

課題名 E-0902 里山・里地・里海の生態系サービスの評価と新たなコモンズによる自然共生社会の再構築

課題代表者名 渡邊 正孝（国際連合大学高等研究所 客員教授、慶應義塾大学 特任教授）

研究実施期間 平成21～23年度

累計予算額 175,032千円（うち23年度 52,315千円）
予算額は、間接経費を含む。

研究体制

- (1)里山・里地・里海の生物多様性・生態系サービスの保全・利用の戦略展開(国際連合大学高等研究所)
- (2)生態系サービスの変化に関する直接・間接的要因の分析(独立行政法人国立環境研究所)
- (3)長期的・広域的な視点からみた里山・里地・里海の定量的な評価(横浜国立大学)
- (4)里山・里地における生物多様性と多面的機能の統合的な評価(東京大学)
- (5)里山・里地・里海の文化的価値の評価(人間文化研究機構総合地球環境学研究所)

研究協力機関

特に記載すべき事項はない

研究概要

1. はじめに(研究背景等)

過疎化や高齢化、農林産物の輸入、土地所有権の細分化等による管理粗放化が進み、生態系が質・量的に変化するとともに、気候変動等、地球規模での変動が生態系に大きな影響をおよぼす可能性が高まっている。生物多様性や生態系の価値を損なわず、自然資源を有効活用する方策を科学的に提示することは急務の課題である。これまで日本の里山・里地・里海では、程度の差はあれ、生物資源を使い尽くさず、社会的な利益分配が公平で、しかも持続的な利用が続けられてきた。これは、共同体による入会地の管理と維持によるものであり、それを裏付けていたのが伝統的知識や慣行といった地域の文化である。現在、日本の里山に「第二の危機」にあたる深刻な事態が進行しているのは、里山による供給サービスの低下という直接的な原因だけではなく、過疎等による中山間地の村落共同体の崩壊や、伝統文化の消滅等による都市近郊の村落共同体の弱体化も大きな影響を与えている。里山・里地・里海の公益的な機能を維持再生する仕組みを構築するためには、里山・里地・里海の自然科学的な評価を行うとともに、人々の意識のなかにある文化的価値を正しく評価し、新しいコモンズとしての制度設計を提案する必要がある。本研究では、伝統的な日本の里山・里地・里海が人間社会に与えてきた恵みについての自然科学的な評価と、経済・文化的価値を含む人文社会科学的な評価を統合させ、自然共生社会の再構築に至る道筋を示すことが強く求められている。

2. 研究開発目的

日本の里山・里地・里海がもたらす生態系サービスを対象とし、ミレニアム生態系評価(MA)の概念的枠組みを適用して、生態系サービス(供給機能、調整機能、基盤機能、文化的機能)の変化、その直接的・間接的な要因、社会経済への厚生への変化といった要素を総合的に評価する。これにより、生物多様性および調整サービスを損なわずに供給可能な各種資源利用形態の最適配分や最適管理基準を示すとともに、生態資源のコモンズ的利用形態とコモンズの持続とその歴史的変遷を解明して現在の人々が里山・里地・里海に求める文化的価値あるいは関わりを抽出することにより、持続可能な自然共生社会の再構築に向けた政策オプションを提示することを目的とする。

3. 研究開発の方法

(1)里山・里地・里海の生物多様性・生態系サービスの保全・利用の戦略展開

生態系サービスの総合的な評価を可能にする多地域応用一般均衡モデルの中で、関税等の政策変更による地域経済への影響を詳細に分析することが可能であり生産要素に土地が含まれている武田・伴モデル(2008)を基本モデルとして選択し、生態系サービスの生産効率への導入と生態系サービスが持つ外部経済性を導入した

モデル拡張を行った。またブランド価値(選好)の変化として輸入農産物から国内農産物への嗜好が変化する場合についてもモデル拡張を行った。

① 生態系サービスの生産効率への導入と外部経済性

各産業部門は里山サービス(里山が提供する生態系サービス)を受けており、里山サービスの増加(又は減少)が生産効率を増加(又は減少)させ、里山サービス量の増加(又は減少)が各部門の生産性の増加(又は減少)をもたらすとした。里山サービスは里山の水準に依存すると考え、部門*i*のネットの生産は部門*i*の生産から里山サービスの低下により部門*i*が受ける損失を差し引いたものと定義し、各部門の損失は里山サービスの全体の価値とそのシェアに依存するとして、外部経済性を導入した。サブテーマ2で評価された生態系サービスの中で、洪水防止サービス、気温調整サービスのみを考慮した。この洪水防止・気温調整サービスの量は地域全体として受けるサービスの価値であり、これを里山サービスの全体の価値とし生産額のシェアに応じて各部門に配分して各部門が受けている里山サービスの量を求めた。2005(平成17)年地域間産業連関表4)を8地域区分(北海道、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州・沖縄)、23産業部門に集約してベンチマークデータセットを構築した。

② ブランド価値の変化

モデルでは輸入材と国内財はCES関数を通じて統合されており、農産物についてArmington統合関数内の重み付けパラメータを変化させ、輸入農産物から国内農産物への嗜好が変化するという形で導入している。輸入パラメータを低下させる(国内財のパラメータを上昇させる)ことで、価格は変わらなくても国内財をより多く購入することになる。

政策として①里山の水準を向上させるための活動(里山ステewardシップ)に対して、活動費用を各地域の家計から一括税の形で徴収する政策、②貿易関税を撤廃する政策、③国内農産物のブランド価値が上昇する政策、の3つの政策について里山・里海の保全・利用への効果について感度解析を行った。

(2) 生態系サービスの変化に関する直接・間接的要因の分析

まず、MA等の生態系サービスに関する既存研究の調査や現地調査により生態系サービスと直接的要因(外部からの資源投入【肥料、農薬、エネルギー】、水利用構造、食料・木材の消費の変化、土地被覆・利用変化、気候変動等)および間接的要因(人口変化、産業構造、技術的要因、政策的要因等)を構造化し、それに基づいて生態系サービスデータベースを構築した。

次いで、これまで開発されてきた環境勘定(SEEA、NAMEA等)および生態系サービスの経済的評価(TEEB等)に関する既存研究の枠組みを適用し、都道府県別の生態系サービスの経済的評価手法を開発した。本研究では水循環を対象に生態系サービスの経済的評価を行った。その理由は、生態系サービスは供給サービス、調節サービス、文化的サービス、基盤サービスの4つに分類されるが、水は水供給(供給サービス)、気候調整および洪水制御(調整サービス)、水循環および長期の気候調整(基盤サービス)と、生態系サービス全般に関連する対象として位置付けられており、生態系サービスを包括的に扱えるという利点があるためである。

上記の生態系サービスの経済的評価手法を複数年に適用し、生態系サービスの価値の経年変化を定量的に評価することで、生態系サービスの変化に関する要因分析を行った。

(3) 長期的・広域的な視点からみた里山・里地・里海の定量的な評価

里山の生態系サービスの喪失、質の変化、維持を歴史的に検証するとともに、各地の里山・里海の長期的・広域的な消滅リスクおよび保全管理手法を分析した。

①コーホート変化率法を使用して、全国の2次グリッド単位の人口をもとに、2035年の将来推計人口を求めた。石川県を対象として、3次グリッド(1km四方)単位の将来推計人口を求めた(コーホート要因法)。石川県については、都市人口の5%が二地域居住を実践した場合の効果を確認した。

②絶滅危惧Ⅰa類、絶滅危惧Ⅰb類および絶滅危惧Ⅱ類の中から、自然遷移、動物食害、管理放棄の減少要因を持つ植物を「里山RDB種」と定義し、次に、全国個体数*N*、減少率*R*および分布区域数*L*から、ある区域を10年間保全することによるRDB種の絶滅リスクの減分を算出した。これを、2次メッシュ単位で集計したものを区域のホットスポット指標として日本全域を評価した。

③白山ユネスコエコパーク地域の里山資産を抽出・棚卸し評価を行い、出作り集落の分布図とクマ獺、山菜採取地をGIS化し出作り分布図と重ね合わせた。最後に各資産の消滅若しくは消滅危惧状況を取りまとめた。

④里海の長期的傾向について、1960年代からの日本の漁獲量と漁獲物栄養段階指数の変化を求め、また、伊勢湾三河湾のイカナゴ漁、2005年に世界自然遺産に認定された知床についても言及し、漁業者の自主管理が成功する条件を明らかにした。

(4) 里山・里地における生物多様性と多面的機能の統合的な評価

まず、広域スケールでの生物多様性評価手法について、土地被覆等の生息地情報に関する既存のデータセットおよび水田－森林境界長等の指標を用いたハビタット評価手法を構築した。また、農業生態系調査情報システム(Rural Landscape Information System: RuLIS)の農業生態系区分を用いて、全国－地域スケール間の関係を把握した。次に、調整サービスの評価モデルを構築するため、国土数値情報を中心とするメッシュデータをデータベース化したうえで、既往の成果および利用可能な現有データセットの内容に基づき、各種環境保全機能(土壌侵食防止機能、水かん養機能、大気浄化機能等)の評価式およびカテゴリ評点表を作成し、3次メッシュ単位で上記機能の評価を行った。またRuLISを活用し、農業生態系区分ごとに上記機能の変動を解析した。地域スケールについても、より詳細な数値情報を用いて同様の評価モデルを構築し、上記機能の解析を行った。以上の結果を踏まえ、生物多様性評価モデルおよび生態系サービス(調整サービス)評価モデルを用いて両者の関係を解析したうえで、土地利用を共通の変数とした生物多様性・生態系サービス統合的な評価の妥当性について、全国スケールおよび地域スケールで検討するとともに、スケール間の整合性を確認した。

さらに、特徴的な農業農村振興策を実施している栃木県内の市町村を事例地域として、複数の土地利用シナリオを具体的な管理形態として設定し、上記の統合評価モデルを用いて生物多様性(モザイク構造)と生態系サービス(供給、調整)の変化を予測・比較したうえで、すべての要素がバランス良く維持される土地利用シナリオを、最適な土地利用オプションとして提示する手法を検討した。

(5) 里山・里地・里海の文化的価値の評価

① 意識下にある文化的価値の再評価

日本の里山・里地・里海における生態系がもたらす文化的サービスは精神性、レクリエーション、美意識、教育、共同体意識、象徴性等、質の異なる諸要素を含んでおり、人々の意識下にのみ存在するために、これまで客観的な評価がたいへん困難であった。一方、日本の里山・里海で育まれてきた、共同体による入会地の管理と維持の慣行とその知識は、里山・里海を維持してきた重要な文化的な要因である。これらの文化的価値を再評価することを通じてコモンズとしての里山・里海のもたらす文化的意義を未来に向けて「新しいコモンズ」として位置づけた。

② 数量化を通じた里山・里海の評価

文化的な価値を共通の尺度で評価することは一般に困難を伴う。各地域で実践されてきた慣行やその背景となる民俗知は個別的に記述することが常套手段である。日本全国の多様な環境における里山・里海の文化的な価値を、前近代にさかのぼって土地・海面利用の実態として把握し、さらには文化的な意識調査を通じて数量化することは可能である。里海については、生態資源のコモンズ的な利用形態とその歴史的変遷を明らかにするために、明治後期における実態を5,489件に及ぶ「明治専用漁業権原簿」の登録データに基づいて、近代化が進行する直前の明治後期における実態を分析した。一方、全国の10～79歳の男女8,200名を対象に、株式会社メディアインタラクティブが運営する「アイリサーチ」モニターに対するインターネットアンケートを行い、現代の人々が里山・里海に求める価値と関わりについての意識を調査した。

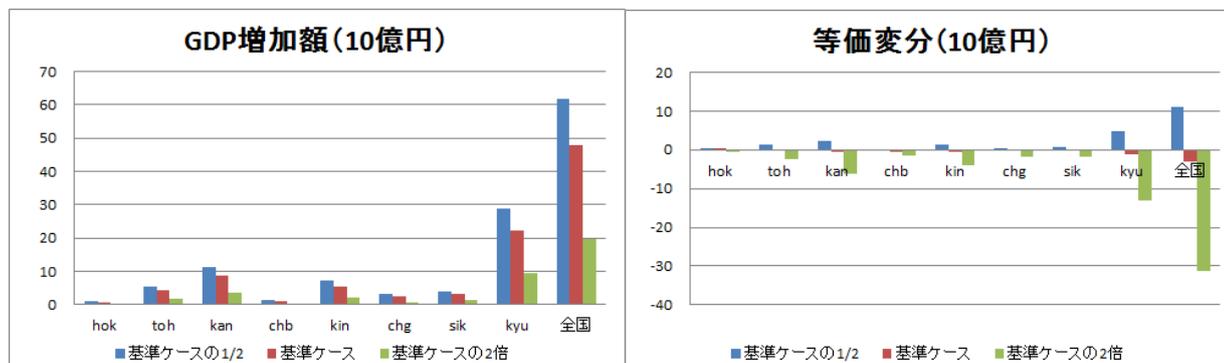
4. 結果及び考察

(1) 里山・里地・里海の生物多様性・生態系サービスの保全・利用の戦略展開

① 里山ステュワードシップ政策の里山・里海の保全・利用への効果

里山の水準を上昇させるための活動(里山ステュワードシップ)を導入し、活動の費用は各地域の家計から一括税の形で徴収しファイナンスするとした。里山の水準が上昇すれば各部門の生産性が上昇する。基準ケースでは、里山サービス増加率を30%とし、その活動コストは1円分の里山サービスの増加に0.5円のコストがかかることと仮定している。里山サービスとして1)洪水防止機能のみ30%増加、2)気温調整機能のみ30%増加、3)二つの機能を両方とも30%増加、の3つのケースを検討した。ステュワードシップ導入でGDPはすべてのケースで増加するが、等価変分はすべてのケースでマイナスとなった。等価変分がマイナスになるのは家計からステュワードシップの費用を徴収しているためと思われる。

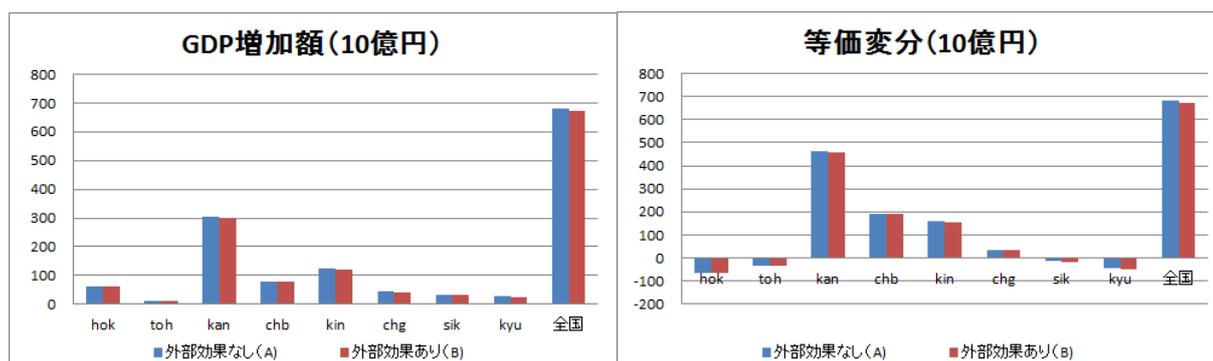
里山ステュワードシップによる里山増加(増加率は30%)のための費用を変更したケースを検討した。基準ケースの費用の場合、基準ケースの1/2倍の費用の場合と基準ケースの2倍の費用の場合とを比較した。この結果里山増加(増加率は30%)のための費用を1/2に変更すると等価変分もプラスとなるが、逆に費用が2倍なら等価変分は大きくマイナスになることが判明した。このことから、里山増加の費用対効果が1:4以上であれば、GDP増加と等価変分のプラスが同時に達成されることになり、里山ステュワードシップ政策の里山・里海の保全・利用に対する有効性とその投資効果の最適解が提言され得ることを示した。



図(1)-1 里山増加費用変更によるGDPと等価変分(基準ケースの1/2: 基準ケースの1/2倍の費用、基準ケース: 基準ケースと同じケース、基準ケースの2倍: 基準ケースの2倍の費用)

② 貿易関税の撤廃政策の里山・里海の保全・利用への効果

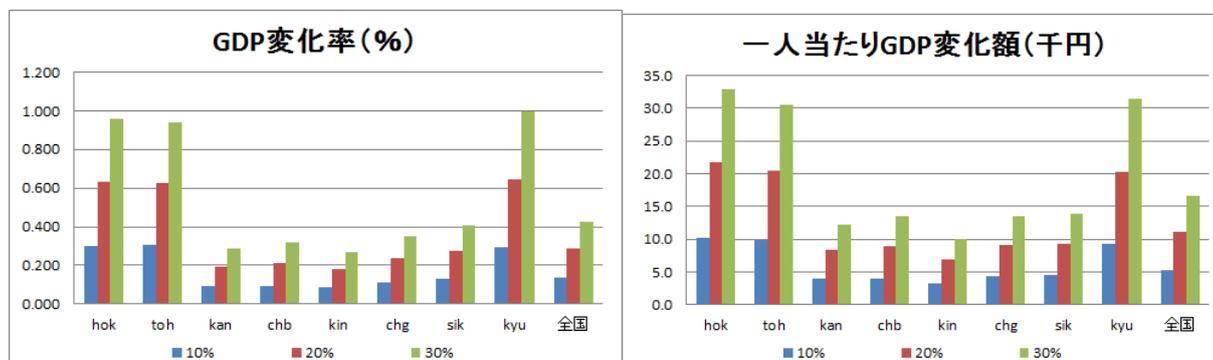
貿易関税の撤廃のケースについては、里山サービスの効果を考慮せず(外部効果なし)と、「貿易自由化→農業生産変化→里山水準変化→里山サービス変化→他の部門の生産性変化」という外部効果を考慮した(外部効果あり)のケースを検討した。「外部効果なし」の場合、各地域のGDPは増加(特に関東と関西が増加)し全体としては6,823億円の増加。等価変分も全体ではほぼ同額増加するが、北海道、東北、四国、九州の農業地域は減少する。「外部効果あり」の場合、関税撤廃で里山の水準が低下し、それが他の部門の生産にマイナスの影響をもたらすことになるので、関税撤廃の利益(6,707億円の増加)は外部効果なしに比較して小さくなる。里山水準低下の外部効果は関税撤廃の利益と比較して非常に小さいが、これはもともとの里山サービスの価値がそれほど大きくなく、また限定的な生産資本のみを評価しているためであり、今後里山サービスの価値評価にその他の価値(例えばサプライチェーンの影響や社会資本等)の評価も含めることが求められる。



図(1)-2 貿易関税の撤廃政策によるGDPと等価変分(外部効果なしと外部効果ありのケースの比較)

③ 消費者の国内農産物に対するブランド価値が上昇する政策の里山・里海の保全・利用への効果

国内の農産物のブランド価値が上昇するというシミュレーションを、消費者による輸入農産物から国内農産物へ嗜好が変化するという形で扱った。基準ケースにおける各地域の農産物の輸入に関する重み付けパラメータを0.43~0.45に設定した。シナリオとして農産物についての輸入に関する重み付けパラメータを基準ケースから10~30%の幅で低下させた。



図(1)-3 ブランド価値上昇によるGDP変化と一人当たりGDP増加額

この結果30%のケースでは、全国平均で一人当たりGDPは16,600円の増加。特に、北海道、東北、九州・沖縄

での増加額が3万円強の増加となり大きい。消費者の国内農産物に対するブランド価値の上昇(国内の農産物への嗜好の変化)は、北海道、東北、九州・沖縄に特に大きい利益をもたらすことが判明した。

以上のように里山・里海の保全・利用を促進するために、里山がもたらす生態系サービスの定量的な価値評価およびその外部経済を含めた経済波及効果を定量評価するとともに、消費者の選択の影響を含めて里山・里海の保全・利用政策の効果を解析した。里山・里海の保全・利用の促進政策を実行するための制度設計、財政的負担、消費者負担等を明確にし、費用対効果を明らかにした政策提言に結びつけることが可能となった。

(2) 生態系サービスの変化に関する直接・間接的要因の分析

日本の水に関わる生態系サービスの経済的価値は、1985年で18兆円、1995年で24兆円、2005年31兆円となり、1985年から20年で1.7倍に増加している。しかしながら、生態系サービスに対して実際に支払われた価値の割合は、1985年、1995年と14%であったのに対して、2005年は11%に減少しており、生態系サービスの経済的価値が外部化される傾向が強まったと言える。内訳を見ると、供給サービスは1995年を境にほぼ横ばいであることから、調整サービスの価値の増加による所が大きい。特に洪水調節サービスの価値の増加率(1985-1995:+99%、1995-2005:+36%)が高い上に、全ての年度で合計値に占める割合(1985年:31%、1995年:45%、2005年:49%)が高く、洪水調節サービスの変動が経済的価値に与える影響が大きいと考えられる。また、気温調節サービスの全価値に占める割合は22%(2005年)と高い値を示すが、1995年にはこの割合が6%と激減している。これは原油価格の違い(2005年:4.34円/千kcal、1995年:1.19円/千kcal)による所が大きい。

都道府県別の生態系サービスの経済的価値の変化は、都道府県によって大きく異なる。生態系サービスの経済的価値総量が大きく増加した都道府県は鹿児島県であり、20年で13倍に増加しているという結果となった。これは洪水調節サービスの価値の大幅な上昇が大きな要因であることが明らかとなった。生態系サービスの変化率を見ると、1985-1995年の間では、福井県の変化率が最も高く7倍となった。福井県では1985年から1995年にかけて、洪水調整サービスの価値単価が4円/m³から168円/m³へと高騰した事が主要因であることがわかった。一方、1995年から2005年では、山梨県の増加率が最も高く5倍に増えている。これは1995年から2005年にかけて、洪水調整サービスの価値単価が上がった(1995年:16円/m³、2005年:45円/m³)のに加えて、森林の洪水調整量も増加(1995年:36億m³、2005年:59億m³)したためといえる。

(3) 長期的・広域的な視点からみた里山・里地・里海の定量的な評価

里山の生態系サービスについて、人的資源の変動性から消滅リスクを明らかにし、地域の自然資源の自主的管理が成功する条件を示した。

① 里山の将来推計人口と二地域居住

全国を対象とした人口推計では、現在の傾向が続いた場合、限界集落の維持が困難であることが示された。限界集落グリッドの割合が高いタイプは荒地+森林型(非豪雪)、森林単一型(非豪雪)、荒地+森林型(豪雪)、森林単一型(豪雪)であったが、二地域居住がシナリオどおりに進展した場合、消滅リスクを減少させる効果が大きいことが分かった。食料自給率については、現在の生産を維持すれば、人口減少によって、需要が減少するので、限界集落の水田を放棄しても、食料自給率は低下しないことが示唆された。

② RDB維管束植物

第一に、保全効果が高い上位2ランクの区域面積が全国に占める割合は、8.31%であった。また、保全効果が最も高い区域は、人口密度が1,000-10,000人/100km²の区域がもっとも多く、一方、簡易的指標による分析では、人口密度が20人/km²未満のグリッドで、劣化の程度が深刻であることが分かった。

③ 里山の資産

白山ユネスコパーク地域の里山資産、生態系サービスについて、森林生態系のウェイトが高く、植物の比重が大きいことが分かった。そのなかで、「出作り」等を上位クラスターとする地域固有の資産とサービスが既に消滅し、さらに今後の人口減少により消滅するリスクが高まることが分かった。

④ 里海の自主的な管理

日本の海洋栄養段階指数は、3.6と世界平均よりも高く、長期的に維持されていることが判明した。また、漁業者の自主管理が成功する条件が判明した。①資源が激減した経験があること、②長期的な利益を漁業から得られると期待できること、③地域の研究者が漁業者に助言すること、④自主管理方策を必要に応じ改定できること、⑤合意までに何百回もの話し合いを持つことが重要である(Matsuda et al., 2010)。

(4) 里山・里地における生物多様性と多面的機能の統合的な評価

里山・里地のモザイク構造を指標する水田-森林JOIN値等を3次メッシュ単位で計算したうえで、RuLISの階層的農業生態系区分(クラス)ごとに集計した。その結果、各スケール間でのJOIN値の関係には整合性がみられ、また下位区分(地域スケール)で高いJOIN値を示すクラス(例えば、低地・丘陵地水田景観、下流域台地谷津

田景観等)は、既往研究において生物生息ポテンシャルが高いとされた景観域とほぼ一致していた。以上から、JOIN値を用いることで、里地里山の生物多様性を生息地情報から評価でき、また、RuLISの農業生態系区分の階層性を利用することで、生物多様性をマルチスケールで評価できることが明らかになった。

調整サービスについては、土地利用を変数とした評価式を構築し、各機能の時間的・空間的变化を把握した。その結果、国土スケールでは過去30年間で大きな変動は認められなかったが、地域スケールで見ると、その分布および変化のパターンは異なることが分かった。さらに、同一クラス内でも、下位区分のクラス間では評価値の分布・変動に差異のあることが明らかになった。以上から、調整サービスの地域特性およびその変動についても、各機能評価値を農業生態系区分ごとに解析することでマルチスケールで評価できることが示された。

生物多様性評価モデルおよび生態系サービス(調整サービス)評価モデルを用いて、両者の関係について異なるスケール(全国スケール、地域スケール)ごとに解析した結果、土地利用という共通の変数、国土数値情報に代表される共通のデータセット、RuLISの農業生態系クラスという共通の評価単位を用いることで、生物多様性と生態系サービスの統合的な評価が可能であることが示された。

土地利用シナリオについてはまず、事例地域における土地利用と管理形態・水準に関する具体的な情報に基づき、複数の土地利用シナリオを作成したうえで、各シナリオに対応した土地利用配置・配分パターンを決定した。例えばM町の場合、①家畜導入による水田・林地再活用シナリオ、②条件不利農地の管理粗放化シナリオ、③従来型農地利用シナリオ等のシナリオを設定したが、①については、対象地の農地・林地面積等の資源量に応じて、必要となる土地利用(放牧用地、牧草・飼料イネ作付農地等)を現行水田を中心に配分・配置し、②については、基盤整備情報を用いて、未整備農地を耕作放棄地に変化させた。その結果、シナリオ間で異なる変化の傾向が予測され、各要素の増加を最大化あるいは減少を最小化させる土地利用オプションが抽出できることがわかった。M町の事例では、家畜導入によって水田・林地の再活用とモザイク構造の維持が図られるシナリオにおいて、各要素が最もバランスよく維持されるという結果が得られた。最適シナリオは対象地域(市町村)によって異なるものの、本研究で示した評価フレームは、複数の土地利用シナリオから最適な土地利用オプション(最適な土地利用配分・配置や管理方法の情報パッケージ)を選択する際の意思決定支援ツールとして有効であることが示された。

(5) 里山・里地・里海の文化的価値の評価

① 漁業権原簿による里海のモデルと未来設計

5,489件におよぶ「明治専用漁業権原簿」の登録データと現在を比較すると、平成23年時点では漁業協同組合の統合、廃止等を通じて、全国での漁業協同組合数の総数は明治期の24%まで大幅に減少していた。自治体別にみると、明治期には長崎で漁業協同組合は434と最も多く、次いで愛媛(408)、三重(272)、新潟(240)、山口(229)、島根(210)と続く。一方、栃木と埼玉(4)、滋賀(2)、奈良(3)、山梨(5)と内水面での専用漁業権を登録した件数は少ない特徴がある。漁業協同組合ごとに専用漁業権として登録された漁業種数をみると、5種類以下を最大に、種類数の多い地域は激減する。20以上の漁業を登録した漁業協同組合は10%にすぎない。ただし、漁業種類そのものはいへん多く、特に海藻類や貝類の漁業種類がたいへん多く、現在とは比較にならないほど多種類の資源が採集・利用されていたこと、農業用肥料を目的とした漁業が広く行われていたこと、魚類・海藻の方言名が多いことが判明した。また、ジュゴン、アオウミガメ、ゴカイ等、現在では見られない漁業も数多くあった。

② 里山・里海の生態系サービスに関するアンケート調査

「あなたは田舎が好きですか。」という問いに対しては、田舎が「好き」27.9%、「どちらかといえば好き」を合わせると、全体のほぼ8割が『好き』と回答した。日本の田舎と聞いてのイメージについては、「懐かしい」、「美しい」、「不便な」、「癒される」、「季節感のある」がトップ5であった。田舎との関わり方のトップ3は、「自然と触れ合いたい」、「休養したい」、「観光したい」であり、一方、「特に関わりたいとは思わない」も1割以上の回答があった。「今住みたい」「いつか住みたい」と回答した人に対して、男性は「今の仕事がやめられない」ことが最大の理由となっているが、女性は「買い物が不便そう」が上回っていた。また年代別では、60才以上は「医療が不安だ」が最も高くなっていた点が注目される。所得保障により、田舎への移住の可能性が「(非常に、やや)高くなる」と回答したのは全体の42.9%で、「どちらともいえない」がほぼ半数を占めた。十分と考える所得保障額は、「5万円未満」と「5万円以上」がほぼ二分された。無償あるいは極めて安価な住宅が提供されれば、田舎への移住が「(非常に、やや)高くなる」と回答したのは全体の49.6%であった。「環境にも配慮して、安心安全な農産物ほどの程度までなら高くても購入しようと思いませんか。」という問いに対して、「高くなるなら買いたくない」は約3割にとどまり、高くても購入する人の方が多く、2割超のプレミアムになるとかなり限定された。ただし、「金額に関係なく価値があれば購入する」とする人も14.1%と1割以上を占めていた。

5. 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

本研究は、生態系サービスという概念のもとで、里山・里地・里海の自然科学的な評価と、経済的、文化的価値を含む人文社会科学的な評価を統合させ、そのうえで自然共生社会の再構築に至る道筋を示そうとするものであり、その科学的意義は極めて高い。

これまで定量的評価が困難であった生態系サービスの中の調整サービスに関して定量的評価を行うとともに、その外部効果を一般均衡モデルを用いて評価することが可能となった。また、水循環を対象に日本の都道府県別の生態系サービスの価値の経年変化を定量的に評価することにより、生態系サービスの経済的価値の包括的な評価手法の開発に成功した。RDB維管束植物の保全効果等については、全国レベルで、かつ、定量的に評価できた。さらに、土地利用を生息地情報として用いた里山・里海の生物多様性評価手法を開発し、農業生態系における生物分布情報が未整備の日本において、初めて空間構造特性に基づく統一的な指標により里山・里地の生物多様性を全国スケールで評価した。また、一時期のみの評価にとどまっていた既存モデルを改良し、多時期の土地利用データを利用することにより、調整サービスの時間的・空間的变化の傾向を把握することが可能となった。これまで個別に評価されていた生物多様性と生態系サービスに関し、土地利用等を変数として相互連関を評価する手法を開発することにより、生物多様性の維持および生態系サービスの持続的利用を考慮した最適管理基準を示すことが可能となった。

明治期における専用漁業権原簿と漁場図データベースから、日本の沿岸域には豊かな生物相と里海とも言える沿岸環境が存在したことが分かった。今後の里海創出が、沿岸生態系の復元に資するだけでなく、底生生物を中心とした生物群集の回復を通じてなされるべきであり、従来の漁業権だけでなく、利害関係者の合議制を基盤としつつ、人間による生産活動だけでなく生態系に配慮した「新しいコモンズ」として提唱していくことが最も肝要であることが明らかになった。また、今後、買い物と医療でのハンディキャップを埋めて、全体の8割近くを占める「田舎に移住することに興味がある」住民の積極的な関心を活かして、安価な住宅を提供する、月二万円程度の所得保障をする等の政策で、二地域居住、半農(漁)半X、週末農(漁)業を推進するとともに、環境や生物多様性に配慮した生物(環境)ブランド農(水)産物の購入というかたちで生態系サービス支払いを取り入れることによって、里山・里海づくりを目指すことが可能であることが分かった。新しい里山・里海の育む文化的な価値を国の政策として位置づけ、地域ごとに浸透していくことが重要であると結論づけることができる。

(2) 環境政策への貢献

日本の里山・里海評価、SATOYAMAイニシアティブ、IPBES等における生物多様性・生態系サービス評価の取り組みにおいて、生態系サービスを如何に価値付けするかが政策的な課題となっており、その課題解決のための学術的知見の蓄積、評価手法及び政策提言に貢献した。また、白山ユネスコエコパーク(人間と生物圏MAB計画)地域において、消滅危惧のランク付け等、里山資産や生態系サービスを多種多様な角度から分析・評価し、移行地域ゾーニングのための基礎情報を提供した。今後収集した里山資産についてはデータベース化し、保全事業や地域ビジョンの策定等、環境政策や地域振興の基礎資料として広く提供していく。漁業協同組合のみの意見や合意だけでなく、地域住民や自治体を巻き込んだ合議制を可能にするための法的整備が重要であり、共同体が基盤となって漁業資源を自主的に管理する試みを可能にする法的整備が環境政策にとって重要であることを提言した。里山里海の生態系サービスを維持するために、都市住民が都市での仕事で培ってきた技能を維持しつつ、里山里海の生業と両立を可能とする政策の必要性を提言した。

6. 研究成果の主な発表状況

(1) 主な誌上発表

<査読付き論文>

- 1) K. TAKEUCHI: Ecological Research, 25, 891-897 (2010).
“Rebuilding the Relationship between People and Nature: the Satoyama Initiative”
- 2) H. MATSUDA, M. MAKINO, M. TOMIYAMA, S. GELCICH, and J.C. CASTILLA: Ecological Research 25, 899-907 (2010).
“Fishery Management in Japan”
- 3) Y. JIAO, X. LI, L. LIANG, K. TAKEUCHI, T. OKURO, D. ZHANG and L. SUN: Ecological Research, 27, 247-264 (2012).
“Indigenous ecological knowledge and natural resource management in the cultural landscape of China’s Hani Terraces”

<査読付論文に準ずる成果発表>

- 4) 日本の里山・里海評価－北海道クラスター:国際連合大学 (2010).
「里山・里海:日本の社会生態学的生産ランドスケープ－北海道の経験と教訓－」
- 5) 日本の里山・里海評価－東北クラスター:国際連合大学 (2010).
「里山・里海:日本の社会生態学的生産ランドスケープ－東北の経験と教訓－」
- 6) 日本の里山・里海評価－北信越クラスター:国際連合大学 (2010).
「里山・里海:日本の社会生態学的生産ランドスケープ－北信越の経験と教訓－」
- 7) 日本の里山・里海評価－関東中部クラスター:国際連合大学 (2010).
「里山・里海:日本の社会生態学的生産ランドスケープ－関東中部の経験と教訓－」
- 8) 日本の里山・里海評価－西日本クラスター:国際連合大学 (2010).
「里山・里海:日本の社会生態学的生産ランドスケープ－西日本の経験と教訓－」
- 9) 日本の里山・里海評価－西日本クラスター瀬戸内海グループ:国際連合大学 (2010).
「里山・里海:日本の社会生態学的生産ランドスケープ－瀬戸内海の経験と教訓－」
- 10) 秋道智彌:岩波書店 (2010).
「 commonsの地球史－グローバル化時代の共有論に向けて」
- 11) G. Baldacchino and D. Niels (eds.): *Island Futures: Conservation and Development across the Asia-Pacific Regions*, Global Environmental Studies, Springer, 125-137 (2011).
“Changing Coastal Commons in a Sub-Tropical Island Ecosystem, Yaeyama Islands, Japan (T. AKIMICHI)”
- 13) H. MATSUDA, M. OSAKI, A. BRAIMOH and K. NAKAGAMI (eds.): *Designing Our Future: Local Perspectives on Bioproduction, Ecosystems and Humanity*, United Nations University Press, pp.267-281 (2011)
“5-5 Risk and resource management (H. MATSUDA)”
- 14) United Nations University Institute of Advanced Studies Operating Unit Ishikawa/Kanazawa (ed.): *Biological and Cultural Diversity in Coastal Communities, Exploring the Potential of Satoumi for Implementing the Ecosystem Approach in the Japanese Archipelago*. Secretariat of the Convention on Biological diversity, Montreal, Technical Series no. 61, 24-20 (2011).
“Satoumi to Integrate Resource Conservation and Use: Sandfish Fishery in Akita Prefecture (T. AKIMICHI and H. SUGIYAMA)”
- 12) 大黒俊哉、広報日造協:446, 3 (2011).
「伝統的知識を現代と未来に活かす知恵－震災と2つのCOP10から－」
- 13) A.K.DURAIAPPAH, K. NAKAMURA, K. TAKEUCHI, M. WATANABE and M. NISHI (eds.): United Nations University Press (2012)
“Satoyama-Satoumi Ecosystems and Human Well-Being: Socio-Ecological Production Landscapes of Japan”
- 15) 国際連合大学高等研究所／日本の里山・里海評価委員会編:朝倉書店 (2012)
「里山・里海－自然の恵みと人々の暮らし－」
- 16) Y. IWATA, T. YUMOTO, and Y. MORIMOTO: N. NAKAGOSHI, S.K. HONG (eds.) *Can Satoyama offer a realistic solution for low carbon society? Public perception and challenges arising*, Springer (2012).
“Satoyama landscape and low carbon society” (in press)

(2) 主な口頭発表(学会等)

- 1) T. AKIMICHI: The First East Asian Anthropologists and Ethnologists Seminar, entitled as *Social and Cultural Interactions of East Asia in the Context of Globalization*, Yunnan, China (2009)
“Collapse and revival in coastal resource use in Yaeyama: An insight of local commons in East Asia”
- 2) M. WATANABE: The 2nd ICRAF World Congress of Agroforestry, Nairobi, Kenya. (2009)
“Ecosystem Services Management on Satoyama for Sustainable Society”
- 3) T. YUMOTO: The 2nd World Congress of Agroforestry, Nairobi, Kenya (2009)
“Cultural service provided by SATOYAMA landscape”
- 4) T. YUMOTO: The 10 International Ecological Congress, Brisbane, Australia (2009)
“SATOYAMA as refugia of endangered plants and animals in Japan”
- 5) 秋道智彌: 第10回日本海学シンポジウム『海とさかなと私たち～先人と世界に学び、未来へつなぐ～』富山市 (2009)

- 「地域と地球から考える海の幸：海洋資源の統合管理に向けて」
- 6) T. OKURO, Y. JIAO and S. YAMAMOTO: GLP Open Science Meeting 2010 – Land Systems, Global Change and Sustainability, Tempe, Arizona, USA (2010)
“Assessment of biodiversity and ecosystem services of Satoyama, traditional rural landscape of Japan using common database”
 - 7) T. YUMOTO: The 5th Congress of East Asian Federation of Ecological Societies, Sangju, Korea (2010)
“History of Satoyama Japan and its Implication in the Modern Environmental Issues”
 - 8) T. YUMOTO: International Conference on Biological and Cultural Diversity for Development, Montreal, Canada (2010).
“Satoyama Concept: a Case of Bio-Cultural Landscape in the Japanese Archipelago”
 - 9) T. YUMOTO: The 2nd International Conference of Urban Biodiversity and Design, Nagoya, Japan (2010).
“Ecosystem Services Provided by Satoyama and Culture”
 - 10) 秋道智彌: 第3回魚垣シンポジウム、石垣市・白保 (2010)
「海を守る地域の取り組み—アクセス権と資源配分」
 - 11) 大黒俊哉、角媛梅、井上雅文、李召羅: 第57回日本生態学会大会 (2010)
「地理情報システムを用いた国土スケールでの里地・里山の生態系サービス評価」
 - 12) 岡寺智大、渡辺正孝、奥島憲次、稲田雄二、丹治三則: 第38回環境システム研究論文発表会 (2010)
「水および窒素のマテリアルフローに着目した宮古島のバイオエタノールの蒸留残渣液の農地還元に関する研究」
 - 13) 林直樹: 平成22年度農業農村工学会大会講演会 (神戸大学) (2010)
「消滅の危険にさらされている里地里山と二地域居住」
 - 14) 湯本貴和: 2010年度日本草地学会三重大会 (2010)
「文理融合的アプローチによる半自然草地維持プロセスの解明」
 - 15) Y. JIAO, T. OKURO, and K. TAKEUCHI: Japan Geoscience Union (JPGU) Meeting 2011, Makuhari, Japan (2011)
“Indigenous Ecological Knowledge and conservation in traditional agricultural landscape of Hani Terrace In Southwest China”
 - 16) T. OKURO and Y. JIAO: Japan Geoscience Union (JPGU) Meeting 2011, Makuhari, Japan (2011)
“Assessment of biodiversity and ecosystem services of Satoyama, traditional rural landscape of Japan”
 - 17) T. OKURO: The First Global Conference of the International Partnership for the *Satoyama* Initiative, Nagoya, Japan (2011)
“Japan-Asia Satoyama Education Initiative”
 - 18) M. WATANABE: Int. Forum on Ecosystem Management and Green Economy, Beijing, China (2011).
“Lessons and experiences of ecosystem management and mainstreaming into green economy development”
 - 19) 大黒俊哉、角媛梅、井上雅文、李召羅: 第58回日本生態学会大会、札幌 (2011)
「国土スケールでみた里地里山の生物多様性と生態系サービスの変動評価」
 - 20) 林直樹: 平成23年度農業農村工学会大会講演会 (2011)
「国土利用再編による道路維持管理費の削減」
 - 21) Y. JIAO, T. OKURO, M. INOUE and K. TAKEUCHI: Joint Meeting of The 59th Annual Meeting of ESJ & The 5th EAFES International Congress, Otsu, Japan (2012)
“Integrated assessment of biodiversity and ecosystem services of Satoyama, traditional rural landscape of Japan at the watershed scale”
 - 22) T. MIYASAKA, Q.B. LE, T. OKURO, X. ZHAO, R.W. SCHOLZ and K. TAKEUCHI: Joint Meeting of The 59th Annual Meeting of ESJ & The 5th EAFES International Congress, Otsu, Japan (2012)
“Agent-based modelling for assessing ecological and socioeconomic effects of Chinese PES policies” (ポスター賞優秀賞受賞)
 - 23) M. WATANABE: 2nd Asia Pacific Climate Change Adaptation Forum, Bangkok, Thailand (2012)
“New commons and water management for food and agriculture”
 - 24) 大黒俊哉: 総合地球環境学研究所FS研究半島プロジェクトシンポジウム「過疎高齢化による耕作・森林放棄と生態系劣化との関係—半島域を活用した現状把握と今後の展開」(2012).
「耕作放棄による生物多様性と生態系サービスの変化」
 - 25) 渡邊絵里子、林直樹、松田裕之: 第59回日本生態学会 (2012)

「維管束植物の絶滅リスクによる生物多様性ホットスポット解析」

7. 研究者略歴

課題代表者: 渡邊 正孝

1945年生まれ、マサチューセッツ工科大学土木・環境工学専攻博士課程修了、Ph.D.、現在、国際連合大学高等研究所客員教授、慶應義塾大学環境情報学部特任教授

研究参画者

(1): 渡邊 正孝 (同上)

(2): 岡寺 智大

1976年生まれ、大阪大学大学院工学研究科環境工学専攻博士後期課程修了、現在、独立行政法人国立環境研究所地域環境研究センター地域環境技術システム研究室研究員

(3): 松田 裕之

1957年生まれ、京都大学大学院理学研究科修了、現在、横浜国立大学大学院環境情報研究院教授

(4): 大黒 俊哉

1965年生まれ、東京大学大学院農学系研究科修士課程修了、現在、東京大学大学院農学生命科学研究科准教授

(5) 1): 湯本 貴和

1959年生まれ、京都大学理学部卒業、京都大学理学研究科博士後期課程修了、現在、人間文化研究機構総合地球環境学研究所教授

2): 秋道 智彌

1946年生まれ、京都大学理学部卒業、東京大学理学系大学院博士後期課程修了、現在、人間文化研究機構総合地球環境学研究所・教授

E-0902 里山・里地・里海の生態系サービスの評価と新たなコモンズによる自然共生社会の再構築

(1) 里山・里地・里海の生物多様性・生態系サービスの保全・利用の戦略展開

国際連合大学 高等研究所

渡邊 正孝

武内 和彦

中村 浩二

サム・ジョンストン

<研究協力者>

関東学園大学 経済学部

武田史郎

(独) 国立環境研究所

岡寺智大

国際連合大学 高等研究所

丹治 三則

西 麻衣子

平成21～23年度累計予算額：85,138千円（うち、平成23年度予算額：24,282千円）

予算額は、間接経費を含む。

【要旨】 生態系サービスの保全・利活用戦略を検討するために、全国の里山・里地を5つのクラスターに区分し各地域の生態的特徴を取りまとめたうえで、過去数十年間の生態系サービスの変化を「物質循環機能」、「炭素固定機能」、「食料供給機能」の観点から分析した。将来の保全・利活用戦略を立案・評価するために、生態系サービスの中で、食料供給サービスに加えて調節サービス（洪水調整、気温調整）を考慮し、多地域応用一般均衡モデルに調節サービスの生産効率への導入と調節サービスが持つ外部経済性を導入しモデル拡張を行った。全国の都道府県を8地域に区分（北海道、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州・沖縄）、23産業部門に集約した地域間産業連関表（2005年）を用い、①里山の水準を向上させるための活動（里山スチュワードシップ）に対して、活動費用を各地域の家計から一括税の形で徴収する政策、②貿易関税を撤廃する政策、③国内農産物のブランド価値が上昇する政策、の3つの政策について里山・里地の保全・利用への効果について解析を行った。

【キーワード】 里山、里地、生態系サービス、多地域応用一般均衡モデル、外部経済性

1. はじめに

日本の里山・里地・里海では人間活動と環境が調和的に存在していた歴史を有するものの、近年過疎化や高齢化、農林産物の輸入等により管理粗放化が進み、その調和的關係の退化が顕在化している。さらに、気候変動、食料危機、金融危機等、地球規模での変動や震災・原子力発電所事故が生態系に大きな影響を及ぼす可能性が高まっている。こうした状況を克服し、生物多様性や生態系の価値を損なわず、自然資源を有効活用する方策を科学的に提示することは、日本および国際社会における急務の課題である。

日本においては、環境経済学の方針を中心に多くの研究実績があり利用価値（直接的利用価値、

間接的利用価値、オプション価値）と非利用価値（遺産価値、存在価値）等の価値概念が提唱され評価されてきた。またこのような価値付けは農林水産業の多面的機能評価で実施されてきている。このように生態系サービスの非利用価値の研究についてその成果を認識し保全コストを直接保障のような形で負担する社会的潮流の一方で、日本の今後の里地・里山の再生を鑑みれば、“生業の再生”と切り離すことは不可能であり、それを基盤として支えてきた生態系サービスの価値の増強や魅力ある商品づくりによる支払い意思額を高めることがもう一方の戦略となろう。この場合、生態系サービスの価値評価は、主に提供機能や支持機能に含まれ、各産業での個別のマネジメント（水道水源管理、農業生産基盤強化、森林資源管理等）として社会的に管理されており、総量としてサービスを分析している研究は数少ない。

本研究は、ミレニアム生態系評価の概念的枠組みを用いて、里山・里地・里海が人間社会に持続的に提供してきた種々の恩恵の価値について、社会経済的、文化的価値評価を行うことによって自然共生社会の再構築に至る道筋を示そうとするものである。生態系サービスのうち供給サービスのみが市場財として経済価値評価が可能である一方、基盤サービス、調整サービス、文化的サービスについては非市場財として経済価値化が行われていないことを考慮し、生態系サービスの勘定体系の整備と、里山・里海の生態系サービス向上のための政策の里山・里海の保全・利用への効果について検討するための枠組み構築を行った。

2. 研究開発目的

生態系サービスの保全・利活用戦略を検討するために、全国の里山・里海を5つのクラスターに区分し各地域の生態的特徴を取りまとめたうえで、過去数十年間の生態系サービスの変化を「物質循環機能」、「炭素固機能」、「食料供給機能」の観点から分析する。

日本の里山・里地・里海が我々人間社会にもたらす様々な恩恵を対象とし、ミレニアム生態系評価の概念的枠組みを用いて、それら恩恵を生態系サービスとして定義し、供給サービス、基盤サービス、調節サービス、文化的サービスを評価する。またその変化をもたらす外生的要因を総合的に評価可能な多地域応用一般均衡モデルの構築を行い、生態系サービスの価値を最大限に発揮する里山・里地・里海を実現する自然共生社会の再構築に向けた政策オプションを提示することが可能な枠組み構築を行う。

