

博士学位論文(2002年)

生物多様性保全のための生息地管理に  
関するシステム論的研究

System Analysis on Habitat Management for Conservation Biodiversity

京都大学大学院工学研究科環境地球工学専攻

森野 真理

Mari Morino

# 目次

第1章 序論	1
1.1 はじめに	1
1.1.1 研究の背景	1
1.1.2 関連分野の現状と問題点	1
1.1.3 生物多様性の保全価値	2
1.1.4 保全策としての生息地管理	3
1.2 生物多様性のあらたな保全形態へ向けて	4
1.2.1 生態学的知見の適用	4
1.2.2 システム論的アプローチ	5
1.2.3 生息地の共有資源化	5
1.3 研究の目的と対象	6
1.3.1 研究対象地	6
1.3.2 指標種の選定	8
1.4 論文の構成	8
第2章 ヤクシマザルの生息適地に関わる地域産業構造	14
2.1 はじめに	14
2.2 屋久島における猿害	15
2.2.1 問題の経緯と現況	15
2.2.2 ヤクシマザルの分布の特徴	16
2.2.3 猿害発生メカニズムと原因	16
2.2.4 生息地管理に必要な情報	18
2.3 照葉樹林に関わる地域産業構造	19
2.3.1 ヒヤリング調査	19
2.3.2 照葉樹林に関わる産業の課題	19
2.3.3 関連産業間の課題	24
2.3.4 関連産業間の問題相補性	25

2.4	想定する生息地管理システム	27
2.5	おわりに	29
<b>第3章 ヤクシマザルの生息適地条件</b>		<b>31</b>
3.1	はじめに	31
3.2	密度を決める要因	32
3.3	主要な採食植物種の設定	32
3.4	採食植物の豊かさ指標 FRI の考案	34
3.4.1	分析区画の設定	34
3.4.2	植生の再分類	36
3.4.3	採食植物の豊かさ指標 FRI	39
3.5	生息適地の質的条件	41
3.5.1	主要な採食植物の豊かさ	41
3.5.2	FRI の適用可能性と限界	44
3.6	おわりに	45
<b>第4章 地域生活者の生物保全の意識構造</b>		<b>47</b>
4.1	はじめに	47
4.2	アンケート調査	48
4.2.1	要素の抽出	48
4.2.2	ISM 法による要素群の構造化	53
4.2.3	調査対象者の設定	60
4.3	集計結果	63
4.3.1	回収結果と職業の分類	63
4.3.2	地域生活者の生物保全意識	66
4.3.3	生活の安定感	68
4.3.4	照葉樹林の利用の変容	70
4.3.5	猿害に対する認識	72
4.4	おわりに	75

第 5 章 生活の安定感と生物保全意識の因果関係	77
5.1 はじめに	77
5.2 共分散構造モデル	78
5.2.1 モデルの概要	78
5.2.2 観測変数と潜在変数の設定	83
5.3 潜在変数の MIMIC モデル	85
5.4 生物保全の認識構造に関する分析	88
5.4.1 生活の満足感と生物保全意識に関する認識構造	88
5.4.2 猿害を考慮した農業従事者の認識構造	90
5.4.3 認識構造の差異に関する考察	90
5.5 おわりに	92
第 6 章 生物保全意志に影響を及ぼす要因分析	94
6.1 はじめに	94
6.2 数量化モデルの概要	95
6.2.1 数量化理論第 I 類	95
6.2.2 数量化理論第 II 類	98
6.3 地域生活者の保全活動参加意志の分析	101
6.3.1 アイテムのカテゴリ分類	102
6.3.2 アイテムの抽出	103
6.3.3 保全活動参加意志の分析結果とその考察	104
6.4 保全活動参加意志とそれに関わる意識の相違に関する分析	106
6.4.1 自然保全の必要性の相違に関する分析	107
6.4.2 サルとの共生可能性に関する分析	113
6.4.3 将来の生活の安心感に関する分析	118
6.4.4 分析結果のまとめ	123
6.5 保全活動参加意志に関わる要因の計量化	125
6.5.1 属性アイテム、状態アイテムと意識アイテムによる分析	125
6.5.2 属性アイテムと意識アイテムによる分析	129
6.6 おわりに	129



第7章 結論	131
7.1 結果の要約	131
7.2 生息地の共有資源としての成立可能性に関する考察	134
7.2.1 サルとヒトの共有資源としての可能性	134
7.2.2 地域関連産業間の共有資源としての可能性	136
7.3 結論	137
7.4 展開	139
7.4.1 生息地保全に及ぼす心理効果・経済効果	139
7.4.2 猿害発生メカニズムの数理モデル化とシミュレーション	139
付録	
付録1 ヒヤリング調査資料	付録-1
付録2 アンケート集計結果	付録-15

## 第 1 章 序論

### 1.1 はじめに

#### 1.1.1 研究の背景

生物多様性の保全という課題は、1992年ブラジルのリオデジャネイロで開催された国連環境開発会議（地球サミット）を機に、地球規模の環境問題として認識され始めた。生物多様性喪失の主要な原因は生息地の消失であると考えられており<sup>1),2)</sup>、このまま生息地の消失が現在の速度で進めば、熱帯林だけで30年以内に生物種の5～10%が絶滅に直面すると報告されている<sup>3)</sup>。こういった報告を受け、サミットでは、生物資源喪失の危機感から、生物多様性の喪失は国家安全保障に関わる課題と位置づけられた<sup>4)</sup>。生物史において、多くの種が絶滅した時代は、過去にも、プレート運動が原動力となった物質循環が原因となり、幾度かあったと推定されている<sup>4)</sup>。しかし、近年の種の絶滅は、その速度が過去に比べ急激であること、また、その原因が、気候変動だけでなく、人為的な干渉による生息地の大規模な消失・改変にある点で異なっている。そのため、生物資源の確保に急を要す形で1993年には生物多様性条約が締結され、それを批准して日本でも1995年には生物多様性保全戦略が策定されており<sup>4),5)</sup>、積極的な保全が望まれている。

#### 1.1.2 関連分野の現状と問題点

生物多様性は、元来、生物学や生態学分野にて研究が進められてきた。特に、種多様性が高い熱帯地域においては、生物多様性は共生関係と生物間の共進化により展開してきたダイナミックな現象として捉えられ、その維持創出機構が解明されつつある。なかでも、生物間相互作用のネットワーク形成に関わる研究は、生息地の人為的な攪乱が生物多様性に及ぼす影響を評価する上で重要であるが、現段階では、人間の干渉が比較的少ない自然生態系での

現象解明にとどまっている。

他方、生物多様性の保全に関する研究としては、保全生物学、保全生態学などの分野で、具体的な保全策の判断基準に資する応用的研究が進められている。主な課題は生息地の確保に関わる研究であり、保護区の規模や配置、希少種の保全方法などに焦点が当てられている。これらは自然科学を基盤とし、生息地の分断化や縮小により引き起こされる絶滅のプロセスを明らかにすることで、保全策に適用しようとしており、保護区の設置や規模、存続に必要な最小個体数等を求める理論が議論されている。

しかし、人為的な干渉による生息地消失の背景には、社会的な価値観があり、その価値が優先されるからこそ、多くの場合容易に、そして、ときには生物生息地として認識されることなく改変される。また、生物多様性の保全を目的とする場合でも、維持管理の面では、保護区を設定して人為的な干渉を極力排除する以外は、継続的に保全されるか否かは地域生活者の意識や行動に依存しているといえよう。したがって、生物多様性研究において、「保全」という人間の行動面に焦点をあてる場合、社会システムの理解が不可欠であり、生息地管理に関する方法論を構成する上では、自然科学と社会科学の境界領域にて複数の主体をシステムとしてとらえるシステム分析的アプローチが必要である。

### 1.1.3 生物多様性の保全価値

生物の多様性は、生物進化のプロセスとして展開してきた状態であるため、生態学的観点からいえば、生物進化のポテンシャルを有し続けることに保全の価値があるといえる。しかし、保全は人間による環境への働きかけであるため、多くは、人間自体が受けるさまざまな恩恵をもって保全目的が設定される。現在議論されている保全の価値を大別すると、次の3つの観点から述べられる<sup>1),4),6)</sup>。

- ① 直接的経済価値：食材、薬草、木材といった有用生物の直接的利用価値。
- ② 間接的経済価値：森林涵養機能、二酸化炭素吸収機能、観光資源といった間接的な生物利用価値。
- ③ 倫理的価値：インスピレーションの源泉、遊び場、あるべきものといった経済的に測れない価値。また、「生物種は、それ自体が生存する権利を有しており、それは

人間によって侵害されるものではない」といった生命中心主義の思想も含まれる。

このように、保全価値に関する議論は、主に、そこに人間の存続を前提条件とおくか否か、さらに、経済的な便益をもたらすか否かという点で論じられている。サミットで焦点があてられていたのは、生物資源の保全は当然とし、生物の遺伝子資源の所有・管理権の所在についてであった<sup>5)</sup>。これは、莫大な利益を生み出さうる遺伝子資源の利益の公正・公平な分配を問うものであり、国家間の保全目的は直接的経済価値にあたる遺伝子資源の確保に重きがおかれている。しかし、この目的はあくまでも政治的なものであり、個々人の価値観は、必ずしも経済性のみを追求するとは限らず、また、必ずしも制度や時代の常識にとらわれるものではない。したがって、具体的な保全策を立てる際には、このような直接的経済価値だけでなく、経済的に測れないような価値も含め、人々の働きかけの動機を汲む必要があるだろう。

#### 1.1.4 保全策としての生息地管理

近年の生物多様性喪失の原因として、生息地の消失・改変は、生物個体群の減少、近交弱勢を引き起こし、絶滅にいたらせると考えられている。したがって、保全対策として最も有効な方策は、生物生息地に保護区を設置し、法的に人間の干渉を制限することと考えられている<sup>1),4)</sup>。しかし、保護区の設定には時間的にも経済的にも限界があり、また、保全が望まれる地域の生物資源に依拠して生計をたてている地域生活者の生活や文化を排除する場合もありうる。したがって、人間の生産・生活活動の場と保全が望ましい場が重なる場合、地域単位で生活者の生活・生産活動と生物の保全が両立する仕組みが必要である。すなわち、保護区を設置しない保全のあり方として、地域生活者の介在を組み込んだ新たな生息地管理の方法が必要であろう。

生物多様性の保全を目的とした生息地管理を行うために必要な情報は、人間がコントロール可能な生物多様性を維持しうる条件である。生物多様性は、一般的に、遺伝子、種、生態系等のレベルで構成され、相互に作用し合う階層構造として認識されており<sup>7)</sup>、多くの多様性指標が考案、改良されてきた<sup>8),9)</sup>。しかし、保全対象地域を空間的に特定する尺度としては利用しにくいいため、生息地の評価は、ある特定の指標種の存否に基づく環境因

子で判断されることが多い<sup>10),11),12)</sup>。生物多様性の指標種は、それぞれ生物多様性の保全に結びつく特徴から、生態的指標種、アンブレラ種、象徴種、キーストーン種等とよばれる<sup>9),13)</sup>。このうち、アンブレラ種とは、生息地面積要求性の大きい種であり、その種の生存を保障することで結果的に多数の種の生存が確保されるとされ、保全計画の際に広く適用されてきた<sup>14),15),16)</sup>。これらは、あくまでも選定された指標種の生息適地を基準としているにすぎないが、保全対象地を特定する際、あるいは、具体的な生息地管理の方針をたてる意志決定の基準として利用可能である<sup>17)</sup>。

## 1.2 生物多様性のあらたな保全形態へ向けて

本論文では、生物多様性の保全策として、地域生活者の介在を前提とした生息地管理を研究課題として扱い、その方法論を構成する上で、次の3点を考慮する。

### 1.2.1 生態学的知見の適用

これまでの自然環境の保全は、美しい景観あるいは特異な景観、貴重な動植物、学術的に重要な生物が分布するなど、人間の価値評価による文化的環境としての自然が対象であった<sup>18)</sup>。しかし、生物多様性という概念では、旧来の有益種、有害種という単純な二分概念でなく、できる限り多くの種類と変異性に富んだ遺伝形質を残そうとしている点に新しさがある<sup>19)</sup>。したがって、人間の介在を前提とした生息地管理においては、生物多様性の存続に必要な条件を生態学的視点から見出すことが必要である。つまり、生物の存否に影響する環境因子を明らかにするだけでなく、生物の生態的側面から、生息地の質的な生息条件を見出すことともいえる。したがって、本論文では、生息地管理システムを考察するにあたって、生態学的知見を積極的に適用する。

### 1.2.2 システム論的アプローチ

人間の生活・生産活動の場で生息地管理を行う場合、地域生活者がさまざまな用途で日常的に利用するため、複数の主体が関与する場合が多い。また、獣害問題のように、問題自体は農業あるいは林業と野生生物との直接的な関わりであるが、その原因は林業による伐採、あるいは土木建設業による道路の建設等による生息地の縮小・分断化であるといったように、原因と結果との関係には、多くの場合、複数の主体が介在する。保護区を設置しない場合、継続的な生息地管理を行っていくためには、地域生活者の関わりが不可欠である。したがって、本論文では、生息地管理の方法を構築する上で、生息地に関連する主体および生態系をひとつのシステムとしてとらえ、システムの弱点を補完、あるいは低減する方策について考察する。

### 1.2.3 生息地の共有資源化

本論文では、1.2.2 で述べた生息地管理システムを構成する上で、生物多様性の保全と地域生活者の生活・生産活動の両立を図るために、生物生息地を生物とヒト、生息地に関連する主体間の共有資源として位置づける。

本来、共有資源（コモンズ）という概念は、経済学の分野の用語であり、大きく分けて2種類の概念がある。第1番目の定義は、オープン・アクセス、あるいは自由参入（free access）が成立する資源であり、特定の使用者を限定できない大気等のグローバル・コモンズもこれにあたる。第2番目の定義は、資源の利用が一定の集団に限られ、その資源の管理・利用についても、集団の中である規律が定められ、利用にあたって種々の権利、義務関係が伴っている場合である<sup>20)</sup>。これはつまり、地域のコミュニティによって所有され、管理・利用されている資源であり、単にその資産が共有されているだけでなく、いろいろな取り決め等を含んだひとつの制度であるといえる。

したがって、第2番目の概念の枠組みでは、資源の利用者を人間以外の生物にまで拡張した場合、生物側に制度としての認識がない限り、それは共有資源として成立し得ない。しかし、第1番目の定義に近いが、資源を特定の使用者の所有物でなく、利用の対象とみ

なせば、生物は生息地という環境の利用者に他ならず、同時に他の主体の利用も成立するならば、共有可能な資源といえよう。そこで、本研究で用いる共有資源という用語は、主体の枠を人間以外の生物まで広げ、複数の主体により利用可能な対象であると定義する。

### 1.3 研究の目的と対象

以上の背景より、本論文では、生物多様性の保全とは、生息地が生物とヒトの共有資源として成立することではないかという問いをもって、これまでの生態学を基盤とした生物多様性研究にシステム分析的手法を導入することにより、指標種と地域社会の双方から、生息地が共有資源として成立可能な条件を見出し、あらたな生息地管理システムを提示することを目的とする。

#### 1.3.1 研究対象地

研究対象地は、以下の理由から鹿児島県屋久島とした。屋久島は、温帯性気候の南限と亜熱帯気候の北限に位置する面積約 500km<sup>2</sup> のほぼ円形の島である。島の 90% は森林で覆われた急峻な山岳島であり、海岸部から島内で最高峰の宮之浦岳にかけては標高差が約 1900m であり、低地部から上部にかけて、植生は、亜熱帯林から照葉樹林帯、移行帯、亜寒帯林（天然スギ）、亜高山性植物へと連続的に分布する。植物社会学的には、落葉樹林帯を除き、本州の南限から北限までの植生帯を有し、島の一部には原生植生が残存する<sup>21)</sup>。また、屋久島は、年降水量は 4000mm 以上の多雨地域でもある。このような地形的にも気候的にも複雑な地理条件にあるため、多様な生物が分布する地域であり、原生自然が残存することからも、学術的に価値が高いフィールドとして調査研究が数多く行われている。また、ヤクスギ林、照葉樹林の原生林といった特異性が評価されて、1993 年には島の一部が世界自然遺産地域に登録され、生物の保全が外部からも強く望まれている。

自然の保全策については、森林の約 8 割を占める国有林部分に、各種の保護区が設定され、人為的な干渉が法的に制限されている。これらは、それぞれ設定の主旨が異なるため、

その制限事項にも差異が見られるが、世界自然遺産として、近年ではその管理方針の統合が図られつつある。他方、低地部では、国割岳西斜面のみが保護区にあたり、それ以外はほとんど、民有林・共用林である。島の人口は 13,884 人（2002 年現在）<sup>22) ,23)</sup>であるが、そのほとんどが、海岸沿いの集落で暮らしている。現在の産業は、世界自然遺産に登録されたこともあいまって、ヤクスギや島の特異な景観を主要な観光資源とする観光業が多く、それに関連する第 3 次産業が就業者の 56% を占め、第 1 次産業が 19%、第 2 次産業が 25% となっている。このように、屋久島をアピールしていく上で、島の自然は不可欠な要素であるが、その一方、低地部では、1980 年ごろから、サルやシカといった野生動物による農作物への被害が問題視されており、生物の保全とヒトの生産活動が対峙している。したがって、将来的にも自然を観光資源とし、自然と共生する島としてアピールするのであれば、保全という枠組みの中で、このような問題を解決していく必要がある。

以上述べたように、屋久島は特異な自然を有するがために、島の地域社会はそれを観光資源としてきたが、さらに世界的に評価されたために、一層特別な存在となっている。しかし、近年の野生動物による農作物への被害といった問題は、人間の居住地、あるいは生産活動の場が森林と近接する場所では、日本の農林業において非常に一般的な課題であるだけでなく、世界的にみても、生物多様性保全において、生息地の縮小や分断化にともない発生する普遍的な課題である。したがって、屋久島は、他に類を見ない特異な島であり

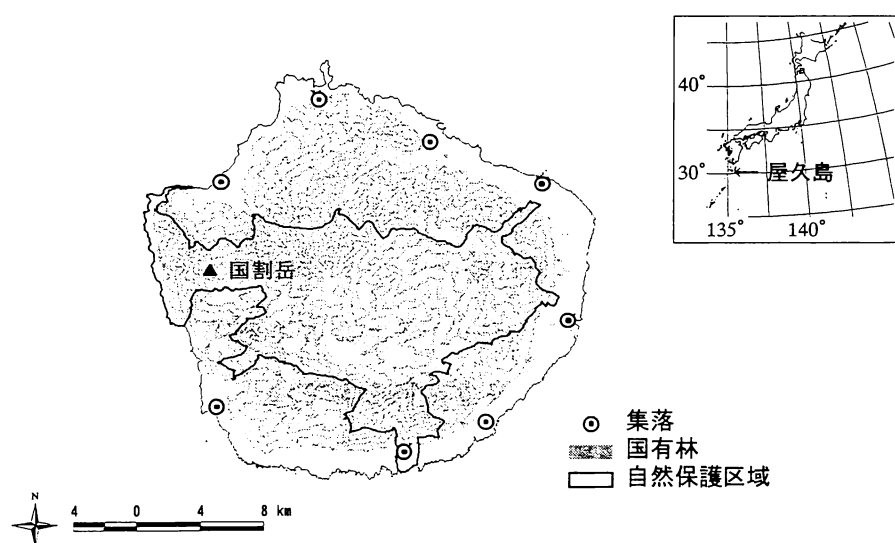


図 1.1 自然保護区の位置



い発生する普遍的な課題である。したがって、屋久島は、他に類を見ない特異な島でありながらも、生物の保全に関しては、普遍的な課題を抱える島でもあるといえよう。そこで、本研究では、人間の介在を前提とした生息地管理を論じるために、以上のような特徴をもつ屋久島低地部（標高 400m以下）を研究対象地とする（図 1.1）。

### 1.3.2 指標種の選定

屋久島には、16 種の小・中型哺乳類が生息するが、そのうち、アンブレラ種概念にたち、食物連鎖の最上位に位置し、行動圏が比較的広く、かつ生態が比較的明らかになっている種は、ヤクシマザルである。ヤクシマザルは、屋久島のほぼ全域に生息し、密度勾配が明らかになっている。そして、低地部で農作物に被害を与える問題の種でもある。したがって、本研究では、ヤクシマザルを生物多様性指標種として選定する。ただし、ヤクシマザルが高密度に生息する地域と密度の低い地域について、生物種の多様性の差異が検証されているわけではない。

## 1.4 論文の構成

生息地管理システムを提示する上で、下記の 3 つの課題を設定した。

- (1) 生息地管理システムの提案
- (2) 生息地の質的条件の評価
- (3) 地域社会の意識構造の分析

本論文の構成を図 1.2 に示す。まず、第 2 章では、生息地管理に関わる課題として獣害問題に着目し、生息地を指標種と地域社会の共有資源と位置づけることで、生息地の保全とともに問題の解決が可能な、新たな生息地管理システムを想定する。次に、想定したシステムの成立可能性を探るために、指標種（第 3 章）と地域社会（第 4, 5, 6 章）の双方

からシステムの成立条件を明らかにする。これらの検証をもとに、最後に、第 7 章の結論で生息地の共有資源化とシステムの成立可能性について考察する。以下に、各章の概略を説明する。

第 2 章では、屋久島における生息地管理の問題として、ヤクシマザルによる猿害をとりあげ、ヤクシマザルの生態および猿害の発生メカニズムに関するレビューを行い、問題の構造を把握する。そして、ヤクシマザルの密度勾配をもとに照葉樹林を好適な生息地と特定し、資料分析およびインタビューにより、生息地に関連する 1 次・2 次・3 次産業の課題を明らかにする。その上で、生息地を共有資源化した場合の、これら産業間の問題相補性に着目し、“指標種－生息地－関連産業”を構成要素とした生息地管理の新たな地域適応型システムを想定する。

第 3 章から第 6 章では、想定するシステムの中で照葉樹林が共有資源として位置づけられる条件を、生物と地域生活者の双方から検証する。

まず、第 3 章では、生物の視点から生息地を評価することを目的とし、ヤクシマザルの生息適地を人為的に管理するにあたって必要な質的条件を明らかにする。本章では、照葉樹林にヤクシマザルが高密度に生息する要因として、採食植物の多様性に着目し、現存植生図および群集組成表に基づいたサルの採食植物の豊かさ指標 FRI (Food Richness Index) を提案する。そして、FRI とサルの生息密度との対応を調べ、照葉樹林がヤクシマザルにとって、食物資源としてどの程度重要であるか考察する。次に、照葉樹林がヤクシマザルとヒトとの共有資源として成立する条件が何であることを考察する。

次に、第 4 章では、生物保全意識に影響を及ぼす要因として、

- ① 生活の安定感
- ② 生物との関わり
- ③ 猿害

に着目し、これら 3 つの視点に関連する要素を、ISM 法 (Interpretive Structural Modeling) を用いて、階層構造化した上で、それに基づくアンケートの設計を行う。今回は、要因の一つとして猿害に着目しているため、屋久島全域の無作為抽出による島民に加え、猿害の著しい地区の農家を調査対象とする。調査の目的は、島民の生物保全意識や保全行動への参加意志がどのような要因によって規定されるかを明らかにし、将来の屋久島

そして、第 4 章において、保全意識には複数の要因が関与していることが考えられたため、第 5 章では共分散構造分析法により、直接測定できない潜在変数を導入し、保全意識と生活の安定感および生物との関わりにおける要素間の因果関係を定量的にモデル化する。この因果モデルを用いて島民全般と猿害に敏感な農業従事者の保全意識の比較を行い、そのギャップが何に起因するのかを分析する。

第 6 章では、第 5 章において因果モデルを構成する要素の保全意識に対する影響力を数量化理論により分析し、島民の保全インセンティブの所在を明らかにする。まず、生物保全活動への参加意志を決定する要因を数量化理論第 II 類により分析し、保全インセンティブに対して重要である要因を明らかにする。次に、生物保全活動への参加意志自体に影響を及ぼす要因について、数量化理論第 I 類を用いて分析し、将来の保全計画のための政策変数として考慮すべき項目を明らかにする。

以上の結果をもって、第 7 章では、各章の結果の要約および今後の課題について述べ、本論文の総括とする。

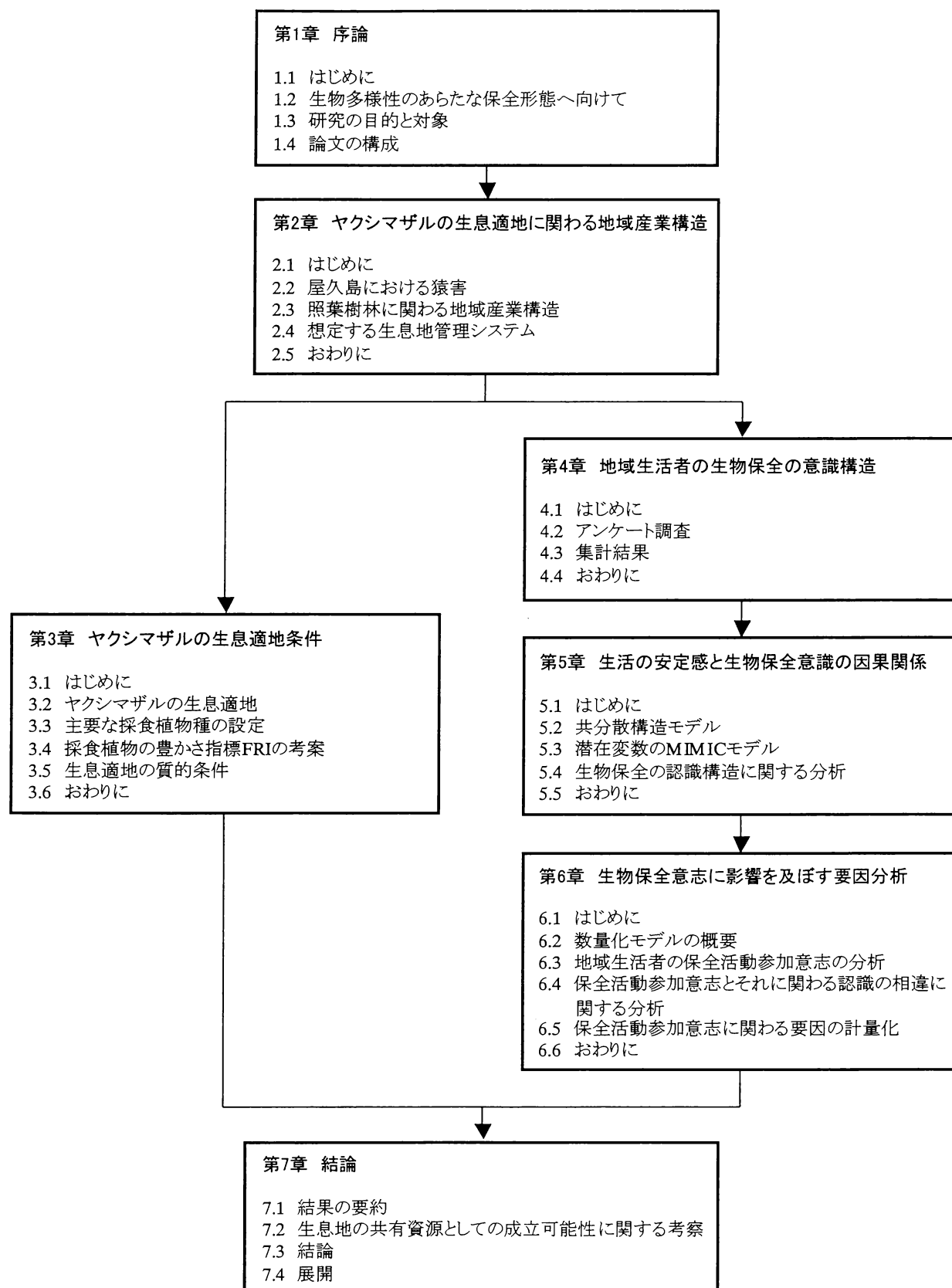


図 1.2 論文の構成

文献資料

- 1) R.B.プリマック・小堀洋美 (1997) : 「保全生物学のすすめ」, 文一総合出版
- 2) WRI/IUCN/UNEP (1993) : 「生物の多様性保全戦略」, 中央法規出版
- 3) Ejrlich, Paul R., and Edward O. Wilson. (1991) : Biodiversity studies science and policy. Science 253. pp.758-762
- 4) 井上民二・和田英太郎 編著 (1998) : 「生物多様性とその保全」, 岩波講座地球環境学 5, 岩波書店
- 5) 藤原邦達 (1992) : 「ハンドブック地球環境危機」地球サミットの成果と課題, 日本評論社
- 6) ウォルター V. リード, ケントン R. ミラー 著, 藤倉良 訳 (1994) : 「生物の保護はなぜ必要か」, ダイヤモンド社
- 7) Reed.F.Noss. (1990) : Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach, Conservation Biology 4(4), pp.355-364
- 8) 伊藤嘉昭, 山村則男, 嶋田正和 (1992) : 「動物生態学」, 蒼樹書房
- 9) 鷲谷いづみ・谷原徹一 (1996) : 「保全生態学入門」, 東京大学出版会
- 10) R.D.Mace, J.S.Waller, T.L.Manley, K.Ake, and W.T.Wittinger (1998) : Kandscape Evaluation of Grizzly Bear Habitat in Western Montana, Conservation Biology 13(2), pp.367-377
- 11) Steven T.Knick, D.L.Dyer (1997) : Distribution of Black-tailed Jackrabbit Habitat Determined by GIS in Southwestern Idaho, Journal of Wildlife Management 61(1), pp.75-85
- 12) J.Liu, Z.Ouyang, W.W.Taylor, R.Groop, Y.Tan, and H.Zhang (1999) : A Frame work for Evaluating the Effects of Human Factors on Wildlife Habitat: the Case of Giant Pandas, Conservation Biology 13(6), pp.1360-1370
- 13) T.M.Caro, and G.O'Doherty (1999) : On the Use of Surrogate Species in Conservation Biology, Conservation Biology 13(4), pp.805-814
- 14) D.J.Mladenoff, T.A.Sickley (1998) : Assessing Potential Gray Wolf Restoration in the Northeastern United States: A spatial prediction of Favorable Habitat and Potential Population Levels, Journal of Wildlife Management 62(1), pp.1-10
- 15) 森野真理 (2000) : GIS を利用した哺乳類 (カモシカ・ニホンジカ) の生息適地評価に関する試み - 滋賀県琵琶湖流域におけるケーススタディー, 国際景観生態学会日本支部会報 5(2), pp.55-56

## Chapter 1

- 16) 森野真理・原田茂樹・内藤正明（2000）：滋賀県に生息する哺乳類（カモシカ・ニホンジカ）を指標種とした生息適地評価に関する研究，第 28 回環境システム研究論文発表会講演集，pp.485-490
- 17) 森野真理（2001）：哺乳類の生息適地評価，「エコフロンティア」No.6，京大大学生態学センター，pp.48-49
- 18) 山村恒年（1994）：「自然保護の法と戦略(第 2 版)」，有斐閣
- 19) 磯崎博司（1995）：生物多様性条約の法的意義と今後の課題，「特集 Environmental Law Journal 22 地球環境保全への法制度的展開 -ポスト・リオ会議」第 3 章
- 20) 宇沢弘文，茂木愛一郎（1994）：「社会的共通資本 -コモンズと都市」，東京大学出版会
- 21) 宮脇昭（1984）：「日本植生誌・屋久島」，至文堂
- 22) 上屋久町役場（2002.3.1）：「住民登録人口」，「世帯数および人口」
- 23) 屋久町役場（2002.6.1）：「住民登録人口」，「世帯数および人口」

## 第2章 ヤクシマザルの生息適地に関わる地域産業構造

### 2.1 はじめに

序論で述べたように、生物多様性の保全における課題のうち、本論文では、生物生息地の確保と人間の生産活動の対峙に着目する。屋久島にはニホンザルの固有亜種であるヤクシマザルが生息し、特に低地部の森林には高密度に分布する<sup>1)</sup>。低地部で問題となっているのは、ヤクシマザルによる農作物への被害であり、その原因は、1960年代から80年代にかけて行われた照葉樹林の大規模な伐採とスギ植林地への置換により、生息地が縮小したためと推測されている<sup>2)</sup>。そこで、本章では、屋久島における生物生息地の確保に伴う課題として、猿害問題を取りあげ、生息地の確保と同時に猿害の低減が可能な生息地管理システムのモデル化を目的とする。

生息地管理システムのモデル化にあたり、まず、既存の知見から、猿害の経緯と現況、猿害発生メカニズム、ヤクシマザルの生態学的特性と分布についてレビューを行い、生息地管理の条件についてまとめる。

次に、照葉樹林を介して関連する地場産業に対するヒヤリング調査調査および統計資料から、各産業の現在の問題点を明確化する。そして、照葉樹林を回復・再生した場合に成立しうる各産業間の問題相補性に着目し、照葉樹林をそれらの産業で構成されるシステムの共有資源として位置付け、生物多様性の保全における生息地管理システムとしてモデル化する。

## 2.2 屋久島における猿害

### 2.2.1 問題の経緯と現況

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 2.1）、なかでも、屋久島の農産物粗生産額<sup>3)</sup>の約60%を占めるポンカン・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<sup>4),5)</sup>（図 2.1）。1992年より、電気柵導入事業より、被害は徐々に効果をあげているが、柵の管理上の問題もあり、著しい低減にはいたっていない。

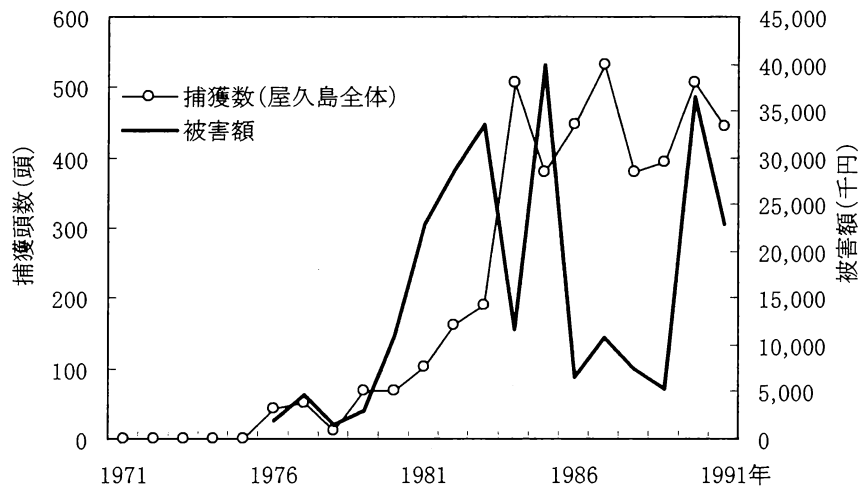


図 2.1 サルによる被害額と捕獲頭数<sup>4),5)</sup>



### 2.2.2 ヤクシマザルの分布の特徴

ヤクシマザルは、鹿児島県屋久島のみには生息するニホンザルの固有亜種である。ヤクシマザルの分布は、島の山頂部を除くほぼ全域にわたるが、その密度は、上部域で約 30 頭/km<sup>2</sup> であるのに対し、標高約 400m 以下の低地部では約 100 頭/km<sup>2</sup> と著しく高い<sup>1)</sup>。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 のニホンザルのデータセットをもとに (2・1) 式が導かれている<sup>6),7)</sup>。

$$QR = \alpha N \quad (2 \cdot 1)$$

なお、Q：環境の質，R：遊動域， $\alpha$ ：定数，N：群れサイズである。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、環境の質 Q は、二つの植生タイプ（落葉樹林，広葉樹林）および、生息地の攪乱の程度で説明されている（つまり、攪乱の少ない広葉樹林で、サルの密度が高い）。屋久島の広域植生帯は、標高に従い、低地部の常緑広葉樹林帯から夏緑広葉樹林帯，さらに上部の亜高山帯へと連続的に分布している<sup>8)</sup>。このような広域植生帯で植生を分類すると、サルの密度と生息地の関係もこのモデルで説明され、常緑広葉樹林帯である照葉樹林は、ヤクシマザルにとって、質の高い植生帯であるといえる。

### 2.2.3 猿害発生メカニズムと原因

猿害の原因として、揚妻<sup>2)</sup>は、次の 2 つの人為的な攪乱があると推測し、被害発生メカニズムを説明している。まず、第 1 に、サルの好適な生息地である照葉樹林が、1960 年から 70 年にかけて大規模に皆伐され、伐採後スギ植林地化されたことから、生息地が縮小したためと考えられている（図 2.2）。また、この時期とあいまって、果樹生産が軌道にのってきたことを受け（図 2.3）、1970 年代半ばごろより、同じく照葉樹林を切り開き、果樹園がサルの行動圏である山側へ拡大したことも、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。照葉樹林の大規模な伐採期と猿害の発生時期に約 10 年のタイムラグがみられるのは、伐採跡に侵入する二次的な草本類が、照葉樹林における森林性の果実や葉にかわるサルの採食物となったため、サルの食物資源に関しては、

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、年々不足していったためと推測されている。図 2.4 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。

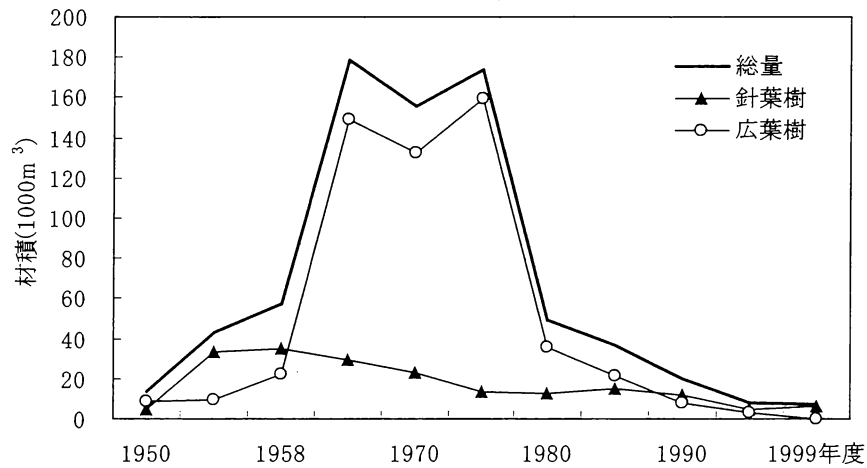


図 2.2 森林の伐採材積 <sup>9),10)</sup>

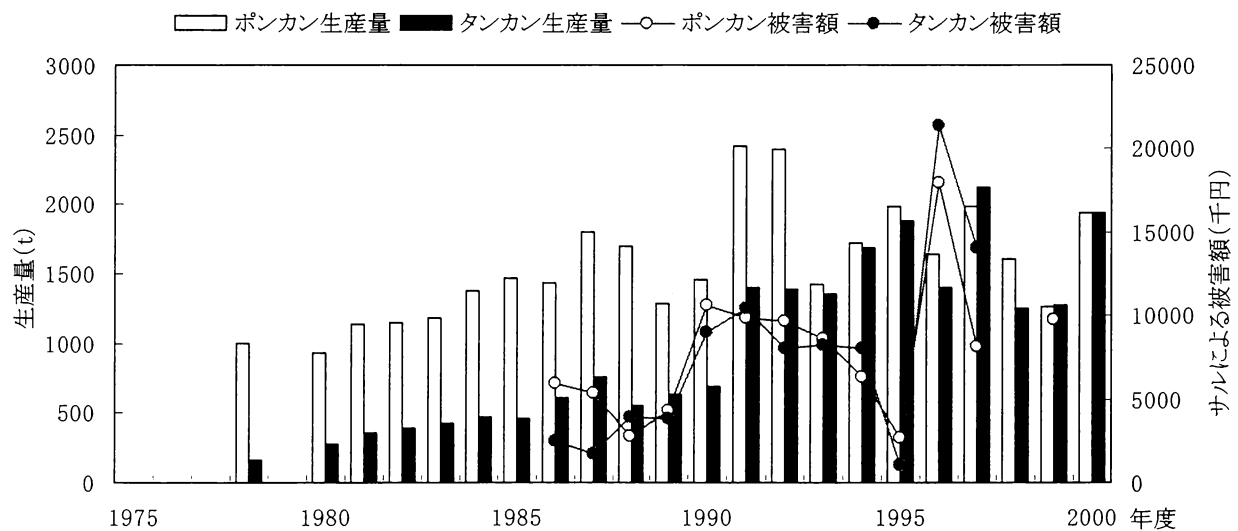


図 2.3 果樹園の面積と生産額 <sup>3)</sup>

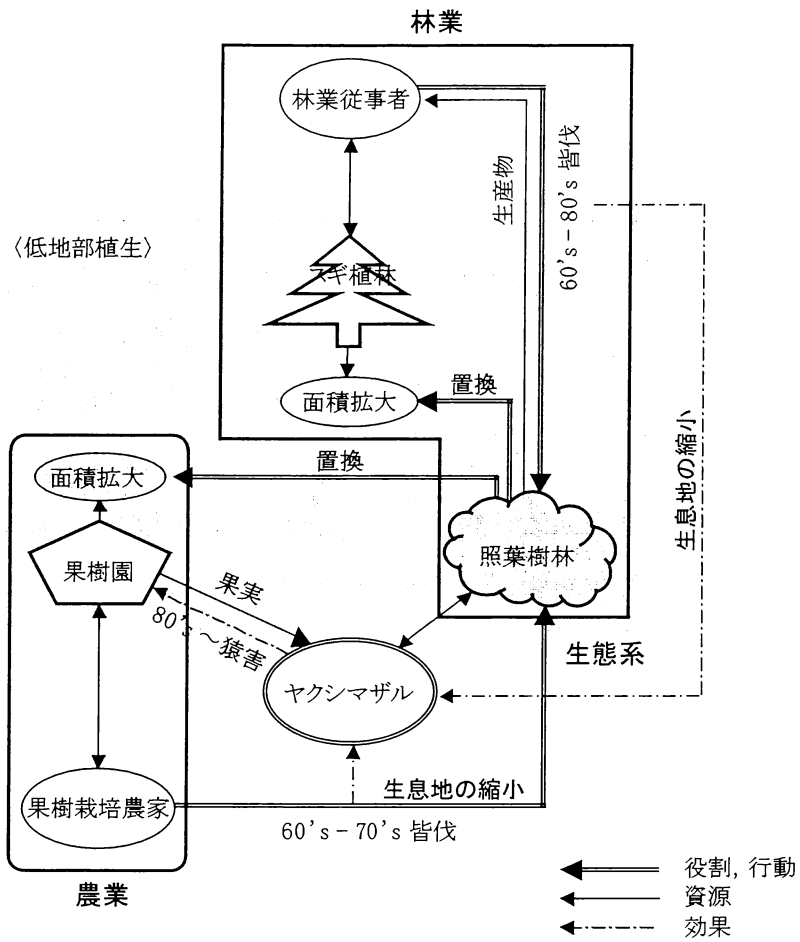


図 2.4 猿害発生 の構図: 揚妻<sup>2)</sup>の推測をもとに作成

#### 2.2.4 生息地管理に必要な情報

2.2.2 および 2.2.3 より, 生息地管理に必要な情報をまとめると, まず, これまでの知見より, ヤクシマザルにとって低地部照葉樹林は好適な生息地であることがわかっているが, 生息地を保全する上でより具体的な管理を行うためには, どのような状態を保持すればよいのか, 生息地が好適である条件を明らかにする必要がある. つまり, ヤクシマザルが高密度に生息可能な質的条件を知ること, その条件を基準に, 人間の介在に対して管理することも可能となる.

