae *sp.*	85
	128. カスリヒメガガンボ亜科	Limnophilinae *sp.*	2
	129. ホシヒメガガンボ亜科	Eriopterinae *sp.*	
	130. ガガンボ科	Tipulinae *sp.*	126
アミカ	131. クロバアミカ	*Amika infuscata infuscata*	141
	132. ヤマトアミカ	*Bibiocephala japonica*	52
	133. トゲヤマトアミカ	*Bibiocephala longispina*	7
	134. ミヤマヤマトアミカ	*Bibiocephala montana montana*	3
	135. ヒメアミカ属	*Philorus sp.*	1

	136.シラキスカシアミカ	*Parablepharocera shirakii*	15
	137.ニホンアミカ	*Blepharocera japonica*	19
アミカモドキ	138.ニッポンアミカモドキ	*Deuterophlebia nipponica*	1
ホソカ	139.ホソカ属	*Dixa sp.*	3
ブユ	140.ブユ科	Simuliidae *sp.*	5479
ユスリカ	141.ユスリカ科	Chironomidae *sp.*	21959
ヌカカ	142.ヌカカ科A	Ceratopogonidae *sp.* A	43
	143.ヌカカ科B	Ceratopogonidae *sp.* B	4
	144.ヌカカ科C	Ceratopogonidae *sp.* C	45
	145.ヌカカ科D	Ceratopogonidae *sp.* D	
アブ	146.アブ科	Tabanidae *sp.*	8
ナガレアブ	147.ミヤマナガレアブ	*Atherix basilica*	43
	148.ハマダラナガレアブ	*Atherix ibis*	29
	149.クロモンナガレアブ	*Suragina caerulescens*	10
ミズアブ	150.Euparyphus属(EA)	*Euparyphus sp.* EA	

●節足動物門　昆虫綱　ハチ目

ミズバチ	151.ミズバチ	*Agriotypus gracilis*	

●節足動物門　昆虫綱　カメムシ目

ナベブタムシ	152.ナベブタムシ	*Aphelocheirus vittatus*	3

●節足動物門　昆虫綱　甲虫目

ゲンゴロウ	153.マメゲンゴロウ属	*Agabus sp.*	4
	154.ゲンゴロウ科	Dytiscidae *sp.*	4
ミズスマシ	155.ミズスマシ科	Gyrinidae *sp.*	1
ガムシ	156.マルガムシ	*Hydrocassis lacustris*	1
マルハナノミ	157.チビマルハナノミ属	*cyphon sp.*	1
	158.マルハナノミ科	Helodidae *sp.*	2
ヒラタドロムシ	159.マルヒラタドロムシ属	*Eubrianax sp.*	7
	160.チビヒゲナガハナノミ属	*Ectopris sp.*	1
ヒメドロムシ	161.ヒメドロムシ科	Elmidae *sp.*	130

●節足動物門　甲殻綱　端脚目

ヨコエビ	162.ヨコエビ	*Gammarus nipponensis*	1

●節足動物門　甲殻綱　等脚目

ミズムシ	163.ミズムシ	*Asellus hilgendorfii*	568

●節足動物門　甲殻綱　十脚目

ｻﾜｶﾞﾆ	164.ｻﾜｶﾞﾆ	*Geothlhusa dehaanii*	17
ｲﾜｶﾞﾆ	165.ﾓｸｽﾞｶﾞﾆ	*Eriocheir japonicus*	

●環形動物門　ﾋﾙ綱　ｳｵﾋﾞﾙ目

ｸﾞﾛｼﾌｫﾆ	166.ｸﾞﾛｼﾌｫﾆ属	*Glossiphonia sp.*	

●環形動物門　ﾋﾙ綱　ｲｼﾋﾞﾙ目

ｲｼﾋﾞﾙ	167.ｼﾏｲｼﾋﾞﾙ	*Erpodella lineata*	80

●環形動物門　ﾐﾐｽﾞ綱　ｲﾄﾐﾐｽﾞ目

ｲﾄﾐﾐｽﾞ	168.ｴﾗﾐﾐｽﾞ属	*Branchiura sp*	11
	169.ｲﾄﾐﾐｽﾞ科	Tubificidae *sp.*	2830

●環形動物門　ﾐﾐｽﾞ綱

	170.ﾐﾐｽﾞ綱不明種	Oligochaeta	60

●軟体動物門　腹足綱　中腹足目

ｶﾜﾆﾅ	171.ｶﾜﾆﾅ属	*Semisulcospira sp.*	3
ｻｶﾏｷｶﾞｲ	172.ｻｶﾏｷｶﾞｲ	*Physa acura*	4
ﾋﾗﾏｷｶﾞｲ	173.ﾋﾗﾏｷｶﾞｲ科	Planorbiidae *sp.*	

●袋形動物門　線形虫綱　ﾊﾘｶﾞﾈﾑｼ目

ﾊﾘｶﾞﾈﾑｼ	174.ﾊﾘｶﾞﾈﾑｼ属	*Gordius sp*	1

●へん形動物門　ｳｽﾞﾑｼ綱　三岐腸目

ﾌﾟﾗﾅﾘｱ	175.ﾌﾟﾗﾅﾘｱ科	Planariidae *sp.*	724

19目　66科　　175種

【注】個体数は瀬における個体数の総計。

丹沢国定公園の“ゴミマップ”作成

自然公園保全グループ

志沢 道子・庄田 由紀子・吉武 美保子・漆原 明・木村 朗子・倉持 武彦

Mapping of Trash in Tanzawa Quasi-National Park

Nature Park Conservation Group
Michiko Shizawa, Yukiko Shoda, Mihoko Yoshitake, Akira Urushibara
Akiko Kimura, Takehiko Kuramochi

近年、自然公園の利用者が増加する中で、自然に対する様々な影響が懸念されてきている。特に、自然公園内各所に捨てられるゴミの増大は、公園管理の上で大きな問題となっている。捨てられたゴミは美観上の問題のほか、土壌や付近の植生、場合によっては付近の水質にも影響を与える可能性がある。また、野生動物への影響も無視できない。

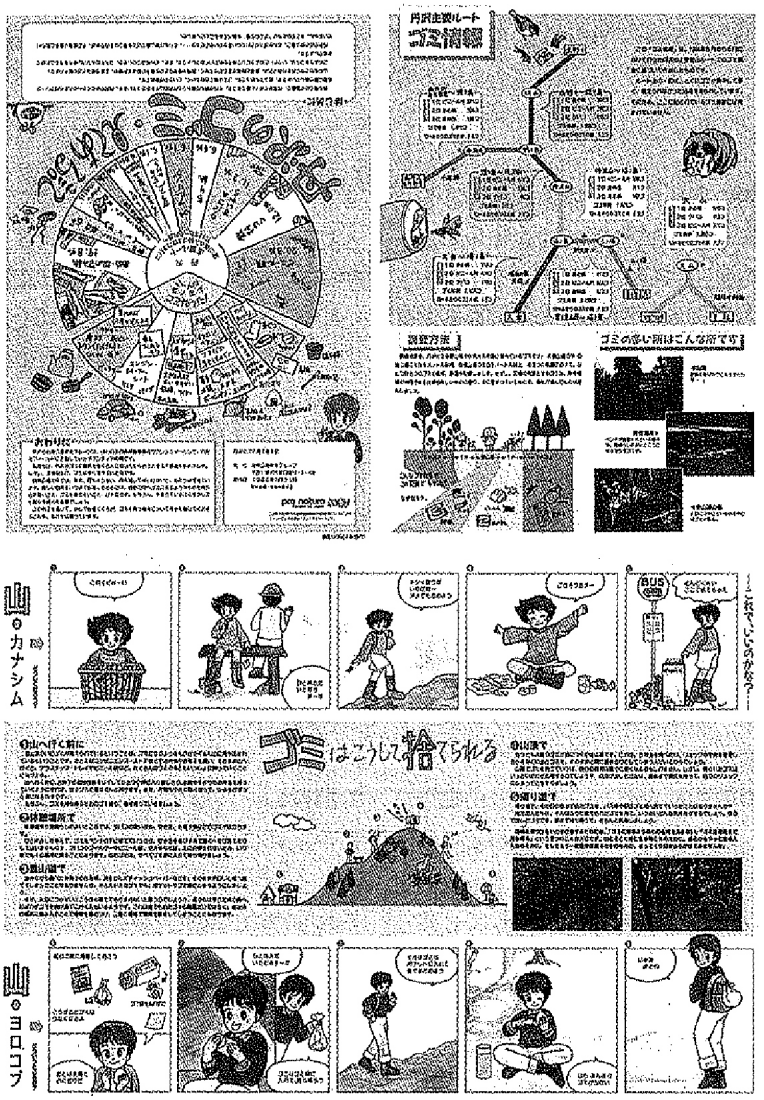
こうしたゴミの散乱に対し、これまで、ゴミの清掃やゴミ拾い運動など、官民が一体となった対策行動がとられている。しかし、捨てられたゴミそのものの状況については、管理者や利用者の実感として報告されているに過ぎず、散乱実態を正確に調べた報告は少ない。本計画では、丹沢国定公園でのゴミの散乱実態を調べた。93年の秋から94年の春にかけて、主な登山道の予備調査を行い、調査方法の検討もあわせて行った。これらの結果を踏まえて、94年2～3月に林道調査、及び5月の連休後に集中して、主な登山道6ルートの調査を実施した。調査は1チーム3名で、道に沿ってゴミの種類と落ちていた場所を記録した。登山道では、それぞれのゴミの登山道からの位置も正確に記録した。調査では山頂などで膨大なゴミが集中的に散在し、カウントするのが不可能な場所もあった。また、古いゴミで地中に埋まっているものや、故意にやぶの奥に捨てられたゴミは記録できなかった。結果は、登山道に多かったゴミは「アメの包み紙」「ビニール片」「タバコの吸いがら」「飲料水の空かん」などであった。10mあたりのゴミの出現数は7.7個のコースが最大で、最小は1.3個とコースによって大きな違いがあった。また登山道内には「アメの包み紙」や「タバコの吸いがら」が多く、登山道から離れた位置には「空きかん」や「空きビン」が多く落ちていた。ゴミの種類や落ちている位置は、何気なく捨てたものや故意に捨てたものなど、捨てた人の心理や状況を反映していると考えられた。

一方、林道沿いに散在するゴミは、5ルートで調査した。捨てられているゴミは、産業廃棄物や家庭の大型ゴミが多く、自動車の駐車余地のある所に多くのゴミが集中する傾向があった。これらのゴミが自然公園外から持ち込まれたものであることは明らかで、都市でのゴミ投棄の規制が年々強まっていることと無縁ではないと思われる。

これらの調査結果は、94年の9月から10月まで、神奈川県立自然保護センターのギャラリー

において、パネル展示による報告を行った。その後、自然公園に落ちているゴミの実態を多くの人たちに知ってもらおうと、「丹沢ゴミ・見てある記」というタイトルのパンフレットを作成した。

各地の自然公園では、行事など、さまざまな方法でゴミ清掃が行われている。しかし、目につくゴミの量は、いっこうに減少を見ない。このことは、もはやゴミを拾うだけでなく、ゴミを捨てる利用者の意識を喚起したり、指導することに力を注がねばならない時期に来ていることを示唆するものである。今回の我々の活動は、ゴミの実態について自然公園の利用者に若干の関心を持ってもらったにすぎない。こうした調査は、今後、多くの利用者とともに実施していくことが大切である。調査に参加し、ゴミの実態を眼前にすることで、自分自身のゴミへの意識を再認識できると共に、ゴミの投棄の監視の目を増やしていくことが可能になる。こうした動きを起こしていくことは、ゴミ問題の解決にとって必要不可欠なことである。



本助成によって作成したマップ「丹沢 ゴミ・見てある記」

The Society for the Study on the Environment of the Lake Baikal

Albert Beim*

Abstract

In this paper we study the dynamics and consequences of Lake Baikal bottom sediments polluted by suspended solids containing in pulp mill waste water. This study has been carried out three per year during 1993-1994. It is the main object of the study to establish criteria evaluations of the polluted bottom sediments quality and the strategy for the regulation of suspended solids contents in treated waste water.

The ecological-chemical monitoring for the bottom sediments quality discharged by the Baikalsk Pulp and Paper Mill (BPPM) was done in two zones near the discharge point of waste water. The first zone : this area is the pollute zone with the square of 2.3-3.2km² where the sediment thickness is ranged from 0.5 to 5.0cm depending on the bottom relief and suspended solids are accumlated.

In the central part of this zone (0.07-0.3km²) significant changes of biota were observed, for example we could observe some phenomena that the macrozoobenthos biomass was reduced in 10 times, mollusks and oligo chaets societies were changed to the gammaridae society and the heterotrophic bacteria showed high level in the upper layer of bottom sediments.

The second zone: this area is the intensive selfpurification zone with the first square of approximate 20km². In this zone high concentrations of lignihumic substances, hidrolyzed carbohydrates and chlorineorganic compounds are detected. The self purifification process and the substances rotation intensification are going on owing to the microorganisms activity which leads to zoobenthos biomassincrease.

Results of our monitoring are effective to the base for the regulation of suspended solids contents in treated waste water and their concentration decrease. For example, in 1967 suspended solids concentrations were 10mg/l, in 1975 were 7mg/l, in 1988 were 5mg/l and nowadays are about 2.0-3.0mg/l (A.Beim & S.Timofeeva 1933). We consider that the waste water treatment system having biochemical, chemical and mechanical stages is effective to improvement of polluted waste water provided by pulp mills. Baikalsk Pulp and Paper Mill (BPPM) has this three stages waste water treatement system and we have continued to estimate the pollution level dischanged by BPPM to Lake Baikal.

* The society for the study on the environment of the Lake Baikal
（バイカル湖水環境研究会）

1. Introduction

Suspended solids are discharged and led to the bottom sediments enrichment with organic substances. Oxidation reduction conditions are changing. All that process promote the bottom sediments modification and the pollution. As a result, bottom sediments can become a source of the secondary water pollution.

It is possible to prevent many ecological problems caused by waste waters discharged into water bodies, if they can answer for following questions. (1)Where will be accumulated the pollution containing in waste water ? (2)What chemical processes will take place in water bodies after waste water discharging ? (3)When will be formed the equilibrium in the water bottom sediments system ?

At present, despite serious investigations, the transformation and there removal of different substances from botttom sediments is not clear. Exciting methodological approaches in different countries for reguration of water bodies and the bottom sediments quality are very significant.

In this study we investigated the dynamism of the suspended solids accumlation and the transformation of pulp mill waste wateres in bottom sediments of Lake Baikal and we could obtain some date of the specific waste water pollutant which influenced on the content of upper layer of bottom sediments.

The study gave an opportunity to obtain criteria estimations of the bottom sediments quarity and the regulation of suspended solids concentration in treated waste waters.

2. Materials and methods

Sampling of the upper layer of bottom sediments was done using special tube. During tube sampling the thickness of layers of different types of sediments was determined. The main preparation for the microbiological investigation was practiced on the boat. Sediments with prebottom water and sludge water were put into polyethylene bottles and then they were transmitted to the laboratory.

Corrected samples were brought to the laboratory, and microbiological and hydrobiological studies were done, PH and EH were detected, the oxigen content in the water was determined, and the water and salt extracts for detection of pollutant substances were prepared. A part of sediments was dried in a thermostat (temperature up to 50℃) till becoming to the constant weight.

Bottom sediments samples were examined for the content of pollutant which were considered to be prior in the waste water of the bleached pulp industry. The content of pollutant were composed by total organic substances content, total lignohumic acids (LHA) content, hydrocarbon compounds of different origins, organoichlorine substances, sulphurorganic substances (a group of methylsulphurous compounds), some mineral substances and trace elements.

Wet samples of bottom sediments were handled twice with ethanol and benzol mixture

for the detection of hydrocarbon compounds were divided into three groups: acids, phenol and neutral substances. Humic acids were educed by the extract of 0.5m alkaline solution (with temperature 80℃) and precipitation from extract with PH 1-2. Nonorganic chlorides were eliminated from extracted humic acids by reprecipitation and washing in acidified distillated water. All groups of compounds were examined for the organic combined chlorine content using the 'AOX-analyser' device (IDC, Germany) according to the international standard ISO 9569: 1989(E). Sulphur organic compounds were detected using the gasliquid chromatography method :trace elements (mainly heavy metals) were detected by the method of neutron-activation analysis.

3. Results and discussion

3.1. C organisms and LHA

The lignin and cellulose fiber are the main substances forming suspended materials in the pulp mills waste water. The lignin accumulation in bottom sediments leads not only the increase of organic carbon contents in the upper layer but also the increase of the concentration of extracted lignohumic acids. The strongest pollution of bottom sediments was observed nearby the east area of the discharge point with the square of 0.3km² in zone 1.

The detection of C organisms and LHA shows an interesting result, as the main conclusion of which is the absence of noticeable increase of organic substaces contents in modified bottom sediments. Furthermore, in comparison with other sampling stations, higher concentrations of C organisms were frequently detected in the upper layer of unpolluted bottom sediments.

The supposed accumulation of polluted bottom sediments along the bottom canyons spreading into the lake was not observed. The organic substances distribution in bottom sediments of the discharge point of waste waters is sufficiently heterogeneous and correlates with a high C organisms contents.

The comparison of data with C organisms and LHA contents shows that LHA are forming the small part of bottom sediments organic substances. The elemental analysis of LHA shows that carbon quantity is the normal level for soil humic acids and typical bottom sediments.

The most interesting data are about nitrogen contents in LHA (2.5-4.0%) including those extracted from modified bottom sediments. Such concentrations are characteristic phenomena for LHA in other areas of Lake Baikal, but they are not typical for the lignin substances containing in pulp mill waste waters.

Ultraviolet spectrums of LHA from the discharge area of mill waste waters are qual to those of soil humic acids and bottom sediments in other regions of Lake Baikal, but they do not coincide with UV-spectrums of sulfate lignin. After investigations, we can obtain a conclusion which the specific bottom sediments in the place of waste water discharge area are practically equal on chemical contents to bottom sediments collected

from other parts of the lake.

Thus, in the discharge area of pulp mill waste waters it was observed that sediments containg highly modified lignin substances were similer to natural lignohumic compounds.

3.2. Organic compounds

The next study on bottom sediments which is aimed the detection of organic compounds content shows some accumulation of organochlorine substances including chlorinated phenolic and acidic substances. The percentages of the content of total organic chlorine (TOCI) in LHA is the most representative parameter used for the assessment of bottom sediments pollution by chlorolignin substances. It is detected that treated waste waters contain 8% of TOCL as low molecular organochlorine compounds and 92% of TOCL as high molecular chlorolignin substances.

It is established that TOCL content of LHA in southern Baikal usually is 0.02-0.05% and in the discharge area of pulp mill waste waters is 0.05-0.17%. The zone of polluted bottem sediments with organochlorine substances coincides in the lake with the direction of water currency forming about 20% km^2. This is the zone 2. The pollution by organochlorine substances correlates with higher content of organic substances in bottom sediments (2,4,5).

Sulphuorganic substances content, methyimercaptane, dimethylsufide and dimethyldisulfide contented typically in the mill waste water were detected in water and salt extracts. Obtained results showed that in extracts of sediments from the discharge area (with up to 0.3km^2) only trace amounts of dimethylsulfide and dimethyldisulfide were found and it was impossible to detect any other changes in the bottom sediments content.

The hydrocarbons content of bottom sediments from the discharge area is uniform and is increased slightly in modified sediments especially from zone 1 reported in the Table 1.

Table 1. Contents of organic compounds in the sediments of Lake Baikal, South part:1-zone 1 and 2, 2-back ground. ( )-SD

Sampling place	Concentration		
	C org.,%	Ligno-humic acids, mg/g of dry weight	TOCI, mg/kg of dry weight
1	1.4-7.1(20)	5.0-37.0(14)	4.0-45.0(10)
2	1.1-3.0(27)	3.0-13.3(21)	2.3- 4.0(14)

3.3. Trace element's composition

Data on neutronic activation analysis of bottom sediments of Lake Baikal collected in the discharge area of pulp mill waste waters and on the sampling stations situated on the east and the west direction of the discharge point are reported in the Table 2. On the base of obtained data it was impossible to find out some accumulation of heavy metals in bottom sediments from discharge area in comparison with natural backgrounds.

In the long term hydrobiological monitoring (1961-1993) for the aquatic ecosystem in the discharge area of the pulp mill we have included study points on phytoplakton, zooplankton, macrophytes, mezobenthos, macrozoobenthos, protistoplankton, water and ground microflora and primary productions(3).

Table 2. Trace element's composition of the lake Baikal sediments, south part. Average results of the 1988-1993, ( )-SD. 1-zone 1, 2-zone 2, 3-to the west of discharge, background

Element	Concentration, mg/kg -1(dry weight)		
	1	2	3
Hg	0.2-0.7(15)	0.4-0.6(21)	0.3-1.2 (11)
Cd	0.5-0.7(19)	0.5-0.9(17)	0.6-1.0 (16)
Pb	17-31(21)	19-47(16)	25-44 (7)
V	83-105(5)	95-120(7)	85-110 (9)
Fe*	37-56(11)	38-60(12)	28.0-63 (8)
Mn*	0.45-2.74(6)	0.90-3.15(7)	0.77-2.90(10)
Ba	450-620(16)	320-540(22)	250-600(25)
Zn	40-100(15)	60-120(17)	80-150(10)
Rb	100-130(5)	50-110(8)	50-140(4)
Cs	1.8-2.5(6)	1.4-2.7(6)	1.8-2.5(9)
Br	11-16(15)	10-21(9)	8-14(13)
Cr	60-110(10)	70-146(6)	110-167(12)
Mo	< 50	57-68	< 50
Sc	11-14(3)	10-18(6)	13-20(2)
Co	14-31(5)	15-27(4)	10-24(7)
Au	0.03	0.03	0.03
Ag	< 1.5	< 1.5	< 2.5
U	8-12(14)	6-11(12)	4-13(19)
Th	6-11 (6)	8-12 (8)	7-11(13)
Hf	3.5-4.3(17)	2.7-3.9(9)	3.3-5.1(6)
Tr(<200)	< 350	< 270	< 200
Eu	1.2-1.6(3)	1.5-2.1(5)	1.3-1.8(4)

Note: * concentration as g •kg - 1

The littoral ecosystems in the mixing area of pulp mill waste waters during the whole period of observation have not any significant changes in comparison with their average natural norms. The biota in littoral areas having the depth of 5-7m is also remained as the previous situation.

Analysis of the spatial structure of bottom societies allow to mark out two main zones which differ from natural states of bottom sediments.

Zone 1: it is the zone of biological radical reconstruction where the content if highest taxonomic units is changed and their total biomass is strongly decreased. This is a zone or a spot of pollution. The main part of suspended solid incoming with waste waters is accumulated here.

In 1966, when pulp mill began to discharge waste waters in this zone, the macrozoobenthos biomass in the depth of 6-20m was reduced in 10 times, in the depth of 20-50m it was reduced in 3 times and in the depth of 50-100m it was reduced in 5 times in comparison with data in the period 1961-1966 when the mill was not constructed. In the depth of 6-20m the exciting society, where mollusks and oligohaets were prevailed by their biomass, was changed to the gammaridae society. But this zone occupies merely the square of 0.3km².

Zone 2:this zone has the square of approximate 20km² named as an intensive selfpurification zone. In this zone, despite high concentrations of substances, selfpurification. The intensification of substances rotation is going on owing to the microorganisms activity which leads to zoobenthos biomass increase.

4. Conclusion

Results of complex ecological-chemical monitoring were the base for the regulation of the suspented solids content in treated waste waters and their stage -by- stage concentration decrease. In 1974 the suspended solids concentration in the pulp mill waste water was 10mg/l, in 1975 was 7mg/l and in 1988 was 5mg/l. At present, the permissible suspended solids content is approximate 2-3mg/l. At present, the permissible suspended solids content is approximate 2-3mg/l including 45% lignin substances(1).

We consider that it is possible to improve the sediments quality discharged by pulp and paper mills employing three-stages treatment system of waste waters as like as the BPPM system, which is composed by biological stage, physical-chemical stage and mechanical stage in aeration ponds.

5. Acknowledgement

'AOX-analyser' device for detection of organochlorine compounds concentrations was granted by Dr. Wolfgang Merz (UAK, Germany). Monitoring investigations in 1933 were supported by PRO NATURA FUNDATION in Japan (named "PRO NATURA FUND") promoted by NATURE CONSERVATION SOCIETY OF JAPAN (NACS-J).

6. References

(1)Beim A.M. & S.S.Timofeeva, 1993. Study of lignins destraction in the water of boreal waterbodies. Abstracts International Nordic Symposium on Chemicals in the Arctic-Boreal Environment. 54pp. Helsinki.

(2)Beljavtseva G.,G. Dubovenko,V. Bessonova & W.Merz., 1993. Determination of complex organochlorine compounds in botttom sediments of Lake Baikal. Short Papers of 13th International Symposium on Chlorinated Dioxins and Related Compounds. 12:351pp. Vienna.

(3)Kozhova O.M. & A.M.Beim., 1993. Ecological Monitoring of Baikal. Ecology Press, Moscow, 350pp.

(4)Maatela P., J. Passivirta, M. Grachev & E. Karabanov., 1990. Organic chlorine compounds in Lake Baikal. V.Bottom of Baikal near a pulp mill. Chemosphere. 21(12): 1381pp.

(5)Paasivirta J., et al., 1993. Organochlorine compounds in lake sediments. Wood Chemistry. 1(3):3pp.