3. 研究開発方法

（1）日本における里山・里海の現状と傾向

「日本の里山・里海評価（Japan *Satoyama Satoumi* Assessment: JSSA）」において、日本全国を生態学・気候的観点、社会経済的観点から主要な5つのクラスター（地域グループ）に分類し、地域特性に基づいた里山・里海の生態系サービスの評価が実施された。ここでは、ミレニアム生態系評価の概念的枠組みを適用し、主に既存文献調査により、各クラスターにおける里山・里海の利用・管理の変化に関する歴史的な文脈、主に過去50年間の生態系サービスおよび生物多様性、人間の福利の現状と傾向、生態系サービスや人間の福利に影響を与える直接的・間接的要因、生態系サービスと生物多様性の変化への既存の対応を分析した。本研究では、JSSAの成果を集約するとともに、それら成果を基に特に各クラスターの地域特性と、食料供給、炭素固定、物質循環に関する生態系サービスの現状と傾向を抽出した。

(2) 生態系サービスと生産性

海外に依存する食料供給システムが持つ脆弱性や高質の生態系サービスを希求する消費者志向変化の顕在化が生態系サービスの価値を最大化する一例として、全国の米の食味分布（米・食味分析鑑定協会）¹⁾がある。米の食味は卸売価格や消費者価格に影響を与える要因であり、この価値を高めることが里山の持つ経済的価値を高めることに大きく影響を与える。また、食味を裏付ける自然要因として、水質、気候（寒暖の差）、土壌資源、農業生産技術等があり、米の生産性と生態系サービスとの関連性について検討した。2010年に応募された2819サンプルの中から代表として栽培種コシヒカリを抽出し、食味値、味度および位置情報から分布図を作成した。また、位置情報から標高データを求めるとともに、2010年気象データ（気象業務支援センター）²⁾から寒暖の差を求め、米の食味値を寒暖の差の関数として表現することを試みた。さらに、生物多様性を表現すると考えられるJOIN値（サブテーマ4が開発）についても食味値が得られている地点について集計し、食味値とJOIN値との関連を検討する。

(3) 生態系サービスの総合的評価の枠組み構築

生態系サービスに強く影響を与える外生的要因として、①財の外国との貿易、②消費者志向（高付加価値型商品の消費志向）、③都市化圧力と土地利用変化、④労働力の確保の4点があげられる。これらの外生条件の変動下に応じて各地域の里山・里地の立地条件によって市場での価値評価を高める政策や環境保全コストを社会全体で負担する政策等の政策オプションについて、総合的評価を可能にする解析手法が求められており、その一つとして応用一般均衡モデルを適用することとした。応用一般均衡モデルは国際貿易や環境等の政策分析において非常に多く用いられており、従来日本を一国として扱うケースが多い。その中でオーストラリア・モナッシュ大学の Monnash-MRF (Multi-Regional Forecasting)³⁾を参考にし日本を対象とした伴モデル(2007)⁴⁾および武田・伴モデル(2008)⁵⁾がある。武田・伴モデル(2008)⁵⁾は日本国内を8地域に分割して地域間でのやりとりを表現可能とする多地域応用一般均衡モデルであり、関税等の政策変更による地域経済への影響を詳細に分析が可能で、生産要素に土地が含まれていることから、里山・里海の生態系サービスの分析趣旨に合致している。武田・伴モデル(2008)⁵⁾を基本モデルとして選択し、①生態系サービスの生産効率への導入、②生態系サービスが持つ外部経済性の導入、および③ブランド価値（選好）の変化として輸入農産物から国内農産物への嗜好変化を導入したモデル拡張を行った。

2005年（平成17年）の地域間産業連関表は元来52部門に分割されており、農林水産業は1部門に統合されている。しかし2000（平成12）年地域間産業連関表⁶⁾は農業、林業、水産の各部門に分割されて集計されていたことから、2000年地域間産業連関表の農業/林業/水産業の比率を2005年地域間産業連関表に適用して農業部門、林業部門、水産部門に分割して集計し、全体で26産業部門に統合した（表(1)-1）。

表(1)-1 部門・財の分類

記号	説明	元の連関表の部門（52 部門）
1	agr 農業	農業
2	frs 林業	林業
3	fsh 漁業	漁業
4	min 鉱業	鉱業
5	fue 石炭・原油・天然ガス	石炭・原油・天然ガス
6	foo 食料品・たばこ・飲料	食料品・たばこ・飲料
7	tex 繊維工業製品	繊維工業製品
8	wap 衣服・その他の繊維製品	衣服・その他の繊維製品
9	woo 製材・木製品・家具	製材・木製品・家具
10	ppp パルプ・紙・出版・印刷	パルプ・紙・板紙・加工紙・出版・印刷
11	chm 化学製品	化学基礎製品、合成樹脂、化学最終製品、医薬品、プラスチック製品
12	pc 石油製品・石炭製品	石油製品・石炭製品
13	scp 窯業・土石製品	窯業・土石製品
14	fem 鉄鋼	鉄鋼
15	nfm 非鉄金属	非鉄金属
16	met 金属製品	金属製品
17	mac 機械	一般機械、事務用・サービス用機器、民生用電子・電気機器、電子計算機・同付属装置、通信機械、その他の電子・通信機械、重電機器、その他の電気機器、精密機械
18	tmc 自動車・輸送機械	乗用車、その他の自動車、その他の輸送機械
19	oip その他の工業製品	その他の製造工業製品、再生資源回収・加工処理
20	cns 建築・公共事業	建築及び補修、公共事業、その他の土木建設
21	egw 電力・ガス・熱供給	電力、ガス・熱供給、水道・廃棄物処理
22	trd 商業	商業
23	fin 金融・保険	金融・保険・不動産、住宅賃貸料（帰属家賃）
24	trn 運輸	運輸
25	pse 対個人サービス	対個人サービス
26	ser その他のサービス	通信・放送、公務、その他の公共サービス、調査・情報サービス、その他の対事業所サービス、その他

また、日本を8地域区分（北海道、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州・沖縄）に集約して、ベンチマークデータセットを構築し、以下の方法で政策分析を行った。

1) 生産要素としての水資源の導入

水資源を活用して生産が行われる農林水産業を対象として、生産要素に水資源（水資源1：供給サービス、水資源2：調整サービス、水資源3：文化的サービス）を導入した。

2) 里山サービスの生産効率の導入と外部経済効果の導入

里山・里地・里海（生産地）における里山サービス（里山が提供する生態系サービス）の増加（又は減少）が生産効率を増加（又は減少）させる。各部門は里山サービスを受けており、里山サービス量の増加・減少が各部門の生産性の増加・減少をもたらす。里山サービスは里山の水準に依存すると考える。部門*i*のネットの生産は部門*i*の生産から里山サービスの低下により部門*i*が受ける損失を差し引いたものと定義し、各部門の損失は里山サービスの全体の価値とそのシェアに依存するとして、外部経済性を以下のように導入した。

地域*r*における部門*i*の生産を Y_{ir} とする。里山サービスを考慮しないときは、これがそのまま各部門の生産量となったが、以下では、里山サービスの水準によって、この生産が変化すると仮定する。具体的には以下のような関係を仮定。

$$\hat{Y}_{ir} = Y_{ir} - \sum_s D_{ir}^s \quad \text{a)}$$

ここで V_r^s ：里山サービス s の価値、 V_{ir}^s ：部門 i が受ける里山サービス s 、 Y_{ir} ：部門 i の生産、 \hat{Y}_{ir} ：部門 i のネットの生産、 ε_r ：里山の水準（初期値=1）、 D_{ir}^s ：里山サービス s の低下により部門 i が受ける損失、 θ_{ir}^s ：部門 i が受ける里山サービス s のシェア（ $= V_{ir}^s / V_r^s$ ）。

D_{ir}^s は里山サービス s の低下により部門 i が受ける損失を表しており、その損失を差し引いた部分 \hat{Y}_{ir} が実際の生産量になる。 $D_{ir}^s < 0$ となると逆に生産が増加することになる。ベンチマーク均衡では $D_{ir}^s = 0$ とする。 D_{ir}^s は里山サービスの低下による損失であるので、 V_{ir}^s を部門 i が受けている里山サービス s の量、 ε_r を里山の水準（初期値=1）とすると、次のような関係を持つ。

$$D_{ir}^s = (1 - \varepsilon_r) V_{ir}^s$$

θ_{ir}^s を部門 i が受ける里山サービス s のシェア、 V_r^s を里山サービス s の全体の価値とすると、

$$D_{ir}^s = (1 - \varepsilon_r) \theta_{ir}^s V_r^s \quad \text{b)}$$

となる。 θ_{ir}^s 、及び V_r^s はベンチマークの値で固定されていると仮定すると、b) 式の関係によって、里山の水準 ε_r が D_{ir}^s を決定することになる。

3) 里山スチュワードシップの導入

里山の水準を上昇させるための活動（里山スチュワードシップ）を導入する。本モデルでは労働と資本を固定比率で投入することでこの活動が行われる（レオンチェフ型生産関数）と仮定。活動の費用は各地域の家計から一括税の形で徴収。里山の水準が上昇すればa)式、b)式の関係から各部門の生産性が上昇する。その活動コストはベンチマーク均衡において、1円分の里山サービスの増加に0.5円のコストがかかると仮定している。

4) 貿易自由化の導入

モデルでは小国の仮定を適用し、交易条件が外生的に一定と仮定している。貿易自由化は、輸入財への関税の撤廃によって表現している。貿易についてはArmington仮定をおき、8つの国内地域からの財をCES関数で統合し、その上で国内財と輸入財を統合する。代替の弾力性は輸入財と国内財よりも、国内財同士の方が代替しやすい（国内財と輸入財の間の $EOS < 国内財間のEOS$ ）と仮定している。国内財と輸入財が統合されたArmington財は、その地域での消費、投資、政府支出、

中間投入等に利用される。

貿易自由化の分析では、里山の水準 ε_r と農業部門の生産量 V_{Aggr} が比例して変化すると仮定する。貿易自由化は以下のような効果を持つ。

- 自由化 → 製造業の生産拡大＋農業の生産減少 → GDP、所得の変化（直接効果）。
- 農業・林業・水産業の生産減少 → 里山水準低下 → 各部門の生産性低下 → GDP、所得の減少の発生による外部効果を含む。

通常の貿易自由化のシミュレーションでは第一の効果しか考慮されないが、このモデルでは第二の外部効果も含んでいる。

5) 里山サービス増加によるブランド価値の導入

ブランド価値（選好）の導入では、国内の農産物のブランド価値が上昇し輸入される農産物から国内の農産物へ嗜好が変化するという形で扱っている。モデルでは、Armington仮定を置いており、輸入財と国内財はCES関数を通じて統合される。具体的には次のような関数形を仮定している。Armington統合関数：輸入財と国内財の統合関数

$$A_{ir} = \psi_{ir}^A \left[\alpha_{ir}^{AD} AD_{ir}^{\frac{\sigma_i^{DM}-1}{\sigma_i^{DM}}} + \alpha_{ir}^M M_{ir}^{\frac{\sigma_i^{DM}-1}{\sigma_i^{DM}}} \right]^{\frac{\sigma_i^{DM}}{\sigma_i^{DM}-1}}$$

ただし、 $\alpha_{ir}^M + \alpha_{ir}^{AD} = 1$ である。

単位費用関数：Armington統合の単位費用関数

$$c_{ir}^A = (\psi_{ir}^A)^{-1} \left[(\alpha_{ir}^{AD})^{\sigma_i^{DM}} (p_{ir}^{AD})^{1-\sigma_i^{DM}} + (\alpha_{ir}^M)^{\sigma_i^{DM}} (p_{ir}^M)^{1-\sigma_i^{DM}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^{DM}}}$$

単位需要関数：Armington統合の単位需要関数

$$\alpha_{ir}^M = (\psi_{ir}^A)^{-1} \left[\frac{\psi_{ir}^A \alpha_{ir}^M c_{ir}^A}{p_{ir}^M} \right]^{\sigma_i^{DM}}$$

$$\alpha_{ir}^{AD} = (\psi_{ir}^A)^{-1} \left[\frac{\psi_{ir}^A \alpha_{ir}^{AD} c_{ir}^A}{p_{ir}^{AD}} \right]^{\sigma_i^{DM}}$$

カリブレーション： ψ_{ir}^A 、 α_{ir}^M 、 α_{ir}^{AD} の値をベンチマークデータからカリブレートする。

$$\alpha_{ir}^M = \frac{\theta_{ir}^M (\bar{\alpha}_{ir}^M)^{\frac{1-\sigma_i^{DM}}{\sigma_i^{DM}}}}{\theta_{ir}^M (\bar{\alpha}_{ir}^M)^{\frac{1-\sigma_i^{DM}}{\sigma_i^{DM}}} + (1 - \theta_{ir}^M) (\bar{\alpha}_{ir}^{AD})^{\frac{1-\sigma_i^{DM}}{\sigma_i^{DM}}}}$$

$$\alpha_{ir}^{AD} = \frac{(1 - \theta_{ir}^M)(\bar{\alpha}_{ir}^{AD})^{\frac{1 - \sigma_{ir}^{DM}}{\sigma_{ir}^{DM}}}}{\theta_{ir}^M(\bar{\alpha}_{ir}^M)^{\frac{1 - \sigma_{ir}^{DM}}{\sigma_{ir}^{DM}}} + (1 - \theta_{ir}^M)(\bar{\alpha}_{ir}^{AD})^{\frac{1 - \sigma_{ir}^{DM}}{\sigma_{ir}^{DM}}}}$$

$$\psi_{ir}^A = \left(\theta_{ir}^M(\bar{\alpha}_{ir}^M)^{\frac{1 - \sigma_{ir}^{DM}}{\sigma_{ir}^{DM}}} + (1 - \theta_{ir}^M)(\bar{\alpha}_{ir}^{AD})^{\frac{1 - \sigma_{ir}^{DM}}{\sigma_{ir}^{DM}}} \right)^{\frac{\sigma_{ir}^{DM}}{\sigma_{ir}^{DM} - 1}}$$

ただし、bar付きの変数はベンチマークにおける値を表しており、

$$\theta_{ir}^M \equiv \frac{\bar{p}_{ir}^M \bar{\alpha}_{ir}^M}{\bar{p}_{ir}^M \bar{\alpha}_{ir}^M + \bar{p}_{ir}^{AD} \bar{\alpha}_{ir}^{AD}}$$

である。

ブランド価値（選好）のシミュレーションでは国内の農産物のブランド価値が上昇し、輸入される農産物から国内の農産物へ嗜好が変化するという形でシミュレーションを行った。具体的には、農産物について、Armington統合関数内のweightパラメータである α_{ir}^M 、 α_{ir}^{AD} を変化させるという形で導入している。 α_{ir}^M を低下させる（ α_{ir}^{AD} を上昇させる）ことで、価格は変わらなくても、国内財をより多く購入することになる。シナリオとして、①農産物について α_{ir}^M の値をベンチマークの値から10%低下させる場合、②同じく20%低下させる場合、そして③30%低下させる場合について検討した（表(1)-2）。

表(1)-2 ベンチマークにおける農産物の α_{ir}^M の値

北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州
0.43	0.43	0.45	0.45	0.45	0.44	0.43	0.44

6) 生態系サービス価値評価のデータ

サブテーマ2（生態系サービスの変化に関する直接・間接的要因の分析）で経済価値評価された生態系サービスの中で、森林がもつ洪水調整サービスおよび森林がもつ気温調整サービスの評価額が他に比して大きいため、洪水調整・気温調整サービスのみを考慮した（他のサービスは価値が非常に小さくモデル上解釈しにくい）。この洪水調整・気温調整サービスのデータは、地域全体として受けるサービスの価値であり、これを V_{if}^S とし生産額のシェアに応じて各部門に配分し V_{if}^D を求めている（単位：1000億円）（表(1)-3）。

表(1)-3 各地域における洪水調整・気温調整サービスの総額

	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	計
洪水調整	2	13	25	2	18	7	9	76	153
気温調整	1	2	6	2	2	2	1	2	17

4. 結果及び考察

(1) 日本における里山・里海の現状と傾向

日本全国を、生態学・気候的観点、社会経済的観点から、主要な5つのクラスターに分類し、各地域の特性に基づいた里山・里海の生態系サービスの評価を実施した。以下に、各クラスターの特徴と、食料供給、炭素固定、物質循環に関する生態系サービスの評価結果を示す。

1) 各クラスターの特徴

北海道クラスターは、気候、地形、歴史、開発の速度等が本州とは大きく異なり、本州で見られるような、長期にわたる持続的管理によって形成される、様々な景観単位がモザイク状となった里山的景観はほとんど見ることはできない。都市や農村に残された残存樹林や防風林、都市内部や周辺に残された都市林や都市近郊林、農村周辺の小規模かつ粗法的管理がなされてきた薪炭林や農用林が、本州の里山が持つ生態系サービスの機能を代換えてきたと考えられる。

東北クラスターでは、居住地域周辺の自然環境をくらしの中で活用する方法が古くから取り入れられてきた。身近な自然環境の利用・管理は、第二次大戦前までは、東北地方の至るところで行われてきたが、戦後の工業化や農林業の地位の低下、農林地域の人口減少や農林業従事者の減少に伴い、住宅地、ゴルフ場等の新たな土地利用に転換され、残された里地・里山でも化学肥料や用水路の造成、農業機械の導入等の方法が定着し、森林の管理不足、耕作放棄地の増大、農薬・化学肥料の使用による生態系への負荷拡大、河川の水質悪化等の問題が生まれてきた。

北信越クラスターは、明治以降、現在まで大規模な都市化、人口集中が起こらなかったため、人間活動による大規模な環境改変は小さく、長年にわたる農林水産業の活動により自然環境が比較的良好に保たれてきた。1960年代以降の工業化・都市化、生活様式の変化（薪炭から化石燃料への変化と化学製品の導入等）により、急速な過疎・高齢化、田畑や林地の管理放棄がもたらされた一方、高度経済成長以降の太平洋側の首都圏への人口・資本の集中により、首都圏と北信越との地域格差が拡大した結果、全国レベルでも過疎・高齢化が深刻な地域となった。

関東中部クラスターは、世界屈指の大都市域でもあり、様々な面で都市との関係が大きく、その影響を受けやすい場所となっている。関東地域は日本の人口の33%を占め、東京首都圏の人口は2005年時点で世界最大の都市になっている。また東京湾と伊勢・三河湾があり、その豊かな海産資源が人間活動を支えるとともに、流域生態系の循環システムに大きな役割を果たしている。

西日本クラスターでは、過去50年間に人口の都市集中化が進行した結果、都市周辺の里山は都市化によって失われた一方、中山間地では、過疎による農地放棄や植林、自然遷移により里山としての機能が失われたところも多く、都市に飲み込まれる里山と、森に還る里山という両極が存在する。瀬戸内海では、古来より人間生活と密着した里海の性格を備え、長い間、沿岸の人々に「畑（食料・塩）」・「庭（海水浴・ツーリズム）」・「道（海上交通・運輸）」という重要なサービスを提供してきた。人間活動の海域環境や水産資源に及ぼす影響が相対的に小さかった時代に長く保たれてきた瀬戸内海の豊かな里海は、第2次世界大戦後の高度経済成長期を節目に、公害による環境汚染、埋立て等による浅海域の消滅、これらに伴う水産資源レベルの低下等により大きく変貌した。

2) 食料供給機能

北海道では、政府による森林の大規模開発と農地転用を通じ、日本の食料庫として農地開発が国家主導で行われ、1970年初頭以降、酪農・畑作の経営規模の拡大が積極的に図られた。1950年

代以降の化学肥料・化学農薬の投入で、面積当たりの収量は増加・安定したが、土壌の劣化、生態系の破壊、人体への悪影響が深刻になった。1970年代以降も、大規模経営等で生産性の向上が図られ、農地から得られる植物性食料は格段に向上したが、水資源制御機能、土壌保持機能は減少したと言える。東北では、稲作は戦後の食料増産政策の下で単位収量を上げる増産運動が行われ、高い生産力を示したが、この過程で農業の機械化・化学化が進行し、機械化は、従来の地域コミュニティならびに農地や共有林の共同管理能力を希薄にした一方で、化学化は農薬や化学肥料の多投入を促し、水田の生態系・生物多様性に大きな負荷を与えた。果樹や畑作物も生産力は伸ばしたものの、グローバル化による農産物輸入の増加や国内の産地間競争の結果、連作障害や化学肥料・農薬の多投入を促した。北信越では、主産物である米生産は、農法・品種改良、圃場整備等により全体として向上した。しかし、過疎・高齢化による担い手の減少等で耕作放棄地が増加した。関東中部クラスターでは、戦後から農地面積が増加し、1970年以降に減少に転じたが、単位面積当たりの収量は一貫して増加した。具体的には、穀類や豆類等の生産量が減少する一方、レタスや花卉等は増加傾向を示し、水稻は1970年ごろにピークを示し、その後は減少している。西日本では、特に草地を利用した放牧は衰退し、三瓶牧野の放牧頭数は1950年に1200頭だったのが、2000年には100頭に減少した。山焼き後の草地にはえるワラビ等の山菜は質が良く、高値で取引され、刈り取られた野草類は堆肥や厩肥原料、マルチ資材（畑作地や茶畑）として食料生産を支えてきたが、草資源の循環利用が変容を見せている。また、筍は1990年代まで日本人の食卓を高い自給率で飾り続けたが、1990年代半ばに水煮筍の中国等からの輸入量が過半を超え、現在の日本の筍自給率は10%程度まで落ち込んでいる。

3) 炭素固定機能

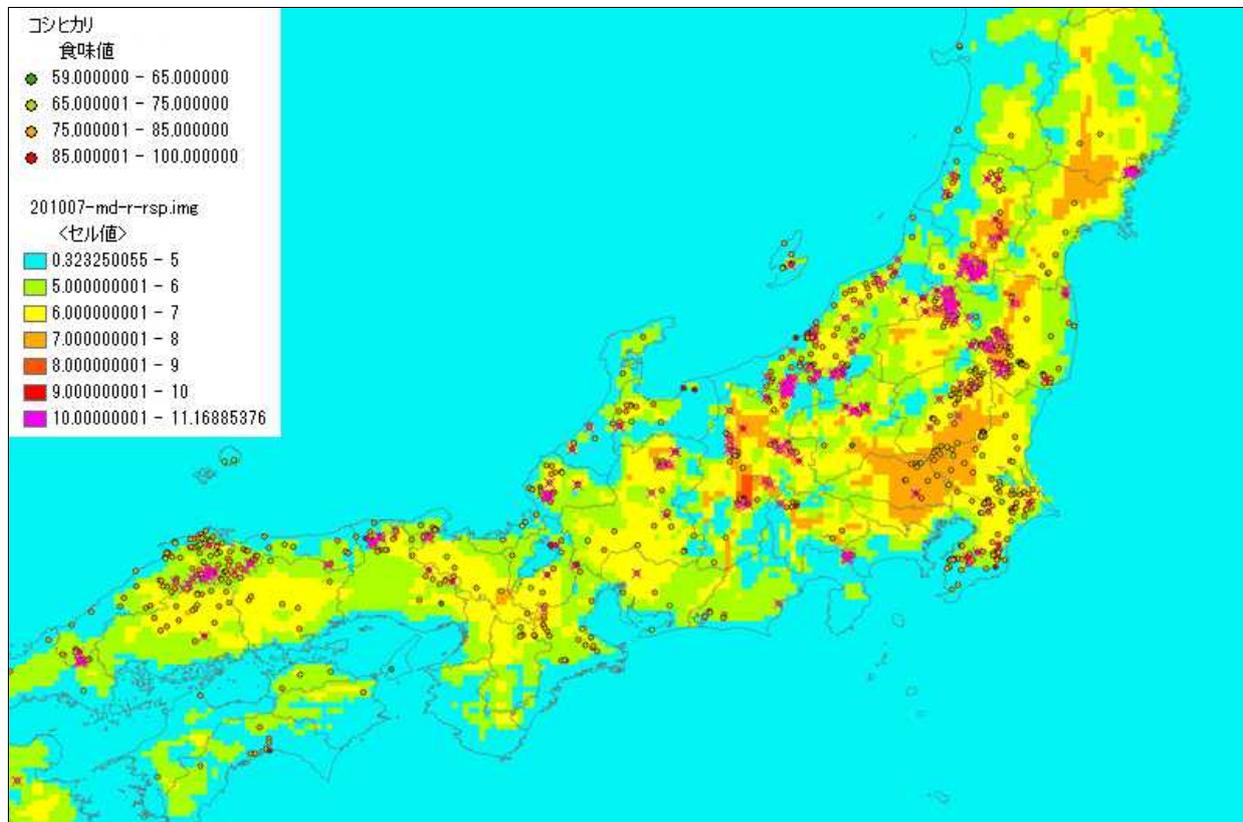
北海道では、1980年代前半まで活発に行われた天然林伐採ならびに森林から農地への転用により森林資源の劣化、面積の減少が生じたが、特に近年では、過密林分の増加、木材市場の悪化による伐採量の減少、人工林の成長に伴って森林資源は増加に転じている。東北では、かつては木材や薪炭の提供のため森林を伐採してきたが、1950年以降のエネルギー革命、1960年以降の輸入材増加や住宅需要の質の変化により、森林資源は増加するも管理が不十分となり、森林の管理後退が獣害の増加や害虫の増加も招いている。北信越において、安価な外材輸入と過疎・高齢化による木材生産の低迷により、森林は手入れ不足となり、関東中部では、素材生産量は1960年頃に生産量がピークとなった後、減少し、現在も素材生産が多い北関東に対し、都市化した地域の木材自給は大きく低下しており、特に都市部では森林資源そのものが減少していると推測され、これに伴い都市部では炭素固定機能も減少していると考えられる。西日本では、草地の大幅な減少と森林面積の微増、耕地面積の減少があった一方、都市の拡大が顕著であった。森林面積に大幅な変化はないものの、アカマツ等の二次林の減少、松枯れやナラ枯れによる二次林の変化等、内容は大きく変化している。

(2) 生態系サービスと生産性

食味値データに寒暖差を重ね合わせ、属性検索を行った。検索条件は食味値が85以上、2010年7月の日較差平均値が5度以上～8度以下とし、検索結果に合致したものは、画像上で“X”で表示される点を示す(図(1)-1)。この属性検索結果から、食味値の高い米は昼夜の寒暖差のある場所に多く分布していることが定量的に判明した。これは従来から米の生産者の間で言い伝えられてき

ていることではあるが、その結果を再現しており、今後このデータを用いて他の生態系サービスと食味値との関連について検討する必要がある。

現在のところ食味値は生物多様性に関連するJOIN値そのものとは直接的な相関は見られていない。しかしJOIN値から得られる他の指標（例えば森林面積等）との関連を検討する必要がある。

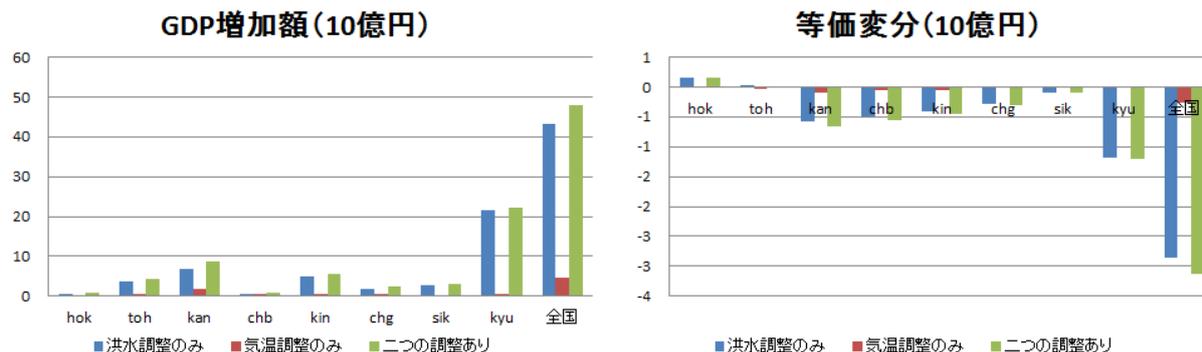


図(1)-1 食味値分布と寒暖差分布

(3) 生態系サービスの保全・活用の戦略枠組みの構築

1) 里山ステュワードシップ政策の里山・里海の保全・利用への効果

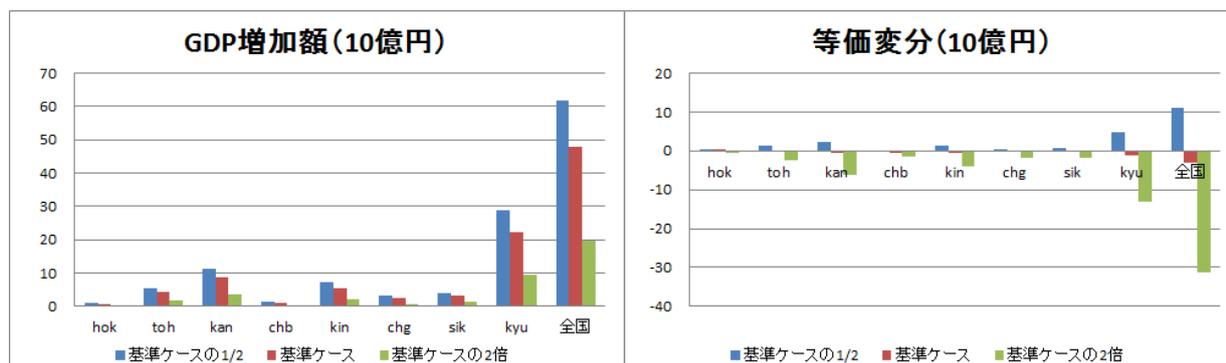
里山の水準を上昇させるための活動（里山ステュワードシップ）を導入する。本モデルでは労働と資本を固定比率で投入することでこの活動が行われる（レオンチェフ型生産関数）と仮定し、活動の費用は各地域の家計から一括税の形で徴収しファイナンスする。里山の水準が上昇すれば各部門の生産性が上昇する。基準ケースでは、里山サービス増加率を30%とし、その活動コストは1円分の里山サービスの増加に0.5円のコストがかかると仮定している。里山サービスとして①洪水調整サービスのみ30%増加、②気温調整サービスのみ30%増加、③二つのサービスを両方とも30%増加、の3つのケースを検討した。ステュワードシップ導入でGDPは増加するが、等価変分はマイナスとなる（図(1)-2）。等価変分がマイナスになるのは家計からステュワードシップの費用を徴収しているためと思われる。



図(1)-2 里山スチュワードシップ（基準ケース）のGDP増加額と等価変分

（洪水調整のみ：洪水調整のみ30%増加、気温調整のみ：気温調整のみ30%増加、二つの機能あり：両方を30%の増加）

さらに里山スチュワードシップによる里山増加（増加率は30%）のための費用を変更したケースを検討した。基準ケースの費用の場合、基準ケースの1/2倍の費用の場合と基準ケースの2倍の費用の場合とを比較した。この結果、里山増加（増加率は30%）のための費用を1/2に変更すると等価変分もプラスとなるが、逆に費用が2倍なら等価変分は大きくマイナスになることが判明した（図(1)-3）。



図(1)-3 里山増加費用変更によるGDPと等価変分

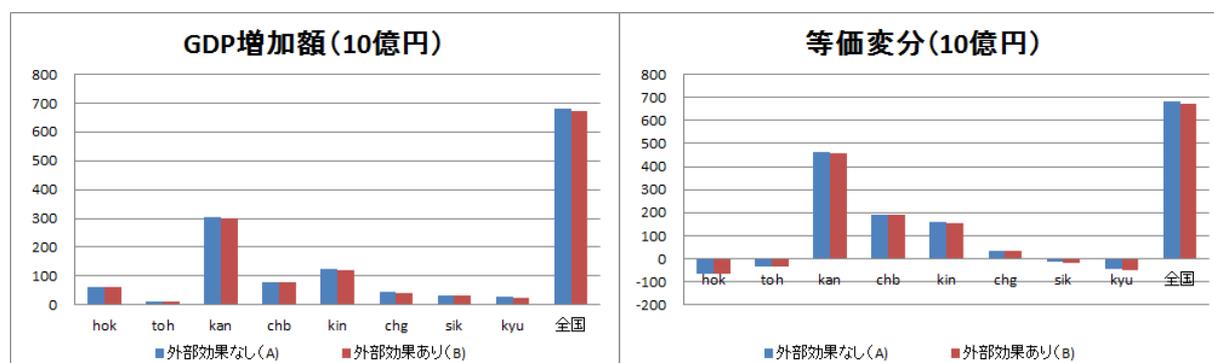
（基準ケースの1/2：基準ケースの1/2倍の費用、基準ケース：基準ケースと同じケース、基準ケースの2倍：基準ケースの2倍の費用）

このことから、里山増加の費用対効果が1:4以上であれば、GDP増加と等価変分のプラスが同時に達成されることになり、里山スチュワードシップ政策の里山・里海の保全・利用に対する有効性とその投資効果の最適解が提言され得ることを示した。

2) 貿易関税の撤廃政策の里山・里海の保全・利用への効果

貿易関税の撤廃のケースについては、里山サービスの効果を考慮せず（外部効果なし）と、「貿易自由化→農業生産変化→里山水準変化→里山サービス変化→他の部門の生産性変化」という外部効果を考慮した（外部効果あり）ケースを検討した（図(1)-4）。「外部効果なし」の場合、各地域のGDPは増加し全体としては6,823億円の増加となる。等価変分もほぼ同額増加するが、地域によっては減少するところもある。「外部効果あり」の場合、関税撤廃で里山の水準が低下し、

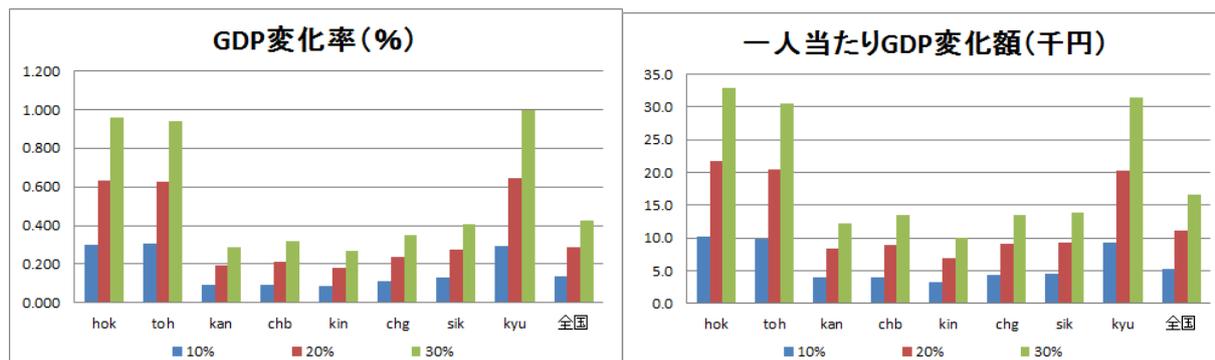
それが他の部門の生産にマイナスの影響をもたらすことになるので、関税撤廃の利益（6,707億円の増加）は外部効果なしに比較して小さくなる。里山水準低下による外部効果は関税撤廃の利益と比較して非常に小さい結果となっている。これはもともとの里山サービス（洪水調節・気温調節）の価値評価額が全GDPに比して小さく、また里山サービス劣化の影響波及が限定的な生産資本のみを評価しているために発生している結果であり、過小評価になっている可能性がある。東日本大震災での自動車部品供給寸断やタイ大洪水における日本企業の部品供給寸断等に見られるように、経済のグローバル化に伴うサプライチェーンへの被害が従来の影響とは比較にならないぐらいに巨大化している。今後里山サービスの劣化の波及効果をグローバル・サプライチェーンへの影響を含めた生産資本にまで拡大して検討したり、社会関係資本への影響評価までも含めることでより実態に近い外部経済性の評価を行う必要がある。



図(1)-4 貿易関税の撤廃政策によるGDPと等価変分
(外部効果なしと外部効果ありのケースの比較)

3) 消費者の国内農産物に対するブランド価値が上昇する政策の里山・里海の保全・利用への効果
国内の農産物のブランド価値が上昇するというシミュレーションを、消費者による輸入農産物から国内農産物へ嗜好が変化するという形で扱った。基準ケースにおける各地域の農産物の輸入に関する重みづけパラメータを0.43~0.45に設定した。シナリオとして農産物についての輸入に関する重みづけパラメータを基準ケースから10~30%の幅で低下させ、その経済効果を評価した(図(1)-5)。

この結果、30%のケースでは、全国平均で一人当たりGDPは16,600円の増加。特に、北海道、東北、九州・沖縄での増加額が3万円強の増加となり大きい。消費者の国内農産物に対するブランド価値の上昇(国内の農産物への嗜好の変化)は、北海道、東北、九州・沖縄に特に大きい利益をもたらすことが判明した。



図(1)-5 ブランド価値上昇によるGDP変化と1人当たりGDP増加額

以上のように、ミレニアム生態系評価の手法を適用して里山がもたらす生態系サービスの定量的な価値評価を行い、外部経済を含めた経済波及効果や消費者の選択の影響を含めて①里山の水準を向上させるための活動（里山ステewardシップ）に対して、活動費用を各地域の家計から一括税の形で徴収する政策、②貿易関税を撤廃する政策、③国内農産物のブランド価値が上昇する政策、の3つの政策の里山・里海の保全・利用政策の効果を解析した。この結果、里山・里海の保全・利用の促進政策を実行するための里山ステewardシップの制度設計、その財政的負担と費用対効果、消費者の国内農産物への嗜好変化に対する負担等を明確にし、費用対効果を明らかにした政策提言に結び付けることが可能となった。

里山生態系サービス増加の費用対効果が1:4以上となるような里山ステewardシップ政策や、国内の農産物のブランド価値が上昇する政策は、里山・里海の保全・利用に対する有効性が高いことが示された。しかし、現在の生態系サービスの経済的価値評価は過小評価の可能性が危惧されており、さらに被害が最も大きいと考えられている社会関係資本への影響評価が欠落している点も過小評価の原因となっていると考えられる。このため、今後、里山・里海が提供する生態系サービスの経済的価値評価を、より広範な生産資本や社会資本への影響を含めた実用的なものに展開することが必要と考えられる。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

本研究は、生態系サービスという概念のもとで、里山・里地・里海が持つ自然科学的な評価と、経済的、文化的価値を含む社会経済的な評価を統合させ、そのうえで里山・里地・里海の再生と自然共生社会の再構築に至る道筋を示そうとするものであり、その科学的意義は極めて高い。これまで定量的評価が困難であった生態系サービスの中の調整サービスに関して定量的評価を行うとともに、その外部効果を一般均衡モデルを用いて評価することが可能となった。

(2) 環境政策への貢献

生物多様性条約第10回締約国会議（COP10）、SATOYAMAイニシアティブ、IPBES等における生物多様性・生態系サービス評価の取り組みにおいて、生態系サービスをいかに価値付けするかが政策的な課題となっており、その課題解決のための学術的知見の蓄積、評価手法及び政策提言に貢献している。また本研究成果である生態系サービスの総合的評価モデルは、現在日本が直面する

農産物貿易自由化や震災・原発事故による東北地方の生態系サービス劣化に伴う東北地方および日本における社会経済的影響評価に大きく貢献できると同時に、新たな国土計画と循環型社会、低炭素社会、自然共生型社会の形成に向けた具体的な政策提言を行うことが期待される。

6. 国際共同研究等の状況

「UNEP Asia Pacific Adaptation Network (APAN)」(2009年10月発足)の活動として、気候変動に対して最も脆弱なアジア太平洋地域において、生態系に基づく適応政策・適応技術の有効性・優良事例等を集約し、各国の開発計画の主流化に役立てる試みが進められている。日本の里山・里地・里海の生態系サービス管理と新たなコモンズ概念は、大河川流域における稲作を中心とした文化圏を形成しているアジア・モンスーン地域の国々における今後の適応政策にとって有効な事例であり、当該地域の国々と知識共有できるように、特にAPANのメコン流域プロジェクトとの共同を推進するところである。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

- 1) K. TAKEUCHI: *Ecological Research*, 25, 891-897 (2010)

“Rebuilding the Relationship between People and Nature: the Satoyama Initiative”

<査読付論文に準ずる成果発表>

- 1) 日本の里山・里海評価－北海道クラスター：国際連合大学 (2010)

「里山・里海：日本の社会生態学的生産ランドスケープ－北海道の経験と教訓－」

- 2) 日本の里山・里海評価－東北クラスター：国際連合大学 (2010)

「里山・里海：日本の社会生態学的生産ランドスケープ－東北の経験と教訓－」

- 3) 日本の里山・里海評価－北信越クラスター：国際連合大学 (2010)

「里山・里海：日本の社会生態学的生産ランドスケープ－北信越の経験と教訓－」

- 4) 日本の里山・里海評価－関東中部クラスター：国際連合大学 (2010)

「里山・里海：日本の社会生態学的生産ランドスケープ－関東中部の経験と教訓－」

- 5) 日本の里山・里海評価－西日本クラスター：国際連合大学 (2010)

「里山・里海：日本の社会生態学的生産ランドスケープ－西日本の経験と教訓－」

- 6) 日本の里山・里海評価－西日本クラスター瀬戸内海グループ：国際連合大学 (2010)

「里山・里海：日本の社会生態学的生産ランドスケープ－瀬戸内海の経験と教訓－」

- 7) A. K. DURAIAPPAH, K. NAKAMURA, K. TAKEUCHI, M. WATANABE and M. NISHI (eds.):

Satoyama-Satoumi Ecosystems and Human Well-being: Socio-Ecological Production Landscapes of Japan, United Nations University Press, 244-264 (2012)

“Chapter 7: Conclusion (K. TAKEUCHI, M. WATANABE and M. NISHI)”

- 8) 国際連合大学高等研究所／日本の里山・里海評価委員会編：里山・里海－自然の恵みと人々の暮らし－、朝倉書店、121-132 (2012)

「第7章 結論(調整役代表執筆者：武内和彦、渡邊正孝、西麻衣子)」

<その他誌上発表（査読なし）>

- 1) 岡寺智大、渡辺正孝、奥島憲次、稲田雄二、丹治三則：環境システム研究論文発表会講演集、38, 395-400 (2010)

「水および窒素のマテリアルフローに着目した宮古島のバイオエタノールの蒸留残渣液の農地還元に関する研究」

(2) 口頭発表（学会等）

- 1) M. Watanabe: The 2nd ICRAF World Congress of Agroforestry, Nairobi, Kenya, 2009
“Ecosystem Services Management on Satoyama for Sustainable Society”
- 2) B. M. Kumar and K. Takeuchi: The 2nd ICRAF World Congress of Agroforestry, Nairobi, Kenya, 2009
“Agroforestry in the Western Ghats of peninsular India and the Satoyama landscape of Japan: a comparison of two sustainable land use systems”
- 3) 渡辺正孝、丹治三則：シンポジウム「里山・里地・里海の価値とその管理：新たなコモンズ論の展開に向けて」、東京（2010）
「里山・里地・里海の生態系サービス評価モデルの構築」
- 4) M. Watanabe: Int. Forum on Ecosystem Management and Green Economy, Beijing, China, 2011
“Lessons and experiences of ecosystem management and mainstreaming into green economy development”
- 5) M. Watanabe, S. Takeda and T. Okadera: International Symposium on Ecosystem Services from *Satoyama*, *Satochi*, and *Satoumi* Landscapes: Strategies for a Nature Harmonious Society, Tokyo, Japan, 2012
“Integrated Assessment System for Evaluating Ecosystem Services from *Satoyama* and *Satoumi* Landscapes”
- 6) M. Watanabe: 2nd Asia Pacific Climate Change Adaptation Forum, Bangkok, Thailand, 2012
“New commons and water management for food and agriculture”

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

- 1) シンポジウム「里山・里地・里海の価値とその管理：新たなコモンズ論の展開に向けて」（2010年7月9日、国際連合大学本部エリザベスローズ会議場、参加者128名）
- 2) 国際シンポジウム「里山・里地・里海の生態系サービス：自然共生社会に向けた戦略展開」（2012年1月30日、国際連合大学本部エリザベスローズ会議場、参加者134名）

(5) マスコミ等への公表・報道等

- 1) ジャパンタイムス（2010年10月20日「COP10里山」）

(6) その他

特に記載すべき事項はない

8. 引用文献

- 1) 米・食味分析鑑定協会，平成22年産米の食味ランキング&データ集2010.
- 2) 気象業務支援センター，平成22年メソ数值予報モデルGPV (MSM) .
- 3) Peter, M.W., M. Horridge, G.A. Megher, F. Naqvi and B.R. Parmenter(1996) The Theoretical Structure of MONASH-MRF, Working Paper #OP-85, Centre of Policy Studies, Monash University.
- 4) 伴金美(2007)：日本経済の多地域動学的応用一般均衡モデルの開発．Forward Lookingの視点に基づく地域経済分析．RIETI Discussion Paper Series 07-J-043.
- 5) 武田史郎・伴金美(2008)：貿易自由化の効果における地域間格差：地域間産業連関表を利用した応用一般均衡分析．RIETI Discussion Paper Series 08-J-053.
- 6) 新井園枝・尾形正之(2006)：平成12年試算地域間産業連関表の概要．経済統計研究，第34巻、第3号，1-22.

