

平成 26 年度 環境経済の政策研究

我が国における効果的な生物多様性の経済価値評価手法
及び経済価値評価結果の普及・活用方策に関する研究

最終研究報告書（案）

平成 27 年 3 月

京都大学
長崎大学
北海道大学
東北大学
甲南大学

目次

I 研究計画・成果の概要等	3
II 研究の実施内容	25
要約	
1. 序論	28
2. 現地調査	31
3. 経済評価の調査票設計および統計分析	51
4. 統計分析と経済実験による政策評価	71
5. 生態学を考慮した政策立案	90
6. 結論	105
III 添付資料	107

I 研究計画・成果の概要等

1. 研究の背景と目的

生物多様性条約第 10 回締約国会議 (COP10) や「生態系と生物多様性の経済学 (TEEB)」において、生態系サービスの経済価値評価の重要性が示され、生物多様性保全の価値を政策に反映することが世界的に期待されている。国内においても国立公園の利用と保全、自然再生、里山の再生などの自然環境保全政策に対する社会的関心が高まっており、こうした自然環境保全政策に生物多様性保全の価値を反映することが重要な課題となっている。生物多様性・生態系サービスの経済評価に関しては海外では多数の研究実績が存在する。国内でも近年は精力的に研究が進められているものの海外に比べると実証事例が少ない。このため、国内において生物多様性保全の価値評価を行い、保全政策に生物多様性の価値を反映する方法について検討することが緊急の課題となっている。

本研究の目的は、国内の主要な自然環境を対象に生物多様性保全の価値を評価することで自然環境政策の経済効果を分析するための手法を開発するとともに、生物多様性の価値を反映した新たな保全策のあり方を示すことにある。第一に、国内の生物多様性保全の価値を評価するための手法を開発する。第二に、新たに国立公園の指定が検討されている地域を対象に外来生物防除の価値評価を行い、生物多様性保全に及ぼす効果を分析する。第三に、全国の重要な自然環境（森林、湿地、農地、里地里山等）を対象に生物多様性保全の価値を評価し、全国的な保全政策の効果を分析する。そして第四に、これらの分析結果をもとに生物多様性の価値を反映した自然環境保全政策のあり方について検討する。

2. 研究計画及び実施方法

平成 24 年度は、先行研究のレビューおよび評価対象に関する基礎的なデータの収集を行うとともに、生物多様性の経済評価に関する事前調査を実施する。平成 25 年度は、事前調査の結果を踏まえて大規模な本調査を実施し、試行的な政策分析を行う。平成 26 年度は、これまでの研究成果を統合し、生物多様性保全政策のシナリオを設定し、政策分析を行うことで、生物多様性の価値を反映した自然環境保全政策に関して提言を行う。具体的には以下の研究計画で研究を実施する。

平成 24 年度

先行研究の収集

海外での研究成果を収集し、最新の研究成果を本研究に反映する。

対象地域の選定

行政担当者と連携しながら評価対象地域の選定を行う。

現地調査

評価対象地域の現地調査を行い、生物多様性保全の現状と課題を調べる。

保全シナリオの検討

現地調査の結果を踏まえ、評価のための保全シナリオを検討する。

調査票設計

評価手法を検討したうえで、調査票設計を行う。

事前調査の実施

小規模な事前調査を実施し、調査票に不備がないかを確認する。

1年目の研究取りまとめ

1年目の研究成果を報告書にまとめ公表する。

平成25年度

調査票の見直し

事前調査の結果を踏まえて調査票の見直しを行う

追加調査の対象地域選定

行政担当者と連携しながら追加で調査を行う対象地域の選定を行う

追加対象地の現地調査

追加で実施する評価対象地域の現地調査を行い、生物多様性保全の現状と課題を調べる。

本調査の実施

大規模なCVMおよびコンジョイント分析調査を実施する。

データ分析

調査で得られたデータに対して統計分析を行う。

政策分析の試行

調査結果をもとに経済実験および政策シミュレーション分析の試行を行う。

2年目の研究取りまとめ

2年目の研究成果を報告書にまとめ公表する。

平成26年度

事後調査の検討

1年目および2年目に調査を行った地域に対して事後調査を検討する。

事後調査対象地の現地調査

事後調査を行う評価対象地域の現地調査を行い、生物多様性保全の現状と課題を調べる。

事後調査の実施

CVMおよびコンジョイント分析の事後調査を行う。

政策分析

これまでの研究成果をもとに経済実験および政策シミュレーション分析により政策分析を行う。

3年間の研究取りまとめ

これまでの研究成果を報告書にまとめ公表する。

3. 3年間における実施体制

3年間の研究実施体制は以下のとおりである。なお、本研究では、各研究項目が相互に関連していることから、各研究分担者が個別に研究を分担するのではなく、互いに連携して研究を実施する体制を取った。

栗山浩一（京都大学）	(1) 研究統括並びに連絡調整
吉田謙太郎（長崎大学）	(2) 現地調査
庄子 康（北海道大学）	(3) 経済評価の調査票設計
馬奈木俊介（東北大学）	(4) 経済評価の政策分析
柘植隆宏（甲南大学）	(5) 経済評価の統計分析
三谷羊平（京都大学）	(6) 経済実験による政策分析
中静 透（東北大学）	(7) 生態学を考慮した政策立案

4. 研究の実施内容 概要

本研究の3年間の実施内容は以下のとおりである。なお、本プロジェクトでは、各研究参加者が密接に連携して研究を進めているため、個々の研究参加者の研究進捗状況には複雑な関連性がある。(3) 経済評価の調査票設計と(5) 経済評価の統計分析は経済評価に関するものである。また(4) 経済評価の政策分析は(3)や(5)の経済評価の結果に基づいて分析を行うものである。このため、第二部では関連の近いものを並べる形で章構成を修正している。各研究項目と第二部の章構成との関係は以下を参照されたい。

4.1 平成24年度の進捗状況

(1) 研究統括並びに連絡調整

各研究グループの会合、およびメーリングリストにおける議論をもとに研究全体の統括を行い、研究の進捗状況を適宜確認しながら順調に研究が進むように連絡調整を行った。（「Ⅱ－1．序論」参照）

(2) 現地調査に関する研究

外来種対策の便益評価のため実施した現地調査結果の概要についてとりまとめるとともに、やんばる地域に関する経済評価の先行研究の概要を紹介する。先行研究及び現地調査結果を踏まえた上で、本年度の便益評価方法について検討する。調査対象地域においては、保護対象となる固有種がエコツアーの対象としては十分に活用できる状況にはなく、CVM やコンジョイント分析等の表明選好法による経済評価が適切である点についても、現地調査と収集した資料により検証した。現地調査は、CVM 評価のための仮想シナリオ作成に資することを目的とするものであるため、調査結果は外来種防除とその効果という観点からとりまとめた。（「Ⅱ－2．現地調査」参照）

(3) 経済評価の調査票設計に関する研究

CVM は、環境サービスの変化に対する支払意志額（最大支払っても構わない金額）や受入補償額（受け入れるために必要な最少の補償額）を直接人々にたずねる手法である。市場価格に反映されない非利用価値についても評価することができる。一方で、CVM は環境サービスの変化に対する説明内容（シナリオ）による影響を受けやすく、適切にシナリオを設計しなければ評価結果の歪み（バイアス）が発生する。ここでは、調査票設計とそこに大きく関係しているバイアスについて検討した。

これらの調査票設計に関わる先行研究を展望した上で、本年度の評価対象である外来駆除に関する調査票設計について詳細に検討を行った。（「Ⅱ－3．経済評価の調査票設計と経済評価の政策分析」

参照)

(4) 経済評価の政策分析に関する研究

外来生物（マングース）の駆除による生物多様性保全の費用と便益を測定し、効率的な保全政策のあり方を検討するために、CVM を用いた経済評価を実施する。生物多様性保全の価値は非利用価値を含むため、受益者が広範囲にわたるかのうせいがある。そこで、全国規模で CVM 調査を実施し、集計を行うことで政策分析を行うための基礎的な分析を実施する。

（「Ⅱ－3．経済評価の調査票設計と経済評価の政策分析」参照）

(5) 経済評価の統計分析に関する研究

環境評価の統計分析は、評価結果の信頼性を左右する極めて重要な作業である。経済理論との整合性が求められることは言うまでもないが、より高い信頼性を追求するうえでは、急速に発展している統計分析手法の研究動向を把握し、最先端の手法を駆使することも必要となる。そこで本年度は、本研究で使用する仮想評価法（CVM）、トラベルコスト法、選択実験の統計分析手法について既存研究の整理を行い、研究動向の把握を行った。（「Ⅱ－4．経済評価の統計分析」参照）

(6) 経済実験による政策分析に関する研究

経済学における分析の一手法として、実験手法の有用性は広く認知されつつある。環境経済学分野においても、実験手法を用いた研究は確実に増加しており、環境政策の分析にも経済実験の適用が進みつつある。そこで、本年度は環境経済学における実験研究の動向を把握する。第一に、実験研究が最も進んでいる社会的ジレンマに関するこれまでの研究を整理する。続いて、環境経済学分野で主に発展してきた環境評価に関する実験研究の最新動向を整理する。最後に、環境政策の評価や立案に果たしうる経済実験の潜在力を把握するため、環境政策に関連する実験研究の最新動向を整理し、今後の展望を示した。（「Ⅱ－6．経済評価の統計分析」参照）

(7) 生態学を考慮した政策立案に関する研究

近年日本各地の里山の森林で、ブナ科樹木萎凋病（通称ナラ枯れ）による樹木の枯死が拡大している。ナラ枯れで樹木が枯死した森林では、林分構造が変化することが指摘されている。森林は様々な生態系サービスをもたらしており、ナラ枯れによる生態系の変化が森林の生態系サービスを低下させる可能性がある。

そこで、薪炭林がもたらす多様な生態系サービスのうち、人々がどのような生態系サービスにどれだけ価値を感じているのかを明らかにすることで、ナラ枯れの問題の重要性を理解し、対策の方向性を考慮する上で重要な判断材料を得ることができる。

本研究では、1) 環境評価手法を用いて薪炭林の諸生態系サービスを価値評価することで、ナラ枯れ対策に対する市民の支払意思額を明らかにした。また、2) どのような生態系サービスが高く評価されるのかを明らかにすることで、3) 市民が価値を感じている生態系サービスを重視したナラ枯れ対策の方向性を考察した。

さらに生態学の観点から生態系サービスの経済評価に関する課題を検討した。TEEB 以来、生態系サ

サービスの経済評価が進んでいる。しかし、いまだに経済評価が難しい生態系サービスもあれば、定量化すら難しい生態系サービスもある。また、こうした経済評価は、生物多様性の保全や生態系サービスの持続的利用を促進する資金メカニズムを確立するために必要であるが、その目的のためには生態学的見地から考慮すべき点がいくつかある。今年度は、生物多様性や生態系サービスの経済評価にあたり、こうした課題を整理した。（「Ⅱ－５．生態学を考慮した政策立案」参照）

4.2 平成 25 年度の進捗状況

(1) 研究統括並びに連絡調整

各研究グループの会合、およびメーリングリストにおける議論をもとに研究全体の統括を行い、研究の進捗状況を適宜確認しながら順調に研究が進むように連絡調整を行った。（「Ⅱ－１．序論」参照）

(2) 現地調査に関する研究

昨年度に引き続き、主に奄美大島を中心とした現地調査を実施した。それとともに、外来生物によってもたらされる外部費用を推計するため、各都道府県における外来生物対策等に関する基礎データの収集を行った。また、一般市民の外来生物に対する意識とその規定要因に関する計量分析を実施した。それにより、希少な野生動植物を保護するための合意形成に関する基礎的知見の収集が可能となるとともに、環境価値の経済評価を実施するための市民の意識等に関する詳細な基礎資料が得られるものと見込まれる。さらに、IPBES（生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム）における 2014 年から 2018 年までの作業計画における侵略的外来種とその管理、生物多様性及び生態系サービスの価値、評価と会計手法に関する政策立案ツールと方法論等に関する情報収集を行った。（「Ⅱ－２．現地調査」参照）

(3) 経済評価の調査票設計に関する研究

昨年度は CVM を用いて生物多様性保全の価値を評価する研究を実施したが、今年度はトラベルコスト法およびコンジョイント分析による評価についても研究を実施した。トラベルコスト法については、訪問者を対象にアンケート調査を実施するため調査票の設計を行った。奄美大島で訪問者を対象に実施する調査および全国一般市民を対象に全国の国立公園の訪問行動に関する調査について調査票設計について検討した。コンジョイント分析に関しては、日本各地で防潮堤の嵩上げ計画が進行していることから、防潮堤の嵩上げによって失われる沿岸生態系に対して地域住民が感じている価値を定量的に評価すると共に、沿岸地域の政策として、沿岸生態系保全・防潮堤嵩上げ・安全地域への移転を地域住民がそれぞれどの程度好むのかを評価する調査について検討を行った。（「Ⅱ－３．経済評価の調査票設計と統計分析」参照）

(4) 経済評価の政策分析に関する研究

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災は、マグニチュード 9.0 の大地震とそれに付随した津波が太平洋側の東北・関東地方に甚大な被害を与えた。さらに、これらの自然災害は福島台地原子力発電所の爆発・放射性物質漏洩事故を引き起こした。この地震による影響は、人間のみにとどまらない。地震による放射の漏れ事故や津波によって、多くの生物多様性も損なわれたと考えられる。そこで東

日本大震災が福島県および宮城県に与えた影響について分析した。（「Ⅱ－５．生態学を考慮した政策立案」参照）

(5) 経済評価の統計分析に関する研究

環境評価の統計分析は、評価結果の信頼性を左右する極めて重要な作業である。経済理論との整合性が求められることは言うまでもないが、より高い信頼性を追求するうえでは、急速に発展している統計分析手法の研究動向を把握し、最先端の手法を駆使することも必要となる。本年度は、最先端の評価手法である時間配分モデルを用いて全国国立公園の訪問行動を対象に実証分析を行った。これは訪問者が所与の時間制約のもとで複数の訪問地への滞在時間を配分する行動をモデル化したものであり、複数の訪問地を周遊行動することの多い日本特有の訪問行動を分析可能とする手法である。（「Ⅱ－３．経済評価の調査票設計と統計分析」参照）

(6) 経済実験による政策分析に関する研究

経済学における分析の一手法として、実験手法の有用性は広く認知されつつある。環境経済学分野においても、実験手法を用いた研究は確実に増加しており、環境政策の分析にも経済実験の適用が進みつつある。昨年度は環境経済学分野における実験研究の展望を行ったが、本年度は昨年度の成果を踏まえて生物多様性保全政策への適用可能性について検討を行った。具体的には、民有地の土地所有者を対象に生物多様性の保全行動を実現するための制度設計について経済実験の適用可能性について検討した。また、国立公園指定による生物多様性保全の費用と便益を測定し、効率的な公園管理および保全政策のあり方について検討した。奄美群島が国立公園に指定され、現地の林業活動が規制されることで生じる林業収益の損失額を評価した。現地での聞き取り調査や森林の成長データをもとに、最適伐期モデルにより林業収益の予測を行った。この評価額を国立公園指定によって得られる生物多様性の便益をCVMで評価したものと比較し、国立公園指定の費用便益分析を行うことで国立公園指定の政策分析を行った。（「Ⅱ－４．統計分析と経済実験による政策評価」参照）

(7) 生態学を考慮した政策立案に関する研究

東日本大震災での津波被害、気候変動による高潮のリスク増大、南海トラフ地震等の巨大地震による将来の津波被害の危険性を受けて、太平洋沿岸を中心とした日本各地で防潮堤の嵩上げ計画が進行している。しかし、このような防潮堤の嵩上げは防潮堤周辺の生態系を脅かすものである。東北地方の震災復興では、地元住民とのコンセンサスが十分に得られていないにもかかわらず、巨大防潮堤の建設が行政主導で進められ問題になっている。東北地方以外の地域においても、今後防潮堤の嵩上げが地域住民の意向を無視して進められ、軋轢を生む可能性がある。そこで本研究では、選択型コンジョイント分析を用いて、防潮堤の嵩上げによって失われる沿岸生態系に対して地域住民が感じている価値を定量的に評価すると共に、沿岸地域の政策として、沿岸生態系保全・防潮堤嵩上げ・安全地域への移転を地域住民がそれぞれの程度好むのかを評価することで、防潮堤嵩上げで失われる沿岸生態系の重要性を示すと共に、民意を考慮した防災対策を立案するための政策のあり方について検討した。（「Ⅱ－５．生態学を考慮した政策立案」参照）

4.3 平成26年度の進捗状況

(1) 研究統括並びに連絡調整

各研究グループの会合、およびメーリングリストにおける議論をもとに研究全体の統括を行い、研究の進捗状況を適宜確認しながら順調に研究が進むように連絡調整を行った。（「Ⅱ－１．序論」参照）

(2) 現地調査に関する研究

今年度も引き続き、奄美大島や屋久島、五島列島等の島嶼部における外来生物対策の調査を実施するとともに、自然資産区域への入域料と生態系サービスへの支払いについて現地調査を実施した。自然の生態系や動植物を観賞する際に、観光客が享受する文化的サービスへの対価を入域料として求めることは生態系サービスへの支払いの有力な手法である。日本では、保護地域などへの入域に際して料金が徴収されるケースは少ないが、屋久島と白神山地における募金事例を分析した。受益者負担原則に基づく入域料による自然環境の主流化に向けて、とくに任意の募金収集システムとフリーライドを主な課題とした。その結果、混雑度とフリーライダーに負の相関があると同時に、ゲート方式等の徴収方法が有効であることが明らかとなった。ただし、フリーライダーの低減には人件費が必要であり、保全資金の十分な確保が容易ではないことも明らかとなった。（「Ⅱ－２．現地調査」参照）。加えて、本年度は奄美大島においてエコツアーガイドに対する聞き取り調査を実施した。これは世界自然遺産登録に関係して、生態系サービスの一つであるレクリエーションサービスがどれだけ増加する可能性があるのか、さらに過剰なエコツアー事業の参入で生物多様性の価値が低下する可能性がないのかを検証するためのものである（この項目については「Ⅱ－３．経済評価の調査票設計と統計分析」で述べる）。

(3) 経済評価の調査票設計に関する研究

本年度は昨年度に引き続き、トラベルコスト法およびコンジョイント分析による評価についても研究を実施した。トラベルコスト法については、奄美大島で訪問者を対象に実施する調査および全国の一般市民を対象に実施する全国の国立公園への訪問行動に関する調査について調査票の設計を行った（「Ⅱ－３．経済評価の調査票設計と統計分析」参照）。

(4) 経済評価の政策分析に関する研究

本年度はトラベルコスト法マルチサイトモデルを用いて、2011年に発生した東日本大震災を起点にした3つの期間における人々の福島県への訪問行動を観察した。人々の目的地選択に関する選好を詳細に把握することで、どのような都市を人々が好んで訪問するのか、また東日本大震災に起因する環境の変化が人々の目的地選択にどのような影響を与えたのかを定量的に把握した。本研究の分析により、震災で変化した環境の観光資源としての価値を推計することができる（「Ⅱ－５．生態学を考慮した政策立案」参照）。

(5) 経済評価の統計分析に関する研究

環境評価の統計分析は、評価結果の信頼性を左右する極めて重要な作業である。経済理論との整合性が求められることは言うまでもないが、より高い信頼性を追求するうえでは、急速に発展している統計分析手法の研究動向を把握し、最先端の手法を駆使することも必要となる。本年度は、最先端の

評価手法である端点解モデルを用いて全国の国立公園への訪問行動を対象に実証分析を行った。これはどこの国立公園に年間何回訪問するのかを予算制約の下での効用最大化行動としてモデル化するものである。（「Ⅱ－３．経済評価の調査票設計と統計分析」参照）

(6) 経済実験による政策分析に関する研究

経済実験は政策分析の有効な手法として考えられているが、学生を対象とした実験室実験のみでは現実の政策を評価することは難しい。そこで、実験室実験の欠点といえる外的妥当性の問題を補完するため、愛媛県久万高原町の一般住民を被験者としたフィールド実験を実施した。その結果、保全政策のために住民の協調を高めうる政策として農山村における自治会という既存の社会的ネットワークの有用性が示唆された。（「Ⅱ－４．統計分析と経済実験による政策評価」参照）

(7) 生態学を考慮した政策立案に関する研究

甚大な被害をもたらした東日本大震災の発生から一定期間が経過し、復興へ向けた議論が活発に行われている。なかでも福島第一原発事故による放射能汚染は極めて広範囲に及び、福島を中心とした12の都道府県にまたがる大きな被害となり、被災地の生態系に及ぼした影響は無視できない。また今回の東日本大震災は、放射能汚染を受けた地域の他に津波被害を受けた地域も存在する。これら被災地域の自然環境の再建や地域社会の復興と人々の訪問行動は強く結びついており、被災前の状況と比較しつつ今後の復興計画を立てる必要がある。そこで、震災復興と観光の関係について生態学的な観点から分析し、震災復興の政策立案について検討を行った。（「Ⅱ－５．生態学を考慮した政策立案」参照）

5. 本研究の成果

本研究で得られた成果には以下のものが含まれる。

第一に、国内の生物多様性の価値を評価するための手法の開発である。第Ⅰ期環境経済の政策研究でも生物多様性の価値評価の研究が行われたが、環境価値評価の手法は海外で開発されたものであるため、現段階では国内の実情に適さず行政ニーズに対応できないことが判明した。そこで、国内の実情に合った評価手法の開発を行うことで、国内の生物多様性保全政策の経済分析が可能となると考えられる。そこで、仮想評価法(CVM)、コンジョイント分析（選択実験）、トラベルコスト法（マルチサイトモデル、端点解モデル）などの分析手法を用いて国内の生物多様性の価値評価の実証研究を行うことで国内の実情に適した評価手法を検討した。

第二に、価値評価手法の政策への反映方法を示すことである。本研究では、生物多様性の価値を評価するだけでなく、保全政策のシミュレーション分析を行うことで生物多様性の価値を政策に反映するための経済モデルを構築した。奄美大島を対象に国立公園に指定したときの費用と便益を比較し、国立公園指定の妥当性を経済的な観点から評価した。

第三に、生物多様性の価値評価の活用が社会全体に普及することである。本研究で開発された分析手法を分かりやすく解説する書籍を刊行し、生物多様性の価値評価を促進するための普及活動を行うことで、生物多様性の主流化に貢献した。

以上のように、本研究は生物多様性の経済評価手法の開発という学術的な新規性を有するだけでは

なく、分析手法の解説マニュアルとなる書籍を作成するなど環境評価手法の普及活動としての成果も有するものである。

6. 行政ニーズとの関連及び位置付け

本研究に対する行政ニーズには以下のものが含まれる。

第一に、生物多様性保全政策の経済的効果を示すことが行政に求められているが、生物多様性には市場価格が存在しないため、保全効果を金銭単位で示すことは容易ではない。第二に、愛知ターゲットでは生物多様性の価値を政策に反映することが求められているが、そのためには保全政策や開発政策が生物多様性の価値にどのような影響をもたらすのかを分析するためのシミュレーションモデルの開発が重要である。第三に、生物多様性の価値を社会に広く普及することが求められているが、現時点では生物多様性の価値評価には、高度な経済学や統計学の知識が必要であり、行政担当者や一般市民が生物多様性の価値を自ら評価することは困難な状況にある。

こうした行政ニーズに対して、本研究の研究成果により以下のような対応が可能となる。

第一の行政ニーズに対しては、本研究で開発される評価手法を用いることで生物多様性の価値を金銭単位で評価することが可能となる。これまで海外で開発された評価手法は、現段階では国内の実情に適さず行政ニーズに対応できないことから、評価手法の改善を行うことで、国内の実情に適した評価手法の開発を行う。

第二の行政ニーズに対しては、本研究では生物多様性保全の政策シミュレーション分析を行うための経済モデルを構築することで、生物多様性の価値を政策に反映するための具体的な政策提言が可能となる。

第三の行政ニーズに対しては、本研究では生物多様性の経済評価を分かりやすく解説するマニュアルを作成する予定であり、これにより生物多様性保全に関心を持つ行政担当者や一般市民が生物多様性の経済評価に取り組むことが可能となり、生物多様性の価値を社会に広く普及することに貢献するものと予想される。

7. 研究成果による環境政策への貢献

本研究の環境政策への貢献は以下のものが含まれる。

第一に、新たに国立公園の指定が検討されている地域（やんばる、奄美諸島など）において、外来種対策や国立公園の指定などによって保全される生物多様性の価値を示すことで、保全施策による経済効果を示すことが可能となった。本研究で得られる成果は、今後の国立公園指定の議論に大きな影響をもたらすことが予想される。第二に、本研究により開発される手法を用いることで、外来種駆除、自然再生事業、国立公園整備、シカの食害対策などの様々な環境政策によって保全される生物多様性の価値を評価することが可能となる。これにより、環境省が実施している自然環境保全政策に生物多様性保全の価値を反映することが可能となる。第三に、2014年に開催されたCOP12等をはじめ、生物多様性に関する国際的な議論に不可欠な生物多様性の価値評価に関する情報を提供することが可能となった。これにより、国際的な議論において環境省がリーダーシップを発揮して議論を展開することが期待される。

以上のように、本研究は生物多様性の経済価値を評価することで、生物多様性保全政策の効果を示

すことができることから、本研究成果は現実の環境政策に多くの貢献をもたらしたと考えられる。

8. 対外発表等の実施状況

3年間の研究期間において各メンバーのミーティングを51回実施した。現地調査でも研究メンバーの多くが参加し、情報交換を密接に行った。またメーリングリストを設置し、日常的に意見交換を行った。対外的発表については著書17件、学術論文等34件、学会報告・セミナー報告等39件、一般市民向けシンポジウム開催6件である。

