

屋久島低地部の猿害対策にむけた「自己継続型生物保全システム」の提案

A proposal of self-sustained biological conservation system as a measure against monkey damage in the Yakushima Island, Japan

○森野真理¹ 萩原良巳² 内藤正明¹
Mari Morino Yoshimi Hagihara Masaaki Naito

Currently, major issue in the conservation of large terrestrial mammals is damage caused by animals to crops. On the other hand, the mammals and their habitat are more valuable as a tourist attraction. Therefore, in order to compromise biological conservation and local economic activities, it is needed that the local economic activities are organized as a total system, which bring about economic benefits in conservation activities. In this paper, we proposed a self-sustained biological conservation system as a counter measure against monkey damage in the Yakushima Island, Japan.

Key Words : animal damage, Yakushima Macaque, incentive to conservation, economic benefit, self-sustained biological conservation

1. はじめに

1.1 野生生物保全と獣害問題

わが国に生息する陸上の中・大型哺乳類は、農林業の生産活動に支障を与える生物として問題視されている。問題視される哺乳類は、サル、シカ、イノシシ、クマ、タヌキ、カモシカといった森林棲の動物で、主な被害は、農作物や植林木の食害である。これらの生物は、相対的に寿命が長いため、環境の季節変動、年変動に応じて多様な食べ物を採食する。各種の採食対象は異なるが、いずれも、中山間地域の農作物や植林木の幼樹を採食のレパートリーに加えることで、人間の生産活動との間に軋轢を生じている¹⁾。

こういった被害が問題視される一方、野生の哺乳類は、動物愛護の精神、生態系の構成要素として、保護が望まれ、地域の生活や開発と対峙してきた。また、近年では、エコツーリズムが観光業に台頭し始めており、野生生物の見られる森林は重要な観光資源となりつつある。したがって、ある地域のなかで野生生物とヒトが共存するためには、獣害を農林業

に特化した問題として扱うのではなく、地域全体の経済効果を考慮したトータルな保全策が必要である。

1.2 問題の構造

獣害問題の直接的な対象は、農作物や植林木に害を与える種やその個体数である。そのため、これまで、柵、網、さまざまな仕掛けといった生産物の防御策、あるいは、捕獲・射殺による個体数調整といった対策がとられてきた。しかし、野生生物の学習効果、あるいは行動様式の変化により一定の防御効果を保持することは難しい。また、いずれの種においても、主要な原因は、市街地の拡大や大規模な植林地化といった人為的攪乱の結果、種本来の生息地が縮小・分断化したためと考えられている。つまり、問題の対象は、種・個体群であるが、その原因は種の生息地条件にあり、いくつかの産業による生息地の攪乱が、獣害という形で別の産業の経済活動にフィードバックしている構図となっている。したがって、このフィードバック構造を理解し、生息地を地域社会でどの

¹ 京都大学工学研究科 環境地球工学専攻 環境情報工学講座 (〒606-8501 京都市左京区吉田本町)

Dept. of Global Environment Engineering, Graduate School of Engineering, Kyoto University

² 京都大学防災研究所 (〒611-0011 宇治市五ヶ庄) Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

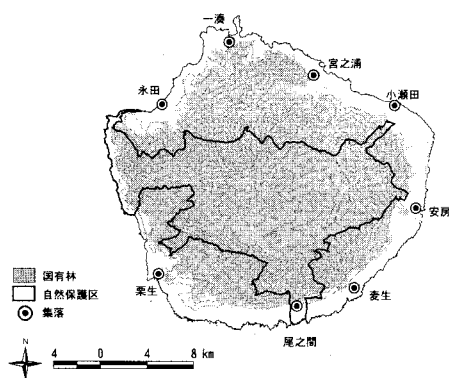


図-1 自然保護区の配置図

ようにコントロールし、便益をもたらすかという点が、野生生物の保全と獣害問題の対峙を解く糸口になると考えられる。

1.3 目的

社会システムの階層的フィードバック構造を分析し、そのダイナミックな特性を予測する有効な手法にシステム・ダイナミクス(以下、SDと称す)がある。SDは、「フィードバックを含むシステムの動的挙動を取り扱う方法論」と定義され²⁾、ローマクラブの世界モデルで注目された後、さまざまな分野のシステム分析へと展開し、政策決定のツールとなっている。