(2) 生態系サービスの変化に関する直接・間接的要因の分析

(独) 国立環境研究所 地域環境研究センター 地域環境技術システム研究室 岡寺智大
社会環境研究センター 環境都市システム研究室 藤田 壮

平成21～23年度累計予算額：21,265千円（うち、平成23年度予算額：6,356千円）

予算額は、間接経費を含む。

【要旨】 本研究は、日本の里山・里地・里海の生態系サービスの変化要因を明らかにすることを目的として、生態系サービスの直接的・間接的要因を評価に資する手法を開発した。まず既存研究および現地調査に基づいて生態系サービスを構造化して、それに基づくデータベースを構築した。次いで、既存の環境勘定体系や生態系サービスの経済的評価手法のフレームを適用して、生態系サービスの価値の定量化手法を開発した。最終的に日本の水循環に関わる地域別の生態系サービスの経済的価値を複数年で定量化し、生態系サービスの変遷の要因について考察した。その結果、日本の水がもたらす生態系サービスの価値は1985年から2005年にかけて1.7倍に増加していることがわかった。また、特に洪水調節サービスの価値が生態系サービスの価値の変化に大きく影響することも明らかとなった。

【キーワード】 ミレニアム生態系評価、生態系サービス、供給サービス、調整サービス、経済的価値

1. はじめに

ミレニアム生態系評価（MA）では、過去50年間で人類が地球上の生態系を急速かつ大規模に改変させた結果、人々の生活に総じて利益をもたらした反面、将来世代に大きな負荷を与えてきたことを示した。途上国では、人口増加、科学技術の進展や急激な経済成長に伴い、自然資源の搾取や枯渇化が進んでいる。また、日本でも農地や林地等の生態系管理の粗放化が進み、気候変動、食料危機、金融危機等の地球規模の変動に生態系がさらされている現在、生物多様性の価値を損なわず、自然資源を有効活用する方策を科学的に提示することが国際社会において急務となっている。しかし、これまでの日本の生物多様性・生態系保全に関する研究は、自然科学的なアプローチが主流で、人文社会学的なアプローチとの統合を目指す研究は極めて僅かな状況にとどまっております。人文社会学的な側面からの科学的知見の蓄積が特に必要とされている。

2. 研究開発目的

本研究ではミレニアム生態系評価(MA)の概念的枠組みを用いて、日本の里山・里地・里海の生態系サービスの変化、その直接的・間接的要因、人間の福利への影響といった要素を総合的に評価するための手法の開発を行う。まず、既存研究のレビューおよび日本の里山・里海評価(Japan Satoyama Satoumi Assessment: JSSA)におけるサイトの現地調査を行うことで、生態系サービスの影響因子を抽出、構造化して、生態系サービスとそれらの変化因子に関連するデータの収集を行い、日本の生態系サービスと変化要因の経年変化が把握可能な生態系サービス・データベースを作成する。また、生態系サービスの経済的価値の評価手法を開発し、日本の水循環がもたらす

生態系サービスの経済的価値の変化を定量的に評価する。

3. 研究開発方法

(1) 生態系サービスと直接的・間接的要因

MA等の生態系サービスに関する既存研究のレビューにより生態系サービスに影響を及ぼす要因との関係性について整理した。生態系サービスはこれまで様々な側面から分類が行われてきた¹⁾⁻³⁾が、MA⁴⁾により、供給サービス、調整サービス、文化的サービス、基盤サービスの4つに分類されている。MAでは各サービスを下記の通り定義している。

1) 供給サービス

生態系から得る生産物のことで、食料、繊維、燃料、遺伝子資源、生化学物質・自然薬品、装飾品用資源、淡水資源が含まれる。

2) 調整サービス

生態系の調節プロセスからもたらされる便益のことで、大気質制御、気候調節、洪水調節、侵食制御、水質浄化・廃棄物処理、疾病制御、生物的防除、受粉、災害制御が含まれる。

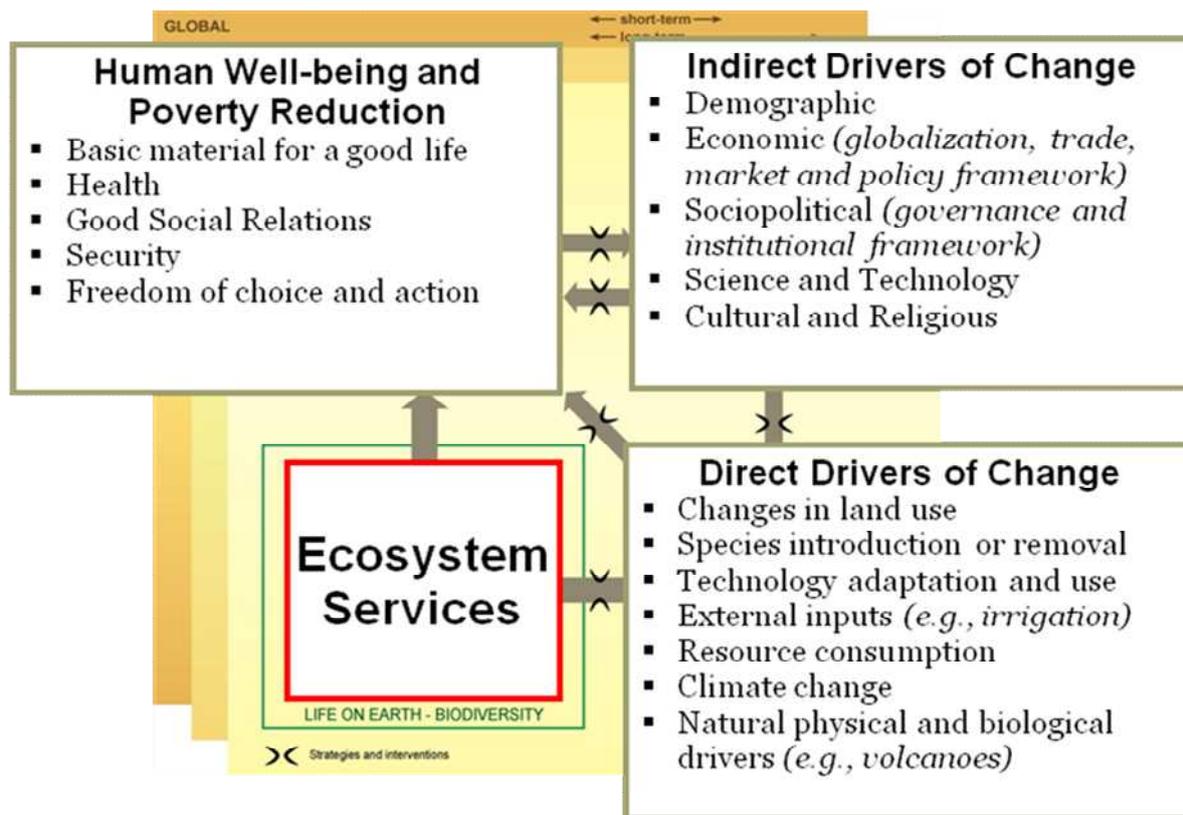
3) 文化的サービス

精神的充足、レクリエーションや審美的経験を介して生態系からもたらされる非物質的な便益のことで、文化的多様性、精神的・宗教的価値、知識体系（伝統的・慣習的）、教育的価値、インスピレーション、美的価値、社会的関係、その町らしさ、文化的遺産価値、レクリエーションとエコツーリズムが含まれる。

4) 基盤サービス

すべての生態系サービスの生産のために必要な生態系サービスのことで、供給サービス、調整サービス、文化的サービスの変化が比較的、直接的かつ短期間で人間活動に影響を及ぼすのに対し、基盤サービスの変化は、間接的あるいは長期的に人類へ影響を及ぼす。例えば、一次生産、光合成（酸素生産）、土壌形成、栄養塩循環、水循環、生息地の生産、長期間の侵食制御や気候調節等がそれにあたる。

また、生態系サービスは様々な因子により変化するが、直接的要因と間接的要因の大きく2つの要因により規定される（図(2)-1）。直接的要因は、土地利用および被覆の変化、生物種の侵入及び移動、科学技術の適応と利用、外部からの投入、収穫と資源消費、気候変動、自然物理的・生物学的要因の6つからなる。また、間接的要因の構成要素は、人口、経済、社会政策、科学技術、文化・宗教の5つがある。

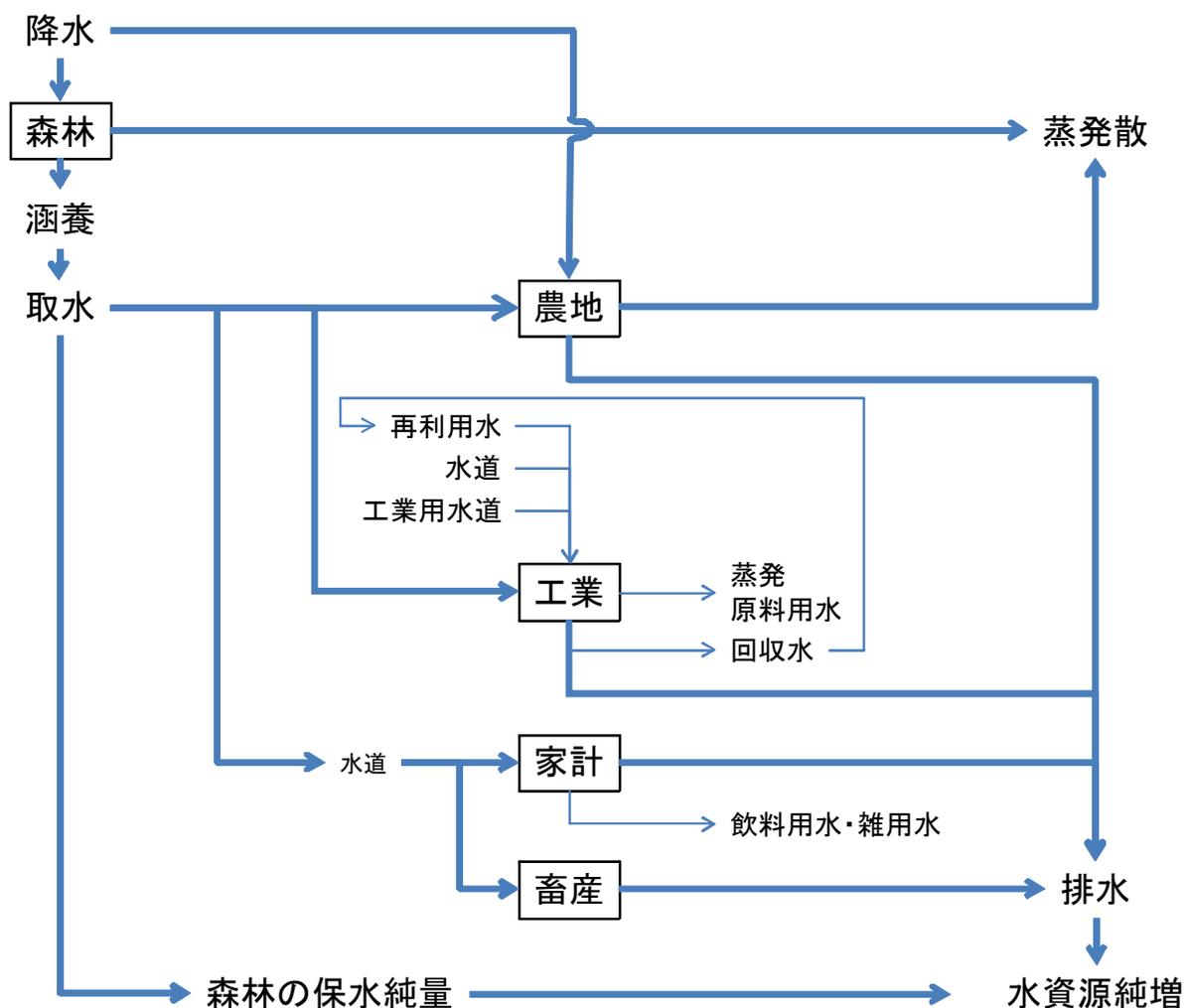


図(2)-1 生態系サービスと直接的・間接的要因の相関図⁴⁾

(2) 水循環がもたらす生態系サービスの構造化

既存研究のレビューにより、生態系サービスと直接的・間接的要因の関係性は一意的に規定することが難しいため、一般的には対象の絞り込みという研究プロセスが踏襲される⁵⁾。そこで、本研究では大きく2つの理由から、水がもたらす生態系サービスに対象を絞り研究を進めることとした。第一に、水は供給サービス（淡水資源）、調整サービス（洪水調節、気候調節）、文化的サービス（レクリエーション）、基盤サービス（水循環）のすべてのサービスに関連する唯一の指標であり、複数の生態系サービスを評価することができるという特長を有するからである。第二に、本研究の上位概念であるコモンズを考える上で、水は重要な公共財であるとの理由からである。

ここで、水がもたらす生態系サービスを定義するために、まず水循環プロセスを構造化した（図(2)-2）。森林への降水を水循環の起点とすると、一部は蒸発散プロセスへと進み、一方は森林へ涵養される。涵養水の一部は、灌漑、産業および水道として取水され、残りは森林に保水される（保水純量）。さらに、農地、工業、水道として取水された水および農地への降水は、作物や製品の生産、家畜の育成や一般生活といった消費プロセスを介して、水生態系へと排出され、最終的に水資源としてストックされる（水資源純増）。



図(2)-2 水循環プロセス

次に、水循環プロセスから水の機能的特性を抽出し、生態系サービスと関係性を規定した（表(2)-1）。森林への降水プロセスは、一次生産および光合成の促進、森林に生息する様々な生物の生命維持を支える機能を有する基盤サービスをもたらすと考えられる。森林および農地の蒸発散プロセスにより、周辺地域では気温変化の緩和が期待できるため、温度調節サービスをもたらすと定義した。また、森林の涵養プロセスにより水分の貯留が可能となるため、洪水調節サービスが提供され、そこから取水による水供給サービスが獲得可能となる。さらに、農地への降水は端的な水供給サービスである。なお、森林保水純増と水資源純増は共に水の変化量を表す指標であり、緑の場合は森林の保水機能や地域水資源危機レベルを判断することができる。そのため、様々な生態系サービスへの影響が考えられるが、本研究ではそれぞれ保水サービスと基盤サービスと定義した。

表(2)-1 水循環と生態系サービス

生態系プロセス	生態系機能	生態系サービス
森林への降水	森林生態系の維持	(基盤サービス)
森林および農地の蒸発散	気温変化の抑制	気温調節
森林涵養	水分の貯留	洪水調節
取水と農地への降水	水供給	水供給
森林保水純増	森林の保水機能の増減	保水
水資源純増	水資源の増減	(基盤サービス)

(3) 生態系サービスの物的評価

1) 森林への降水

森林への降水量は、森林面積に年平均降水量を乗じて求めた。なお、アメダス等の降水量の観測データは、年度および都道府県により観測地点数が異なることから、単純平均では時点および地域間でバイアスが生じる可能性がある。このバイアスを回避するために、過去30年間の観測データに基づいた降水量分布データであるメッシュ気候値2000⁶⁾をベースに、対象年の降水量の観測データと、それに対応するメッシュの降水量の乖離度を求め、それに基づいて対象年の降水量の分布推計した後に、都道府県別に年平均降水量を求めた。

2) 森林および農地の蒸発散

気温調節サービスは森林の蒸発散量と定義し、森林および農地への降水量に蒸発散率を乗じて求めた。蒸発散率は蒸発散量 (mm) を降水量 (mm) で除したパラメータであり、都道府県別の森林蒸発散量のデータが必要となる。蒸発散量に関するデータとしては、実測データ、モデルによる推計データおよび衛星による観測データの3種類がある。実測データはデータの信頼性は高いが、局地的であるため、本研究で対象とする日本全体への適用が難しい。また、モデルによる推計データは、全国的な推計が行われている⁷⁾⁻⁹⁾が、対象年が1986～1990年であり、本研究の対象年からは若干古いという問題がある。蒸発散量を観測している衛星としてはMODISがあり、2000～2006年の森林（常緑針葉樹、常緑広葉樹、落葉針葉樹、落葉広葉樹、混交林）の蒸発散量 (MOD16) のポイントデータ入手することができる¹⁰⁾⁻¹¹⁾。そこで、本研究では1mm以上の蒸発散量 (MOD16) が観測されたポイントを特定し、都道府県別平均値を蒸発散量とした。また、2000年以前の蒸発散量については、地上気象観測時日別編集データ¹²⁾⁻¹⁴⁾ (1961-2009) のパン蒸発量から蒸発散量の経年変化率を求め、MOD16の6年分の平年値を基準に推計した。

3) 森林の涵養量

森林による水の涵養量は、森林への降水量から蒸発散を減じた値と定義した。また、洪水調整機能は、降雨時のピーク流量 (m³/s) を緩和する機能であるが、本研究で取り扱う時間単位 (年) と異なること、また森林の涵養の機能の一つに洪水調整機能がある¹⁵⁾ ことから、洪水調整サービスの一次近似値と仮定した。

4) 水供給サービス

水供給サービスは、用水量に基づき以下のとおりに算定した。

a. 田畑への降水量

都道府県別の年平均降水量と耕地面積から農地への降水による水供給量を求めた。年平均降水量 (mm) は森林への降水量のデータと同じものである。

b. 灌漑用水

年間灌漑用水は、地域別の水田と畑の耕地面積当たりの用水原単位¹⁶⁾を設定し、都道府県別耕地面積を乗じて推計した。

c. 畜産用水

畜産への水供給は、日本全国の畜産用水総量¹⁶⁾に配分係数乗じ、都道府県別畜産用水を求めた。配分係数は、都道府県別の家畜頭数（搾乳牛、乾乳牛、乳用牛、肉用牛、豚、採卵鶏）と家畜別用水原単位¹⁷⁾から設定した。

d. 工業用水

工業部門への水供給は、上水道、工業用水道、地下水、その他（地表水・伏流水等）からの直接取水と、排水処理による回収水からなり、これらの総量を工業用水必要量と定義した。工業用水の統計値¹⁸⁾から出荷額当たりの水必要量を設定し、都道府県別部門別出荷額にそれを乗じて、部門別の年間工業用水必要量を求めた。また、各地域の部門別水源別水投入の内訳¹⁸⁾から、上水道使用量、工業用水道使用量、地下水使用量、表流水を含むその他水源および回収水量使用量を求めた。

e. 生活用水

家計への水供給は、地域別の1人当たりの有効水量¹⁶⁾と取水係数と年間使用日数（365日）を、都道府県別人口に乗じて、生活用水の取水量を求めた。

5) 森林保水純増と水資源純増

森林の涵養量から、水供給量を減じた水量を森林保水純増量と定義した。また、森林保水純増に、農地、工業、家計、畜産からの排水量を加えたものを水資源純増とした。

（４）生態系サービスの経済的価値の推計

生態系サービスには生態学的価値、社会文化的価値と経済的価値があると言われている⁴⁾。これまで様々な評価手法が開発されてきたが、生態学的価値および社会文化的価値の評価は極めて困難であることが明らかになっている⁵⁾。そこで、本研究では経済的価値を対象を絞り、生態系サービスの価値を評価した。生態系サービスの経済的価値の推計方法には、直接市場評価法（価格基準法、費用基準法、生産機能基準法）、顕示選好法（トラベルコスト法、ヘドニック価格法）、表明選好法（Contingent valuation method、Choice modeling、Group valuation）および既存研究の報告値を統計的手法から推計するメタ分析がある^{5)、19)}。どの手法も一長一短あるため、研究の目的に応じて適切な手法を選択する必要があるが、本研究では過去から現在にかけての生態系サービスの評価を行うために、複数年でのデータの入手が可能な直接市場評価法を用いた。

さて、本研究で対象とする生態系サービスの便益と価値を表(2)-2に示す。森林や農地の蒸発散により、気温変化に伴う受益者のエネルギー必要量が抑制されると考えられるため、温度調節サービスはエネルギー価格ベースの価値を有すると定義した。また、森林の涵養により洪水による社会的基盤の損失を回避できるため、洪水調節サービスは回避費用に基づく価値があるとみなした。水供給サービスは直接的な水の利用価値がある。森林の保水サービスは保水費用を基準とする価値を有するものとした。なお、森林への降水や水資源純増に関しては多種多様な便益が予想され、価値を一意的に定めることができないため、これらの経済的価値は推計しないこととした。

表(2)-2 水がもたらす生態系サービスと経済的価値

生態系プロセス	生態系サービス	便益	価値
森林への降水	(基盤サービス)	(多種多様)	(定義不可)
森林および農地の蒸発散	気温調節	気温変化に伴うエネルギー必要量の抑制	エネルギー価格を基準とする価値
森林涵養	洪水調節	洪水による社会経済基盤の損失の回避	回避費用を基準とする価値
取水と農地への降水	水供給	水利用	利用価値
森林保水純増	森林保水	干ばつの回避	保水費用を基準とする価値
水資源純増	(基盤サービス)	(多種多様)	(定義不可)

1) 水供給サービス

水供給サービスは、農地への降水量、灌漑用水、工業用水、生活用水および畜産用水の4項目から構成されるため、それぞれに対する価値単価(円/m³)を推計した。灌漑用水の経済的価値は土地改良および水利費²⁰⁾⁻²¹⁾(円/10a)と河川法に基づく流水占有量から推計した。土地改良および水利費は、「土地改良区費、水利組合費、貯水溜の改修費及び共同負担費、用水路及び排水路費等の整備改修割、水害予防対策割費等の負担額(土地造成分を除く。)²⁰⁾⁻²¹⁾」であり、そこから水利費を分離推計する方式を採った。具体的には土地利用生産費が個別の調査項目となっていた平成7年度以前の調査結果²⁰⁾を基に地域別の土地利用および水利費に占める水利費の割合を求め、対象年の土地改良および水利費から按分した。その後、都道府県別の水田と畑地の灌漑水利費単価(円/m³)を求めた。流水占有量は河川法に基づき各都道府県毎に条例で定められており、灌漑用水はその他の流水占有として定義されるか、該当する規定がないのが現状である。また流水占有量の単価は、占有強度(例:m³/s等)に対して年間料金を徴収するという方式で、都道府県によってデータの精度が大きく異なる。そこで、本研究では24時間365日取水し続けた場合の流水占有量を求め、新たに取水単価(円/m³)と推計することで都道府県間のデータ精度を調整した。以上のことから、灌漑用水の経済的価値は灌漑水利費単価および流水占有単価の合計とし、田畑への降水量の経済的価値は流水占有単価と定義した。

生活用水については水道統計²²⁾⁻²⁴⁾の都道府県別の料金収入と年間有収水量から、都道府県別の水道使用料を推計した。また、畜産物生産費調査において光熱水料(水道料)が計上されていることから、畜産用水も基本的に水道由来の水の利用を行っているものと仮定した。工業用水は、水源別に経済的価値が異なるため、水源別に経済的価値を定義した。上水道を水源とする場合は、先述した水道使用料を適用し、工業用水道を利用する場合は、対象年の工業用水事業の都道府県別給水単価³³⁻³⁵⁾を適用した。その他の水源は地表水が含まれることから灌漑用の流水占有単価の推計と同様に、都道府県別に工業用流水占有単価を求めることで対応した。地下水の価値については、社会経済的根拠に基づくデータがないことから、都道府県別の工業用流水占有単価で代替した。

2) 気温調節サービス

気温調節サービスは、蒸発散による水のエネルギー(気化熱)の利用と定義し、水の蒸発熱(2,267MJ/m³)とエネルギー価格から経済的価値を設定した。エネルギー価格については、エネ

ルギー生産資源となる原油価格（全国値）²⁵⁾をベースに、都道府県別のエネルギー価格を推計した。都道府県別への重み付けは、都道府県別の1世帯当たりの電気代もしくはガソリン代²⁶⁾を1世帯当たりの全国平均値で除した値とした。また、森林の蒸発散はサービスの受益者がいなくとも機能的に行われるが、本研究では奥山等の受益者が想定できない場合の生態系サービスの経済的価値はないものと仮定した。そこで、都道府県別エネルギー価格に市街地と森林の隣接する割合を乗じたものを最終的な気候調整サービスの経済的価値とした。なお、市街地と森林の隣接率は、農業景観調査情報システム（RuLIS）²⁷⁾をベースとするJOIN値²⁸⁾⁻²⁹⁾から推計した。

3) 洪水調節サービス

洪水調整サービスの価値は、ダム年鑑³⁰⁾⁻³²⁾の各都道府県の洪水調整用ダムの有効貯水量と年平均洪水被害軽減額から求めた。また、本サービスにより都市および農村の活動が担保されていると仮定して、受益者は市街地及び田畑とし、森林との市街地および田畑の隣接率により重み付けされた価格を洪水調整サービスの経済的価値とした。

4) 保水サービス

森林の保水調整サービスの価値は、全国の治水ダムの有効貯水量と年事業費³⁰⁾⁻³²⁾から求めた。また、洪水調節サービスと同様に、サービスの受益者は市街地と田畑として森林との隣接率で重み付けされた価格を保水サービスの経済的価値とした。

4. 結果及び考察

(1) 水がもたらす生態系サービス量の変遷

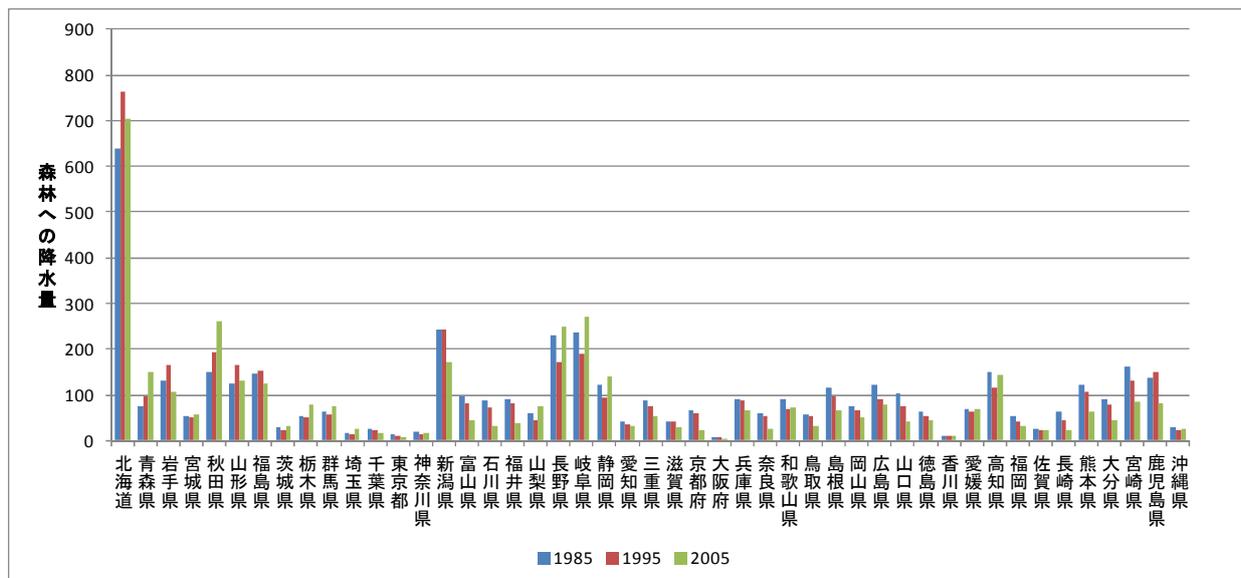
1) 基盤サービス

a. 森林への降水量

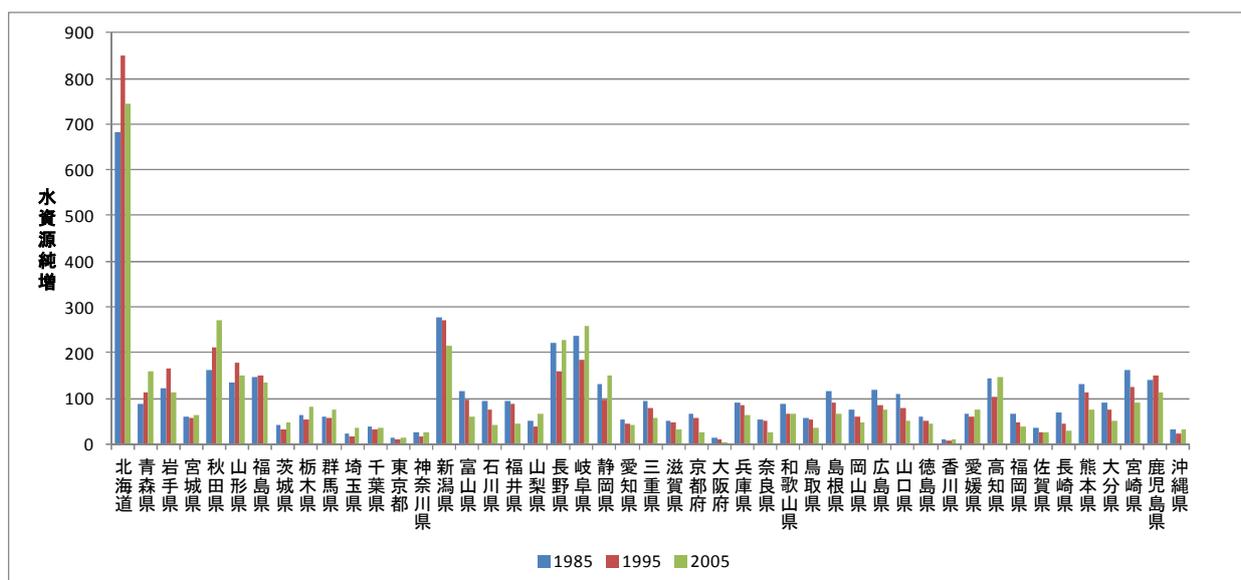
日本全体の森林への降水量は、1985年が4,656億 m^3 /年、1995年が6,419億 m^3 /年、2005年が6,042億 m^3 /年という結果となった。また、都道府県別の森林降水量（図(2)-3）は、北海道が最も多く、日本の森林への降水の12~14%は北海道に分布していることが明らかとなった。一方、森林への降水量が最も少ないのは大阪府で、さらにこの20年で減少傾向（1985年：9億 m^3 /年、1995年：8億 m^3 /年、2005年：4億 m^3 /年）にあることが分かった。

b. 水資源純増

日本の水資源は年間4,346~4,891億 m^3 /年で増加しているものの、対象とした20年間で純増量は減少している。また、都道府県別水資源純増（図(2)-4）では北海道が最も多く、日本全体の14~18%を占める。一方、水資源純増量が最も少ないのは、1985~1995年にかけては香川県（9億 m^3 /年）であったが、2005年には大阪府（6億 m^3 /年）となっていることが明らかとなった。



図(2)-3 日本の森林への降水量の変遷 (億m³/年)



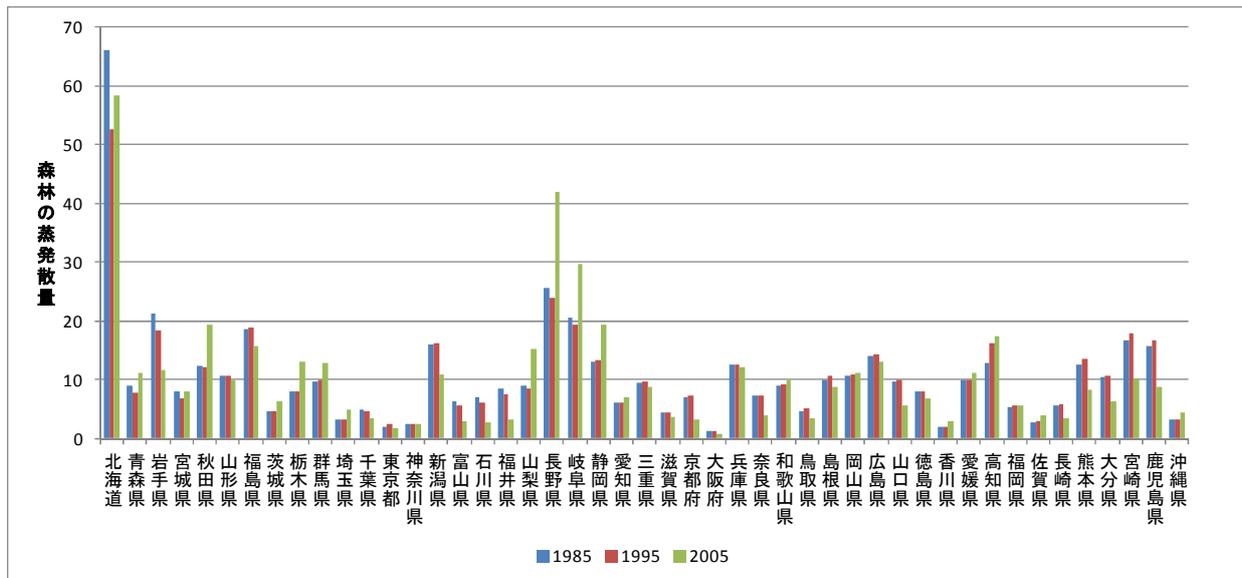
図(2)-4 水資源純増の変遷 (億m³/年)

2) 調整サービス

a. 気温調節

i. 森林の蒸発散量

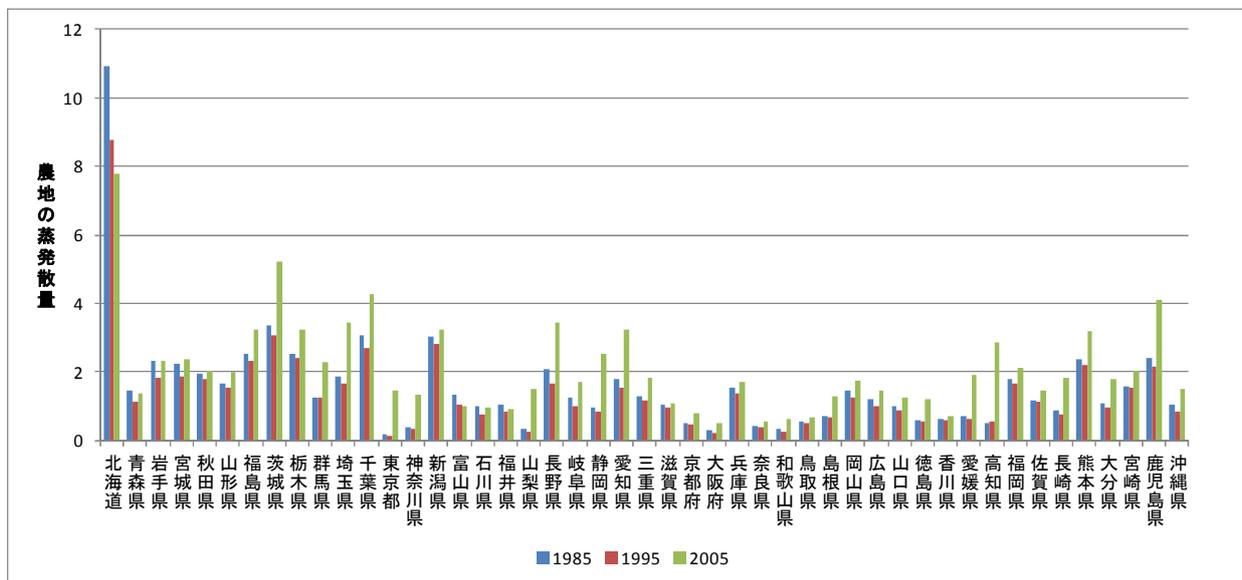
日本全国の森林の蒸発散量 (図(2)-5) は、1985年には500億m³/年であったが、1995年と2005年にはそれぞれ486億m³/年および488億m³/年となっており、この20年間で減少傾向にある。森林の蒸発散量が最も高い都道府県は北海道で、日本全体の11~13%を占めている。一方、森林の蒸発散量が最も少ないのは大阪府で、年間1億m³程度という結果が得られた。



図(2)-5 森林の蒸発散量の変遷 (億m³/年)

ii. 農地の蒸発散量

日本全国の農地の蒸発散量 (図(2)-6) は、1985年が74億m³/年、1995年が65億m³/年、2005年が99億m³/年となった。農地の蒸発散量が最も大きいのは北海道であり、全国の8~15%を占めるが、1995年から2005年にかけては減少傾向であることがわかった。一方、農地の蒸発散量が最も少ないのは、1985年および1995年は東京都 (0.2億m³/年) であったが、2005年は大阪府 (0.5億m³/年) が最小となることがわかった。

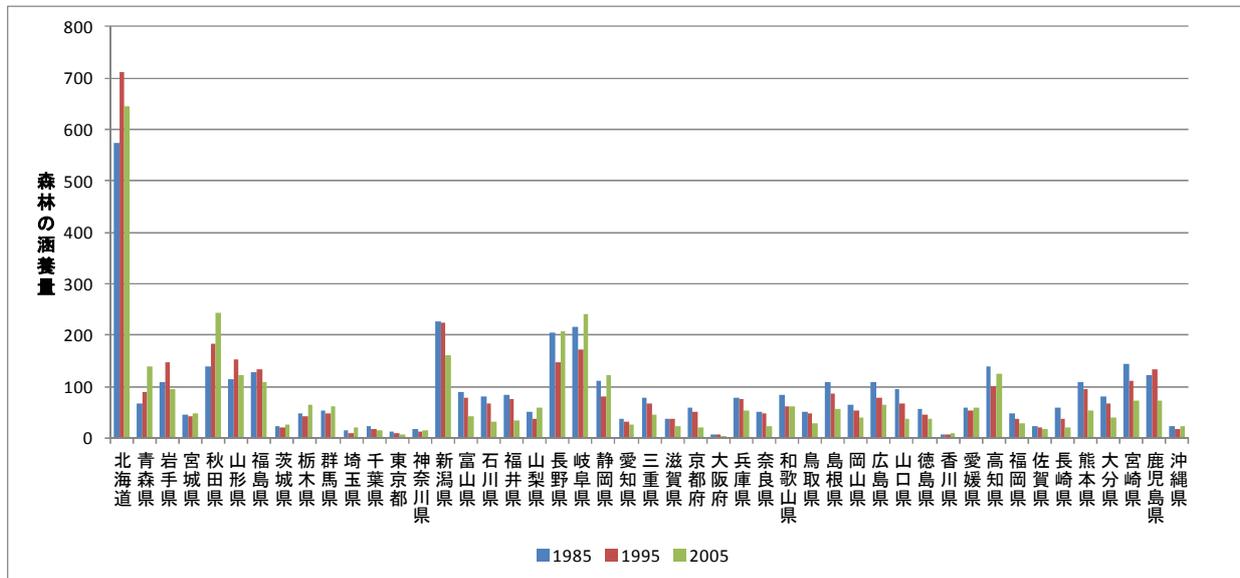


図(2)-6 農地の蒸発散量の変遷 (億m³/年)

b. 洪水調節

日本の森林涵養量 (図(2)-7) は、1985年が4,156億m³/年、1995年が3,938億m³/年、2005年が3,549億m³/年と減少している。森林涵養量が最も多いのは北海道で、全国の14~18%を占めるとともに、

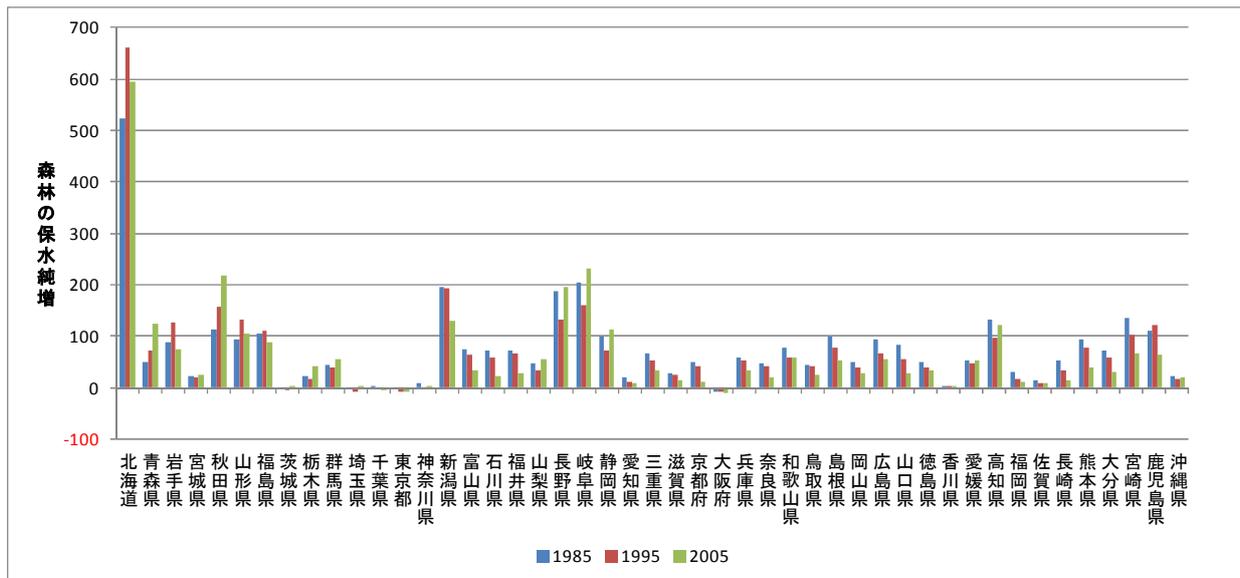
増加傾向にあることがわかった。一方、森林の涵養量が最も少ないのは大阪府で、さらに減少傾向にあることも明らかとなった。



図(2)-7 森林の涵養量の変遷 (億m³/年)

c. 森林保水

日本の森林の保水純増 (図(2)-8) は、年間2,946~3,549億m³であるが、この20年間で減少傾向にある。森林の保水純増は北海道で最も多く、日本全体の15~20%を占める。一方、森林の保水純増が最も少ないのは大阪府で、この20年間で常に負値を示すとともに、その傾向はさらに強まっている。これは森林の降水量が少ないにも関わらず、取水量が多い地域特性によるものと考えられる。また、東京都も森林保水純増が負値を示しており、同時に周辺地域も負値となる年度が観察された。



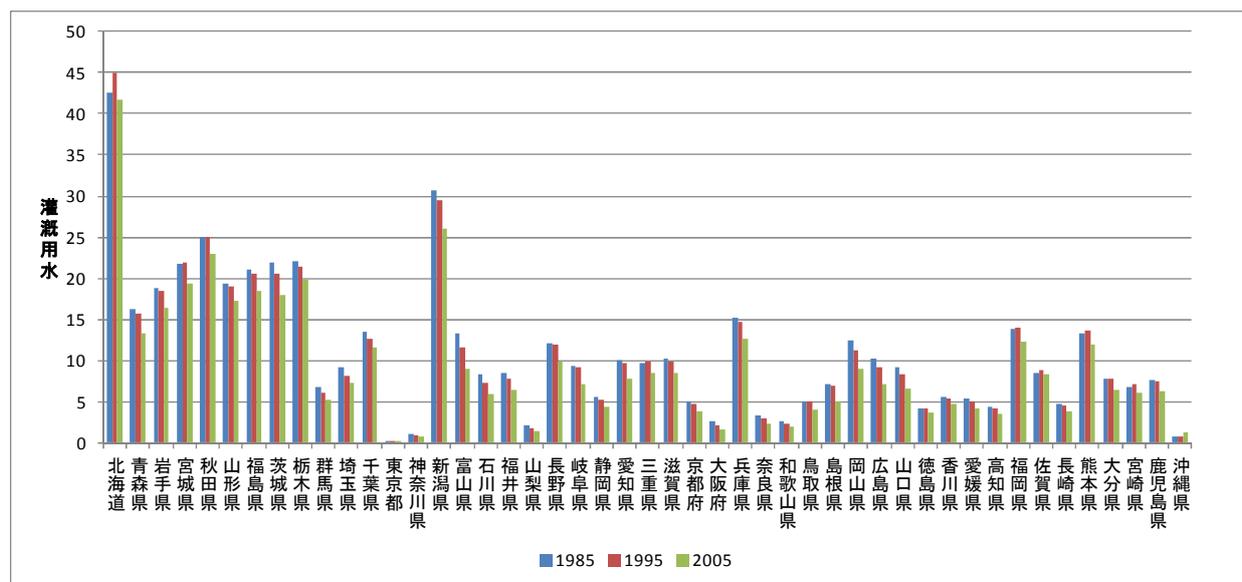
図(2)-8 森林の保水純増の変遷 (億m³/年)

3) 供給サービス

a. 取水

i. 灌漑

日本の灌漑用水（図(2)-9）は1985年に516億 m^3 /年、1995年に500億 m^3 /年、2005年に434億 m^3 /年と減少している。灌漑用水が最も大きい地域は北海道で、日本全体の8～10%の割合を占める。一方、灌漑用水が最小の地域は東京都で、近年さらに減少する傾向にある。

図(2)-9 灌漑による取水量の変遷 (億 m^3 /年)

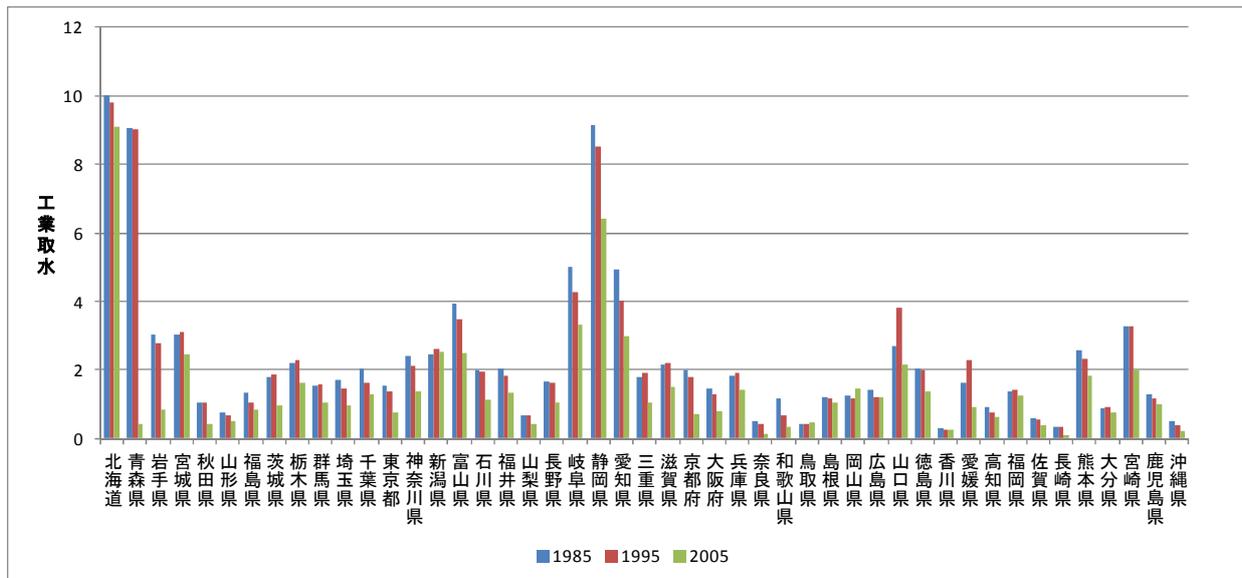
ii. 工業

表(2)-3を見ると、日本の工業による取水量は、1985年が107億 m^3 /年、1995年が103億 m^3 /年、2005年が68億 m^3 /年であり減少している。その一方で、回収水（再利用水）の割合は増加傾向にあり、水の再利用技術が進むことで工業による取水量が減少していると考えられる。

表(2)-3 日本の工業用水量 (億 m^3 /年)

	1985	1995	2005
上水道	15	15	9
工業用水道	53	54	50
取水	107	103	68
回収水	424	472	438
合計	599	644	565

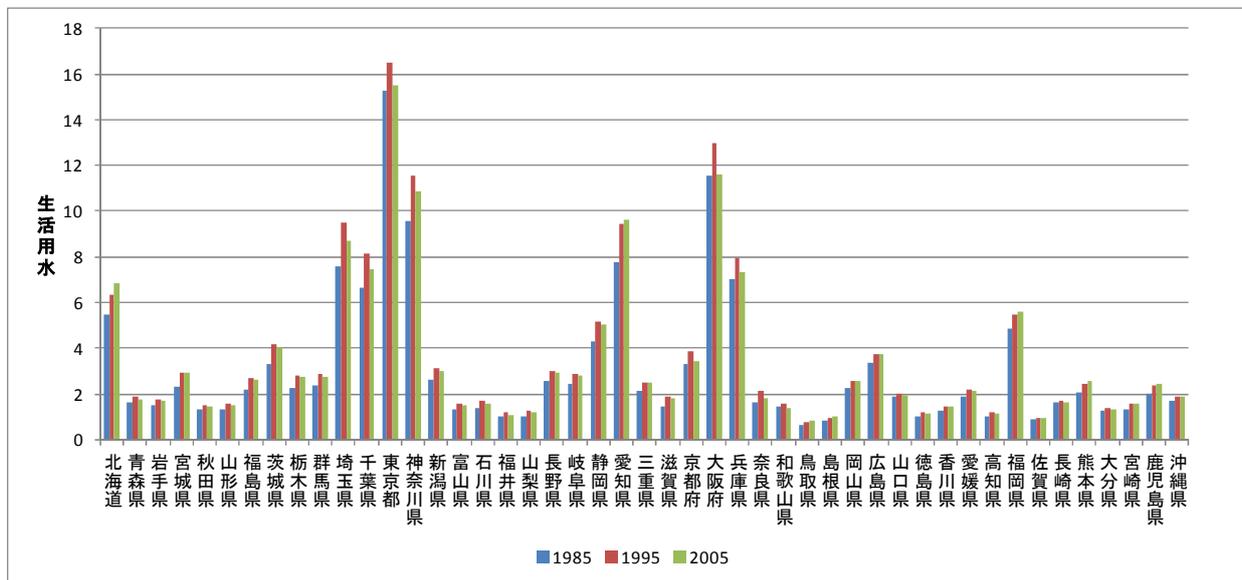
また、工業による取水量が最も多いのは北海道で、全国の8～13%を占める。一方、工業による取水量が最も少ない地域は1985年および1995年は香川県（0.3億 m^3 /年）であったが、2005年は長崎県（0.1億 m^3 /年）が最も少なくなっている。（図(2)-10）



図(2)-10 工業による取水量の変遷 (億m³/年)

iii. 家計

日本の生活用水量 (図(2)-11) は、1985年に146億m³/年であったが、1995年には170億m³/年に増加し、2005年には164億m³/年に減少している。生活用水が最も多い地域は東京都で、日本全体の約10%の割合を占める。一方、生活用水が最も少ない地域は、鳥取県で年間0.6~0.8億m³/年であり、近年は増加傾向にある。