次に, 生息地管理として有効な方法, あるいは, 生息地管理上の問題点などを把握するために, 現在照葉樹林と関わりのある主体は何か, それぞれの主体がどのような利用, 管理を行っているのか, また, 現在の問題点は何かといった情報が必要である. そこで,

本章では、まず、ヤクシマザルの好適な生息地である照葉樹林に関連する産業に関する情報を収集し、生息地保全の方法について考察する。

### 2.3 照葉樹林に関わる地域産業構造

#### 2.3.1 ヒヤリング調査

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、猿害の現況等について把握するために、下記の期間、現地でヒヤリング調査を行った（表 2.1）。

表 2.1 現地調査期間および内容

No	調査期間	内容
調査 1	2000 年 3 月 16 日	現地視察、役場、林業関係者、エコツーリズムガイドへのヒヤリング
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)、営林署、エコツーリズムガイド、林業従事者(チップ工場)、木工加工業者へのヒヤリング調査
調査 3	2002 年 4 月 7 日 -2002 年 4 月 13 日	果樹栽培農家、猟友会へのヒヤリング調査、捕獲檻・電気柵視察

#### 2.3.2 照葉樹林に関わる産業の課題

ヤクシマザルおよび照葉樹林に関連する産業は、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加工業をとりあげ、生息地管理システムを構成するサブシステムとして位置付けた。なお、各サブシステムは以下、SS と略して記述する。各サブシステムの歴史的経緯（表 2.2）と現在の問題点を記述する。

### (1) 屋久島の産業構造

屋久島の現在の産業構造は、第1次産業19%、第2次産業25%、第3次産業56%である(図2.5)。今回、ヤクシマザルの生息地に関連する産業として、農業、林業、エコツーリズム、木工加工業をとりあげたが、屋久島全体で占める比率は、農業14%、林業2%、製造業(木工以外を含む)9%である<sup>11)</sup>。エコツーリズムの就業者数については不明であるが、運輸・通信業、卸売・小売業・飲食店、およびサービス業の就業者を観光関連産業とすると48%となる。したがって、単純にこれらの就業者を加算すると、屋久島全体の就業者の73%を占める。

産業別にみた就業人口の推移は、図2.6に示されるように、1950年には、第1次産業が9割近くを占めていたのに対し、高度経済成長期にあたる1965年ごろから激減し、現在では19%に過ぎない。また、第1次産業に代わり、第2次産業、第3次産業の比率が高まり、現在では、第3次産業の就業者比率が最も高い。

### (2) SS1 農業

急峻な山岳島である屋久島は、耕地面積が狭く、野菜作りはほとんどが自家用か、島内消費用である<sup>3),15)</sup>。その中で、主要な品目となっているのは、ポンカン、タンカンといった果樹であり、農業租生産額の約60%を占めている。ポンカンの収穫時期は12月、タンカンは2、3月であり、冬の暖かさを利用して、他産地に先んじて出荷する。これらの果樹栽培の生産は1950年ごろから軌道に乗り出してきたが、サルによる被害が、農業従事者の高齢化とあわせて最も大きな課題となっている。

### (3) SS2 林業

屋久島における林業の歴史は古く、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

表 2.2 屋久島における時事年表 12),13),14),15),16)

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	戦前		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。	下屋久宮林着が安房に設置。		保護林が天然記念物に指定。	
1945	昭和20年	戦後復興期		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	高度経済成長期	日本澱粉工場操業→澱粉用サツマイモ	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(立木処分、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6,058ha指定。	
1965	昭和40年				トロッコ運材廃止。	▼土埋木の本格的な利用開始	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、パレイシヨ導入。	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		安定成長期		上屋久・屋久森林組合合併、「屋久島森林組合」として発足。第三次地域施業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				第四次地域施業計画で、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				第五次地域施業計画: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麩園奨励。				
1989	平成1年							高速船<トッピー>就航。
1992	平成4年	ポストバブル期	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)。	

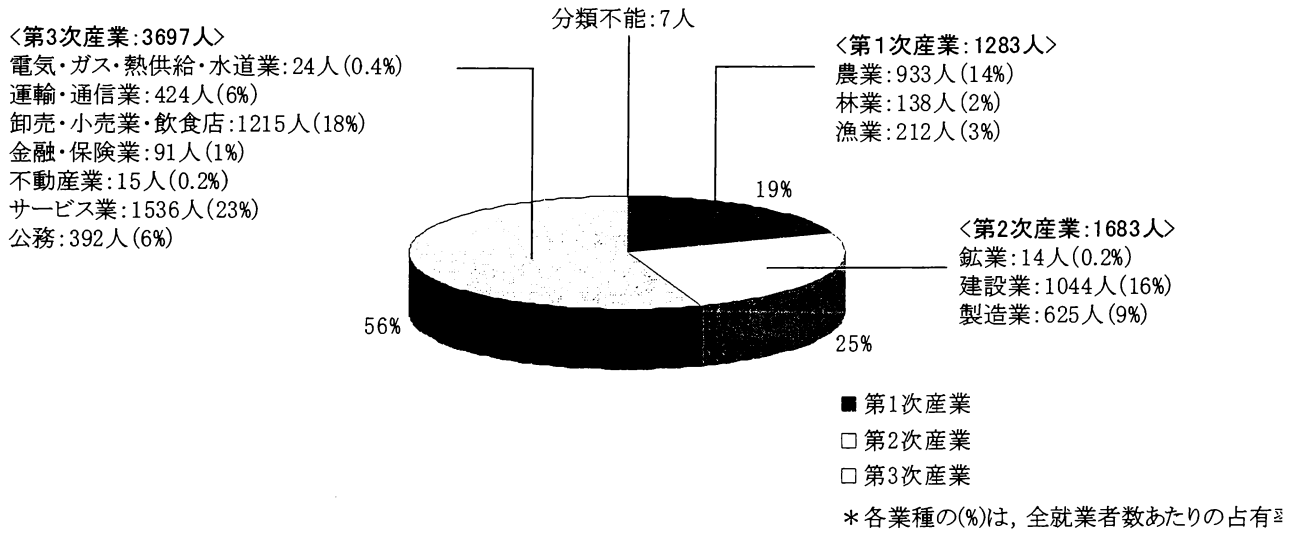


図 2.5 現在の就業者の構成 1)

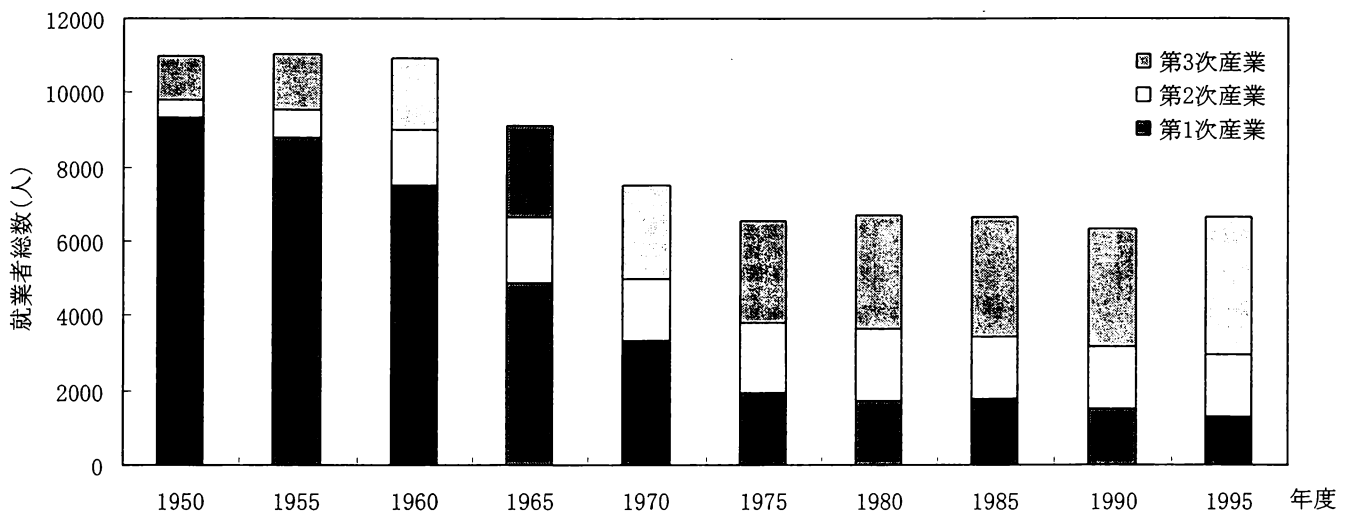


図 2.6 産業別に見た就業人口の推移 1)

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。

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<sup>9),10)</sup>(図2.2)。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倍になっている<sup>9),10)</sup>。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<sup>11)</sup>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)SS3 木工加工業

屋久島の第2次産業で森林に関係する業種は、木工加工業である。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。

#### (5)SS4 観光業

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<sup>12)</sup>。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、観光業にとっては負の経済効果となり得る。

### 2.3.3 関連産業の課題(図 2.7)

#### (1)ヤクシマザルに関する課題

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、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、問題が生じる場は空間的に異なっている。

#### (2)生息地に関する課題

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。

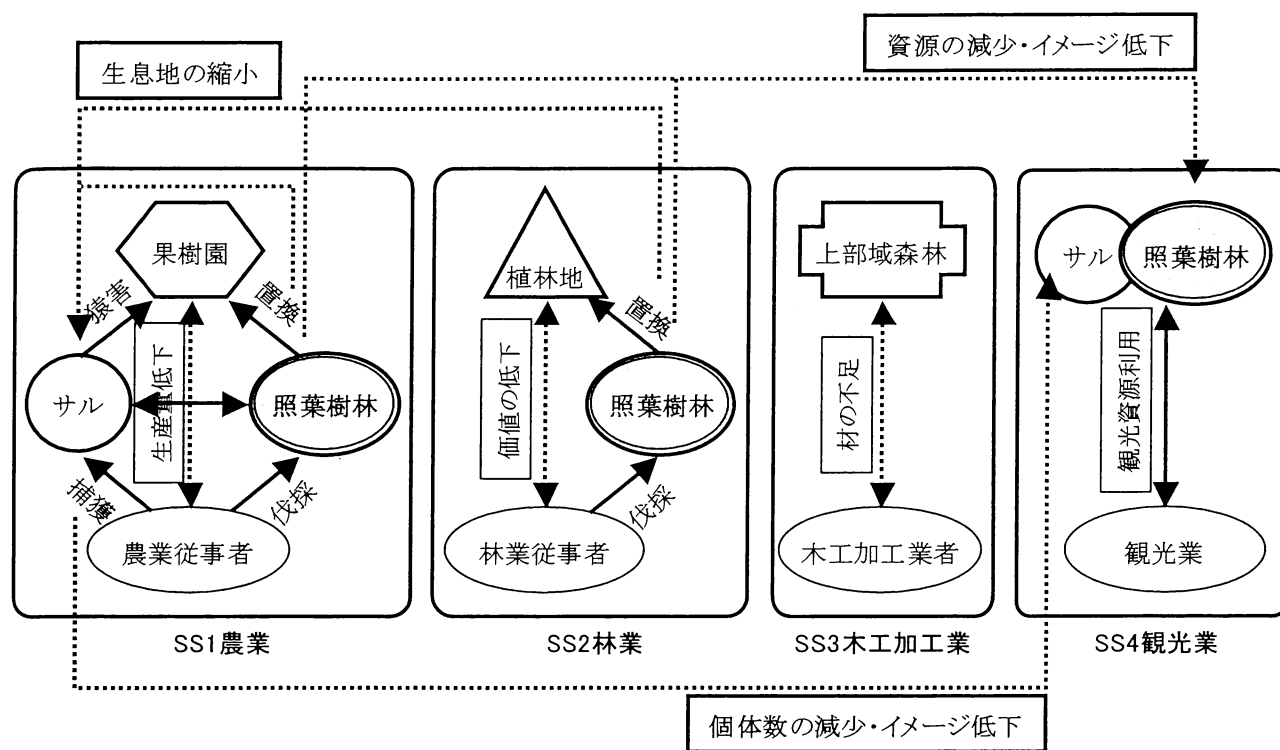


図 2.7 関連産業の課題

### 2.3.4 関連産業間の問題相補性(図 2.8)

#### (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が必要である。

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、双方に便益をもたらされる。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材の不足であり、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がある樹種は、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、林業従事者と木工加工業者の間には、施業技術の提供と雇用の関係が成立し得る。

(3) 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・回復につながる。サルの生息地が回復されることにより、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

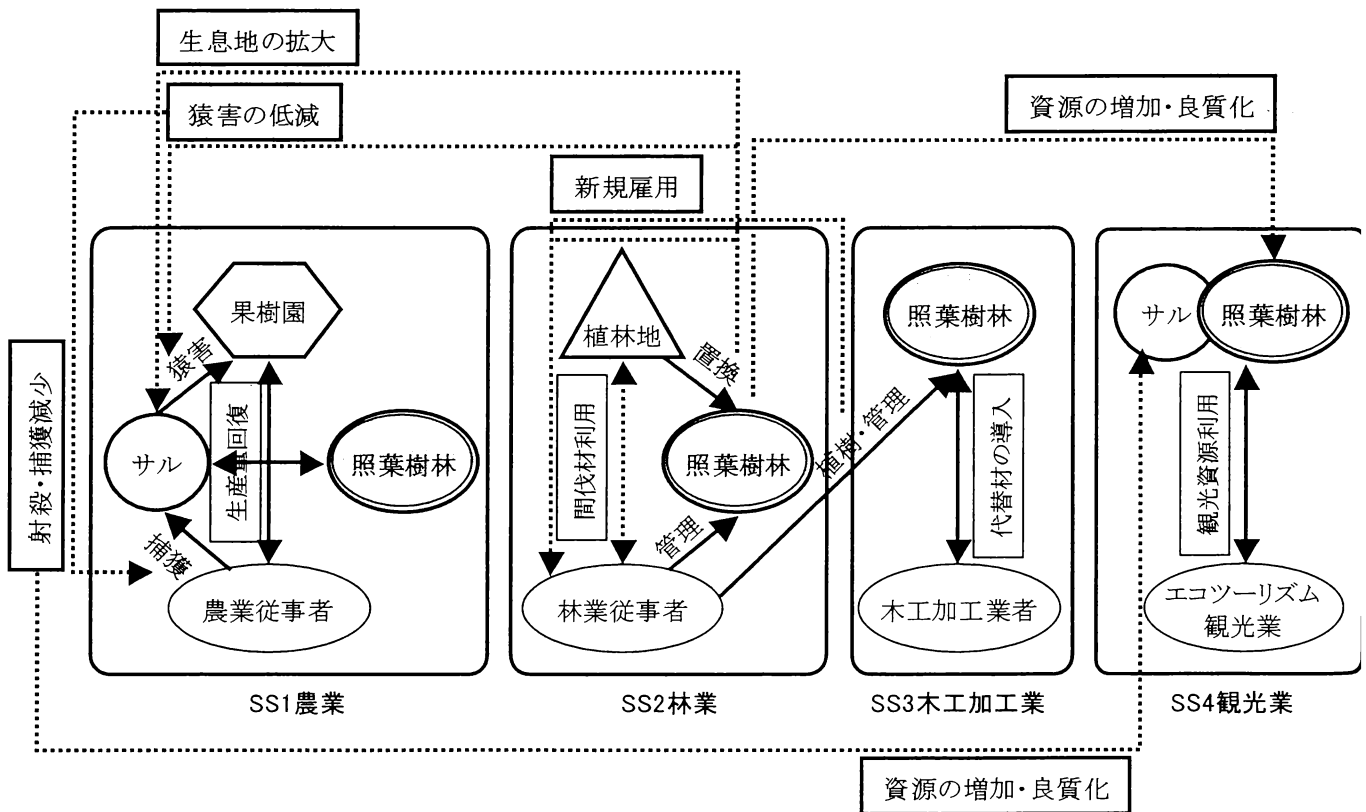


図 2.8 産業間の問題相補性

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。

#### 2.4 想定する生息地管理システム<sup>17)</sup>

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生息地管理システムを図 2.9 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する。

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 工芸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、サルと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、サルとの存在が利益にむすびつくため、野生生物とヒトとの間の空間的境界は、あいまいでゆるやかなものでよいと思われる。

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との生息地は、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ろう。

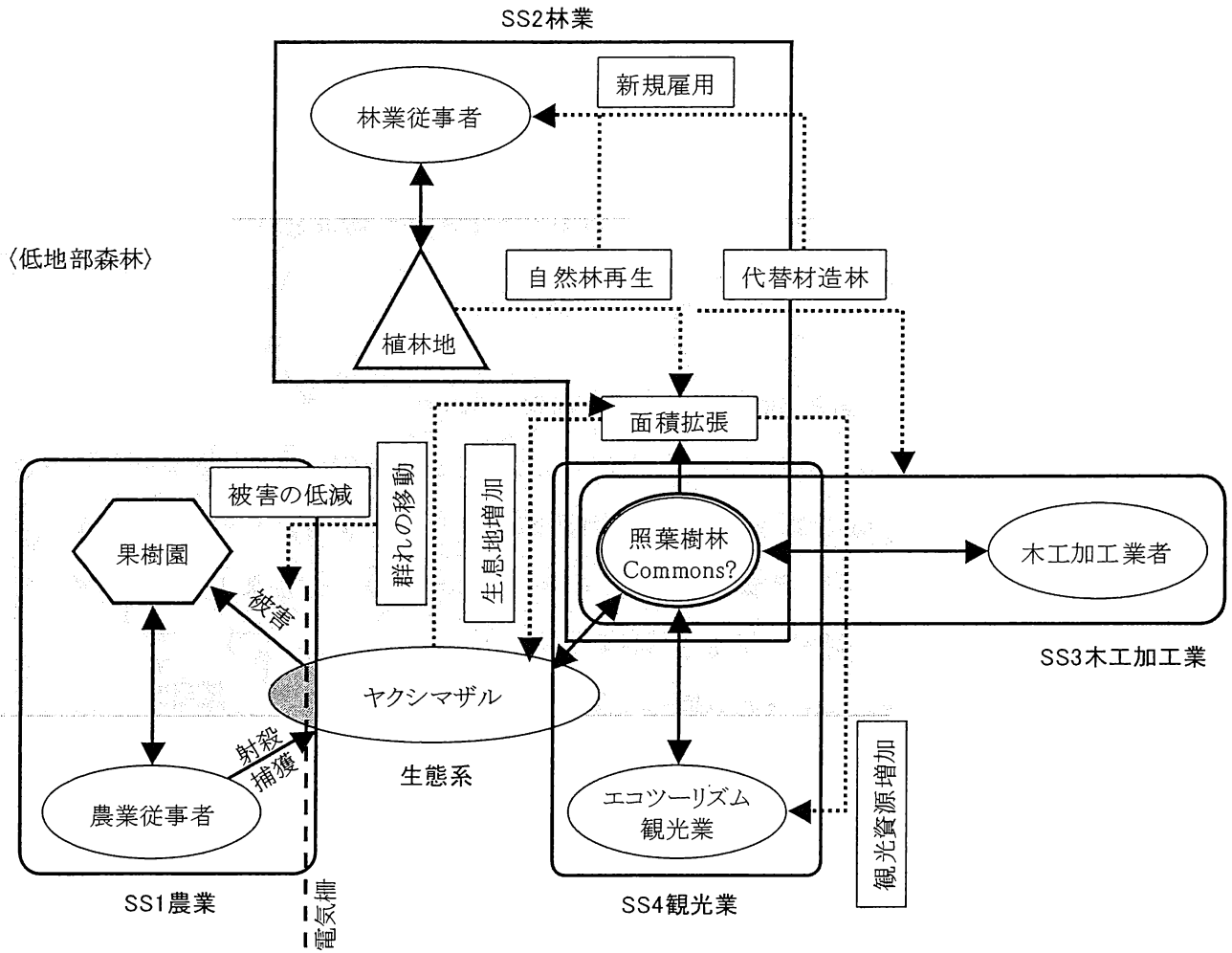


図 2.9 想定する生息地管理システム

## 2.5 おわりに

本章では、猿害を農業に特化した問題でなく、生息地を介した地域の関連産業全体の中で問題をとらえようと試みた。つまり、いいかえれば、生物多様性の保全における生息地管理システムという枠組みの中で、農業従事者とヤクシマザルとの間に発生する猿害という課題をシステムの弱点と位置づけ、関連産業の特質と結びつけることによって、弱点を改善できるしくみを描こうとしたともいえる。このように、問題をシステムの中に位置づけた結果、照葉樹林をサルと人との共有資源とみなす上で、地域関連産業内でも共有資源化を図る必要があった。現段階では、断片的な知識をもとにした想定にすぎず、システムモデルの実現可能性を論じるためには、まず、実証研究の前段階として、照葉樹林に対するサルと人との共有資源としての存続条件、そして、地域の森林関連産業間での共有資源としての成立条件を見出すことが必要である。そこで、次章より第 6 章にかけてモデルの検証を行う。

まず、サルと人との共有資源としての照葉樹林の存続条件とは、サルの生息地としての存続条件でもある。つまり、サルの生息地としての存続条件を満たす管理を地域社会で行うことができれば、サルの存続自体も可能となる。既存の生態学的知見より、屋久島の照葉樹林にはサルが高密度に生息していることがわかっているが、なぜ、高密度に生息できるのか、その要因については明らかでない。そこで、次章では、照葉樹林に高密度に生息できる要因を質的に明らかにする。

次に、地域の森林関連産業間で、照葉樹林が共有資源として成立するためには、経済的な費用と便益、技術面での検証が不可欠であるが、それ以前に、システムの主体である地域生活者が、どのような価値をもって照葉樹林を認識・意識しているのか、また、保全という行動にいたるにはどのようなインセンティブが必要なのかといった意識構造の理解が必要である。したがって、第 4 章から第 6 章では、地域生活者の生物保全に関する意識構造を明らかにする。

文献資料

- 1) 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), pp.409-415.
- 2) 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, pp.43-55
- 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) 鹿児島県林務水産部森林保全課保護猟政係: 「屋久島サル被害資料」
- 5) 鹿児島大学獣害研究会 (1993): 「屋久島生息実態調査報告」
- 6) Takasaki, H. (1981) Troop Size, Habitat Quality, and Home Range Area in Japanese Macaques. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 9, pp.277-281.
- 7) Furuich, T., H. Takasaki, and D.S. Sprague. (1982): Winter Range Utilization of a Japanese Macaque Troop in a Snowy Habitat. *Folia Primatol* 37, pp.77-94.
- 8) 宮脇昭 (1984): 「日本植生誌・屋久島」, 至文堂
- 9) 九州営林局: 「九州営林局事業統計書」
- 10) 熊本営林局: 「熊本営林局事業統計書」
- 11) 総務省 (1995): 「国勢調査」, 世帯数, 産業別就業者数
- 12) 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
- 13) 湯本貴和 (1995): 「屋久島」. ブルーバック B-1067. 講談社
- 14) 津田邦宏 (1986): 「屋久杉が消えた谷」. 朝日新聞社
- 15) 南日本新聞屋久島取材班 (1990): 「屋久杉の里」. 岩波書店
- 16) 屋久島森林環境保全センター (1999): 「屋久島の概要」, センター広報資料
- 17) 森野真理・萩原良巳・内藤正明 (2002): 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, 第 30 回環境システム研究論文発表会講演集, pp.303-309

## 第 3 章 ヤクシマザルの生息適地条件

### 3.1 はじめに

本章では、前章で提案した生息地管理システムモデルの実現可能性を論じるために、生息地に対するヤクシマザルの質的な生息条件を明らかにすることを目的とする。

前述のように、ヤクシマザルは低地部照葉樹林帯に高密度に分布する。野生生物の生息地を確保するにあたって、まず、判断基準となるのは、対象とする生物の生息に適した植生タイプである。植生タイプは、広域スケールで生物生息空間の好適性を評価し、保護区を線引きする際の基準として一般的に用いられる手法である。ヤクシマザルの場合、概ね島全体に生息しており、亜熱帯植生から亜高山植生まで適応しているといえ、単に生息密度の差異だけで、生息地としてのプライオリティの高さを判断することはできない。しかしながら、低地部照葉樹林帯にサルが高密度に生息可能であることは、他の植生タイプとは異なる要因があると考えられ、生物多様性保全における生息地管理において考慮すべき条件である。特に、低地部照葉樹林帯は、国有林である上部域の森林と異なり、地域生活者の生活・生産活動の場と隣接する植生であることから、人間の介入を前提とした管理方法が必要となる。

一方、ヤクシマザルは屋久島において捕食者がおらず、食物連鎖の生態ピラミッドでは、最上位に位置する哺乳類である。また、通常群れを形成し、遊動域と呼ばれる行動域を有しながら移動する。ヤクシマザルは肉食性の捕食者ではないため、序論で述べたアンブレラ種には相当しないが、比較的広範囲の行動圏を有する点では、ヤクシマザルの生息地を確保し保全することは、その他の多くの生物群集において保全に結びつくと考えられる。したがって、本論文では、ヤクシマザル個体群の保全というよりは、ヤクシマザルを含めた生物が生息可能な空間が存続することを、第 2 章で提示した生息地管理システムの目標とし、ヤクシマザルは多様な生物生息空間の指標としてとらえることとする。そのため、本章では、ヤクシマザルを基準として、保全が望ましい生息地の質



的条件を明らかにすることを目的とし、ヤクシマザルの生息を規定する条件のうち、採食植物の豊かさにおいて、サルの生息密度との対応を調べる。

### 3.2 密度を決める要因

生息地の構造に関わると考えられる哺乳類の行動条件は、営巣・繁殖条件、移動条件、採食条件である。ヤクシマザルは、島内に捕食者がおらず、食物連鎖の最上位に位置する消費者である。また、ヤクシマザルは、群れ単位で遊動し、特定の営巣場所を必要としない。さらに、その分布は温暖な低地部から、冬季には降雪地となる上部域にわたり、積雪深や傾斜といった要因が移動を規定するとはいえない。

ヤクシマザルの採食条件については、1970年代より、屋久島西部の低地林で、採食行動に関する詳しい調査が行われてきた<sup>1),2),3)</sup>。これらの調査により、ヤクシマザルは、植物を主な食物資源とし、1年を通じて、約70-90の植物種を採食することが報告されている。採食対象種や採食部位は季節変異があり、植物の種多様性が高い低地部は、上部域に比べ、選択肢が多く、採食条件からみて好適であると考えられる。また、ヤクシマザルにとって最も食物の乏しい時期は冬季であるが、低地部では、冬季でも果実が生産されるため出産率・死亡率に与える影響が上部域に比べて小さく、冬季の食物の豊かさが密度を規定するとの指摘もある<sup>4)</sup>。そこで、本研究では、密度を決める要因として、採食植物の豊かさに着目した。

### 3.3 主要な採食植物種の設定

屋久島低地部の自然林では、ヤクシマザルが採食に費やす時間は、時季によって特定の種に偏っている。丸橋<sup>1)</sup>は、1975年から1976年の各月の採食確認記録のうち、利用頻度の高い上位3種を主要植物とみなし、22種をあげている。また、揚妻<sup>2)</sup>は、1990年1月から1992年4月にかけて84植物種の採食を確認し、年間の総採食時間の1%以

上を占める 17 種を主要採食植物種とみなしている。Hill<sup>3)</sup>は、採食植物の季節変化を調査し、1987 年 12 月から 1989 年 5 月にかけて、93 種の異なる植物の採食を確認している。これらの調査はいずれも国割岳西斜面の低地部自然林で行われているが、経時的に植生が変化している可能性があるため、本研究では、丸橋および揚妻が主要採食植物とみなした種のうち、Hill の調査で採食確認される計 22 種（表 3.1）をヤクシマザルの主要な採食植物種に設定した。

表 3.1 屋久島低地部におけるヤクシマザルの主要な採食植物種

No.	科	属・種	和名	採食部位												
				葉	果実	種子	樹皮	花	茎	根	枝	葉柄	虫えい	髓		
1	Actinidiaceae	<i>Actinidia rufa</i> *	シマサルナシ	+	+											
2	Anacardiaceae	<i>Rhus succedanea</i> *, **	ハゼ	+	+	+										
3	Euphorbiaceae	<i>Daphniphyllum teijsmannii</i> **	ヒメユズリハ	+												
4	Euphorbiaceae	<i>Mallotus japonica</i> *	アカメガシワ			+	+									
5	Fagaceae	<i>Pasania edulis</i> *, **	マテバシイ	+	+	+										
6	Fagaceae	<i>Quercus phillyraeoides</i> *	ウバメガシ		+	+		+								
7	Gramineae	<i>Miscanthus sinensis</i> *	ススキ	+	+					+	+					+
8	Hamamelidaceae	<i>Distylium racemosum</i> **	イスノキ												+	
9	Lauraceae	<i>Actinodaphne longifolia</i> *	バリバリノキ	+	+											
10	Lauraceae	<i>Machilus thunbergii</i> **	タブノキ	+	+		+					+				
11	Moraceae	<i>Ficus erecta</i> *, **	イヌビワ	+	+											
12	Moraceae	<i>Ficus microcarpa</i> *	ガジュマル		+											
13	Moraceae	<i>Ficus wightiana</i> *, **	アコウ	+	+							+				+
14	Moraceae	<i>Morus australis</i> *, **	シマグワ	+												
15	Myricaceae	<i>Myrica rubra</i> *, **	ヤマモモ		+											
16	Myrsinaceae	<i>Ardisia sieboldii</i> *	モクタチバナ	+	+											+
17	Piperaceae	<i>Piper kadsura</i> *, **	フウトウカズラ	+	+								+			
18	Rubiaceae	<i>Morinda umbellata</i> **	ハナガサノキ	+	+											
19	Symplocaceae	<i>Symplocos glauca</i> **	ミズバイ	+	+											
20	Urticaceae	<i>Oreocnide pedunculata</i> **	ハドノキ	+	+			+				+				
21	Verbenaceae	<i>Callicarpa japonica</i> *, **	ムラサキシキブ	+	+							+				+
22	Verbenaceae	<i>Clerodendrum trichotomum</i> *	クサギ	+	+											

\*; 丸橋<sup>1)</sup>により主要食物とみなされた種, \*\*; 揚妻<sup>2)</sup>により主要食物とみなされた種

### 3.4 採食植物の豊かさ指標 FRI の考案

#### 3.4.1 分析区画の設定

ヤクシマザルの密度と環境条件との対応を調べるため、低地部に、次の大小のスケールで分析区画を設定し、比較分析した。ヤクシマザルは基本的に社会集団単位で行動するため、遊動域を小スケールの分析区画とし、各集団の個体密度と遊動域内の環境条件との対応を調べた。分析では、地域間の比較を行うため、広域スケールとして、1991年、1992年、および1993年に実施されたサルのセンサス調査の設定区画を利用した（図3.1、表3.2）。また、夏から秋にかけて、約1～6ヶ月間の追跡により、遊動域面積および群れの個体数が確認された5群を用いた（図3.2、表3.3）。この調査では、急峻な地形で、植物が密生する場所に適したブロック定点調査法(FOIQ)が適用され、約170の群れが確認された<sup>5),6)</sup>。FOIQ法は、まず、ある調査区を500m×500mのコドラートに分割し、ひとつのコドラート内の定点に位置する観察者が、4つのコドラートを統括する統括者にサルの位置情報を伝え、統括者はその情報をもとに群れを追跡する。調査は各年の7月か8月に1～2週間行われているが、各群れの遊動域面積および個体数の確定には至っていない。しかし、群れサイズに差がなければサルの頭数を反映するため、小地区については、群れ密度を用い、環境条件との対応について調べた（確認された176群の群れサイズ：最小1、最大46、平均8、標準偏差8）。なお、群れ密度は、各小地区面積あたりに確認された群れ数として算出した。また、小地区内外にまたがる群れについては、0.5群とみなした。

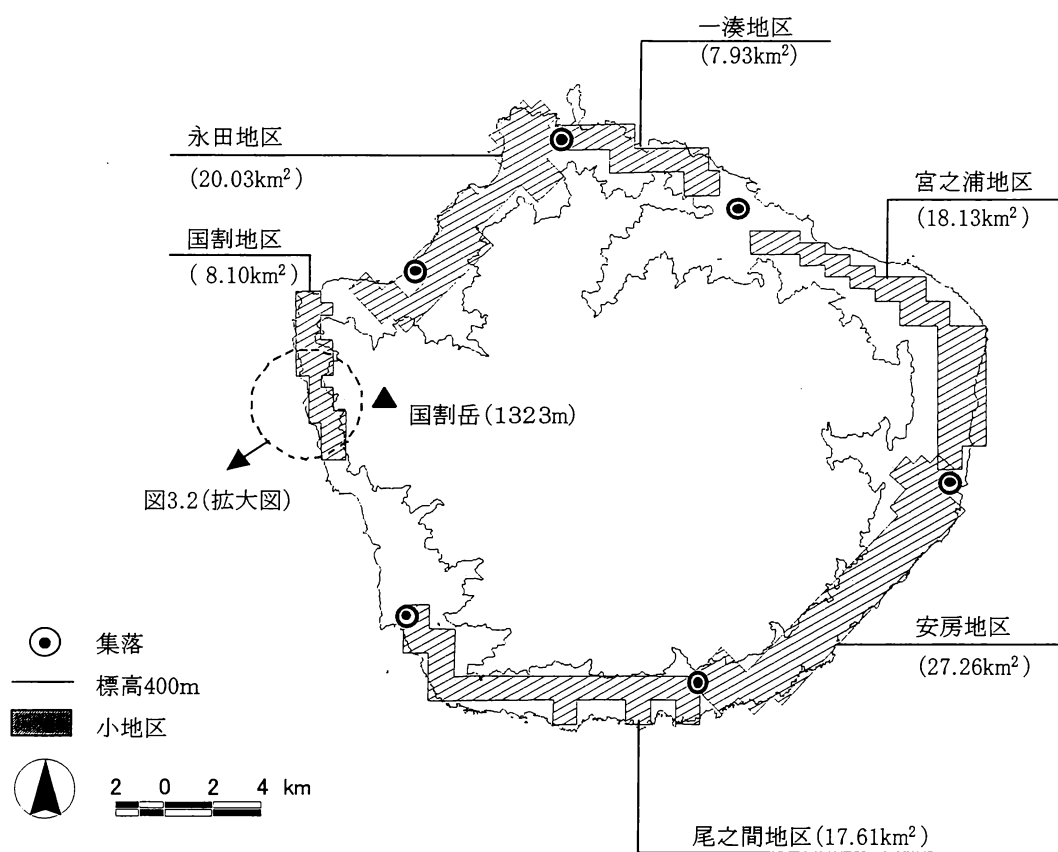


図 3.1 分析区画(小地区)の位置

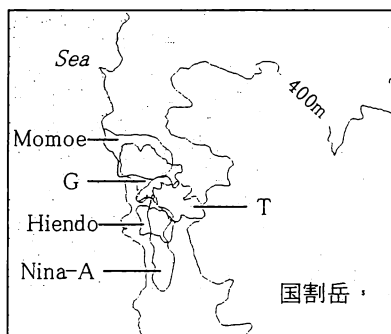


図 3.2 分析区画(遊動域)の位置

表 3.2 小地区スケールの Dataset

小地区の名称	小地区面積 (km <sup>2</sup> )	群れ数	群れ密度 (群/km <sup>2</sup> )	調査期間
永田	20.03	35.0	1.75	1991年7月21日・1991年8月10日
一湊	7.93	18.5	2.33	1992年7月14日・1992年8月4日
宮之浦	18.15	15.0	0.83	1992年7月14日・1992年8月4日
安房	27.26	33.0	1.21	1991年7月21日・1991年8月10日
尾之間	17.61	33.5	1.90	1992年7月14日・1992年8月4日
国割	7.70	33.5	4.35	1994年7月18日・1994年7月31日

表 3.3 遊動域スケールの Dataset

遊動域の名称	遊動域面積 (km <sup>2</sup> )	個体数(頭)	個体密度 (頭/km <sup>2</sup> )	調査期間
Momoe	0.4804	17	35.39	2000年8月22日・2001年2月24日
G	0.4240	22	51.89	1994年11月
T	0.3451	22	63.75	1987年6月19日・1987年8月9日
Hiendo	0.1841	26	141.23	1988年8月・1988年9月
Nina-A	0.3258	43	131.98	1994年5月24日・1994年7月13日

### 3.4.2 植生の再分類

低地部は、島全体の広域植生帯では、常緑広葉樹林帯に区分されるが、ヤクシマザルの行動特性と環境条件との対応をみるためには、分析区画のスケールにみあった分類をする必要がある。宮脇<sup>7)</sup>は、屋久島の植生を、植物社会学的に群集単位で分類し、46の凡例をもって現存植生図にまとめている。本研究では、遊動域、小地区スケール両者の分析を考慮し、これらの群集を9つの植生区分(植林地、天然スギ林、市街地、耕作地、草原、照葉樹林、夏緑樹林、海岸生林、その他)に再分類した(図3.3, 表3.4)。

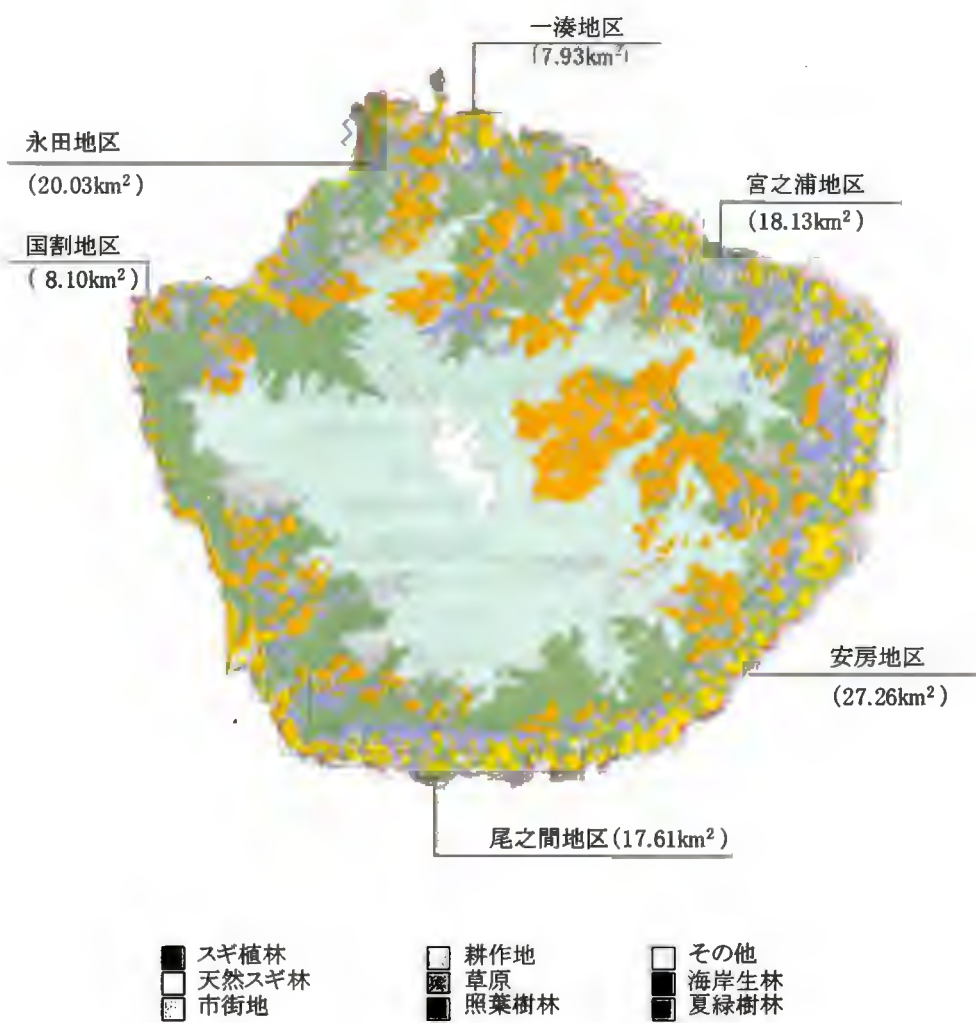


図 3.3 再分類した植生図

表 3.4 再分類した植生リスト

植生タイプ		植物群集
分類	面積(km <sup>2</sup> )	群集・群落名
植林地	36.19	クロマツ植林 スキ植林
天然スギ林	0.17	タカサコシタスキ群集
市街地	4.34	屋敷林に囲まれた集落 集落, 市街地, 工場地, 造成地
耕作地	22.86	オオアレチノギク群落 オモダカコナギ群落ほか コミカンソウウリクサ群集 ホウライチク林 リュウキュウチク群落 常緑果樹園ほか
草原	15.78	イソフサギ群集ほか ギョウキンハ群集 タンチク群落 チガヤースキ群落ほか ヘニハナノホロギク群落 ホソハワタシホタンホウフウ群落ほか リュウキュウハライチコホウロクイチゴ群落
照葉樹林	67.11	アコウタブノギ群落 イスノキウラジロガシ群集 イスノキウラジロガシ群集・萌芽林 ギョクシンカースタシイ群集 ギョクシンカースタシイ群集・萌芽林 ヤクシマアジサイスタシイ群集
海岸生林	2.97	クロミノオキナワズメウリオオハマボウ群落 トベラウバメガシ群集ほか
夏緑樹林	34.91	アマクサギウラジロエノキ群集ほか カキカズラシマサルスベリ群落 カナクキノキヒメシヤラ群落ほか
その他	6.56	亜熱帯性植物植栽地 自然裸地

## 3.4.3 採食植物の豊かさ指標 FRI

分析区画内に出現する採食植物の豊かさの指標として、群集組成表を用い、下記に示す指標 FRI (Food Richness Index) を考案した。

群集組成表には、各植生調査区に出現する植物種のリストが記載されているため、ヤクシマザルの主要な採食植物種 22 種の出現の有無は、群集組成表をもとに判断した。

## (1) 植生の再分類

群集・群落を 9 つの植生区分  $v_i$  ( $i = 1, 2, \dots, k, l, \dots, 9$ ) に再分類する (表 3.4, 図 3.3)。また、分析区画  $V$  内の植生区分  $v_i$  の概念図を図 3.4 に示す。



図 3.4 分析区画  $V$  内の植生区分  $v_i$  の概念図

## (2) ヤクシマザルの主要な採食植物リストの設定

表 3.1 に示す 22 種を主要な採食植物とした。

## (3) 採食植物種のベクトル表現

植生区分  $v_i$  に出現する採食植物種をベクトル  $\mathbf{m}_i$  で表すものとする。  $\mathbf{m}_i$  は、0 または 1 の値をとる要素  $m_i^j$  ( $j=1, 2, \dots, 22$ ) からなる 22 次元ベクトルであり、要素  $m_i^j$  が 1 ということは、植生区分  $v_i$  に  $j$  という種が存在することを意味する。つまり、分析区画  $V$  に出現する採食植物種をベクトル  $\mathbf{m}$  とすると、(3・1) 式に示すように、ベクトル  $\mathbf{m}$  の  $i$  行が植生タイプ  $v_i$  の  $\mathbf{m}_i$  を表している。



$$\mathbf{m} = \begin{bmatrix} m_1^1 & m_1^2 & \cdots & m_1^j & \cdots & m_1^{22} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ m_i^1 & m_i^2 & \cdots & m_i^j & \cdots & m_i^{22} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ m_9^1 & m_9^2 & \cdots & m_9^j & \cdots & m_9^{22} \end{bmatrix} \quad (3 \cdot 1)$$

なお、要素  $m_i^j$  は、各植生区分に一様に分布すると仮定する。

#### (4) 分析区画 $V$ に出現する採食植物の種数: $M$

植生区分  $v_i$  に出現する種は、 $m_i^j = 1$  であらわされているため、分析区画  $V$  に出現する全種数  $M$  は、いずれかの植生区分で  $m_i^j$  が 1 の値をとる種の総数である。異なる植生区分で同じ種  $j$  が出現していれば要素  $m_i^j$  は 1 であり、複数の植生区分のうち、ひとつの植生区分にのみ出現している場合でも、要素  $m_i^j$  は 1 である。したがって、全種数  $M$  は、(3・2) 式に示すベクトル  $\mathbf{m}$  のスカラー量で表すことができる。

$$M = \sum_{j=1}^{22} m^j \quad (3 \cdot 2)$$

#### (5) 採食植物種 $j$ が出現する植生区分の面積

次に、植生区分  $v_i$  の面積  $a_i$  とする。各種とも一様な分布を仮定したので、ある種  $j$  が複数の植生区分  $v_k, v_l$  に出現する場合、その種の占める面積は、 $a_k^j$  と  $a_l^j$  の和となる。したがって、ある種  $j$  が分析区画内に占める面積  $a^j$  は、(3・3) 式で示される。

$$a^j = \sum_{i=1}^9 m_i^j a_i \quad (3 \cdot 3)$$

したがって、各採食植物種で被覆される  $a^j$  の総和を、分析区画面積  $A$  で割って基準化し、 $a$  とおく。これを (3・4) 式にあらわす。

$$a = \frac{1}{A} \sum_{j=1}^{22} a^j \quad (3 \cdot 4)$$

#### (6) Food Richness Index: FRI の定義<sup>8)</sup>

主要な採食植物の種数，および各種が出現する植生区分の面積比を表す，(3・2)式，(3・4)式を用い，採食植物の豊かさの指標 FRI を次の(3・5)式のように定義する．

$$\text{FRI} = M \cdot a \quad (3 \cdot 5)$$

FRI は今回の場合，0 から最大 621（各植生区分に出現する主要な採食植物種数の和×植生区分数）の範囲をとる数値であり，FRI 値が大きいと，ヤクシマザルの主要な採食植物の種数及び被覆面積が大きい区画であることを表している．

### 3.5 生息適地の質的条件

#### 3.5.1 主要な採食植物の豊かさ

ヤクシマザルの 5 群について，個体密度  $D_H$  と FRI との間には，正の相関関係がみられた（回帰式  $D_H = 0.644\text{FRI} + 85.21$ ，重相関係数  $R = 0.782$ ，図 3.5）．また，6 つの地区について，ヤクシマザルの群れ密度  $D_T$  と FRI との間に，正の相関関係がみられた（回帰式  $D_T = 0.028 \text{FRI} - 3$ ，重相関係数  $R = 0.943$ ，図 3.6）．

植物の開花や果実の生産時期は，同一場所であっても，季節あるいは年によって非同期である場合が多い．ヤクシマザルは，植物生産の季節変化に応じ，異なる種，異なる部位を採食利用する．表 3.5 は，丸橋<sup>1)</sup>，揚妻<sup>2)</sup>の報告をもとに作成した採食利用の季節変異を示しているが，食物の最も乏しい冬季でも，バリバリノキ，イヌビワなどが結実しサルのおもな食物源となっていることがわかる．

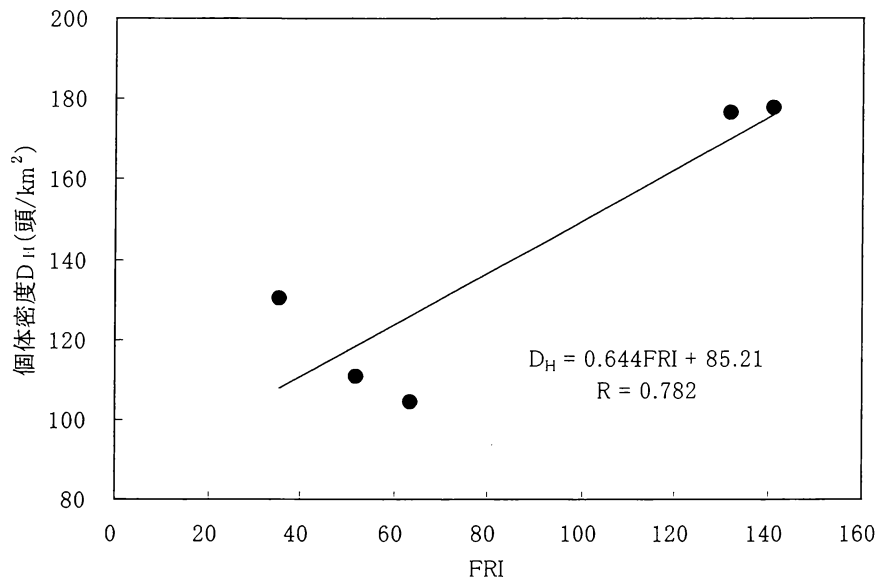


図 3.5 FRIと個体密度

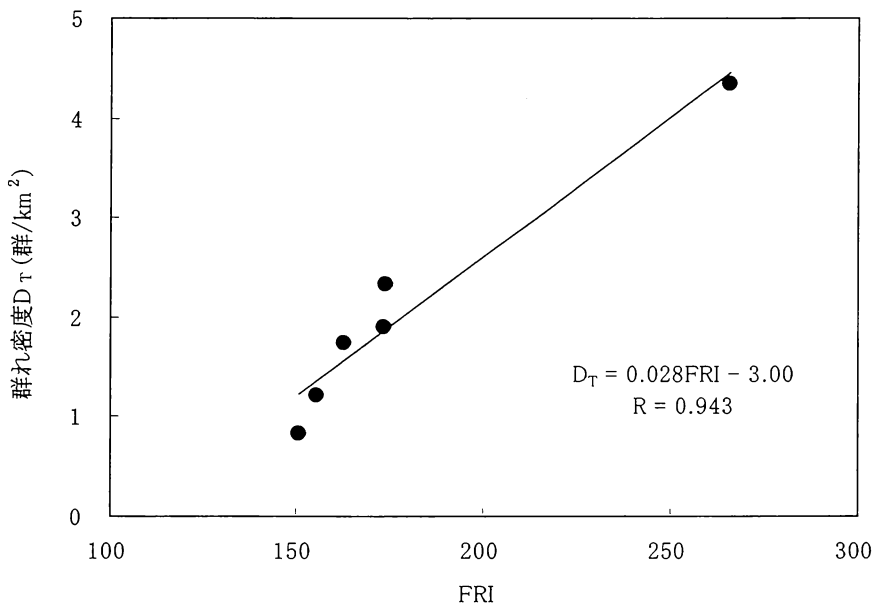


図 3.6 FRIと群れ密度

表 3.5 植物生産の季節変異とヤクシマザルによる利用: 丸橋<sup>1)</sup>, 揚妻<sup>2)</sup>の報告をもとに作成

No.	和名	葉食期							果食期				
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	シマサルナシ												
2	ハゼ												
3	ヒメユズリハ												
4	アカメガシワ												
5	マテバシイ												
6	ウバメガシ												
7	ススキ												
8	イスノキ												
9	バリバリノキ												
10	タブノキ												
11	イヌビワ												
12	ガジュマル												
13	アコウ												
14	シマグワ												
15	ヤマモモ												
16	モクダチバナ												
17	フウトウカズラ												
18	ハナガサノキ												
19	ミミズバイ												
20	ハドノキ												
21	ムラサキシキブ												
22	クサギ												

果実
  葉
  果実&葉
  枝

今回の結果からは、採食植物の豊かさがサル密度と相関する要因として、季節を通じてバラエティに富んだ食べ物があることなのか、あるいは、食物の乏しい時季に食物源が複数存在することであるのかは、明らかでない。しかし、開花や果実の生産時期が異なる植物がヤクシマザルの行動圏に多数存在すること、また、採食可能な部位が多様であることは、植物の季節変異に対し、食物資源を質的にも量的にも補うと考えられる。

また、植物生産量は、年変異もあり、それは、種間で必ずしも同調するわけではない<sup>9)</sup>。今回、主要植物種とみなした 22 種の豊凶の年変異は明らかではないが、凶作で食物が不足する年に、それに同調しない種が複数存在することは、不定期に発生する食物不足を補う作用もあるだろう。今回は、主要な採食植物として 22 種を選択したが、比較的定期的に訪れる季節変異にくらべ、不定期な年変異に対して、主要採食植物以外の緊急用食物が行動圏に存在することも、サルの生残に関わると推測される。

これらの資源相補的な効果を考慮すると、ヤクシマザルの生息密度と採食植物の豊かさとの相関関係は、植物生産の非同期性のバラツキの大きさに起因すると考えられる。つまり、植物生産の非同期性のバラツキが大きければ、植物資源の安定供給につながり、出産率の増加、死亡率の低下による個体数の増加、あるいは、移動コストの減少による遊動域の縮小となって、密度を規定するのではないだろうか。サルの生息密度と植物生産の非同期性との関係を検証するためには、採食植物を種ごとに区別し、その生産量、生産時期、可食部位のバラツキを表現できるモデルを構築することが今後の課題である。

### 3.5.2 FRI の適用可能性と限界

考案した FRI は採食植物の種数と各種が出現する植生区分の面積比の積で、サルの採食植物の豊かさを表現している。今回の結果では、FRI とサルの個体密度、群れ密度との関係は線形に近似したが、サンプル数が少ないという問題点があり、サンプル数を多くとると、非線形に近似するのか、また、ある値で閾値を取るのか不明であり、サンプル数を増やした場合の再評価が必要である。しかし、これらの線形を利用することにより、容易に、ある区画の FRI から個体密度、群れ密度を推定することが可能となる。ただし、今回選択した主要な採食対象種は、すべて西部地域で行われた調査報告に基づいているため、評価の補正が必要である。

