

E-0801 里山イニシアティブに資する森林生態系サービスの総合評価手法に関する研究

(1) 生物多様性が提供する生態系サービスの経済評価

長崎大学 環境科学部

教授

吉田謙太郎

平成20～22年度累計予算額：10,158千円（うち、平成22年度予算額：2,713千円）

予算額は、間接経費を含む。

[要旨] 本研究は、森林に関連する生物多様性が人々に提供する生態系サービスを対象として、経済評価を実施することを目的とする。第一段階として、水供給サービスを対象として、回避支出法とコンジョイント分析による経済評価の妥当性と信頼性を検証する比較研究を実施した。第二段階として、種の多様性の観点から、森林5km四方のメッシュにおける動物種と植物種について、全国の一般市民を対象としてコンジョイント分析による経済評価を実施した結果、各動植物種1種当たりの支払意志額は、通常動物種0円、通常植物種3円、希少動物種72円、希少植物種32円であった。第三段階として、生態系の多様性の観点から、奥会津森林生態系保護地域を対象として、福島県只見町の町民を対象とした郵送調査及び全国の一般市民を対象としたインターネット調査によるコンジョイント分析を実施した。只見町民の限界支払意志額は、保存地区1ha当たり0.086円、保全利用地区0.016円、緑の回廊0.0077円、鳥獣害対策地区1.2円であった。他方、インターネット調査は、保存地区1ha当たり0.091円、保全利用地区0.0040円、緑の回廊0.0010円、鳥獣害対策地区0.19円であった。限界支払意志額に基づき、奥会津生態系保護地域全体の年間評価額を算出すると3,127円、インターネット調査では1,168円となった。また、サブテーマ2で収集した情報を併せ、供給・文化サービスの利用価値と受動的利用価値について、福島県只見町と全国の1人当たり推定額を算出した結果、天然林が卓越する只見町では、森林の利用に関わる供給・文化的サービスの価値が大きいこと、負の側面として遭難リスクが大きい、多雪のため獣害は少ないことなどが明らかとなった。最終段階として、愛知目標達成に向けて日本国内の保護地域面積拡大の便益を明らかにするため、全国の一般市民を対象としたコンジョイント分析を実施した結果、1万haを単位とする保護地域指定についての1人当たり年間便益評価額は、奥山自然地域57円、里地・里山地域51円、河川・湿原地域34円、沿岸海洋域50円であった。

[キーワード] 森林、生物多様性、生態系サービス、経済評価、コンジョイント分析

1. はじめに

森林のもたらす生態系サービスの中で、生物多様性がもたらす生態系サービスを部分的にでも経済評価した国内事例は多くはない（例えば、栗山ほか²⁾、柘植³⁾、Yoshida and Kuriyama⁴⁾）。農業や森林に関する水供給や景観形成などの調整サービスや文化的サービスの経済評価は多数の事例があるが、生物多様性については経済評価が難しい。生物多様性の経済価値は、エコツーリズムやレクリエーションなどのように、実際の市場で観察される環境財への支払いに反映される場合もある。その場合には、実際の市場価値や旅行費用などをもとに評価することは可能である。しかしながら、実際の利用をとまなわなくとも人々が自然を保護したいと考えることの価値であ

る受動的利用価値が、生物多様性の主たる経済価値を占める場合には、経済評価を市場価格から評価することは困難である。しかも、受動的利用価値は人々の生活環境の一部である里山においてとくに高いと推察される。そのうえ、遺伝子、種、生態系の多様性に分類される生物多様性は、それらのどの区分においても受動的利用価値の割合が高いと考えられるため、たとえ経済評価を実施したとしても、その結果の妥当性を検証することは容易ではない。

生物多様性、あるいは生物多様性がもたらす生態系サービスの受動的利用価値の経済評価を実施するには、アンケート調査によって仮想的に市場取引の場を設定し、その財やサービスに対して個人が支払っても良いと考える支払意志額を引き出す表明選好法を利用する必要がある。専門家だけではなく、一般市民にも比較的理解しやすい絶滅危惧種の経済評価から遺伝子レベルでの経済評価に至るまで、人々がその便益を直感的かつ正確に理解した上で支払意志額を表明し、経済価値を評価することは容易ではない。生物多様性に関連する経済評価研究は多いが、その多くは絶滅危惧種などの象徴種や生態系・生息地保護、あるいは生態系サービスというフローに変換した上で評価されている。生物多様性を市場経済の中で適切に扱うには、その経済価値を正確に把握することが必要とされる。

生物多様性条約第9回締約国会議において、パバン・スクデフ氏をリーダーとする「生態系と生物多様性の経済学（TEEB: The Economics of Ecosystems and Biodiversity）」の中間報告が注目を集めた。TEEBは、ドイツのポツダム市において2007年に開催されたG8+5環境大臣会合における提案を受けて、EUとドイツ政府が開始したプロジェクトである。その目的は、生物多様性の地球規模での経済的便益に関心を集め、生物多様性の損失と生態系の劣化にともない増加する費用を際立たせ、科学と経済学、政策分野からの専門的知見を引きつけ、前進するための実践的な行動を可能にする主要な国際的イニシアティブの構築にある。TEEBは、科学と経済学の基礎、政策担当者のための政策評価、地方政府のための意思決定支援、ビジネスリスクと機会、市民と消費者の所有という広範なステークホルダーを対象としてとりまとめられている。さらに、TEEBにおいては、経済評価を実施することの政策的意思決定やビジネスへの影響などが多岐にわたる観点から論じられている。生態系、生態系サービス、そして生物多様性の経済価値への関心は世界的に急速な高まりを見せつつある。日本においても、当該分野においてケーススタディを重ねるとともに、2010年10月に名古屋で開催されたCOP10の議論を踏まえ、今後の生物多様性と生態系、生態系サービス保護に貢献しうる経済分析や経済評価のフレームワークを構築する必要がある。

また、COP10においてTEEBの統合リポートが公表された。タイトルは、「自然の経済学を主流にする（mainstreaming the economics of nature）」であり、その主要な結論の1つとして、多段階アプローチによる価値付けが推奨された。多段階アプローチの方法は、第1段階：価値を認識する（recognizing values）、第2段階：価値を証明する（demonstrating value）、第3段階：価値をとらえる（capturing value）である。第1段階は、生物多様性に価値があることを人々が認識することである。人々がその価値を認識するだけでも、保護や持続的利用が達成されることが示された。第2段階は、生物多様性保護の費用と便益を経済的価値に変換し、人々に生物多様性の価値をデモンストレーションすることである。第3段階は、経済的インセンティブや価格シグナルを通じて、生物多様性の価値を意思決定に取り込むことである。本サブテーマの研究課題は、TEEBレポートに国別ケーススタディとして貢献するとともに、TEEBレポートの趣旨を活かした政策立案に貢献しうる研究成果を達成することも視野に入れた上で進められるものである。