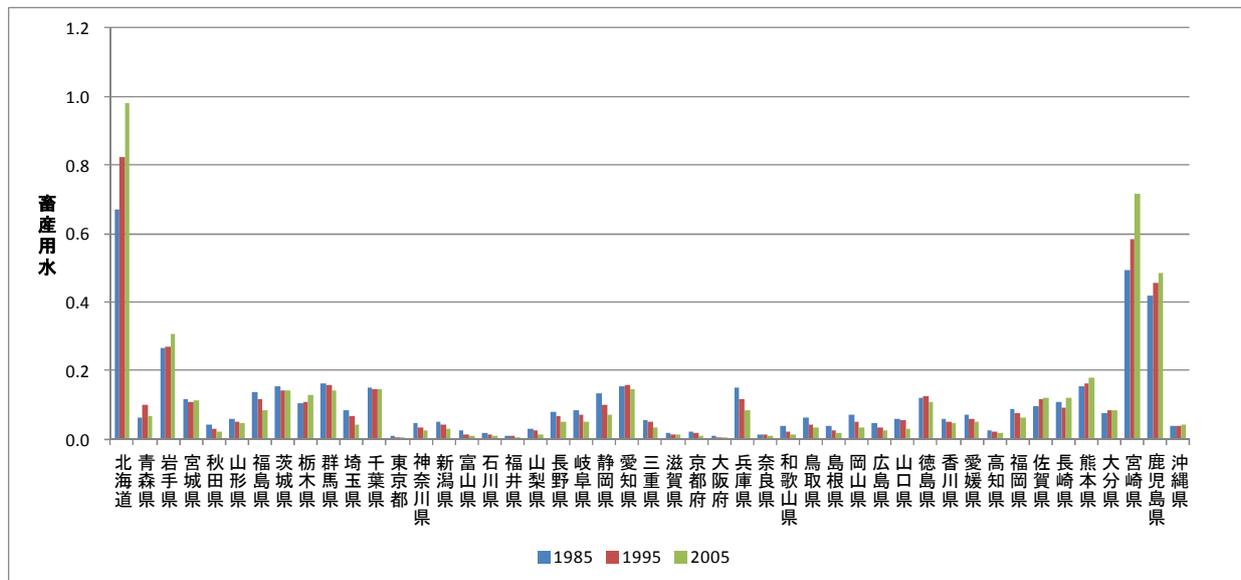


図(2)-11 生活用水 (取水ベース) の変遷 (億m³/年)

iv. 畜産

1985~2005年における日本と畜産用水 (図(2)-12) は5億m³/年で、大きな変化がない。都道府県別の畜産用水は、北海道が最も多く、日本全国13~20%を占めており、近年増加傾向にある。一方、地産用水が最小の地域は、1985年は東京都であったが、1995年および2005年は大阪府が最

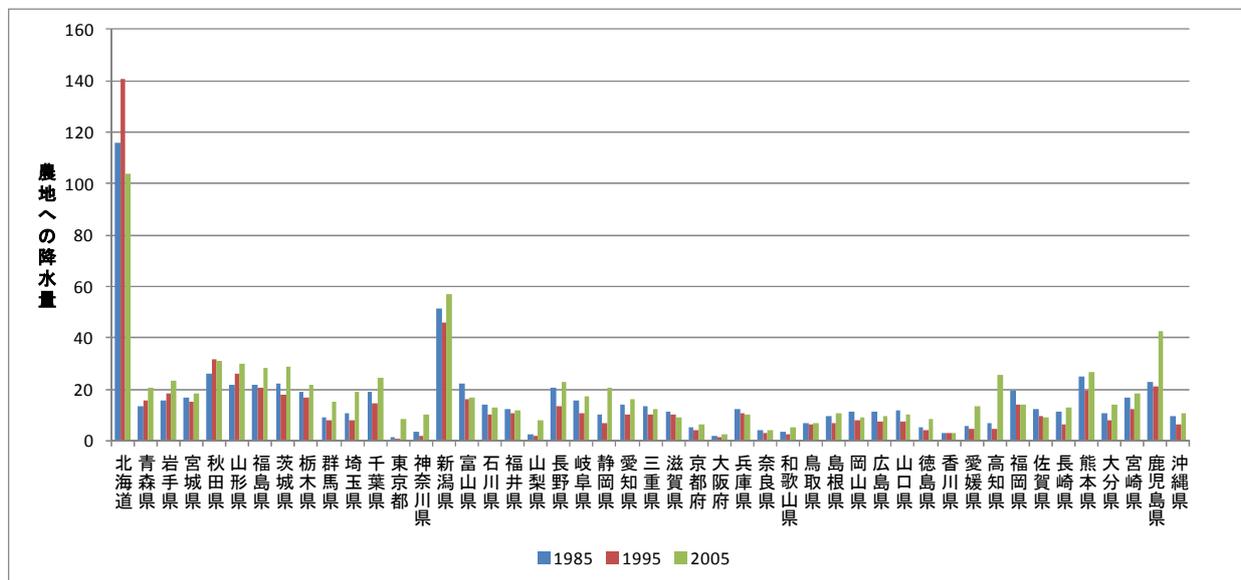
小となっている。



図(2)-12 畜産用水の変遷 (億m³/年)

b. 農地への降水

日本の農地への降水量 (図(2)-13) は、1985年に731億m³/年であったが、1995年に651億m³/年に減少し、2005年には863億m³/年へと増加している。地域別では北海道の農地への降水量が最も多く、全国の12~22%がここへ分布する。一方、農地への降水量が最小の地域は、1985年および1995年は東京都であったが、2005年は大阪府が最も少なくなっている。



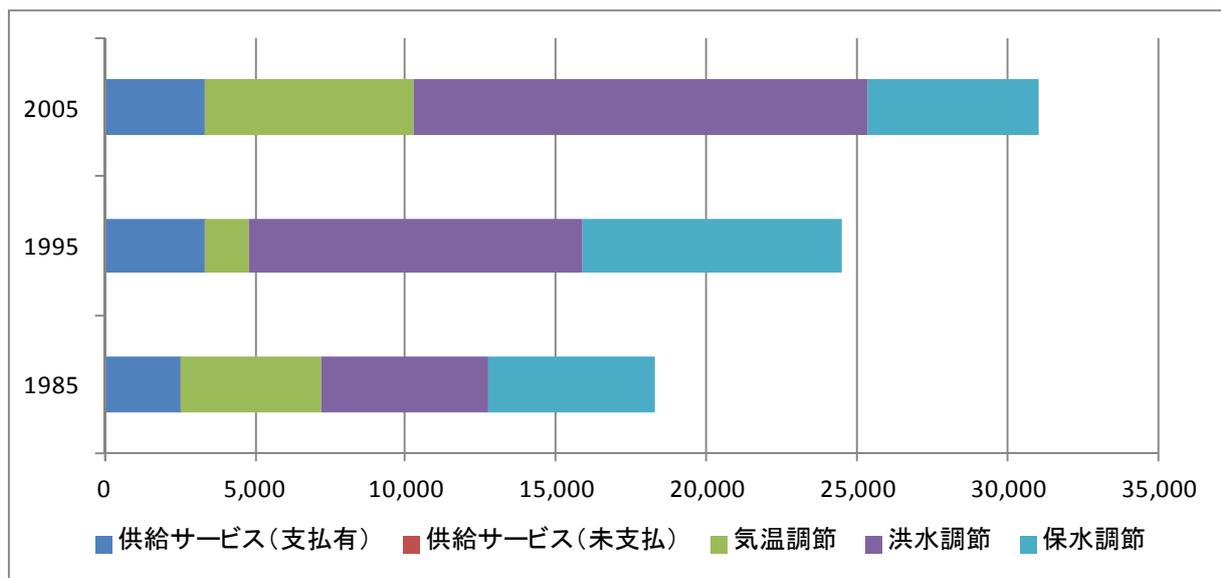
図(2)-13 農地への降水量の変遷 (億m³/年)

(2) 水がもたらす生態系サービスの経済的価値の変遷

日本の生態系サービスの経済的価値の変化 (図(2)-14) を見ると、1985年で18兆円、1995年で24兆円、2005年31兆円となり、1985年から20年で1.7倍に増加している。しかしながら、生態系サ

ービスに対して実際に支払われた価値の割合は、1985年、1995年と14%であったのに対して、2005年は11%に減少しており、生態系サービスの経済的価値が外部化される傾向が強まったと言える。

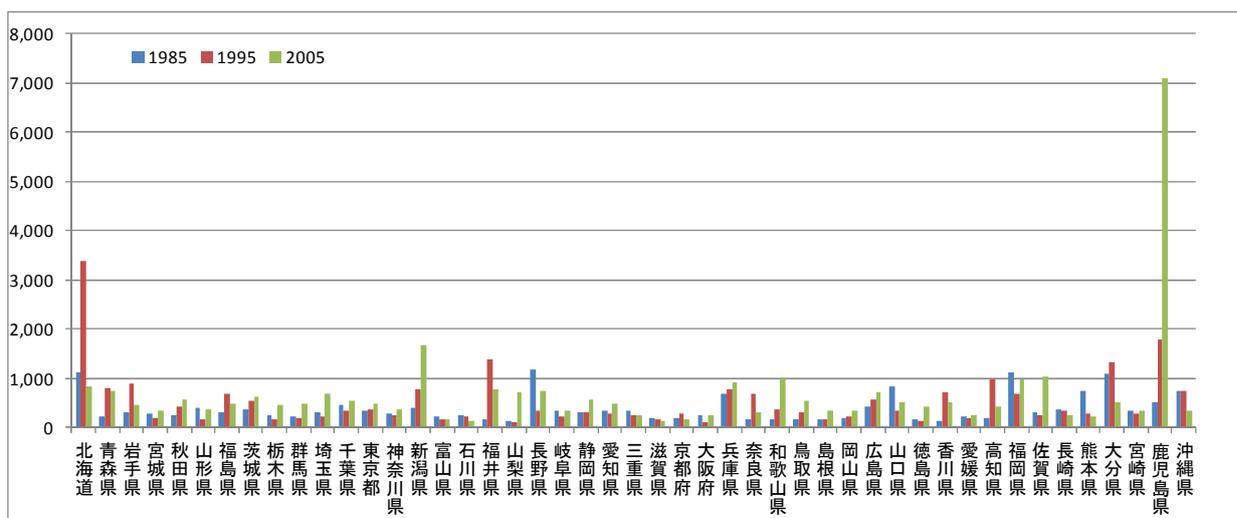
内訳を見ると、供給サービスは1995年を境にほぼ横ばいであることから、調整サービスの価値の増加によるところが大きい。特に洪水調節サービスの価値の増加率（1985～1995年：+99%、1995～2005年：+36%）が高い上に、すべての年度で合計値に占める割合（1985年：31%、1995年：45%、2005年：49%）が高く、洪水調節サービスの変動が経済的価値に与える影響が大きいと考えられる。また、気温調節サービスの全価値に占める割合は22%（2005年）と高い値を示すが、1995年にはこの割合が6%と激減している。これは原油価格の違い（2005年：4.34円/千kcal、1995年：1.19円/千kcal）によるところが大きい。



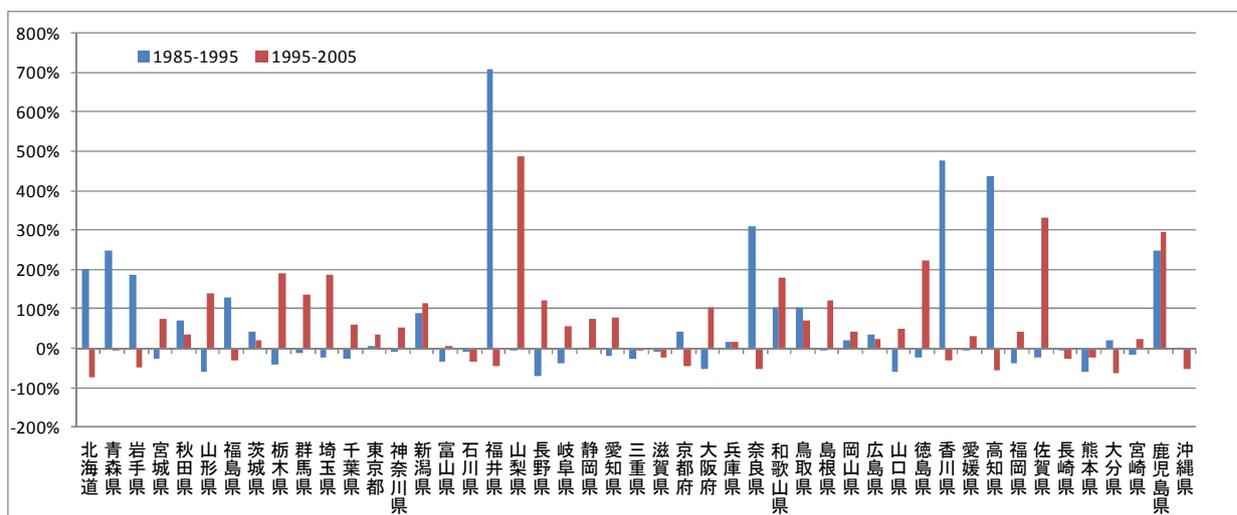
図(2)-14 日本の水循環がもたらす生態系サービスの経済的価値の変化（10億円/年）

都道府県別の生態系サービスの経済的価値の変化は、都道府県によって大きく異なる（図(2)-15）。生態系サービスの経済的価値総量が大きく増加した都道府県は鹿児島県であり、20年間で13倍に増加しているという結果となった。これは洪水調節サービスの価値の大幅な上昇が大きな要因であることが明らかとなった。

生態系サービスの変化率（図(2)-16）を見ると、1985～1995年の間では、福井県の変化率が最も高く7倍となった。福井県では1985年から1995年にかけて、洪水調整サービスの価値単価が4円/m³から168円/m³へと高騰したことが主要因であることがわかった。一方、1995年から2005年では、山梨県の変化率が最も高く5倍に増えている。これは1995年から2005年にかけて、洪水調整サービスの価値単価が上がった（1995年：16円/m³、2005年：45円/m³）ことに加えて、森林の洪水調整量も増加（1995年：36億m³、2005年：59億m³）したためといえる。



図(2)-15 都道府県別生態系サービスの経済的価値の経年変化 (10億円/年)



図(2)-16 都道府県別生態系サービスの経済的価値の変化率

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

日本の水生生態系がもたらす調整サービスおよび供給サービスの物量および経済的価値の経年変化を都道府県別に統合評価する手法が開発された点で、科学的意義が大きい。

(2) 環境政策への貢献

生物多様性条約締約国会議などの環境政策へ資する科学的知見の蓄積が進められた。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

特に記載すべき事項はない

<査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない

<その他誌上発表（査読なし）>

- 1) 岡寺智大、渡辺正孝、奥島憲次、稲田雄二、丹治三則：環境システム研究論文発表会講演集、38, 395-400 (2010)
「水および窒素のマテリアルフローに着目した宮古島のバイオエタノールの蒸留残渣液の農地還元に関する研究」

(2) 口頭発表（学会等）

- 1) 岡寺智大：シンポジウム「里山・里地・里海の価値とその管理：新たなコモンズ論の展開に向けて」、東京（2010）
「報告：生態系サービスの変化の間接・直接的要因」
- 2) 岡寺智大、渡辺正孝、奥島憲次、稲田雄二、丹治三則：第38回環境システム研究論文発表会（2010）
「水および窒素のマテリアルフローに着目した宮古島のバイオエタノールの蒸留残渣液の農地還元に関する研究」
- 3) M. Watanabe, S. Takeda and T. Okadera：International Symposium on Ecosystem Services from *Satoyama*, *Satochi*, and *Satoumi* Landscapes: Strategies for a Nature Harmonious Society, Tokyo, Japan, 2012
“Integrated Assessment System for Evaluating Ecosystem Services from *Satoyama* and *Satoumi* Landscapes”

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

- 1) シンポジウム「里山・里地・里海の価値とその管理：新たなコモンズ論の展開に向けて」（2010年7月9日、国際連合大学本部エリザベスローズ会議場、参加者128名）
- 2) 国際シンポジウム「里山・里地・里海の生態系サービス：自然共生社会に向けた戦略展開」（2012年1月30日、国際連合大学本部エリザベスローズ会議場、参加者134名）

(5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない

(6) その他

特に記載すべき事項はない

8. 引用文献

- 1) R. S. de Groot, M. Wilson and R. Boumans: *Ecological Economics*, 41, 393-408 (2002)
“A typology for the description, classification, and valuation of ecosystems functions, goods and services”
- 2) F. Moberg and C. Folke: *Ecological Economics*, 29, 215-233 (1999)
“Ecological goods and services of coral reef ecosystems”
- 3) J. Norberg: *Ecological Economics*, 29, 183-202 (1999)
“Linking nature’ s services to ecosystems; Some general ecological concepts”
- 4) Millennium Ecosystem Assessment: Island Press, Washington, D.C. (2003)
“Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment”
- 5) P. KUMAR (ed.): Earthscan, London and Washington (2010)
“The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations”
- 6) 気象庁：一般財団法人気象業務支援センター、東京 (2002)
「メッシュ気候値2000」
- 7) 近藤純正、中園信：水文・水資源学会誌、6(1)、9-18 (1993)
「日本の水文気象(4)：地域代表風速、熱収支の季節変化、舗装地と芝生地での蒸発散量」
- 8) 近藤純正、中園信、渡辺力、桑形恒男：水文・水資源学会誌』5(4)、8-18 (1992)
「日本の水文気象(3)－森林における蒸発散量－」
- 9) 近藤純正、渡辺力：天気、38、699-710 (1991)
「広域陸面の蒸発－研究の指針－」
- 10) Z-G. Sun, Q-X. Wang, B. Matsushita, T. Fukushima, Z. Ouyang and M. Watanabe, M.: *Journal of Hydrology*, 376 (3-4), 476-485 (2009)
“Development of a Simple Remote Sensing EvapoTranspiration model (Sim-ReSET): Algorithm and model test”
- 11) Q-X. Wang, Z-G. Sun, B. Matsushita and M. Watanabe: *Evapotranspiration*, Leszek Labeledzki (Ed.), ISBN: 978-953-307-251-7, InTech, 151-161. (2011)
“A Simple Remote Sensing EvapoTranspiration Model (Sim-ReSET) and its Application”
- 12) 気象庁：一般財団法人気象業務支援センター、東京 (2001)
「地上気象観測時日別編集データ 1985-1987 CD-ROM編」
- 13) 気象庁：一般財団法人気象業務支援センター、東京 (2007a)
「地上気象観測時日別編集データ 1995 CD-ROM編」
- 14) 気象庁：一般財団法人気象業務支援センター、東京 (2007b)
「地上気象観測時日別編集データ 2000 CD-ROM編」
- 15) 森林水文学編集委員会：森北出版株式、東京 (2007)
「森林水文学 森林の水の行方を科学する」
- 16) 国土交通省水管理・国土保全局水資源部：国土交通省、東京 (2011)

- 「日本の水資源」 <http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/hakusyo/index5.html>
(Accessed April, 2012)
- 17) 農林水産省：社団法人日本草地畜産種子協会、東京(2007)
「草地開発整備事業計画設計基準」
- 18) 経済産業省：株式会社アイ・エヌ情報センター、東京 (2011)
「工業統計表CD-ROM」
- 19) R. Costanza, R. d' Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V.O. Neill, J. Paruelo, R.G. Raskin, P. Sutton and M. van den Belt: Nature, 387, 253-260 (1997)
“The value of the world’ s ecosystem services and natural capital”
- 20) 農林水産省：財団法人農林水産統計協会、東京 (2004)
「米および麦類の生産費 1985-1998」
- 21) 農林水産省：農林水産省、東京 (2011)
「農産物生産費統計」 http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/noukei/seisanhi_nousan/
(Accessed April, 2012)
- 22) 厚生労働省：社団法人日本水道協会、東京(1987)
「水道統計 第68号(昭和60年度)」
- 23) 厚生労働省：社団法人日本水道協会、東京(1997)
「水道統計 第78号(平成7年度)」
- 24) 厚生労働省：社団法人日本水道協会、東京 (2007)
「水道統計 第88号 (平成17年度)」
- 25) 日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット編：財団法人省エネルギーセンター、東京
(2011)
「エネルギー・経済統計要覧 2011年版」
- 26) 総務省統計局：アイ・エヌ情報センター、東京 (2011)
「家計調査CD-ROM」
- 27) 独立行政法人農業環境技術研究所：独立行政法人農業環境技術研究所、つくば (2011)
「Rural Landscape Information System」 <http://rulis.dc.affrc.go.jp/rulisweb/>, (Accessed April, 2012).
- 28) M. J. Fortin and M. Dale: Cambridge University Press, 380pp (2005)
“Spatial Analysis: A Guide for Ecologists”
- 29) 野上道男、岡部篤行、貞広幸雄、隈元崇、西川治：東京大学出版会、東京、163pp (2001)
「地理情報学入門」
- 30) 財団法人日本ダム協会：財団法人日本ダム協会、東京 (1987)
「ダム年鑑1987」
- 31) 財団法人日本ダム協会：財団法人日本ダム協会、東京 (1996)
「ダム年鑑1996」
- 32) 財団法人日本ダム協会：財団法人日本ダム協会、東京 (2006)
「ダム年鑑1987」

- 33) 総務省：財団法人地方財務協会、東京 (1986)
「地方公営企業年鑑33集」
- 34) 総務省：財団法人地方財務協会、東京 (1997)
「地方公営企業年鑑43集」
- 35) 総務省：財団法人地方財務協会、東京 (2007)
「地方公営企業年鑑53集」

(3) 長期的・広域的な視点からみた里山・里地・里海の定量的な評価

横浜国立大学 大学院環境情報研究院 松田裕之
嘉田良平

<研究協力者>

横浜国立大学 大学院環境情報研究院 林直樹
堀優子
大学院環境情報学府 渡邊絵里子

平成21～23年度累積予算額：25,033千円（うち、平成23年度予算額：8,046千円）

予算額は、間接経費を含む。

[要旨] 日本の里山・里地では、利用低減による生態系サービスや生物多様性の劣化が問題になっている。本サブテーマでは気象、地形、人口、土地利用のモザイク構造、文化等に注目して、里山・里地・里海を定義し、長期的な視点から生態系サービスや生物多様性の変化を予測して、新たなコモンズ、持続可能な保全と資源管理手法を模索した。平成21年度は主に石川県を対象として人口密度から消滅が危惧される里山・里地を特定し、土地利用や人口のデータを整理して、地形等が人口に及ぼす影響と二地域居住の効果を確認した。また、1960年代からの日本の漁獲量と漁獲物栄養段階指数の変化を求めた結果、日本の沿岸漁業が海洋生態系の多様な魚種を利用し続けていることが示唆された。平成22年度は過去の人口動態等から全国の2035年の将来推計人口を求め、過疎地域の人口密度のクロス集計から、集落消滅と集落機能消失のリスクを示した。さらに気候条件を加味して、土地管理タイプごとのRDB維管束植物集中グリッドの割合を求めた結果、非豪雪地帯の方がRDB集中グリッドの割合が高いこと、非豪雪地帯の「荒地+森林型」は、その割合が非常に高いことが分かった。平成23年度は、この2つの条件に合致する地域として白山ユネスコパーク地域を選択して、里山資産と生態系、生態系サービスの相互関連性を整理し、生態系サービスのモザイク構造を地図化して、その消滅状況を明らかにした。その結果、白山ユネスコパーク地域では森林生態系を主軸とする生態系サービスの比重が高く、かつ植物の比重が大きいことと「出作り（耕地など生業拠点の近くに寝泊まりすること）」を上位クラスターとする生態系サービスが集落の消滅と同時に失われたことが分かった。この地域独自の生態系サービスは、人口減少、集落消滅の継続により、消滅リスクが増え続けることが分かった。知床等の日本の沿岸漁業の共同管理の有効性が国際的に評価されたことをふまえ、富士山麓北富士の入会地のコモンズとしての価値が、富士山世界文化遺産登録にも有効であることを論じた。

[キーワード] 人口、レッドデータブック（RDB）、生態系サービスの地図化、海洋栄養段階指数（MTI）、資源の共同管理

1. はじめに

人と自然の相互作用によって形成された「里山・里海」は、国民共有の自然的・歴史的・文化的な資産であり、それぞれの地域にはモザイク状に里山・里海の資産が分布しているが、人口減

少等によって、生物多様性の劣化、生態系サービスの消滅の危機にさらされている。私たちは「将来にどのような資産が消滅するのか」、「消滅を防ぐためには、どうすればよいのか」という二つの疑問に答えなければならない。そのためには、消滅の危機に関わらず、里山・里海では、地元関係者による生態系や地域資源の自主的な管理が不可欠であるが、そのための手法は確立していない。

2. 研究開発目的

この研究の目的は、モザイク状の土地利用を特徴とする里山の生態系サービスの喪失、質の変化、維持を、人間活動の影響、利害関係者の自主的管理（共同管理）という観点から歴史的に検証するとともに、各地の里山・里地・里海の長期的・広域的な消滅リスクおよび保全管理手法を分析することである。地理情報システム(GIS)を用いて、土地利用等の直接的要因と、人口等の間接的要因を解析し、里山・里地が今後放棄された場合に生じる生態系サービスの消滅リスク等を推定する。

具体的には、第一に、里山の将来推計人口と食料供給サービス等の生態系サービスの傾向を明らかにすること、第二に、保全管理手法（担い手である人口の確保）の糸口を探ること、第三に、歴史的な観点から、失われつつある里山・里海の資産とサービスを明らかにすること、第四に、地元関係者による自主的な資源管理の方法と持続可能性を実現するための要件を明らかにすることである。

3. 研究開発方法

(1) 里山の将来推計人口と二地域居住

1) 石川県を対象とした解析

国土数値情報の地形(1981年)、土地利用(2006年)や国勢調査(人口)の地域メッシュ統計(2005年)を使用し、1辺約1kmの第3次メッシュ単位で石川県の地形等のデータを整理し、地形や交通(人口が1,000人以上のグリッドからの距離)が人口に与える影響を分析し、条件ごとの人口の平均を計算した。暫定的に人口が0人のグリッドを「奥山」、人口が0人ではなく、4,000人未満のグリッドを「里山・里地」、4,000人以上のグリッドを「都市」とし、既往の文献から、「消滅(無人化)が危惧される里山・里地」の人口密度を明らかにし、それを根拠に石川県で消滅が危惧される里山・里地を特定して、その地域の水田の面積、米の供給サービス(収穫量)等を求めた。なお10a当たりの収量は2005年の全国値(農林水産省『作物統計』)を使用した。

総人口が少ないグリッドは、性・年齢層別人口が秘匿であり、他のグリッドに合算されているが、総人口に秘匿はなく、合算先も明示されているので、総人口をもとに合算前の性・年齢層別人口を推計(総人口の比を使って、それぞれの人口を分離)し、その人口から、コーホート要因法を使って2035年までの推計人口を求めた。純移動率等は2時点(例えば、2000年と2005年)の人口から推計することが多いが、人口が少ないと概して極端な値になるため、市区町村単位のもの¹⁾を使用した。なお、一つのグリッドが複数の市区町村にまたがる場合は(市町村の)面積が広い方の値を使用した。また、現時点(2005年)では里山・里地であるが、2035年には人口が1人未満になるグリッド(奥山になるところ)も特定した。

新たなコモングの再構築に向け、二地域居住の可能性を検証した。二地域居住に関する仮定は、

①他の都道府県にまたがる二地域居住はない、②都市の住民が里山・里地に向かう、③特定のグリッドに住民が集中することはない（均等に割り当てる）、④二地域居住による里山・里地の人口の増加分」は都市の総人口で決まる（何%にするかは文献を参考に設定する）とした。

二地域居住による人口を加算した場合の「消滅が危惧される里山・里地」を特定し、水田等の面積も求めた。

2) 全国を対象とした解析

a. 対象を全国（北海道は除く）に広げ、石川県と同様の方法で、消滅が危惧される里山・里地を特定し（表(3)-1）、その地域の水田の面積等を求めた。ただし北海道は歴史や土地管理が大きく異なるため評価対象から除外した。

表(3)-1 人口密度による限界集落等の評価基準

基準	意味と根拠
1～4人/km ²	集落の維持が難しい： 集落の維持には5戸以上が必要 ²⁾ 。これを人口に換算すると13.5人以上（国勢調査より）。一方、中山間農業地域の平均面積は3.0km ² （世界農林業センサスより）。よって集落の維持に必要なと思われる人口密度は4.5人/km ² 以上。1～4人/km ² では難しい。
5～14人/km ²	集落「機能」の維持が難しい： 農業生産や生活等の集落機能の維持には「農家」5戸以上が必要 ³⁾ 。中山間農業地域の農家率は30.1%（世界農林業センサスより）。「農家5戸以上」は「総戸数16.6戸以上」を意味する。これを人口に換算し、平均面積で割ると14.9人/km ² 以上となる。集落自体の維持はさておき、5～14人/km ² では集落機能の維持が難しい。

b. 気候条件と国土数値情報の土地利用メッシュをもとにクラスター分析等を使用してグリッドをいくつかのタイプ（土地管理タイプ）に分けた。管理が不安定になりやすい限界集落グリッドの割合が高い土地管理タイプを明らかにした。

c. 「国全体の食料生産量が保たれる」、「限界集落グリッドの水田を放棄する」、「放棄された水田を草地として利用する」の3つのシナリオを想定して2035年の食料自給率を計算した。

(2) 失われつつある里山・里海の資産

1) RDB維管束植物

a. RDB維管束植物集中グリッド

2000年版レッドデータブック（維管束植物）を使用してRDB維管束植物集中グリッドを抽出し、（原因を問わない場合は5種以上で「集中」、利用低減に限定した場合は2種以上で「集中」とした）、土地管理タイプごとのRDB集中グリッドの割合を求めた。

b. 里山RDB種の評価

絶滅危惧Ⅰa類、絶滅危惧Ⅰb類および絶滅危惧Ⅱ類の中から、自然遷移、動物食害、管理放棄の減少要因を持つ植物を「里山RDB種」と定義し、全国個体数 N 、減少率 R および分布区域数 L から、ある区域を10年間保全することによるRDB種の絶滅リスクの減分⁴⁾を算出した。これを、2次メッシュ単位で集計したものを区域のホットスポット指標として日本全域を評価した。なお、ここでは、生息地の劣化状況を簡易的指標、「 $(CR種数 + EN種数) / (CR種数 + EN種数 + VU種数)$ 」で評価することも試みた。

2) 里山の資産と生態系サービス

白山ユネスコパーク（人間と生物圏MAB計画）である白山市白峰・尾口・吉野谷地区は、生物多様性(Biodiversity)と地形地質多様性(Geodiversity)に富んだ地域であり、雑畑等、伝統的な自然利用技術を有していた。これらの地域を対象に地域性・固有性の高い資産を抽出し、どのような形で地域の歴史・文化の形成や維持と関わっているかを見出すために、以下の手順で研究を進めた。

- a. 地域に存在している自然的・歴史的・文化的な資産を「里山資産」として捉え、実際にどのような自然資産と生態系サービスがあるのかを把握するために風土工学的手法⁵⁾で評価を行った。
- b. 生態系サービスの分布を地図化し、植生・河川データと重ね、そのモザイク構造を明らかにした。
- c. 各資産・サービスの消滅もしくは消滅危惧状況を取りまとめた。

(3) 里海の自主的な管理

1) 漁獲量と漁獲物栄養段階指数(MTI)についての解析

里海の長期的傾向について、1960年代からの日本の漁獲量と漁獲物栄養段階指数の変化を求めた。MTIとは魚種別海面漁獲量 C_i と各魚種の平均栄養段階 T_i から得られる全魚種の漁獲物平均栄養段階の平均値 $\langle C_i T_i \rangle$ のことである。 C_i は国際連合食糧農業機関(FAO)のデータベース(FISHSTAT)、 T_i は同じくFISHBASEというデータベースから得られる。日本のMTIについてはFISHSTATの代わりに農林水産省の全国漁獲量を用いて計算した。魚類以外の主要水産物であるスルメイカ等はFISHBASEに載っていないため、これらの栄養段階情報を加味した。

本研究では、新たなコモンズの構築に向けて、2005年に世界自然遺産に認定された知床の共同管理について分析し、また、伊勢湾三河湾のイカナゴ漁等も比較検討して、漁業の持続可能性、課題、漁業者の自主管理が成功する条件を明らかにした。

その後、知床等の日本の沿岸漁業の共同管理の有効性が国際的に評価されたことをふまえ、富士山麓北富士の入会地のコモンズとしての価値が、富士山世界文化遺産登録にも有効であることを論じた⁶⁾。

4. 結果及び考察

(1) 里山の将来推計人口と二地域居住

1) 石川県を対象とした解析

a. 地形と人口の関係

標高25m未満についてみると、1グリッドの人口は1,125.6人(平均)であったが、標高が高くなるにつれ、おおむね減少し、300~400m未満で平均が10人未満となった(6.2人)。最大傾斜角5度未満についてみると、1グリッドの人口は1,447.6人(平均)であったが、急峻になるにつれ、おおむね減少した。35~40度未満で平均が10人未満となった(2.0人)。1,000人以上のグリッド(平均2837.6人)の周辺、2km以下をみると、人口は222.0人(平均)であった。さらにその周辺、1,000人以上のグリッドから5km以下をみると、人口は53.8人(平均)であった。

地形(標高と最大傾斜角)については、ほぼ常識に沿った結果が出た。

b. 消滅が危惧される里山・里地

北海道を除く全国の経営耕地面積と現況森林面積（私有）の和を農業集落数で割ると、約1.1km²になった（データは2005年農業センサス）。つまり、1グリッドの面積は1集落の面積の平均とおおむね一致した。また既往の研究によると^{2),3)}、1集落を維持するためには5戸以上が必要であり、1戸当たりの人口を2人とすれば、10人以上が必要となる。ここでは10人未満のグリッドを「消滅が危惧される里山・里地」とした。消滅が危惧される里山・里地は白山麓地域と能登半島に多かった。

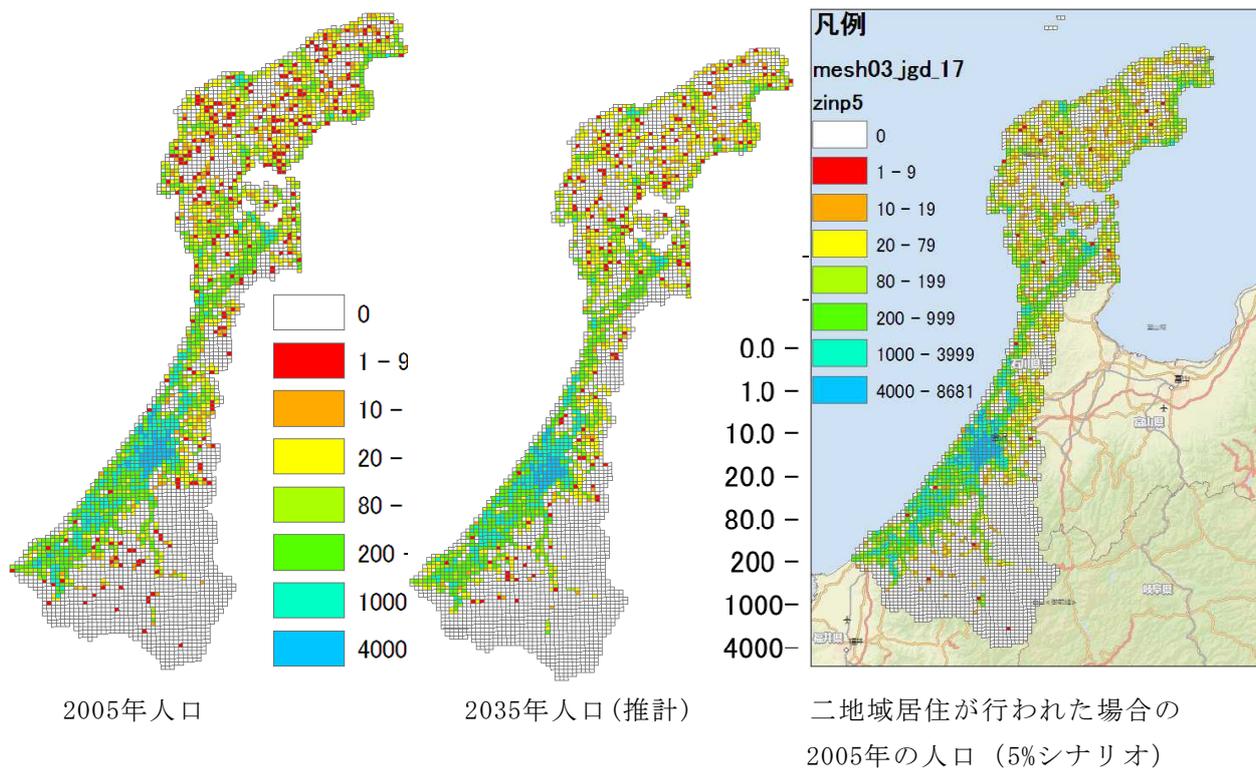
石川県の水田の面積は24.6km²、供給サービス（収穫量）にすれば約13,087トン分であった。水田以外の農用地は10.3km²、森林は213.3km²であった。

2035年の将来推計人口を求め、その時点において、消滅が危惧される里山・里地を特定した。その地域にある水田の面積は13.7km²、森林の面積は116.8km²であった。また2005年に里山・里地で、2035年に1人未満となった（奥山になった）グリッドも特定した。その地域にある水田の面積は21.8km²、森林の面積は203.0km²であった。なお2005年の消滅が危惧される里山・里地は251グリッドであったが、2035年までに163グリッドが消滅した（消滅率64.9%）。

c. 二地域居住の効果

都市の総人口の1%（1%シナリオ）と5%（5%シナリオ）を「二地域居住による里山・里地の人口の増加分」とした。すでに都市人口の0.8%が二地域居住を実践している⁷⁾。「1%」はかなり現実的なシナリオであった。一方で、「（生活に）ゆとりがある世帯」は5.1%である⁸⁾。よって5%までは伸びる可能性があると判断した。都市の総人口は380,472人であった。二地域居住による人口を加算して、新たに消滅が危惧される里山・里地を特定した（図(3)-1）。1%シナリオの場合、消滅が危惧される里山・里地の田の面積は21.1km²に、森林の面積は195.8km²に減少した。5%シナリオの場合は、1.6km²、15.3km²に減少した。

消滅が危惧される里山・里地の水田の面積について分析してみると、二地域居住がない場合は24.6km²、1%シナリオの場合は21.1km²、5%シナリオの場合は1.6km²であった。森林については、213.3km²、195.8km²、15.3km²であった。仮定どおり順調に二地域居住が進めば、消滅が危惧される里山・里地の水田や森林は、かなり減少することを確認した。

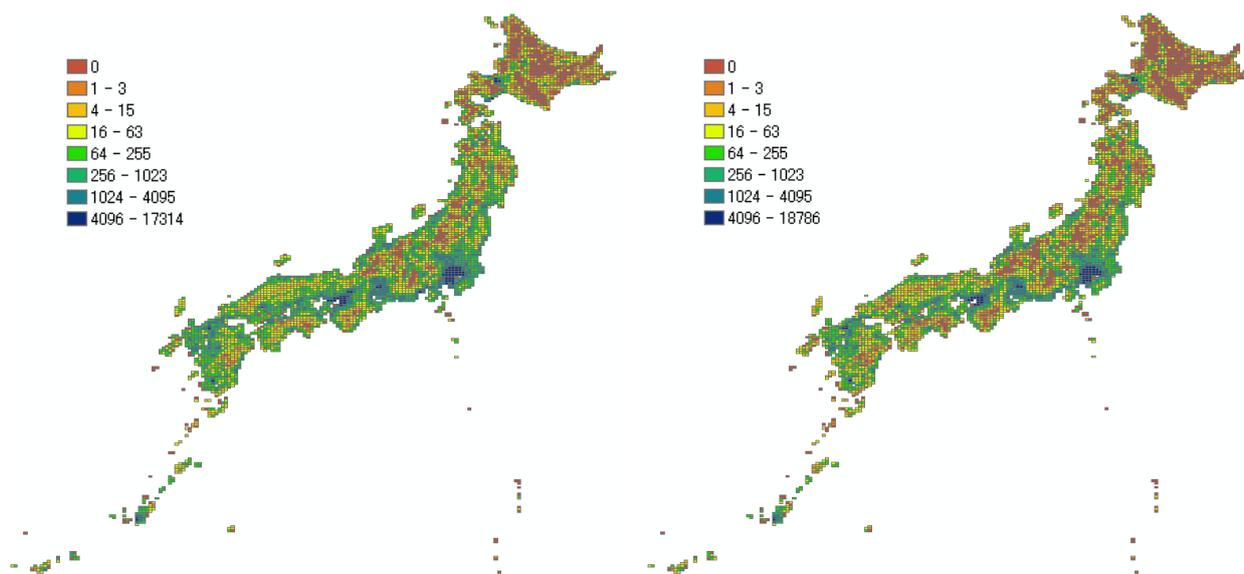


図(3)-1 二地域居住の効果

2) 全国を対象とした解析

a. 人口密度の変化

図(3)-2の左図は2005年の人口密度、右図は2035年の推計人口密度である。赤みのある色(無人、1~3人/km²、4~15人/km²)が広がることが予想された。



図(3)-2 2005年の人口密度(左)と2035年の推計人口密度(右)

過疎地域（北海道以外）での人口密度の変化を表(3)-2に示した。本研究では、1～4人/km²、5～14人/km²のグリッドを「限界集落グリッド」とした。前者については、その52%が2035年に無人（奥山）になることが分かった。後者についても、その72%が新たに1～4人/km²に低下することが分かった。現在の傾向が続いた場合、限界集落の維持は困難であることが判明した。

表(3)-2 過疎地域（北海道を除く）における人口密度の変化
グリッドの数、かっこ内は横%

		2035年				
		無人	1-4人/km ²	5-14人	15-285人	285人以上
2005年	無人	290 (100%)				
	1-4人/km ²	95 (52%)	87 (48%)	1 (1%)		
	5-14人	2 (1%)	227 (72%)	87 (28%)		
	15-285人		14 (1%)	326 (17%)	1535 (82%)	6 (0%)
	285人以上				192 (20%)	783 (80%)

b. 土地管理タイプ

土地データに対するクラスター分析の結果から、北海道以外の非豪雪地帯のグリッドを6タイプに、北海道以外の豪雪地帯を5タイプに分けた。表(3)-3と表(3)-4は、それらのタイプ（クラスター）の特徴をまとめたものである（一番右の列は本報告書における名称）。

表(3)-3 北海道以外の非豪雪地帯の土地管理タイプ（クラスター）の特徴

No.	位置	多様性 (D)	特記事項	名称
1	内陸	高(0.77)	他のタイプと比較した場合、畑地の構成比が高い。	畑地混在型
2	内陸	高(0.74)	他のタイプと比較した場合、都市等の構成比が高い。	都市混在型
3	内陸	中(0.52)	荒地と森林だけで、8割以上を占める。	荒地＋森林型
4	内陸	中(0.48)	水田と森林だけで、8割以上を占める。	水田＋森林型
5	内陸	低(0.17)	森林だけで、8割以上を占める。	森林単一型
6	沿岸	高(0.67)	他と大きく異なる。	沿岸型

※表中の「多様性」は土地管理の多様性であって、生物多様性ではない。

表(3)-4 北海道以外の豪雪地帯の土地利用タイプ（クラスター）の特徴

No.	位置	多様性 (D)	特記事項	名称
1	内陸	高(0.76)	他のタイプと比較した場合、水田の構成比が高い。	水田混在型
2	内陸	中(0.51)	水田と森林だけで、8割以上を占める。	水田＋森林型
3	内陸	中(0.36)	荒地と森林だけで、8割以上を占める。	荒地＋森林型
4	内陸	低(0.18)	森林だけで、8割以上を占める。	森林単一型
5	沿岸	中(0.52)	どちらかといえば、タイプ2や3に近い。	沿岸型

※表中の「多様性」は土地管理の多様性であって、生物多様性ではない。

限界集落グリッド（1～4人/km²、5～14/km²）の割合が高いタイプは荒地＋森林型（非豪雪）、森林単一型（非豪雪）、荒地＋森林型（豪雪）、森林単一型（豪雪）であった。限界集落グリッドは前述のように無人（奥山）になる可能性が高い。管理が放棄され、別のタイプに変化する可能性がある。

c. 食料自給率の変化

国全体の食料生産量および米等の1人当たりの消費量が保たれた場合、食料自給率は（39.5%から）43.1%に向上すると予想された。限界集落グリッドの水田を放棄した場合も米が余るため、自給率は変化しない。放棄された水田を草地として利用した場合、飼料自給率が25.9%から27.7%に上昇するが、畜産物を經由した食料自給率の向上の幅は僅かであった（1%未満）。

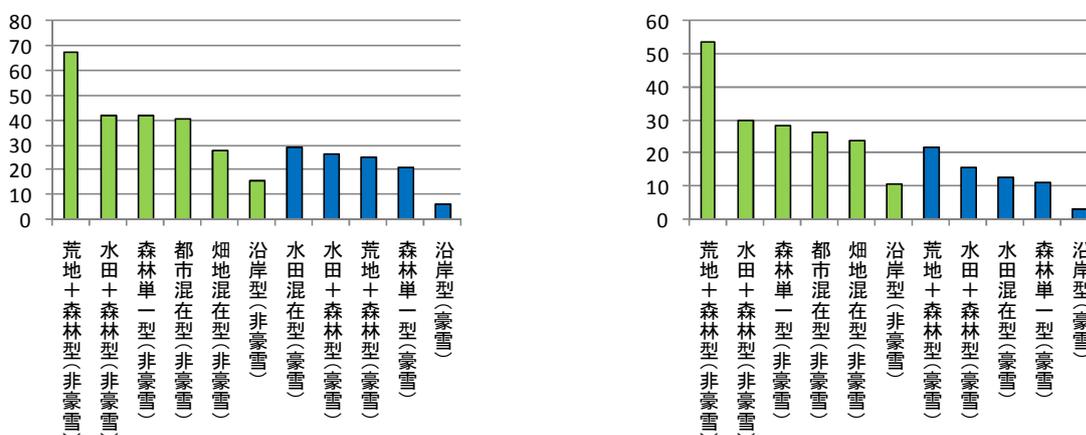
（2）失われつつある里山・里海の資産

1) RDB維管束植物

a. RDB維管束植物集中グリッド

図(3)-3と図(3)-4は土地管理タイプとRDB集中グリッドの関係である。これらの図から読み取ることができる点は主として次の3点であった。①全体的にみると非豪雪地帯のほうがRDB集中グリッドの割合が高い、②沿岸型（非豪雪）、沿岸型（豪雪）はRDB集中グリッドの割合が低い、③荒地＋森林型（非豪雪）はRDB集中グリッドの割合が非常に高い。

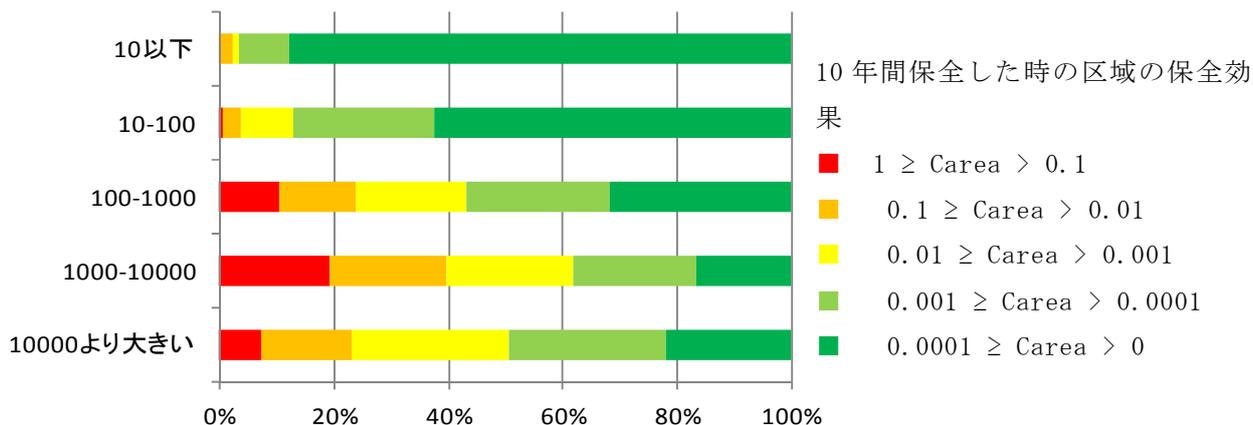
①からRDB集中グリッドの分布には気候が大きく影響し、今後の長期的な気候変動が何らかの影響を与える可能性があることが示唆された。②については評価を保留する。これは、そもそも沿岸型は陸地が占める割合が低く、これらの図から一概にRDB集中グリッドの割合が低いと判断するはできないためである。③はRDB集中グリッドの保全戦略の策定に際し、要所の一つになる。前述のように荒地＋森林型（非豪雪）には限界集落グリッドが多く、管理が放棄されることで、別の土地管理タイプに変化し、RDB維管束植物の消滅をもたらす可能性があるものと仮定すると、生態系サービスも劣化し、下流域を含め国全体に不利益な影響をもたらされる可能性がある。