また、この指標を用い、ある区画内の特定の植物種の存否、種数、その種が潜在的に生息する面積比を評価することが可能であるため、ヤクシマザルの採食植物に限らず、他の生物の分布、あるいは、物理的な環境要因などと、特定の植物の豊かさとの関係を調べたい場合に、適用できるだろう。FRI は、全国统一基準で作成された現存植生図および群集組成表を用いているため、評価スケールに関わらず、同じ手法で、他地域への適用、地域間の比較が容易である利点もある。

今回考案した FRI では、採食植物種の区別ができないため、22 種を等価に扱っている。FRI は個々の植物種の動的な変化について評価する場合には適用できないが、主要な採食植物の豊かさを表す総合的な指標として用いる場合、意味をもつといえる。

もうひとつの大きな課題は、時系列変化に関する情報の不足である。今回は、一時点

での評価を行ったが、人為的な攪乱も含めた環境の変動の中でサルの生息適地を評価するためには、植生の変化とサルの分布との関連をモデル化する必要がある。現存植生図は、現在のところ、1980年に作成されて以来、あらたな植生図の発行に至っていないため、植生の遷移や土地利用の変化など、FRIを用いた時系列分析はできない。しかし、航空写真や衛星画像データを利用し、植生の変化が明らかになれば、今回用いた小地区間の植生とサルの密度の関係を適用し、植生の人為的な攪乱がサルの分布に与える影響も、ある程度予測可能となるだろう。また、今回の評価では自然植生下の採食植物種に限っているが、サルは果樹園や畑地の作物を荒らし、保全を図る上での大きな課題となっている。これらの人為的な土地利用を含めた植生変化が明らかになることで、サルによる食害と植林地、耕作地、自然林等の因果関係を定量的に表すことができると考えられる。

### 3.6 おわりに

本章では、ヤクシマザルの質的な生息条件として、採食植物の豊かさに着目し、指標FRIを用いて、サルの生息密度との対応を調べた。その結果、両者には高い相関関係が見られ、その要因として、植物生産の非同期性による食物資源の変動に対し、資源補完的な効果があることが推測された。このような条件から、採食植物の豊かさは、屋久島低地部に生息するヤクシマザルの質的な生息条件であると結論付けた<sup>10)</sup>。すなわち、ヤクシマザルの採食植物の豊かさを維持することが、第2章で提案した生息地管理システムモデルにおける照葉樹林の存続条件であるといえよう。したがって、生息地の質が保たれるためには、次に、このような条件を維持可能な社会的仕組みが人間側に必要であり、次章より、サルの生息地に関わるヒトの価値観を探る。

文献資料

- 1) Maruhashi, T.(1980) : Feeding Behavior and Diet of the Japanese Monkey (*Macaca fuscata yakui*) on Yakushima Island, Japan. *Primates* 21(2), pp.141-160.
- 2) Agetsuma, N.(1995) : Dietary Selection by Yakushima Macaques (*Macaca fuscata yakui*): The Influence of Food Availability and Temperature. *International Journal of Primatology* 16(4), pp.611-627.
- 3) Hill, D. A.(1997) : Seasonal Variation in the Feeding Behavior and Diet of Japanese Macaques (*Macaca fuscata yakui*) in Lowland Forest of Yakushima. *American Journal of Primatology* 43, pp.305-322.
- 4) 高畑由紀夫, 山極寿一 編著 (2000) : 「ニホンザルの自然社会」, pp.11-32.
- 5) 鹿児島大学鳥獣害研究会 (1993) : ヤクザル生息実態調査報告, 鹿児島大学農学部
- 6) Yoshihiro, S., Furuichi, T., Manda, M., Ohkubo, N., Kinoshita, M., Agetsuma, N., Azuma, S., Matsubara H., Sugiura, H., Hill, D., Kido, E., Kubo, R., Matsushima, K., Nakajima, K., Maruhashi, T., Oi, T., Sprague, D., Tanaka, T., Tsukahara, T., and Takahata, Y. (1998) : The Distribution of Wild Yakushima Macaque (*Macaca fuscata yakui*) Troops around the Coast of Yakushima Island, Japan. *Primate Research* 14, pp.197-187
- 7) 宮脇昭 (1984) : 「日本植生誌・屋久島」, 至文堂
- 8) Mari Morino, M.Sakamoto, S.Suzuki, J.Yamagiwa, Y.Hagihara, and M.Naito (2001): Evaluation of the Food Plant Diversity for Yakushima Macaques, Abstracts of Scientific Papers and Posters Presented at the Global Change Open Science Conference, International Geosphere-Biosphere Programme Stockholm, Sweden, pp.352
- 9) Noma,N. (1997) : Annual Fluctuations of Sapfruits Production and Synchronizations within and inter Species in a Warm Temperate Forest on Yakushima Island. *Tropics* vol.6(4), pp.441-449
- 10) Mari Morino · M.Sakamoto · S.Suzuki · J.Yamagiwa · Y.Hagihara · M.Naito (2002) : Food Plant Richness in the Favorite Habitat for Maraca Fuscata Yakui in the Yakushima Island, Japan, Society for Conservation Biology 16th Annual Meeting Programme and Abstracts, pp.97

## 第4章 地域生活者の生物保全の意識構造

### 4.1 はじめに

第2章では、屋久島の森林関連産業の課題および問題相補性を明らかにし、それをもとに、生息地管理システムの枠組みを提示した。そして、システムの成立条件とは、ヤクシマザルの生息条件を満たす照葉樹林の保全が、森林に関わる産業従事者に何らかの経済的な便益をもたらし、かつ、猿害の低減効果があることと仮説をたてた。そこで、第3章では、まず、ヤクシマザルの質的な生息条件を明らかにし、照葉樹林の存続条件を示した。これに対し、本章では、実質上の保全主体となりえる地域生活者の保全インセンティブを探るために、生物保全に関わる意識構造を明らかにすることを目的とする。

第2章のヒヤリング調査のなかでは、農業従事者の場合、猿害により生活が脅かされる状況であり、自然保護政策や世論に対する反撥や不満が聞かれた。なお、猿害の発生に関しては、多くが照葉樹林の伐採と関連付けて認識されていた。また、林業従事者・木工加工業者は、これまでの林業政策による大規模伐採について、自然環境を大きく攪乱してきたことは認めているものの、時代の要請や圧力により、避けがたい状況であったと述べている。しかし、長年現場に携わってきた経験から、森林に関する知識や理解は深く、仮に自然林の保全が事業として運営されるとすれば貢献できるとも答えている。一方、あるエコツアーリストは、現在、照葉樹林の材としての価値はないため、照葉樹林を維持するためには、観光資源としての利用可能性を探るべきとして、葉や樹形などが美しい樹種の群生林をつくるなど、いくつかのアイデアを述べている。

これらの情報は断片的であるが、照葉樹林やサルと関わってきた個々の経験が独自の価値観を育てており、保全行動にも影響を及ぼすと考えられる。つまり、保全とは行動にほかならず、ある対象の保全可能性を論じるためには、行動の背景にある意識、さらには、意識を左右する価値観を探ることが必要となる。したがって、保全対象をどのような価値でもって存在を意識しているかを知ることによって、保全行動のインセンティブを明らかにする



ことができれば、それを本システムの成立に必要な条件とみなせるだろう。

また、ここでは、保全対象と関わった経験以外に、保全行動に影響を及ぼす要因として、生活の安定感をあげた。つまり、生活の安定感とは、地域生活者の日常において、最も重要な課題であり、生息地との関わりが日常とかけ離れている場合は、生活に余裕がなければ、保全行動にはいたらず、森林関連産業従事者のように生活と直接結びついている場合には、生息地に生活に安定感をもたらす経済的な価値があれば、保全行動にいたるであろうと考え、地域生活者が保全行動へ移るには、ある程度の生活の安定感、あるいは満足感が前提条件としてあると仮定した。

## 4.2 アンケート調査

### 4.2.1 要素の抽出

そこで、地域生活者の保全行動にいたる意識構造を明らかにするためのアンケートを設計するにあたり、まず、下記の3つの視点を設定し、各視点に関わる要素を抽出した。

- ①生活の安定感
- ②生物（照葉樹林・ヤクシマザル）との関わり
- ③猿害（ヤクシマザルとの関わり）

図 4.1 に、アンケートの設計フローを示す。なお、アンケートの実施は、農業および森林関連産業従事者とその他の島民との比較を想定し、屋久島全域を対象とした電話帳による無作為抽出により対象者を選定した。したがって、農業・森林関連産業従事者のみに対する猿害および職業に関する質問項目は、一般の質問項目に追加する形式で作成した。

保全行動にいたる基本プロセスは、まず、対象と関わった「経験」から「対象を認識」し、認識した対象について思考する「意識」を経て、保全の「意志」を有し、行動にいたると仮定した（図 4.2）。実際は、保全行動から逆方向へのフィードバック（点線矢印）も考えられるが、ここでは、一時点での意識調査に過ぎないため、フィードバックについては考慮しない。

Chapter 4

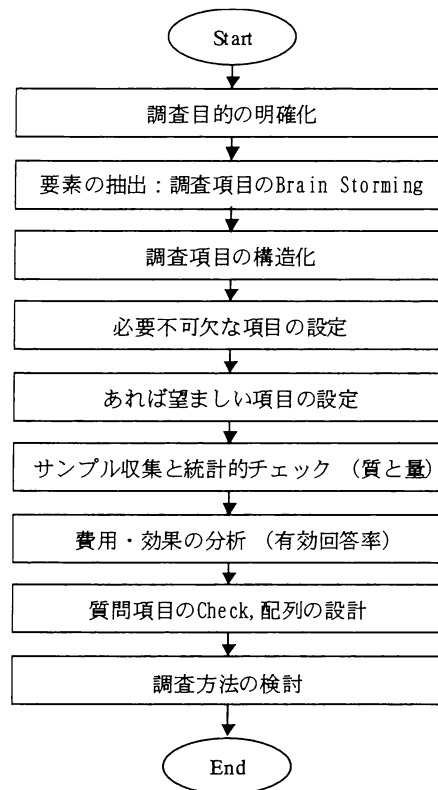


図 4.1 アンケートの設計フロー

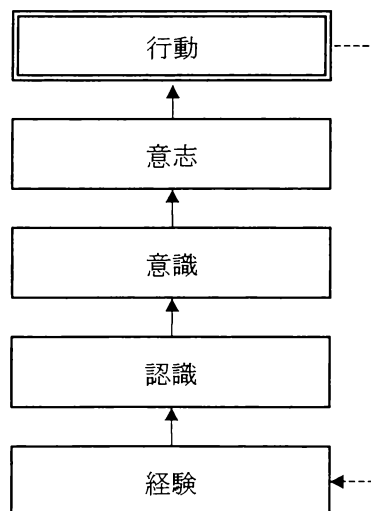


図 4.2 保全行動にいたる基本プロセスモデル

本章で扱う用語の定義を次に示す。

**経験(experience)**: 認識としていまだ組織化されていない, 事実の直接的把握<sup>1)</sup>。

**認識(cognition)**: 知識とほぼ同じ意味だが, 知識が主として知りえた成果を指すのに対して, 知る作用および成果の両者をさすものである<sup>1)</sup>。したがって, 本章では直接的な経験あるいは学習等から得た「知識」, および知る作用として動機となり得る「興味・関心」, あるいは, 知りえた成果に対して生じる「感情」, 「誇り」まで含めるものと定義する。

**意識(consciousness)**: 認識し, 思考する心の働き。感覚的知覚に対して, 純粋に内面的な精神活動<sup>1)</sup>。通常, われわれが現在直接経験している心的現象の総体をさす<sup>2)</sup>。

- ① 念頭に浮かんでいること。
- ② 「経験」または「体験」しうる能力。
- ③ 神経系の受容が中枢にもたらす効果
- ④ 脳髄の活動の主観的側面
- ⑤ 環境に対する自我の態度, 外界の事物を知り, それに影響を与えるものとする能力

などを意味する<sup>2),3)</sup>。本章では, 何らかの対象を認識し, 思考するなかで生じる「要望・願望」, あるいは, 「価値」を含めるものと定義する。

**意志(will)**: ある行動をとることを決意し, かつそれを生起させ, 持続させる心的機能。物事をなしとげようとする, 積極的な志<sup>1)</sup>。欲求充足の手段・目的関係は人間においては複雑な階層的秩序を構成し, これの整然たる統一が保たれて1つの全体的人格ができあがり, 意志行為はこのような人格によって統制される行動であるとされる<sup>2)</sup>。

そこで, まず, <生活の安心感>, <生物との関わり>, <猿害経験>, <<生物保全意識>>に関して数名でブレインストーミングを行い, 保全行動に至るプロセスに関連すると思われるキーワードを出し合い, それらを生物保全意識の構成要素とした。これらの要素は, アンケート調査の質問項目に相当する。次に, 各要素を, 図 4.2 に示した保全行動の基本プロセスモデルにおいて, それぞれ相当するプロセス(意志・意識・認識・経験)にグループ分けした(表 4.1)。そして, 要素の内容の類似性より①~⑳の要素群に集約した。表 4.2 に①から⑳までの要素群のリストを示す。なお, 記号の記載は, カテゴリーを< >, 要素群を①~⑳, 要素群に属する要素を【 】で表す。ただし, 本研究の目的変数とな

対象	意志	意識	認識	経験	その他
自然・生物全般	①自然の保全に対する意志・行動 -自然の保全参加への意志 -保全活動への参加経験*	②自然の保全・共生に対する意識 -生き物との共生願望 -自然の保全の必要性 -自然と人との望ましい関わり方 ③島外の評価に対する意識 -自然遺産登録に対する意識	④自然に対する認識 -自然に対する興味		⑤自然に対する印象 -景色の良さ -自然の固有性 -自然の多様さ -自然の多さ
照葉樹林		⑥照葉樹林に対する保全意識 -照葉樹林の保全を望む -照葉樹林の保全価値 -照葉樹林の保全方法 -照葉樹林を残さなくて良い方法 -照葉樹林の増加を望む		⑦照葉樹林の利用 -現在の利用頻度 -現在の利用用途 -以前の利用頻度 -以前の利用用途	
サル・猿害		⑧猿害に対する意識 -猿害の今後の対策* -猿害低減に対するやる気* -猿害対策の強化* ⑨サルとの共生意識 -サルとの共生可能性	⑩サルに対する感情 -サルに対する好き嫌い ⑪猿害に対する認識 -猿害の原因* -猿害低減の程度*	⑫サルとの遭遇経験 -サルを見かける頻度 -サルを見かけ始めた時期 ⑬猿害経験 -猿害の有無* -猿害対策の有無* -対策にかかる負担* -被害の大きさ -被害日数 -被害内容	
日常生活		⑩生活に対する意識 -住みつけたい -島のアピール -島外移住者の増加を望む -将来の生活の安心感	⑮生活に対する認識 -島への愛着 -島に対する誇り -生活のしやすさ -災害リスク認知 -世間からの注目度	⑯生活の快適性・安全性 -近所づきあい -買物に便利 -遊び場の多さ -ライフライン寸断リスク -道路寸断リスク	
森林関連職業 -農業 -林業 -製造業 -観光関連業		⑪職業に対する意識 -技術の伝承* -職業・島の発展に対する対策* ⑫職業の将来性 -雇用の見込み* -観光客の見込み* -消費者の見込み* -農業の将来性* -職業の将来性*	⑯職業に対する誇り -技術の独自性* -製品の独自性*	⑳職業の安定性 -作物収穫高の変動* -観光客の季節変動* -アクセシビリティ* -原料供給の安定性* -後継者不足*	
生物との関わり					
生活の安定感					

りえるカテゴリー「生物保全意識」については「 」とする。

表 4.2 要素群のリスト

番号	内 容	番号	内 容
①	自然に対する保全意志・行動	⑪	猿害に対する認識
②	自然に対する保全・共生意識	⑫	サルとの遭遇経験
③	島外の評価に対する意識	⑬	猿害経験
④	自然に対する認識	⑭	生活に対する意識
⑤	自然に対する印象	⑮	生活に対する認識
⑥	照葉樹林に対する保全意識	⑯	生活の快適性・安全性
⑦	照葉樹林の利用	⑰	職業に対する意識
⑧	猿害に対する意識	⑱	職業の将来性
⑨	サルとの共生意識	⑲	職業に対する誇り
⑩	サルに対する感情	⑳	職業の安定性

#### (1) <生活の安定感>に関する要素群

生活の安定感に関する要素群は、日常生活と職業にわけ、それぞれ意識・認識・経験に相当するキーワードを各要素としてグループ化した。つまり、日常生活に関する要素は、⑭島民であることの意識、⑮生活の認識・誇り、⑯生活の快適性・安全性、職業に関しては、⑰職業に対する意識、⑱職業の将来性、⑲職業の誇り、⑳職業の安定性である。

#### (2) <生物との関わり>に関する要素群

次に、対象とのかかわりに関する要素として、照葉樹林については⑦照葉樹林の利用、ヤクシマザルについては、⑫サルとの遭遇経験および⑬猿害経験を挙げた。

### (3) <猿害>に関する要素群

猿害に対する意識を生物保全の意識構造に位置付けるため、前述の⑬猿害経験に加え、⑪猿害に対する認識、⑧猿害に対する意識を挙げた。また、⑧猿害に対する意識に影響すると考えられる⑩サルに対する感情は、本章の定義によれば認識に含まれるが、猿害の主な被害者である農業従事者と島民全般との比較を想定し、被害を受けていない一般回答も得られる要素として、独立させて質問を設けた。

### (4) <<生物保全意識>>に関する要素群

本章では、最終的に生物保全における意識構造を明らかにすることが目的であるため、<<生物保全意識>>に関連する5つの要素群（①自然の保全に対する意志・行動、②自然の保全・共生に対する意識、⑥照葉樹林の保全意識、⑨サルとの共生意識）を1つのカテゴリーに集約した。

### (5) その他の要素群

要素群③島外の評価に対する意識、④自然に対する認識、および⑤自然に対する印象については、<<生物保全意識>>、<生活の安定感>、<生物との関わり>、および<猿害>に含まれない要素群として分類された。

### (6) フェースシート

アンケートに際しては、以上の要素群に属する要素（質問項目）に加え、回答者の属性（性別、年齢、同居人数、居住年数、出身地、居住地区、職業）も尋ねた。そして、職業については、<生物との関わり>に過去の職業も関連することを考慮し、現在および以前の職業（転職者のみ）を質問することとした。

## 4.2.2 ISM 法による要素群の構造化

### (1) 要素群の構造化プロセス

ヒトの意識のように、多数の要素で構成され、なおかつそれらの要素間にさまざまな因

果関係を有するような対象をあつかう場合、問題の本質をとらえるために、構造モデルを用いて要素を構造化し、構造としての意味を解釈する方法がある<sup>4)</sup>。構造モデルの多くの場合の目的は、多数の人々の平均的な考えを知るためでなく、表面的な現象よりも奥深い問題構造を求めることにある。今回の場合は、地域生活者の保全インセンティブはどこにあるのかということ問いとしており、先述した地域生活者の生物保全に関わる要素群を構造化することによって、保全行動にいたる一つの仮説を設定し、その仮説をもとに設計したアンケート調査により、実態を明らかにする。

社会調査で多く利用される構造モデルには、KJ法<sup>5)</sup>、ISM法（Interpretive Structural Modeling）<sup>6),7)</sup>、DEMATEL法（DEcision MAKing Trial&Evaluation Laboratory）<sup>4)</sup>などがある。これらは、主観的に抽出された要素を、言葉を手掛かりとして構造化する定性的な手法であり、結果を視覚的な図解やグラフを用いて外部化することが可能である。KJ法は非アルゴリズム的であり、すべて人力的に要素を構造化し、要素間の多重な関係を図解に組み込む特徴を有する。4.2.1で行ったような、ブレインストーミングによりキーワードを出し合い、これらを要素群としてグループ分けする作業は、KJ法にあたるといえよう。これに対し、ISM法は行列演算の手法でアルゴリズム的に要素を構造化し、結果を推移的な関係として階層構造グラフとして示す。KJ法もISM法も、要素を構造化する際、いずれもモデル作成者の直観を要するが、ISM法はアルゴリズム的に処理するため、構造化の段階で客観性に優れている。DEMATEL法もISM法と同様、行列演算の手法を用いるが、基本的にアンケート調査結果から得られた要素を構造化する手法であり、今回のように仮説の設定には適当でない。そこで、今回はISM法を適用する。ISM法による要素の構造化手順は次のとおりである。

ISM法は、まず、要素*i*が、要素*j*に影響を与えておれば $n_{ij} = 1$ 、そうでない場合は、 $n_{ij} = 0$ として初期関係行列**O**をつくり、単位行列**I**を加えて2値関係行列**B**をつくる。ただし、 $i = j$ のときは、すべて0とする。また、行列**B**の各要素を以下では $n'_{ij}$ とする。

$$\mathbf{B} = \mathbf{O} + \mathbf{I} \quad (4 \cdot 1)$$

ここでは、表4.2に示す①～⑳の要素群について関連付けを行い、構造化するため、「要素」でなく、「要素群」が $n'_{ij}$ に相当するものとする。20の要素群における2値関係行列**B**を表4.3に示す。なお、表4.3の*i*と*j*の番号は、表4.2に示す要素群の番号に対応する。

この  $B$  のべき乗をブール演算で  $B^k = B^{k+1}$  となるまで計算し、その行列  $B^k$  を可達行列  $R$  と置き換える (表 4.4). なお、ブール演算とは下記のとおりである.

$$\left. \begin{array}{l} 1+1=1, 1+0=1, 0+1=1, 0+0=0 \\ 1 \times 1=1, 1 \times 0=0, 0 \times 1=1, 0 \times 0=0 \end{array} \right\} \quad (4 \cdot 2)$$

この可達行列より、各要素群  $t_i$  に対して、

$$\text{可達集合 } R(t_i) = \{ t_j \mid n'_{ij} = 1 \} \quad (4 \cdot 3)$$

$$\text{先行集合 } A(t_i) = \{ t_j \mid n'_{ji} = 1 \} \quad (4 \cdot 4)$$

を求める. 簡単にいうと、可達集合  $R(t_i)$  を求めるには、 $B$  の  $t_i$  の行をみて「1」になっている列  $t_j$  を求めればよく、先行集合  $A(t_i)$  を求めるには、 $B$  の  $t_j$  の行をみて「1」になっている行  $t_i$  を求めればよい. この行列における各要因の可達集合と先行集合は表 4.5 に示すとおりである.

要素群のレベルの決定は、この可達集合と先行集合を用いて

$$R(t_i) \cap A(t_i) = R(t_i) \quad (4 \cdot 5)$$

となるものを逐次求めることにより行われる. したがって、表 4.5 より、(4・5) 式を満たすのは要素群①のみであるため、まず、第 1 レベル ( $L_1$ ) が決定する. すなわち、

$$L_1 = \{1\} \quad (4 \cdot 6)$$

である. 次に、表 4.5 より、要素群①を消去して、同様に (4・5) 式を満たす要素群を逐次抽出する. この結果、この階層構造の総レベル数は 7 レベルとなる. また、これらをレベルごとに配置すれば、(4・7) 式となる. なお、 $T$  は、レベルごとに順序を整理した行列式である. さらに、レベルごとの要素群と表 4.4 の可達行列より、隣接するレベル間の要素の関係は骨格行列  $S$  として求められる (表 4.6). そして、隣接するレベル間の要素群を結線すれば、図 4.3 に示す構造グラフが得られる. これが、想定される地域生活者の自然の保全行動に関する意識構造ということになる.



表 4.3 2 值關係行列 ( $B$ : Binary Matrix)

$i \backslash j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
4	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
17	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
19	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

表 4.4 可達行列 ( $R$ : Reachability Matrix)

$i \backslash j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
4	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
13	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
14	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
15	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
16	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
17	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
18	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
19	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
20	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Chapter 4

表 4.5 可達集合  $R(t_i)$  と先行集合  $A(t_i)$

$t_i$	$R(t_i)$	$A(t_i)$	$R(t_i) \cap A(t_i)$	$R(t_i) \cap A(t_i) = R(t_i)$
1	1	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13, 14,15,16,17,18,19,20	1	○
2	1,2,6,9	2,3,4,5,7,14,15,16,17,18,19,20	2	
3	1,2,3,5,6,9,14,15	3	3	
4	1,2,4,6,9	4,7	4	
5	1,2,5,6,9,14,15	3,5	5	
6	1,6	2,3,4,5,6,7,8,10,11,12,13,14, 15,16,17,18,19,20	6	
7	1,2,4,6,7,9	7	7	
8	1,6,8,9	8,10,11,12,13,17,18,19,20	8	
9	1,9	2,3,4,5,7,8,9,10,11,12,13,14, 15,16,17,18,19,20	9	
10	1,6,8,9,10	10,13	10	
11	1,6,8,9,11	11,12,13	11	
12	1,6,8,9,11,12	12	12	
13	1,6,8,9,10,11,13	13	13	
14	1,2,6,9,14	3,5,14,15,16	14	
15	1,2,6,9,14,15	3,5,15,16	15	
16	1,2,6,9,14,15,16	16	16	
17	1,2,6,8,9,17	17,18,19,20	17	
18	1,2,6,8,9,17,18	18,20	18	
19	1,2,6,8,9,17,19	19,20	19	
20	1,2,6,8,9,17,18,19,20	20	20	

		$L_1$		$L_2$		$L_3$		$L_4$					$L_5$					$L_6$			$L_7$
		$t_1$	$t_6$	$t_9$	$t_2$	$t_8$	$t_4$	$t_{10}$	$t_{11}$	$t_{14}$	$t_{17}$	$t_7$	$t_{12}$	$t_{13}$	$t_{15}$	$t_{18}$	$t_{19}$	$t_5$	$t_{16}$	$t_{20}$	$t_3$
$L_1$	$t_1$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$t_6$	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$L_2$	$t_9$	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$t_2$	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$L_3$	$t_8$	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$t_4$	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$t_{10}$	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$L_4$	$t_{11}$	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$t_{14}$	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$t_{17}$	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$t_7$	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$t_{12}$	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$L_5$	$t_{13}$	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	$t_{15}$	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	$t_{18}$	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	$t_{19}$	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	$t_5$	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
$L_6$	$t_{16}$	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
	$t_{20}$	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
$L_7$	$t_3$	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1

(4·7)

表 4.6 骨格行列 ( $S$ : Skeleton Matrix)

$i \backslash j$	1	6	9	2	8	4	10	11	14	17	7	12	13	15	18	19	5	16	20	3
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

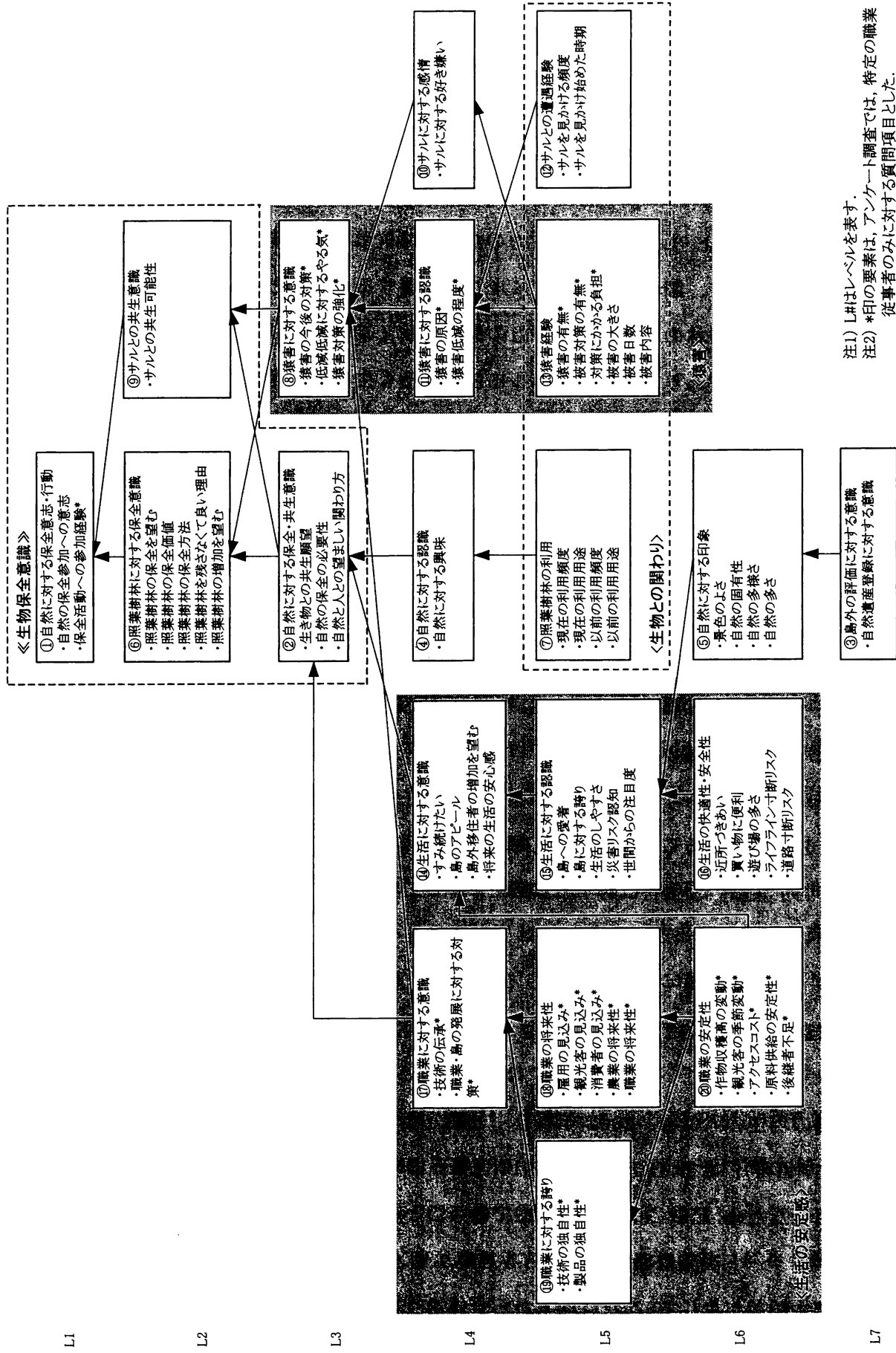


図4.3 生物保全に関する意識構造

## (2) 自然の保全行動に関する意識構造

図 4.3 は、各要素群間の関連と構造全体における各カテゴリーの位置関係を示す。各レベルは、最上位レベルの要素群との結びつきの序列を表し、要素群間の結線は上位レベルの要素群  $j$  に下位レベルの要素群  $i$  が直接影響している因果関係を示す（ただし、矢印の向きは  $i$  から  $j$  方向）。したがって、入力のない要素群は、意識構造の中でより根源的な要因であることを示す。図 4.3 では、レベル 5 に位置する〈生物との関わり〉カテゴリーの 3 要素群（⑦照葉樹林の利用、⑫サルとの遭遇経験、⑬猿害経験）が、他の要素群の入力を受けない要素群であり、最上位レベルに位置する〈生物保全意識〉カテゴリーの要素群に対し、より根源的な要素群と位置付けられる。

〈猿害〉カテゴリーは、レベル 3 からレベル 5 に位置する 3 要素群（⑧猿害に対する意識、⑪猿害に対する認識、⑬猿害経験）であり、このうち、⑧猿害に対する意識は②自然の保全・共生に対する意識と同レベルの要素として⑥照葉樹林の保全意識および⑨サルとの共生意識に影響を与える構造となっている。

レベル 4 からレベル 6 の 7 要素群（⑭生活に対する意識、⑮生活に対する認識、⑯生活の快適性・安全性、⑰職業に対する意識、⑱職業の将来性、⑲職業に対する誇り、⑳職業の安定性）は、〈生活の安定感〉カテゴリーであり、⑯生活の快適性・安全性、⑳職業の安定性が、⑮生活に対する認識、⑱職業の将来性、⑲職業に対する誇りという「認識」に影響し、⑭島民であることの意識、⑰職業に対する意識といった「意識」に至り、②自然の保全・共生意識、⑧猿害に対する意識に影響していることが示される。

### 4.2.3 調査対象者の設定

屋久島の現在の人口は、2002 年現在、上屋久町 6,824 人（2,950 世帯）、屋久町 7,060 人（3,167 世帯）、合計 13,884 人（6,117 世帯）である<sup>8),9)</sup>。今回、サンプル抽出では電話帳を利用したため、記載名は主に世帯主であることを考慮し、世帯数を母集団とみなした。

このアンケート調査は標本調査であるため、サンプル数を決定する必要がある。標本調査では標本誤差が生じる。これは標本から全体を推測することによって生じる誤差である。

この誤差をどの程度まで許容するか（信頼度をどの程度にするか）によって、サンプル数は決定される。サンプル数の決定にはアンケートの質問項目に対する回答の分散を用いる方法と、母比率（母集団の中である属性を有する単位比率）を用いる方法がある<sup>10),11),12)</sup>。前者は、調査が繰り返し行われており、分散 $\sigma^2$ が推測できる場合に用いられる。この時のサンプル数 $n$ は次の(4・8)式で与えられる。

$$n \geq \frac{N}{1 + \left(\frac{\varepsilon}{k}\right)^2 \frac{N-1}{\sigma^2}} \quad (4 \cdot 8)$$

なお、 $N$ は母集団の数であり、 $\varepsilon$ は精度（信頼区間）、 $k$ は信頼係数を表している。

今回の調査は1回だけであるため、母比率 $P$ を用いてサンプル数を決定することとした。この時のサンプル数 $n$ は次の(4・9)式によって求められる。

$$n \geq \frac{N}{1 + \left(\frac{\varepsilon}{k}\right)^2 \frac{N-1}{P(1-P)}} \quad (4 \cdot 9)$$

ここで上述した信頼度と(4・9)式の信頼区間について説明しておく。信頼度とは同様の標本調査を100回行って、そのうち何回の調査が目標とする母集団の性質（例えば、母平均や母分散）を推定できているかを表すものであり、多くのアンケート調査では信頼度を95%とすることが多い。このとき、信頼係数 $k$ は1.96をとる。

信頼区間は信頼度に応じて決まるものであり、標本平均にプラスマイナスの幅をつけて作られる区間のことである。標本調査から導き出された結果に、ある幅（信頼区間）を設定することによって、母集団の性質を推定するものである。一般に精度（信頼区間） $\varepsilon$ に5を用いることが多い。これは、信頼区間を広げると信頼度が下がるというトレードオフの関係が生じるため、5が妥当な値であるというものである。

また、ここでは母比率 $P$ に0.5という値を設定した。これは、母比率 $P$ が設定できない、もしくは推測できないときに用いる値である。 $P$ が0.5のとき、 $P(1-P)$ が最大値をとり、サンプル数 $n$ が最大になる。(4・8)式と(4・9)式からわかるように、 $\sigma^2 = P(1-P)$ であるため、実際の分散は $P=0.5$ と設定した値よりも小さくなる。これより、 $P$ を0.5と設定すると結果の信頼度が下がることはない。

以上より，この調査では，母集団の数  $N$  に対象地域の世帯数 (6,117 世帯)，信頼度を 95% ( $k=1.96$ )，精度  $\epsilon$  を 5，母比率  $P$  を 0.5 として必要サンプル数を決定することとする。これらの値を (4.7) 式に代入すると，必要サンプル数  $n$  は 362 となる。

サンプル抽出は，電話帳記載名から，おおむね 5 名毎の単純無作為抽出方式をとった。また，並行して，男女比および地区毎の世帯比を考慮し，ほぼ 30-40%の回収率を見込んで抽出数を調整した。地区毎のサンプル数は，屋久島全体のサンプル数に地区世帯比をかけた値としている。また，農業および森林関連産業従事者以外の一般人との比較を想定し，現在，猿害の最も大きい 5 地区 (永田，宮之浦，春牧，尾之間，小島地区) については，各地区長に地区在住農家への直接配布を依頼した (計 138 通)。図 4.4 に各地区の位置，表 4.7 に地区毎のサンプル数，配布数，を示す。配布は郵送法とし，一般配布 957 通を 2002 年 7 月 5 日，地区長依頼配布 138 通 (各地区長宛に郵送) を 2002 年 6 月 28 日に投函し，いずれも 2002 年 7 月 10 日を返信の締切りとした。有効回答者は 7 月 31 日受取分までとした。

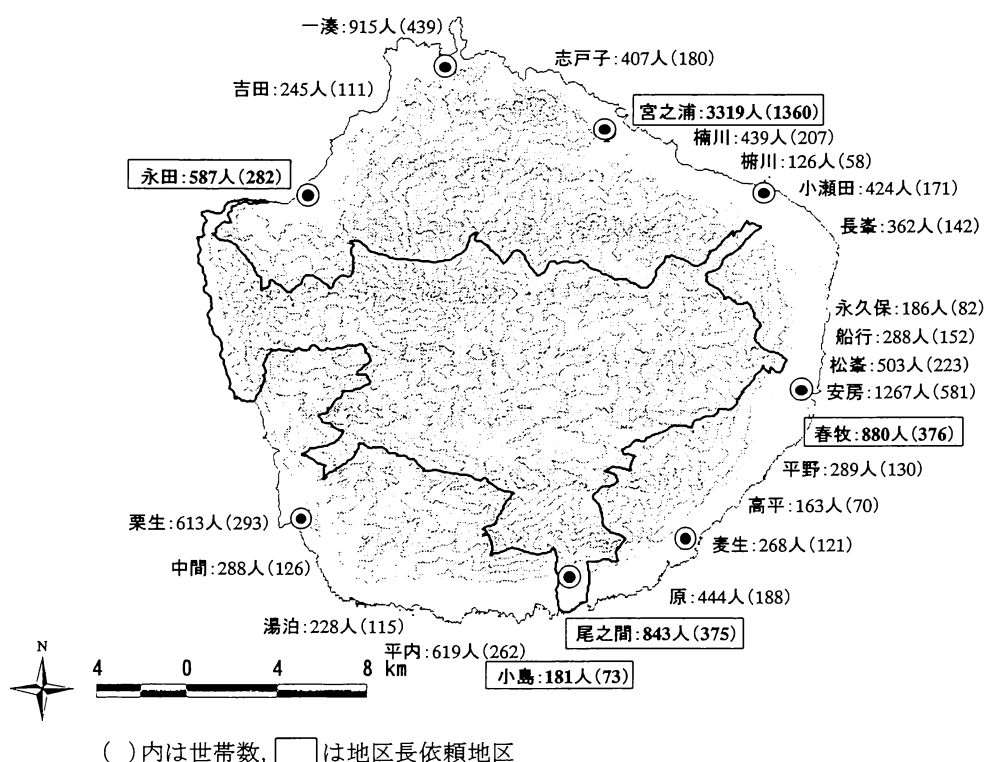


図 4.4 地区位置図

表 4.7 サンプル数と配布数

町名	地区名	世帯数	人口	世帯割合	信頼水準95% のサンプル数	一般配布数	地区長依頼	配布数合計
上屋久町	永閑	282	53	0.05	17	39	25	81
	吉田	111	245	0.02	7	25	-	25
	一湊	439	915	0.07	26	83	-	83
	志戸子	180	407	0.03	11	21	-	21
	宮之浦	1360	3319	0.22	80	139	25	214
	楠川・榊川	265	565	0.04	16	43	-	43
	小瀬田・長峯	313	786	0.05	19	52	-	52
	上屋久町全体	2950	6824	0.48	175	472	50	522
屋久町	永久保・船行	234	474	0.04	14	30	-	30
	松峯・安房・春牧・平野	1310	2939	0.21	78	197	8	205
	高平・麦生	191	431	0.03	11	26	-	26
	原	188	444	0.03	11	37	-	37
	尾之間	375	343	0.05	22	54	25	79
	小島	73	181	0.01	4	0	55	55
	平内	262	619	0.04	16	49	-	49
	湯泊	115	228	0.02	7	16	-	16
	中間	126	288	0.02	7	24	-	24
	栗生	293	613	0.05	17	52	-	52
	屋久町全体	3167	7060	0.52	187	485	88	573
屋久島全体		6,117	13,884	1	362	957	138	1,095

### 4.3 集計結果

#### 4.3.1 回収結果と職業の分類

##### (1) 回収数

調査票の回収数は一般配布 202 通、回収率 19.4%であり（表 4.8）、想定していたサンプル数 362 に満たなかった。ただし、サンプル数 202 の場合、信頼性は 80%以上となる。低回収率の理由は、屋久島の自然遺産登録以降、地域生活者を対象としたさまざまなアンケートが実施されてきたが、なかなか生活に結びついたものとして反映されないという不満が事前のヒヤリング調査できかれ、それに類する今回の調査に対しても懐疑的であったと考えられる。

今回の調査目的は、提示するシステムの構成主体とした農業従事者および森林関連産業



従事者（以下主体と称す）の自然の保全行動にいたる意識構造を明らかにすることによって、生活の安定感、照葉樹林との関わり、猿害が保全行動に及ぼす影響を考察することであり、サンプル抽出は、その他一般の意識との比較によって主体の意識を浮き彫りにすることを意図している。したがって、今回、電話帳より無作為抽出されたサンプルは、主体の意識を相対化する意味でのサンプルであり、回収率は予想以上に低かったが、明らかにしたいのは、あくまでも主体自身の意識構造であって、屋久島全体の平均的な意識ではない。

また、今回は、猿害の影響に焦点をあてるため、一般配布に加え、猿害の大きい5地区の地区長へ、農家への直接配布を依頼している。地区長依頼分の回収数は、61通、回収率47.7%であった。郵送配布と直接配布をあわせると、計263通、うち主体129、一般134であった。したがって、統計的な有効サンプル数には満たないが、主体と一般を比較する点ではほぼ1:1であることから意味があるといえよう。そこで、今回は2つの抽出法によるサンプルをあわせて主体と一般の意識構造を比較し、結果を解釈するものとする。なお、結果の解釈については、事前のヒヤリング調査、あるいは収集した統計資料で補うものとする。

表 4.8 調査票回収数及び回収率

町名	地区名	一般配布分		地区長依頼分	
		回収数	回収率(%)	回収数	回収率(%)
上屋久町	永田	13	22.0	15	60.0
	吉田	2	8.0	-	-
	一湊	11	13.3	-	-
	志戸子	4	19.0	-	-
	宮之浦	43	22.8	4	16
	楠川・楯川	10	23.3	-	-
	小瀬田・長峯	15	28.8	-	-
	上屋久町全体	98	19.6	19	38.0
屋久町	永久保・船行	7	23.3	-	-
	松峯・安房・春牧・平野	40	20.3	6	75
	高平・麦生	11	42.3	-	-
	原	12	32.4	-	-
	尾之間	12	22.2	10	40
	小島	0	0.0	26	47
	平内	12	24.5	-	-
	湯泊	1	6.3	-	-
	中間	3	12.5	-	-
	粟生	5	9.6	-	-
	屋久町全体	103	19.3	42	54
地区無回答	1	-	-	-	
屋久島全体	202	19.4	61	47.7	

## (2)回答者属性

全体の回答者属性は、一般配布では、サンプル抽出時の男女比をほぼ 1:1 としたにもかかわらず、男性の回答数が大幅に女性を上回り、男女比 7:3 であった（地区長配布分を含む）。また、平均年齢 60.4 歳、出身地は島内:島外比 7:3、居住年数は 10 年未満 12%、10 - 40 年 29%、40 年以上 59%、同居人数は 6 割以上が 2 人以下であった。居住地区は、地区長へ配布依頼した 5 地区の回答居住者が多く、この 5 地区以外は、現況の世帯比をほぼ反映している。

## (3)職業の分類

現在の職業は、農業 4・10%、林業 2%、観光関連（卸・小売、宿泊、観光業、運輸業）10%、製造業 7%（木工加工および建材加工 2%）、公務員 10%、無職 14%、それ以外 21% であり、そのうち兼業者が 19%（42 人）であった。屋久島の現況は 1995 年現在、農業 14%、林業 2%、観光関連 48%、製造業 9%、公務員 6%、それ以外 21%であるため<sup>13)</sup>、現況に比べ農業、公務員の比率は高いが、観光関連のサンプル数が著しく少なかった。転職者は回答者の 51%（135 人）であった。したがって、職業別の比較を行うには、兼業者が多いため職業の単純な区分は適当でない。また、林業、木工加工業、および観光関連産業は、独立したグループとして比較分析するだけのサンプル数ではない。そこで、今回は、職業を、①専業農家、②森林関連産業（兼業農家、林業、木工加工業、観光関連業）、③その他（漁業、通信業、製造業・水産加工・酒造・その他、公務員、医療・福祉、建設業、その他）、④無職の 4 グループに分類し比較する。なお、木工加工業は製造業のうち木工加工、建材加工に携わる回答者とし、観光関連業は、卸・小売業、観光業、宿泊、運輸業を含む（表 4.9）。

表 4.9 職業分類

職業分類名	専業農家	森林関連産業	一般島民	無職	全体
含まれる業種	専業農家	(兼業農家, 林業, 製造業-木工加工・建材加工・その他, 観光関連業-卸・小売, 観光業, 宿泊, 運輸業)	(漁業, 通信業, 製造業-水産加工・酒造, 通信業, 公務員, 医療・福祉, 建設業, その他)	-	
生物保全システムにおけるサブシステム	SS1農業	SS2林業, SS3木工製造業, SS4エコツーリズム	その他	その他	
サンプル数	76	53	83	42	254
平均年齢	67	54	54	71	60
最少年齢	44	29	24	47	24
最高年齢	87	84	83	95	95

本章での分析は、図 4.3 で構造を明確化した 4 つのカテゴリ「生物保全意識」、〈生物との関わり〉、〈猿害〉、〈生活の安心感〉について、まず、主体と一般の意識の回答比較を行い、各要素間の関連性について傾向を分析する。また、これらの単純集計による分析を通じ、各要素群の中から「生物保全意識」に影響を及ぼす要因として着目すべき要素を抽出する。

#### 4.3.2 地域生活者の生物保全意識

図 4.5 は、「生物保全意識」カテゴリに関する回答結果である。以下、回答結果のグラフ上の数値はすべて回答者数（単位：人）を表し、質問項目に付記される（ ）内の数値は各質問に対する全回答数（単位：人）を表す。図 4.5 では、質問項目に対し、「非常に思う」および「思う」を肯定的な回答、「そう思わない」と「全くそう思わない」が否定的な回答とみなすと、全回答者の 8 割以上が【自然の保全の必要性】、【照葉樹林の増加を望む】に対し肯定的な回答を示しており、保全意識が高い。しかし、【自然の保全参加への意志】、【サルとの共生可能性】、【生き物との共生願望】については、回答が二分している。また、図 4.5 では、【自然の保全の必要性】に対し回答者の 8 割が肯定的であったにもかかわらず、行動を決定する【自然の保全参加への意志】については、肯定的な回答が 4～5 割であったことから、行動を規定する何らかの要因があると考えられる。