要　旨

バイカル湖の流域環境についての生態化学的モニタリング

アルバート・ベイム

本報告においては、紙パルプ工場廃水に含まれる、浮遊懸濁物に汚染された、バイカル湖底堆積物の動態と結果について研究されている。

この研究は、1993～1994年にかけて、年間3回遂行された。本研究の主要課題は、汚染された湖底の形状に対応して0.5～5.0cmの堆積物の厚さをもつ、2.3～3.2km²の面積を有する汚染区域で、懸濁物質が濃縮されている。このゾーンの中心部（0.07～0.3km²）において、生物相の重要な変化が観察された。たとえば、我々は、マクロゾーベントスバイオマスが、10分の1に減少したり、軟体類や貧毛類の群集がガ群集に変化したり、湖底堆積物の上層部で異所バクテリアが高いレベルを示すという、いくつかの減少が観察できた。

第2のゾーン：この領域は、約20km²を有する、強度な自己浄化区域である。このゾーンにおいては、リグニン腐食酸物質の高い濃縮、加水分解された炭水化物及び有機塩素系物質が検出されている。自己浄化過程及び物質循環の増大が、ゾーベントスバイオマスの増大に導かれた、微生物の活動に依存して進行している。

我々のモニタリング結果は、廃水中の浮遊懸濁物の調整の基礎及びそれらの濃度の減少にとって、有効である。たとえば、1967年には浮遊懸濁物の濃度は、10mg/Lであり、1975年には7mg/L、1988年には5mg/Lであったが、現在では2.0～3.0mg/Lのレベルになっている。

我々は、生化学的、化学的及び機械的段階を経る廃水処理システムが、パルプ工場より排出される汚染廃水の改善に効果的であると考えている。バイカリスク紙パルプ工場は、この段階の廃水処理システムを備えており、我々は、この工場からバイカル湖に排出される汚染物質の評価を、現在も継続中である。

中国産マカカ属の分布個体群動態

（1）チベットモンキーの黄山魚鱗坑群の個体群動態について

熊成培*　呉濤**

マカカ属の群れの個体群動態の研究は、長期の群れ観察に基づいて行われている。チベットモンキーの黄山魚鱗坑群の社会学、生態学に関する研究は、中日両国研究者が1985年から1993年の9年間にわたっており、1994年の研究テーマは、群れの個体群動態から保護管理の具体案を作ることであった。

一　研究の場所、対象

黄山は中国安徽省の南部にあり、北緯30°10′、東118°11′に位置する。最高峰は標高1860mの蓮花峰である。植生は亜熱帯性で、植物景観は、標高、気温、降水量などによって著しく異なる。標高200-400mがクロマツ林、400-600mが常緑広葉樹林、600-1200mが常緑落葉混交樹林、1200-1500mが落葉広葉樹林、1700m以上が山頂草原となる。チベットモンキーは600m以上の山域に生息している。

魚鱗坑群は黄山に分布する10群の一つである。われわれはこの群れを1985年から個体識別した。1985年～1991年の間は、一年の観察期間は3～4ヶ月であり、その期間だけ毎日、餌場にトウモロコシ10～15kgを一日4回に分けて与えた。1992年～1994年の間は通年観察のため、毎月餌付けをした。

二　群れの個体数変化

1985年、この群れの遊動域に餌場を設けて餌付けし、生態、行動観察を開始した時は、個体数が23頭であったが、1994年には40頭に増加した。1985～1994年の間(1988年と1993年を除く)、群れの個体数は年ごとに増加している（Table 1）。平均増加率は1.08（0.64～1.39）であり、♂：♀の平均性比は1:1.01である。

三　出産・死亡数

1）出産

チベットモンキーの成獣メスは一年中交尾行動をしているが、7～12月は交尾の頻度が高く、8～9月がピークとなっている。12月以降、交尾の頻度はほぼ半減し、3～4月は頻度が最も低く、5～6月に入ると頻度は再び高くなりはじめる（Fig. 1）。

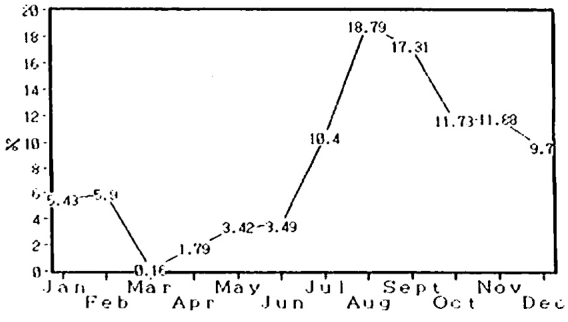


Fig. 1 Copulation frequency

* 合肥市逍遥津動物園、安徽省、中国
** 黄山市黄山風景区猴谷管理センター、安徽省、中国

Table 1 Population changes of the study troop.

Baby		1-2yrs	3-4yrs	5yrs and over	Total	Grand total	Rate of increas
1985	♂ 2	1	1	7	11		
	♀ 3	2	0	7	12	23	
1986	♂ 2	3	2	5	12		
	♀ 3	4	1	7	15	27	1.17
1987	♂ 3	4	1	8	16		
	♀ 2	6	2	7	17	33	1.22
1988	♂ 1	1	2	5	9		
	♀ 2	3	3	4	12	21	0.64
1989	♂ 2	3	1	7	12		
	♀ 1	3	4	5	13	25	1.19
1990	♂ 1	3	1	7	12		
	♀ 4	5	3	6	16	28	1.12
1991	♂ 0	5	7	10	20		
	♀ 3	7	3	8	19	39	1.39
1992	♂ 4	1	4	12	21		
	♀ 2	7	3	9	21	42	1.08
1993	♂ 2	4	1	14	21		
	♀ 0	1	7	9	17	38	0.83
1994	♂ 5	2	4	12	23		
	♀ 0	0	4	13	17	40	1.05

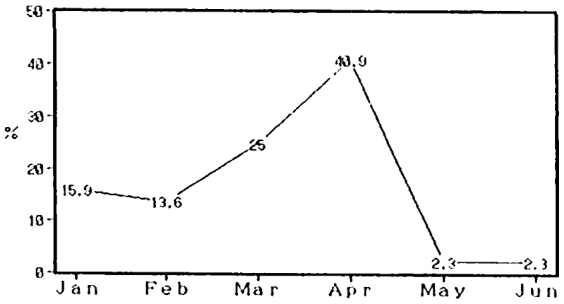


Fig.2 Dates of birth

出産期は1月から6月までで、3～4月がピークになる（Fig. 2）。ただ、1985年から1992年の出産記録によれば、出産期は1～4月である。1994年は出産期が5、6月に延びている。

この十年間に、群れでは50頭の出産があった。成獣メスの年平均出産率は67.1%(33.3～100%)であり、アカンボは平均76.1%（33～100%)が元気に一才を迎えていた（Table 2）。メスの初産年齢は、71.4%が5才で、28.6%が6才である。成獣メスの66%は一年間で1仔を生み、34%は二年間で1仔が生まれる。生殖の間隔期は年齢によって異なり、7才以下のメスは平均15.7ヵ月で、7才以上は平均16.3ヵ月である。

2）死亡

10年間に、28頭が死亡した（Table 3）。その中で、1988年の死亡個体数が最も多く、成獣、亜成獣オスの数は16頭になり、3頭のアカンボは母親の死亡にともない死亡した。1988年の大量死亡の発生前、群れの個体数は40頭に達したが、死亡後個体数は47.5%減少した。死亡の原因は不明である。1990年に死亡した成獣メスは老年の個体である。1992年に1頭の成獣オスが肺部の病気のため死亡した。1992-1994年の間に7頭のアカンボ（オス2、メス5）が成獣オスにかみつかれて死亡した。この子殺しは1992年から起こりはじめ、1994年に発生の頻度が高くなった。かみつかれたアカンボのうちメスは71.4%を占めた。

四　個体の群れ間移動

1985年～1994年間に、隣接する群れから18頭のオス（成獣15頭、亜成獣3頭）が群れに入った。普通、一年に成獣オスは1～2頭が群れに入るが、1991年には、6頭の成獣オスと3頭の亜成獣オスが同時に群れに入った（Table 4）。

十年間に、20頭のサルが群れから移動した。その中で1993年を除き、ニホンザルと同じようにオスだけが、群れに入った。1993年には、5頭のサル（成獣オス2、成獣メス2、亜成獣メス1）は群れから分裂し、母群の遊動域の上部

Table 2 Dates of birth in study troop.

Year	Adult female	No. of birth	Birth rate(%)	Survival rate(%)
1985	7	5	71.4	100
1986	7	5	71.4	100
1987	7	5	71.4	40
1988	8	6	87.5	50
1989	5	3	60.0	100
1990	7	5	71.4	100
1991	8	3	37.5	100
1992	9	6	66.7	83
1993	9	3	33.3	33
1994	9	9	100.0	55

に新たな遊動を行っている。1994年の観察によって、その分裂群は4月にアカンボが2頭増えて7頭になり、4～6月の間だけ3回、母群の遊動域に入り、1～2時間後すぐ離れた。

毎年、母群から移動する個体数とその時の群れの個体数とは関係がある。すなわち、群れの個体数が多いと、移動する個体数も多い。r相関の測定では、$r=0.6$、$t=2.652$、$p<0.05$、群れの個体数と移籍する個体数の間では相関関係がある。

Table 3 Dates of death in the study troop.

Year	Adult male	Adult female	Male (1-3 yrs)	Female (1-3 yrs)	Baby M.	Baby F	Total
1985	0	0	0	0	0	0	0
1986	0	0	0	0	0	0	0
1987	0	0	0	0	0	0	0
1988	4	4	5	3	2	1	19
1989	0	0	0	0	0	0	0
1990	0	1	0	0	0	0	1
1991	0	0	0	0	0	0	0
1992	1	0	0	0	0	1	2
1993	0	0	0	0	0	2	2
1994	0	0	0	0	2	2	4

Table 4 Dates of immigration and emigration in the study troop.

Year	Immigrated				Emigrated			
	Adult		1-4 yrs		Adult		1-4 yrs	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1985	0	0	0	0	0	0	0	0
1986	0	0	0	0	1	0	0	0
1987	2	0	0	0	2	0	0	0
1988	1	0	0	0	0	0	0	0
1989	2	0	0	0	1	0	0	0
1990	0	0	0	0	1	0	0	0
1991	6	0	3	0	1	0	0	0
1992	2	0	0	0	4	0	1	0
1993	1	0	0	0	2	2	0	1
1994	1	0	0	0	4	0	0	0
Total	15	0	3	0	16	2	1	1

中国産マカカ属の分布・個体群動態

（2）泰嶺におけるキンシコウとアカゲザル

李保国*　熊成培**　李智軍***

生物の起源と進化において、その生息環境の影響や制約を受けないものはない。現在の生物分布は、その生存条件の変化による長期的な適応と歴史的発展の必然の結果だといえよう。人類の生産活動が自然環境にもたらす破壊がより深刻になった今日では、生物の生息環境に関して研究することは極めて重要である。

人間を除く霊長類の中では、アカゲザルは多様な生息環境に分布し、分化した最も大きな大陸種の一つである。それに対して、最近分化したキンシコウの生態の地理的な特徴としては、中国特有の種で、分布が連続せず、高山の森林環境に生息していることがあげられる。

一　分布変遷

1）歴史的分布

化石の資料によると、第四紀早期更新世では泰嶺北側である藍田公主嶺にある動物群中にキンシコウの化石が発見された(顧玉珉等、1989)が、マカカの化石はなかった。ところが、早期更新世の後期から後期更新世にわたる中国北方地域の地層の中にはマカカ類の化石がでてきたので、泰嶺山脈にマカカの化石があったと推測できる。

地方誌の記録によって、清時代（1616～1911年）から中華民国（1912～1949年）の数百年間には、キンシコウが泰嶺山脈の広い地域に分布し、アカゲザルは泰嶺山脈と巴山山脈の間の地域に生息した。キンシコウよりアカゲザルの分布域の方がより広かった（Table 1、Fig. 1）。

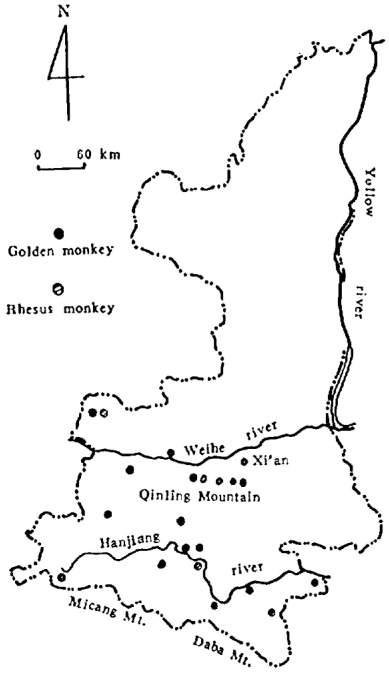


Fig 1. Histrical distribution of golden monkey and rhesus monkey based on county gazettes in Shaanxi, China

2）現在の分布と個体数

キンシコウは現在主に泰嶺山脈の南側と北側にある支脈地区に分布している。その範囲は東

*　西北大学生物学部、西安、中国
**　合肥市逍遥津動物園、安徽、中国
***太白山国家級自然保護区管理局、陝西、中国

Table 1. Historical distribution of golden monkey and rhesus monkey based on county gazettes in Shaanxi province.

Place name		Name of rhesus monkey recorded	Name of golden Monkey recorded	Country gazettes	
Now	Ancient			Book name	Publishing time
Qinling Longshan		"Hou"	"You", "Rong", "Wei"	Annals of Shaanxi	Qing dynasty. Yongzheng 11 years (1885)
Zhouzhi		"Hou"	"Rong"	Annals of Zhouzhi country	Minguo 14 years(1925)
Huxian		"Hou"		Annals of Huxian country	Minguo 22 years(1933)
Xi'an	Xi'anfu	"Mihou"		Annals of Xi'anfu	Qing dynasty. Tianlong 44 years(1779)
Longxian	Longzhou	"Hou"	"Rong"	Annals of Longzhou	Qing dynasty. Kangxi 52 years(1713)
Fufeng		"Hou"		Annals of Fufeng on home village	Qing dynasty. Guangxu 32 years
Foping		"Hou"		Annals of Foping country	Minguo 18 years
Liuba	Liubating	"Hou"		Annals of Liubating	Qing dynasty. Daoguang 22 years(1842)
Xixiang		"Yuan"	"Rong"	Annals of Xixiang country	Qing dynasty. Daoguang
Pingli		"Hou"		Annals of continuous revision	Qing dynasty. Guangxu 22 years(1896)
Ankang	Xinganfu	"Hou"		Annals of Xinganfu	Qing dynasty. Tianlong 53 years
Baihe		"Mihou"		Annals of Baihe country	Qing dynasty. Guangxu 19 years (1893)
Shiquan		"Hou"	"Rong"	Annals of Shiquan country	Qing dynasty. Guangxu 29 years (1903)
Ziyang		"Hou"		Annals of Ziyang country	Qing dynasty
Ningqiang	Ning-qiangzhou	"Mihou"		Annals of Ningqiangzhou	Qing dynasty. Guangxu 14 years(1888)
Qingling			"Rong"	Learn to read from "Bencao" Chen C, editor	Tang dynasty
Baoji			"Rong"	"Gujin Tushu Jicheng" Jiang Q. editor	Qing dynasty

経107° 24' 108° 27'、北緯33° 32'-33° 57'で、周至、太百、洋県、佛坪、寧陝の五県にわたって、一続きの区域となっている。ここに生息しているキンシコウは30群、約3800頭である（Fig. 2）。われわれは秦嶺山脈の北側にいるキンシコウの群れの数、個体数、ホームレンジ及び生息密度について詳細な調査を行い、544km²の範囲に14群、約1540頭が分布し、生息密度は2.83頭/km²で、四季のホームレンジの面積は平均で16.8km²（9.09-29.65km²）あり、キンシコウの分布の北限であることを明らかにした(Table 2、Fig. 3）。

アカゲザルは陝西省南部の巴山地域に分布し、大巴山の北側と米倉山の全域に生息している。

Fig. 2 Current distribution of golden monkey and rhesus monkey in Shaanxi, China

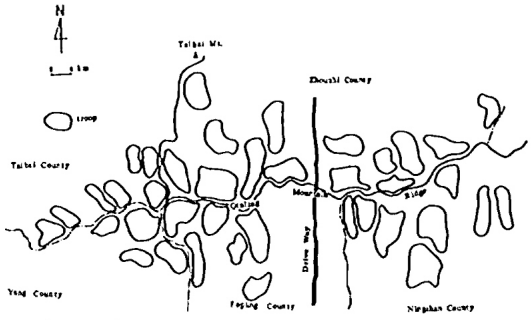


Fig. 3 Distribution of Golden monkey troops in Qinling mountains, Shaanxi.

Table 2. Troop, seasonal home range size and density of Sichuan golden monkey in the north slope of Qinling mountains, Zhouzhi country.

Troop name	No. of individuals (calculation)	Altitude (m)	Home range size(km²)	Densty (No./km²)
Longdonggou troop	100	1600-2500	15.65	6.39
Diaogou troop	150	1700-2300	29.65	5.05
Wuyangou troop	50	1500-2450	22.92	2.18
Erlingzi troop	100	1700-2450	18.19	5.49
Baogudi troop	80	1500-2200	16.60	4.82
Tielianggou troop	120	1400-2300	18.10	6.63
Taipingheshangyou troop	150	1600-2500	12.46	12.03
Lianzigou troop	100	1500-2500	19.28	5.18
Qingshuihe troop	150	1400-2350	19.69	7.61
Xigou troop	120	1500-2400	13.60	8.82
Donglinggou troop	100	1400-2350	12.64	7.91
Donggou troop	110	1600-2450	15.42	7.13
Yuhuangmiao Dongliang troop	120	1600-2500	9.09	13.19

その範囲は東経105° 31'-110° 12'、北緯31° 42'-33° 15'で、西郷、南鄭、鎮巴、平利、鎮坪、寧強の六県が五つの分布域をなしている。中に西郷、南鄭及び鎮巴の三県が一続きの大区域になり、鎮坪、平利、寧強の三県を四つの小区域に分けられている。それらの生息地のアカゲザルは26群、約659～882頭(Table 3)あり、その総面積は24715km²で、平均の生息密度は0.0267～0.0356頭/km²である。

キンシコウとアカゲザルは陝西省では、相互の分布限界に地理的な障壁（道路、川、村、畑など）がある。

2 生息地と食性

1）キンシコウ

キンシコウの生息域の泰嶺山脈は中国の亜熱帯林と温帯との気候の境界地域である。南東からの熱帯気流と、北方からの寒流の障壁になっ

Table 3 Current distribution of rhesus monkey in Shaanxi province.

Country	District	Habitat	Altitude	No. of troop	Troop size	Active range(km²)
Ningqiang	Shandaohe	Nianziping	800-1000	1	20-30	7-10
	Gaozhaizi	Dapingliang	850-1100	1	4- 6	3- 5
Manzheng	Fucheng	Lengjiahe	600- 800	1	35-45	3- 6
		Linbingyan	600- 850	1	24-30	2- 4
		Banfanggou	650- 900	1	50-60	7-10
		Shierwar	650- 950	1	20-30	3- 5
Xixiang	Dahe	Xinfangzi	900-1200	1	30-40	7- 9
		Wujiaying	1000-1300	1	30-35	7-10
		Nanping	1100-1400	1	40-50	10-15
	Loufang	Tiejiayan	800-1000	2	50-60	8-14
		Bishihe	600- 900	1	40-50	6- 8
		Fenghuangshan	900-1200	1	20-30	4- 6
		Chendongzi	600- 800	1	10-20	2- 4
	Hexi	Xiaoxicun	1000-1300	1	20-30	7-10
		Honghuacun	900-1450	1	30-40	8-11
		Hexicun	900-1450	1	30-40	7- 9
	Maliu	Yinsihe	800-1000	1	40-50	10-12
	Zuoxi	Zhaojiagou	700- 900	1	17-20	5- 7
		Xinzhai	800-1100	1	30-40	8-10
	Gaojiachi	Mashihe	900-1100	1	15-20	7-10
		Yujiahe	900-1100	1	30-40	5- 7
Zhenba	Renhe	Baitiahe	1000-1400	1	40-50	9-11
		Nanxihe	1000-1400	1	10-20	5- 6
Pingli	Liulin	Tugou	600- 800	1	4- 6	2- 3
Zhenping	Niutoudian	Qingcaoping	1000-1300	1	20-30	6- 9

(Data from ZHENG Shengwu et al., 1993, some parts are corrected by author)

たため、山の南側は亜熱帯で、北側は冷温帯気候である。山は険しく、谷は狭い。その最高峰の太白山は3767mである。キンシコウの生息地の気候は、温帯または冷温帯の山地気候で、冬は長くて寒く、夏は短くて涼しい。年平均気温は6.5～12℃で、無霜期間は150～230日ほどあり、年降水量は700～900mmである。

生息地の植物は三つの類型に分けることができる。落葉広葉樹林（標高1000～2000m）、針葉・広葉樹落葉混合林（標高2000～2600m）、針葉樹林（標高2600～3200m）である(Fig. 4)。一年中で、キンシコウが最も好む場所は落葉広葉樹林で、その次は針葉・広葉落葉混交林であり、針葉樹林ではめったに姿は見られない。観察により、キンシコウの一年間の活動期間は、落葉広葉樹林で約223日、針葉・広葉落葉混合林で約135日、針葉樹林で７日ほどであることが分かる。その活動範囲は標高1400～2500mの間で、地形選択はほとんど見られない。キンシコウは木の上で生活しているが、何かに驚かされた場合は、地面に降りて逃げることもある。また、冬場は地面で餌を探したりすることはあるが、川で水を飲むのはまだ見たことはない。

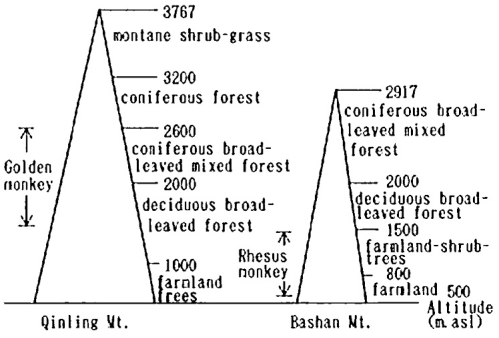


Fig. 4 Vertical distribution of vegetation and Golden monkey and Rhesus monkey in the Qinling and Bashan mountains, Shaanxi.

キンシコウの餌になる植物は57種類ある。内訳は、落葉植物54種（94.7%を占める）、常緑植物３種類(5.3%）である。季節ごとに餌になる植物の種類とその部位は異なり、全部で116の部位が数えられた（Table 4、Table 5）。

Table 4. Seasonal food change of Sichuan golden monkey in Qinling mountains.

Species	Spring (Mar.-May.)		Summer (June.-Aug.)		Autumn (Sep.-nov.)		Winter (Dec.-Feb.)	
	Parts eaten	Feeding frequency	Parts eaten	Feeding frequency	Parts eaten	Feeding frequency	Parts eaten	Feeding frequency
Pinaceae								
Pinus armandii					sd	+++	sd	+++
Salicaceae								
Populus purdomii	bd, br	+++, +++	lf	+++	lf, br	++, +++	br, bk	+++, ++
P. davidiana	bd, br	++, ++	lf	++	lf, br	++, ++	br, bk	++, ++
Pterocarya insignis	bd	++	lf	++				
Betulaceae								
Corylus chinensis	lf	+++			fr	+++		
C. heterophylla	lf	+++			fr	+++		
Betula albo-sinensis	bd, lf	+++, ++	lf	++				
B. utilis	bd, lf	+++, ++	lf	++				
Carpinus turczaninowii	lf	++	lf	++			bk	++
Fagaceae								
Quercus aliena var. acuteserrata	bd	+++	sd	++	sd	+++	sd	+++
Q. liaotungensis	bd	+++			sd	+++	sd	+++
Q. variabilis	bd	+++			sd	+++	sd	+++
Q. baronii	br	++			sd	++	sd	+++
Castanea seguinii	lf	+++			sd	+++	sd	+++
C. mollissima	br, lf	++, ++			sd	+++	sd	+++
Trochodendraceae								
Euptelea pleiosperma	bd, br	++, ++						

Species	Spring (Mar.-May.)		Summer (June.-Aug.)		Autumn (Sep.-nov.)		Winter (Dec.-Feb.)	
	Parts eaten	Feeding frequency	Parts eaten	Feeding frequency	Parts eaten	Feeding frequency	Parts eaten	Feeding frequency
Magnoliaceae								
Magnolia biondii	bd	+++					bd	+++
Schisandraceae								
Schisandra sphenanthera			fr, lf	+++, +++	fr	+++		
Lauraceae								
Lindera obtusiloba			fr	++				
L. glauca			fr	++	lf	++		
Litsea tsinlingensis			fr	+++	lf, fr	++, +++		
Hamamelidaceae								
Sinowilsonia henryi	lf	++	lf	++				
Rosaceae								
Sorbus koehneana			lf	+++	fr	+++		
S. hupehensis			lf	++	fr	++		
Malus sieboldii			fr	+++	fr	+++		
Staphyleaceae								
Tapiscia sinensis	br, bd	++, ++			fr	++		
Staphylea bumalda							br, bk	++, ++
S. holocavpa							br, bk	++, ++
Celastraceae								
Euonymus myriantha	br	+++	fr	+++	fr	+++		
E. sanguinea	br	+++	fr	+++	fr	+++		
Celastrus gemmatus							bk	+++
Aceraceae								
Acer maximowiczii	bd, lf	++, ++					bk	++
A. davidii	bd, lf	++, ++					bk	++
A. franchetii	lf	+++	lf	+++	fr	+++		
A. mono	br, lf	++, ++	lf	+++	fr	++		
Hippocastanaceae							bk	++
Aesculus chinensis					fr	+++		
Rhamnaceae								
Hovenia dulcis					fr	++	sd	++
Actinidiaceae								
Actinidia kolomikta					fr	+++	br, bd	+++, +++
A. callosa					fr	+++	br, bd	+++, +++
A. tetramera					fr	++	br	++
Elaeagnaceae								
Elaeagnus bockii					fr	++		
E. umbellata					fr	++		
Cornaceae								
Helwingia japonica	br	+++	lf	+++	lf	++	br	+++
H. chinensis	br	+++	lf	+++	lf	++	br	+++
Cornus macrophylla					fr	++		
Dendrobenthamia japonica			fr	+++				
Bothrocaryum controversum					fr	++		
Alangiaceae								
Alangium chinensis	lf	++	lf	++	fr	++	bk	++
Oleaceae								
Fraxinus retusa	br	+					bk, br	+, +
F. paxiana	br	+					bk, br	+, +
F. inopinata	br	++					bk, br	++, ++
Caprifoliaceae								
Sambucus williamsii	br, lf	+, +					bk, br	+, +
Viburnum dilatatum	br	+	br	+	fr	+	bk	+
V. betulifolium	br	+	br	+	fr	+	bk	+
Usnae longissima		++		++		++		++
Nostac sp. (Algae)		+++		+++				
Bryophyrta sp.		+						+

br:tender branch; lf:tender leaf; bd:bud including folding flower; sd:seed
bk:bark; fr:fruit
+++:very often+ ++:frequently; +:rarely