図(3)-3 RDB集中グリッドの割合（理由すべて） 図(3)-4 RDB集中グリッドの割合（利用低減）

b. 里山RDB種の保全効果

保全効果が高い上位2ランクの区域面積が全国に占める割合は、8.31%であった。図(3)-5のとおり保全効果が最も高い区域は、人口密度が1000-10000人/100km²の区域、次いで100-1000人/100km²の区域に多かった。一方、簡易的指標による分析では、人口密度が20人/km²未満のグリッドで、劣化の程度が深刻であることが分かった。ただし、高齢化の影響は確認できなかった。



図(3)-5 10年間保全した時の区域の保全効果

2) 里山の資産と生態系サービス

a. 代表的な里山資産の抽出と棚卸し評価

白山麓地域のうち、白山ユネスコパーク（人間と生物圏MAB計画）がある白峰、尾口、吉野谷地区を対象に調査を行い、本研究と関わりの深い里山資産と生態系サービスを603個抽出した。抽出した資産・サービスは、風土工学的手法⁵⁾により、形態と生物多様性総合評価⁹⁾による生態系区分、ミレニアム生態系評価¹⁰⁾の生態系サービスの種類に分類することで、表(3)-5のとおり、資産と生態系、生態系サービスの相互関連性を把握し構造を整理することができた。

表(3)-5 白山ユネスコパーク地域資産・生態系サービスの棚卸結果表

地圏	11	
気圏	1	
水圏	8	
生物圏	363	
<u>森林生態系</u>	<u>325</u>	
供給サービス	188	植物157 (83.5%)
文化的サービス	<u>144</u>	
・地域社会・文化の形成・維持	18	植物 13 (72.2%)
・自然美・観光・教育	125	植物107 (85.6%)
<u>農地生態系</u>	<u>38</u>	
供給サービス	34	植物30 (88.2%)
文化的サービス	<u>5</u>	
・地域社会・文化の形成・維持	3	植物1 (33.3%)
・自然美・観光・教育	2	植物1 (50.0%)
<u>陸水生態系</u>	<u>13</u>	
供給サービス	10	
文化的サービス	<u>3</u>	
・地域社会・文化の形成・維持	1	
・自然美・観光・教育	2	
歴史文化圏	211	
<u>森林生態系</u>	<u>109</u>	
供給サービス	89	

文化的サービス	89	
・地域社会・文化の形成・維持	89	
・自然美・観光・教育	0	
農地生態系	107	
供給サービス	98	
文化的サービス	76	
・地域社会・文化の形成・維持	76	
・自然美・観光・教育	0	
産業圏	9	
森林生態系	7	
供給サービス	7	
文化的サービス	4	
・地域社会・文化の形成・維持	4	
・自然美・観光・教育	0	
農地生態系	2	
供給サービス	2	
文化的サービス	2	
・地域社会・文化の形成・維持	2	
・自然美・観光・教育	0	

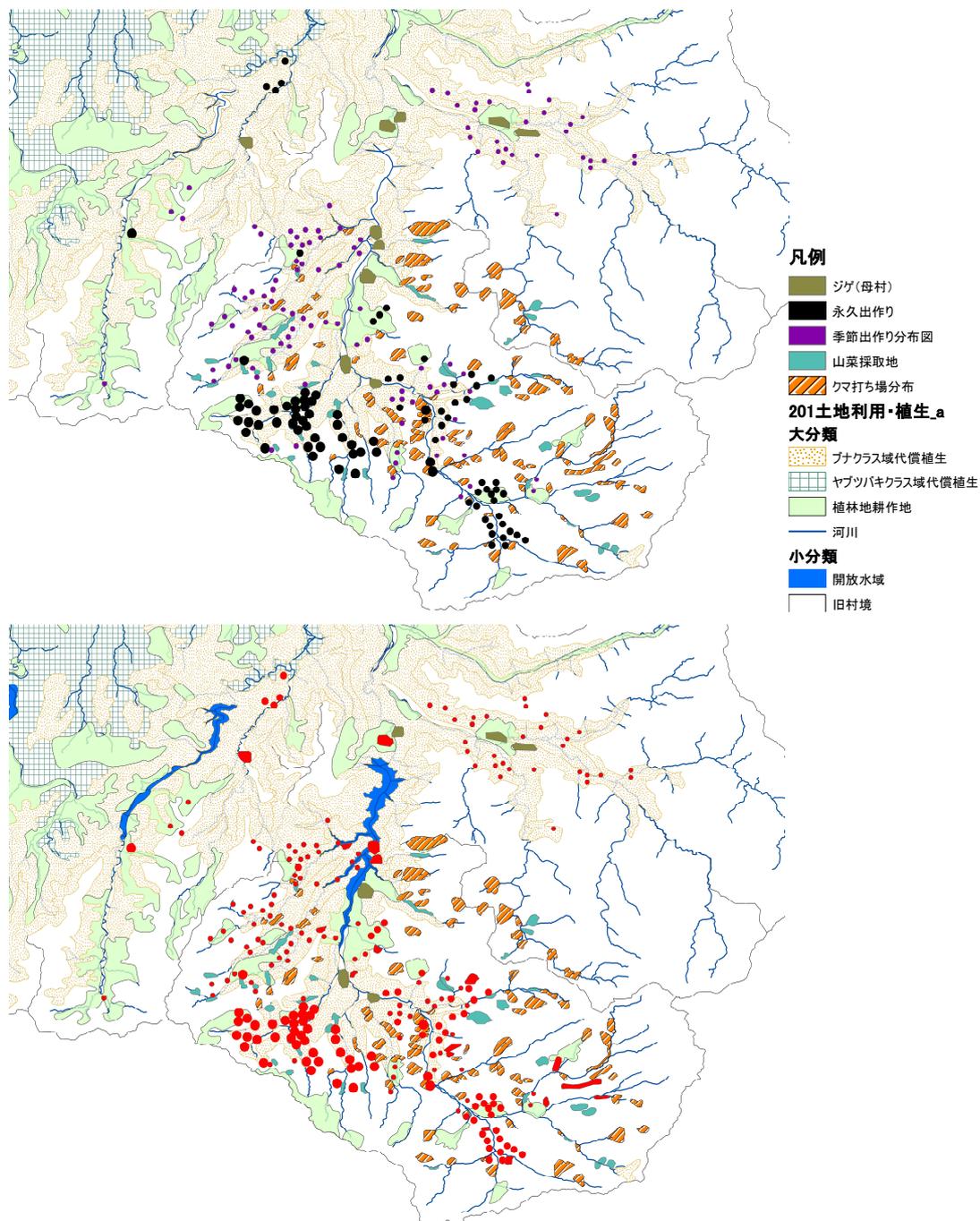
※1つの資産が複数の生態系に属し複数のサービスを持つケースがあるので資産数と合計数は一致しない。

森林生態系を主軸とする生態系サービスの比重は、①生物圏 $325 \div 364 \times 100 \doteq 89.3\%$ 、②供給サービス $188 \div 232 \doteq 81.0\%$ 、③文化的サービス237（生物圏144+歴史文化圏89+産業圏4） $\div 292$ （生物圏146+歴史文化圏142+産業圏4） $\doteq 81.2\%$ のとおり、森林生態系のウェイトが高く、植物の比重が大きいことが分かった。

里山資産と生態系サービスは、文化的特徴の関連付けにより、「出作り」「お花畠（高山植物）」を中核とする上位クラスターを形成する。「出作り」クラスターを構成する資産・サービスは205個、「お花畠（高山植物）」クラスターを構成する資産・サービスは93個であった。さらに、上位クラスター「出作り」を構成する中位クラスター「薙畑」65個、「狩猟採集」139個、「牛首紬（養蚕）」「さっくり（麻）」等の繊維関係を23個、「炭焼き」（付随するものも含む）18個を抽出した。モザイク景観を示す言語を39個抽出した。

b. 生態系サービスの地図化

主要資産・生態系サービスである「出作り」、「狩猟採集」の分布を抽出し、土木工事と集落消滅をインパクトにしてそれらのモザイク構造の消滅状況を図(3)-6のように地図化した。「出作り」生業のうち薙畑跡地は代償植生で、炭焼き跡地は植林地で示した¹¹⁾。



図(3)-6 (上) 1950年代(昭和30年代)出作り全盛期 / (下) 2004年頃
 黒：永久出作り、紫：季節出作り、赤：消滅箇所

「雑畑」に属する里山資産と生態系サービスは「出作り集落」に分布していたが、1970年代の大日川ダムや手取川ダム建設等の土木工事によって、消滅あるいは移転した。また、高度経済成長期には都市部に人口が大量流出し、急速に中位クラスターである「雑畑」「炭焼き」が消滅していった。さらに、林業の衰退によって「杉苗出作り」も消滅した。2011年現在、確認できた出作り生業は「出作り養蜂(トチ蜜養蜂)」のみであった。

中位クラスターの消滅が上位クラスターの消滅を招く「消滅カスケード現象」が生物種だけな

く生態系サービスにも生じていた。しかし、拠点集落であるジゲ（母村）がいくつか存続していることで「狩猟採集」等の生態系サービスは若干存続している。

陸水生態系に属するイワナ等の淡水漁業は現在も続いているが、ダム等の治水工事による生息域の分断や改変によって生息数が減少し、供給サービスとしての利用頻度は低下していった。

白山ブナ帯以高に分布する絶滅危惧植物は、Ⅰ類が21種、Ⅱ類が49種であった¹²⁾。これらの植物は薬用・観賞用等の目的で採取・利用されていたが、内容を確認できたものは22種であった。

c. 生態系サービスの消滅状況

供給サービスが消滅するシナリオとして、①人口減少（無人化）→供給サービスの消滅、②生物多様性の劣化→供給サービスの消滅を想定し、表(3)-6の考え方をベースに里山資産と生態系サービスの消滅もしくは消滅危惧状況を取りまとめた。ただし、消滅が限定的なサービス（食用のみ等4個）、健康上の理由、法的規制による消滅（6個）等、上記判定基準以外の消滅があるため、地域事情や内容を精査し個別に判断した。モザイク景観を表現する言語については消滅危惧ランクの判定をしなかった。

表(3)-6 供給サービスの消滅危惧ランクの考え方

消滅危惧ランキング	地域での利用	石川県RDB絶滅危惧種 ランキング ¹³⁾¹⁴⁾
消滅 消滅危惧Ⅰ類 消滅危惧Ⅱ類 準消滅危惧	消滅 組織的な保全の取り組みにより存続 一定年齢以上（出作り経験者）の間で存続 地域でのみ存続	絶滅、絶滅危惧Ⅰ類 絶滅危惧Ⅱ類 絶滅の恐れのある地域個体群 準絶滅危惧 地域固有種

生態系サービスの利用状況については現地で聞き取り調査等を行い、表(3)-7の考え方をベースに消滅もしくは消滅危惧状況を判断した。

表(3)-7 四窓分析（※ⅠからⅣの判断は各資産・サービスの情報源から判断）

白山BR地域の住人		
他 地 域 の 住 人	知っている・利用している	知らない・利用しない
	[Ⅰ]地域の住人も他地域の人も同じように利用、保全している。消滅危惧の可能性は低い。 ※一般的な山菜、キノコの食用	[Ⅱ]地域の住人は利用、保全をしていないが他地域の人は利用、保全している。 ※シカ、イノシシの食用、虫送りの儀礼
	[Ⅲ]地域の住人は利用、保全しているが、他地域の人は利用、保全をしていない。 ※カマシイリコ、牛首紬、菜薺ぎ大根	[Ⅳ]地域の住人も他地域の住人も利用、保全をしていない。 ※カモシカ、サルの食用、カマシ飴

[Ⅰ][Ⅱ]に該当する供給サービスはこの地域が無人化しても他地域で存続しているから、消滅しない。[Ⅲ]に該当する供給サービスは他地域から分断された状態にあり、この地域が無人化すれば生態系サービスも永遠に消滅することになる。[Ⅳ]はすでに消滅した供給サービスであると考えられる。

文化的サービス（自然美・観光・教育）の消滅もしくは消滅危惧状況については、RDB絶滅危惧種ランキングと相関関係があると考え、表(3)-8の考え方をベースに判断した。

表(3)-8 文化的サービスの消滅危惧ランクの考え方

消滅危惧ランキング	石川県RDB絶滅危惧種ランキング ¹³⁾¹⁴⁾
消滅	消滅
消滅危惧Ⅰ類	絶滅危惧Ⅰ類
消滅危惧Ⅱ類	消滅危惧Ⅱ類
準消滅危惧	絶滅の恐れのある地域個体群 準絶滅危惧 地域固有種

表(3)-6から表(3)-8の考え方を基準に判断した結果、里山資産と生態系サービスの消滅状況は表(3)-9のとおり評価できた。

しかし、里山RDB種の絶滅リスクと生態系サービスとを照らし合せた結果、里山種が持つ生態系サービスは白山ユネスコパーク地域では抽出できなかった。

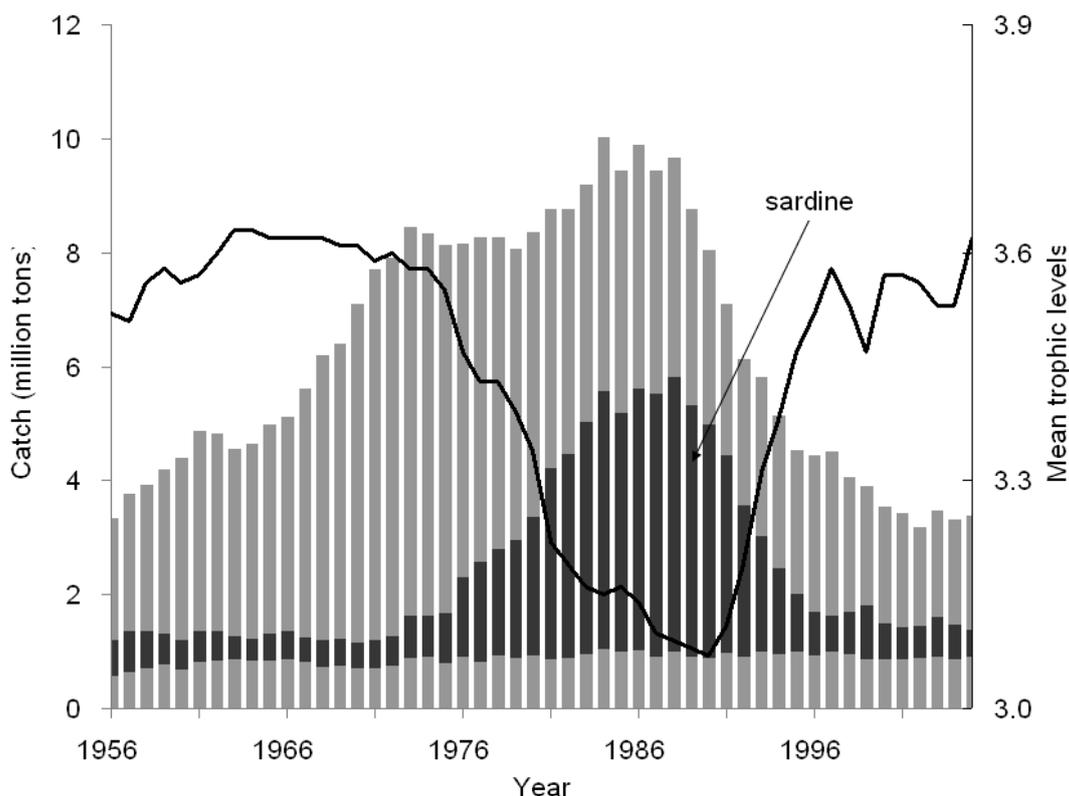
表(3)-9 生態系サービスの消滅状況

消滅危惧ランク	供給サービスの消滅状況	文化的サービスの消滅状況
消滅	森林生態系 生物圏 32個 (うち植物19個) 歴史文化圏 58個 農地生態系 生物圏 3個 (うち植物 2個) 歴史文化圏 66個 陸水生態系 生物圏 1個	森林生態系 生物圏 13個 歴史文化圏 65個 農地生態系 歴史文化圏 56個 陸水生態系 生物圏 1個
消滅危惧Ⅰ類	森林生態系 生物圏 36個 (うち植物35個) 歴史文化圏 3個 農地生態系 生物圏 10個 (うち植物 7個) 歴史文化圏 2個	森林生態系 生物圏 10個 歴史文化圏 3個 農地生態系 生物圏 1個 歴史文化圏 3個 陸水生態系 生物圏 1個
消滅危惧Ⅱ類	森林生態系 生物圏 27個 (うち植物23個) 歴史文化圏 4個 陸水生態系 生物圏 1個 歴史文化圏 2個	森林生態系 生物圏 22個 歴史文化圏 3個 農地生態系 生物圏 1個
準消滅危惧	森林生態系 生物圏 49個 (うち植物41個) 歴史文化圏 6個 農地生態系 生物圏 3個 (うち植物3個) 歴史文化圏 13個 陸水生態系 生物圏 4個	森林生態系 生物圏 26個 歴史文化圏 3個 農地生態系 歴史文化圏 6個

(3) 里海の自主的な管理

1) 漁獲量と漁獲物栄養段階指数(MTI)についての解析

1960年代からの日本の漁獲量と漁獲物栄養段階指数(MTI)の変化を求めた。その結果、漁獲量については、遠洋漁業が減少し、沖合漁業が1980年代まで増加した後、減少に転じているのに対し、沿岸漁業はほぼ安定し、海面養殖業が増加している様子が分かった。図(3)-7のように、MTIは沖合漁業がマイワシを多獲した1980年代に減少したが、その時期を除いて3.6程度と世界平均よりも高く、長期的に維持されていることが判明した。知床世界遺産周辺海域のMTIも同様であり、日本の沿岸漁業が海洋生態系の多様な魚種を利用し続けていることが示唆された。



図(3)-7 日本の全国漁獲量(棒グラフ)とMTI(折れ線)
(棒グラフのうち濃い部分はマイワシ)

2) 漁業の持続可能性

漁獲量の集計とMTI等から知床世界遺産地域の取り組みが持続可能であり、漁業者の自主管理が成功する条件を考察した結果、①資源が激減した経験があること、②長期的な利益を漁業から得られると期待できること、③地域の研究者が漁業者に助言すること、④自主管理方策を必要に応じ改定できること、⑤合意までに何百回もの話し合いを持つことが重要であることが分かった¹⁵⁾。

知床では、世界遺産登録の際に海面保全の増強を求められたとき、法規制による保護強化ではなく、漁民自身がスケトウダラの季節禁漁区を拡大したことが評価され、2005年に世界自然遺産に認定された。

世界遺産という世界標準の出会いを通じて、知床の漁業者はコモンズとしての共同管理を維持

し世界中で紹介した。この顛末を、2010年、国際コモンズ学会が世界の6つのインパクトストーリーの一つに認定した。その後、知床等の日本の沿岸漁業の共同管理の有効性が国際的に評価されたことをふまえ、富士山麓北富士の入会地のコモンズとしての価値が、富士山世界文化遺産登録にも有効であることを論じた⁶⁾。一方、沖合漁業のマイワシの漁獲可能量が常に高く設定されて資源管理に失敗する等の問題点もみられた。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

里山・里地のこれまでの推移に言及した報告は散見されるが、本研究のように人的資源の変動性に着目して、過去と将来の消滅リスクを明らかにした例は非常に少ない。

石川県については、地形、交通が人口に及ぼす影響を明らかにし、2005年および2035年について、消滅が危惧される里山・里地を特定し、具体的な解決案として、二地域居住を内包する定量モデルを構築して評価した。さらに無人化のリスクが高い白山ユネスコエコパーク地域について、生態系サービスのモザイク構造の地図化や消滅危惧サービスのランキング評価等、多種多様な角度から里山の価値を分析・評価し、移行地域ゾーニングのための基礎情報を提供した。

生物多様性の定量評価や生態系サービスの地図化は、シナジーやトレードオフの解明、フットプリントの手法の開発等、長期的な里山里地のコモンズ再構築のための基礎情報になるだろう。これらの手法を一般化することで、特に消滅が予想されている里山資産や生態系サービスがあるにも関わらず、評価手法がほとんど開発されていなかった文化的サービスについても、コンジョイント法等と組合せることで経済評価が可能となるだろう。

MTIは生物多様性条約で用いられる有力な指標の一つである。日本の漁獲量とMTIの変化を明らかにし、漁業者による資源の自主管理が成功する条件を明示することができたことも大きな成果である。漁業について知床世界遺産地域の里海としての取り組みが世界に評価されているのに対して、沖合漁業には課題があることも示した。

(2) 環境政策への貢献

本研究成果については、日本の里山・里海評価(JSSA)、SATOYAMAイニシアティブ、COP10等を通じ、広報・普及に努めてきた。今後も、各種講演会やWebサイトを通じて、成果の広報・普及に努める。また、収集した里山資産をデータベース化し、オフセットやミティゲーション等の保全事業、地域ビジョンの策定をはじめとする環境政策や地域振興の基礎資料として、広く提供する予定である。その他、震災や原発事故による集落移転によって拡散が懸念される生態系サービス消滅リスクについても、それらの情報を保全するための手法として適用させる予定である。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

- 1) H. MATSUDA, M. MAKINO, M. TOMIYAMA, S. GELCICH and J.C. CASTILLA : Ecological Research 25, 899-907 (2010)
“Fishery Management in Japan”

<査読付論文に準ずる成果発表>

- 1) H. MATSUDA, M. OSAKI, A. BRAIMOH and K. NAKAGAMI (eds.) : Designing Our Future: Local Perspectives on Bioproduction, Ecosystems and Humanity, United Nations University Press, pp. 267-281 (2011)
“5-5 Risk and resource management (H. MATSUDA)”
- 2) A.K. DURAIAPPAH, K. NAKAMURA, K. TAKEUCHI, M. WATANABE and M. NISHI (eds.): *Satoyama-Satoumi* Ecosystems and Human Well-being: Socio-Ecological Production Landscapes of Japan, United Nations University Press, 60-124 (2012)
“Chapter 3: What are the key drivers of change and current status of *satoyama* and *satoumi*? (T. OKURO, T. YUMOTO, H. MATSUDA and N. HAYASHI)”
- 3) 国際連合大学高等研究所／日本の里山・里海評価委員会編：里山・里海－自然の恵みと人々の暮らし－、朝倉書店、35-60 (2012)
「第3章 里山・里海の現状と変化の要因は何か？（調整役代表執筆者：大黒俊哉、湯本貴和、松田裕之、林直樹）」

<その他誌上発表（査読なし）>

- 1) 林直樹：農村計画学会誌、29(4), 418-421 (2011)
「過疎集落からはじまる戦略的な構築と撤退」
- 2) 堀正和、松田裕之：日本の科学者、45, 546-551 (2010)
「海洋・沿岸域の生物多様性」

(2) 口頭発表（学会等）

- 1) 林直樹：平成22年度農業農村工学会大会講演会（神戸大学）(2010)
「消滅の危険にさらされている里地里山と二地域居住」
- 2) 松田裕之：シンポジウム「里山・里地・里海の価値とその管理：新たなコモンズ論の展開に向けて」(2010)
「里山・里地・里海の供給サービスと生物多様性」
- 3) 渡邊絵里子、林直樹、松田裕之：第58回日本生態学会大会（札幌）(2011)
「絶滅危惧維管束植物を指標とした里山ホットスポット解析」
- 4) 林直樹：平成23年度農業農村工学会大会講演会（2011）
「国土利用再編による道路維持管理費の削減」

- 5) 渡邊絵里子、林直樹、松田裕之：第21回日本景観生態学会(2011)
「絶滅危惧植物による里山ホットスポット解析」
- 6) H. Matsuda : International Symposium on Ecosystem Services from *Satoyama, Satochi, and Satoumi* Landscapes: Strategies for a Nature Harmonious Society, Tokyo, Japan, 2012
“Long-term Trends and Future Risks of Satoyama and Satoumi Landscapes”
- 7) 渡邊絵里子、林直樹、松田裕之：第59回日本生態学会(2012)
「維管束植物の絶滅リスクによる生物多様性ホットスポット解析」

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

- 1) シンポジウム「里山・里地・里海の価値とその管理：新たなコモンズ論の展開に向けて」（2010年7月9日、国際連合大学本部エリザベスローズ会議場、参加者128名）
- 2) 国際シンポジウム「里山・里地・里海の生態系サービス：自然共生社会に向けた戦略展開」（2012年1月30日、国際連合大学本部エリザベスローズ会議場、参加者134名）

(5) マスコミ等への公表・報道等

- 1) 北國新聞（2011年2月7日，9面）：共同体再建の話等

(6) その他

特に記載すべき事項はない

8. 引用文献

- 1) 国立社会保障・人口問題研究所・編集(2009)：『日本の市区町村別将来推計人口—平成17(2005)～47(2035)年—平成20年12月推計』，厚生統計協会，東京。
- 2) 藤沢和(1982)：集落の消滅過程と集落存続の必要戸数—農業集落に関する基礎的研究（I）．農業土木学会論文集，第98号，42-48.
- 3) 橋詰登(2004)：消滅集落への統計的アプローチ—農業集落の存滅と中山間地域での存続条件—．農業および園芸，79巻10号，1049-1056.
- 4) 種生物学会編(2002)：保全と復元の生物学—野生生物を救う科学的思考—，文一総合出版．95-107.
- 5) 竹林征三(1997)：風土工学序説—風土とハーモニーし、風土を活かし、地域を光らす、地域づくりの技，技報堂出版，20-204.
- 6) 松田裕之(2012)：コモンズから見た日本の世界遺産と富士山．西村幸夫，近藤誠一，五十嵐敬喜，岩槻邦男，松浦晃一郎，BioCity別冊「世界遺産 富士山へ」ブックエンド，90-93
- 7) 内閣府(2006)：『都市と農山漁村の共生・対流に関する世論調査（平成17年11月）』．
- 8) 厚生労働省(2008)：『平成19年国民生活基礎調査』．

- 9) 環境省生物多様性総合評価検討委員会(2010)：生物多様性総合評価報告書，環境省自然環境局
自然環境計画課生物多様性地球戦略企画室
- 10) Millennium Ecosystem Assessment (2005):Ecosystems and Human Well-being: Synthesis,
Island Press.
- 11) 白峰村(1991)：白峰村の植生. 白峰村史第三巻, p111.
- 12) 清水建美(2005)：白山麓における高山植物の馴化試験，石川県白山市, 24-27.
- 13) 石川県(2009)：改訂・石川県の絶滅のおそれのある野生生物 いしかわレッドデータブック<
動物編>2009
- 14) 石川県(2010)：改訂・石川県の絶滅のおそれのある野生生物 いしかわレッドデータブック<
植物編>2010
- 15) Matsuda, H., Makino, M., Tomiyama, M., Gelcich, S. and Castilla, J.C. (2010) Fishery
Management in Japan. Ecological Research 25, 899-907.

(4) 里山・里地における生物多様性と多面的機能の統合的な評価

東京大学 大学院農学生命科学研究科	大黒俊哉
アジア生物資源環境研究センター	井上雅文

<研究協力者>

雲南師範大学	角 媛梅
東京大学 大学院農学生命科学研究科	中村真理子
アジア生物資源環境研究センター	李 召羅
(独) 農業環境技術研究所	山本勝利

平成21～23年度累計予算額：26,841千円（うち、平成23年度予算額：8,624千円）

予算額は、間接経費を含む。

【要旨】本サブテーマでは、里山・里地における生物多様性と多面的機能の統合的な評価を行うことを目的とした。まず、広域スケールでの生物多様性評価について、土地被覆等の生息地情報に関する既存のデータセットおよび水田－森林境界長（JOIN値）等の指標を用いたハビタット評価手法を構築し、農業生態系調査情報システム（Rural Landscape Information System: RuLIS）の農業生態系区分を用いて、全国－地域スケール間の関係を把握した。その結果、JOIN値を用いることで、里地里山の生物多様性を生息地情報から評価でき、また、RuLISの農業生態系区分の階層性を利用することで、生物多様性をマルチスケールで評価できることが明らかになった。次に、調整サービスの評価について、既往の成果および利用可能な現有データセットの内容に基づき、土地利用を変数とした各種環境保全機能の評価式を構築し、各機能の時間的・空間的变化を把握した。その結果、調整サービスの地域特性およびその変動についても、各機能評価値を農業生態系区分ごとに解析することでマルチスケールで評価できることが示された。上記の生物多様性評価モデルおよび生態系サービス（調整サービス）評価モデルを用いて、両者の関係について異なるスケール（全国スケール、地域スケール）ごとに解析した結果、土地利用という共通の変数、国土数値情報に代表される共通のデータセット、RuLISの農業生態系クラスという共通の評価単位を用いることで、生物多様性と生態系サービスの統合的な評価が可能であることが示された。さらに、上記評価モデルを、土地利用シナリオに基づく生物多様性と生態系サービスの変動予測に適用した。その結果、本研究で開発した生物多様性－生態系サービス統合評価フレームは、複数の土地利用シナリオから最適な土地利用オプション（最適な土地利用配分・配置や管理方法の情報パッケージ）を選択する際の意思決定支援ツールとして有効であることが示された。

【キーワード】 生物多様性、調整サービス、多面的機能、供給サービス、土地利用

1. はじめに

近年、伝統的な地域資源の利用・管理システムに立脚した新たな土地利用モデルが、これからの循環型・自然共生型社会を支えるモデルとして国際的な関心を集めている。日本でも、21世紀

環境立国戦略において、日本の伝統的な農村的土地利用である里山・里地を自然共生社会のモデルとし、その保全・再生を目指す戦略を構築するとともに、アジアをはじめ世界の他の地域との連携により、かつての里山・里地に代表される人間と自然の良好な関係づくりを追究する世界共通戦略を打ちたてるべきとの提案がなされている。

里山・里地の生態系保全と資源利用については、これまで、二次的自然における生物多様性の保全、農林地の多面的機能の維持・増進、木質資源・バイオマスエネルギーの利用促進等に関する研究・評価や技術開発が、それぞれ個別に進められてきた。しかし、新たな持続可能な社会のモデルとして里山・里地を提案していくためには、生物多様性と生態系サービスの統合的な評価に基づき、生物多様性や生態系の価値を損なわずに自然資源を有効に活用する方策を科学的に提示する必要がある。

2. 研究開発目的

以上の背景をふまえ、本サブテーマでは、里山・里地における生物多様性および調整サービスとしての国土保全機能（土壌侵食防止機能、水涵養機能等）を国土スケール・地域スケールで3次メッシュ程度の解像度により定量的に評価する手法を構築するとともに、生物多様性と調整サービス相互の関連および管理体制・土地利用変化等直接的要因（Driving force）との関連性を検討することを目的とする。また、これらの結果に基づき、生物多様性を維持しつつ生物資源の持続的利用を可能とする里山・里地管理基準を土地利用モデルにより定量的に示すことを目指す。

平成21年度は、里山・里地の生物多様性を定量的に評価するための指標を抽出するとともに、国土および地域スケールでの調整サービス評価モデルの構築を目的とした。また、里山・里地から提供される木質資源、バイオ燃料資源等の供給サービスごとに、利用可能量等を検討した。

平成22年度は、国土および地域スケールでの生物多様性評価手法を構築するとともに、生物多様性、調整サービスおよび供給サービスの相互関連、管理形態の違いとの関連性を評価するためのモデル構築を行うことを目的とした。

平成23年度は、生物多様性－生態系サービスの統合評価モデルを完成させ、生物多様性および調整サービスの維持を考慮した場合の供給可能な各種資源利用形態の最適な配分および、それらの持続的利用を可能とする最適管理基準の提示を目的とした。

3. 研究開発方法

（1）生物多様性評価指標の抽出および評価手法の構築

まず、広域スケールでの生物多様性評価手法について、国内外の事例をレビューしたうえで、実施可能な手法および指標を選定するとともに、評価に必要なデータセットを収集し、データベースを整備した。次に、既存のデータセットを用いて全国スケールで生物多様性を評価する手法を検討した。土地被覆等の生息地情報を用いた手法としては、水田－森林境界長等の指標による評価手法を開発し、農業生態系調査情報システム（Rural Landscape Information System：RuLIS）の農業生態系区分（井手ほか、2005）¹⁾との対応関係を分析するとともに、他のハビタット評価手法との比較検討を行った。一方、生物生息情報および営農情報を用いた手法についても、現状で利用可能なデータを適用した評価手法を検討し、上記手法との比較を行った。

以上の結果から、最も妥当な評価手法として、土地被覆等の生息地情報を用いたハビタット評

価（＝ポテンシャルの推定）手法、特にJOIN値（2土地利用間の混在度を示す指標）による生物多様性評価手法を抽出し、RuLISの農業生態系区分を用いて全国－地域スケール間の関係を把握し、同手法によるマルチスケール評価の有効性を検討した。

（２）調整／基盤サービス評価モデルの構築

調整サービスの評価モデルを構築するため、まず、国土数値情報を中心とするメッシュデータを入手し、データベース化した。次に、既往の成果および利用可能な現有データセットの内容に基づき、各種環境保全機能（土壌侵食防止機能、水涵養機能、大気浄化機能等）の評価式およびカテゴリ評点表を作成し、3次メッシュ単位で環境保全機能の評価を行った。また、RuLISを活用し、農業生態系区分ごとに上記機能の変動を解析するとともに、全国－地域スケール間の関係を把握し、同手法によるマルチスケール評価の有効性を検討した。

（３）生物多様性および生態系サービスの統合評価モデルの構築

（１）および（２）の結果をふまえ、全国スケールでの生物多様性評価モデルおよび生態系サービス（調整サービス）評価モデルを用いて両者の関係を解析したうえで、土地利用を共通の変数とした生物多様性・生態系サービス統合的評価の妥当性について検討した。また、地域スケールについては、解像度の高い空間情報（第4次土地利用基盤整備基本調査（区画形状、用水・排水状況等）、地力保全土壌図、数値標高モデル（50m）等）データベースを用いて市町村スケールでの生物多様性・生態系サービス評価モデルを構築するとともに、上述の全国スケールと同様に、両者の関係を解析したうえで、統合評価の妥当性および、スケール間の整合性を検討した。

さらに、特徴的な農業農村振興策を実施している栃木県内の市町村を事例地域として、複数の土地利用シナリオを具体的な管理形態として設定し、上記の統合評価モデルを用いて生物多様性（モザイク構造）と生態系サービス（供給、調整）の変化を予測・比較したうえで、すべての要素がバランス良く維持される土地利用シナリオを、最適な土地利用オプションとして提示する手法を検討した。

4. 結果及び考察

（１）生物多様性評価指標の抽出および評価手法の構築

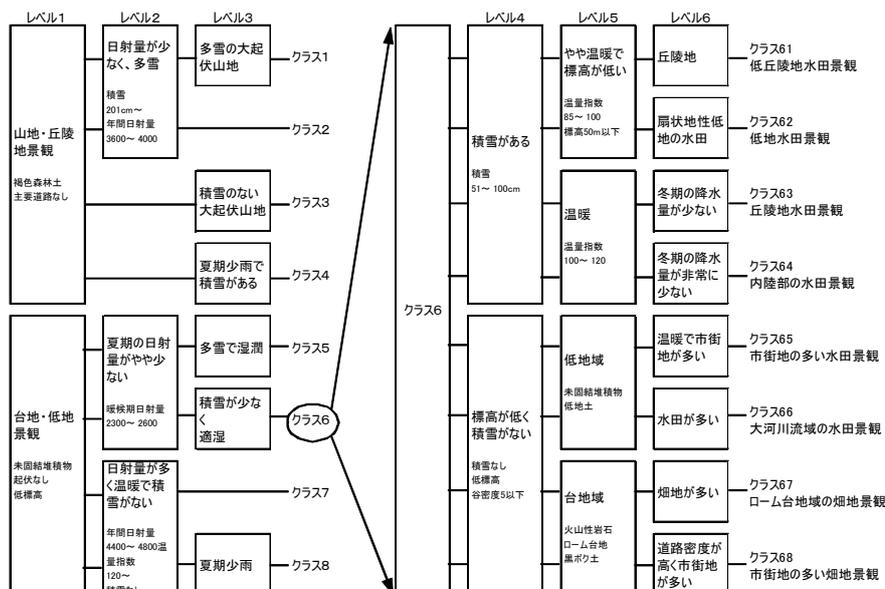
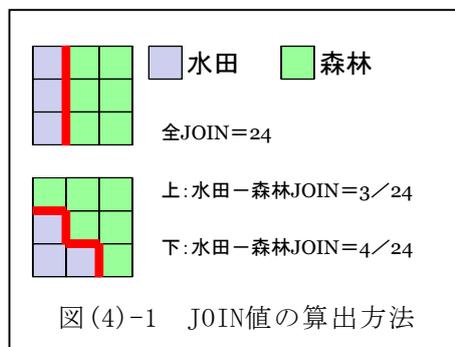
1) 評価手法のレビューおよびデータセットの整備

まず、生物多様性指標と評価手法に関するレビューを行い、実施状況や手法の妥当性を検討した（EEA, 2004²⁾; 山本ほか, 2008³⁾; 大黒ほか, 2008⁴⁾等）。その結果、従来から生物多様性への関心が高く、農業と生物多様性との関係についても多くの議論がある欧米諸国では、農業生態系における生物多様性の評価には、①土地被覆を中心とした生息地情報、②実際の生物生息情報、③営農情報の3つの情報を統合したアプローチが有効とされていることがわかった。一方、日本でも、生物多様性情報システム（環境省）をはじめ、各省庁で個別に生物多様性関連情報のデータベース化が進められているが、対象種や対象地域の制限、データ収集の継続性等の問題があり、定量的評価手法は確立しておらず、全国レベルでの農業生物多様性に関する生物生息情報および営農情報は十分に整備されていないことが確認され、現状では土地被覆を中心とした生息地情報から評価する方法が妥当と推定された。そこでまず、土地被覆に関するデータ収集を行った。将

来的な汎用性や、他機関データとの統合等を考慮し、標準地域メッシュ体系として整備されている土地利用3次メッシュおよび土地利用細分メッシュデータ（1976年、1987年、1991年、1997年、2006年）を、生物多様性に関わる生息地情報データベースとして整備した。一方、生物生息情報および営農情報についても、生物多様性評価への適用可能性について検討するため、現状で利用可能なデータを収集した。前者については、2次メッシュではあるが国土スケールで整備されている環境省2000年度版植物レッドリストデータを日本植物分類学会絶滅危惧種・移入植物専門第一委員会より入手し、データベース化した。後者については、（財）日本水土総合研究所の許可を得て、日本水土図鑑GISから各種基盤整備データを抽出してデータベース化した。

2) 評価指標の検討

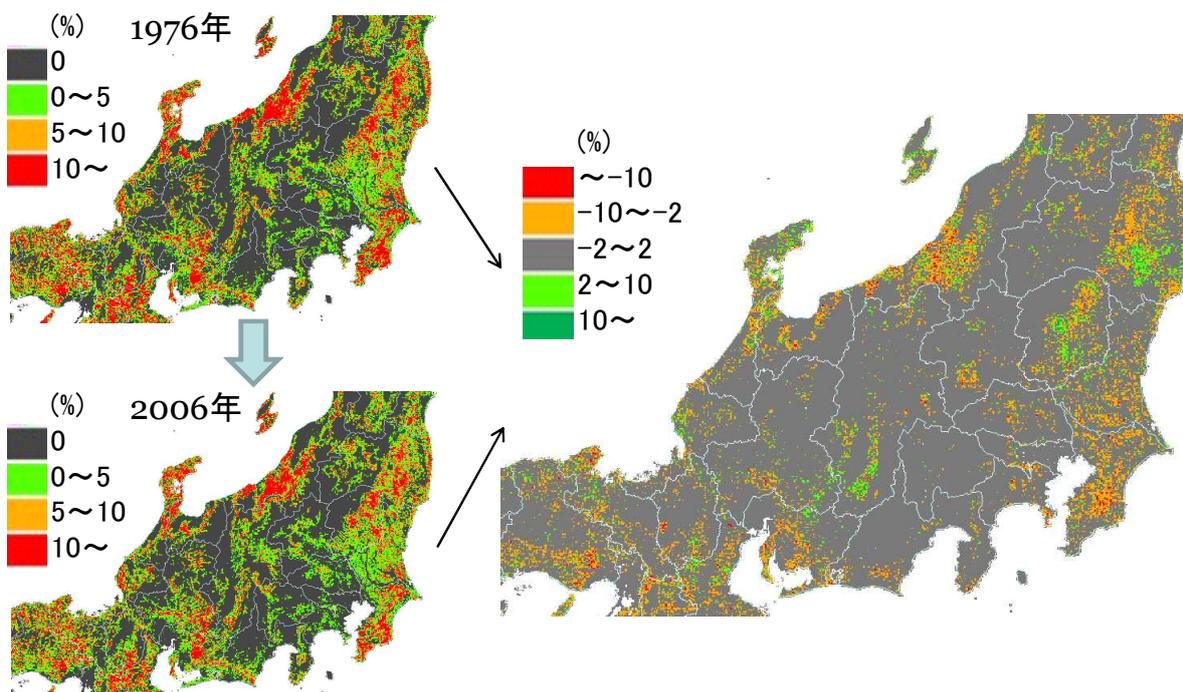
土地利用・土地被覆から生物多様性を評価する手法としては、Habitat matrix等の方法があるが、里山・里地で特に重要となる土地利用配置については考慮されていない。一方、空間的不均質性やモザイク構造を指標とした評価手法については、Shanon-Wiener指数やJOINをはじめ、いくつかの手法が提案されているものの、全国スケールで行われた例はない。そこで本研究では、これらのうちJOIN統計量の適用を試みた。JOIN統計量は、2土地利用間の混在度をあらわす指標であり、メッシュの集合を単位として、そのなかに含まれるメッシュの集塊性・隣接度から計算される（図(4)-1）。ここでは特に、里山・里地のモザイク構造を指標すると考えられる「水田-森林JOIN」および、土地改変・都市化の程度を指標すると考えられる「水田-建ぺい地JOIN」に注目した。すなわち、3次メッシュを単位とし、そのなかに含まれる10分の1細分土地利用データのうち水田、森林、建ぺい地を対象土地利用として、2つの異なる土地利用（水田-森



図(4)-2 RuLISによる農業生態系区分（(井手ほか, 2005¹⁾）を一部改変）

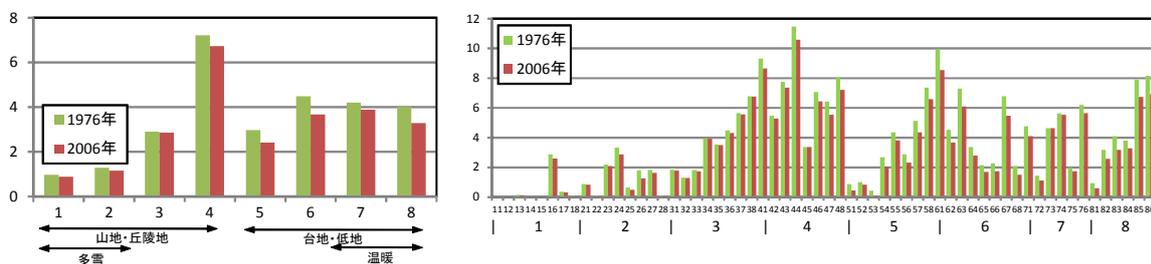
林、または水田－建ぺい地)が隣接するライン割合を集計し、それぞれ「水田－森林JOIN」「水田－建ぺい地JOIN」を算出した。

次に、これらの地域的な特徴および変化のパターンを明らかにするために、RuLIS (井手ほか, 2005¹⁾)で設定されている農業生態系区分(景観タイプ)を用いて、変化の傾向を解析した。この生態系区分は、農業生態系を特徴づける因子(気象、土壌、地質、地形、植生、交通立地:いずれもメッシュデータ)を用いて統計的な手法により類型化された地域単位であり、里山・里地を対象とした地域間比較を行うのに適した区分である。また、同区分は空間的階層性をもっており、対象とする空間スケールに応じて、異なるレベルの生態系区分に適用することが可能である(図(4)-2)。そこで、ここでは全国スケールに適応した上位区分(レベル3)の景観タイプ類型(ク



図(4)-3 水田－森林JOIN (%)の分布と変化(抜粋)

左上: 1976年、左下: 2006年、右: 2時期間における水田－森林JOINの増減率 (%)



図(4)-4 RuLISの農業生態系区分ごとにみた水田－森林JOIN (%)の変化

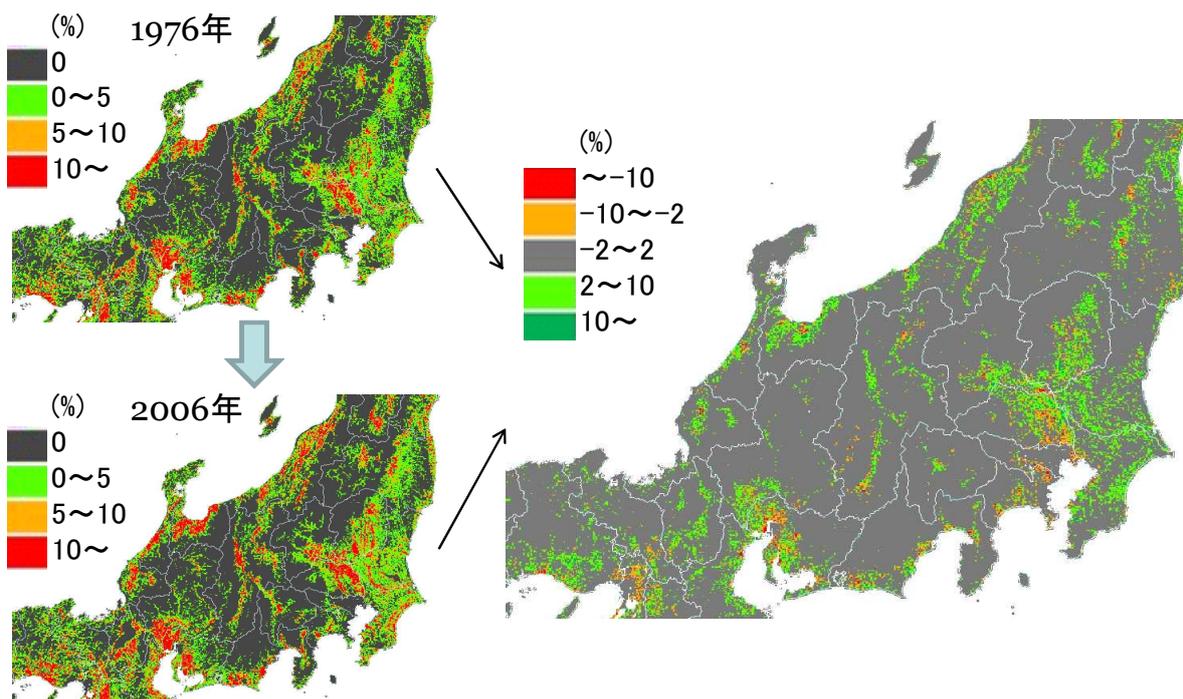
左: 上位区分(レベル3、8類型)の場合、右: 下位区分(レベル6、64類型)の場合。

横軸の1~8は上位区分、11~86は下位区分における農業生態系クラスをそれぞれ示す。

横軸の地形・気候因子(山地・丘陵地、多雪等)は、各クラスと関連の強い因子を示す(図(4)-2参照)。

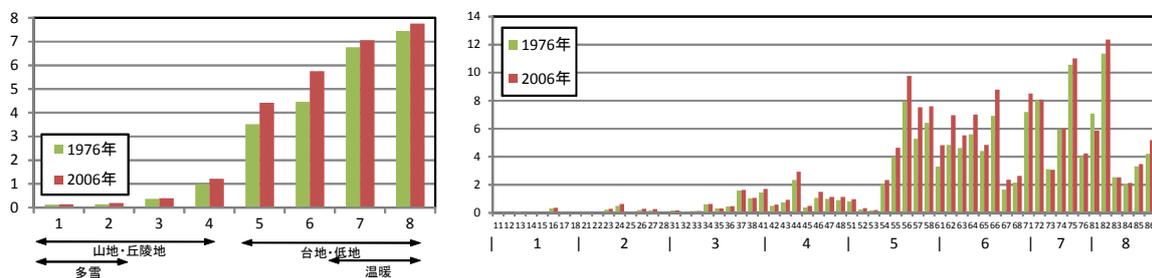
ラス1～8)を用いた。その結果、水田－森林JOINは、山地・丘陵地景観域の一部(クラス4)および台地・低地域(クラス5～8)で、水田－建ぺい地JOIN率は台地・低地域(クラス5～8)で、それぞれ高いことが分かった。また、水田－森林JOIN率は全体的に減少、水田－建ぺい地JOIN率は増加の傾向にあるが、それらの変化率はいずれも都市近郊に位置するクラス5およびクラス6で最大となっていることが明らかになった(図(4)-3、図(4)-4左、図(4)-5、図(4)-6左)。

