

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年4月10日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22560551

研究課題名（和文） 対話型シナリオ分析ツール開発による里山の生態系サービスの定量化と可視化

研究課題名（英文） Quantification and visualization of *satoyama* ecosystem services through developing an interactive scenario analysis tool

研究代表者

齊藤 修 (SAITO Osamu)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・客員准准教授

研究者番号：50397668

研究成果の概要（和文）：

本研究は、里山を対象として、供給サービス（木材、食料）、調整サービス（大気・水循環調整）、文化的サービス（レクリエーション、景観）、基盤サービス（生物生息地）の各生態系サービスを定量評価し、複数の将来シナリオのもとで生態系サービスが今後どう変化するかを政策立案者や地域住民に対して定量的・空間的・視覚的に伝え、協働を支援する対話型シナリオ分析ツール開発を行った。

研究成果の概要（英文）：

This research quantitatively assessed a bundle of ecosystem services from *satoyama* landscape including provisioning services (timber, food), regulating services (regulation of air and hydrological cycle), cultural services (recreation, aesthetics), and supporting services (habitat). This research also developed an interactive scenario analysis tool that can quantitatively, spatially, and visually present the changes in various ecosystem services under different future scenarios and facilitate collaboration among policy makers and stakeholders.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
2012年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：土木工学

科研費の分科・細目：土木環境システム

キーワード：生態系サービス, 里山, 将来シナリオ, 定量化, 可視化

1. 研究開始当初の背景

2001年から2005年の4年間にわたり、95カ国の1,360人以上の科学者によりミレニアム生態系評価(MA)が実施された。MAでは、生態系から人々が得る恵みを「生態系サービ

ス」と定義し、生態系サービスの変化がどのように人間に影響するかが検証された。このなかで、生態系サービスは、①供給サービス（食糧や水、木材、燃料などの供給）、②調整サービス（洪水・気候調整）、③文化的サ

ービス（レクリエーションや精神的・教育的な恩恵）、④基盤サービス（栄養塩循環や土壌形成等）の4種類で定義されている。

MAでは地球規模での評価のほか、地域、国などのレベルのサブグローバル評価が行われており、日本でも「里山里海生態系評価（JSSA）」が2007年から2010年にかけて実施された。JSSAでは、里山・里海とは「人間の福利に資する様々な生態系サービスを産み出す生態系モザイクからなる社会と自然の動的な複合ランドスケープ」と定義された。

このJSSAは、里山・里海の持続的利用や保全の強化に必要な科学的基盤を提供することを目的として行われた。そして、この評価書作成を通じて、生物多様性とその成立・維持機構の研究蓄積は数多くあるが、多様な生態系サービスの定量的な評価を統合した研究蓄積が乏しいこと、生態系サービスと人間の福利との関係性についての分析が不十分であることが明らかになった。また、JSSAでは将来シナリオについては国レベルで4つのシナリオを探索的な手法で定性的に描くところまでであり、将来シナリオ作成と将来シナリオごとの生態系サービス変化の定量評価には至っていない。

さらに、将来シナリオ分析では定量評価の結果を可視化することによって、将来直面しうる課題や必要な対策について行政や住民などの利害関係者にわかりやすく伝えることができるほか、将来的な環境計画立案や合意形成のため重要な知見を提供しうる。

2. 研究の目的

本研究では、関東の里山を対象として、里山の供給サービス、調整サービス、文化的サービスを可能な限り定量的に評価し、複数の将来シナリオのもとで生態系サービスが今後どう変化するかを政策立案者や地域住民に対して定量的・空間的・視覚的に伝える対話型シナリオ分析ツール開発を行う。本研究を通じて以下の問いに解を与える。

- (1) 里山の過去からの変化と将来シナリオはどのように具体化・可視化するか
- (2) 将来シナリオに応じて里山の生態系サービスはどう変化するか
- (3) 将来シナリオと生態系サービスの変化はどのように可視化するか
- (4) 持続可能な国土形成と里山の管理に向けて有効な政策オプションは何か

3. 研究の方法

(1) 定量化・可視化の方法論のレビューと分析手法の検討

生態系サービスの評価方法や将来予測手法のレビューを包括的に行った。

(2) 対象流域の里山の生態系サービスの過

去50年間の変化

評価対象とする生態系サービスの絞り込みを行い、対象生態系サービスのインベントリデータを複数の空間スケールごとに整備した。また、全国スケールで過去50年間の里山の生態系サービスの変化を定量的・定性的・空間的に評価し、過去50年間における変化の傾向と変化要因を特定した。