そこで、SDの基本概念を適用し、本研究では、鹿児島県屋久島の猿害を対象に、ヤクシマザルの生息地に関連する各産業をトータルな保全システムにおけるサブシステムと位置付け、まず、サブシステムの問題の明確化を行う。次に、サブシステム間の問題相補性を見出し、野生生物の生息地を産業間の共有資源とおくことで生み出される経済効果について考察する。以上より、獣害の低減へ向けた自己継続型生物保全システムの枠組みについて提案を行う。

2. 方法

2.1 対象地の概要

鹿児島県屋久島は、九州南端より南方60kmの海上に位置(北緯30°20′, 東経130°30′)する、面積503km²のほぼ円形の島である。島の約90%は森林で、その植生帯は、低地部の照葉樹林帯から、上

部の移行帯、スギ林、草原へと、標高にしたがい連続的な垂直分布を呈している。

屋久島では、1999年現在、35,142haの法定自然保護地域が指定されており(原生自然環境保全地域、霧島屋久国立公園、森林生態系保護地域、特別天然記念物:図-1)、さらに、2002年2月、IUCN等の指摘を受け、陸域11箇所(2,392ha)の拡張および部分的な格上げが確定している。屋久島の森林の所有形態は、約80%が国有林であるため、自然保護については環境省が主体となり、他省庁等との協議を経た保護区の設置・拡張による保全が比較的容易である。また、屋久島の一部は1993年世界自然遺産に登録されており、他方、ユネスコの生物圏保存地域のモデルとして指定されていることも自然保護の推進力となっている。しかし、国有林である上部域の森林に対し、低地部の共有林・民有林は、人の生活・生産活動の場であり、保護区とは異なる保全形態が必要である。

2.2 情報収集

屋久島の各種産業構造と現在の問題、保全に対する意識、野生哺乳類(ヤクシマザル)の生態、獣害の現況等の情報収集とともに、下記の期間、現地での聞き取り調査を行った。

○調査1:2000年3月16日~2000年3月23日/視察および役場へのヒヤリング、資料収集等

○調査2:2001年8月2日~2001年8月25日/ヤクシマザル分布調査(合同調査)、エコツーリズムのガイド、林業従事者、木工加工業者へのインタビュー、資料収集等。

○調査3:2002年4月7日~2002年4月13日/果樹栽培農家、猟友会へのインタビュー、捕獲檻・電気柵視察、資料収集等。

3. 屋久島における猿害

3.1 猿害の現況とこれまでの対策

屋久島では、ヤクシマザル、ヤクシカによる植林木や農作物への食害が問題となっている。特にヤクシマザルについては、1980年ごろより、被害が急増し(図-2)、なかでも、屋久島の農産物粗生産額³⁾の約60%(1997年現在)を占めるボンカン・タンカンへの食害が著しい。被害の防御対策は、これまで、爆竹、花火、漁網柵、犬などさまざま

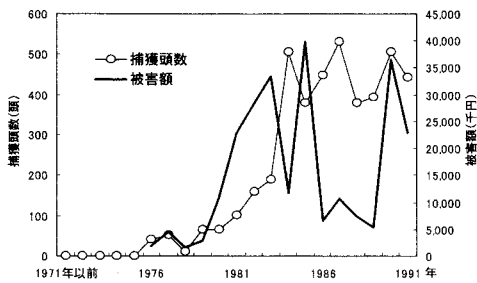


図-2 サルによる被害額と捕獲頭数⁴⁾

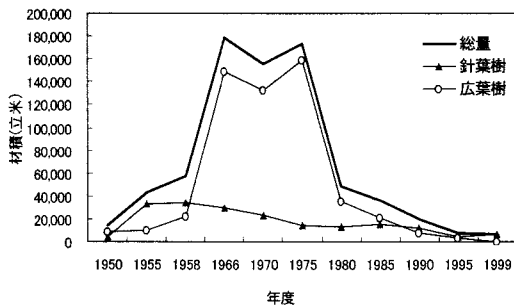


図-3 森林の伐採材積⁵⁾

な方法が試行錯誤されてきたが、現在のところ、金網の柵に電流を流した電気柵が最も効果があるといわれている。その他、捕獲檻の設置、猟友会への委託により、年間約400-600頭の駆除が実施されている⁶⁾。