以上のように、JOIN統計量を農業生態系区分ごとに解析することで、空間構造からみた生物多様性の地域特性およびその変動を評価することが可能であることが明らかになった。



図(4)-5 水田－建ぺい地JOIN (%)の分布と変化(抜粋)

左上: 1976年、左下: 2006年、右: 2 時期間における水田－建ぺい地JOINの増減率 (%)



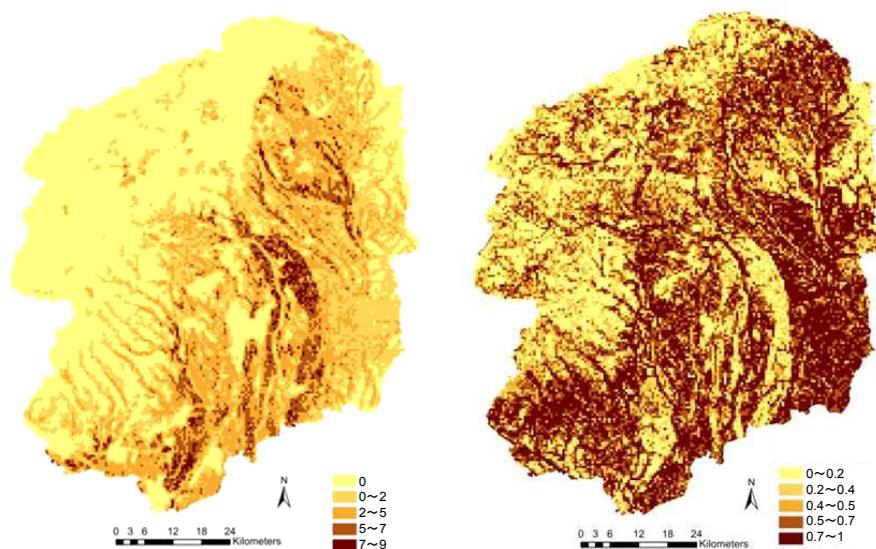
図(4)-6 RuLISの農業生態系区分ごとにみた水田－建ぺい地JOIN (%)の変化

左: 上位区分(レベル3、8類型)の場合、右: 下位区分(レベル6、64類型)の場合。

凡例等については図(4)-4参照。

一方、他のランドスケープメトリクスによるハビタット評価手法として、Relative Richness、Diversity、Dominance、Fragmentation、NDC (number of different classes in each neighborhood)、CVN (number of cells different from the center cell in each neighborhood)、BCM (number of different pairs in each neighborhood) (McGarigal *et al.*, 2002)⁵⁾、Satoyama Index (Kadoya and Washitani, 2011)⁶⁾等の指標を算出したうえで比較検討した結果、単独の指標によって里山・里地の空間的異質性の特徴を評価することは困難であることが示唆された。また、一部の指標については使用データの汎用性等に問題があり、モニタリングには適さないと考えられた。

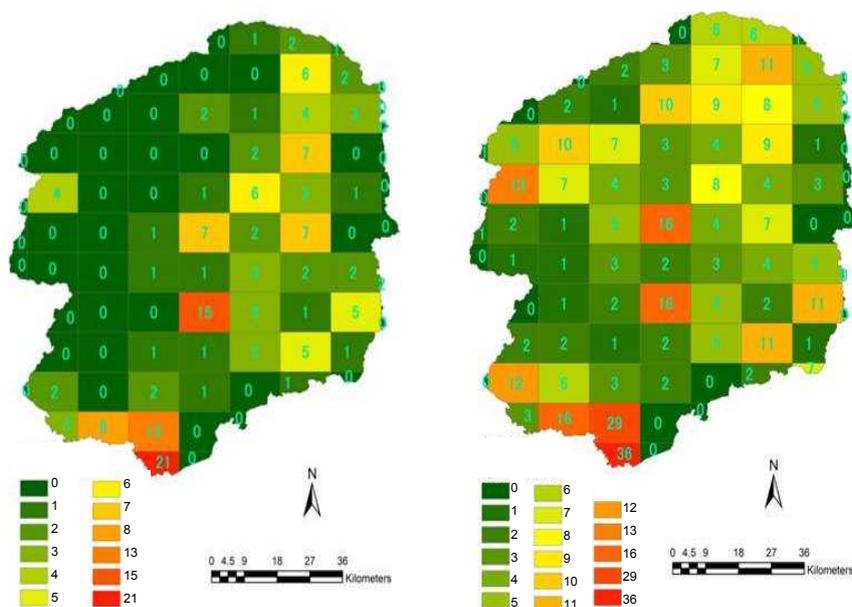
営農情報を用いた生物多様性評価については、全国スケールで解析可能なデータセットが存在しないため、栃木県を事例対象として地域スケールで検討を行った。まず、営農情報として第4次土地利用基盤整備基本調査を用い、区画形状区分 (KK)、用水 (YS)、排水 (HS)、農道 (ND) について、それぞれ整備程度に応じた階級値を与えたうえで、Agricultural Intensification Index (AI ; $AI = 0.4HS + 0.3YS + 0.2KK + 0.1ND$) を算出した。次に、地域スケールに対応した生息地情報として、環境省自然環境GISの植生データを用い、植生タイプの面積比によりHabitat Diversity Index (HI ; Simpson' Diversity Index) を算出した。500m×500mグリッド単位でAIとHIの関係を解析した結果、HIとAIには負の相関があり、農業活動の増加に伴い生息環境の多様性が減少する傾向を示した (図(4)-7)。



図(4)-7 地域スケール(栃木県)での営農情報および生息地情報に基づく多様性評価指標
 左：第4次土地利用基盤整備基本調査を用いて算出したAgricultural Intensification Index (AI)
 右：環境省自然環境GISを用いて算出したHabitat Diversity Index (HI ; Simpson' Diversity Index)

生物生息情報に基づく生物多様性評価については、全国スケールで整備されているデータとして環境省2000年度版植物レッドリストデータを用い、全出現種数および里地・里山域に特徴的な機能群(湿性植物、草原性植物、河畔性植物)ごとの出現種数を、同データの空間解像度である2次メッシュ(約10km×10km)単位で集計した(図(4)-8)。同時に、AI、HIについてもレッドリス

トデータ分布情報の空間解像度に合わせて算出し、2次メッシュ単位で出現種数とAI、HIとの関係を解析した。その結果、全出現種数、機能群ごとの出現種数ともに、AI、HIとの明瞭な関係は認められなかった。以上から、営農情報を用いた農業活動に関する上記指標は、生物多様性を間接的に評価する情報として有効であることが示唆された。ただし、本データは農地及びその周辺域に限定されているため、森林等を含めて算出した他の指標と補完的に使用する必要がある。一方、レッドリストデータについては、全国をカバーする情報ではあるものの、空間解像度が粗いため、生息地情報（土地被覆）や営農情報から推定される生物多様性指標との整合性が低く、現段階での利用は困難であることが明らかになった。



図(4)-8 地域スケール(栃木県)での生物生息情報に基づく多様性評価指標

環境省2000年度版植物レッドリストデータの分布情報に基づく、2次メッシュ単位での出現種数。左：全出現種、右：水湿植物。図中の数字は2次メッシュごとの出現種数を示す。

3) 国土および地域スケールでの生物多様性評価手法の構築

以上の結果から、生物多様性評価手法としては、土地被覆等の生息地情報を用いたハビタット評価（＝ポテンシャルの推定）手法、特にJOIN値による評価手法が最も妥当であることが示された。そこで、RuLISの農業生態系区分を用いて全国ー地域スケール間の関係を把握し、同手法によるマルチスケール評価の有効性を検討した。

上記2)で計算した水田ー森林JOINおよび水田ー建ぺい地JOINについて、全国スケールに対応したRuLIS上位区分（8クラス）および、地域スケールに対応した下位区分（64クラス）ごとに集計した。その結果、水田ー森林JOINについては、上位区分で高いJOIN値を示したクラスでは下位区分のクラスでもおおむね高いJOIN値を示したが、上位区分のJOIN値に関わらず下位区分で顕著に高いJOIN値を示すクラス（例えば、低地・丘陵地水田景観、下流域台地谷津田景観等）も認められた（図(4)-4右）。これらのクラスは、既往研究において生物生息ポテンシャルが高いとされた景観域（楠本ほか、2006）⁷⁾とほぼ一致している。水田ー建ぺい地JOIN値についても同様の傾向が

認められた（図(4)-6右）。

以上から、RuLISの農業生態系区分の階層性を利用することにより、全国レベルおよび地域レベルでの里山・里地の生物多様性をマルチスケールで評価することが可能と考えられた。

（2）調整／基盤サービス評価モデルの構築

1) データセットの整備

農業生態系における調整サービスについては、これまで、農林地の環境保全機能として、国土数値情報等を利用した国土スケールでの評価がなされてきた。しかし、これらは一時期のみの試算結果に基づき、農林地が放棄された場合の変化との比較から階級値を用いて相対評価するものであり、変化の傾向や現況を把握することができない。一方、これらの機能評価モデルの多くは土地利用を変数とした評価式によって計算されるため、上述の多時期の土地利用データを用いることにより、各機能の時間的・空間的变化を把握することが可能である。そこでまず、各種環境保全機能を評価するための国土数値情報（土地利用データ（同上）、標高・傾斜度、気候値、土地分類（表層地質、地形分類、土壌））を入手し、データベース化した。

2) 各種環境保全機能の評価

次に、Kato *et al.*（1997）⁸⁾等の成果および利用可能な現有データセットの内容に基づき、個別機能の評価式およびカテゴリ評点表（環境要因ごとの各凡例につけられる評価点表）を作成し、3次メッシュ単位で環境保全機能の評価を試みた。具体的には下記の4機能を対象とした。なお、下記のうち、大気浄化機能（ U_{NO_2} ）および土壌侵食防止機能（E）については、物理量（ U_{NO_2} ： NO_2 吸収量、E：年間流去土量）による絶対評価が可能になるよう評価式を修正した。

$$\textcircled{1} \text{土砂崩壊防止機能：} CP=2CP_1+CP_2+4CP_3+2CP_4+2CP_5+2CP_6+2CP_7$$

（ただし、 CP_1 ：表層地質、 CP_2 ：地形分類、 CP_3 ：傾斜、 CP_4 ：土地利用、 CP_5 ：年間降水量、 CP_6 ：土性、 CP_7 ：植生）

$$\textcircled{2} \text{土壌侵食防止機能：} E=(E_1 \times E_2 \times E_3 \times (E_4 + E_5) / 2 \times 100) \times 2.5$$

（ただし、 E_1 ：降雨強度、 E_2 ：傾斜、 E_3 ：土地利用、 E_4 ：土壌、 E_5 ：土性）

$$\textcircled{3} \text{水涵養機能：} WR=0.7(0.3WR_1+0.6WR_2+0.1WR_3)+0.3(0.3WR_4+0.2WR_5+0.5WR_6)$$

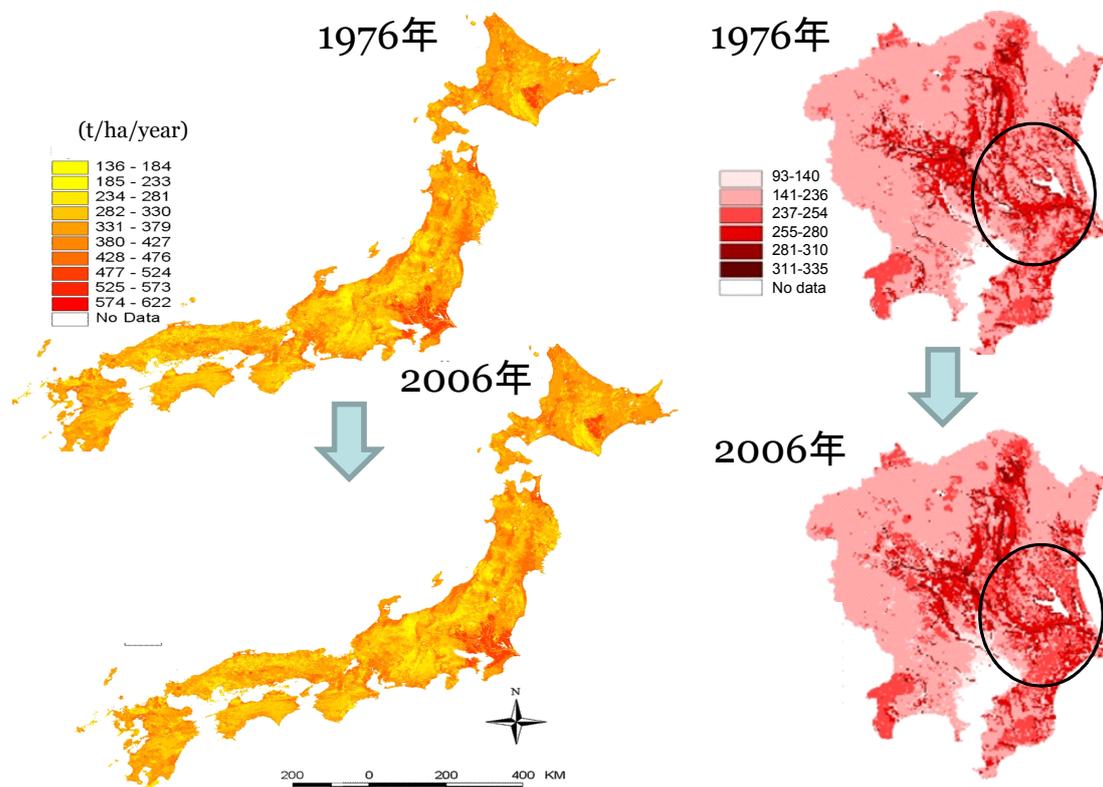
（ただし、 WR_1 ：年間降水量、 WR_2 ：土地利用、 WR_3 ：傾斜、 WR_4 ：土壌（透水性）、 WR_5 ：表層地質の透水性、 WR_6 ：表層地質の保水性）

$$\textcircled{4} \text{大気浄化機能：} U_{NO_2}=15.5 \times C_{NO_2} \times Pg \times LU$$

（ただし、 C_{NO_2} ：大気中の NO_2 濃度、Pg：植生区分ごとの植物集団の総生産量（乾物t/ha・yr）、LU：Pgの植生区分に該当する土地利用面積（ha））

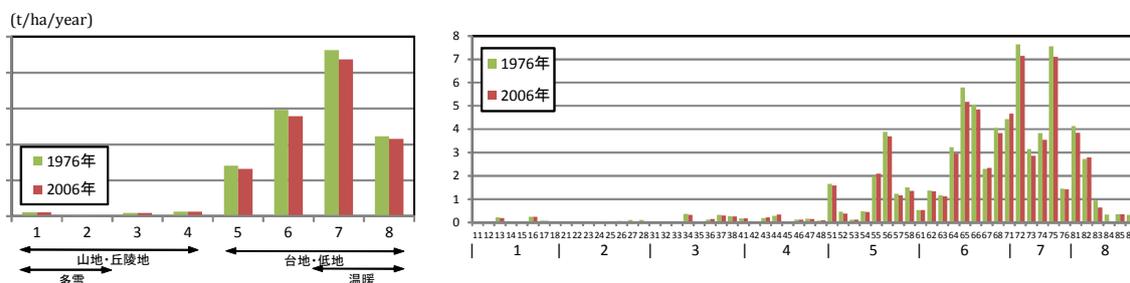
上記の評価式により3次メッシュ単位で多時期の評価値を求めたうえで、地域的な特徴および変化のパターンを明らかにするために、JOINによる生物多様性評価と同様にRuLISの農業生態系区分を用いて、変化の傾向を解析した。その結果、国土スケールでみた場合、評価値の合計はいずれも1976～2006年の間ほぼ同様の値で推移し、調整サービスに大きな変動は認められなかった。しかし、地域スケールでみると、その分布および変化のパターンは異なることが分かった。例えば、土壌侵食防止機能は台地・低地域（農業生態系区分クラス5～8）で全体的に低く、とくにクラス7でその傾向が顕著であることが確認された（図(4)-9左、図(4)-10）。さらに、同一クラス内でも、

評価値の分布・変動に地域的な差異のあることが明らかになった。図(4)-9右は、関東地方（クラス4および6）における水涵養機能を示したものであるが、多期間の評価値を比較することにより、変化が生じている地域（ここでは常総台地）をより詳細なスケールで抽出することができる。以上のように、上記環境保全機能評価値を農業生態系区分ごとに解析することで、調整サービスの地域特性およびその変動をマルチスケールで評価することが可能であることが示された。



図(4)-9 調整サービスの分布と変化

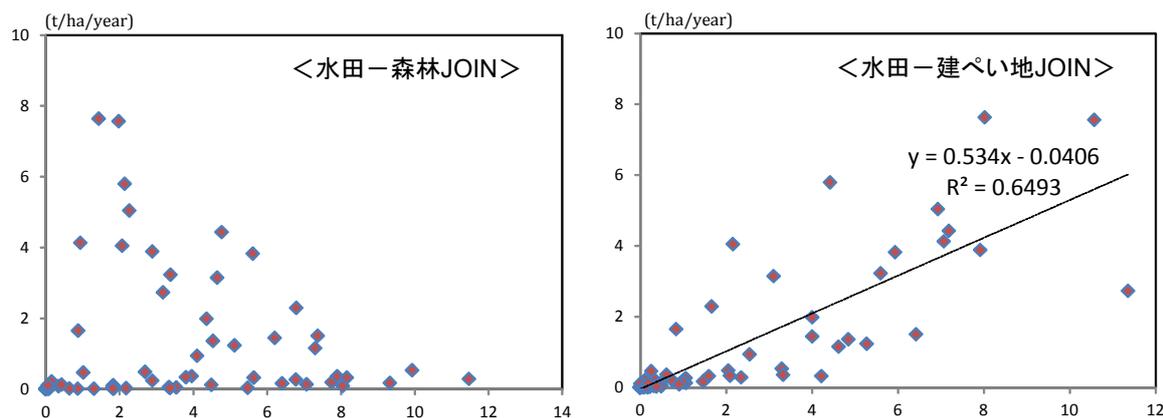
左：土壌侵食防止機能（年間流去土量：t/ha/年）の変化。値が小さいほど機能が低いことを示す。
右：関東地方における水涵養機能の変化。値が大きいほど機能が低いことを示す。○は常総台地を中心とした地域を示す。



図(4)-10 RuLISの農業生態系区分ごとにみた土壌侵食防止機能（年間流去土量：t/ha/年）の変化。値が小さいほど機能が低いことを示す。凡例等については図(4)-4参照。

(3) 生物多様性および生態系サービスの統合評価モデルの構築

生物多様性評価モデルおよび生態系サービス（調整サービス）評価モデルを用いて、両者の関係について異なるスケール（全国スケール、地域スケール）ごとに解析した。まず、全国スケールについては、JOIN値および調整サービス評価のためのデータベース（3次メッシュ）にそれぞれRuLISの農業生態系区分カテゴリを付与したうえで統合し、土地利用データを共通パラメータとする生物多様性・調整サービスの統合評価モデルフレームを構築した。次に、RuLISの農業生態系クラス（下位区分：64クラス）ごとにJOIN値および調整サービス指標値（土壤侵食量防止機能として推定された土壤侵食量）を算出したうえで両者の関係を解析した。その結果、水田－森林JOIN値の低下に伴い、土壤侵食量が低下するクラス群と増加するクラス群の2タイプに分かれることがわかった（図(4)-11左）。両クラスの分布域の特徴から、前者は水田の放棄に伴う樹林化を、後者は宅地化等転用による都市化をそれぞれ反映したクラスと考えられた。このことは、水田－建ぺい地JOIN値と土壤侵食量の間には有意な正の相関が認められたことから裏づけることができた（図(4)-11右）。一方、水田－森林JOIN値が増加すると土壤侵食量は一様に低下する傾向が認められ、水田－森林のモザイク化が、必ずしも調整サービスの低下と結びつくわけではないことが示唆された（図(4)-11左）。



図(4)-11 RuLISの農業生態系クラス（下位区分：64クラス）ごとにみたJOIN値（横軸）と土壤侵食防止機能（縦軸、年間流去土量：t/ha/年）の関係
左：水田－森林JOIN、右：水田－建ぺい地JOIN。

地域スケールについては、第4次土地利用基盤整備基本調査（区画形状、用水・排水状況等）、地力保全土壤図、数値標高モデル（50m）等の空間解像度の高いデータベースを用いて市町村スケールでの生物多様性・生態系サービス評価モデルを構築するとともに、上述の全国スケールと同様に、両者の関係を解析したうえで、統合評価の妥当性および、スケール間の整合性を検討した。その結果、両者の関係が土地利用の特性から解釈できることが確認された。以上の結果から、土地利用という共通の変数、国土数値情報に代表される共通のデータセット、RuLISの農業生態系クラスという共通の評価単位を用いることで、生物多様性と生態系サービスの統合的な評価が可能であることが示された。ただし、生物多様性と生態系サービスの相互関連のメカニズムや因果関係については、さらなる検討が必要と考えられた。

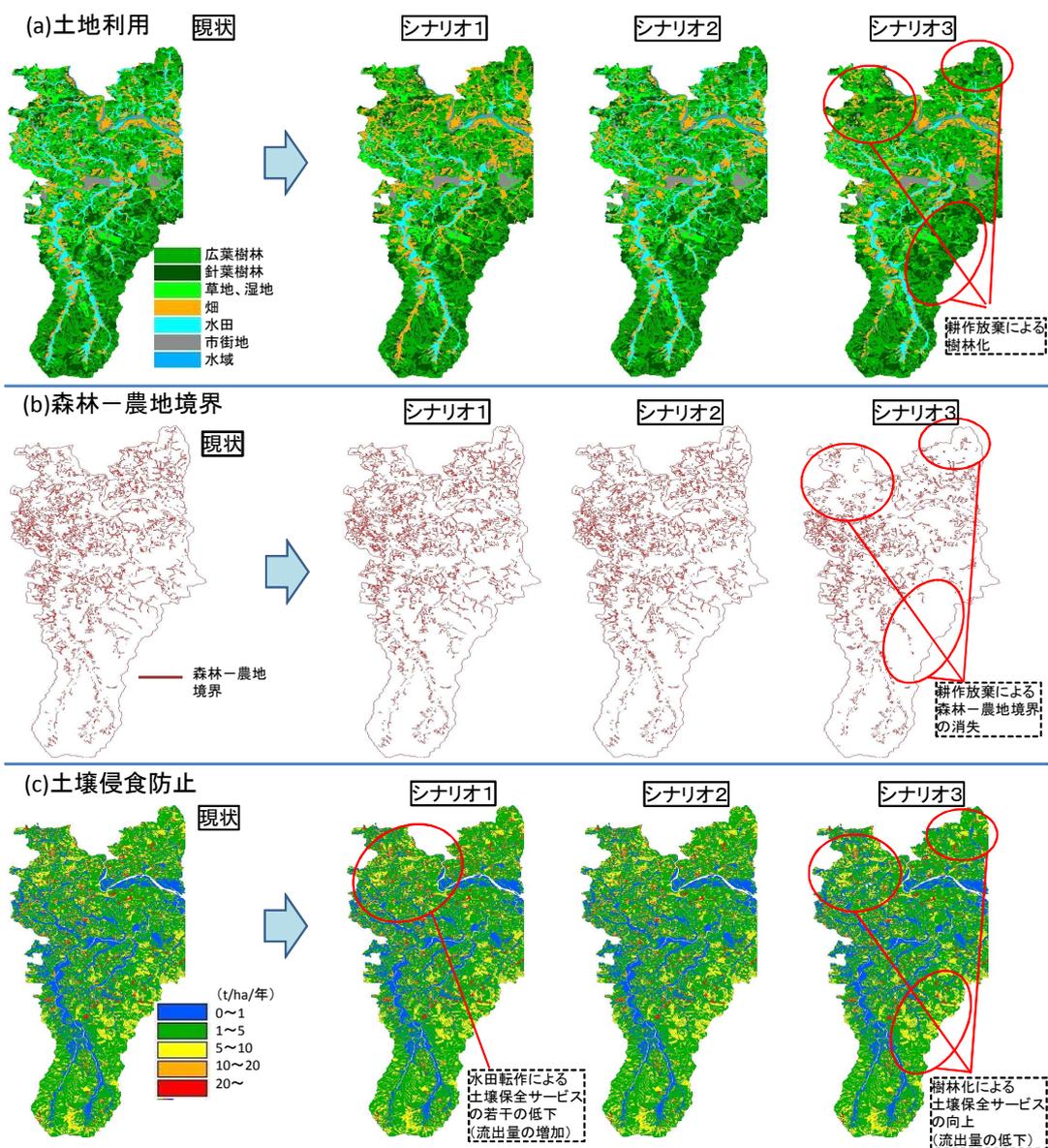
次に、上記評価モデルを土地利用シナリオに基づく生物多様性と生態系サービスの変動予測に適用し、生物多様性および調整サービスの維持を考慮した場合の最適な土地利用オプションを提示する方法を検討した。

まず、モデルに組み込む土地利用シナリオを作成するため、同県内において特徴的な農業農村振興策を実施している自治体を対象に事例調査を行い、バイオマス活用（木質、落葉）による森林再利用化、放牧による耕作放棄地再利用化等を具体的な土地利用形態として抽出し、それらを維持するための管理形態・水準（規模、強度、頻度等）を明らかにした（中村，2011）⁹⁾。そしてこれらの情報に基づき、複数の土地利用シナリオを作成したうえで、各シナリオに対応した土地利用配置・配分パターンを決定した。以下、M町における土地利用シナリオの例を述べる。M町においては、実際の取り組み事例を参考に、下記の3シナリオを設定した。

①家畜導入による水田・林地再活用シナリオ：近年、耕作放棄地解消の方法の一つとして、耕作放棄地での肉用繁殖牛の放牧が注目されている。牛の採草行動による除草管理は省力的であること、条件の悪い農地でも放牧可能なこと、従来の畜舎飼に比べても飼育が低労力・低コストであることから、耕作放棄地の管理だけでなく、畜産経営の面からも高く評価されている。耕作放棄地での放牧は、個別農家による数頭から十数頭の小規模経営が多いものの、耕畜農家の連携による大規模な放牧の展開も少数事例であるが行われるようになってきた。こうした大規模な放牧は、耕作放棄地の解消にとどまらず、飼料作物の導入により、条件不利な農地に新たな利用価値を付加でき、地域全体の農地を有効活用する農法としても注目を集めている。本シナリオでは、放棄水田および林地を牧草・飼料イネ等家畜飼料作付地として利用することにより和牛の周年放牧経営を導入し、耕作放棄地の解消と水田等の未利用資源の積極的活用を図るものである。土地利用配置・配分パターンとしては、対象地の農地・林地面積等の資源量に応じて、必要となる土地利用（放牧用地、牧草・飼料イネ作付農地等）を現行の未整備農地を中心に配分・配置した。

②条件不利農地の管理粗放化シナリオ：耕作放棄地の増加は、食料生産ポテンシャルをさらに低下させるとともに、従来の二次的自然環境を大きく変容させ、農地が本来備えている各種の環境保全機能の低下を引き起こすことが懸念されている。とりわけ中山間地では、斜面崩壊等の自然災害の増加や良好な棚田景観の消失が大きな問題となっている。農地が本来もっている資源的価値を保全するためには、耕作放棄地の維持管理を継続し、資源的価値の劣化を抑制し、必要時には復田によって農地として利用可能な状態を廉価な方法で確保・維持し続けることが、国民経済等の観点から重要な課題となる。こうした観点から、農地資源を低コストで維持・保全するための維持管理方法が検討され、数年間放置した後に復田するより、耕作放棄後初期すなわち毎年の軽微な作業によって農地を維持管理し続ける方（粗放管理）が経済的に効果的であることを明らかにされている（有田ほか，2008）¹⁰⁾。本シナリオでは、耕作放棄地に対して粗放管理を適用することにより、農地資源の維持管理を図るものである。土地利用配置・配分パターンとしては、基盤整備情報を用いて、未整備農地を耕作放棄地（草本植生）に変化させた。

③耕作放棄地増加シナリオ：M町では、高齢化と後継者不足により農地の耕作放棄が進行しており、特に交通アクセスの悪い未整備農地において顕著である。本シナリオは、現在までの土地利用変化の傾向、特に耕作放棄の進行が継続するシナリオ（BAUシナリオ）である。土地利用配置・配分パターンとしては、基盤整備情報を用いて、未整備農地を耕作放棄地（木本植生）に変化させた。



(d) 生物多様性・生態系サービスの変化の傾向

シナリオ 多様性・ 生態系サービス	①家畜導入による水田・林地再活用シナリオ	②条件不利農地の管理粗放化シナリオ	③耕作放棄地増加シナリオ (BAUシナリオ)
生物多様性	±	±	---
調整サービス	-	±	++
供給サービス	+++	---	---

±: 変化なし (~1%)、+・- : ~3%の増減、++・-- : ~10%の増減、+++・--- : 10%以上の増減、

図(4)-12 土地利用シナリオごとにみた土地利用、生物多様性(森林-農地境界長)、生態系サービス(調整サービス)の変化予測図(a~c)および変化の傾向(d) M町における事例、シナリオ①~③については本文参照。

次に、以上のシナリオを上記の地域スケール評価モデルに適用し、生物多様性および生態系サービスの変化をシナリオ間で比較した。その結果、以下の傾向が予測された。

- ①家畜導入による水田・林地再活用シナリオ：未整備農地の放牧利用や樹林地の再活用により供給サービスは増加する。調整サービスはわずかに低下するものの、農地と森林のモザイク構造が維持されるとともにハビタットの多様性も増加するため、生物多様性への影響は少ない。
- ②条件不利農地の管理粗放化シナリオ：粗放管理により耕作地と同等の機能が維持されるため、モザイク構造および調整サービスへの影響は少ない。供給サービスは低下するものの、復田可能な状態で維持されているので潜在的な供給能力は維持されている。
- ③耕作放棄地増加シナリオ：耕作放棄にともなう植生遷移により樹林化が進み、農地と森林の境界長が著しく減少する。樹林化により土壌侵食防止機能をはじめとする調整サービスは向上するものの、復田はきわめて困難となるため、潜在的な食料供給サービスも大きく低下する。

以上の結果から、M町の事例では①のシナリオ、すなわち家畜導入によって水田・林地の再活用とモザイク構造の維持が図られるシナリオにおいて、各要素が最もバランスよく維持されるという結果が得られた（図(4)-12）。このように、本評価モデルを用いることにより、シナリオ間で異なる変化の傾向が予測され、各要素の増加を最大化あるいは減少を最小化させる土地利用オプションが抽出できることがわかった。最適シナリオは対象地域（市町村）によって異なるものの、本研究で示した評価フレームは、複数の土地利用シナリオから最適な土地利用オプション（最適な土地利用配分・配置や管理方法の情報パッケージ）を選択する際の意思決定支援ツールとして有効であることが示された。

5. 本研究により得られた成果

（1）科学的意義

- 1) 土地利用を生息地情報として用いた里山・里地の生物多様性評価手法を開発した。農業生態系における生物分布情報が未整備のわが国において、空間構造特性に基づく統一的な指標により里山・里地の生物多様性を全国スケールで評価した例は初めてであり、学術的意義は極めて高い。
- 2) 調整サービスの経時的変化の評価手法を開発した。一時期のみの評価にとどまっていた既存モデルを改良し、多時期の土地利用データを利用することにより、調整サービスの時間的・空間的变化の傾向を把握することが可能となった。本手法は、シナリオ分析にも活用可能である。
- 3) 生物多様性と生態系サービスの統合的評価のためのフレームを構築した。共通の数値情報および空間的階層性を持つRuLISの農業生態系区分を活用することにより、生物多様性と生態系サービスとのリンケージおよび地域特性をマルチスケールで定量的に評価することが可能となった。さらに本研究で示した評価フレームは、複数の土地利用シナリオから最適な土地利用オプションを選択する際の科学的意思決定支援ツールとして有効であり、その応用的・実践的意義も極めて大きい。

（2）環境政策への貢献

日本の里山・里海評価・国レポート（第3章：里山・里海の現状と変化の要因は何か？）に本成果の内容を反映させた。今後、生物多様性・生態系サービス統合評価手法を精緻化・汎用化することにより、SATOYAMAイニシアティブ、Intergovernmental Platform on Biodiversity and

Ecosystem Services (IPBES) 等への技術・手法面からのインプットを行っていく予定である。

6. 国際共同研究等の状況

SATOYAMAイニシアティブ国際パートナーシップ (The International Partnership for the Satoyama Initiative: IPSI) に係る「政策研究および能力開発分野における国連大学高等研究所との共同研究」(カウンターパート氏名・所属: 竹本和彦 (国連大学高等研究所・シニアフェロー)) で、サブテーマ代表者の所属部局 (東京大学大学院農学生命科学研究科) は、2011年3月より、国連大学高等研究所と共同で、世界各地の社会生態学的生産ランドスケープを対象に、生物多様性と生態系サービスの評価手法の一般化および政策展開に関する研究を実施している。IPSIは、生物多様性条約第10回締約国会議 (COP10、2010年10月) において創設された、社会生態学的生産ランドスケープに対する理解増進と普及促進を目指す国際ネットワーク組織であり、2012年3月現在、117団体が会員数として、22事業が協力活動 (知見の集約・発信、政策研究、指標研究、能力開発等) として登録されている。IPBESとも連携を取りつつ活動を行っており、今後、本ネットワークを通じて統合評価等に関する成果をインプットすることにより、生物多様性と生態系サービスに関する国際プラットフォーム構築へ貢献することが期待できる。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

< 論文 (査読あり) >

- 1) Y. JIAO, X. LI, L. LIANG, K. TAKEUCHI, T. OKURO, D. ZHANG and L. SUN: *Ecological Research*, 27, 247-263 (2012).

“Indigenous ecological knowledge and natural resource management in the cultural landscape of China’s Hani Terraces”

- 2) T. OKURO and Y. JIAO: *Global Environmental Research*, 16(2) (2012)

“Integrated Assessment of Biodiversity and Multi-functionality of Satoyama Landscapes” (in press)

< 査読付論文に準ずる成果発表 >

- 1) A.K. DURAIAPPAH, K. NAKAMURA, K. TAKEUCHI, M. WATANABE and M. NISHI (eds.): *Satoyama-Satoumi Ecosystems and Human Well-being: Socio-Ecological Production Landscapes of Japan*, United Nations University Press, 60-124 (2012)

“Chapter 3: What are the key drivers of change and current status of *satoyama* and *satoumi*? (T. OKURO, T. YUMOTO, H. MATSUDA and N. HAYASHI)”

- 2) 国際連合大学高等研究所／日本の里山・里海評価委員会編：里山・里海－自然の恵みと人々の暮らし－、朝倉書店、35-60 (2012)

「第3章 里山・里海の現状と変化の要因は何か? (調整役代表執筆者: 大黒俊哉、湯本貴和、松田裕之、林直樹)」

<その他誌上発表（査読なし）>

特に記載すべき事項はない

（２）口頭発表（学会等）

- 1) T. Kuribayashi, K. Adachi, K. Kamachi, M. Inoue, N. Hori and A. Takemura: The Third Asian Conference on Adhesion, Hamamatsu, Japan, 2009
“Effects of the viscoelasticity of adhesives on mechanical properties of wood laminates”
- 2) 大黒俊哉、角媛梅、井上雅文、李召羅：第57回日本生態学会大会（2010）
「地理情報システムを用いた国土スケールでの里地・里山の生態系サービス評価」
- 3) Y. Jiao, T. Okuro and K. Takeuchi：第57回日本生態学会大会（2010）
“Assessing ecosystem services and land use changes of Satoyama landscape”
- 4) 横井真美、足立幸司、蒲池健、井上雅文：日本木材学会大会（2010）
「圧密木質釘を用いた木製パレットの開発」
- 5) 大黒俊哉：シンポジウム「里山・里地・里海の価値とその管理：新たなコモンズ論の展開に向けて」、東京（2010）
「里山・里地の調整サービスと生物多様性」
- 6) T. Okuro, Y. Jiao and S. Yamamoto: GLP Open Science Meeting 2010 - Land Systems, Global Change and Sustainability, Tempe, Arizona, USA, 2010
“Assessment of biodiversity and ecosystem services of Satoyama, traditional rural landscape of Japan using common database”
- 7) 大黒俊哉：第29回環境システムシンポジウム「里山里海の生態系サービスを評価する」、東京（2010）
「里山・里海の現状と変化の傾向」
- 8) T. Okuro: The First Global Conference of the International Partnership for the *Satoyama* Initiative, Nagoya, Japan, 2011
“Japan-Asia Satoyama Education Initiative”
- 9) 大黒俊哉、角媛梅、井上雅文、李召羅：第58回日本生態学会大会、札幌（2011）
「国土スケールでみた里地里山の生物多様性と生態系サービスの変動評価」
- 10) Y. Jiao, T. Okuro and K. Takeuchi. : 第58回日本生態学会大会、札幌（2011）
“Assessment on ecosystem services of Satoyama landscape in central Japan and Hani terrace in Southwest China”
- 11) 土屋一彬、大黒俊哉、武内和彦：第58回日本生態学会大会、札幌（2011）
「ゾーニングと管理者の相互作用が里山の林床植生を変える」（ポスター賞優秀賞受賞）
- 12) T. Okuro and Y. Jiao: Japan Geoscience Union (JPGU) Meeting 2011, Makuhari, Japan, 2011
“Assessment of biodiversity and ecosystem services of Satoyama, traditional rural landscape of Japan”
- 13) Y. Jiao, T. Okuro and K. Takeuchi: Japan Geoscience Union (JPGU) Meeting 2011, Makuhari, Japan, 2011

- “Indigenous Ecological Knowledge and conservation in traditional agricultural landscape of Hani Terrace in Southwest China”
- 14) Y. Jiao, T. Okuro and K. Takeuchi: The 8th International Association for Landscape Ecology (IALE) World Congress, Beijing, China, 2011
 “Ecosystem services and biodiversity conservation in traditional biocultural landscape in eastern Asia”
- 15) T. Okuro: International Symposium on Ecosystem Services from *Satoyama*, *Satochi*, and *Satoumi* Landscapes: Strategies for a Nature-Harmonious Society, Tokyo, Japan, 2012
 “Integrated Assessment of Multi-Functionality and Biodiversity of *Satoyama* and *Satoumi* Landscapes”
- 16) 大黒俊哉：総合地球環境学研究所FS研究半島プロジェクトシンポジウム「過疎高齢化による耕作・森林放棄と生態系劣化との関係－半島域を活用した現状把握と今後の展開」（2012）
 「耕作放棄による生物多様性と生態系サービスの変化」
- 17) Y. Jiao, T. Okuro, M. Inoue and K. Takeuchi: Joint Meeting of The 59th Annual Meeting of ESJ & The 5th EAFES International Congress, Otsu, Japan, 2012
 “Integrated assessment of biodiversity and ecosystem services of Satoyama, traditional rural landscape of Japan at the watershed scale”
- 18) T. Miyasaka, Q.B. Le, T. Okuro, X. Zhao, R.W. Scholz and K. Takeuchi: Joint Meeting of The 59th Annual Meeting of ESJ & The 5th EAFES International Congress, Otsu, Japan, 2012
 “Agent-based modelling for assessing ecological and socioeconomic effects of Chinese PES policies”（ポスター賞優秀賞受賞）

（3）出願特許

特に記載すべき事項はない

（4）シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

- 1) シンポジウム「里山・里地・里海の価値とその管理:新たなコモンズ論の展開に向けて」（2010年7月9日、国際連合大学本部エリザベスローズ会議場、参加者128名）
- 2) 国際シンポジウム「里山・里地・里海の生態系サービス:自然共生社会に向けた戦略展開」（2012年1月30日、国際連合大学本部エリザベスローズ会議場、参加者134名）

（5）マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない

（6）その他

- 1) 土屋一彬、大黒俊哉、武内和彦：日本生態学会第58回大会、札幌（2011）
 優秀ポスター賞受賞（分野：生態系管理・都市・教育）「ゾーニングと管理者の交互作用が里山の林床植生を変える」

- 2) 宮坂隆文、Q. B. Le、大黒俊哉、X. Zhao、R. W. Scholz、武内和彦：日本生態学会第59回大会・東アジア生態学会連合第5回大会、大津（2012）
優秀ポスター賞受賞（分野：Ecosystem management）“Agent-based modelling for assessing ecological and socioeconomic effects of Chinese PES policies”

8. 引用文献

- 1) 井手任・大黒俊哉・楠本良延（2005）：生物多様性保全のための景観・植生調査情報システム。インベントリー 4：20-23.
- 2) EEA/UNEP（2004）：High nature value farmland - Characteristics, trends and policy challenges. EEA Report No.1/2004, European Environment Agency, Copenhagen.
- 3) 山本勝利・楠本良延（2008）：農村における生物多様性の定量的評価に向けたインベントリーの構築。農村計画学会誌 27(1)：20-25.
- 4) 大黒俊哉・山本勝利・三田村強（2008）：欧州における「自然的価値の高い農地」の選定プロセス。農村計画学会誌 27(1)：38-43.
- 5) McGarigal, K., Cushman, S. A., Neel, M. C. and Ene, E. (2002)：FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst.
- 6) Kadoya, T. and Washitani, I. (2011)：The Satoyama Index: A biodiversity indicator for agricultural landscapes. Agriculture, Ecosystems & Environment 140: 20-26.
- 7) 楠本良延・山本勝利・大黒俊哉・井手任（2006）：景観構造に関する調査・情報システムとそれを利用したチョウ類の生息ポテンシャル評価。農村計画学会誌25：281-286.
- 8) Kato, Y., Yokohari, M. and Brown, R. D. (1997)：Integration and visualization of the ecological value of rural landscapes in maintaining the physical environment of Japan. Landscape and Urban Planning 39: 69-82.
- 9) 中村真理子（2011）：里山に寄与するバイオマス利用の現状と課題。東京大学大学院農学生命科学研究科修士論文.
- 10) 有田博之・山本真由美・大黒俊哉・友正達美（2008）：耕作放棄田の復田を前提とした農地資源保全戦略。農業農村工学会論文集 254：23-29.

