

平成 29 年度 環境経済の政策研究

生態系サービスの定量的評価及び生態勘定フレームワーク構築に  
向けた研究

研究報告書

平成 30 年 3 月

神戸大学  
京都大学  
九州大学  
長崎大学  
農林水産政策研究所



## 目次

サマリー	4
英訳 Summary	5
<b>I 研究計画・成果の概要等</b>	<b>7</b>
1. 研究の背景と目的	8
2. 3年間の研究計画及び実施方法	8
3. 3年間の研究実施体制	10
4. 本研究で目指す成果	11
5. 研究成果による環境政策への貢献	11
<b>II 平成29年度の研究計画及び研究状況と成果</b>	<b>12</b>
1. 平成29年度の研究計画	13
2-(1) 平成29年度の進捗状況および成果(概要)	17
2-(2) 3年間の研究を通じて得られた成果(概要)	22
3. 対外発表等の実施状況	28
4. 平成29年度の進捗状況と成果(詳細)	35
第1章 SEEA-EEA を中心とした生態系勘定の世界的動向と日本における生態系勘定フレームワークの構築	36
1.1 平成29年度の成果	36
1.1.1 生態系勘定表の検討	36
1.1.2 生態系資産勘定の修正	37
1.1.3 交換価値と余剰価値による評価	41
1.1.4 生態系資産勘定の政策利用	43
1.1.5 生態系勘定の今後の課題と適用可能性の拡大	46
1.1.6 まとめ	46
1.2 3年間の研究を通じて得られた成果	47
1.2.1 実験的生態系勘定(SEEA-EEA)について	47
1.2.2 諸外国における生態系サービス勘定の作成動向	57
1.2.3 日本における生態系サービス評価の位置付けと課題	73
1.2.4 生態系勘定の政策利用の可能性	75
第2章 森林資源量データに基づく交換価値の推定	77
2.1 平成29年度の成果	77
2.1.1 背景と目的	77

2.1.2	分析手法	77
2.1.3	データ	80
2.1.4	分析結果	84
2.1.5	まとめ	86
2.2	3年間の研究を通じて得られた結果	86
2.2.1	森林資源データについて	86
2.2.2	湿地資源データについて	99
2.2.3	沿岸資源データについて	106
第3章	生態系サービス資源の価値評価	114
3.1	平成29年度の成果	114
3.1.1	諸外国における湿地資源経済評価のレビュー	114
3.1.2	メタ分析	117
3.1.3	日本における湿地の多属性評価	120
3.1.4	森林の地域別推定（平成28年度報告書への補論）	125
3.1.5	まとめ	126
3.2	3年間の研究を通じて得られた成果	126
3.2.1	環境の経済的価値	126
3.2.2	環境の経済評価の手法	128
3.2.3	生態系サービス勘定に応用可能な環境の経済評価手法	130
3.2.4	評価値の妥当性	132
3.2.5	環境の経済評価事例	133
3.2.6	生態系勘定への応用可能性を考慮したサーベイ調査	136
3.2.7	森林資源生態系サービスの属性別評価	139
3.2.8	生態系サービス源としての湿地原単位評価	143
第4章	湿地価値のメタ分析と生態系サービスの勘定表への導入	146
4.1	平成29年度の成果	146
4.1.1	勘定表への数値の計上	146
4.1.2	交換価値評価と余剰価値評価の乖離	151
4.1.3	まとめ	152
4.2	3年間の研究を通じて得られた成果	152
4.2.1	森林資源原単位価値のメタ分析	152
4.2.2	湿地資源原単位価値のメタ分析	160
第5章	結論と環境政策への貢献	168
5.1	まとめ	168
5.2	環境政策への貢献	171
5.3	今後の課題	172

III 添付資料 . . . . . 174

## サマリー

本研究は、日本版生態系勘定を構築するために、勘定フレームワークの構築とそれに含まれるべき内容と情報・データの推定を行う。そのために4つのサブテーマを用意し、論述のしやすさから、勘定フレームワークの構築を行うサブテーマ(2)、量的データの収集・推定を行うサブテーマ(4)、価値的データの収集・推定を行うサブテーマ(3)、メタ関数の推定および生態系勘定フレームワークの導入を行うサブテーマ(1)の順に本報告書は構成されている。

本報告書では、第一に、世界的に先行して検討が進んでいる環境経済統合勘定－実験的生態系勘定 (SEEA-EEA) を精査し、その指針を各国が共同で検討するロンドングループ会合での議論を踏まえて、日本版生態系勘定のフレームワークについて研究した。また、SEEA-EEA にもとづいて生態系勘定の構築を進めているイギリス、スウェーデン、オランダにおける進捗を調査し、日本の生態系勘定へのフィード・バックを行った。

本報告書では国際的な動きに鑑み SEEA-EEA に可能な限り準拠するフレームワークに修正した。また、資産勘定の特徴である交換価値、余剰価値双方による評価の導入とそれに付随する課題を議論し、生態系勘定のフレームワークに反映した。交換価値による評価は、SEEA や国民経済計算体系 (SNA) と整合的であり、実際に取引が行われた金額をベースにした評価であるため、客観性が高く需要側と供給側で一致した値となり、会計原則に則した評価が可能となるが、調整サービスや文化サービスの供給といった生態系の公共財的な性質を有するサービスの供給機能は評価できない。それに対して余剰価値による評価は、市場取引がなされない幅広い生態系の価値を評価できる一方、市場取引額をベースとしている SNA などの経済計算体系や会計上の考え方とは相容れない。本研究では、勘定表の幅広い適用可能性を確保するため、交換価値による評価と余剰価値による評価の双方を1つの勘定表の中に併記する形とした。さらに、本報告書で提示したフレームワークでは、生態系資源 (森林と湿地) で勘定表を分け、森林資産勘定と湿地資産勘定の2つを独立させた。これにより勘定表内の期首と期末が統一されることになり、その期間内の変化分をより正確に把握できるようにし、さらにこれを全国および都道府県別の勘定表としてまとめた。

次に、量的データの推定について、生態系勘定で必要とする森林、湿地、漁業資源についての量的データを収集した。まず、森林資源について、森林面積 (ha)、森林蓄積 ( $m^3$ ) について、樹種別 (針葉樹 or 広葉樹)、成立過程別 (人工林 or 天然林) に分類を行い、データ収集を行った。加えて、本研究では都道府県別の生態系勘定表を提示することを目指しているため、森林の量的データについても都道府県別でのデータ収集を実施した。また、森林資源の状態を表すデータも可能な限り収集し、本章では森林の育成期間 (年) 及び密度 ( $m^3/ha$ ) データの経年変化についてもデータ収集を行い、必要に応じて数値の推計を行った。得られたデータをもとに要因分解を用いて各地域別に生態系サービスの減少要因を分析した。

湿地資源についても同様に量的データの収集を行った。湿地資源として、ラムサール条約の定義に基づき、日本の河川湖沼について 1987 年以降の変化について土地利用面積からデータ化した。また、水産資源供給における沿岸生態系サービスの自然資本ストックデータの収集及び推計を実施した。特に 2003 年度、2008 年度、2013 度の 3 時点における都道府県別の自然資本ストックについて収集することで都道府県別の傾向が明らかになるとともに、自然資本ストックの経年変化から、漁業組織の取り組みとの関係性を考察することができた。

こうした自然資本の量的把握をもとに、要因分解などの分析手法を応用することで、それぞれの地域の資源の価値をより高めるための政策分析を行った。また、生産関数についての分析を通じて経済的価値（交換価値）の推定を行った。これによって、これまでの資源レント法による画一的な交換価値推定を補完した。

価値データの推定については、まず環境の経済評価論の観点から精査した。生態系サービスの価値づけにおける効用理論的枠組を整理したうえで、理論的背景をもつ経済価値評価手法について概観し、生態系勘定においては、商業的な利用価値だけでなく非利用価値を含める必要があることを論じた。そして非利用価値の推定可能な表明選好法のうち支払カード型 CVM を実施し、森林の原単位価値評価を行った。湿地についても森林と同様に非市場財的性質をもつことを踏まえて、森林の場合と同じく評価プロセスを検証し、社会調査の実施を通じて湿地の原単位評価を行った。

こうした原単位評価に加えて、生態系勘定のフレームワークの要請から、それぞれの生態系資源に関する生態系サービスごと（属性ごと）の評価を行った。ここでは、CVM が表明選好法であり余剰価値（WTP）の評価を行うものであることに鑑み、同様のランダム効用モデルを基礎にもつコンジョイント分析を応用することで属性別のウェイトを推定した。こうした分析から、市場ベースの評価では測定されない非利用価値などの重要性が再確認された。原単位価値および生態系サービス別の価値推定では、第 2 章における量データと同様に各地域でどのように分布しているかに焦点を当てている。価値データも地域ごとに推定することにより、都道府県別の生態系勘定表への導入が可能となった。

以上の議論をまとめる形で、量的データおよび価値データを生態系勘定のフレームワークに導入した。その際に、価値データを規定する要因についてメタ分析を行い、新しい年度のデータが入手可能になれば価値評価も更新できるようにすることで、勘定に自立性をもたせた。最後に、こうして完成された生態系勘定およびその作成プロセスにおける量的・価値的データの推定から得られる政策的含意について論じた。

## 英訳 Summary

This report has two objectives: (1) to construct an ecosystem accounting framework, and (2) to provide both quantitative and value data for it. To achieve these objectives, we set up four sub-themes: development of a framework for ecosystem accounting in Japan; quantity data collection; value data collection, and meta-analyses and integration.

As a subtheme on the construction of this framework, we review the discussion on SEEA experimental ecosystem accounting (SEEA-EEA) in a meeting of The London Group and the progress in developing ecosystem accounting in the United Kingdom, Sweden, and the Netherlands. Then, we relate it to the ecosystem accounting framework in the Japanese case.

In this report, we provide a framework that is consistent with SEEA-EEA to the maximum extent possible. However, we include both exchange and surplus value for the ecosystem service valuations. Using exchange value is more consistent with SEEA-EEA but it does not reflect the non-market value, in spite of being a critical characteristic of ecosystem services in general. On the other hand, surplus value reflects the non-use value, but it is not consistent with SNA. The

choice between exchange value and surplus value depends on their intended application. The ecosystem accounting framework of this report is flexible and widely used in policy making. In addition, this report separately provides the accounting tables according to each ecosystem resource. By doing so, the start and end of the year are identified, and the change in each period is accurately recorded.

As a subtheme for quantitative data collection, first, we collect data on the size of forests and wetlands and the quantity of fisheries resources. For forest data, we built the quantitative forest resource database to estimate the extent of ecosystem services in Japan. Data variables include forest area (ha), forest stock (m<sup>3</sup>), forest density (m<sup>3</sup>/ha), and the growing period of the forest (year) for both the national and provincial levels. Additionally, the tree species and process of planting are important factors in estimating the ecosystem services because expected benefits from forest resources are diverse among them. These data variables are available by prefecture for the years 2000, 2006, and 2011. Therefore, a comparative study considering the regional characteristics and changes in forest resource situation can be conducted. Data on wetland size is also collected by using GIS. Based on the definition by the Ramsar Convention, we identified data on the sizes of rivers, lakes, and reservoirs since 1987. We also built a quantitative marine resource database focusing on the supply of fisheries services to estimate the extent of such ecosystem services in Japan. Such data are available for 2003, 2008, and 2013. Thus, we are able to conduct a comparative study that considers regional characteristics and changes in the marine resource situation. Based on the quantitative data, we look for an efficient environmental policy by using the decomposition analysis framework. We also estimate the exchange value by focusing on the production function in each province.

The value data is scrutinized from the viewpoint of an environmental economics theory that considers the economic valuation method of ecosystem services. In particular, we show that not only traded value but also non-use value is important to construct ecosystem accounting and that the non-use value should be included in Japan's ecosystem accounting. To reflect the non-use value, we conducted Contingent Valuation to estimate the unit value of forests and wetlands. In addition, to generate the value of each ecosystem service of forests and wetlands, we conducted a choice experiment that shares the theoretical foundation of the random utility model with CVM. The results show the importance of the non-use value of forests and wetlands in developing ecosystem accounting in Japan. These analyses are conducted for each province, and we introduce the results into provincial level tables.

To integrate the subthemes, we summarize the qualitative and value data into the framework. In doing so, we conducted meta-analyses for value data and made it updatable to accommodate new data. Based on the developed ecosystem accounting of Japan and the process of development, we discussed the implications for environmental policies.



## I 研究計画・成果の概要等

# 1. 研究の背景と目的

ミレニアム生態系評価や生態系と生物多様性の経済学（TEEB）報告書に見られるように、生態系サービス評価の重要性は共通認識となっており、我が国においても愛知目標に向けた政策立案が進んでいる。一方で、持続可能な発展の達成にむけても様々な研究や政策論が展開されており、そこでは政策立案・評価に関わる持続可能性指標の開発において生態系サービスを位置づけることが急務とされている。こうした背景を踏まえて、生態系サービスの評価手法の発展および実践と、持続性指標の精緻化を結びつけるための生態系勘定フレームワークの開発を行うことが求められている。そのためには、実験的生態系勘定（SEEA-EEA）などの世界的なフレームワーク構築の動きを踏まえながら、国内における愛知目標に向けた政策立案および国家勘定・報告制度の確立が求められている。

本研究は、生態系サービスの経済評価に基づく自然資本ストックの評価と勘定体系の構築ならびに持続可能性指標等のマクロ指標への応用を目的とする。生態系サービス評価は、これまでのところ事例ベースでの研究が進んでいる一方で、そうした事例の勘定体系への集約に向けた研究が不十分である。そこで本研究では、事例ベースで蓄積している生態系サービス評価を集約し、拡充しつつある環境経済統合勘定（SEEA）などへ反映していくことを通じて、我が国の森林賦存量や水産資源データといった自然生態系ストックデータ、ならびに経済評価研究に基づいた包括的な生態系サービス評価を検討する。これにより、生態系ストック量の把握と生態系サービスフローの把握およびそれらの保全施策の立案に活用されると同時に、生態系保全に関わる各経済主体の意思決定においても利用される情報として勘定体系が参照されることが期待され、我が国の生態系保全政策に大きく貢献することが期待される。

# 2. 3年間の研究計画及び実施方法

研究全体の構成は以下のフローチャートに集約される。

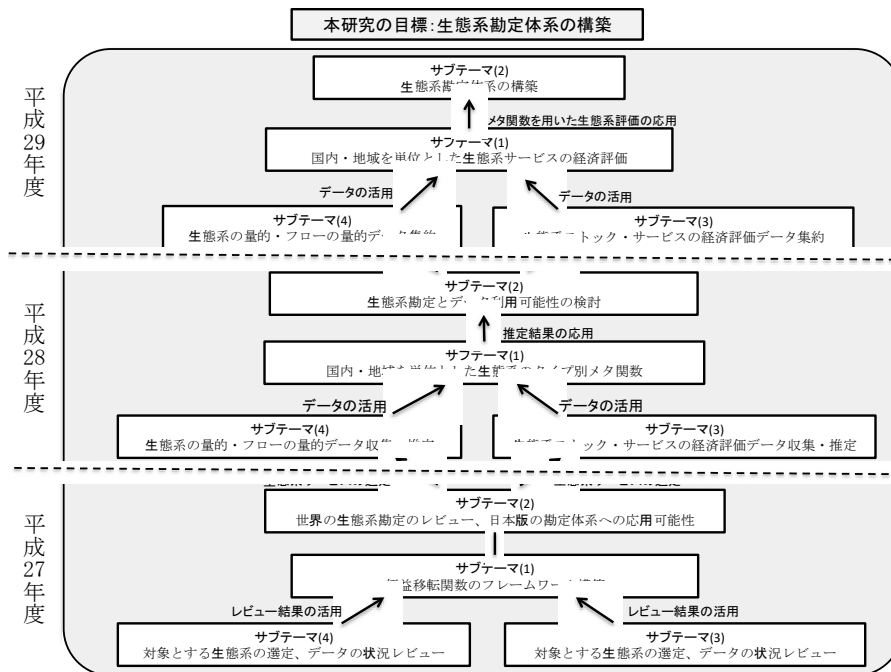


図 2.3 研究の構成

## (1) 便益移転関数の推定による生態系サービス評価に関する研究

[研究体制：神戸大学]

自然資本の指標化における経済学的課題は、量的把握だけでなくその価値評価を含めた可視化である。特に生態系ストックや生態系サービスは多面的機能と多様な価値をもつため、その経済学的評価は大きな課題となっている。今日では様々な環境評価手法を生態系評価に適用する試みが進んでおり、事例に基づく評価結果も蓄積しつつある。本サブテーマでは、(3) の研究成果に連動しながら最新の環境評価手法とその妥当性を精査し、日本における生態系サービス評価の事例研究を収集し、必要に応じて(4)の研究成果から得られる生態系サービス評価データを集約することで、既存データのメタ分析を可能とし、未評価の対象値を推測的に評価する手法である便益移転を用いて生態系サービス評価を行う。この手法の概略は、既存の事例ベースの評価結果を被説明変数とし、その評価値を規定する要因を説明変数として回帰分析を行うことによって、各要因の評価値への寄与を推定し、まだ評価されていない生態系サービスの価値を推測するというものである。こうした推測が可能になれば、日本における生態系サービスを統一的な方法によって評価することができるため、その結果を(2)の研究成果から得られる勘定体系のフレームワークに当てはめることが検討できるようになるのと同時に、持続可能性指標その他自然資本の評価を必要とする諸指標への応用可能性も考えられるようになる。本サブテーマは、環境経済評価と指標に研究業績のある神戸大学の佐藤（研究代表者）が担当する。

本サブテーマは、平成 27 年度に利用可能な生態系データの概況を踏まえた上で便益移転関数のフレームワーク構築、具体的には既存の事例研究に対するメタ関数の回帰モデルを構築し、主要な生態系として森林資源から推定を行う。平成 28 年度において、サブテーマ(3)および(4)のデータ提供を受けてその他の生態系について推定を行う。平成 29 年度にサブテーマ(2)で提案された生態系勘定に当てはめる数値を提供する。

## (2) 環境・生態系統合勘定の応用による生態系サービス評価に関する研究

[研究体制：農林水産政策研究所・神戸大学]

国連統計局では生態系サービスの評価のための SEEA である SEEA-EEA を公表しており、オランダなど欧州諸国を中心に SEEA-EEA による生態系サービスのマクロ評価が行われている。このように SEEA を用いた環境情報の整理及び評価は世界的な潮流となっており、我が国においても愛知目標の達成に向けた取組の成果を世界標準ツールである SEEA によりマクロ評価することが求められる。そこで本課題では、国連における SEEA 開発動向を把握し、特にそのうち SEEA-EEA の内容について、その評価項目・評価方法及び必要データを精査する。また、生態系勘定の開発に係る様々な課題として、対象とする生態系資産・生態系サービスの選定や空間的統計単位の設定、生態系サービスの供給者と受益者の特定などについても十分な検討を行う。その上で、日本における SEEA-EEA の構築に向け、我が国のデータ利用可能性を考慮しつつ生態系評価のためのフレームワークを構築する。さらに、サブテーマ(1)、(4)の成果をもとに、フレームワークに具体的データを計上し、日本版 SEEA-EEA として数値を入れていく。本サブテーマは、SEEA および SEEA-EEA に関する多くの研究成果をもつ農林水産政策研究所の林と地球環境戦略研究機関の蒲谷が適任であり、分担する。

本サブテーマは、平成 27 年度に各国の生態系勘定のレビューを行い、我が国の生態系の特徴を踏まえて応用可能性を検討する。平成 28 年度に、データの入手可能性を踏まえた日本版の生態系勘定が持つ特徴を定め、サブテーマ(1)の成果を受けて森林資源、水産資源、陸水生態系など可能なものから数値化していく。平成 29 年度に、日本版生態系勘定体系として、各サブテーマの成果を反映した指標の推計作業を行う。

### (3)環境の経済評価手法の応用による生態系サービス評価に関する研究

[京都大学]

生態系の経済価値評価は、これまでの研究蓄積によって妥当な調査手順が明確になってきている表明選好法や顕示選好法などの環境経済評価手法を適切に応用することで可能になる。実際に世界的には急速に研究が発展している分野であり、手法の洗練とともに評価結果の信頼性や妥当性も高まってきており、政策利用も可能なレベルになっている。現時点において、日本の生態系勘定に採用されるべき生態系サービス評価への適用も十分に可能であるレベルに到達していると考えられ、本サブテーマは最新の経済評価手法を踏まえた生態系サービス評価を行う。生態系の多面的な価値は土地固有であるものも含まれ、また評価主体が置かれる社会経済的条件にも依存することを考慮し、日本版生態系勘定で評価すべき生態系サービスの特定、その価値推定に最適な評価手法の選定、および実際の評価研究、ならびに利用可能なこれまでの評価結果の収集と選定を行い、サブテーマ(1)に提供する。生態系サービスの経済評価の高度な研究蓄積を有する京都大学の栗山が適任であり、分担する。

本サブテーマは、平成 27 年度に日本版生態系勘定に取り入れるべき生態系の特徴の研究と評価可能性を検討し、現時点における評価研究を総覧してサブテーマ(1)に提供する。平成 28 年度に、サブテーマ(4)に対応する生態系についての経済評価研究を行う。平成 29 年度にサブテーマ (2) で構築される生態系勘定フレームワークに必要な評価結果を集約するとともに、その後の指標更新のための手順を確立する。

### (4)データ欠損補完手法と生産性分析による生態系データ収集に関する研究

[九州大学・長崎大学]

自然資本ストックの統計的データを整備するために、多様な統計書及び日本政府のオープンデータより生態系資産・生態系サービスの量的データを取得する。加えて、入手が難しいデータについては、Multiple Imputation Method と呼ばれる統計的欠損補完手法を適用することで、包括的で利用しやすいデータベースの構築を行う。データ整備及び欠損値の推計は九州大学の馬奈木が多くの実績を有しており、適任と言える。

これらデータベース構築後に、生産関数アプローチを活用し自然資本ストックのシャドウプライスを推計する。この際に、自然資本ストックは我が国の生産活動における投入要素の一つであると想定することによって、労働や生産設備資本と同様に生産関数に組み込むことが可能となる。その上で、自然資本ストックを考慮した生産関数を推定することで、自然資本ストックの価値を推計することが可能となる。このアプローチからのシャドウプライスの推計については、長崎大学の藤井が多くの研究成果を有していることから、適任であると考え分担する。

本サブテーマは、平成 27 年度に日本版生態系勘定体系を構築するにあたって測定すべき生態系のタイプを選定し、現時点におけるデータ入手可能性の状況を把握すると同時に、データ収集と推定を行いサブテーマ(1)に提供する。平成 28 年度に、その他の生態系データの収集・推定を行い、サブテーマ(1)で推定できる生態系タイプを増やす。平成 29 年度に、サブテーマ(2)で構築される生態系勘定フレームワークに必要な生態系データを集約し、研究期間終了後もデータ更新可能な体制を整備する。

## 3. 3年間の研究実施体制

[研究代表者]

佐藤真行 神戸大学大学院 人間発達環境学研究科 准教授

[研究参画者]

栗山浩一 京都大学大学院 農学研究科 教授

馬奈木俊介 九州大学大学院 工学研究院 教授  
池田真也 九州大学大学院 工学研究院 研究員  
藤井秀道 長崎大学大学院 水産・環境科学総合研究科 准教授  
林 岳 農林水産政策研究所 主任研究官

#### 4. 本研究で目指す成果

本研究によって、森林資源や水産資源など我が国において重要と考えられる生態系ストックの量とその分布、およびその価値評価が行われる。個別に実施されてきた様々な種類の生態系サービスの経済評価を集約しメタ分析を行うことによって、生態系サービスの経済的評価値の類型化・特徴付けを分析することができる。これは、我が国においてどのような性質の生態系がどのような価値評価に至るのかを明らかにするものである。このことは、いまだ評価されていない生態系の価値を推測する際に有用であり、これによって持続可能性指標等の計測でも必要となる生態系ストックの社会的価値の推定へと応用することが可能となる。生態系ストックの社会的価値は、生態系勘定に必要な情報を直接的に提供するだけでなく、他の資本とのトレードオフを論じることができるため政策の総合的な評価も可能とする。

#### 5. 研究成果による環境政策への貢献

愛知目標の達成に向けて、現在の政策評価および今後の課題についての議論に貢献する。特に、本研究で検討された生態系勘定は、愛知目標に掲げられている生態系サービスの国家勘定へ組み込むという政策ニーズに応えるための基礎資料を提供するものである。また、国連大学を始めとする諸機関から持続可能性指標としての新国富報告書が2016年に公刊される予定であるが(2017年に公刊された)、統計データの量・質ともに充実している我が国において詳細な生態系資本の評価を行いとマクロ指標への応用の枠組みへ連携させることは、世界的に進む指標づくりにも寄与するものであると同時に、この勘定体系と指標を利用することで、生態系保全と持続可能性の統合的な政策的議論を世界に先駆けて行うことができる。具体的には我が国において重要と考えられる自然資本、例えば農林水産資源などの生態系に関する資源ストックの管理について、社会的価値の観点からの政策評価材料を提供する。