ミーティング

1. 平成24年6月3日 北海道大学農学部
参加者：栗山・庄子・柘植
研究計画に関する打ち合わせ
2. 平成24年8月31日 九州大学理学部
参加者：栗山・馬奈木
生物多様性保全政策の経済分析に関する打ち合わせ
3. 平成24年7月31日 インターネット会議
参加者：栗山・庄子・柘植
生物多様性の経済評価に関する打ち合わせ
4. 平成24年9月5日 京都大学農学部
参加者：栗山・庄子・柘植
CVM調査に関する打ち合わせ
5. 平成24年9月7日 北海道大学農学部
参加者：栗山・吉田
経済評価手法と現地調査に関する打ち合わせ
6. 平成24年9月15日 東北大学環境科学研究科（環境経済・政策学会大会時に開催）
参加者：栗山・吉田・庄子・柘植・馬奈木
研究計画に関する打ち合わせ
7. 平成24年9月27日 フクラシア東京ステーション
参加者：栗山・吉田・庄子
生物多様性の経済評価に関する打ち合わせ

8. 平成 24 年 10 月 15 日 東北大学環境科学研究科
参加者：栗山・馬奈木
生物多様性保全政策の経済分析に関する打ち合わせ
9. 平成 24 年 10 月 20 日 上智大学四谷キャンパス
参加者：栗山・吉田
現地調査と生物多様性の経済評価に関する打ち合わせ
10. 平成 24 年 10 月 28 日 イー・アンド・イーソリューションズ大会議室
参加者：栗山・中静
生物多様性の評価手法に関する打ち合わせ
11. 平成 24 年 11 月 16 日 京都大学農学部
参加者：栗山・庄子・柘植
CVM 調査に関する打ち合わせ
12. 平成 24 年 11 月 17 日 京都大学品川オフィス
参加者：栗山・庄子・柘植
CVM 調査に関する打ち合わせ
13. 平成 24 年 11 月 19 日 北海道大学農学部
参加者：栗山・吉田・庄子
CVM 調査に関する打ち合わせ
14. 平成 24 年 12 月 22 日 京都大学農学部
参加者：栗山・吉田・柘植・馬奈木
生物多様性の分析手法に関する打ち合わせ
15. 平成 25 年 1 月 9 日 インターネット会議
参加者：栗山・庄子・柘植
CVM 調査に関する打ち合わせ
16. 平成 24 年 1 月 14 日 イー・アンド・イーソリューションズ大会議室
参加者：栗山・中静
生物多様性の評価手法に関する打ち合わせ
17. 平成 24 年 1 月 16 日 日経リサーチ会議室
参加者：栗山・吉田
CVM 調査に関する打ち合わせ

18. 平成 25 年 4 月 23 日 東京大学農学部
参加者：栗山・中静
研究計画に関する打ち合わせ
19. 平成 25 年 5 月 14 日 インターネット会議
参加者：栗山・庄子・柘植
生物多様性の経済評価に関する打ち合わせ
20. 平成 25 年 5 月 23 日 京都大学農学部
参加者：栗山・庄子・柘植
生物多様性の経済評価に関する打ち合わせ
21. 平成 25 年 7 月 8 日 京都大学農学部
参加者：栗山・三谷
生物多様性の経済評価および経済実験に関する打ち合わせ
22. 平成 25 年 7 月 9 日 京都大学農学部
参加者：栗山・三谷
生物多様性の経済実験と現地調査に関する打ち合わせ
23. 平成 25 年 7 月 27 日 北海道大学農学部
参加者：栗山・庄子・三谷
生物多様性の経済評価と調査票設計に関する打ち合わせ
24. 平成 25 年 8 月 9 日 京都大学農学部
参加者：栗山・庄子・柘植
生物多様性保全政策の統計分析に関する打ち合わせ
25. 平成 25 年 8 月 29 日 甲南大学経済学部
参加者：庄子・柘植
生物多様性保全の調査票設計および統計分析に関する打ち合わせ
26. 平成 25 年 9 月 21 日・22 日 神戸大学経済学部（環境経済・政策学会大会時に開催）
参加者：栗山・吉田・庄子・柘植・馬奈木
研究計画に関する打ち合わせ
27. 平成 25 年 10 月 23 日 京都大学農学部
参加者：栗山・三谷

生物多様性の経済実験に関する打ち合わせ

28. 平成 25 年 10 月 31 日 インターネット会議
参加者：栗山・庄子・柘植
生物多様性の経済評価に関する打ち合わせ
29. 平成 25 年 11 月 8 日 京都大学農学部
参加者：栗山・三谷
生物多様性の経済実験に関する打ち合わせ
30. 平成 25 年 11 月 25 日 航空会館
参加者：栗山・吉田
生物多様性の経済評価に関する打ち合わせ
31. 平成 25 年 11 月 28 日 甲南大学経済学部
参加者：庄子・柘植
生物多様性保全の調査票設計および統計分析に関する打ち合わせ
32. 平成 25 年 12 月 5 日 京都大学農学部
参加者：栗山・庄子・柘植
生物多様性の経済評価に関する打ち合わせ
33. 平成 25 年 12 月 17 日 航空会館
参加者：栗山・吉田
生物多様性の経済評価に関する打ち合わせ
34. 平成 26 年 1 月 16 日 甲南大学経済学部
参加者：庄子・柘植
生物多様性保全の調査票設計および統計分析に関する打ち合わせ
35. 平成 26 年 1 月 23 日 日経リサーチ会議室
参加者：栗山・吉田
生物多様性の経済評価と現地調査に関する打ち合わせ
36. 平成 26 年 5 月 2 日 北海道大学農学部
参加者：栗山・柘植・庄子
研究計画に関する打ち合わせ
37. 平成 26 年 6 月 16 日 北海道大学東京オフィス（東京都）

- 参加者：栗山・庄子
生物多様性の経済評価と調査票設計に関する打ち合わせ
38. 平成 26 年 7 月 8 日 京都大学農学部
参加者：栗山・柘植・庄子
生物多様性の経済評価と調査票設計に関する打ち合わせ
39. 平成 26 年 8 月 17 日 北海道大学農学部
参加者：柘植・庄子
生物多様性の経済評価と調査票設計に関する打ち合わせ
40. 平成 26 年 8 月 27 日 甲南大学経済学部
参加者：柘植・庄子
生物多様性の経済評価と調査票設計に関する打ち合わせ
41. 平成 26 年 8 月 28 日 都道府県会館（東京都）
参加者：吉田・栗山
現地調査に関する打ち合わせ
42. 平成 26 年 9 月 2 日 神奈川県東京事務所（東京都）
参加者：吉田・栗山
現地調査に関する打ち合わせ
43. 平成 26 年 9 月 11 日 日経リサーチ（東京都）
参加者：柘植・庄子（悪天候で飛行機欠航のため電話で参加）
生物多様性の経済評価に関する調査事前打ち合わせ
44. 平成 26 年 9 月 13 日・14 日 法政大学多摩キャンパス（環境経済・政策学会大会時に開催）
参加者：栗山・吉田・庄子・柘植・馬奈木
研究計画に関する打ち合わせ
45. 平成 26 年 9 月 19・20 日 北海道大学農学部
参加者：栗山・柘植・庄子
生物多様性の経済評価と調査票設計に関する打ち合わせ
46. 平成 26 年 10 月 11 日 日経リサーチ（東京都）
参加者：柘植・庄子・栗山
生物多様性の経済評価に関する調査打ち合わせ

47. 平成 26 年 10 月 31 日 甲南大学経済学部
参加者：柘植・庄子
生物多様性の経済評価と調査票設計に関する打ち合わせ
48. 平成 26 年 11 月 13 日 京都大学農学部
参加者：栗山・柘植・庄子
生物多様性の経済評価と調査票設計，統計分析に関する打ち合わせ
49. 平成 26 年 12 月 7 日 日経リサーチ（東京都）
参加者：栗山・柘植・庄子（電話で参加）
生物多様性の経済評価に関する調査実施と統計分析に関する打ち合わせ
50. 平成 26 年 12 月 13 日 日経リサーチ（東京都）
参加者：栗山・庄子
生物多様性の経済評価に関する調査実施と統計分析に関する打ち合わせ
51. 平成 26 年 1 月 29 日 北海道大学農学部
参加者：栗山・柘植・庄子
生物多様性の経済評価に関する統計分析に関する打ち合わせ

著書

- 1) Yohei Mitani, Koichi Kuriyama, and Takahiro Kubo, “Effect of the announcement of conservation area and financial targets on charitable giving for forest conservation: A natural field experiment study in East Asia,” Chapter 18, Shunsuke Managi (Eds.), *The Routledge Handbook of Environmental Economics in Asia*, Routledge, 369-378, forthcoming.
- 2) Yohei Mitani and Ståle Navrud, “Using ecological information in choice experiments to value ecosystem services restoration programmes in East Asia,” Chapter 21 in *Handbook on the Economics of Ecosystem Services and Biodiversity* edited by Paulo A.L.D. Nunes, Pushpam Kumar, and Tom Dedeurwaerdere, Edward Elgar, 391-406, 2014.
- 3) Yoshida, K. 2014. “The Economic Value of Ecosystem Services from Agricultural and Rural Landscapes in Japan,” P. Ninan (ed), *Valuing Ecosystem Services: Methodological Issues and Case Studies*, Edward Elgar, pp.278-294.
- 4) Yoshida, K. 2014. “Economic Valuation for the Sustainable Use of Ecosystem Services,” K. Takada and K. Asano (eds) *Urban and Rural Sustainability and Multi-level Governance*, United Nations University Press, pp.108-119.
- 5) 柘植隆宏 (2014) 「表明選好法と熟議型貨幣評価」, 坂井豊貴編著『メカニズムデザインと意思決定のフロンティア』慶應義塾大学出版会, pp.99-128
- 6) Bhattacharya, T.R, S. Managi. 2014. “Ecosystem service and Biodiversity Protection by Sector” , In Managi, S. (Eds.). “*Handbook of Environmental Economics in Asia.*” Routledge,

New York, USA

- 7) 吉田謙太郎 (2013) 『生物多様性と生態系サービスの経済学』昭和堂.
- 8) 三谷羊平・庄子康(2014)「環境の価値をはかる」第6章, 日本生態学会編『生態学と社会科学の接点』共立出版.
- 9) 栗山浩一(2014)「水質改善の便益評価」西澤栄一郎編著『農業環境政策の経済分析』日本評論社
- 10) 馬奈木俊介(2014)『エネルギー経済学』中央経済出版
- 11) 栗山浩一・柘植隆宏・庄子康(2013), 『初心者のための環境評価入門』勁草書房.
- 12) Kuriyama, K., Y. Shoji and T. Tsuge (2012) The Value of Biodiversity and Recreation Demand Models: A Spatial Kuhn-Tucker Model. Managi, S. (Eds.) The Economics of Biodiversity and Ecosystem Services. Routledge, New York, USA, pp. 37-52.
- 13) 香坂玲・庄子康 (2012)「生態系サービスの評価—環境経済からのアプローチ」森章編「エコシステムマネジメント—包括的な生態系の保全と管理へ」共立出版.
- 14) Yoshida, K. (2013), “Payment for Agricultural Ecosystem Services and its Valuation.” S. Managi (ed) The Economics of Biodiversity and Ecosystem Services, Oxon: Routledge, pp. 53-61.
- 15) 吉田謙太郎 (2012)「地球環境問題と環境経済政策」(環境政策研究会編『地域環境政策』ミネルヴァ書房) pp. 36-50.
- 16) 吉田謙太郎 (2012)「生物多様性の危機と地域政策」(環境政策研究会編『地域環境政策』ミネルヴァ書房) pp. 51-66.
- 17) Yoshida, K. and K. Hayashi (2012), “Economics and Economic Valuation of Ecosystems and Biodiversity in Japan,” S. Nakano, T. Yahara, and T. Nakashizuka(eds), The Biodiversity Observation Network in the Asia-Pacific Region: Toward Further Development of Monitoring, Tokyo: Springer, pp. 27-35.

学術論文等

- 1) Yohei Mitani, Kohei Suzuki, Kana Moriyama, and Nobuyuki Ito, “Describing Local Community Characteristics in Japanese Rural Villages: A community survey result and its application to explaining non-industrial private forest owners’ behavior,” Natural Resource Economics Review, 20, forthcoming.
- 2) Yohei Mitani and Henrik Lindhjem, “Forest owners’ participation in voluntary biodiversity conservation: What does it take to forego forestry forever?” Land Economics, 91(2): 235-251, 2015.
- 3) 栗山浩一(2014)「生物多様性とビジネス」『農業と経済』26-37, vol. 80, no. 9, 2014年10月号
- 4) 栗山浩一(2014)「森林の多面的価値をどう測るか」『農業と経済』39-48, vol. 89, no. 4, 2014年4月号
- 5) 栗山浩一(2014)「富士山入山料の効果とは—トラベルコスト法による評価」, 28-32, 学会会報, No. 904, 2014年1月
- 6) 栗山浩一(2014)「富士山の入山料 導入によって保全は実現できるのか?」, グリーンパワー, 4-5, 2014年1月号, 森林文化協会

- 7) Yohei Mitani and Nicholas E. Flores, “Hypothetical Bias Reconsidered: Payment and Provision Uncertainties in a Threshold Provision Mechanism,” *Environmental and Resource Economics*, 59(3): 433-454, 2014.
- 8) 伊東英幸・太田貴大・林希一郎・吉田謙太郎・胡升华 (2014) 「米国加州のミティゲーションバンクにおける生態系サービスの重要度評価と経済価値評価」『環境アセスメント学会誌』12(2), 63-71.
- 9) 吉田謙太郎 (2014) 「生物多様性保全の主流化の課題」『環境情報科学』43 巻 2 号, 55-60.
- 10) Kubo, T. and Shoji, Y. (2014), “Spatial tradeoffs between residents' preferences for brown bear conservation and the mitigation of human-bear conflicts,” *Biological Conservation* 176, 126-132
- 11) Shoji, Y., Nakao, N., Ueda, Y., Kakizawa, H. and Hirai, T. (2014), “Preferences for certified wood products in Japan: A case study on interior finishing materials,” *Forest Policy and Economics* 43, 1-9
- 12) Kubo, T. and Shoji, Y. (2014). “Trade-off between human-wildlife conflict risk and recreation conditions,” *European Journal of Wildlife Research* 60, 501-510
- 13) Kuriyama, K., J. Hilger and M. Hanemann(2013), “A Random Parameter Model with Onsite Sampling for Recreation Site Choice: An Application to Southern California Shoreline Sportfishing,” *Environmental and Resource Economics*, 56(4), 481-497
- 14) Shoyama, K., S. Managi, and Y. Yamagata (2013), “Public Preferences for Biodiversity Conservation and Climate-Change Mitigation: a Choice Experiment using Ecosystem Services Indicators,” *Land Use Policy* 34: 282-293.
- 15) Bhattacharya, T.R, S. Managi (2013), “Contributions of the Private Sector to Global Biodiversity Protection: Case Study of the Fortune 500 Companies,” *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 9(1): 65-86.
- 16) 吉田謙太郎 (2013) 「自然資本の価値と自然資本経営」『環境情報科学』42 巻 3 号, 11-15.
- 17) Ishikawa, K., Hachiya, N., Aikoh, T., Shoji, Y., Nishinari, K. and Satake, T. (2013) A decision support model for traffic congestion in protected areas: A case study of Shiretoko National Park, *Tourist Management Perspectives* 8: 18-27
- 18) Shoji, Y. and Tsuge, T. (2013) Heterogeneous preferences for winter eco-tours: A latent class approach, *Tourism Economics*. (DOI <http://dx.doi.org/10.5367/te.2013.0350>)
- 19) 皆上伸・柴崎茂光・愛甲哲也・柘植隆宏・庄子康・八巻一成・山本清龍 (2013) 「十和田八幡平国立公園奥入瀬溪流におけるリスクマネジメントの現状と課題－利用者と管理者の視点から－」『林業経済研究』第 59 巻第 3 号, 10-20.
- 20) Yohei Mitani and Nicholas Flores, “Hypothetical Bias Reconsidered: Payment and Provision Uncertainties in a Threshold Provision Mechanism,” forthcoming in *Environmental and Resource Economics*. (DOI 10.1007/s10640-013-9741-0)
- 21) Yohei Mitani, Naoyuki Izumi, and Kohei Suzuki, “Dose incentive really matter for forestry-management incentive programs? An evidence from NIPF landowners’ re-enrollment decisions to a joint thinning program in Ehime, Japan,” *Natural Resource Economics Review*,

- 18: 1-14, 2013.
- 22) 三谷羊平・伊藤伸幸「環境経済学における実験研究の最新動向」『環境経済・政策研究』Vol. 6, No. 2. pp. 26-40, 2013
 - 23) 三谷羊平「自発的参加を促す森林管理：インセンティブプログラムの提言」『農業と経済』Vol. 79, No. 12. pp. 49-56, 2013
 - 24) 栗山浩一(2013)「日本の森林資源のポテンシャル」『農業と経済』第 79 巻第 12 号, 40-48.
 - 25) Tsuge, T., Shoji, Y. and Kuriyama, K. (2013) Application of the Kuhn-Tucker Model to SP Data: A case study of recreation demand in Hokkaido, Japan, *Environmental and Resource Economics* (under review)
 - 26) Kuriyama, K., Shoji, Y. and Tsuge, T. (2013) Estimating value of mortality risk reduction using the Kuhn-Tucker model: An application to recreation demand, *Environmental and Resource Economics* (under review)
 - 27) Tsuge, T., Kuriyama, K. and Shoji, Y. (2013) Estimating welfare measure of recreation site condition through changes in time investment: A multiple discrete-continuous extreme value choice model, *Environmental and Resource Economics* (under review)
 - 28) Ito, N., Takeuchi, K., Tsuge, T. and Kishimoto, A. (2012) "The Motivation behind Behavioral Thresholds: A Latent Class Approach," *Economics Bulletin*, vol. 32, No. 3, pp. 1831-1847.
 - 29) 柘植隆宏・笹尾俊明(2013)「選択型実験による廃棄物最終処分場の設置に伴う外部費用の推計—選好の多様性に注目して—」甲南経済学論集第 53 巻第 3・4 合併号.
 - 30) Juutinen, A., Svento, R., Mitani, Y., Mäntymaa, E., Shoji, Y. and Siikamäki, P. (2012), "Modeling observed and unobserved heterogeneity in choice experiments" *Environmental Economics* Vol. 3, pp. 57-65
 - 31) Aikoh, T., Abe, R., Kohsaka, R., Iwate, M. and Shoji, Y. (2012), "Factors influencing visitors to suburban open space areas near a snowy northern Japanese city" *Forests* Vol. 3, pp. 155-165
 - 32) Yohei Mitani, Naoyuki Izumi, and Kohei Suzuki, "Dose incentive really matter for forestry-management incentive programs? An evidence from NIPF landowners' re-enrollment decisions to a joint thinning program in Ehime, Japan," forthcoming in *Natural Resource Economics Review*.
 - 33) Henrik Lindhjem and Yohei Mitani, "Forest owners' willingness to accept compensation for voluntary conservation: A contingent valuation approach," *Journal of Forest Economics*, 18(4): 290-302, 2012.
 - 34) Artti Juutinen, Rauli Svento, Yohei Mitani, Erkki Mäntymaa, Yasushi Shoji, and Pirkko Siikamäki, "Modeling observed and unobserved heterogeneity in choice experiments," *Environmental Economics*, 3(2): 57-65, 2012.

学会報告・セミナー報告等

- 1) 久保雄広・庄子康・柘植隆宏, 国立公園ブランドを考える—保全とレクリエーションのトレードオフ—, 第 126 回日本森林学会大会, 2015 年 3 月 28 日 (札幌・発表予定)

- 2) 栗山浩・庄子康・柘植隆宏, 全国の国立公園の環境価値評価, 第 126 回日本森林学会大会, 2015 年 3 月 28 日 (札幌・発表予定)
- 3) 柘植隆宏, 環境評価手法の近年の発展, Coastal Zone Ecological Service Evaluation 研究会, 2015 年 1 月 10 日 (京都)
- 4) 柘植隆宏, リスクの経済分析に関する研究動向-環境・健康・安全の分野を中心に-, 日本リスク研究学会第 27 回年次大会, 京都大学, 2014 年 11 月 30 日 (京都)
- 5) 三谷羊平, Designing Incentives for Private Wildfire Risk Mitigation, 第 27 回日本リスク研究学会年次大会, 京都大学, November 30, 2014.
- 6) 伊豆菜津美・久保雄広・宮本柚貴・庄子康・栗山浩一, 奄美大島における観光客のレクリエーションに対する評価, 林業経済学会 2014 年秋季大会, 2014 年 11 月 9 日 (宮崎)
- 7) 三谷羊平, The Economics of Biodiversity: Valuation and Mechanism Design, All Scientists Meeting 2014, JaLTER (Japan Long-Term Ecological Research Network), 京都大学芦生研究林, September 29, 2014.
- 8) Yohei Mitani, “Hierarchical Agglomeration Bonus for Private Land Conservation,” 16th Annual CU Environmental and Resource Economics Workshop, Vail, Colorado, USA, September 12, 2014.
- 9) 栗山浩一, 企画セッションの趣旨説明 (企画セッション: 生物多様性保全と自然保護地域の管理, 座長: 栗山浩一), 環境経済・政策学会 2014 年大会, 2014 年 9 月 13 日 (東京)
- 10) 栗山浩一, 環境価値の経済評価について, 環境と経営セミナー, 2014 年 9 月 12 日 (東京)
- 11) 三谷羊平, Designing a voluntary mechanism for efficient private forest conservation, 第 17 回実験社会科学コンファレンス, 高知工科大学, December 22, 2013.
- 12) 吉田謙太郎・安可, 生態系サービスへの支払いと自然資産区域入域料に関する考察, 環境経済・政策学会 2014 年大会, 法政大学, 2014 年 9 月.
- 13) 柘植隆宏・庄子康・栗山浩一・久保雄広・服部南美・吉田謙太郎 (2014) 生物多様性保全における経済評価の意義と課題 (企画セッション: 生物多様性保全と自然保護地域の管理, 座長: 栗山浩一), 環境経済・政策学会 2014 年大会, 2014 年 9 月 13 日 (東京)
- 14) Yohei Mitani, “The Effects of Ecological Information Provision on Preferences for Ecosystem Restoration,” Fifth World Congress of Environmental and Resource Economists, Istanbul, Turkey, July 2, 2014.
- 15) Yohei Mitani “Forest Owner’s Participation in Voluntary Biodiversity Conservation in Norway: What does it take to forgo forestry for eternity?” 20th Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists (EAERE 2013 Toulouse) University Toulouse 1, Toulouse, France June 26 - June 29, 2013 (June 29)
- 16) Yohei Mitani “Designing a voluntary mechanism for efficient private forest conservation” International Workshop Mechanism Design and the Environment The Royal Society of Edinburgh, Scotland, UK. May 8-9, 2013 (May 8)
- 17) 柘植隆宏 (2013) 『環境経済学研究会・六甲フォーラム: Recent Developments in Travel Cost Modeling』, 2013 年 4 月 19 日 (神戸大学).
- 18) Taro Mieno, Takahiro Tsuge, Yasushi Shoji, Koichi Kuriyama. Comprehensive examination of

- choice set issues in Kuhn-Tucker model of recreation demand, European Association of Environmental and Resource Economists, Toulouse, France, June 28, 2013.
- 19) Yoshida, K. “Benefits and costs of invasive alien species eradication programs in Japanese islands,” 6th Annual International Ecosystem Services Partnership Conference 2013, Pan Pacific Nirwana Resort Bali, Indonesia, 28 August 2013.
 - 20) 庄子康, 選択型実験の調査票設計, 企画セッション『環境評価入門: 選択型実験の実際』環境経済・政策学会, 神戸大学, 2013年9月.
 - 21) 栗山浩一, 選択型実験のプロファイルデザイン, 企画セッション『環境評価入門: 選択型実験の実際』環境経済・政策学会, 神戸大学, 2013年9月.
 - 22) 柘植隆宏, 選択型実験の推定方法, 企画セッション『環境評価入門: 選択型実験の実際』環境経済・政策学会, 神戸大学, 2013年9月.
 - 23) Kubo, T., Izu, N. Tsujita, A. Shoji, Y. and Aikoh, T., “Visitors’ attitudes toward possible issues on recreational uses in the Amami Islands, a World Natural Heritage candidate Japan,” The 1st Asia Parks Congress, Poster session, 13-17 November 2013, Sendai, Japan.
 - 24) Aikoh, T., Ohba, K., Shoji, Y., Kubo, T. and Akiba, K., “Attitudes of visitors and local stakeholders toward introducing the new visitor restriction programs in a brown bear habitat in Japan,” The 1st Asia Parks Congress, Working Group 4: Collaborative Management of Protected Areas, 13-17 November 2013, Sendai, Japan.
 - 25) 栗山浩一・庄子康・柘植隆宏, 国立公園のレクリエーション需要: 空間的多様性を考慮した端点解モデルによる分析, 環境経済・政策学会, 東北大学, 2012年9月.
 - 26) 柘植隆宏・栗山浩一・庄子康, 国立公園の環境変化が観光利用に及ぼす影響: 利用者の時間配分に基づく分析, 環境経済・政策学会, 東北大学, 2012年9月.
 - 27) Koichi Kuriyama, Yasushi Shoji Takahiro Tsuge. Estimating the value of mortality risk reduction in outdoor recreation: An application of the Kuhn-Tucker demand model. 19th Annual Conference, European Association of Environmental and Resource Economists, Prague, June 28, 2012.
 - 28) Koichi Kuriyama, Takahiro Tsuge, Yasushi Shoji. Estimating Welfare Measure of Recreation Site Condition Through Changes in Time Investment: A Multiple Discrete-Continuous Extreme Value Choice Model. Summer Conference, Association of Environmental and Resource Economists, Asheville, NC, June 4, 2012.
 - 29) Tsuge, T. “Recreation demand modeling using the Kuhn-Tucker Model,” The program in Environmental and Resource Economics (pERE) seminar, University of Illinois at Urbana-Champaign, April 24, 2012.
 - 30) Kubo, T., Shoji, Y., Masuda, Y. and Aikoh, T. (2012) Residents’ preference for bear occurrence in Shiretoko Peninsula, Japan: An image-based stated choice approach, 2012 Human Dimensions Conference, Pathways to Success Conference and Training: Integrating Human Dimensions into Fish and Wildlife Management, 24-27 September, 2012, Colorado, US.
 - 31) Aikoh, T., Ohba, K., Shoji, Y. and Kubo, T. (2012) Visitors’ attitudes toward introducing a new visitor management program into a brown bear habitat in Japan. Proceedings of the

- 6th International Conference on Monitoring and Management of Visitors in Recreational and Protected Areas, 306, 21-24 August 2012, Stockholm, Sweden.
- 32) Kubo, T., Shoji, Y., Takimoto, K., Suzuki, H., and Osada, M. (2012) Understanding residents' risk perceptions associated with fatal brown bear accidents: A case study in Shibetsu town, northern Japan, Proceedings of the 6th International Conference on Monitoring and Management of Visitors in Recreational and Protected Areas, 382, 21-24 August 2012, Stockholm, Sweden.
- 33) Kawahara, T., Koda, Y., Shimura, H., Sugiura, N., Takahashi, H., Izawa, T., Yamaki, K., Shoji, Y., Iino, T., Yamashita, N. Kitamura, K. and Inoue, K. (2012) The conservation of *Cypripedium macranthos* var. *rebunense* from multiple points of view. The 8th international Symposium on Diversity and Conservation of Asian Orchids Abstracts, 43-50, 19-21 November 2012, Shenzhen, China.
- 34) 吉田謙太郎「負の生態系サービスとしての鳥獣被害の可視化」日本生態学会第60回全国大会，静岡県コンベンションアーツセンター，2013.
- 35) Yoshida K., T. Nakanishi, and A. Nishiura, "Preference Heterogeneity and Willingness to Pay for Native Tree Species in an Urban Park." URBI02012, Indian Institute of Technology Bombay, Mumbai, 2012.
- 36) 吉田謙太郎・栗山浩一・西浦あさみ「沖縄県やんばる地域における絶滅危惧種保護と外来種対策」環境経済・政策学会，東北大学，2012.
- 37) Yoshida, K., "Make Invisible Value of Endangered Species Visible for Mainstreaming," Convention on Biological Diversity, Side Event, Hyderabad, 2012.
- 38) 今村航平，馬奈木俊介，中静透「ナラ枯れで消失が懸念される里山旧薪炭林の経済評価」環境経済・政策学会，東北大学，2012.
- 39) 今村航平，馬奈木俊介，中静透「タイトル：ナラ枯れで失われる恐れがある里山旧薪炭林の経済評価」日本生態学会東北地区会第57回大会，2012.