(3) 里山の将来シナリオの詳細デザインと定量評価・可視化

JSSAで作成している4つのシナリオ(図1)を踏まえつつ、専門家及び行政担当者らによるシナリオ・ワークショップを行い、各シナリオのストーリーラインの記述の詳細化を図った。そのうえで、各シナリオの人口、経済成長、土地利用、技術、生産・消費様式の基本フレーム設定と生態系サービスの変化を関連づけて予測するサブモデルを開発し、2050年までの変化を定量的に予測した(図2)。変量の定量化を行った(図2)。各シナリオにおいて予測される生態系の変化をGISを用いて地図化・可視化を行った。

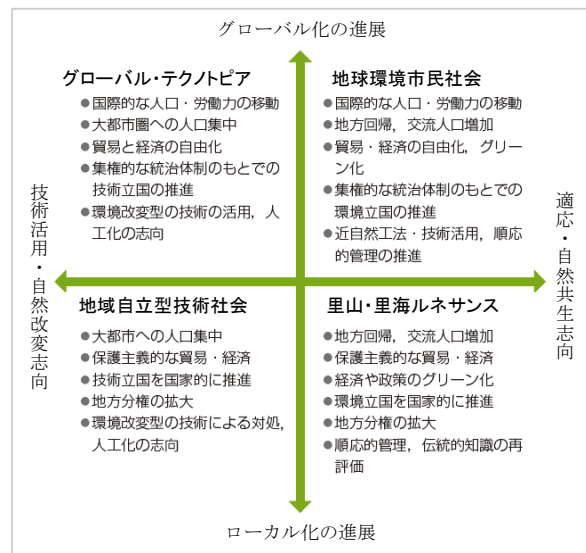


図1 JSSAの4つの将来シナリオの位置づけ

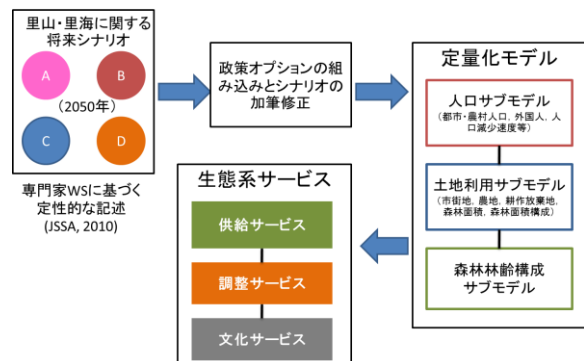


図2 将来シナリオ分析の構造とプロセス

(4) 東日本大震災による生態系サービスへの影響を定量評価と復興シナリオ

東日本大震災による里山・里海における生態系サービスの影響に関して、これまでに公表されている各種情報を包括的に収集し、震災前後での生態系サービスの変化について可能な限り定量評価を試みた。また、復興シナリオ別、政策オプション別の生態系サービスへの影響について考察した。

4. 研究成果

(1) 概念枠組みとツールの基本設計

生態系サービスの評価方法や将来予測手法のレビューを包括的に行い、生態系サービス間のトレードオフ関係を含むリスクトレードオフ分析の理論的な枠組みと方法を明らかにした(雑誌論文⑤、⑥)。ほか、政策オプション選択の結果やトレードオフ関係をその場で提示することができる対話型シナリオ分析ツール開発の基本設計を行った(雑誌論文①)。

(2) 里山のインベントリ整備と変化傾向

森林系木質バイオマスを対象とした場合の主要な生態系サービスのインベントリ整備を行った。インベントリ整備は、全国、広域圏、都道府県、市町村の4つの異なるスケールで行った(学会発表④)。

また、文献及びフィールド調査に基づき、日本全体及び関東地方を対象として、概ね過去50年間の里山の生態系サービスの変化を定量的・空間的に評価し、変化の傾向とその要因を明らかにした(学会発表⑤)。

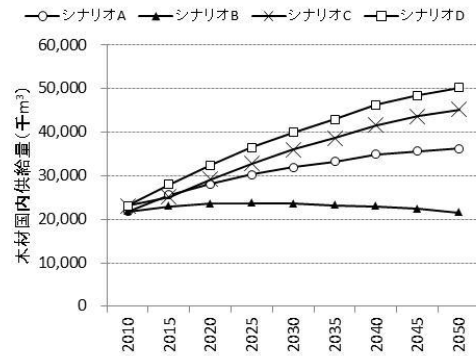
さらに、近畿地方の2府5県を対象に、国土数値情報土地利用細分メッシュを用いて、生態系サービスの源泉となる農地が過去30年の変遷を定量的・空間的に明らかにした(学会発表②)。これにより、総量で見ると過去30年で農地は都市的土地利用等への転換により約720平方キロ減少したこと、農地の他用途への転換は、農地と他用途との境界部分で多く発生しており、集塊を成している農地がその周辺部から転用等により徐々に削り取られ減少、断片化していることが定量的に示された。