3.2 猿害の原因

猿害の原因として、揚妻⁷⁾は、次の2つの人為的な撓乱があると推測し、被害発生メカニズムを説明している。まず、1960年から70年にかけての大規模な広葉樹林の伐採、および伐採後の植林地化により、サルの食物が豊富な樹林が消失したことである(図-3)。伐採跡に侵入する草本類はサルによる採食が可能のため、伐採直後に食物不足が生じたのではなく、植林木の成長に伴って、年々食物不足になっていったと推測される。また、この時期とあいまって、1970年代半ばに、生産額を伸ばしてきた果樹園がサルの行動域内である山側へ拡大したことが、被害を増加させたもうひとつの要因であると考えられている。図-4は、これらの推測をもとに、猿害発生の構図を示したものであ

る。

3.3 ヤクシマザルの生息適地

ヤクシマザルは、屋久島のみに生息するニホンザルの固有亜種である。その分布は、島の山頂部を除くほぼ全域にわたるが、生息密度は、上部域で約30頭/km²であるのに対し、標高400m以下の低地部で約100頭/km²と高い⁸⁾。ニホンザルの生息地の質と密度との関係については、ヤクシマザルを含む32のデータセットをもとに $QR = \alpha N$ (Q:環境の質, R:遊動域, N:群れサイズ, α は定数)の関係式が導かれている^{9, 10)}。この式は、環境の質によってサルの密度が規定されることを意味し、撓乱の少ない常緑広葉樹林で、サルの密度が高いことが示され、屋久島低地部の照葉樹林帯の密度の高さも、このモデルで説明される。つまり、屋久島低地部の照葉樹林は、高密度で生息可能なヤクシマザルの生息適地といえる。

4. 森林関連産業と問題点

ヤクシマザルおよび生息地に関連する産業は、林業、農業であるが、これ以外に、近年成長しているエコツーリズム、そして、森林関連産業として木工製造業をとりあげ、生息地の保全システムを構成するサブシステムとして位置付けた。各サブシステムの歴史的経緯(表-1参照)と現在の問

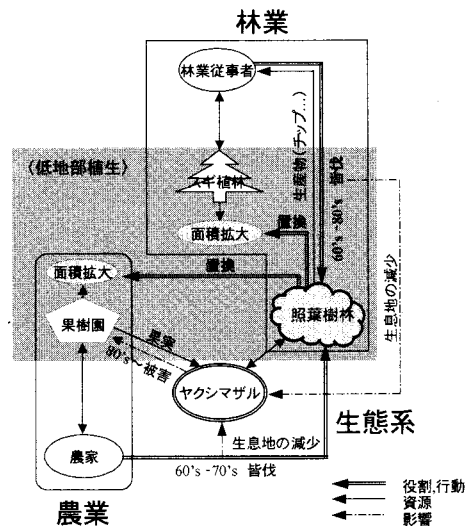


図-4 猿害発生の構図

題点を記述する。

4.1 第1次産業：林業

屋久島における第1次産業の中心業種は、林業である。屋久島の林業の歴史は古く、島津藩の管轄下にあった江戸時代より、ヤクスギが切り出され、屋根板用の平木として幕府に納められた。平木には曲がりの少ない幹の部分が必要なため、ヤ

クスギの伐採には斧が使用され、切り口が地上より高いほうがより高度な技術として認められた。その後、1923年には、原生林伐採基地として小杉谷事務所（下屋久営林署小杉谷製品事業所）が設置され、近代的な道具を用いた大規模な伐採が行われた。原木は、トロッコを用いて搬出され、安房港から積出された。1970年に小杉谷事務所は閉鎖され、それとともに、移住していた林業従事者の多くが、島外へ流出した。