## Ⅱ 平成29年度の研究計画及び研究状況と成果

# 1. 平成29年度の研究計画

平成27年度、28年度に引き続き、生態系勘定体系の構築に向けて、我が国における生態系サービスの価値的データの収集（サブテーマ3）とそれを用いたメタ分析による価値情報の収集・推定（サブテーマ1）、量的データの収集・推定（サブテーマ4）、これらを集約する生態系勘定枠組み構築（サブテーマ2）と勘定体系の提示という構成で研究を行う。本年度の各サブテーマの担当者は表1のとおりである。それぞれが生態系勘定の構築に向けて有機的に連関しており、図1のフローチャートのようにまとめられる。また、本研究は第6課題の「我が国における自然環境施策の社会経済への影響評価分析に関する研究」や、第11課題の「第五次環境基本計画の策定に向けた各種指標の開発、指標の評価方法等の開発、諸施策・総合的環境指標の在り方の検討」にも密接に関わっており、連携体制も取られている。

表1 各サブテーマの担当者

佐藤真行	神戸大学(研究代表者)	サブテーマ1
林岳	農林水産政策研究所	サブテーマ2
栗山浩一	京都大学	サブテーマ3
馬奈木俊介	九州大学	サブテーマ4
池田真也	九州大学	サブテーマ4
藤井秀道	長崎大学	サブテーマ4

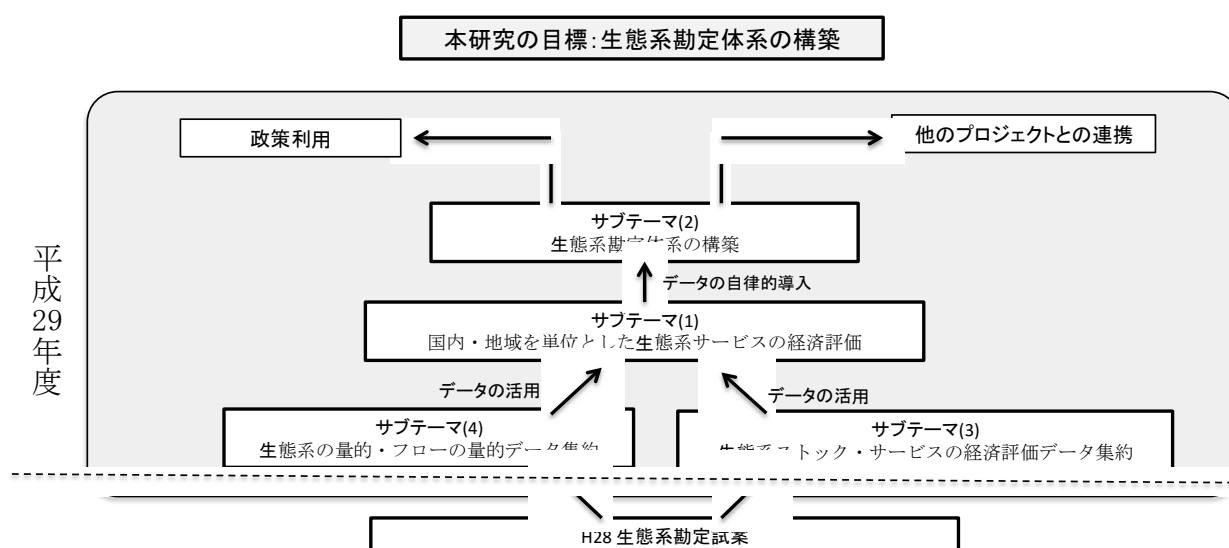


図1 研究サブテーマと相互関係

### サブテーマ(1) 便益移転関数の推定およびメタ分析による生態系サービス評価に関する研究

#### [実施研究機関：神戸大学]

本サブテーマは神戸大学の佐藤が担当し、平成 27 年度に対象とした森林、平成 28 年度に対象とした湿地の生態系サービス評価を踏まえて、生態系勘定のなかで利用するための価値情報について、メタ分析によって生態系サービス資源のシャドウプライス (WTP) についての情報を可能な限り自律的に提供できるようにする。

また、本サブテーマは、生態系勘定フレームワークに量的・価値的データを導入する際の統合化の役割を担うものである。本年度までに、日本の生態系サービス源として重要性の高い森林と湿地・沿岸資源の分析がなされてきたが、最終年度の本年度では、その他の導入すべき生態系サービス源の検証をし、可能な限りそうした生態系サービス源についても継続的に価値情報を提供できるような態勢を整える。また、これまでのメタ関数を更新し、これまでの生態系の質的特徴や地域固有性を考慮してこなかった評価を改善し、より精度の高い生態系サービスの評価を行う。国内全体の勘定だけでなく、主要な地域ごとの評価を行うことで、地域性を反映した生態系サービス評価のフレームワークを構築する。

こうしたことを通じて、生態系勘定フレームワークに量的・価値的データを統合的に導入する際に、持続可能な発展目標(SDGs)の達成など、我が国も主体的に取り組むべき総合的環境政策に対しても、生態系勘定の位置付けを明確にし、政策目標の立案および達成のための環境管理政策を議論する。

### サブテーマ(2) 環境・生態系統合勘定の応用による生態系サービス評価に関する研究

#### [実施研究機関：神戸大学・農林水産政策研究所]

本サブテーマは農林水産政策研究所の林が担当し、生態系勘定表に具体的な数値を計上する作業を行う。数値の計上に際して、データの利用可能性を検討しなければならない点や、例えば生態系サービスの供給者と需要者ごとの生態系サービスの取引、移転の情報など、より詳細な生態系情報を記載できるような勘定体系への更新などを行う。同時に、多くの統計情報へのつながりを明確にし、本研究終了後も情報の更新を行いやすくする。

また、本研究で利用している統計情報について、その精度を検証する。地理情報システム (GIS) を用いた土地利用図や土地被覆図から生態系の資源量やサービス量を推計する方法に対して、本研究では可能な限り既存データを利用する方法を取っているが、その方法から得られるデータの精度や妥当性、そして必要があれば改善の方法について検討する。

こうしたことを通じて、作成した生態系勘定体系について、既存の各国の勘定体系を比較し、その共通性や相違点の分析を行ったうえで、本研究が作成した体系の有用性や利用法について発信する。

### サブテーマ(3) 環境の経済評価手法の応用による生態系サービス評価に関する研究

#### [実施研究機関：神戸大学・京都大学]

本サブテーマは京都大学の栗山が担当し、平成 27 年度、28 年度を通じて評価してきた日本における主要な生態系サービス源に対する経済評価を発展させ、生態系サービスごとの評価、地域ごとの評価を実施する。これにより、本研究で構築している生態系勘定表の枠組みにより整合的な情報を提供する。



また、森林については昨年度までに生態系サービスごとの評価を実施したが、湿地についても同様に生態系サービスごとの評価を今年度実施する。また、森林・湿地のいずれについても地域の状況をより反映した評価を可能にするために、その都道府県別の詳細な分析を行い、生態系勘定のフレームワークに導入していく。そして、これまでに評価対象とした森林、湿地、沿岸水産資源のほかに生態系勘定に導入すべき生態系サービス源について検証し、必要に応じて環境の経済評価論に照らしてその価値を評価する。

こうしたことを通じて、生態系サービスの経済評価を行って勘定体系に組み入れる際の各環境経済評価手法の利点と欠点についてとりまとめ、生態系勘定における価値データの取扱や注意点について、生態系保全政策への応用を念頭に明確にする。

#### **サブテーマ(4)データ欠損補完手法と生産性分析による生態系データ収集に関する研究**

**[実施研究機関：九州大学・長崎大学]**

本サブテーマは九州大学の馬奈木俊介・池田真也、長崎大学の藤井秀道が担当し、これまでに構築した森林資源や沿岸生態系の自然資本ストックデータを活用し、生産関数アプローチから自然資本ストックのシャドウプライスを推計するとともに、生態系勘定として提供すべき生態系資産・生態系サービスの量的・貨幣的データを完備なものとし、国・地域レベルでのデータベースの構築を行う。

こうして収集・推定したデータは、本研究で構築する勘定体系フレームワークに適宜導入していき、日本の資源状況を一望的に可視化できるようにする。

平成 29 年度も引き続き以上 4 つのサブテーマならびにその他の研究課題との連携が機能するよう、研究代表者と分担者の間で随時確認しあうとともに、環境省担当者と政策ニーズのすり合わせを行う。生態系勘定枠組みの政策応用については、政策担当者と連携した議論を行う。平成 29 年度の研究工程は、次のようにまとめられる。

平成 29 年度 工程表

達成される成果	平成29年(2017)				備考
	1Qt	2Qt	3Qt	4Qt	
(1)メタ関数の推定による生態系サービス評価に関する研究					
(1)-1: 沿岸・陸水生態系サービス評価のメタ関数の特定・推定					
(1)-2: その他生態系サービスについての検討					
(1)-3: 自律的な価値情報の提供枠組み					
(2)環境・経済統合勘定の応用による生態系サービス評価に関する研究					
(2)-1: 日本版生態系勘定のフレームワーク試案の発展					
(2)-2: 日本版生態系勘定の統計情報の精査					
(2)-3: 生態系保全に関する政策的含意の提供					
(3)環境の経済評価手法の応用による生態系サービス評価に関する研究					
(3)-1: 湿地資源の生態系サービスごとの評価					
(3)-2: 森林資源・湿地資源の地域ごとの評価					
(3)-3: 生態系サービス評価値についての信頼性検証					
(3)-4: その他生態系サービスについての検討とデータ更新手順の確立					
(4) 統計的データ欠損補完手法による生態系データ収集に関する研究					
(4)-1: 生態系資源に関する欠損データ補完					
(4)-2: 要因分解等の政策分析					

※ →は結果のインプット(アウトプット)の流れを示す。

## 2-(1). 平成 29 年度の研究状況および成果（概要）

平成 29 年度は各サブテーマにおいて以下のような研究を実施した。研究成果をより体系だてるために、生態系勘定体系の構築（サブテーマ 2）、量的データの収集（サブテーマ 4）、価値評価データならびにメタ分析（サブテーマ 3、サブテーマ 1）の順に記載する。

### 2.1 環境・生態系統合勘定の応用による生態系サービス評価に関する研究（サブテーマ 2）

本サブテーマでは、欧州委員会（EC）、経済協力開発機構（OECD）、国連（UN）、世界銀行などによって開発が進んでいる SEEA-EEA などの先行する生態系勘定体系や、各国の生態系勘定開発の事例を踏まえて、日本版の生態系勘定のフレームワークを提示する。

本年は、SEEA との整合性や使い勝手なども考慮も考慮し、平成 28 年度に試案として作成した生態系資産勘定に対してさらに改良を加え、実際の評価値を計上した成果を報告するとともに、提案した生態系資産勘定の特徴である交換価値、余剰価値双方による評価の導入とそれに付随する課題を議論し、生態系勘定のフレームワークに反映した。

第 1 に、本研究で平成 28 年度までに作成してきた生態系資産勘定の課題となっていた SEEA との整合性について、国際的な動きに鑑み SEEA-EEA に可能な限り準拠するフレームワークに修正した。そのポイントは、SEEA-EEA に合わせる形で改めて勘定表の構造を見直したことである。本研究におけるフレームワークを修正した結果、SEEA-EEA の指針に合致させた（本論における表 1-1）。このフレームワークでは、最上行と最下行にそれぞれ期首ストックと期末ストックを、その間に期中変化を記述する形式しており、その期間における変化も同時にみることができる。第 2 に、本年度の研究から提供されるフレームワークでは、森林と湿地で勘定表を分け、森林資産勘定と湿地資産勘定の 2 つを独立させた。これにより勘定表内の期首と期末が統一されることになり、その期間内の変化分をより正確に把握できるようにした。最後に、生態系機能別の評価を導入するための列項目として森林、湿地それぞれに具体的な生態系機能の評価額を交換価値と余剰価値双方で計上する項目を追加した。本研究で提示した森林資産勘定と湿地資産勘定の特徴としては、以下の 2 点が挙げられる。

第 1 に、経済評価額を交換価値と余剰価値の双方で計上している点である。交換価値による評価は、SEEA や SNA と整合的であり、実際に取引が行われた金額をベースにした評価であるため、客観性が高く需要側と供給側で一致した値となり、会計原則に則した評価が可能となるが、調整サービスや文化サービスの供給といった生態系の公共財的な性質を有するサービスの供給機能は評価できない。それに対して余剰価値による評価は、市場取引がなされない幅広い生態系の価値を評価できる一方、あくまで需要側が考えている評価額であることから、供給側が考えている評価額とは異なる結果となり、市場取引額をベースとしている SNA などの経済計算体系や会計上の考え方とは相容れない。本研究では、勘定表の幅広い適用可能性を確保するため、交換価値による評価と余剰価値による評価の双方を 1 つの勘定表の中に併記する形とした。

第 2 の特徴として、全国版のみならず都道府県別の勘定表となっている点である。これにより都道府県単位で生態系の状態がどのように変化しているのかを把握することができるほか、特に評価額の減少が大きい県や減少率が高い県を特定することができる。各国における生態系勘定の作成動向を見ても、地域レベルの勘定表はあくまで少数の特定地域を事例的に取り上げて作成されることが多く、網羅的に国内全ての地域の生態系勘定を揃えている事例は見当たらない。この点は本研究の生態系勘

定の大きな特徴と言える。

今年度の研究によって SEEA-EEA にも準拠しつつ国際的にも通用する形に修正し、日本において生じた生態系損失の可視化を行い、例えば 2000 年から 2010 年にかけて全国で GDP の約 1.4 倍の湿地の価値が失われたことなどを可視化した。しかしながら本研究で提示した生態系資産勘定は生態系勘定全体の一部であり、さらに生態系に関するフローを把握するための勘定表を構築することで、より多くの情報を提供することができ、その適用可能性も拡大する。生態系勘定全体の整備については今後の課題である。

## 2.2 データ欠損補完手法と生産性分析による生態系データ収集に関する研究(サブテーマ 4)

サブテーマ 4 では、平成 29 年度において、生産関数アプローチを適用することで、自然資本ストックのシャドウプライスを推計する分析フレームの構築を実施した。分析フレームワークの適用可能性を説明するために、国内 44 道県の森林組合活動に関するデータを活用し、実証分析を行った。

本研究では複数の投入・産出データを用いた包括的な効率性評価が可能である指向性距離関数(Directional Distance Function: DDF)を用いた生産性評価分析を行う。DDF では生産活動に利用する労働、資本などの投入要素(市場投入財)と売上、付加価値などの望ましい産出要素(市場産出財)を複数用いた生産効率性評価を行うことができる。

DDF を選定した理由として、林業活動では森林資源に加えて、労働の人件費や機材設備等の有形固定資産の活用が必要不可欠である。これらの投入要素の活用度合いや技術水準は、林業市場の競争力に直接的に反映されるものであり、これら投入財の変化を無視したシャドウプライスは市場競争力の側面を明示的に考慮できていないと考える。そこで、本研究では、複数の投入要素を考慮した生産効率性分析を通じ、林業における市場競争力の側面を明示的に考慮したシャドウプライスの推計を、DDF を活用して実施する。

DDF を用いたシャドウプライスの推計方法は、Lee *et al.* (2002)、Maradan *et al.* (2005)や Färe *et al.* (2006)などによって発展されてきた。既存研究より、投入財( $x$ )のシャドウプライス  $q$  は、市場産出財( $y$ )の価格  $p$  を用いて下式のように表せる。ここで  $D(\cdot)$  は DDF で評価した生産非効率性を表している。

$$q = p \times \frac{\partial D(\cdot) / \partial x}{\partial D(\cdot) / \partial y}$$

ここで、計算に用いた市場産出財が金額データである場合は  $p=1$  として計算することが可能である。投入財の価格  $q$  は、生産主体が生産規模を縮小させることで、投入財を 1 単位削減した場合に、減少する市場産出財の価値を反映している。

上記の推計手法で計算されるシャドウプライスについて、農林水産省が公表する「森林組合一斉調査」に含まれる「森林組合統計」よりデータを取得し、実証分析を行った。分析対象期間は森林組合統計が利用可能な 2002 年から 2015 年の 14 年間とする。金額データは総務省統計局の価格指数を用いて 2011 年価格に基準化を行っている。データ変数は、市場産出財として事業総利益(円)を、投入財として有形固定資産(円)、人件費総額(円)、事業管理費(円)、森林面積(ha)を利用した。

推計結果より、国内森林面積 1ha 当たりのシャドウプライスは 2002 年の 4000 円/ha から 2015 年の 10,000 円/ha に上昇していることが明らかとなった。特に、西日本の地域で森林面積のシャドウプライスが大幅に上昇している。この要因として木材を優先的に活用する制度設計がなされた点や、耐

火性に優れた耐火集成材の開発などが指摘できる。加えて、韓国や中国などのアジア各国における日本産木材需要の拡大も、森林面積のシャドウプライスを押し上げた要因の一つとして考えられる。

林野庁(2017)によれば、日本政府は平成 30 年度予算概算要求においても、「木材需要の創出・輸出力強化総合対策事業」として 8.7 億円を設定しており、その目的として公共建築物の木造化・木質化に向けた普及促進、地域内エコシステムの構築、高付加価値木材製品の輸出拡大、木の文化の情報発信を挙げている。こうした取り組みにより、国内外の日本産木材需要を高めることが予想されることから、森林資源のシャドウプライスも引き続き上昇していくものと予想する。

本研究で推計した森林面積のシャドウプライスの経年比較及び地域間比較より、市場における木材の価値とシャドウプライスの間で整合的な関係性が見られることが明らかとなった。この結果は、政府統計データと経済学的手法を適用することで、少ない費用負担及び労力で自然資本の市場的価値を推計する方法として、本研究で提案するシャドウプライスの推計フレームワークが適用可能であることを示唆している。当然、詳細な自然資本価値を推計することは重要であり、そのために仮想的市場評価法などを適用する必要がある。その一方で、費用負担や必要となる労力を考えれば、生態系サービスの定量評価及び生態系勘定フレームワークを継続的に適用するためには、定期的に公開される統計データなどからシャドウプライスを推計することが出来る推計手法が補完的なアプローチとして重要な役割を担う。

### 2.3 環境の経済評価手法の応用による生態系サービス評価に関する研究（サブテーマ 3）

サブテーマ 3 では、湿地の生態系サービス別（属性別）および都道府県別の評価を行い、生態系サービス勘定体系に価値データとして導入した。そのために、多属性評価を可能にするコンジョイント分析を湿地に対して適用した。

本研究では、まず諸外国における湿地資源の経済評価をレビューし、先行研究の価値推定にもとづいて新たな対象の評価に当てはめる便益移転と呼ばれる手法についての可能性について検討した。しかしながら、湿地に関する評価データの入手可能性や移転関数の推定精度の問題から、日本における都道府県別の湿地の評価に当てはめるのは難しいことが確認された。そこで、平成 28 年度に行った原単位評価に加えて、本年の研究として多属性評価を志向するコンジョイント分析の利用した評価を行った。そこで湿地のもつ生態系サービスには、平成 25 年度の環境省による湿地に関する調査結果発表（環境省 2015）を参考に、図 1 のような 6 属性を想定した。

図 1 湿地の多属性評価における生態系サービスの種類

- |   |                    |
|---|--------------------|
| 1 | 水質浄化機能（質素吸収）       |
| 2 | 生態系保全機能            |
| 3 | 内水面漁獲量             |
| 4 | レクリエーション機能         |
| 5 | 地球温暖化防止機能（二酸化炭素吸収） |
| 6 | 年間負担額              |

コンジョイント分析の実施に際し、これらの属性のもつ水準を組み合わせるプロファイルを作成し、社会調査を実施することで回答者の選好に関するデータを収集した。その際に、効用理論に整合的な選択型実験と呼ばれるフォーマットを用い、湿地の各属性に対する支払意思額を推定することで、本

研究の生態系勘定のフレームワークにおける余剰価値評価として利用できるようにした。本研究では、サンプルを北海道・東北、南関東、北関東・甲信越、北陸、東海、近畿、中四国、九州の地域ブロックに分け、それぞれ推定を行うことで、余剰価値推定に地域差を反映した。表1はその結果である。

表1 湿地の各属性に対する限界支払意思額（各地域、単位：円）

	北海道・東北	南関東	北関東・甲信越	北陸	東海	近畿	中国・四国	九州
地球温暖化防止機能(二酸化炭素吸収)	68.6	91.4	143.5	102.6	109.2	84.4	79.7	84.3
水質浄化機能(窒素吸収)	66.8	74.6	92.8	79.1	70.3	55.7	82.8	58.1
生態系保全機能	83.8	91.1	70.8	127.8	75.6	77.4	83.8	73.3
レクリエーション機能	40.7	50.5	29.5	26.6	18.8	25.3	43.6	46.4
内水面漁獲量	27.7	41.0	16.9	12.2	40.5	36.0	23.0	40.5
Number of obs.	339	1076	129	111	405	542	265	342
Log Likelihood	-2210.198	-7217.768	-859.300	-732.358	-2672.443	-3581.379	-1730.195	-2252.779

こうした湿地の属性別評価に合わせるかたちで、昨年度行った森林の属性別評価を再推定した。その結果は表2のようになる。

表2 森林の各属性に対する限界支払意思額（各地域、単位：円）

	北海道・東北	南関東	北関東・甲信越	北陸	東海	近畿	中国	四国	中国・四国	九州
水資源を蓄える働き	32.2	48.2	31.3	40.1	38.2	38.6	38.6	42.2	36.7	37.5
山崩れや洪水などの災害を防止する働き	33.8	47.3	39.7	34.0	38.7	40.9	40.9	30.2	34.2	41.1
二酸化炭素を吸収し、地球温暖化防止に貢献する働き	33.3	46.9	42.1	32.7	37.6	37.7	37.7	43.0	39.6	35.6
野生動植物の生息の場を与え、生態系を保全する働き	23.4	36.6	31.4	25.6	29.8	30.7	30.7	14.9	24.4	34.5
木材を生産する働き	20.7	31.4	26.4	27.4	22.9	28.5	28.5	26.7	27.8	25.1
観光や、登山やハイキングなどの場を提供する働き	17.0	24.0	19.5	23.0	22.8	27.0	27.0	-3.4	12.8	23.9

本研究により、日本における生態系勘定を構築する上で重要な生態系資源である森林と湿地について、原単位価値と属性別価値の両方が揃うこととなった。サブテーマ1において、サブテーマ2で議論した勘定フレームワークに導入していくと同時に、量的情報とあわせて、森林と湿地についての生態系のストック勘定を完成させる。

## 2.4 便益移転関数の推定による生態系サービス評価に関する研究（サブテーマ1）

本年度のサブテーマ2の研究により、世界各国の動向を踏まえた上で日本における生態系勘定体系のフレームワークが試案された。そして、サブテーマ3～4の研究により、その枠組みに導入可能なかたちで、森林および湿地についての量データ、原単位価値データおよび生態系サービス別の価値データが揃った。

サブテーマ1の研究では、これらのデータを体系枠組みに導入していき、本プロジェクトにおける生態系勘定の提供を行った。その際には表計算ソフトを利用し、年代、生態系資源の種類、価値データの種類を選択することでデータが一覧できるような提示方法をとった。その一例として、湿地の生態系勘定表の一部が図1に示される。

図1 湿地の生態系勘定（抜粋）

Wetland asset account in Japan

Please select coverage area and years

全国
Wetland
2000-2010

	Unit	Physical value		Surplus value						
		Total	Total	Mitigation of climate change	Water purification	Conservation of ecosystems	Recreation	Inland fisheries		
									Bil. JPY	
									I	J
Opening stock of ecosystem assets	1	946,227	4,383,568	1,222,351	995,500	1,189,359	532,362	443,995		
Addition to stock	2									
Regeneration - natural	3									
Regeneration - human activity	4									
Reclassifications	5									
Reduction in stock	6									
Reduction due to extraction and harvest of resources	7									
Reduction due to ongoing human activity	8									
Catastrophic losses due to human activity	9									
Catastrophic losses due to natural events	10									
Reclassifications	11									
Revaluation	12	--	-281,979	-79,356	-63,916	-76,259	-33,565	-28,883		
Net change in stock	13	-100,311	-704,842	-206,837	-158,410	-186,845	-78,693	-74,056		
Closing stock of ecosystem assets	14	845,916	3,678,726	1,015,514	837,090	1,002,514	453,669	369,938		