2. 研究目的

本研究においては、森林の生物多様性に由来する生態系サービスについての現地実態調査および他のサブテーマとの連携を踏まえ、森林生態系サービスの経済評価を行うことを目的とする。生態学に基づく定量評価結果と経済評価結果を組み合わせた総合評価を行うことにより、保護地区の設定や政策手段の選択などの政策的意思決定、あるいは一般市民への生態系サービス保全への理解の醸成に資することが目的である。

経済評価には複数の手法があるが、本研究では、アンケート調査によって個人の支払意志額を明らかにする表明選好法という経済評価手法、そして市場財に反映された環境価値を評価する顕示選好法という経済評価手法を適用することにより、利用価値と受動的利用価値の経済評価を実施する。なお、後述するように、顕示選好法と表明選好法を比較検討した結果、本サブテーマは受動的利用価値を対象とし、里山的な利用価値についてはサブテーマ2で簡便な推定を行うこととした。また、国内外において実施された既存の便益評価結果を収集し、便益移転モデルの構築に資する研究成果を得ることを目的とする。それらの一連の研究を通じて、里山を中心とした森林生態系サービスの総合的評価に貢献するための多様な観点からの経済評価を行うことが主要な達成目標である。

具体的には、森林生態系サービスに関して、回避支出法などの顕示選好法とコンジョイント分析などの表明選好法を適用して、オリジナルな経済評価を実施することにより、森林生態系サービスの便益評価額の原単位を得るとともに、原単位を得るための評価手法を確立する。また、国内外において実施された森林生態系サービスなどに関する経済評価研究を収集し、本研究において得たオリジナルな経済評価結果との比較を行うことにより、メタ分析などによる便益移転のためのフレームワークを構築する。便益移転とは、既存の研究成果を利用することにより、多額の費用を投入して新規の評価研究を実施することなしに、新たな政策対象地における便益評価額を得るための評価手法の総称である。総合評価を実施する際に、全ての種類の生態系サービスに対してあらゆる地域において経済評価額を得ることは費用などの点から困難であるため、Costanza et al.¹⁾のように既存の評価研究を統合し、近似値を推計する必要がある。メタ分析のように複数の研究成果を統合する手法によって、多数の関連する研究成果を収集するとともに、それらの研究成果の特徴を説明変数として分析し、生態系サービスの便益原単位を説明する要因を明らかにすることが可能となる。多様な生態系サービスに適用可能な汎用性の高い経済評価モデルを明らかにするとともに、既存の評価研究と比較対象可能なオリジナルな評価研究を実施することは両立可能な研究目的である。

国内の森林生態系サービスに対する経済評価の事例分析を実施する際には、多様な生態系サービスを種の多様性、生態系の多様性という観点から評価し、異なる森林タイプ間あるいは異なるランドスケープ（異なるタイプの生態系の集合）で比較を行う。国内においては、関連する評価研究は必ずしも多くはないため、広義の生物多様性および生態系サービスを含めて評価事例を収集し、比較検討する。

本サブテーマで得られたコンジョイント分析による経済評価はサブテーマ2の研究成果と照合し、経済評価モデルの精度と信頼性・妥当性を高めるよう努める。そして、サブテーマ2において、これらの研究成果を包括的に統合することにより、生物多様性のもたらす供給・文化的サービスの総合評価を実施する。また、サブテーマ3において、調整サービスの評価を行う。

3. 研究方法

以下に示す4つの調査を段階的に行った。(2) 生物種の価値評価以降は、各年度1回ずつ全国規模のインターネット・アンケート調査に基づくコンジョイント分析を実施し、経済評価を行った。(3) 奥会津森林生態系保護地域の経済評価ではインターネット・アンケート調査との比較を行うため、只見町における郵送アンケート調査を組み合わせることにより、種の多様性と生態系の多様性の観点から森林生態系サービスの経済評価を実施した。さらに、全国規模のインターネット・アンケート調査に基づき、コンジョイント分析による経済評価を実施する前提として、既存の顕示選好法による経済評価データと表明選好法のデータに基づき、オリジナルな経済評価実施のための信頼性と妥当性の検証を行い、経済評価モデル開発のための基礎情報を得ることに努めた。

(1) 回避支出法とコンジョイント分析の比較

一般市民が生態系サービスの低下を回避するために実際に支出した金額と回避行動に基づいて経済評価を行うための回避支出法、そしてコンジョイント分析を適用して経済評価を実施した結果を活用した。回避支出法とコンジョイント分析の結合モデルを比較検証することにより、精度の高い生態系サービスの経済評価モデルを明らかにする研究に取り組んだ。

日本と中国における水の供給サービスについて収集した一般市民を対象とした調査データ、そして日本の公園において収集したレクリエーションに関する顕示選好および表明選好データを利用して実証分析を実施した。

森林などの生態系の劣化にともない、人々に与える生態系サービスの水準が低下し、それを回避または補うために支出を余儀なくされるケースを想定する。急峻な国土を有する日本において、森林は水源として重要であり、浄化された飲料水を安定的に供給する上で重要な役割を果たすことが知られている。淡水供給サービスや水浄化サービスについては、世界的にも重要な環境保全対象となっているが、経済評価においては実証分析や経済評価モデルの開発が十分ではないと考えられる。顕示選好法である回避支出法、あるいは表明選好法である仮想市場評価法(CVM)を単独で使用した研究事例はあり、両者の理論モデルは提示されている。しかしながら、回避支出法によって得られるサービス1単位当たりの支払意志額である限界支払意志額は、個人の支払意志額よりも過小評価されることが知られており、表明選好法による分析結果と比較するとともに、結合モデルなどのモデルによる実証分析手法を改良する必要がある。

そのため、本サブテーマにおいては、水供給サービスについて、日本のつくば市において回避支出法とコンジョイント分析による飲料水供給に関する経済評価を実施し、両手法による分析結果に加えて、両手法を結合させて比較分析を実施した。前述したように、先行研究は両手法のどちらか一方を使用したものか、回避支出法とCVMを組み合わせただけのものがなく、本研究においては両手法により経済評価を実施し、それらの比較を行った。次に、つくば市を事例とする日本における研究成果を踏まえて、中国の揚子江デルタ地域に位置する杭州市と蘇州市の都市住民を対象として、戸別訪問アンケート調査により収集した飲料水に関するデータに基づき、つくば市と同様の経済評価および比較検証を実施した。日本よりも中国の都市部の方が水道水の水質が低く、水源地の環境汚染も深刻であることがさまざまな調査により明らかとなっている。そのことは、日本における調査結果よりも回答者の回避支出水準を高め、分析モデル開発のために質の高いデータセットを提供すると考えたからである。