一般向けシンポジウムなど

- 1) 生物多様性連携シンポジウム「自然資本でつなげる・つながる～生物多様性保全の経済的連携に向けて～」座長：栗山浩一，主催：農林水産省，共催：環境省，三菱UFJリサーチ&コンサルティング，協力：経団連自然保護協議会，全国農業協同組合連合会，2014年12月5日，農林水産省本館7階講堂。
- 2) 一般市民向け講習会「環境評価のための基礎実習」
 日程・場所：(東京会場) 2014年11月14日 京都大学品川オフィス
 (京都会場) 2014年11月15日 京都大学農学部
 内容：本プロジェクトで開発を進めている環境評価手法および経済実験手法を一般市民にわかりやすく解説
 参加者：本プロジェクト関係者，一般市民
- 3) 栗山浩一「琵琶湖の価値と保全」琵琶湖森林づくり県民フォーラム，2014年5月24日，滋賀県
- 4) 栗山浩一「環境政策・公共事業の経済的評価について～自然資本の評価を中心に～」建設コン

サルタンツ協会 政策・事業評価専門委員会セミナー，2014年10月22日，東京都

5) 一般市民向け講習会「環境評価のための基礎実習」

日程・場所：(東京会場) 2013年12月7日 京都大学品川オフィス

(京都会場) 2013年12月6日 京都大学農学部

内容：本プロジェクトで開発を進めている環境評価手法および経済実験手法を一般市民にわかりやすく解説

参加者：本プロジェクト関係者，一般市民

6) 一般市民向け講習会「環境評価のための基礎実習」

日程・場所：(東京会場) 2012年11月17日 京都大学品川オフィス

(京都会場) 2012年11月16日 京都大学農学部

内容：本プロジェクトで開発を進めている環境評価手法および経済実験手法を一般市民にわかりやすく解説

参加者：本プロジェクト関係者，一般市民

II 研究の実施内容

要約

本研究の目的は、国内の主要な自然環境を対象に生物多様性保全の価値を評価することで自然環境政策の経済効果を分析するための手法を開発するとともに、生物多様性の価値を反映した新たな保全策のあり方を示すことにある。第一に、国内の生物多様性保全の価値を評価するための手法を開発する。第二に、新たに国立公園の指定が検討されている地域を対象に外来生物防除の価値評価を行い、生物多様性保全に及ぼす効果を分析する。第三に、全国の重要な自然環境（森林、湿地、農地、里地里山等）を対象に生物多様性保全の価値を評価し、全国的な保全政策の効果を分析する。そして第四に、これらの分析結果をもとに生物多様性の価値を反映した自然環境保全政策のあり方について検討する。

この研究目的に対して、本研究では現地調査、調査票設計と統計分析、統計分析と経済実験による政策評価、生態学を考慮した政策立案という四つのアプローチから分析を行った。

第一に、現地調査に関しては、やんばる地域や奄美大島等において現地調査を実施し、表明選好法による経済評価を適用することの妥当性及び仮想シナリオについて検討した。奄美・琉球の世界遺産登録、及び国立公園指定を間近に控えている奄美大島におけるヒアリング調査結果からは、観光振興や島内の人口減少を食い止めるために世界遺産登録が重要な役割を果たしうることについて、利害関係者間の意見の隔たりは比較的小さなものであった。国立公園指定と世界遺産登録のために重要となる固有種保護のため、島民が持ち込んだ外来生物であるノネコ及びノヤギ対策が登録制度や駆除事業等によって着実に進展していた。外来生物による経済的損失については、農林水産業への被害額を積み上げて算出するアプローチが可能であるが、非利用価値の可視化については情報が不足しているため、表明選好法等による経済評価アプローチが有効であると考えられる。

第二に、調査票設計と統計分析については、生物多様性の経済価値評価を目的として、仮想評価法（CVM）やコンジョイント分析などの表明選好法、時間配分モデルや端点解モデルなどの顕示選好法、グループディスカッションによる評価などについて、調査票の設計とモデルの構築、統計分析を実施した。仮想評価法（CVM）ではマングース駆除事業によって生物多様性を保全する価値を評価した。コンジョイント分析では奄美大島における現地調査から生物多様性に基づくレクリエーション価値を評価した。時間配分モデルや端点解モデルでも、同じく生物多様性に基づくレクリエーション価値を評価したが、全国調査に基づいて新規性のあるアプローチを適用した。グループディスカッション評価では表明選好法の信頼性向上とともに、意見の分かれる保全政策に対する合意形成の方法論についても知見を得た。これらの成果は、生物多様性の経済価値を高い信頼性の下で実施することに大きく貢献するものであり、加えて自然保護地域における過剰利用の緩和など、現場の管理にも貢献できるものである。

第三に、統計分析と経済実験による政策評価については、奄美群島の国立公園指定の経済効果に対して政策評価を行った。奄美大島ではパルプ生産等の林業活動が実施されており、国立公園指定により林業活動が規制されることで林業収益が失われる可能性がある。そこで、国立公園指定によって失われる林業収益を推定し、国立公園指定によって得られる便益と比較することで、奄美群島の国立公園指定に対する費用便益分析を行った。また、経済実験による政策評価では、民有地における生物多様性保全

政策の効果を分析した。実験室内において民有地の土地所有者の経済行動をモデル化し、被験者の行動を観察することで、生物多様性保全政策がもたらす保全効果を検討した。

第四に、生態学を考慮した政策立案については、国内における生態系サービスや地域住民ならびに旅行者にとっての生態系保全の価値を評価することで生態系の保全を考慮した新たな政策の提案を検討した。まず、森林のナラ枯れ対策についての分析を行った。ここでは、ナラ枯れ対策の価値を選択実験を用いて評価するとともに、市民が価値を感じている生態系サービスを重視したナラ枯れ対策の方向性を考察した。次に、津波対策としての防潮堤の嵩上げと生態系保全のあり方について分析した。選択型コンジョイント分析を用いて、防潮堤の嵩上げによって失われる沿岸生態系に対して地域住民が感じている価値を定量的に評価した。そして、原子力発電所の事故が生態系ならびにそれを活用した観光産業に及ぼした影響についてトラベルコスト法を用いて分析した。その結果、現状でナラ枯れ対策の費用が妥当であること、ならびに、東日本大震災が人々の旅行先の選択行動に影響を及ぼしている可能性が示唆された。

The purpose of this research is to develop an economic method for analyzing the economic effects of the natural environment policy using valuation of biodiversity conservation, and to provide a new conservation policy reflecting the value of biodiversity. First, several methods to evaluate the value of biodiversity conservation in Japan are developed. Secondly, economic value of controlling foreign species in land to be converted into a national park is estimated. Third, the value of biodiversity conservation of important natural resources including forests, wetlands, farmland, Satoyama in Japan is evaluated to analyze the effect of national conservation policy. Finally, nature conservation policy reflecting the value of biodiversity is considered using the results of our empirical research.

For this purpose, we have conducted our research from four approaches: field research, statistical analysis and questionnaire design, policy evaluation using statistical analysis and economic experiment, and policy planning with the ecological consideration.

First, the field research in Yanbaru and Amami Oshima have been conducted to investigate the validity and hypothetical scenarios of applying the economic evaluation using stated preference method. Field interviews in Amami-Ryukyu of World Heritage Site and Amami Oshima suggest that World Heritage can play an important role for the local economy, thus the difference of opinion among stakeholders was relatively small. Economic losses due foreign species can be estimated using the damage to agriculture, forestry and fisheries. However, evaluation of non-use value requires stated preference method.

Secondly, economic valuation methods for biodiversity include stated preference method such as contingent valuation and conjoint analysis, revealed preference method such as time allocation and corner solution models, and deliberative monetary valuation using group discussion. We conducted contingent valuation survey to estimate the value of conservation of biodiversity for mongoose extermination. Recreation value based on biodiversity in Amami Oshima was estimated using conjoint analysis with the on-site survey. The time allocation and corner solution models also were applied to evaluate the recreational value with nationwide survey. Analysis of group discussion shows reliability improvement of stated preference methods

and provides knowledge about methodology of consensus building for conservation policy with controversial opinion. Substantial contribution of our research includes developing valuation methods of biodiversity in Japan and conflict resolution in wilderness areas.

Third, the economic effects of national park designation in the Amami Islands are evaluated using statistical analysis and economic experiment. National park designation in the Amami may cause the economic loss of forestry activities such as pulp production due to the regulation for natural conservation. Therefore, we investigated the cost-benefit analysis for the National Park specified Amami Islands by comparing economic loss of regulation with the benefits obtained by the specified National Park. In addition, in the policy evaluation of economic experiments, we analyzed the effect of biodiversity conservation policy in private land. We developed the economic models of the behavior of private land owners in the laboratory, observed the behavior of the subjects, and analyzed the effect of policy of biodiversity conservation.

Finally, policy planning with the ecological consideration was investigated by evaluating the value of the ecosystem services for local residents and travelers in Japan. Choice experiment surveys for the Japanese oak wilt and ecosystem conservation of seawall were conducted. Also, accident of nuclear power plants were analyzed using the travel cost method. Empirical results suggest that the cost of Japanese oak wilt policy is reasonable, as well as, the Great East Japan Earthquake affects the choice behavior of travel destination.

2. 序論

1.1 研究の背景と目的

生物多様性条約第 10 回締約国会議(COP10)や「生態系と生物多様性の経済学 (TEEB)」において、生態系サービスの経済価値評価の重要性が示され、生物多様性保全の価値を政策に反映することが世界的に期待されている。国内においても国立公園の利用と保全、自然再生、里山の再生などの自然環境保全政策に対する社会的関心が高まっており、こうした自然環境保全政策に生物多様性保全の価値を反映することが重要な課題となっている。生物多様性・生態系サービスの経済評価に関しては海外では多数の研究実績が存在する。国内でも近年は精力的に研究が進められているものの海外に比べると実証事例が少ない。このため、国内において生物多様性保全の価値評価を行い、保全政策に生物多様性の価値を反映する方法について検討することが緊急の課題となっている。

本研究の目的は、国内の主要な自然環境を対象に生物多様性保全の価値を評価することで自然環境政策の経済効果を分析するための手法を開発するとともに、生物多様性の価値を反映した新たな保全策のあり方を示すことにある。第一に、国内の生物多様性保全の価値を評価するための手法を開発する。第二に、新たに国立公園の指定が検討されている地域を対象に外来生物防除の価値評価を行い、生物多様性保全に及ぼす効果を分析する。第三に、全国の重要な自然環境（森林、湿地、農地、里地里山等）を対象に生物多様性保全の価値を評価し、全国的な保全政策の効果を分析する。そして第四に、これらの分析結果をもとに生物多様性の価値を反映した自然環境保全政策のあり方について検討する。

1.2 各研究項目について

第二部の内容は以下のとおりである。

II-2. 現地調査

平成 24 年度調査では、外来種対策の便益評価のため実施した現地調査結果の概要についてとりまとめるとともに、やんばる地域に関する経済評価の先行研究の概要を紹介した。先行研究及び現地調査結果を踏まえた上で、便益評価方法について検討した。調査対象地域においては、保護対象となる固有種がエコツーリズムの対象としては十分に活用できる状況にはなく、CVM やコンジョイント分析等の表明選好法による経済評価が適切である点についても、現地調査と収集した資料により検証した。現地調査は、CVM 評価のための仮想シナリオ作成に資することを目的とするものであるため、調査結果は外来種防除とその効果という観点からとりまとめた。

平成 25 年度には初年度に引き続き、主に奄美大島を中心とした現地調査を実施した。それとともに、外来生物によってもたらされる外部費用を推計するため、各都道府県における外来生物対策等に関する基礎データの収集を行った。また、一般市民の外来生物に対する意識とその規定要因に関する計量分析を実施した。それにより、希少な野生動植物を保護するための合意形成に関する基礎的知見の収集が可能となるとともに、環境価値の経済評価を実施するための市民の意識等に関する詳細な基礎資料が得られるものと見込まれる。さらに、IPBES（生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム）における 2014 年から 2018 年までの作業計画における侵略的外来種とその管理、生物多様性及び生態系サービスの価値、評価と会計手法に関する政策立案ツールと方法論等に関する情報収集を

行った。

平成 26 年度も引き続き、奄美大島や屋久島、五島列島等の島嶼部における外来生物対策の調査を実施するとともに、自然資産区域への入域料と生態系サービスへの支払いについて現地調査を実施した。自然の生態系や動植物を観賞する際に、観光客が享受する文化的サービスへの対価を入域料として求めることは生態系サービスへの支払いの有力な手法である。日本では、保護地域などへの入域に際して料金が徴収されるケースは少ないが、屋久島と白神山地における募金事例を分析した。受益者負担原則に基づく入域料による自然環境の主流化に向けて、とくに任意の募金収集システムとフリーライドを主な課題とした。その結果、混雑度とフリーライダーに負の相関があるとともに、ゲート方式等の徴収方法が有効であることが明らかとなった。ただし、フリーライダーの低減には人件費が必要であり、保全資金の十分な確保が容易ではないことも明らかとなった。

II-3. 経済評価の調査票設計および統計分析

本研究では、経済評価に必要な調査票設計を検討するとともに、収集したデータを統計分析するための分析手法について検討を行った。第一に、仮想評価法(CVM)は、環境サービスの変化に対する支払意思額(最大支払っても構わない金額)や受入補償額(受け入れるために必要な最少の補償額)を直接人々にたずねる手法である。市場価格に反映されない非利用価値についても評価することができる。一方で、CVMは環境サービスの変化に対する説明内容(シナリオ)による影響を受けやすく、適切にシナリオを設計しなければ評価結果の歪み(バイアス)が発生する。ここでは、調査票設計とそこに大きく関係しているバイアスについて検討した。これらの調査票設計に関わる先行研究を展望した上で、評価対象である外来駆除に関する調査票設計について詳細に検討を行った。

第二に、外来種対策による生物多様性保全の価値を計測する実証研究を行った。やんばると奄美群島を対象にマングース駆除事業を対象に全国規模のアンケート調査を実施し、収集したデータを用いて統計分析を実施した。そしてCVMおよびコンジョイント分析を用いて外来種対策の価値を計測した。

第三に、国立公園の観光利用と生物多様性保全のあり方を検討するために、生物多様性に基づくレクリエーションの価値を評価した。全国の国立公園の訪問行動に関するデータをアンケート調査により収集し、時間配分モデルや端点解モデルなどの最先端の分析手法の適用可能性について検討を行った。

第四に、生物多様性の価値を評価する上ではアンケート調査などの表明データを用いる表明選好法が用いられることが多いが、バイアスの影響を受けやすいという欠点がある。そこで、表明選好法の信頼性を改善するために、専門家による説明を受けたときの影響や、グループディスカッションによって他者と意見交換を行ったときの影響を分析した。

II-4. 統計分析と経済実験による政策評価

生物多様性保全に対しては、政策の経済的効果を示すことが求められている。そこで、本研究では、生物多様性保全政策を対象に統計分析および経済実験を用いることで政策評価を行った。

第一に、統計分析による政策評価においては、奄美群島の国立公園指定の経済効果に対して政策評価を行った。奄美大島ではパルプ生産等の林業活動が実施されており、国立公園指定により林業活動が規制されることで林業収益が失われる可能性がある。そこで、国立公園指定によって失われる林業収益を推定し、国立公園指定によって得られる便益と比較することで、奄美群島の国立公園指定に対する費用便益分析を行った。

第二に、経済実験による政策評価では、民有地における生物多様性保全政策の効果を分析した。実験室内において民有地の土地所有者の経済行動をモデル化し、被験者の行動を観察することで、生物多様性保全政策がもたらす保全効果を検討した。

II-5. 生態学を考慮した政策立案

本研究では、国内における生態系サービスや地域住民ならびに旅行者にとっての生態系保全の価値を評価することで生態系の保全を考慮した新たな政策の提案を目指す。3年間の研究実施内容は以下のとおりである。

第一に、森林のナラ枯れ対策についての分析を行った。ここでは、ナラ枯れ対策の価値を選択実験を用いて評価するとともに、市民が価値を感じている生態系サービスを重視したナラ枯れ対策の方向性を考察した。

第二に、東日本大震災での津波被害を契機として、太平洋沿岸を中心とした日本各地で防潮堤の嵩上げ計画が進行している。しかし、このような防潮堤の嵩上げは防潮堤周辺の生態系を脅かすものである。そこで本研究では、選択型コンジョイント分析を用いて、防潮堤の嵩上げによって失われる沿岸生態系に対して地域住民が感じている価値を定量的に評価すると共に、沿岸地域の政策として、沿岸生態系保全・防潮堤嵩上げ・安全地域への移転を地域住民がそれぞれの程度好むのかを評価することで、防潮堤嵩上げで失われる沿岸生態系の重要性を示すと共に、民意を考慮した防災対策を立案するための政策のあり方について検討した。

第三に、東日本大震災に続いて発生した原子力発電所の事故により、放射性物質が広範囲にわたって飛散し、生態系ならびにそれを活用した観光産業に影響を及ぼす可能性が高いことを受けて、旅行者が環境に対してどの程度の価値を見出すのかをトラベルコスト法マルチサイトモデルを用いて分析した。上記分析の結果、現状でナラ枯れ対策の費用が妥当であること、ならびに、東日本大震災が人々の旅行先の選択行動に影響を及ぼしている可能性が示唆された。

3. 現地調査

2.1 現地調査の目的と課題

本章の目的と課題は、研究対象地域における現地調査を通じて、生物多様性の経済価値評価による可視化のための基礎的知見を得ること、そして経済価値評価の結果を政策やビジネスへの主流化へ利活用する手段を考察することである。研究計画実施期間中の2013年に、「奄美・琉球」が世界遺産暫定リストに掲載されるなど研究対象地域の政策的重要性の一層の高まりを受け、沖縄県北部のやんばる地域及び奄美群島を主要な調査地域として継続的に現地調査を実施した。奄美・琉球に含まれる地域においては、マングース駆除等の外来生物対策が主要な課題であるとともに、生物多様性保全とエコツーリズムの両立、保全資金確保のための生態系サービスへの支払い（Payments for Ecosystem Services: PES）確立等も今後の重要な課題である。そこで、上記地域と同様の課題を抱える他の世界遺産地域や島嶼地域等を先行事例として現地調査を実施するとともに、既存の統計資料やアンケート調査結果の追加的分析を通じて、現地調査において浮かび上がった課題を詳細に検討した。

本研究課題全体における経済価値の評価手法として、表明選好法や顕示選好法、実験手法が用いられた。しかしながら、最近では、市場価格による経済評価アプローチについても、企業による環境損益計算書の公表時において用いられるなど国際的に注目を集めている（吉田 2013b）。そのため、本章においては、市場価格を明らかにするための価格シグナルとして利用可能な情報である入域料などによる資金確保と生物多様性保全の取り組みについても着目し、生態系サービスへの支払いとして取り上げることとした。

2014年6月には「地域自然資産区域における自然環境の保全及び持続可能な利用の推進に関する法律（自然資産区域法）」が成立し、自然資産区域における入域料徴収という生態系サービスへの支払い導入を促す法的枠組みが成立した。2013年に世界文化遺産に登録された富士山の入山料に注目が集まったことも入域料導入の議論を後押しする材料となっており、今後の自然資産区域における政策展開が期待される。しかしながら、本章において後述するとおり、先行的に導入している地域においてはフリーライダーなどの問題が発生し、十分な資金確保ができていないケースもある。このように、入域料のような生態系サービスへの支払いを実施する際に発生する問題は、表明選好法における仮想シナリオ下でのWTPを引き出す際にバイアスとして発生する問題に近似している。これらのフリーライド行動は、まさに実験的手法によって検証されるべき内容であるが、各地域における生態系サービスへの支払い事例は、実地における社会実験ととらえることができるため、そこから政策含意を得ることも重要である。

本章においては、2012年度に実施した奄美・琉球における外来生物対策及びエコツーリズムに関する調査結果、そして2013年度に実施した外来生物に関する調査結果、2014年度に実施した入域料などに関する調査結果を順に報告することとする。

2.2 奄美・琉球における外来生物対策及びエコツーリズムの現状と課題

2.2.1 課題の設定

本章では、外来種対策の便益評価のため実施した現地調査結果の概要についてとりまとめるとともに、やんばる地域に関する経済評価の先行研究の概要を紹介する。先行研究及び現地調査結果を踏まえた上

で、生物多様性の便益を経済的に評価する方法について検討する。調査対象地域においては、保護対象となる固有種がエコツリーズの対象として十分に市場価値を生む状況にはなく、CVMやコンジョイント分析等の表明選好法による経済評価が適切である点についても、現地調査と収集した資料により検証した。現地調査は、CVM評価のための仮想シナリオ作成に資することを目的とするものであったため、調査結果は外来種防除とその効果という観点からとりまとめることとした。

外来種対策の中でもマングースによる固有種の捕食とその防除対策を中心として現地調査を実施した。調査対象地域は、沖縄県のやんばる地域と鹿児島県の奄美大島である。やんばる地域と奄美大島においては、両地域を代表する象徴種であるヤンバルクイナとアマミノクロウサギがマングースの捕食により生息域と生息数を減少させている。しかしながら、外来生物法施行以降の集中的なマングース駆除対策などが功を奏し、生息数及び生息域は回復傾向にある。やんばる地域と奄美大島を含む奄美・琉球は、世界自然遺産への登録を目指しており、その地域を代表する固有種がどのような便益をもたらすかを明らかにすることは、重要な研究・政策課題である。表明選好法によるやんばる地域と奄美大島における比較調査の仮想シナリオ作成のため、やんばる地域と奄美大島において現地調査を実施し、両者の共通点と相違点を明らかにした上で、仮想シナリオの作成に向けて検討した。

2.2.2 研究対象地域における外来種対策の概要

日本には数多くの侵略的外来種が定着し、固有の生態系に影響を与えている。外来種は一旦定着してしまうとその駆除はきわめて困難となる。日本の外来種対策の中で多くの予算が割かれているのは、やんばる地域や奄美大島におけるマングース対策である。やんばる地域においては、沖縄県も予算を支出し、徹底的なマングース対策を実施している。沖縄県におけるマングースの導入は、おもにハブとネズミ駆除目的のため、1910年に13～17頭が那覇市近郊に放たれたのが最初である。その後、1979年に奄美大島にもハブ対策のため約30頭が放たれ、個体数は増加し続けてきた。2003年の調査では、沖縄全土に約30,000頭のマングースが生息していると推定された。奄美大島においては、10,000頭以上のマングースが生息していたが、マングース防除対策の効果により現在では300頭程度に減少していると推定されている。マングース導入当時はヤンバルクイナも発見されておらず、アマミノクロウサギの保護よりもネズミによる農作物被害やハブの危険性を提言させることが切実な課題であった。

やんばる地域には多くの固有種が生息しているが、その中でも1981年に発見されたヤンバルクイナはマングースによる捕食の影響を強く受け、マングースの北上とともにその個体数を減少させてきた(福田2011)。発見当時は推定1,800羽生息していたが、一時は700～800羽ほどに減少したと推定されている。その後、外来生物法の施行とともに環境省と沖縄県が徹底的なマングース防除対策を実施した結果、個体数は1,000羽以上に回復し、国頭村、大宜味村、東村におけるマングース対策は十分な効果があったと評価されている。アマミノクロウサギの生息数は、ヤンバルクイナほど明確ではないが、2003年に実施された調査では、奄美大島に2,000～4,800頭が生息していると推定された。

ヤンバルクイナと同様に飛ぶことのできない鳥類は、天敵から身を守る能力に乏しく、外来種として新たな天敵が導入されることなどにより危機にさらされることが多く、世界各地の島嶼地域において絶滅が報告されている。そうしたことから、継続的な外来種防除対策等の重要性が理解される。