また、これに合わせて森林資源勘定表も、全国別および都道府県別の地域差を反映した価値推定として更新した。

図 2 森林の生態系勘定（抜粋）

Forest asset account in Japan

Please select coverage area and years

全国
北海道
青森県
岩手県
宮城県
秋田県
山形県
福島県

	Unit	Physical value		Exchange value							Monetary value			
		Total	Total	Total	Water strage	Landslide prevention	Mitigation of climate change	Conservation of ecosystems	Timber production	Recreation	Total	Water		
													Bil. JPY	
													D	E
Opening stock of ecosystem assets	1	23,637,376	4,431,737	15,650	0	0	0	0	15,650	0	72,764,545	14		
Addition to stock	2													
Regeneration - natural	3													
Regeneration - human activity	4													
Reclassifications	5													
Reduction in stock	6													
Reduction due to extraction and harvest of resources	7													
Reduction due to ongoing human activity	8													
Catastrophic losses due to human activity	9													
Catastrophic losses due to natural events	10													
Reclassifications	11													
Revaluation	12	--	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-1,256,125	--		
Net change in stock	13	-19,556	468,774	-12.95	0.00	0.00	0.00	0.00	-12.95	0.00	-3,835,275	--		
Closing stock of ecosystem assets	14	23,617,820	4,900,511	15,637	0	0	0	0	15,637	0	68,929,270	13		

-- : Figures not recorded on this cell conceptually  
Source: Based on SEEA-EEA handbook Table 6.1

サブテーマ1では、こうした勘定表への集約結果に基づいて議論した。第一に、生態系資源および生態系サービスを評価する際に、交換価値を選択した場合と余剰価値を選択した場合で、評価値が非常に大きく乖離する点を指摘した。この原因として第一に、余剰価値は非市場価値を含んだ価値評価となっている点、第二に余剰価値は公共財的な性質を測定しているため、便益のスピルオーバーによってその価値が多数の住民によって享受される点である。

SEEA-EEA のフレームワークでは、交換価値による評価を推奨しているが、サブテーマ3が明らかにするように、生態系の経済価値の本質はその非市場性および公共性にあり、こうした価値を無視することはできない。重要な点は、評価結果の用途であり、国民経済計算の調整や企業会計への導入に用いるのであれば交換価値を選択することが妥当であるが、政策評価や社会的費用便益分析に用いるのであれば理論的観点からも余剰価値を選択することが推奨されよう。本研究では、いずれの用途にも適するよう、双方の評価値を選択可能にした。

## 2-(2). 3年間の研究を通じて得られた成果（概要）

3年間の本研究を通じて、各サブテーマにおいて以下のような研究を実施した。研究成果をより体系立てるために、先の項と同じく生態系勘定体系の構築（サブテーマ2）、量的データの収集（サブテーマ4）、価値評価データならびにメタ分析（サブテーマ3、サブテーマ1）の順に記載する。

### 2.1 環境・生態系統合勘定の応用による生態系サービス評価に関する研究（サブテーマ2）

サブテーマ2では、初年度に SEEA-EEA のレビューおよびイギリスとオランダにおける生態系勘定動向の調査を実施した。SEEA-EEA のレビューでは、技術的な課題など我が国で生態系勘定を作成する上で重要な事項を整理し、「生態系勘定の概念枠組と基本単位」、「生態系資産」、「生態系サービス」、「生態系勘定の作成に関する課題」としてまとめた。とりわけ我が国における生態系勘定作成への示唆として注目した点は、①国連の生態系勘定では、ストックとしての生態系資産とフローとしての生態系サービスを区別し、前者から後者が生成されるという関係性を明確化するとともに（図1）、後者の期待フローに基づいて前者を評価するというような動的なアプローチを採用していること、②空間的統計単位として GIS の活用を前提とした枠組みを提示しており、従来の SNA とは大きく異なる考え方を導入していること、③貨幣価値評価において交換価値アプローチを採用するか余剰価値アプローチを採用するかという問題や、生態系サービスの供給者・受益者をどのように特定・制度化するかなど、SNA と接合する上で極めて重要かつ難しい課題があることである。これらの諸点について、研究期間内に研究を続け、最終年度の日本版生態系勘定のフレームワークにつながった。

また、先行して生態系勘定の開発として進んでいる SEEA-EEA について、SEEA の技術的な議論を行っている国際的グループであるロンドングループでの議論を整理すると同時に、本研究で開発したフレームワークを発信した。それを踏まえて、海外における SEEA-EEA をもとにした生態系勘定の構築事例として、オランダ、イギリス、スウェーデンの3か国における開発状況について調査し、日本版フレームワークへのフィード・バックを行った。まずオランダでは、現在生態系価値を SNA に組み込む取組が行われている。オランダ政府は2020年までに全ての生態系サービスをマッピングし、経済・ビジネスおよび政策決定過程の一部とすることを提案している。2013年のオランダの環境勘定には、生態系勘定を試作したものが組み込まれた。この作業においては、Roerdalen と Limburg の2地域で試行的適用を行い、生態系勘定作成の可能性を調査している。オランダでの生態系勘定作成の取組については、(1)はじめに土地利用データベースから地目別に色分けされたマップを作成し、それぞれの地目がどのような生態系に属し、どのような生態系サービスを供給しているかを特定する、(2)生態系の所有者（つまり土地所有者）を特定し、生態系サービスの需要者を特定するという2つの作



業が行われている。この2つの作業から、生態系サービスを供給する土地を誰が所有し利用しているのかが特定でき、生態系サービスの供給源と需要者すなわち人間活動や経済活動との関連性を把握する。ただし、本調査では空間データの把握が中心であり、貨幣評価は実施されていない。

スウェーデンでは、オランダと同様、まずは土地利用図を作成し、その上に植生図を重ね合わせる形で誰が所有する土地でどのような生態系サービスが発生しているのかを明らかにするというやり方を採用していた。また、一部経済評価も行っているが、経済評価は課税対象地価をベースにしているおり、これは全ての生態系サービスの価値を反映しているわけではなく、とくに非市場価値、非利用価値といった評価が困難な価値については、現時点では評価対象にしていなかった。一方、イギリスでは SEEA が規定する交換価値評価による数値の計上に固執することなく、既存のデータベースや統計情報を最大限活用し、自国の政策や制度に有用な評価手法を採用して、それぞれの結果を使い分けるというスタンスを取っていた。

イギリスでは、2009年から2011年にかけて、UK National Ecosystem Assessment (UK NEA) と称するプロジェクトが行われ、国内の生態系の賦存状況およびそこから供給される生態系サービスの状況を全国規模で詳細に分析している。このプロジェクトでは、イギリス内に賦存する生態系が地図上にまとめられており、さらにこれらの生態系サービスの貨幣評価も行われている。UK NEA の結果を受け、イギリスでは、2011年の『自然環境白書(NEWP)』の中で SNA に生態系サービスを導入することを明記しており、作業ロードマップでは、全ての生態系勘定策定の作業は2020年までに完了させる予定になっている。なお、生態系勘定には SEEA フレームワークを援用するとしている。

これら海外での生態系サービス勘定作成事例では、オランダ、スウェーデンの両国とも作業プロセスはほぼ同じと言って良い。すなわち、(1)土地利用勘定の作成、(2)土地利用ごとの自然資本ストック賦存量の推定、(3)そこから発生する各種生態系サービス量の推定、(4)生態系サービスごとの貨幣評価という流れである。イギリスも既存のデータベースを用い同様の作業を続けている。また、これらの国ともこれらの一連の生態系サービス評価および SNA への導入作業は2010年代前半から始まり、2020年までに完了するという長期的な作業スケジュールが組まれているのが特徴である。

以上の海外での進捗状況を踏まえ、日本における生態系勘定表を試案し、これを改良する形で最終年度の成果として提出した日本版生態系勘定のフレームワークとなった。

## 2.2 データ欠損補完手法と生産性分析による生態系データ収集に関する研究(サブテーマ4)

サブテーマ4では、第一に、生態系サービスの量的計測を目的とした森林資源の量的データ収集を行った。サブテーマ1において森林資源に関する生態系サービスの質的調査が進められていることから、量的調査においても主に森林資源をデータ収集対象とした。具体的なデータ変数としては、森林面積(ha)、森林蓄積(m<sup>3</sup>)について、樹種別(針葉樹 or 広葉樹)、成立過程別(人口林 or 天然林)に分類を行い、データ収集を行った。加えて、本研究の最終目標でもある新国富指標を地域別に推計するために、都道府県別でのデータ収集を実施した。

上記データ変数に加えて、森林の育成期間(年)及び密度(m<sup>3</sup>/ha)データの経年変化についても、取得データより推計を行った。育成期間及び密度データは森林資源の質的指標として活用が期待できるとともに、生態系サービスの向上に向けた効率的な伐採計画や植林計画を策定する際に、重要な指標になると言える。また、森林の生態系サービスを評価する上で重要となる公益的機能についても本調査では着目した。特に、水土保持、資源循環、人との共生の3つの側面に焦点を当て、森林の公益的機

能の利用形態が地域間でどのように異なるかについて考察を行った。

収集したデータにもとづき、生態系資源管理の政策分析として、サブテーマ3で推計した森林資源の原単位価値を乗じることで、森林資源による生態系サービスの推計を実施した。加えて、生態系サービスの変化がどのような要因によって引き起こされているかを明らかにするために、要因分解分析を実施した。これにより、各樹種・成立過程別の生態系サービスの変化は、①生態系サービス原単位の変化、②樹種別面積の構造変化、③森林管理適正度の変化、④森林の規模の変化の4つの要因に分解することが可能となることがわかった。

次に、生態系サービスの量的計測を目的とした沿岸生態系水産資源供給サービスの量的データ収集を行った。ただし、漁業資源は本研究の生態系勘定表としては取りまとめられなかったが、補完データとして整理した。研究対象は海に面している40都道府県であり、データ収集対象年度は、漁業センサスが作成された2003年、2008年、2013年としている。対象データ変数は、都道府県別の魚種別漁獲量(ton)、漁業種別動力船隻数(隻)、魚種別の卸売価格(円/kg)に加えて、漁業種別魚種別漁獲量(ton)の全国値について収集を行った。加えて、本研究の最終目標でもある新国富指標を地域別に推計するために、都道府県別での水産資源供給に関する沿岸生態系サービスの自然資本ストックデータを金額換算で推計している。

水産資源ストックの推計には standard Schaefer harvest function を適用し、漁獲量(H)及び漁獲努力量(E)のデータから推定した。経年変化では、上述したデータベースより得られた2003年度、2008年度、2013年度の3時点に着目し比較を行った。自然資本ストック全体では2003年度から2008年度にかけて、大きな変化が見られないことが観測された。一方で、その内訳をみると、魚類は増加傾向にある一方で、魚類以外の水産資源供給の自然資本ストックは減少していることが明らかとなった。

最後に、湿地資源についての量的データの収集を行った。ラムサール条約の定義に基づく湿地に該当する河川・湖沼の面積について。データが存在する1976年、1987年、1991年、1997年、2006年、2009年の6時点とし、評価単位は都道府県として収集した。ここから、日本においては、急速な経済成長とともに湿地面積が過去数十年で減少している傾向にあることがわかり、1987年においておよそ1,190,758 haであった湿地面積は、2009年においておよそ1,069,426 haに減少している。この変化は、過去22年間で10%の湿地面積が失われたことを意味する。

以上の研究により、生態系勘定のフレームワークに導入する生態系資源の量的データが揃った。

### 2.3 環境の経済評価手法の応用による生態系サービス評価に関する研究（サブテーマ3）

サブテーマ3では、生態系勘定に取り入れられる価値データの収集に向けて、生態系サービスの経済学的評価手法について、環境の経済評価論の観点から精査した。最初に、生態系サービスの価値づけにおける効用理論的枠組を整理したうえで、理論的背景をもつ経済価値評価手法について概観した。特に、生態系勘定については、商業的な利用価値だけでなく、非利用価値を評価することが重要であることが指摘されており、我が国の生態系勘定においても非利用価値を含める必要があることを確認した。

次に、こうした生態系サービス源に対するマクロ的な評価に適する手法としてCVMを含めた表明先行法の利用可能性を検討した。ミクロ的な評価でなく、マクロ的な生態系勘定としての応用可能性を探るため、本章では次の4つの基準を求めた。

- (1)評価手法：対象の評価手法として適切か。非利用価値を含めた評価となっているか。

(2)評価の主体：評価主体（個人、世帯、公共部門全体）が適切に定義されているか。

(3)評価の時間的単位：評価の時間的単位（ワンショット、毎月、毎年）が適切に定義されているか。

(4)評価の空間的単位：評価対象の空間的定義（広さなど）が適切に定義されているか。

これらの条件は、生態系勘定として「量×価値」として評価していくにあたっての、適切な価値データの収集という観点から求められるものである。評価の主体や時間的空間的単位は、価値データを量に乗じるプロセスにおいて非常に重要である。

こうした理論的整理にもとづいて、日本における既存の先行研究について、今年度は森林資源を対象として収集した。日本においても顕示選好法や表明選好法の適用事例が増えつつあることが確認されたが、生態系勘定に応用可能な事例研究はそれほど多くないことが分かった。

こうした環境の経済評価手法のサーベイに基づき、本研究における生態系勘定のフレームワークに必要な森林資源と湿地資源の経済価値評価を念頭に、必要な価値データを提供した。初年度は森林の原単位価値を推定するための社会調査を実施した。その結果、森林 1ha あたり世帯あたり年間約 2,170 円の価値が見出されたが、全体的に東日本のほうが高い評価値となっている傾向が観察された。次に、湿地の原単位経済価値の推定のための社会調査を実施した。CVM の原単位評価については、湿地の現状と機能の確認や重要性の調査など、価値評価のための関連質問をした。その結果、湿地の原単位価値は全国で平均約 2,929 円であり、最高値は 3,552 円（栃木県）、最低値は 2,489 円であった。日本全体で評価額は散らばっており、そのばらつきはかなり大きい（標準偏差 4,116）。全体的に東日本、特に関東地方で比較的高い評価値を示していた。森林および湿地に関する原単位評価の地域別の散らばりは、サブテーマ 1 のメタ分析によって要因を分析される。

次に、各生態系資源のサービス別評価を行った。まず森林については、森林生態系サービスについて図 3 の 6 つを想定した。

図 3 森林の多属性評価における生態系サービスの種類

- |   |            |
|---|------------|
| 1 | 水源涵養機能     |
| 2 | 土砂災害防止機能   |
| 3 | 生態系保全機能    |
| 4 | 木材生産機能     |
| 5 | レクリエーション機能 |
| 6 | 温暖化防止機能    |

コンジョイント分析によって各属性のウェイトは表 3 のような推定結果が得られた。

表 3 森林資源の属性別評価結果

属性		Estimates	Std. err.	Est./s.e.	Prob.
1	水源涵養機能	0.0070	0.0002	28.653	0.000
2	土砂災害防止機能	0.0076	0.0003	30.273	0.000
3	レクリエーション機能	0.0000	0.0002	-0.135	0.892
4	地球温暖化防止機能	0.0067	0.0002	26.676	0.000
5	生態系保全機能	0.0038	0.0002	15.696	0.000
6	木材生産機能	0.0014	0.0003	5.689	0.000
7	1年あたりの負担金(世帯あたり)	-0.1314	0.0013	-103.722	0.000
8	ASC1	-0.7264	0.0134	-54.265	0.000
9	ASC2	-1.6095	0.0177	-90.804	0.000
	LogL	-75406.6			
	N	54744			

この結果は、現時点で森林資源のもつ各属性について、1%の機能増加に対する評価を示している。本研究で構築している生態系勘定フレームワークにおいて、この属性別の評価値を記載することで、どの機能が重視された結果としての原単位評価となっているのかがわかるようになる。ただし、この推定には地域差を反映していないため、最終年度においては地域差を考慮して再推計を行って生態系勘定のフレームワークに導入されている。

## 2.4 便益移転関数の推定による生態系サービス評価に関する研究（サブテーマ1）

サブテーマ1では、生態系勘定として導入すべきデータとしての価値データについて、原単位価値の決定要因をメタ分析によって定量的に明らかにした。初年度は、森林資源の原単位価値を規定する回帰式を求めた。被説明変数はサブテーマ3によって求められた森林1haに対するWTPであり、説明変数は先行研究で採用されている社会経済的属性として世帯所得と、人口構造として性別と年齢を導入し、森林属性として人工率、天然林率、加重平均樹齢を導入した。その結果、いずれも有意な影響を原単位評価に与えていることが示された。そして推定された回帰式を使って、各県別に原単位を推定し、それにサブテーマ4で提供される森林の量的データを乗じることによって、県別の生態系サービスストック源として森林価値を評価した。その結果は図4のように示される。

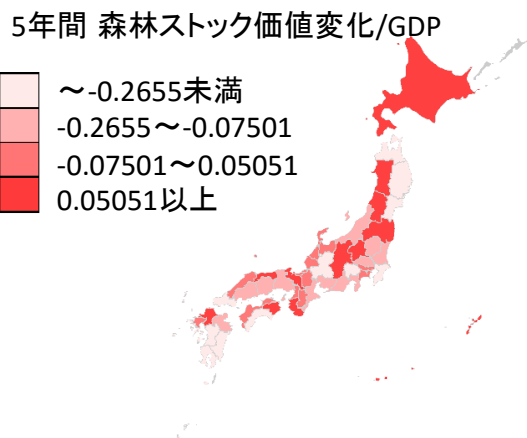


図 4 県内 GDP 比の森林価値変化

本研究結果では、もっとも大きな増加を示した北海道で GDP の 2.4 倍、沖縄県で 1.16 倍、長野県で 0.72 倍、もっとも大きな減少を示した岩手県で-3.23 倍、岐阜県で-1.86 倍、千葉県で-0.86 倍であった。こうしたことから日本において生態系サービス源としての森林は極めて重要であると考えられる。このように持続可能性指標におけるシャドウプライスについて、地域差や森林の質を考えながら見てみると、県によっては無視できないほど森林変化の影響が大きいことがわかる。

また、本研究は環境経済の政策研究の別のプロジェクトとの連携も意識しており、こうした評価値はを新国富指標（Inclusive Wealth Index）に連動させる試みを行った。

次に、湿地資源についても同様のメタ分析を行った。被説明変数は同じくサブテーマ 3 によって求められた湿地 1ha あたりに対する世帯あたり WTP であり、先行研究を参照しながら説明変数として社会経済属性である所得、性別、年齢、地域属性であるアクセスと湿地規模を導入した。その結果、次式の各係数（β）が有意に推定された。

$$\text{WTP}_{\text{Forest}} = \text{Constant} + \beta_1 \cdot \text{Income} + \beta_2 \cdot \text{Woman} + \beta_3 \cdot \text{Age} + \beta_4 \cdot \text{Age}^2 + \beta_5 \cdot \text{Freq} + \beta_6 \cdot \text{Wetland size} + \beta_7 \cdot \text{Wetland size}^2 + \varepsilon$$

この回帰式に基づいて、説明変数に相当する各県別の変数データを内挿することにより、各県別の 1ha 湿地に対する世帯あたり年間価値を算出した（図 4）。

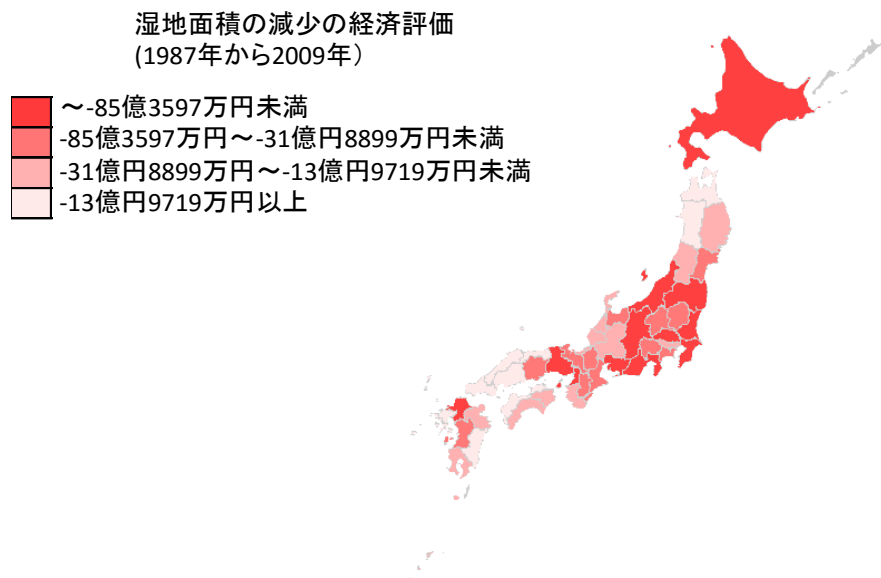


図 4 湿地の価値推定

こうした分析に基づいて、生態系勘定のフレームワークで準備している森林資源と湿地資源について、量的データおよび価値的データを整理し、それぞれ数値の導入を行い、最終年度の成果として提示した日本版生態系勘定に集約された。

### 3. 対外発表等の実施状況

平成 27 年度、28 年度、29 年度につき、次のように対外発表、研究ミーティングを開催した。

#### <ミーティング>

##### 平成 27 年度

- 平成 27 年 7 月 16 日（木）サブテーマ 1、4 打ち合わせ 於：福岡（九州大学）
- 平成 27 年 7 月 27 日（月）サブテーマ 3 打ち合わせ 於：東京（環境省）
- 平成 27 年 8 月 24 日（月）サブテーマ 3 打ち合わせ 於：東京（早稲田大学）
- 平成 27 年 9 月 1 日（火）サブテーマ 2 打ち合わせ 於：東京（農林水産政策研究所）
- 平成 27 年 9 月 18 日（金）サブテーマ 1、3 打ち合わせ 於：京都（京都大学）
- 平成 27 年 9 月 19 日（土）サブテーマ 1、4 打ち合わせ 於：京都（京都大学）
- 平成 27 年 11 月 19 日（木）サブテーマ 1、4 打ち合わせ 於：福岡（九州大学）
- 平成 28 年 1 月 6 日（水）サブテーマ 2 打ち合わせ 於：東京（農林水産政策研究所）
- 平成 28 年 1 月 25 日（月）サブテーマ 1、4 打ち合わせ 於：福岡（九州大学）
- 平成 28 年 1 月 29 日（金）サブテーマ 2 打ち合わせ 於：東京（農林水産政策研究所）
- 平成 28 年 2 月 4 日（木）サブテーマ 1、3 打ち合わせ 於：京都（京都大学）
- 平成 28 年 2 月 24 日（水）サブテーマ 2 打ち合わせ 於：神戸（神戸大学）

##### 平成 28 年度

- 平成 28 年 4 月 6 日（水）サブテーマ 1、4 打ち合わせ 於：福岡（九州大学）
- 平成 28 年 4 月 18 日（月）サブテーマ 1、3 打ち合わせ 於：東京（環境省）
- 平成 28 年 5 月 21 日（木）サブテーマ 4 打ち合わせ 於：福岡（九州大学）
- 平成 28 年 5 月 30 日（月）サブテーマ 2 打ち合わせ 於：東京（農林水産政策研究所）
- 平成 28 年 6 月 1 日（水）サブテーマ 4 打ち合わせ Skype による電話会議
- 平成 28 年 6 月 8 日（水）サブテーマ 2 打ち合わせ 於：東京（農林水産政策研究所）
- 平成 28 年 7 月 14 日（木）サブテーマ 2 打ち合わせ 於：東京（農林水産政策研究所）
- 平成 28 年 8 月 9 日（火）サブテーマ 1 打ち合わせ 於：福岡（九州産業大学）
- 平成 28 年 8 月 17 日（水）サブテーマ 2 打ち合わせ 於：兵庫（神戸大学）
- 平成 28 年 8 月 22 日（月）サブテーマ 1、3 打ち合わせ 於：東京（早稲田大学）
- 平成 28 年 9 月 10 日（月）サブテーマ 1、3 打ち合わせ 於：東京（青山学院大学）
- 平成 28 年 11 月 18 日（金）サブテーマ 4 打ち合わせ 於：福岡（九州大学）
- 平成 28 年 11 月 21 日（月）サブテーマ 1、3 打ち合わせ 於：東京（環境省）
- 平成 28 年 11 月 30 日（水）サブテーマ 1、4 打ち合わせ 於：福岡（九州大学）
- 平成 28 年 12 月 22 日（木）サブテーマ 4 打ち合わせ Skype による電話会議
- 平成 29 年 2 月 8 日（木）サブテーマ 2 打ち合わせ 於：東京（農林水産政策研究所）
- 平成 29 年 3 月 2 日（木）サブテーマ 4 打ち合わせ 於：長崎（長崎大学）
- 平成 29 年 3 月 3 日（金）サブテーマ 4 打ち合わせ 於：福岡（九州大学）

#### 平成 29 年度

- 平成 29 年 4 月 7 日（金）サブテーマ 2 打ち合わせ 於：兵庫（神戸大学）
- 平成 29 年 5 月 17 日（月）サブテーマ 4 打ち合わせ 於：福岡（九州大学）
- 平成 29 年 7 月 12 日（水）サブテーマ 1、3 打ち合わせ 於：東京（環境省）
- 平成 29 年 9 月 8 日（金）サブテーマ 1、2、3、4 打ち合わせ 於：高知（高知工科大学）
- 平成 29 年 10 月 16 日（月）サブテーマ 4 打ち合わせ 於：福岡（九州大学）
- 平成 29 年 11 月 15 日（水）サブテーマ 2 打ち合わせ 於：東京（農林水産政策研究所）
- 平成 29 年 12 月 21 日（水）サブテーマ 2 打ち合わせ 於：北海道（北海道大学）
- 平成 29 年 12 月 26 日（水）サブテーマ 4 打ち合わせ 於：東京（農林水産政策研究所）
- 平成 30 年 1 月 23 日（火）サブテーマ 4 打ち合わせ 於：福岡（九州大学）

#### <書籍>

#### 平成 27 年度

- 亀山康子、馬奈木俊介（編著）『資源を未来につなぐ』岩波書店、2015 年
- 馬奈木俊介（編著）『農林水産の経済学』中央経済社、2015 年

#### 平成 28 年度

- 愛甲哲也・庄子康・栗山浩一〔編〕（2016）『自然保護と利用のアンケート調査 公園管理・野生動物・観光のための社会調査ハンドブック』築地書館。
- バリー・C・フィールド〔著〕，庄子康・柘植隆宏・栗山浩一〔訳〕（2016）『入門 自然資源経済学』日本評論社。
- Managi, S. and K. Kuriyama. Environmental Economics. Routledge, 2016.
- Managi, S. ed (2016), *The Wealth of Nations and Regions*, Routledge
- 馬奈木俊介, 池田真也, 中村寛樹（2016）、『新国富論—新たな経済指標で地方創生（岩波ブレット）』岩波書店。
- 栗山浩一（2017）「農地・森林グリーンインフラの経済評価」グリーンインフラ研究会・日経コンストラクション・三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング編『決定版！グリーンインフラ』日経 BP 社、343-349

#### 平成 29 年度

- 栗山浩一（2017）「農地・森林グリーンインフラの経済評価」グリーンインフラ研究会・日経コンストラクション・三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング編『決定版！グリーンインフラ』日経 BP 社、343-349
- 佐藤真行, 林岳, 蒲谷景, 馬奈木俊介（2017）、「生態系サービスと勘定体系」、馬奈木俊介（編著）『豊かさの価値評価—新国富指標の構築』、中央経済社、pp. 161-174.
- 佐藤真行, 馬奈木俊介（2017）、「森林の価値」、馬奈木俊介（編著）『豊かさの価値評価—新国富指標の構築』、中央経済社、pp. 175-188.