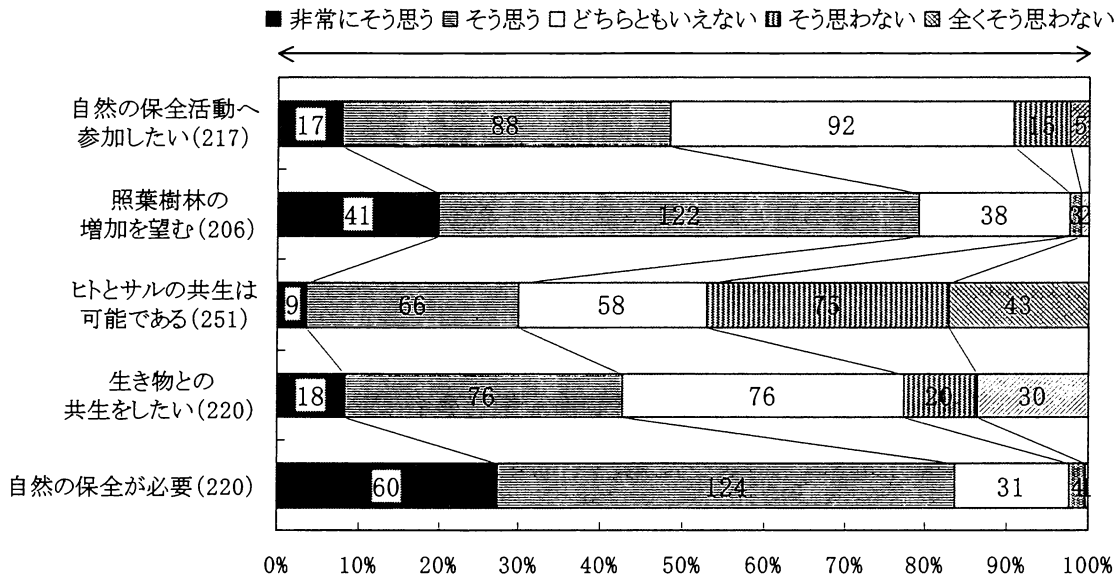


図 4.5 《生物保全意識》に関する回答

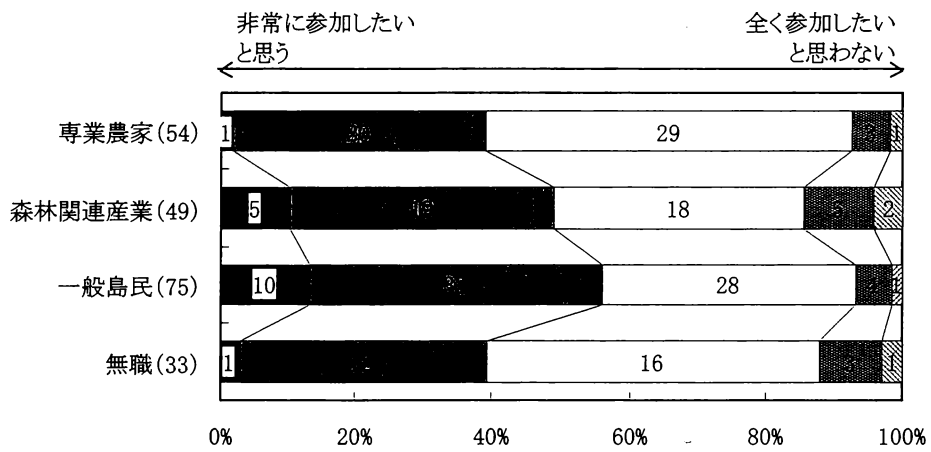


図 4.6 職業別に見た【自然の保全参加への意志】に対する回答

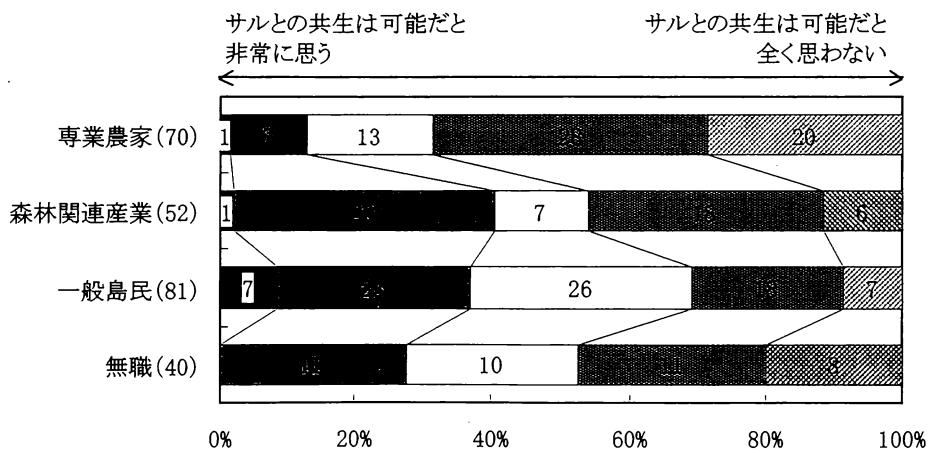


図 4.7 職業別に見た【サルとの共生可能性】に対する回答

〈生活の安定感〉や〈生物との関わり〉には職業が大きく影響していると考えられるため、回答が二分する3要素について職業別に比較した。その結果を図4.6および図4.7に示す。なお、【生き物との共生願望】については、図4.7に示す【サルとの共生可能性】とほぼ同様の傾向を示した。

まず、図4.6より、【自然の保全参加への意志】において、より積極的なのは、専業農家や森林関連産業従事者に比べ、職業を通じて森林や野生生物との関わりが少ないと考えられる一般島民であった。また、次点は森林関連産業従事者であり、職業により、若干の差異がみられた。

また、図4.7より、【サルとの共生可能性】に関しては専業農家が著しく否定的であり、一般島民は否定的な回答が少なかった。これまでのヒヤリング調査から、【サルとの共生可能性】については、専業農家の意識には猿害の影響が反映されていることがうかがえ、一般島民に関しては、猿害を被っていないことから相対的に肯定的な回答であるとも推察できる。しかし、図4.6と図4.7より、専業農家は【サルとの共生可能性】には否定的であるが、【自然の保全参加への意志】においては、4割が参加意志を示しており、自然の保全とサルとの共生は、別の次元のものとして認識されている可能性がある。

### 4.3.3 生活の安定感

図4.8は、カテゴリー〈生活の安定感〉に属する要素（質問項目）に対する回答結果である。まず、要素群⑩生活の快適性・安全性に関しては、【近所づきあい】が多く、災害による【ライフライン寸断リスク】が高いと答えている。要素群⑪生活に対する認識に関しては、島に対し強い愛着と誇りを持ち、生活しやすいと認識している。また、世間からの注目を強く意識している。【島民としての誇り】に関しては、誇りに思う理由を自由形式で回答してもらったが、回答者161人のうち非常に多くの回答にみられた理由は、

- 1) 自然の豊かさ
- 2) 人間性、人情の豊かさ
- 3) 自然の美しさ
- 4) 暮らしやすさ

- 5) 世界自然遺産として認められたこと
- 6) 水, 空気のおいしさ

であった。これらの理由からも、自然の豊かさ、美しさは、島民の誇りに強く結びついているといえる。また、近所づきあいの多さは、屋久島では人情の豊かさの表れとして肯定的な意味を持つと考えられる。

要素群⑭生活に対する意識に関しては、住みつづけたいとする回答者が9割以上を占め、現在の島の生活に満足を感じていることが示唆される。また、【島のアピール】については、「島をもっと知ってほしいと思う」回答者が7割以上であり、これは、島の自然や世界自然遺産に登録されたことに対する誇りによるといえよう。しかし、【将来の生活の安心感】、

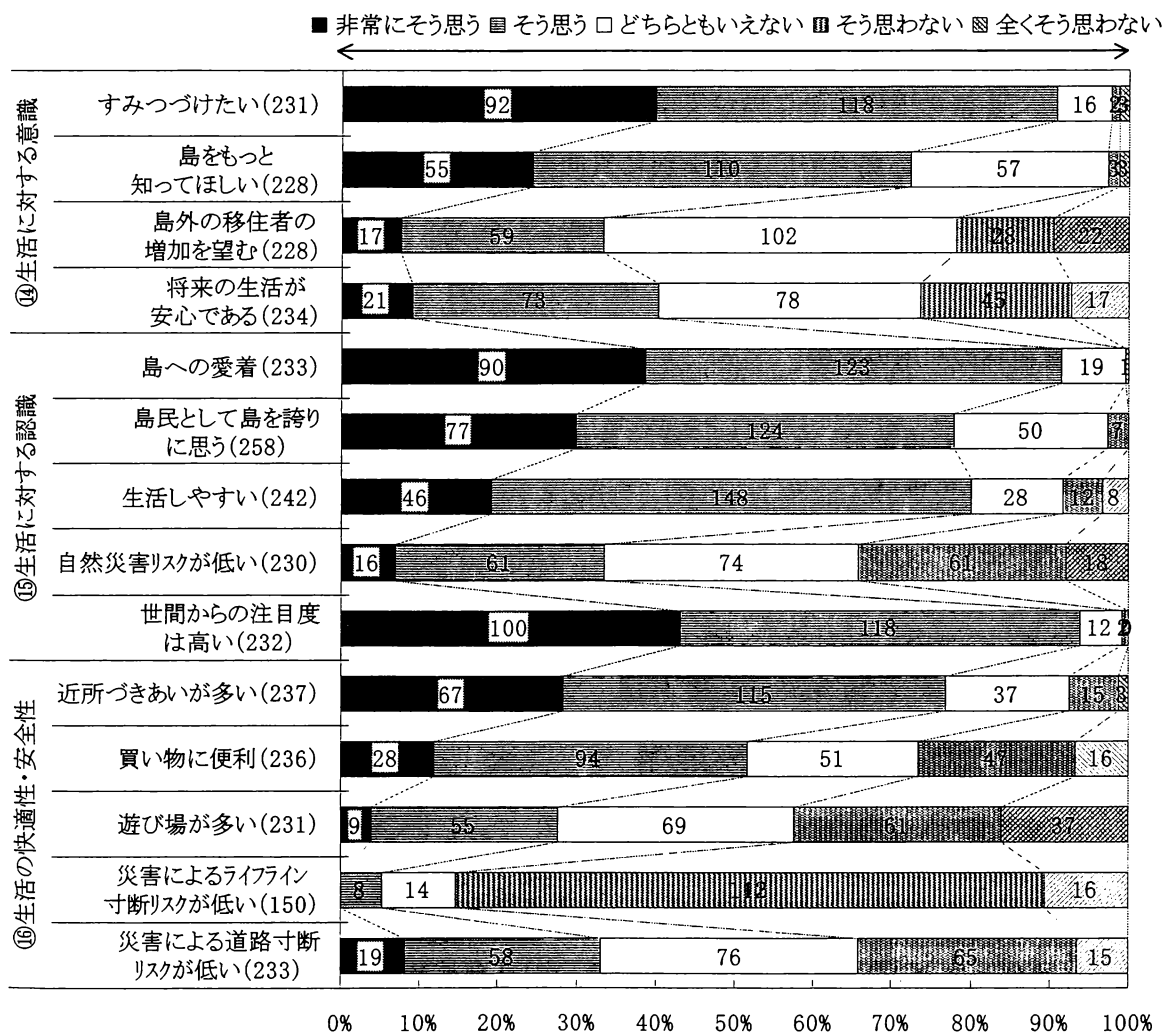


図 4.8 <生活の安定感>に関する回答

【島外移住者の増加を望む】に関しては、回答が二分しており、現在の生活に満足しつつも将来に対する不安感を感じ、そして、島をもっと知ってほしいと思いつつも、価値観の異なる島外移住者が増えることに対しては抵抗があるといったとまどいが見受けられる。

以上、カテゴリー〈生活の安定感〉の回答結果より、現在、屋久島の島民は、全般的に現在の生活に満足感を感じており、自然災害によるリスクを認知しつつも、島を生活しやすい場所と認識し、深い愛着と誇りを持って暮らしているといえよう。しかし、一方では、将来の生活に対しては不安もあり、島外からの影響にとまどいを感じているとも解釈できる。〈生活の安定感〉と《生物保全意識》との関係については、自然の豊かさや美しさに対する誇り、また、島への愛着や住みつづけたいという気持ちが、《生物保全意識》へ影響を与える要素と推測される。ただし、ここでは、どのような要素が《生物保全意識》に強く影響を与えるのか、あるいは、要素間の因果関係については推察することはできない。また、〈生活の安定感〉においては、生活を支える上で職業的な要素が重要であると考えられるが、今回の調査では、職業別に質問を分けたため、島民全般としての回答として論じることは出来なかったため、今後の課題とする。

#### 4.3.4 照葉樹林の利用の変容

##### (1) 照葉樹林の保全価値

「照葉樹林を残した方がよいか」という質問項目に対して、残した方がよいと答えた回答者は全回答者の98%にのぼり、属性に関わらず、照葉樹林の存続を望んでいるといえる。

「残した方がよい」と答えた回答者の保全の理由（二肢回答）は、「あることが当たり前」という回答が最も多く、次いで、「日常生活に必要なだから」、「観光資源として」であった（図4.9）。つまり、観光資源や換金植物など、経済的な資源とみなしているよりはむしろ、日常的に利用する場として、あるいは、その存在自体に価値をおいていることが示されている。図4.10は、照葉樹林を残した方がよい理由を職業別に比較したものであるが、この図では、経済的な資源としての意識が比較的高いのは森林関連産業従事者でなく無職者であること、専業農家は「家の財産」とみなしている比率が高いといった特徴が見られた。つまり、職業を通じて最も関連が深いと考えられる森林関連産業においては、現在のところ

経済的資源としての価値はあまり認められていない。また、生物資源、特に遺伝子資源を確保するといった価値も見受けられず、全般的には、島民にとって特別なものではないが、将来消失することは考えられない存在であることが示唆される。

次に、同じく「照葉樹林を残す方がよい」と答えた回答者に対し、その保全方法を質問した回答結果を図 4.11 に示す。この図より、約半数が「利用しながら管理する」とし、人間の干渉を制限した保護でなく、何らかの利用を想定しているといえる。

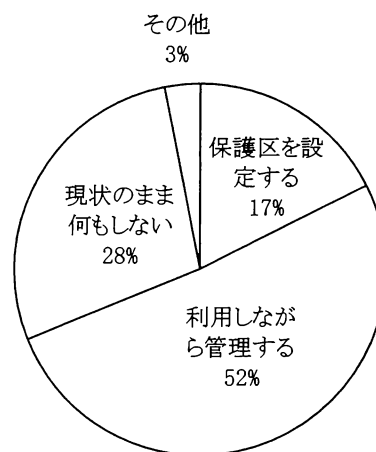
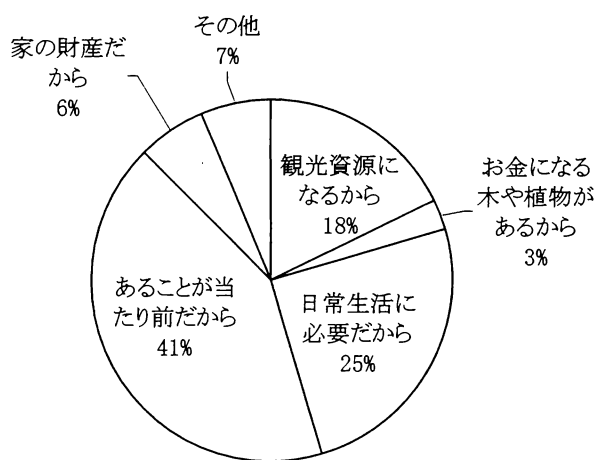


図 4.9 照葉樹林の保全価値 (二肢回答, 235 回答)

図 4.11 照葉樹林の保全方法 (224 回答)

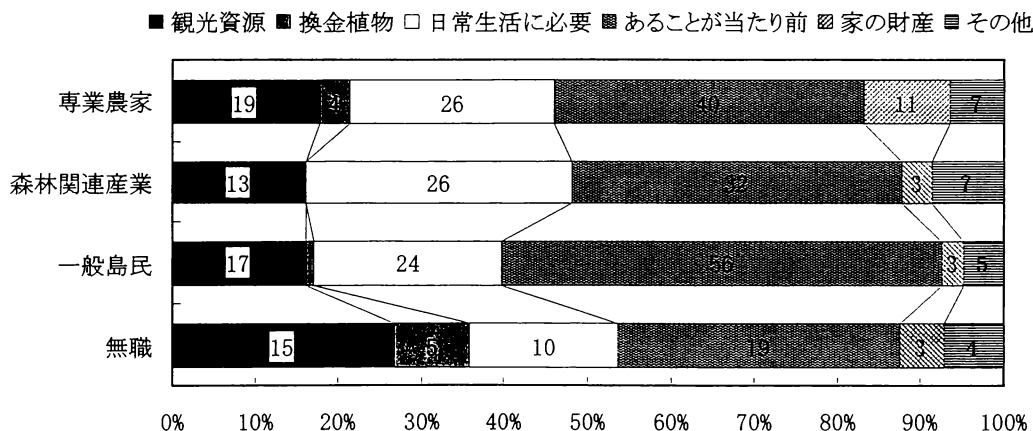


図 4.10 職業別に見た照葉樹林の保全価値 (二肢回答)



## (2) 照葉樹林の利用頻度と用途の変化

図 4.12 は、照葉樹林の利用頻度の変化を示している。この図より、森林関連産業従事者を除き、全体的に現在の利用頻度が低下している。図 4.13 に示す利用用途の変化から、全体の利用頻度低下の要因は「薪炭林利用」の減少であるといえ、その社会的背景には 1960 年代半ばごろからエネルギーが石油に転換し始めたことと考えられる。また、同じく図 4.13 より、森林関連産業従事者の利用頻度の増加は「観光の場」としての利用の増加といえよう。農業従事者や無職者にとっては、「観光の場」以外に、「遊び場」としての利用も増えており、照葉樹林は、材としての利用から、レジャーの場としての利用へと移行しつつあり、今後、照葉樹林の観光資源としての利用可能性を示唆しているといえよう。

一方、「食材・薬草」「その他」の利用については、以前と現在にさほど回答数の変化がみられない。「食材・薬草」の利用は、現在もタケノコ、キノコ、山菜といった食材が採取されており、「その他」の利用としては、神事、共用林の植林といった自由記述が多かった。屋久島は山岳信仰の地であり、島民の豊作・豊漁を願う岳参りという行事が現在も毎年秋に行われていることから、山は神聖な場としても位置づけられている。したがって、図 4.9 で示された「日常生活での必要性」とは食材採取や祭事の場としての利用であり、現在もなお日常的に利用されているといえよう。ただし、利用頻度は以前に比べ全体的に低下しているものの、以前も現在においても「利用しない」とする比率は 3~5 割を占めており、日常的に実用的な利用をしてきたのは、島民全般では限られているともいえる。

### 4.3.5 猿害に対する認識

猿害は、そのほとんどが、農作物に与える食害であるため、今回のアンケート調査では、農業従事者（専業、兼業を問わない）に対してのみ質問項目を設けた。その結果、回答者 133 人のうち 89% が、被害経験があるとしている（付録 2 参照）。被害作物は主に、果樹、野菜類、甘藷（さつまいも）、米であり、なかでも、屋久島のブランド品目としてあげられる果樹への打撃が大きい（第 2 章、図 2.3）。猿害に対する意識は、図 4.14 より、今後は対策を一層強化し、もっと減らしたいという強い要望がみられ、対策にかける負担感の大きさが示されている。その原因については、図 4.15 より、「サルが増えすぎたため」が最

Chapter 4

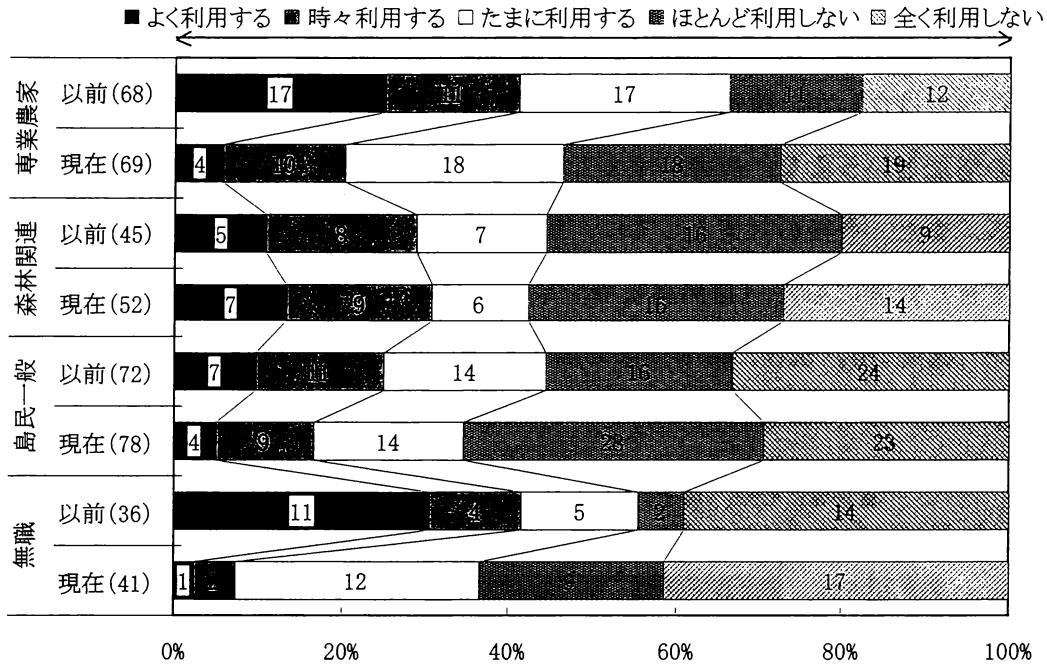


図 4.12 照葉樹林の利用頻度の変化

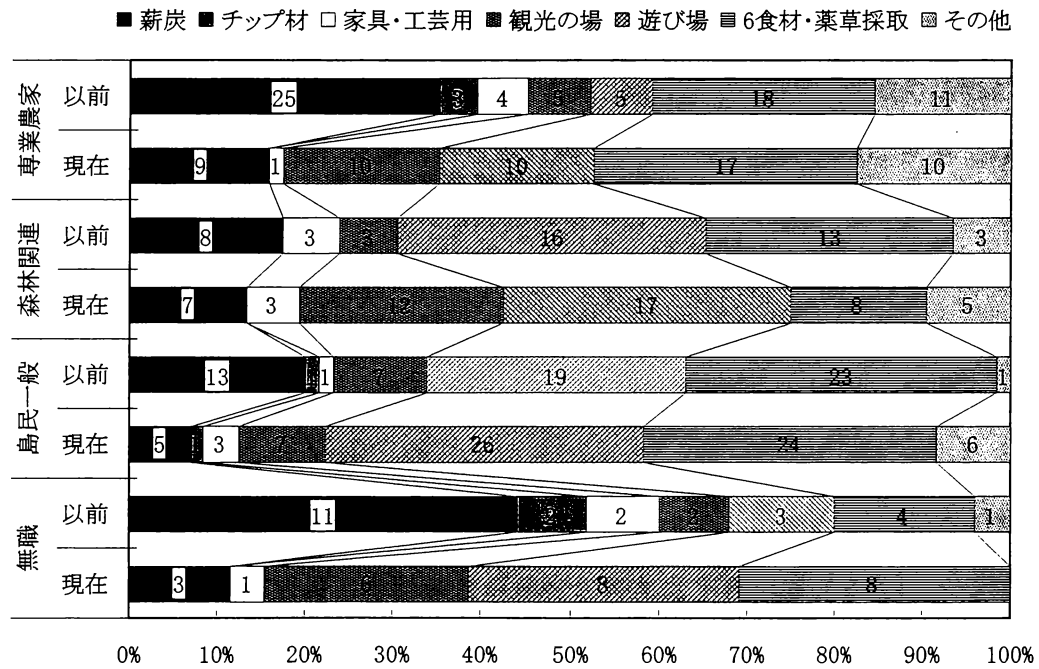


図 4.13 照葉樹林の利用用途の変化(二肢回答)

も多く、そして、生息地に関連する原因として「サルの生息地が減ったため」、「植林地の増加」、「畑・果樹園の拡大」と認識されている。サルの個体数の増減については現在のところ明らかではないが、猿害は増加していると認識していることから（図 4.14）、実際の個体数の増加というより、被害が増えているのだからサルも増えているといった認識がうかがえる。また、今後の対策としては、捕獲・射殺、電気柵、追い払いといったこれまでとられてきた対策に加え、「自然林を増やしサルを山へ戻す」ことも意識としてあることが示された（図 4.16）。現在、最も効果的な対策は電気柵であるといわれ、県や町を主体と

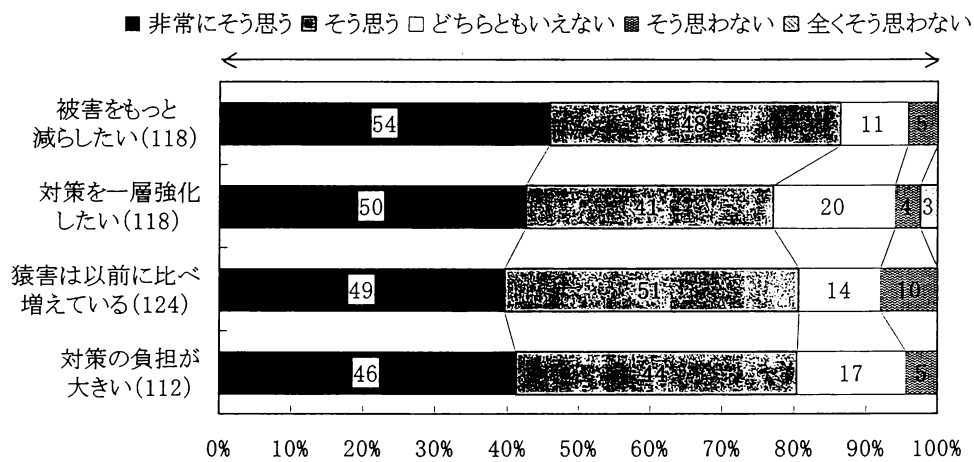


図 4.14 農業従事者の猿害に対する意識

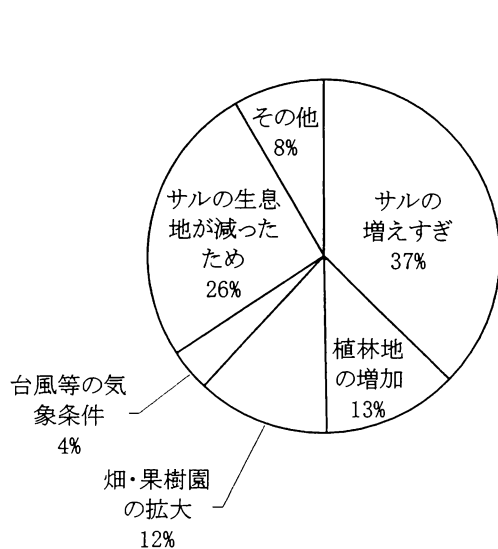


図 4.15 猿害の原因(二肢回答)

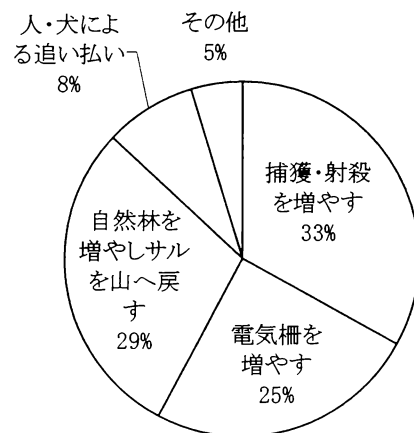


図 4.16 猿害に対する今後の対策(二肢回答)

した事業として電気柵が延長されてきた。しかし、日常的な管理が大変であること、設置コストが高いことなどの短所があり、猿害の原因についての認識をふまえて、今後、生息地管理の必要性も認識していると考えられる。

#### 4.4 おわりに

本章では、保全行動に至る基本プロセスに関連する要素群を構造化し、要素間の位置関係を明らかにした。また、それに基づくアンケート調査により、生物保全意識、生活の安定感、照葉樹林の利用の変化、猿害に対する意識の実態を明らかにし、職業別に比較した。その結果、保全参加への意志が相対的に強いのは、第2章で提示する生息地管理の構成主体とみなした森林関連産業および、それ以外の一般島民であったことから、生息地に職業を通じた直接的な経験のみが、保全意識に結びついているのではなく、生息地管理においては、一般島民の参加も重要であるといえる。また、照葉樹林に対しては、経済的な資源としての価値よりむしろ、自然の豊かさに対する誇りやあることが当たり前という存在自体の価値観が保全意識の背景にあることが示唆された。そして、多くの地域生活者にとって、低地部の照葉樹林の保全とは、今後も何らかの利用が前提となっており、所有でなく、利用する場として共有可能な資源としての可能性はあるといえよう。

また、農業従事者の猿害に対する認識においては、被害に対する負担感が現在も大きく、サルを含めた生物との共生意識に負の影響を及ぼしていると推察される。しかし、自然全般に対する保全意識は高く、猿害が低減されれば、より積極的な保全意識へ傾く可能性もある。

しかし、生活の安心感と保全意識との関係、あるいは、生物との関わりと保全意識との関係については、いくつかの要素との関係性が示唆されたにすぎず、次の段階として、要素間の因果関係を明確化する必要がある。それによって、照葉樹林の保全が生活の安定感につながるのか、あるいは、森林関連産業従事者に経済的便益がもたらされれば、保全行動に至るのかという点を論じることが可能となる。そこで、次章にて、共分散構造分析により、各要素と保全意識との関係を明確化する。

文献資料

- 1) 新村出 編 (1998) : 「広辞苑 第五版」, 岩波書店
- 2) 下中直人 (1981) : 「心理学事典」, 平凡社
- 3) 石崎俊・波多野誼余夫 (1992) : 「心理学事典」, 共立出版
- 4) 榎木義一・河村和彦 (1983) : 「参加型システムズ・アプローチ - 手法と応用 - 」, 日刊工業新聞
- 5) 川喜多次郎 (1984) : 「発想法」, 中公文庫
- 6) 吉川和広 編 (1988) : 「土木計画学演習」, 森北出版
- 7) 飯田恭敬・岡田憲夫 (1992) : 「土木計画システム分析 - 現象分析編 - 」, 森北出版
- 8) 上屋久町役場 (2002.3.1) : 「住民登録人口」, 「世帯数および人口」
- 9) 屋久町役場 (2002.6.1) : 「住民登録人口」, 「世帯数および人口」
- 10) 中道實 (1997) : 社会調査方法論, 恒星社厚生閣
- 11) (株)日水コン システム開発室 (1984) : 河川計画のための社会調査に移管する研究, NSC 研究年報  
Vol.12, No.4
- 12) 飽戸弘 (1987) : 社会調査ハンドブック, 日本経済新聞社
- 13) 総務省 (1995) : 「国勢調査」, 世帯数, 産業別就業者数

## 第5章 生活の安定感と生物保全意識の因果関係

### 5.1 はじめに

第4章では、自然の保全行動にいたる意識構造を明確化し、それに基づいたアンケート調査で得られた結果より、《生物保全意識》に対し、〈生活の安定感〉、〈生物との関わり〉、および〈猿害〉という3つの視点から、各要素ならびに要素間の関連性の傾向を職業別に比較した。その結果、《生物保全意識》が相対的に高いのは、森林関連産業および一般島民であったが、〈生活の安定感〉の要素【将来の生活の安心感】については、専業農家および無職者より安心感が低かった。照葉樹林の利用は全体的に利用頻度は低下しているが、その用途は日常生活の場からレジャーの場へと移行しつつあり、特に森林関連産業従事者においてその傾向が強かったため、《生物保全意識》と何らかの関連があると推測された。また、サルについては、全体的にネガティブな感情を抱いており、特に農業従事者にとって〈猿害〉は、生物との共生を阻む要因となっていることが示唆された。

以上第4章より、《生物保全意識》に対していくつかの要素の関連性が示されたが、これらの結果から要素間の因果関係を導くことはできない。また、相互に関連する複数の要素が1つの要素に対して影響している場合については説明できない。第2章で提示した生息地管理システムにおいて、地域生活者の保全インセンティブを明らかにするためには、保全の意識構造の中で要素間の因果関係を明らかにすることが必要である。

そこで本章では、地域生活者の生物保全と生活の安定感に関する因果関係をモデル化し、定量的に明らかにすることを目的とする。保全意識や安定感といった抽象的な要素をアンケートで直接質問することは、回答者によって様々に解釈される恐れがあるため、これらに影響を及ぼす具体的な質問項目を設定する必要がある。しかし、これらの項目は通常何らかの相関関係を有し、独立であることは考えにくい。そこで、直接観測できない変数を潜在変数として設定することができ、さらに、変数間の因果関係と相関関係が表現できる共分散構造分析モデル<sup>1)</sup>を用いて、両者の因果関係を定量的に明らかにする。また、地域

生活者と猿害を受けている農業従事者の因果モデルの違いについて分析を行うとともに、因果モデルにおける猿害の影響についても分析する。

## 5.2 共分散構造モデル

### 5.2.1 モデルの概要 <sup>1), 2), 3)</sup>

共分散構造分析とは、直接観測できない潜在変数（構成概念）を導入し、その潜在変数と観測変数の間に因果関係を同定することにより、社会現象や自然現象を理解するための統計的手法として定義されている。これは因子分析や多重回帰分析（パス解析）の拡張として開発された手法であり、さまざまな環境評価にも適用されている <sup>4), 5)</sup>。

以下では、複数の原因となる変数が、複数の結果となる変数に対して潜在変数を介して因果関係を構成する構造となっている MIMIC モデル（Multiple Indicator Multiple Cause）モデルを用いて、

- ① モデルの基本構造
- ② パラメータの推定方法
- ③ 結果の解釈
- ④ モデルの統計的検定

について述べる。

#### (1) モデルの基本構造

共分散構造分析モデルでは、変数間の因果関係を表現するモデルを想定し、図 5.1 で示したようなパス図として表現する。この関係は測定方程式と構造方程式によって表現される。なお、この図の四角で表した観測変数  $x$  と  $y$  はアンケートによって得られる観測変数であり、楕円で表した変数  $\eta$  はモデルで想定する潜在変数である。また  $\zeta$  と  $e$  は誤差変数である。

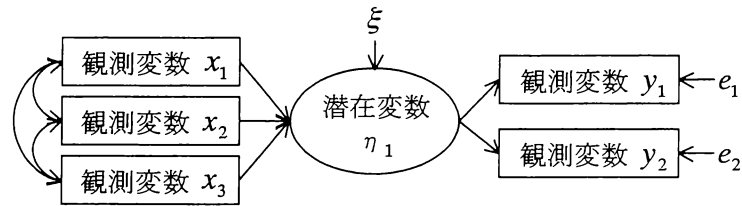


図 5.1 MIMIC モデルのパス図

### 構造方程式

これは、

- ①ある観測変数が別の観測変数の原因となる場合
- ②ある潜在変数が別の潜在変数の原因となる場合
- ③ある観測変数がある潜在変数の原因となる場合

というような、それぞれの因果関係を表現した方程式である。図 5.1 に示した MIMIC モデルの構造方程式は③の場合であり、観測変数  $x_1, x_2, x_3$  と潜在変数  $\eta$  の関係を表現したものである。これは (5・1) 式で表される。

$$\eta = \mathbf{a}\mathbf{x} + \xi \quad (5 \cdot 1)$$

なお、 $\mathbf{a}$  は因果係数であり、 $\xi$  は誤差変数である。

### 測定方程式

これは、共通の原因となっている潜在変数が複数個の観測変数に影響を与えている様子を記述するための方程式である。つまり、図 5.1 における潜在変数  $\eta$  と観測変数  $y_1, y_2$  の関係を表現したものであり、次の (5・2) 式で表される。

$$\mathbf{y} = \mathbf{B}\eta + \mathbf{e} \quad (5 \cdot 2)$$

なお、 $\mathbf{B}$  は  $\mathbf{y}$  と  $\eta$  の因果係数であり、 $\mathbf{e}$  は誤差変数である。また、これは共通原因となる潜在変数の影響によって観測変数間に相関関係が生まれる現象を表現する方程式でもあり、因子分析と同じ考え方になる<sup>1),3)</sup>。

### (2)モデルのパラメータの推定方法

パラメータの推定では、データから得られる共分散構造（標本分散共分散行列） $S$  とモデルから推定される共分散構造  $\Sigma(\hat{\theta})$  の差を最小化するようにパラメータ ( $\mathbf{a}, \mathbf{B}$ ) の値を決



定するという方法で行われる。なお、 $\hat{\theta}$  は共分散構造のパラメータの推定値を表している。換言すれば、この操作はモデルの共分散構造がデータの共分散構造になるべく近くなるようにパラメータ  $\theta$  を推定することであり、数学的には次式で表される。

$$\min_{\theta} = F(\mathbf{S}, \Sigma(\theta)) \quad (5 \cdot 3)$$

そして、この関数  $F$  の取り方によって推定方法が決める。本節では、最尤推定法を用いることとする。この推定法は、観測データが多変量正規性（全ての観測変数の分散が正規分布に従う）である母集団からとられたという仮定の下で導かれ、関数  $F$  を次式のように設定し、これを最小化する  $\theta$  を求める方法である。

$$F_{ML}(\mathbf{S}, \Sigma(\theta)) = \log|\Sigma(\theta)| - \log|S| + \text{tr}\{\Sigma(\theta)^{-1}S\} - p \quad (5 \cdot 4)$$

なお、 $p$  はパラメータ  $\theta$  の次数であり、 $\Sigma$  は共分散構造を表している。また、 $F_{ML}$  は最尤推定法（Method of Maximum Likelihood）の関数を意味している。

次に、パラメータが決定された後の結果の解釈について述べる。

### (3) 結果の解釈

変数間の因果係数の解釈には、直接効果・総合効果・間接効果の3つがある。以下に、図 5.1 の MIMIC モデルを用いて説明する。

①直接効果とは、ある1つの原因となる変数（当該変数、例えば  $x_1$ ）以外の他の変数を一定にしたという条件の下で、当該変数  $x_1$  を1単位上昇させたときの、ある1つの結果となる変数（ $\eta_1$ ）の変化の期待値である。これは、因果係数と同じ値になる。

②総合効果とは、モデル中の外生変数（ $x_1, x_2, x_3$ ）を全て一定にし、それから当該変数（ $\eta_1$ ）を1単位上昇させ、その影響を他の変数に波及させたときの基準変数（ $y_1, y_2$ ）の変化の期待値である。

③間接効果とは総合効果と直接効果の差であり、ある1つの原因となる変数（当該変数、例えば  $x_1$ ）以外の変数を一定にしたという条件の下で、当該変数を1単位上昇させたときの、直接的な関係のない結果となる変数（例えば、 $y_1$ ）の変化の期待値である。

## (4)モデルの統計的検定

ここでは、モデル全体の評価指標として一般的に用いられている P 値、GFI、AGFI、および RMSEA について述べる。

## P 値

母数の推定方法に最尤推定法を用いたとき、帰無仮説  $H_0$ : モデルが正しい、を採択する基準として P 値がある。これは、 $P < 0.05$  でモデルが 95% 有意であることを表している。なおこれは、尤度比を  $\lambda$  としたとき、統計量  $-2 \log \lambda$  の分布は、多変量正規性（全ての観測変数の分散が正規分布に従う）の下で、自由度  $df$  (degree of freedom) の  $\chi^2$  分布で近似できることによっている。なお、自由度  $df$  の  $\chi^2$  分布とは、正規分布する母集団から無作為に抽出された  $n$  個のデータの標準得点  $Z$  の二乗和の分布であり、次の (5・5) 式で表される。

$$\chi^2 = \sum_i^n Z_i^2 = \frac{\sum_i^n (X_i - \mu)^2}{\sigma^2} \quad (5 \cdot 5)$$

$i = 1, 2, \dots, n$

$\sigma^2$ : 分散

$X_i$ : サンプル  $i$  の値

$\mu$ : 平均値

## GFI (Goodness of Fit Index)

設定したモデルが観測されたデータ（分散共分散行列）をどの程度説明しているかを表す一般的な適合度指標として GFI がある。これは以下の (5・6) 式で表され、回帰分析における重相関係数に対応している。

$$GFI = 1 - \frac{\text{tr} \left[ \left\{ \Sigma(\hat{\theta})^{-1} (S - \Sigma(\hat{\theta})) \right\}^2 \right]}{\text{tr} \left[ \left\{ \Sigma(\hat{\theta})^{-1} S \right\}^2 \right]} \quad (5 \cdot 6)$$

ここで、

$$\text{tr}((A)^2) = \text{tr}(AA')^2 \quad (5 \cdot 7)$$

であり，正方行列  $A$  の要素を  $a_{ij}$  ( $i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,m$ ) とすると， $tr(A)$  は次式で与えられる．

$$tr(A) = \sum_{i=1}^m a_{ii} \quad (5 \cdot 8)$$

GFI は 1 に近づくほど説明力があると判断され，心理学や社会学の既往の研究から，経験的に 0.9 以上あることが望ましいといわれている．

#### AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index)

GFI は自由度が小さくなると適合度が改善されるという問題があるため，以下に示す (5・9) 式で表される AGFI をあわせて用いることが多い．

$$AGFI = 1 - \frac{p(p+1)(1-GFI)}{2df} \quad (5 \cdot 9)$$

これは回帰分析における自由度修正済みの重相関係数に対応しており， $GFI \geq AGFI$  の関係が成り立つ．この値は  $GFI - AGFI$  の値が 0.1 以下であることが望ましいといわれている．

#### RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation)

モデルの分布とデータの分布との乖離度を 1 自由度あたりの量として表現した指標として RMSEA がある．これは最尤推定法を用いてパラメータを推定したときに用いられる指標であり，次の (5・10) 式によって表される．

$$RMSEA = \sqrt{\max \left\{ \frac{\hat{F}}{d} - \frac{1}{n}, 0 \right\}} \quad (5 \cdot 10)$$

$$\hat{F} = \min F_{ML}(S, \Sigma(\theta)) \quad (5 \cdot 11)$$

これは 0.05 以下であるとモデルの当てはまりが良いとされている．

以上で示した検定方法を表 5.1 にまとめておく．次節で行う共分散構造分析では，この表で設定した値を用いて分析結果を評価することとする．

表 5.1 統計的検定を用いたモデルの評価基準とその意味

検定方法名	評価基準とその意味
P 値	P 値はモデルが正しいという帰無仮説の採択確率を表しており、0.5 以上のとき、モデルを採択する。
GFI・AGFI	GFI は設定したモデルが観測されたデータをどの程度説明しているかを表す適合度指標であり、AGFI は自由度修正済みの適合度指標である。 経験的に GFI が 0.9 以上、AGFI が GFI-0.1 以上であることが望ましいとされており、本章ではこの値を用いる。
RMSEA	RMSEA は、モデルの分布とデータの分布との乖離度を1自由度あたりの量として表現した指標である。 この値も経験的に 0.05 以下であることが望ましく、0.10 以上だと望ましくないとされており、本章ではこの値を用いる。

### 5.2.2 観測変数と潜在変数の設定

アンケートでは、生物と生活に関する 5 段階回答形式の質問を回答者共通 27 項目、農業従事者にはそれに猿害・農業に関する質問 9 項目を加えた計 36 項目設け、観測変数とした（表 5.2）。表 5.2 で X にあたる観測変数は状態量を表し、Y にあたる観測変数は将来に対する意志・希望に関する変数である。本研究では、生物保全における課題として猿害に着目しているため、これらの観測変数から構成される潜在変数として、サルとサルの生息適地である照葉樹林をキーワードとし、生物に関しては、【 $\eta_1$  自然の保全意識】、【 $\eta_2$  照葉樹林の価値】、【 $\eta_3$  サルに対する感情】、生活に関しては【 $\eta_4$  生活の満足感】、農業従事者に対しては【 $\eta_5$  猿害の負担感】を設定した。

表 5.2 観測変数のリスト

カテゴリー	変数番号	質問項目	
生物	X1	現在照葉樹林の利用頻度が高い	
	X2	以前照葉樹林の利用頻度が高かった	
	X3	サルが好き	
	X4	サルを昔からみかける	
	X5	自然に対し興味がある	
	X6	自然が多い	
	X7	自然が多様である	
	X8	自然が個性的である	
	Y1	照葉樹林の増加を望む	
	Y2	サルと共生可能	
	Y3	生き物と共生したい	
	Y4	自然の保全が必要	
	Y5	自然の保全活動へ参加したい	
	生活	X9	近所づきあいが多い
		X10	買物に便利
X11		自然の遊び場が多い	
X12		生活しやすい	
X13		景色がよい	
X14		自然災害が少ない	
X15		ライフライン寸断リスクが小さい	
X16		道路寸断リスクが小さい	
X17		島外から注目されている	
X18		島への愛着がある	
X19		島を誇りと思う	
Y6		将来の生活を安心と思う	
Y7		島にすみ続けたい	
Y8		島をアピールしたい	
農業・猿害		X20	被害対策の負担が大きい
		X21	サルによる被害が大きい
		X22	サルによる被害日数が多い
		X23	猿害は以前に比べ増えている
		X24	作物収穫高が安定している
	X25	後継者がいる	
	X26	農業の将来性がある	
	Y9	対策を一層強化したい	
	Y10	被害をもっと減らしたい	

### 5.3 潜在変数の MIMIC モデル

潜在変数を表現するために、本章では、原因  $x$  と結果  $y$  の 2 群の観測変数が 1 つの潜在変数を介して因果関係を表す構造 (図 5.1) をとる MIMIC モデルを適用する。図 5.2 から図 5.6 に、潜在変数  $\eta 1$  から  $\eta 5$  の MIMIC モデルを示す。図中のかっこ ( ) 内の数値は P 値を表す。

図 5.2 を例にモデルの構造を説明すると、このモデルは、【X3 サルが好き】、【X5 自然に対し興味がある】という 2 つの原因と、【Y2 サルとの共生可能】、【Y3 生き物と共生したい】、<Y5 自然の保全活動へ参加したい>という 3 つの結果の関係を【 $\eta 1$  自然の保全意識】という潜在変数を導入することによって表現している。このモデルの適合度は高く (GFI=0.95)、因果係数の大きさから、2 つの要因のうち、直接的には【X3 サルが好き】が< $\eta 1$  自然の保全意識>の要因としてより強く影響していることがわかる。なお、2 つの変数間の相関係数が高い場合は、2 変数の共変動によって負担感に影響していると解釈できる。また、< $\eta 1$  自然の保全意識>は 3 つの結果のうち【Y3 生き物と共生したい】結果としてより強く表れていることがわかる。個々の潜在変数を表現する MIMIC モデルは、全ての結果において統計的に有意な結果が得られた。つまり、ここで設定した 5 つの潜在変数は地域生活者および農業従事者の認識構造を表す変数として有効である。これより、以下の分析ではこれらの潜在変数を用いて、生物保全の認識構造を明らかにする。