(5) 里山・里地・里海の文化的価値の評価

人間文化研究機構総合地球環境学研究所 研究部 湯本 貴和
研究戦略推進センター 秋道 智彌

平成21～23年度累計予算額：16,755千円（うち、平成23年度予算額：5,007千円）

予算額は、間接経費を含む。

【要旨】本研究では、里山・里地・里海の文化的価値の総合評価を行い、生物資源の持続的利用における伝統的知識やコモンズ管理の役割を検討し、その発展的継承に関する目標と手法を提案することを目的とした。里山・里地・里海の知識・利用と価値判断に関し全国アンケート調査を実施した結果、里地・里山のイメージとして、基盤サービスや文化的サービス、生物多様性への評価が高く、また、里山・里海の管理や復興で行政のイニシアティブへの期待が高い一方、地域住民やNPO、研究機関の役割は従属的位置づけであることがわかった。また、都市生活を続けながら余暇として里山・里海に関わろうとする意見が多かったが、田舎に住めない理由には仕事の継続性に、商業・医療施設の未整備が続いた。ただし、田舎にセカンドハウスを持ちたい人も全体の約1/4あり、月2万円程度の補助金あるいは安価な住宅が提供されれば移住を真剣に検討するとしている。また、生物（環境）ブランド農作物の認知度は環境知識に依存するが、3割程度の人はブランドへの価格上乗せを拒否するが、市価約2割までの上乗せなら許容する層が少なくなかった。次に、里海における生態資源のコモンズ的利用形態とその歴史の変遷からコモンズの持続と崩壊に関する動的要因をまとめる目的で、水産総合研究センター所蔵の明治期の専用漁業権名簿と漁場図をデータ入力した。原簿の登録総数は5,489件で、漁業協同組合が多数存在していたが、平成23年時点では、漁業協同組合の統廃合を通じ明治期の24%まで減少している。また、明治期にはジュゴン、アオウミガメ、ゴカイ等の漁獲物を含め多種類の資源が採集・利用され、農業用肥料を目的とした漁業も広く行われていた。知識や技術の使い方を決めるガバナンスや生物資源の持続を望む「人間の意志」が重要で、管理の思想と実践があってこそ持続性が維持されるため、受動的あるいは積極的に暮らす「地の者」が、土地のステewardシップ(受託責任)をもち、環境ガバナンスに主導的な働きをもつ場合には、資源の持続的利用が達成されやすいことが示唆された。

【キーワード】慣行、里山意識、生物多様性、文化的サービス、ローカル・コモンズ

1. はじめに

日本の里山に代表される人為的な生態系がもたらす様々な生態系サービスのうち、文化的サービスは精神性、レクリエーション、美的な利益、発想、教育、共同体意識、象徴性等、様々な質の異なる諸要素を含んでいるだけでなく、人々の意識のなかにもみ存在するために、これまで客観的な評価がたいへん困難であった。しかし、地域の生態系の価値を総合的に評価する場合に、遠隔地の生態系や人工的な工作物からの代替物が最も得にくいのも文化的サービスであり、人々の社会や共同体への帰属意識、いかえれば「ふるさと意識」に不可欠な構成要素として、決して等閑視できないものである。

一方、これまで日本の里山や里海で、程度の差はあれ、生物資源を使い尽くさず、社会的な利益分配が公平で、しかも持続的な利用が続けられてきたのは、共同体による入会地の管理と維持によるものであり、それを裏付けていたのが伝統的知識や慣行といった地域の文化である。現在、日本の里山に「第2の危機」にあたる深刻な事態が進行しているのは、直接的には里山が供給サービスとして財を生まなくなったせいかもしれないが、過疎等による中山間地の村落共同体の崩壊や、伝統文化の消滅等による都市近郊の村落共同体の弱体化も大きな影響を与えている。里山・里地・里海の公益的な機能を維持再生する仕組みを構築するためには、人々の意識のなかにある文化的価値を正しく評価し、新しいコモンズとしての制度設計を提案する必要がある。

2. 研究開発目的

本サブテーマでは、里山・里地・里海がこれまで培ってきた文化的価値を論理化して評価するとともに、生物資源の持続的利用における伝統的知識やコモンズ管理の役割を検討し、その発展的継承に関する目標と手法を提案することを目的としている。

里山・里地・里海のもつ生態系サービスのうち、評価手法がほとんど開発されてこなかった文化的サービスについて、人々の意識を探ることで、どのような要素が重要視され、様々な要素間にどのような相互補完性、相互背反性、相互強調性、相互依存性等の論理構造があるかを明らかにするとともに、人々を里山や里海に親しみをもたせる要素や、逆に疎ましくさせる要素についての分析を重ねる。

また、共同体による入会地の管理と維持において、伝統的知識や慣行といった文化の果たす役割、特に国の法律と重層的に働いてきた共同体のきまりや掟、さらにその共同体のきまりを支える制度そのものを再評価することによって、新しいコモンズとしての制度設計を考える基礎として提供する。

3. 研究開発方法

(1) 意識下にある文化的価値の再評価

日本の里山・里地・里海における生態系がもたらす文化的サービスは精神性、レクリエーション、美意識、教育、共同体意識、象徴性等、質の異なる諸要素を含んでおり、人々の意識下でのみ存在するために、これまで客観的な評価がたいへん困難であった。ここでは、個人や里山活動団体がもつ里山・里地・里海の知識や利用実態・価値判断に関して、朝日新聞社「にほんの里100選」に応募された3,024件の里について、応募主体や応募された里の特徴（景観、産業、絶滅危惧生物等）について、テキストマイニングを用いた属性分析を行い、現在、人々は何を拠り所にして、里山・里海活動を行っているのかを解明した。

ここで得られた文化的サービスや生物多様性の価値に関する知見に基づいてアンケート項目を組み立てて、里山や里海に特段に関心のない一般市民も含めて全国アンケート調査を実施し、人々が里山にどのようなイメージをもち、何を重要だと考えているのか、それは個人の属性とどのように関連しているか、里山・里海をだれが管理すべきか、またどの程度の都市住民が里山里海（田舎）に移住したいか、移住するには何が障害となっているのかに関して、20項目について回答を求めた。アンケートは、株式会社メディアインタラクティブが運営する「アイリサーチ」モニターに対するインターネット調査として行った。調査期間は、名古屋で開催された生物多様性条約

(CBD) 第10回締結国会議 (COP10) の直前、2010年9月である。対象者は5,000名で、男女比は1:1、年齢層は10代から60代以上まで均等になるようにし、都道府県別では東京都と神奈川県 (15.1%、10.3%) がやや多いが、島根県と佐賀県 (ともに0.3%) を最低として、全国にほぼ均等になるようにサンプリングを行った。

このアンケート調査の結果を受けて、さらに過疎地域と自宅のある都市部の二地域居住に関して、自宅からの希望距離や過疎地域でのセカンドハウスへの支払い意思額、あるいは、過疎地域への移住に関して、補助金や住宅提供による経済的インセンティブによる移住意思の変化、生物や環境に配慮した生物 (環境) ブランド農産物に対する追加の支払い意思額についての数量的なデータを得るために、全国の10~79歳の男女8,200名を対象に、株式会社メディアインタラクティブが運営する「アイリサーチ」モニターに対するインターネット調査を行った。調査期間は2012年2月である。回答者属性は男女比率が1:1、10代と60~70才が約10%、20代、30代、40代、50代が約20%である。属性については、職業、最終学歴、趣味、出身地 (農村部、海辺、都市、都市近郊の別)、現在地 (都道府県別と、農村部、海辺、都市、都市近郊の別)、世帯年収、未既婚の別、子どもの有無、環境を専門に学んだことがあるかどうかについて回答を得た。

(2) 生態資源のコモンズ的な利用の制度解析

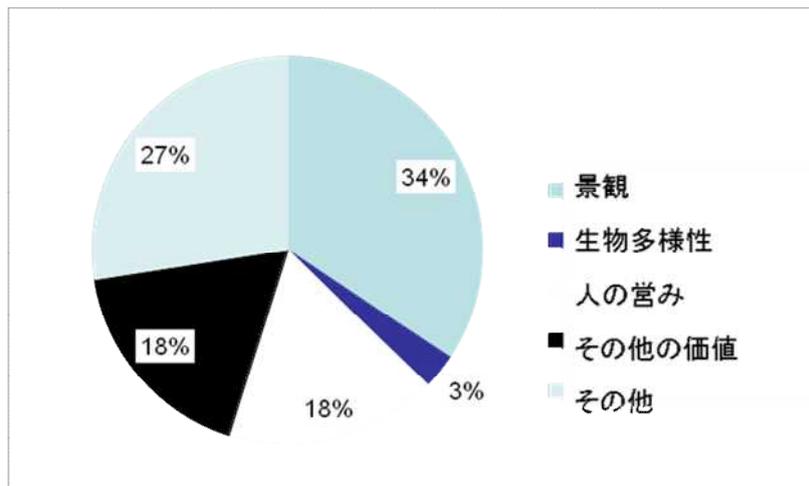
里山や里海の生態資源のコモンズ的な利用に関して、伝統的な生態的知識の聞き取りを行い、生態系サービスの持続的な利用について、あるいは持続的な利用と利益の公平な分配に関するルールとそれを支える社会システムについて具体例を収集した。特に里海については、生態資源のコモンズ的な利用形態とその歴史の変遷を明らかにするために、明治後期における実態を5,489件に及ぶ「明治専用漁業権原簿」の登録データに基づいて、近代化が進行する直前の明治後期における実態を分析した。これらの調査から、生態資源のコモンズ的な利用形態とその歴史の変遷から、コモンズの持続と崩壊に関する動的な要因とリスク要因をまとめ、持続的利用と収奪的利用のそれぞれを導く生態学的あるいは社会学的な条件を整理した。

4. 結果及び考察

(1) 意識下にある文化的価値の再評価

1) 文化的サービス評価方法の構築

朝日新聞社「にほんの里100選」に応募された3,024件の里について、応募アピール文に100以上使われた言葉をキーワードとして抽出し、人々の里山意識を探った。その結果、供給サービスや基盤サービスにくらべて、文化的サービスとして分類できる景観、季節、感覚、人の暮らし、観光、体験・レクリエーション等に関する単語が頻出することがわかった (図(5)-1)。また生物多様性という概念が述べられることは少なかったが、応募アピール文に10以上使われた生物名を抽出すると、ブナ、サクラ、ウメ、スギ、ナノハナ、イノシシ、シカ、オオタカ、メダカ、ホタル等が里山を表徴するものとして多く用いられてきたことがわかった。このことは、人々が里山や里海に求める価値のうち、「ふるさと」意識を醸成している文化的サービスとそのなかの必須要素としての生物の重要性が示されたと考えた (表(5)-1)。



図(5)-1 「にほんの里100選」の応募アピール文に現れた里山里海に関する人々の価値

表(5)-1 「にほんの里100選」の応募アピール文から抽出された生物名（括弧内の数は出現回数）

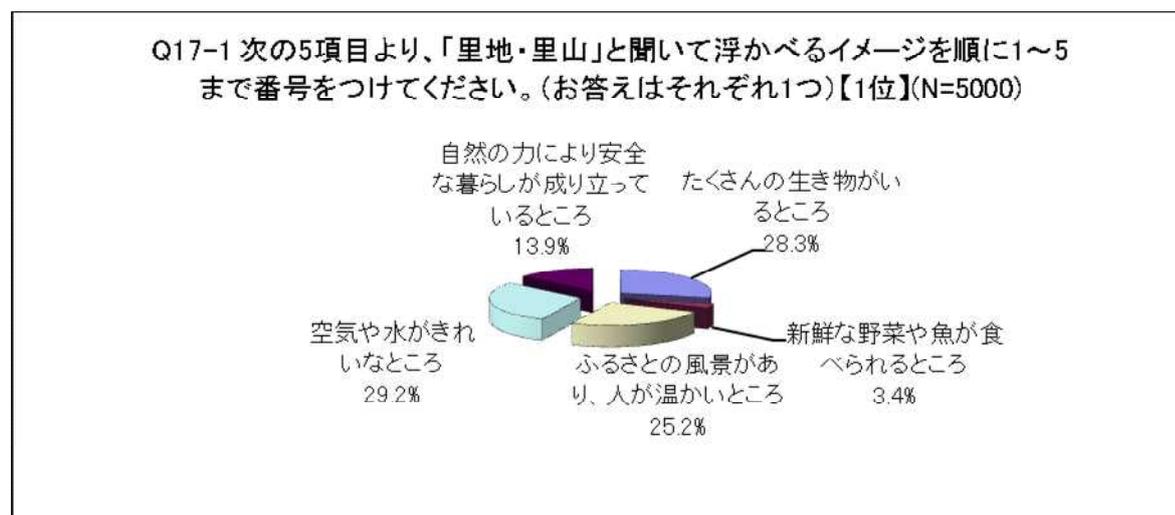
樹木	草本	哺乳類	鳥類	爬虫類	昆虫類
ブナ(99)	ナノハナ(41)	イノシシ(41)	オオタカ(30)	ヘビ(14)	ホタル(200)
サクラ(93)	マンジュシヤ ゲ(32)	シカ(34)	ウグイス(24)		トンボ(33)
ウメ(46)	ヨシ(28)	タヌキ(29)	カワセミ(22)	魚類	チョウ(31)
スギ(44)	カタクリ(25)	ウシ(29)	フクロウ(19)	メダカ(51)	ゲンジボタル (21)
クヌギ(25)	ササユリ(14)	カモシカ(29)	キジ(17)	アユ(27)	カブトムシ(20)
ヤマザクラ (23)	レンゲ(14)	キツネ(29)	ハクチョウ(12)	ヤマメ(24)	アカトンボ(18)
タケ(22)	コスモス(13)	クマ(28)	サシバ(11)	コイ(15)	ゲンゴロウ(15)
モモ(21)	ミズバショウ (13)	サル(22)		フナ(16)	オニヤンマ(14)
ヒノキ(19)	キンラン(12)	ウマ(16)	両生類	サケ(16)	クワガタムシ (13)
コナラ(18)	ハギ(11)	イタチ(15)	カエル(18)	イワナ(13)	セミ(11)
ミズナラ(13)	ヒマワリ(11)	ウサギ(15)	イモリ(14)	ドジョウ(13)	オオムラサキ (10)
シダレザクラ (12)	ススキ(10)	リス(14)	モリアオガエル (13)	カジカ(11)	ハッチョウト ンボ(10)
ケヤキ(11)		テン(13)	サンショウウオ (11)	ハヤ(10)	
マツ(11)		ツキノワグマ (10)	カジカガエル (10)	ホトケドジョウ (10)	
アカマツ(11)					

2) 里山・里海意識のなかでの生物多様性と文化的サービス

里山や里海に特段に関心のない一般市民も含めた5,000名規模の全国アンケート調査を実施した結果、「生物多様性」については、「よく知っている」が9.1%、「新聞・テレビ等で聞いて知っている」が40.6%で、両者を合わせるとほぼ半数であり、「聞いたことはあるが、よく知らない」が38.7%であった。同様に「里地・里山についてどのくらい知っているか」を聞いたところ、「よ

く知っている」が7.3%で、「新聞・テレビ等で聞いて知っている」36.6%と「聞いたことはあるが、よく知らない」36.5%が拮抗しており、「地元である・活動している・出身地である」との回答が6.5%、「知らない」は13.1%であった。

次に「里地・里山と聞いて浮かべるイメージ」について、生物多様性に関連する「たくさんの生き物がいるところ」は28.3%、供給サービスに関連する「新鮮な野菜や魚が食べられるところ」が3.4%、調整サービスに関連する「自然の力により安全な暮らしが成り立っているところ」が13.9%、文化的サービスに関連する「ふるさとの風景があり、人が温かいところ」が25.2%、基盤サービスと調整サービスに関連する「空気や水がきれいなところ」が29.2%を占め、生物多様性、基盤サービス、文化的サービスのイメージが大きなウェイトを占めることがうかがえた（図(5)-2）。



図(5)-2 全国アンケートによる里地・里山と聞いて浮かべるイメージ

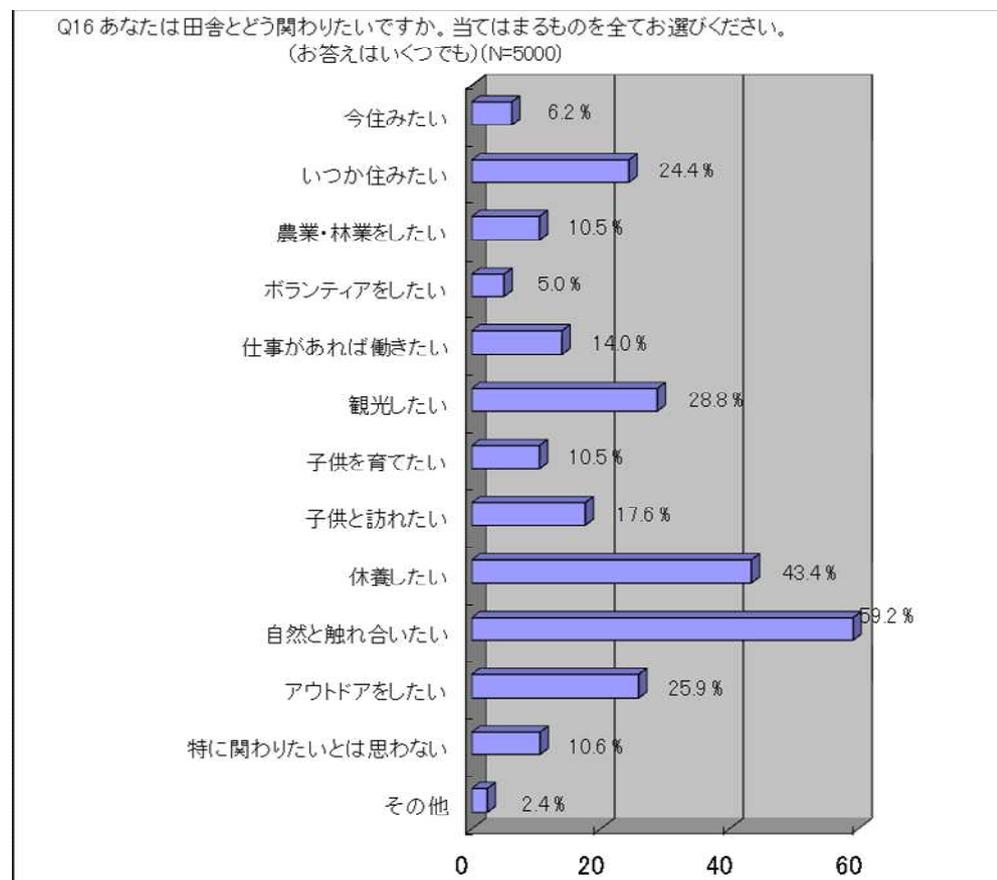
また「A美しい／Bみずぼらしい」との対比では、「Aに近い」が41.1%、「ややAに近い」が44.9%、「A不便な／B便利な」との対比では、「Aに近い」が27.6%、「ややAに近い」が50.5%。「A懐かしい・伝統的な／B古臭い・前時代的な」との対比では、「Aに近い」が34.1%、「ややAに近い」が48.9%、さらに「守りたい・子どもに残したい／開発されたほうがよい」との対比では、「Aに近い」が43.9%、「ややAに近い」が40.8%であり、不便ではあるが、美しく、懐かしく、子どもに残したいものであると考える人が多かった。

「現在日本の里地・里山では人が少なくなり、どう管理するかが議論になっています。今後の里地・里山の管理には誰の役割が重要だと思いますか」では、「住民各自の役割」が「非常に重要だと思う」29.2%、「重要だと思う」62.6%、「自治会の役割」が「非常に重要だと思う」25.0%、「重要だと思う」63.1%、「自治会以外の消防団や婦人会等の地域団体の役割」が「非常に重要だと思う」16.9%、「重要だと思う」61.7%、「市町村」が「非常に重要だと思う」47.6%、「重要だと思う」45.9%、「道府県」が「非常に重要だと思う」49.8%、「重要だと思う」42.7%、「国」が「非常に重要だと思う」54.9%、「重要だと思う」32.9%、「NPO・NGO等の民間団体の役割」が「非常に重要だと思う」17.8%、「重要だと思う」56.3%、「大学や研究機関の役割」が「非常に重要だと思う」17.3%、「重要だと思う」54.1%で、国や地方自治体に大いに期待する反面、NGO・NPOや研究機関の役割はやや従属的なものであると考えている傾向があった(表(5)-2)。

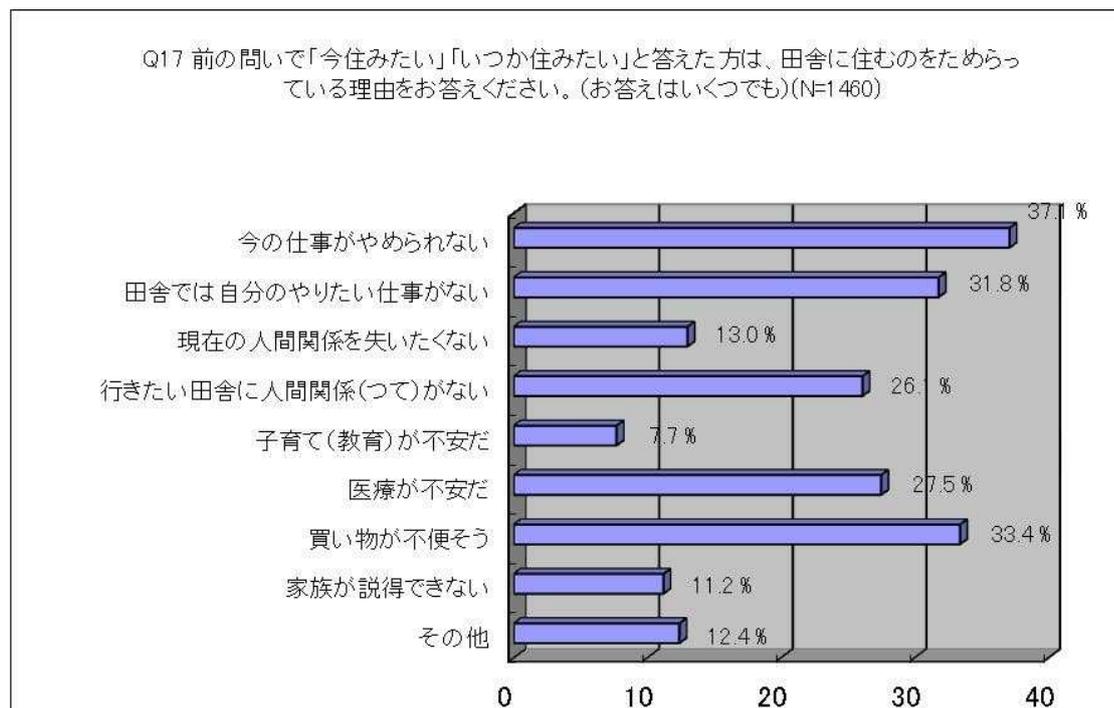
表(5)-2 里地・里山の管理における市町村の役割の重要性

	住民の役割	自治会の役割	市町村の役割	国の役割	NGOの役割	研究機関の役割
非常に重要だと思う	29.2	25	47.6	54.9	47.2	17.3
重要だと思う	62.6	63.1	45.9	32.9	45.9	54.1
あまり重要だと思わない	7.4	10.4	5.7	8.6	6.1	24
全く重要だと思わない	0.7	1.4	0.8	1.7	0.8	4.6

「あなたと田舎との関わり」（複数回答）では、「自然と触れ合いたい」59.2%、「休養したい」43.4%、「観光したい」28.8%、「アウトドアしたい」25.9%が多く、「いつか住みたい」24.4%、「仕事があれば働きたい」14.0%、「農業・林業がしたい」10.5%、「今住みたい」6.2%であり、「特に関わりたいとは思わない」という答えも10.6%あった（図(5)-3）。田舎に住むよりも、都会に住んでいて余暇に田舎と関わりたいと考えている人が多い。また「いつか住みたい」「今住みたい」と答えた人に、「田舎に住むのをためらっている理由」を聞くと「今の仕事をやめられない」37.1%、「買い物が不便そう」33.4%、「田舎では自分のやりたい仕事がない」31.8%、「医療が不安だ」27.5%、「行きたい田舎に人間関係（つて）がない」26.1%、「現在の人間関係を失いたくない」13.0%、「家族が説得できない」11.2%、「子育て（教育）が不安だ」7.7%、「その他」12.4%であり、仕事とのミスマッチを感じるひが多く、商業施設や医療施設への不安もあげられた（図(5)-4）。



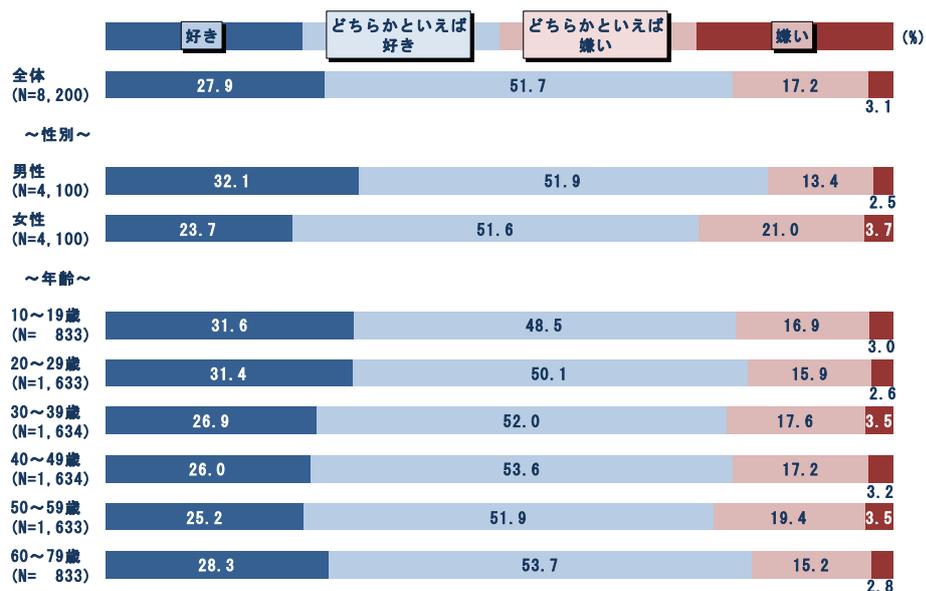
図(5)-3 田舎の自分との関わり



図(5)-4 田舎に移住できない理由

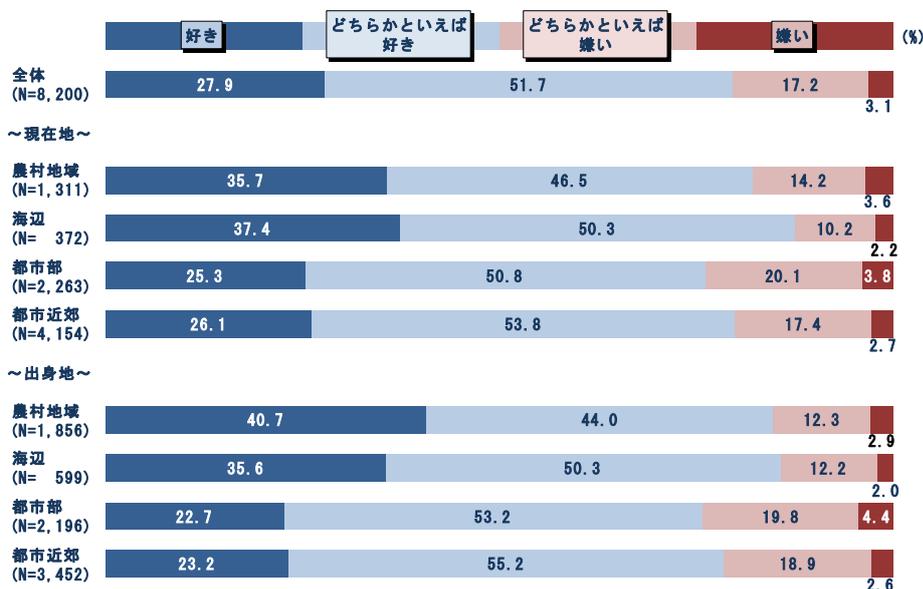
3) 里山・里海意識と移住に関する経済的インセンティブならびに支払い意思額

移住に関する経済的インセンティブならびに支払い意思額を問う全国8,200名を対象としたアンケートを行った。まず「あなたは田舎が好きですか。」という問いに対しては、田舎が「好き」27.9%、「どちらかといえば好き」を合わせると、全体のほぼ8割が「好き」と回答し、性別では男性は『好き』（「好き」「どちらかといえば好き」を合わせたもの）の比率が84.0%で、女性の75.3%をやや上回った。年齢別での差はあまりみられなかった（図(5)-5）。



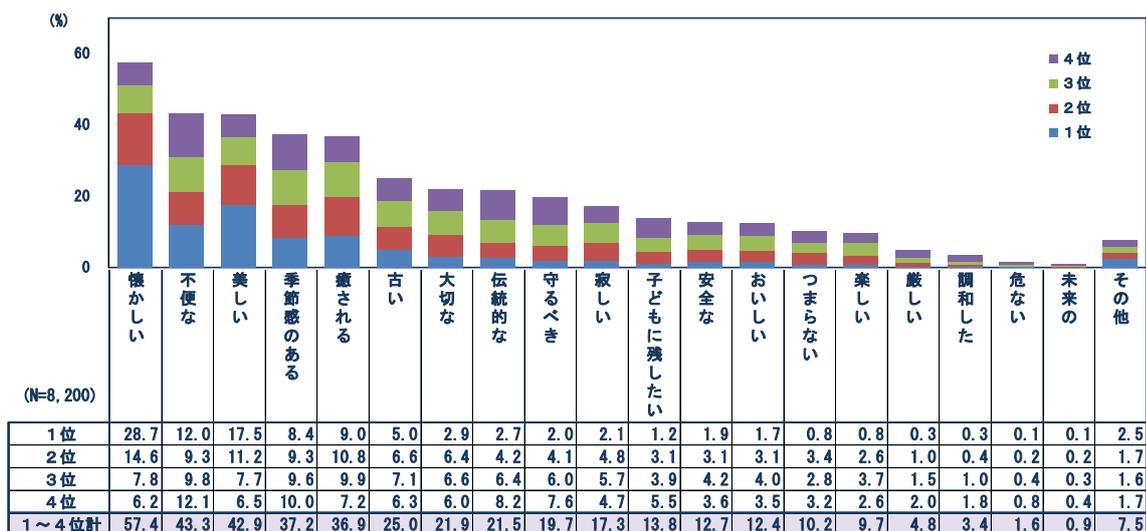
図(5)-5 年代別の田舎の好き嫌い

また、現在地別、出身地別とも、『好き』の比率は、農村部、海辺が都市部や都市近郊を上回っている（図(5)-6）。



図(5)-6 現在地／出身地別の田舎の好き嫌い

次に「日本の田舎と聞いてどのようなイメージを思い浮かべますか。思い浮かぶイメージを4つ選び、順番をつけてください。」という設問については、1位のイメージは、高い順に、「懐かしい」、「美しい」、「不便な」、「癒される」、「季節感のある」がトップ5であった。1～4位の計でも、「懐かしい」を半数以上が挙げており最も多く、トップ5は1位と同じイメージで占められていた（図(5)-7）。

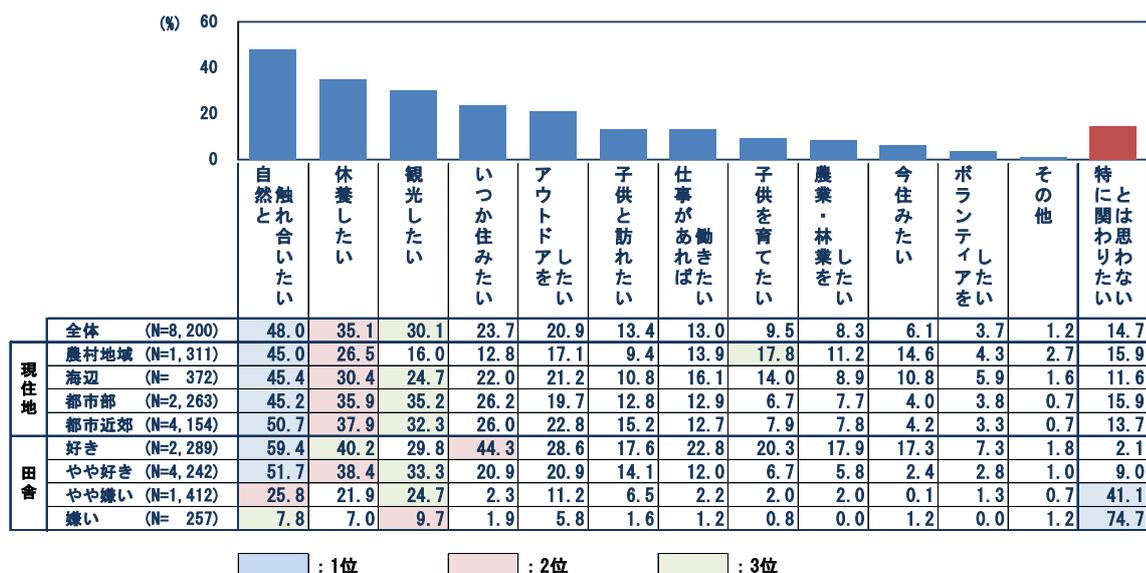


図(5)-7 田舎のイメージ

性別では、男女とも「懐かしい」イメージが最も高いが、2位のイメージは男性の「美しい」に対し、女性は「不便な」が上回り、やや相違がみられた。また、いずれの年代も「懐かしい」イ

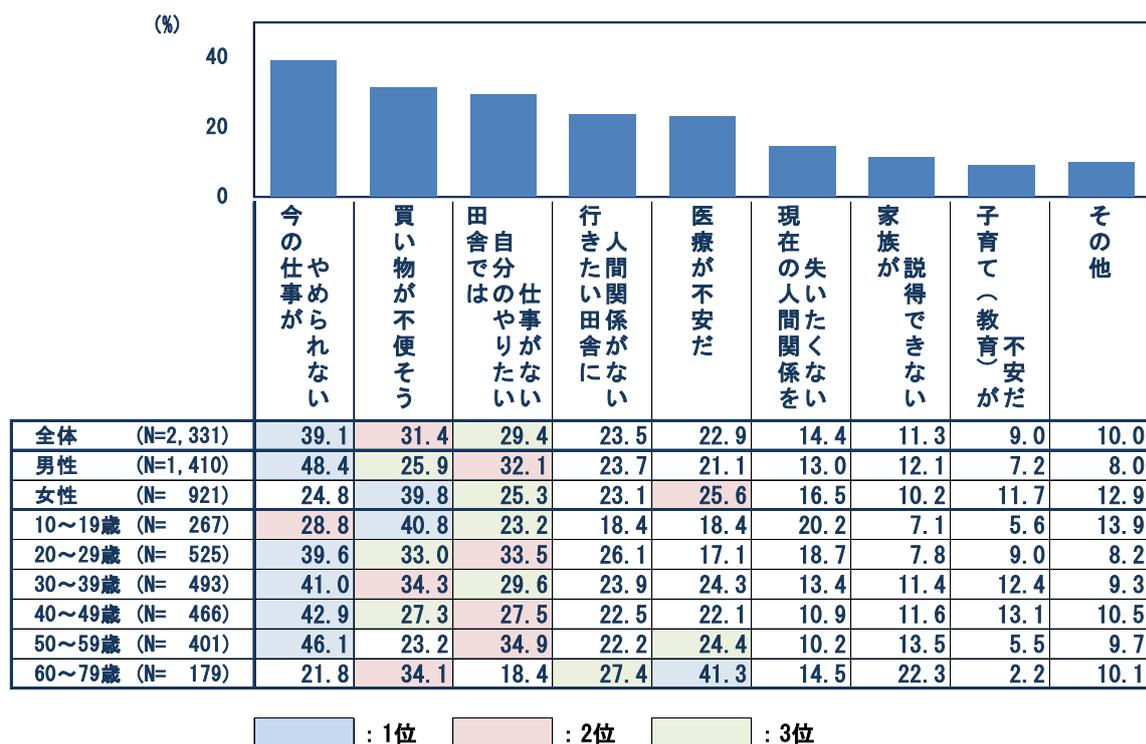
メージがトップで、「美しい」「古い」「伝統的な」イメージは若年層で相対的に高く、一方、「季節感のある」イメージは高年層で高くなっていった。現住地別では、いずれの地域も「癒される」が田舎の最大のイメージとなっていて特に目立った相違はないが、都市部・都市近郊の人々は「季節感のある」イメージがやや高く示されている。田舎の好き嫌い別でみると、（やや）嫌いな人は、「不便な」「古い」「寂しい」「つまらない」等、ネガティブなイメージが相対的に高くなっている。

「あなたは田舎とどう関わりたいですか。当てはまるものを全てお選びください。」という設問に対しては、田舎との関わり方のトップ3は、高い順に「自然と触れ合いたい」、「休養したい」、「観光したい」であり、一方、「特に関わりたいとは思わない」も1割以上の回答があった。性別では、「いつか住みたい」「仕事があれば働きたい」は男性で相対的に高くなっていった。年代別では、60歳以上は「自然と触れ合いたい」が6割を超え、50代以下との差がやや大きかった。現住地に関わらず、いずれも「自然と触れ合いたい」「休養したい」が上位を占めていたが、農村地域、海辺の住民は、「子供を育てたい」「今住みたい」が相対的に多くなっている（図(5)-8）。田舎の好き嫌い別では、（やや）好きな人は過半数が「自然と触れ合いたい」と回答し、『好きな人は「いつか住みたい」が4割を超えていた。一方、「嫌い」な人はほぼ4分の3が「特に関わりたいとは思わない」としていた。



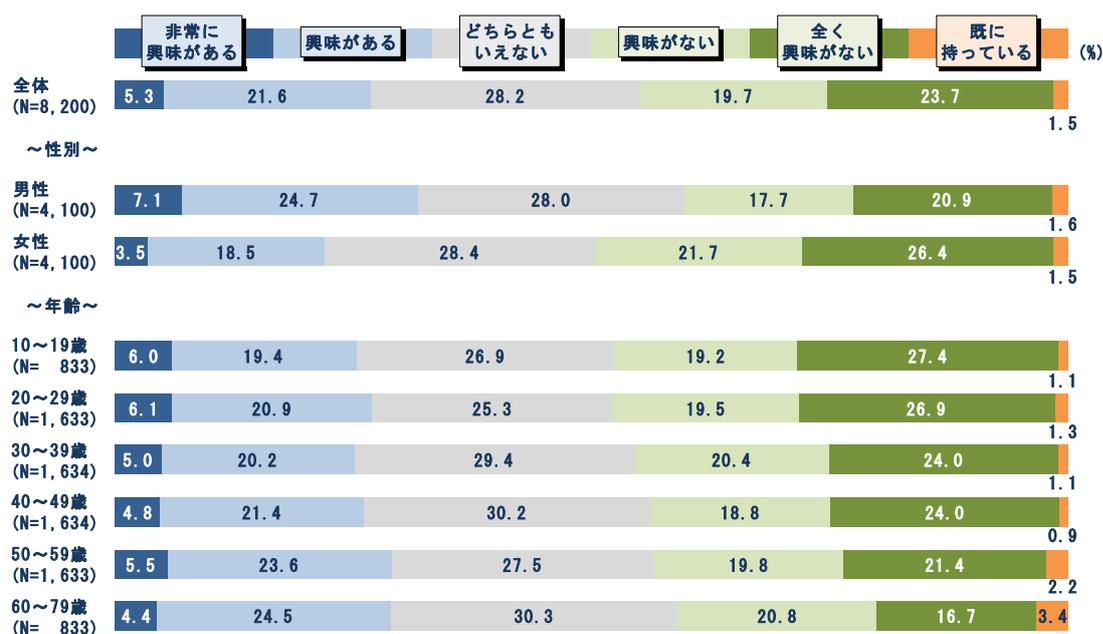
図(5)-8 現在地別、田舎の好き嫌い別の田舎と自分の関わり方

前の問いに、「今住みたい」「いつか住みたい」と回答した人に対して、「田舎に住むのをためらっている理由は何ですか。」と重ねて問うたところ、「今の仕事がやめられない」ことが最大に理由として挙げられた。性別では、男性は「今の仕事がやめられない」ことが最大の理由となっているが、女性は「買い物不便そう」が上回っていた。また年代別では、60才以上は「医療が不安だ」が最も高くなっていった点が注目される。「子育て(教育)が不安だ」との回答は30代、40代でやや多くなるものの、それほど大きな割合ではなかった（図(5)-9）。都会から田舎に移住した30代の男女にインタビューしたところ、むしろ都会より田舎でのびのびと子どもを育てたいという意見がみられた。

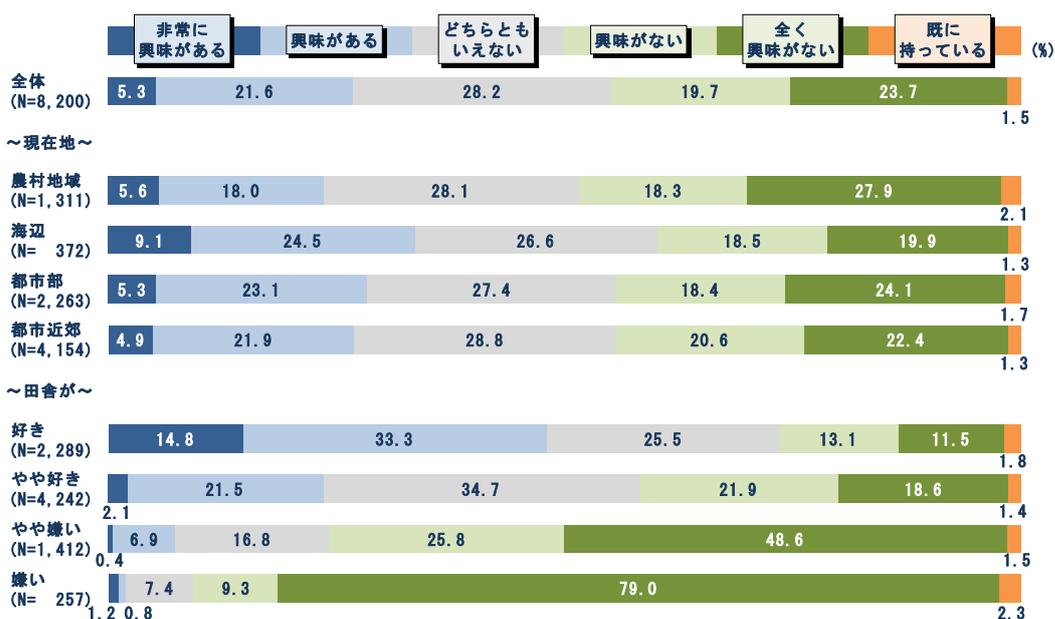


図(5)-9 男女別、年代別の田舎に移住できない理由

都市と過疎地域の二地域所居住に関する意識調査で、まず「あなたは週末等を過ごすために、田舎にセカンドハウスをもつことに興味がありますか。」という問いに対しては、「非常に興味がある」5.3%、「興味がある」21.6%を合わせると、『興味がある』（「非常に興味がある」「興味がある」）と回答したのは全体の26.9%で、「興味がない」43.4%が上回っていた。

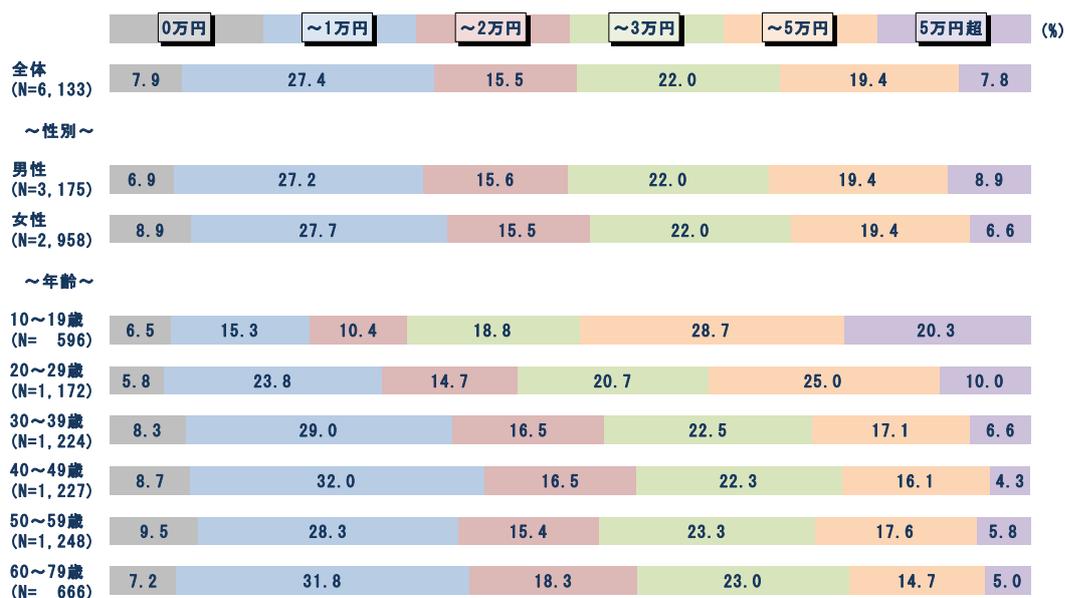


図(5)-10 男女別、年代別のセカンドハウスへの興味

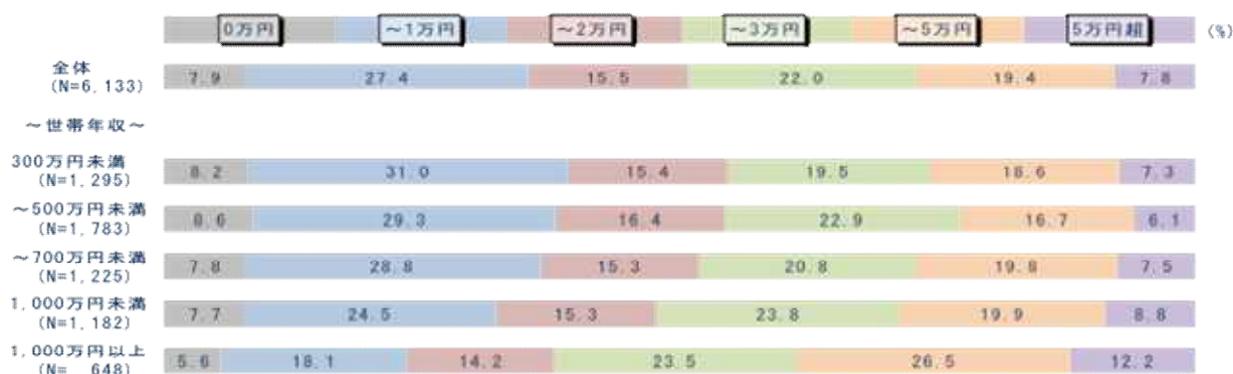


図(5)-11 現在地別、田舎の好き嫌い別のセカンドハウスへの興味

性別でも、男女とも『興味がない』方が「興味がある」を上回っていた。『興味がある』の比率は男性の方が上回り、一方、女性は「興味がない」が半数近くを占めていた。『興味がある』比率は年代による差はあまりみられないが、「全く興味ない」比率は、若年層ほど高くなっていた(図(5)-10)。現在地別では、『興味がある』比率が最も高いのは海辺の住民の33.6%であった。田舎が好き人は『興味がある』が48.1%を占め、「興味がない」の24.6%を大きく上回っていた。ただし、やや好きな人になると、「興味がない」方が上回っている。嫌いな人は、9割近くが「興味がない」と回答した(図(5)-11)。



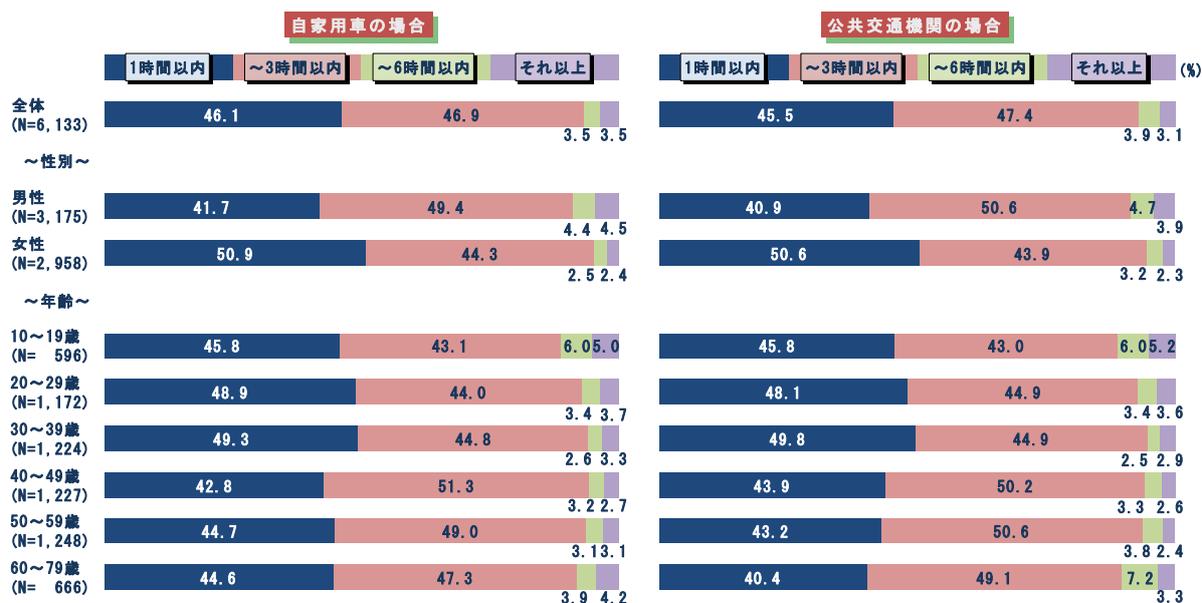
図(5)-12 男女別、年齢別のセカンドハウス(月額)支払い意思額



図(5)-13 世帯年収別のセカンドハウス（月額）支払い意思額

性別では、支払ってもいいと考える家賃の差はあまりみられない。年代別では、若年層ほど許容金額が高くなる傾向がみられ、10代は「3万円超」が半数近くを占めていた（図(5)-12）。世帯年収が多い層ほど、許容金額が高くなる傾向があったが、1,000万円以上の層でも「3万円超」は3割台にとどまった（図(5)-13）。

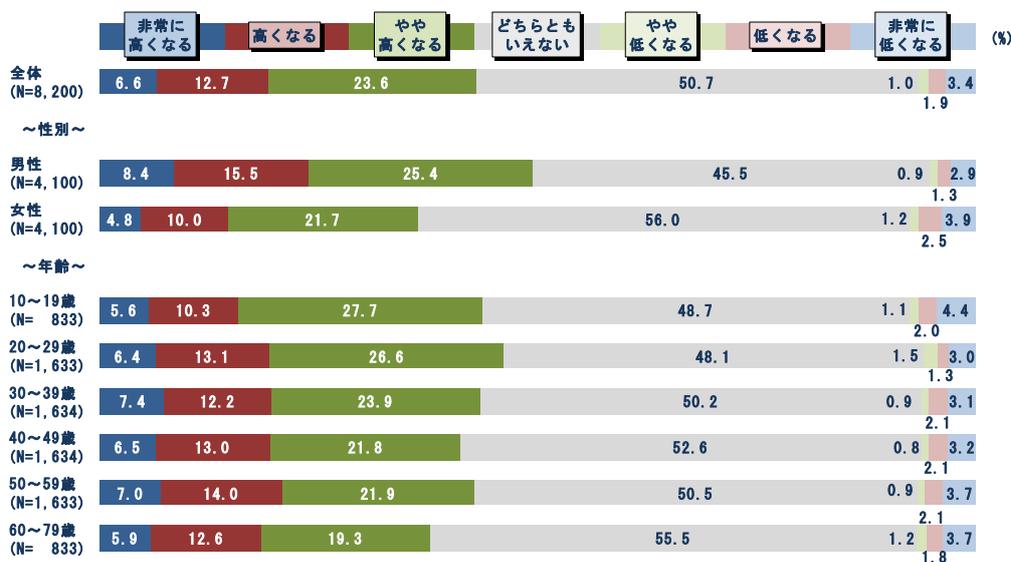
セカンドハウスを持つことに「全く興味がない」または「すでに持っている」と答えた以外の人に対して、「あなたがもし、セカンドハウスを持つとしたら、自宅からセカンドハウスはどの程度の距離がいいですか。」と問うたところ、自家用車、公共交通機関ともに、「1時間以内」「~3時間以内」がそれぞれ4割台を占め、「1時間超」は数パーセントにとどまった。性別では、女性の方が「1時間以内」の比率はともに男性よりも高くなっていた。年代別では、特に目立つ差はなかった。セカンドハウスに興味がある層の方が、自家用車、公共交通機関ともに、「1時間超」の比率がやや高く、興味がない層は、過半数がともに「1時間以内」であった（図(5)-14）。



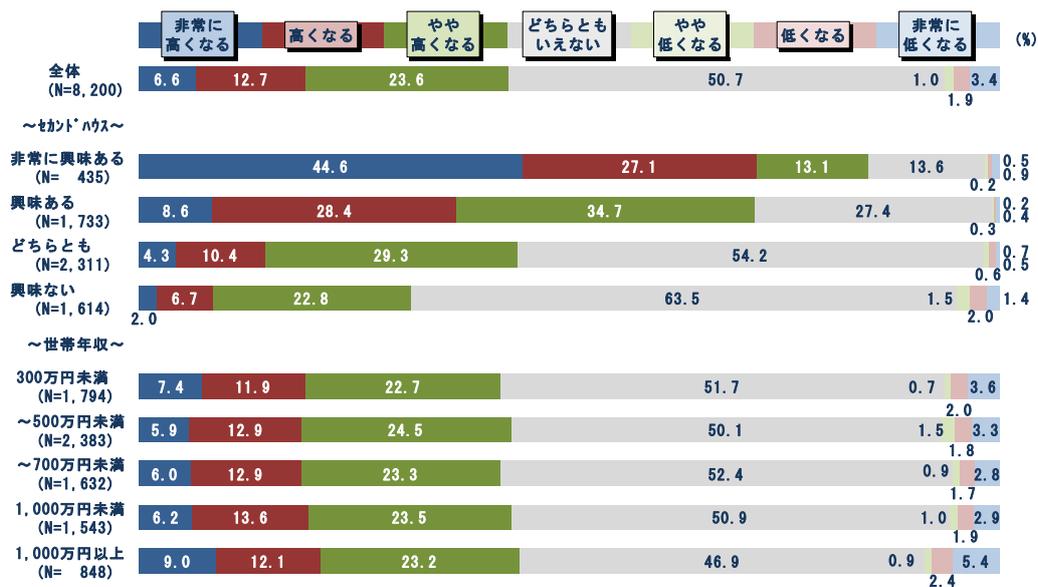
図(5)-14 セカンドハウスへの自宅からの所要時間

同様にセカンドハウスを持つことに「全く興味がない」または「すでに持っている」と答えた以外の人に対して、「あなたがもし、セカンドハウスを持つとしたら、どのくらいの頻度で通いたいですか。」と問うたところ、「毎週」12.5%、「隔週」23.7%、「毎月」36.3%を合わせると、月1度以上が、全体の7割以上を占めていた。性別では、女性よりも男性の方が希望する頻度がやや高く、年代別では、年代が高い層ほど希望頻度が高くなる傾向がみられた。セカンドハウスに非常に興味がある層は、「毎週」が33.3%、「隔週に1度」以上も6割以上を占めており、興味と希望頻度の相関の高さがみられた。