さらに、顕示選好法と表明選好法による分析結果と同様の結果が、他のデータセットにおいても成立するか否かを比較検証するため、東京都立公園におけるレクリエーション便益を対象として、都市公園利用者から顕示選好法と表明選好法によるデータを収集した。そして、顕示選好法と表明選好法に基づくデータについて、個人の選好の異質性を明らかにできる混合ロジットモデルなどにより分析した。

上記3種類の回避支出法とコンジョイント分析の結果から、後述するとおり、生態系サービスの経済評価については、顕示選好法を単独で用いるよりも、表明選好法を単独で適用するか、あるいは両手法を結合することの利点が明らかとなった。そこで、以下の調査ではインターネット・アンケート調査を利用したコンジョイント分析による経済評価を実施した。

(2) 生物種の価値評価

インターネットを活用したコンジョイント分析の詳細は次のとおりである。調査に際しては、マクロミル社に登録した全国のモニター約30万人の中から1,234人を抽出し、インターネットを介したアンケート調査を平成21年1月に実施した。生物多様性の動植物種別の限界的変化への支払意志額を得ることを目的として、年齢・性別などの諸属性をコントロールしたモニターを対象としてコンジョイント分析を実施した。インターネット調査については、最近では登録モニター数も多く、標本の中立性および信頼性も高まっていると考えられることから、以下の調査にも継続して利用した。

コンジョイント分析による経済評価の対象は、一般市民にも森林生態系がイメージしやすいほ乳類・鳥類の動物種と維管束植物の2種類である。ほ乳類・鳥類は、調査対象となる一般市民にとっての理解しやすさと生態系の代表性などを重視して選択した。維管束植物は、森林景観の代表性などを重視して選択した。コンジョイント分析を実施するには、仮想シナリオにおける属性と水準を決定する必要がある。評価対象の属性としては、動物・植物について①希少種保護：絶滅危惧登録種（IA、IB、II）、②通常種保護：希少種に属さないもの、という4種類に分類した。また、生物多様性の保護対策として、1年1回限りの負担金を徴収するという保護基金を作ること想定した。各属性の水準には種数という単位を利用し、「種の増加＝よく見られるようになる」と定義し、回答者に説明した。仮想シナリオにおける保護対策には、5kmメッシュの地理情報システム(GIS)データとリンクさせるため、25km²の範囲内で実施される対策を想定した。コンジョイント分析によって得られたデータの分析方法として、選好の異質性をとらえることを目的として主に混合ロジットモデルを用いた。

(3) 奥会津森林生態系保護地域の経済評価

生態系サービスに関する定量評価データおよび現地調査に基づき、全サブテーマの調査研究フィールド、かつ国内最大の森林生態系保護地域及び他のタイプの保護地域を対象として、コンジョイント分析による経済評価を実施した。これまで、生態系サービスを発揮している森林の直接的受益者である地元の住民を対象にした評価、またはインターネット調査等により都市住民を含む外部の人々を対象とした評価事例は少ない。本研究においては、平成21年12月にほぼ同一の調査票を用いて2種類のアンケート調査を実施した。地元住民に対してはNPO法人による直接配布・郵送回収によるアンケート調査を実施し、全国の一般市民に対しては前年と同様にインターネット調査を実施し、コンジョイント分析による経済評価を行った。地元住民については全世帯の約半数の900世帯に配布し、555世帯から回収した。回収率は62%であった。インターネット・アン

ケート調査については、平成21年度と同様に(株)マクロミルの登録モニターから1,440人の回答を得た。

地元における郵送調査と全国の一般市民を対象としたコンジョイント分析による経済評価結果については、保護地域を構成する複数のレベルの保護地域設定を各属性として、それに対する限界支払意志額の観点から主に比較検討する。奥会津森林生態系保護地域を構成する属性は、現実の保護地域と同様に、厳格な利用規制がしかれている保存地区、地元による最小限度の利用が許可されている保全利用地区である。さらに、奥会津森林生態系保護地域ではないが、複数の保護地域における保存地区同士をつなぐ緑の回廊も属性とした。また、負の生態系サービスの典型として鳥獣害を取り上げ、鳥獣被害対策を重点的に施す地区を属性の1つとして設定した。

これらの4属性に対して、日常的に生態系サービスに依存している地元の住民と主に都市住民の評価の違いが、2つの異なる調査から明らかになると想定される。

さらに、ここで得られた受動的利用価値についての只見町と全国の対比結果に、サブテーマ2で得られた山菜、溪流釣り、獣害、遭難に関する生態系サービス評価についての情報を加え、比較を行うことによって、利用価値についても只見町と全国を対比させた。これらは、サブテーマ2で収集した情報及び評価法の詳細については後述するように、取引価格、被害額、コストなど、市場等に顕在する価値をもとに算出したものである(表4)。

(4) 保護地域面積拡大の便益推定

生物多様性条約COP10において採択された愛知目標およびSATOYAMAイニシアティブを踏まえて、生物多様性保護のために保護地域面積を拡大することの便益を明らかにするため、全国の一般市民を対象としてインターネット調査によるコンジョイント分析を実施した。インターネット調査は平成22年12月に実施し、株式会社マクロミルの登録モニター1,451人より回答を得た。

愛知目標においては、生物多様性保護のための世界中の保護地域の面積を2020年までに陸域17% (現在10%)、海域10% (現在1%) とする目標値が設定された。そこで、アンケート調査における仮想シナリオにおいて保護地域に関する下記の設定を行った。保護地域については、厳格な利用禁止区域、そして生物に影響を与えない程度の最低限の利用は許可されている区域、里地・里山などのように農業への利用により生態系が維持される地域においては伝統的農業利用を促進するなど、その保護地域の状況に合わせて最も生物多様性保護の効果が高い方法を採用すると想定した。さらに、保護地域を新たに設定するために、不法利用の監視、土地の買い取り、利用制限にともなう補償金の支払い、適切な観光利用に必要な管理等のために生物多様性保護基金を設定し、10年間寄付金を募るという仮想シナリオを設定し、経済評価を行った。保護地域については、生物多様性総合評価や生物多様性国家戦略などにおける生態系やランドスケープ区分を参考として、奥山自然地域、里地・里山地域、河川・湿原地域、沿岸・海洋域の4地域を属性として設定した。それらの4地域ごとの限界支払意志額を明らかにし、経済評価結果について比較検討する。