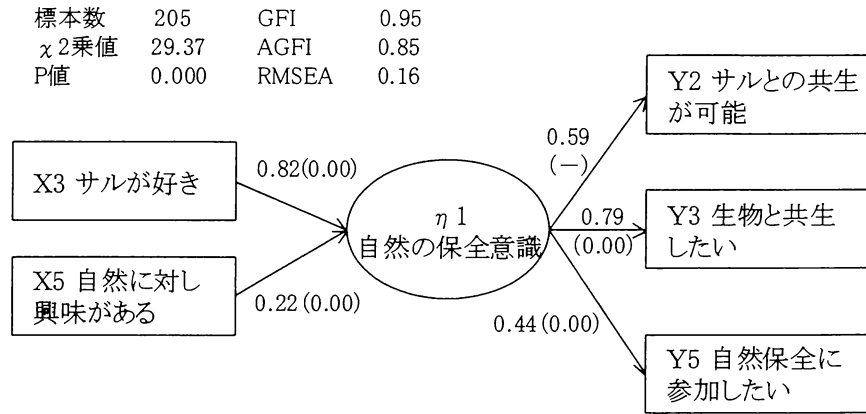


図 5.2 「自然の保全意識」の MIMIC モデル

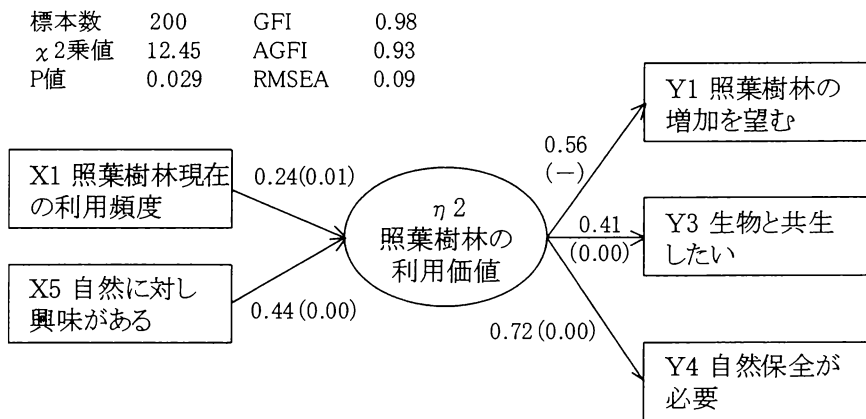


図 5.3 「照葉樹林の利用価値」の MIMIC モデル

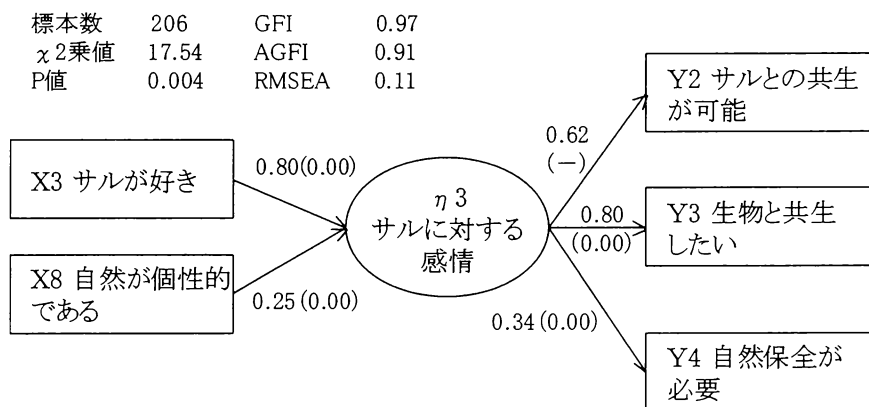


図 5.4 「サルに対する感情」の MIMIC モデル

標本数	203	GFI	0.97
$\chi^2$ 乗値	23.35	AGFI	0.91
P値	0.005	RMSEA	0.09

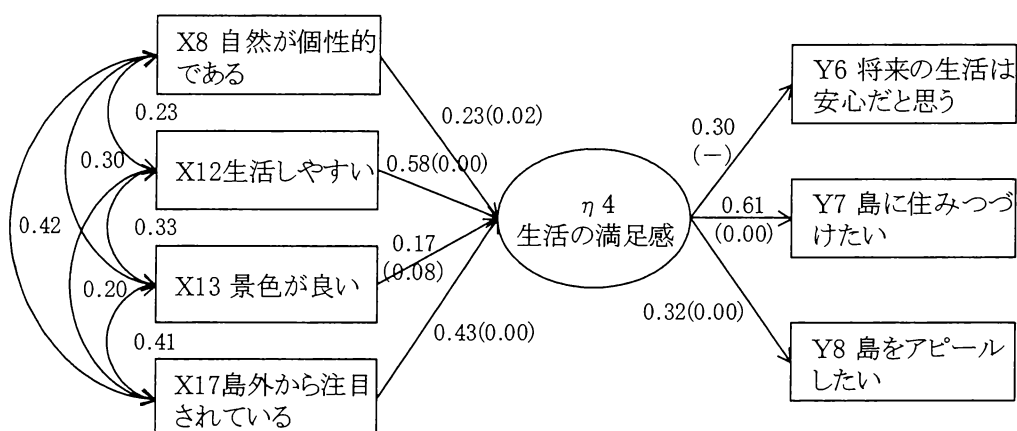


図 5.5 「生活の満足感」の MIMIC モデル

標本数	; 89	GFI	; 0.95
$\chi^2$ 乗値	; 11.29	AGFI	; 0.77
P値	; 0.010	RMSEA	; 0.18

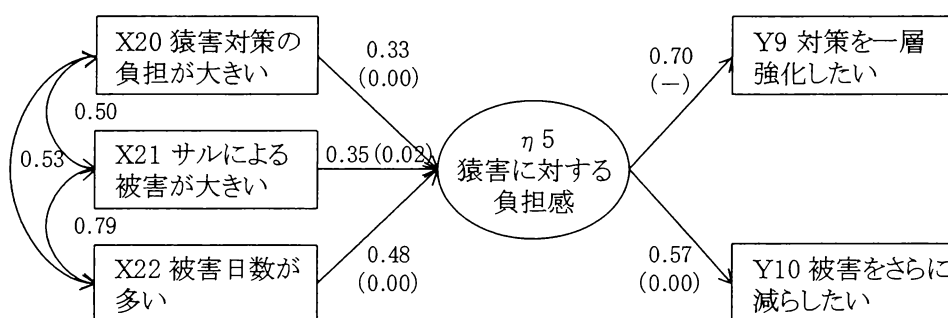


図 5.6 「猿害に対する負担感」の MIMIC モデル



## 5.4 生物保全の認識構造に関する分析

### 5.4.1 生活の満足感と生物保全意識に関する認識構造

ここではまず、上述の潜在変数を用いて地域生活者全体と農業従事者の認識構造に関するモデル化を行う。なお、猿害の被害を受けているのは農業従事者だけであるため、 $\eta 1$ ～ $\eta 4$ の潜在変数を用いてモデル化を行うこととした。なお、本章では、地域生活者の生物保全インセンティブを探るため、設定した潜在変数のうち、【自然の保全意識】を認識構造の到達点とし他の潜在変数が保全意識に影響を及ぼすという因果関係を想定し、図 5.7、図 5.8 に示す地域生活者全体と農業従事者の認識構造の分析結果を得た。

図 5.7 より、地域生活者全体では、【自然の保全意識】に対して【生き物に対する感情】よりも【照葉樹林の利用価値】が強く、【生活の満足感】は、【照葉樹林の利用価値】を介して間接的に【自然の保全意識】に関与することがわかる。これに対し、農業従事者のみの因果モデルでは、【照葉樹林の利用価値】から【自然の保全意識】へ向けての因果係数が 0.50 であり、地域生活者全体のモデルより小さく、【生き物に対する感情】から【自然の保全意識】へ向けての因果関係が 0.50 であることから、〈照葉樹林の利用価値〉と〈生き物に対する感情〉は〈生物保全意識〉に対し、因果関係の強さは同等であることが示されている。図 5.8 に示す農業従事者のみの分析における GFI は約 0.8 であり、モデルの適合度は上述した経験的な値よりは低い。この原因としては次のことが考えられる。ひとつ目は、サンプル数が少ないため、ある一つのサンプルがモデルに適合しない（モデルから大きく離れる）とき、十分大きなサンプルがあるときと比べ、それが GFI に大きく影響している。また、二つ目としてデータの分布が正規分布でないことが考えられる。

しかし、モデル全体の P 値から、統計的に有意であり、モデルの構造は仮説検定において採択されている。また、GFI が 0.8 であることから、データの 8 割は説明できており、因果係数の P 値も信頼性のある結果が得られているため、農業従事者のみの因果モデルも生物の保全インセンティブを論じる上で採択した。

Chapter 5

標本数 ; 186 GFI ; 0.89  
 $\chi^2$ 乗値 ; 178.93 AGFI ; 0.83  
 P値 ; 0.00 RMSEA ; 0.08

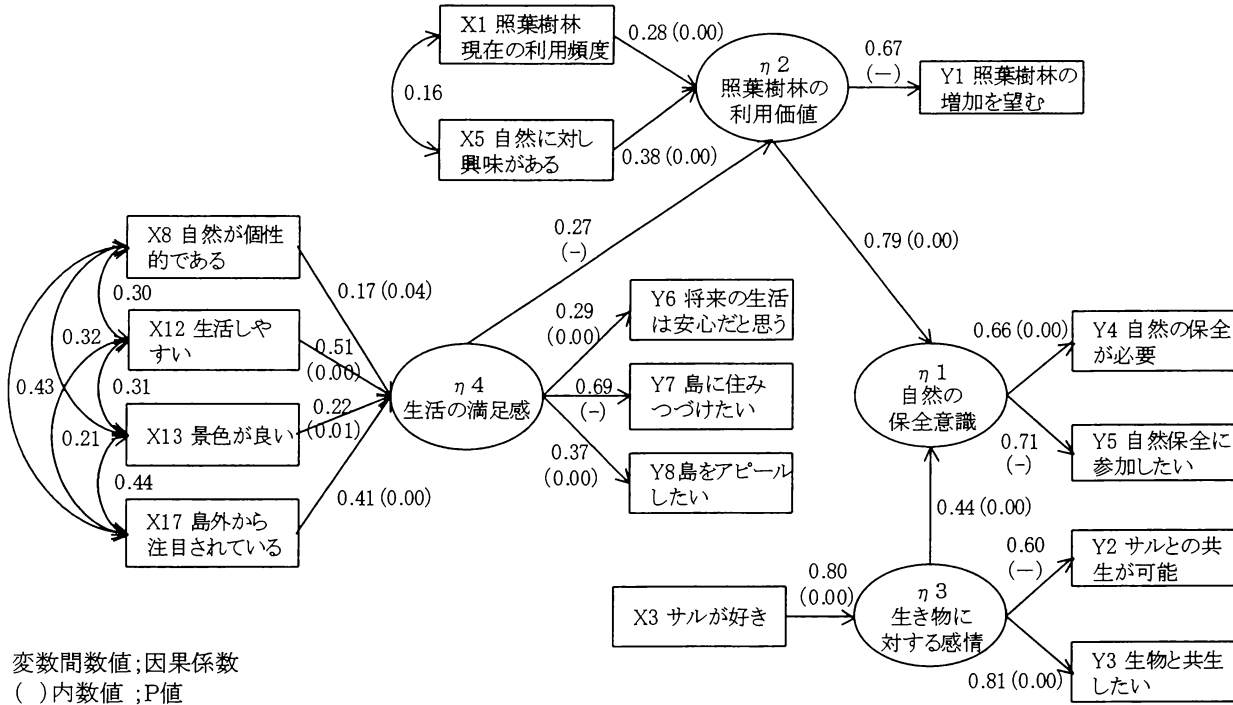


図 5.7 地域生活者全体の生活の満足感と生物保全意識の因果モデル

標本数 ; 66 GFI ; 0.80  
 $\chi^2$ 乗値 ; 123.20 AGFI ; 0.71  
 P値 ; 0.00 RMSEA ; 0.11

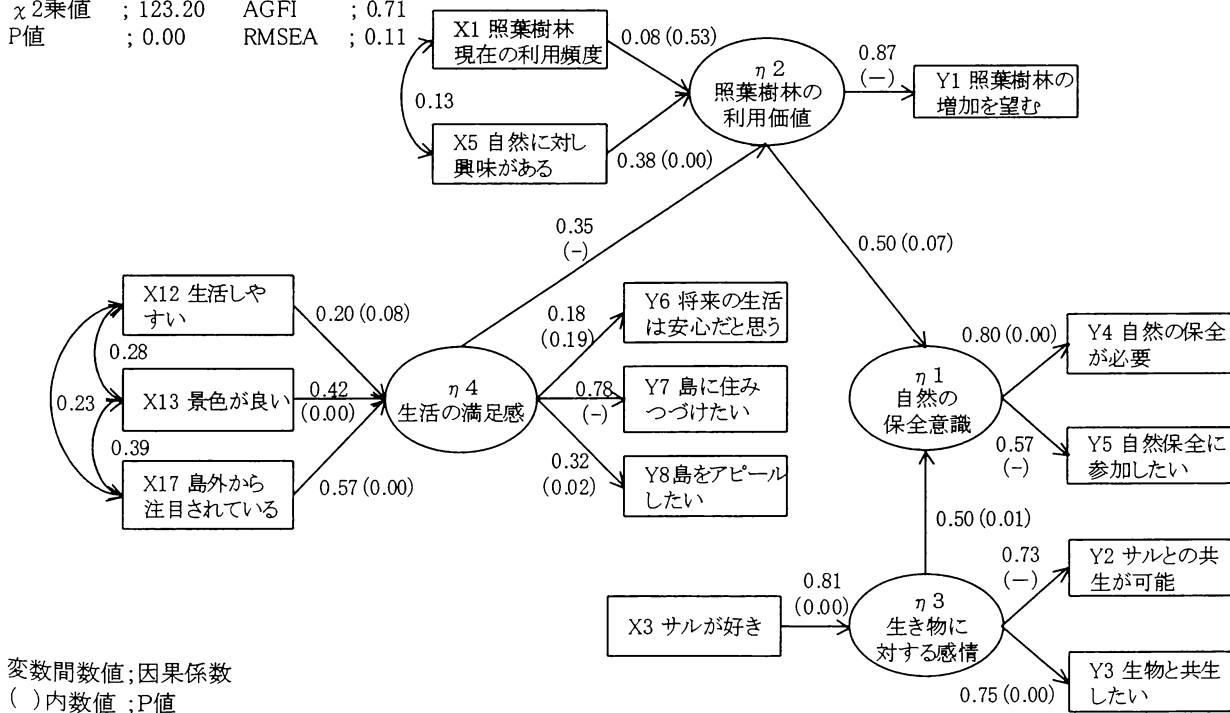


図 5.8 農業従事者の生活の満足感と生物保全意識の因果モデル

#### 5.4.2 猿害を考慮した農業従事者の認識構造

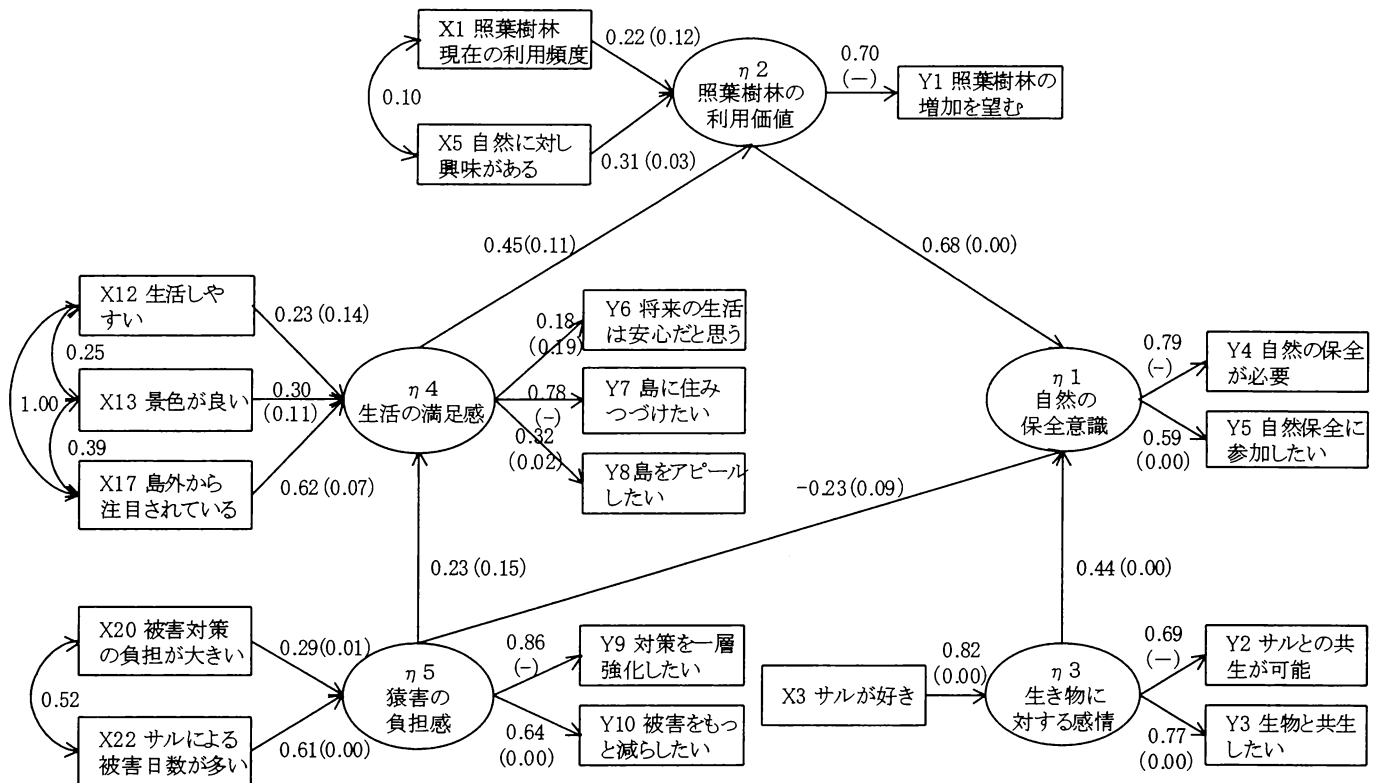
前章より、農業従事者の保全意識はサル害を無視して考えられるものではない。したがって、【猿害に対する負担感】を新たな潜在変数として加え、認識構造の差異について考察する。すなわち、図 5.8 のモデルに【猿害に対する負担感】を組み込んだモデルを想定する。農業従事者のみのデータを用いてこのモデルを分析した結果を図 5.9 に示す。これより、【猿害に対する負担感】は【生き物に対する感情】に影響を与えるのではなく、他の潜在変数と比べると、【自然の保全意識】に対する因果係数の絶対値は小さいが、負の影響を及ぼしていることがわかる。したがって、農業従事者の【自然の保全意識】を高めるためには、猿害の低減が必要であるといえる。

#### 5.4.3 認識構造の差異に関する考察

ここでは、図 5.7～図 5.9 の潜在変数間の因果係数の直接効果と間接効果の違いについて考察を行うこととする。まず、3つのモデルの直接効果と間接効果を表 5.3 に示す。これより、直接効果では、【 $\eta_4$  生活の満足感】から【 $\eta_2$  照葉樹林の利用価値】への値が地域生活者全体より農業従事者の方が高い値を示し、さらに猿害を考慮することによって高い値になっていることがわかる。さらに、農業従事者に着目すれば【 $\eta_2$  照葉樹林の利用価値】から【 $\eta_1$  自然の保全意識】への値が高くなっている。これは、現地調査を踏まえると、農業従事者は、照葉樹林自体が農作物の栽培地ではないが、畑の管理の合間に山の手入れを行うなど、かつてより緊密な利用を行ってきた。また、食材や薬草を採集する場としても利用している。つまり、農業従事者は、日常生活での照葉樹林との関わりが一般の地域生活者より強く、また、生活の満足感が照葉樹林の利用価値に及ぼす因果関係も強いといえる。

間接効果においては、農業従事者の生活の満足感と生物保全意識に猿害を考慮することによって【 $\eta_4$  生活の満足感】から【 $\eta_1$  自然の保全意識】の因果係数の値が高くなっている。これは、農業従事者にとって猿害が生活の満足感に対して影響を及ぼすことによって、間接的に自然の保全意識に影響を及ぼしているということである。これより、

標本数 ; 66 GFI ; 0.80  
 $\chi^2$ 乗値 ; 186.99 AGFI ; 0.72  
 P値 ; 0.00 RMSEA ; 0.08



変数間数値; 因果係数  
 ( )内数値 ; P値

図 5.9 「猿害の負担感」を考慮した農業従事者の因果モデル

表 5.3 潜在変数間の直接効果と間接効果

効果	因果関係	島民全体	農業従事者	猿害を考慮
直接効果	$\eta 2 \rightarrow \eta 1$	0.79	0.50	0.59
	$\eta 3 \rightarrow \eta 1$	0.44	0.50	0.44
	$\eta 4 \rightarrow \eta 2$	0.27	0.35	0.24
	$\eta 5 \rightarrow \eta 1$			-0.23
	$\eta 5 \rightarrow \eta 4$			0.23
間接効果	$\eta 4 \rightarrow \eta 1$	0.21	0.13	0.38
	$\eta 5 \rightarrow \eta 1$			0.07
	$\eta 5 \rightarrow \eta 2$			0.11

農業従事者にとって、生活の満足感を説明する場合、猿害に関する要因を省くわけにはいかないといえる。逆に、図 5.9 より【 $\eta 5$  猿害の負担感】が【 $\eta 4$  生活の満足感】に影響を及ぼし、また、【 $\eta 1$  自然の保全意識】に対しては負の影響を及ぼす関係があるため、猿害の負担感を取り除いた場合、【 $\eta 4$  生活の満足感】から【 $\eta 2$  照葉樹林の利用価値】に対するパス係数は大きくなると考えられ、一般島民よりも自然の保全意識は強まることが考えられる。

## 5.5 おわりに

本章では、屋久島における地域生活者全体および農業従事者の認識構造を共分散構造モデルによって明らかにした。これより、【自然の保全意識】に対して、【照葉樹林の利用価値】や【生き物に対する感情】が影響を及ぼしていること、さらにこの影響力には地域生活者全体と農業従事者とで違いがあることを示した。

さらに、潜在変数間の直接効果・間接効果を示すことによって、農業従事者は【猿害に対する負担感】が【生活の満足感】を通して【自然の保全意識】に対して影響を与えていることが明らかになった。農業従事者は地域生活者全体の中では少数派であるが、日常的に猿の被害を受けており、このような人達を無視して生物の保全活動を行うことは出来ない。したがって、農業従事者の意見は無視できるものではなく、猿害の低減を組み込んだ自然の保全活動が重要となる。

文献資料

- 1) 豊田秀樹（1998）：「共分散構造分析【入門編】構造方程式モデリング」，朝倉書店
- 2) 狩野裕・市川雅教（1998）：「共分散構造分析」，日本統計学会チュートリアルセミナー資料
- 3) 芝祐啓（1979）：「因子分析法」，東京大学出版会
- 4) 清水丞・萩原清子・萩原良巳（1999）：潜在変数を考慮した水辺利用行動選択モデルの環境評価への適用，第13回環境情報科学論文集，pp.155-160
- 5) 神谷大介・萩原良巳（2001）：都市域の自然的空間利用における心理的要因と整備内容に関する研究，土木計画学研究論文集 18（2），pp.267-273

## 第6章 生物保全意志に影響を及ぼす要因分析

### 6.1 はじめに

第4章では、〈生活の安定感〉と〈生物との関わり〉に関連するいくつかの要素が、地域生活者の〈生物保全意識〉に関係することを述べた。各要素のクロス集計により、要素間には相互関係があり、〈生物保全意識〉は、これらの独立でない複数の要素によって構成されることが示唆された。そこで、第5章では、〈生活の安定感〉と〈生物との関わり〉に関連する複数の要素から潜在変数を推定し、〈生物保全意識〉との因果関係を定量的に示した。その結果、〈生物との関わり〉は〈生物の保全意識〉と直接的な因果関係が強いが、〈生活の安定感〉は〈生物の関わり〉を通じて間接的に影響を及ぼすことが明らかになった。以上の結果を踏まえ、本章では、〈生物保全意識〉に対する各要素の影響力の定量化により、生物保全のインセンティブとなり得る主要な要因を明らかにすることを目的とする。

保全インセンティブには、生物保全を目的とした正の要因と、保全行動に至る上で解決が必要な負の要因があると考えられる。本研究では、生物保全の課題として猿害を取り上げており、問題を明確化するため、数量化理論により正負両方の要因を考察する。そこで、まず、外的基準として、第4章の生物保全の意識構造図に示される〈生物保全意識〉のカテゴリーのうち、アンケートの回答結果が Yes と No に2分される要素に着目した。回答が Yes と No に2分された要素は、【サルとの共生可能性】、【生き物との共生願望】、および【保全活動への参加意志】であった。これら3要素の関係は、意識構造図において、【保全活動への参加意志】が最上位に、【サルとの共生可能性】および【生き物との共生願望】をそれぞれレベル2およびレベル3に位置付けられている。プロセスモデルでは、保全意識構造の到達点を保全行動としているため、より上位のレベルに位置付けられる【保全活動への参加意志の有無】を外的基準と設定し、数量化理論第II類により外的基準の Yes と No を判別しうるアイテムを抽出する。

次に、抽出されたアイテムの、要因としての解釈を深めるため、第2の外的基準を抽出し、2軸でサンプルを4グループに類型化して、グループを判別する各アイテムの影響力を数量化理論第II類の適用により定量化する。第2の外的基準については、【保全活動への参加意志】以外に、意識構造の各カテゴリーの上位レベルで回答がYesとNoに2分される要素に着目した。なお、〈生物との関わり〉に関する要素については、回答がどちらかに偏っており分析できないため、他の2カテゴリーの上位レベル要素に着目する。これらのうち、回答が2分した要素は、〈生活の安定感〉の【将来の生活の安心感】および【島外移住者の増加を望む】、〈生物保全意識〉の【自然保全の必要性】および【サルとの共生可能性】であった。これらの4要素のうち、第5章の因果モデルの構成要素でもある3要素【将来の生活の安心感】、【自然保全の必要性】および【サルとの共生可能性】を第2の外的基準として抽出した。

最後に、抽出されたアイテムを数量化理論第I類により統合化し、【保全活動への参加意志】に影響を及ぼす正の要因、負の要因について考察する。

## 6.2 数量化モデルの概要<sup>1),2),3)</sup>

### 6.2.1 数量化理論第I類

数量化理論第I類とは、量的に計測された外的基準を定性的な要因にもとづいて説明あるいは予測するための分析モデルである。説明変量を要因（アイテム）と呼び、それぞれの要因が取りうる状態を属性（カテゴリー）と呼ぶ。各サンプルがそれぞれのアイテムのどのカテゴリーに反応するかを表すために、次のようなダミー変数を導入する。

$$\delta_i(j,k) = \begin{cases} 1 \dots \text{サンプル}i\text{がアイテム}j\text{のカテゴリー}k\text{に反応するとき} \\ 0 \dots \text{反応しないとき} \end{cases} \quad (6 \cdot 1)$$

このとき、ダミー変数 $\delta_i(j,k)$ については(6・2)式に示す制約式が成立しなければならない。



$$\left. \begin{aligned} \sum_{k=1}^{C_j} \delta_i(j,k) &= 1 \\ \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{C_j} \delta_i(j,k) &= n \end{aligned} \right\} \quad (6 \cdot 2)$$

ここに、 $C_j$ はアイテム  $j$  のカテゴリ数である。それぞれのアイテムの各カテゴリ反応から外的基準の値を予測するために、各サンプル  $i$  に対して、ダミー変数  $\delta_i(j,k)$  を用いて、(6・3) 式のような線形合成式を考える。

$$Y_i = \sum_{j=1}^R \sum_{k=1}^{C_j} a_{jk} \cdot \delta_i(j,k) \quad (6 \cdot 3)$$

ここに、 $a_{jk}$  はダミー変数  $\delta_i(j,k)$  にかかる係数であり、カテゴリウエイトという。

すべてのアイテムに対するカテゴリ反応によって得られる得点  $Y_i$  のことをカテゴリースコアと呼び、外的基準  $y_i$  の予測値となる。  $Y_i$  によって最もうまく外的基準  $y_i$  を予測できるよう、カテゴリースコア  $a_{jk}$  を定めれば良い。そこで、最小二乗法を用いて、外的基準  $y_i$  とその予測値  $Y_i$  の差の2乗和を最小化する。これは(6・4) 式で表される。

$$Q = \sum_{i=1}^n (y_i - Y_i)^2 \rightarrow \min \quad (6 \cdot 4)$$

この式を満たすように  $a_{jk}$  を定める。こうして決定された  $a_{jk}$  を(6・3) 式で用いれば、新しいサンプルに対してもその合成変数  $Y_i$  の値、すなわち外的基準の値  $y_i$  を求めることが可能となる。さらに、 $a_{jk}$  の値の大小関係を比較分析することによって、どのようなアイテム、カテゴリが外的基準に強く影響するかを判断することができる。

#### レンジと偏相関係数と重相関係数

外的基準  $y_i$  に対する各アイテムの影響の大きさは、アイテム内の各カテゴリに与えられた数量、すなわちカテゴリウエイト  $a_{jk}$  の範囲(これをレンジという)の大きさによって判断することができる。ここに、アイテム  $j$  のレンジ  $d_j$  は

$$d_j = \max_k (a_{jk}) - \min_k (a_{jk}) \quad (6 \cdot 5)$$

で計算される値である。レンジの値  $d_j$  が大きいアイテム  $j$  ほど、そのうちのいずれのカテゴリ  $k$  に反応するかによって外的基準の値  $y_i$ 、したがって予測値  $Y_i$  が大きく変わることになる。このことは、それだけ外的基準に与える影響が大きいことを意味する。

また、アイテム  $j$  のカテゴリ  $k$  に反応したときに  $a_{jk}$  という量的変量が測定されるという認識に立てば、各アイテム  $j$  と外的基準  $y_i$  との間の偏相関係数  $\rho_{yj}$  も外的基準に対する各アイテムの影響の大きさを示す指標として用いることができる。また、外的基準の値  $y_i$  がどの程度説明できたかは、回帰分析と同様に重相関係数  $R$  によって評価される。

以下に偏相関係数  $\rho_{yj}$  と重相関係数  $R$  の求め方を示す。いま、サンプル  $i$  に対するアイテム  $j$  の得点  $x_i(j)$  は、先に求めたカテゴリウエイト  $a_{jk}$  を用いると、(6・6) 式で表される。

$$x_i(j) = \sum_{k=1}^{C_j} a_{jk} \cdot \delta_i(j, k) \quad (6 \cdot 6)$$

ここで、外的基準  $y$  とアイテム  $j$  との間の相関係数を  $r_{yj}$ 、アイテム  $j_1$  とアイテム  $j_2$  との間の相関係数を  $r_{j_1 j_2}$  とし、外的基準とアイテム (1~ $R$ ) の相関行列を  $R$ 、その逆行列を  $R^{-1}$  で表すと、それぞれ、

$$R = \begin{bmatrix} 1 & r_{y1} & r_{y2} & \cdots & r_{yy} \\ r_{1y} & 1 & r_{12} & \cdots & r_{1R} \\ r_{2y} & r_{21} & 1 & \cdots & r_{2R} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{Ry} & r_{R1} & r_{R2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (6 \cdot 7)$$

$$R^{-1} = \begin{bmatrix} r^{yy} & r^{y1} & r^{y2} & \cdots & r^{yR} \\ r^{1y} & r^{11} & r^{12} & \cdots & r^{1R} \\ r^{2y} & r^{21} & r^{22} & \cdots & r^{2R} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ r^{Ry} & r^{R1} & r^{R2} & \cdots & r^{RR} \end{bmatrix} \quad (6 \cdot 8)$$

と表現できる。そして、重相関係数  $R$  と、外的基準とアイテム  $j$  の偏相関係数  $\rho_{yj}$  はそれぞれ

$$R = \sqrt{1 - \frac{1}{r^{yy}}} \quad (6 \cdot 9)$$

$$\rho_{ij} = \frac{-r^{iy}}{\sqrt{r^{jj}} \sqrt{r^{yy}}} \quad (6 \cdot 10)$$

によって求めることができる。

ここに,

$$r_{j_1 j_2} = \frac{S_{x(j_1), x(j_2)}}{S_{x(j_1)} \cdot S_{x(j_2)}} \quad (6 \cdot 11)$$

$$r_{yj} = \frac{S_{y, x(j)}}{S_y \cdot S_{x(j)}} \quad (6 \cdot 12)$$

であり, アイテムと外的基準の分散, 共分散は以下の式によって与えられる.

$$s^2_{x(j)} = \frac{1}{n} \left\{ \sum_{k=1}^{C_j} n_{jk} \cdot a_{jk}^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{k=1}^{C_j} n_{jk} \cdot a_{jk} \right)^2 \right\} \quad (6 \cdot 13)$$

$$s^2_y = \frac{1}{n} \left\{ \sum_{i=1}^n y_i^2 - n\bar{y}^2 \right\} \quad (6 \cdot 14)$$

$$S_{x(j_1), x(j_2)} = \frac{1}{n} \left\{ \sum_{k_1=1}^{C_{j_1}} \sum_{k_2=1}^{C_{j_2}} a_{j_1 k_1} \cdot a_{j_2 k_2} \cdot f(j_1 k_1, j_2 k_2) - \frac{1}{n} \left( \sum_{k_1=1}^{C_{j_1}} n_{j_1 k_1} \cdot a_{j_1 k_1} \right) \left( \sum_{k_2=1}^{C_{j_2}} n_{j_2 k_2} \cdot a_{j_2 k_2} \right) \right\} \quad (6 \cdot 15)$$

なお,  $f(j_1 k_1, j_2 k_2)$  はアイテム  $j_1$  の  $k$  番目のカテゴリと, アイテム  $j_2$  の  $k_2$  番目のカテゴリの双方に反応したサンプル数を表している.

$$S_{y, x(j)} = \frac{1}{n} \left\{ \sum_{k=1}^{C_j} a_{jk} \sum_{i=1}^n y_i \cdot \delta_i(jk) - \bar{y} \sum_{k=1}^{C_j} n_{jk} \cdot a_{jk} \right\} \quad (6 \cdot 16)$$

レンジ  $d_j$  の大小関係と偏相関係数  $\rho_{yj}$  の大小関係はおおむね一致するが, 場合によっては順序が多少入れかわることもある.

### 6.2.2 数量化理論第Ⅱ類

数量化理論第Ⅰ類が定量的な外的基準を定性的な要因に基づいて予測するためのモデルであったのに対し, 数量化理論第Ⅱ類は定性的な状態を示す外的基準を定性的な要因にもとづいて判別するためのモデルである. 数量化理論第Ⅰ類と同様に説明変数をアイテム, それぞれのアイテムが取りうる状態をカテゴリと呼ぶが, 外的基準は「いずれの群に属するか」という状態として与えられる. このとき, (6・1) 式の数量化理論第Ⅰ類におけるダミー変数に対応して, 数量化理論第Ⅱ類におけるダミー変数は以下のように導入される.

$$\delta_{i\alpha}(j,k) = \begin{cases} 1 \cdots \text{第}i\text{群の第}\alpha\text{番目のサンプルが} \\ \text{アイテム}j\text{のカテゴリ-}k\text{に反応するとき} \\ 0 \cdots \text{反応しないとき} \end{cases} \quad (6 \cdot 17)$$

このとき、ダミー変数  $\delta_{i\alpha}(j,k)$  は数量化理論第 I 類の場合と同様に、以下のような制約条件を満足する必要がある。ここに、 $L$  は外的基準として取りうる状態の数、すなわち群の数である。

$$\left. \begin{aligned} \sum_{k=1}^{C_j} \delta_{j\alpha}(j,k) &= 1 \\ \sum_{\alpha=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{C_j} \delta_{i\alpha}(j,k) &= n_i \\ \sum_{i=1}^L n_i &= n \end{aligned} \right\} \quad (6 \cdot 18)$$

ここで、それぞれのアイテムの各カテゴリ-反応から外的基準の状態を予測するために、各サンプル  $\alpha$  に対して、ダミー変数  $\delta_{i\alpha}(j,k)$  を用いて、以下のような線形合成式を考える。

$$Y_i = \sum_{j=1}^R \sum_{k=1}^{C_j} a_{jk} \cdot \delta_i(j,k) \quad (6 \cdot 19)$$

ここに  $a_{jk}$  はダミー変数  $\delta_i(j,k)$  にかかる係数で、数量化理論第 I 類と同様にカテゴリ-スコアと呼ぶ。

すべてのアイテムに対するカテゴリ-反応によって得られる得点  $Y_{i\alpha}$  のことを数量化理論第 I 類と同様にカテゴリ-スコアと呼び、 $Y_{i\alpha}$  が最もうまく外的基準の状態を説明できるよう、カテゴリ-スコア  $a_{jk}$  を定めれば良い。そこで、 $L$  個の群の群間変動を全変動に対して相対的に最大化するように  $a_{jk}$  を定める。

ここで、 $Y_{i\alpha}$  の全変動  $s_T$  は次式に示すように群間変動  $s_B$  と群内変動  $s_W$  の和で表されるため、

$$\underbrace{\sum_{i=1}^L \sum_{\alpha=1}^{n_i} (Y_{i\alpha} - \bar{Y}_{..})^2}_{\text{全変動 } s_T} = \underbrace{\sum_{i=1}^L n_i (\bar{Y}_i - \bar{Y}_{..})^2}_{\text{群間変動 } s_B} + \underbrace{\sum_{i=1}^L \sum_{\alpha=1}^{n_i} (Y_{i\alpha} - \bar{Y}_i)^2}_{\text{群内変動 } s_W} \quad (6 \cdot 20)$$

群間変動と全変動の比を分散比  $\eta^2$  と定義すれば、求めるカテゴリースコア  $a_{jk}$  は、

$$\eta^2 = \frac{s_B}{s_T} \rightarrow \max \quad (6 \cdot 21)$$

を満たすものである。なぜならば、 $\eta^2$  の値が大きいということは、全変動  $s_T$  に占める群間変動  $s_B$  の割合が群内変動  $s_W$  のそれに比較して大きいということの意味し、いいかえれば、各群の中での変動に比べると群と群の間の変動の方が相対的に大きいことを意味するからである。なお、(6・20) 式、(6・21) 式から  $0 \leq \eta^2 \leq 1$  であることが分かる。

こうして決定された  $a_{jk}$  を (6・19) 式で用いれば、新しいサンプルに対してもその合成変量  $Y_i$  の値が求まり、その値を各群の合成変量  $Y$  の代表値  $Y_i$  ( $i = 1, 2, \dots, L$ ) と比較することによって、そのサンプルがいずれの群  $i$  に属するかを判定することができる。さらに  $a_{jk}$  の大小関係を比較分析することによって、どのようなアイテム、カテゴリーが各群への判別に強く影響するかを判断することができる。

#### (1) 相関比と偏相関係数<sup>3),4)</sup>

各サンプルが外的基準としての  $L$  個の群へ、どの程度よく判別されているかを判断する尺度としては、(6・21) 式に示される分散比  $\eta^2$  の平方根である相関比  $\eta$  が用いられ、1 に近いほど判別の程度が良いことを意味している。

各アイテムの寄与の程度は数量化理論第 I 類の場合と同様にレンジの大きさによって判断することができる。

また、サンプルがアイテム  $j$  のカテゴリー  $k$  に反応したときに  $a_{jk}$  という量的変量が測定されるという認識に立てば、各アイテム  $j$  と数量化された外的基準  $Y$  との間の偏相関係数  $\rho_{Yj}$  を数量化理論第 I 類の場合と同様に外的基準に対する各アイテムの影響の大きさを示す指標として用いることができる。ただし、数量化された外的基準の分散  $s_Y^2$  および数量化された外的基準  $Y$  とアイテム  $x_{(j)}$  との共分散  $s_{Y, x_{(j)}}$  はそれぞれ次式で求められる。

$$s^2_Y = \frac{1}{n} \left\{ \sum_{i=1}^L n_i b_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^L n_i b_i \right)^2 \right\} \quad (6 \cdot 22)$$

$$s_{Y, x_{(j_2)}} = \frac{1}{n} \left\{ \sum_{k=1}^{C_j} \sum_{i=1}^L a_{jk} \cdot b_i \cdot g^i(j, k) - \frac{1}{n} \left( \sum_{k=1}^{C_j} n_{jk} \cdot a_{jk} \right) \left( \sum_{j=1}^L n_i \cdot b_i \right) \right\} \quad (6 \cdot 23)$$

ここに、 $g^i(j,k)$ は第*i*群に含まれるサンプルのうちアイテム*j*の*k*番目のカテゴリーに反応したサンプル数、 $b_i$ は外的基準の第*i*群（カテゴリー）に付与される数量である。

## (2) 判別的中点・判別の中率:判別グラフ

(6・19)式を用いてサンプルスコアを分類するとき、分岐の境界となる点を判別的中点という。一般には各群の判別グラフが交差する点のサンプルスコア値のことをいう。グラフの形状が正規分布をなしていないときは、累積グラフの交点におけるサンプルスコアの値を判別的中点として用いる。

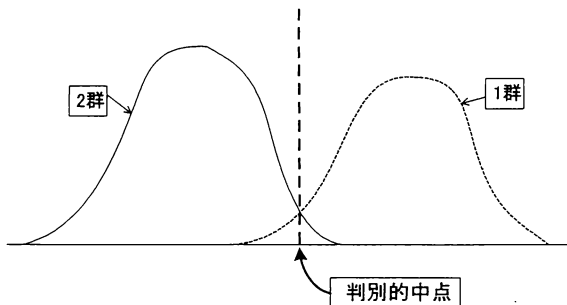


図 6.1 判別グラフによる判別の中点

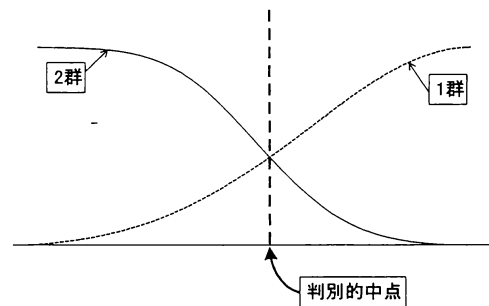


図 6.2 累積グラフによる判別の中点

サンプルスコアと判別の中点との大小関係を調べ、いずれの群に属するかを判別された群のことを推定群といい、実績群と推定群がどのくらい一致するかを評価する指標として次式によって求められる判別の中率がある。

$$\text{判別の中率} = \frac{\text{実績群と推定群が一致したサンプル数}}{\text{全サンプル数}} \times 100 \quad (6 \cdot 24)$$

### 6.3 地域生活者の保全活動参加意志の分析

第5章の因果モデルでは、最終的に、構造方程式に6観測変数(X)、測定方程式に7観測変数(Y)で各潜在変数を推定した。つまり、これらの観測変数は、【自然の保全意識】

に何らかの因果関係を有する変数であり、影響を及ぼす要因となりえる。また、これらの変数以外に、年齢、性別、職業といった回答者の属性は、個人の行動の背景的な要因として、第4章で示した保全行動プロセスモデルの各過程に影響を及ぼすと考えられる。ここでは、【保全活動への参加意志の有無】を外的基準とし、上述の①属性アイテム、②状態アイテム（前章の観測変数 X）、③意識アイテム（前章の観測変数 Y）を説明要因（アイテム）とする。

### 6.3.1 アイテムのカテゴリ分類

アンケートでは、属性に関して、P1 性別、P2 年齢、P3 出身地、P4 居住年数、P5 職業について回答を得た。本節では、外的基準【保全活動への参加意志の有無】を判別しうるアイテムを抽出することが目的である。ここでは、以下に述べるように、各属性アイテムの回答を一律に2つのカテゴリに分類する。すなわち、アンケート調査によれば、回答者の平均年齢が60.4歳であり高齢者層が多いことから、年代は、一般の高齢者の基準である65歳を分類基準とした。また、居住年数については、島外から移住した場合にも、生活として定住するという目安として30年を基準とした。職業については、第5章の因果モデルによる構造比較の結果についても考察するため、農業従事者と非農業従事者に分類した。表6.1に属性アイテムのカテゴリを示す。

表 6.1 属性アイテムのカテゴリ

カテゴリ	P1 年代	P2 出身地	P3 職業	P4 性別	P5 居住年数
1	65歳未満	島内	農業従事者	男	30年未満
2	65歳以上	島外	一般島民	女	30年以上

次に、第5章の因果モデルで用いた状態アイテム、意識アイテム（前章の観測変数 X、Y）は、構造方程式、測定方程式ともに、質問に対する5段階の回答結果を数量化した変数である。本章では、外的基準の回答分類に準じ、状態アイテムおよび意識アイテムも回

答を2分した(表6.2)。各アイテムのコードは、第5章の変数コードに準じる(第5章、表5.1参照)。本章では、生物保全意識に関与する要因の影響力の強さを定量化するため、まず、因果モデルで変数間の因果関係が示された状態アイテム6変数、意識アイテム7変数を用いた。ただし、【X3サルが好き】のみは、「どちらともいえない」という回答者は、猿害の被害者を意識して意志を明確に伝えにくいものと判断し、カテゴリ1に含めた。

表 6.2 状態アイテム・意識アイテムのカテゴリ

2分類		5段階回答	
カテゴリ	回答	カテゴリ	回答
1	そう思う	1	非常にそう思う
		2	そう思う
2	そう思わない	3	どちらともいえない
		4	そう思わない
		5	全くそう思わない

### 6.3.2 アイテムの抽出

まず、外的基準【保全活動への参加意志の有無】に対し、①属性アイテム群(5アイテム)、②状態アイテム群(6アイテム)、③意識アイテム(7アイテム)群の各群を用いて、数量化理論第Ⅱ類による分析を行った。その結果、各群の相関比は、属性アイテム群0.252、状態アイテム0.359、意識アイテム0.508と、いずれも低く、個別のアイテム群では外的基準の判断はできなかった。そこで、各群の分析結果から、レンジの順位が高いアイテムを各群より選び、計11のアイテムで再度分析を行った。抽出された11アイテムのリストを表6.3に示す。



表 6.3 アイテムリスト

番号	アイテムコード	変数名
1	P1	年代
2	P2	出身
3	P3	職業
4	X3	サルが好き
5	X5	自然に対し興味がある
6	X12	生活しやすい
7	Y1	照葉樹林の増加を望む
8	Y3	生き物と共生したい
9	Y4	自然保全が必要である
10	Y7	島にすみ続けたい
11	Y8	島をアピールしたい

### 6.3.3 保全参加意志の分析結果とその考察

抽出した属性アイテム，意識アイテム，状態アイテムを用いて，外的基準【保全活動への参加意志の有無】に対し，数量化理論第 II 類で影響力の大きい要因を分析した．結果を表 6.4，図 6.3 に示す．

11 アイテムで分析した結果，レンジの大きさと順位，および偏相関の検定から判断すると，外的基準に対し影響力が大きく信頼性のある要因は，【Y4 自然保全の必要性】，次いで，【X5 自然に対する興味】，【P1 年代】，【Y1 照葉樹林の増加を望む】であった．また，全体の特徴として，図 6.3 のカテゴリースコアグラフから，正よりも負にレンジの幅が広い傾向が見られた．

まず，負のスコアが大きいアイテムは，【Y4 自然保全の必要性】，【X5 自然に対する興味】，【P1 年代】，【Y1 照葉樹林の増加を望む】である．つまり，自然保全が必要と思わない人，

表 6.4 属性アイテム, 状態アイテム, 意識アイテムのレンジおよび偏相関

レンジの順位	アイテム	レンジ	偏相関	検定
1位	Y4 自然保全が必要である	0.876	0.203	**
2位	X5 自然に対し興味がある	0.859	0.202	**
3位	P1 年代	0.779	0.233	**
4位	Y1 照葉樹林増加を望む	0.742	0.233	**
5位	Y8 島をアピールしたい	0.462	0.132	
6位	X3 サルが好き	0.228	0.070	
7位	P3 職業	0.214	0.068	
8位	Y3 生き物と共生したい	0.191	0.053	サンプル数 194
9位	P2 出身	0.172	0.052	相関比 0.58
10位	X12 生活しやすい	0.104	0.027	P値 0.00
11位	Y7 島にすみ続けたい	0.080	0.014	判別の中率 75.3%

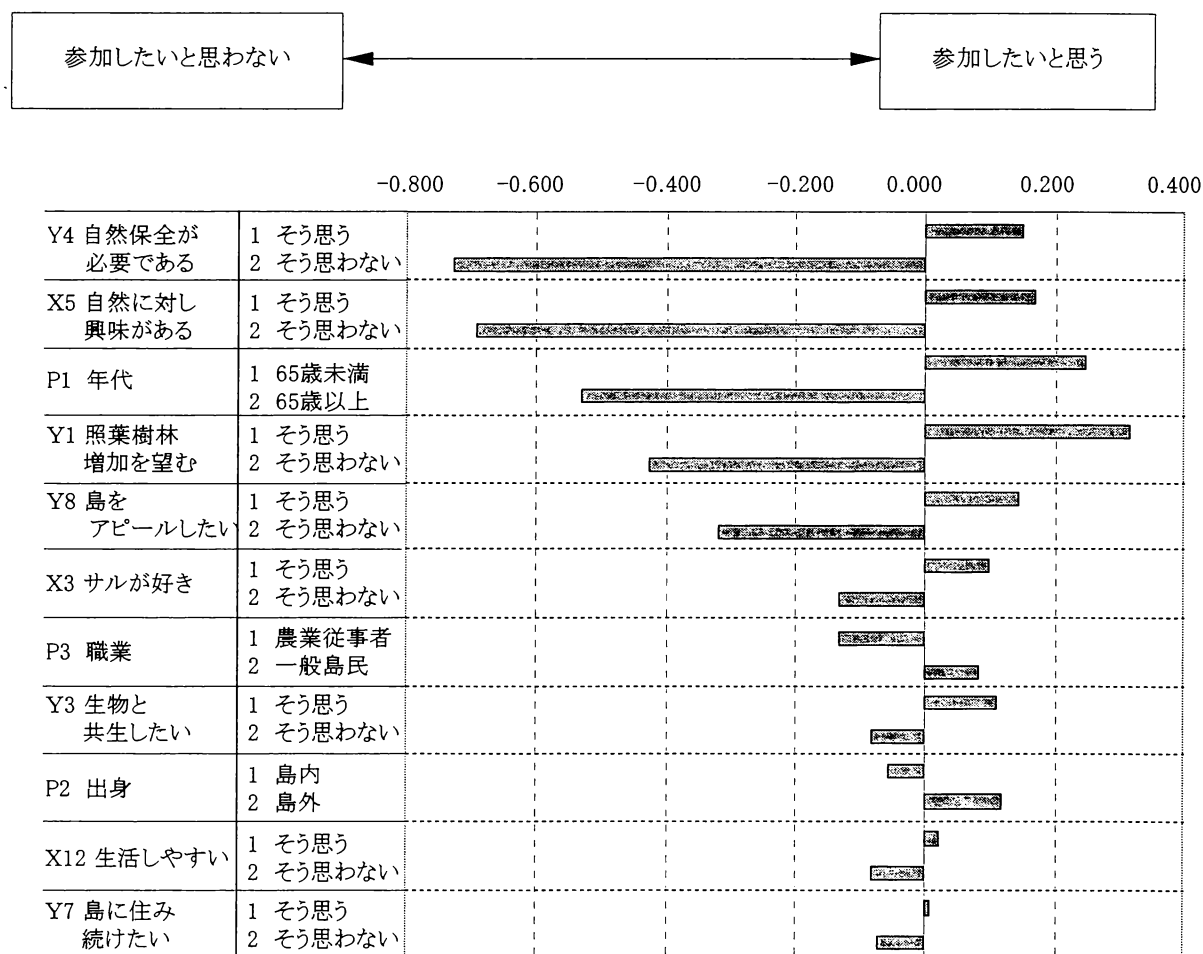


図 6.3 【保全活動への参加意志の有無】を判別するカテゴリースコアグラフ

自然に対し興味がない人，高齢者，照葉樹林の増加を望んでいない人が，保全行動へ参加する意志がないといえる．第5章のMIMICモデルをみると，【X5 自然に対し興味がある】は，【Y4 自然保全が必要である】および【Y1 照葉樹林の増加を望む】に対し，潜在変数【 $\eta_2$  照葉樹林の利用価値】を介して，原因と結果の関係にある（第5章，図5.3）．つまり，自然に対して興味がないことは，保全参加意志において，より本質的な負の要因であるといえよう．また，高齢者については，アンケートの自由欄に記載されていた回答を考慮すると，保全活動に参加したくても身体上の問題から参加できない事情が考えられる（付録2参照）．