沖縄県におけるマングース防除は、おもに塩屋湾と福地ダムの間の通称SFライン以北が中心となる。

その他の地域において根絶を図ることは費用面及び技術面の制約から困難である。ヤンバルクイナやケナガネズミ、トゲネズミ等の希少な固有種の残る地域に集中して、防除のための人的資源と資金を投下することは効率的である。奄美大島においては、アマミノクロウサギの生息密度の高い地域を中心としつつも、全島的に防除が実施されている。地理条件等の相違により、マングース対策の実施方法は両地域において異なる。やんばる地域においては、沖縄県が中心となり SF ラインに全長 4,130m のマングース北上防止柵が設置された。そして SF ライン以北への集中的なカゴワナと筒ワナの設置により、マングース捕獲が進み、ヤンバルクイナの個体数は増加したと見られている。最近では、SF ラインの近くにおいてヤンバルクイナの生息が確認されるなど、マングース生息密度の低下とヤンバルクイナ生息域拡大に相関のあることが推測される。

環境省が国頭村（伊地－安波ライン以北）、沖縄県が SF ライン以北から伊地－安波ラインまでの防除事業を担当し、北部訓練場内を米海兵隊が担当した。2011 年度は、環境省 20 名、沖縄県 19 名のマングースバスターズにより捕獲作業が実施された。捕獲努力量は、環境省 524,784 わな日、沖縄県 861,871 わな日、米海兵隊 224,410 わな日であった。マングース捕獲数は沖縄県 207 頭、環境省 15 頭、米海兵隊 33 頭であった。沖縄県が担当する SF ライン近辺のマングース密度の高い地域において、集中的に捕獲されていることがわかる。奄美大島においては、2005 年度に編成された奄美マングースバスターズを中心として防除事業が実施されている。2011 年度は 42 名体制で捕獲作業等を実施した。また、やんばる地域に先んじて、2008 年度からはマングースの生息状況を正確に把握するためマングース探索犬 3 頭を導入し、ハンドラーとともに探索活動を実施している。

やんばる地域においては SF ライン以北、奄美大島においては島内全域からの駆除を目指してマングース防除対策が実施されてきた。集中的な防除対策は概ね成功を収めており、捕獲効率は劇的に低下している。注意すべき点は、防除事業の捕獲効率低下は必ずしも事業の費用効率性の低下を意味しているわけではないことである。奄美大島などでも、一時期 10,000 頭以上のマングースが生息していたと推定されているが、ワナ設置とマングース探索犬などの効果により、現在の生息数は 300 頭ほどにまで減少したと推定されている。それにともない、アマミノクロウサギの個体数も増加傾向にあると推定されている。今後も政府、自治体、地元住民、自然保護団体、企業、NPO 等の資金と技術を結集し、世界自然遺産候補地であるやんばる地域と奄美大島の固有種を保護する試みが継続される必要がある。

やんばる地域と奄美大島には、ヤンバルクイナやアマミノクロウサギ以外にも多くの貴重な固有種が生息している。やんばる地域における代表的なものとしては、ケナガネズミやオキナワトゲネズミ、キツツキの仲間であるノグチゲラ、日本最大の甲虫であるヤンバルテナゴコガネなどがある。やんばる地域には、日本の鳥類の約半分、カエル類の約 4 分の 1 の種が生息する。奄美大島においては、アマミトゲネズミやケナガネズミ等が生息している。また、両地域にはオキナワイシカワガエルやアマミイシカワガエル等の地域固有の両生類が多く生息している。小型ほ乳類や両生類はマングースの捕食対象であるため、これらの小型哺乳類や両生類の保護も、仮想シナリオの対象とする必要があると考えられる。

2.2.3 市場価値の観点からの可視化

やんばる地域や奄美大島の生態系の有する価値を可視化するには、CVM 以外にも複数の方法が考えられる。エコツーリズム目的で訪問する旅行者の入込数と旅行費用からアプローチする方法が考えられる。

やんばる地域には多くの固有種が生息・生育する照葉樹林以外にも豊かな海や澄んだ溪流等があり、こうした多様な自然が魅力である。やんばるの森を駆け抜けるトレイルランニング大会も2013年から実施されており、1,000人以上の参加者を集めている。固有種として著名なヤンバルクイナやヤンバルテナゴコガネ、ノグチゲラ等は一般の旅行者が観察することは困難であり、エコツーリズムの対象として旅行者に対して積極的にアピールできる状況とまでは言えない。縄文杉等の巨木観察が確実にできる屋久島、マザーツリー等の巨木を含めたブナ原生林を観察できる白神山地、ザトウクジラやオガサワラオオコウモリを観察できる小笠原諸島、シャチやヒグマ、オオワシ、サケの遡上等が観察できる知床といった既登録の国内の世界自然遺産と比較すると、エコツーリズムにおいて一般の観光客をひきつける生物多様性の魅力をどのように伝えるかということが課題である。

国頭村だけでなく、大宜味村と東村に範囲を拡張したとしても状況は同様であり、エコツーリズムの利用価値の観点から見た場合、多くの固有種をはぐくむ生態系の価値は十分に評価されない可能性がある。将来的に、国立公園に指定され、世界遺産に登録されると、観光開発が進み、観光客数も増加すると考えられる。しかしながら、自動車通行量の増加は、2012年度に過去最高を記録したヤンバルクイナの交通事故（ロードキル）を増加させる可能性がある。

エコツーリズムによる消費額や経済波及効果は、生態系価値を推測するための重要な価格シグナルではあるが、オーバーユースの懸念があり、単純に増加すればよいというものではない。外来生物対策によって守られるヤンバルクイナ等の固有種の価値は、現状ではエコツーリズムの対象として大きなマーケットを形成しているわけではない。世界自然遺産への登録にともないツーリズムはさらに盛んになる可能性が高い。ただし、他の世界遺産地域の現状を見ると、市場価値の観点のみから、やんばる地域や奄美大島のように、生物多様性や生態系の豊かな地域の価値を十分に評価することは困難であり、過少評価となる可能性がある。利用価値の観点からだけでなく、生態系が保護されることの非利用価値の面を含めた経済評価の必要性を検討するために、本節では市場価値による経済評価の可能性という観点から検討を行った。

2.3 外来生物に関する調査結果

2.3.1 研究の概要

本節では、奄美大島を中心とした現地調査の結果、及び外来生物の外部費用推計のため各都道府県における外来生物対策等に関する基礎データの収集を行った結果を報告する。また、一般市民の外来生物に対する意識とその規定要因に関する計量分析の結果もあわせて報告する。それにより、希少な野生動植物を保護するための合意形成に関する基礎的知見の収集が可能となるとともに、環境価値の経済評価を実施するための市民の意識等に関する詳細な基礎資料が得られると考えられる。

2.3.2 国立公園指定及び世界自然遺産登録に向けて

2013年1月31日、世界遺産条約関係省庁連絡会議において、「世界の文化遺産及び自然遺産の保護に関する条約」に基づく日本の世界遺産暫定一覧表に、屋久島、白神山地、知床、小笠原諸島に次ぐ第5番目の世界自然遺産の候補として「奄美・琉球」が記載されることが決定された。環境省及び林野庁による世界遺産暫定一覧表記載のための提出文書等によると、奄美・琉球は、世界遺産の評価基準のうち、

「(ix) 陸上、淡水域、沿岸および海洋の生態系、動植物群集の進化や発達において、進行しつつある重要な生態学的・生物学的過程を代表する顕著な例であること」、そして「(x) 学術上、あるいは保全上の観点から見て、顕著で普遍的な価値をもつ、絶滅のおそれがある種を含む、生物の多様性の野生状態における保全にとって、もっとも重要な自然の生息・生育地を含むこと」に該当することが示されている。奄美・琉球は、知床と同様にこの2つの基準を満たしている。同じ島嶼地域の小笠原諸島と比較すると、奄美・琉球では(x)が追加されている。(ix) 生態系については、当該地域にのみ残された遺存固有種が分布し、島々が分離・結合を繰り返す過程で多くの進化系統に種分化が生じていることの重要性が指摘されている。(x) 生物多様性については、環境省が作成した国内版レッドリストだけではなく、IUCN レッドリストにも記載されている多くの国際的希少種や固有種の生息・生育地であり、世界的な生物多様性保全の上で重要な地域であることが指摘されている。世界自然遺産登録のためには、「国立公園等の保護地域の指定」、「外来種問題への対応」、「関係行政機関や地域関係者」、「地域の理解・合意」が鍵となる。現地調査等を進める上で、これらの観点を重視して調査に取り組むこととした。そして、地域内における合意形成のため、既存のアンケート調査に基づき、外来生物に関する意識を規定する要因について追加的に計量分析を実施することとした。とりわけ、先に世界遺産に登録された小笠原諸島において、外来生物対策が集中的に実施されてきたことと同様に、奄美・琉球においてもマングース対策等の外来生物駆除が実施されてきていることがその理由である。さらに、現地調査を補足する目的で、全国都道府県における外来生物対策と外部費用推計等への接近を試みた。それにより、外来生物対策によって保護される固有種の利用価値と非利用価値を経済評価するための基礎資料となる。

2.3.3 外来生物対策と希少種保護

2012年9月に閣議決定された「生物多様性国家戦略2012-2020～豊かな自然共生社会の実現に向けたロードマップ～」において、生物多様性に影響を与える4つの危機のうち、第3の危機として、外来種による生物多様性の危機が取り上げられた。これまで数多くの外来種が国内に意図的に持ち込まれるとともに、非意図的に侵入してきている。意図的導入には、食材やペット、農林水産業に関わる生産目的や天敵、レジャー、緑化などの形態がある。他方、非意図的導入には、輸入木材や食料品、ペットへの寄生、旅行者などへの付随、船舶のバラスト水への侵入などの形態がある。本節では、ミシシippアカミミガメを題材として、身近な外来生物に対する意識や飼育・放棄経験が、外来生物の規制に対する合意形成にどのように影響するかを順序プロビット分析により詳細に検討した。ミシシippアカミミガメにおいては、環境省が策定している外来種被害防止行動計画案に「今後、大量に野外に放たれること等の影響が生じないように配慮した対策を行った上で段階的な規制を行うこと等を検討することが必要」と明記されている。ミシシippアカミミガメの輸入量は2005年と比較すると2011年時点では半減しているものの年間約20万匹が輸入されているとのことである。ミシシippアカミミガメは特定外来生物への指定が検討されており、一般の関心も高く、当該分野における基礎的知見として一定の価値を有すると考えた次第である。

2.3.4 奄美大島における現地調査

2012年度は鹿児島県奄美大島及び沖縄県やんばる地域において、マングース対策に関する現地調査を

実施し、一定の知見が得られた。また、予備調査として小笠原諸島におけるノネコ及びノヤギ対策に関する現地調査を実施した。そこで、2013年度は奄美大島においても課題となっているノネコ及びノヤギ対策、国立公園指定及び世界遺産登録に向けての地域内合意形成等を調査対象とし、奄美市役所及び奄美野鳥の会、東京大学医科学研究所、マスコミ関係者らを対象としてヒアリングを行った。ノネコ及びノヤギ対策は、奄美大島だけではなく、対馬のツシマヤマネコ等の固有種にも影響を与えている問題であり重要性が高いと考えられる。

2016年に予定されている「奄美・琉球」の世界遺産への登録を目指して、奄美群島では2014年内の国立公園指定や世界遺産推薦準備作業が着々と進められている段階にある。国立公園指定及び世界遺産登録は地元の観光業からの期待感も高い。多様な利害関係者にヒアリングを実施したが、地域内における合意形成という観点から否定的な意見、そして互いの意見の相違は比較的少ないのが特徴であった。保護地域設定にともなうゾーニング等については、利害関係者間の調整等の克服すべき課題が指摘された。しかしながら、総合的に考えると、観光面での期待がそれを上回る状況にあるとのことであった。奄美群島への入込客は、1995年に790,950人（海路276,438人、空路514,512人）であったが、2012年には672,600人（海路222,068人、空路450,532人）へと約15%減少した。この点からも、観光振興と世界遺産登録をあわせて考える意見が多く見られた。ただし、固有種等によって形成される奄美群島の豊かな生物多様性や生態系を地域資源とする観光振興については、希少な野生動物のロードキルや希少な野生植物であるラン等の盗採掘を招くおそれがある。そのため、エコツーリズム振興に関するガイドの養成や条例制定に向けての国内先進地域の情報収集、島内関係者らによる外部観光客の山間部への入り込みに関する観察と情報交換が続けられている段階にあるとのことであった。

奄美大島において関係者からしばしば言及された点は、世界遺産登録による直接的な観光振興やそれに付随する地域振興への期待感だけではなく、人口減少を食い止める役割についてであった。同じ鹿児島県内においていち早く世界自然遺産に登録された屋久島においては、他の離島とは異なり、1993年の世界遺産登録後20年間の人口が13,000人台でほとんど変化がなく、現状維持を続けている。奄美群島全体で見た場合、1990年から2010年までの20年間に、人口は142,834人から118,773人へと約17%減少した。奄美群島における人口減少を食い止める策として、世界遺産登録への期待が寄せられている状況にある。

奄美市役所他におけるヒアリング結果から、下記の通り、関係機関による世界遺産登録に向けての取り組みについてとりまとめを行った。現状では、国・鹿児島県・市町村及び奄美群島広域事務組合に分けて、関係各者が連携しつつ以下の役割分担を行い、世界遺産登録に向けて準備を進めている段階にある。奄美大島自然保護協議会が作成した『奄美大島自然保護ガイドブック～奄美・琉球を世界自然遺産へ～』から引用すると、国の取り組みとして整理されているのは、重要地域の国立公園の指定に向けた作業、マングースの防除作業、アマミノクロウサギ等希少種の保護増殖事業等である。鹿児島県の取り組みとしては、観光客の増加等に向けた各種課題の整理と対策の検討、希少野生生物の保護対策や外来生物対策等が整理されている。奄美群島広域事務組合の取り組みとしては、奄美群島の世界自然遺産登録推進協議会の事務局として、各関係者間の連携・調整を図ること、そしてエコツーリズムの推進、エコツアーガイドのサポートが整理されている。

奄美大島各市町村の主な取り組みとして整理されているのは、アマミノクロウサギのロードキル防止用

啓発看板の設置，希少野生動植物の保護に関する条例の施行，飼い猫の適正飼養及び管理に関する条例の施行，ヤギ放し飼いの禁止，ノヤギ駆除対策の実施，希少野生植物の盗採防止，サンゴ礁保全対策，ウミガメの保護・調査，地域の観光客受け入れ体制構築のための事業実施等である。

奄美群島では，アマミノクロウサギ等の動物 6 種，植物 3 種が絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律（種の保存法）に指定されている。そして，アマミノクロウサギやルリカケス等が国・県の天然記念物に指定されている（国 9 種，県 5 種）。さらに，鹿児島県希少野生動植物の保護に関する条例により，動物捕獲・採取等が禁止されている種として動物 11 種，植物 15 種が指定されている。

国と鹿児島県による保護種指定を補うことを目的として，2013 年 10 月 1 日に奄美大島 5 市町村（奄美市，大和村，宇検村，瀬戸内町，龍郷町）共通の希少野生動植物の保護に関する条例が独自に制定された。同条例においては，アマミハナサキガエルやアマミマルバネクワガタ等の動物 22 種，サガリランやアマミスミレ等の植物 35 種について，捕獲・採取等が禁止される保護種として指定された。

とくに島嶼地域における固有種保護対策を行う際に，人間活動によって意図的に持ち込まれた種の駆除が問題となることが多い。奄美・琉球においてはマングースというハブやネズミ駆除目的で導入された種が，ヤンバルクイナやアマミノクロウサギを補食することから主に駆除事業の対象となっている。それ以外にも，小笠原諸島や対馬，五島列島等においても問題となっているように，ノヤギやノネコ対策も重要である。食料目的で離島に導入されたノヤギは島固有の植生を破壊するとともに，土壌流出を招き，サンゴ礁群落到悪影響を与えることもある。ノヤギやノネコは島内に持ち込まれた飼育個体が，食料確保や逃走，飼育放棄により野外に放たれるなどした結果，島内において繁殖し，貴重な野生動植物に影響を与える場合が多い。

奄美大島では，ノヤギの食害が植生破壊による土砂崩壊等をもたらすため，奄美群島振興開発事業を活用したヤギ被害防除対策事業を実施してきた。また，構造改革特区による「ノヤギを狩猟鳥獣とする特例事業」に認定されたため，特定の狩猟期間中に限りノヤギが狩猟対象となった。2012 年度のヤギ捕獲頭数実績は 199 頭であり，これまでに約 950 頭が捕獲されてきた。2013 年度及び 2014 年度の計画では 230 頭の捕獲目標が設定されており，今後もノヤギ捕獲対策を拡充しつつ継続するとのことであった。

ノネコは基本的にイエネコが野生化したものである。奄美群島においては，ハブ対策としてマングースが導入されたように，島民にとってハブ対策が重大な関心事の一つである。ヒアリングから判明したこととして，イエネコの飼育がネズミ対策となり，ハブの餌となるネズミが駆除されることによって住宅敷地内にハブが侵入してなくなると考える住民が少なくないということである。その結果として，イエネコを飼育する世帯も多く，また飼育管理も住居内のみとならず，なかば放し飼いに近い場合も多いとのことであった。

これらの状況を受けて，2011 年 10 月 1 日より奄美大島本島内 5 市町村において，「飼い猫の適正な飼養及び管理に関する条例」が施行された。飼い猫がアマミノクロウサギ等にとって脅威とならないように，室内での飼育を推奨するとともに，飼い猫の登録と鑑札の交付が行われている。それに先だって，奄美大島におけるイエネコ飼育実態に関する詳細な調査が行政機関によって実施された。イエネコへのマイクロチップの埋め込みや去勢・不妊手術等についても，県・獣医師会等の助成・協力により実施されている。小笠原諸島においては，環境省，林野庁，東京都，小笠原村，東京都獣医師会，小笠原海運等の協力のもとで，ノネコの捕獲，おがさわら丸による搬送，飼い主照会，受入・治療，馴化訓練，里

親譲渡等の一連の取り組みが実施され、成果をあげている状況にある。奄美大島においては、ノネコの捕獲を行っているが、捕獲したノネコの引き取り手を探す仕組みが十分に機能していないため、先進地域における実践事例の導入や引き取り手を探す画期的な方法が模索されている。

2.3.5 外来生物対策と非利用価値に関する考察

IUCN「種の保存委員会」では、2000年2月「外来侵入種による生物多様性防止のためのIUCNガイドライン」が提案されるとともに、世界の外来侵入種ワースト100として、ワカメやホテイアオイ、コイ、イエネコ、オコジョなどの馴染みのある生物を含むリストが作成された。環境省においても外来生物ブラックリストを作成し、一層の注意喚起を行うことが計画されている。侵略的外来種に関しては、IUCNの侵略的外来種ワースト100のリストが示すとおり、世界各国において農業や固有の生態系に甚大な被害を与えている。Pimentel et al. (2000)は、米国、英国、豪州、南アフリカ、インド、ブラジル6カ国における外来種導入による損失が3,140億ドルを超え、世界全体では1.4兆米ドルに相当するとの試算を示している。このなかには、絶滅した固有種等に対する非利用価値は含まれず、それらを含めると外来生物による経済的損失はさらに巨額になることが指摘されている。

外来生物は農林水産業に対して直接的な経済的損失としての影響を与える。例えばアライグマによる食害等は経済的損失として可視化しやすい。また、1991年にトマト栽培における花粉媒介のために導入されたセイヨウオオマルハナバチのように、農業生産に貢献する外来生物については、花粉媒介というプラスの効果として経済価値を計測することも比較的容易である。ところが、セイヨウオオマルハナバチは、野外に逃げた個体が在来種を駆逐している種でもあるが、失われる在来種の価値を、農業生産への貢献と同様のスケールで計測することは困難である。上記に示した失われる在来種の価値の多くは、おもに固有種に対して人々が感じる非利用価値によって構成される。

TEEB（生態系と生物多様性の経済学）では、生物多様性主流化のためには可視化が必要であることが示された（吉田 2013a）。主流化のためのTEEBの段階的アプローチでは、まず生物多様性の価値を認識する第1段階、価値を証明し、可視化する第2段階、政策の実施やビジネスへの意思決定に組み込むことにより価値を捕捉する第3段階によって、生物多様性が主流化することを示した。この3段階のアプローチにそって考えると、政策やビジネスにおいて捕捉された価値は、可視化（経済価値の評価）された生物多様性の価値が内部化された状態であると考えることができる。たとえば、各地において政策対象となっている外来生物については、第1段階の価値の認識と第2段階の価値の証明がなされた上で、第3段階の価値の捕捉につながっているとみなすことも可能である。Pimentel et al. (2000)のように、外来生物による経済的損失に対して包括的にアプローチした研究は日本ではみられない。

そのため、非利用価値への環境経済評価手法によるアプローチのための前段階となる基礎資料収集・整理を目的として、都道府県レベルにおける全国各地の外来生物対策をとりまとめた（西浦 2014）。その結果、アライグマやハクビシン、ヌートリアを中心として、マングースやタイワンリス等について農林業被害が拡大していることが改めてうきぼりとなった。もっとも詳細なデータが報告されているアライグマでは、2011年度には野菜が2億5687万円、果実が9138万円等全体で約3億8000万円の経済的損失が報告されている。アライグマでは北海道と兵庫県における損失が大きく、ハクビシンでは山梨県が5700万円、長野県が5500万円などとなっている。ヌートリアについては兵庫県が4300万円と損失が大

きい。水産業については、ブラックバスやブルーギルの被害が大きく、多くの都道府県で被害対策が実施されていた。それ以外には、カワヒバリガイやムラサキガイ、ミドリイガイホテアオイ、ボタンウキクサ等について被害対策が取られている。また、人間の健康や生活上の損失については、ブタクサやアルゼンチンアリ、ヤンバルトサカヤスデ、セアカゴケグモ、ハイイロゴケグモ等について対策が取られていた。

非利用価値については、外来生物による地域固有の景観や生態系の損失として整理することにより可視化することができるだろう。都道府県レベルで被害対策が取られているものとしては、オオキンケイギクが全国的に調査、対策が進んでいる。それ以外には、アレチウリ、オオハンゴウソウ、ミシシippアカミミガメ、カダヤシ、セイヨウオオマルハナバチ、タイリクバラタナゴ、シナダレスズメガヤ、ヒダカアシ等について対策が取られている。これらの種については侵略度が高く、非利用価値への影響が比較的目立ちやすい種であると言える。

都道府県別に見ると、アライグマやブラックバス等に関する調査や対策が中心的に実施されているが、少ないながらも非利用価値に関する対策が実施され、注意喚起のための普及啓発活動が行われている。例えば、北海道ではウチダザリガニやセイヨウオオマルハナバチ、オオハンゴウソウ、栃木県ではオオハンゴウソウやオオキンケイギク、神奈川県ではタイワンリス、鹿児島県や沖縄県ではマングース等が政策対象となっている。個々の市町村の対策を調査すると、より多様な外来生物が政策対象となることがわかるが、非利用価値の損失に対する自治体による調査や対策等は、利用価値の損失と比較すると必ずしも主流にはなっていないと言える。

外来生物については、農林水産業への直接的損失や人々の生活上の不快感や健康面での問題が発生している場合には可視化しやすい。しかしながら、失われる固有種の価値については、十分には可視化されていず、政策対象となっていない。

2.3.6 外来生物と規制に対する一般市民の意識

外来生物は古くから国内に導入されており、アメリカザリガニやミシシippアカミミガメ等のように子供達の飼育対象となり、全国に広まっている種に対する人々の意識や価値観は多様であると想定される。外来生物規制や駆除対策を実行する際には、人々がそれによって守られる固有種や固有の生態系の価値を適切に認識し、可視化することが重要である。それら固有種・生態系が有する非利用価値を可視化するには表明選好法が適用される。それらの評価手法は、個人の生物多様性に対する主観的な価値感に基づくものである。表明選好法において、外来生物対策を実施して固有種を保護するという仮想政策シナリオを設定する場合には、人々が外来生物の駆除に賛同している方が、仮想シナリオを設定する際の前提として望ましい。ところが、人々に馴染みのある外来生物の場合には、駆除に対して動物愛護の観点等からも反対意見が呈せられる場合もある。ノネコ及びノヤギ対策についても同様の状況にある。

本節では、既存の調査データを用いて、これまで十分に検討されてこなかった経済評価のための基礎的知見を得るために分析する。現時点で規制等の導入が議論されているという理由により、ミシシippアカミミガメを題材として取り上げることとした。ミシシippアカミミガメはサルモネラ菌を保有している場合があり、1975年にサルモネラ菌感染例が報告されて大量遺棄された。2005年にもサルモネラ菌への感染例の報告があった。ミシシippアカミミガメの大量遺棄が想定されるため、特定外来生物への

指定は慎重とならざるを得ない状況にある。ミシシippアカミミガメは年間約 20 万匹程度の個体が輸入されている。寿命が長く、子供達が飼育を継続できなくなる場合も多く、全国各地で遺棄され、生息域を拡大している実態がある。ミシシippアカミミガメについては既に野外に定着していることから、その侵略を根本的に食い止めることは困難であるかもしれない。しかしながら、約 20 万匹にのぼる生体輸入の規制、そして野外へ放つ行為を段階的に解消していくことは、長い目で見た場合に重要であると考えられる。

本節では、WEB アンケート調査のデータを利用し、順序プロビット分析により要因分析を実施した。外来生物やその規制に対する人々の意識を規定する要因を明らかにすることができる。アンケート調査においては、回答者の身近な外来生物の 1 つであり、全国の池沼において大きく生育した個体を見ることができるミシシippアカミミガメについて、それらが生息する風景に関する感想や飼育経験等を質問した。まず、外来のミドリガメ（ミシシippアカミミガメ）が生息する池や沼を見た感想について回答者に尋ねた。肯定的な回答としては、「とてものだかな風景である」が 4.5%、そして「のだかな風景である」が 22.9%であった。また、中立・無関心を示す回答である「何とも思わない」は 22.1%であった。否定的な回答としては、「違和感をおぼえる風景である」が 39.4%、「とても違和感をおぼえる風景である」が 11.1%であった。違和感をおぼえるという回答が約半数を占めたものの、ミドリガメ自体はすでに馴染みのある生物であるため、おそらく池の鯉や金魚等と同様に、違和感をおぼえない人々が約半数を占めることとなったと推測される。