(3) 将来シナリオの詳細デザインに基づく基本フレームの定量化と生態系サービス評価

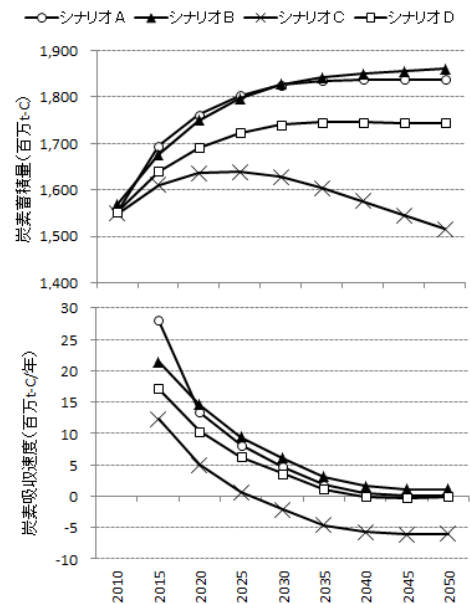
JSSAの4つの将来シナリオのストーリーラインの記述の詳細化、それに基づく人口、経済成長、土地利用、技術、生産・消費様式の基本フレーム変量について2050年をターゲットとして定量化を行った。その際、特に森林からの木質バイオマス供給サービスに着目し、それに関連する調整サービスと文化的サービスの定量化を将来シナリオ別に行い、その結果の可視化を試みた(図3)。また、生態系サービス間の相関分析を行い、生態系

サービス間のトレードオフ関係を明らかにした(学会発表⑥)。

その結果、木材の国内供給量(供給サービス)については、シナリオD(ローカル化×技術志向)で供給量を最も増やすことが可能

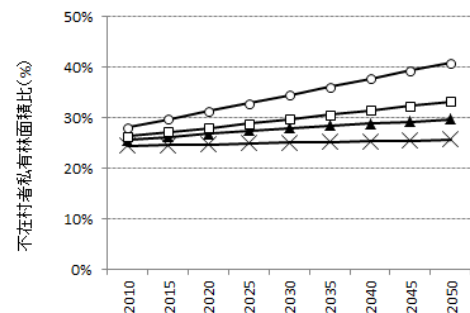


(a) 国内木材供給量



上：炭素蓄積量、下：炭素吸収速度

(b) 調整サービス



(c) 文化的サービス

図3 異なる将来シナリオ下での生態系サービス評価結果

になるが、シナリオ B (グローバル化×技術志向) では人口減少に伴い、2020 年頃をピークに減少に転じ、漸減していくと予測された (図 3(a))。

一方、調整サービスのうち炭素蓄積量は、シナリオ A、B、D では 2030 年頃からはほぼ横ばいになり、地域内の森林木質バイオマス利用を積極的に促すシナリオ C (ローカル化×自然志向) では、利用量が蓄積量を上回り、蓄積量が 2025 年頃からは減少に転ずるおそれがあることが示唆された (図 3(b))。また、炭素吸収スピード (年間炭素蓄積量) は、いずれのシナリオでも減少し、若齢林をさらに増やす政策オプションを組み込まないと、吸収源としての効果が十分に担保できない可能性があることが明らかになった (図 3(b))。

文化的サービスを社会関係 (不在村者私有林面積比) で評価すると、シナリオ A で最も不在村者私有林面積比が高くなり、社会関係の希薄化が進むが、シナリオ C では社会関係はある程度現状に近い水準で維持しようと予測された (図 3(c))。

(4) 東日本大震災による生態系サービスへの影響を定量評価と復興シナリオ

生態系サービスの影響評価の対象としたのは、青森、岩手、宮城、福島 の 4 県の沿岸部において津波の浸水被害を受けた 44 市町村であり、地震と津波だけでなく、原発の影響も区別して把握するため、「警戒区域」と「計画的避難・緊急時避難準備区域」における影響評価も行った (雑誌論文②)。

その結果、供給サービスのうち食料については、震災前後でコメ以外では 5%減、コメ 25%減、畜産は 18-57%減であることがわかった。漁業と養殖は壊滅的な被害を受けたこと、震災後の漁獲量がまだ把握・報告されていないことから震災前後での定量評価まではできなかった。調整サービスとしては、森林による炭素蓄積量、炭素吸収速度、飲料水の輸入量の変化、海岸林の被災面積などを定量化した。震災後は、特に飲料水の輸入量が急増しており、このことは、水質浄化の調整サービスの劣化と国外依存の増加を意味する。さらに、文化的サービスについては、いまだに被害の実態の詳細が把握できていない項目が少なくないこと、行楽シーズンの観光客数が東北全体で 3~4 割減少していること、東北全体の 17%の文化財に被害が生じたこと、などが明らかになった。