4. 結果・考察

(1) 回避支出法とコンジョイント分析の比較

まず日本と中国において飲料水に関するアンケート調査データについて回避支出法とコンジョイント分析による経済評価を実施した。

表1に示したとおり、つくば市において収集した生態系サービスの低下を回避するためのデー

タセットを用いた分析結果からは以下のことが明らかとなった。環境支出行動に基づく回避支出法によって推定された残留塩素パラメータの係数推定結果の符号については、モデル推定上の問題が発生した。回避支出法による経済評価については、各属性の水準を設定する際に属性間の相関関係をコントロールできなかったことなどが、推定結果に影響を与えたと考えられる。他方、同様の対象について仮想シナリオを用いて経済評価を行ったコンジョイント分析の結果については、モデルの適合度は高く、回避支出法よりも精度の高い推定結果が得られた。また、残留塩素とトリハロメタン削減という属性に対する限界支払意志額については、回避支出法とコンジョイント分析では約2倍の乖離が生じた。その要因として、コンジョイント分析において提示された水道料金の値上げ額の範囲が実際の回避支出額よりも低かったことが影響している可能性がある。また、回避支出法においては、機会費用を費用計算に加えたことにより、限界支払意志額がより高く推計された可能性もあるが、機会費用をモデルに組み入れなかった場合には、良好な推定結果が得られなかった。

つぎに、表2に示したとおり、中国杭州市における飲料水に関するデータセットに基づき経済評価を行った。コンジョイント分析については、つくば市と同様に、選好の異質性を考慮した混合ロジットモデルによる推定結果の適合度が最も高くなることが明らかとなった。しかしながら、つくば市では住民の回避支出情報に関するデータに基づき、回避支出単独でモデル分析が可能であったが、杭州市では回避支出の代替選択肢間の自由な選択変更が個人にとって容易でなかったものと推測され、回避支出情報のみに基づくデータからモデル分析を行うことは困難であった。そのため、コンジョイント分析によって得られたデータの選択外オプションに回避支出情報を代入することにより、モデル分析を実施した。コンジョイント分析に利用者の回避支出行動という顕示選好データを結合させることにより、顕示選好法または表明選好法を単独で用いるよりも推定結果の適合度が高くなる傾向が明らかとなった。

また、東京都立公園におけるレクリエーション便益を対象として、顕示選好法と表明選好法によるデータを収集し、混合ロジットモデルによる分析を行った。その結果、つくば市および杭州市と同様に、顕示選好データを表明選好データに結合させることにより、適合度が高まることが明らかとなった。

表1 つくば市における回避支出法及び選択実験、結合モデルによる係数推定結果

変数	回避支出法		選択実験		結合モデル	
選択肢固有定数項	-2.36	(-1.65)	-0.236	(-1.42)	-38.5	(-0.049)
残留塩素	-0.0241	(-1.10)	0.0134**	(8.96)	0.0152**	(8.99)
トリハロメタン	0.0216*	(2.54)	0.0146**	(8.14)	0.0166**	(8.84)
整備の拡充	—	—	0.222	(1.88)	0.216	(1.63)
価格	-0.000407**	(-5.28)	-0.00117**	(-12.4)	-0.00128**	(-12.2)
Choices (包括値)	—	—	—	—	0.502**	(3.68)
Optout (包括値)	—	—	—	—	0.0171	(0.048)
観測数	148		888		888	
修正済 R^2	0.102		0.179		0.182	

注：*、**は有意水準5%、1%でそれぞれ棄却されたことを示す。
()内の数値はt値である。

表2 杭州市における選択実験及び結合モデルによる係数推定結果

変数	選択実験		結合モデル	
選択肢固有定数項	0.347**	(4.36)	1.229**	(8.94)
マイクロシスチン	0.307**	(4.34)	0.446**	(3.91)
残留塩素	0.004**	(3.27)	0.002	(0.98)
トリハロメタン	0.005**	(4.68)	0.010**	(6.18)
整備の拡充	-0.017	(-0.23)	-0.044	(-0.37)
価格	-0.005**	(-7.00)	-0.012**	(-7.70)
観測数	1295		570	
修正済 R^2	0.04		0.11	

注：*、**は有意水準5%、1%でそれぞれ棄却されたことを示す。
()内の数値はt値である。

(2) 生物種の価値評価

つぎに、上記の研究成果を踏まえて、インターネットを活用した生物多様性に関するコンジョイント分析を実施した。インターネット・アンケート調査により得られたデータに基づく、混合ロジットモデルによる係数推定結果を表3に示した。それらの係数推定結果から計算した通常・希少動植物の属性についての限界支払意志額の推定結果は、図1に示したとおり、①通常動物保護：0円／世帯、②通常植物保護：3.02円、③希少動物保護：72.1円、④希少植物保護：32.0円となった。希少動植物について比較すると、動物保護に2倍以上高い評価額が得られた。それとは対照的に、通常動植物については植物の方に高い評価額が得られた。通常動物保護については0円であったが、標準偏差パラメータが統計的に有意に0と異なった。このことは、通常動物保護に対してはプラスとマイナスの評価を個人が有していることを示す結果である。

また、混合ロジットモデルの推定結果からは、全ての属性について個人の選好の多様性が確認されたため、選好の多様性の原因を明らかにするため、2つの属性の積を説明変数とする交差項を用いた分析を行った。性別などの個人属性の影響を検証するため、サンプルを分割した後に、各属性について個別に限界支払意志額を推定し、比較を行った。

サンプルの分割は、年齢、性別、イメージした森林、居住地、所得について行った。その結果、サンプル分割した分析結果において特徴的な差が生じたものを以下に示す。通常植物については、可処分所得「800-1000万円」層の限界支払意志額が「200-400万円」層よりも、統計的に有意に高いことが明らかとなった。同様に、「800-1000万円」層の限界支払意志額は、「400-600万円」層よりも高かった。可処分所得の高い層の評価額が高くなることは理論整合的である。

希少動物については、都市内に居住する回答者の方が、都市郊外の居住者よりも限界支払意志額が高かった。これは保全地点から居住地までの距離が評価額に与えた傾向であると考えられる。また、原生的森林をイメージして評価を行った回答者の方が、里山的森林をイメージした回答者よりも高かった。同様に、人工林をイメージして評価した回答者の方が、里山的森林をイメージした回答者よりも高かった。里山的森林については、必ずしも高い評価傾向にはなかったことが特徴的である。性別に関しては、男性の方が女性よりも限界支払意志額が高かった。また、希少植物については、原生的森林をイメージした回答者の限界支払意志額が、里山的森林をイメージした回答者よりも高かった。年齢層については、20代よりも30代の方が限界支払意志額は高かった。このように、交差項を利用して分析した結果、森林の生物多様性に関する限界支払意志額は、複数の社会経済属性について異なるため、生物多様性の経済評価を行う際には、全体の平均値を単純に使用すると、通常動物のように0円と評価され、政策的意思決定や総合評価に使用できないケースを回避できることが明らかとなった。