表-1 屋久島における時事年表^{11), 12), 13), 14)}

西暦	元号	時代背景	農業・果樹栽培	林業	木工製造業	自然保護・エコツーリズム	その他
1879	明治12年			地租改正			
1899	明治32年			「国有土地森林原野下戻法」により、入会地が国有林として確定。			
1921	大正10年			屋久島国有林経営の大綱（屋久島憲法）発令。国有林の前岳約7000haが共用林として設定され、薪炭材の採取が認可。			
1922	大正11年			安房～小杉谷の森林軌道開発着手。		学術参考保護林4,343haを設定。	
1923	大正12年			小杉谷事務所の設置。			
1924	大正13年		台湾産のボンカン苗木導入。	下屋久営林署が安房に設置。		保護林が天然記念物に指定。	
1945	昭和20年			上屋久森林組合設置。			終戦
1954	昭和29年		タンカンの生産開始。			保護林が特別天然記念物に指定。	
1957	昭和32年			「国有林経営合理化大綱」			
1958	昭和33年			「国有林生産力増強計画」策定。「国有林野営規定」改正。			
1959	昭和34年		本坊酒造屋久島工場操業→酒造用サツマイモ				
1960	昭和35年		カボチャ導入。				宮之浦港起工。
1961	昭和36年		日本製粉工場操業→製粉用サツマイモ	屋久島林業開発公社発足。			
1963	昭和38年			「木材増産計画」、屋久島森林開発（株）設立（立木選分、造林事業、チップ生産）			屋久島空港起工。
1964	昭和39年					霧島屋久国立公園に指定。特別保護区8,058ha指定。	
1965	昭和40年			トロッコ運材廃止。	▼本格的な利用開始	縄文杉が紹介される。	エネルギー革命
1968	昭和43年			西部林道開通。			
1970	昭和45年		でんぶん工場廃止。エンドウ、バレイショ導入。	小杉谷事務所閉鎖。		学術参考保護林7,912haに拡大。	
1971	昭和46年		精糖工場廃止。サトウキビ畑→茶畑、荒地。ソラマメ導入。			「鹿児島県自然保護条例」制定。白谷雲水峡（原生林遊歩道）観光コース開始。ヤクシカ狩猟禁止（環境庁認可）。	
1975	昭和50年		農地改革事業でボンカン・タンカンが推奨品目指定。			環境庁霧島屋久国立公園事務所が開設。原生自然環境保全地域の指定（1,219ha）	YS-11就航。
1977	昭和52年			上屋久・屋久森林組合合併。「屋久島森林組合」として発足。第三次地域施策計画で屋久杉分布区域に保護樹林帯等8,000haを設定。屋久杉伐採の漸減計画策定。			
1979	昭和54年			永田土面川災害。			
1982	昭和57年			第四次地域施策計画で、千年以上の屋久杉禁伐および伐採方法を群状拓伐に転換策定。		国立公園区域の特別保護地区および第1種特別地域3,000haを拡大。学術参考保護林600ha指定。	
1987	昭和62年			第五次地域施策計画：天然林施行の一層の推進策定。			
1988	昭和63年		ウルグアイ・ラウンド対策として農園奨励。				
1989	平成1年						高速船<トッピー>就航。
1992	平成4年		改良型電気柵の導入。			森林生態系保護地域設定（15,185ha）。	
1993	平成5年					世界自然遺産に登録（10,747ha）。	大型フェリー就航。
2002	平成14年					自然保護区域の拡張・格上げ（陸域11カ所）。	