つぎに、本人や家族が飼育していたミドリガメを池や沼などに逃がしたことがあるかどうかを尋ねた。調査結果では、「ミドリガメを飼育したことはない」が 76.4%であり、「自分や家族が飼育したことはあるが、逃がしたことはない」が 17.0%であった。「自分や家族が逃がしたことはないが、カメが脱走して行方不明になったことはある」が 3.7%、「自分や家族が逃がしたことがある」が 2.9%であった。アンケート調査結果から、回答者の 6.6%は、意図的または非意図的にミドリガメを野外に放した経験のあることが明らかとなった。

最後に、外来生物規制に対する回答者の意識を尋ねた。回答結果は、「今後はあらゆる外来生物を国内に持ち込まない方がよい」が 33.0%、「生態系に影響を与えないことが厳密に判定された外来生物のみ持ち込んでもよい」が 55.6%、「飼育、栽培や釣りなど産業や個人の趣味に役立つものは輸入してもよい」が 8.3%、「外来生物に関する規制は必要ない」が 2.1%、「その他」が 1.0%であった。生態系への影響を回避することに賛同する回答者が多数を占めたが、産業や個人に役立つものなどへ規制をかけることに反対する意見も 10%以上あった。

本節では、「ミドリガメの生息する風景への意識」を Y_1 、「外来生物法による規制への意識」を Y_2 として、順序プロビット分析により、これらの 2 つの環境意識を規定する要因を分析する。順序プロビット分析は、金額やパーセント等のように数値の差そのものが意味をもつ変数ではなく、1 番、2 番、3 番等の順序づけが意味を持つ変数を分析するための統計手法である。表 2-1 に示した通り、 Y_1 については、否定的意見を 4 として肯定的意見を 1 段階ごと低い数値となるよう設定した。 Y_2 については、規制に対する否定的意見を 3 とし、肯定的意見を 1 段階ずつ低い数値となるよう設定した。表 2-2 に示した係数がプラスの場合には、その変数は否定的な意見を導く傾向があると判断される。なお、 Y_2 データは「その他」という回答を除外したため、観測数 (N) は 1437 となった。

表 2-1 変数の定義と記述統計量

変数	定義	Y ₁ データ (N=1451)		Y ₂ データ (N=1437)	
		平均	標準 偏差	平均	標準 偏差
Y ₁ : ミドリガメの生息する風景への意識	とてものどかな風景である=0, のどかな風景である=1, 何とも思わない=2, 違和感をおぼえる風景である=3, とても違和感をおぼえる風景である=4	—	—	—	—
Y ₂ : 外来生物法による規制への意識	今後はあらゆる外来生物を輸入しない方がよい=0, 生態系に影響を与えないことが厳密に判定された外来生物のみ輸入してよい=1, 飼育, 栽培や釣りなど産業や個人の趣味に役立つものは輸入してもよい=2, 外来生物に関する規制は必要ない=3	—	—	—	—
野生動植物保護への関心	大いに関心がある=1, 関心がある=2, やや関心がある=3, あまり関心はない=4, 全く関心は無い=5	2.74	1.00	2.74	0.997
ミドリガメの飼育放棄・脱走経験	意図的・非意図的問わず飼育を放棄, 脱走したことがある=1, 飼育経験なしまたは放棄・脱走経験無し=0	0.0655	0.247	0.0661	0.249
年齢 (20代)	20~29歳=1, 他=0	0.177	0.382	0.178	0.383
年齢 (40代)	40~49歳=1, 他=0	0.300	0.458	0.321	0.467
年齢 (60代)	60歳以上, 他=0	0.0531	0.224	0.299	0.458
未既婚	未婚=1, 既婚=0	0.360	0.480	0.361	0.481
子供の有無	有=1, 無=0	0.537	0.499	0.539	0.499
居住地域	都市または郊外=1, 農山漁村=0	0.917	0.276	0.916	0.277

表 2-2 に示した通り, ミドリガメの生息する風景への意識 (Y₁) については, 野生動植物への関心の低い人, そして 20 代の回答者が否定的な意識を持たない傾向であることが明らかとなった. また, 60 代の回答者は, 逆に否定的な意見を持つ傾向のあることが明らかとなった. 外来生物法による規制への意識 (Y₂) については, ミドリガメの飼育放棄・脱走経験のある人が否定的意見を持つ傾向のあることが明らかとなった. このことから, 身近な外来生物に対する意識の差違には, 世代が影響している可能性があり, 固有種の重要性や昔ながらの自然環境を知っている世代が, 外来生物に対する違和感を持つと推測される. したがって, 外来生物に違和感を持たない若い世代に対する環境教育は重要な影響を与えることが予想され, 今後の課題となるだろう. また, 実際に外来生物を野外に放った経験がある人は, 外来生物規制の必要性を認めない傾向があることも明らかとなった. したがって, 外来生物法の適用範囲を身近な動植物にまで広げ, 日常的な外来生物と人々が接触する際に, 野外に放つことが大きな影響を与えることを認識させることも重要かもしれない. 例えば 1999 年以降急増したカブトムシやクワガタムシの輸入と飼育に対して, 責任を持った飼育を行うことを啓発する予防的対策が全国的に実施された. このような予防的対策等が今後も重要となるだろう.

表 2-2 順序プロビットモデルによる係数推定結果

変数	Y_1 :ミドリガメの生息 風景への意識	Y_2 :外来生物法による 規制への意識
定数項	2.04** (13.7)	0.331** (2.21)
野生動植物保護への関心	-0.0747** (-2.66)	0.0256 (0.849)
ミドリガメの飼育放棄・脱走経験	-0.0613 (-0.547)	0.537** (4.49)
年齢 (20 代)	-0.255** (-3.16)	0.0197 (0.228)
年齢 (40 代)	0.0610 (0.940)	-0.0234 (-0.334)
年齢 (60 代)	0.503** (3.86)	-0.194 (-1.39)
未既婚	-0.0242 (-0.320)	0.0473 (0.579)
子供有り	-0.0275 (-0.376)	-0.0693 (-0.875)
居住地域 (都市または郊外)	-0.0942 (-0.930)	0.0375 (0.345)
μ_1	1.10** (19.6)	1.70** (34.2)
μ_2	1.70** (28.3)	2.51** (30.8)
μ_3	2.96** (42.1)	—
観測数	1451	1437
Scaled R^2	0.0284	0.0190

注：**は有意水準 1%で棄却されたことを示す。() 内は t 値. μ は閾値パラメータ.

2.4 生態系サービスへの支払いとしての入域料

2.4.1 課題の設定

日本国内の貴重な自然の保全資金確保のため、受益者負担原則に基づく自然遺産区域への入域料は重要な役割を果たしうる。2014 年 6 月には自然資産区域法が議員立法によって成立した。自然資産区域法では、入域料の役割として下記のとおり示されている。「都道府県又は市町村が、国立公園、国定公園等の自然の風景地、記念物に係る名勝地その他の自然環境の保全及び持続可能な利用の推進を図る上で重要な地域において、当該地域の自然環境を地域住民の資産として保全し、及びその持続可能な利用を推進するために実施する事業であって、当該事業を実施する区域内への立入りについて、当該区域内に立ち入る者から収受する料金をその経費に充てるものを地域自然環境保全等事業とすることとする。」さらに、一般社団法人や都道府県、市町村が行う自然環境保全と持続可能な利用推進を目的とする自然資産区域内の土地取得等を自然環境トラスト活動とする。また、地域自然環境保全等事業が実施される区域及び自然環境トラスト活動促進事業に係る自然環境トラスト活動が行われる区域を地域自然資産区域とすることが示されている。

自然の生態系や動植物を観賞する際に、観光客が享受する文化的サービスへの対価を入域料として求めることは生態系サービスへの支払いの有力な手法である（吉田 2014）。日本では、保護地域などへの入域に際して料金が徴収されるケースは少ないが、岐阜県が地方独自課税として導入した乗鞍環境保全税等の事例がある。2013年に世界文化遺産に登録された富士山では、富士山保全協力金という任意の入山料導入が目された。7月25日から8月3日までの10日間に34,327人が協力し、3413万円の支払いがあった。下山者の67.8%が協力した一方、協力しなかった登山者の27.7%が任意だからと回答するなど、任意の協力金の課題が明らかとなった。2013年の試験導入を経て、2014年からは1,000円の入山料を任意で徴収することとなった。

富士山は最終的に文化遺産として登録されたが、当初は自然遺産としての登録を目指したものの断念した経緯がある。富士山はアクセスルートが複数あり、フリーライドが容易である。年間30万人にのぼる登山者による混雑と環境悪化の問題などは、自然遺産における議論とも重複する課題である。富士山における入山料導入を巡る議論は、日本における自然遺産の生態系サービスへの支払いに関連した取り組み充実を促す役割がある。富士山の議論を通じて、世界自然遺産や他の国立公園などにも同様の仕組みを普及させることは、自然環境の可視化に役立つと考えられる。

本節においては、屋久島や白神山地等における募金を事例として、受益者負担原則に基づく入域料による自然環境の主流化の課題について考察することを目的とする。とりわけ、任意の収集システムの課題とフリーライドの問題を課題とする。

2.4.2 生態系サービスへの支払いとツーリズム

生態系サービスへの支払いには、①生態系サービスそのものに対する支払い、②生態系サービスを保証する土地利用に対する支払いの2種類がある。自然環境を活用したレクリエーションを例にとると、①の生態系サービスそのものに対する支払いとしては、自然環境から得られる文化的サービスを楽しむための入域料を支払うケースが想定される。生態系サービスを保証する土地利用に対する支払いとしては、原生林を有する土地所有者が、文化的サービスを継続的に享受できるような土地利用を行った場合に、開発によって得られるはずであった機会費用を補償するケースが想定される。自然資産区域法におけるトラストの仕組みも②に含まれると考えることができる。

生態系サービスへの支払いの定義は、「明確に範囲が定められた環境サービス、またはそれらのサービスを担保する土地利用が、サービスの供給者から購入者へ販売されるという自発的な取引」である。上記の定義を狭義のものとする、現状ではより広義のものが対象となっている。生態系サービスへの支払いには国立公園やエコツーリズムの入場料も含まれる。国立公園等において特徴的な生態系や動植物を観賞することが目的である場合、観光客が享受する文化的サービスへの対価を求めることは、主流化の有力な方法である。日本では、国立公園において入場料は求められないが、諸外国では有料制となっているケースも多い。ケニアのように野生動物が重要な観光源となるとともに、密猟者や近隣住民との軋轢を回避するために国立公園システムを運営している国では、入場ゲートにおいて数十米ドルの高額入場料を徴収している。それを原資として、国立公園管理のためのさまざまな事業予算が支出可能となるのである。

日本国内では、保護地域等への入域に対して入場料を徴収するケースは少ないが、岐阜県が地方独自

課税として 2003 年 5 月より乗鞍環境保全税を導入している先駆的事例がある。中部山岳国立公園内にある乗鞍岳周辺は、特別天然記念物であるライチョウが生息するなど特別保護地区に指定されている。2003 年に乗鞍スカイラインの無料化にともない、自然環境への悪影響を懸念し、マイカー規制を実施することとなった。マイカー規制を契機として、環境保全のためのさまざまな政策を実施するための費用を確保するため、乗鞍環境保全税を導入した。乗鞍環境保全税では、乗鞍鶴ヶ池駐車場において、乗車定員 10 人以下の自動車など 1 回 300 円、乗車定員 11～29 人 1 回 1,500 円、乗車定員 30 人以上観光バス 1 回 3,000 円、一般乗合用バス 1 回 2,000 円が徴収されている。岐阜県の 2010 年度決算書によると、乗鞍環境保全税による収入額は 21,787,400 円、2009 年度は 21,372,200 円、2008 年度は 22,332,300 円であった。岐阜県としては年間 2,200 万円前後の安定した収入が得られていることがわかる。同様の取り組みは国内にも多数ある。沖縄県の離島では環境協力税という名称の入島税が導入されつつある。2005 年に日本で初めて導入した伊是名村、2008 年に導入した伊平屋村がある。2014 年に国立公園に指定されたダイビングスポットとして有名な慶良間諸島の渡嘉敷村においても、入島者 1 人当たり 100 円の入島税を 2011 年より導入している。

このように、生物多様性保護や環境保全は当該地域にとって重要な観光資源ともなるため、生態系サービスへの支払いの手法を取り入れることは重要である。生物多様性の生み出す文化的サービスが実際に人々に利用される形態、つまり利用価値を生み出す形態の代表的なものとしてエコツーリズムがある。豊かな自然環境を育む地域は、その多くが過疎に悩まされ、自治体の予算も限られる。外来種の防除や、生息環境などの専門的調査を実施するにも予算が必要である。世界各国の世界自然遺産を見てもわかるとおり、例外はあるが、一般的に世界遺産登録によって観光客数は増加する。急増する観光客にともなうオーバーユースにより自然環境の破壊が懸念されるため、その対策には多額の費用が必要である。生物多様性を主流化させるための方法はいまだ発展途上にある。保全政策には多額の資金が必要なものが多く、実効性のある革新的資金メカニズムの構築が必要とされている。

国立公園やエコツーリズムの入場料等は、自然環境が無料ではないということの可視化にも役立つと考えられる。観光客に対して入場料などの費用負担を義務づけることは、予算確保及びオーバーユースの緩和という二重の配当をもたらす有効な手段である。ところが、課金が観光客を減少させる可能性があり、地域経済への負の影響が懸念されるため、地域内の合意形成は容易ではない。保護地域において入域料によって得られる資金は十分ではないが、自然資本の価値全体を可視化するための氷山の一角として利用できるだろう。国立公園等さまざまな自然保護の場において、生物多様性の価値付けのために生態系サービスへの支払いを導入し、可視化と主流化を実現することが求められる。

2.4.3 生態系サービスへの支払いによる非利用価値の可視化

人々が実際に利用することのできない保護地域に対して、人々が感じる価値を非利用価値としてとらえることは、自然保護欲求の根本にある人々の意識と整合的である。ところが、利用とは関係のない非利用価値を有する地域を保護することの市場価値を明らかにすることは困難である。そのため、実際の市場経済において機会費用が発生し、保護地域の設定に対して利害関係者の理解が得られない場合も多い。したがって、非利用価値が決定的な意味をもつ保護地域の可視化を行う際にも、周辺の緩衝地域における生態系サービスへの支払いを充実させることにより、保護地域の市場価値を推測するための手が

かりを与えることが重要である。利用価値を可能な限り可視化することは、多様な利害関係者に対して説得力をもつ保護政策を実現するうえで必要であろう。貴重な自然が残される保護地域は、その核心地域に入り込むことは基本的に禁止されるが、その周縁部の緩衝地域では、卓越した自然の恵みの一部を体験できるため、エコツーリズム目的の観光客が交通費を支払って訪問している。

保護地域や希少な野生動植物が有する非利用価値をすべて市場価値で表現することは難しいが、非利用価値の主流化には、保護地域とその周縁部の利用に対して適切に課金することも有力な方法である。それを価格シグナルとして、保護地域の維持管理には費用がかかることを、少なくとも直接利用する人々に対して意識させることができるだろう。乗鞍環境保全税のように、入域への課金を行う地方環境税もあり、このような試みが広がることは、自然環境の主流化を進めるうえで重要な役割を果たす。

2.4.4 白神山地における森林環境整備協力金

白神山地は、秋田県北西部から青森県南西部にまたがる世界最大級の原生的なブナ自然林が残された130,000haにおよぶ地域の総称であり、そのうち16,971haが1993年に世界自然遺産に登録された。保護地域である核心地域には指定ルートをとって入山することができ、白神山地一帯には観光客も多く訪れる。なかでも多くの観光客が訪問する暗門の滝周辺には、ブナの巨木（マザーツリー）などを観察するためトレッキングに訪れる観光客も多く、駐車場等の施設が整備されている。環境省は2004年から登山道入り口などに赤外線式センサーを設置し、入山者数の自動計測を実施している。2004年の入山者数81,407人と比較すると、2013年の入山者数は約3分の1の28,591人に減少している。入山者数の1位は暗門の滝の62.4%であり、二ツ森12.0%、白神岳10.1%と続く。

白神山地は雪に閉ざされ観光客の少ない11月中旬から5月下旬までを除き、訪問者に対して森林環境整備協力金を徴収するため、暗門の滝の入り口に小屋を設置し、係員を常駐させている。2002年度から林野庁津軽森林管理署が直轄方式による森林環境整備推進協力金を開始し、その翌年からは津軽森林管理署と西目屋村、青森県などにより「白神山地・暗門の滝」森林環境整備推進協議会を設立し、協力金を徴収している。2010年から2012年までの森林環境整備協力金に関する集計結果は、表2-3のとおりである。係員がカウントした2010年の入込者数は48,269人であり、協力金額として7,580,081円が徴収された。2011年は東日本大震災の関係で観光客数は減少したが、36,387人の入込者数があり、4,443,043円の協力金額があった。

暗門の滝周辺の散策道への入口にある募金箱で300円以上の募金を行うと、世界自然遺産・白神山地森林環境整備協力者の証である名刺大の証明書が手渡される。証明書には、「この協力金は、翌年度の白神山地「暗門の滝周辺」の歩道など森林環境の整備に活用させていただきます」「翌年度使用した協力金の結果については、翌々年度公表します」との説明が明記されている。表2-3には協力者証発行枚数と割合を示した。3年間の発行割合は33.8%である。白神山地の暗門の滝周辺の観光形態を考慮すると、家族やグループで来場し、家族のうち1人が募金しているケースも多いと考えられる。そうしたことも、利用者の40%以下の発行割合にとどまっている理由の1つであろう。

2010年5月から2012年11月までの1日単位での協力者証発行割合と入込者数のデータを用いて相関係数を計算した結果、 -0.209 と負の相関があり、統計的に1%有意であることが明らかとなった。つまり、入込者数が増えると、協力者証の発行率（協力金の支払い）が減少する関係にあることが理解され

る。入込者数が多くなると、窓口が混雑しているうえに、集団に紛れて素通りすることにもためらいが少なくなると予想されるため、支払いを行わないフリーライダーが増加する関係にあると推察される。

表 2-3 白神山地における森林環境整備協力金への支払い

年度	協力金額（円）	入込者数（人）	発行枚数（枚）	発行割合
2010	7,580,081	58,269	20,939	35.9%
2011	4,443,043	36,387	12,390	34.1%
2012	5,085,839	41,979	12,889	30.7%
2013	4,783,128	38,087	12,679	33.2%
合計	21,892,091	174,722	58,897	33.7%

協力者証発行枚数当たりの平均支払額は 372 円／枚であり、入込者数当たりの平均支払額は 125 円／人であった。この平均支払額には、季節や曜日、入込者数などとの相関関係やパターンなどは観察されなかった。協力者証は 300 円を募金した人に対して手渡すことになっているが、必ずしも厳密ではない。1 人で数千円の支払いを行う人から 100 円程度の支払いを行う人まで多様である。しかしながら、募金額の一定の目安として 300 円が示されているため、300 円という金額の近傍で支払いを行うアンカリングが発生し、平均支払額が規定されていると考えられる。

このように、森林環境整備協力金によって、444～758 万円の年間総収入が得られた。白神山地における生態系サービスへの支払いは年間 1,000 万円に満たないものとなる。暗門の滝以外からの白神山地へのアクセスも多く、フリーライドやバイアスの影響もあり、実際に集められた募金額は過少である。ここで、白神山地の利用価値は数百万円と評価されたと言ってよいのであろうか。つまり、「白神山地の価値はそれほど少額ではない」との異論が出るだろう。その理由の大部分は、利用価値のフリーライド部分と非利用価値への支払いが計上されていないことであると解釈できる。白神山地・暗門の滝の事例からは、実際の募金額はさまざまな制約があり、受益者全体が有する価値の一部しか表現できていないと推測できる。保護地域の有する非利用価値の可視化のための氷山の一角であると考えた方がよいだろう。保護地域の利用価値あるいは市場価値は、募金や観光客の支出などから間接的に測ることができ、その地域の有する価値を示す価格シグナルとなりうるが、フリーライドが発生するなど可視化のツールとして十分ではない。保護地域の非利用価値を可視化する際には、現実の市場での金銭のやりとりだけでは測ることのできない価値を可視化する必要に迫られる。協力金への支払いを生態系サービスへの支払いとして考えた場合、それによって得られる金額はあくまで氷山の一角でしかないが、その下に横たわる生物多様性の価値全体を把握するための手がかりとして利用することが適切な用途であろう。

2.4.5 屋久島における山岳部保全募金等

1993 年に白神山地とともに世界自然遺産に登録された屋久島においては、急増する来島者とその受入体制の整備が喫緊の課題であった。とりわけ、屋久杉等の原生林の中でも縄文杉を訪問するルート、九州の最高峰宮之浦岳等の山岳部に集中する観光客による自然環境への負荷が課題となってきた。屋久島町においては縄文杉ルートの入山人数制限、そして来島者への入島税等の課金が懸案事項となってきた。

環境省屋久島自然保護官事務所は縄文杉快適登山日カレンダーを WEB 上に示し、混雑緩和と登山者分散化に努めている。環境省が赤外線カウンターによって調査した結果、2013 年の 1 日当たり入山者数の分布は下記のとおりであった。快適日 (186 日)、平常日 (72 日)、やや混雑日 (52 日)、混雑日 (26 日)、大混雑日 (24 日)、超混雑日 (5 日)。2006 年の大混雑日 (500 人以上) は 8 日間であったが、2008 年には 25 日と急増し、2010 年には 40 日となったが、2013 年は 29 人となるなどやや落ち着いてきている。縄文杉方面の入山者数は 2006 年に 63,237 人であったが、2008 年に 92,609 人となり、2013 年は 83,466 人となりここ数年間はほぼ横ばいである。

往復約 20km の縄文杉ルートに多くの観光客が訪れることから、屋久杉への踏圧を回避するなど貴重な自然環境への負荷を軽減することが必要である。とくに多くの観光客が目的とする縄文杉には 1996 年 3 月に林野庁が展望デッキを設置し、縄文杉から離れた位置から観察できるようにした。2013 年には縄文杉の大枝が折れかかって危険となったため、大枝をケーブリングにより支えるとともに、正面展望デッキを立ち入り禁止とし、解体した。展望デッキの面積が狭くなったことも混雑を増す要因となっている。屋久島町においては、来島者全員に課す入島税の導入が懸案事項となってきた。しかしながら、入島税を徴収する場合、町民を課税客体から除外することが困難である。来島方法が飛行機やフェリー等複数あり、民間企業などの利害関係者が増加することから、徴収方法が難しい面がある。屋久島町では環境保全と観光、そして福祉と教育に入島税を使用したいとの意向があるが、地方独自課税としての入島税導入にはさまざまな障壁が横たわっている。

屋久島町では縄文杉ルートや白谷雲水峡、ヤクスギランドなどの自然環境が主要な観光目的となる場所において、募金の徴収を行っている。山岳部における協力金には、森林環境整備推進協力金 (300 円) と縄文杉荒川線利用チケット料金 (片道 180 円)、屋久島山岳部保全募金 (目安として 1 口 500 円) の 3 種類があり、それぞれ異なる主体が協力金を収受している。白谷雲水峡とヤクスギランドにおいては、屋久島レクリエーションの森保護管理協議会が 1 人 300 円の森林環境整備推進協力金を収受している。なお、2012 年 3 月からは白谷雲水峡とヤクスギランドの両方を周遊する際の併用チケット方式で 500 円を収受している。管理事務所におけるゲート方式での呼びかけを行っているため、フリーライダーが少なく約 98% の協力金への支払いがある。2013 年度の森林環境整備推進協力金の総収入は 43,178,810 円であり、白谷雲水峡が 25,472,896 円、ヤクスギランドが 17,705,914 円であった。協力金収入を合わせたレクリエーションの森総収入は 43,527,675 円であった。そのうち 31,548,120 円は人件費であった。森林環境整備推進協力金の主な目的は、屋久島の自然休養林 (荒川地区・白谷地区) のトイレの清掃、観察道の補修、施設の修繕、林内の清掃などである。

屋久島山岳部車両運行対策協議会は、縄文杉荒川線利用チケット料金を徴収している。年間約 8 万人が訪問する縄文杉ルートでは、駐車場の混雑を回避するためパークアンドライド方式での車両運行対策を実施している。自動車等でアクセスできるのは屋久杉自然館までであり、そこから縄文杉ルートのトロッキ軌道の起点となる荒川登山口までは荒川登山バスに乗り換えることとなる。荒川登山バスに乗車するには、荒川登山バス券 (乗車チケット) を事前購入する必要がある。荒川登山バス券は中学生以上が片道 870 円であり、そのうち 180 円が協力金である。荒川登山口を往復する多くの登山者は 360 円を協力金として支払うこととなる。貸切バスやタクシー利用者に関しても同様である。この協力金も管理者の常駐するゲートによりフリーライダーを防ぐことができるため 90% 以上の収受率である。2013 年の

総収入は 25,053,280 円であった。その協力金収入は、車両運行、駐車場管理費、トイレ維持管理費、事務局経費などに使用されている。人件費が 12,843,948 万円、チケット販売手数料 5,267,000 円、警備等の委託料が 5,210,100 円と高い割合を占めている。

入域料と生態系サービスへの支払いの関係を考える上で重要な協力金が屋久島山岳部保全募金である。屋久島山岳部利用対策協議会が運営する山岳部の自然環境を良好に保全するための募金として 2008 年に開始された。屋久島山岳部保全募金は、全額が屋久島山岳部保全基金に積み立てられた上で、必要経費を屋久島町の一般会計に繰り入れて執行している。2013 年度は募金額が 21,091,836 円であり、荒川登山口での募金額が 16,369,032 円、淀川登山口での募金額が 710,683 円、企業募金額（携帯トイレ付加金など）が 3,214,697 円であった。募金箱は淀川登山口、荒川登山口、宮之浦港など無人受入が島内 4 カ所、職員等が募金箱を案内する窓口受入が荒川登山口など 9 カ所設置されている。最も収受額が多いのは荒川登山口業務員によるものであり、2013 年度は 16,043,647 円であった。無人の荒川登山口募金箱は 325,385 円であった。宮之浦岳を縦走する登山者が多い淀川登山口は 539,179 円であった。早朝に荒川登山バスで到着した登山者は、登山口で登山届を無人のボックスに投函するとともに、その横にある募金箱に 500 円を募金することとなっているが、募金を促す業務員がいない場合の募金者はきわめて少ない。下山後に登山バスを待つ際に、バス乗り場近くで業務員が募金を呼びかけて収受する金額の約 2%でしかない。荒川登山口における下山時には、缶バッチか屋久杉の箸置きを募金時に手渡している。つまり、環境保全のための募金は重要であるが、人手を掛けられない限り収受率は向上しない。ほとんどの登山者がフリーライドすることになるが、業務員を配置することは人件費に使用される募金額が増加することになるため、本来の環境保全に使われる資金が不足することになる。