< 論文発表 >

平成 27 年度

- 山口臨太郎、佐藤真行、籠橋一輝、大久保和宣、馬奈木俊介 (2016)、「新しい富の指標計測：持続可能性計測研究の過去と未来」、『環境経済・政策研究』、近刊
- M. Sato, R. Phim and S. Managi (2015), " Sustainability indicators and the shadow price of natural capital", MPRA papers, No.62612, pp.1-23, Munich University.
- Yamaguchi, R., M. Sato and K. Ueta (2016) "Measuring regional wealth and assessing sustainable development: a case study of a disaster-torn region in Japan", Social Indicators Research, forthcoming, DOI: /10.1007/s11205-015-1106-3
- Dasgupta, P., A. Duraiappah, S. Managi, E. Barbier, R. Collins, B. Fraumeni, H. Gundimeda, G. Liu, and K. J. Mumford. 2015. "How to Measure Sustainable Progress", Science 13 (35): 748.
- 玉置哲也、中村寛樹、馬奈木俊介 2015. 環境資源制約下における SDGs のあり方と持続可能性, OECC、2015 年

平成 28 年度

- Sato, M., S. Samreth, and K. Sasaki (2017), "The Impact of Institutional Factors on the Performance of Genuine Savings", International Journal of Sustainable Development & World Ecology (refereed), forthcoming.
- 林岳、佐藤真行 (2016) 「生態系勘定の開発における諸外国の動向と日本の課題」、『環境経済・政策研究』、第 9 巻、第 2 号、pp. 44-47.
- 山口臨太郎、佐藤真行、籠橋一輝、大久保和宣、馬奈木俊介 (2016)、「新しい富の指標計測：持続可能性計測研究の過去と未来」、『環境経済・政策研究』、第 9 巻、第 1 号、pp. 14-27.
- Yamaura, Y., Y. Shoji, Y. Mitsuda, H. Utsugi, T. Tsuge, K. Kuriyama and F. Nakamura (2016), "How many broad-leaved trees are enough in conifer plantations? The economy of land sharing, land sparing, and quantitative targets," Journal of Applied Ecology 53(4): 1117-1126.
- 柘植隆宏・庄子康・愛甲哲也・栗山浩一 (2016) 「ベスト・ワースト・スケーリングによる知床国立公園の魅力の定量評価」『甲南経済学論集』56 号 3-4 巻、59-78。
- Ito, N. and K. Kuriyama (2016) Averting Behaviors of Very Small Radiation Exposure via Food Consumption after the Fukushima Nuclear Power Station Accident. American Journal of Agricultural Economics, forthcoming.
- 栗山浩一 (2016) 「環境経済学で考える 国立公園、世界遺産の環境価値」環境会議、52-57、2016 年 9 月
- 馬奈木俊介、池田真也、中村寛樹 (2016) 「新国富指標 2 位「人的資本」の充実が日本の優位性を支える」、中央公論 130 (5) 62-69.
- Fujii, H. and S. Managi (2016) "An evaluation of inclusive capital stock for urban planning",



Ecosystem Health and Sustainability, vol. 2(10):e01243. 10.1002/ehs2.1243.

- Fujii, H., K. Yoshida, and K. Sugimura (2016), “Research and development strategy in biological technologies: Patent data analysis in Japanese manufacturing firms”, Sustainability, vol. 8(4), 351; doi:10.3390/su8040351.

平成 29 年度

- Sato, M., A. Ushimaru and T. Minamoto (2017), “The Effect of Different Personal Histories on Valuation of Forest Ecosystem Services in Urban Areas: A Case Study of Mt. Rokko, Kobe, Japan”, Urban Forestry & Urban Greening, vol 28, pp.110-117.
- 青島一平、内田圭、丑丸敦史、佐藤真行(2017)「満足度指標を用いた都市緑地の貨幣価値評価」、『環境科学会誌』、第 30 卷, 第 4 号, pp.238-249.
- Fujii, H., Sakakura, Y., Hagiwara, A., Bostock, J., Soyano, K., Matsushita, Y. (2018). Research and development strategy of fisheries technology innovation for sustainable fishery resource management in North East Asia. Sustainability 2018, vol. 10(1), 59; doi:10.3390/su10010059
- Fujii, H., Sato, M., Managi, S. (2017). Decomposition analysis of forest ecosystem services values. Sustainability vol. 9(5), 687; doi:10.3390/su9050687
- Shimada, H., M. Fujino, and K. Kuriyama (2017). Efficiency analysis of thinning based on daily reports of forest operations: the case of Hiyoshi, Japan. Journal of Forest Research, 22(6), 348-353.
- Fujino, M., K. Kuriyama, and K. Yoshida. An Evaluation of the Natural Environment Ecosystem Preservation Policies in Japan. Journal of Forest Economics, 29(Part A), 62-67, 2017.

< 学会発表等 >

平成 27 年度

- Sato, M., R. Phim and S. Managi, “Sustainability indicator and the shadow price of natural capital,” East Asian Association of Environmental and Resource Economists, Academia Sinica, Taipei, August 6, 2015.
- 佐藤真行 「新国富の実証研究」、環境経済・政策学会、於 京都大学、2015 年 9 月 19 日
- 佐藤真行 「日本における都市生態系サービス評価」、日本生態学会、於 仙台国際センター、2016 年 3 月 24 日
- 池田真也、馬奈木俊介、「新国富」指標で測る地域の豊かさと持続可能性の評価：企業と地域への応用、九大発産・学・官—交流促進シーズ発表会、2016 年 2 月

平成 28 年度

- Sato, M., T. Minamoto and A. Ushimaru, “Ecosystem Service Valuation in Urban Area: Case Study of Mt. Rokko, Kobe, Japan”, EAAERE, the 6th Congress of East Asian Association of

- Environmental and Resource Economics, August 9, 2016, Kyushu Sangyo University, Japan
- Samreth, S., M. Sato and R. Yamaguchi, “Interdependent sustainability of resource traders: theory and evidence from panel data”, EAAERE, the 6th Congress of East Asian Association of Environmental and Resource Economics, August 9, 2016, Kyushu Sangyo University, Japan
  - Sato, M., R. Yamaguchi and K. Ueta, “Natural capital after natural disaster: the case of Great Tohoku Earthquake”, EAAERE, the 6th Congress of East Asian Association of Environmental and Resource Economics, August 9, 2016, Kyushu Sangyo University, Japan
  - 青島一平、内田圭、丑丸敦史、佐藤真行、「満足度指標を用いた都市緑地の貨幣価値評価」、環境科学学会、於 東京都市大学、2016年9月8日。最優秀ポスター賞受賞。
  - 佐藤真行、青島一平、金谷遼、「都市における生態系サービスとディスプレイサービス」、環境経済・政策学会、於 青山学院大学、2016年9月11日
  - サムレト・ソワンルン、佐藤真行、山口臨太郎、“Interdependent sustainability of resource traders: theory and evidence from panel data”、環境経済・政策学会、於 青山学院大学、2016年9月11日
  - 青島一平、内田圭、丑丸敦史、田畑智博、佐藤真行、「都市緑地が主観的な緑量や満足度に与える影響の分析」、環境情報科学学会、於 日本大学会館、2016年12月5日
  - 青島一平、内田圭、丑丸敦史、田畑智博、佐藤真行「満足度指標による緑地評価と公共事業としての森林保全」、日本経済政策学会関西支部会、於 関西学院大学、2017年3月11日
  - 青島一平、内田圭、丑丸敦史、佐藤真行「自然環境と満足度～都市の生活と生態系サービス～」、日本生態学会、於 早稲田大学、2017年3月15日
  - 栗山浩一・柘植隆宏「アンケート調査の実施例」環境経済・政策学会 2016年大会『企画セッション アンケート調査でどんな研究ができるか、調査票をどう作成するか』2016年9月11日、青山学院大学青山キャンパス。
  - 栗山浩一・庄子康・柘植隆宏（2016）「世界遺産登録の経済分析：疑似実験アプローチによる評価」『第127回日本森林学会大会・大会講演要旨集』2016年3月29日、神奈川。
  - 庄子康・久保雄広・柘植隆宏・栗山浩一（2016）「登山道補修に関する募金フィールド実験：アンケート調査との比較」『第127回日本森林学会大会・大会講演要旨集』2016年3月29日、神奈川。
  - 久保雄広・庄子康・柘植隆宏・栗山浩一（2016）「登山道補修に関する募金フィールド実験：情報提供が募金行動に与える影響」『第127回日本森林学会大会・大会講演要旨集』2016年3月29日、神奈川。
  - Yamaura, Y., Y. Shoji, Y. Mitsuda, H. Utsugi, T. Tsuge, K. Kuriyama and F. Nakamura (2016) "How many broadleaved trees are enough in conifer plantations? The economy of land sharing, land sparing and quantitative targets", IUFRO Regional Congress for Asia and Oceania 2016: Forests for Sustainable Development, The Role of Research, Session D8-03: Forest biodiversity and resilience under changing environmental conditions, pp. 230, 24-27 October, 2016, Beijing, China.
  - Kubo, T., Shoji, Y., Tsuge, T., Kuriyama, K. Voluntary contributions to maintenance for hiking

trail: Evidence from a natural field experiment in Japan. 実験社会科学カンファレンス、同志社大学、2016年10月29日

- 栗山浩一・柘植隆宏、アンケート調査の実施例、企画セッション『アンケート調査でどんな研究ができるか、調査票をどう作成するか』、環境経済・政策学会2016年大会、9月10-11日、青山学院大学、東京
- 栗山浩一、自然資源管理における市民の視点、林業経済学会春季大会シンポジウム、林業経済学会、2016年3月30日
- 栗山浩一・庄子康・柘植隆宏、世界遺産登録の経済分析-疑似実験アプローチによる評価-、第127回日本森林学会大会、日本大学生物資源科学部、2016年3月29日
- 庄子康・久保雄広・柘植隆宏・栗山浩一、登山道補修に関する募金フィールド実験：アンケート調査との比較、第127回日本森林学会大会、日本大学、2016年3月29日
- 久保雄広・庄子康・柘植隆宏・栗山浩一、登山道補修に関する募金フィールド実験：情報提供が募金行動に与える影響、第127回日本森林学会大会、日本大学、2016年3月29日
- Managi, S. Keynote, Green Future Market in Asia, Green Bond and Environmental Economics Conference, The Hong Kong Polytechnic University, Oct 21-22, 2016.
- Managi, S. Keynote, Energy Sustainability: Post-Fukushima on Technology and Economics, The 2nd Workshop on Frontier Modeling of Energy & Environment, Nanjing, China May 12, 2016
- Managi, S. Role of technology in the changing landscape, The Future of the Electricity Utilities Project, Asian Stakeholder Meeting, 3-4th March 2015, British Consulate, Organized by Chatham House, Hong Kong.
- Managi, S. Renewable Policy in Japan and German: Past, Current and Future, Japanese-German Workshop on Renewable Energies, Hosted by International Superconductivity Technology Center and DLR (German Aerospace Center and University of Stuttgart, Germany), 1-4 March 2016, Tokyo
- Managi, S. How Do We Make Cities More Sustainable?, GROWING CITIES, DIVIDED CITIES? A seminar jointly organised by the British Academy and the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS), Wednesday 27 January 2016, The British Academy, 10-11 Carlton House Terrace, London.
- Managi, S. Resource and Environmental Constraint, “What do we know about the SDGs?”, Beyond MDGs Japan Symposium – The 2030 Agenda for Sustainable Development: Transforming Japan and the World, United Nations University, January 15, 2016.
- Managi, S. Keynote on Plenary Session, Energy Pricing Impacts on Technology, Industry, and Consumers, EPDP Conference 2016 Toward Inclusive and Sustainable Energy Development January 12-13, 2016, New World Makati Hotel, Philippines

平成29年度

- Sato, M. and T. Hayashi, “Ecosystem Service Valuation and Accounting Framework in Japan”, East Asian Association of Environmental and Resource Economics, August 7, 2017, Mandarin Orchard Singapore Hotel, organized by Nanyang Technological University.
- Hayashi, T. and M. Sato "Ecosystem valuation and asset account in Japan", the 23th London Group Meeting held in San Jose, Costa Rica, 18 October 2017
- Aoshima, I., Y. Chang and M. Sato, “Nature connectedness and Willingness to Pay for Urban Ecosystem Services” August 7, 2017, Mandarin Orchard Singapore Hotel, organized by Nanyang Technological University.
- 林岳、佐藤真行「生態系のストック評価と生態系勘定の構築」、環境経済・政策学会、於 高知工科大学、2017年9月10日
- 青島一平、Youngho Chang、佐藤真行「自然とのつながり意識と環境保全政策」、環境科学会、於 北九州国際会議場、2017年9月15日
- 金谷遼、佐藤真行「都市生態系におけるデイスサービス評価」、環境科学会、於 北九州国際会議場、2017年9月15日
- Kuriyama, K., Y. Shoji, and T. Tsuge. The Value of Leisure Time of Weekends and Long Holidays: The Multiple Discrete–Continuous Extreme Value (MDCEV) Choice Model with Triple Constraints, 日本経済学会大会、立命館大学、2017年6月25日

<その他>

平成27年度

- 朝日新聞地方版に取材協力し、「水俣市と九大、地域振興協定」と題する記事が2016年1月27日に掲載された。
- 産経新聞地方版に取材協力し、「九大が水俣市と連携協定」と題する記事が2016年1月26日に掲載された。

平成28年度

- 農林水産政策研究所においてセミナー「生態系サービス評価に関する国内外の動向と展望」を開催した（2016年7月14日）。
- 「週刊エコノミスト」、2016年10月18日号（pp. 50-51）に生態系勘定について掲載された。

#### 4. 平成 29 年度の研究状況状況と成果（詳細）

次ページより詳細を記す。

# 第1章 SEEA-EEA を中心とした生態系勘定の世界的動向と日本における生態系勘定フレームワークの構築

## 1.1 平成29年度の成果

### 1.1.1 生態系勘定表の検討

#### 1.1.1.1 はじめに

欧州委員会（EC）、経済協力開発機構（OECD）、国連（UN）、世界銀行が2013年に共同で作成した『System of Environmental-Economic Accounting 2012 - Experimental Ecosystem Accounting』（『環境経済統合勘定（SEEA）2012—実験的生態系勘定』）は、生態系資産および生態系サービスの体系的な勘定に関する世界初の報告書である。しかしながら、同報告書では具体的な勘定表の作成方法については提示しておらず、また、勘定表の事例も示していない。

これは、SEEA-EEAでは各国がそれぞれの国の事情に合わせて独自に勘定表を作成すべきというスタンスを採っているためである。そのため、日本においてSEEA-EEAをもとに生態系勘定を構築する場合、具体的にどのような勘定表を作成すべきかについて検討する必要がある。平成28年度に、オランダ、スウェーデン、イギリス等、海外の事例及び日本におけるデータ利用可能性を考慮して生態系勘定の検討を行い、日本独自の生態系勘定（生態系資産勘定）のフレームワークを提示した。

本稿では、SEEAとの整合性や使い勝手なども考慮し、平成28年度に試案として作成した生態系資産勘定に対してさらに改良を加え、実際の評価値を計上した成果を報告するとともに、提案した生態系資産勘定の特徴である交換価値、余剰価値双方による評価の導入とそれに付随する課題を議論する。

この後、1.1.2節では、まず平成28年度に提案した生態系資産勘定からどのような修正が加えられたのかを概説する。続いて、1.1.3節では、勘定表への具体的な経済評価額や物量データの数値の計上について解説を加え、数値を計上した生態系資産勘定を提示する。1.1.4節では提示した生態系資産勘定表の政策利用に関して議論し、1.1.5節では生態系資産勘定に残された課題と今後の適用可能性をまとめる。

ここで、本章における用語の定義に関して説明しておく。生態系勘定とは、生態系または生態系サービスに関する様々な物量データや貨幣評価額などを体系的に整理する勘定体系のことを指し、これは生態系に関するストック量を把握する生態系資産勘定と生態系サービスなどのフロー量を把握するフロー勘定の2つに大別される。また、森林や湿地など、具体的な生態系サービスに特化した勘定をそれぞれ森林生態系勘定、湿地生態系勘定、森林資産勘定、湿地資産勘定などと呼ぶ。そして、この生態系勘定の具体的なフレームワークの1つとして、国連等が公表しているものがSEEA-EEAである。したがって、SEEA-EEAは生態系勘定に含まれ、SEEA-EEAの具体的な内容を記述した報告書が『環境経済統合勘定（SEEA）2012—実験的生態系勘定』である。本章では、生態系勘定とSEEA-EEA及びその報告書を明確に区別し、このうち、実験的生態系勘定を「SEEA-EEA」と表し、EUらが公表したSEEA-EEAに関する報告書を「SEEA-EEA報告書」と呼ぶこととする。なお、勘定表とは勘定内で行列形式で表象される具体的な表形式を指すものとする。

## 1.1.2 生態系資産勘定の修正

### 1.1.2.1. SEEA-EEA との整合性の確保

平成 28 年度に提示した生態系資産勘定からの大きな課題として、まず挙げられるのが SEEA との整合性が担保されていない点である。生態系勘定の基本フォーマットとしては、国連等が SEEA-EEA を公表しており、各国ともこれに則った生態系勘定の構築を目指している。平成 28 年度に本研究で提示した勘定表は SEEA-EEA との整合性は考慮されておらず、勘定表と言っても、単にデータを表形式で掲示するのみであった。既に SEEA-EEA に準拠することが国際的な流れとなっていることから、日本における生態系資産勘定に関しても、SEE-EEA に準拠することが求められる可能性が高い。そのため、本研究でも平成 28 年度に提示した生態系資産勘定に対して、SEEA-EEA に準拠する形に修正を施すことにした。

修正の大きなポイントは、SEEA-EEA に合わせる形で改めて勘定表の構造を見直したことである。平成 28 年度までの生態系資産勘定では、行項目に都道府県を並べ、列項目に評価される生態系（森林と湿地）の物量または貨幣データを列挙する形に構成されていた。しかしながら、今回、SEEA-EEA で提案されているフレームワークを導入し、資産勘定としての役割を持たせることにして、大幅な修正を施した。具体的には、行項目は SEEA-EEA 報告書 p.134、表 6.1 の行項目からそのまま引用した（表 1.1）。この表 6.1 は生態系資産勘定の基本的な入力項目を指定するものであり、最上行と最下行にそれぞれ期首ストックと期末ストックを、その間に期中変化を記述する形式になっている。期中変化は増加分と減少分に分けられ、それぞれ増減の要因ごとに細分されている。この中で特に注目されるのは、減少分については、壊滅的喪失という項目が設定されていることである。これは生態系が修復不可能または修復に長い期間を要する場合、これらを独立させて数値を計上し、生態系の劣化の程度を明確にすべきという考え方によるものであると考えられ、SEEA-EEA では生態系資産の増加よりも減少に対してより多くの注意が払われていると理解できる。本研究では、これらの SEEA-EEA の項目をそのまま生態系資産勘定の行項目として採用した。

### 1.1.2.2. 列項目の変更

次に列項目については、基本的に平成 28 年度までの勘定表の項目を踏襲する形としたが、ここでもいくつかの変更を行っている。まず今回生態系として取り上げる森林と湿地で勘定表を完全に分け、森林資産勘定と湿地資産勘定の 2 つを独立させた点である。この大きな理由として、森林と湿地で推計年次が異なることが挙げられる。資産勘定表は原則として期首と期末のストック量と期中の変化量を記述するものであるため、期末と期首の年次は非常に重要な意味を持つ。従来の勘定表は期首と期末をそれぞれ 2000 年頃、2010 年頃といった曖昧に表現しており、実際には期首は森林・湿地ともに 2000 年であるが、期末については、森林が 2012 年、湿地が 2007 年となっていた。仮に従来の勘定表のように生態系ごとに異なる期首と期末を同一の勘定表で示すとなると、生態系ごとに評価期間が異なることになるため、そもそもの勘定表としての役割を果たせない可能性がある。そこで、今回は森林と湿地を別々の勘定表として表現することで、勘定表内の期首と期末が統一されるようにした。さらに、これまで勘定表に計上していた経済評価の原単位は勘定表には計上せず、バックデータとし

ですることとした。これは、行項目を SEEA-EEA に合わせる形で変更し、これら行項目に掲げるでは原単位の数値が計上できなくなったためである。それ以外は、生態系機能別の評価を導入するための列項目として森林、湿地それぞれに具体的な生態系機能の評価額を交換価値と余剰価値双方で計上する項目を追加した。

表 1.1 SEEA-EEA の生態系資産勘定における基本入力

期首ストック
ストック増加
自然的増加
人工的増加
ストック再評価による増加
ストック減少
採取・収穫・伐採による減少
人為的活動による減少
人為的活動による壊滅的喪失
自然現象による壊滅的喪失
ストック再評価による減少
再評価
純変化量
期末ストック

出典：SEEA-EEA報告書p.134 Table6-1を和訳。

### 1.1.2.3. 修正された生態系資産勘定の構造と特徴

以上の修正を施した森林資産勘定と湿地資産勘定は表 1.2 として示されている。森林資産勘定と湿地資産勘定の行列項目の違いは、列項目の生態系機能の属性が異なるほか、森林資産勘定では物量データとして森林面積と森林蓄積量を計上するのに対し、湿地資産勘定では湿地面積のみとなっている点である。その他の項目については森林資産勘定と湿地資産勘定で同一となっている。列項目としては初めに物量データを計上し、その後、交換価値による評価額、続いて余剰価値による評価額といった形式にし、それぞれの評価額が機能別に按分される。このような勘定体系により、生態系資産、具体的には森林と湿地のデータを整理することができる。なお、評価は都道府県別で行われているので、森林資産勘定表、湿地資産勘定表ともに 47 都道府県版と全国版でそれぞれ合計 48 枚ずつが用意される仕組みである。

表のオレンジ色の部分には物量データとして森林資産勘定では森林面積と森林蓄積量が、湿地資産勘定では湿地面積が計上される。その右側の緑色の部分に経済評価額が計上され、濃い緑色は交換価値による評価額が、薄い緑色の部分には余剰価値による評価額がそれぞれ計上される。それぞれの評価額はまず総額が計上され、その右側に生態系機能別の評価が計上される仕組みである。それぞれの物量データ、評価額は 2 つの年次をそれぞれ期首と期末としてそれぞれの年の値が最上行（行 1）、最下行（行 14）に計上され、下から 2 行目の行 13 にはその期間の変化量・額が計上される。行 12 は期間中に評価に用いた単価が変化した場合に、その変化額を計上する再評価の行であるので、物量データでは、概念的に行 12 に計上する数値が存在しない。