Table 5. Number of kinds and parts eaten of food of Sichuan golden monkey summarized

	Spring	Summer	Autumn	Winter	Whole season
Species of food	36	27	37	32	57
(evergreen)	(1)	(1)	(3)	(1)	(3)
Trees	26	14	18	20	34
Shrubs	7	11	18	10	20
Lower plants	3	2	1	2	3
Parts eaten	47	28	40	42	116
Tender branch	17	2	2	13	23
Tender leaf	14	15	6	0	24
Bud including folding flower	13	0	0	3	15
Bark	0	0	0	16	16
Fruit	0	8	24	0	27
Seed	0	1	7	8	8
whole body(Lower plants)	3	2	1	2	3

2　アカゲザル

アカゲザルの生息地は陝西省と四川省の境で、秦嶺山脈ほど険しくなく、丘陵が多く、谷も緩やかな地勢である。主峰の代竜山は2917mである。しかし、アカゲザルの分布域は、山が険しく、谷は「V」字形で、山の地形の変化は急激である。生息地の気候は、亜熱帯から温暖帯までの間の温暖湿気候で、冬は寒くなく、夏は暑くない。年平均気温は15～18℃ぐらいである。無霜期間は250～270日で、年降水量は700～1000mmである。

生息地の植物は四つの類型に分けることができる。盆地にある田畑（500-800m）、田畑－低木林－森林帯（800-1500m）、落葉広葉樹林（1500-2000m）である。アカゲザルは600-1500mの間、すなわち田畑－低木－森林及び落葉広葉林の下線地帯で活動する。その生息地は人類の活動区域に近く、人間から強く影響を受け、植物は次生林と次生低木で多くの山（約50%）は農地に開墾された（Fig. 4）。

アカゲザルが採食した植物は76種類である。内訳は、落葉植物が66種類（86.8%）で、常緑植物が10種類（13.2%）である。7種類の農作物も採食する。季節によって、餌になる植物の種類と部位が異なり、全部で104部位ある（Table 6、Table 7）。

3　二種のサルの比較

キンシコウの餌になる57種類の植物の中では、とくに好まれるのは27種類で47.3%を占め、よく食べられるのは24種類で42.1%、めったに食べないのは6種類で10.5%を占める。57種類の中で8種類は一年中食べている。採食部位の比例はほぼ同じである。

果実と若葉と柔らかい枝とで、それぞれの部位は、23.3%、20.7%、19.8%を占める。それに対して、餌となる樹皮と芽は13.8%と12.9%を占める。これらのことから、キンシコウは植物の部位に対して選択性があまりないので、食性は原始性を持つと思われる。

アカゲザルが食べる植物は76種類あるが、特に好きなのは37種類で49%、よく食べるものは27種類で36%、少し食べるものは12種類で15%を占める。食べる部位によって、アカゲザルが

Table 6. Seasonal food change of rhesus monkey in Shaanxi province

Species	Spring (Mar.-May.)		Summer (June.-Aug.)		Autumn (Sep.-Nov.)		Winter (Dec.-Feb.)	
	Parts eaten	Feeding frequency	Parts eaten	Feeding frequency	Parts eaten	Feeding frequency	Parts eaten	Feeding frequency
Pinaceae								
Pinus armandii					sd	++	sd	+++
Taxaceae								
Torreya fargesii					sd	++	sd	++
Salicaceae								
Populus davidiana	bd	++					br	++
Betulaceae								
Corylus chinensis					fr	++		
Juglandaceae								
Juglans regia					fr	+++		
Juglans cathyensis					fr	+		
Fagaceae								
Castanea seguinii					fr	++	fr	+++
Castanea mollissima					fr	++	fr	+++
Quercus aliena var. acuteserrata	br	++			fr	++	fr	+++
Q. liaotungensis	br	++			fr	++	fr	+++
Q. acutissma					fr	+++	fr	+++
Q. baronii	br	+			fr	++	br, fr	++, ++
Q. spathulata	br	+			fr	+	br, fr	++, ++
Q. oxyphylla	br	+			fr	++	br, fr	+, +
Cyclobalanopsis myrsinaefolia	br	+			fr	+	fr	+++
Urticaceae								
Debregeasia abulis	br	++	fr	+++				
Moraceae								
Broussonetia papyrifera			fr	++				
Saxifragaceae								
Ribes glaciale					fr	+		
Lardizabalaceae								
Akebia trifoliata					fr, sd	+++, +++		
Trochodendraceae								
Euptelea pleiosperma	bd, lf	++, +						
Lauraceae								
Litsea tsinlingensis	br, lf	++, +			fr	+++		
L. noupinensis	br, lf	++, +			fr	+++		
Lindera floribunda	br, lf	+++, +			fr	+++		
Sassafra tzuma	br, lf	++, +						
Schisandraceae								
Schisandra sphenanthera					fr	+++		
Rosaceae								
Prunus armeniaca			fr	+++				
P. davidiana			fr	+++				
P. tomentosa			fr	+++				
P. glandulosa					fr	+++		
Pyrus calleryana					fr	+++		
P. pyrifolia					fr	+++		
Rubus coreanus					fr	+++		
R. niveus					fr	+++		
R. lambertianus					fr	+++		
Pyracantha fortuneana					fr	++	fr	+++
Sorbus folgneri					fr	+		
Papilionaceae								
Glycine max					sd	+++		
Cornaceae								
Helwingia japonica	br, lf	++, ++	lf	+				

Species	Spring (Mar.-May.)		Summer (June.-Aug.)		Autumn (Sep.-Nov.)		Winter (Dec.-Feb.)	
	Parts eaten	Feeding frequency	Parts eaten	Feeding frequency	Parts eaten	Feeding frequency	Parts eaten	Feeding frequency
H. chinensis	br, lf	++, ++	lf	+				
Dendrobenthania japonica var. chinensis	br	++	fr	+++				
Celastraceae								
Euonynus subsessilis					fr	+++		
E. sanguinea					fr	+++		
E. oblongifolia					fr	++		
Celastrus genmatus	br	+					bk	++
Anacardiaceae								
Toxicodendron vernicifluan					fr	+	fr	+++
Rhus chinensis	br	++						
R. potaninii	br	++						
R. punjabensis	br	++						
Pistacia chinensis	br	+						
Aceraceae								
Acer maximowiczii					fr	+	fr	++
A. laevigatun					fr	+	fr	++
Rhamnaceae								
Berchenia sinca			fr	+	fr	++		
Actinidiaceae								
Actinidia chinensis					fr	+++		
Actinidia kolomikta					fr	+++	br	++
A. callosa	br	++			fr	+++		
Elaeagnaceae								
Elaeagnus lanceolata					fr	+		
E. unbellata					fr	+		
Alangiaceae								
Alangium platanifolium					fr	+		
Stachyuraceae								
Stachyurus chinensis					fr	++		
Solanaceae								
Solanum tuberosum			st	+++	st	+++	st	+++
Ericaceae								
Rhododendroz narisii	bd	++	bd	++			bd	++
R. staninean	br, lf	++, +						
Coriariaceae								
Coriaria nepalensis			fr	+++				
Caprifoliaceae								
Lonicera elisae	fr	++	fr	++				
L. acuminata	fr	++	fr	++				
Viburnum betulifoliun					fr	+++		
V. dilatatun					fr	++		
V. dricun					fr	++		
Sambucus williansii	br, bk	+, +			fr	+		
Liliaceae								
Lilium davidi	st	+++					st	+++
L. brownii var. colchesteri	st	++					st	++
Gramineae								
Triticum aestivum			sd	+++				
Avena sativa			sd	+++				
Zea mays			st	+	sd	+++		

br:tender branch; lf:tender leaf; bd:bud including folding flower; st:stem
bk:bark; fr:fruit; sd:seed
+++:very often; ++:frequently; +:rarely

Table 7. Number of kinds and parts eaten of food of rhesus monkey summarized

	Spring	Summer	Autumn	Winter	Whole season
Species of food	29	17	52	23	76
(evergreen)	(3)	(1)	(8)	(4)	(10)
Trees	16	4	28	15	37
Shrubs	11	9	21	5	32
Grasses	2	4	3	3	7
Parts eaten	38	17	53	26	104
Tender branch	22	0	0	5	24
Tender leaf	8	2	0	0	8
Bud including folding flower	3	1	0	1	3
Bark	1	0	0	2	2
Fruit	2	10	47	13	56
Seed	0	2	5	2	7
Stem	2	2	1	3	4

一番好むのは果実（53.8%）で、次は柔らかい枝（23.1%）、若葉や芽や茎など（23.1%）である。アカゲザルの食性は広いが一番好むのは果実であり、偏食である。これはアカゲザルの食性がキンシコウよりも進化したためと思われる。

二種のサルがともに採食する植物は25種類である。アカゲザルのみが採食する種類は51種、キンシコウのみが採食するのは32種類である。二種のサルの生息地を見ると、キンシコウの生息地には、アカゲザルの食用となる植物は36種類あるが、キンシコウは利用しない。一方、アカゲザルの生息地には、キンシコウの食用になる植物は14種類あるが、アカゲザルは利用しない。他に、アカゲザルが採食する７種類の農作物は、キンシコウが食べない。

三　分布型の原因を探る

１）第三紀の晩期は、動物地理区が南方や北方のように分化されておらず、“三趾馬動物相”と称された。その後、海西運動と燕山運動の影響によって、第四紀初期に南、北方の動物区域が少しずつ作られていった。その時期は、泰嶺山脈はまだ低く、気候も暑くて湿気が多かった。また、森林が茂ったため、南部にいる一部の動物が泰嶺山脈を越えて移動した。キンシコウとアカゲザルが泰嶺山脈に入ってきたのはこの時期であった(胡長康等、1978；顧玉珉等、1989)。早期更新世の中晩期にヒマラヤ造山運動の強い影響で、泰嶺山脈が急速に隆起し、ほぼ現在の山岳になり、動物交流の障壁となっただけでなく、南北の気候にも強く影響を及ぼした。それゆえ、北方の気候はもとの温暖湿潤から寒冷旱ばつへと変化し、環境も森林、灌木から草本植物へと変化した。南方は相変わらず暑く、湿気が強く、森林も繁殖し、熱帯、亜熱帯気候に属していた。「パンダステゴドン」のような動物群が南方で、草原動物群が北方に形成された（薛祥熙等、1994）。

泰嶺山脈の隆起によって川、気候、植物に変化がもたらされ、動物の自由な往来ができなくなり、種の分布が相対的に隔離され、キンシコウとアカゲザルも自然に分離して分布するようになった。

2）中国では、第四紀に氷期と間氷期が三期間もあったと言われている。氷期がくる度に、一部の動物は北から南へ、高山から低山へ移動するが、間氷期にまたもとの地域に戻るようであった。ところが、一部の動物は移動中に元の地域に戻れなくなったので、新しい隔離分布区が形成された（劉慎、1985）。中国の氷河は山岳氷河といわれ、山頂は氷河だが、谷間には森林も繁殖し、気候も温暖である。間氷期では、山頂の氷雪が解けるに従い、動植物が上部に移動した。この時期は、キンシコウが上へ上へと移動し、積極的に氷河気候に適応しようとしたので、現生の霊長類としては標高が一番高いところに分布している。アカゲザルが山地の氷河気候に適応したので、次第に泰嶺山脈の南の方へと移動したのではないかと思われる。

3）1990年以前の5000年以来、最初は気候が温暖で、中国北部の大部分の地区は、亜熱帯性気候であった。竜山文化（中国新石器時代晩期約公之前2800～2300年）の遺跡から見つかった炭化した竹の節は、かつて黄河流域にも竹類が分布していたことを証明した。西安の近くの半坡村遺跡からも水獺（*Hydropotes sp.*）や竹鼠（*Rhizomys sp.*）などのような亜熱帯動物が見つかったことから、当時の北方の気候は、現在より温暖で湿潤だったことが分かる。当時のキンシコウとアカゲザルは泰嶺山脈にたくさん分布したと思われる。地方誌の記載によれば、泰嶺の北側にある隴県と扶風県には昔分布していたし、陝西省の北部の米脂県と綏徳県にある後漢墓（東漢時代：公之25-220年の墓穴）から出土したものに、狩猟を表す浮彫や絵にはサルが描かれていた（米志誠、1986）。それ以降、気候は温暖から寒冷に変わり、特に明（1368～1644）、清時代の寒冷期間はとても長かった（間断的に約200年間）（竺可楨、1972)。これは植物の分布に大きな影響を与えたため、北方にあった森林は南へ後退し、気候も乾燥し、寒くなり、キンシコウとアカゲザルの分布領域も小さくなった。だが、まだ泰嶺山脈にキンシコウはいるが、アカゲザルはその後見つからなかった。それはアカゲザルよりキンシコウのほうがより寒冷の生活環境に適応するからであろう。

4）明、清時代から現在までの長い期間、陝西省にあるキンシコウとアカゲザルの分布域はますます小さくなり、個体数も減り、特に分布域は「孤島」になった。その中で自然環境の変化の影響はもちろんのこと、人間の経済活動からの悪影響も見逃すことができないと思われる。

人口の急速な増加に伴い、建築や人々の生活の必需品のための森林伐採はずっと続いている。清の時代の「三者辺防備賢」の記録によると、周至県地域にある山で毎年伐採に従事した人は数万人もいたという。また、食糧生産のため、山林を農地に転用したりして、森林破壊が進んだのである。すなわち鉄道や道路、砿山の開発、ダムの建設などで、自然環境の破壊は一段と深刻になり、植生回復は不可能な状態に落ち込んでいった。

密猟は激しかった。キンシコウの骨は昔から“獄骨”と言われ、酒につけて飲むとリュウマチにきくそうである。また、明王朝の規定では、調停では二品（二等）以上の高官でなければキンシコウの皮を敷き、布団にすべきではない）という。人間がキンシコウの骨を薬にしたり、皮を敷き布団につかったりすることはサルにとっては致命的な被害である。アカゲザルは農作物を荒したので、害獣とされ、現在まで被害防止のための捕獲が行われている。

まとめると、現在キンシコウは泰嶺山脈に分布するが、巴山山脈には分布しなかった。その原因は次のいくつかあると思われる。

3）キンシコウは標高1400～2500mの落葉広葉樹林帯で活動する。Quercus属とBetula属が優先する樹林は、広葉樹林として代表的なものである。巴山には以上の条件がなかった。

アカゲザルは現在、泰嶺山脈に分布しないが、

巴山に生息している要因としては次のように考えられる。

1、地史的、歴史的な環境変化があり、人間が住む渓谷地帯における活動の影響で、泰嶺山脈のアカゲザルの分布が消滅したと思われる。

2、泰嶺山脈は標高が高く、気候も寒冷で、アカゲザルに適していないと考えられる。泰嶺山脈の下部には農地が広がり、アカゲザルが可能的に利用できる森林地帯がなくなっている。

3、キンシコウ・アカゲザル間に、食物や生息地のための競争があるかないかは、これからの研究課題である。

参考文献

劉詩烽　1959　泰嶺金絲猴初歩調査報告。西北大学学報（自然科学版）、(3):19-26.

劉慎諤　1985　気候変遷与植物移動。劉慎諤文集、科学出版社、65-73。

陳服官等 1982 泰嶺金絲猴資源及保護。野生動物、(2):7-10。

呉家炎等 1981 陝西珍貴経済獣猯図誌。陝西科技出版社、9。

鄭生武等　1993　陝西省猯猴現状、歴史分布和分布区縮小原因的探討。人類活動影響下獣類演変（夏武平、張浩主編）、中国科技出版社出版。

叁可楨1972　中国近五千年来気候的変遷。考古学報、(1):15-38。

胡長康、斉陶　1978　陝西藍田公王嶺更新哺乳動物群。中国古生物新丙種21号、科学出版社、1-64。

計宏詳　1985　中国第四紀哺乳動物分布和画分地層学雑誌、11(2):91-102。

顧玉珉、江姫娜 1989 陝西藍田公王嶺「藍田伟猴」化石的再研究。人類学学報、8(4):333-346。

薛祥熙　1985　中国黄土分布区第四紀哺乳動物化石。中国黄土研究的新進展（王永焱、笹鳴点雄編）、陝西人民出版社、115-146。

薛祥熙、張云祥　1994　中国第四紀哺乳動物地理区画。獣類学報、14(1):15-23。

朱志誠　1986　陝西農業自然変遷史。陝西科技出版社、366-448。

厖文中修、任肇新纂　周至県誌、民国十四年鉛印本、巻三、田賦.物産。台湾成文出版社影印、255、1989

趙保真修、段光世等纂　戸県誌、民国二十二年鉛印刊、巻一、物産.台湾成文出版社印影、90、1989.

舒其紳等修、厳長明等纂　西安府誌、清・乾隆四十四年刊本、巻十八、物産. 台湾成文出版社影印、850、1989.

羅彰彝等纂修　隴州誌、清・康熙五十二年　刊本、巻三、田賦、物産. 台湾成文出版社影印、183、1989.

譚紹裘撰　扶風県郷土誌、清・光緒三十二年抄本、巻一、物産. 台湾成文出版社影印、92、1989.

張机高纂修　佛坪県誌、民国十八年抄本、巻上、田賦誌. 台湾成文出版社影印、35、1989.

賀仲瑊等纂修　留壩片誌、清・道光二十二年刊本、巻四、土地誌.台湾成文出版社影印、168、1989.

薛祥綏　西郷県誌、薛祥綏手抄道光本附考、物産五、台湾成文出版社影印、97、1989.

楊考寛修、李联芳纂　續修平利県誌、清・光緒二十二年刊本、巻之八、土産. 台湾成文出版社影印、259、1989.

李国麒紱纂　興安府誌、清・乾隆五十三年刊本、乾十一、物産.

顧駅修、王賢輔等纂　白河県誌、清・光緒十九年刊本、巻七、物産. 台湾成文出版社影印、134、1989.

舒鈞纂修　石泉県誌、清・光緒二十九年刊本.

馬毓華修、鄭書香等纂羌寧　州誌、清・光緒十四年刊本、巻四、人物、物産. 台湾成文出版社影印、331、1989.

余修鳳等纂修　定遠庁誌、清・光緒五年刊本、巻八、食貨誌、物産. 台湾成文出版社影印、337、1989.

藏励和等　1982　中国古今地名大辞典、商務印書館香港分館.

将廷錫等纂（清）　古今図書集成・博物篇・禽虫典、87巻（獣部）.　中華書局1934年影印本、13-59.

劉於義等纂　陝西通誌、巻四十四、物産、清・雍正十三年刊本.

Jablonski N.G., Pan Y. 1988 The evolution and palaeobiogeography of monkeys in China. In the palaeoenvironment of East Asia from the Mid-Tertiary, Oceanography Palaeozoology and Palaeoanthropology(P. Whyte, ed.),.Centre of Asia
Studies, Univ. of Hong Kong. 849-867.

Zhang R., Quan G., Zhao T., C.H. Southwick 1991 Distribution of Macaques (Macana) in China. *Acta Theriologica Sinica*, 11(3):171-185.

Zhang R., Quan G., Zhao T., C. H. Southwick 1992 Disrtribution of Primates (except Macana)in China. *Acta theriologica Sinica*, 12(2):81-95.

第4期プロ・ナトゥーラ・ファンド助成成果報告書（1995）

中国産マカカ属の分布個体群動態

（3）餌付け下の中国貴州省のアカゲザル，黔霊山群

雷原琴*　聂捷夫**　熊成培***

一　自然環境

黔霊山は中国西南部の雲貴高原の貴州省省都貴陽市の黔霊山公園にあり、北緯26°11'-26°55'、東経106°27'-107°03'である。標高は1100～1396m、総面積は426ヘクタールである。当地の年平均気温は15.3℃、最高は34℃、最低は-10℃。年平均降水量は1196.9mm、無霜期は270日である。冬は寒くなく、夏は暑くない。

植物景観は常緑広葉針葉混交樹林であり、主な種類はRosaceae科、Leguminosae科、Compositae科、Gramineae科及びPinaceae科の植物である。

二　黔霊山群の由来

アカゲザルは貴州省に広く分布し、80%以上の山地林帯に生息しているが、黔霊山の分布に関して資料、文献に記録がない。この山に住んでいる人々は、昔サルが生息していたかどうか分からないが、この40年間、そのサルを見ることがなかったと言う。

1980～1982年の間に、貴州省衛生防疫所と黔霊山動物園の9頭のアカゲザルの成獣（性別不明）がケージから逃げ出して、黔霊山に生息した。1985年の調査により、9頭のサルは24頭（成獣オス3、成獣メス11、子10）に増加したことが明らかになった。その後、サル観光の開発のために、公園内に餌場を設けて、サルの餌付けを試みた。半年後、餌付けは成功した。

三　サルの餌付け

山中25×50m²に20ヵ所の餌場を設けた。一個所の餌場は一番広くて100×200mの平地である。

毎日、トウモロコシとサツマイモをそれぞれ25kg、落花生8kgを20ヵ所にまいてサルが競合しないように配慮した。餌は一日2回（11:00、16:00）に分けて与えられた。サルは大体10:00～12:00、15:00～17:00に餌場に滞在し、他の時間は山林地帯で活動している。だが、入園観光者は自由にサルにリンゴ、バナナ、パン、マントウなど食物を投げ与えているので、餌場に観光者が入れば、一部のサルはずっと餌場のまわりにいる。大部分のサルは人工の餌にも関わらず、山林内で本来の餌を採っている。観察によると、70%のサルでは山林内における採食時間は、毎日3時間に達する。その群れは餌付けされて10年になるが観光客が食物を手に持っていると隙を見て、サルが食物をひったくることはよくあるが、観光者にかみつく事故は起こっていない。

四　個体数増加

十年間連続の餌付けで、その群れの個体数は急速に増えた。1994年には193頭になった。♂：♀＝1：1.47（Table 1）。

毎年の出産記録その他が蓄積されており、群れの個体数の増長率が明かである（Table 2）。

*　貴陽市黔霊山公園、貴州、中国
**　貴陽市第九高等学校、貴州、中国
***　合肥市逍遥津動物園、安徽、中国

Table 1 Age and sex compotion of study troop.

Age	0-1 yrs		1-2 yrs		2-3 yrs		4 yrs		over
Sex	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
Total	29	28	20	35	12	21	17	31	
Grand total	57 (29.5%)		55 (28.5%)		33 (17.1%)		48 (24.9%)		193 (100%)

Table 2 Population change of study troop.