小杉谷事務所閉鎖後、林業の対象は広葉樹林に移行した。低地部の広葉樹林は主に、1965年ごろまで、地域生活者の燃料源として利用されてきたが、エネルギー革命以降、拡大造林政策により、大規模な皆伐・植林が始められ、伐採面積は1966年をピークとし、1980年ごろには収束している(図-3)。伐採された広葉樹はパルプの原料であるチップ材に加工され、安房港より鹿児島へと積出された。皆伐後の伐跡地には主にスギが植林され、人工林面積は、1950年の590haから、1985年には8,444haと約14倍の増加を示している⁵⁾。しかし、戦後復興期、高度経済成長期を経た後、木材の需要は低下し、外材輸入による国産材の低迷が続いている。現在では、間伐材の丸棒加工などで細々と経営されるものの、林業従事者は、1960年の987人から1995年には138人¹⁵⁾まで減少した。屋久島では大喬木の伐採技術が発展したが、後継者がいないため、独自の技術も途絶えようとしている。

猿害の主な原因は、ヤクシマザルの好適な生息地である広葉樹林帯が短期間に縮小し、採食物の少ないスギの一斉林へと転換したことで推定されているため、林業施策がもたらした影響は大きいといえるだろう。ただし、林業の施業上は、ヤクシマザルという種の存否に対し、直接的な利害関係はない。

4.2 第2次産業：木工製造業

屋久島の第2次産業で森林に関係する業種は、木工製造業である。伐採時に残されたヤクスギの切り株は、古損木(一般には土埋木)と呼ばれており、1965年ごろから、立木以外の資源として、美術工芸用の製造・製品化が本格的に始められた。土埋木は、緻密な上、美しい木目を有しており、大喬木をスライスした板は座卓やテーブル用に、また、木目や木の質感を活かした壺、盆、彫刻などに加工され、現在では、付加価値の高い屋久島独自の工芸品として販売されている。しかし、土埋木は、長さが2m以上のものでないと運搬上の問題から採算が取れないが、原材には限りがあるため、現在すでに不足している状況であり、将来的な材の消失はまぬがれないという問題をかかえている。

原材の搬出はヘリコプターなどを用いるため、自然林へのダメージは少ない。また、ヤクシマザルの存否に対しても、林業と同様、直接的な利害関係はない。

4.3 第3次産業：エコツーリズム

現在、屋久島の産業構造は、5割以上が第3次産業で占められている。島内の入り込み者数は、1964年霧島屋久国立公園の指定、1993年世界自然遺産の登録、高速船や航空便の増便などの影響を受け、1970年前後より25年間で5倍になっている¹¹⁾。観光資源は、専ら、自然林、ヤクスギ、希少植物、野生生物であり、生態系そのものに経済的な付加価値がある。したがって、果樹栽培農家にとっては害獣であるヤクシマザルの絶滅、あるいは、その生息地である自然林の消失は、エコツーリズムにとっては負の経済効果となり得る。

5. 自己継続型保全システムの提案

各サブシステムの問題の組み合わせにより、経済効果が期待される相補関係を見出し、地域で自立的に問題を解消していく生物保全システム(本論文にて、自己継続型保全システムと定義する)について考察した。

5.1 サブシステム間の対峙

(1) ヤクシマザルに関する対峙

ヤクシマザルという種の存否に対して、最も利害関係が対立するのは、サルにより被害を受ける果樹栽培農家とサルを観光資源の一部とするエコツーリズムである。ただし、問題が生じる場合は、果樹栽培農家は果樹園内にサルが出現することが問題であるのに対し、エコツーリズムは自然林にサルが存在しなくなることであり、問題が生じる場合は空間的に異なっている。

(2) ヤクシマザルの生息地に関する対峙

ヤクシマザルの生息地に対しては、これまで林業従事者が広葉樹林の皆伐、伐採後の植林地化により生息地を縮小・分断化してきたという点で、エコツーリズムに負の影響を与えうる。同様に、果樹栽培農家も、果樹園拡張による広葉樹林の縮小化、サルの捕獲・射殺等による個体数の減少など、エコツーリズムと対峙する。また、同時に、果樹園の拡大は、サルに栄養価の高い餌を提供する結果となり、獣害という形で、果樹栽培農家自身に負の還元が生じる構造となっている。