表 2-4 屋久島山岳部保全募金への支払い

年度	募金額（円）	募金者数（人）	下山者数（人）	募金率
2009	4,102,955	-	-	-
2010	12,558,838	28,363	79,156	35.8%
2011	14,444,881	29,883	76,948	38.8%
2012	14,039,313	28,844	70,041	41.2%
2013	16,030,197	32,982	71,057	46.4%
合計(2010-13)	57,073,229	120,072	297,202	40.4%

2015 年の支出額は 19,045,264 円であった。主な支出は山岳部し尿搬出費用 15,861,486 円（高塚小屋、新高塚小屋、淀川小屋、鹿之沢小屋、石塚小屋）、荒川登山口業務員賃金 1,032,000 円（一部は別途交付金事業により支出）、バイオトイレ関連 977,077 円であった。2015 年度は約 200 万円の黒字であり、一見すると収支が改善されたように見えるが、前年度の企業未収金が収入として計上されたことや、高塚小屋などのし尿処理を全量実施できず、ポリタンクに保管しているため、し尿処理にも十分な費用が回せているとは言えない。

表 2-4 に示したとおり、2009 年度から 2013 年度までの屋久島山岳部保全募金への募金額は年間 1,500 万円前後であり、募金率は約 40%であった。2013 年度は 46.4%まで向上しており、業務員の配置やバツ

ズ、啓発効果等が徐々に発揮されていると考えることができる。屋久島における募金率と白神山地における募金率のカウント方法は異なるため厳密には比較できないが、ほぼ同程度の募金率であった。屋久島町内における他の 2 種類の協力金と比較すると強制力が低いため、フリーライダーを発生させているとみることができる。2010 年度から 2013 年度までの月別下山者数と募金率の相関係数は -0.545 であり有意水準 1% で統計的に有意であった。月別と日別の差違はあるが、屋久島と白神山地のデータからは混雑度（観光客数）と募金率には負の相関があり、フリーライドの起こりやすい条件として混雑度が重要であることが明らかとなった。

屋久島の場合には、負担者と受益者の乖離も指摘されている。募金を支払うのは主に縄文杉ルートを通る日帰り登山者であるが、彼らが使用するトロッコ軌道の起点となる荒川登山口と終点となる大株歩道トイレの管理費用は鹿児島県からの委託により町が実施しており、募金とは関係がない。山岳部保全募金によって管理されているのは、小杉谷山荘跡バイオトイレと携帯トイレ関連のスペースである。それ以外は、縄文杉から 100m 程進んだ場所にある高塚小屋など一般の縄文杉訪問者が利用しない場所のトイレし尿処理代である。事情をよく知る利用者には、募金の負担が自身の受益と明確に関連していないことが理解されている面もある。トロッコ軌道や大株歩道から縄文杉までの登山道の安全確保やインフラ整備に使用される予算を賄うところまでは至らず、し尿処理ですら十分ではない。

屋久島町内では、地方独自課税としての入域料（入島税）の施行は長年の懸案であり、3 種類の協力金を拡充、発展させることが有効である面がある。屋久島町では、現行の協力金の統合、荒川登山口にゲート施設を設置しての徴収、町道利用や駐車場使用に係る徴収など多角的な検討がなされている。利害関係者や関係主体が多く、また 20 年間にわたる世界遺産登録後の経緯もあり、課題は多い。

2.5 結論

本章では、やんばる地域や奄美大島等において現地調査を実施し、表明選好法による経済評価を適用することの妥当性及び仮想シナリオについて検討した。市場価値等により生物多様性の非利用価値を評価することは困難であり、表明選好法の方が外来種対策の便益評価には適していると想定される。

また、奄美大島を中心とした現地調査、各都道府県における外来生物対策等に関する基礎データ及び情報収集、外来生物に対する意識を規定する要因について計量分析を実施した。奄美・琉球の世界遺産登録、及び国立公園指定を間近に控えている奄美大島におけるヒアリング調査結果からは、観光振興や島内の人口減少を食い止めるために世界遺産登録が重要な役割を果たしうることについて、利害関係者間の意見の隔たりは比較的小さなものであった。国立公園指定と世界遺産登録のために重要となる固有種保護のため、島民が持ち込んだ外来生物であるノネコ及びノヤギ対策が登録制度や駆除事業等によって着実に進展していた。そして、各都道府県における外来生物対策や被害報告、調査等に関する情報収集を行った結果、農林水産業へ直接的な被害を与えるアライグマやブラックバス等に関する被害額や対策に関する情報が圧倒的に多く、固有種の減少等の非利用価値の損失への対策や情報は限定的であった。外来生物による経済的損失については、農林水産業への被害額を積み上げて算出するアプローチが可能であるが、非利用価値の可視化については情報が不足しているため、表明選好法等による経済評価アプローチが有効であると考えられる。

外来生物に関する人々の意識に基づく計量分析の結果からは、次世代のことを考えた早期の環境教育

や予防的対策の実施，及び啓発活動の重要性を改めて認識させる結果が得られた。また，人々が多様な価値観を有する外来生物について，表明選好法等の環境価値の経済評価手法を適用して可視化することの必要性が明らかになった。

自然環境に恵まれた地域において，観光客に入域料などの費用負担を義務づけることは，予算確保およびオーバーユースの緩和という二重の配当をもたらす有効な手段であるが，課金が観光客を減少させる可能性があり，地域経済への負の影響が懸念される。屋久島で長らく議論されているように，地域内の合意形成が課題である。屋久島や白神山地のような世界遺産に登録された著名な地域においても入域料によって得られる収入は限られており，自然環境保全のための資金をまかなうほどの金額は得られていない。保護地域において生態系サービスへの支払いによって得られる資金は十分ではなく，入域料は予算確保の特効薬にはなりにくい，自然資本の価値全体を可視化する目的で利用できるだろう。自然環境の価値付けのために生態系サービスへの支払いを利用し，可視化と主流化を実現することが課題である。

引用文献

福田真（2011）「ヤンバルクイナの保護について」『私達の自然』52(569)，5-7 ページ。

西浦あさみ（2014）『日本における外来種による被害と対策に関する考察』長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科修士論文。

Pimentel, D., Lach, L., Zuniga, R., and Morrison, D. (2000), “Environmental and Economic Costs of Nonindigenous Species in the United States”, *BioScience*, Vol. 50, No. 1, pp. 53-65.

吉田謙太郎（2013a）『生物多様性と生態系サービスの経済学』昭和堂。

吉田謙太郎（2013b）「自然資本の価値と自然資本経営」『環境情報科学』42(3)，11-15 ページ。

吉田謙太郎（2014）「生物多様性保全と主流化の課題」『環境情報科学』43(2)，1-6 ページ。

4. 経済評価の調査票設計および統計分析

本章では、研究期間中に実施した経済評価の調査票設計および統計分析について報告する。本章では5つの異なる経済評価を行っている。紙面の都合上、主要な結果のみを掲載し、調査票の設計やモデルの詳細などについてはすべて添付資料としている。

3.1 CVMによる評価

3.1.1 調査目的

本調査の目的は、仮想評価法によって生物多様性を保全することの価値、具体的には、沖縄県やんばる地域においてマングースを駆除することに対する支払意志額を評価するものである。やんばる地域では、1981年に日本では唯一の飛べない鳥であるヤンバルクイナが発見された。しかしながら、1910年に那覇市郊外に放たれたマングースが繁殖して北上を続け、ヤンバルクイナなどを捕食している。これらの希少な生物種を保護するために行っているのが、マングース駆除事業である。マングース駆除事業は事業仕分けでその必要性が問われたが、今回の評価結果に基づいて費用便益分析を行うことで、実際にこの駆除事業が実施するに値するかどうかを検証する。

3.1.2 先行研究

侵略的外来種に関わる先行研究としては、在来種を捕食する外来魚の駆除やバラスト水が運ぶ外来藻類の防除、森林に影響を与える外来昆虫の防除策など、幅広い対象で評価が行われている。しかしながら、我々の知る限り外来哺乳類を対象とした研究は、セーシェル諸島のセーシェルシキチョウとウミガメを保全するため、外来種であるラットやネコなどを駆除する対策への評価が唯一のものである(Mwebaze et al., 2010)。

3.1.3 調査設計

添付資料の「表明選好法の調査票設計」を参照されたい。

3.1.4 調査概況

調査は2013年1月24～28日にかけて、年齢別に層化無作為抽出された20歳～59歳の日本全国に在住する調査会社のモニターに対して実施された。調査会社を通じて、10,886人に調査依頼を行い、WEBサイトを通じて1,674名から回答を得ている。回答率は15.4%である。

3.1.5 推定モデル

添付資料の「統計分析手法」を参照されたい。

3.1.6 分析結果

回答者1,674名のうち、ダブルバウンドの最初の質問で「わからない」を選択した回答者は563名、

残る 1,111 名の中で、二回目の質問で「わからない」を選択した回答者は 174 名であった。分析で用いたデータは、仮想評価法の質問で「わからない」を一度も選択していない 937 名から、フルモデルで用いる変数のための質問で無回答のある 30 名を除いた、907 名分のデータである。対数線形ロジットモデルによる分析結果は、表 4-1 に示す通りである。

表 4-1 対数線形ロジットモデル（ダブルバウンドモデル）による推定結果

変数	係数	t 値
定数項	4.1228	13.854 **
提示額の対数値	-0.7189	-16.067 **
回答者数	907	
対数尤度（最大）	-855.905	
支払意志額の中央値	309	
支払意志額の平均値	∞	
据え切りした支払意志額の平均値	2,247	

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

定数項および提示額の対数値のパラメータは 1%水準で有意であった。定数項はシナリオで示されたマングース駆除事業の実施がもたらす効用の増大分を示している。パラメータの符号はプラスであり、駆除事業が実施されると、効用は増大することを示している。一方、提示額の対数値のパラメータの符号はマイナスであり、提示額が上昇するほど効用は低下し、YES 回答が減ることを示している。提示額と提示額に YES という確率との関係は図 4-1 に示すようなものである。推定される支払意志額は中央値で 309 円、据え切りした平均値で 2,247 円と推定された。

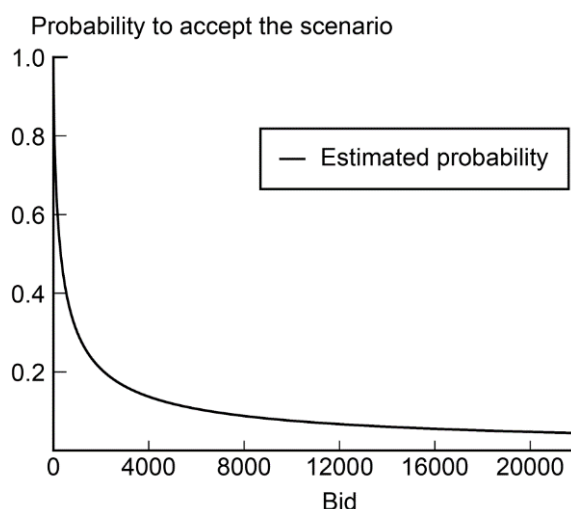


図 4-1 推定された受託確率曲線との関係（ダブルバウンドモデル）

集計額は中央値 309 円を用いて算出した。これはより控えめな集計額を得るべきという NOAA のガイドラインに従ったものである。この値に支払意志額を有する人数を乗じるが、フルモデルの結果（ここでは示していない）から、支払意志額には地域差が存在しないことから、国民の全体数が支払意志額に乗じる対象数として想定できる。ただし、過大な評価を避けるため、本調査の非回答者 9,212 人、および仮想評価法の一回目の質問において「わからない」を選択した 563 名に相当する人数は集計から除外することとする。つまり、支払意志額を乗じる対象は、国民全体の 10.2% (1,111 名/10,886 名) である。ここで、支払いを想定する対象を、所得を得ている人々に絞り（サンプリングもそのように想定している）、ここでは 2012 年の就業者人口 6,270 万人を乗じる対象数として用いることとする。これらの結果に基づいた集計額は、およそ 19.4 億円（毎年）である。特定外来生物防除等推進事業（全国すべての事業）の 2009 年から 2011 年までの年度当初予算額の平均は 3.5 億円であり、やんばる地域での予算額の平均は 6,100 万円である。つまり、費用対便益はおよそ 1 : 31.8 である。この値は、先行研究で示されている、表明選好法で示された支払意志額と実際の支払意志額には、平均 3.05 倍の開きがあるという結果を考慮したとしても、およそ 1 : 10.4 である (List and Gallet, 2001)。

3.1.7 結論

便益が費用を上回っているという事実は、かなり頑健性を持っていると言える。公共事業の費用対便益が 1 : 2 を下回っているものも多い中で、集計額を得るために一般的には行わない、考える限りの減額手段を施してもなお、便益が費用を上回ることから、駆除事業は十分に実施するに値する事業であったことが分かる。

3.2 コンジョイント分析による評価

3.2.1 調査目的

本調査の目的は、コンジョイント分析（選択型実験）を用いることで、国立公園および世界自然遺産地域への登録が検討されている奄美大島において、エコツアーに対する潜在的な需要を明らかにすることである。過剰利用が生物多様性の保全に与える悪影響はこれまでの世界自然遺産地域の事例からも数多く指摘されており、今回の評価に基づいて、エコツアーを用いた観光と生物多様性保全の両立を模索することは極めて有効な対策だと考えられる。

3.2.2 先行研究

エコツアーに対する潜在的な需要評価については、経済学や観光学の分野において幅広く行われている。日本での先行研究としては、Shoji and Tsuge (2013) がある。本研究の調査票は先行研究およびその調査票なども参考にしているが、エコツアーを構成する要素は該当地域によって大きく異なるため、調査票は現地調査およびプレテストで得られた知見に重きをおいて設計している。

3.2.3 調査設計

本項では調査票の設計について記載するが、詳細は添付資料の「表明選好法の調査票設計」を参照されたい。選択型実験ではアンケート調査を用いて複数の属性で構成されるシナリオに対する回答者の選択を聴取する。本研究では奄美大島のガイドや行政関係者への聞き取りを参考に、属性としての「ツアーの目的」、「同行人数」、「ツアー時間」、「ガイドの説明」、「ツアー料金」を採用し、それぞれの属性に対して水準を設定した。属性と水準は表 4-2 に示すとおりである。これらの属性と水準に対して、D 効率性基準を用いてプロファイルデザインを行いプロファイルを作成した。続いて、これらの作成された一連のプロファイルから無作為に洗濯した 3 つのプロファイルと「このツアーの中からは選べない」というプロファイルを組み合わせた図 4-2 のような選択セットを作成した。各アンケート票には重複のない 6 つの選択セットを組み込んでおり、回答者は異なる選択セットに対して、最も望ましい選択肢を 1 つ選ぶ試行を 6 回行った。

表 4-2 選択型実験に用いた属性と水準

属性	水準
ツアーの目的	原生林散策, マングローブカヌー, 夜の森探検 (アマミノクロウサギなし), 夜の森探検 (アマミノクロウサギあり), シュノーケリング (ウミガメなし), シュノーケリング(ウミガメあり)
同行人数	0 人, 5 人, 10 人, 15 人
ツアー時間	1 時間, 3 時間, 5 時間
ガイドの説明	簡単な説明 (パンフレットやガイドブックに載っている程度の情報提供), 詳しい説明 (植物図鑑や動物図鑑に載っている程度の情報提供)
ツアーの料金	1,000 円, 3,000 円, 5,000 円, 7,000 円, 10,000 円

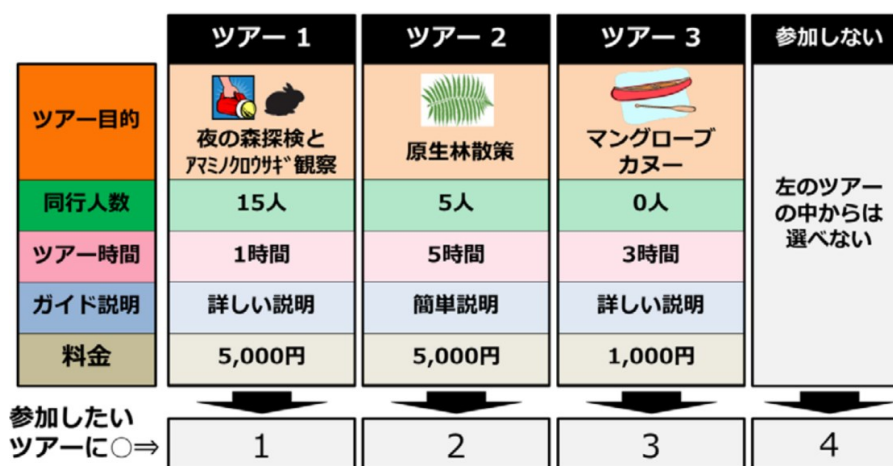


図 4-2 回答者に提示した選択セットの一例

3.2.4 調査概況

アンケート調査は 2014 年 8 月に実施した。奄美空港において観光客を対象にアンケート票を配布し、後日郵送にて回収した。配布枚数は 802 通、回収枚数は 312 通（回収率 39%）であった。

3.2.5 推定モデル

添付資料の「統計分析手法」を参照されたい。

3.2.6 分析結果

表 4-3 に条件付ロジットモデルによる推定結果を示す。「ツアーの目的」と「ガイドの説明」についてはエフェクトコードによるダミー変数を用いて推定している。パラメータの値は相対的な値であり、値が大きいほど回答者のツアー（シナリオ）に対する選択確率を増加させることを意味する。

ツアー目的のパラメータは、値の大きかった順にシュノーケリング（ウミガメ観察あり）、マングローブカヌー、シュノーケリング（ウミガメ観察なし）、夜の森探検（アマミノクロウサギ）、原生林散策、夜の森探検（アマミノクロウサギなし）、集落シマ歩きツアーであった。これを限界支払意志額（MWTP）として換算した値も表 4-3 に示されている。

表 4-3 条件付きロジットモデルによる推定結果

属性と水準	パラメータ	標準誤差		MWTP (円)
ツアー目的				
原生林散策ツアー	-0.141	0.080	**	-948
マングローブカヌーツアー	0.266	0.071	***	1,788
夜の森探検ツアー	-0.351	0.083	***	-2,359
夜の森探検 (アマミノクロウサギ観察ツアー含む)	0.040	0.085		269
シュノーケリング体験ツアー	0.232	0.080		1,559
シュノーケリング体験 (ウミガメ観察ツアー含む)	0.799	0.072	***	5,370
集落シマ歩きツアー	-0.845	0.113	***	-5,679
同行人数（一人増当たり）	-0.015	0.006	**	-101
ツアー時間（時間あたり）	-0.037	0.019		-249
ガイドの説明				
詳しい説明	-0.017	0.032		-114
簡単な説明				-948
ツアー料金（ $\times 10^{-4}$ ）	-1.488	0.114	***	
ASC	-0.638	0.105	***	
Log likelihood	-2250			
R ²	0.085			
n	7092			

同行人数については、同行人数が増えることに対する効用パラメータは負でかつ統計的に有意（1%水準）であった。つまり、ツアーの同行人数の増加はツアーの選択確率を下げている。ツアー時間およびガイド説明のパラメータは統計的に有意な値をとらなかった。

3.2.7 結論

本項の目的は奄美大島のエコツアーに対する観光客の潜在的な需要を明らかにすることであった。分析結果が示すように、現在奄美大島を訪れている観光客から高い評価を得ているエコツアー目的は海域およびマングローブ林のレクリエーション活動であった。このことは観光客の需要に合わせてエコツアーを推進した場合には、海域およびマングローブ林に観光客が集中する可能性を示している。筆者らが行った関係者に対する聞き取り調査によれば、奄美大島では相対的に原生林よりも収容力の高い海域でレクリエーション活動を推進したいと述べており、管理者および観光客のニーズが一致していることを示唆している。一方、同聞き取り調査によれば、集落歩きツアーも推進することで自然への負荷を与えないツアーも新たに構築したいとの声があったが、本研究の結果からは観光客側からの需要は低いこと示された。同行人数については、同行人数が少ない方が観光客の効用を増加させていた。このことは、よりプライベートツアーに近い商品の方が、評価が高いという直感的な予測と一致するものであった。一方、既存研究ではアジア圏の人々は相対的に混雑に対して許容的もしくは望む傾向があるとの報告もあり、今後より詳細な分析が必要である。ツアー時間及びガイドの説明については本研究では統計的に有意な値とはならなかった。このことは両属性の水準変化が観光客の意思決定に大きな影響を与えないことを意味する。

3.3 時間配分モデル

3.3.1 調査目的

本調査の目的は、国立公園および国立公園化が検討されている奄美大島・徳之島に対する訪問行動から、生物多様性の価値の評価を試みることである。最終的な目標は、奄美大島・徳之島が国立公園、あるいは世界自然遺産となった後に同様の調査を行い、人々が配分する旅行時間がどれだけ増加したのかという点から、保護地域を設定することの価値、つまり生物多様性の価値を評価しようというものである。

本研究ではまず、人々の旅行行動、つまりどのように全国の国立公園に訪問し、それぞれの国立公園で時間を使っているかをモデル化することを試みる。時間配分モデルは、時間を制約条件としているため、単に奄美大島・徳之島を訪問する時間を計測するだけでなく、他の代替的な訪問先すべての旅行時間を把握しなければならない。ここでは、利用者が各国立公園でどれだけの時間を過ごしているかに注目している。旅行に使える時間が限られている利用者は、自らの満足が最も高くなるように各訪問地での滞在時間を決定すると考えられる。使用可能な時間を各訪問地に配分するこの行動を時間配分行動と呼ぶ。このような時間配分行動は、経済学的には時間を制約条件とした効用最大化行動と解釈することができる。人々の時間配分行動をモデル化したモデルは時間配分モデルと呼ばれている（図 4-3）。

時間配分モデルは、希少な資源である時間の配分に基づいて、人々の各訪問地に対する選好を明らか

にするモデルである。経済学では、消費者の行動として、予算制約のもとでの効用最大化を想定することが多い。レクリエーション需要分析で広く用いられるトラベルコスト法も、このような想定に基づくモデルである。しかし、利用者が予算よりもむしろ限られた時間の中で、自らの効用が最大になるように各訪問地での滞在時間を決定するのであれば、通常のトラベルコスト法よりも、時間配分モデルの方が正確に利用者の行動をモデル化することができるだろう。

本研究では利用者の時間配分行動を時間配分モデルによりモデル化することで、利用者がどの訪問地、あるいはどのような特徴を持つ訪問地に長く滞在しているかを明らかにし、利用者の嗜好を明らかにする。これは、政策を実施した場合の利用者の行動を予測するうえで有益な情報であると考えられる。

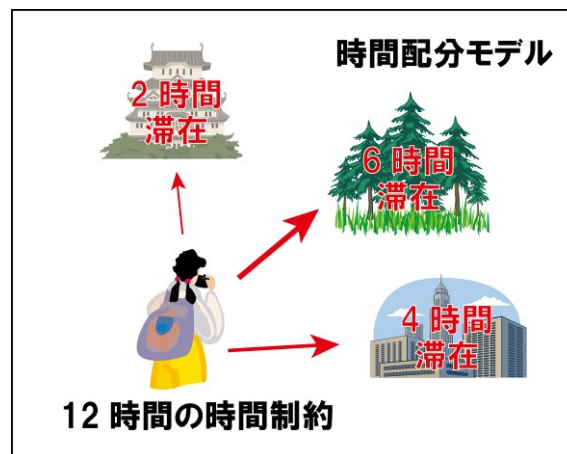


図 4-3 訪問先の選択と時間配分を同時に考える時間配分モデル

3.3.2 先行研究

時間配分モデルおよび同じ構造のモデルで、制約条件が予算（支出）である支出配分モデルは、個人の時間利用の分析（例えば、Bhat, 2005）で用いられている。これまでのほとんどの研究は、交通研究の分野で行われてきたが、本研究では、時間配分モデルを国立公園への訪問行動の分析に適用する。この種の研究は、環境経済学、観光経済学、レクリエーション管理のどの分野でも未だ実施されておらず、その点において世界的な新規性を持つものである。

3.3.3 調査設計

調査票では全国の国立公園の概略図を示し、認知度や訪問経験、訪問への意向などをたずねた。その後、過去一年間（2012年1～12月までの間）に、仕事以外で、何回、国立公園（および奄美大島・徳之島）への訪問を含む旅行を行ったかをたずねた。そして、それぞれの旅行について、「国立公園の名前」「訪問の時期」「滞在時間（国立公園内にいた時間で、国立公園までの移動時間は除く）」「訪問の目的」を回答してもらった。1回の旅行で複数の国立公園を訪問した場合（つまり、周遊旅行の場合）は、1番訪れたかった国立公園について回答してもらった。

3.3.4 調査概況

アンケート調査は、2013年3月18～21日に実施した。調査対象者は調査会社にモニターとして登録し

ている全国の一般市民であり、調査方法は WEB サイトを通じたインターネット調査である。調査では、合計 21,288 人に調査依頼を行い、2,712 人から回答があった。回収率は 12.7%である。このうち本分析では、過去 1 年間に、少なくとも 1 か所の国立公園を訪れた 716 人のデータを用いた。

3.3.5 推定モデル

添付資料の「統計分析手法」を参照されたい。

3.3.6 分析結果

はじめに、国立公園ごとの定数項のみを含めた定数項モデルを推定した。ここでは、奄美大島・徳之島をダミー変数の基準としている。すなわち、国立公園ごとの定数項は、それぞれの国立公園での滞在時間が、奄美群島での滞在時間と比較してどの程度多いかを意味している。推定結果は表 4-4 のとおりである。また、推定結果を視覚的に表したものが図 4-4 である。