次に，正のスコアが大きいアイテムは，【Y1 照葉樹林の増加】，【P1 年代】である．つまり，照葉樹林を増やしたいと思う人，比較的若い世代の人に，保全活動への参加意志があるといえる．この2つのアイテムは，負のスコアも大きく，負の要因を取り除けば正に転じる可能性を持つ要因といえる．今回のアンケート調査では，照葉樹林を増やしたい理由については質問をしていないが，第4章の「照葉樹林を残した方が良い」と答えた回答者の「残した方が良い理由」を参考とすると（第4章，図4.9），「観光資源になるから」，「換金植物があるから」より，「日常生活に必要なだから」「あることが当たり前だから」といった回答が多く，何らかの収入源として増加を望んでいるのではなく，大規模な照葉樹林の伐採期をみてきたために，あることが当たり前の存在として，回復を望んでいるとも解釈できる．

#### 6.4 地域生活者の保全参加意志とそれに関わる意識の相違に関する分析

次に，抽出された11のアイテムの要因としての解釈を深めるため，第2の外的基準を抽出し，2軸でサンプルを4グループに類型化して，グループを判別する各アイテムの影響力を数量化理論第II類の適用により定量化する．第2の外的基準については，前述したように，【自然の保全の必要性に対する是非】，【サルとの共生可能性に対する是非】，および【将来の生活の安心感の有無】の3要素とし，それぞれ第1の外的基準を【保全活動への参加意志の有無】とした場合において，サンプルを4グループに類型化し，類型間の違

いを判別するアイテムを抽出する。

#### 6.4.1 自然保全の必要性の相違に関する分析

ここでは、第 1 軸を【保全活動への参加意志の有無】、第 2 軸を【自然の保全の必要性に対する是非】とし、図 6.4 に示すように各象限に属するサンプルを類型 A1～類型 A4 とする。各類型のサンプル数を表 6.5 に示す。この 2 軸をとった場合、保全活動への参加意志の有無を決定する要因として知りたい類型間の関係は、類型 A1 保全必要・参加型 - 類型 A4 保全必要・不参加型、および類型 A1 保全必要・参加型 - 類型 A3 保全不必要・不参加型である。つまり、類型 A1 保全必要・参加型 - 類型 A4 保全必要・不参加型の関係で自然の保全を必要と思うにも関わらず参加意志の有無が異なる要因が明らかになれば、意識レベルから意志レベルに移行するための要因といえる。また、類型 A1 保全必要・参加型 - 類型 A3 保全不必要・不参加型の関係から、自然の保全を必要と思わず保全活動への参加意志もない類型 A3 保全不必要・不参加型から保全に対しより積極的な意志を有する類型 A1 保全必要・参加型に移行させるために必要な要因を探ることができる。この 2 軸の組み合わせでは、第 2 軸が前節で抽出した 11 アイテムのひとつにあたるため、分析に供するアイテムは残りの 10 アイテムとする。第 2 軸は数量化理論第 II 類による各類型間の分析結果をそれぞれ、表 6.6、図 6.5、および表 6.7、図 6.6 に示す。

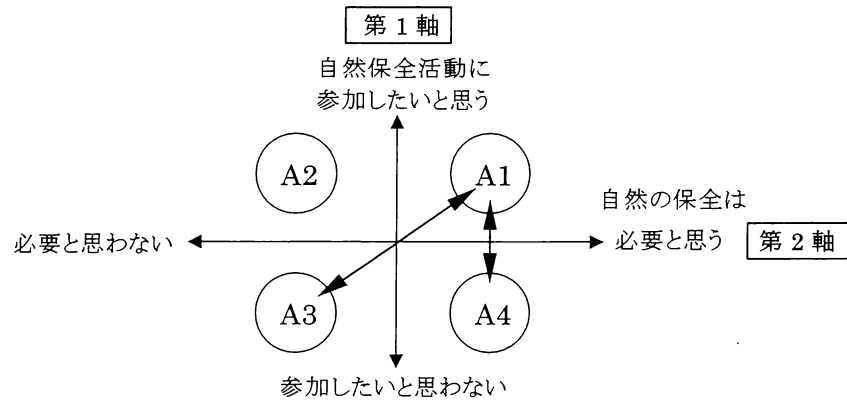


図 6.4 分析の構図

表 6.5 各類型のサンプル数

	自然保全が必要と思わない		自然保全が必要と思う		総計
	類型コード	サンプル数	類型コード	サンプル数	
保全活動に参加したいと思う	A2	3 (3)	A1	101 (88)	104 (91)
保全活動に参加したいと思わない	A3	33 (30)	A4	76 (73)	109 (103)
総計		36 (33)		177 (161)	213 (194)

( )内の数値は、分析に供したアイテムの欠損値を除去したサンプル数

類型[A1 保全必要・参加型]: 自然の保全は必要と思ひ、保全活動にも参加したいと思ひ人

類型[A2 保全不必要・参加型]: 自然の保全は必要と思わないが、保全活動には参加したいと思ひ人

類型[A3 保全不必要・不参加型]: 自然の保全は必要と思わず、保全活動にも参加したいと思わない人

類型[A4 保全必要・不参加型]: 自然の保全は必要と思ひが、保全活動には参加したくないと思ひ人

表 6.6 [A1 保全必要・参加型]と[A4 保全必要・不参加型]の判別アイテムのレンジおよび偏相関

レンジの順位	アイテム	レンジ	偏相関	検定
1位	X5 自然に対し興味がある	1.063	0.244	**
2位	P1 年代	0.973	0.258	**
3位	Y1 照葉樹林増加を望む	0.940	0.279	**
4位	Y8 島をアピールしたい	0.724	0.209	**
5位	P3 職業	0.346	0.009	
6位	P2 出身	0.201	-0.017	A1 サンプル数
7位	X12 生活しやすい	0.193	0.111	A4 サンプル数
8位	X3 サルが好き	0.188	0.057	相関比 0.52
9位	Y3 生き物と共生したい	0.112	0.009	P 値 0.00
10位	Y7 島にすみ続けたい	0.017	0.252	** 判別の中率 75.3%

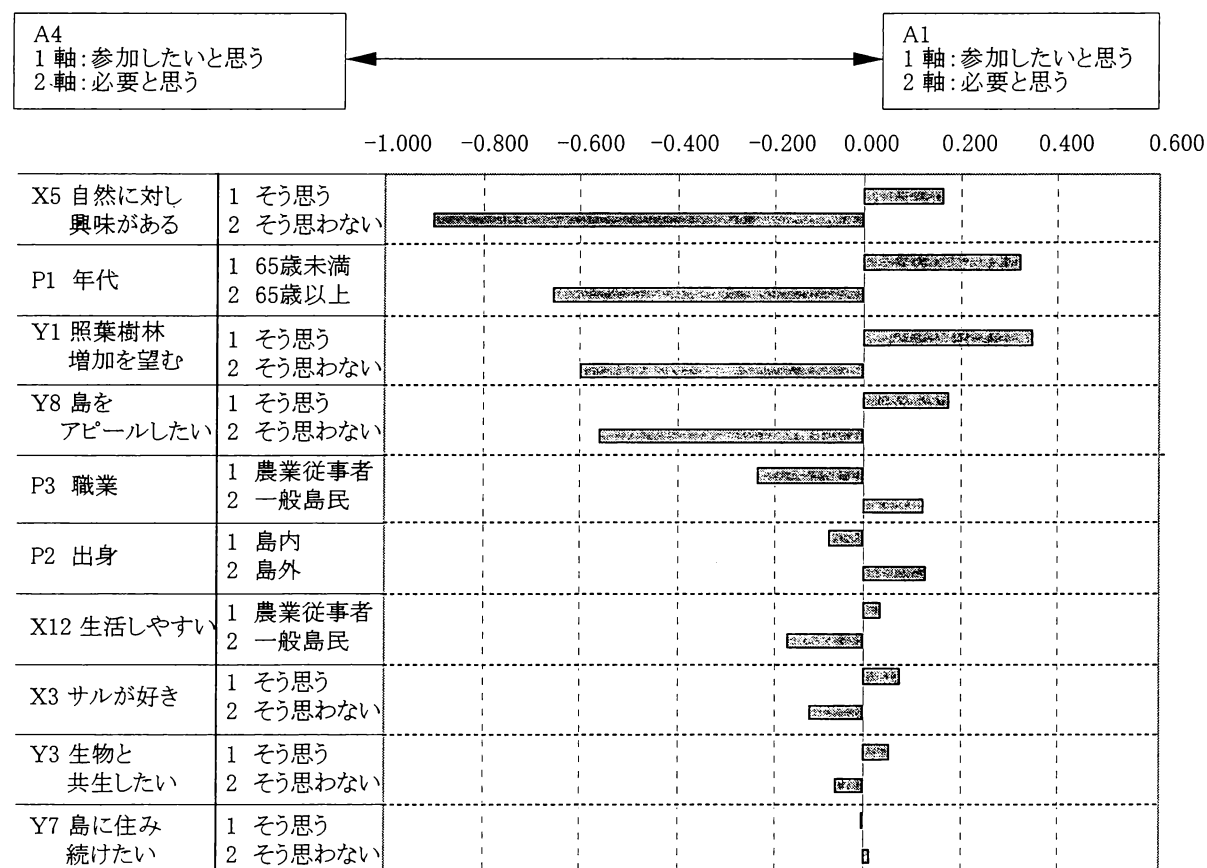


図 6.5 [A1 保全必要・参加型]と[A4 保全必要・不参加型]のカテゴリースコアグラフ

表 6.7 [A1 保全必要・参加型]と[A3 保全不必要・不参加型]の判別アイテムのレンジおよび偏相関

レンジの順位	アイテム	レンジ	偏相関	検定	
1位	X5 自然に対し興味がある	1.020	0.825	**	
2位	Y3 生き物と共生したい	0.873	0.914	**	
3位	Y1 照葉樹林増加を望む	0.731	0.780	**	
4位	Y8 島をアピールしたい	0.607	0.561	**	
5位	P2 出身	0.259	0.431	**	
6位	X12 生活しやすい	0.259	-0.611	**	A1 サンプル数 88
7位	P1 年代	0.172	0.496	**	A3 サンプル数 73
8位	Y7 島にすみ続けたい	0.161	0.794	**	相関比 0.71
9位	X3 サルが好き	0.094	0.951	**	P 値 0.00
10位	P3 職業	0.044	0.102		判別の中率 73.9%

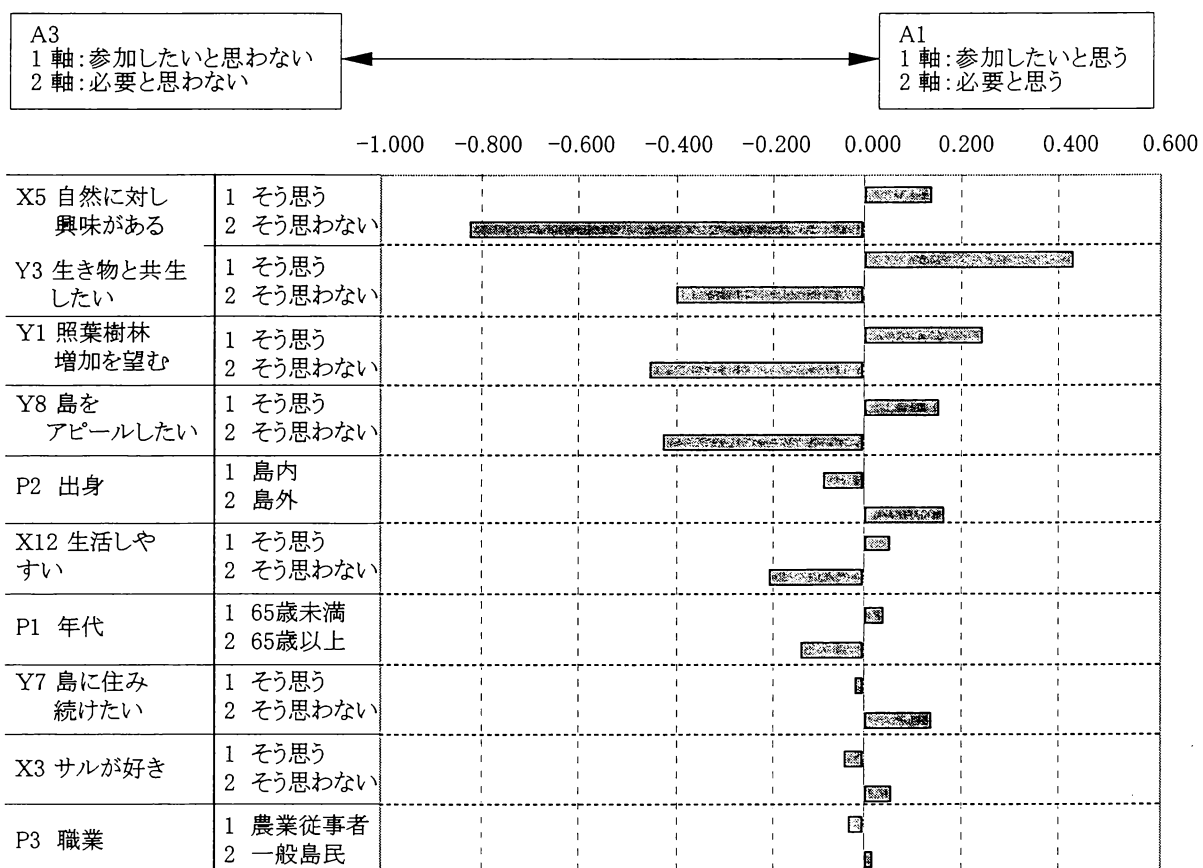


図 6.6 [A1 保全必要・参加型]と[A3 保全不必要・不参加型]のカテゴリースコアグラフ

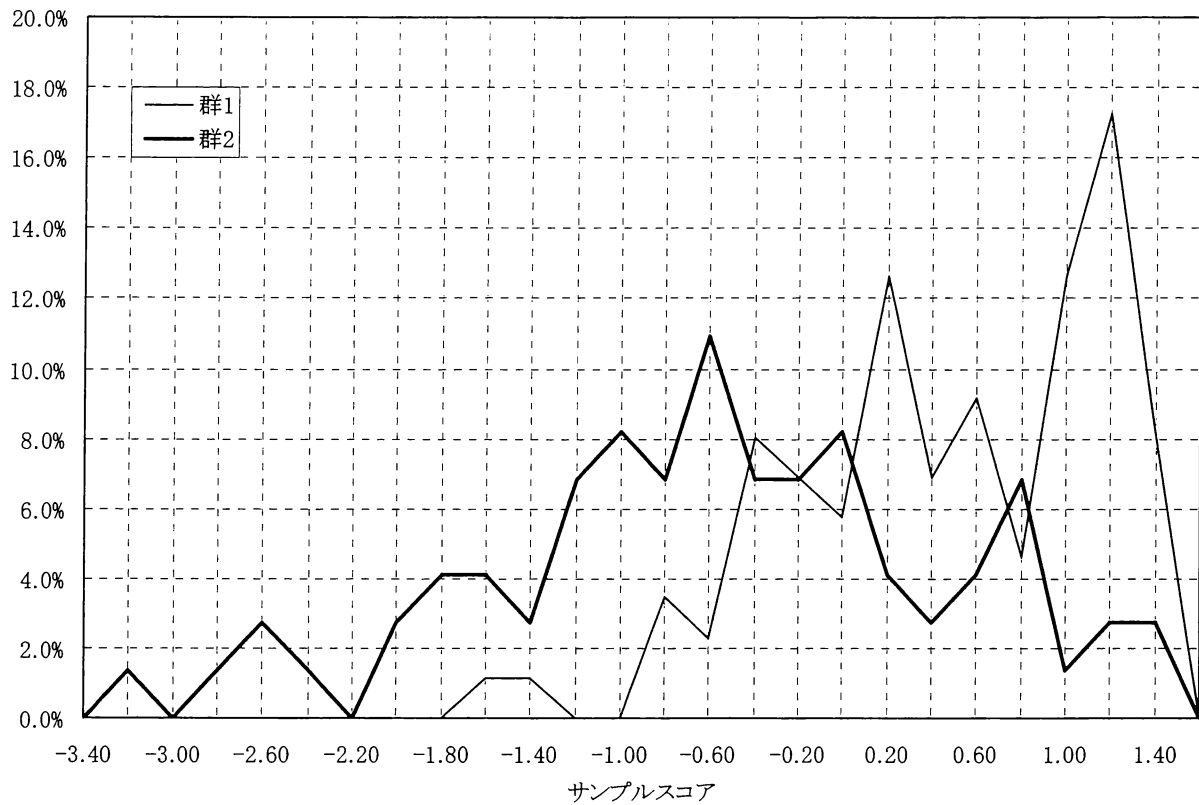


図 6.7 [A1 保全必要・参加型]と[A4 保全必要・不参加型]の判別グラフ

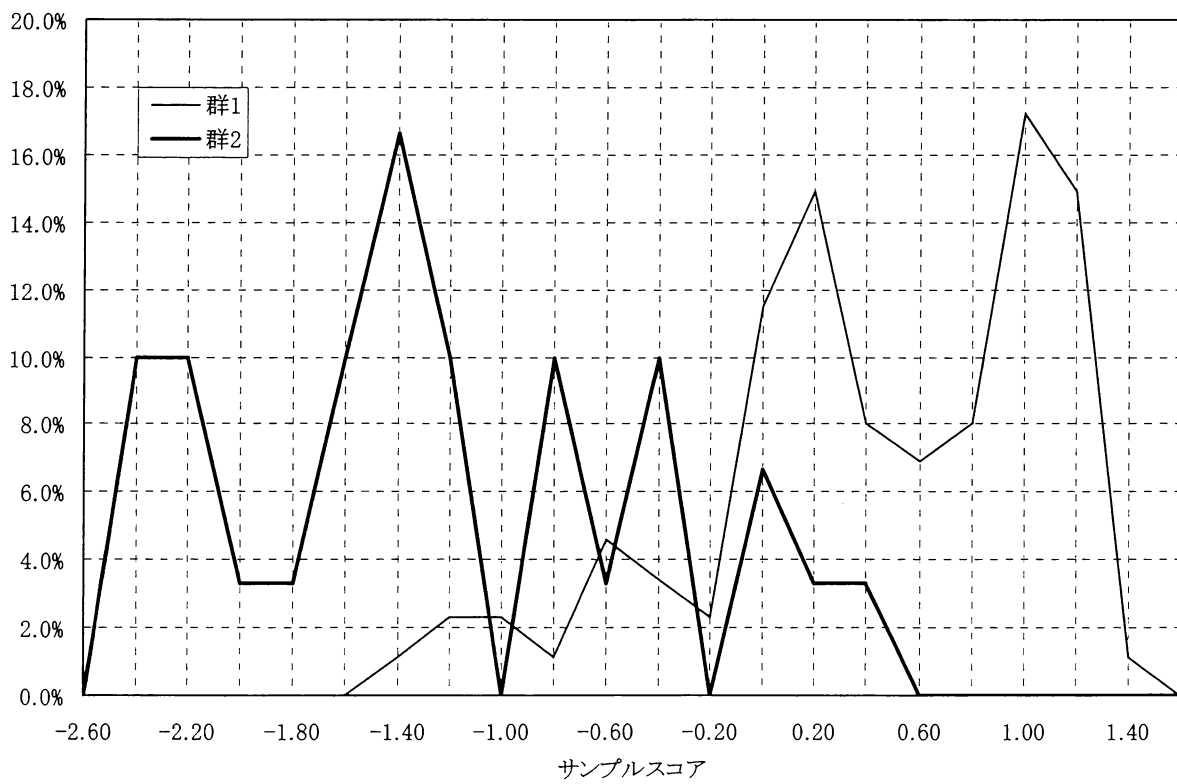


図 6.8 [A1 保全必要・参加型]と[A3 保全不必要・不参加型]の判別グラフ



## (1) 類型[A1 保全必要・参加型]－類型[A4 保全必要・不参加型]

表 6.6 および図 6.5 より、類型 A1 保全必要・参加型と類型 A4 保全必要・不参加型を判別する要因は【X5 自然に対し興味がある】、【P1 年代】、【Y1 照葉樹林増加を望む】、【Y8 島をアピールしたい】であった。つまり、自然に対して興味のないこと、高齢であること、照葉樹林の増加を望まないこと、島をアピールしたくないことが自然の保全の必要性を感じつつも、保全活動の参加意志に至らない負の要因である。他方、正の要因は【P1 年代】、【Y1 照葉樹林の増加を望む】であり、若い世代の人、照葉樹林の増加を望む人が生物保全に対しより積極的といえる。11 アイテムの解釈でも述べたように、要素 Y1 については、照葉樹林の増加を望まない人が望む方へ移行した場合、保全活動への参加に対して積極的になり得る可能性が大きい。そのためには、自然に対する興味をもたせることが参加意志にいたる動機として必要であろう。

## (2) 類型[A1 保全必要・参加型]－類型[A3 保全不必要・不参加型]

類型 A1 保全必要・参加型と類型 A3 保全不必要・不参加型は、本節の 2 軸において、互いに対極的な意見を有するグループである。表 6.7 および図 6.6 より、相関比が 0.71 と高く、【P3 職業】を除くすべての判別アイテムの偏相関は有意であるという結果となった。つまり、外的基準に対する影響力の大きさに関わらず、ほとんどの要因が関与しているといえる。そのうち、レンジの順位の上位 4 位までをみると、【X5 自然に対して興味がある】、【Y3 生き物と共生したい】、【Y1 照葉樹林増加を望む】、【Y8 島をアピールしたい】であり、【Y3 生き物と共生したい】のみが、類型 A1 保全必要・参加型 - 類型 A4 保全必要・不参加型の判別要因と異なる。Y3 は、第 5 章の MIMIC モデルを参照すると、生物との関わりに関する潜在変数  $\eta_1 \sim \eta_3$  のすべての MIMIC モデルにおいて、結果を表す要素となっており、ここで表現した生物との関わり全般に関して、類型 A3 保全不必要・不参加型は否定的であるといえる。だが、正の方向へのカテゴリースコアも高いため、この要素が肯定へと移行した場合、積極的な参加意志を有する可能性もある。

## 6.4.2 サルとの共生可能性に関する分析

次に、第2軸を【サルとの共生可能性に対する是非】とし、4.1と同様にサンプルを類型B1～類型B4まで分類した（図6.9、表6.8）。

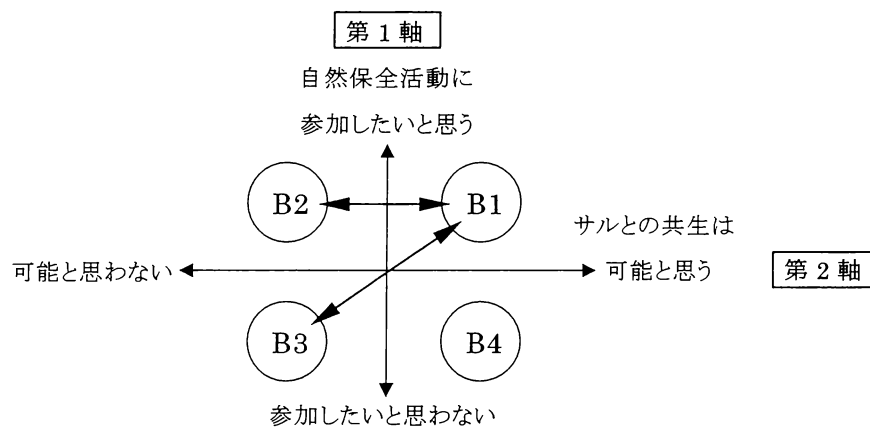


図 6.9 分析の構図

表 6.8 各類型のサンプル数

	サルとの共生が可能と思わない		サルとの共生が可能と思う		総計
	類型コード	サンプル数	類型コード	サンプル数	
保全活動に参加したいと思う	B2	59 (53)	B1	42 (36)	101 (89)
保全活動に参加したいと思わない	B3	80 (74)	B4	29 (26)	109 (100)
総計		139 (127)		71 (62)	210 (189)

( )内の数値は、分析に供したアイテムの欠損値を除去したサンプル数

類型[B1 共生可・保全参加型]:サルとの共生は可能と思い、保全活動にも参加したいと思う人

類型[B2 共生不可・保全参加型]:サルとの共生は可能と思わないが、保全活動には参加したいと思う人

類型[B3 共生不可・保全不参加型]:サルとの共生は可能と思わず、保全活動にも参加したいと思わない人

類型[B4 共生可・保全不参加型]:サルとの共生は可能と思うが、保全活動には参加したくないと思う人

ここでは、類型 [B1 共生可・保全参加型] - 類型 [B2 共生不可・保全参加型] の関係から、保全活動への参加意志を有する人で、サルとの共生可能性がある人とない人の判別要因を探る。また、6.4.1 と同様に、対極関係にある類型 [B1 共生可・保全参加型] - 類型 [B3 共生不可・保全不参加] の関係についても、数量化理論第 II 類により、要因分析する。なお、アイテム Y4 については、類型化されたサンプルが非常に少なかったため除去した。

(1) 類型 [B1 共生可・保全参加型] - 類型 [B2 共生不可・保全参加型]

類型 [B1 共生可・保全参加型] と類型 [B2 共生不可・保全参加型] を判別する要因分析の結果を表 6.9 および図 6.10 に示す。この結果より、レンジの順位が高く、偏相関検定で有意な要素は【Y3 生き物と共生したい】のみであり、判別する外的基準である【サルとの共生可能性に対する是非】に対し、影響力が強いといえる。

(2) 類型 [B1 共生可・保全参加型] - 類型 [B3 共生不可・保全不参加型]

類型 [B1 共生可・保全参加型] と類型 [B4 共生可・保全不参加型] を判別する要因分析の結果を表 6.10 および図 6.11 に示す。高い相関比 0.72 を示し、【X12 生活しやすい】、【Y4 自然保全が必要である】を除き、偏相関検定は有意であった。また、ほとんどのアイテムで、カテゴリースコアが正と負に分かれ、負を正に転じれば、保全活動への参加へ結びつく可能性をもっている。ここで特徴的なアイテムは、【X3 サルが好き】、【P2 出身】、【P3 職業】であり、サルが嫌いな人、屋久島出身者、農業従事者がサルとの共生可能性に否定的であることがみてとれる。

表 6.9 [B1 共生可・保全参加型]と[B2 共生不可・保全参加型]の判別アイテムのレンジと偏相関

レンジの順位	アイテム	レンジ	偏相関	検定
1 位	Y3 生き物と共生したい	1.428	0.363	**
2 位	Y4 自然保全が必要である	0.971	0.113	
3 位	X5 自然に対し興味がある	0.865	0.114	
4 位	P2 出身	0.596	0.188	
5 位	X3 サルが好き	0.513	0.139	
6 位	X12 生活しやすい	0.374	0.070	
7 位	P1 年代	0.344	0.162	B1 サンプル数 36
8 位	Y1 照葉樹林増加を望む	0.298	0.064	B2 サンプル数 53
9 位	Y8 島をアピールしたい	0.232	0.049	相関比 0.57
10 位	P3 職業	0.139	0.055	P 値 0.00
11 位	Y7 島にすみ続けたい	0.017	0.006	判別の中率 75.3%

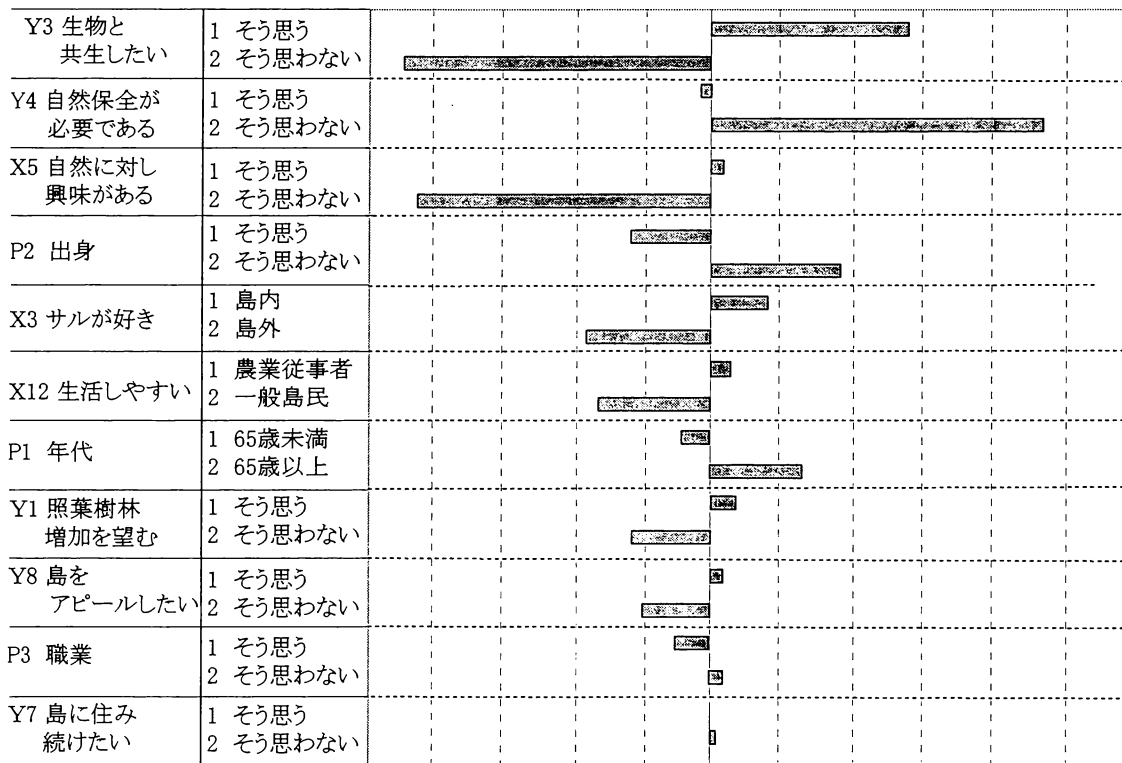
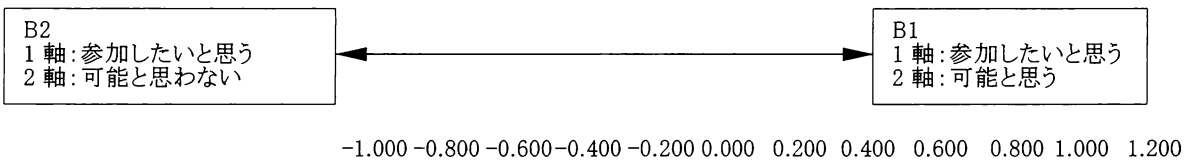


図 6.10 [B1 共生可・保全参加型]と[B2 共生不可・保全参加型]のカテゴリースコアグラフ

表 6.10 [B1 共生可・保全参加型]と[B3 共生不可・保全不参加型]の判別アイテムのレンジと偏相関

レンジの順位	アイテム	レンジ	偏相関	検定	
1 位	Y3 生き物と共生したい	1.182	0.630	**	
2 位	Y8 島をアピールしたい	0.456	0.890	**	
3 位	X3 サルが好き	0.440	0.630	**	
4 位	X5 自然に対し興味がある	0.420	0.105	**	
5 位	P2 出身	0.332	0.774	**	
6 位	P3 職業	0.255	0.628	**	B1 サンプル数 36
7 位	P1 年代	0.163	-0.224	**	B3 サンプル数 74
8 位	X12 生活しやすい	0.071	0.284		相関比 0.72
9 位	Y4 自然保全が必要である	0.041	0.975		P 値 0.00
10 位	Y7 島にすみ続けたい	0.027	0.171	*	判別的中率 86.4%

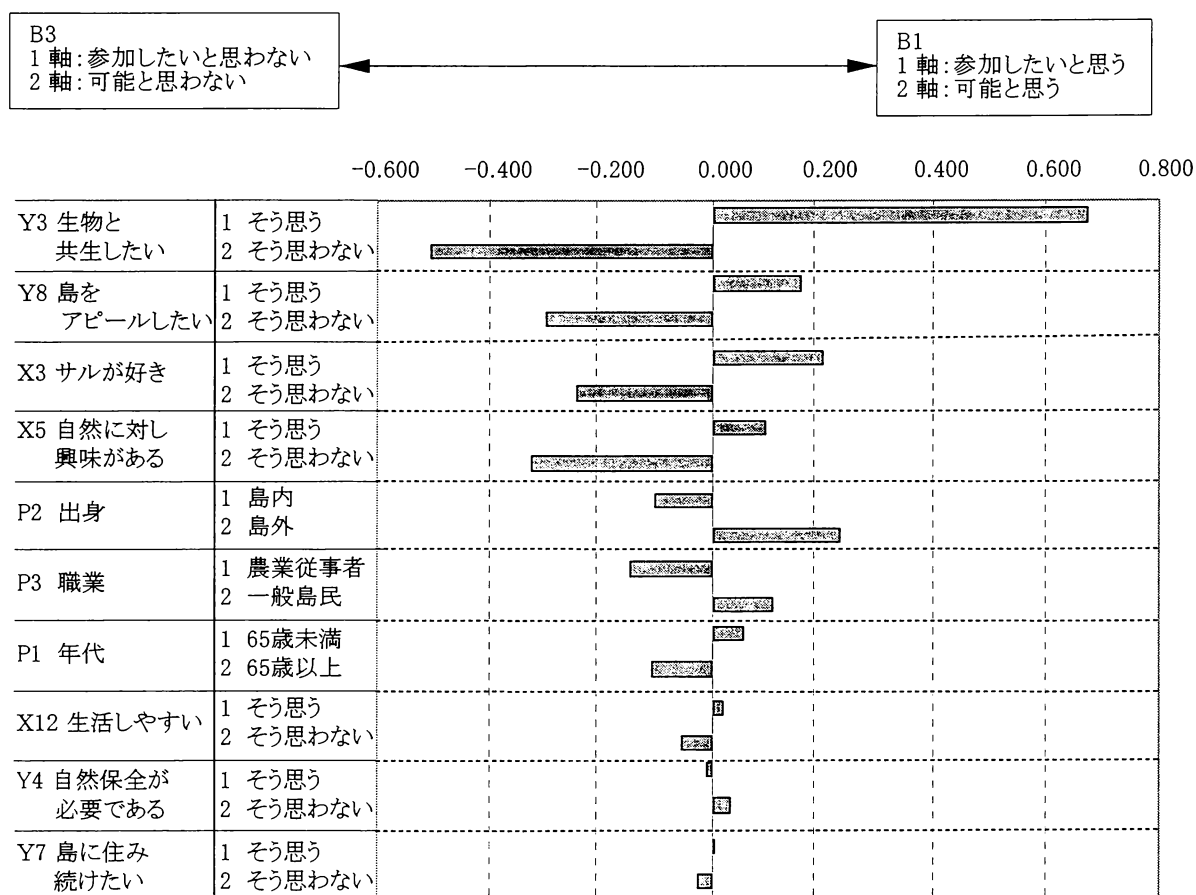


図 6.11 [B1 共生可・保全参加型]と[B3 共生不可・保全不参加型]のカテゴリースコアグラフ

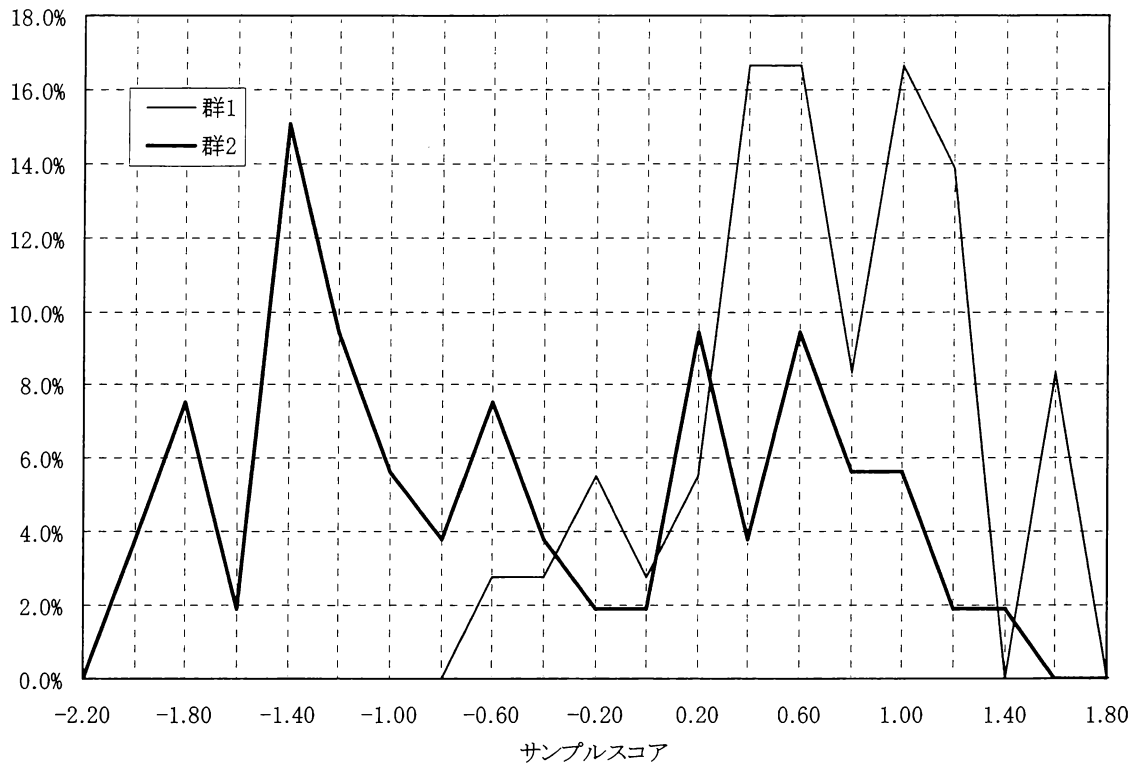


図 6.12 [B1 共生可・保全参加型]と[B2 共生不可・保全参加型]の判別グラフ

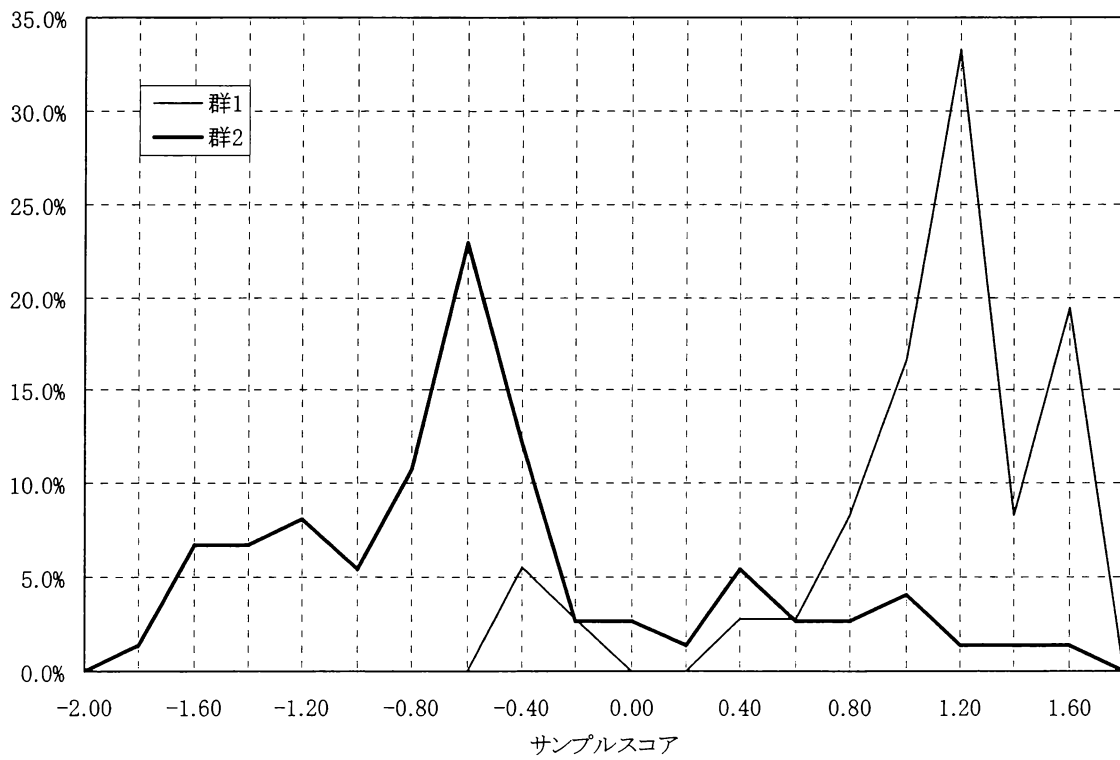


図 6.13 [B1 共生可・保全参加型]と[B3 共生不可・保全不参加型]の判別グラフ

## 6.4.3 将来の生活の安心感に関する分析

第2軸を【将来の生活の安心感の有無】とし、6.4.1と同様にサンプルを類型C1～類型C4まで分類した(図6.14, 表6.11)。ここでは、類型【C1生活安心・保全参加型】-類型【C2生活不安・保全参加型】の関係から、保全活動への参加意志を有する人で、将来の生活を安心と思う人と思わない人の判別要因を探る。また、6.4.1と同様に、対極関係にある類型【C1生活安心・保全参加型】-類型【C3生活不安・保全不参加】の関係についても、数量化理論第II類により、要因を分析する。

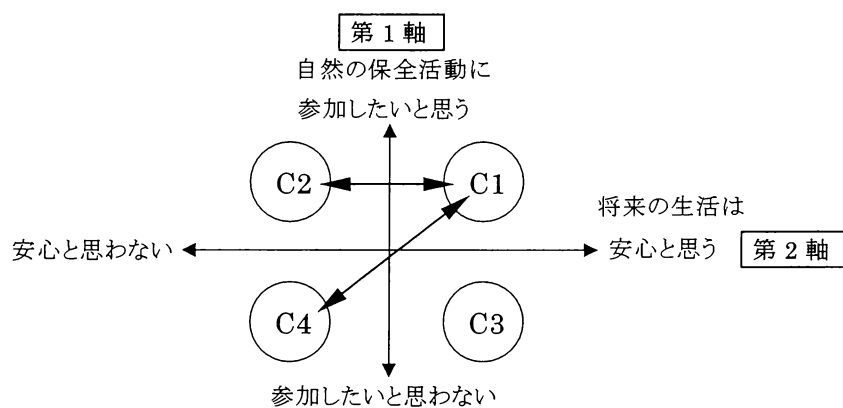


図 6.14 分析の構図

表 6.11 各類型のサンプル数

	将来の生活が安心と思わない		将来の生活が安心と思う		総計
	類型コード	サンプル数	類型コード	サンプル数	
保全活動に参加したいと思う	C2	58 (52)	C1	42 (39)	100 (91)
保全活動に参加したいと思わない	C3	72 (66)	C4	38 (35)	110 (101)
総計		130 (118)		80 (74)	210 (192)

( )内の数値は、分析に供したアイテムの欠損値を除去したサンプル数

類型【C1生活安心・保全参加型】: 将来の生活が安心であると思い、保全活動にも参加したいと思う人

類型【C2生活不安・保全参加型】: 将来の生活が安心と思わないが、保全活動には参加したいと思う人

類型【C3生活不安・保全不参加型】: 将来の生活が安心と思わず、保全活動にも参加したいと思わない人

類型【C4生活安心・保全不参加型】: 将来の生活が安心であると思うが、保全活動には参加したくないと思う人

表 6.12 [C1 生活安心・保全参加型]と[C2 生活不安・保全参加型]の判別アイテムのレンジと偏相関

レンジの順位	アイテム	レンジ	偏相関	検定
1位	P1 年代	1.671	0.487	**
2位	X12 生活しやすい	1.407	0.491	**
3位	Y8 島をアピールしたい	0.668	0.403	**
4位	Y4 自然保全が必要である	0.620	0.078	
5位	X3 サルが好き	0.383	0.216	
6位	Y3 生き物と共生したい	0.337	-0.018	
7位	X5 自然に対し興味がある	0.256	0.111	**
8位	P2 出身	0.217	0.260	*
9位	Y1 照葉樹林増加を望む	0.198	0.479	**
10位	P3 職業	0.110	-0.084	
11位	Y7 島にすみ続けたい	0.011	0.466	**

C1 サンプル数 39  
C2 サンプル数 52  
相関比 0.55  
P値 0.00  
判別の中率 73.6%

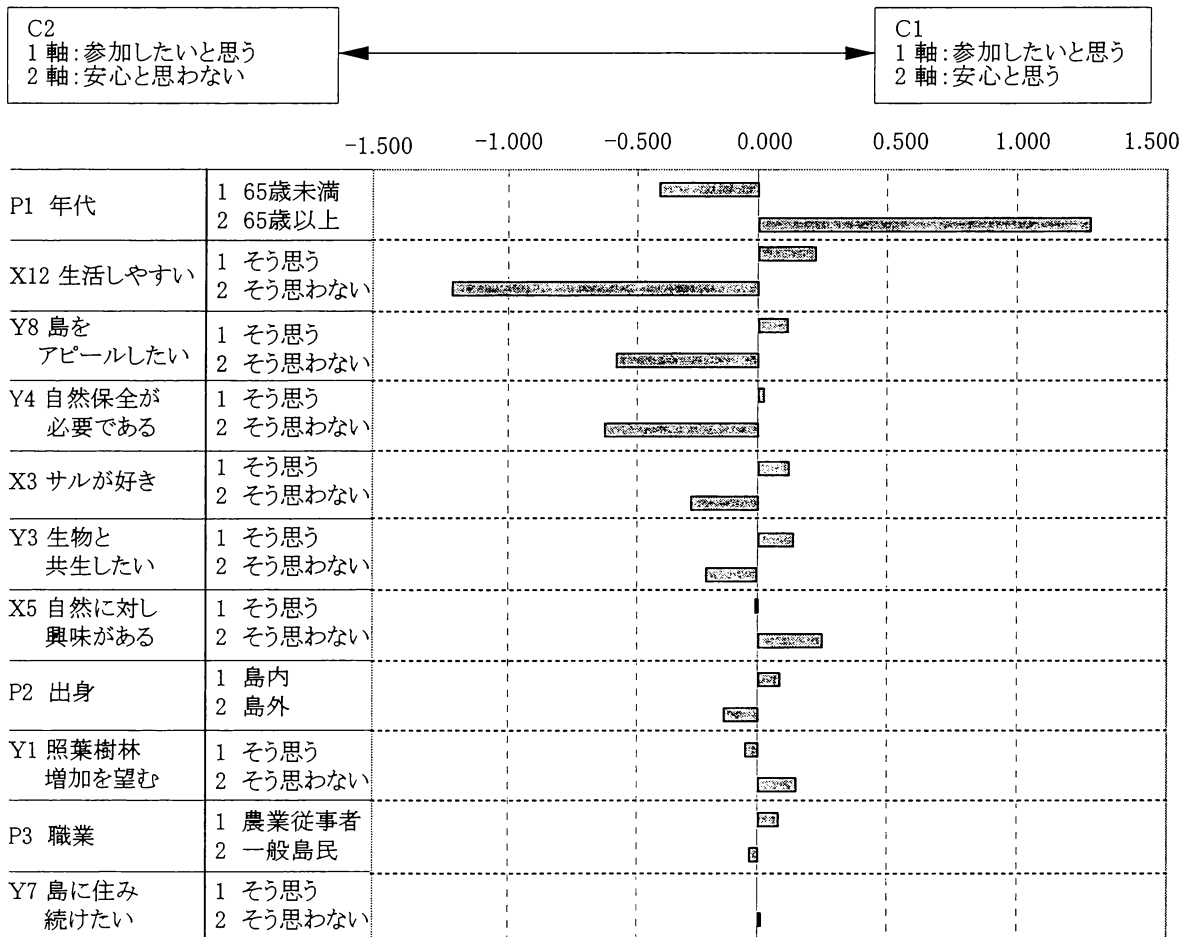


図 6.15 [C1 生活安心・保全参加型]と[C2 生活不安・保全参加型]のカテゴリースコアグラフ



表 6.13 [C1 生活安心・保全参加型]と[C3 生活不安・保全不参加型]の判別アイテムのレンジと偏相関

レンジの順位	アイテム	レンジ	偏相関	検定
1位	Y1 照葉樹林増加を望む	1.059	0.662	**
2位	X12 生活しやすい	0.726	0.586	**
3位	Y8 島をアピールしたい	0.587	0.504	**
4位	Y3 生き物と共生したい	0.440	0.152	
5位	Y4 自然保全が必要である	0.358	0.222	*
6位	P3 職業	0.323	0.485	**
7位	X5 自然に対し興味がある	0.301	0.227	*
8位	P1 年代	0.229	0.482	**
9位	X3 サルが好き	0.142	0.009	
10位	P2 出身	0.125	-0.267	**
11位	Y7 島にすみ続けたい	0.002	0.739	**