5.2 サブシステム間の相補性

(1) 技術面での相補性

まず、林業従事者は、経済効果が望まれる樹木に対して、収穫した材を売ることによって利益を得てきたが、現在は、技術の提供に対し、対象となる樹木が最終的に収益に見合わず、従事者の減少とともに技術も途絶えつつあるという問題がある。この問題を解消するためには、対象を収益が見こまれる樹木に転換するか、あるいは、提供する施業技術が何らかの経済効果をもたらすことである。

エコツーリズムにとって野生動物が生息する自然林の拡張は観光資源の増加を意味する。したがって、自然林の再生に造林・保育・管理といった専門的な施業管理技術を要する場合、再生事業の確立によって、林業面で新規雇用が発生し、双方に便益がもたらされる。ただし、その前提条件として、これまでの植林技術が適用可能であるものとする。

(2) 材料面での相補性

木工加工業者の問題は原木の不足であり、業種存続のためには、土埋木にかわる工芸製品として経済効果が期待できる新たな材料を模索する必要がある。ヤクシマザルの生息地保全、あるいは、エコツーリズムとの接点を考慮すると、自生種の中から選択できることが前提となる。工芸製品化の

可能性のある樹種は、以前、下駄やソロバンに加工されていたキリ、ユスなどがあり、これらが加工材として植樹され、保育・管理技術を要すれば、林業従事者と木工製造業者の間には、施業技術の提供と雇用の関係が成立し得る。

(3) ヤクシマザルの生息地に関する相補性

果樹栽培農家にとっては、サルによる被害の低減は、果樹栽培収益の安定につながる。サルの生息地が回復することにより、サルを自然林へ誘導可能であるという前提条件が成立すれば、エコツーリズム、林業従事者との対峙は結果として解消されると期待される。しかし、自然林の増加に伴い、サルの個体数も増加し、被害が一層増える可能性も否めない。したがって、猿害低減効果を予測するためには、自然林のみを利用する群れと果樹園付近に遊動域を持つ群れの採食行動パターンと繁殖について比較し、また、自然林に戻す場所についても考慮する必要がある。

5.3 自己継続型生物保全システム

以上の、産業間の問題相補性を考慮し、獣害の低減と経済効果を想定した自己継続型生物保全システムを図-5に示す。

まず、ヤクシマザルの生息適地であり、各産業に関連する低地部の広葉樹林を地域全体の共有資

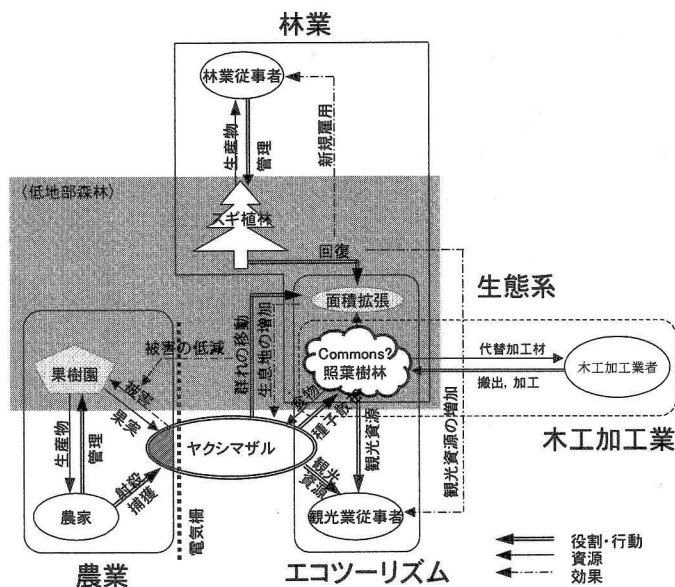


図-5 屋久島における自己継続型保全システム

源とみなすことにより、生息地の保全行動がもたらす経済効果について考察した。現在、利用価値が低迷している植林地を自然林に転化した場合、①林業従事者に対する雇用の創出、②木工加工者に対する新たな原材の提供、③エコツーリズムに対する観光資源の拡張という経済効果が期待される。このための前提条件は、植林地の広葉樹林化が技術的に可能であること、また、広葉樹林に工芸製品化の可能性がある材料が存在することである。林業従事者と木工加工業者は、業務上、サルの存否と直接利害関係はない。また、エコツーリズムにとっては、サルの存在が利益にむすびつくため、野生生物とヒトとの間を空間的な位置付けは、あいまいでゆるやかな境界でよいと思われる。