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Birth	3	6	8	12	15	18	21	34	29	28
Immigrated			2			2		1		
Dead	1			2	3	1	1	2		
Total of individuals	26	32	42	52	64	83	103	136	165	193
Rate of increase		1.23	1.31	1.24	1.23	1.29	1.24	1.32	1.21	1.17

この10年間、群れのアカンボの出産数は174頭に達し、他のところから逃げてこの群れに入ったオス個体は5頭であった。死亡した10頭の中で、8頭は老年の個体に属する。また、餌付けによる流行病の影響はない。

群れの個体数の増長率は平均して1.25（1.17～1.32）になった。これを他の地域のアカゲザルと比較したいのだが、そのような研究はない。中国の安徽省に分布したチベットモンキーは、1986～1992年の間の観察によって、その個体数の増長率は平均1.13（0.64～1.39）である（和田、熊、1993）。黔霊山のアカゲザルの方は個体数の増加率が高い。

五　発情期と出産期

黔霊山のアカゲザルは3～4才で性成熟に達する。3才のメスでは交尾行動はあったが、アカンボができないこともあった。交尾期は10月中旬から翌年の3月までである。1月には交尾のピークが現れる（Fig. 1）。

出産期は、4月から8月で、7月がピークであり、50%のアカンボがこの月に生まれる（Fig. 2）。黔霊山のアカゲザルの交尾期と出産期による妊娠期間は、6ヵ月である。動物園

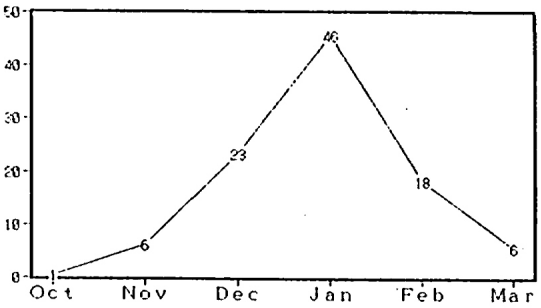


Fig. 1 Copulation frequency

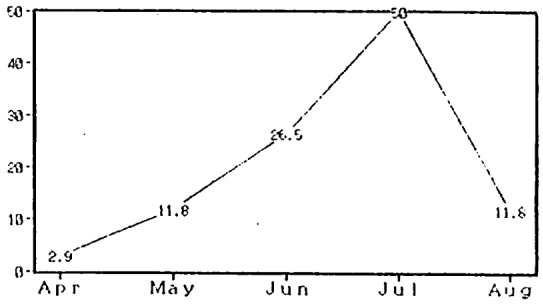


Fig. 2 Dates of birth

の人工養育のアカゲザルと比較すると、交尾期間、出産期とも大体同じである。

1993年に29頭のメスが、1994年には21頭のメスが出産した。72.4%の成獣メスは毎年一頭アカンボを産む。成獣メスは出産日から発情、交尾をはじめる日までの間隔時間は、平均200日間（191～240日）である。

六　餌付けの影響

1）個体数は急速に増加する。

野生状態ではアカゲザルは2～3年に一度の出産であるが、餌付け後は大部分の成獣メスが毎年生むことがある。死亡率は著しく低下する。餌付け後約10年で、個体数は8倍に達した。

2）群れの大きさは大きくなる。

貴陽師範大学生物学部の動物資源調査グループの調査によって、貴州の山林内に分布するアカゲザルは普通一つの群れが30～40頭で、大きくなれば60頭であるが、この群れが193頭になった。1993年に、1群れの中から約20～30頭のサルは、いつも群れから離れて、山の上部で活動し、餌場に入る頻度は低くなった。それぞれの減少は、群れの分裂によるものであるが、1994年に入るとこの減少がなくなる。つまり豊富な人工の餌により、サル間の競合が低くなって、群れの大きさが拡大したといえよう。

3）遊動域の縮小。

1994年以前は、遊動域の面積の調査はしなかった。印象としては、餌付け前の1985年に、サルは黔霊山の全域（約400ヘクタール）を遊動した。1990年ごろに、サルの遊動域は280ヘクタールであった。当時は餌場から3km離れた農地でアカゲザルの畑荒らしが頻発していた。1995年の調査によって、遊動域は餌場を中心として200ヘクタールに縮小したが、いつも利用される範囲は130ヘクタールであった。その後、畑荒らしはなくなった。

4）周辺の森林への影響。

遊動域はしだいに縮小し、サルは餌場周辺の林をよく利用する。特に、サルが好む昆明楡（*Uimus changii*）、朴樹（*Cebtis sinensis*）、女貞（*Digstrvn lucicdum*）などは枝を折られ、樹皮をむかれる。林床植生の疏開、高木の樹形変化や枯死が目立つ。現在の状態は、樹林に大きな悪影響はまだでていないが、これが5年、10年と続けば、周辺の森林に大被害を与えると予想される。

七　終わりに

1）アカゲザルの黔霊山の群れは、人が持ち込んで、逃げ出したり放逐されたりして野生化した。その9頭は、1985年までに24頭に増加した。これらの事実から、アカゲザルは生活環境に対する適応幅が広いということが分かる。1985年の餌付け後この群れは、半開放の条件下における人工飼育の群れということになる。黔霊山の周辺に野生の群れはなく、この群れは「孤島」になるので、近親繁殖の悪影響を防ぐことが今後の課題であるといえよう。

2）餌付けにより急速に個体数を増やし、群れは大きくなる。一定数になると群れは分裂するが、その直後分裂群は新しい遊動域を形成するので、2群の遊動域面積は拡大する。だが、黔霊山の面積は426ヘクタールだけで、その周辺区域は町、工場、建物などで隔離されており、群れにとって新しい遊動域の拡大は大変限られている。

3）遊動域の拡大が難しいので、サルの個体数の増加により、生息密度が高くなり、利用される林内での天然更新はきわめて困難になる。林業に大きな打撃を与えるのではないかと予測される。

4）この群れは帰化動物に属するので、帰化動物の悪影響を防ぐため、さまざまな制度を充実

させる必要がある。しかし、自然界でおこることを予測することはきわめて困難であり、長期的な群れの動態と環境の変化に関する調査研究は極めて重要である。

第4期プロ・ナトゥーラ・ファンド助成成果報告書（1995）

中国産マカカ属の分布個体群動態

（4）陝西省におけるアカゲザルの分布と変遷

李保国*　熊成培**　李智軍***

アカゲザルは霊長類の中で、旧大陸熱帯及び亜熱帯に分布する典型的な代表種である。中国の熱帯地域から亜熱帯地域にかけて広く分布する（Zhang at al, 1991)。陝西省に分布しているアカゲザルは福建亜種（*Macaca mulatta littoralis* Elliot）（蔣学竜等、1991）である。中国清代（1616年～1911年）の陝西省のいくつかの地方誌の中にアカゲザルの分布に関する記録がある。1966年、陝西省秦嶺生物調査隊が鎮巴県でアカゲザルを見つけ、はじめてサンプルをとった。「陝西珍貴経済獣類図誌」（吳家炎、1981）の中に南鄭、西鄭、鎮巴の三県にアカゲザルが分布していると記されている。「陝西省安康地区の獣類に関する調査報告」（吳家炎等、1982）によると鎮坪県にもアカゲザルがいる。王廷正等は（1981）大巴山脈の調査で、西鄭県や鎮巴県や鎮坪県でアカゲザルを発見した。また、姚建初等（1982）は南鄭県で、鄭武生等（1993）は陝西省のアカゲザルの現状と分布についてまとめた。これらの調査をふまえて、われわれは更に1994年3月～7月、陝西省のアカゲザルについて、あらためて調査を行い、陝西省におけるアカゲザルの分布、群れ数、個体数、歴史的変遷及び生態学、保護の対策についてまとめた。

1　生息地の自然概況

アカゲザルは陝西省の南部にのみ、すなわち巴山地域（大巴山と米倉山からなる）に分布している。南は四川省、北は漢江よりに秦嶺の南側を望み、東は湖北省に接し、西は甘粛省に至る東西約460km、南北約150km、総面積24715km²、北緯31°4'-33°15'、東経105°31'-110°12'の分布域を持っている。巴山は漢江と揚子江の分水嶺であり、平均標高1500～2000m、主峰の代竜山は2917mである。秦嶺より巴山の方が緩やかで、丘陵性山地が多く、谷も狭くなったり、広くなったりする。アカゲザルの遊動地域は、山が険しく、斜面もひどく浸食され、谷が「V」字形で、地形の変化が激しい。

生息地は中国霊長類分布域の北の方にあり、そこは亜熱帯気候で、温暖、湿潤、降水量が多く、日照が豊かで、垂直地帯の気候に似ている。最高気温は40℃（7月）、最低気温-18℃（1月）、年平均気温は16度である。東部より西部地域のほうが雨が多く、年間の降水量は700～1000mmである。無霜期間は250～270日で、日照時間数は1600～1800時間である。

生息地は植物の種類が多く、四つの植生型に分けられる。

1）盆地の田畑

標高は500～800mで、北亜熱帯気候。農作物としては、イネ、トウモロコシ、麦などがあり、経済樹林としては*Camellia sinensis*, *Vernicia fordii*, *Juglans regia*などがある。

*　西北大学生物学部、西安、中国
**　合肥市逍遥津動物園、安徽、中国
***　太白山国家級自然保護区管理局、陝西、中国

2）畑、灌木と森林地帯

標高は800～1500mで暖温帯気候である。田畑、低木、森林とが入り込んで織り込まれたような状態になり、農業、林業、牧畜業の三者をともに経営する地帯である。耕地は標高1400m以下に分布する。この地帯では人間の経済活動が活発で、森林がひどく破壊されたので二次林が多く、低木が圧倒的である。主な種類は*Elaeagnus henryi*, *Carpinus turczaninouii*, *Coriaria sinica*, *Rhododendron mariesii* などである。主な高木は、*Quercus variabilis*, *Quercus alienarar*, *Toxicadendron verniciflum*, *Populus davidiana*, *Castanea mollissima*, *Pinus tabuleaformis*, *Pinus armandii*等があり、またCimamomum属、Phoebe属等の常緑広葉樹林も混合している。

3）落葉広葉樹林帯

標高は1500～2000mで、暖温帯気候。主な樹種は *Quercus liaotungensis*, *Betula albo-sinensis*, *Fagus engleriana*, *Pinus armandii*, *Pinus henryi*などがある。この地帯における人間の経済活動は少ない。

4）亜高山針葉・落葉広葉混合樹林帯

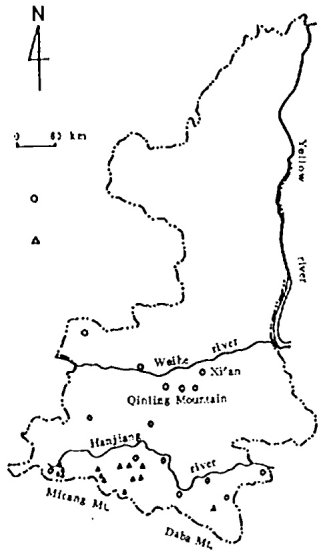
標高2000～2917mで、冷温帯気候に属する。主な樹種は*Abies fargesii*, *Picea wilsonii*, *Tsuga chinensis*, *Betula albo sinensis* などである。人間の活動はこの森林帯にほとんど影響を与えない。アカゲザルの分布域は標高600～1500mの間である。

2　アカゲザルの分布、群れ、数量

1）歴史的分布

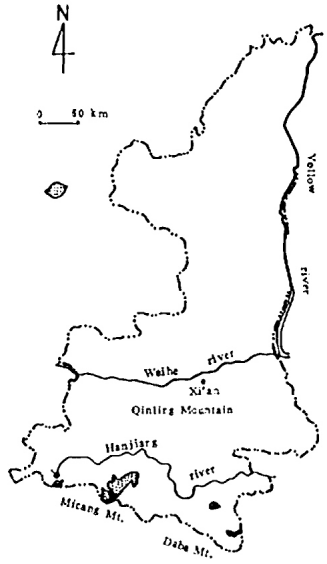
アカゲザルの歴史的分布を明らかにするため地方誌と昔の資料を調べ、猟師と林業を営む人々への聞込み調査をした（Table 1、2、Fig. 1）。

Table 1、2とFig. 1による、清時代から中華民国にかけて、泰嶺と巴山地域に広く分布し



○ from Qing dynasty to Minguo period
△ before 1980

Fig. 1 Historical distribution of rhesus monkey based on county gazettes and recorded before 1980 in Shaanxi, China



▦:Areas of rhesus monkey distribution

Fig. 2 Current distribution of rhesus monkey in Shaanxi, China

Table 1. Historical distribution of rhesus monkey based on country gazettes in Shaanxi province

Place name		Name of rhesus monkey recorded	Country gazettes	
Now	Ancient		Book name	Publishing time
Zhouzhi		"Hou"(monkey)	Annals of Zhouzhi country	Minguo 14 years (1925)
Huxian		"Hou"	Annals of Huxian country	Minguo 22 years (1933)
Xi'an	Xi'anfu	"Mihou" (rhesus monkey)	Annals of Xi'anfu	Qing dynasty. Tianlong 44 years(1779)
Longxian	Longzhou	"Hou"	Annals of Longzhou	Qing dynasty. Kangxi 52 years (1713)
Fufeng		"Hou"	Annals of Fufeng on home village	Qing dynasty. Guangxu 32 Years (1906)
Foping		"Hou"	Annals of Foping country	Minguo 18 years (1929)
Liuba	Liubating	"Hou"	Annals of Liubating	Qing dynasty. Daoguang 22 Years(1842)
Xixiang		"Yuan"	Annals of Xixiang country	Qing dynasty. Daoguang
Pingli		"Hou"	Annals of continuous revision of Pingli country	Qing dynasty. Guangxu 22 years (1896)
Ankang	Xinganfu	"Hou"	Annals of Xinganfu	Qing dynasty. Tianlong 53 years (1788)
Baihe		"Mihou"	Annals of Baihe country	Qing dynasty. Guangxu 19 years (1893)
Shiquan		"Hou"	Annals of Shiquan country	Qing dynasty. Guangxu 29 years (1903)
Ziyang		"Hou"	Annals of Ziyang country	Qing dynasty.
Ningqiang	Ningqiang zhou	"Mihou"	Annals of Ningqiang zhou	Qing dynasty. Guangxu 14 years (1988)

Table 2. Distribution of rhesus monkey once reported before 1980 in Shaanxi province

Country	District	Distributional place	Year
Ningqiang	Nanping	Baiyanhe	Before liberation
	Pingxihe	Pingxihegou	Before 1970
	Shuitianping	Guazishan	Before 1980
	Shanjiayan	Lashuidong	Before 1980
Nanzheng	Huijunba	Qingshiguan	Before 1958
	Xihe	Tiapinghe	Before 1968
	Baiyu	Hongyan	Before 1980
	Mayuan	Yanshong	Before 1980
Xixiang	Luozhen	Bazhouying	Before 1958
	Zhongjiagou	Shibanhe	Before 1970
	Luojiaba	Yijiayan	Before 1970
Zhenba	Dachu	Majiaoyan	Before 1975
	Yongle	Houziyan	Before 1980
	Bashan	Heishuihe	Before 1958
Langao		Between Pingli and Langao country	Before 1980

(Data from ZHENG Shengwu et al., 1993)

たが、その後次第に狭くなり、1970年代には漢江の南部の巴山に限局し、現在では、その分布域は「島」状態になった。

だが、1984～1994年の十年間にアカゲザルの個体数が増加し、その分布域は拡大している。例えば、1984年に、河西郷の紅花村周辺には、一群れは15～20頭しかいなかった。現在では二群れで60～80頭に増加した。もう一つは、十年前の河西村では、一群れ約20頭だったが、現在は約40頭ぐらいに増加した。同じ、大河村では十年前、サルの姿は見えなかったが、現在30～40頭ほどの一群れが遊動している。

2 現状

陝西省南部の巴山地区6県の12ヶ郷にアカゲザルが分布し、全部で26群、約659～882頭である（Table 3、Fig. 2）。分布域の南郷県の福成郷、西郷県の楼房郷、それに平利県の柳林郷はそれぞれ標高900m以下の低山地帯にある。そこは米倉山の南側にあり、亜熱帯の湿潤な気候で、人間の経済活動が活発なので、50%以上の面積が開墾されている。傾斜地は20～30度で、35度を越える農地は少ない。この一帯で遊動するアカゲザルは全部で10群、約253～331頭である。気候がよく、植物の種類も多く、特にサルの好む農作物が多いので、群れの一日の遊動面積は狭い。その他、西郷、鎮巴、鎮沢及び寧強県にある9郷は、米倉山の尾根の両側と大巴山の北側に位置し、標高800～1500mである。気候が暖温帯で人間活動が活発である。森林はひどく破壊されている。ここにはアカゲザルは16群、約406～551頭が生息している。この区域は、米倉山南側の分布域に比べ、サルの餌は少ないため、サルの遊動面積は2倍以上である。

だが、二つの分布域の環境を比較すると、環境条件の如何に関わらず、アカゲザルの群れ数、

Table 3. Current distribution of rhesus monkey in Shaanxi province

Country	District	Habitat	Altitude	No. of troop	Troop size	Active range(km²)
Ningqiang	Shandaohe	Nianziping	800-1000	1	20-30	7-10
	Gaozhaizi	Dapingliang	850-1100	1	4- 6	3- 5
Manzheng	Fucheng	Lengjiahe	600- 800	1	35-45	3- 6
		Linbingyan	600- 850	1	24-30	2- 4
		Banfanggou	650- 900	1	50-60	7-10
		Shierwar	650- 950	1	20-30	3- 5
Xixiang	Dahe	Xinfangzi	900-1200	1	30-40	7- 9
		Wujiaying	1000-1300	1	30-35	7-10
		Nanping	1100-1400	1	40-50	10-15
	Loufang	Tiejiayan	800-1000	2	50-60	8-14
		Bishihe	600- 900	1	40-50	6- 8
		Fenghuangshan	900-1200	1	20-30	4- 6
		Chendongzi	600- 800	1	10-20	2- 4
	Hexi	Xiaoxicun	1000-1300	1	20-30	7-10
		Honghuacun	900-1450	1	30-40	8-11
		Hexicun	900-1450	1	30-40	7- 9
	Maliu	Yinsihe	800-1000	1	40-50	10-12
	Zuoxi	Zhaojiagou	700- 900	1	17-20	5- 7
		Xinzhai	800-1100	1	30-40	8-10
	Gaojiachi	Mashihe	900-1100	1	15-20	7-10
		Yujiahe	900-1100	1	30-40	5- 7
Zhenba	Renhe	Baitiahe	1000-1400	1	40-50	9-11
		Manxihe	1000-1400	1	40-50	5- 6
Pingli	Liulin	Tugou	600- 800	1	4- 6	2- 3
Zhenping	Niutoudian	Qingcaoping	1000-1300	1	20-30	6- 9

(Data from ZHENG Shengwu et al., 1993, some parts are corrected by author)

個体数にはあまり影響がなかった。このことからアカゲザルはさまざまな生息環境に幅広く適応したことを示していると結論づけることが出来る。

3　分布域の変遷の原因

1　歴史的に分布域が縮小する原因

清時代（1616～1911年）、陝西省にアカゲザルは広く分布したが、その後分布域はしだいに狭くなった。これは自然環境の変化の影響もあるが、人間の経済活動からの影響はきわめて大きいと思われる。

1）人口増加に伴う耕地開墾がアカゲザルの生息地を破壊し、分布域を縮小させた主な原因である。清の康熙時代（1662～1722年）、移民政策をとったため、嘉慶時代（1796～1821）には「移民が数百万」になった。中華人民共和国（1949年）以降、人口は急速に増加した。周辺の県では1949年の総人口は23.2万人だが、1984年に51.6万人に増加した。南鄭県は1949年から1984年の間に、21.9万人も増えた。この間に安康と漢中地区の人口は82.9%増えた。

人口が増加すると、食糧の必需量も高くなる。そのおかげで、中山と低山の広い森林帯が農地として開墾された。七十年代には、寧強県の毎年の開墾面積は5330ヘクタール、安康地区は4000ヘクタールであった。もう一つの要因は森林伐採である。1958～1962年の間、道路や鉄道などの建設のための伐採で、安康地区だけで13万ヘクタールの森林を破壊した。1967～1987年の二十年の間、佛坪県の森林面積は12.6%減った。それにより、アカゲザルの生息環境が破壊され、現在の「孤島」状態に分断した。

2）密猟はもう一つの大きな原因である。もとの生息地は開墾され、農作物はアカゲザルの被害を受けた。そこで、農家の人たちがいうには、「山奥の人は悩む人が多い。夜は猪、昼はサルを見張らなければならない。夫婦団らんをしたいのなら、トウモロコシを家の中に植えよう」と、民謡を作っていた。アカゲザルは一時期害獣として取り扱われた。例えば1976年、江南省の捕猿隊が南鄭、西郷等地で、一回に150余頭を捕らえた。

2　分布の中心域における個体数増加の原因

1984年以降の十年間、アカゲザルの分布中心域に住んでいる人々が平地や町に引っ越したので、農地が草地や林地に変わり、アカゲザルの生息環境に戻った。更に「野生動物保護法」の公布に従い、人々の動物に対する保護意識も高まり、サルを捕らえてお金にすることは少なくなった（Table 4、Fig. 3）。

Table 4. Comparison of population and farmland in the distributive area of rhesus monkey of Xixiang county between 1984 and 1994

District		Maliu	Zuoxi	Gaojiachi	Hexi	Loufang	Dahe
Population (indiv.)	1984	1919	5303	2121	1493	2850	2307
	1994	1731	4994	2025	1297	2754	2209
Farmland (mu)	1984	3655	6914	4742	5640	8072	7189
	1944	3665	5814	4742	4662	7436	5882

* 1 mu=0.067 hectare

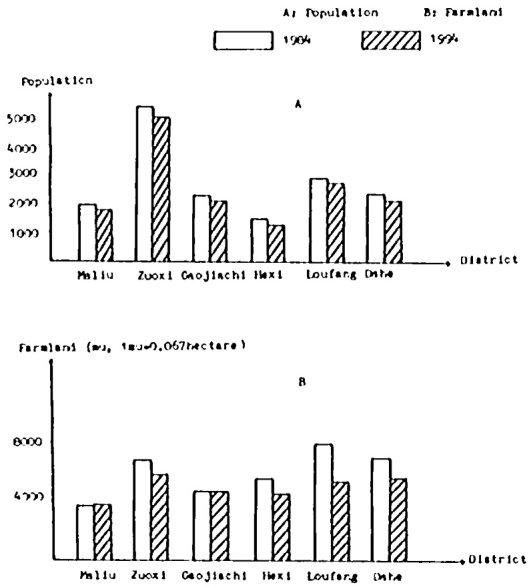


Fig. 3 Variation of population and farm land in the distributive area of rhesus monkey of Xixiang country between 1984 and 1994.

4 保護対策

陝西省におけるアカゲザルの分布中心域は、1984年以降の十年間、その分布面積の拡大や個体数の増加にも関わらず、決して安定しているとは言えない。周辺地域の人間の活動の影響も依然としてあるので、保護に力を入れる必要がある。

1）生息地の保護

これらの分布域は多様な生息環境で、気温も温暖なので、動物に適する生息地といえる。アカゲザルの分布域の標高は低いので、沢沿いの森林がまず選ばれる。ところが、巴山地域の渓谷沿いはほとんど開墾され、農地の上限線が標高1400mにも達している。すでに「人進林退」の状態になり、アカゲザルの生息地はかなり破壊された状況にある。大坪梁や、尖洞子や、陡溝にある3群の生息地がまさにそうである。自然保護区を作るために、まずアカゲザルの生息地を保護地域として確保しなければならないが、これは人的にも、財力的にも、時間的にも実行可能な対策だと思う。

2）孤立分布をなくす

群れの間の障害をなくし、近親交配を減らし、アカゲザルに適する生活域をつくる。現在の生息分布地は孤立し、群れ間の交流が無に近いため、近親交配状態になりやすく、地域に特有の遺伝的変異が乱され、新世代が形成されても生態的、遺伝的特性がうけつがれない恐れが強い。これを改善するために、山谷間の森林面積を増やし、生息地を孤立させる障害となるものをなくし、群れと群れの交流を最大限にすることである。

3）宣伝教育の強化

「野生動物保護法」を環境教育の中に取入れ、博物館活動を活発にする必要がある。また、密猟や無断捕獲を取り締まらなければならない。

参考文献

王廷正、方荣盛、王德興　1981　陝西大巴山為獣調査研究(二)：獣類区系的研究．陝西師範大学学報（自然科学版）、1980 - 1981合刊、231 - 247.

全国強、汪松、張栄祖 1981 我国霊長類動物的分類与分布．野生動物,(3):7-12.

呉家炎等　1981　陝西珍貴経済獣類図誌．陝西科学技術出版社、9.

姚建初、江廷安、郭永烈　1982　陝西省南鄭県的猕猴資源．野生動物、(2):14-15.

郭生武等　1993　陝西省猕猴現状、歴史分布和分布区縮小原因的探討．人類活動影響下獣類演変（夏武平、張浩主編）、中国科学技術出版社.

蔣学竜、王応祥、馬世来　1991　中国猕猴的分類及分布．動物学研究、12(3):241 - 247.

厖文中修、任肇新纂　周至県誌、民国十四年鉛

印本、巻三．四賦．物産．台湾成文出版社影印、255、1989.
赴保真修、段光世等纂　戸県志、民国二十二年鉛印本、巻一．物産．台湾成文出版社影印、90、1989.
舒其紳等修、厳長明等纂　西安府誌、清・乾隆四十四　年刊本、巻十八、物産．台湾成文出版社影印、850、1989.
羅彰彝等纂修　隴州誌、清・康熙五十二年刊本、巻三、田賦、物産．台湾成文出版影印、183、1989.
譚紹裘撰　扶風県郷土誌、清・光緒三十二年抄本、巻二、物産．台湾成文出版社影印、92、1989.
賀仲珉等纂修　留壩片誌、清・道光二十二年刊本、巻四、土地誌．台湾成文出版社影印、168、1989.
薛祥綏　西郷県誌、薛祥綏手抄道光本附考、物産五．台湾成文出版社影印、97、1989.
楊考寛修　李朕芳纂　続修平利県誌、清・光緒二十二年刊本、巻之八、土産．台湾成文出版社影印、259、1989.
李国麒続纂　興安府誌、清・乾隆五十三年刻本、巻十一、物産.
顧駿修．王賢輔等纂　白河県誌、清・光緒十九年刊本、巻七、物産．台湾成文出版社影印、134、1989.
舒鈞纂修　石泉県誌、清・光緒二十九年刊本
馬毓華修、鄭書弔香等纂　寧羌州誌、清・光緒十四年刊本、巻四、人物、物産．台湾成文出版社影印、331、1989.
余修鳳等纂修　定遠片誌、清・光緒五年刊本、巻八、食貨誌．物産．　台湾成文出版社影印、337、1989.
藏励和等　1982　中国古今地名大辞典、商務印書館香港分館.
Zhang R.,Quan G., Zhao T., C.H. South-wick 1991 Distribution of Macaques (Macaca) in China. *Acta Theriologica Sinica*, 11 (3):171-185.

Role of Multi-purpose Trees for Forest Conservation and Rural Community Development

Dr. I.I.Ero*, Dr. A.I.B.Igboanugo*

Summary

1. Objectives

The operation was aimed at (a) Encouraging the villagers to diversity and maximise their economy by optimizing their output per farm holding, employing agroforestry technologies.(b) Informally teach them basic tree planting and management techniques, through direct participation and therefore sensitize them towards the need for growing more multipurpose woody perennials (MPT) in their farm holdings. (c) Indirectly conserving more tree species in their environment for protecting their soil and other land resources.

2. Targets and Achivement

(a) Targets: These were (i)Plant up selected farm holdings using fruit trees, vegetable and other perennial MPTs in agreement with the community and the land owner (ii) Fence these fields to prevent livestock from entering them. (iii) Plant suitable living fence species that require minimal maintenance along the inner edge of the fence. (iv) Teach the farmers methods of vegetatively propagating some of the tree crops, including seedling production techniques.

Since cassava is one of their major staples, which they grow twice in the year, it was planned to teach them methods of grafting *Mannihot glaziovii* on their traditional or improved cassava cultivares to improve their yields. (v) Extend to them improved farming methods and also introduce high yielding, pest and disease resistant crop varieties. (vi) Study the agronomy of the undomesticated tree species in use, like *Tamarindus indica, Vitellaria paradoxa, Parkia biglobosa, Pterocarpus osun,* etc. and the tree species - arable crop interface.

(b) Achievements: (i) A diagnostic survey/rural appraisal was carried out in two classes of men and this revealed their preferences to different tree species showing also that there is the need to extend to them improved farming techniques. (ii) A total of approximately 5 ha in three fields were planted up with about 900 plants, made up of 12 species. (iii) The fields were fenced round, fire-traced and all herbage collected and burnt outside the plantations. (iv) The rooting zone of these plants were drenched with "Dieldrex" to prevent termite attack. (v) The

* Acting Director/Forestry Research Institute of Nigeria(FRIN)
ナイジェリア林業研究所（FRIN）

plants were watered weekly through the last dry season. (vi) The seedlings survival rates were assessed once. (vii) A total of 7,421 seedlings of various species were produced in the ADP, Bida, nursery.

3. Constraints:

(i) The village stream almost dried up during the dry season, hence the weekly watering activities were slowed, because water had to be fetched from the village well. (ii) The community proved unreliable and sometimes, planned against the progress of the work through impossible financial demands and inability to honour agreements.