上記①～④の金額、それぞれの種数、世帯数などをもとに全国規模で種の多様性を評価することが可能である。しかし、ここで対象にした分類群以外にも非常に多くの種が存在すること、希少動植物種の間で絶滅危惧の程度が異なり、一般の人から見た印象などにも種によって明確な差があること⁵⁾などを考慮し、全国評価は行わなかった。

表3 インターネット調査による選択実験の混合ロジット係数推定結果

変数	主効果モデル		交互作用モデル	
ランダムパラメータ				
通常植物 (PC)	0.00195**	(6.50)	0.0136**	(7.37)
希少動物 (AR)	0.000465**	(10.98)	0.160**	(6.22)
通常動物 (AC)	-0.00000319	(-1.63)	0.0959**	(6.17)
希少植物 (PR)	0.0206**	(8.16)	0.130**	(7.19)
AC×PC			-0.000211**	(-4.25)
AR×PC			-0.0000143	(-0.28)
AC×PR			-0.00112**	(-5.55)
PC×PR			-0.0000969**	(-4.84)
固定パラメータ				
負担金	-0.000645**	(-25.49)	-0.000380**	(-4.67)
AR×PR			-0.00170**	(-4.75)
標準偏差パラメータ				
PC	0.00453**	(16.99)	0.00927**	(5.19)
AR	0.00795**	(19.08)	0.0630**	(4.50)
AC	0.0255**	(10.67)	0.150**	(14.61)
PR	0.0227**	(7.48)	0.0570**	(3.03)
AC×PC			0.000514**	(10.59)
AR×PC			0.000372**	(7.22)
AC×PR			0.00183**	(9.36)
PC×PR			0.0000544**	(2.65)
観測数	957		957	
修正済 R^2	0.120		0.187	

注：*、**は有意水準5%、1%でそれぞれ棄却されたことを示す。

() 内の数値は t 値である。

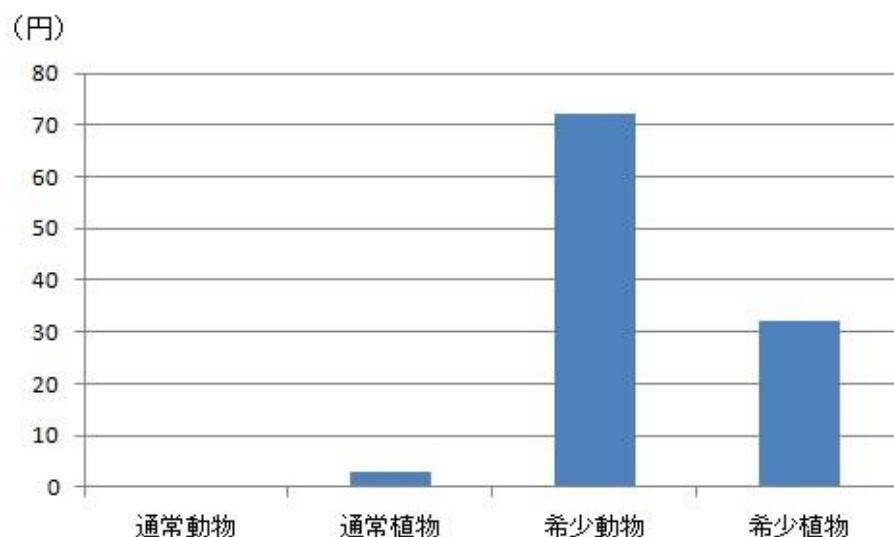


図1 全国インターネット調査による通常及び希少動植物1種保護の支払意志額

(3) 奥会津森林生態系保護地域の経済評価

奥会津森林生態系保護地域に含まれる福島県只見町において実施した町民調査、そして全国の一般市民を対象として実施したインターネット調査の結果について比較した。コンジョイント分析による経済評価の対象となる森林生態系サービスは、主に奥会津地域において保護地域を指定し、適切に運用されることによって発揮されるものである。

奥会津地域には、多くの野生動植物の生息地が残され、イヌワシやクマタカ、カモシカ、クロホオヒゲコウモリなどの絶滅が危惧される種も生息している。植物では、ブナ、コナラ、ミズナラ、ユビソヤナギなどの樹木や、希少な高山植物も多く分布している。とくにブナ林は日本でも随一の規模を誇る。このように、只見町を含む奥会津地域は、森林の生物多様性と生態系サービスの重要性を人々が理解する上で、中心的役割を果たしうる地域である。

只見町民を対象とするアンケート調査では900通の調査票を戸別配布し、550通（61%）が郵送回収された。全国の一般市民を対象としたインターネット調査は(株)マクロミルの登録モニター1,440名を対象として実施した。

両方のアンケート調査結果を比較したところ、以下のような相違点が明らかとなった。只見町民は森林と密接なつながりがあり、森林や林業に関係する仕事をしている割合は家族を含めて31%であったが、インターネット調査では2%であった。森林を所有している割合は、只見町民が72%であったが、インターネット調査では8%であった。このように、日常的な森林との接触頻度や所有関係の異なることが、回答結果にさまざまな違いをもたらした。

図2は、回答者が重要であると考える森林生態系サービスを集計した結果である。地元住民は、洪水や渇水の緩和、水の浄化、土砂流出や地滑りなどの災害防止などの身近な生活基盤を支えるサービスに対して高い評価を示した。それとは対照的に、都市住民が多く含まれるインターネット調査の回答については、「多様な動植物の生息の場」と「地球温暖化防止」が只見町における回答よりも割合は高かった。しかしながら、木材やキノコ、山菜などの生産に対する重要性の評価は只見町の方が高かった。インターネット調査の対象は全国各地に住む人々であるため、森林の直接的な恩恵である森林生態系サービスである供給サービスへの関心は低く、それよりも間接的な生態系サービスの方を高く評価する傾向のあることが明らかとなった。