C1 サンプル数	39
C3 サンプル数	66
相関比	0.64
P 値	0.00
判別的中率	83.8%

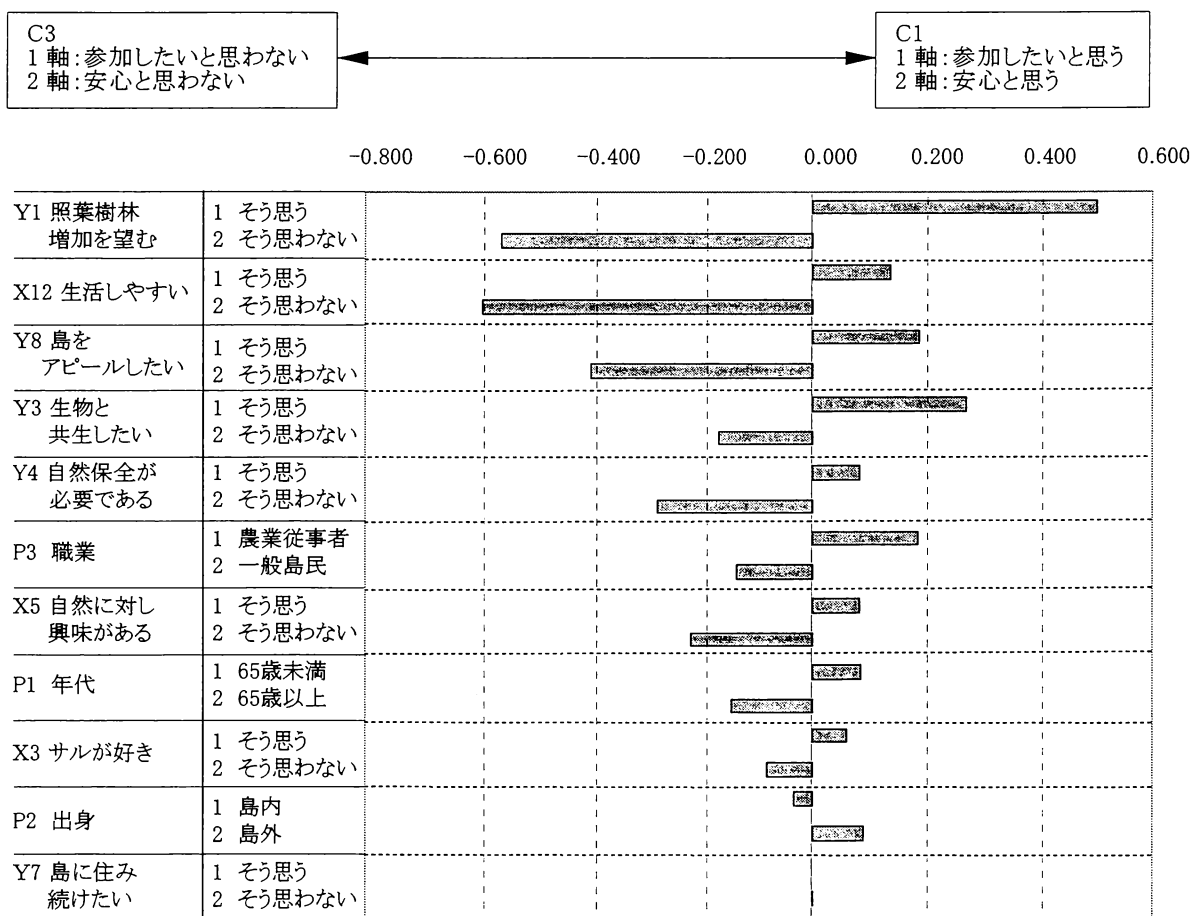


図 6.16 [C1 生活安心・保全参加型]と[C3 生活不安・保全不参加型]のカテゴリースコアグラフ

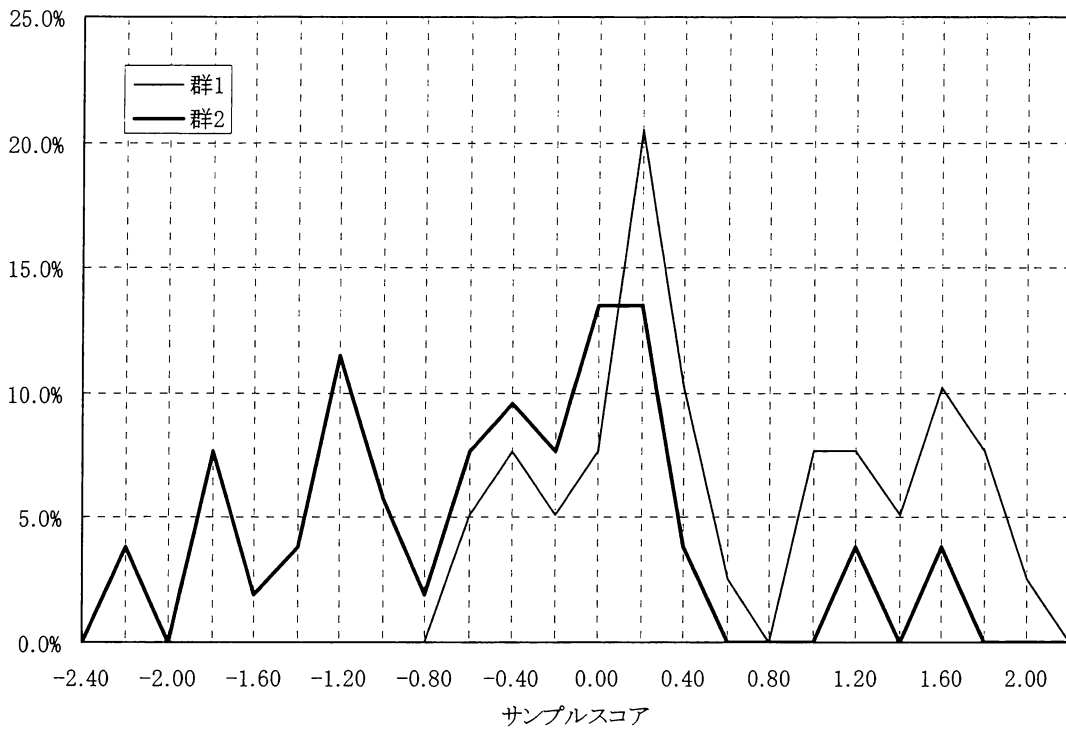


図 6.17 [C1 生活安心・保全参加型]と[C2 生活不安・保全参加型]の判別グラフ

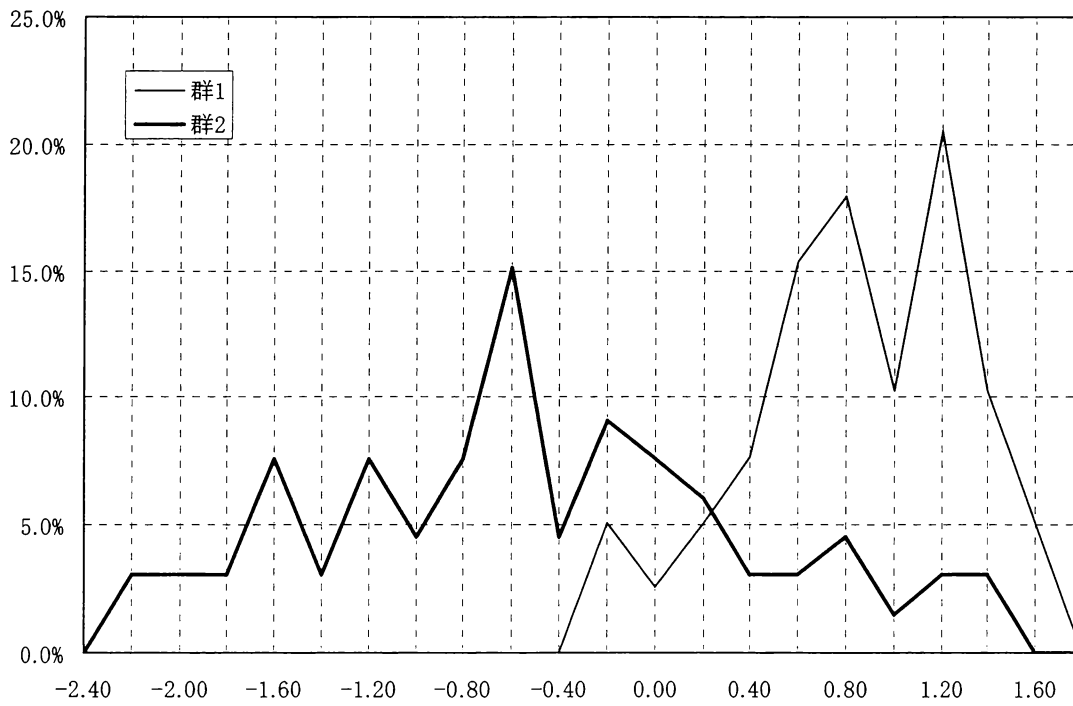


図 6.18 [C1 生活安心・保全参加型]と[C3 生活不安・保全不参加型]の判別グラフ

## (1) 類型[C1 生活安心・保全参加型]－類型[C2 生活不安・保全参加型]

類型 C1 生活安心・保全参加型と類型 C2 生活不安・保全参加型を判別する要因の分析結果を表 6.12 および図 6.15 に示す。レンジの順位および偏相関検定で有意な要素は、【P1 年代】、【X12 生活しやすい】、【Y8 島をアピールしたい】であった。つまり、保全活動への参加意志がある人のうち、将来の生活に安心感を持ってない属性は、年代の若い人であり、要因としては生活しにくい人、島をアピールしたいと思わない人といえる。第 5 章の潜在変数【 $\eta_4$  生活の満足感】の MIMIC モデルによれば、【X12 生活しやすい】と【Y8 島をアピールしたい】は、潜在変数  $\eta_4$  を介し、原因と結果の関係となっている（第 5 章、図 5.5）。すなわち、生活しにくいことが、外的基準【将来の生活の安心感の有無】に対し、より本質的な負の要因であるといえよう。

## (2) 類型[C1 生活安心・保全参加型]－類型[C4 生活安心・保全不参加型]

対極的な関係である類型 C1 生活安心・保全参加型と類型 C4 生活安心・保全不参加型を判別する要因分析の結果を表 6.13 および図 6.16 に示す。ここでも、【Y3 生き物と共生したい】と【X3 サルが好き】を除く、すべての要素で偏相関が有意である。レンジの順位が上位の要素は、【Y1 照葉樹林の増加を望む】、【X12 生活しやすい】、【Y8 島をアピールしたい】であり、正と負のいずれのカテゴリースコアも高い。前述のように X12 と Y8 は原因と結果の関係であるため、照葉樹林の増加を望む人、生活しやすいと思う人が将来の生活に楽観的で、保全活動へも参加したいと考えているといえよう。逆に、類型 C4 生活安心・保全不参加型は、照葉樹林の増加を望まず、生活しにくいと思う人であり、政策的には、彼らの生活が安定すれば、保全活動への参加意志にもつながる可能性がある。

#### 6.4.4 分析結果のまとめ

本節では、2つの外的基準でサンプルを分類し、外的基準の判別に対する影響力を評価した。各分析におけるレンジの順位が上位であるアイテムを表 6.14 に示す。この表より、【自然の保全の必要性に対する是非】、および【サルとの共生可能性に対する是非】を第 2 軸とした場合、共通してレンジの順位が上位である要素は【X5 自然に対し興味がある】である。また、第 2 軸を【自然の保全の必要性に対する是非】とした場合、【Y1 照葉樹林の増加を望む】、【Y3 生き物と共生したい】の影響力が大きく、第 2 軸を【サルとの共生可能性に対する是非】とした場合、【Y3 生き物と共生したい】の影響力が大きい。すなわち、自然の保全の必要性の有無を判断する基準として、島民には、照葉樹林の増加が強く意識されているといえよう。一方、サルとの共生可能性の是非が問われる場合、生き物との共生願望が強い影響を及ぼすといえる。

ただし、これらの状態アイテムと意識アイテムの間には因果関係があり、第 5 章の MIMIC モデルにより、原因と結果が明らかになっている。アイテム間の因果関係の有無を一覧としたのが表 6.15 である。この表より、【X5 自然に対し興味がある】は、【Y1 照葉樹林の増加を望む】、【Y3 生き物と共生したい】、【Y4 自然の保全が必要である】の原因にあたる要素であり、第 2 軸を【自然の保全の必要性に対する是非】、および【サルとの共生可能性に対する是非】のいずれに設定した場合でも、レンジの順位の高い意識アイテムの背景には、【X5 自然に対し興味がある】が、【保全活動への参加意志】を決定する上で重要な要因であるといえる。

最後に、【将来の生活の安定感】を第 2 軸にとった場合、【C1 生活安心・保全参加型】 - 【C2 生活不安・保全参加型】および【C1 生活安心・保全参加型】 - 【C3 生活不安・保全不参加型】に共通して影響力が大きい要素は、【X12 生活しやすい】、【Y8 島のアピールをしたい】であったが、要素間の因果関係より、X12 がよりインセンティブとして本質的であるといえる。また、対極関係の【C1 生活安心・保全参加型】 - 【C3 生活不安・保全不参加型】では、【Y1 照葉樹林の増加を望む】が影響力の強い要因であった。

以上の結果から、屋久島が自然遺産の島として、自然の保全、生物保全を前面に押し出した政策をとるならば、地域生活者の自然に対する興味を引き出すこと、あるいは展開す

ることが必要である。第4章のアンケート調査結果によると、回答者の80%以上が「自然に対し興味がある」と答えており、保全行動にいたるポテンシャルが高いといえる。保全活動への参加意志の有無を判別するその他の要因は、【生き物と共生したい】、【照葉樹林の増加を望む】、【島をアピールしたい】であり、生き物との共生を望まない人、照葉樹林の増加を望まない人、島をアピールしたいと思わない人が保全活動への参加意志がないという結果となった。しかし、屋久島では、島のどこへ行っても山・川・海があり、特別な興味を持つか持たないかに関わらず、生物や自然と関わっていかざるをえない場所である。したがって、{自然に対し人間の力で何かを変えようとする事}={保全という活動}、それ自体が不自然だと解釈していることも考えられる。したがって、保全行動に向かわせるために興味をもたせるというよりは、むしろ、何らかの原因で自然が失われる場合に対して、どのような行動の意志があるのかりスクに対する意識調査も必要であろう。

本節では、第2軸を導入することによって、軸を基準に類型化された個々のグループを判別する11のアイテムの影響力を調べた。そこで、次節では、これら11のアイテムを統合化し、【保全活動への参加意志】を目的変数とおいた場合の、各アイテムの影響力の強さを数量化理論第I類を用いて分析する。

表 6.14 各分析でレンジが上位のアイテム

コード	アイテム	A1-A2	A1-A3	B1-B2	B1-B3	C1-C2	C1-C3
X5	自然に対し興味がある	1位**	1位**	3位	4位		
X3	サルが好き				3位**		
X12	生活しやすい					2位**	2位**
Y1	照葉樹林増加を望む	3位**	3位**				1位**
Y3	生き物と共生したい		2位**	4位**	4位**		
Y4	自然保全が必要である	-		2位			
Y8	島をアピールしたい	4位**	4位**			3位**	3位**
P1	年代	2位**			2位**	1位**	

\*\* 偏相関係数の検定で99%有意

表 6.15 MIMIC モデルに基づいた状態アイテムと意識アイテムとの因果関係

	Y1照葉樹林増加を望む	Y3生き物と共生したい	Y4自然保全が必要である	Y8島をアピールしたい
X5自然に対し興味がある	○	○	○	
X3サルが好き		○	○	
X12生活しやすい				○

### 6.5 保全活動参加意志に関わる要因の計量化

本節では、島全体の保全参加意志を最大にするにはどのような政策が必要であるのか考察するために、これまでに用いた 11 アイテムを数量化理論第 I 類により統合化する。数量化理論第 I 類では、データカテゴリーを 2 分する必要がないので、5 段階で分析を行う。なお、数量化理論第 I 類では、数量データを使った場合の重回帰分析にあたり、相関が強ければ、Y 軸の数値が上がれば、X 軸の数値も上がるという線形で表現される。したがって、わかりやすくするため、【保全活動への参加】という軸に対して、各アイテムが内容的に正に向く方向に、数量化された数値が増加するよう 5 段階データを逆転させている。

#### 6.5.1 属性アイテム、状態アイテムと意識アイテムによる分析

属性アイテム、状態アイテムと意識アイテムによる分析結果を表 6.16, 図 6.14 に示す。これよりレンジが大きい要素は、【Y4 自然保全が必要である】、【X3 サルが好き】、【島をアピールしたい】、【Y7 島に住み続けたい】であり、属性アイテムの影響力は少ないという特徴が見られた。つまり、自然保全を必要と思わないこと、生活しにくいこと、島をアピールしたくないことが、保全活動への参加意志が低い負の要因である。一方、サルが好きであること、島に住み続けたいことが、保全活動への参加意志に与える正の要因といえる。

表 6.16 属性アイテム, 状態アイテム, 意識アイテムのレンジおよび偏相関

レンジの順位	アイテム	レンジ	偏相関		
1 位	Y4 自然保全が必要である	2.791	0.527		
2 位	X3 サルが好き	1.772	0.291		
3 位	X12 生活しやすい	1.433	0.092		
4 位	Y7 島にすみ続けたい	1.033	0.034		
5 位	Y8 島をアピールしたい	0.647	0.323		
6 位	X5 自然に対し興味がある	0.430	0.390		
7 位	Y1 照葉樹林増加を望む	0.336	0.310		
8 位	Y3 生き物と共生したい	0.336	0.350		
9 位	P3 職業	0.269	0.112		
10 位	P1 年代	0.139	0.159	重相関係数	0.61
11 位	P2 出身	0.113	0.175	P 値	0.00

Chapter 6

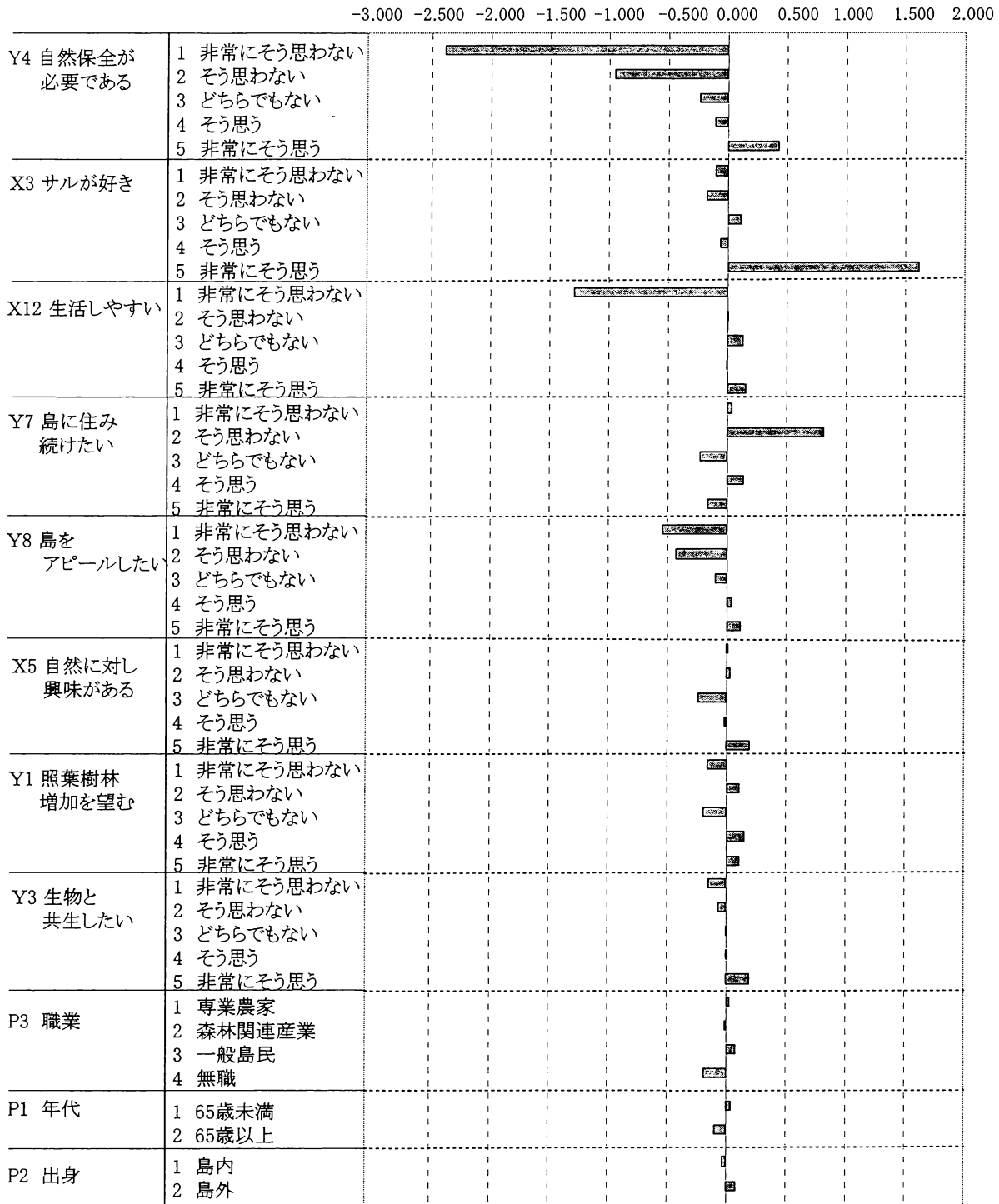


図 6.19 属性アイテム, 状態アイテム, 意識アイテムのカテゴリースコアグラフ



表 6.17 属性アイテムと意識アイテムのレンジ

レンジの順位	アイテム	レンジ	偏相関		
1位	Y4 自然保全が必要である	2.623	0.526		
2位	Y7 島にすみ続けたい	0.853	0.022		
3位	Y8 島をアピールしたい	0.843	0.352		
4位	Y3 生き物と共生したい	0.670	0.377		
5位	Y1 照葉樹林増加を望む	0.659	0.339		
6位	P1 年代	0.242	0.44		
7位	P3 職業	0.228	0.021	重相関係数	0.673
8位	P2 出身	0.068	0.171	P 値	0.000

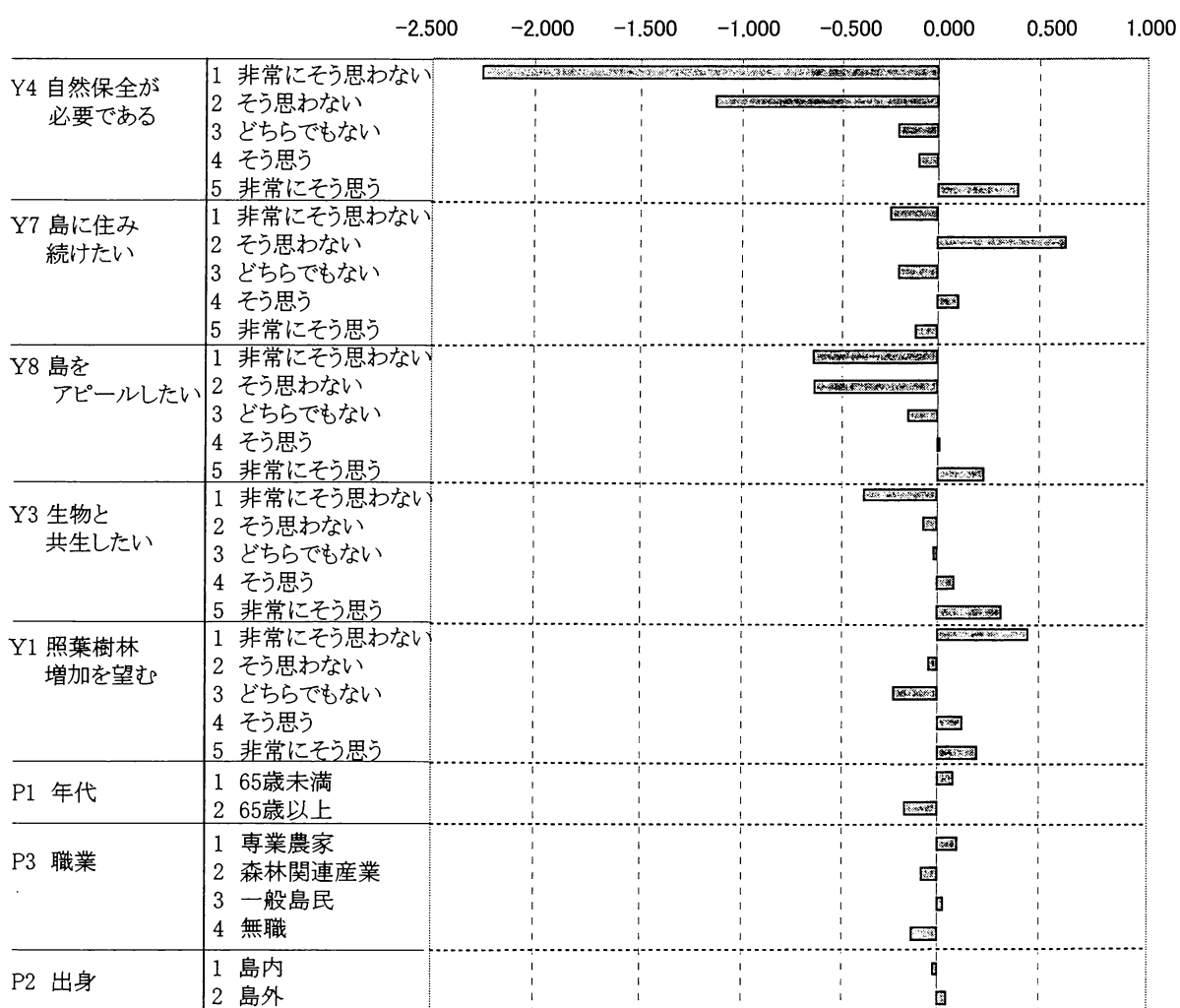


図 6.20 属性アイテムと意識アイテムのカテゴリースコアグラフ

### 6.5.2 属性アイテムと意識アイテムによる分析

そこで、次に、政策変数として利用できる要素について考察するため、第5章で調べたMIMICモデルの結果をあらわす変数のみで、数量化理論第I類の分析を行った。その結果を表6.17、図6.20に示す。表6.17でレンジが大きい要素は、属性アイテムでなく、【Y4 自然の保全の必要性】、【Y7 島に住み続けたい】、【Y8 島のアピールがしたい】、【Y3 生き物との共生をしたい】であった。つまり、自然の保全の必要性を感じるか感じないかによって、保全活動参加への意志は異なる結果であるが、6.4.1で分析したように、必要性を感じるにもかかわらず参加の意志に至らない要因は【X5 自然に対する興味】であったことから、自然に対する興味を啓蒙や生物と関わる機会を設けることは、保全活動への参加に関して重要であるといえよう。

## 6.6 おわりに

以上、本章では、数量化理論を適用して、保全行動にいたるプロセスモデルで行動に最も近い意志を決定する要因の分析を行った。その結果、【自然に対する興味】、【生活のしやすさ】といった認識レベルの要因が保全活動への参加意志を決めるインセンティブとなっていることが明らかとなった。また、意識レベルにおいては、【自然の保全の必要性】、【生き物との共生をしたい】といった生物にかかわる意識の他に、【島に住みつづけたい】、【島のアピールをしたい】といった島での生活を大事に思う気持ち、誇りといった要素も、保全活動への参加意志に強く影響を及ぼしていることがわかった。これらの地域生活者の意識構造にもとづくと、保全活動へ誘導するために必要な変数とみなせるだろう。

文献資料

- 1) 吉川和広 編 (1985) : 「土木計画学演習」, 森北出版
- 2) 飯田恭敬 編 (1992) : 「土木計画システム分析 - 現象分析編 - 」, 森北出版
- 3) 河口至商 (1973) : 「多変量解析入門 I」, 森北出版
- 4) 武藤真介 (1995) : 「統計解析ハンドブック」, 朝倉書店
- 5) 清水丞・張昇平・萩原清子・萩原良巳 (1997) : 都市域における河川利用行動の選択構造に関する研究, 環境システム研究 25, pp.633-639
- 6) 萩原良巳・萩原清子・高橋邦夫 (1998) : 「都市環境と水辺計画」, 頸草書房

## 第7章 結論

### 7.1 結果の要約

本論文では、あらたな生物生息地管理システムをモデル化する前段階として、必要な基礎的調査を行い、モデルの成立条件について考察してきた。以下に、本論である第2章から第6章までを要約する。

#### 第2章 ヤクシマザルの生息適地に関連する地域産業構造

本章では、屋久島における生物多様性指標種としてヤクシマザルを選定し、サルの好適な生息地であると同時にサルとヒトが空間的に競合する低地部照葉樹林帯を、生息地管理に関する研究対象地とした。屋久島低地部では、農業生産に対するサルの被害（猿害）が長年の課題であることから、生息地管理上の問題として着目した。そこで、まず、ヤクシマザルの生態、猿害の発生メカニズムについてレビューを行った。また、現地の森林関連産業従事者に対するヒヤリング調査を行い、照葉樹林に関わる産業構造とその問題点を明らかにした。そして、照葉樹林の保全を行う場合に生じると考えられる各産業間の問題相補性に着目し、低地部における生息地管理システムを想定した。

#### 第3章 ヤクシマザルの生息適地条件

従来、保全対象とみなされる野生生物の生息地は、多くが指標種の存否と環境因子との対応を基準として選定されてきた。しかし、人間の利用を前提とした生息地管理においては、生息地として保全するための必要条件として、質的条件が重要となる。そこで、本章では、ヤクシマザル質的な生息条件を明らかにすることを目的とし、密度を決める要因として採食条件に着目した。採食条件については、ヤクシマザルの採食植物の豊かさを表す新たな指標 FRI (Food Richness Index) を考案し、サルの生息密度との対応を調べた。その結果、両者には高い相関関係が見られ、その要因として、植物生産の非同期性による

食物資源の変動に対し、資源補完的な効果があると推測した。したがって、ヤクシマザルの採食植物の豊かさを維持することが、第2章で提案した生息地管理システムにおける照葉樹林の存続条件であると結論付けた。ただし、今回は、猿害の対象作物については主要な採食植物とみなしておらず、猿害を引き起こす群れの採食パターン、植物生産の非同期性と採食行動との関係など、実証研究が望まれる。

また、考案した指標 FRI については、その有効性と限界について考察し、今回の事例により、特定の植物の豊かさを概念的に把握し、広域の地域間で比較する場合は、有用な指標として適用性が高いことを示した。

#### 第4章 地域生活者の生物保全の意識構造

次に、本章では、第2章で提示した生息地管理システムの構成主体の生物保全に関する意識構造を明らかにすることを目的とした。そこで、まず、保全行動に至る基本プロセスに関連する要素群を構造化し、要素群間の位置関係を明らかにし、意識構造図として示した。また、それに基づくアンケート調査により、生物保全意識、生活の安定感、照葉樹林の利用の変化、猿害に対する意識の実態を明らかにし、職業別に比較した。その結果、保全参加への意志が相対的に強いのは、森林関連産業および、それ以外の一般島民であったことから、生息地管理において、想定したシステムの構成主体だけでなく、一般島民の参加も重要であることを指摘した。また、照葉樹林に対しては、経済的な資源としての価値よりむしろ、自然の豊かさに対する誇りやあることが当たり前という存在自体の価値が保全意識の背景にあることが示唆された。そして、低地部の照葉樹林の保全とは、多くの地域生活者にとって、今後も何らかの利用が前提であると認識されており、所有でなく、利用する場としての共有資源として、成立可能性が示唆された。また、農業従事者における猿害に対する負担感は大きく、《生物保全意識》に負の影響を与える要因であることが推察された。

本章では、《生物保全意識》に関与すると考えられる要素を、〈生活の安定感〉、〈生物との関わり〉、〈猿害〉という観点からいくつか指摘することが出来たが、要素間の因果関係、あるいは《生物保全意識》に対する個々の要素の影響力については論じておらず、第5章および第6章でこれらを明らかにすることを課題とした。

## 第5章 生活の安定感と生物保全意識の因果関係

本章では、屋久島における島民全体および農業従事者の生物保全に関する認識構造を分散構造モデルによって明らかにし、第4章で示した各要素で構成される潜在変数間の因果関係について論じた。その結果、【自然の保全意識】に対して、【照葉樹林の利用価値】や【生き物に対する感情】が直接影響を及ぼしていること、【生活の満足感】は【照葉樹林の利用価値】を介して間接的に影響を及ぼしていること、さらにこの影響力には島民全体と農業従事者とで違いがあることを示した。つまり、島民全体では、【自然の保全意識】に対し、【照葉樹林の利用価値】が【生き物に対する感情】よりも重要な潜在変数であるが、農業従事者においては、【生き物に対する感情】の影響力が強くなり、相対的に【照葉樹林の利用価値】と同等の影響力を示した。また、これらの因果モデルを構成する上で、14～15の要素が採択された。

次に、農業従事者においては、上記の因果モデルに【猿害の負担感】を考慮したモデルを作成し、その影響力について考察した。その結果、【猿害の負担感】は【自然の保全意識】に直接的には負の影響を与えると同時に、モデルの説明力も高まることから、農業従事者の場合、【生活の満足感】を説明する上で、猿害に関する要因は重要であることが示された。

以上の結果から、潜在変数【生活の満足感】で表される〈生活の安定感〉は間接的ではあるが、〈生物保全意識〉に対し影響を及ぼしていることが明らかとなり、保全策を取る上で、生活の安定感に配慮することも重要であることを指摘した。また、農業従事者においては、【猿害に対する負担感】が【生活の満足感】に関与し、【自然の保全意識】に対しては負の要因となっていることが明らかになった。また、【自然の保全意識】に対する【生き物に対する感情】の影響力が島民全般に比べて強いことも、猿害経験に因るものと推察できた。したがって、農業従事者においては、猿害の低減が、〈生活の安定感〉をもたらすし、〈生物保全意識〉を高める上でも重要であると結論付けた。

ただし、今回は、農業従事者以外の回答者については、〈生活の安定感〉に強く関与すると考えられる職業面の要素を因果モデルに取り入れていないため、【猿害の負担感】を考慮した農業従事者の認識構造において、島民全般と比較することが本章の課題である。

## 第6章 生物保全意識に影響を及ぼす要因分析

本章では、数量化理論を適用して、保全行動にいたるプロセスモデルで行動に最も近い意志決定の要因分析を行った。その結果、【自然に対する興味】、【生活のしやすさ】といった認識レベルの要因が保全行動への参加意志を決めるインセンティブとなっていることが明らかとなった。また、意識レベルにおいては、【自然の保全の必要性】、【生き物との共生をしたい】といった生物にかかわる意識の他に、【島に住みつづきたい】、【島のアピールをしたい】といった島での生活を大事に思う気持ち、誇りといった要素も、保全行動への参加意志に強く影響を及ぼしていることがわかった。したがって、地域生活者の意識構造から、保全行動へ誘導するために有用ないくつかの制御変数を見出すことができた。

## 7.2 生息地の共有資源としての成立可能性に関する考察

### 7.2.1 サルとヒトの共有資源としての可能性

第3章の結果より、ヤクシマザルの質的な生息適地条件は、採食植物の豊かさであることが示唆された。ここで用いた指標 FRI は、各植生に出現する主要な採食植物の種数およびその植生の被覆面積で表されている。今回は、指標 FRI とヤクシマザルの生息密度の単回帰結果でしかないが、植物生産時期の非同期性による食物資源相補性を考慮すると、食べ物の豊かさは好適な生息地としての質的条件といえるだろう。

このような野生生物の食物資源を考慮した管理方法として、技術面では、サルの生息環境を改善するために、伐期に達したスギ・ヒノキの人工林を広葉樹林に転換する施業が試験的に行われている地域もあり<sup>1),2)</sup>、屋久島においても適用可能性があると考えられる。また、林業政策の面においても、長期で大規模な外材輸入政策をとってきたことから林業・木材産業の衰退によって多くの人工林の維持管理が放棄されており、森林・林業再生と「環境保全型林業」への転換がせまられている<sup>3)</sup>。屋久島においても、1999年以降の管理経営の指針で、「林産物の供給に重点を置いたものから公益的機能の維持増進を旨とするものへと転換」をはかることとし、国有林野を①水土保全、②森林と人との共生、③資源の循環

利用の3つに区分している<sup>4),5)</sup>。このうち、水土保持林および森林と人との共生林は、原則として天然性林施業、あるいは育成複層林施業により積極的な広葉樹林等の導入も考慮されている<sup>5)</sup>。したがって、照葉樹林（広葉樹林）の再生については、林業施策の方針としてすでに始められつつあり、サルを指標とした生物生息地管理という面で望ましい方向へ進んでいるといえよう。また、皆伐を行う場合についても、一伐採箇所の面積は2~5ha以下と制限され<sup>5)</sup>、今後、60年代のような皆伐の可能性は低いといえる。

また、屋久島における照葉樹林の利用用途は、第4章の結果から、薪炭林利用といった日常生活に不可欠な利用、あるいは木材としての利用から、観光、遊び場などレジャーとしての利用へと移行しつつある（第4章、図4.15）。特に観光業を含む森林関連産業従事者の利用頻度は以前に比べて増加の傾向にもあり（第4章、図4.14）、今後も観光の場としての利用可能性があるといえよう。したがって、観光の場としての利用が、新たな構造物の設置や、餌付けをするのではなく、なるべく自然に近い姿をみせるというエコツーリズムとしてこのまま展開していくのであれば、ヤクシマザルの食物条件に直接関与せず、観光資源として照葉樹林を活用できるといえよう。

しかし、このように国有林での照葉樹林の再生は現実的なものになりつつあるが、照葉樹林面積が拡大するにつれ、農作物に被害を与えているヤクシマザルの群れが森林に移動するかどうかについては、現在のところ予測できない。ヒヤリング調査によると、「台風が多く、山の果実が落ちてしまった年には果樹の被害が大きく、山の実が豊作のときは、果樹が豊作でも被害が小さい」ことが農業従事者より聞かれた。また、アンケート調査では、猿害を低減するために必要な対策として「自然林を増やしサルを山へ戻す」との回答が、「捕獲・射殺を増やす」について多かった（付録2参照）。このような経験的な知見を考慮すると、被害低減の可能性はあると考えられるが、一方で、生息地が増えることによりサルの個体数もこれまで以上に増加し、被害も増加するのではないかという危惧もある。被害を及ぼすサルの群れは、果樹園付近に群れが定着し、農作物や栽培果樹が、採食レパートリーに組み込まれている可能性がある。つまり、猿害はサルのライフスタイルが変化したため発生する現象であるともいえ、一旦変化したライフスタイルを自然生態系のスタイルに戻すためには、被害を及ぼすサルと自然林のサルの行動比較により、群れが自然林に移動するインセンティブを見出すという実証的な研究も必要だろう。



本論文では、ヤクシマザルを生物多様性の指標種とみなし、サルの好適な生息地である照葉樹林をサルと地域生活者の共有資源と位置づけ、サルにとっての成立条件は、サルの採食植物の豊かさを維持することにあると結論付けた。しかし、今回は、質的な条件のみについて考察しており、照葉樹林の面積的な問題については述べていない。ヤクシマザルは、遊動域とよばれる群れを形成し、通常群れ単位で行動するため、遺伝的に近交弱勢が生じないだけの群れ数が生息するためには、生息地の面積的な議論が必要である。国有林に比べ、ヒトの生活・生産活動の場において、面積の確保は一層困難であるため、サルの生息地をヒトと共有できる可能性を論じるために、今後必要な課題である。

### 7.2.2 地域関連産業間の共有資源としての可能性

ここでは、地域生活者の生物保全の意識構造から生息地管理について考察する。

生物多様性保全の目的は、政治的には遺伝子資源の確保が重要であったが、屋久島における地域生活者にとっては、生活の場としての慈しみや生物に対する興味・感情といったところに強い保全インセンティブがあることが明らかになった。人間の介在が前提にある場で生物生息地を管理する際に、これらの要因は考慮すべき課題でもある。つまり、「生活のしやすさ」「自然に対する興味」といった要因は、地域生活者に保全行動を誘導するための操作変数にもなりえる。

「生活のしやすさ」をよくするために、農業従事者にとって重要な要素は、猿害の低減であった。いいかえれば、猿害は農業従事者の生物保全意識に対し負の要因となっていることが示された。したがって、負の要因を取り除くことで、農業従事者の生物保全意識を変化させることができよう。

第5章では、《生物保全意識》と要素との因果関係について、〈生活の安定感〉は、〈生物との関わり〉を通じて、間接的に《生物保全意識》と因果関係を有することが示されたように、エコツーリズムは、〈生物との関わり〉のきっかけを与え、自然に対する興味を引き出す意味でも重要な産業活動であるといえる。逆に言えば、単に美しい景観を見せるだけの観光でなく、島の生活の中での生物との関わり方の体験や、生態学的、歴史的な知的好奇心を満足させるようなガイド等であることが、保全に対し何らかの影響を及ぼす

ともいえる。

今回行ったアンケートでは、サンプル数が少なかったため、職業を4分類（農業従事者、森林関連産業従事者、一般島民、無職者）に分けざるを得なかったためあまり触れなかったが、産業間での照葉樹林の共有資源化について考察する場合、木工加工業の材としての可能性について検討することは、屋久島の独自の保全形態を表すためにも意味があると考えられる。現在、屋久島の木工加工業は、原材料としている土埋木が不足しており、代替材がなければ、林業の衰退と共に途絶えようとしている。現在、木工加工業は、低地部照葉樹林帯に直接関連する産業ではないが、材としての利用であるため、林業とうまくリンクすれば、新たなサブシステムとして機能する可能性もあり、今後の課題である。

### 7.3 結論

以上、結果より、照葉樹林が屋久島にて、指標種と地域社会の共有資源となりえるためには、FRI 値を目安とする指標種の採食条件を満たすこと、かつ、保全主体として、森林関連産業従事者以外にも、一般島民を組込むことが重要であると示唆された。また、照葉樹林の利用価値は保全意志に強い影響力を有するが、それは、必ずしも経済的な利用価値だけでなかったことから、職業人してというより、個人としての意識を保全策に汲むことが必要であると結論付けた。

そこで、第2章で想定した生息地管理システムを改良し、次の構成要素を追加した。その概念図を図7.1に提示する。まず、第3章で明らかにしたヤクシマザルに対する照葉樹林の存続条件より、照葉樹林の面積拡張、あるいは、利用の際、採食植物の種多様性と被覆面積に配慮するよう FRI を追加し、生息地の質の目安とする。次に、この生息地管理システムにおける保全主体として、第2章では、農業従事者、林業従事者、木工加工業者、観光業者と設定したが、第4章から第6章にかけての意識調査と分析により、それ以外の一般島民の保全参加意志が高かったこと、また、保全参加意志に対し影響力の高い要素は、島民全般で見た場合も、仮定した意識構造の経験レベルの要素よりもむしろ、興味・関心・誇りといった認識レベルの要素が重要であるという結果から、保全主体として一般島民を

追加し、また、個人の意識を構成要素として導入した。このように、個人の意識を生息地管理システムに新たに導入したことで、保全に対する意識の相違、生活の満足感といった要素の保全意識に対する間接的な影響、あるいは、生息地に対する非経済的な価値なども表現可能となる。

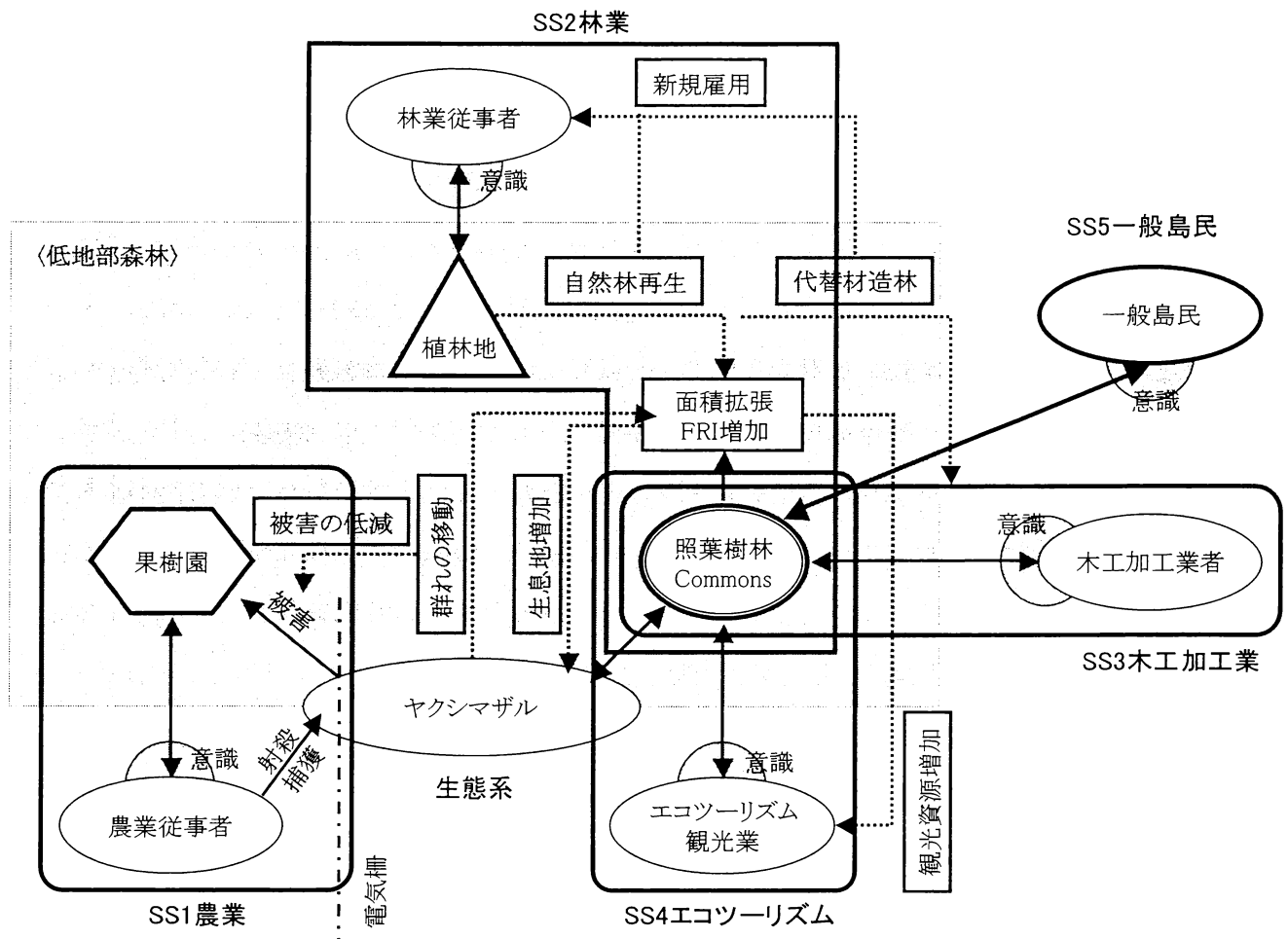


図 7.1 屋久島における生息地管理システム

## 7.4 展開

### 7.4.1 生息地保全に及ぼす心理効果・経済効果

そこで、今後の展開として、まず、提案する生息地管理システムを、システム・ダイナミクスのストックとフローの概念を適用してモデル化し、経済効果、心理効果が生息地保全にもたらす影響を評価する。モデルの構成要素はいくつかのセクター（人口セクター、産業セクター、植生セクター、ヤクシマザルセクター、心理セクター等）に区分し、それぞれの要素が、ストックとフローで表現されるサブシステムとして構成する。そこに組み込まれた、フィードバック・ループの存在により、複数のサブシステムで構成される一つのシステムとして体系的に捉え、心理・経済に関する変数を動かした場合の生息地の面積的・質的变化をシミュレーションする。心理効果については、共分散構造分析で用いたMIMICモデルを利用し、インプットを観測変数  $X$ 、アウトプットを観測変数  $Y$  であらわすものとする。