一方、植林地が広葉樹林に転化した場合、ヤクシマザルにとっては、生息地の拡張となり、山へ誘導できる可能性がある。したがって、個体数が過剰に増加しないという条件が成立すれば、結果的に獣害が低減するといえよう。ただし、果樹栽培農家の場合、サルと直接利害が対立するため、ヒトの生産活動の場とサルの生息地は、電気柵により厳密な境界を設け、さらに、境界より果樹園側に侵入したサルについては、駆除・捕獲による頭数調整が必要である。

5.4 今後の課題

以上、野生生物の保全と経済活動の対峙から脱却するために、地域社会全体の産業構造をシステムとしてとらえ、①環境の共有資源化、②産業構造の問題相補性、③地域社会の固有性に着目し、屋久島低地部を対象に、獣害の問題解決を最終目標に設定した自己継続型生物保全システムのフレームワークを提案した。

現段階では、フレームワークの提示に過ぎないが、推論としての恣意性を排除し、実現の可能性と有効性を示すためには、次のような課題の検証が必要であろう。

- (1) 地域生活者の保全に対する意識
- (2) 広葉樹林、植林地の面積的变化と被害程度の因果関係の定量化。
- (3) 提案した保全システムの数理モデル化による経済効果のシミュレーション。
- (4) 保全システムが地域社会にもたらすマイナス面についての考察。

参考文献

- 1) 藤森隆郎, 由井正敏, 石井信夫編著 (1999)「森林における野生生物の保護管理」, 日本林業調査会。
- 2) 合田周平, 内海武士, 木下知己, 大村耕, 倉又尚之, 小玉陽一, 長谷川文雄, 堀比呂志, 渡辺茂 (1973)「システム・ダイナミックス」, 共立出版。
- 3) 鹿児島県熊毛支庁:「熊毛地域農業の動向」, 農業生産実績
- 4) 鹿児島大学獣害研究会 (1993):「屋久島生息実態調査報告」
- 5) 九州営林局:「九州営林局事業統計書」, 熊本営林局:「熊本営林局事業統計書」
- 6) 鹿児島県林務水産部森林保全課保護課政係:「屋久島サル被害資料」
- 7) 揚妻直樹 (1998):「屋久島の野生ニホンザルによる農作物被害の発生過程とその解決策の検討, 保全生態学研究3:43-55
- 8) Yoshihiro, S., Ohtake, M., Matsubara, H., Zamma, K., Hanya, G., Tanimura, Y., Kubota, H., Kubo, R., Arakane, T., Hirata, T., Furukawa, M., Sato, A., and Takahata, Y. 1999. Vertical Distribution of Wild Yakushima Macaques (*Macaca fuscata yakui*) in the Western Area of Yakushima Island, Japan: Preliminary Report. *Primates* 40(2): 409-415.
- 9) Takasaki, H. 1981. Troop Size, Habitat Quality, and Home Range Area in Japanese Macaques. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 9: 277-281.
- 10) Furuich, T., H. Takasaki, and D.S. Sprague. 1982. Winter Range Utilization of a Japanese Macaque Troop in a Snowy Habitat. *Folia Primatol* 37: 77-94.
- 11) 財) 自然環境研究センター (2000) 環境庁委託業務 平成11年度屋久島における島嶼生態系の保全に関する調査研究報告書。
- 12) 湯本貴和 (1995)「屋久島」, ブルーバックS-B-1067, 講談社。
- 13) 津田邦宏 (1986)「屋久杉が消えた谷」, 朝日新聞社。
- 14) 南日本新聞屋久島取材班 (1990)「屋久杉の里」, 岩波書店。
- 15) 総務省:「国勢調査」, 世帯数, 産業別就業者数。