表 4-4 時間配分モデル（定数項モデル）の推定結果

	係数	t 値		係数	t 値
利尻礼文サロベツ	0.4530	0.9400	中部山岳	1.6297 ***	3.9580
知床	1.7301 ***	4.2390	白山	1.6626 ***	4.0480
阿寒	0.8278 *	1.8390	南アルプス	0.5366	1.1290
釧路湿原	1.2411 ***	2.9040	伊勢志摩	2.8781 ***	7.4420
大雪山	1.2031 ***	2.8030	吉野熊野	1.9867 ***	4.9530
支笏洞爺	2.0217 ***	5.0520	山陰海岸	1.9932 ***	4.9680
十和田八幡平	1.5329 ***	3.6950	瀬戸内海	2.8991 ***	7.5000
陸中海岸	0.6163	1.3200	大山隠岐	1.2472 ***	2.9180
磐梯朝日	1.3985 ***	3.3260	足摺宇和海	0.7655 *	1.6810
日光	2.4966 ***	6.3770	西海	1.1030 **	2.5390
尾瀬	0.6979	1.5170	雲仙天草	1.4327 ***	3.4200
上信越高原	1.6624 ***	4.0470	阿蘇くじゅう	2.5639 ***	6.5670
秩父多摩甲斐	1.4329 ***	3.4210	霧島錦江湾	1.6257 ***	3.9490
小笠原	-1.2581	-1.5710	屋久島	0.6115	1.3150
富士箱根伊豆	3.1328 ***	8.1450	西表石垣	0.8287 *	1.8430
			η	1.6653 ***	31.7130
n	716				
log-likelihood	-6054.95				

***1%有意, **5%有意, *10%有意

この結果は、国立公園の魅力度のランキングのようにも見えるが実際にはそうではない。滞在時間は、

その国立公園の近隣にどれだけの人が住んでいるのかに大きく関係しているため、大都市周辺の国立公園のパラメータの値が大きくなっている。一方、本調査でたずねた訪問意向の結果、訪問してみたいという意向が最も多かった国立公園は屋久島国立公園であった。結果で示されているように、屋久島国立公園には、多くの時間は配分されておらず、その時間は奄美群島での滞在時間とほぼ同じと言える。推定結果より、訪問者が最も多くの時間を費やしたのは富士箱根伊豆で、瀬戸内海、伊勢志摩、阿蘇くじゅう、日光の順でそれに続くことが明らかとなった。三大都市圏からの距離が比較的近い場所や、交通アクセスの容易なところが上位に挙がっている一方で、アクセスが比較的困難な島などが下位に位置していることになる。繰り返しになるが、これはこのモデルが滞在時間に基づくものであり、訪問者が少ない場所は必然的に評価が低くなるためである。あくまで滞在時間の観点から評価を行った結果であり、他の観点から評価を行えば、異なる結果が得られるものと考えられる。前述のように、距離や交通アクセスの困難さを考慮せず、純粹に訪問したい場所を回答してもらえば、結果は大きく変化する。

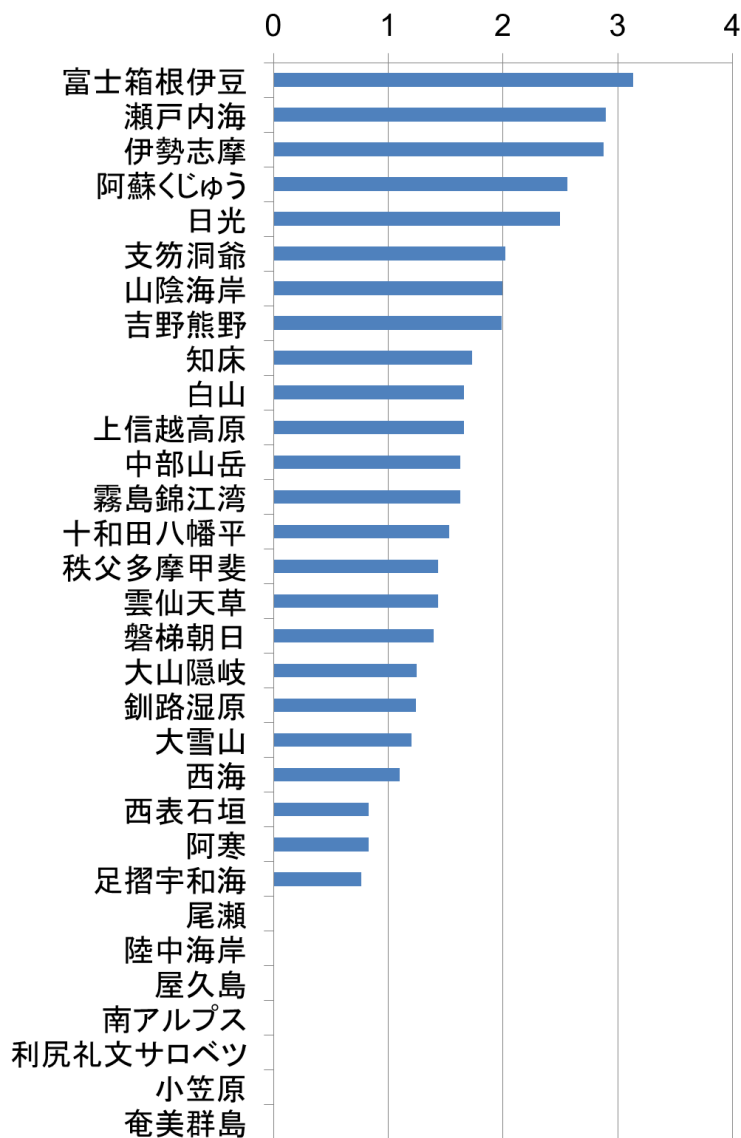


図 4-4 時間配分モデル（定数項モデル）の推定結果

次に、各訪問地の属性を説明変数とした訪問地属性モデルの推定を行った。ここでは、各国立公園の特別保護地区面積、乗入規制を実施している場合に1、そうでない場合に0をとる乗入規制実施ダミー、ラムサール条約登録湿地がある場合に1、そうでない場合に0をとるラムサール湿地ダミーを説明変数とした。推定結果は表 4-5 のとおりである。

表 4-5 時間配分モデル（訪問地属性モデル）の推定結果

	係数	t 値
特別保護地区面積	-0.0182 ***	-6.4150
乗入規制実施ダミー	0.5981 ***	8.6730
ラムサール湿地ダミー	0.3056 ***	5.0420
η	1.7093 ***	32.5370
n		716
log-likelihood		-6385.04

***1%有意

特別保護地区面積は負に有意となった。ここから、特別保護地区の面積が大きい公園ほど、滞在時間が短いことが明らかになった。特別保護地区面積が負に有意となったのは、三大都市圏からの距離が近い場所や、交通アクセスの容易な場所は、特別保護地区の面積が比較的小さく、逆にアクセスの困難な場所は、特別保護地区面積が比較的大きいためであると考えられる。定数項モデルの結果と照らし合わせて見てみると、訪問者が多くの滞在時間を費やした場所の中では、富士箱根伊豆（7,680 ヘクタール）を除くと、瀬戸内海（953 ヘクタール）、伊勢志摩（1,003 ヘクタール）、阿蘇くじゅう（1,997 ヘクタール）、日光（1,187 ヘクタール）のいずれも特別保護地区面積がそれほど大きくないのに対して、訪問者の訪問が比較的少ない、利尻礼文サロベツ（9,720 ヘクタール）、尾瀬（9,386 ヘクタール）、小笠原（4,934 ヘクタール）、南アルプス（9,181 ヘクタール）、屋久島（7,669 ヘクタール）などでは特別保護地区の面積が大きいことがわかる。

一方、乗入規制実施ダミーとラムサール湿地ダミーは、それぞれ正に有意となった。ここから、乗入規制が実施されている公園では、そうでない公園よりも滞在時間が長いこと、および、ラムサール条約登録湿地がある公園は、そうでない公園よりも滞在時間が長いことが明らかになった。乗入規制が自然環境の優れた地域で実施されていることを考えると、前者は、優れた自然環境の存在するところ、あるいは、車馬のいない中で自然環境を落ち着いて楽しむことができる場所が好まれていると考えることができる。後者については、ラムサール条約に登録される重要な湿地は、その景観や豊かな生物多様性から、利用者の訪問地としても好まれていると考えることができる。

3.3.7 結論

時間配分モデルを適用した結果では、まず定数項モデルからは、日本の国立公園訪問の時間配分モデルを推定することができた。今回示した結果は一番シンプルなモデルであるが、今後は政策分析に使用

るような、より有用性のあるモデルの構築を引き続き進めていきたい。例えば、奄美群島が世界遺産登録されるようになった場合、どれだけ訪問時間が延びるのかなどを明らかにしたい。

訪問地属性モデルによる評価では、特別保護地区面積が少なければ、それだけ利用者が少ないようにも解釈できる結果を得た。このことは、全国的な視点で見た保護地域の配置状況（つまり、大都市圏周辺の国立公園は比較的面積が小さく、かつ特別保護地区も大きくない）を踏まえれば、現実を踏まえた結果であると言える。しかしこの結果は、自然保護地域の増大が利用者数を減少させることを意味するものではない。

3.4 端点解モデルによる評価

3.4.1 調査目的

本調査の目的は、クーンタッカーモデル (Kuhn-Tucker model)、または端点解モデル (corner solution model) と呼ばれるモデルを用いて、人々の旅行行動をモデル化する。クーンタッカーモデルは、レクリエーション需要分析で広く用いられるトラベルコスト法の一形態である。トラベルコスト法では、人々の行動に予算制約のもとでの効用最大化行動を仮定し、現実の旅行行動から人々の選好を推測する。人々の選好が把握できれば、それに基づいて各訪問地の価値を評価することが可能になるとともに、各サイトの環境変化により、利用者の行動や利用者数がどのように変化するかを予測することが可能となる。限られた予算を使って旅行を行う利用者は、自らの満足が最も高くなるように各サイトへの訪問回数を決定すると考えられる。使用可能な予算を各サイトへの訪問に配分するこの行動は、経済学的には予算制約のもとでの効用最大化行動と解釈することができる。クーンタッカーモデルでは、この行動をモデル化する (図 4-5)。

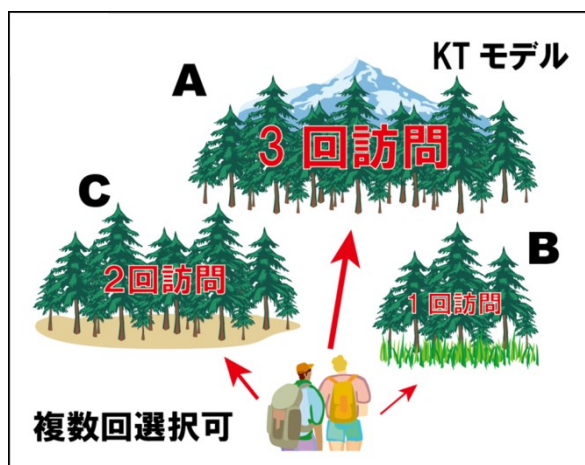


図 4-5 訪問先と訪問回数の選択を同時に考えるクーンタッカーモデル

これまで、トラベルコスト法の分野では、ある特定のサイトへの訪問回数の分析にはシングルサイトモデルが用いられ、複数のサイトの中から訪問するサイトを選択する選択行動の分析にはサイト選択モデルが用いられてきた。これに対して、クーンタッカーモデルでは、訪問するサイトについては内点解、

訪問しないサイトについては端点解として扱うことで、訪問先と訪問回数の選択を1つの効用最大化問題としてモデル化する。これにより、「一定期間中に、どのサイトに何回ずつ訪問するか」といったような意思決定を分析することが可能となる。クーンタッカーモデルを用いることで、「一定期間中に、複数回訪問するサイトがある一方で、一度も訪問しないサイトもある」といった、シーズン単位のレクリエーションデータの特徴に即した分析が可能となる。クーンタッカーモデルは効用最大化の一階の条件を用いて推定を行うため、経済理論との整合性が高いという望ましい特徴を持つ。

クーンタッカーモデルを用いて人々の旅行行動をモデル化することができれば、国立公園などの保護地域が設定された場合の厚生の変化や旅行行動の変化が予測できるだけでなく、国立公園などの自然保護地域において何らかの政策を実施することにより、利用者の行動や利用者数がどのように変化するかを予測することも可能となる。そのような分析は、その政策が地域の自然環境や社会経済に与える影響を予測し、政策実施の是非を検討するうえで重要である。

3.4.2 先行研究

クーンタッカーモデルの研究は、Hanemann (1978)と Wales and Woodland (1983)により始められた。その後、Phaneuf et al. (2000)と von Haefen et al. (2004)により飛躍的な進歩を遂げ、近年、研究が急速に進展している。

3.4.3 調査設計

調査票では全国の国立公園の概略図を示し、認知度や訪問経験、訪問への意向などをたずねた。その後、過去一年間(2012年1~12月までの間)に、仕事以外で、何回、国立公園(および奄美大島・徳之島)を訪問したかをたずねた。

3.4.4 調査概況

アンケート調査は、2013年3月18~21日に実施した。調査対象者は調査会社にモニターとして登録している全国の一般市民であり、調査方法はWEBサイトを通じたインターネット調査である。調査では、合計21,288人に調査依頼を行い、2,712人から回答があった。回収率は12.7%である。このうち本分析では、分析に必要なすべての質問に回答した2,661人のデータを用いた。

3.4.5 推定モデル

添付資料の「統計分析手法」を参照されたい。

3.4.6 統計分析

(1) 効用パラメータの推定と厚生分析

訪問者の個人属性として、男性ダミー(男性のとき1)を用いた。また、自然公園の属性として、乗入れ規制地区の面積(ha)、集団施設地区の区域面積(ha)、ラムサール条約登録湿地ダミー(ラムサール条約登録湿地が存在する場合1)を用いた。推定結果は表4-6のとおりである。

男性ダミーは正に有意になった。このことは、女性よりも男性の方が国立公園への訪問から得る効用

が大きいこと、すなわち、男性の方が女性よりも訪問回数が多いことを表す。

乗入れ規制地区面積は正に有意になった。乗入れ規制が自然環境の優れた地域で実施されていることを考えると、この結果は、優れた自然環境の存在するところ、あるいは、車馬のいない中で自然環境を落ち着いて楽しむことができる場所が好まれていることを示していると考えられる。自家家用車でのアクセスが制限されるため、利便性が低下し、訪問者の効用が低下する可能性も考えられたが、ここでは正に評価されることが確認された。

集団施設地区区域面積は正に有意となった。集団施設地区は、公園区域内の利用の拠点として、宿泊施設やキャンプ場をはじめとした各種施設を総合的に整備するよう指定される地区である。したがって、集団施設地区区域面積は、これらの施設の充実度を表すと考えられる。このため、訪問者の効用に正の影響を与えることが予想されたが、ここでの結果は予想通りのものであった。

ラムサール条約登録ダミーは正に有意になった。ラムサール条約登録湿地は、水鳥の生息地として国際的に重要な湿地である。ラムサール条約登録湿地には、貴重な景観や豊かな生物多様性が存在するため、利用者の訪問地としても好まれることが予想されたが、ここでの結果は予想通りのものであった。

表 4-6 クーンタッカーモデルの推定結果 (モデル 1)

	係数	t 値
訪問者の個人属性		
定数項	-4.4031 ***	-18.134
男性ダミー	0.1233 **	1.9950
自然公園の属性		
乗入れ規制地区面積 (ha)	0.0069 ***	10.069
集団施設地区区域面積 (ha)	0.0100 ***	4.580
ラムサール条約登録湿地ダミー	0.2147 ***	8.464
その他のパラメータ		
θ^*	0.5768 ***	20.821
ρ^*	-1.4986 ***	-5.884
μ^*	-0.1374 ***	-8.939
n		2661
log-likelihood		-15274.73

***1%有意, **5%有意

得られた推定結果を用いて、仮想的なシナリオのもとでの厚生変化のシミュレーションを行う。シナリオ 1 は、知床の乗入れ規制が強化される状況を想定している。具体的には、乗入れ規制地区面積が 50% 増加すると設定する。シナリオ 2 は、すべてのサイトのアクセスが悪化する状況を想定している。これは、入場料が徴収されるようになった状況や訪問により多くの時間がかかるようになった状況などが該当する。具体的には、すべてのサイトへの旅行費用が 1000 円上昇すると設定する。シナリオ 3 は、知床が訪問できなくなる（閉鎖される）状況を想定している。具体的には、知床への旅行費用が一億円上昇

し、実質的に訪問することができなくなると設定する。

計算の結果は表 4-7 のとおりである。シナリオ 1 による厚生の変化は 109.7 円、シナリオ 2 による厚生の変化は-1922 円、シナリオ 3 による厚生の変化は-570.2 円となった。このように、クーンタッカーモデルの推定結果を用いることで、さまざまな政策がもたらす利用者の厚生の変化を予測することが可能となる。

表 4-7 補償変分の計算結果

	平均値 (95%信頼区間)
シナリオ 1	109.7 円 (87.8 円—130.8 円)
シナリオ 2	-1922.0 円 (-1923.7 円—-1920.3 円)
シナリオ 3	-570.2 円 (-592.8 円—-542.3 円)

(2) 時間配分モデルとの比較

時間配分モデルによる分析との比較のため、時間配分モデルで変数として用いた、特別保護地区面積、乗入れ規制実施ダミー、ラムサール条約登録湿地ダミーを自然公園の属性として用いたクーンタッカーモデルの推定を行った。クーンタッカーモデルは各サイトへの訪問回数に基づく分析であり、時間配分モデルは各サイトへの時間配分に基づく分析であるため、データやモデルは異なる。また、分析に用いるサンプル数も異なる。しかし、同じ時期（2012 年 1～12 月）の旅行行動に関する分析であるため、ある程度類似した結果が得られることが期待される。

クーンタッカーモデルの推定結果が表 4-8、時間配分モデルの推定結果は前述の表 4-5 である。いずれの推定においても、特別保護地区面積は負に、乗入れ規制実施ダミーとラムサール条約登録ダミーは正に有意となった。

特別保護地区面積が負に有意となったのは、三大都市圏からの距離が近い場所や、交通アクセスの容易な場所は、特別保護地区の面積が比較的小さく、逆にアクセスの困難な場所は、特別保護地区面積が比較的大きいためであると考えられる。

一方、乗入れ規制実施ダミーとラムサール条約登録湿地ダミーがそれぞれ正に有意となったことから、乗入れ規制が実施されている公園は、そうでない公園よりも好まれること、および、ラムサール条約登録湿地がある公園は、そうでない公園よりも好まれることが明らかになった。乗入れ規制が自然環境の優れた地域で実施されていることを考えると、前者は、優れた自然環境の存在するところ、あるいは、車馬のいない中で自然環境を落ち着いて楽しむことができる場所が好まれていると考えることができる。後者については、ラムサール条約に登録される重要な湿地は、その景観や豊かな生物多様性から、利用者の訪問地としても好まれていると考えることができる。このように、異なるモデルを用いた分析により、類似した結果が得られたことは、本研究の結果に一定の信頼性があることを示していると考えられるだろう。

表 4-8 クーンタッカーモデルの推定結果 (モデル 2)

	係数	t 値
訪問者の個人属性		
定数項	-4.1394 ***	-17.684
男性ダミー	0.1271 **	2.1790
自然公園の属性		
特別保護地区面積 (ha)	-0.0188 ***	-13.650
乗入れ規制実施ダミー	0.4678 ***	15.531
ラムサール条約登録ダミー	0.1377 ***	5.323
その他のパラメータ		
θ^*	0.7051 ***	22.469
ρ^*	-1.5297 ***	-6.093
μ^*	-0.1896 ***	-12.010
n	2661	
log-likelihood	-15098.97	

***1%有意, **5%有意

3.4.7 結論

全国調査のデータにクーンタッカーモデルを適用して分析を行った結果、予想される符号条件を満たす、良好な推定結果が得られた。また、その推定結果を用いて、仮想的なシナリオにおける厚生変化のシミュレーションを行った。本研究で示した分析は、国立公園の新設・再編や、国立公園における様々な自然保護政策により、利用者の行動や利用者数がどのように変化するかを予測し、その結果、地域の自然環境や社会経済にどのような影響が発生するかを予測するうえで有益であると考えられる。今後は、分析を精緻化し、実際の政策分析に適用可能な、より信頼性の高いモデルの構築を目指したい。また、クーンタッカーモデルの分析結果と時間配分モデルの分析結果を比較し、類似の分析結果が得られていることを示した。ここから、両モデルによる分析は、一定の信頼性を持っているものと考えられる。

3.5 グループディスカッションによる評価

本調査の目的は、前掲の沖縄県やんばる地域においてマングースを駆除することに対する支払意志額の信頼性を高めること、また駆除事業に対する批判に対してどのように対応して合意を形成していくか、その方法を検討することである。前節で適用した CVM (あるいはコンジョイント分析) では、人々があらかじめ環境に対する確かな選好を持っており、環境に対する支払意志額を正確に表明できることが想定されている。しかし、回答者が環境に対して確かな選好を持っていない場合には、情報や知識が不足し、選好が十分に形成されていない段階で回答しなければならないことになる。そのような状況では、信頼性の高い評価結果は得られないであろう。

このような表明選好法の前提に対する批判を克服できる可能性がある手法として提案されているのが熟

議型貨幣評価 (Deliberative Monetary Valuation : DMV) である。政治学の分野では、「熟議民主主義 (deliberative democracy)」の重要性が広く認識されている。これは、従来の多数決に基づく民主主義である「集計民主主義」とは異なり、「人々は対話や討議の中で、自らの意見や判断を変化させていく」という考えに基づき、市民による議論を通して、様々な意見を持った人々がお互い納得できる結論にたどり着くことを目指すものである。

3.5.1 先行研究

DMV は手法そのものが体系的に確立されていないため、様々な取り組みが行われている状況である。これまでに行われた実証研究を研究目的に応じて整理すると、選好形成の問題に主眼を置いた研究と、市民選好の問題に主眼を置いた研究に大別できる。

選好形成の問題に主眼を置いた研究とは、十分な情報や、考え、議論するための時間を与え、選好が形成されたうえで回答してもらうことで、より信頼性の高い評価結果を得ることを目的とするものであり、主な実証研究として Lienhoop and MacMillan (2007a), Lienhoop and MacMillan (2007b), などが挙げられる。一方、市民選好の問題に主眼を置いた研究とは、倫理観や公平性など、利己的な動機に限定されない、より広い関心をとらえるために DMV を利用するものであり、主な実証研究として James and Blamey (2005) が挙げられる。本調査は前者に該当するものである。

3.5.2 調査設計

マンガース駆除事業の目的は、マンガースの根絶（完全駆除）である。根絶しなければ、一度個体数を減少させても何らかの理由によってそれが回復したり、個体数を低水準に維持するために、将来に渡って多額の費用が発生したりする可能性がある。一方で人間の都合で導入されたマンガースを根絶することには、倫理的な理由などから同意しない人々も存在する。我々の仮説は、研究者の説明やグループディスカッションを通じて、生態学的あるいは経済学的な知識を踏まえ、根絶の必要性について議論することで、より根絶を許容する選好に変化をするのではないかというものである。選好が変化すれば、根絶に対する支払意志額の変化として評価できることになる。

支払意志額の変化については現在、分析中であるため、本項では根絶に対する意識が研究者の説明やグループディスカッションで変化するか、また根絶に対して否定的な意見は、これらによって変化するのかを検証した結果についてのみ紹介する。具体的には図 4-6 のようなプロセスを通じて、アンケート票への回答内容に変化が生じるのかを検証する。

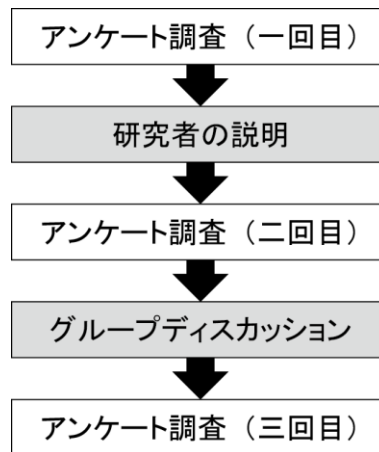


図 4-6 グループディスカッションの枠組み

3.5.3 調査概況

グループディスカッションは、2014年12月7日および12～13日に実施した。調査対象者は調査会社にモニターとして登録している首都圏の一般市民である。グループディスカッションのグループは6人から構成され、ファシリテーターの下で議論が進められる。本調査では6つのグループでグループディスカッションを行い、合計35名からの回答を得た（1名欠席）。

3.5.4 推定モデル

ここでは支払意志額の推定は行わず、マンガースの駆除事業について「マンガースの完全駆除を実施すべきである」を選択した人が、研究者の説明とグループディスカッションの前後で変化しているかどうかを対応のあるサンプルの t 検定を適用して解析した。さらに、プレテストの段階で把握した、下記に示す根絶に対する主要な否定的意見7つについて、Best-Worst Scaling による評価を適用して意見の変化を把握した。

- 殺すのは認められない
- 悪影響は小さい
- 根絶できない
- 他に優先すべき課題がある
- お金がかかり過ぎる
- 倫理的に認められない
- 生態系を破壊してしまう

この評価では釣合い型不完備ブロック計画(balanced incomplete block design)と呼ばれる組み合わせに従った、項目の登場回数と同じでお互いが必ず一度は比較されている設問群について回答する。「最も同意できる (Best)」と「最も同意できない (Worst)」の回答数に基づいて、Best-Worst を登場回数で除することで、項目の相対的な重要性を評価することができる。

3.5.5 統計分析

対応のあるサンプルの t 検定の結果は表 4-9 に示す通りである。

表 4-9 対応のあるサンプルの t 検定の結果

マングースの完全駆除を実施すべきである (YES = 1, NO = 0)		
	相関係数 (有意水準)	t 値 (有意水準)
1 回目 (平均値 : 0.29) ⇒2 回目 (平均値 : 0.46)	0.562 (p < 0.000)	-2.240 (p < 0.032)
2 回目 (平均値 : 0.46) ⇒3 回目 (平均値 : 0.49)	0.715 (p < 0.000)	-0.442 (p < 0.661)