また、JSSA の 4 つの将来シナリオのストーリーラインを用い、各シナリオのもとで想定される復興政策オプションを検討した (学会発表③)。その結果、自然志向かつローカル化を進めるのが「里山・里海ルネッサンス」シナリオであるが、そのシナリオ下では、環境直接支払い、吸収源カーボンクレジット、生物多様性オフセット制度の導入、生態系サ

ービス活用型ビジネスの拡大 (エコツーリズム等)、事業化支援策の導入・強化、地域コミュニティの再生と強化、地域社会や NGO、NPO、市民団体の活動・連携の拡大、上流 (里山) - 下流 (里海) 連携による自然再生・生態系管理、地場産品 (木材等) の買い取り制度の導入等の政策オプションが考えられる。これに対し、グローバル化と技術活用・自然改変を志向する「グローバル・テクノトピア」シナリオ下では、再生可能エネルギー技術導入目標の強化、技術開発 R&D 支援策強化が重視されると同時に、農林水産業の復興にあたっては民間企業の参入、生産地の集約化、生産・管理等の機械化や技術の高度化を促す政策が重点的に進められることになると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 9 件)

- ① Kumazawa, T., Kozaki, K., Matsui, T., Saito, O., Ohta, M., Hara, K., Uwasu, M., Kimura, M. and Mizoguchi, R., Initial design process of the sustainability science ontology for knowledge-sharing to support co-deliberation, *Sustainability Science*, 査読有、2013、(受理済・印刷中)
- ② 齊藤修・橋本禪・高橋俊守、東日本大震災による里山・里海の生態系サービスへの影響評価、ランドスケープ研究 (オンライン論文集)、査読有、5、2012、63-68
- ③ 橋本禪、生態系サービス概念の主流化への対応、農業農村工学会誌、査読有、80(11)、897-902
- ④ 橋本禪、農業農村計画におけるシナリオの活用、水土の知 (農業農村工学会誌)、査読有、79 (5)、2011、27-31
- ⑤ 齊藤修、リスクトレードオフ分析の概念枠組みと分析方法 1: リスクトレードオフ分析の概念枠組み、日本リスク研究学会誌、査読有、20(2)、2010、97-106
- ⑥ 齊藤修、リスクトレードオフ分析の概念枠組みと分析方法 2: リスクトレードオフ分析の方法論、日本リスク研究学会誌、査読有、20(2)、2010、107-114

[学会発表] (計 14 件)

- ① 齊藤修、IPBES をふまえた野生生物管理の課題と社会対応、日本生態学会第 60 回大会、2013 年 3 月 5 日、静岡
- ② Hashimoto, S.、Land Account for Japan 1976 to 2006、International Symposium on Society and Resource Management 2011、2011 年 6 月 6 日、米国・マディソン大学

③齊藤修・橋本禪・高橋俊守、東日本大震災による里山・里海の生態系サービスへの影響評価と将来復興シナリオ、土木学会第39回環境システム研究論文発表会、2011年10月23日、東京

④齊藤修、里山の生態系サービスのインベントリ整備とダウンスケーリング、第58回日本生態学会大会、2011年3月9日、札幌

⑤Saito, O., Changes in the interlinkage between wood resources provision and the associated ecosystem services in satoyama, Japan, ISIE(International Society of Industrial Ecology), MFA-ConAccount Meeting、2010年11月9日、東京

⑥齊藤修、バイオマス利用と生態系サービスのマルチスケール相互関連分析、環境科学会2010年会、2010年9月16日、東京

〔図書〕(計3件)

①橋本禪・齊藤修、農村計画学会、農村計画と生態系サービス、2013(刊行予定)

②国連大学高等研究所編、朝倉出版、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—、2012、216pp(齊藤修：pp.13-34, 橋本禪：pp.95-120)

③Duraiappah, A.K., Nakamura, K., Takeuchi, K., Watanabe, M., Nishi, M. (ed)、United Nations Press、Satoyama-Satoumi Ecosystems and Human Well-Being: Socio-Ecological Production Landscapes of Japan、2012、480pp(Saito, O.,pp.17-59; Hashimoto, S. pp.189-243)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

本研究代表及び分担者が中心となり、土木学会環境システム委員会において第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」を企画し、2010年12月13日に開催した。約70名の参加者があり、本研究の進捗を含めた研究発表を行った。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

齊藤修 (OSAMU SAITO)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・客員准教授

研究者番号：50397668

(2) 研究分担者

橋本禪 (SHIZUKA HASHIMOTO)

京都大学・大学院地球環境学堂・准教授

研究者番号：20462492

(3) 連携研究者

高橋俊守 (TOSHIMORI TAKAHASHI)

宇都宮大学・農学部・特任准教授

研究者番号：20396815