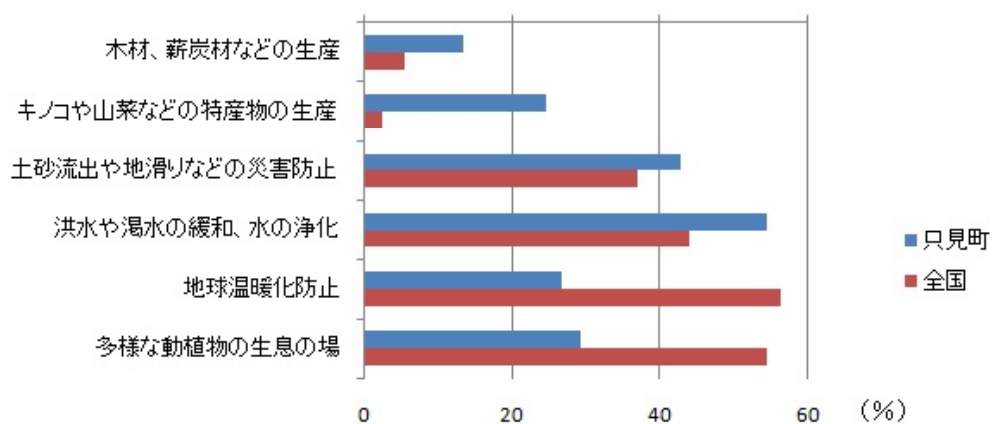


図2 森林生態系サービスの重要度

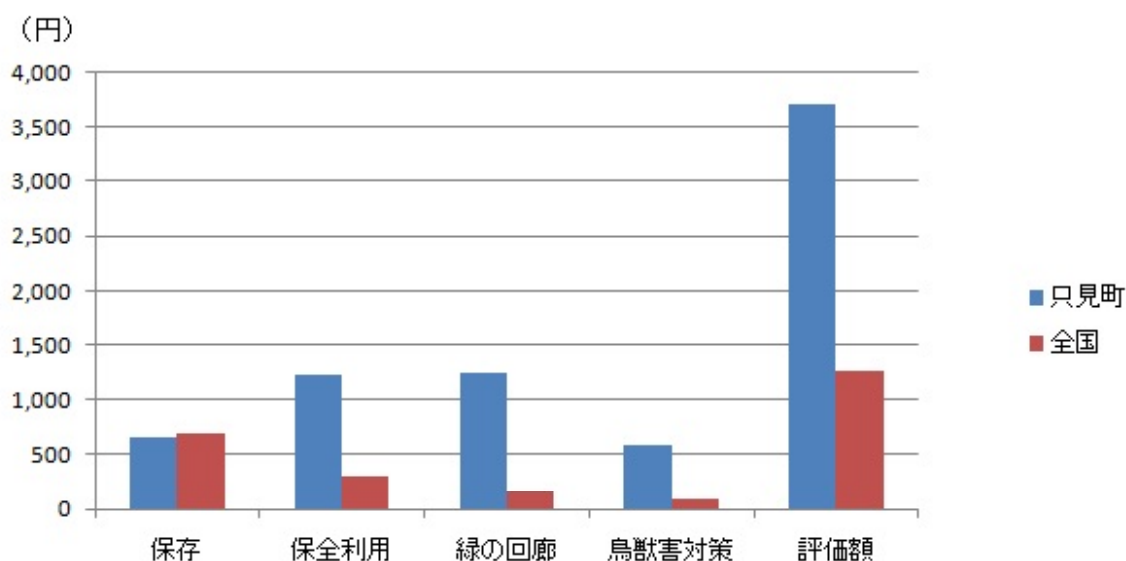


図3 奥会津森林生態系保護地域の経済評価額

コンジョイント分析により得られたデータを条件付ロジットモデルにより分析すると、個人の限界支払意志額という形式で個人の各保護地域1ha当たりの評価額（便益原単位）が得られる。只見町民の奥会津森林生態系保護地域に対する回答者の平均限界支払意志額は、保存地区1ha当たり0.086円、保全利用地区0.016円、緑の回廊0.0077円、鳥獣害対策地区1.2円であった。一方、インターネット調査における限界支払意志額は、保存地区1ha当たり0.091円、保全利用地区0.0040円、緑の回廊0.0010円、鳥獣害対策地区0.19円であった。

図3は、上記の限界支払意志額に、現実の奥会津森林生態系保護地域の面積(84,000ha)を掛け算することにより算出した回答者1人当たり年間支払意志額（評価額）の平均値である。図3の評価額において、鳥獣害対策地区は仮想の対策地区であり、現在実施されていない対策である。そのため、鳥獣害対策地区を除いて計算すると、只見町民の奥会津森林生態系保護地域に対する1世帯当たり年間支払意志額（評価額）は3,127円であり、インターネット調査の評価額、つまり全国民の評価額は1,168円となった。この評価額に世帯数を掛けることにより、各母集団についての総評価額を試算することができる。総評価額を計算した結果、只見町民の総評価額は約600万円となり、全国民の総評価額は約617億円となった。個人の支払意志額は、只見町民の方が約3倍高かったが、母集団数の圧倒的な差が総評価額の差となって表れた。ここで、全国民は国内全ての森林生態系保護地域(495千ha)を念頭に置いて回答していると仮定しても、総面積の17%を占める奥会津地域の評価額は約105億円となり、依然として大きな差がある。

地元住民は、生態系保護の直接・間接的な利用価値の受益者であるとともに、保護地域設定によって経済活動に制約が与えられるというコストを負担している。しかしながら、全国の視点から考えると、母集団数の圧倒的な格差により、地元住民の意見が軽視されることにもつながる。そのため、直接的な受益者であり、管理主体ともなる地元住民と一般市民の意見との違いを理解することの重要性が示唆される結果であった。

さらに、ここで得られた受動的利用価値についての只見町と全国の対比結果に、サブテーマ2で得られた山菜、溪流釣り、獣害、遭難に関する生態系サービス評価についての情報を加え、比較

を行った。供給・文化サービスの利用価値と受動的利用価値について、福島県只見町と全国の1人あたり推定額を算出した結果（表4）、1人あたりの評価では只見町が全国1人あたりに比べてかなり大きな生態系サービスを楽しんでいると推定された。これは、後述するように、天然林が卓越する只見町では、負の側面として遭難リスクが相対的に大きい、森林がもたらす供給・文化的サービスに関わる利用価値が大きい、多雪であるために獣害は少ないことなどが起因していると考えられた。

表4 只見町と全国の経済評価の比較

	只見町	全国
山菜	6,933 (実態調査より)	84 (特用林産統計)
溪流釣り	601 (遊漁券販売額/人口)	27 (HPヒット件数)
獣害 (負の側面)	-21 (被害額統計)	-115 (同左)
山菜採り遭難 (負の側面)	-162 (山岳遭難統計と 搜索コスト)	-6 (同左)
受動的利用価値	3,100 (コンジョイント分析)	1,200 (同左)

(単位:円/人/年 括弧内は算出根拠)

(4) 保護地域面積拡大の便益推定

愛知目標を達成するために、日本全国において保護地域面積を拡大するという仮想政策シナリオに対する便益評価額を明らかにするため、全国の一般市民を対象としてコンジョイント分析を実施した。保護地域については、生物多様性総合評価における区分などを参考として、奥山自然地域、里地・里山地域、河川・湿原地域、沿岸・海洋域の4地域を属性として設定した。