本研究で提示した森林資産勘定と湿地資産勘定の特徴としては、以下の 2 点を挙げることができる。第 1 に経済評価額を交換価値と余剰価値の双方で計上している点である。このような異なる 2 つの方法で経済評価を行った結果を別々に計上するのは、それぞれ数値で利用方法が異なるためである。交



換価値による評価は、SEEA や SNA と整合的であり、実際に取引が行われた金額をベースにした評価であるため、客観性が高く需要側と供給側で一致した値となり、会計原則に則した評価が可能となる。一方で交換価値は実際に市場取引が行われる価値の評価に留まるため、例えば調整サービスや文化サービスの供給といった生態系の公共財的な性質を有するサービスの供給機能は評価できないのである。余剰価値による評価はこの正反対で、市場取引がなされない幅広い生態系の価値を評価できる一方、あくまで需要側が考えている評価額であることから、供給側が考えている評価額とは異なる結果となり、市場取引額をベースとしている SNA などの経済計算体系や会計上の考え方とは相容れないのである。このようにそれぞれの評価方法とその結果は一長一短があり、どちらを用いるかはその使用目的に依存する。また、両者は概念的に足し算や引き算ができる数値ではなく、別々に計上する必要がある。第 2 の特徴として、全国版のみならず都道府県別の勘定表となっている点である。これにより都道府県単位で生態系の状態がどのように変化しているのかを把握することができるほか、特に評価額の減少が大きい県や減少率が高い県を特定することができるといったメリットを有する。各国における生態系勘定の作成動向を見ても、地域レベルの勘定表はあくまで少数の特定地域を事例的に取り上げて作成されることが多く、網羅的に国内全ての地域の生態系勘定を揃えている事例は見当たらない。この点は本研究の生態系勘定の大きな特徴と言える。

表 1.2 森林資産勘定と湿地資産勘定

Forest asset account in Japan

Please select coverage area and years

北海道
Forest
2000 to 2007

	Physical value		Exchange value						Monetary value						Surplus value									
	Total	1000m3	Total	Water strage	Landslide prevention	Mitigation of climate change	Conservation of ecosystems	Timber production	Recreation	Total	Water strage	Landslide prevention	Mitigation of climate change	Conservation of ecosystems	Timber production	Recreation	Total	Water strage	Landslide prevention	Mitigation of climate change	Conservation of ecosystems	Timber production	Recreation	
	Hectare	Unit	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY
Opening stock of ecosystem assets	1																							
Addition to stock	2																							
Regeneration - natural	3																							
Regeneration - human activity	4																							
Reclassifications	5																							
Reduction in stock	6																							
Reduction due to extraction and harvest of resources	7																							
Reduction due to ongoing human activity	8																							
Catastrophic losses due to human activity	9																							
Catastrophic losses due to natural events	10																							
Reclassifications	11																							
Revaluation	12																							
Net change in stock	13																							
Closing stock of ecosystem assets	14																							

---: Figures not recorded on this cell conceptually

Source: Based on SEEA-EEA handbook Table 6.1

Wetland asset account in Japan

Please select coverage area and years

北海道
Wetland
2000 to 2010

	Physical value		Exchange value						Monetary value						Surplus value									
	Total	Hectare	Total	Mitigation of climate change	Water purification	Conservation of ecosystems	Recreation	Inland fisheries	Total	Mitigation of climate change	Water purification	Conservation of ecosystems	Recreation	Inland fisheries	Total	Water purification	Conservation of ecosystems	Recreation	Inland fisheries					
	Bil. JPY	Unit	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY					
Opening stock of ecosystem assets	1																							
Addition to stock	2																							
Regeneration - natural	3																							
Regeneration - human activity	4																							
Reclassifications	5																							
Reduction in stock	6																							
Reduction due to extraction and harvest of resources	7																							
Reduction due to ongoing human activity	8																							
Catastrophic losses due to human activity	9																							
Catastrophic losses due to natural events	10																							
Reclassifications	11																							
Revaluation	12																							
Net change in stock	13																							
Closing stock of ecosystem assets	14																							

---: Figures not recorded on this cell conceptually

Source: Based on SEEA-EEA handbook Table 6.1

### 1.1.3 交換価値と余剰価値による評価

#### 1.1.3.1. 本研究における交換価値評価と余剰価値評価の定義

はじめに、本研究における交換価値による評価、余剰価値による評価の定義を明確にしておく。生態系サービスもしくは生態系の機能の評価の方法は(1)実際に市場で取引されている生態系サービスを交換価値で評価する方法、(2)市場で取引されていない生態系サービスを、市場で取引されている別の財の交換価値で評価する方法、(3)CVM やコンジョイント分析などにより余剰価値で評価する方法の3つに大きく分けられる。本研究では(1)のみを交換価値による評価として、残りの2つは交換価値では評価できない価値と定義している。これは、厳密な意味での交換価値による評価のみを交換価値評価とするためであり、本研究で採用した交換価値の評価法である資源レント法との概念と整合させるためである。資源レントとは、直接的に生態系サービスに関連する財・サービスの市場における営業余剰から生態系関連資本への全支出を控除したものであり、これを用いて生態系を経済評価する方法が資源レント法である。Edens and Graveland (2014)は資源レントの計算式を以下のように定義しており、この値は財・サービスの生産における生態系サービスの貢献部分と考えられる。

$$RR = GOS - (Se - Te) - UC$$

$$GOS = Y - IC - W - Tp$$

*RR* : 資源レント、*GOS* 粗営業余剰、*Y* : 生産額、*IC* : 中間消費、

*W* : 賃金・年金、*Tp* : 生産に関する税金、*Se* : 採取に関する補助金、

*Te* : 採取に関する税金、*UC* : 資本のユーザー価値

この資源レント法を用いた評価では、直接的に生態系サービスに関連する財・サービスのみが評価可能となる。海外において資源レント法で評価が行われている事例を見ても、例えば Remme et al.(2015)では、オランダのリンブルグ地方の生態系サービスの価値を評価の中で資源レント法を採用しているが、その評価対象は作物生産、牧草生産、自然ツーリズムといった実際に市場が確立しているサービスに限定されている。このことから、本研究では(1)を交換価値による評価と定義する。

#### 1.1.3.2. 交換価値と余剰価値の概念整理

1.1.2.3 節では、本研究で提示した生態系資産勘定の特徴として、交換価値と余剰価値による経済評価額を併記する形であることを挙げたが、交換価値と余剰価値とは概念的に大きく異なるものである。余剰価値とは、需要者がある財・サービスに対して「どのくらいの金額を支払っても良いか」によって評価される価値であり、一方の交換価値とは需要者と供給者が交渉などを行った結果、両者が合意に至って実際に取引が行われた際の取引額を価値とするものである。例えば、ある人は電車に乗ることで1000円の価値があったと考えても、実際の運賃が200円であれば200円分が取引として計上され、このとき交換価値は200円、そして余剰価値は1000円となる。この場合、1000円という評価額は電車に乗る人(鉄道サービスの需要者)が独断で決めた評価額であるのに対し、200円という運賃は需要者の評価だけでなく、鉄道サービスを供給するのに必要な費用、つまり供給側の評価も考慮して決められる。このように、交換価値は需要者が支払っても良いと考える金額だけでなく、供給者が

受け取りたいと考える金額も考慮されているため、余剰価値よりも交換価値のほうが低くなるのが一般的である。これを基礎的な需要曲線と供給曲線を用いた図の中で示すと図 1.1 のとおりである。需要曲線  $D$  と供給曲線  $S$  があり、均衡価格と均衡取引量がそれぞれ  $P^*$ 、 $Q^*$  で決定されているとする。この場合、オレンジ色の四角形が交換価値となり、その面積は  $P^* \times Q^*$  となる。一方で、需要者が支払っても良いと考える価格はオレンジ色の四角形と青い三角形を合わせた台形部分となる。この結果、余剰価値による評価額のほうが交換価値による評価額よりも必然的に大きくなることになる。

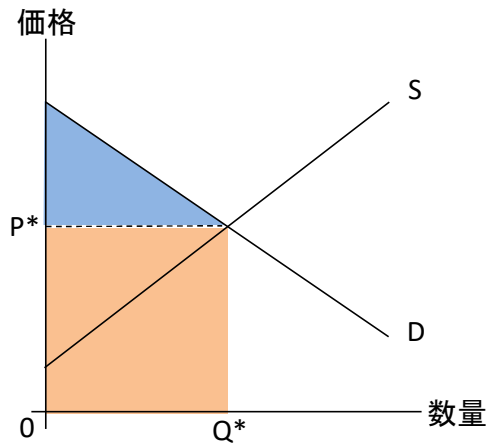


図 1.1 交換価値と剰余価値の概念図

交換価値と剰余価値のもう 1 つの大きな相違点は、交換価値は需要者と供給者の双方が合意した上で行った取引額であることから、ある財に対する需要側と供給側の評価額は一致するのに対して、剰余価値ではそれが一致しない点である。前述の例の通り、鉄道利用者（需要者）が 1000 円の価値ありと評価しても、鉄道会社（供給側）では 1 人を電車に乗せるための追加的費用（限界費用）はこれよりもはるかに小さいはずであり、剰余価値での評価額は供給側と需要側で一致しない。この不一致は貸方と借方で数値の整合性を確保する会計処理上では大きな問題となり、会計上では取扱いができないため、SNA をはじめとする経済計算体系では交換価値による評価額が用いられているのである。

### 1.1.3.3. 交換価値で測れる価値、剰余価値でしか測れない価値

上記の交換価値と剰余価値の概念を生態系の評価に当てはめると、交換価値では生態系がさまざまな生態系サービスを提供する機能のうち、実際に市場取引されるサービスのみが評価可能である。例えば、森林の木材供給機能や湿地の内水面漁業といった主に供給サービスに該当する部分は、実際にその財・サービスが市場で取引されていれば交換価値でも評価可能である。一方で水質浄化や気候緩和といった調整サービスやレクリエーションといった文化サービスについては、生態系サービスが直接的に市場で取引されていないため、これらの生態系サービスを提供する機能を交換価値で評価するのは困難である。このため、これら交換価値では評価できない機能の評価を行うために剰余価値による評価が必要となるのである。前述のとおり、剰余価値では、実際の市場での取引の有無にかかわらず、生態系サービスを必要とする需要者が生態系の機能にどのくらいの価値を見いだしているかによって評価するものであるため、評価できる範囲は交換価値よりも大きくなる。特に生態系サービスにつ

いては、市場で取引されている供給サービスよりも、市場で取引されず公共財的な性質を有する調整サービスや文化サービスの重要性とその価値評価（可視化）が求められており、その意味では余剰価値による評価が不可欠と言える。一方で、企業行動や意思決定の中に生態系の価値を組み込むといった主流化のためには、これまでの企業会計の原則に則して評価を行う必要があり、こちらの観点からは交換価値による評価が求められるのである。このように、それぞれの評価方法にはそれぞれに長所・短所があり、両者は補完関係にある。そのため、本研究で提示した生態系資産勘定でも両方の手法による評価を併記する形とした。

#### 1.1.3.4. 環境勘定の専門家の間での議論

ここでは、交換価値と余剰価値の概念及び生態系勘定を含む環境勘定全般への組み込みに関する国際的な議論の動向を整理しておく。環境勘定の技術的な部分に関する国際的な議論は、ロンドングループ会合と呼ばれる環境勘定の専門家が集まる国際会合において行われており、生態系の経済評価に関する議論もこの中で行われている。2017年のロンドングループ会合は第23回目の会合となり、2017年の10月にコスタリカの首都サンホセにて開催された。今回のロンドングループ会合ではスウェーデン統計局のステインバッハ氏が議長を勤め、コスタリカ、ガテマラ、ブラジル、メキシコ等中南米諸国の他、欧州やアメリカ、カナダ等からおおよそ50人の参加者があった。アジア諸国からは日本の他、韓国、中国、インドネシアの各国が参加していた。

会合2日目のセッションで生態系勘定に関する議論が行われ、3日半の会議日程のうち1日半がこのセッションに費やされた。冒頭、座長のロッキー・ハリス氏が各国での生態系勘定構築に関する取組動向について説明した後、各国の事例紹介があり、本研究のメンバーが日本の事例として、本研究で構築した森林資産勘定と湿地資産勘定とその評価額の推計結果について報告した。その際、交換価値と余剰価値の2つの方法による評価について、2つの評価方法に概念上の大きな違いがあるとは言え、結果に1万倍以上の差が生じるのはどうなのか、という点を論点として提示した。これに対する参加者からの反応としては、(1)余剰価値は交換価値も含めた全てを包含しているので、必然的に大きくなるのではないかと、(2)0円と回答した人の割合を受益者から除いて考えるべきではないかと、という2つの意見が出された。

なお、近年のSEEA-EEA構築に関する国際的な動向としては、SEEA-EEAの構築を進めている各国も未だ物量データの収集や一部地域での経済評価を行っているところが多く、本研究のように全国レベルで経済評価、しかも交換価値と余剰価値の双方を行っている事例は見られない。特に経済評価に関しては、各国の中ではイギリスが最も進んでいるものの、現時点でトラベルコスト法によるレクリエーションの価値評価に留まっており、本研究のように各機能を網羅的に評価するものではない。このようなことから、経済評価の議論は未だ本格的に始まっていない状況で、本研究の成果の報告はそのような中で行われたことから、出席者からは交換価値と余剰価値に関する議論も今後どの国も直面する可能性のある課題として注目されたという印象であった。

#### 1.1.4 生態系資産勘定の政策利用

オランダ・ワーヘニンゲン大のハイン教授は、生態系勘定の用途として、(1)指標推計、(2)重点的対策地域の特定、(3)政策影響評価、(4)モニタリング、(5)ホットスポットの特定の5つを挙げている。こ

これらの政策利用方法のうち、本研究で提案した生態系勘定表を用いることで、まず都道府県単位での生態系資産や生態系サービスの経済的価値の分布を把握することができる。すなわち、生態系サービスの価値を勘定形式に記載することで、どの都道府県でどのような生態系サービスの価値が高いのかがより明示的になり、かつ都道府県間での比較が容易になる。これは政策における基礎情報を提供することができる、ハイン氏が指摘する 5 つの用途の基礎的部分をなす役割とも言える。

さらに具体的には、(1)指標推計、(3)政策影響評価、(4)モニタリングを行うことができる。本研究によって提供される勘定表への数値の導入は第 4 章によって行われるが、その結果を先どって図 1.2 に示される北海道の湿地資産勘定をみると、北海道の湿地面積は 2000 年から 2010 年の 10 年間で約 5700 ha 減少していることが示されている（列 A 参照）。それを反映して湿地の経済評価額も 1600 兆円から 1460 兆円へとほぼ 140 兆円近く減少している（列 I 参照）。しかしこの評価額の減少は単価の低下によるところもあり、その再評価による価値の減少分が 95 兆円となっている（行 13 列 I 参照）。このような分析が各都道府県でできるので、それぞれの県ごとにどのような要因で湿地の評価額が減少しているのかを特定することができ、都道府県ごとの湿地管理に有益な情報を提供することができ、これは(4)のモニタリングへの利用と言える。

Wetland asset account in Japan  
Please select coverage area and years

北海道
Wetland
2000-2010

	Physical value	Surplus value												
		Total	Total	Mitigation of climate change	Water purification	Conservation of ecosystems	Recreation	Inland fisheries						
									Unit					
									Hectare	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY	Bil. JPY
A	I	J	K	L	M	N								
Opening stock of ecosystem assets	1	186,182	1,600,548	381,465	371,717	466,375	226,670	154,322						
Addition to stock	2													
Regeneration - natural	3													
Regeneration - human activity	4													
Reclassifications	5													
Reduction in stock	6													
Reduction due to extraction and harvest of resources	7													
Reduction due to ongoing human activity	8													
Catastrophic losses due to human activity	9													
Catastrophic losses due to natural events	10													
Reclassifications	11													
Revaluation	12	--	-95,033	-22,650	-22,071	-27,691	-13,459	-9,163						
Net change in stock	13	-5,765	-141,648	-33,760	-32,897	-41,274	-20,060	-13,657						
Closing stock of ecosystem assets	14	180,417	1,458,900	347,705	338,820	425,101	206,609	140,664						

--: Figures not recorded on this cell conceptually  
Source: Based on SEEA-EEA handbook Table 6.1

図 1.2 湿地資産勘定表（北海道）

また、(1)指標推計の例としては、各都道府県の湿地の評価額/県内 GDP などを推計することができる。表 1.3 には各都道府県における湿地評価額の変化とそれが県内 GDP に占める割合を示している。これを見ると、2000 年から 2010 年の 10 年間に全国では GDP の 1.41 倍の価値が失われている。さらに都道府県別で見ると、都道府県ごとに大きな差があり、北海道では GDP の 8 倍近い価値が失われたことになる。このように生態系の喪失をその価値の減少分で表すことにより、生態系の可視化を行うことができ、これまでの面積などの物量による湿地減少の示し方とは異なった側面からの情報を提供することができる。

表 1.3 各都道府県の湿地の価値変化と県内 GDP

	湿地面積変化 (2000-2010)	湿地価値変 化 (2000-2010)	県内GDP (2012年)	GDPに占める価値 変化額の割合
	ha	億円	億円	比率
<b>0 全国</b>	<b>-100,311</b>	<b>-7,048,416</b>	<b>5,001,582</b>	<b>-1.41</b>
1 北海道	-5,765	-1,416,480	181,241	-7.82
2 青森県	-412	-27,946	44,722	-0.62
3 岩手県	-1,353	-38,058	43,812	-0.87
4 宮城県	-324	-54,413	83,564	-0.65
5 秋田県	1,045	-6,350	35,017	-0.18
6 山形県	-2,267	-47,932	36,896	-1.30
7 福島県	-5,415	-211,884	68,070	-3.11
8 茨城県	-2,925	-222,273	116,420	-1.91
9 栃木県	-2,289	-106,452	77,379	-1.38
10 群馬県	-1,775	-72,149	75,637	-0.95
11 埼玉県	-4,503	-601,988	203,740	-2.95
12 千葉県	-4,416	-531,476	191,323	-2.78
13 東京都	218	-66,990	919,089	-0.07
14 神奈川県	-1,000	-204,645	302,578	-0.68
15 新潟県	-4,337	-188,472	86,874	-2.17
16 富山県	-4,570	-81,316	43,840	-1.85
17 石川県	-2,208	-45,479	44,265	-1.03
18 福井県	-1,569	-20,099	30,898	-0.65
19 山梨県	-2,934	-44,722	31,383	-1.43
20 長野県	-4,736	-174,385	76,863	-2.27
21 岐阜県	-2,226	-101,154	71,362	-1.42
22 静岡県	-6,340	-436,627	154,853	-2.82
23 愛知県	-6,147	-833,283	343,592	-2.43
24 三重県	-4,596	-148,471	73,483	-2.02
25 滋賀県	-3,186	-90,356	57,695	-1.57
26 京都府	-1,262	-58,984	98,470	-0.60
27 大阪府	-606	-147,639	368,430	-0.40
28 兵庫県	-2,803	-329,322	182,732	-1.80
29 奈良県	-3,091	-72,643	34,992	-2.08
30 和歌山県	-2,478	-41,472	35,727	-1.16
31 鳥取県	-347	-6,121	17,482	-0.35
32 島根県	-6	-11,054	23,420	-0.47
33 岡山県	-2,086	-82,514	70,646	-1.17
34 広島県	-818	-52,456	108,536	-0.48
35 山口県	-528	-15,842	56,930	-0.28
36 徳島県	-1,667	-27,317	28,389	-0.96
37 香川県	-829	-15,503	37,635	-0.41
38 愛媛県	-640	-19,746	47,161	-0.42
39 高知県	-1,371	-22,607	21,604	-1.05
40 福岡県	-2,095	-202,903	179,122	-1.13
41 佐賀県	401	1,400	26,445	0.05
42 長崎県	-331	-7,218	44,034	-0.16
43 熊本県	-2,130	-64,876	56,395	-1.15
44 大分県	-1,272	-29,634	41,988	-0.71
45 宮崎県	-1,500	-34,349	35,310	-0.97
46 鹿児島県	-1,560	-44,529	53,472	-0.83
47 沖縄県	738	10,310	38,066	0.27

さらに、(3)の政策影響評価への勘定表の利用としては、例えば、何らかの湿地保全の対策により湿

地面積が増加した場合、これは湿地資産勘定表の中に面積増加として計上され、その変化分が上記の指標などに現れる。このことにより、湿地保全対策がどのくらいの価値を保全することができたのか、また GDP に対する比率をどのくらい改善させることができたのかを明らかにすることで、その対策の効果をより明確に示すことができる。

### 1.1.5 生態系勘定の今後の課題と適用可能性の拡大

以上、説明してきた生態資産勘定であるが、いくつかの限界もあり、今後の課題として残されている。第 1 に、本研究で構築した生態系勘定でも全てのセルに数値が計上できていない点である。上記図 1.2 に示されるとおり、生態系資産勘定では森林や湿地の量的・価値的变化の要因を資産の増加と減少、さらには人的・自然的要因に分解して計上される。しかしながら、本研究の生態系資産勘定では、データ制約上、変化の要因についての解明はできていない。第 2 に、全ての生態系勘定が未だ揃っていないことである。SEEA-EEA 報告書によると、生態系勘定には本研究で構築した資産勘定の他に、生態系に関するフローを把握するフロー勘定などもある。これら生態系勘定において生態系に関するフローを把握することができれば、生態系勘定をより詳細な分析や政策利用にも活用することができる。ただし、これらの限界を克服するためには、より詳細なデータを収集する必要があり、統計データからの分析のみでは対応できず、例えば森林簿や航空写真などを利用し、地理情報システム (GIS) などを用いた分析が必要となる。この点については本研究で残された今後の課題である。

これらの課題に取り組むことで、生態系勘定の適用可能性も広がり、例えば地域レベルではモニタリングやホットスポットの特定にも利用できるほか、国レベルでは持続可能な開発目標 (SDGs) に対する具体的な指標を新たに設定することもできる。具体的には、我が国の SDGs 実施方針 (外務省、2016) を見ると、生態系関連の目標として、生物多様性保全などが挙げられており、この達成度の評価尺度としていくつかの指標が提示されているが、これらはどれも保全地域面積や絶滅危惧種数など物量データを中心とするもので、社会経済的な指標は皆無である。ここに新たな目標やその評価尺度として、生態系勘定から得られた指標を組み込むこともできると考える。

### 1.1.6 まとめ

本稿では、SEEA との整合性や使い勝手なども考慮も考慮し平成 27 年度に試案した生態系資産勘定に対してさらに改良を加え、実際の評価値を計上した成果を報告するとともに、提案した生態系資産勘定の特徴である交換価値、余剰価値双方による評価の導入とそれに付随する課題を議論してきた。

昨年度提案した生態系資産勘定は計上すべきデータからそのフレームワークを構築してきたが、今年度はそれを SEEA-EEA にも準拠する形に修正して国際的にも通用する形に修正した。さらに森林と湿地を対象に、生態系資産勘定に具体的な数値を計上し、それがどのような政策に利用可能かを検討してきた。湿地資産勘定の事例では、1つの指標として、県内 GDP に占める湿地の評価額減少分という指標を掲げ、これを用いた評価では、2000 年から 2010 年にかけて全国で GDP の約 1.4 倍の湿地の価値が失われたことを明らかにした。このような指標を推計することで、失われる湿地の価値を可視化することができる。

本研究で提示した生態系資産勘定は生態系勘定全体の一部であり、さらに生態系に関するフローを把握するための勘定表を構築することで、より多くの情報を提供することができ、その適用可能性も



拡大する。生態系勘定全体の整備については今後の課題としたい。

## 1.2 3年間の研究を通じて得られた成果

### 1.2.1 実験的生態系勘定（SEEA-EEA）について

欧州委員会（EC）、経済協力開発機構（OECD）、国連（UN）、世界銀行が2013年に共同で作成した SEEA-EEA 報告書は、生態系資産および生態系サービスの体系的な勘定に関する世界初の報告書である。本編は以下の6章から構成されている。

1. はじめに
2. 生態系勘定の原則
3. 物量単位での生態系サービスの勘定
4. 物量単位での生態系資産の勘定
5. 生態系サービスと生態系資産の価値評価に関するアプローチ
6. 貨幣単位での生態系の勘定