4. Recommendations:

Based on the findings during rural appraisal and field work, there is the need to encourage on-farm agroforestry trials, as the immense potentials of combining appropriate MPTs with arable crop production are grossly under harnessed and many extensionists are as ignorant as the peasant farmers. When dealing with any rural community, there should be a memorandum of understanding and if possible, it should be documented.

5. Lesson learned:

When leaving responsibilities to field extension agents, the scale of the job to be covered should be as minimal as possible. The peasants' viewpoints and preferences should form the focal points in planning and preferences should form the focal points in planning and execution.

6. Suggestions:

If funds permit, the trial should be followed to a more concrete level, where useful data on tree agronomic requirements and tree-food crop interface, etc. would be generated.

Part A: General

1. Initial State of Sites:

Most parts of the three fields have been under fallow for up to one year. However, the upper quarter of site II on the Bida approach and the upper left wing of site III on Bussu road have not been farmed in recent years, hence, these are covered with thickets. Since there was no time for site preparation before planting started in September, 1994 weeds were a major problem.

2. General State of Seedlings Supplied:

Most of the seedlings transported from Ibadan had undergone major stress. Beside the long distance, some of the pots were broken while some had lost their potting mixtures. As far as possible, these were transplanted into the fields to adhere to the directives that efforts should be made to transplant all seedlings supplied before the cessation of the rains.

3. Field Marking and Planting Points:

Field markings and plantings were accomplished in September 1994 when the rains started being less frequent than in the proceeding months. Before the operations however, the Fadama field which was overgrown with grasses was done in order to mark out the fields and planting points. Cutting of thickets and grasses at the other sites was also carried out.

4. Precautionary Measures:

To forestall the deleterious effects of the impending dry season drought on seedling survival and establishment, it was ensured that the planting holes were large enough to take half a headpan of well rotted cowdung. These were throughly mixed with the soil before planting. Each seedling was further fortified against drought by mulching with herbage cut from the fields.

The root zones of the seedlings were thereafter drenched with "Dieldrex" to prevent termite attack. To further ensure that these seedling pull through to the next rainy season, watering was planned to start in December (see Budget Ⅱ item D), but during the November activities, a lot of seedlings at site Ⅱ which were established late, were already showing signs of wilting, so, watering had to be started immediately on the 12th of November, 1994 and continued weekly till the end of April 1995 when the rains started.

5. Rural Appraisal:

Two sets of interviews were conducted first, on married men whose ages ranged between 20 and 29 years and later, on the elderly of 50 year and above. The interviews sought information on preferential ratings of the different tree species as related to their levels of utility and market values, their cropping mixtures and sequence, livestock types and herds owend per household and mode of rearing them, avenues for procuring farm inputs and timeliness of obtaining them.
(a) *Parkia* and Sheabutter tree (*Vitellaria paradoxa*) are very highly valued. The sheanut sells at about N20/10ás measure, while *Parkia* sells as much as N4000/100 kg measure.

Tamarindus however, is only used for preparing a drink called "Kunu Tsamiya", which is rarely prepared by households, but the trees are sometimes intentionally left on farmlands at owners's discretion. They are therefore unwilling to raise them in plantation. However, values do change with time. In Burkina Faso, *Tamarindus* is used in manufacturing a highly cherished soft drink which competes highly with Coca Kola. Farmers make lots of money through marketing of the commodity. The agronomy of the species should therefore be studied.

Kolanut, *Garcina kola* and *Irvingia gabonensis* are highly cherished. The two groups interviewed observed withnostalgia that *Irvingia* used to occur naturally in their area, but were indiscretely cut down over the years when the market value was low, but with the current excellent their wish to have whole plantations of the species and the kolas, if supported.

The usefulness of *Pterocarpus* sp. and *Chrysophyllum* sp. raised in the plantations were also outlined to them. These are new to the area. Those among them who have travelled widely through the Southern parts of the country and had eaten *Pterocarpus* leaves and *Chrysophyllum*

fruits, came in handy to explain in details to others what they taste like, likening the taste of *Pterocarpus* leaves to those of *Adansonia* sp., stressing that the new leaves flush heavily during the dry season when most other vegetables are in short supply. The two species were accepted for their food values and likely yield of revenue. *Aubrevillia kestingii* was totally rejected as it grows in the area where it is only used for fashioning tool handles and utensils. Those who have travelled widely also asked for *Dacryodes edulis*, oil palm and coconut (improved varieties), at least to be established in their homestead gardens. They also would like *Faidherbia albida* and *Sesbania sesban* in view of their soil enrichment properties.

Leucaena sp. was unknown to them, but its use as fodder was highlighted, with a cautionary note that its fodder must be mixed with other fodder species, otherwise, when ruminants feed on them alone in large quantities they develop enlarged thyroid glands accompanied with high fever and total loss of appetite and then death. This is because some strains of bacteria in the rumen convert mimosine contained in *Leucaena* leaves into 3-dihydroxy, 4 (1H) pyridone which causes these copplications. In view of this, the species was recieved with mixed feelings.

Citrus (sweet orange and tangelo shotstocks on rough lemon rootstocks and sweet orange alone), Mangoes (Julie shootstock on Peter rootstock and Peter variety alone) and Cashew used in the plantations are highly valued for their ready markets but Guavas (sweet white and others), fetch little money around the zone. They are therefore not keen on raising guavas.

(b) Rice (Mars variety) and cassava are planted in the Fadamas. Cassava, when planted in November/December in the Fadama can be harvested in May, June or July. This is followed immediately with rice. In the upland, cassava stays for a whole year before being harvested.

In the upland, melon is the first crop of the season, followed by late millet (harvested after 8-9 months)or guinea corn or early millet followed by late millet. On fertile soils, maize is usually grown with guinea corn, but maize usually comes first. White maize varieties are preferred to yellow or red varieties. Red and white guinea corn are commonly grown and produce flour of good quality. The high yielding "short kaura" guinea corn is not well recieved as the "fufu" has been observed to loose its stickiness after long storage of the grains. Cowpea is usually grown as a sole crop. The crops are usually spaced without reference to any recommended standards.

(c) Single super phosphate is applied to cassava and groundnut. Urea is mixed with NPK for rice, maize, guinea corn, millet etc. Farmyard manure is used extensively with mineral fertilizers as supplements. The mineral fertilizers are rather costly. The community has no standard measure for application of fertilizers and are not aware of recommended fertilizer doses to different crops. They simply use their discreation, making sure that each crop recieves its due share of any quantity of fertilizer they can afford.

The commonest crop protection chemicals are Cymbush, Karat and Decis applied with knapsac sprayers. The two knapsac sprayers owned by them communually are grossly inadequate. Often, when they are hard pressed for sprayers, some of them dispense their chemicals on the crops with brooms or tree leaves.

(d) Most homes keep more goats than sheep. It is common to find 10 goats/family and about 3-4 sheep/family. These are stallfed and restricted during the cropping season, but released to free range after crop harvest. Some households also keep poultry, ducks and domestic guinea fowls, while the youths sometimes rear pigeons. They have no access to veterinary services.

Some men and boys are part time hunters and trappers. Commonest catches are rabbit, cane rats, hunters sometimes kill antelopes, deers, bush pigs and guinea fowls.

These findings underscore the need to carefully integrate and strengthen the crop and tree species most desired by the community into their farming systems and also extend to them the proven farming techniques so as to make the expected impacts by improving their well-being and protect their environment.

6. Community Attitude to Work:

Generally, their enthusiasms get easily dampened at sight of large volume of work. Apparently, they are not used to long hours of daily manual labour as they are purely subsistent farmers. Daily outputs and quality of work diminishes terribly if kept continuously on their toes as we have been since September 1994. With careful management and patience however, we were able to meet our targets. It was observed that the villagers pulled down the fence line facing the Bida approach in site 2 to get into the farm without bothering to use the gates made.

7. Monthly Operations Carried Out:

(a) September 1994: Marking, pitting, mixture of manure and planting of the three sites and fencing of the fadama and erection of a signboard therein were accomplished. Also, *Balanites aegyptiaca*, live fence material available, was planted along the inner edge of the outer length of the fence at the fadama site. Weeding about 1 m radius around each seedling at the fadama was also accomplished.

(b) October 1994: Cutting of fencing poles, peeling them and painting them with solignum, digging the fencing holes (2 feet deep) at 4 m apart and fencing of the two upland fields were completed. Also, three signboards were mounted, one, in each of the turn off to Gadza along the Federal Polythecnic road, Bida. Weeding 1 m radius around each seedling was also carried out in the two upland sites.

The owner of the fadama field, Alhaji Etsu Madu was approached to cultivate the field with cassava as ealier agreed, but he complained of his hands being too full with other farming activities (weeding of his rice field, tending of beans farm, harvesting of corn, millet, etc.).

In view of the findings during rural appraisal, (section 5) beating up was only carried out with the horticultural crops. *Cola nitida*, *Vitellaria paradoxa* and *Garcina kola* which were directly seeded but could not germinate would be beaten up with appropriate seedlings during the next rainy season. This is in accord with the principles of forest tree management which specifies that seedlings can be beaten up within two years of establishing a plantation, depending on fastness of growth of the species (FAO, 1965).

Also, in view of the findings that *Tamarindus indica* and *Aubrevillia* sp. were not of any

direct benefits to the farmers, the gaps created by dead plants of these species in the site III field would be beaten up next rainy season with *Vitellaria, Faidherbia albida, Garcina kola* and *Cola nitida.*

In view of the worrying amount of grasses in the fields, it was agreed with the community that as their own contirbution to the project, the entire fields would be weeded by them, since we had no time to prepare the fields before hand by the time we commenced planting. It was also agreed that after fire tracing, the plantations would be further protected by burning the entire bushes sorrounding them with the community effort. Fire tracing was carried out while the burning was earmarked for December 1994, since the grasses and other plants were still fresh.

Alhaji Etsu Madu finally made attempts to cultivate his fadama field - the upper inner part of the field was cultivated with mounds and planted up with cassava (local variety).

(d) December 1994. Most grasses and other herbage were still fresh by the first week of December 1994 during inspection, besides, some farmers whose fields border the plantations had still not finished harvesting their crops, hence, the scheduled burning of the surrounding fields was delayed. Thereafter, the fields were fuly fire traced to about 5 m and above, raked all through and the fuel load burnt at the edge of the surrounding bushes.

Unfortunately, the community unfulfilled their earlier promise of weeding the fields as their own contribution to the progress of the work, but rather demanded to be paid before they could do the work. Dialogues between us and the elders could not help matters as majority of them had concertedly dissociated themselves from such an agreement, mainly due to the fact that only the owners of the fields would benefit at the end. It was therefore decided to tidy up the operations by having the fields thoroughly weeded, raked and the rubbish burnt outside the plantations along with the surrounding bushes with hired labour. This was accomplished in january 1995. This made watering operations easier as the labourers found it too difficult to wade through the bushes during their watering runs. Any visitors could easily walk through the plantations to have a first hand view of how the plants were performing. Similarly, that made enumeration and future operations lot easier.

Futile attempts were made in December to collect samples from and identify the tree species tagged by Dr. Masuda at the Lemu forest reserve. However, collections were made later, although fire had gutted the reserve by then and most of the stricking morphological characters were lost while one of the species had lost its tag. They were identified in collaboration with the herbarium officer at the Department of Biological Sciences, A.B.U., Zaria. These are presented in Table 1.

WATERING: As ealier indicated, it was started on the 12th of November 1994. Each seedling received one watering-can full of water per week. However, by December 1994 ending, additional 5 men were engaged since the job was too tasking for the tank first in the stream before moving from site to water.

Additional funding was provided in December 1994 which carried the operation to the end of April 1995 at site. Fortunately also, the rains came before the end of April. However, the

Table 1: Some tree species tagged in Lemu Forest Reserve

Tag Number	Species
5	Features not clear
11	*Combretum africanum*
109	*Kigelia* species
167	Features not clear
207	*Crossopteryx febrifuga*
123	*Strychnos innocua*
126	Features not clear
171	*Tag burnt off by bush fire*
229	*Features not clear*
14	*Anogeisus leiocarpus*
130	Features not clear
234	*Monotes kerstingii*

stream almost dried up as a result of daming and over-use up stream by other villages which it serves. Water therefore had to be fetched mainly from the village well.

8. ASSESSMENTS

It was observed that some shoots of *Pterocarpus, Parkia* and *Tamarindus* which looked dry, sprouted again from the lower internodes. Most of those recorded as looking dead were those that had not resprouted, but when given slight pulls, showed firm root resistance, thus suggesting that they were still alive. With the continuous watering, percentage survival would be expected to rise with time in those species.

Apart from the directly seeded species which did not sprout viz: - *Cola nitida, Garcina kola,* and *Vitellaria paradoxa,* the poorest percentage surival (16.7%) was recorded for *Aubrevillia kerstingii,* which as ealier indicated, is of little value to the farmers. *Irvingia, Adansonia* and *Chrysophyllum* had shed their leaves in the dry season but were still alive. Few plants were lost through carelessness of the labourers during mulching.

The result of the assessments carried out in December 1994 showed excellent survival rates (Table 2). Thus, confirming the efficacy of the cultural treatments given ahead of time to curtail the effects of the long dry season. Subsequent assessment was to be carried out at 6-monthly intervals.

9. SEED COLLECTION AND SEEDLING PRODUCTION

This was budgetted for and presented for approval in February 1995. Fruits of the following species which were in season were scouted for, collected and processed for seeds between February and March 1995 viz: - *Acacia senegal, A. ataxachanta, A. mellifera, Prosopis juliflora, Parkinsonia acculiata, Ziziphus mauritiana, Faidherbia albida, Dichrostachys cineria, Balanites*

Table 2: Percentage Survival of different species at the three sites

Species	Fadama (Site Ⅰ)			Bida approach (Site Ⅱ)			Bussu approach (Site Ⅲ)		
	Number of plants	Number looking dead	% Survival	Number of plants	Number looking dead	% Survival	Number of plants	Number looking dead	% Survival
1. *Citrus* species	22	4	81.8	18	2	88.9	-	-	-
2. *Mangifera indica*	16	0	100.0	8	0	100.0	-	-	-
3. *Psidium guajava*	14	1	92.9	15	3	80.0	-	-	-
4. *Anacardium* species	12	2	83.3	15	4	73.3	-	-	-
5. *Kola nitida*	5(direct seedling)	5	0.0	-	-	-	-	-	-
6. *Garcinia kola*	-	-	-	14(direct seedling)	0.0	0.0	-	-	-
7. *Chrysophyllum albidum*	-	-	-	12	1	91.7	23	5	78.3
8. *Leucaena leacocephala*	-	-	-	6	1	83.3	32	3	90.6
9. *Parkia biglobosa*	-	-	-	10	3	70.0	323	47	85.5*
10. *Tamarindus indica*	-	-	-	8	2	75.0	134	22	93.2*
11. *Pterocarpus* species	-	-	-	4	0	100.0	14	28	91.8*
12. *Adansonia digitata*	-	-	-	4	0	100.0	30	0.0	100.0
13. *Aubrevillia kerstingii*	-	-	-	-	-	-	-	25.0	16.7
14. Irvingia gabonensis	2	1	50.0	-	-	-	-	-	-
15. Vitellaria paradoxa	-	-	-	8(direct seedling)	-	0.0		-	-
	71	13	-	122	16	-	899	130	-

* Percentage survival expected to increase as those looking dead resproutfurther with time.

aegyptiaca and *Parkia biglobosa*.

The ADP officer was mandated to arrange for the supply of organic manure and fine sand, arrange for labour for weeding the space selected at the ADP nursery and fill at least 10,000 polypots provided.

Since, there was need to formally apply for the nursery space, an application to the ADP Authorities was made in March 1995. The permission letter dated 27th March 1995 was recieved on 5th April 1995, when the ADP officer reported that he had made necessary arrangements. Since we were hard pressed for time, the seeds were pretreated and sown immediately. A total of about 5,500 seeds were sown in two days. The remaining 4,500 pots were to be completed later by the site officer(ADP). Under ideal situation, a tipper load of fine sand and cow dung when mixed, fills more than 12,000 polypots in the nursery. It was observed that only few of the 5,500 seeds sown in the old pots had germinated. It was hoped that since they were watered regulary, other would come up later, since a pilot germination test carried out in Zaria after the pre-treatments gave over 90% results for each species.

However, inspection carried out on the 27th of July, showed that the nursery stock was coming out well and the remaining polypots supplied had been filled with fresh potting mixture and the remaining seeds sown.

The seedlings produced to date are shown in Table 3, although, about 2,000 of them were

not more than two weeks old. A total number of 7,421 seedlings have now been produced, but *F. albida* and *Cassia spectabilis* seeds had not done well due to sub-optimal conditions. The ADP officer also reported that he had in good faith gone ahead in June - July 1995 to beat up the plants lost in the two upland plots to ensure that they made adequate use of the rains before dry season sets in.

Table 3: Number of seedlings produced (July, 1995)

Species	Number
1. Acacia mellifera	1,080
2. Acacia senegal	240
3. Balanites aegyptiaca	3,206
4. Dichrostachys cineria	1,965
5. Faidherbia albida	0
6. Parkia biglobosa	620
7. Parkinsonia aculeata	104
8. Prosopis juliflora	95
9. Sesbania sesbun	44
10. Ziziphus mauritiana	23
11. Casia spectabilis	0
	Total 7,421

Rehabilitation Program of Mangrove Forest in Thailand

Dr. Jitt Kongsangchai[1], Mr. Sopon Havanon[1], Mr. Sonjai Havanond[1]
Mr. Paisarn Thanapermpool, Mr. Tanuwong Sangtigean[1],
Dr. Pipat Patanaponpaiboon[2]
Dr. Akira Komiyama[3], Dr. Mutsuki Higo
Chief advisor: Prof. Dr. Kazuhiko Ogino[4]

Research periods and objects:
JFY 1993-1994

We engaged in the following studies:

1. Plantation experiment using the hypocotyl cuttig method
2. Plantation experiment in the abandoned area after tin-minings
3. Dispersion process of mangrove propagules

The details of each study are written in the following sheets:

1. Plantation Experiment Using the Hypocotyl Cutting Method

INTRODUCTION

In 1985 the experiment on cut seedling of *Rhizophora apiculata* was conducted in Ranong Mangrove Forest Research Center, Thailand (MFRC, 1985). All cut hypocotyls from top part germinated after 6 months with the average height at about 10.39cm. The seedings from middle part showed a germination rate of 76% with the average height at 5.54cm. The seedlings from bottom part showed the average hight at 8.09cm and germination rate at 77%. Chareonseubsakul (1988) applied a similar methods and he enriched root fertilizer (15:30:15) every month. He reported that after 7 months the survival seedlings of all experiments remainted only 5%.

Sangtiean (1993) reported that cut seedings of *Rhizophora apiculata*, dipped in 4 synthetic auxin solutions before transplanting showed the higher survival percentage and height than the control set which without any auxin solutions dipping. After 6 months, seedlings from top and bottom parts had the highest germination percentages of

[1] Forest Research Office, Royal Forest Department
[2] Chulalongkorn University
[3] Gifu University Japan
[4] Ehime University Japan

96. 67 and 68.33 in 1,000ppm IAA solution treatment, while middle part had the highest percentage of 63.33 in 2,000ppm IAA solution experiment. The highest height of the top part was 15.2cm in 2,000ppm IAA solution experiment. The highest height of the top part was 15.2cm in 2,000ppm IAA solution treatment, the middle and bottom parts showed the height of 8.24 and 7.0cm in 500 and 1,000 IAA solution set. Among control treatments, the bottom, middle and top had germination and height at 25%, 3.03cm; 23.33%, 4.03 cm; and 73.33%, 12.28cm; respectivery.

In this experiment, hypocotyls of *Rhizophora apiculata* and *R.mucronata* were cut into three parts. The seedlings gained from different parts were studied the survival and growth rate after planted in designed nursery as well as in field conditions. We expected that the cut seedlings could grow with a high survival percentage and able to be the healthy seedlings in the future.

STUDY SITES AND METHODS

The experiment on plantation of mangroves by using the cut hypocotyls was carried out at the Mangrove Seed Production Center, Trad province. Two thousand of hypocoptylus of *R.apiculata* and 2,000 of *R.mucronata* were selected. They were cut into three parts, namely top, middle, and bottom. Each part has a same lenght of approximately 10 and 20cm for *R.apiculata* and *R.mucronata* respectivery. The cut hypocotyls were planted in plastic bags. They were separated into two groups. First group was kept at the center's terrestrial nursery and daily watering with fresh water. Second group was laid at mangrove nursery where the seedlings were covered with sea water about 20 days a month.

At one year, the survival percentages of cut hypocotyls were recorded. After that all seedlings were transplanted at the study site near Bang Phracabal. The planting plot was muddy flat basin and regularly inundated by seawater appoximately 15 days a month. The seedlings were planted with two spacing, namely 1.5 by 1.5m and 0.5 by 0.5m. There were 100 and 225 seedlings from each parts of each species those planted in the spacing of 1.5 by 1.5m and 0.5 by 0.5m respectively. Three days after the selected seedlings were planted, their heights and diameters were measured. Their heights were remeasured again three months later.

RESULTS

1. Survival of hypocotyls

Table 1.1 shows survival percentage of the cut hypocotyls after 1 year of experiment. The survival percentage of *R.apiculata* seedlings from top part kept in mangrove nursery was 19.8% remarkable lower than those daily watered with fresh water (60.8%). Survival percentages of seedlings from middle and bottom parts showed a slight difference. For *R.mucronata*, survival percentage of seedling from top part treated by sea water and fresh water were 79.4% respectively. The seedlings from middle and bottom parts show lower survival percentages, especially for the bottom parts

which were 38.4% under sea water condition and 1.1% under fresh water treatments.

Table 1.1 Survival percentages of the cut hypocotyls after 1 year

Species	Parts of hypocotyl	Watering with fresh water	Inudation with sea water
R.apiculata	top	60.8%	19.8%
	middle	52.3%	73.9%
	bottom	42.4%	58.9%
R.mucronata	top	74.1%	79.4%
	middle	6.3%	52.2%
	bottom	1.1%	38.4%

2. Growth performance after 3 days of transplanting

Table 1.2-1.3 show growth performance of the seedlings after 3 days of transplanting. The height of *R.apiculata* seedlings from the top part (4.29cm) was noticeably lower than the others (12.33 and 13.9cm), however, their diameters were slightly differrent ranging from 4.24 to 4.57mm. Experiments of *R.mucronata* seedlings from the middle part had the lowest average height and diameter as 5.62cm and 5.05mm, while the higest hight was observed with the seedlings from the bottom part (7.59cm) and the biggest diameter was found with the seedlings from the top part (5.64mm). Markedly, the variation in height of the middle part of both species, *R.apiculata* and *R. mucronata* were very high. This means that there were significant differences height among seedlings.

Table 1.2 Growth performance of the seedlings (with spacing of 0.5 by 0.5m)

Species	Parts of hypocotyl	Height (cm)	Diameter (mm)
R.apiculata	top	4.29	4.50
	middle	12.33	4.57
	bottom	13.79	4.24
R.mucronata	top	6.84	5.64
	middle	5.62	5.05
	bottom	7.59	5.33

Average height of *R.apiculata* seedlings from the top part was the lowest number. (3.98cm) when compared to the middle part (8.93cm) and the bottom part same number (4.33mm) while that of seedlings from the middle part was slightly higher (4.45mm). For *R.mucronata*, the highest and diameter from the top part were 8.32cm and 5.82mm

followed by seedlings from the middle part (7.70 cm and 5.57mm) and the bottom part (7.23cm and 4.74mm), respectively.

Table 1.3 Growth performance of the seedlings (with spacing 1.5 by 1.5m)

Species	Parts of hypocotyl	Height (cm)	Diameter (mm)
R.apiculata	top	3.98	4.33
	middle	8.93	3.45
	bottom	11.57	4.33
R.mucronata	top	8.32	5.82
	middle	7.70	5.57
	bottom	7.23	4.74

3. Survival percentage and height growth after 3 months of transplanting

Table 1.4-1.5 show survival percentage and height growth of the seedlings after 3 months of transplanting. The seedling of *R.apiculata* from the top part showed the lowest average height (5.1cm), *R.mucronata* seedlings from the same part had the highest number (10.4cm). In addition, the heights of the middle part seedlings from experiments were quite the same as those from bottom parts for each species. However, the cut seedlings showed the satisfying survival percentage which was higher than 91%.

Table 1.4 Survival percentage and height growth of the seedlings (with spacing of 0.5 by 0.5m)

Species	Parts of hypocotyl	Survival(%)	Height(cm)
R.apiculata	top	93.8	5.1
	middle	93.8	12.8
	bottom	91.0	13.5
R.mucronata	top	97.4	10.4
	middle	98.7	8.7
	bottom	99.2	7.3

Survival percentage and average height of *R.apiculata* seedlings from the shoot part were 83.0 and 4.67cm. Those were the lowest number when compared to the other experiments. The highest average height and survival percentage were from the bottom-part set which were 12.0cm and 95%. *R.mucronata* seedlings from every part presented the big number of height. They were 9.54, 8.43 and 9.56cm for the top, middle and bottom parts, respectively. And their average survival percentages were around 98%.

Table 1.5 Survival percentage and height growth of the seedlings (with spacing of 0.5 by 0.5m)

Species	Parts of hypocotyl	Survival(%)	Height(cm)
R.apiculata	top	83	4.67
	middle	87	9.46
	bottom	95	12.0
R.mucronata	top	97	9.53
	middle	99	8.43
	bottom	99	9.56

DISCUSSION

As seen from tha tables, *R.apiculata* seedlings had the lowest height. This may be caused by the small size of hypocotyls in Trad province. When the progagule was cut, the top part had only little nutrition left. Moreover, its root germinated slowly because there were root initial area.

Alternatively, *R.mucronata* seedlings from the top part showed the best survival percentage and growth because the shoot were ready to grow and there were sufficiently accumulated food in the propagules.

For the seedlings from the middle and the bottom parts of both species, the germination time were very long; because shoot buds were not available and there were insufficient auxin.

The other problems that caused death of seedlings were from insect pests. They destroyed the shoots of *Rhizophora* seedlings and whole the stems. Moreover, some seedling stems were bit by crabs, and a lot of seedling were pressed by the floating branches.