コンジョイント分析に関する質問の前に、ウォームアップ質問として、各地域区分において保護地域を拡大することの是非について質問した。その結果、図4に示したとおり、どの地域区分も過半数の回答者が保護地域の拡大を望み、現状維持を含めると98%程度の回答者が保護地域を維持、拡大した方がよいとする意向を有していることが明らかとなった。奥山自然地域については保護地域を大幅に拡大した方がよいとする意見が多く、全体の19.6%を占めた。他方、里地・里山地域においては13.6%が大幅に拡大した方がよいとの意見であり、奥山よりは若干少ない割合であった。

上記で設定した仮想政策シナリオに基づき、各地域区分の限界支払意志額を推計した結果、図5に示したとおり、回答者1人あたり年間支払意志額は、10万ha当たり奥山自然地域が566円、里地・里山地域が512円、河川・湿原地域が342円、沿岸・海洋域が501円、そして合計すると1,921円という総評価額となった。奥山自然地域と里地・里山地域、沿岸・海洋域は500円台であった。しかしながら、その中でも奥山自然地域の評価額が最も高かったことが特徴的である。また、里地・里山地域と沿岸・海洋域については、現時点では保護地域指定されている面積は小さいが、農業・漁業資源の持続的利用と調和した保護地域指定のあり方を、今後模索していくことに意義があることを示していると言える。

このコンジョイント分析においては、現実の保護地域面積を例示した上で、各地域の保護地域拡大面積水準を一定の基準に揃えて経済評価を実施した。いわば実験的な側面を有するが、保護地域を指定することにより個人が受け取る便益を支払意志額の観点から評価することが可能となった。また、森林や里山地域だけでなく、陸水や海洋などを含む各地域において保護地域指定を

行うことについても便益原単位が得られた。このことは、森林生態系サービスの総合評価を行う上で、ランドスケープごとの相対的重要度を理解することのできる結果である。

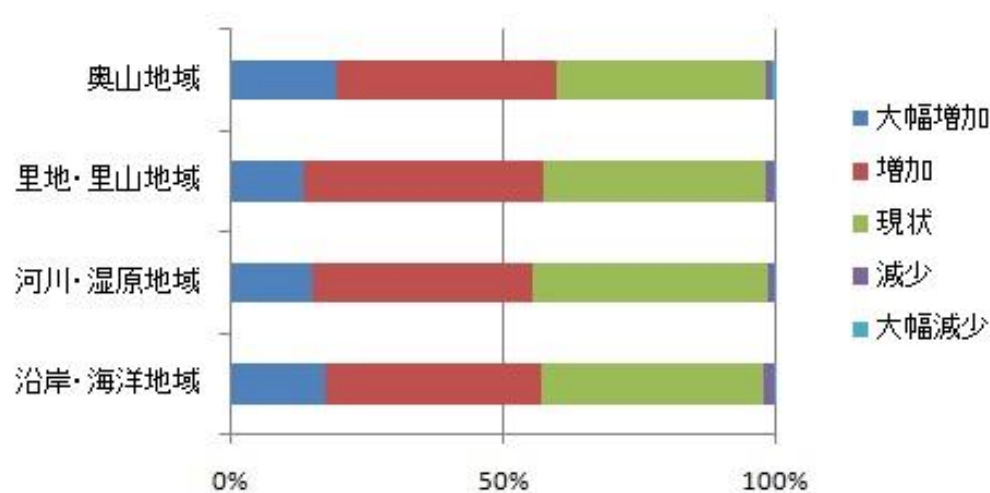


図4 全国インターネット調査による保護地域指定面積への意見

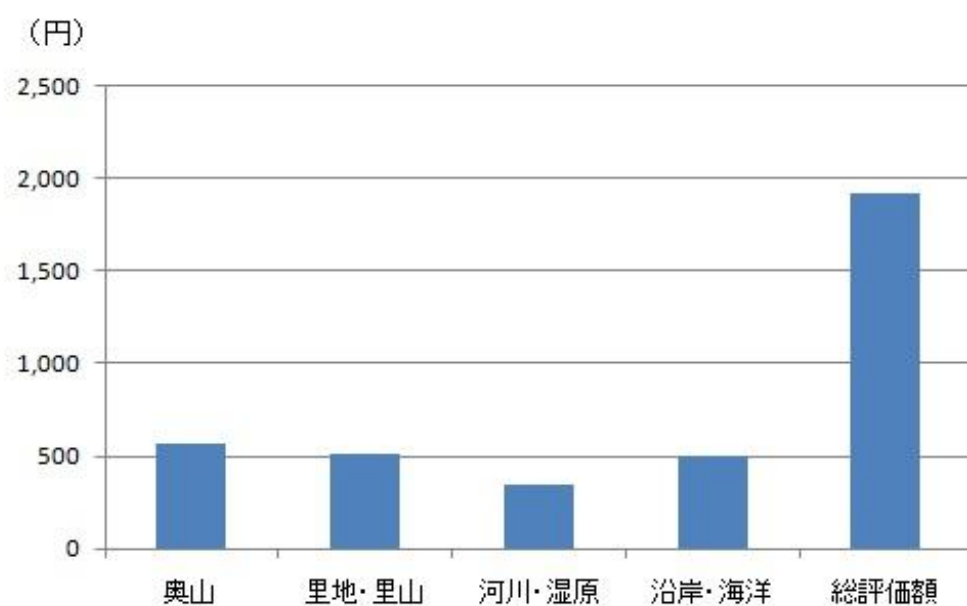


図5 全国インターネット調査による保護地域10万ha追加指定への支払い意志額

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

森林の生物多様性がもたらす生態系サービスについて、コンジョイント分析を適用して評価を実施した結果、顕示選好データを表明選好法に結合させることがモデル分析の適合度を向上させる上で望ましいことが明らかとなった。また、全国の森林生態系サービスの経済的評価額を推計

するための基礎として、動植物の普通種および希少種に関する経済的評価額を得たことは、本研究のとくに有意義な点である。郵送調査や面接調査と比較した場合に、インターネット調査の利点である年齢や所得階層などの諸属性をコントロールできるという標本抽出の柔軟性を活かし、年齢、性別、居住地などの属性に偏りのない標本を対象として、森林生態系サービスの経済評価額を得た。この結果を総合評価のための便益原単位として使用し、生物多様性や生態系サービスの自然科学分野の定量評価結果と結合させることにより、地域別の森林生態系サービス経済評価額を算出することが可能となった。

また、森林の生物多様性がもたらす生態系サービスについてコンジョイント分析を適用し、インターネット調査による全国の一般市民による経済評価額と地元住民の経済評価額の比較を行った。評価対象財を有する地元の住民と地域外の住民の経済評価額を比較した研究はこれまでも散見される。しかしながら、本調査においては配布した調査票の回収率も十分に高く、標本サイズも十分に確保されたため、標本抽出バイアスの影響が一定程度は回避された調査が実施できたと言える。バイアスの影響が小さく、信頼性の高いデータによる比較分析を実施し、生態系サービスの保護と利用の面について、両方の分析モデルと経済評価の結果において有意な差異が検証できたことは有意義である。