この結果から、研究者の説明後に「マングースの完全駆除を実施すべきである」とした回答者は有意に増加したが、グループディスカッション後には有意に増加したとは言えないことが分かる。

Best-Worst Scaling による評価は図 4-7 に示す通りである。数値が大きいほど、その意見により同意できることを意味している。

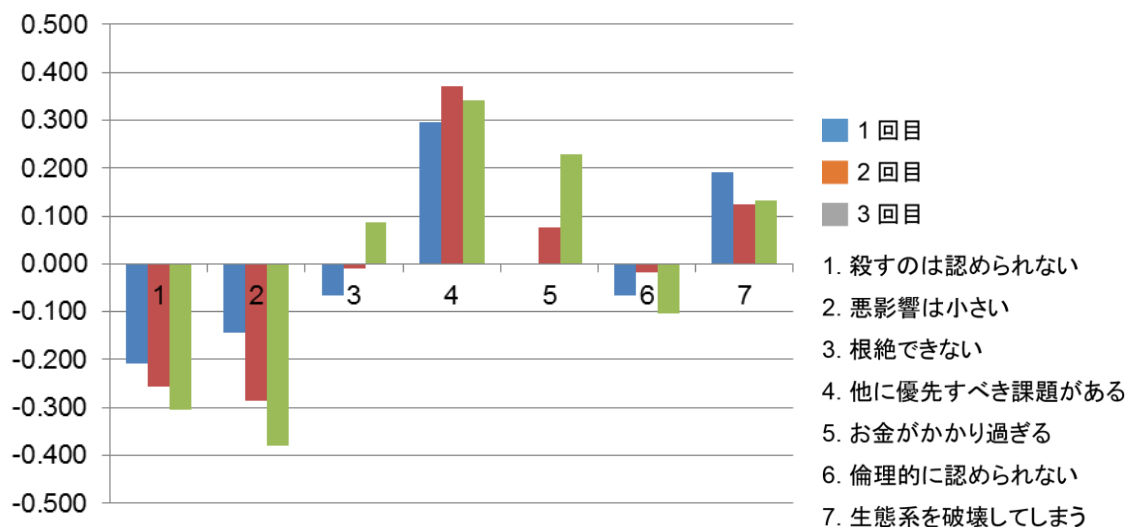


図 4-7 Best-Worst Scaling による評価結果

この結果から、「他に優先すべき課題がある」という意見が最も同意できる意見であり、一方で「悪影響は小さい」という意見が最も同意できない意見であった。研究者の説明やグループディスカッションを通じ、全般的な傾向として、問題の重大性や倫理的問題に関わる意見に対して同意する率が下がっているのに対して、他の課題との関係や費用など、社会経済的な意見に対して同意する率が上がっていることが分かる。

3.5.6 結論

研究者の説明やグループディスカッションを通じて、より根絶を許容する選好に変化をするのではな

いかという仮説に対しては、研究者の説明については表 4-9 から確かにそのような結果であるということが出来る。一方で図 4-7 から、研究者の説明やグループディスカッションによりより同意できるようになった意見もあれば、そうでない意見もあり、選好の変化は単純ではないことが分かる。今後は支払意志額の評価結果とこれらの結果との関係性から、選好の変化と根絶に対する支払意志額の変化との関係性を明らかにしたい。

引用文献

- Bhat, C. R. (2005), "A multiple discrete-continuous extreme value model: formulation and application to discretionary time-use decisions," *Transportation Research Part B*, vol. 39, pp. 679-707
- Hanemann, W. M. (1978), "A methodological and empirical study of the recreation benefits from water quality improvement," Ph.D. dissertation, Department of Economics, Harvard University.
- James, R. F. and Blamey, R. K. (2005), "Deliberation and economic valuation: National Park Management," in Getzner, M., Stagl, S., Spash, C. (eds.), *Alternatives for Environmental Valuation*. Routledge, pp. 225-243.
- Lienhoop, N. and MacMillan, D. C. (2007a), "Valuing wilderness in Iceland: Estimation of WTA and WTP using the market stall approach to contingent valuation," *Land Use Policy*, vol. 24, pp. 289-295
- Lienhoop, N. and MacMillan, D. C. (2007b), "Contingent valuation: Comparing participant performance in group-based approaches and personal interviews," *Environmental Values*, vol. 16, pp. 209-232
- List, J. A. and Gallet, C.A. (2001), "What experimental protocol influence disparities between actual and hypothetical stated values?" *Environmental and Resource Economics*, vol. 20, pp. 241-254
- Mwebaze, P., MacLeod, A., Tomlinson, D., Barois, H. and Rijpma, J. (2010), "Economic valuation of the influence of invasive alien species on the economy of the Seychelles islands," *Ecological Economics*, vol. 69, pp. 2614-2623
- Phaneuf, D. J., Kling, C. L. and Herriges, J. A. (2000), "Estimation and welfare calculations in a generalized corner solution model with an application to recreation demand," *The Review of Economics and Statistics*, vol. 82, pp. 83-92
- Shoji, Y. and Tsuge, T. (2013) "Heterogeneous preferences for winter nature-based tours in sub-frigid climate zones: a latent class approach," *Tourism Economics*, in press (fast track)
- von Haefen, R. H., Phaneuf, D. J., and Parsons, G. R. (2004), "Estimation and welfare analysis with large demand systems," *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 22, pp. 194-205
- Wales, T. J., and Woodland, A. D. (1983), "Estimation of consumer demand systems with binding non-negativity constraints," *Journal of Econometrics*, vol. 21, pp. 263-285

本章と関係する添付資料は，庄子康と柘植隆宏の他に，久保雄広，服部南美，伊豆菜津美，宮本柚貴が作成に加わっている。

5. 統計分析と経済実験による政策評価

4.1 研究の背景と目的

生物多様性保全に対しては、政策の経済的効果を示すことが求められている。そこで、本研究では、生物多様性保全政策を対象に統計分析および経済実験を用いることで政策評価を行った。第一に、統計分析による政策評価においては、奄美群島の国立公園指定の経済効果に対して政策評価を行った。お真美大島ではパルプ生産等の林業活動が実施されており、国立公園指定により林業活動が規制されることで林業収益が失われる可能性がある。そこで、国立公園指定によって失われる林業収益を推定し、国立公園指定によって得られる便益と比較することで、奄美群島の国立公園指定に対する費用便益分析を行った。第二に、経済実験による政策評価では、民有地における生物多様性保全政策の効果を分析した。実験室内において民有地の土地所有者の経済行動をモデル化し、被験者の行動を観察することで、生物多様性保全政策がもたらす保全効果を検討した。

4.2 統計分析による政策評価

4.2.1 分析方法

本研究の目的は①奄美大島における林業の実態を明らかにすること②林業による利益の分析を行うこと③森林保全をした場合の費用便益分析を行うことの3つである。①奄美大島における林業の実態を明らかにするために奄美大島の林業関係者に聞き取り調査を行なった。②林業による利益の分析には、①で得たコストに関する情報、辻(1998)より森林成長量に関するデータとそれを基にFaustmanモデルを利用して分析した。Faustmanモデルとは林業における最適伐期とそれによる利益を求めるためのモデルであり、以下で詳しく説明する。③森林保全をした場合の費用便益分析には、②で得られた林業による利益(費用)と環境省が実施した奄美群島の生物多様性の価値評価のデータを利用した。

林業における最適伐期とそれによる利益を求める式にFaustmann式がある。Faustmann式では、更地を持つ土地所有者がそこに植林をし、林業活動を行うこと想定する。意思決定をする際に次の5つの前提を置く。①立木価格と植林費用は一定かつ既知である。②将来の利子率は一定かつ既知である。③立木の成長関数は既知である。④林地市場は完全である。⑤金融資本市場は完全である。この条件下で森林所有者は無限回の伐採サイクルから得られる割引現在価値を最大化するために最適な伐期を選択する。割引現在価値は下記の式で表される。

$$\pi(t) = pf(t)e^{-rt} - a + [pf(t)e^{-rt} - a]e^{-rt} + [pf(t)e^{-rt} - a]e^{-2rt} + \dots \quad (4.1)$$

$$= (1 - e^{-rt})^{-1} [pf(t)e^{-rt} - a] \quad (4.2)$$

ここで π は割引現在価値、 $f(t)$ は樹木の成長曲線式、 t は伐期、 p は立木価格、 a は植林コスト、 r は割引率である。森林所有者が伐採によって受け取る立木価格は、伐採業者によって支払われる伐採コストを差し引いたものである。①式の第1項は1年目にコスト c を支払い植林を行い伐期 t において伐採による利益から差し引いたものである。伐採は t 年後に行われるため割引率 $\exp(-rt)$ を掛けている。第2

項は同様の植林→伐採のサイクルを行なったものである。以下同様にこのサイクルを無限回繰り返していくと②式のようにまとめることが出来る。Faustmann 式は森林所有者が植林し伐採の意思決定を行うモデルであるが、本研究が対象としている奄美大島の事例では意思決定の主体が森林所有者でなく、植林も必要としないためモデルの修正を必要とする。奄美大島ではチップ工場の採算に合わせて伐採量を決定し素材生産業者に伐採を委託している。国立公園指定に伴う伐採規制の影響をうけるのは伐採コストを負担する素材生産業者であるため、本研究では素材生産業者の得る割引現在価値のモデルを考えるのが適切である。Faustmann 式は下記のように修正することが出来る。

$$\begin{aligned} \pi(t) &= pf(t)e^{-rt} - ce^{-rt} + [pf(t)e^{-rt} - ce^{-rt}]e^{-rt} + [pf(t)e^{-rt} - ce^{-rt}]e^{-2rt} + \dots \\ &= (1 - e^{-rt})^{-1} [pf(t)e^{-rt} - ce^{-rt}] \end{aligned} \quad (4.3)$$

$$(4.4)$$

ここで π は割引現在価値、 $f(t)$ は樹木の成長曲線式、 t は伐期、 p は立木価格、 c は伐採コスト、 r は割引率である。奄美大島では天然更新に頼っており植林コストがかからないため、このモデルで考慮するコストは伐採に掛かるコストである。伐採コストは t 年目に発生するため現在の価値に割り引く必要があり割引率 $\exp(-rt)$ を掛けている。この式において $\pi(t)$ を最大にするような t の値 T を求める。この伐期 T において林地は最大の利益を生むことができる。また伐期 T での伐採を行なっていった場合の割引現在価値 π は土地のもつ価値と等しくなる。このモデルを利用するにあたって森林成長曲線式 ($f(t)$) の特定と立木価格 (p)、伐採コスト (c)、割引率 (r) の値の決定が必要となる。立木価格、伐採コストの値は現地での聞き取りで得た数値を利用し、森林成長曲線式の推定は辻 (1998) のデータを利用した。

4.2.2 奄美大島における林業の現状

①奄美大島における林業の実態を明らかにするために平成 25 年 7 月 12 日から 17 日の日程で聞き取り調査を行なった。聞き取り調査の対象は、(1)九州森林管理局鹿児島森林管理署名瀬森林事務所(2)鹿児島県大島支庁農林水産部林務水産課(3)あまみ大島森林組合(4)宇検村建設経済課(5)梶宇検林産(6)瀬戸内町森林組合である。

聞き取り調査を行なったところ以下が明らかになった。奄美の森林はスダジイの群落を中心とする広葉樹林が多くを占め、過去に用材生産を目的としてリュウキュウマツの造林が行われた。このリュウキュウマツは木材価格の下落のため製材用に伐採されることはなく、マツクイムシ被害が近年拡大してきたため補助金により更新伐施業がおこなわれている ((2)鹿児島県大島支庁農林水産部林務水産課より)。この更新伐施業はあまみ・瀬戸内両森林組合が受注し林業者に委託する形で実施している ((3)あまみ大島森林組合、(6)瀬戸内町森林組合より)。広葉樹林は、チップの生産のために伐採され利用されている。チップ工場は現在大和村に(株)岩崎産業の工場、宇検村に(株)宇検林産の工場の 2 つが稼働している。(株)岩崎産業は大和村内に約 7,000ha の森林を所有しており、これを計画的に伐採しチップを生産している。(株)宇検林産は、宇検村内の集落有林や宇検村有林の立木を購入し、素材生産業者に伐採を委託しチップを生産している。この際、チップ工場は森林所有者に対して搬出実績で 1 m³当たり 350 円で立木を購入し、素材生産業者は 1 m³当たり 4,000 円の報酬をチップ工場から得ている ((2)鹿児島県大島支庁農

林水産部林務水産課より). 宇検村有林は、村有林を①貴重な動植物等の保護②環境保全を図りつつ、長伐期施業を導入③保健・文化・教育的利用に活用④資源の循環利用を図るの4つに区分しSGEC森林認証を取得している。SGEC森林認証とは、適正に管理された認証森林から生産される木材等を、生産・流通・加工工程でラベリングして管理する制度であり、一般社団法人「緑の循環認証会議」が実施している((4)宇検村建設経済課より)。岩崎産業・宇検林産共に伐採は架線系を用いた皆伐施業であり、皆伐後の更新は天然更新に頼っており造林・育林を行う必要がない。一つの伐区は10ha以下であり、皆伐施行地内では伐採木の平均樹高程度の保護林を設ける必要が有るため、一伐区につき伐採可能な面積は7~8haである。伐採の対象とする森林は主に45年生以上である。また、奄美大島においてチップ工場を含めた林業関連の雇用は約200人である((2)鹿児島県大島支庁農林水産部林務水産課より)。

本節では聞き取り調査を基に奄美大島における林業の実態を明らかにした。奄美大島では、本州以北におけるスギ・ヒノキを主体とした林業とは大きく異なり、皆伐後の更新に造林や育林を行わず天然更新に任せている。また集材方法は架線系であり、高性能林業機械は導入されていない。高性能林業機械による集材方法だと下地を固め天然更新に不利に働く恐れが有るのに比べ、架線系は生産コストの点では一般的に不利ではあるが天然更新に頼る林業では架線系に優位があると考えられる。パルプ・チップ材は、スギ・ヒノキ等の製材用材と比べると価格が低い。(林野庁(2013))そのためパルプ・チップ材の生産を目的とした林業において採算を合わせるためには、伐採量を大きくすることが考えられる。奄美大島において、伐採対象となるのは主に天然林である。林業の要求と自然環境保護の要求の両方を満たすため、一つの伐区は10ha以下とし、皆伐施行地内では伐採木の平均樹高程度の保護林を設けることが決められている。

4.2.3 分析データ

前節節では奄美大島における林業の実態を聞き取り調査によって明らかにした。ここで得られた林業による利益の分析や費用便益分析を行う上で重要な情報は①皆伐後の更新に造林・育林費用が一切かからず、林業コストを考える場合伐出コストのみを考慮すればよいこと②1伐区は7~8haであること③1伐区につき4~5ヶ月の期間、4~5人で伐採が行われ日当は約1万円であること((2)鹿児島県大島支庁農林水産部林務水産課より)④伐採から得られる利益は1m³当たり4,000円であることである。機械の償却費については聞き取りから具体的な数字を得ることが出来なかったため、伐採現場で確認した機械について林業機械の販売会社に問い合わせ一般的な機械価格・償却期間から推定を行なった。これらをまとめたのが表4-1である。伐採期間は1伐区につき4ヶ月かかるものとし、そのうち平日のみ作業を行うものと仮定し算出した。機械償却費については一つの機械が年に3伐区に使用されると仮定して1伐区当たりの費用を算出した。全コストとは1伐区にかかる費用のことである。表4-1より、立木価格(p)は4,000円、伐採コスト(c)は485,000円であることが分かる。

表 4-1 伐出コスト

コスト項目		単位
人件費	10,000	円/人・日
人数	4	人
伐採期間	85	日
総人件費	3,400,000	円
機械償却費	484,000	円
全コスト	3,884,000	円
伐採面積	8	ha
ha当たりのコスト	485,500	円/ha

出所：聞き取り調査を基に作成

4.2.4 森林成長曲線の推定

上記の Faustmann 式を利用するためには樹木の成長曲線式を推定する必要がある。樹木の成長曲線式を推定するにあたって①森林の主要樹種をスダジイとすること②スダジイの成長は S 字状のロジスティック曲線に従うとすることの 2 つの仮定をおいた。①のスダジイを主要樹種としたのは辻 (1998) による。辻 (1998) では奄美大島における立地環境調査、林分調査、土壌調査を実施したもので、具体的には大島内の広葉樹林分から無作為に調査プロットを選定し林分調査を行った。この調査結果は以下の様なものだった。調査対象地における出現樹種数は 4~24 であった。また胸高直径 4cm 以上の ha あたり立木本数にスダジイが占める割合は平均 47% であるが ha あたり幹材積、ha あたりの胸高断面積合計のうちスダジイはそれぞれ 74%、71.7% を占める。それに加えイタジイは胸高直径階の高い方を占めている。以上の結果から森林における主要樹種はスダジイであり、かつ胸高直径階の高い方を占めていることから搬出される材のほとんどがスダジイであると予想される。辻 (1998) では樹齢は 16~66 年生のスダジイの幹材積のデータが採られている。本稿ではこのデータを利用して森林成長曲線式の推定を行なった。

ロジスティック曲線とは動物の成長曲線式のひとつで下記のように導出される。動物の体重 w について次の微分方程式を考える。

$$dw/dt = aw^m - bw \quad (4.6)$$

$$w_{t=0} = w_0 \quad (4.7)$$

ここで a, b は同化及び異化の定数、 $m \geq 0$ とする。この条件で (4.6) の一般解は

$$w = A \{ 1 - B e^{-kt} \}^{1/(1-m)} \quad (4.8)$$

となる。A, B, k, m は定数であり、 $m=2$ の時 (4.8) はロジスティック曲線と呼ばれ一般形は

$$L_t = \frac{A}{1 + C e^{-Kt}} \quad (4.9) \quad (A, C, K \text{ は定数})$$

となる。 $t \rightarrow \infty$ とすると $L_t = A$ となり A は成長が収束する値であることがわかる。

ここで辻 (1998) における樹齢と幹材積 (m³/ha) のデータを用いてパラメータ A, C, K の推定を行う。
 (4.9)において C=exp(d) とおくと

$$L_t = \frac{A}{1 + e^{d-kt}} \quad (4.10)$$

と書き直せる。これを

$$\frac{A}{L_t} - 1 = e^{d-kt} \quad (4.11)$$

と変形し両辺対数を取る。

$$L = \log \left[\frac{A}{L_t} - 1 \right] = d - kt \quad (4.12)$$

(4.12) 式の形で表現できるため、A の値が定めれば左辺は定数となり d, k の値は最小二乗法で決定することが出来る。パラメータ d, k の推定は、下記の (a)~(c) の手順で行う。(a) 目的変数 L_t の最大値よりも大きな値を仮の A とする。(b) 仮の A を用いて回帰方程式を求めると同時に回帰による推定の残差平方和 (S.S) を求める。(c) S.S が最小になる A の値を推定値として、そのときの d と k をパラメータの値とする。Excel のソルバーを用いてこの計算を行った。パラメータの推定値は表のようになりその時の成長曲線式は

$$f_t = \frac{410}{1 + e^{1.478 - 0.035t}} \quad (4.13)$$

となる。表 4-3 はこれらパラメータを設定した場合の各樹齢における理論値と実測値をまとめたものである。また図 4-1 は理論上の樹木の成長曲線と実測値をグラフにしたものである。

表 4-2 パラメータの推定値

パラメータ	係数	t統計量	p値
A	410	11.074	0.00
k	0.035	2.064	0.05
d	1.478	2.364	0.02

出所：筆者作成。t 統計量および p 値は 10,000 回のブートストラップにより推定。

表 4-3 計算結果

樹齡(年)	幹材積(m ³ /ha)	理論值	殘差平方和
43	268.14	207.734525	3648.82146
59	201.28	263.46833	3867.38844
45	223.52	214.902125	74.2677696
45	147.28	214.902125	4572.75179
35	134.8	179.172062	1968.8799
34	207	175.649561	982.850055
34	162.63	175.649561	169.508956
16	119.5	116.971471	6.3934611
21	99.75	132.132762	1048.64328
26	165.59	148.264881	300.159744
36	190.07	182.71013	54.16769
36	264.11	182.71013	6625.93888
31	126.64	165.195637	1486.53716
31	109.51	165.195637	3100.89019
41	165.51	200.560231	1228.51869
35	128.4	179.172062	2577.80229
41	303.98	200.560231	10695.6486
35	235.91	179.172062	3219.1936
41	243.46	200.560231	1840.39019
35	223.57	179.172062	1971.17689
41	312.79	200.560231	12595.5211
66	160.55	285.652565	15650.6518
51	254.19	236.191193	323.957054
34	101.73	175.649561	5464.10143
38	262.14	189.824623	5229.51382
40	159.06	196.976063	1437.62782
28	115.63	154.952506	1546.2595
33	203.62	172.144665	990.696724
35	124.02	179.172062	3041.74996
37	150.74	186.261686	1261.7902
53	114.83	243.160277	16468.6601
55	345.5	250.039175	9112.76914
58	408.16	260.156396	21905.0669

出所：筆者作成

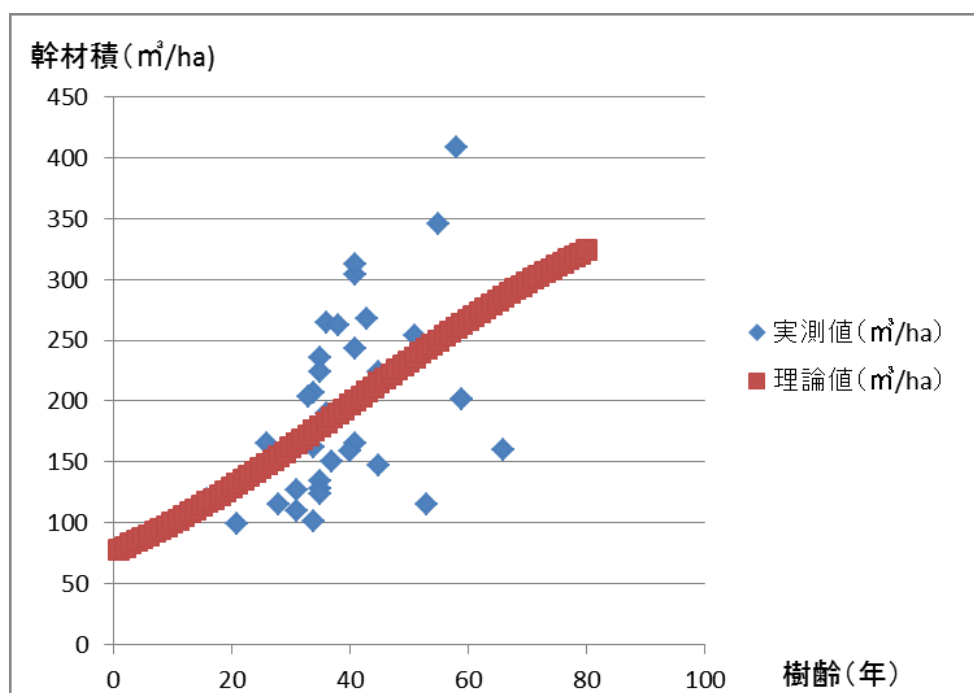


図 4-1 樹齢と幹材積の実測値及び理論値

出所：筆者作成

4.2.5 林業による利益の分析

本節では以上で見てきたモデル・数値を用いて林業による利益の分析を行なった。また国立公園指定に伴う伐採規制を想定し、伐採面積を変化させた場合の林業による利益の変化も調べた。以下は以上の分析をまとめたものである。使用するモデルは

$$\pi(t) = (1 - e^{-rt})^{-1} [pf(t)e^{-rt} - ce^{-rt}] \quad (4.4)$$

であり、樹木の成長曲線式は

$$f_t = \frac{410}{1 + e^{1.478 - 0.035t}} \quad (4.13)$$

と表される。また、使用した各係数の値は表 4-4 のとおりである。

表 4-4 係数の値

係数	値
p	4,000
c	485,500
r	0.01

出所：筆者作成

これらを用いて π を最大にする t の値を求めたところ60.6という結果が得られた。これは、60.6年毎に伐採を繰り返していく時に林業から得られる利益が最大になることを意味する。この時のha当たりの割引現在価値は707,964円/haである。これは最適伐期である60.6年毎に伐採を繰り返していった場合林地1haは707,964円の利益を生むことが出来るということの意味する。また60.6年生の森林の幹材積は269 m^3 であり、伐出コスト(円/ m^3)を計算すると1,807となる。林業の生産性(m^3 /人・日)は6.32となった。まとまった面積の皆伐を行なっているところが少ないことや急傾斜地をも含む平均であることから単純な比較はできないが、この生産性・生産費は主伐の全国平均である生産性4.00 m^3 /人・日、生産費6,342円/ m^3 と比べて高い結果が得られた。以上の結果をまとめたのが表4-5である。

表4-5 分析結果

分析結果		
最適伐期	60.6	年
伐出コスト	1,807	円/ m^3
生産性	6.32	m^3 /人・日
割引現在価値	707,964	円/ha

出所：筆者作成

この分析に関して留意すべき点がある。それは伐採量と伐採コストの関係である。本来なら伐採コストは伐採量の関数で表されるはずである。伐採コストは伐採量が大きければ大きくなり、伐採量が小さければ小さくなる。これは、伐採コストの主要な構成要素である人件費が伐採量に大きな影響を受けるためである。しかし、本研究では伐採コストと伐採量の関係を明らかにするだけのデータを入手できなかったため伐採コストは伐採量に関わらず一定であるとした。このため一定の伐採コストに対して伐期を遅らせ伐採量を増加させたほうが利益は大きくなる可能性がある。これが分析結果の伐期の方が聞き取り調査で得られた伐期より長かった理由であると考えられる。

また、伐採面積を変化させた場合の割引現在価値の変化は下図の通りである。横軸に伐採面積(ha)、縦軸に割引現在価値をとったもので約3.6haを下回ると林業から得られる利益がマイナスとなることが分かる。国立公園の規制のうち第2種特別地域に指定された場合、皆伐は原則2ha以下の規制を受けるが、この図より皆伐面積が2haでは利益が得られないことが分かる。