In summary, the experinent on using of cut hypocotyl showed that this method can be applied and used in mangrove plantation, particularly *R.mucronata*. It was found that the cut seedlings grew well with satisfactorily survival percentages. In addition, this method is really one of the efficient ways to solve the lack of *Rhizophora propagules*. However, futher development on shoot and root induction should be studied.

1. Plantation Experiment in the Abandoned Area After Tin-minings

In this study, we focussed the study object to establish the rehabilitation techniques of mangrove forest in the heavily used area by man. We have started this study since 1989. Background of this study in detail was written in the sheets attached to this section (this also worked by the supports of PRO NATURA FUND).

We established a 40×25sqm sized plot in Ranong, southern Thailand. The 3,950 hypocotyls of *Rhizophora apiculata* were planted in the spacing of 50×50sqm. Each year until 1993, the mortality of planted seedlings was checked. From this the mortality of

planted seedlings in the very delicate manner. The difference of land elevation in the plot was generated by the tin-mining activities. Total difference of the elevation was merely 35cm in the plot, but the mortality was very remakable both in the lower and higher elevations. Such small difference of elevation resulted the patchy death of the seedlings possibly because of the change of some soil properties.

In 1994, we studied some soil properties in the study site established in Ranong, southern Thailand. In the rainy season of August, soil properties of pH, EC (electric conductivity), Eh (redox potential), and particle size were studied in various level of land elevations. The results were listed in tables 2.1~2.3.

To summarize briefly the results, the difference of soil property, according to the land elevation, was found in particle size, and Eh. These properties might affect to the mortality of seedlings. But, pH and EC were not differed possibly because of heavy rain, In futher studies, we should measure these soil properties in dry season too.

Table 2.1. Soil properties in the high density plantation of *Rhizophora apiculata* in Ranong. pH, EC, and soil temperature were measured at the base of each 79 seedlings along No.15 line and also these were measured at the base of 12 seedlings in Site-A, 5 seedlings in Site-B.

No.	pH	EC(mS/cm)	Eh(mV)	Temp(℃)	Air-T(℃)
1	7.13	1.882	132	27.0	
2	6.71	2.050	162	27.3	
3	7.03	1.889	139	27.2	
4	6.86	2.110	141	27.0	
5	6.86	1.970	145	27.0	
6	6.70	2.092	136	27.3	
7	6.77	2.154	139	27.0	
8	6.71	2.230	94	27.4	
9	6.57	2.360	180	27.2	
10	6.93	1.971	-27	27.0	
11	7.02	1.920	65	27.1	
12	6.70	2.460	82	27.0	
13	6.96	2.160	108	27.1	
14	6.96	2.070	116	27.1	
15	5.98	2.190	124	27.2	
16	6.65	2.010	135	29.1	
17	6.56	1.819	127	26.9	
18	6.12	1.923	34	26.9	
19	6.33	2.470	92	27.0	
20	6.90	1.789	68	27.0	
21	6.83	2.220	-78	27.0	

No.	pH	EC(mS/cm)	Eh(mV)	Temp(℃)	Air-T(℃)
22	7.08	1.765	-19	27.0	
23	6.89	1.903	-55	27.0	
24	6.43	2.430	-28	26.8	
25	6.76	1.983	39	26.7	
26	6.54	2.169	28	26.7	
27	6.85	2.450	6	26.9	
28	6.62	2.150	60	26.8	
29	7.29	2.460	81	26.8	
30	7.06	2.440	70	26.7	
31	6.75	3.220	73	26.7	28.7(15:09)
32	6.85	2.440	50	27.0	
33	6.87	2.740	47	27.0	
34	6.48	2.690	38	26.7	
35	6.98	1.963	22	26.6	
36	6.87	2.270	46	26.6	
37	6.70	2.740	61	26.7	
38	6.90	3.020	-23	26.8	
39	6.98	3.180	-19	26.6	
40	6.91	3.110	7	26.6	
41	6.91	2.840	-34	26.5	
42	7.01	2.510	1	26.4	
43	6.85	3.060	54	26.3	
44	6.60	2.710	19	26.4	
45	6.83	3.040	-32	26.9	
46	6.87	2.990	46	26.5	
47	6.55	3.410	20	26.5	
48	6.89	3.150	30	26.5	
49	6.88	2.350	34	26.6	
50	6.74	3.310	75	26.4	
51	6.77	3.160	23	26.6	
52	6.70	3.220	2	26.5	
53	6.73	3.560	41	26.5	
54	6.78	2.640	56	26.4	
55	6.72	3.360	35	26.6	
56	6.68	2.550	-25	26.5	
57	6.10	3.050	57	26.7	
58	6.57	3.390	-49	26.5	
59	6.74	2.840	2	26.5	
60	6.86	3.140	-27	26.4	

No.	pH	EC(mS/cm)	Eh(mV)	Temp(℃)	Air-T(℃)
61	6.76	3.500	-80	26.4	
62	6.80	3.290	-73	26.5	
63	6.83	3.320	25	26.5	
64	6.79	3.680	-14	26.7	
65	6.64	2.620	-40	26.7	
66	6.76	3.250	-29	26.6	
67	6.68	3.340	-4	26.6	
68	6.81	2.500	13	26.4	
69	6.72	2.970	77	26.5	
70	6.58	2.910	45	26.5	
71	6.65	3.070	15	26.5	
72	6.90	2.620	12	26.7	
73	6.99	2.820	53	26.5	
74	6.90	3.180	42	26.6	
75	6.64	2.990	46	26.7	
76	6.68	3.280	6	26.4	
77	6.82	3.580	-21	26.6	
78	6.83	4.030	-67	26.4	
79	6.68	3.870	-29	26.5	27.4(15:35)
A					
50-59	6.87	3.040	54		
50-60	7.06	2.960	-17		
50-61	6.76	2.350	6		
50-62	6.76	3.000	-2		
50-63	6.99	3.030	-18		
50-64	6.77	3.150	-43		
50-65	6.97	3.110	-50		
50-66	6.71	2.670	-30		
50-67	6.83	2.890	-13		
50-68	6.82	3.010	-66		
50-69	6.70	3.170	-45		
50-70	6.84	2.710	-70		
B					
1-45	6.78	3.020	18		
1-46	7.09	3.120	49		
1-47	6.72	3.680	50		
1-48	6.82	3.350	27		
1-49	6.56	2.830	60		

Table 2.2. pH and EC of the sea water, the mangrove forest and the rain fall

Site	pH	EC(mS/cm)
Sea water	7.11	9.54
Forest	6.60	3.31
Rainfall	6.71	7.61 μS/cm

Table 2.3. Eh of the sea water

No.	Eh(mV)
14-10	48
28-30	47
14-20	55
20-20	58
30-20	68
40-20	67
40-50	72
30-50	65
1-79	68

Method

Sampling Aug.5 1994

Analysis 1-10, Aug.5 1994

10-, Aug.6 1994

Materials; Mixture of soil(80g) and distilled water(133.5cc).
Both pH and Eh were measured by Model HPH-110(DKK CO.,LTD), Model PC-9400 (SATO KEIRYOKI MFG.CO.,LTD.), respectively.

Survival and Growth of *Rhizophora apiculata* Seedlings Planted in an Abondoned Tin-mining Areas (preliminary report).

INTRODUCTION

Recently, mangrove forests of south-east Asia were seriously damaged by human impacts (e.g. Komiyama et al.,1992). Among these impacts, tin-minings and shrimp cultures are the prevailing forces which destroy and convert mangrove area for other economic purposes. Changes of economic state in the future might bring the situation in which mangrove forests should be rehabilitated in those abandoned and tree-less areas.

For mangrove reforestations, selected commercial species such as *Rhizophora* or *Bruguiera* species are used in most cases. The ecophysiology of mangroves including these

species was fully reviewed by Ball (1988). Many authors elucidated, the distribution of mangrove species was affected by soil properties such as Eh, pH, salinity, etc. (Lopez-Portillo & Ezcurra, 1989, Mckee, 1993; Nickerson & Thibodeau, 1985; Ogino, 1992; Toma, 1992). Thaiutsa & Rungruangsilp (1990) studied the impacts of tin-minings to the chemical and physical properties of mangrove soils. Therefore, the human disturbances on the soil environment should be taken into account to develop the mangrove rehabilitation technics after the tin-mining area.

In this study, the land elevation, the soil hardness, and the soil particle size were investigated in an abandoned area after the tin-mining. The effects of these environmental factors to survivals of planted seedings was discussed.

STUDY SITE AND METHODS

A study plot was established in the river mouth of Khlong Ngao near Banlang village (9° 58'N, 98° 38'E), Ranong province, southern Thailand. The annual precipitation and mean temperature in Ranong city were 4,320mm and 26.5℃, respectively.

The size of the plot was 25×40 sqm, situated on a newly sedimentated area caused by tin-mining activities of the last decade. Inundations occurred two times per day at high-tides. At least for several hours a day, the whole area of the plot was covered by water. The present vegetation was occupied by *Avicennia alba* and *Sonneratia alba* of c. 5m tall, mixed with some small trees of *R.apiculata* and *R.mucronata*.

In August, 1989, the 3,950 hypocotyls of *R.apiculata* were planted in spacing of 0.5m, according to 50 rows and 79 lines. The mean diameter, length, and fresh weight of the planted 50 hypocotyls were 1.21cm, and 14.5g, respectively. Remeasurements were conducted in November 1990, August 1992, and August 1993. Length and basal diameter of seedlings planted in 1989 were measured.

In August, 1993, the micro-topography was investigated at low tides. Using an automatic level machine (NIKON AE-5W), the elevations of soil surface were surveyed by 2m by 2m spacing. At the same spacing points, the hardness of soil was checked by dropping of an iron pole (diameter 9 mm, length 60.5cm, weight 302g, top flat) from 1m high. The lengths of the pole buried in the soil were measured. In August, 1994, 5 soil samples were collected for the study of particle size.

RESULTS

1.Land elevation and soil hardness in the plot

The micro-topography in the plot was illustrated by a contour map in Figure 1 (left). The point A shown in the figure, Located nearby the plot, was the lowest place and the land elevation in the plot was not large, it varied from 7cm to 35cm.

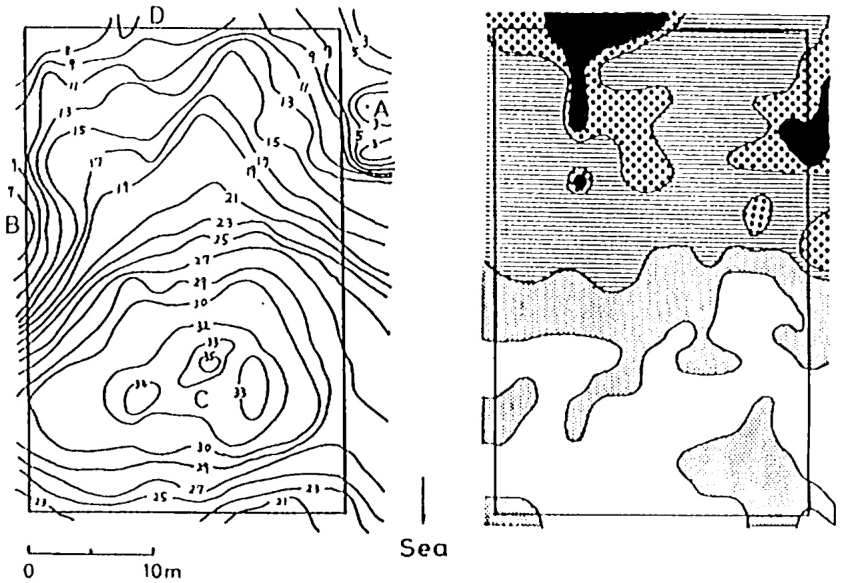


Figure 1. Micro-topography expressed by contour map (left) and patterns of soil hardness (right) in the study plot. Each figure on contour map shows the elevation in cm. From hard to soft soil, patterns are expressed; Class 1:unshaded, Class 2:dots, Class 3:lines, Class 4: closed circles, Class 5:shaded.

In the plot, there was a convex mound. Around the point C on the figure, a wide area covered the area of higher elevations than 30cm. THe highest place was 35cm in elevation. The elevation became lower as one going to either sea-word or inland-word from this peak, In the area of lower elevations a small valley existed at the point B. In order place, the elevation became gradually lower. We use the elevation classes defined as Class 1 (the land elevation<10cm), Class 2 (10-14cm), Class 3 (15-19cm), Class 4 (20-24cm), Class 5 (25-29cm), and Class 6 (>30cm). The distribution of soil hardness in the plot was illustrated in Figure 1 (right). Each pattern shown on the figure shows the soil hardness class, defined as the buried depth of iron pole, the soil tended to become softer as on going to inland-word. Around the peak point C, the soil was the hardest (Class 5). In this class, muds/sands came to the ankle depth when a reseacher stood there. On the slope inland-word from the peak C, the wide area was covered by intermediate hardness classes of Class 3 and 4. Very soft soils (Class 1 and 2) were mainly located near the point A and D on the figure. In these classes, muds came to the knee depth.

In each soil hardness class, the soil particle size was checked. The weight percentage of sands (particle size>75 micro meters) to total soil were 1.5%, 2.9%, 4.9%, 19.1%, and 42.8%, respectively for the soil hardness class 1 to 5.

The distribution of soil hardness in the plot showed some correspondence with

the elevation class. There was a tendency, the higher the elevation, the harder the soil became. For example, the distribution of the area in high elevation Class 5 and 6 corresponded well to the distribution of the hard soil Class 4 and 5 (Figure 1).

2. Stand structure and growth

In Figure 2, the frequency distributions of diameter and height of survived seedlings were illustrated. The number of seedlings decrease from 3,955 individuals planted in 1989, to 2,781 individuals in 1990, to 2,170 individuals in 1990, and to 2,100 individuals in 1993, to 1993. Both diameter and height showed the uni-modal distribution in each year, and the mode became larger from 1990 to 1993.

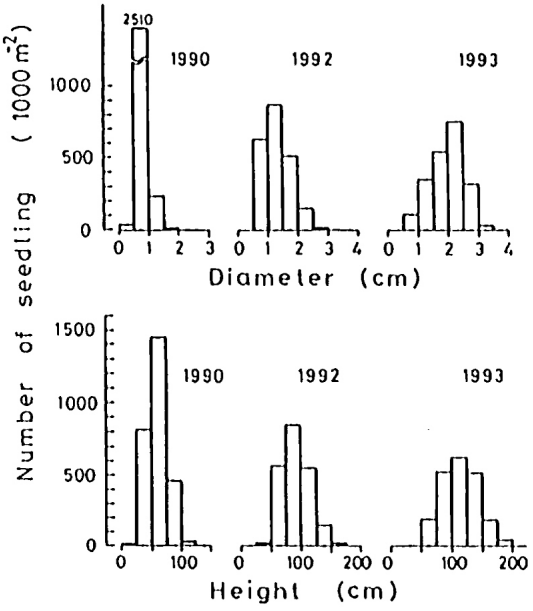


Figure 2. Frequency distribution of diameter (above) and height (below) of survived seedlings in each year.

In Figure 3 (above), the mean growth increment during 1990-1993 was illustrated in relation to the elevation class. The smallest mean growth increments of diameter and height were 0.31cm*yr^{-1} and 13.2cm*yr^{-1} in Class 6. As the elevation became lower, the mean values increased. Those reached to the maximum value, 0.45cm*yr^{-1} and 19.8cm *yr^{-1}, in class 3. Slightly smaller increments were observed in Class 1.

In Figure 3 (below), the mean growth increment during 1990-1993 was illustrated in relation to the soil hardness class. The smallest mean growth increments of diameter and height were 0.26cm*yr^{-1} and 11.0cm*yr^{-1} in Class 5. As the soil became softer, the mean values increased. Those reached the maximum values. 0.46 to 0.40 cm*yr^{-1} and 15.3 cm*yr^{-1} respectively.

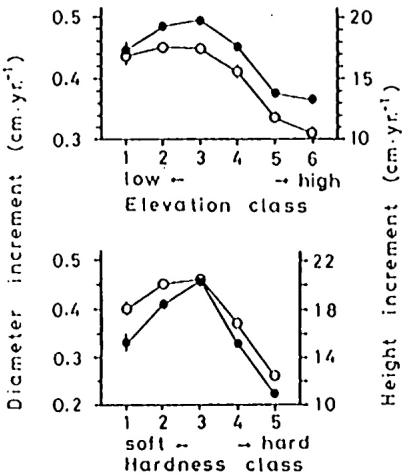


Figure 3. Mean growth increment of diameter (open circle) and height (closed circle) of survived seedlimgs during 1990-1993 related to the elevation class (above) and the soil hardness class (below).

3. Mortality patterns of planted hypocotyls

The survival rate of 3,950 hypocotyls planted in 1989 decreased to 70.4% in 1990, 54.9% in 1992, and 53.2% in 1993. Horizontal distributions of the dead and the survived seedlings in 1993 were illustrated in Figure 4. As clearly seen in the plot, the dead seedlings showed a contagious distribution. Patches of the dead were observed especially around the points A, B, and C shown in Figure 1.

In Figure 5 (above), the survival rate of seedlings were illustreted in relation to the elevation class. The survival rate in 1990 was between 0.615 of Class 5 and 6 comparing to other classes. The survival rate in 1992 showed an uni-modal pattern, i.e. it was lower in Class 1 and 3 intermediate elevation).

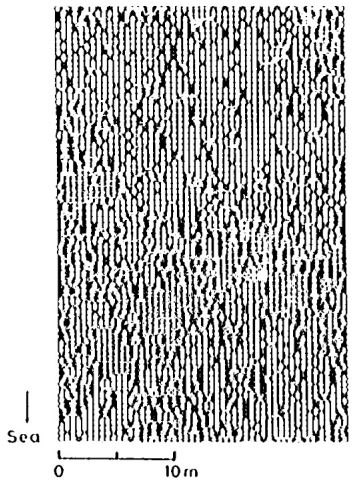


Figure 4. Horizontal distributions of survived seedlings (open circle) and the dead seedlings (closed circle) at the study plot in 1993.

During 1992-1993. The dead were a few in all the classes.

In Figure 5 (below), the survival rate of seedlings were illustrated in relation to the soil hardness class. The rate in 1990 showed more or less similar values between 0.659-0.730. During 1990-1992, higher mortality was observed in hard soil Class 4 and 5 compareing to other classes. During 1992-1993, the dead were few in all the classes.

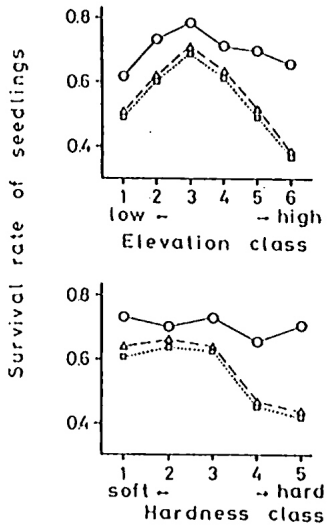


Figure 5. Survival rate of seedlings related to the elevation class (above) and the soil hardness class (below). Open circles with line : the rate in 1989-1992. Squares with dot line: the rate in 1989-1993.

DISCUSSION

From the present study results of the reforestation experiment in an abandoned area after the tin-mining, it was elucidated that the survival rate of *R.apiculata* seedlings planted sharply decreased in the first 3 years to 54.9%, and it become 53.2% in the first 4 years. These survival rates were much lower comparing to the rate, 88-95% of 1-4 year-old *R.apiculata* plantations studied in typical mangrove mud flats elsewhere in Thailand (Wechakit, 1990). The difference of survival rates between the two sites was considered to be mainly come from the soil properties.

Poor growths of seedlings were also recoginized in the present study site. Wechakit(1990) reported that the mean heights of *R.apiculata* seedlings were 45 cm and 236cm, respectively for the 1 year-and the 4 year-old stands, the mean height obtained in the present study was merely a half of Wechakit's result.

The seedlings were planted uniformly over the present study plot in 1989, although, the distribution of dead trees in 1993 showed a clear patchness. Therefore, the key mortality factor of them was considered to be environmental rather than the density effects. In the plot, low survival rates of seedlings were observed at higher elevations (0.374 in Class 6 and 0.493 in Class 5) and also low at the lowest elevation

(0.486 in Class 1). Thus, the survival rate of seedlings had some relationship to the micro-topography expressed in the 1 and elevation of the plot.

In the present study plot, there was a convex shaped mound where the soil was harder (Figure 1). It was considered, this mound was formed by the activities of foregone tin-minings. The place where disposed soils were thrown became the mound, Hard soils on the mound contained mortesands (42.8% in the soil hardness Class). In contrast, soft soils in lower land elevations contained much less sands (1.5% in Class 1). it was considered, the fine grained muds on the mound gradually eroded out by the water current and the soil became more sandy and therefore harder.

In a mangrove area of southern Thailand, Thaiutsa & Rungruangsilp (1990) studied the impacts of tin-minings on the soil properties. After tin-minings, the texture of the soil changed to the sandy loam, in which sand particles occupied more than 60% of total: They also mentioned, the soil became acid and correspondingly poor in macro-nutrients at least for 10 years after tin-minings.

Tabuchi et al. (personal communication) studied the mortality of *Bruguiera gymnorrhiza* seedlings planted in an abandoned area after shrimp cultures, in Bali, Indonesia. They found the survival rate of seedlings was merely at a few percent in the place where the water incompletely ebbed at low tides. A similar phenomenon as Tabuchi et al. recognized was observed in the lowest elevation Class 1, where the survival rate of seedlings was lower possibly because of the poor drainage.

In the present study, lower survival rates were observed in the seedlings planted over the place of higher elevation too. Although the period of tidal inundations was more or less shorter at the place of higher elevations, it would not affect very seriously to the mortality of seedlings, because net difference of land elevation in the plot was only 35cm. However, in neap tides of the driest and the hottest season, some planted seedlings might die by high temperature and drought. This should be checked in the future study.

From results. of the present study, it was considered that lower survival rates of seedlings planted in higher elevations would have some relation to the corresponded soil hardness. Along the soil hardness gradient, both diameter hardness. Along the soil hardness gradient, both diameter and height growth increments decreased, i.e. those increments changed to be smaller in hard soils (Figure 3). This suggested that seedlings planted in hard soils were killed partly because of poor nutrient in the sandy soil.

Kyuma(1986) mentioned of the pyrite oxidation process for the acidification of the mangrove soil. After tin-mining activities, the mangrove soil of the present study site was disturbed, exposed directly to sun light, and the sand particles increased in higher elevations. In such conditions, the pyrite oxidation process might happen. If the acidification are promoted, the nutrient status in the soil will become poor.

In condition, the tin-mining activities created the uneven micro-topography in the mangrove areas, and altered the soil properties such as the particle site. The outcome

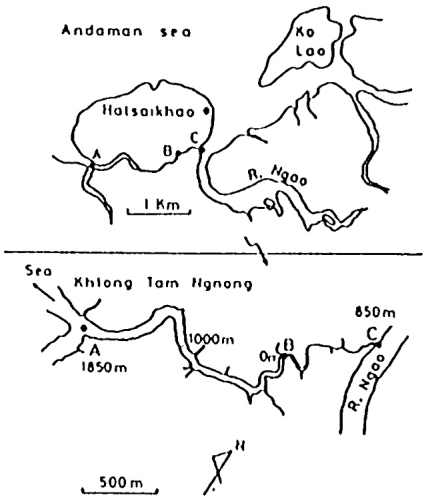
of reforestation was much affected by its alteration at the initial stage. It is notewarthy, the total difference of this small difference in land elevation brought significant influencess in the seedling mortality. Prudent cares should be paid on the microtopography when we reforestate the mangrove forest in abandoned areas after tin-minings.

3. Dispersion Process of Mangrove Propagules

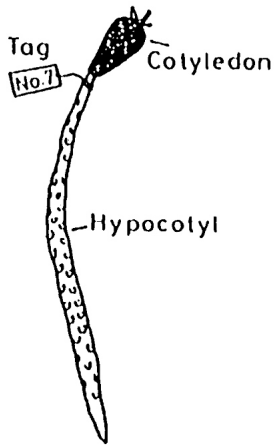
The *Rhizophora* species has viviparous propagules, which are dispersed by water currents. This characteristics of hydrochory may act a great role to the geographical distribution, as well as to the establishment patterns of local populations of the mangrove species. So, it is very important to study how mangrove propagul after detaching from the mother trees. In this study, the movement of propagules in a small river basin was studied for one month by a release-recapture method to clarify the dispersal patterns of *R. mucronata*.

Study site was selected in a mangrove area near Hatsaikhao village, Ranong(9° 58'N, 98° 38'E), southern Thailand, where the Mangrove Forest Research Center, Royal Forest Department of Thailand controlled the forests for research.

The basin of small river, Khlong Tam Ngong (see Figure) was selected for this study, Khlong Tam Ngong is a branch of Ngao river and flows into the Andaman sea. The length of it is 2,700 m between the point A and C on. In this area, there are two times of full-tide in a day. The water flows from A to C near full tide, and from C to A near low tide. The 500 propagules of *Rhizophora mucronata* were tapes of pink color. The diameter and length of them were measured.



Study site in Ranong Province, southern Thailand. A-C: study site, B: base point where propagules were released.



A propagule of *Rhizophora mucronata*

On August 7, (11:00), 1994, 500 samples were released in the river stream at the point B. Spring tide was at Aug. 5. The observation of samples was followed on Aug. 8 (1 day after the release), Aug. 17 (10 days after). Aug 27 (20 days after), Sept.6 in 1992 (30 days a after, all disappeared), and Oct. 6 (60 days after).

These observations were mainly conducted in lower tide. Two or three researchers walked along the river bank of main stream of Khlong Tam Ngong. The location and the sample number was recorded, when they discovered and captured them. After this, the samples were released again.

The number of hypocotyl caught at 1 day, 10 days, 20 days, 30 days, and 60 days after were 318, 71, 21, 8, 0, samples disappeared in the 2 mouths. The causes of the disappearance were considered to be flow-out from study area, invading inside forest, monkey damage, and decomposition, especially monkey damage was serious. The detail of analysis for hypocotyl movement will be conducted using these data.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors express their sincere thanks to the staff of the Royal Forest Department of Thailand who gave us useful suggestions and helps in the field works, especially to Mr.Wasant Srisawasdi and Dr.Vipak Jintana. We are greatful to Dr. Ikuo Ninomiya of Ehime University, Japan, and Mr.Yoshifumi Mori of the Nature Conservation Society of Japan (NACS-J), who helped us in field works. A part of this study was financially supported by PRO NATURA FUND of the NACS-J.