個人情報保護法の施行以降、郵送調査や面接調査は実施が困難となりつつあり、急速にインターネット調査の利用が増加している。従来から利用されてきた郵送調査とインターネット調査を比較したことも、経済評価のための調査手法の妥当性の検証という観点から有意義であると言える。インターネット調査の利点は、年齢や所得階層などの社会経済属性をコントロールできるという標本抽出の柔軟性の高さである。その利点を活かし、年齢、性別、居住地などの属性に偏りのない標本を対象として、森林生態系サービスの経済評価額を得たことにより、便益移転手法を適用して、全国の生態系保護地域における森林生態系サービスの便益原単位を得るための重要な基礎的研究成果が得られたと言える。

最終年度は、奥山自然地域、里地・里山地域、河川・湿原地域、沿岸・海洋域における保護地域指定を行うことの便益原単位を得ることができた。日本全国の生態系サービスや生態系を経済評価した従来の成果は、農業や森林などを代替法やCVMによって評価した事例に限定される。本研究において愛知目標の保護地域目標を意識し、日本のほぼ全土をカバーする生態系を対象として支払意思額調査による便益原単位が得られたことは、重要な意義のある研究成果である。

(2) 環境政策への貢献

生物多様性について、経済評価の観点から重要度の高い森林を明確に区別することが可能となり、また生態群系ごとの相対的重要度の比較ができるため、SATOYAMAイニシアティブに基づく森林保全政策を実施する上で有益である。また、奥会津森林生態系保護地域の便益評価結果については、国際的プロジェクトであり、生物多様性国家戦略2010においても重視されている「生態系と生物多様性の経済学（TEEB）」に取り上げられるなど、国内外における政策的意思決定のための基礎的知見として、国際的に発信できた。

6. 引用文献

- 1) Costanza, R., d' Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., et al. (1997). The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. *Nature*, 387: 253-260.

- 2) 栗山浩一, 寺脇拓, 吉田謙太郎, 興梠克久 (2006) コンジョイント分析による森林ゾーニング政策の評価. 林業経済研究 52 (2): 17-22.
- 3) 柘植隆宏(2001) 市民の選好に基づく森林の公益的機能の評価とその政策利用の可能性—選択型実験による実証研究—. 環境科学会誌 14 (5): 465-476.
- 4) Yoshida, K. and K. Kuriyama (2010) The Economics and Policy Studies of Ecosystems and Biodiversity in Japan: Case Studies and Policy Issues. TEEB Japanese Cases.

7. 国際共同研究等の状況

本研究成果の一部は、“The Economics of Ecosystem and Biodiversity 「生態系と生物多様性の経済学」” プロジェクトのケーススタディとして取り上げられ、“TEEB for Local and Regional Policy Makers” 「地方・地域政策担当者のための TEEB」 の P. 48 に Box3.5 として掲載された。生物多様性条約 COP10 開催時には、TEEB サイドイベントにおいて 2 度報告を行うなど、国際的注目度の高い研究プロジェクトの成果報告に貢献した。

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

- 1) 吉田謙太郎, 川瀬靖 (2008) 都市公園におけるドッグラン整備に関する選択モデル分析. 都市計画論文集, 43(3), 679-684.
- 2) 吉田謙太郎, 金井荘平 (2008) 回避支出法と選択実験による飲料水水質の経済的評価. 環境経済・政策研究, 1(2), 64-75.
- 3) 吉田謙太郎, 中西智紀 (2010) 選択実験による郷土種に配慮した森林公園整備の経済的評価. 農村計画学会誌 28:189-194.

<その他誌上発表>

- 1) 吉田謙太郎 (2009) 森林生態系サービスの環境評価と政策利用—生態系サービスへの支払に向けて—. 自然資本の保全と評価, ミネルヴァ書房, 京都, 216-233.
- 2) 吉田謙太郎 (2010) 生物多様性と生態系サービスの経済学的評価. 農村計画学会誌, 29(2), 132-137.
- 3) 吉田謙太郎 (2010) 生物多様性の経済評価と生態系サービスへの支払い. 環境情報科学, 39(3), 27-32.
- 4) 吉田謙太郎 (2011) 農林水産業に関する生物多様性と生態系サービスの経済価値評価. 農林水産業を支える生物多様性の評価と課題, 養賢堂, 東京, 173-192.

(2) 口頭発表(学会)

- 1) Tanaka, K., K. Yoshida, and Y. Kawase (2008) Applying Geographically Weighted Regression to Conjoint Analysis; Empirical Findings from Urban Park Amenities. Annual Conference of American Agricultural Economics Association, Orlando. USA
- 2) Ohdoko, T. (2008) Comparison of Complete Combinatorial and Likelihood Ratio Test:

- Empirical Findings from Residential Choice Experiments. Annual Conference of American Agricultural Economics Association, Orlando. USA
- 3) Yoshida, K., and J. Yang (2008) Valuing Drinking Water Quality in Urban China Using Averting Expenditure Method and Choice Experiments. The 10th Biennial International Society for Ecological Economics Conference, Nairobi. Kenya.
 - 4) 楊ぎょく, 吉田謙太郎 (2008) 中国都市部における飲料水水質向上政策の便益評価と便益移転可能性の検証に関する研究. 環境経済・政策学会2008年大会.
 - 5) 吉田謙太郎, 川瀬靖 (2008) 都市公園におけるドッグラン整備に関する選択モデル分析— GraphicsとTextによる選択肢集合の比較—. 日本都市計画学会年次大会.
 - 6) 大床太郎, 吉田謙太郎 (2009) 生物多様性と生態系サービスの経済評価の課題. 日本生態学会第56回大会
 - 7) Yoshida, K. (2009) Valuing Drinking Water Quality in Urban China Using Averting Expenditure Method and Choice Experiments. European Association of Environmental and Resource Economists, Amsterdam. Netherland.
 - 8) 吉田謙太郎, 中西智紀 (2009) 選択実験による郷土種に配慮した森林公園整備の経済的評価. 農村計画学会2009年度秋季大会.
 - 9) 大床太郎, 吉田謙太郎, 山下真梨 (2009) 森林生態系における生物多様性の存在価値. 環境経済・政策学会2009年大会.
 - 10) 吉田謙太郎, 松田香穂里 (2010) 森林生態系経済評価における調査手法及び仮想シナリオに関する検証. 環境経済・政策学会2010年大会.

(3) 出願特許

なし

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

長崎大学環境科学部公開シンポジウム「森林生態系と森の恵み」（平成22年11月22日、長崎大学環境科学部342教室、参加者80名）

(5) マスコミ等への公表・報道等

なし

(6) その他

特に記載すべき事項はない