SEEA-EEA 報告書では、「生態系資産」と「生態系サービス」について「物量」と「貨幣」の双方で勘定を作成していくことが目指されている。ここでは、同文書の第1章を除く各章について詳細にレビューを行い、その技術的な課題など、我が国で生態系勘定を作成する上で重要な事項を整理していく。以下、「生態系勘定の概念枠組と基本単位」、「生態系資産」、「生態系サービス」、「生態系勘定の作成に関する課題」としてまとめる。

なお、SEEA-EEA は2012年に国連で採択された SEEA セントラル・フレームワーク（SEEA-CF）と密接な関係を持つ。SEEA-CF は、①環境と経済の間の物理的フロー、②環境資産のストックとその変化、③環境に関連する経済活動と取引の3つの測定領域から構成されるが、SEEA-EEA はさらに以下のような新たな視点を追加する。

- 物理的・貨幣的に測定するフローの種類を拡大させる。SEEA-CF の焦点は環境から経済への投入と経済から環境への残差のフローであり、これらの多くは生態系勘定においても物理的フローの一部として含まれているが、さらに調整サービスや文化サービスの測定にまで対象を拡大する。
- 環境資産を SEEA-CF とは異なる視点で捉える。SEEA-CF で注目する環境資産は個別の資源（木材、水、鉱物、土地など）であるが、SEEA-EEA では環境資産を生態系の観点から捉え、個別の資源も含む種々の要素が機能単位として働いている状態を考える。SEEA-CF の観点からは、海水の量や大気量などは意味をなさないため、海洋や大気圏を測定対象から除外するが、生態系勘定ではこれを含む。
- 生態系サービス市場の創設など、生態系の管理に関する近年の経済手法を扱うための適切な勘定についても議論する。ただし、SEEA-CF は生態系の保護や復元を含むすべての環境に関する経済活動をスコープとして持つため、基本的には SEEA-EEA において追加的なスコープの

対象となる取引はない。

### 1.2.1.1 SEEA-EEA の概念枠組と基本単位

#### (1) SEEA-EEA の概念枠組

SEEA-EEA の概念枠組で重要な視点は、ストックとフローとの関係である (図 1.3)。まず、生態系勘定はストックとして「生態系資産」を定義する。これは、土地被覆や生物多様性、土壌、標高、気候など、生態系の働きや場所を表す空間領域であるとされる。生態系資産には、生態系内および生態系間で物質等を移動・交換させる生態学的なプロセスが内在している。このような生態系の特徴と生態系プロセスから生じるフローのうち、経済活動やその他の活動を通して人々が利用するものが「生態系サービス」と定義される。生態系サービスには、木材資源など環境から経済への投入のフローや、排出や廃棄物など経済活動からの環境へのフローが含まれる。

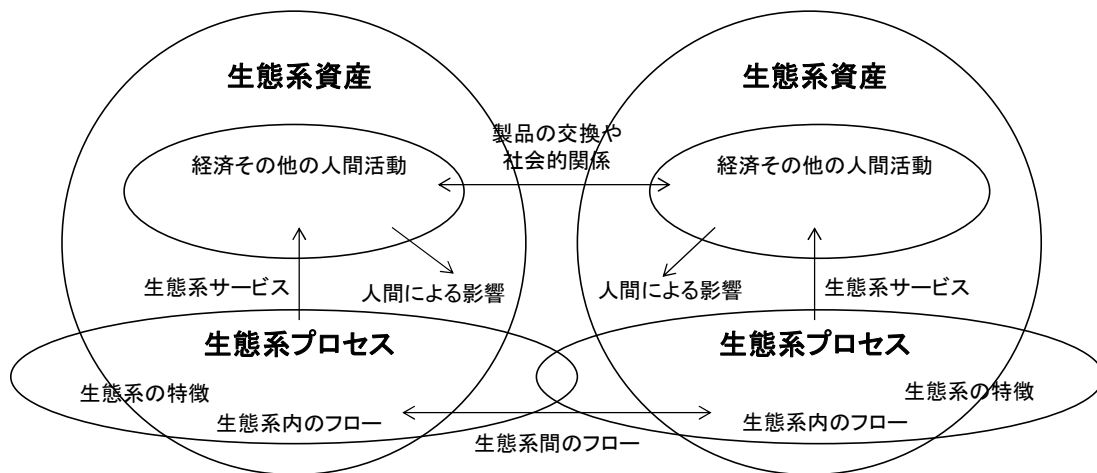


図 1.3 生態系ストックとフローの基本モデル

ここで、SEEA-EEA のスコープが述べられており、SEEA-EEA では以下の 2 つに注目するとされる。

1. 生態系と人間活動との関係の理解を深めるための生態系サービスのフロー
2. 将来的に生態系サービスを生み出す能力の変化の理解を深めるための生態系資産のストックとその変化

これはすなわち、生態系プロセス自体や生態系内および生態系間でのフローの変化については明示的には扱わないということの意味する。それは、これらが直接的には人々の便益とならないからであるが、一方でこのような生態系プロセスは生態系サービスを生成するための機能やレジリエンスを支えるものであるため、生態系資産において考慮することが必要となる。

## (2) SEEA-EEA の統計単位

統計単位とは、どのような情報が模索され、どのような統計が最終的にまとめられるかということの基準である。生態系勘定の統計単位は空間領域であり、これらについて情報が収集され、統計が作成される。データを収集、統合、分析するために用いられる異なるスケールと手法を調整するため、生態系勘定では以下の 3 つの単位を提案する（図 1.4）。

- 基本的空間単位（BSU）：小さな空間領域。たとえば 1km<sup>2</sup> のメッシュや土地台帳に示された土地の一区画など。設定された BSU には、土地被覆に関する情報に加え、土壌や標高、気候、生息種とその豊富さなど生態系の特徴を追加する。土地所有者など経済単位に関する情報も、可能であれば各 BSU に帰属されるべきである。
- 土地被覆・生態系機能単位（LCEU）：土地被覆、水資源、気候、標高、土壌などに基づいて分類されるいわゆる生態系。LCEU は BSU に分解され得るし、また BSU は LCEU を形成するように集約され得る。
- 生態系勘定単位（EAU）：将来に亘り変化を理解し、管理していきたい比較的大きな領域。その設定範囲は分析目的に拠るため、行政界や環境管理領域、流域などの自然特性を考慮するべきである。

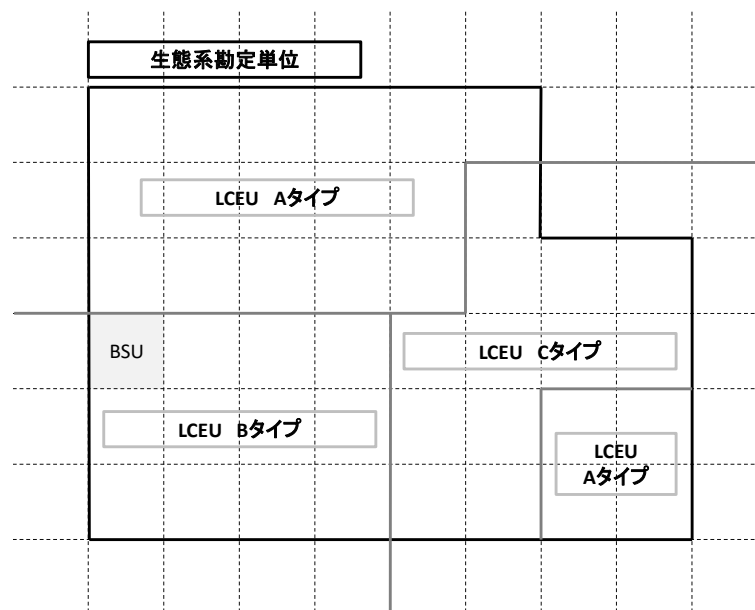


図 1.4 生態系勘定の統計単位

空間単位と経済単位と連携は重要な課題となる。理想的には、単に BSU に経済情報を追加するというだけでなく、むしろ BSU や LCEU の設定プロセスにおいて、土地利用や土地所有権などの経済情報を活用すべきである。このような空間経済情報を付加することで、生態系サービスの供給者や受益者に関する空間的關係を理解することの一助となる。

国家レベルで生態系の勘定を作成する際には、地理的なスコープを明確にすることが必要である。海域までスコープを広げる場合には、排他的経済水域（EEZ）まで拡大することが妥当であろう。ま

た、大気圏の境界は、生態系勘定で用いられる陸域と海域の境界に一致すべきである。

### 1.2.1.2 生態系資産

#### (1) 生態系資産の概要

生態系資産は生態系の「状態」と「規模」という視点から考えられる。生態系の状態は生態系資産の特徴の量的・質的側面に関連するものであり、たとえば水、土、炭素、植生、生物多様性などがその指標として考えられる。一方、生態系の規模は一般的に地表面積で測定されるものであり、生態系資産の中に異なる土地被覆がある場合には生態系の範囲は異なるタイプの土地被覆の割合を反映したものとなる。

また、生態系資産は生態系サービスを生み出す「能力」という視点からも捉えられる。すなわち、生態系資産は将来的な生態系サービスの期待フローを示唆する。たとえば、現在の森林蓄積はそれ自体が将来的な木材資源となり得るし、さらに成長により新たな木材資源を生み出すことができる。ここで重要な視点は資源採取と再生産の速度であり、将来の期待フローを考える際には現在の利用パターンが将来も続くなどの仮定が必要となる。

総じて、生態系の状態と規模、そして能力の間には非線形であり、さらに時間とともに変化する。たとえば、生態系は現在の状態を保つように一定の回復力を内在しているが、攪乱がある閾値を超えた場合にはレジームシフトを起こし、異なる状態へと移行するということがある。この複雑性のために、生態系の状態および範囲と将来の生態系サービスの期待フローの間には関係の理解は未だ不完全であり、生態系勘定において片方の観点だけで生態系資産の包括的な評価ができると言えない以上、これら2つの視点を統合するように研究を進めていくことが必要となる。

#### (2) 生態系資産の物量勘定

生態系資産表では、生態系の状態と規模（表 1.4）、そして将来的な「生態系サービスの期待フロー」について扱う（表 1.5）。生態系の状態の測定については、まず、植生や生物多様性、土壌、水、炭素などの主要な特徴と、それを表す指標を選ぶ必要がある<sup>1</sup>。具体的な測定項目としては、葉面積指数（LAI）、種の豊富さ、土壌肥沃度、河川流量、一次生産量などが考えられるが、ひとつの特徴や指標を以て生態系資産だとすることはできない。生態系の範囲については、LCEU 毎の面積とともに、その生態系の位置や連続性についても測定できることが望ましい。

---

<sup>1</sup> これはあくまでも一例であり、理想的には生態系の機能やレジリエンス、統合性に影響を与えるような要素についても含めるとよい。

表 1.4 生態系の状態と範囲の測定

	生態系の範囲	生態系の状態の特徴				
		植生	生物多様性	土	水	炭素
	面積 (割合)	指標 (LAI、バイオマス指数)	指標 (種の豊富さ、相対的豊富度)	指標 (土壌の肥沃度、土壌炭素、土壌水分)	指標 (河川流量、水質、魚種)	指標 (純炭素バランス、一次生産)
森林被覆						
農地						
都市						
開放湿地						

表 1.5 生態系サービスの期待フロー

生態系サービスのタイプ	LCEU タイプ				
	森林被覆	農地*	都市	開放湿地	...
供給サービス					
調整サービス					
文化サービス					

将来的な生態系サービスの期待フローについても構造は同様であり、LCEU 毎にそれぞれのサービスを測定することが求められる。上述のように期待フローについては現在の利用パターンが重要な役割を果たし、現在の利用が生態系の持続的な生産能力を上回る場合には、完全に利用し切るまでの年数を想定して期待フローを算定する必要がある。一方、持続的な利用がなされている場合には、将来の期待フローが無限大となるため、標準的な資産の耐用年数（たとえば 25 年間など）を用いて算定するか、または、年間あたりの期待フローとして算定することとなる<sup>2</sup>。

生態系勘定のひとつの目的は変化を把握することであり、生態系の状態や規模の変化を捉えるために参照点を設定する必要がある。設定方法には 2 つのアプローチがあり、ひとつは勘定期間の期首を用いること（表 1.6）、もうひとつは人間の介入以前の状態や規模を用いることである。このような参照点を設定することで、多様性の高低に関わらず、その生態系の状態を評価できる<sup>3</sup>。ただし、生態系には崩壊をもたらす閾値があり、とりわけ人為的な影響が強い地域では、このような変化ではなく現在の状態のほうが重要であることもある。

<sup>2</sup> このように将来の利用パターンを用いることで、生態系勘定をシナリオ分析に応用することもできる。

<sup>3</sup> たとえば、熱帯林とツンドラを比較し、多様性が高い熱帯林のほうが状態がよいという評価にならないようにしようとするものである。

表 1.6 生態系の状態の変化

		生態系の状態の特徴				
		植生	生物多様性	土	水	炭素
		指標 (LAI、バイオマス指数)	指標 (種の豊富さ、相対的豊富度)	指標 (土壌の肥沃度、土壌炭素、土壌水分)	指標 (河川流量、水質、魚種)	指標 (純炭素バランス、一次生産)
期首の状態						
状態の向上						
	自然再生による向上					
	人間活動による向上					
状態の劣化						
	資源採取による劣化					
	人間活動による劣化					
	人間活動による壊滅的損失					
	自然災害による壊滅的損失					
期末の状態						

生態系の多様性や不均一性を考えると、生態系資産勘定は GIS ベースで作成する必要がある。これには、SEEA-CF の基礎資源勘定としての土地勘定や炭素勘定、水資源勘定、土壌・栄養勘定、森林勘定、生物多様性勘定が有用な役割を果たす。これらは期首と期末のストックとその変化に関する情報を有している。ただし、これらの基礎資源勘定は飽くまで生態系の特徴を評価するための一部として考えられるべきである。

### (3) 生態系資産の貨幣勘定

多様なサービスを提供し、自己復元機能を持つ生態系に対し、建築物や機械などの資産評価のために開発された手法は適切ではないであろう。このような観測可能な資産価格がない場合には、次のどちらかのアプローチを用いて価格の推定を行う。ひとつは既存の資産価値が新たな資産の入手価格と同等とみなす再調達原価アプローチであり、もうひとつは将来の資産から得られる便益を評価に用いる現在価値アプローチである。現在価値アプローチでは、将来の生態系サービスの期待フローを価値評価し、割り引いたものを合算することで生態系資産の価値を評価する。ここでの課題としては、将来の利用パターンの想定や生態系資産と生態系サービスとの関係の明確化、割引率の設定などが挙げられる。

### 1.2.1.3 生態系サービス

#### (1) 生態系サービスの概要

上述のように、SEEA-EEA では生態系サービスは経済その他の人間活動で使用される便益に対する生態系の貢献と定義され、生態系プロセスに関連する生態系内および生態系間でのフローは除外される。便益については、SNA における測定との一貫性を保つために、以下のような「SNA 便益」と「非 SNA 便益」に区別して考えられる。

- SNA 便益：食料や水、住居、レクリエーションなど経済主体により生産された製品やサービスから得られる便益。自家作物や水汲みなどの自家消費のために生産された財も含まれるが、食事の準備や子供の養育など自家消費のためのサービスについては除外される。また、生態系サービスが「貢献」として定義されることは、生態系サービスが便益の提供のために投入されたものの一部であることを示している。たとえば、作物という便益は、生態系による花粉媒介や土壌からの栄養供給と労働力やインフラなどの人的投入の組合せによる共同生産であると考えられ、SNA 便益に含まれる<sup>4</sup> (図 1.5)。この点で、生産方法の変化は生態系勘定のひとつの重要な視点である。

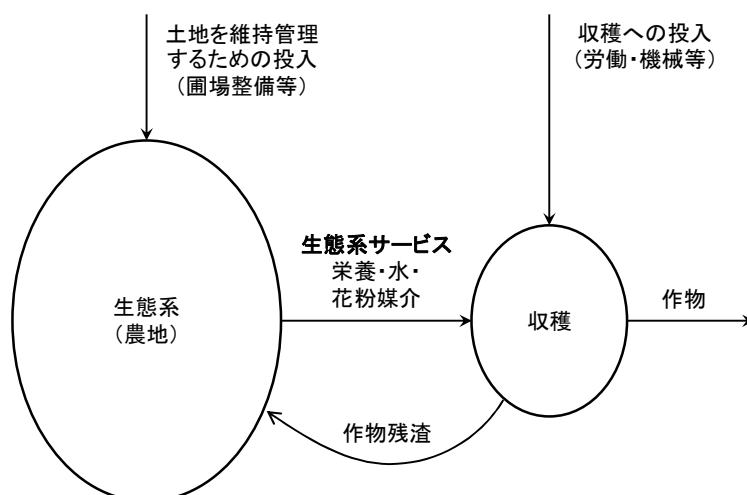


図 1.5 - 作物生産の模式図

- 非 SNA 便益：経済主体により生産されていないが、きれいな空気など個人に帰属する便益。その生産に人的投入がなされることはあまりなく、それゆえ生態系サービスとそれに関連する便益は、事実上、等しくなる（たとえば樹木やその他の植物による空気の浄化という生態系サービスが提供するきれいな空気の便益など）(図 1.6)。慣例により、SEEA-EEA の目的に対する非 SNA 便益の測定対象は、人間の福利に直接的に関係のある生態系サービスのフローに限られる。

<sup>4</sup> このアプローチは、従来のミレニアム生態系評価 (MA) や生物多様性と TEEB で採用されてきたような生産物そのものを生態系サービスと捉えるアプローチとは異なる。

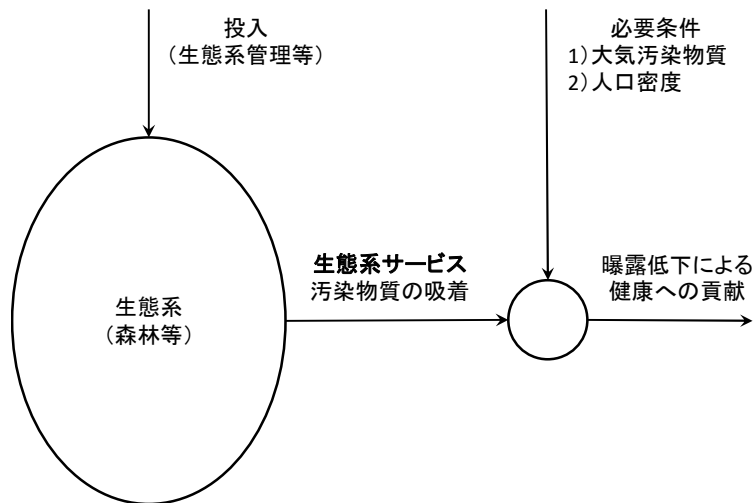


図 1.6 大気浄化の模式図

生態系サービスは環境からの完全なフロー群を表すものではない。生態系サービスに含まれない環境フローは「非生物的サービス」として捉えられ、太陽エネルギーや鉱物資源、風や波の動き、さらに空間などがこれに含まれる（図 1.7）。また、生態系サービスには害虫や病気などのいわゆるディスサービスは明示的には含まれない<sup>5</sup>。これらは供給サービスのフローの減少などとしてある程度は反映されるであろう。

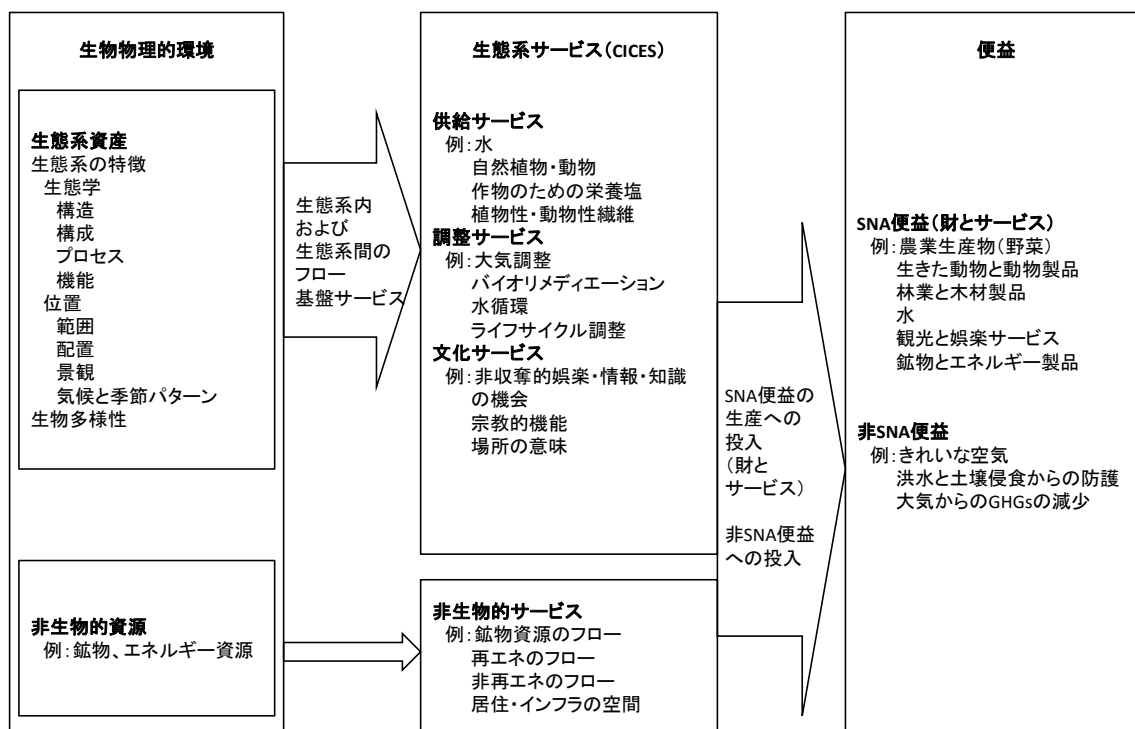


図 1.7 生態系サービスと環境フロー

<sup>5</sup> これらのディスサービスにより恩恵を受けている産業があることも忘れてはならない（たとえば殺虫剤の生産者など）。



定義上、受益者のいない生態系サービスというものはあり得ない。そのため、受益者の位置を把握するように努める必要がある。これは、人口の増加が生態系サービスの量に与える影響を測定するためにも欠かせないものである。ただし、生態系サービスの受益者は必ずしも生産地と同じ場所にいるとは限らないため（たとえば上流域の生態系サービスの恩恵を受ける下流域の都市住民）、生態系勘定では生態系サービスの生産地と利用地を区別し、異なる地域での交換については輸出入として記録しておくことが有用であると考えられる。

生態系サービスは相互に関連していることも言及しておく必要がある。生態系サービスは並行して生み出され、他の生態系サービスにより高められる可能性がある一方、他のサービスと競合する可能性もある。たとえば、木材の供給サービスと空気の浄化の調整サービスは森林生態系内で競合する一方、空気の浄化と炭素の固定は並行して行われる。

## (2) 生態系サービスの物量勘定

生態系サービスの物量勘定の目的は、サービスのタイプ毎、生態系資産毎、経済主体毎に生態系サービスのフローの情報を整理することである。その第一段階として、LCEU 毎に情報を整理することが最も有用であろう（表 1.7）。これは生態系サービスがひとつの BSU より大きな空間領域においても生み出される傾向があるためである。なお、生態系サービスは LCEU やその利用パターンに応じて異なり、同一の物量単位を用いて測定されているわけではないため、生態系サービスの合計は示されない。

表 1.7 生態系サービスの物理的フロー

生態系サービスのタイプ	LCEU タイプ				
	森林被覆	農地	都市	開放湿地	...
供給サービス	木材 (t)	小麦 (t)			
調整サービス	CO2 固定量/排出量 (t-CO2)	CO2 固定量/排出量 (t-CO2)	CO2 固定量/排出量 (t-CO2)	全リン吸収量 (t)	
文化サービス	観光者数/ ハイカー数		公園面積 (ha)	カモの 生息面積 (ha)	

上述のようにひとつの生態系サービスの総生産量は総利用量と同一であるが、この生産と利用が必ずしも同一の EAU で行われるとは限らない（たとえば海外との輸出入）。そのため、EAU 内で利用されたものと EAU 外で利用されたものを区別して記録しておくことが望ましい。また、生産や利用の経済主体についても、土地所有権や管理権などを基に区別して記録しておくべきである（表 1.8）。このような経済主体別の表は、標準的な経済勘定と直接的に比較することが可能であり 7、企業による生態系サービスの利用と中間投入や最終生産物との比較や、家計による生態系サービスの利用と家計の最終消費支出との比較などができるであろう。

表 1.8 生態系サービスの生産と利用の経済主体

	生態系サービスの生産					生態系サービスの利用				
	企業	家計	政府	海外	合計	企業	家計	政府	海外	合計
供給サービス										
調整サービス										
文化サービス										

国レベルで生態系勘定を試行する場合には、評価する生態系サービスの優先順位を検討すべきである。その観点としては、環境的な問題の大きさや政策の状況、データや手法の利用可能性などが挙げられるであろう。一般に、最も測定が容易なものは供給サービスであるが、これまで測定されていない調整サービスや文化サービスにまで対象を広げて情報を整理することに生態系勘定の意義があることを念頭に置く必要がある。以下に、それぞれの生態系サービスの測定の課題を述べる。