EFERENCES

Ball,M.C.1988. Ecophysiology of mangroves. Trees 2: 129-142

Chareonseubsakul, W.1988. Planting of *Rhizophora apiculata* with cut propagules P.70-76, In The Fifth National Seminar on Mangrove Ecology. The National Research Council, Bankok (In Thai).

Komiyama,A.,Kongsangchai,J.,Patanaponpaiboon, P.,Aksornkoae,S. & Ogino,K.1992. Socio-ecosystem studies on mangrove forests-Charcoal industry and primary productivity of secondary stands. Tropics 1:233-242.

Kyuma,K. 1986 Wet lowlands in Southeast Asia-mangrove soils-URBAN KUBOTA 25:2- 7 (in Japanese)

Lopez-Portillo,J.& Ezcurra, E. 1989. Response of three mangroves to salinity in two geoforms. Functional Ecology 3:355-361

Mckee,K.L. 1993. Soil physicochemical patterns and mangrove species distribution-reciprocal effects. Journal of Ecology 81:477-487.

MFRC.1985. Germination rates of cut *Rhizophora apiculata* propagules. Research Note, Forest Management Division, The Royal Forest Department. Bangkok. (In Thai).

Nickerson, N.H. & Thibodeau, F.R. 1985. Association between pore water sulfide concentrations and the distribution of mangroves. Biogeochemistry 1:183-192.

Ogino, K. 1992. Mangrove ecosystems. In Shidei, T. & Kira, T. (eds): To consider tropical rain forests, 180-207. Jinbun Shoin, Kyoto, Japan, (in Japanese)

Sangtiean, T. 1993. Effects of systhetic auxins on germination and growth of cut *Rhizophora apiculata* propagules. In the Eighth National Seminar on Mangrove Ecology. The National Research Counsil, Bangkok(In Thai).

Thaiutsa, B. & Rungruangsilp, C. 1990. Impacts of tin mining on soil properties. Thai Journal of Forestry 9:73-82.

Toma. T. 1992 Ecological studies on root systems in mangrove ecosystems with reference to the water quality and soil. Ph. D. dissertation of Ehime University, matsuyama, Japan (in Japanese).

Wechakit, D. 1990. Growth and survival of private mangrove plantation (*Rhizophora apiculata*) at Amphoe Amphawa, Changwet Samut Songkhram. Thai Journal of Forestry 9: 93-100

アマゾン地域の牧場荒廃地再生を目的とした原産有用樹と牧草地の組合せシステムに関する研究

アマゾニア森林文化研究会

渡辺　和見

混牧林システム試験研究の実際

1．混牧林区造成に於ける材木種の植栽形態

本試験事業は、1994年1月より、パラ州トメアス郡内、第二トメアスのCEFLAM=アマゾニア森林文化研究会の試験用地200haの一部において実施されている。試験用地はかつて、日本政府協力による、1974年に設立されたINATAM：Instituto Experimental Agricola Tropical da Amazonia（：アマゾニア熱帯農業総合試験場）に属していたもので、草地造成がなされたのは、1974年である。その後、ブラジルの法令が改正されたことから、1981年、JICA＝国際協力事業団の現地法人であったジャミックの撤退が決定し、これに伴い、INATAMの施設の大部分は結果的にEMBRAPA-CPATUの試験用地である造成草地は、当時から放棄状態となり、従って1994年、混牧林システムの試験プロジェクトが開始された時点では、12～13年の放置により、雑木帯が広い範囲に渡り帯状に形成され、部分的には牧草キクユ・アマゾニカ（：*Brachiaria humidicola*）の優占している区画も見られたが、全体的には原産種による植生遷移が大分占有しているといった状況であった。このため、1994年4月より、試験予定地に広がっていた雑木林の刈り取り作業を行い、数度火入れを行う事により、用地の全体的な整地を試みた。牧草の種類に、既存の牧草キクユ・アマゾニカが、火入れの後、優占範囲を拡大する事を見込み、新たには行っていない。これらの整地作業により、1994年末の時点で、約35haの混牧林システムの試験用地が準備された。

さて、牧草地に有用樹種の植栽を行い、混牧林システムの試験研究を進めるに当たっては、各林牧種の種間内競合の優劣、生育過程における生態的危険要因、各林牧種の枝葉に対する家畜の嗜好性等、未だ未知の部分も多く、これらを総合的に把握する上でも、より多種類の原産有用樹種を導入し、試験研究に供することを図った。このため、1994年1月より、パラ州サンタレン近郊のSUDAM、EMBRAPA-CPATUの各農林試験場や、地元のアグロ・フォレストリー実践農家等の協力を得て、15種の原産林木種、1種の導入林木種、2種の導入飼料木、合計18種の有用樹種の種子、天然稚樹あるいは挿穂を集め、試験用地の準備作業に並行して、それら有用種の苗木の育成管理を行った。これにより、1994年末の時点で合計約8000本の苗木が準備された（写真1、2）。

さて、試験用地に於ける林牧種の植栽形態としては、群状植栽、散開状植栽、帯状植栽等の様式（図1）が考えられるが、アマゾニアの牧場開発現場で実地に応用するに当たっては、現場作業の簡素化が望まれることが多いと目される事から、最も単純で、しかも能率的な植栽方法が理想的であると考えられ、従って帯状植栽の形を適用した。この度の試験においては、林木種の植栽間隔は3m×3mで、4列の林木種

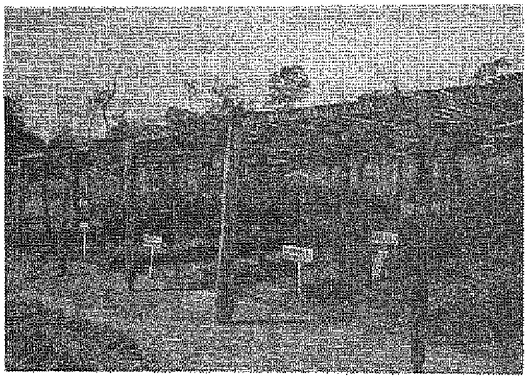


写真１　試験プロジェクト用の原産有用樹種の育苗

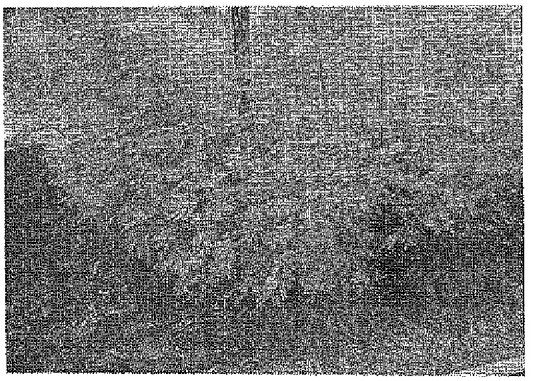


写真２　LEUCAENA(*Leucaena leucocephala* Wit)
ーマメ科

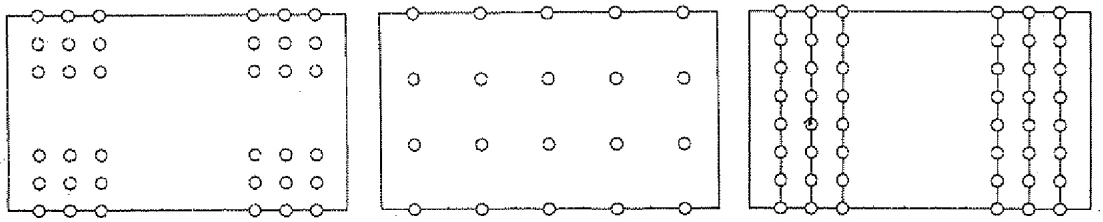


図１　混牧林システムに於ける林木種の植栽形態

植栽ラインが一つの帯状林を形成するようになる。林木帯どうしの間隔は11ｍで、これは11ｍ幅の純粋な草地帯となる。従って、１ha内に５箇所の林木帯形成され、一つの林木帯に植栽される本数は136本、ha当り680本の林木種が、植え付け初期の段階で導入植栽されることになり、混牧林区を形成する。

2. 混牧林区造成における林木種の植栽手法

植栽の方法としては、３ｍ間隔に赤紐で目印をつけた50ｍのナイロン紐を、林木種植栽予定地に張り巡らし、植栽点には80㎝の竹を打ち込んで目印とする。一つの列が終わったら、ナイロン紐の一端を基準線に沿って移動させ、他の一端も３ｍ或は11ｍの間隔を取って、並行して移動させる事により次ぎの植栽ラインに移り、植栽点の目印を付けていく。基準線は、あらかじめ植栽予定区の外郭線上に、計画される林木種植栽ラインの各基点上の目印をともなって、設定しておく事が望まれる。この植栽方法は植え付けの現場作業を簡素化させる意味で有効に機能し、アマゾニアにおいては、最も能率的な混牧林区の造成手法の一つであると考えられている（図２及び写真３、４）。

今回の試験では、林木種植栽ラインの間隔を３ｍ、林牧帯どうしの間隔を11ｍとし、結果的

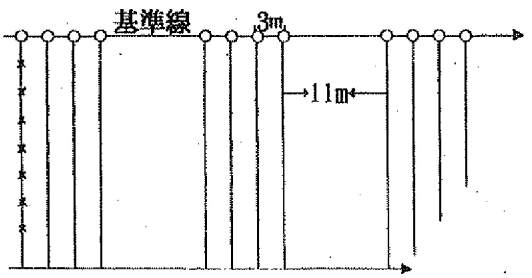


図２　林木種の植栽手法

写真３　３ｍ間隔に赤紐で植栽点の目印を付けたナイロン紐

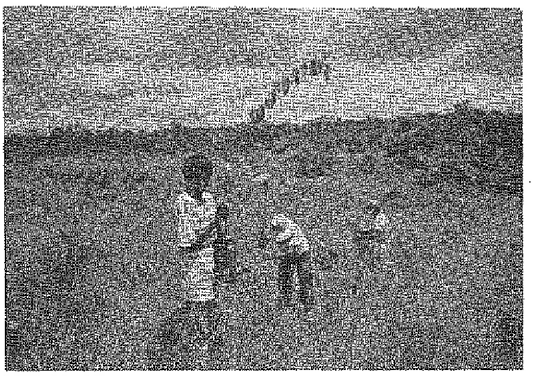


写真４　植栽列に従って JUTAI-AÇU 苗を植栽

に混牧林区全体の55％が純粋な草地帯、45％が林木帯となり、比較的林木種の密な混牧林区を形成することになると思われるが、草地帯の幅を広げることにより、林牧帯と草地帯の構成の割合は、自由にコントロールされよう。この度の混牧林システムの試験研究事業においては、混牧林区、すなわち林木種と牧草の混成プロットが、将来的に原産有用樹種の採種・採穂をも許す母樹林としての機能を併せ持つ事を考慮に入れ、林木種の比較的密な植栽形態とした。また、牧柵により試験地は三つのプロットに区分され、これにより一区画0.8haは、牧草キクユ・アマゾニカのみのプロットとし、一区画１haは飼料木２種と牧草の混成プロットとなり、一区画2.3haは林木16種と牧草の混成プロットとした（図３）。飼料木の植栽形態は林木種の場合と同様である。なお、混牧林システムの試験用草地に隣接した形で、前期のジャリー・プロジェクトにおいて東南アジアより導入された落葉中高木ジェメリーナ（*Gmelina arborea* Roxb）の林区が存在しており、混牧林区、すなわち裸地へ植栽された林木種の生育との比較研究に供するため、４種の林木種につき、ジェメリーナ林区内へのライン・プランティングを行った。各林木種の植栽本数はそれぞれ10本である。表１に、本試験において植栽された有用樹種とその本数を示した。

植栽本数は、混牧林区内に於ける原産林木種が1369本、導入林木種（チーク）が35本、飼料木が413本、ジェメリーナの林区内におけるライン・プランティングに供された原産林木種が40本、合計1857本となる（写真５、６）。図３に、それら林木種及び飼料木の植栽配置を示した。

3. 林木種植栽に於ける定植時期の許容範囲

ところで、当地における主な農作物であるコショウ、アセローラ、カカオ等の植え付けは、作物の水分要求を考慮し、一般的には雨期の初め、12～２月に行われている。これは、特に短年生作物の場合、初期の生育環境が作物の収穫量に与える影響の度合が大きいことと、乾燥期に入った後の作物苗の枯死率への影響という一点を除いては、植栽時期の設定は大きな重要性を持たず、従って農作物に比べ、定植時期の許容範囲は大きくなる。更に、原産林木種の生育においては、その種の水条件の要求度合にもよるが、水分の欠乏に対するある程度の耐性を持っていることが予想され、定植時期の許容範囲を明かにしておく事は、今後の当地に於ける植林事業の計画と展開においても有益である。この度の試験において、林木種の植栽は、雨季の後半部に差しかかった４月末から、乾季の始まった７月初めまでで、各樹種の苗木枯死率は、定植期間の許容限界を知る上で参考になると思わ

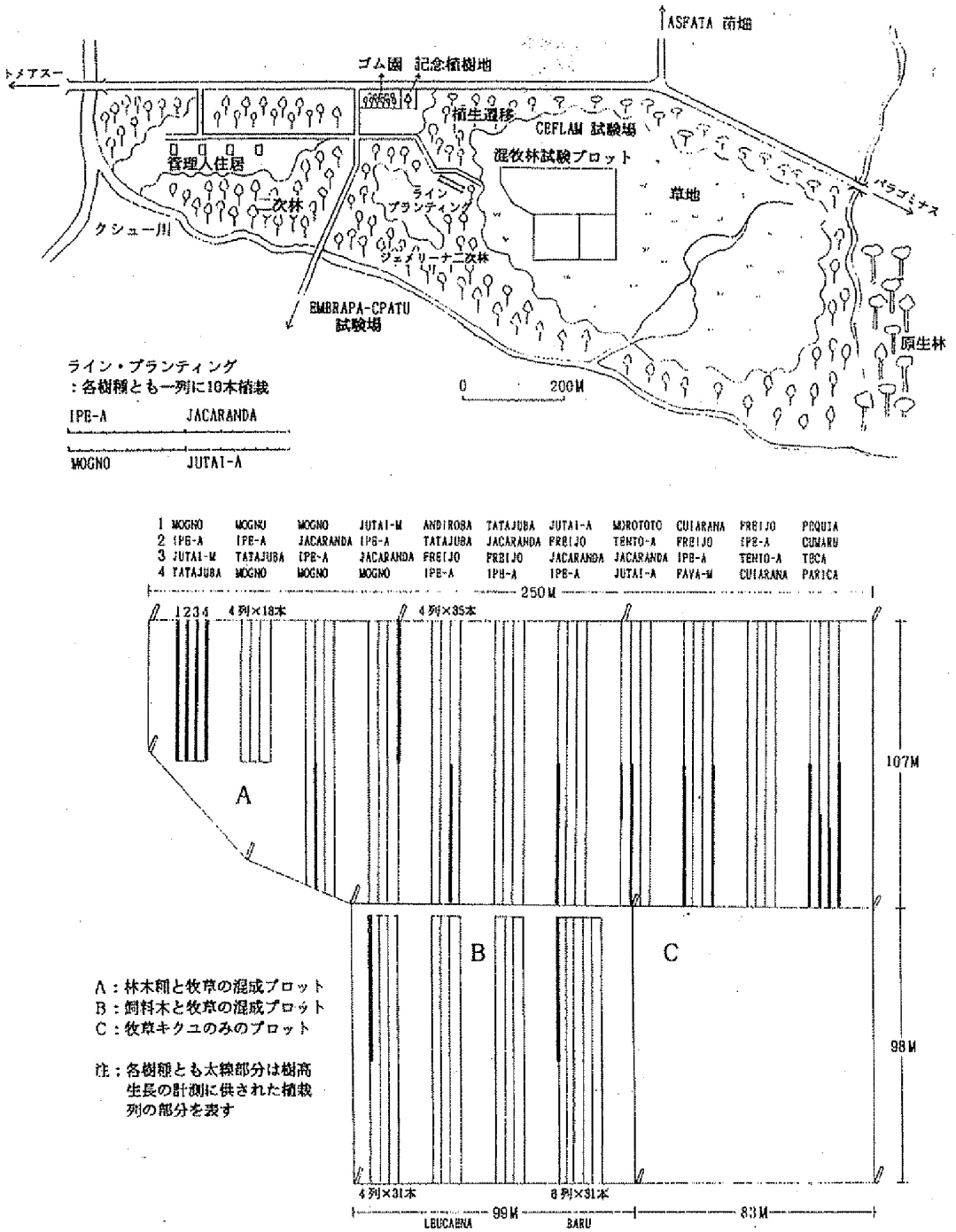


図３　混牧林システム試験用地詳細図

表１　植栽された有用樹種の内訳

林木種	タワ科……	TATAJUBA(:Bagassa guianensis Aubl)	131本
	カリオカル科……	PEQUIA(:Caryocar villosum Pers)	35本
	マメ科……	CUMARU(:Dipteryx odorata Willd)	35本
		FAVA-MAPUCHIGUI(:Macrosamanae pediallare)	33本
		JACARANDA DO PARA(:Dalbergia spruceana Benth)	185本
		JUTAI-AÇU(:Hymenaea courbaril Linn)	98本
		JUTAI-MIRIM(:Hymenaea parvifolia Huber)	53本
		PARICA(:Schizolobium amazonicum Ducke)	36本
		TENTO-AMARELO(:Ormosia paraensis Ducke)	72本
	センダン科……	ANDIROBA(:Carapa guianensis Aubl)	53本
		MOGNO(:Swietenia macrophylla King)	169本
	ウルシ科……	CUIARANA(:Buchenavia grandis Ducke)	70本
	ウコギ科……	MOROTOTO(:Didymopanax morototonii Aubl)	8本
	ムラサキ科……	FREIJO(:Cordia goeldiana Huber)	140本
	クマツヅラ科……	TECA(:Tectona grandis Linn)<導入種>	35本
	ノウゼンカズラ科……	IPE-AMARELO(:Tabebuia serratifolia Vahl)	291本
飼料木	マメ科……	BARU(:Dipteryx alata Vog)	173本
		LEUCAENA(:Leucaena leucocephala de Wit)	240本
		合　計	1857本

れる。なお、この度の試験では、植栽された各有用樹種の植え付けラインの中から、それぞれ18個体を選び、その後の樹高生長を３カ月おきに記録した。表２にその経過を示した。

トメアス地域の気候は、ケッペンの気候区分においてはＡｍ、即ち明瞭な乾季のある熱帯雨林気候に属し、INATAM- アマゾニア熱帯農業

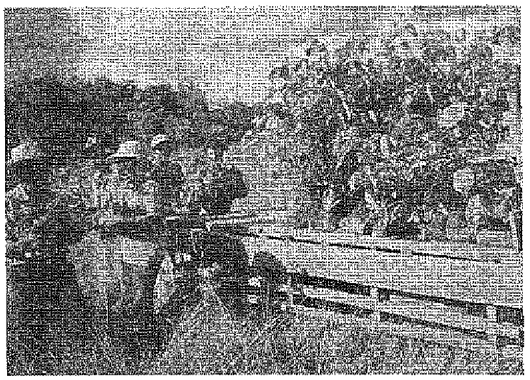


写真５　試験用地への林木苗の植栽(1995.5月2日)

写真６　冠状に刈り取られた各林木苗の植栽点(1995.7月２日)

表２　混牧林区に植栽された有用樹種の生育経過（18個体の樹高生長を示す。単位はcm）

［植栽環境：CEPLAM試験場 Brachiaria humidicola草地］　［各樹種とも最初の数値は植栽時のものであり、mは枯死を表す］

樹種名	調査時期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	生存木平均樹高	残存率
TATAJUBA	1995. 4 月下旬	134	123	51	82	64	21	82	68	75	75	83	30	52	69	69	77	84	52	71.7	100%
	1995. 7 月31日	m	28	m	86	67	m	85	70	72	78	m	9	54	14	71	20	m	m	54.5	67%
	1995. 10月31日	m	m	m	m	11	m	14	14	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	13.0	17%
PEQUIA	1995. 6 月中旬	24	26	34	22	20	46	6	14	13	23	26	26	34	21	25	23	17	21	23.4	100%
	1995. 7 月31日	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	0	0%
	1995. 10月31日	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	0	0%
CUMARU	1995. 6 月中旬	22	41	24	12	21	15	46	14	9	9	29	23	22	23	—	—	—	—	22.1	100%
	1995. 7 月31日	m	41	24	12	22	16	47	14	9	10	30	23	m	m	—	—	—	—	22.5	79%
	1995. 10月31日	m	41	m	13	22	18	48	14	9	10	31	25	m	m	—	—	—	—	23.1	71%
FAVA-MAPUCHIGUI	1995. 6 月上旬	17	21	41	22	10	16	18	29	20	26	30	19	22	18	8	10	23	10	20.0	100%
	1995. 7 月31日	m	22	41	m	10	18	m	30	21	27	30	20	22	m	8	11	23	10	20.9	78%
	1995. 10月31日	m	3	11	m	m	18	m	10	m	m	30	19	19	m	m	13	20	13	15.6	56%
JACARANDA DO PARA	1995. 4 月下旬	11	10	20	25	43	12	15	25	24	23	31	41	28	32	21	20	10	—	21.7	100%
	1995. 7 月31日	11	m	22	21	43	15	18	24	27	27	17	42	28	34	21	20	12	—	23.9	94%
	1995. 10月31日	m	m	28	23	m	15	23	21	26	25	15	42	29	34	24	23	12	—	24.3	82%
JUTAI-AÇU	1995. 5 月中旬	49	93	134	132	92	106	27	37	83	84	123	123	79	132	157	137	17	86	93.9	100%
	1995. 7 月31日	m	93	136	m	100	107	m	m	m	87	114	126	m	122	157	143	m	76	114.6	61%
	1995. 10月31日	m	105	142	m	m	94	m	m	m	90	114	129	m	124	160	143	m	m	122.3	50%
JUTAI-MIRIM	1995. 4 月下旬	41	121	74	73	187	88	139	65	111	134	67	94	95	80	80	109	87	108	97.4	100%
	1995. 7 月31日	m	121	75	73	191	93	139	65	112	141	70	100	113	76	74	111	63	112	101.7	94%
	1995. 10月31日	m	129	76	76	195	105	139	71	117	151	73	106	117	76	76	120	71	116	106.7	94%
PARICA	1995. 6 月中旬	22	24	21	32	25	31	18	35	27	31	29	13	23	34	31	27	41	21	26.9	100%
	1995. 7 月31日	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	0	0%
	1995. 10月31日	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	0	0%
TENTO AMARELO	1995. 6 月上旬	65	16	20	22	15	17	13	17	27	20	17	23	30	19	22	16	26	20	22.5	100%
	1995. 7 月31日	70	16	21	23	15	17	13	17	28	20	m	23	30	19	26	18	29	20	23.8	94%
	1995. 10月31日	m	m	20	23	16	m	m	m	30	20	m	23	30	m	m	m	m	21	22.8	44%
ANDIROBA	1995. 5 月上旬	135	111	93	92	71	84	99	89	104	123	99	—	—	—	—	—	—	—	100.0	100%
	1995. 7 月31日	135	113	97	92	73	m	99	90	106	125	99	—	—	—	—	—	—	—	102.9	91%
	1995. 10月31日	105	114	97	m	76	m	101	m	109	127	m	—	—	—	—	—	—	—	104.1	64%
MOGNO	1995. 4 月下旬	60	117	50	108	81	97	87	143	54	56	99	61	57	47	44	52	47	56	73.1	100%
	1995. 7 月31日	60	117	50	108	83	54	88	145	54	m	100	63	59	48	44	52	47	57	72.3	94%
	1995. 10月31日	65	118	50	109	m	m	89	146	54	m	100	65	m	50	46	54	48	58	75.1	78%
CUIARANA	1995. 6 月上旬	62	75	93	69	55	62	96	51	72	86	62	81	90	78	65	58	85	72	72.9	100%
	1995. 7 月31日	62	75	93	69	57	62	100	60	72	88	m	82	93	79	69	60	88	72	75.4	94%
	1995. 10月31日	65	75	100	80	60	63	102	58	m	93	m	95	99	80	69	60	89	79	79.2	89%
MOROTOTO	1995. 5 月下旬	40	27	23	24	38	26	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28.3	100%
	1995. 7 月31日	41	28	25	m	m	26	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28.2	71%
	1995. 10月31日	24	m	m	m	m	m	m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24.0	14%
FREIJO	1995. 5 月中旬	29	66	26	29	25	26	30	15	19	24	15	16	26	7	30	19	15	33	25.0	100%
	1995. 7 月31日	30	66	26	30	23	m	m	19	13	27	16	18	27	11	m	22	18	33	25.3	83%
	1995. 10月31日	30	66	m	m	m	m	m	19	m	m	19	m	m	m	m	m	19	m	30.6	28%
TECA	1995. 6 月中旬	9	11	7	7	8	6	10	9	5	10	12	12	—	—	—	—	—	—	8.8	100%
	1995. 7 月31日	10	12	8	8	8	7	12	11	5	10	13	13	—	—	—	—	—	—	9.8	100%
	1995. 10月31日	14	17	8	12	10	7	14	12	7	10	14	13	—	—	—	—	—	—	11.5	100%
IPE-AMARELO	1995. 4 月下旬	43	32	29	81	23	9	26	19	30	34	24	22	36	19	21	31	60	24	31.3	100%
	1995. 7 月31日	49	33	29	81	23	15	27	27	35	34	27	22	40	20	23	32	64	26	33.7	100%
	1995. 10月31日	58	34	31	82	23	21	32	34	40	36	36	28	45	40	25	35	71	30	38.9	100%
BARU	1995. 6 月下旬	28	30	29	19	21	16	20	17	21	21	11	11	23	14	13	16	26	15	19.5	100%
	1995. 7 月31日	29	33	m	m	23	16	21	17	24	21	11	12	m	14	13	m	28	15	19.8	78%
	1995. 10月31日	29	40	m	m	28	m	m	20	31	26	15	14	m	16	m	m	30	15	24.0	61%
LEUCAENA	1995. 6 月下旬	80	98	84	28	104	78	80	70	83	107	84	90	56	93	90	83	81	83	81.8	100%
	1995. 7 月31日	83	98	89	30	107	81	82	70	85	110	84	92	56	98	92	84	81	84	83.7	100%
	1995. 10月31日	84	101	90	35	110	82	85	34	89	116	43	92	22	101	96	88	30	88	77.0	100%