### 7.4.2 猿害発生メカニズムの数理モデル化とシミュレーション

屋久島の猿害の原因は、主に照葉樹林の伐採と植林地化による生息地の縮小であると推定されているが、それと同時に、被害対策に対するサルの学習効果や、農作物の味を知ったサルの採食レパートリー、行動の変化をみると、サルのライフスタイル自体の変化も猿害低減に支障を与えていると考えられる。したがって、これまで提案してきた生息地管理システムにおいて猿害低減の可能性を実証するためには、サルのライフスタイルの変化を理解し、自然林に戻すためのインセンティブを見出すことも必要である。そこで、猿害の発生予測と制御を目的とし、猿害発生メカニズムを数理モデル化することを展開としたい。

#### (1) 照葉樹林の動態変化の定量化

屋久島における猿害の原因は照葉樹林の大規模な伐採と推定されているが、その面積や配置については明らかでない。島の森林の8割を占める国有林については伐採材積の情報

があるものの、特に低地部の民有林については情報に乏しい。そこで、これまでに得た空間解析技術を活かし、伐採のピークであった 1980 年前後を対象とした 1960 年から 2000 年にかけての植生の動態変化を衛星画像・航空写真を用いて定量的に明らかにする。

#### (2) ヤクシマザルのライフスタイルの変化の解明

屋久島で被害の大きい柑橘類は、果実の生産時期が 12 月から 3 月にかけての冬季であり、ヤクシマザルにとって最も食物の乏しい時期にあたる。被害を及ぼす群れは、果樹園付近にとどまることが多いため、栽培果実は、その群れの採食レパートリーに組み込まれていると考えられる。そこで、自然林のみを利用する群れと果樹園付近に遊動域をもつ群れの採食物、土地利用頻度、採食時期など採食行動の比較を行うことにより、果樹園付近の群れがどのような便益とリスクを得ているのか明らかにし、サルの行動面から猿害を低減する方策について考察する。

#### (3) 採食植物生産の非同期性がサルの採食行動に及ぼす影響

これまで、採食植物の豊かさがサルの密度を規定する要因として、採食植物生産の非同期性による食物資源の相補性であると推測してきた。そこで、選択した主要採食植物の果実・葉生産量と生産時期の長期モニタリング、および、主要でない可食植物の分布を明らかにすることによって、サルの密度と食物資源の相補性について検証する。これらの結果をもとに、サルの生息条件を満たす森林の維持管理について考察する。

#### (4) 猿害発生メカニズムのモデル化とシミュレーション

(1) から (3) の結果をもとに猿害発生メカニズムをモデルで説明し、照葉樹林の面積、果樹園・農地の照葉樹林への近接度、捕獲頭数、電気柵の延長等の変数操作によって、猿害低減効果のシミュレーションを行う。

文献資料

- 1) 蒲谷肇（1994）：ニホンザル生息保護地域の森林の収容力の改良（I）－伐採跡地に植えた広葉樹の成長経過－，日本林学会大会発表論文集 105，pp.571-574
- 2) 蒲谷肇（1996）：ニホンザル生息保護地域の森林の収容力の改良（II）－スギ・ヒノキ林伐採放任地における広葉樹林の動態－，日本林学会大会発表論文集 107，pp.481-484
- 3) 山岸清隆（2001）：「森林環境の経済学」，新日本出版社
- 4) 屋久島森林環境保全センター：屋久島森林環境保全センターの概要について
- 5) 九州森林管理局：「地域管理経営計画書 別冊 管理経営の指針」

## 謝 辞

本研究は、さまざまな方に支えていただき、ひとつの論文としてまとめることができました。この場をかりて、お礼を述べたい。

まず、所属の指導教官である内藤正明教授には、社会人としての実務経験から生まれた筆者の問題意識を汲みとってくださり、制約をかけず自由に研究をさせていただいたことに感謝申し上げます。そして、環境科学とは、常に社会との関わりから切り離せないため、アカデミックな部分だけでは解決できないことをご教授いただきました。

防災研究所総合防災部門自然・社会環境防災分野の萩原良巳教授には、異分野にもかかわらず、常に深く掘り下げた議論へと導いてくださり、筆者の主張を形にするにあたって、温かくも厳しいご指導と叱咤激励により最後の最後まで支えていただきました。そして、環境問題に向き合うには感受性が大事であること、チームワークとしての仕事を通じてシステム論的思考方法の大切さを学びました。また、前助手清水康生博士、畑山満則助手をはじめ、同研究室の皆様には大変お世話になりました。なかでも、神谷大介氏、坂本麻衣子氏、佐藤祐一氏にはモデル作成にあたり、有益な議論をしていただきました。

環境工学専攻松岡譲教授には、環境システムモデリングについてご教授いただき、研究に対する厳しい姿勢に敬意を表すとともに、学位の審査をしていただいたことに感謝申し上げます。

理学研究科動物学教室人類進化論研究室の山極寿一助教授には、現場に対する研究者としての姿勢に感銘を受けました。そして、屋久島での調査研究を始めるきっかけを開いてくださり、貴重な助言をいただきました。また、同研究室の鈴木滋助手には、さまざまな形で発表の機会を与えてくださり、サルの生態についてご指導いただきました。それから、ヤクシマザルの調査においては、龍谷大学好広眞一教授、霊長類研究所半谷吾郎氏ら率いるヤクザル調査隊の面々、植生に関しては滋賀県立大学の野間直彦講師、獣害に関しては農学研究科の高柳敦講師に助言をいただきました。そして、現地調査において、屋久島の方々には大変お世話になり、思い込みと現実のギャップや価値観の違いについて度々考えさせられました。

本論文には、構成上掲載できませんでしたが、本研究を始めるにあたり、日本学術振興会未来開拓学術推進事業のプロジェクトにて生態系評価の仕事をさせていただいたことで、プロジェクトリーダーであった地球総合研究所の和田英太郎教授をはじめ、関係者の方々にいろいろな面で大変お世話になりました。なかでも、同研究所の谷内茂雄助教授、人間環境学研究科の福井勝義教授には、専門分野や調査面で丁寧な助言をいただきました。また、当初、生態学研究センターにいらした故東正彦教授には、門外漢である筆者の発表にも、前向きにいくつものアイデアを出してくださったことが印象的であり、嬉しかった

ことを記憶しています。

また、所属研究室の卒業生である今川朱美氏、楊楡芳氏には、子育てしながら研究を続けるたくましさに、同じ女性として常に励まされました。そして、研究活動において細やかな配慮をしてくださった歴代の秘書の平沢美登里さん、辻まゆみさん、紺野美穂さん、甲斐みちよさん、総合防災部門の秘書、山下敦代さんにもお礼申し上げます。

最後に、筆者の博士課程編入は学位取得のためだけでなく、私的には、これまでの人生を軌道修正する時間でもありました。その中で、多くの魅力的な研究者に出会えたことは幸運であり、議論を通じ他者と深く関わろうとする姿勢に少なからず影響を受けました。研究者としては遅まきのスタートであり、先行きは不安に満ちていますが、良いと思える方向へ緩やかに変化してきたと感じています。私的な部分で支え続けてくれた父と母、弟夫婦、義弟、京都へ戻るきっかけをつくってくれた妹、そして博士課程半ばに生まれ来た小さな姪に感謝をささげたい。

2002年12月 森野真理



Appendix

付録 1 ヒヤリング調査資料

## 1 農業

### ■上屋久町役場農林水産課 (3<sup>rd</sup>)

- ・ 捕獲と駆除は違う。
- ・ 駆除頭数：3ヶ月ごとに集計：猟友会会長によると、地域ごとの個体数の把握はしていない。
- ・ 被害は減っていない。
- ・ シカが角で破った柵のあとをサルが入って、同じ場所から出て行く。
- ・ これまでに3000頭ぐらいのサルを駆除した。
- ・ 山際の果樹園の被害が最も大きい。照葉樹林帯に生息するため、そこを移動することはない、食生活のパターンが変化していて、採食レパートリーに含まれているだろう。
- ・ 台風の多かった年には、サルの被害が大きく、暖冬の年には、被害が小さい傾向がある。
- ・ 上屋久町では、永田の集落の被害が大きい。
- ・ 農家の人は、駆除については、猟友会の人に依頼するため、数的には押さえていない。

### ■農業従事者 A 氏 (3<sup>rd</sup>)

- ・ 1町3反：ポンカン・タンカン園を管理
- ・ 果樹の植えつけ：6m間隔、高さ4-5m
- ・ 電気柵：高さ2m位
- ・ 猿害対策の管理として、下刈りをしておき、サルと人との領域をはっきりさせておくこと、サルに自分の領域を認識させることが必要。
- ・ グループ管理は、実際の管理を統一する意識がメンバー全員にないと難しい。
- ・ サルの学習能力も考慮すべき
- ・ なぜ被害が起こるのか、サルの行動を基準とした対策が必要。全滅させることでなく、理解からはじめる。
- ・ 針葉樹林の広葉樹林化が必要。
- ・ 電気柵が今までの対策の中で、最も効果がある。マイナスの部分を知っていて、群れの共同作業で、侵入することもある。
- ・ 被害の増大は、1975年～1985年頃
- ・ 永田の場合はほとんど本業として果樹栽培している農家が多い。

### ■農業普及センター (3<sup>rd</sup>)

- ・ 1988年に果樹園の作付面積が減少した理由：ウルグアイラウンド(自由化貿易)対策として、政府が廃園推奨(「樹園地転換事業数年間」10aあたり35万円くらいの報奨金)したため(廃園は自己申告)。
- ・ 屋久島の果樹生産量は、本土に比べて少ない(本土3000kg/10a;屋久島1200~1500kg/10a)。
- ・ この原因は農業気象と関連がある(1989年;光合成と群落構造:堀江教授(農業経済学),金

## Appendix

野・小野（農業環境研究所）による）

- ・ 生産高は、果樹が密植していると低い。太陽光の入射角が、樹木下部の枝、梢、葉にあたる樹木感覚（7-8m）でないと、次年度の生産につながる枝に実がつかない。
- ・ 果樹の結果パターンというのは、通常隔年結果であり、豊作の次年度は少なく、振動する。この定期的に訪れる収穫量の少ない時期を技術などでカバーし、収量安定に努めている。気象で大きな影響を与えるのが台風。
- ・ 次年度の生産については、結果枝に対し、不結果枝・無着枝といわれる予備枝が重要。
- ・ 果樹の生産に影響を及ぼす気象変動は、台風、長雨、暖冬、異常低温などであり、その他に土壌が重要。屋久島では、標高 150-200mの傾斜地が太陽光の角度に対し適している。また、土壌については、屋久島はほとんどが花崗岩由来のマサ土で、水分・養分の保持力が低い。標高 150-200mは、赤ホヤという硫黄島由来の火山灰、黒ボクであり、肥沃である。また、このあたりは、亜熱帯、温帯気候であり、高温多湿という特徴から、全天候型果樹園が可能である。
- ・ 作付面積・売上に対する歴史的経緯：プロダクト・ライフ・サイクル
  - 試作導入期：ポンカン・タンカンの場合大正 15 年
  - 実証確証期：10 年くらいで実を付け出す。
  - 競争拡大期 1950-1955 年：生産量が増加（樹木の成長にともなって）
  - 安定期 1970-1975 年
  - 衰退期：1985 年 この時期からさらに二次成長するためには、技術革新、行政施策が必要。屋久島では、安定期の順調な成長により過剰生産気味。ウルグアイラウンドの対策として抑制政策→①廃園後山地化、②転作：金柑、香酸柑橘類（レモンなど）、③その他：畑への転用。ただし、減反政策も行われていたため、水田への転用に対しては、報奨金はでない。→その結果大幅縮小
  - 今後は、現在の経営者の高齢化（60-70 歳代）のため、10 年後は、現在の 30%~50%の人で担うことになる。→園地の再編による管理効率化、移植、企業的な戦略の必要性。
  - ポンカンの導入の方が古く、現在 50-60 年の樹齢、タンカンはまだ樹齢 8-10 年であるため、成長はこれから期待されている。
- ・ 1961 年農業基本法により、かんきつ類の補助事業、構造改善事業→これにより雲集みかんの拡大、若干遅れて屋久島もポンカン・タンカンの推進・拡大（1970 年~1975 年）
- ・ 最初の 7 年くらいは、密植で、樹木の小さいため、量的に伸びない。
- ・ 現在考えている戦略：現在、ポンカンの生産時期は 11 月から 1 月半ばまで、タンカンは 2 月初旬から 4 月はじめまで。→かつては@800 円だったが@200 円におちているポンカンの生産時期を凝縮し、タンカンの安定供給にエネルギーを費やす。宅配、生協、インターネット販売など販売路の拡大、ハウスメコポン@800 円。

## Appendix

### ■公民館館長，猟友会副会長（3<sup>rd</sup>）

- ・ 電気柵でも効果は60%
- ・ 農業の成立する方策・研究でなければ，協力しない。
- ・ 電気柵，草（特にカズラ類）の日常的管理が重要。
- ・ 大学研究者との対立。
- ・ タヌキは肉食でもあるため，合鴨農法の雛もやられる。
- ・ 国立研究所のテレメトリー調査，捕獲に対する批判（継続調査でなければ意味がない）
- ・ 共用林については，条件のいい場所（管理のしやすさ，材の質の良さ）を優先的に，間伐し，現在は，支柱に利用する丸棒の製造などで，経費を捻出している。
- ・ 最近では，県知事でなく，町の許可で駆除ができるようになった。
- ・ 猟友会かつては狩猟で生計を立てている人が永田で15人。
- ・ 中山間活性化事業で，魚網を張り巡らしたが，網の目の大きさ次第で，簡単に食い破られる。シカにも破られる。
- ・ 保護派の人は，絶滅する可能性があるからというが，これまでも，継続的に捕獲してきてバランスをとってきた。その捕獲と出産率などのバランスが現在とはとれていないのではないか。

### ■農業従事者B氏（3<sup>rd</sup>）

- ・ 所有の果樹園は永田地区で最も半山に近く，被害が最も大きい。
- ・ 1945年ごろは，サルも，シカもみたことはなかった。半山に行けば鳴き声だけはしたが。
- ・ でてきたのは，やはり果樹園を開いてきた1975年～1985年頃から。
- ・ ポンカンの時期は，被害が少ない。タンカンの時期は必ず出てくる。
- ・ 毎日果樹園に向かないとやられる。樹園の手入れとサルの見張りが主な仕事
- ・ 電気柵が最も効果的であるが，効果のある状態にしておくことが重要。草刈，地面への埋め込みなど。電気柵もだんだん性能のよいものに改良されつつある。1mあたり，1万円。グループで申請しないと補助金がおりにない仕組みだが，グループの管理は，統一された意識がないと難しい。手入れの悪い果樹園から侵入してくる。しかし，個々の園地を囲うには，お金がかかりすぎるため，グループの園地全体を囲う方法をとるしかない。また，全体を囲うとしても，完璧に囲わないと効果があがらない。全体を囲うと300mくらい必要。補助金は，半額負担で，据付や管理は，経営者の負担。
- ・ 日常の管理は，草刈，枝打ち，サルの見張り，など。人夫代などがかかる。
- ・ サルをどこかへおびき寄せる方法はないものか。
- ・ サルは増えてきていると思う。
- ・ 海岸沿いの森林は，もともと永田町の所有であった。

## Appendix

### ■屋久町役場農林水産課 (3<sup>rd</sup>)

- ・ 捕獲檻設置場所の地図自体は、かなり、以前のものであり、現在の檻設置場所は不明。①春牧 1997 年設置, ②永久保 1999 年設置, ③小島 1999 年設置が、現在でも、届出されている。
- ・ ポンカン・タンカンだけでなくシイタケ, 米, トウモロコシ, サツマイモなど通常の作物にも被害。
- ・ シイタケ: 食べられないものに対しても遊びで、ホダギから全部かきおとす。
- ・ 米: サルの匂いが精米しても残る。
- ・ トウモロコシ: サルの匂いがするため家畜が食べないなど、二次的被害
- ・ ポンカン・タンカンの若木にのり、皮を剥ぐことで木を痛める。
- ・ 山際が必ずしも被害が大きいとは限らず、川沿いに移動するため、海岸沿いの畑や果樹園の被害も大きい。
- ・ 県へは、駆除頭数として計上されている。県の有害駆除限度数は各町で割り当てられている(屋久町の場合は 400 頭)。林務課, 県の猟政担当
- ・ 1998 年 215 頭, 1999 年 181 頭, 2000 年 215 頭 (屋久町)
- ・ 被害額と面積については、被害地を見に行き、大小の平均から何割と推計した数字。
- ・ 針葉樹林が広葉樹林化したとしても、サルの頭数が増え、被害も再び増加する可能性だってある。

### ■上屋久町農林水産課 (4<sup>th</sup>)

- ・ 畑の被害は楠川, 梶川, 小瀬田が大きい
- ・ 果樹園の被害は永田, 宮之浦で大きい。

### ■屋久町農林水産課 (4<sup>th</sup>)

- ・ 甘しょは焼酎用に製造していて、主幹品目ではない。
- ・ 米は自家用が主で、販売用でない。
- ・ 地元の本音: かもうなっち (構わないで欲しい)。
- ・ 自然遺産に登録されても補助金は一切ない。
- ・ 観光客が増えることによりごみも増え、いい面、悪い面がある。
- ・ 野猿事業の 3 分の 1 は農家の負担。
- ・ 上屋久から屋久への移転も多い。上屋久は北西の風が強く、気候条件が厳しい。

■永田地区長 (4<sup>th</sup>)

○獣害対策など

- ・ イノシシの電気柵の利用→下方に電気が流れているため、サルには無効
- ・ ラジオ・人の声の録音テープ
- ・ 爆音器（カーバイド、ボンベ）で時間差をつけて爆音。音に対する苦情。
- ・ 魚網+電線（上方）→支柱の間を伝ってくる。
- ・ フェンス+電線
- ・ 網を張っても大木を使って飛ぶ。入ってきたやつはミカンの木のばねを使って逃げる
- ・ ある群れを絶滅させても他の群れが支配する。
- ・ ボスが子分のサルのほほ袋のミカンを取って食べる。
- ・ 猟で生計を立てていたハンターは、以前永田で15名いた。
- ・ 1992年ごろまで10年ぐらい、サル・シカの禁猟時代→一湊のヤハズに捕獲したサルを送っていた。
- ・ 電気柵を設置しても柵の背後の樹林は、営林署の管轄なので、切りにくい。
- ・ 捕獲器は、上屋久から20基、永田から10基提供され、半分補助、半分個人負担。
- ・ シカの被害は5-6年前から出ているため、有害駆除申請をして駆除。果樹の幹部分の皮をはぐため、木が枯れる。ただし、フェンスの電気柵を設置しておけば、かなり被害は防げる。
- ・ シカは猟師が有害駆除→年500頭
- ・ 維持管理の負担。
- ・ 殺したくない。
- ・ 学術研究で金を取るのには信じられない。
- ・ 自然保護派が捕獲したものを逃がす。

○共用林

- ・ 猿害の原因は、共用林に造林を増やしたためと考えられる。特にスギ林は、サルの食べ物が少ないためではないか。
- ・ 共用林は、80億の借金を抱え、現在組合は解散している。
- ・ 永田の自然林もかなり切られた。
- ・ 永田の自然林は民有林が多い。奥の山は営林署の管轄。
- ・ 共用林が売れなくなった10年ほど前から、雑木をそのまま放置し、自然更新に任せている。
- ・ 現在は、堆肥用チップ、シイタケのホダ木として販売し、利益は福祉にあてていて、共用林組合には返さない。
- ・ 現在の管理は、上屋久全体の連合会(各集落の共用林管理者の集まり)。
- ・ 赤字にならない場所(良材で、搬出しやすいなど)のみの管理。1昨年前まで間伐材も利用していたが、赤字が出たので現在はしていない。

## Appendix

### ○少子化・高齢化，後継者対策，その他

- ・ 永田の 8 割は農業
- ・ 600 人のうち 70 歳以上 185 名.
- ・ 1 年間里子留学（全国から），今年 6 年目
- ・ 永田小学校を複式にしたくないので，15 名まで受け入れる（町の助成），実親の負担あり
- ・ コミュニティ：幼児学級，老人クラブ，婦人会，青年会，神社（5 つ），PTA，氏子総代
- ・ 柑橘類の全盛期は後継者が来たが，結局 U ターン
- ・ 後継者離れの原因は，みかんの暴落および猿害
- ・ 現在，デコポン，トケイソウ（パッションフルーツ）の試験．トケイソウはハウス栽培で年 2 回の収穫を見込んでいる．
- ・ ポンカン，植えてから 10 年後，タンカン，3 年後，トケイソウは 1 年後から収穫可．
- ・ 区長（月 1 回駐在委員会），共用林，公民館長等，さまざまな役を兼任．
- ・ 海がめ研究：婦人会が受付，監視人が前浜に 2 人，田舎浜に 1 人．大学の研究者など，あいさつや許可を経ずに観察や調査するものに対しては，迷惑．
- ・ サルを増やしても永田では観光にならない．しかし，山の杉を見に行けばサルがいる．
- ・ 猿害がなくなれば，子供たちも戻ってくるであろう．
- ・ 農業のハウス化は夢．しかし，子供は帰ってくるかわからない．
- ・ 観光産業から Tax をとり，猿害防止に投資．町条例ではなんともできない．←制度設計・政策決定．

### ■宮之浦地区長（4<sup>th</sup>）

#### ○獣害・観光・人口

- ・ 宮之浦地区で，地元の方は 3 分の 1．他は，島外や永田などからの転入．
- ・ サルによる被害は，8 年前の電気柵による対策事業により，減りつつある．電気柵の効果，電流が流れてなくても来ない．
- ・ 被害作物は，ポンカン，タンカン，ピワ
- ・ シカの被害が最近出ている．
- ・ シカは網を破る←フェンスが効果的．サルと鹿の居住と分離柵．
- ・ 獣害の原因は奥山森林の伐採．
- ・ 屋久島の観光資源としては，やはり山．雲水峡などが主要である．
- ・ しかし，観光地としてサルがいることの効果は大きく，以前は餌付けもされていた．1985 年くらいまで餌付け．安房で 5，6 年前餌付けしていた．
- ・ サル・シカがいなければ山の意味はない．
- ・ サルは，果実のなったときの被害が大きい，シカの場合は，若芽（春先）や，幹の皮をはぐため木がやられてしまう．

## Appendix

- ・ スギ材は共用林でも伐採したら補植するため、自然にもどすことはない。
- ・ 宮之浦での農業は、定年後の楽しみとしてやっている人がほとんど。20戸/1300戸。
- ・ 地区による被害の違いはある。永田が一番被害が大。タンカン・ポンカンの季節にはサルの群れがみんな永田へ行く。
- ・ 採算に合わないので、一旦島から出たら若者は帰ってこない。
- ・ 老人と若い人のミカン。老人は猿害に対し、あきらめている。
- ・ 一湊は、漁業の集落。

### ■春牧地区長（4<sup>th</sup>）

#### ○農業

- ・ ほぼ自給自足であり、専業農家は3-4戸、兼業農家は100戸。
- ・ 営林署を退職した人、漁業との兼業（屋久町の50%）
- ・ 海側では被害は少ない。
- ・ 企業：林業企業、えび養殖、毎日コンクリート、茶園、商業10件工芸。
- ・ 上に柵ができれば、下に出てきた。
- ・ シカの被害が3-4年前から出てきた。茶の芽をたべる、山では、60年生のスギが根くされ。
- ・ 蜜柑園の周りの木は切れる。
- ・ 餌付けが昭和50-60年に行われていた。
- ・ サル・鹿の被害がなければ問題ない。

### ■尾之間地区長（4<sup>th</sup>）

#### ○サルによる被害

- ・ 今年になって、作物だけでなく小学生や女性を襲ってくる。襲うのは子供の手の中のパンやかぼんの中。子供を襲ってきて、子供が逃げるとすぐ県道沿いの茂みに逃げる。
- ・ 行きは大人が子供について行くが帰りは大変。
- ・ 未だに群れのボスが襲ってくる。
- ・ 猟友会に委託し4-5頭駆除。
- ・ 危害は尾之間地区・栗生に多い。
- ・ 電気柵：畑地総合整備計画が町の補助により実施。
- ・ いわさき産業：1970年ごろから屋久町観光課といっしょになり、屋久杉ランドで餌付け。
- ・ 農家については（害は）減っている。問題は谷が深いため、サルは川伝いに侵入。山の果樹園に電気柵を張り巡らしても川づたいから入ってくる。



## Appendix

### ■小島区地区長 (4<sup>th</sup>)

- ・ サル：ボンカン，タンカン，グアバ→電気柵・ダチョウ・犬，通学路で人への危害もある。
- ・ カラス：びわ，きんかん，パパイヤ
- ・ 山の食物がないと人にくる。
- ・ 農業生産物の実りの時期にサルが出没  
→ボンカン・タンカン→スモモ・パッション→グアバ、米 etc
- ・ 電気柵の効果は大。県・町の補助。
- ・ 川べりの農作物への被害，温暖なところ。
- ・ 原（ハルオ）地区では，法面から下にサルを入れない方針で電気柵。
- ・ 電気柵の電気代はしれている：小屋の冷蔵庫など合わせて500-800mで月に3，4千円。
- ・ シカは，この地区は少ない。栗生・永久保→シカがひどい。電気柵の中に犬。
- ・ シカは栗生，永久保の川村という集落に多い。野生のやぎもいる。ヤギは食べるとうまい。
- ・ 上のスギではシカによる被害も多い。
- ・ サルは食べない。
- ・ シカの捕獲：夜ライトで驚いたところを，トラックで体当たりする。
- ・ サルについては，補助が出る。
- ・ 小島84世帯のうち，Iターンの30世帯（別荘，任期付教員）。
- ・ 農家50戸のうち20戸が後継者がいない，25戸は専業農家，5戸は米

## 2 林業

### ■林野庁森林環境保全センター (1<sup>st</sup>)

- ・ 土埋木について：年間1000m<sup>3</sup>の原木生産・販売（内400m<sup>3</sup>はへり集材）正確な数と場所については非公表。
  - －600m<sup>3</sup>は随意契約者に販売，400m<sup>3</sup>は市場販売
  - －入札80-90万/m<sup>3</sup>，平均30-40万/m<sup>3</sup>，600万/m<sup>3</sup>（H.10最高）
  - －収益は森林管理署の特別会計
  - －加工業者；屋久島30社，鹿児島52社，一般競争有資格者も参加可能。
- ・ データについて：森林計画図・調査簿－九州森林管理局計画課  
施行管理指針（国有林の区分における施行の法的規制等）
- ・ 森林区画については林野庁で4kmメッシュのデータベースを作成中。
- ・ 2002年に森林区画の植生調査実施予定。

■大東海運産業チップ工場 (2nd)

1966 年大東海運産業操業開始

1967 年から屋久島森林開発が国有林を中心に操業

- ・ 伐採対象はおもに前岳共用林の薪炭林
- ・ チップ材の用途：99%がパルプ用材として鹿児島へ搬出（主な受け入れ先：中越パルプ）
- ・ 社会的背景：スギの造林に伴う皆伐
- ・ 利用樹種：シイ，カシ，ユス（\*薪用材としてはシイが多い）
- ・ 戦前・戦後の照葉樹林の利用：ヤマギリ（下駄），シイ（枕木），ユス（そろばん，フローリング）など
- ・ 照葉樹林の利用適期：1975 年-1985 年，100 年以上の木は中が空洞になり利用できない。
- ・ 現在，スギ間伐材の利用可能性の模索  
→加工センター運営補助金の申請（住宅用材のプレカット，支柱用材，用壁，丸棒加工，床板，壁板）
- ・ 現在の林業従事者：屋久町 35 人（代々 3 人），上屋久町 1 人，森林組合の作業班 30 人
- ・ チップ材製造の工程

①材の切り出し

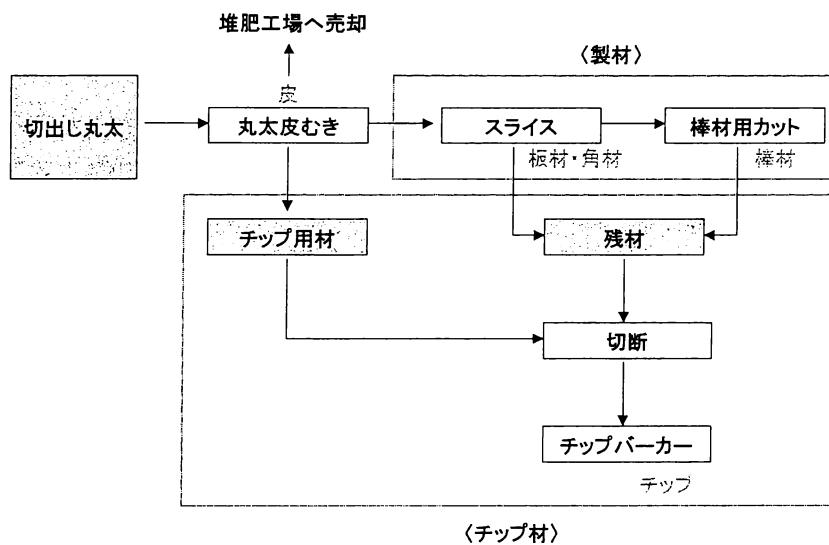
対象：30 年ぐらいの間伐材

- 短い木，腐り，曲がりのある材：チップ用
- 長く，まっすぐな材：製材用

トラック 1 台 6 立米，2 日に 3 台分，作業班 5~6 人，トラック運転 1 人

1 ヶ月 14~15 日操業，日当 8 千から 1 万円，トラック・集材者：1 万~1 万 2 千円

②製材用・チップ用



付図 1 チップ材の製造工程

■屋久島森林管理局 (2<sup>nd</sup>)

- ・ 収穫：材積
  - 立木販売：立木で売る業種，買った業社が切って売る。
  - 素材生産（丸太材，切って出す）
    - \* 請負
    - \* 直営
  - 屋久島森林開発：1955-1970 半ば
  - 共用林利用：屋久島憲法による利用．地元の共用林組合による管理
  - 伐採面積（森林区分）：共用林野
  - 生産量，売上の変化→歳入（立木売り払い材，土埋木は製品．製品は鹿児島も含まれる，雑収はシキミ，サカキなどの花木）
  - 広葉樹林（シイ，カシ，タブ，ユス）は皆伐後，針葉樹植林
  - 1961年 生産力増強，外材を買えない（円が弱い），国有林から材を出すべきとの圧力（1951年 朝日新聞），小杉谷を中心に成長の早い杉の植林
  - 民有林も同じく伐採後，植林地化。
  - 大量伐採以前は，法正林思想（秋田，九州のオビスギが有名）があり，成長量だけ切るという方法であった．5年林齢，齢毎の木材の材積
  - 遺産地域：森林生態保護地域（1992年）が林野・環境・文化三庁により決定，MAB 計画に準じた設定。
  - 地域施業管理計画 - 林野庁，鹿児島-環境保護課

■大東海運産業チップ工場 (4<sup>th</sup>)

- ・ 奥岳から林業を自然再生している。
- ・ この2-3年は間伐のみであるが，前岳は，皆伐，新たに再植する予定。
- ・ 分収育林として，今年3箇所販売予定。
- ・ 地元の業者で入札。
- ・ プレカットなどの器材が島にない。
- ・ 1960年先代社長が木材開始。

3 木工加工業

■木工加工搬出業者 (2<sup>nd</sup>)

- ・ 屋久島の森林
  - 1952年 - 1955年 戦後，資材として切り出すよう林野庁に圧力，朝日新聞による社説
  - 1965年 伐採可能な部分は切り尽くす，機械化による大量伐採

## Appendix

- 1960年代 立木以外の資源として、古損木＝土埋木を化粧木として使えないかという提案は、資源として認められなかった。
- 土がついているため土埋木と呼ばれるようになったが、実際土に埋まっているわけではない。
- 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。現在は1.8m以下のものについてはほとんど切っていない。
- 大径木を切る技術は屋久島独自の技術。
- ヤクスギだけでなく、ヒノキも切られ表は楠川から、裏は栗生にだして南方貿易が行われていた。
- 1920年より、屋久島の道路はすべて林野庁

## 4 観光業

### ■エコツアーリズムガイドA氏 (1<sup>st</sup>)

- ・ 自然環境を利用した経済活動（エコツアーリズム）にとって、人為的な干渉の少ない自然を維持することと、島らしい生活様式を大事にすることが必要。ただし、現在めざしているエコツアーリズムを具体的にするためには、長期滞在してもらう仕組みが必要。

### ■環境庁自然遺産センター (1<sup>st</sup>)

- ・ 線引きの際の明確な評価基準はない。政治的に林野庁との調整。保護区の形状についても現在の状況でいいのかわからない。
- ・ 第三種の保護地区については伐採可能であり、100-200年生のスギについて、森林施業のある可能性。  
→格上げしたいが、根拠に乏しい。また、林野庁側で、土埋木がある可能性があるため、認められにくい。  
→絶滅危惧種であるヤクタネゴヨウマツの位置データは根拠として非常に有効である可能性。
- ・ 具体的には、千尋の滝周辺、共有林、河川沿い、海岸沿いの植生を確保したい。
- ・ 共有林について：保護地区に指定しても、利用については問題ないが、国に対する歴史的な不信感から説得が難しい。

### ■エコツアーリズムガイドA氏 (2<sup>nd</sup>)

- ・ 現在、照葉樹林の材としての価値はない。
- ・ 観光資源としての価値を見出す必要があるのではないか。
- ・ 照葉樹林は50年から100年で利用可能、200年から300年で森林更新
- ・ 観光資源としての利用可能性

## Appendix

- スギの照葉樹林化：人工的な利活用（特殊家具の生産，住宅用材としての生産）
- シードバンク・種苗供給：夢の島の照葉樹林，屋久島のブランド化
- ガジュツ：北限の薬草利用（効用が高い），江戸時代からの利用
- これまでの文化の延長線上にこれからの文化をおくべき。
- ・ 地元のスギは材としては二級品
  - 湿度が高いため芯に樹液を蓄える。→水に強いが見た目に悪い。
  - 急斜面に生えるため，曲がりが多く，左右不均一。
  - 低地のスギは黒味がかり見た目に悪い，500m以上は適地であるため赤味材となる。
- ・ 低地林の開発については，果樹園よりも戦後の食料生産を目的とした畑による開拓が大きい。
- ・ 昭和 35 - 6 年までの木炭は製鉄精錬用，満州の鉄道の枕木用（シイ，カシ）
- ・ 炭焼きは細い木が良いため，15～20 年サイクルで利用。
- ・ 昭和 33 年ごろから，チェーンソーによる全面皆伐方式，林道，ワイヤーロープによる搬出。皆伐後はスギ植林。
- ・ 今後は国有林の利用が重要。
- ・ 永田地区の発電所は，もともと電柱材としての杉利用を見込んで先駆的に植林した。電柱材としては売れなかったが，その後の建築材利用として需要が急騰したため，売れた。
- ・ 屋久島の水力電力の利活用の重要性，全水力発電の半分で島全体がまかなえる。

### ■環境庁自然遺産センター（3<sup>rd</sup>）

- ・ 保護区の拡張部分の説明と資料。
- ・ 今回の拡張部分については，IUCN の指摘を中心に，他省庁との協議のうえ決定。
- ・ 生物多様性，生態系の保全という項目がおった場合，保護区の指定の基準も変わるかもしれない。
- ・

### ■上屋久町観光課（4<sup>th</sup>）

- ・ 団体客の人数：旅行会社しかわかっていないが，自然遺産の登録以前に，トッピーが就航してから増えている（日帰りできるため）。
- ・ 屋久島の観光は種子島とセットが多い：種屋久ツアー（屋久島は山，種子島は海）
- ・ 屋久島観光協会を上屋久・屋久で共同出資して設置。本部は空港，他の案内所は安房・宮之浦
- ・ この協会に，ガイド，旅館などは会員として登録している。
- ・ 観光課側の自然保全に関する活動：マナーガイドの配布，トイレの清掃依頼，水溶性ティッシュ，ゴミ袋の配布。
- ・ 観光に関しては，I ターンの人々の技術が高く，島民は押され気味。
- ・ ガイドも島外の人が多い。
- ・ 地元の商業はつぶれ，スーパーができる。

## Appendix

- ・細かい土産ものも外部で生産。
- ・湯泊は高齢者が46%。若い人は島を出たがっている。
- ・広告、PRについては、島の観光課が積極的にやらずとも、外部の旅行会社などがどんどんやってくれるので、ポジを業者に貸すやり方が多い。
- ・一時のブーム以降1998年度ごろには観光客は停滞していたが、2001年テロ以降、国内旅行が増え、再び増加傾向。
- ・町としては、PRより、地元の受け入れ体制を強化したい。しかし、研修などを実施しても、実際は5名ぐらいしか参加しないなど、文句は言うけど、行動しない傾向。よそから来た人のほうが熱心。
- ・屋久島焼きは20年程前から島外の人により始められた。現在は5 - 6人。
- ・森泉ブランドの開発：自然館。
- ・獣害について：サル・シカの害が減ってくれば、観光課としてはいてほしい。
- ・まんてんロケ地（NHKテレビ小説）。
- ・島外の人が土地をもっていることが多い。島の高齢者も簡単に売ってしまう。
- ・いわさきホテルも、もともと彼らの所有地でサル・シカを檻に入れて見せていた自然公園の敷地を4年前ホテルにした。（国立公園内）
- ・あかつきホテル(麦生)：大ホテル今年5月オープン。会員制。地元の雇用を生み出している。60人の団体客も受け入れられる。
- ・今後も大ホテルは増えると考えられる。
- ・島の特産物：あさひがに、タンカンジュース、さば、ポンカン・タンカン

## 5 その他

### ■ヤクタネゴヨウマツ調査員 (1<sup>st</sup>)

- ・調査データ：ヤクタネゴヨウマツの位置図と胸高直径、高さ。航空写真からの判別、推定はある程度は可能。
- ・データの利用について：保護区の線引きへの利用も考えているが、種の存続のための管理が可能な領域を望んでいる。

## 付録 2 アンケート集計結果

## Appendix

### 1 回答者属性

<性別:261人>

男	女
192	69

<年代:258人>

30代まで	40代	50代	60代	70代	80歳以上
16	41	67	52	64	18

<同居人数:253人>

0人	1人	2人	3人	4人	5人	6人
16	71	80	41	20	17	8

<出身:262人>

屋久島	島外
186	76

<居住年数:252人>

10年未満	10-20年	20-40年	40-60年	60年以上
30	21	54	70	77

<居住地区:117人>

永田	吉田	一湊	志戸子	宮之浦	楠川	小瀬田
28	2	11	4	47	10	15

永久保	安房	春牧	麦生	原	尾之間	小島	平内	湯泊	中間	栗生
7	30	16	11	12	22	26	12	1	3	5

<現在の職業:254人-複数回答可>

農業	林業	漁業	通信業	卸売・小売	宿泊	観光業	製造業	公務員	運輸業	医療福祉
105	7	8	0	9	10	7	22	31	5	6

建設業	無職	その他
18	42	29

<以前の職業:135人(転職者のみ)-複数回答可>

農業	林業	漁業	通信業	卸売・小売	宿泊	観光業	製造業	公務員	運輸業	医療福祉
22	16	8	0	9	6	4	13	41	11	3

建設業	無職	その他
26	5	14

注) 項目内の人数は、各質問項目に対する全回答者数を表す(以下同様)。



Appendix

2. 島に対する印象

質問項目		非常にそう思う	そう思う	どちらともいえない	そう思わない	全くそう思わない
島全体	島をもっと知ってほしい(228)	55	110	57	3	3
	自然遺産に登録されて良かった(233)	40	98	68	12	15
	自然保全活動に参加したい(217)	17	88	92	15	5
	自然の保全が必要(220)	60	124	31	4	1
	生き物と共生をしたい(220)	18	76	76	20	30
	サルが好き(222)	2	13	109	44	54
	照葉樹林を増やす方がいい(206)	41	122	38	3	2
	自然に対し興味がある(224)	59	122	38	3	2
	観光客増加を望む(227)	19	72	90	29	17
	島外の移住を望む(228)	17	59	102	28	22
	島に住みつづけたい(231)	92	118	16	2	3
	島へ愛着がある(233)	90	123	19	0	1
	世間から注目されている(232)	100	118	12	2	0
	自然が個性的(226)	87	116	15	7	1
	自然が多様(223)	100	108	10	5	0
	自然が多い(225)	115	103	5	2	0
	島を誇りと思う(258)	77	124	50	7	0
居住地区	災害による道路寸断リスクが低い(233)	19	58	76	65	15
	災害によるライフラインリスクが低い(150)	0	8	14	112	16
	自然災害リスクが低い(230)	16	61	74	61	18
	将来の生活に安心感(234)	21	73	78	45	17
	景色が良い(237)	100	112	14	8	3
	生活しやすい(242)	46	148	28	12	8
	遊び場おおい(231)	9	55	69	61	37
	買い物便利(236)	28	94	51	47	16
	近所づきあい(237)	67	115	37	15	3

注) ( ) 内数値は、各質問項目に対する全回答者数を表す (以下同様)。

## Appendix

### 3. 照葉樹林の利用について

<現在の利用頻度:247人>

よく利用する	時々利用する	たまに利用する	ほとんど利用しない	全く利用しない
16	31	50	74	76

<以前の利用頻度:226人>

よく利用する	時々利用する	たまに利用する	ほとんど利用しない	全く利用しない
41	34	43	47	60

<現在の利用用途:147人(現在の利用者のみ)-二肢回答>

薪炭	チップ材	家具・工芸材料	観光の場として	遊び場として	食材, 薬草用	その他
26	1	8	35	61	60	21

<以前の利用用途:140人(以前の利用者のみ)-二肢回答>

薪炭	チップ材	家具・工芸材料	観光の場として	遊び場として	食材, 薬草用	その他
60	7	10	17	43	60	17

<照葉樹林の存続について:238人>

残した方がよい	残さなくてもよい
233	5

<存続理由:235人(残した方がよいと答えた回答者のみ)-二肢回答>

観光資源だから	換金植物があるから	日常生活に必要	あることが当たり前	家の財産だから	その他
63	10	87	149	21	23

<存続方法:224人(残した方がよいと答えた回答者のみ)>

保護区の設定	利用しながら管理	現状のまま	その他
39	115	63	7

<残さなくてもよい理由:25人(残さなくてもよいと答えた回答者のみ)-二肢回答>

住宅・道路に開発する方がよい	植林地にする方がよい	果樹園にする方がよい	利用価値がないから	その他
8	14	5	8	1

## Appendix

### 4. ヤクシマザルについて

<サルを見かける頻度:257人>

よく見かける	時々見かける	たまに見かける	見かけない
143	64	38	12

<見かける年代:236人(見かけると答えた回答者のみ)>

昭和40年以前	昭和40年～	昭和50年～	昭和55年～	昭和60年～	平成元年～	平成5年～
23	12	40	26	51	41	43

<ヒトとサルの共生可能性:251人>

非常にそう思う	そう思う	どちらともいえない	そう思わない	全くそう思わない
9	66	58	75	43

<共生可能な理由:87人(共生可能と答えた回答者のみ)>

観光資源だから	好きだから	生き物だから	その他
13	0	63	11

<共生不可能な理由:121人(共生不可能と答えた回答者のみ)>

島民に被害を与えるから	嫌いだから	その他
101	3	17

### 5. 猿害について(農業従事者のみを対象とした質問項目)

<作物の収穫高の安定性:122人>

非常に安定している	安定している	どちらともいえない	変動する	非常に変動が大きい
0	10	29	51	32

<猿害経験:133人>

ある	ない
119	14

<被害内容:119人(猿害経験があると答えた回答者のみ)>

米	甘しょ	果樹	野菜類	茶	人への危害	その他
21	40	109	52	0	16	2

<猿害と鹿害の比較:90人(猿害経験があると答えた回答者のみ)>

サル害が大きい	シカ害が大きい
58	25

## Appendix

< 猿害の主要な原因:131人-二肢回答 >

サルが増えすぎ	植林地の増加	畑・果樹園の拡大	台風等の気象条件	サルの生息地が減ったため	その他
85	29	27	9	60	19

< 猿害対策の有無:131人 >

対策をとっている	対策をとっていない
102	29

< 猿害対策の負担感:112人(対策をとっていると答えた回答者のみ) >

非常に大きい	大きい	ほどほどである	小さい	負担ではない
46	44	17	5	0

< 今後必要な対策:118人(対策をとっていると答えた回答者のみ) >

捕獲・射殺を増やす	電気柵を増やす	自然林を増やしサルを山へ戻す	人・犬による追い払い	その他
69	52	61	17	10

< 猿害と農業に関する質問 >

	非常にそう思う	そう思う	どちらともいえない	そう思わない	全くそう思わない
屋久島の農業に将来性はある(118)	6	35	42	15	20
後継者がいる(114)	12	24	19	36	23
被害をもっと減らしたい(118)	54	48	11	5	0
対策を一層強化したい(118)	50	41	20	4	3
猿害は以前に比べ増えている(124)	49	51	14	10	0
サルによる被害日数(119)	31	45	22	18	3
サルによる被害の大きさ(128)	58	51	11	7	1

## Appendix

### 6 林業、観光業、製造業従事者に対する質問項目

<自然保全活動への参加の有無:81人>

有	無
48	33

<島の発展に必要な要素:118人>

島の宣伝	交通費を 安くする	新たな 原料・資源	補助金	島外の 受入強化	その他
4	38	8	9	10	17

<職業に対する印象>

		非常にそう思う	そう思う	どちらともいえない	そう思わない	全くそう思わない
共通	雇用の増加の見込み(63)	4	11	18	20	10
	職業の将来性(61)	5	20	21	9	6
	後継者がいる(44)	1	7	3	24	9
観光関連業のみ	観光客は季節的に一定である(44)	1	7	3	24	9
	観光客の増加の見込み(50)	9	28	6	5	2
	屋久島への交通費は高い(52)	25	21	3	2	1
製造業のみ	消費者の増加の見込み(44)	4	8	17	13	2
	原料共有の安定性(41)	3	10	9	9	10
	独自の技術を持っている(39)	7	14	6	11	1
	技術を後継者に伝えたい(40)	8	18	9	2	3
	製造の独自性が高い(36)	5	11	11	9	0
林業のみ	消費者の増加の見込み(26)	1	5	5	7	8
	原木量の安定性(25)	1	4	4	6	10
	独自の技術を持っている(23)	1	5	6	7	4