- 供給サービス：生態系の貢献分を評価するためには様々な追加情報が必要。
- 調整サービス：調整されるべきものとそれにより便益を受ける人がいることが条件（たとえば大気汚染物質と近隣住民の存在）。
- 文化サービス：レクリエーションのように直接的でない精神的・文化的なサービスについては、その生態系と関わる人数とその生態系の質の関数として評価する必要。

### (3) 生態系サービスの貨幣勘定

価値評価のアプローチとしては、余剰価値と交換価値の2つがある。前者は社会全体の費用便益の変化を評価するものであり、後者は市場が存在した場合に交換から得られる価値を評価するものである。政策の効果に関心がある費用便益分析では主に余剰価値アプローチが用いられるが、標準的なSNAとの整合性を重視する生態系勘定では交換価値アプローチを用いることが妥当であると考えられる。

生態系サービスの価値評価を実施するためには、サービスがどのように便益に繋がるか、これらの便益が経済活動とどのような関係を持つかを理解する必要がある。供給サービスのようにSNAに計上されている生産物の価値に繋がるような場合には、生態系サービスを直接評価するよりも、市場価格における生態系の貢献分に注目することがよいであろう。一方で、調整サービスのように市場価格が観測されない場合には、消費者や特定の生産者の限界支払意思額を明らかにする必要がある。しかし、これらに適した方法は主に余剰価値アプローチであり、交換価値アプローチのSNAと必ずしも整合的でない。この点、代替費用法が検討に値するであろう<sup>6</sup>。他方、精神的価値や情報・知識のような文化サービスについては交換価値の評価は極めて困難である。

<sup>6</sup> 代替材が確かに同じサービスを提供し、それが最も安価なものであり、そしてもし生態系サービスが失われたならば社会がそれを選択するであろうと考えられる場合に用いることができるとされる。

#### 1.2.1.4 SEEA-EEA の作成に関する課題

SEEA-EEA 報告書では、作成に際して生じるであろう数々の課題について言及しており、ここでは、空間情報の補完、勘定期間、グロスとネットでの記録、データの質について整理する。

まず、生態系勘定の作成の目的を広範囲での政策立案やモニタリングへの活用とするならば、広範な空間情報を整理する必要がある。そのためには、異なる空間スケールや限られた場所で得られた情報を、他のサイトやより大きな領域に情報を移転するための以下のような手法が必要となる。

- 数値移転：特定の研究サイトからの情報を用いて目標地や政策サイトでの推計を行うもの
- スケールアップ：特定の研究サイトからの情報を用いて同様の特徴を持つより大きな領域での推計を行うもの
- メタ分析：多様な研究サイトの大規模な情報を評価し、統合することで、生態系の特徴を踏まえつつ、目標地の情報を推計するために活用できる要素を抽出するもの

続いて、勘定期間である。経済勘定では、取引や他のフローが記録されるべき時点や期間に関する明確な標準がある。標準的な勘定期間は1年であり、この長さは多くの分析の必要条件に適合し、ビジネス会計を通じてデータの取得可能性と一致している。しかし、生態系の分析では、検討するプロセスに応じて異なる長さの時間の情報が必要となる。生態系のプロセスが年単位で分析される場合でも、経済分析において用いられる1年とは期首や期末が異なる可能性がある。このような相違がありながら、しかし、社会経済データの一般的な分析枠組との一致性を考えれば、生態系勘定では標準的経済勘定の期間の長さである1年を採用することが最も好ましいであろう。そのためには、適切な係数や仮定を用いて、得られた生態系情報を一般的な年単位へと変換・補正する必要がある。

グロスとネットという用語は様々な勘定の状況で用いられる。SNA ではネットは勘定の合計が固定資本の減耗で補正されているかどうかを示すが、他の場合では、ネットは単純に2つの勘定項目の差を言及するために用いられることもある。生態系サービスの測定におけるネットは、領域間でのオーバーラップや異なる手法の利用によるオーバーラップ、最終生態系サービスとそれを支えるプロセスやフローを区別しないことによるオーバーラップなどの二重計上が生じていないことを示すものである。ただし、用語の使用の混乱の可能性を減らすため、生態系勘定では可能な限りグロスとネットという用語を避けている。

最後に、データの質である。公的統計におけるデータの質は、関連性や時間軸、精度、一貫性、解釈可能性、アクセス性、そしてデータが集約される制度環境の質など、幅広い概念を含むものである。生態系勘定ではこのようなデータの質の要素が考慮されることが求められる。特に、生態系勘定において不可欠な科学的情報は、共通の測定基準を持たないことが多いため、相対的な質の評価は大きな課題となる。そこで、査読や認定のプロセスを経ることが重要であり、指標選択の妥当性や情報の精度、生態系サービスとの関連性などを判断する必要がある。

### 1.2.2. 諸外国における生態系勘定の作成動向<sup>7</sup>

生態系勘定の分野はここ 10 年で大きな進展があった分野である。TEEB による SNA への生態系サービス価値の導入の勧告（TEEB 勧告）により、その流れはより加速された。TEEB 勧告を受け、EU では「生態系と生態系サービスのマッピングと評価（Mapping and Assessment of Ecosystem and their Services (MAES)）」というプロジェクトが進められており、特に EU 各国ではこの MAES をもとに自国の生態系資源の賦存量およびその価値評価が行われている。

EC、OECD、国連、世界銀行が 2013 年に共同で作成した SEEA-EEA 報告書は、生態系資産および生態系サービスの体系的な勘定に関する世界初の報告書である。しかしながら、同報告書では具体的な勘定表の作成方法については提示しておらず、また、勘定表の事例も示していない。

これは、SEEA-EEA では各国がそれぞれの国の事情に合わせて独自に勘定表を作成すべきというスタンスを採っているためである。そのため、日本において SEEA-EEA をもとに生態系勘定を構築する場合、具体的にどのような勘定表を作成すべきかについて検討する必要がある。その際に参考となるのは、これまで海外で行われた勘定表の構築事例である。これら先行事例を踏まえ、日本独自の要素を取り込むことで、日本における生態系勘定の構築が可能となる。

そこで、本節では、はじめに海外における SEEA-EEA をもとにした生態系勘定の構築事例として、オランダ、イギリス、スウェーデンの 3 か国における開発状況について概観する。

#### 1.2.2.1. ロンドングループにおける議論

##### (1) ロンドングループとは

ロンドングループは、SNA のうちの環境勘定の開発・作成、方法論的な進化に関する知見を共有し、国連統計局に対して学術的知見を提供することを目的に 1993 年につくられた、統計専門家及び環境経済学（環境勘定）の研究者などからなる専門家組織であり、この分野では長年主導的役割を演じてきた。第 1 回の会合が 1994 年 3 月にロンドンで開かれたことからこの名がある。メンバーは主に国家統計局、国際機関の統計専門家、大学などの研究者らにより構成され、基本的に事務局から招聘された者が自発的に参加するものである。

ロンドングループの主要な業績には、第 38 回国連統計委員会で暫定国際統計基準として採用された「水に関する環境経済統合勘定 (SEEA-Water)」や、第 43 回国連統計委員会で採用された「SEEA センtral・フレームワーク」への学術的知見提供などがある。

ロンドングループの会合は毎年各国持ち回りで開催され、2016 年にオスロで開催される会合が第 22 回会合であった。会合では、メンバーの専門家らが各国の環境勘定の開発作業に関する作業の精査、各国間比較及び議論を行う。これまで本会合への日本からの参加者はほとんどなく、確認できる中では、2012 年の第 18 回会合（カナダ、オタワ）に京都大学佐藤正弘氏（現内閣府計量分析室参事官補佐）が参加したのみである。また、これまで日本での会合開催実績もない。

##### (2) 2016 年のロンドングループ会合の概要

---

<sup>7</sup> 本稿における文献サーベイにおいては、オランダ・ワーヘニンゲン大学大学院修士課程大学院生イエッレ・メーヴィッセン（Jelle Meeuwissen）氏の協力を得た。記して感謝を表す。

本小節では、2016年のロンドングループ会合に関する概要をまとめる。ただし、SEEA-EEAに直接関連する議論は後の小節(3)にまとめたので、会合におけるそれ以外の議論の概要をまとめる。本小節における議論も例えば政策利用など、SEEA-EEAの議論とも間接的に関係している部分が多いと思われる。

第22回ロンドングループ会合は2016年9月28日から9月30日までの3日間、ノルウェー・オスロのノルウェー統計局において開催された。会合には世界各国から政府及び国際機関の統計担当者、環境勘定担当者の他、学術分野からも経済学者、生態学者、物理学者などおよそ40名が集まった。国別では、会合主催国のノルウェーをはじめ、イギリス、オランダ、イタリア、カナダ、デンマーク、フィンランド、ドイツ、スウェーデン、メキシコ、米国、アイルランド、ブラジル、マレーシア、日本の各国、また国際機関からの参加は、国連統計局、国連環境計画(UNEP)、欧州環境庁、グローバル・フットプリント・ネットワーク(GFN)、欧州連合統計局(EUROSTAT)、国連食糧農業機関(FAO)、世界銀行、国連環境計画世界自然保全モニタリングセンター(UNEP-WCMC)、アジア開発銀行、環境経済勘定開発研究所などである。会合では3日間で以下の7つのセッションが生まれ、それぞれのテーマにしたがって、2時間から3時間ほどの議論が行われた。

冒頭、ロンドングループ会合は国連統計局主催の環境経済勘定専門家委員会(UNCREEA)へ技術的・学術的知見を提供することを目的としているため、会合冒頭では国連統計局によるSEEAフレームワーク作成の最新動向がUNCREEAのメンバーであるスウェーデン統計局パーム氏より報告された。続いて、ロンドングループとしてどのような活動をすべきかという2016年から2018年までの作業計画について議論が行われた。その中でロンドングループとしては、UNCREEAに対して、あくまで技術的視点からの助言を行い、特に①環境経済統合勘定セントラル・フレームワーク(SEEA-CF)構築の方法論の確立、②SEEAの普及促進、③SEEA及びSEEA-EEAの開発促進支援、④各国におけるSEEA作成動向の状況把握、知見収集といった、従来の目的を踏襲することが確認された。

持続可能な開発目標(SDGs)に関するセッションでは、初めに、持続可能な開発目標のInter-agency and Expert Group on the Sustainable Development Goal(IAEG-SDG)とUNCREEAからの作業が紹介された。この中で持続可能な開発目標とSEEAをどのようにリンクさせ、指標構築に役立てるかについての作業がロンドングループとして必要であるとの認識が共有され、各国の「持続可能な発展国家戦略(NSSD)」や「持続可能な消費と生産(SCP)」との関連も重要であるとの指摘もあった。

続いて、能力開発に関するセッションが行われた。セッションの冒頭で国連統計局から国連におけるSEEA普及のための能力開発プログラムについての説明があった。これまでにアフリカ、ラテンアメリカ、アジア太平洋などの途上国を中心にSEEA-CFのトレーニングコースが実施され、これまで250名の受講者がオンラインコースを受講し、120名が実講義とオンラインの双方を受講したとの報告があった。また、SEEA-EEAについては、試行的適用がいくつかの国で行われているほか、2017年前半にはオンラインコースが完成する見込みとのことであった。さらに、SEEA-EEAに関する技術的ガイドラインがまもなく公表できる見込みとの報告もあった。また、FAOからは、FAOが主体となって進めている農林水産業の環境経済統合勘定(SEEA-AFF)の開発に関する進捗状況の報告があった。これによると、現在オーストラリア、カナダ、インドネシア、グアテマラの4か国でSEEA-AFFの試行的適用が行われている段階であり、この他オランダも試行的適用に関心を示していること、さらにSEEA-AFFの最終版の作成段階にあり、またSEEA-AFFの能力開発については、ウガンダで最初のワークショップを開催したと報告があった。参加者からは各国のケーススタディのデータベース化や

SEEA-CF や SEEA-EEA だけでなく、SEEA-AFF などに関しても普及や能力開発がさらに進める必要があるとの意見が出された。

SEEA-CF の研究課題に関する本セッションでは、冒頭 SEEA-CF の将来的な改定に向けて、ロンドングループとして、どのような研究課題が必要なのかを議論することが目的であることがセッション・リーダー（オランダ中央統計局）から報告された。研究課題は大きく 2 つあり、1 つは概念的部分、もう 1 つは SEEA-CF 実行に関する部分である。この後、FAO からは SEEA-AFF から大気放出勘定を作成し、土地利用及び土地利用変化による温室効果ガス排出量を計上して、IPCC への情報を共有できるシステムを開発した結果についての報告があった。続いて、アジア開発銀行からは水産向けの物的フロー勘定構築について、さらにオーストラリア統計局から農業統計の改訂と SEEA-AFF の関係性についての報告があった。このうち、オーストラリアでは持続可能な農業生産を目指して、これに必要な統計情報を収集し、SEEA-AFF とリンクさせる計画を実施中とのことである。この後、オランダ中央統計局から、環境活動勘定に関する報告、ユーロスタットからは環境保全活動と環境関連財・サービスの取扱いについての報告があり、それぞれのテーマについて議論が行われた。

さらに、SEEA の各領域と拡張に関するセッションが行われた。このセッションは、各国における SEEA 実行に関する世界的な共有プラットフォームを提供することと、SEEA-CF のベスト・プラクティスと拡張に関する情報を共有することが目的である。セッションでは、フィンランド統計局からのフィンランドにおけるバイオ経済戦略とバイオ経済に関する統計についての報告と、イタリアからの作物残渣のマテリアルフローをより正確にフォローして勘定に記載する方法についての報告があった。さらに、スウェーデン統計局からは持続可能な社会の実現に向けた国内の消費・環境に関する政策関連指標（PRINCE）の構築についての報告があり、カナダ統計局からは土地勘定についての報告、世界銀行から南アフリカにおける土地・森林勘定についての報告、そして最後にオーストラリア統計局から経済統合勘定の構築に関する報告があった。

議論の中で注目されたのは、オーストラリアからの報告にあった、いわゆる負のレント（negative rent）である。SEEA の経済評価では資源レント法という手法が用いられることが多いが、この際、森林など公益的機能を有する生態系サービスに補助金が投入されている場合、補助金を除外したその価値が負になるという技術的問題がある。この点をどのように解決すべきか検討が必要ではないかとの意見が出席者から出されていた。

最後のセッションとして行われた SEEA の政策利用に関するセッションでは、アルド・フェミア氏（イタリア統計局）から、環境勘定の作業に関して哲学的アプローチに関する報告を行った。政策はその人が置かれたイデオロギーや環境に直接的に関連していることから、評価は政策中立的とはなり得ないと主張した。フェミア氏は、そもそも評価という行為は、これまで経済学者や政治家に関心を持ってもらえない物事について行われ、関心を引き寄せる方法として利用されてきたと主張した。そして、自然の評価では、自然を保全することよりもむしろ、新たな市場を形成し、特定の生態系サービスを探求することに焦点が当てられてきた。新古典経済学の理論的な観点からは、貨幣評価を行うことは、さまざまな質的な特徴を有する自然を、実際の利用に関する価値のみを有するものへと変えてしまうことであり、この一面性は認識論的閉鎖性つまり、まさに貨幣評価の際に必要な物量情報との関連性を全くなくしてしまう。自然の総価値は決して評価できるものではなく、その限界的貢献度のみが評価可能である。自然の評価には、自然と人工資本に関する非限界性主義者と非代替性主義者という 2 つの哲学的位置づけがあり、これらは政策に密接に関連している。例えば、レオンチェフは

自然と人工資本の非代替性を重視する一方、ニコラス・ジョージesk＝レーゲンは明示的にストック要素の状態を生産関数に導入した人物であり非限界性主義者である。このように考えると、新古典派の理論に則って貨幣評価を行って生産領域を拡張することにより、環境勘定の物量サテライト勘定の情報との関連性が失われてしまうという事態が発生しかねない。限界主義者それぞれの立場では全く異なる政策インプリケーションを持っていると結論づけた。

続いて、各国から自国における SEEA 開発動向、そして政策への利用状況の報告があった。日本の事例についても、現在環境省の資金支援により、神戸大学が中心となって SEEA-EEA の構築を進めていることを報告した。その際、過去の研究蓄積を活用するため、便益移転の手法を用いて生態系サービスの経済評価を行っており、必ずしも SEEA-EEA のフレームワークや他国の評価方法とは整合的でないことを注意点として挙げた。

本研究で分担者はロンドングループ会合に初めて参加したが、会合では SEEA 全般に関する非常に技術的な点についての細かな議論が多かった。本研究分担者も SEEA については大学院時代から研究テーマとしており、それなりの知識を有しているつもりであったが、国際的な SEEA 開発の流れは、自身の知識レベルよりさらに数歩先を進んでおり、SEEA に関する技術的・政策的な動きの最新情報を得ることができた。

これまで SEEA に関しては、あまり日本では取り上げられることはなかったが、SEEA-CF の公表を機に、途上国も含め各国で急速に SEEA が広まっており、欧米先進国はほぼ全ての国で SEEA 構築が行われており、先進国で SEEA の構築を国際的に発表していないのは日本くらいであった。既に SEEA の普及促進は途上国に目が向けられており、先進国は途上国に対して SEEA 構築の資金的・技術的協力を提供している段階にある。一方で、SEEA-EEA に関しては、経済評価まで進めた事例はイギリスに見られる程度でそれほど多くなく、たとえ評価手法が SEEA に準拠していなくとも、SEEA を用いて経済評価を行ったこと自体が一定の意義を有するものと思われる。

また、SEEA-AFF については、今後も各国で試行的適用、本格的適用が行われるものと予想されることから、今後も国際的議論の方向性をフォローしたいと考えている。なお、次回ロンドングループ会合は、2017 年秋に中米コスタリカにて開催予定とのことである。

### (3) ロンドングループ会合における SEEA-EEA の議論

2016 年の第 22 回ロンドングループ会合では、SEEA-EEA のセッションが設けられていた。生態系勘定をテーマとするこのセッションでは、SEEA-EEA に関する研究課題の整理、UNCED で議論された SEEA-EEA に関する研究課題との関連づけ、SEEA-CF の研究課題との重複、SEEA-EEA 改定の時期、SEEA-EEA のガイドラインの作成などについて議論が行われた。本セッションの目標は、SEEA-EEA を進めるためのいくつかの懸案事項に関して、合意を得ることである。

はじめに、ロッキー・ハリス氏（イギリス環境・食料・農村省）が SEEA-EEA の現状、特にロンドングループで議論すべき概念的・方法論的課題について報告した。ただし、本セッションではデータ利用可能性に関する課題は問い扱わず、議論の枠組を構築するための、勘定の連続性、資産とサービスの関連、その他 SEEA-EEA に関する研究課題が提示された。

続いて、ペル・アリルド氏（ノルウェー統計局）からは、生態系勘定への空間的アプローチというテーマで GIS を活用した生態系の位置とそこから発生するサービスの特定、さらには周辺の居住者数

から生態系サービスの需要を推計し、生態系サービスの需給バランスを明らかにする研究事例の報告があった。この中で、氏は生態系資産と生態系サービスに関して国ごとに重複がない計測方法を提案した。さらにオスロ近郊を対象に進められている生態系サービスのマップ化に関するプロジェクトの紹介があった。地図上と表形式の双方で情報を表示するため、地理情報データとともにいくつかのデータが用いられていることが説明された。生態系容量勘定と空間単位階層が報告の中心であり、ここでは生態系データから作成された指標例が示された。結論として、空間的な問題への解決方法は柔軟な空間単位を固定された空間単位とともに採用することであり、この方法は SEEA-EEA でも推奨されているとうことだった。議論では、柔軟な空間単位を導入することの提案は歓迎され、参加者からは、重要なことは変数や概念、生態系の間でどのように適切な空間規模を勘定体系に導入するかではないかという議論があった。

マイケル・ヴァードン氏（世界銀行）からは生態系の状態を把握する状態勘定に関連して、生態系の状態を測る指標としてどのようなものが考えられるかについて検討し、実際にオーストラリアにおける生態系の状態をいくつかの指標で評価した事例の結果報告があった。この報告では、状態勘定の目的は人間中心主義と非人間中心主義の双方から見ることができ、生態系の状態はそこから供給される生態系サービスにも影響を与える可能性がある。SEEA-EEA において「状態」として評価されるものは、確かに有効だが、「程度」が「状態」を評価するためによく使われている（例えば植生のレベル（程度）、景観のパッチの程度など）。このような中、異なる生態系での「状態」の集計が求められている。ロンドングループとしては、このような課題への方策を示すことが必要だと主張した。そして、豪州における評価事例を示し、非人間中心主義を採用場合には、状態勘定は往々にして低い値になることを示した。それぞれの状態をどのような指標で評価すべきか、その例を列挙すること（これは豪州とイギリスにより進められている）、特定のテーマ勘定（炭素、水、生物多様性など）と状態そして状態勘定をリンクさせるかが今後の課題として挙げられる。議論では、この分野は未だ開発途上であり、報告の基本的な考え方はまだ何をまたなぜ評価すべきか、SEEA-CF との関係性はどうかになっているのかを理解するには至らなかった。

イギリス統計事務所のブレンダン・フリーマン氏からは、炭素勘定について、炭素を地理的炭素、生物的炭素、大気、水、経済の 5 つに分類し、それぞれの項目にどのくらいの炭素が蓄積され、それぞれの項目間でどのようなやりとりがあるのかを記述する炭素勘定の構築についての報告があった。イギリス統計事務所では、炭素貯留のための勘定表は IPCC の枠組の中で評価された温室効果ガス排出量の計測結果を補完すると考えており、現行のデータソース、特に部門分類がどの程度容易にできるのかについて調査された。調査は商業用石炭、石油、ガスと生物的炭素に限られ、生物的炭素に関する課題としては、SEEA-EEA の一部として構成される部分とみなすかの境界線をどこに設定するかという点であった。もう 1 つの課題は IPCC と SEEA での部門分類の相違をどのように調整していくかという点であった。議論では、IPCC の計測結果を補完するために SEEA 勘定表のバランスシートにある貨幣的評価をどのように導入すべきかという点が議論された。

スティーブン・キング氏（UNEP-WCMC）からは、SEEA-EEA における生物多様性勘定についての報告があり、生物多様性を、エコシステムの多様性、種の多様性、遺伝的多様性の 3 つに分類し、UNEP-WCMC のデータベースとのリンクやデータの定義の相違、さらに SEEA-EEA の中でこれら 3 種類の多様性がどのように取り扱えるのかを検討した結果が紹介された。生態系の多様性、種の多様性、生態系状態の特徴、生態系サービスの供給能力などについて、SEEA-EEA の文脈ではどのよう



の捉えられるのかについての説明があり、その上でキング氏は、まずは全ての種を網羅するのではなく、種を選択することを優先させるべきという提案があった。重要なことは、勘定表を通じて、生態系の機能性、保護されるべきもしくはカリスマ的な種、状態の指標、生物多様性喪失の原因が把握・特定できることである。ロンドングループでは、規模と集計の課題について指摘されてきた。つまり、ボトムアップアプローチを採るか、トップダウンアプローチを採るかである。SEEA-CF への統合は非常に困難で、ガイドラインが必要である。本作業は、総合的、テーマ別、総合的政策決定の立場から持続可能な発展にも情報提供が可能である。議論では、類似の情報群が他国でも構築できないかという指摘があり、UNEP-WCMC が採用したマクロアプローチを考えいした。統合や生態系横断的な種、閾値や聖域などの課題についても挙げられた。この領域ではビッグデータの活用も考えられる。

ジャン・エリック氏（欧州環境庁）からは、現在欧州環境庁で進められている生態系サービスの分類に関する作業について紹介と、CICES4.3 の基本構造が説明され、生態系サービスの分類は多様な目的により行われており、CICES が多目的に使える必要がある。なお、本作業は現在進行中で、2016年6月にニューヨークで専門家会合が開かれ、今後も2016年11月にオランダで、2017年第1四半期にもニューヨークで専門家会合が開かれるとの報告があった。