「あなたは、市町村等から所得の保障があれば、田舎に移住する可能性が高くなりますか。」という問いに対して、所得保障により、田舎への移住の可能性が「（非常に、やや）高くなる」と回答したのは全体の4割強で、「どちらともいえない」がほぼ半数を占めた。



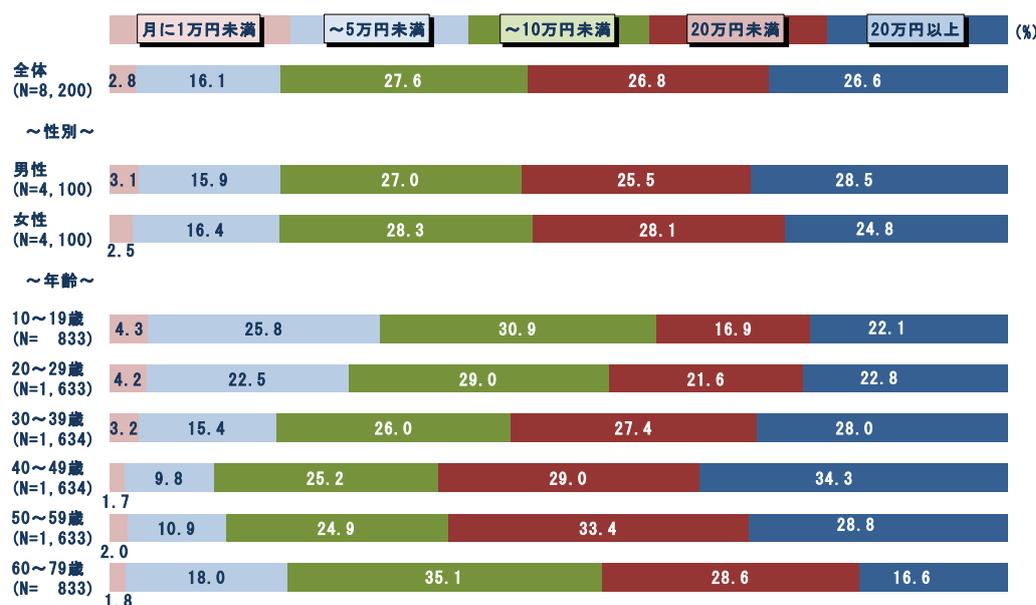
図(5)-15 男女別、年代別の所得保障と田舎への移住意思



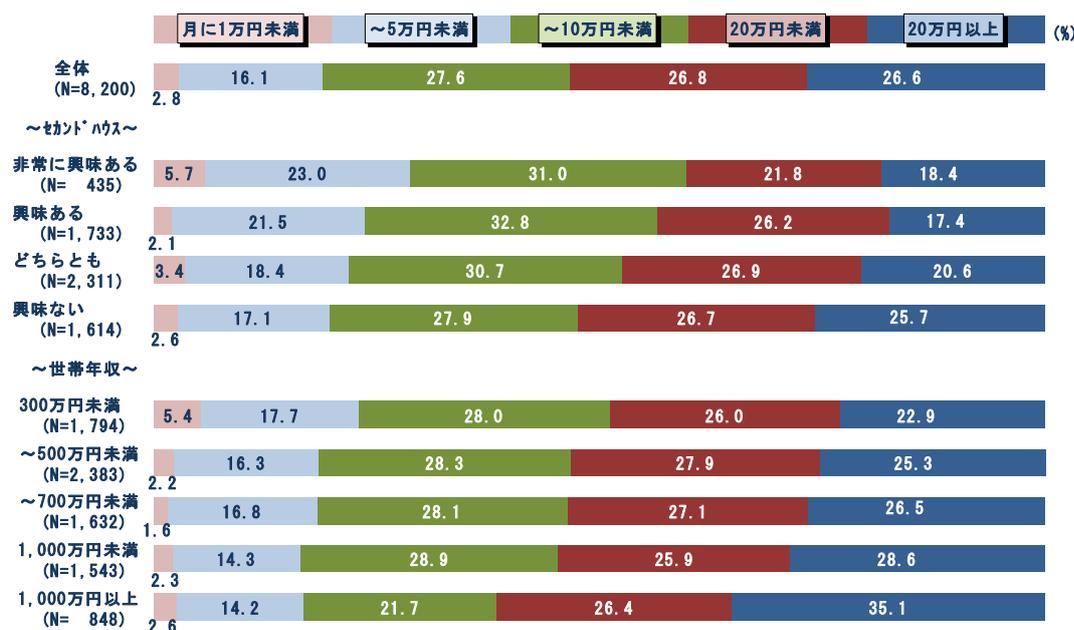
図(5)-16 セカンドハウス関心度別、世帯所得別の所得保障と田舎への移住意思

男性は女性よりも『高くなる』と回答した比率が高かったが、年代別では、特に目立った差はなかった（図(5)-15）。セカンドハウスに非常に興味がある層では、「非常に高くなる」が4割を超え、「やや」までを含めると、8割以上が「高くなる」と回答した（図(5)-16）。

世帯年収では、ほとんど差はなかったが、「もしあなたが田舎に移住する際に、どのくらいの所得の保障があれば十分ですか。」という問いに対しては、十分と考える所得保障額は、「5万円未満」と「5万円以上」がほぼ二分された。「20万円以上」も全体の4分の1以上を占めた。性別での差はほとんどみられないが、年代では、40代～50代は「10万円以上」が6割以上を占め、相対的に高額となっていた（図(5)-17）。

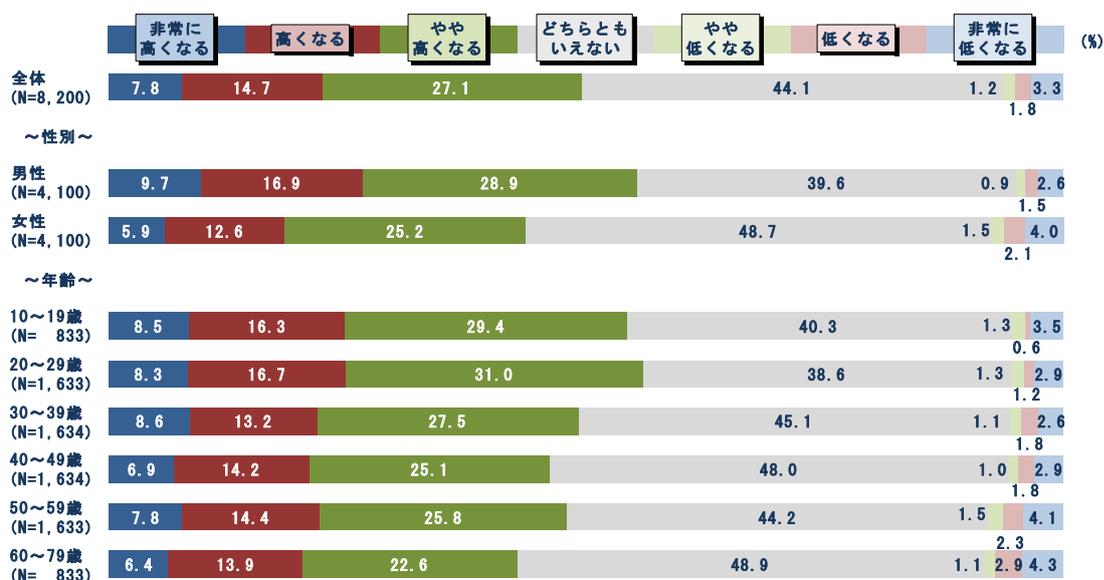


図(5)-17 男女別、世代別の所得保障希望額

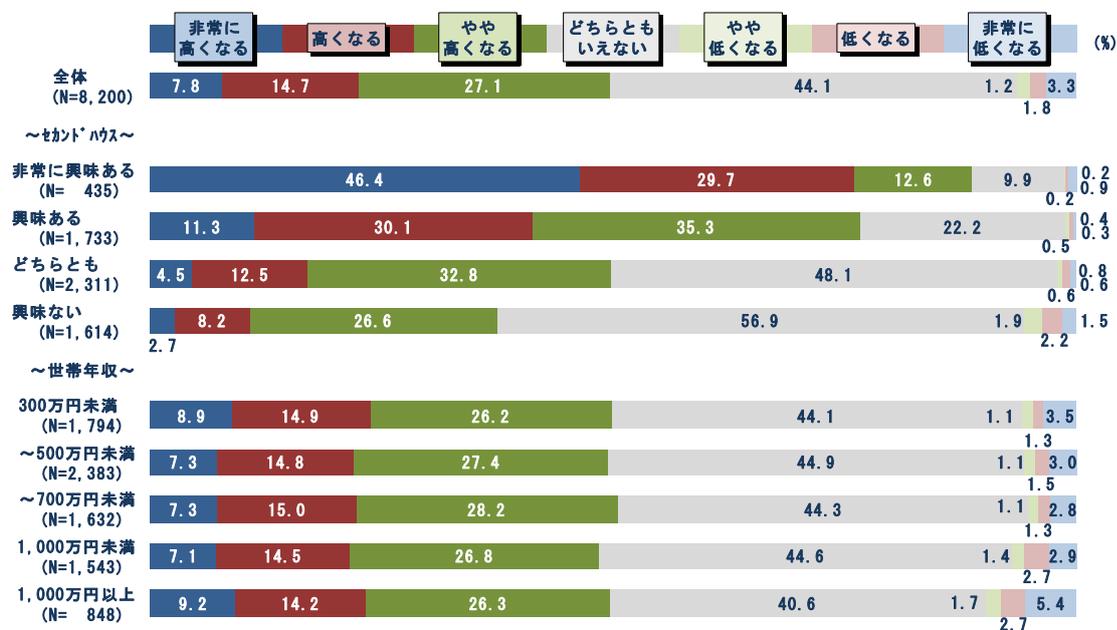


図(5)-18 セカンドハウス関心度別、世帯年収別の所得保障希望額

セカンドハウスへの興味が低い層ほど、高額保障を希望する比率が高くなっていった。また世帯年収が高い層の方が、高額保障を希望する比率が相対的に高いが、あまり大きな差はなかった(図(5)-18)。「あなたは、無償あるいは極めて安価な住宅が提供されれば、田舎に移住する可能性が高くなりますか。」という問いに対しては、田舎への移住が「(非常に、やや)高くなる」と回答したのは全体の49.6%で、所得保障の場合の42.9%よりやや可能性が高くなっていった(図(5)-19)。



図(5)-19 男女別、年齢別の安価あるいは無償住宅提供による移住意思

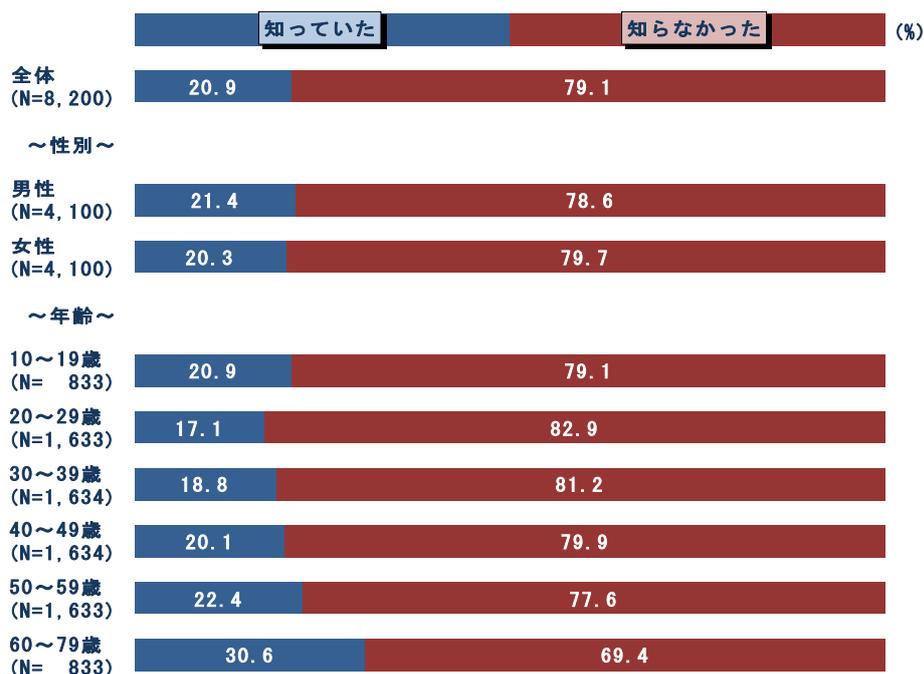


図(5)-20 セカンドハウス関心度別、世帯年収別の安価あるいは無償住宅提供による移住意思

所得保障の場合と同様、男性の方が女性より『高くなる』（「非常に高くなる」「高くなる」）

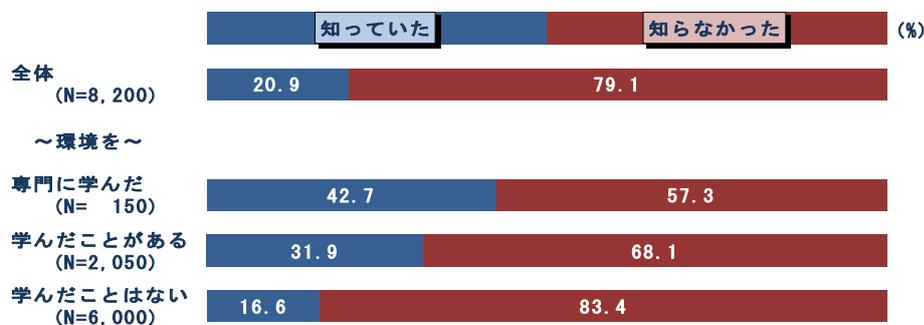
比率が高かった。所得保障ではあまり年代による差はみられなかったが、無償あるいは極めて安価な住宅の提供があれば、若年層ほど移住の可能性がやや高く示される結果となった。所得保障と同様、セカンドハウスに非常に興味がある層では、「非常に高くなる」が4割を超え、「やや」までを含めると、9割近くが「高くなる」と回答した。世帯年収による差は、やはりほとんどなかった（図(5)-20）。

「あなたは、生物（環境）ブランド農産物をご存知ですか。」という問いに対して、生物（環境）ブランド農産物を「知っている」のは全体の20.9%で、性別でも認知率の差はほとんどなかった。年代別では、60代以上の30.6%が最高で、逆に20代の17.1%が最低であった（図(5)-21）。



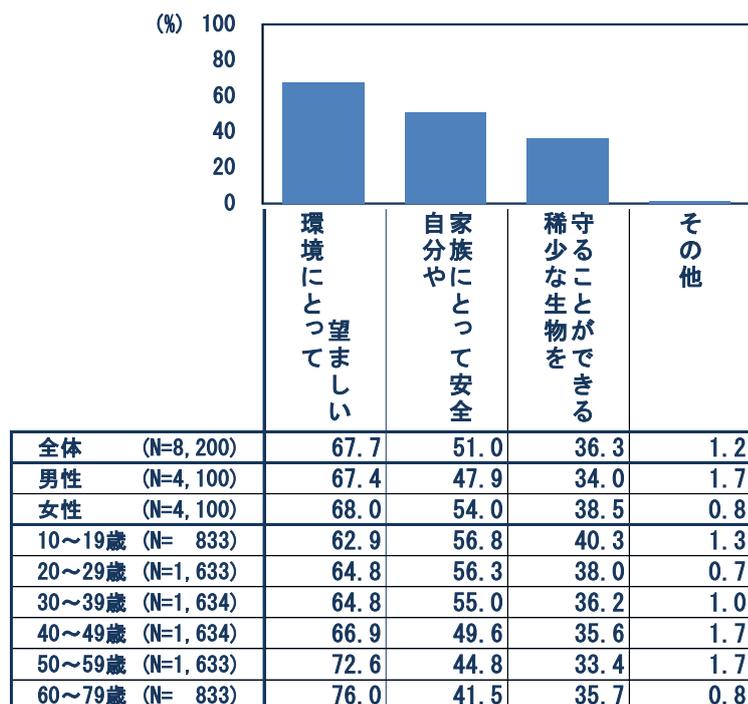
図(5)-21 生物（環境）ブランド農産物の認知度と年代

環境を専門に学んだことがある人（150名）は「知っていた」比率が42.7%と高く、専門ではないが学んだことがある人（2050名）の「知っていた」比率31.9%、学んだことがない人（6000名）の「知っていた」比率16.6%と、認知率に大きな差がみられた（図(5)-22）。

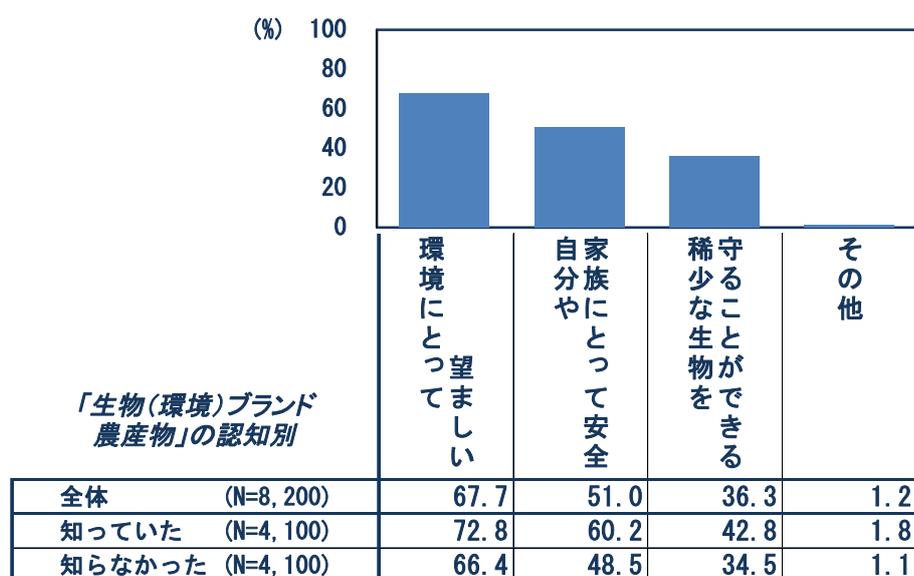


図(5)-22 生物（環境）ブランド農産物の認知度と環境教育

「あなたにとって、生物（環境）ブランド農産物として望む価値は何ですか。」に対して、「環境にとって望ましい」67.7%、「自分や家族にとって安全」51.0%、希少な生物を守ることができる」36.3%という回答を得た。女性の方が男性よりも「自分や家族にとって安全」を望む比率が相対的に高かった。年代別では、年代が高い層ほど「環境にとって望ましい」の比率が高く、逆に、「自分や家族にとって安全」は若年層の方が上回っていた（図(5)-23）。生物（環境）ブランド農産物を知っていた層の方が、いずれも高い反応を示しているが、特に「自分や家族にとって安全」は知らなかった層との差が大きい（図(5)-24）。

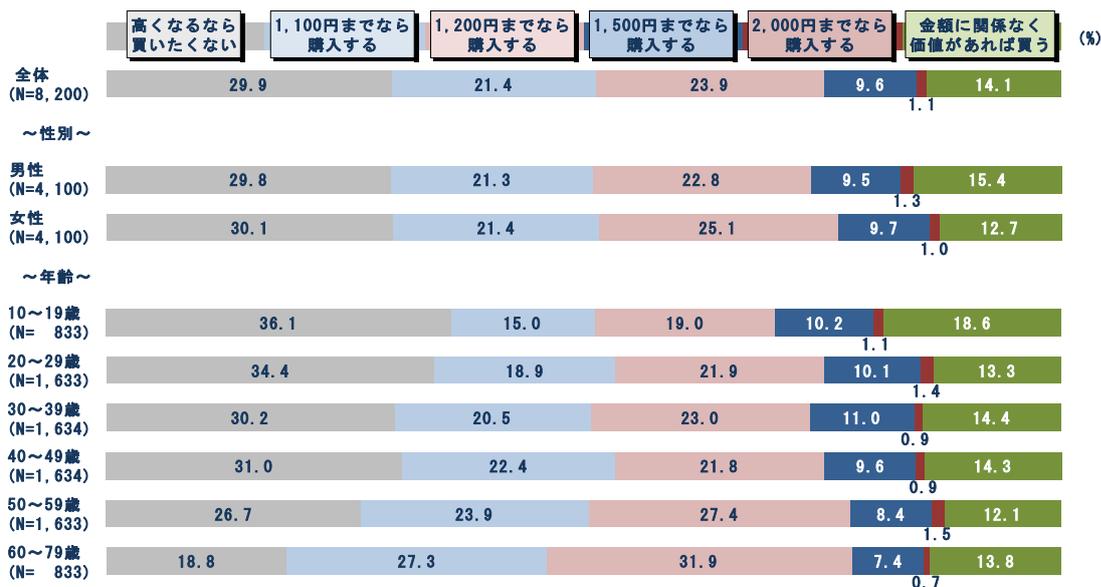


図(5)-23 男女別、年代別の生物（環境）ブランド農作物の望む付加価値



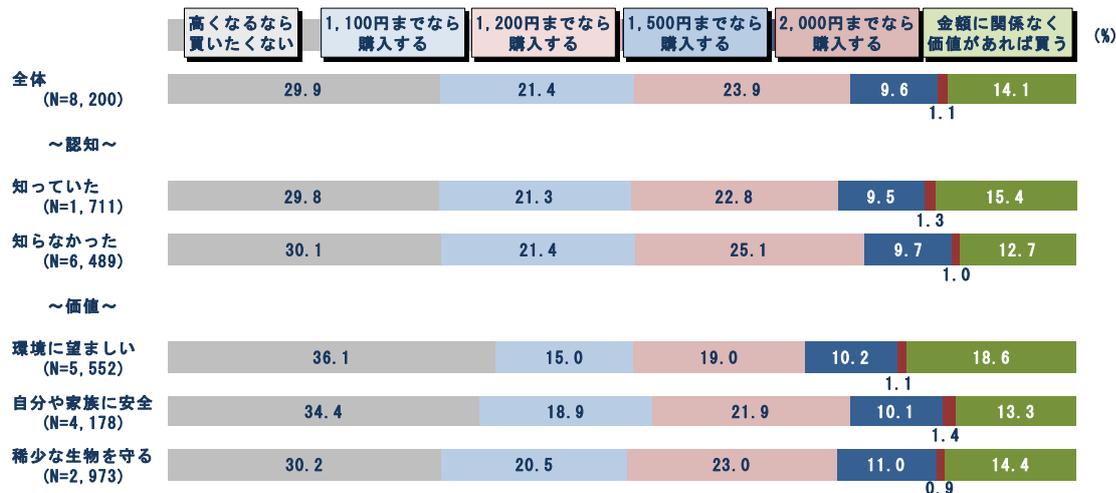
図(5)-24 認知度別の生物（環境）ブランド農作物の望む付加価値

生物や環境に配慮した生物（環境）ブランド農産物に対する設問では、まず「環境にも配慮して、安心安全な農産物はどの程度までなら高くても購入しようと思えますか。通常の販売価格が1,000円の農産物を想定してお答えください」という問いに対して、「高くなるなら買いたくない」は約3割にとどまり、高くても購入する人の方が多いが、「1,200円超」になるとかなり限定された（図(5)-25）。ただし、「金額に関係なく価値があれば購入する」とする人も14.1%と1割以上を占めていた。性別ではほとんど差はないが、年代別では、若年層ほど「高くなるなら買いたくない」の比率が高くなっていった。



図(5)-25 生物（環境）ブランド農作物の付加価値への支払い意思額

生物（環境）ブランド農産物の認知では購入意向の差はほとんどみられなかったが、望む価値別で反応が最も低かった希少な生物を守ることを望む層は、プレミアム価格を受け入れる人の比率がやや高く示された（図(5)-26）。



図(5)-26 認知度、付加価値別の生物（環境）ブランド農作物の付加価値への支払い意思額

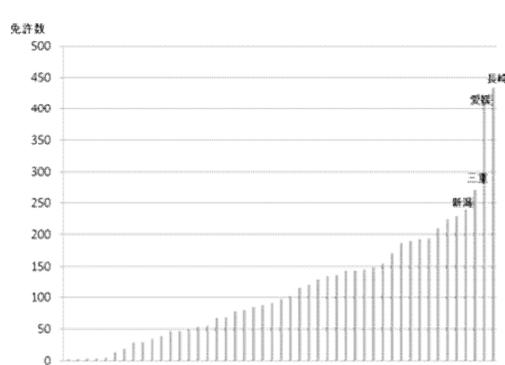
以上のアンケート結果から、①男性にとっては仕事の確保、女性にとっては買い物機会の確保、また高齢者にとっては医療の充実が田舎暮らしの要件であること、②都市近郊から自家用車で1時間以内の地域であれば、二地域居住によって交流人口を増やせる可能性が高いこと、③移住希望者への安価な住宅の供給や所得保障は、田舎に関心が高い層には大きな移住のインセンティブとなり、その所得保障は多くの場合、月「5万円」以下であり、月「2万円」でもある程度の効果が期待できること、④生物（環境）ブランド農作物は、3割程度の人は価格の上乗せを拒否するが、市価の2割程度までなら許容する層が少なくないこと、が示されたと考えられる。多くの農山村では、これまで先祖が開拓し、維持してきた農地が「荒れない」ように、個々の農家が経済性を度外視して耕作を続けてきた、あるいは耕作しないまでも草刈り等の維持努力をしてきた。現在、これらの農家が高齢化等で、次々と農地を放棄しつつあるのが実情である。農地法を改正して企業が参入して、大規模な農業を展開するという政策も大いに検討に値する。しかし、企業は採算が取れなくなると即座に撤退する可能性が高く、世界経済や国際情勢に対して長期的に安定的な農村政策となることを疑問視することもできる。特に企業が参入をためらうような地域で農地や里山のもつ生態系サービスを新しいコモンズとして維持するには、土地所有制度等を大きく変更するよりは、都市からの交流人口を増加し、移住させるように個人に働きかける経済的インセンティブの与え方もあるのではないか。今回のアンケートでは、都市近郊から自家用車で1時間以内の地域ならば、ニヶカ所住居で交流人口を増やすことが可能であり、買い物と医療でのハンディキャップを埋めて、安価な住宅を提供するか、月二万円程度の所得保障をすることで、全体の8割近くを占める「田舎に移住することに興味がある」層に大きくアピールする可能性があることが示された。これらの政策に必要な経済的な負担を、農地や里山のもつ生態系サービスを下流で享受する都市住民が支払う「生態系サービス支払い」の方法も検討してよいのではないだろうか。ひとつの「生態系サービス支払い」は生態系サービスに配慮した生物（環境）ブランド農作物であるが、このアンケートでは、価格の2割程度のプレミアムは少なからずの消費者が受け入れる可能性が高いことも示された。

（2）里海のコモンズ的な利用の制度解析

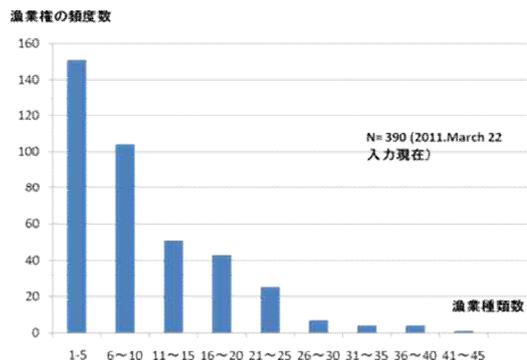
1) 「明治専用漁業権原簿」による里海利用の実態

明治後期の「明治専用漁業権原簿」の登録総数は5,489件であり、当時全国には、それだけの数の漁業を営む漁業協同組合が存在していたことが明らかとなった。平成23年時点では漁業協同組合の統合、廃止等を通じて、その総数は明治期の24%まで大幅に減少している。内水面における漁業協同組合の登録数が明治期には少ないことを勘案するまでもなく、明治期にはるかに多くの漁業を営む単位が存在したことは明らかである。自治体別にみると、長崎で434と最も多く、次いで愛媛（408）、三重（272）、新潟（240）、山口（229）、島根（210）と続く（図(5)-27）。一方、栃木と埼玉（4）、滋賀（2）、奈良（3）、山梨（5）と内水面での専用漁業権を登録した件数は少ない特徴がある。漁業協同組合ごとに専用漁業権として登録された漁業種数をみると、5種類以下を最大に、種類数の多い地域は激減する。20以上の漁業を登録した漁業協同組合は10%にすぎない（図(5)-28）。ただし、漁業種類そのものはたいへん多い。特に、海藻類や貝類の漁業種類がたいへん多く、現在とは比較にならないほど多種類の資源が採集・利用されていたこと、農業用肥料を目的とした漁業が広く行われていたこと、魚類・海藻の方言名が多いことが判明した。

また、ジュゴン、アオウミガメ、ゴカイ等、現在では見られない漁獲物も数多くあった。



図(5)-27 都道府県別専用漁業権免許数
(横軸は各都道府県を示す)



図(5)-28 各専用漁業権で登録された漁業種類数

2) 里海における生態系サービスの文化的価値と持続的な資源利用

里海における生態系サービスの文化的価値が積極的に認識されている事例として、九州の東シナ海沿岸地域や沖縄諸島の海岸部における儀礼的な行事を取り上げたい。毎年、春の3月3日に九州では「節句磯」、沖縄諸島では「浜下り」と呼ばれる行事が行われる。この日、専門漁業者だけでなく共同体の全員が浜辺で豊漁を祈願する。その際には、採集の対象となるのは海藻、貝類、ウニ等であり、潜水活動は禁止される。また、八重山諸島西表島北西部の祖内と干立の二つの集落では、10月に「節」（シチ）と呼ばれる「新年行事」が営まれる。集落の拝所（御嶽）で厳格な儀礼が行われ、海からの豊饒の到来を祈願する。シチに参加できるのは集落の成員に限られ、シチを通じて成員権メンバーシップの確認と海からの豊饒を祈願する。これらの行事は、共同体の成員であることを互いに確認し合うとともに、資源利用についての細則を改めて確認する意義がある。この時期はサンゴ礁やアマモ場等の浅海の生態系利用サイクルの更新時期に当たり、共同体にとって「新年」としての意味をもつ。

八重山諸島では里海に相当するサンゴ礁の礁原（イノー）はスナー、砂浜はパモナーと呼ばれて集落の総有とされるとともに、それぞれの具体的な微地形ごとに固有の名称があり、メンタルマップがある程度まで共有されている。ここでの生物資源は、専門漁業者だけではないが、明確なメンバーシップによる利用と管理が確保されている。里海の資源を保全するため、その利用権を制限してローカル・コモンズとして利用するために、法的な規制によらない文化的な慣行を発展的に継承させる方策は極めて重要である。九州や沖縄の事例は、先進国である日本において、国や自治体の法律と一線を画する地域主導の営みを未来に生かす重要なケースとして提示することになると考えた。

3) 収奪的利用と持続的利用を分かちもの

過去50年程度の歴史をみても、日本列島では生物資源の持続的利用も、その破綻もあった。「近代以前あるいは先住民社会では、人間と自然は『共生』してきたが、現代文明の普及で『調和』が崩れて、地球環境問題が起こった」というような歴史観で語られることが多いが、過去にも環境破綻は起こっていた。ただし、現代文明のおかげで自然へのインパクトを与える能力が前近代あるいは先住民社会に比べて格段に大きくなったこと、あるいは地域の生態系と人間社会の一体

性が薄まり、地域の生態系サービスを離れて暮らせるようになったことで持続的な資源利用のインセンティブが失われたことという二点では近代化の影響をみることができよう。

生態系や個々の生物に関する優れた知識や技術があれば、自動的に「賢明な利用」が達成されるわけではない。優れた知識と技術は、生物資源を枯渇させないような利用を導く場合もあれば、狙った生物を獲り尽くすような利用を導く場合もある。再生産速度が速く、個体群動態の予測性が高い生物ほど、持続的利用に達しやすいし、管理の結果が目に見えて現れやすい。しかし、重要なのは、知識や技術の使い方を決めるガバナンス、あるいは生物資源の持続を望む「人間の意志」である。知識や技術が未熟な段階を超えて、生物資源を獲り尽くすことが可能になってからは、管理という思想と実践があってこそ持続性は維持される。

地域の生態系を地域の住民が利用する場合には自主的な管理のインセンティブが高まり、相互監視による管理の実効性が伴う。しかし、外部者が利用する場合には、地域の生態系と自分たちの生活の持続性が一体ではないので、持続的に利用しようという動機付けは低くなる。「よそ者のよそ者による、よそ者のための賢明な利用」を達成するためには、むしろ最小時間で資源を搾取し尽くして、別の資源の豊かな場所へ移るのが最適解であろう。これらの例としては、かつての植民地主義を筆頭に、フィリピンからマレーシア、インドネシア、パプアニューギニアと次々に熱帯林を伐採して輸入してきた日本商社、あるいはマグロ類やクジラ類を地球の裏側にまで獲りに行く遠洋漁業があげられる。

そこで「地の者」の役割が強調されてくる。すなわち、受動的に自らの住まう場所の運命から逃げられずに、自らの行為の帰結を受け入れるしかない「地の者」、あるいは積極的に自らの住まう場所の運命を選びとり、自らの行為の帰結を引き受ける覚悟を決めた「地の者」こそが、土地のステewardシップ(受託責任)をもつにふさわしい。その結果、環境ガバナンスはトップダウン的に広域に影響のある外部の人間によってなされた方法だけでなされるよりも、ボトムアップ的に地域の自然と生活に密着した方法を伴う重層したかたちで取り組まれるほうが実効性を持ちうることになる。科学的知識による技術革新にしても、「地の者」が持続的利用を意図しない限りは、自然を搾取し尽くす側に加担する可能性が高いのだ。森林伐採におけるチェーンソーや林道・架線技術、漁業における魚群探知機や高速船等の技術は、自然に与えるインパクトを明らかに大きくして、人々を資源の収奪に向かわせている。その資源収奪を制御するのが、環境ガバナンスなのである。里海では、秋田県漁協が3年間にわたるハタハタ漁の自主禁漁によって資源が大幅に回復した例があげられる。里山でも、近畿の例では外部の政治的あるいは経済的な圧力で森林資源が収奪されようとした場合でも、地元の資源を大事に使っていこうとする意思が働いたところでは森林が維持されている。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

里山・里地・里海のもつ生態系サービスのうち、評価手法がほとんど開発されてこなかった文化的サービスについて、アンケートによって生物多様性、供給サービス、調整サービスのなかでの位置づけを評価する手法の一例を提示した。また、全国各地の里海の持続的資源利用と資源管理について、近代が進行する直前である明治時代の漁業権と漁業法の実態を知るためのデータベースを作成し、資源の持続的利用と収奪的利用について比較して、特に「地のもの」による環境

ガバナンスの重要性を示したことは、新しい成果であり意義がある。

(2) 環境政策への貢献

アンケートによると、将来のコモンズとしての里山・里海の管理や復興には地域住民や、NPO・NGO、研究機関の果たす役割については従属的な位置づけであるため、行政以外の関わりを振興させるための政策が必要であろう。また、都市住民が田舎に住めない理由としては現在の仕事の継続性が第一であり、さらに商業施設や医療施設の未整備を指摘する意見も多かったため、IT等を活用した、田舎に住んでいても都市の利便性にアクセスする政策が、地方人口を減らさない政策となりうることを示唆している。

21世紀の今日、明治時代から大きく変貌を遂げた里山・里海について、負のイメージとともに正のイメージを含むことは明らかである。今後、買い物と医療でのハンディキャップを埋めて、全体の8割近くを占める「田舎に移住することに興味がある」住民の積極的な関心を活かして、安価な住宅を提供する、月2万円程度の所得保障をする等の政策で、二地域居住、半農（漁）半X、週末農（漁）業を推進するとともに、環境や生物多様性に配慮した生物（環境）ブランド農（水）産物の購入というかたちで生態系サービス支払いを取り入れることによって、里山・里海づくりを目指すことが可能であることが分かった。新しい里山・里海の育む文化的な価値を国の政策として位置づけ、地域ごとに浸透していくことが重要であると結論づけることができ、里山イニシアティブなどの環境行政に貢献できる。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

特に記載すべき事項はない

<査読つき論文に準ずる成果発表>

- 1) United Nations University Institute of Advanced Studies Operating Unit Ishikawa/Kanazawa (ed.) : Biological and Cultural Diversity in Coastal Communities, Exploring the Potential of Satoumi for Implementing the Ecosystem Approach in the Japanese Archipelago. Secretariat of the Convention on Biological diversity, Montreal, Technical Series no. 61, 24-20 (2011)

“*Satoumi* to Integrate Resource Conservation and Use: Sandfish Fishery in Akita Prefecture (T. AKIMICHI and H. SUGIYAMA)”

- 2) G. BALDACCHINO and D. NIELS (eds.): Island Futures: Conservation and Development Across the Asia-Pacific Region. Global Environmental Studies, Springer, 125-137 (2011)

“Changing Coastal Commons in a Sub-Tropical Island Ecosystem, Yaeyama Islands, Japan (T. AKIMICHI)”

- 3) A.K. DURAIAPPAH, K. NAKAMURA, K. TAKEUCHI, M. WATANABE and M. NISHI (eds.): *Satoyama-Satoumi Ecosystems and Human Well-Being: Socio-Ecological Production Landscapes of Japan*, United Nations University Press, 125-154 (2012)

“Chapter 4: Why is change to *satoyama* and *satoumi* a concern? (T. YUMOTO)”

- 4) A.K. DURAIAPPAH, K. NAKAMURA, K. TAKEUCHI, M. WATANABE and M. NISHI (eds.): *Satoyama-Satoumi Ecosystems and Human Well-Being: Socio-Ecological Production Landscapes of Japan*, United Nations University Press, 60-124 (2012)

“Chapter 3: What are the key drivers of change and current status of *satoyama* and *satoumi*? (T. OKURO, T. YUMOTO, H. MATSUDA and N. HAYASHI)”

- 5) 国際連合大学高等研究所／日本の里山. 里海評価委員会編：里山・里海-自然の恵みと人々の暮らしー、朝倉書店、61-75 (2012)

「第4章 なぜ里山・里海の変化は問題なのか？(調整役代表執筆者:湯本貴和) 」

- 6) 国際連合大学高等研究所／日本の里山・里海評価委員会編：里山・里海-自然の恵みと人々の暮らしー、朝倉書店、35-60 (2012)

「第3章 里山・里海の現状と変化の要因は何か？(調整役代表執筆者：大黒俊哉・湯本貴和・松田裕之・林直樹) 」

<その他誌上発表(査読なし)>

特に記載すべき事項はない

(2) 口頭発表(学会等)

- 1) T.Yumoto: The 2nd World Congress of Agroforestry, Nairobi, Kenya (2009)
“Cultural service provided by SATOYAMA landscape”
- 2) T.Yumoto: The 10 International Ecological Congress, Brisbane, Australia (2009)
“SATOYAMA as refugia of endangered plants and animals in Japan”
- 3) T. Akimichi: The First East Asian Anthropologists and Ethnologists Seminar, entitled as Social and Cultural Interactions of East Asia in the Context of Globalization, Yunnan, China (2009)
“Collapse and revival in coastal resource use in Yaeyama: An insight of local commons in East Asia”
- 4) 秋道智彌: 第10回日本海学シンポジウム『海とさかなと私たち～先人と世界に学び、未来へつなぐ～』富山市 (2009)
「地域と地球から考える海の幸: 海洋資源の統合管理に向けて」
- 5) 秋道智彌: 第1回能登総合シンポジウム『アジアと能登をつなぐ環: 能登半島の未来可能性ー里海』珠洲市 (2009)
「能登半島からアジア・世界へ」

- 6) 湯本貴和：2010年度日本草地学会三重大会（2010）
「文理融合的アプローチによる半自然草地維持プロセスの解明」
- 7) 秋道智彌：第3回魚垣シンポジウム（2010）
「海を守る地域の取り組み—アクセス権と資源配分」
- 8) T. Yumoto: The Third International Conference on Forest Related Traditional Knowledge and Culture in Asia, Kanazawa, Japan (2010)
“Satoyama Landscape and its Implication for Biodiversity Conservation”
- 9) T. Yumoto: The 5th Congress of East Asian Federation of Ecological Societies, Sangju, Korea (2010)
“History of Satoyama Japan and its Implication in the Modern Environmental Issues”
- 10) T. Yumoto: International Conference on Biological and Cultural Diversity for Development, Montreal, Canada (2010)
“Satoyama Concept: a Case of Bio-Cultural Landscape in the Japanese Archipelago”
- 11) T. Yumoto: The 2nd International Conference of Urban Biodiversity and Design, Nagoya, Japan (2010)
“Ecosystem Services Provided by Satoyama and Culture”
- 12) 湯本貴和・秋道智彌：シンポジウム「里山・里地・里海の価値とその管理：新たなコモンズ論の展開に向けて」、東京（2010）
「里山・里地・里海の文化的価値とコモンズの歴史」
- 15) T. Yumoto and T. Akimichi: International Symposium on Ecosystem Services from *Satoyama*, *Satochi*, and *Satoumi* Landscapes: Strategies for a Nature-Harmonious Society, Tokyo, Japan, 2012
“Cultural Values of *Satoyama* and *Satoumi* Landscapes and a New Commons”

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

- 1) シンポジウム「里山・里地・里海の価値とその管理:新たなコモンズ論の展開に向けて」（2010年7月9日、国際連合大学本部エリザベスローズ会議場、参加者128名）
- 2) 国際シンポジウム「里山・里地・里海の生態系サービス:自然共生社会に向けた戦略展開」（2012年1月30日、国際連合大学本部エリザベスローズ会議場、参加者134名）

(5) マスコミ等への公表・報道等

- 1) 京都新聞（2010年1月1日、湯本貴和「COP10の課題：生態系価値確認の好機」）
- 2) 東京新聞（2010年1月6日、秋道智彌「コモンズ=共有思想」東アジア流③）
- 3) 京都新聞（2010年1月12日、湯本貴和「列島の環境史づくり」）
- 4) 読売新聞（2011年1月1日、湯本貴和「国際森林年：恵み生かす仕組みを」）
- 5) 朝日新聞（2010年11月26日、湯本貴和「オオカミ絶滅 まわるツケ」）

6) 朝日新聞 (2010年10月31日、湯本貴和「せかいSATOフェスタ」)

7) The Japan Journal (2010年4月1日、Yumoto, T. “Biodiversity: Charcoal and Butterflies”)

(6) その他

特に記載すべき事項はない

8. 引用文献

特に記載すべき事項はない

Ecosystem Services Assessment of *Satoyama*, *Satochi*, and *Satoumi* to Identify a New Commons for a Nature-Harmonious Society

Principal Investigator: Masataka WATANABE

Institution: United Nations University Institute of Advanced Studies
6F, International Organizations Center, Pacifico-Yokohama
1-1-1 Minato Mirai, Nishi-ku, Yokohama, 220-8502, Japan
Tel: +81-45-221-2300 Fax: +81-45-221-2302
E-mail: masawata@sfc.keio.ac.jp

Cooperated by: National Institute for Environmental Studies, Yokohama National University, The University of Tokyo, Research Institute for Humanity and Nature

[Abstract]

Key Words: Ecosystem Services, Biodiversity, Drivers, Ecosystem Services Inventory, Commons

This research assesses ecosystem services from Japanese *satoyama*, *satochi*, and *satoumi* by applying the Millennium Ecosystem Assessment conceptual framework to provide policy options for rebuilding a nature-harmonious society. Firstly, it establishes an ecosystem service database in relation to the drivers of change and develops a methodology to quantify the economic values of the services. The valuation of the water-related ecosystem services resulted in a 170% growth (1985-2005) in Japan. In addition, it revealed the greater flood control services' impact on the values.

Secondly, it analyzes the relationship between the demographic trends projected to 2035 and the ecosystem service provision. The analysis suggests that the anticipated population decrease would lead to the disappearance of many marginal villages associated with traditional natural resource use followed by biodiversity loss. However, such outcomes could be avoided through dual habitation. The case study of Shiretoko World Heritage reveals that the keys to successful fishery resource management include an iterative planning process and continued dialogue among stakeholders.

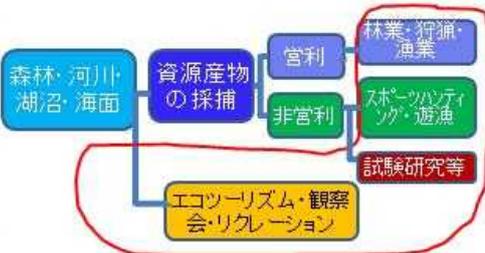
Thirdly, it employs the JOIN values to assess *satoyama* biodiversity, and develops a model to measure regulating service values. As the comparison of values among different landscape types established by the Rural Landscape Information System of Japan effectively illustrates the spatial/temporal condition and trends in biodiversity and regulating services, the model may contribute to the land-use change scenario building and the environmental change estimation.

Fourthly, it analyzes the relationship between the general public and *satoyama* through a

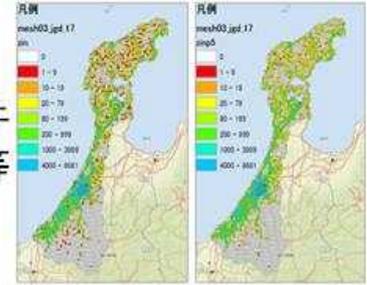
questionnaire survey. Results of the questionnaire identified the lack of financial/job security and housing as main reasons for people's hesitation to rural life, but suggested their spiritual attachment to traditional sceneries and social relations. Also, an analysis of historical documents on *satoumi* revealed that in the early 1900's approximately 5,500 units associated with various fishing activities existed and possessed rich coastal biota including benthic organisms.

Finally, using a regional computable general equilibrium model, it quantitatively evaluates the effects of three policy options. The GDP increases with the *satoyama* stewardship policy but equivalent variation should decrease unless the cost is reduced to half the reference. The trade liberalization policy would help increase welfare and the GDP in Japan if the externality effect is included. The branding policy for domestic agricultural products would help increase the GDP and equivalent variation particularly in select regions. The evaluation demonstrates that this model provides policy options with clear cost/benefit analyses.

新たなコモンズによる里山・里海再生



新たなコモンズの法制度
コモンズの生成・維持条件
所有権・利用権・管理権等
行政法的な制度設計



多重な利害関係者とコモンズの重層化

二地域居住シナリオと里山維持

生態系サービス(ES)の改善・向上

流域単位の水循環管理シナリオ

水供給・保水、
洪水調節、気温調節

土地利用シナリオ



耕畜連携

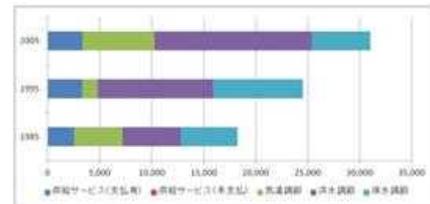


放棄

スチュワードシップ

シナリオ	多様性	供給s	調整s
放棄	↓	↓	↑
モザイク利用	↑	↑	↓
面的利用	↓	↑	↓

生態系サービスの経済的価値評価



水循環がもたらすESの経済的価値変化(10億円/年)

生態系サービスを組み込んだCGEによる政策評価

スチュワードシップによる生態系サービス増加のための費用とGDP及び等価変分