表３　第二トメアス地域の気象・その他

気　候　区　：Am:熱帯雨林気候（乾季あり）
年間降雨量　：2635.5mm
年間降雨日数：184 日（1日 1mm以上の降水があった日）
平均相対湿度：80.0%
年間平均気温：26.4℃
絶対最高気温：37.0℃（1970.11.11）　雨　季　：12月～ 5月
絶対最低気温：18.5℃（1974.10.14）　乾　季　：6月～11月
月平均最高気温：33.2℃（10月）　地理的位置　：南緯 2° 31′ 西経48° 22′
月平均最低気温：21.5℃（7月及び 8月）標　高　：53m

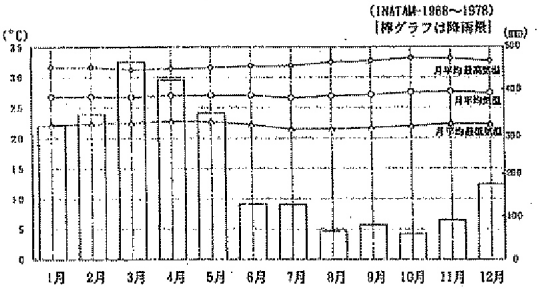


図４　第二トメアス地域の気象グラフ

表４　第二トメアス INATAM 地区原始林の土壌分析表

土壌型＝ポドゾル化ラテライト性土

層位	断面 cm	P H.		粒径組織（%）				炭素 %	有機物 %	窒素 %	C/N	燐酸 mg/100g	ミルト/粘土
		H_2O	Kcl	粗砂	細砂	ミルト	粘土						
A_1	0 ～ 6	4,1	3,5	20	41	21	18	1,67	2,87	0,12	14	0,62	1,17
A_3	6 ～ 15	4,2	3,7	21	37	19	23	1,16	1,99	0,09	13	0,30	0,83
B_1	15 ～ 58	4,7	4,1	13	33	18	36	0,48	0,83	0,06	8	<0,11	0,50
B_2	58 ＋	5,1	4,1	14	32	15	39	0,31	0,53	0,04	8	<0,11	0,39

層位	H_2SO_4 分解 d＝1,47			Ki	Kr	置換性塩基 me/100g				酸S me/100g	me/100g		置換イオン全量 me/100g	塩基飽和度 %
	% SiO_2	% $A\ell_2O_3$	% Fe_2O_3			Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}		H^{+}	$A\ell^{+++}$		
A_1	10,31	8,16	2,38	2,15	1,81	0,27	0,34	0,04	0,07	0,72	6,12	1,80	8,64	8,3
A_3	12,73	8,93	2,78	2,42	2,02	0,05	0,10	0,02	0,05	0,22	3,97	1,80	5,99	3,7
B_1	16,83	13,77	2,98	2,08	1,83	0,22	0,04	0,03	0,04	0,33	1,73	1,40	3,41	9,5
B_2	15,87	13,52	2,98	2,00	1,75	0,22	0,04	0,01	0,03	0,33	0,45	1,20	1,98	15,5

総合試験場の調べによると、1968 ～ 1978 年のデータにおいて平均した年間降雨量は2635.5mmであった。表３、図４及び図５は、INATAM と EMBRAPA-CPATU の資料を基にまとめたトメアス地域の気象データである。

この度の混牧林システム試験用地の土壌特性に関しては、以前に INATAM- アマゾニア熱帯農業総合試験場により詳細に分析された調査例があるので、表４にそれを掲載し参考に供したい。

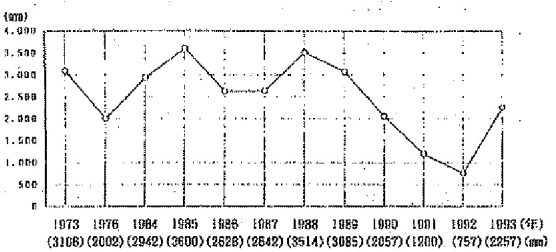


図５　近年のトメアス地域に於ける年間降雨量の変化（INATAM,EMBRAPA-CPATU）

表5　ライン・プランティングにより植栽された林木種の生育経過

樹種名	調査時期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	生存木平均樹高	残存率
IPE-AMARELO	7月 6日	45	32	22	36	38	31	24	33	35	31	32.7	100%
	7月31日	45	32	23	36	38	32	24	35	35	31	32.9	100%
	10月31日	46	32	23	36	40	32	24	34	36	34	33.7	100%
JUTAI-AÇU	7月 6日	62	46	52	35	48	37	36	41	54	46	45.7	100%
	7月31日	62	m	m	m	m	37	m	m	m	m	49.6	20%
	10月31日	64	m	m	m	m	37	m	m	m	m	50.5	20%
JACARANDA DO PARA	7月 7日	14	19	28	21	27	13	25	12	12	36	20.7	100%
	7月31日	14	19	29	21	27	13	25	12	12	37	20.9	100%
	10月31日	18	19	29	21	28	14	26	13	14	37	21.9	100%
MOGNO	7月 7日	32	25	87	31	47	25	48	32	46	33	40.6	100%
	7月31日	m	m	87	m	m	m	48	m	m	m	67.5	20%
	10月31日	m	m	87	m	m	m	m	m	m	m	87.0	10%

なお、混牧林システムの試験用草地に隣接したジェメリーナ（Gmelina arborea Roxb）に林区内において、ライン・プランティングにより植栽された林木種の生育経過は次のとおりである。

表5の生育経過に示した通り、植栽から4～6カ月を経た1995年10月で、樹種によって100%の生存率を示しているものもあれば、全部が枯れてしまったものもある。混牧林区に植栽された樹種の中で、生存率が0%となっているPEQUIAとPARICAは、植栽条件が他の樹種と異なり、PEQUIAは挿木苗で根部のまだよく発達していないものが使われ、PARICAは既存の母樹の林床に自生していた稚樹をそのまま定植地に移植したことが、生存率に大きな影響を及ぼしたと思われた。ポット苗によらず、天然稚樹をそのまま定植した樹種として、他にCUMARUが挙げられるが、苗木の生育にとってより苛酷な条件を伴い、乾期に入りかかった6月中旬に植栽されたにも関わらず、10月末日現在で71%という生存率を示した。次に調査区から得られた各樹種の生存率を基に、1995年10月末日に於ける推定生存本数を各樹種ごとに算出した（表6）。

混牧林区に植栽された有用樹種総本数は1817本であり、1995年10月末日において生存していると推定される本数1288本は、全植栽本数の約71%である。また、ジェメリーナ林区内のライン・プランティングにおいては、植栽された総本数40本に対し23本が生存しており、約58%の生存率を示していた。本試験においては、植栽時期が4月末から7月初めに渡っており、雨季の終わりから乾季の初めにかけての微妙な時期に当たっており、数週間の植栽時期のずれが、その後の乾季の炎天下に於ける苗木の生育状態に大きな影響を及ぼすことになったと見られる。例として、裸地の混牧林区に4月末に植栽されたMOGNOは10月末日で78%という比較的高い生存率を示したが、ライン・プランティングと全く同じ環境下に植栽されたIPE-AMARELOやJACARANDA DO PARAが100%の生存率を示していることを考え併せると、生育成績の奮わない理由として、植栽時期の設定条件の他に、当該環境であるジェメリーナの二次林に於ける外部要因がその生育に及ぼした影響の可能性も考えられる。また同時にIPE-AMARELOやJACARANDA DO PARAの植栽環境と植栽時期への許容度の大きさも考慮されるべきであろう。表2及び表6中の樹高において、マイナスの値が見られるのは、乾季における水分の欠乏から、定植された苗木の上部が枯れ、時間の経過に従って、より下方の側芽から再び生長していく生育パターンに起因している。これは、特にTATAJUBA等に顕著に見られた

表6　混牧林区に於ける植栽樹種の推定残存本数（1995年10月末日現在）

	平均樹高(cm) 植栽時	平均樹高(cm) 1995.10	1カ月当りの樹高生長	植栽本数	残存率	推定残存本数	
TATAJUBA	71.3	13.0	-	131	17%	22	
CUMARU	22.1	23.1	0.23	35	71%	25	
FAVA-MAPUCHIGUI	20.0	15.6	-	33	56%	18	
JACARANDA DO PARA	21.7	24.3	0.43	185	82%	152	
JUTAI-AÇU	93.9	122.3	-	98	50%	49	
JUTAI-MIRIM	97.4	106.7	1.56	53	94%	50	
TENTO-AMARELO	22.5	22.8	0.06	72	44%	32	
ANDIROBA	100.0	104.1	0.72	53	64%	34	
MOGNO	73.1	75.1	0.33	169	78%	132	
CUIARANA	72.9	79.2	1.35	70	89%	62	
MOROTOTO	28.3	24.0	-	8	14%	1	
FREIJO	25.0	30.6	-	140	28%	39	
TECA	8.8	11.5	0.28	35	100%	35	
IPE-AMARELO	31.3	38.9	1.27	291	100%	291	
BARU	19.5	24.0	1.13	173	61%	106	合計
LEUCAENA	81.8	77.0	-	240	100%	240	1288

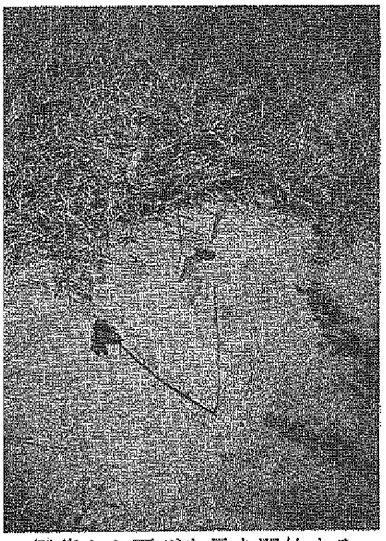
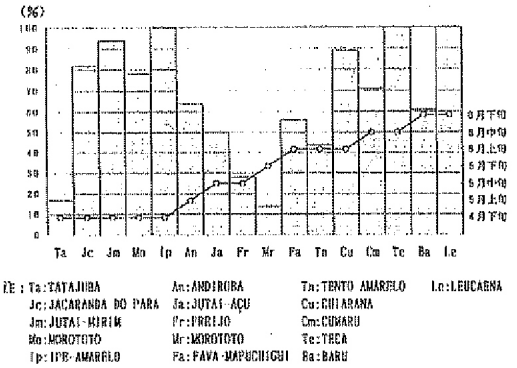


写真７　側芽から再び生長を開始する
TATAJUBAの苗(1995.7月29日)

写真８　側芽から再び生長を開始する
MOGNO=マホガニーの苗(1995.7月29日)

(写真７、８)。裸地への植栽が適しているTATAJUBAが植栽後半年を経た10月末日における生存率は、17%と低い値に留まった。この改善策の一つとしては、乾季の水分欠乏状態に少しでも有利に対応できるよう、植栽時期を雨季の初めから半ばの間、即ち12～３月とし、根系の発達を促しておく事が重要である。さて、この度の試験において、混牧林区に植栽され、1995年10月末日に生存している16種の有用樹種の、植栽時期と生存率の関係をグラフ化したものが図６である。このグラフから明らかなように、４月下旬に植栽された５種類は、TATAJUBAの例を除いてどれも高い生存率を示しているが、５月上旬から下旬にかけて植栽されたANDIROBA、JUTAI-AÇU、FREIJO、MOROTOTOの間には、植栽時期と生存率との間に差異がみられ、それ以降に植栽された場合高い生存率を示した。

図６　混牧林区に於ける植栽樹種の植え付け時期と生存率の関係(CEFLAM試験場、1995年10月)



CUIARANA、ACUMARU、TECA、LEUCAENAの樹種は乾燥の厳しい環境条件へ適応しうる許容度の大きさを示している。なお、前述したように７月上旬、ライン・プランティングで植栽されたIPE AMARELO AJACARANDA DO PARAもまた極めて順調な生育経過を見せた。ライン・プランティングのなされた林区を形作っているジェメリーナは落葉中高木であり、８～10月はすべて落葉し(写真９、10)、従って最も乾燥の厳しい時期の林床に植栽された樹種は、高い直達光の照射を受けることになったと考えられ、相対湿度も常緑樹林の林床に比べ、低い値に留まったと予想される。また、植栽された２樹種の生育は良好であり、水分欠乏条件に対する適応許容度の大きさを認めることができる。これらの樹種に比較し、ANDIROBA、JUTAI-AÇU、FREIJO、MOROTOTO、MOGNO

表７　混牧林区造成に於ける有用樹種の植栽許容期間（トメアス地域にて）

植栽許容月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下
樹種	FREIJO, TATAJUBA, MOROTOTO						
	ANDIROBA, TENTO-AMARELO, MOGNO						
	JACARANDA DO PARA, FAVA-MAPUCHICUI, JUTAI-ACU, JUTAI-MIRIM						
	BARU(飼料木), CUMARU, IPE-AMARELO						
	CUIARANA						
	TECA, LEUCAENA(飼料木)						

等は、水条件に対しては比較的敏感であると考えられ、植栽時期の設定はより重要な生育条件となろう。JUTAI-AÇU の同属種である JUTAI-MIRIM は、JUTAI-AÇU より20前後前の４月下旬に植栽された MOGNO の生存率は78％であり、７月上旬ライン・プランティングにより植栽されたものでは、10％という低率に留まった。従って水条件に対して比較的敏感であると考えられる上記のような樹種の植栽許容期間は、雨季の始まる12月から４月の終わりごろまでであろうと推定された。以上のデータに基づき、トメアス地域での混牧林区造成に於ける各有用樹種の植栽許容期間をまとめると表７ようになる。

上に挙げた各有用樹種の植栽許容期間は、本植栽試験のデータに基づいて設定したもので、定植第一年目の乾季を経た時点で80～100％の生存率を得る事を目標としている。トメアス地域において混牧林区の造成、或は裸地へ林木種の定植を行う際、一つの目安になると思われるが、アマゾニアにおいて、トメアス地域に類似した気象条件を持つ地域に適用する事も可能である。本試験においては、混牧林区に有用種の苗木が植栽された後の７～10月にかけて、乾季の乾燥度合が特に厳しく、現場では３カ月にも渡り、一滴の雨も降らない日が連続し、これは植栽樹種の生存率に大きな影響を与える事になったと思われた。11月上旬より少しづつ降雨があり、第一年目の厳しい乾季を経過して得られた各有用樹種の生存率が今後、水条件の不足が要因となって大きな落込みを見せることはないであろうと予測される。

4. 結論

近年、トメアス地域の気象には、以前では予測の出来なかったような不規則性が見られるよ

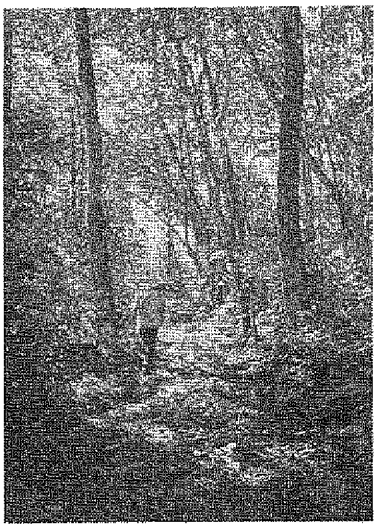


写真９　青葉の繁るジェメリーナ林区(1995.5月２日)

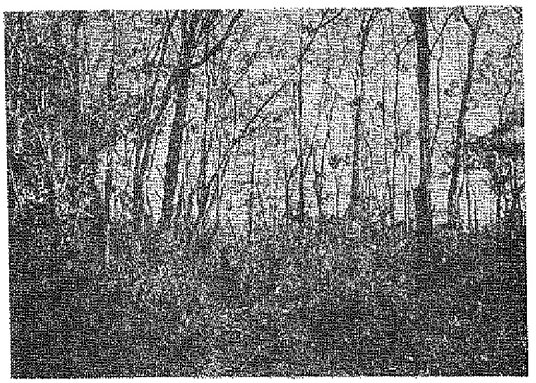


写真10　きれいに落葉したジェメリーナ林区(1995.9月24日)

うになってきている。トメアス地域は、前述のようにケッペンの気候区分ではAm—明瞭な乾季の見られる熱帯雨林気候に属し、INATAMによる1968年から1978年までの気象データから、平均した一年間当りの降雨量は2635.5㎜、EMBRAPA-CPATUの1984年から1990年までの気象データにおいても、年間降雨量は年による多少の変化はあるが、だいたい2000㎜～3500㎜の間で推移してきている（図5）。これが、1991年には1200㎜となり、更に1992年には757㎜まで減少した。このことは、熱帯雨林気候区の降雨としては、明らかな変異であり、アマゾニアでも、より乾燥の厳しいセラード植生区かそれ以下に準ずる降雨量であった。1993年には、降雨量も2257㎜へと盛り返したが、混牧林区へ林木種が試験植栽された本年度—1995年は再び乾燥が厳しくなり、第二トメアス地域の年間降雨量は1600㎜以下と見られている。このため、雨季の前半部、即ち2月までに普通に定植されたコショウ等の農作物には、乾燥による枯死被害が著しく、従って、植栽時期に対応した林木種の生存率は、本来であれば多少増加したものと考えられる。熱帯雨林の減少による地球環境へのネガティブな影響が問題とされるようになって10数年を経た昨今、その結果の一部は、当該地であるアマゾニアそのものへ、降雨量の変異という現実的な形で現れてきているとも考えられよう。

本混牧林システムに関する試験研究は、近い将来に於ける木材資源の枯渇問題と熱帯雨林の減少に起因する地球環境問題に対する解決策の一つとして、一案の選択肢をアマゾニアの農牧開発の現場レベルにおいて提示する事を狙ったものであるが、短期利益が追求されたり、農業に対する投機的傾向の益々強くなってきている昨今、現状は決して楽観できない。この問題を深く追求すれば、現今の資本主義体制による世界経済機構の問題へと行き着く事になるが、漸進的な環境の変化には比較的鈍感な我々一人一人の意識と行動が全体の動きを生み出す原因となっていることもまた事実である。現場で農牧開発に携わっている多くの人々にとっては、日常できることから出発していくより適当な方法はない。このためには、循環焼畑システムの項目に見たような、永続的でしかも環境影響を好転させるような第一次生産のユニットを、あちこちの農牧開発現場で築き上げ、周囲に広げていくことであろう。持続的な循環焼畑システムにおいては、休閑地の再生林が開墾地の山焼きにより発生する二酸化炭素を吸収してなお余りあり、大気圏中の増加傾向にある二酸化炭素の吸収源となる事も可能である。アマゾニアに於ける近年の人口動態と今後の予測を考えると、事は急を要するという事が、現場で農牧業に携わっているより多くの人々に認識されなければならない。中小規模の農業者は、国家的な経済危機の中で圧迫される事も多いが、厳しい状況の中、環境を構成している一単位として、やはり一つの決断を迫られる事になるだろう。

熱帯地域の牧場開発に対する現状批判は簡単である。確かに現今の資本主義体制の矛盾が、一部の牧場開発や現行の土地所有制に由来する諸問題に、鮮鋭に見て取れる事も事実である。しかし、牧畜の動向に関する項目に見たとおり、ある一つの産業開発の傾向が、その国の純粋に伝統的な文化要因に起因するものであった場合、或は歴史的なバックグラウンドを伴った国策としての動きに則ったものであった場合、単に一面的な外部から現状批判は、分裂をもたらす他、問題解決につながる効力とはなり難い。アマゾニアに限らず、文明の近代化、或は西欧化に伴い、地球環境の砂漠化が懸念されるようになってきているのは、世界的な傾向である。思えば、かのトーマス・モアがイギリスに於けるエンクロージャーを痛烈に批判した時代から、ヘンリー・ハドソンがアルゼンチンの牧畜発展に伴う生物種の削減化傾向を憂いた前世紀を経て、1960年代よりアマゾニアに巻起こってきている農牧開発の波は、共通した一つの方向性をたどってきている。その根底にあるのは、人間を

中心とした近代経済の論理であり、自然界の多様性はいつでもそのわき役として考えられる傾向にあった。大国ブラジルが、今世紀後半に於ける国家的優先課題としてきた、アマゾン地域の農牧開発に対するさまざまな方面からの批判は、自然保護家の西欧化に対する一つのアンチテーゼである場合もあれば、食糧・木材需給の世界地図における大国の思惑が関連している場合もあろう。いずれにせよ、農牧業に限らず、社会経済の一般的な事柄から精神文化まで、近代化の推進者であった西欧文明の生き方は、一つの終極点に差し掛かってきていると、様々な分野において見なされるようになってきている。

さて、近年のアマゾニアに見る気象のデータからも明かなように、地球環境システムそのものにせまってきているといえよう。来るべき時代の新局面に対応するため、根本的な発想の転換を迫られているという意味で、我々は皆、同一レベルに位置している。必要とされているのは、現状否定や後退ではなく、環境に調和したあるいはその保全を可能とするような、次ぎの時代に継承しうる開発のシステムを模索し、身近なできることから実践していく以外に王道はない。決して、不可能ではない。好むと好まざるに関わらず、我々は既に現今のシステムの恩恵に浴した経済生活を享受しているという事をも再認識するべきであろう。混牧林システムの研究が理想とするところは、人間と自然の共存・共生である。生産生態学に基づいた真の意味で経済的・持続的な生産基盤の確立であり、更には遊牧文化と森林文化の融合である。それには、まず我々自身のオイコスと文化の如何なるものであるかをよく知らねばならないが、実践レベルで究明されるべき課題は多い。地域社会の繁栄へと、結果的に導いていく一つの路線であろうと目される人間―森林系による農牧開発へのアプローチであるが、現実に巨額の外債に喘ぎ、国家的経済危機のただ中にあるブラジルにおいて、現場の人々が、今後のアマゾン開発に、如何に理想を実現化し、どのような路線を歩んで行くことになるのか、更に我々は、環境ＮＧＯの構成メンバーとして、見守り、フォローアップして行く必要性があろう。

二年近くに渡った混牧林システムに関する試験研究を一段落し終え、現在までになされた事業を見ると、これは全体の目標に於ける導入段階に当たるものであり、今後の課題として、植栽された有用樹種の苗木が全体的に1.5～2ｍ以上に達すると見られる１～２年後には、混牧林区に家畜を導入し、各林木種の枝葉に対する家畜の嗜好性と、導入による林木種の被る外部影響のタイプと程度を探っていくこと、及び飼料木の家畜に対する肥育効果を数量的に把握していくことが望まれる。

参考文献

熱帯の有用樹種(1978)－熱帯農業技術叢書第16号－農林省熱帯農業研究センター

ブラジルの果実(1978)橋本梧郎　農牧省熱帯農業研究センター

生態学辞典 増補改訂版(1983)沼田眞　築地書館

畜産用語辞典(1977)(社)日本畜産学会養賢堂

熱帯植物要覧(1984)熱帯植物研究会養賢堂

樹木の生長と環境(1987)畑野健一・佐々木恵彦　養賢堂

熱帯の生態Ⅰ森林（生態学講座30)(1974)小川房人　共立出版

熱帯の生態Ⅱ陸水（生態学講座31)(1972)水野寿彦　共立出版

森の生態（生態学への招待２)(1971)只木良也　共立出版

草原の生態(生態学への招待３)(1971)岩城英夫　共立出版

熱帯林の生態(1983)吉良竜夫　人文書院

森林の価値(1973)四手井綱英　共立出版

人間・森林系の経済学(1983)村尾行一　都市文化社

蝕まれる森林(1985)石弘之　朝日新聞社

アマゾニア－偽りの楽園における人間と文化－(1977)Ｂ．Ｊ．メガーズ　社会思想社

熱帯雨林の生態学－アマゾンの生態系と動植物－(1992)ジョン．C．クリッチャー　どうぶつ社
アマゾン・瀕死の巨人(1992)アラン・ゲールブラン　創元社
ブラジル中央・西部地域研究(1973)サンパウロ人文科学研究所
ブラジル国アマゾン地域林業開発協力事業－基礎調査（第二次）報告書－(1977)神足勝浩国際協力事業団
アグロ・フォレストリー計画基準手引書(1983)松山良三　国際協力事業団
熱帯の造林技術(1992)浅川澄彦　㈳国際緑化推進センター
ブラジルの畜牛事業(1976)コーペラソン・エジトーラ社
Arvores e Madeiras Uteis do Brasil(1971)Carlos Toledo Rizzini Editora Edgard Blucher Ltda.
Eurico Santos-Mossas Madeiras-(1987) Editora Itatiana Ltda.
A Flora da Amazonia(1989)Roberto M.Rodrigues CEJUP
Arvores Brasileiras(1992)Harri Lorenzi Editora Plantarum Ltda.
AEB91-Anuario Estatistico do Brasil(1991)IBGE
Encontro sobre Silvicultura e Manejo Florestal na Amazonia(1987)INPA/IBDF
Uma Politica Florestal para a Amazonia Brasileira(1985)SUDAM
Recuperacao de Florestal Tropicais Mecanicamente Exploradas(1983) SUDAM
Caracteristicas Silviculturais de Especies Nativas e Exoticas dos Plantios do Centro de Tecnologia Madeireira-Estacao Experimental de Curua-Una-(1979) SUDAM
Pesquisas e Informacoes sobre Especies Florestais da Amazonia(1979) SUDAM
Ciencia e Tecnologia para Amazonia-Cadernos NAEA7- (1983) Jean Hebette CoordNAEA
Algumas Plantas Utilizadas como Forrageiras ou com Possibilidades do seu uso na Agropecuaria na Amazonia(1977) CNPq/INPA
ACTA Amazonia Anoix NO1/Madeiras do Municipio de Aripuana e Suas Utilidades(1979) INPA
Madeiras da Amazonia-Caracteristicas e Utilizacao (1988) IBDF
O Setor Florestal Brasileiro 79/85 IBD F
Tropico Umido Anoii NO9(1988) EMBRAPA-CPATU