一方、マーク・エイゲンラーン氏（環境経済勘定開発研究所）からは、生態系サービスの取引ベースでの定義・計測方法についての報告があり、ミレニアム生態系評価 2005 (MA2005)、生物多様性条約などでの生態系サービスの定義の違いが紹介された。生態系サービスの議論では、それに由来する取引に関する勘定単位を明らかにする必要があるという明確なニーズがあり、このことは SEEA-EEA の理解にもつながる。モデルでは、便益アプローチ及び生態系アプローチの観点から始まっており、生態系サービスを定義するためのこれらの異なる出発点は別の記述や定義に至る。ただし、両アプローチは勘定の観点からは多くの課題を有している。大気は大気の単位、生態空間は生態系の単位、地殻は土壌と地下水の単位であるが、土地は経済的な建設物で純粋な環境単位ではない。このようなことは、生態系と土地の大きなやりとりの関連を示している。SEEA-CF の物質取引が書かれている。また、農家事例を用いて、生態系サービスの SNA での記載とのリンクを試みた。生態系機能を高める方策（水の貯留量を高めるために土壌に粘土を混ぜる）事例が示された。これは経済的な産出と生態系容量の関係の例である。生態系単位が生態系プロセス（生産）や生態系サービス（生産物）を作り出し、経済的産出（利益）となる。これらは中間生産物もしくは最終生産物となるのである。ロンドングループは本作業に感心を世沙汰が、さらなる議論と作業が必要との見解が示された。同様の手法は土壌粒子にも応用できるのではないかとの議論があった。

オランダのワーヘニンゲン大のラーズ・ハイン氏からは、生態系サービスと生態系資産の評価に関する報告があり、生態系の劣化の評価に関する研究事例について、評価手法の違いによる結果の違いなどが報告された。報告では、生態系サービスの評価に関しては、多くの考え方があり、市場に近い評価法については比較的確立されているものの、未だいくつかの課題が残されているし、市場から離れた評価法についてはさらなる作業が必要である。生態系資産は多くの異なる生態系サービスを供給するため、全体的な評価は十分に確立されていない。評価方法の確立、評価に関する特定の疑問が提示された。

ファンパブロ・カスターネーダ氏（世界銀行）からは、Wealth Accounting and the Valuation of the Ecosystem Services (WAVES) に関する3つの取組について紹介があった。沿岸・海洋勘定、自然水浄化、受粉機能、土地緑地の試行的評価、そして自然資産勘定の概念的アプローチの整理である。

エミリー・コーナー氏（イギリス統計事務所）は、イギリス統計事務所での作業について報告し、レクリエーション価値の評価について、ツーリズムによる利用を想定した経済評価の方法をいくつか紹介された。時間の評価に関連する余暇時間の評価にはトラベルコスト法、入場料、時間価値、支払意思額、ヘドニック法などいくつかの評価法が適用できる。物量単位では生態系サービスは生態系を訪問した人の数で評価できる。しかし、これらに関して SEEA-EEA では何の説明もなされていない。そこで、イギリス統計事務所では、トラベルコスト法と入場料と時間価値をイギリスの平均賃金の 75% 相当の金額に乗じることで、その価値を計測した。その結果、レクリエーションの価値の 15% 分はトラベルコストと入場料で、残りの 85% は時間価値に由来することが明らかになった。

マーク・ロウド氏（豪州統計局）からは、ツーリズムの資源レントを評価する際の課題が報告された。例えば、生態系との関連性、総固定資本形成や資本収益、地域別産業別ツーリズム情報、持続可能性を評価するための他の SEEA 勘定表とのリンクなどの課題である。例えば、ツーリズムのレントはツーリズムの魅力に関連しないとならないが、全てのツーリズムは生態系に関係しているわけではない。この点について豪州統計局では徐々に解決法を探っている。議論では、評価の費用対効果や過小・過大評価を避ける方策が議論された。また、適切な割引率がないものの、将来世代へのウェイト配分も必要だと意見が出された。

ラーズ・ハイン氏からは生態系容量と劣化の評価に関する報告があった。氏は 2015 年のロンドングループ会合で出された生態系容量に関する概念的質問に対して継続的に取り組んでおり、まもなく論文を発表するとのことである（Remme et al., 2016）。生態系資産を記述するのに生態系容量が十分か否かを評価する 4 つの概念（生態系サービスフロー、生態系容量、潜在的供給、生態系能力）がリストアップされ説明された。オランダのリンブルグ地方で生態系容量と生態系能力を評価したマップとテレマーク地方で計測された生態系フローと生態系容量のマップが示された。参加者での議論では、持続可能な生態系フローが潜在的供給と同じであるという仮定に関して疑問が投げかけられた。この分野は未だ開発途上で、さらなる作業が期待されている。

#### 1.2.2.2. 政府主導による生態系勘定及び生態系サービス評価の取組

##### (1) はじめに

これまで、学術的分野における生態系勘定及び生態系サービス評価の取組について解説してきた。一方で、TEEB 勧告や MAES により、政府の統計担当部署を中心とした国レベルでの生態系勘定策定及び生態系サービス評価の動きも一部の国で見られる。ここでは、このような政府主導による取組について、オランダ、イギリスおよびスウェーデンの動向を紹介する。

##### (2) オランダ

de Knegt (2014)によると、過去 25 年の間、オランダにおける国内の生態系財・サービスは減少した一方、需要は増加し、生態系への圧力は高まったという。表 1 はオランダにおける生態系財・サービスの供給源についてまとめたものである。この表に示されるとおり、オランダは木材資源の多くを他国からの輸入に頼り、エネルギー生産は生態系サービスの代替物によって賄われていることがわかる。特に一部の調整サービスについては、需要の大部分が未充足となっている。ここでの「生態系サービス以外」は、生態系サービスに代替する技術が利用されているということである。例えば、飲用

水として水を利用するには、地下への浸透などを通じた自然の浄化機能のみならず、人工の水質浄化施設の利用が不可欠である。また、肥沃土壌の供給のために、人工的な化学肥料が利用されることもあり、ここでは、これら人工的な技術を利用している場合を「生態系サービス以外」と表示している（de Knecht, 2014）。

表 1.9 の数値は「自然サービス指標」（*graadmeter diensten van natuur*）により計算されたものである。「自然サービス指標」は生態系サービスの需要量に対する供給量の比率を測るものである。本指標の目的はオランダにおける各種生態系サービスの年間フローを計測するための包括的ツールを提供することである。本指標はフローを評価するもので特定の生態系のストック量を評価するものではないことに留意が必要である。

表 1.9 オランダにおける生態系財・サービスの供給源  
(2013年の需要を100とした指数)

	オランダ国内	国外	生態系以外	未充足
<b>供給サービス</b>				
食料	70	30	0	0
非飲用水	59	0	41	0
飲用水	49	0	51	0
木材	8	92	0	0
エネルギー	1	2	97	0
<b>調整サービス</b>				
肥沃土壌度維持	57	0	43	0
浸食防止	47	0	6	47
水源涵養	33	0	8	59
海岸保全	21	0	79	0
都市冷却	14	0	0	86
水質浄化	12	0	76	12
伝染病撲滅	12	0	68	20
受粉	8	0	92	0
炭素貯留	0	0	0	100
<b>文化サービス</b>				
自然リクリエーション	68	0	0	32
自然遺産	61	0	0	39
自然の象徴的価値	15	0	0	85

出所：de Knecht (2014)。

オランダでは、現在生態系価値を SNA に組み込む取組が行われている。オランダ政府は 2020 年までに全ての生態系サービスをマッピングし、経済・ビジネスおよび政策決定過程の一部とすることを提案している（Ministry of Economic Affairs, 2013）。この目標を達成するため、以下の 4 つの行動計

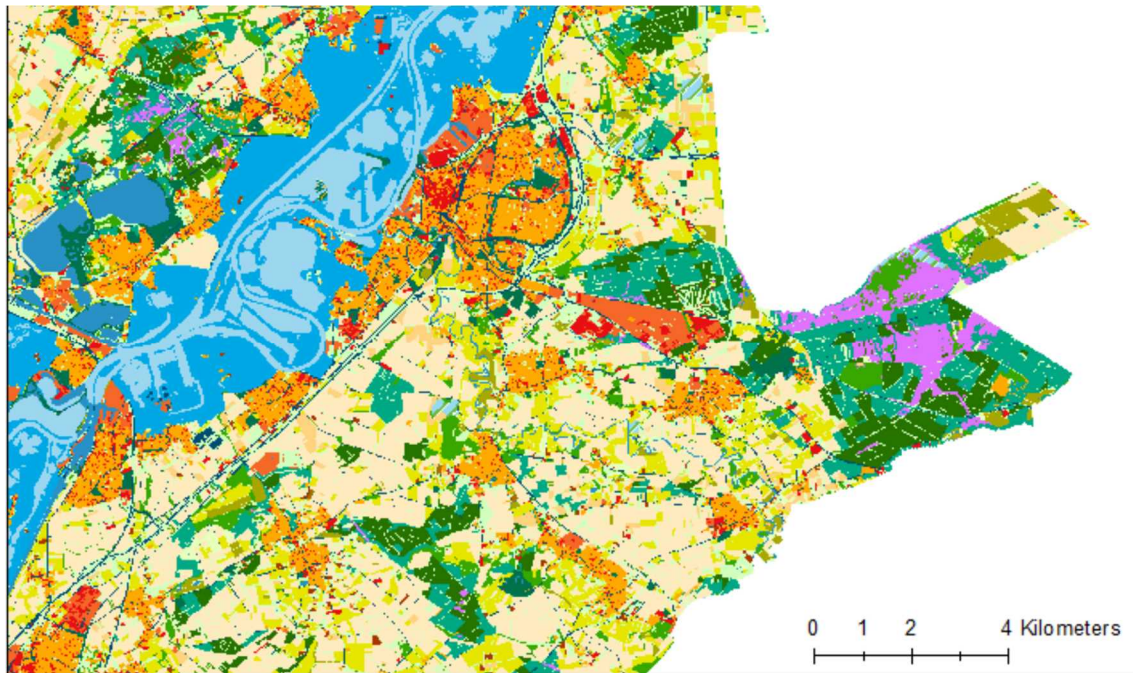
画を策定している。第1に、Digital Atlas Natuur Kapital (DANK)と呼ばれる生態系サービスマッピングツールの開発である。このDANKについては、既に2015年9月に稼働を開始し公表されている。第2に、TEEBスタディ、すなわち生態系サービスの評価の開始である。これについては、生態系サービス評価について7つの研究が進められている。具体的には、①TEEB green healthy and productive、②TEEB for Business、③TEEB for Cities、④TEEB for Dutch Caribbean、⑤TEEB for physical Netherlands、⑥TEEB for product chains、⑦TEEB study on SABA, St-Eustatiusの7つである。このうち、①～④については、既にレポートが刊行され、一部の生態系サービスについての貨幣評価が行われている。第3に、SNAへの生態系サービスの導入である。オランダは国連のSEEAフレームワークを試行することを宣言しており、2016年に作業レポートが公表される見込みである。第4に、企業向けに自然資本価値の啓蒙活動を行うことである。この点に関して、オランダ政府は、現行の製品価格に加え、その製品による生態系や生物多様性への負荷を反映させた価格を表示する「真の価格」活動を支援する予定である。

2013年のオランダの環境勘定には、生態系勘定を試作したものが組み込まれた。この作業においては、RoerdalenとLimburgの2地域で試行的適用を行い、生態系勘定作成の可能性を調査している。調査の大部分は生態系サービス評価の基礎となる詳細な土地利用図の作成に充てられた。調査方法は、まず両地域で土地利用勘定を再生し、そこから生態系サービス量を計測する方法である。例えば、供給サービスのうちの作物成長については、当該地域の作物の作付面積と平均単収を乗じることで得られる。また、調整機能の炭素吸収機能については、地目ごとの面積に地目別炭素吸収データを乗じることで計算される。

オランダでは、現在生態系勘定の策定作業に取り組んでおり、空間データの把握が中心であり、貨幣評価は実施されていない。作業担当者はオランダ中央統計局のスタッフとともに、ワーヘニンゲン大のラーズ・ハイン氏も含まれている。本研究でも、生態系勘定の世界的動向の最先端を把握するために、ハイン氏にヒアリング調査を行い、オランダにおける生態系勘定作成の動向を聞き取った。調査は2016年3月1日に行われ、オランダにおける生態系評価の具体的な手法を中心に伺った。本小節では、そのヒアリング結果を中心にオランダにおける生態系勘定の作成動向についてとりまとめる。

オランダでの生態系勘定作成の取組については、はじめに土地利用データベースを作成し、そこから生態系の物量評価を行った上で、貨幣評価を行うというステップで行われており、現状では、物量評価の途中段階、そして貨幣評価の手法を検討中というところである。生態系勘定作成の上で必要な作業は、土地利用データベースから、地目別に色分けされたマップを作成し、それぞれの地目がどのような生態系に属し、どのような生態系サービスを供給しているかを特定することである。次の段階として、生態系の所有者（つまり土地所有者）を特定し、生態系サービスの需要者を特定することである。この2つの作業から、生態系サービスを供給する土地を誰が所有し利用しているのかが特定でき、生態系サービスの供給源と需要者すなわち人間活動や経済活動との関連性を把握することができる。現在は特定の地域を事例として、生態系サービスの供給源と需要者を特定する作業を行ってその結果が公表されたところである（Remme et al., 2016）。

生態系サービスの供給者と需要者の特定方法について、この作業にはGISによる土地利用図と土地被覆図の作成が必要となる。



出所：“Ecosystem Accounting Limburg Province, the Netherlands Part I: Physical supply and condition accounts”の図 4.1.1 の一部を転載。

図 1.8 オランダ・リンブルグ地方における土地被覆図

図 1-1 にある濃い水色が水域であり、この区域には洪水防止機能があると考えている。この区域の特定には川からの距離や傾斜、標高などを考慮して特定される。これが供給側の特定方法である。これに対して、需要者の特定は単に土地利用図から水域に含まれる土地が何に利用されているか土地利用図から需要者を特定する。

次に、貨幣評価の手法について、ハイン氏は便益移転の手法には懐疑的であった。Plummer (2009) が指摘するように、背景にある仮定や条件が見えないことがあるし、そもそも生態系サービスはそれぞれの土地条件や気候条件などで千差万別である。そのため特定の場所での評価が広く他の場所の評価に適用することが難しいためである。また、交換価値と余剰価値の概念の相違があるので、ハイン氏はまずファーストベストとしては資源レント法を採用して供給サービスを評価し、それで評価できない調整サービスについてはセカンドベストの手法として代替法、ヘドニック法の適用が望ましいと考えている。現在、未だ勘定の開発段階であるので、具体的な指標を考える段階には至っていないというのが現状であるといえる。

最後に、生態系勘定作成後、どのような指標を採用するかについて、ハイン氏に質問した。ハイン氏は、生態系勘定の作成後は、まず個別指標、例えば環境効率性、雇用などの指標の推計に用いることができると考えている。第 2 の使い方としては、取扱いが難しい問題 (sensitive topic) への対応である。生態系勘定では、生態系サービス供給が脅かされる事態があれば、それを防ぐためにどこの地域を重点的に対策すべきかが示されるので、それを活かした対応方策の検討ができると思う。第 3 の使い道には、政策評価がある。政策を変更することにより、どのような影響が生じるのかは生態系勘定の重要な役割となるだろう。第 4 はモニタリングである。生態系勘定を経年で作成することでこれは可能となる。最後第 5 に、ホットスポットの特定化である。ホットスポットの特定化も対策を講じ

るには必要である。

なお、ハイン氏によると、現在、オランダの他に、ノルウェー、インドネシア、ベナン、コロンビアが生態系勘定を作成中であるとのことである。その他、世界銀行の支援のもとに WAVES プロジェクトでコスタリカ、フィリピンが生態系勘定作成に取り組んでいるところ。また、イギリス、南アフリカ、カナダ、メキシコ、ブラジル、アメリカ、オーストラリアも既に着手している。さらに、インドが関心を示しており、インドネシアは WAVES との関連でオランダの支援でカリマンタン島での評価を行っているところとのことであった。

### (3) イギリス

イギリスでは、2009 年から 2011 年にかけて、UK National Ecosystem Assessment (UK NEA) と称するプロジェクトが行われ、国内の生態系の賦存状況およびそこから供給される生態系サービスの状況を全国規模で詳細に分析している。このプロジェクトでは、イギリス内に賦存する生態系が地図上にまとめられており、さらにこれらの生態系サービスの貨幣評価も行われている(UK National Ecosystem Assessment, 2011)。評価結果は表 1.10 のとおりである。

表 1.10 UK NEA におけるイギリスの生態系サービス評価額

生態系サービス	金額	備考
漁獲	6.0	
養殖	3.5	
受粉	4.3	
陸域生物多様性(非利用価値)	5.4-12.6	評価額には未だ議論の余地あり
海洋生物多様性(非利用価値)	17.0	
木材資源	1.0	
水質	15.0	計画中の水質改善が実施されれば11億ポンド追加
湿地のアメニティ	13.0	
生態系から産業界へのサービス合計	48.0	うち海洋環境から1億ポンド

出典: UK National Ecosystem Assessment (2011)第22章。

UK NEA の結果を受け、イギリスでは、2011 年の『自然環境白書(NEWP)』の中で SNA に生態系サービスを導入することを明記している。(Khan, 2011)。その中でイギリス政府は SEEA フレームワークを援用するとしている。これらの作業にはイギリス統計事務所(ONS)と環境食料農村地域省(DEFRA)が関与している。これらの作業に対しては自然資本委員会という学識経験者、産業界からなる独立的な助言委員会が助言を与えている。Kahn(2011)には、2012 年までに一連の作業のロードマップを作成し、2013 年までに生態系勘定の初期段階の作業を行うというイギリスの計画が示されている。この初期段階の作業とは、①イギリス経済・環境への貢献度、②データの利用可能性、③政策的優先度、④他国での研究・作業動向という 4 つの基準により生態系・環境資産の評価を試行することである。イギリス経済・環境への貢献は環境資産が生態系サービスを供給することで、どの程度経済や環境に貢献しているかを測るものである。2 つ目のデータ利用可能性は、生態系資産に関するデータがどこまで利用できるかを示す。例えば、木質資源に関してはイギリス内でも多数のデータが利用可能だが、漁業資源や土壌資源についてはあまり利用可能なデータが存在しない。3 つ目の政策的優先度については、どの生態系資産が政策立案に重要なものであるのかを示すものである。最後の他国での研究・作業動向については、特定の生態系資産の評価について、国際的なデータや知見の利用

可能性を見るものである。

2012年7月に国家統計局から意見照会版が公表され、イギリスにおける生態系勘定の立ち上げに関するステークホルダーからの意見・コメントを求めた。2012年12月には、同じく国家統計局から環境勘定のロードマップが公表された。このロードマップでは、ステークホルダーからの意見・コメントに基づき、トップダウン勘定、分野横断的勘定、そしてボトムアップ勘定の3つを作成することが主な提案として掲げられている。トップダウン勘定とは、SNAの中の国民資産の要素として生態系サービスを評価するものである。この勘定はイギリス内における自然資本の価値の概要を記載するものである。続いて、分野横断的勘定とは、土地、炭素、水など異なる生態系種類にまたがる資産を記述するために設けられるものである。ボトムアップ勘定は、生態系資産とそこから生じる生態系サービスの価値を生息域(habitats)の種類ごとに記載するものである。ここでは8種類のhabitatがイギリスの生態系サービスに関連するものとして取り上げられている(Office for National Statistics, 2012, 表 1.11)。

表 1.11 ボトムアップ勘定で取り上げられる8種類のHabitat

---

Mountainous moorland and heaths  
Semi-natural grassland  
Enclosed farmland  
Woodlands  
Open waters, wetland floodplains  
Urban environment  
Coastal margins  
Marine

---

出典: Office for National Statistics (2012)。

ロードマップは、作業計画で締めくくられており、それぞれの生態系勘定の現状と計画遂行の作業スケジュールが示されている。これによると、全ての生態系勘定策定の作業は2020年までに完了させる予定になっている。

このロードマップの公表後、各種生態系勘定の開発作業が実施されている。2014年にONSとDEFRAから共同で発表された資料では、生態系勘定の作成において遵守すべき事項がまとめられている。この資料については現在、継続的な見直しが行われており、最新の作業の進捗状況、作業結果に合わせて定期的に改訂されることになっている。

特定のボトムアップ勘定作成についてもロードマップの公表以来大幅な進捗があった。この作業については、林地勘定から始めており、会計期間内における林地生態系資産の量的変化を捉えるストック勘定の概念と、その資産から発生する生態系サービスのフローを記述するフロー勘定の双方が提案されている(Khan et al., 2013)。これに付随して公表された資料では、木材資源の貨幣評価が行われているが、林地から生じる他の生態系サービスの価値については、貨幣評価はまだ行われていない。

2015年には、ロードマップの中間見直しが公表され、これまでの生態系勘定の進捗状況と将来計画、これまでに得られた課題が整理されている。この中で、生態系サービス勘定作成に際して、これまでに挙げられた課題としては、政策への適用と実用化、持続可能性指標の導入方法の検討、推計・評価

手法の改善、データ利用可能性、勘定作成のための能力開発・人材育成などが挙げられている（Office for National Statistics, 2015）。

これまでに刊行された関連資料のリストは表 1.12 にまとめたとおりである。

表 1.12 イギリスにおける生態系勘定策定作業に関連して公表された資料一覧

刊行年	資料名
2011	Towards a sustainable environment
2012	Measuring National Well-being – The Natural Environment
2012	Consultation on the accounting for the value of nature in the UK
2012	Responses to the consultation on accounting for the value of nature in the UK
2012	Roadmap on natural capital accounting
2013	Monetary valuation of UK continental shelf oil and gas reserves
2013	Land use in the UK
2013	Measuring UK woodland area and timber resources
2013	Measuring UK woodland ecosystem assets and ecosystem services
2013	Monetary valuation of UK timber resources
2013	Towards wealth accounting – natural capital within comprehensive wealth
2014	Valuation for natural capital accounting seminar proceedings
2014	UK natural capital – Initial and partial monetary estimates
2014	Principles of ecosystem accounting
2015	Peatland accounts scoping study
2015	Spacially disaggregated woodland ecosystem accounts and marine ecosystem accounts scoping study
2015	Land cover in the UK
2015	Natural capital accounting 2020 roadmap: Interim review and forward look
2015	UK natural capital – Freshwater ecosystem assets and services accounts

本研究では、2016年11月11日にイギリス環境・食料・農村省を訪問し、ロッキー・ハリス氏にヒアリング調査を行った。ヒアリング調査では、はじめに当方から、環境省委託研究「環境経済の政策研究」での研究プロジェクトとその一課題である日本における生態系サービス評価及び生態系勘定作成作業について概要を説明し、特に当方の研究課題で評価対象としている森林及び湿地の生態系サービス評価について、イギリスにおける評価状況や評価手法について、特に我々の課題で評価対象としている森林と湿地を中心に聴取した。以下では議論の概要をまとめる。

イギリスでは2010年に国家レベルで生態系評価を行った「イギリス生態系評価」(UK-NEA)を公表した。これは、国民の関心を高めるためのものであり、生態系勘定への流用は難しい部分もある。イギリスにおける生態系サービス評価は、国家レベルでの評価を基本としており、生態系やハビタット(生息域)ごとにどのような生態系サービスが生じているかを明らかにしている。これにより、ハビタットの変化が生態系サービスにどのような影響を与えるのかを明らかにすることができる。日本



とイギリスは島国かつ小資源国という共通項があり、また農業や水産業が盛んであるなど、生態系サービスのうち供給サービスから得られる便益に関して共通点も多いと思うので、似たようなアプローチが取れるのではないかと。なお、これまで行った評価結果の更新は、生態系サービスについては毎年、ストック係数については5年ごとに行っているが、評価やデータ収集の技術進歩に伴いそれ以外にも随時更新され、最新の評価が反映されている。

森林の評価については、人工林と天然林の区分がない上、木材生産や保全区域などもこれらで明確に区分されたデータがないため、日本よりもデータ精度は低い。調整サービスについては、気候変動の議論でも土地利用及び土地利用変化及び森林（LULUCF）として考慮されており、炭素貯留が森林の重要な生態系サービスである。調整サービスのフローは取引費用、不動産価格、市場価格などでシャドウプライスにより評価することができる。これら評価手法の選択については、他の手法も採用できるようにある程度の柔軟性を確保している。洪水防止機能は InVEST（Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs）モデルを用いて評価しているが、例えば、湿地から農地に土地利用が変化した場合など、基準点（baseline）をどう設定すべきかなど課題が多い。森林による大気浄化機能は、イギリス全土を農村地域、土地市域、首都圏（ロンドン）に分けて評価している。大気浄化機能の効果は樹種にも依存するので、樹種の特定を行わなくてはならない。これまで公表されていた結果は、重複する部分が30%程度あることがわかってきた。また、風による大気汚染物質の拡散効果も考慮する必要があるだろう。対象物質は、PM10、PM2.5、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> などである。評価はダメージコストによるものを基本とする。また、確率的生命価値（VSL）などへの影響による評価も検討している。

森林によるレクリエーションサービスについては、日帰り旅行を対象として、ハビタットのタイプによって評価してきた。レクリエーションについては、トラベルコスト法やCVMによる支払意思額による評価を適用している。レクリエーションの評価は費用のかからない無料の旅行や目的間での重複が課題となる。また、人によって機会費用が異なることも困難な点である。都市緑地などが地価に与える好影響などについてはヘドニック法の利用が考えられる。ノルウェーではヘドニック法を用いた研究が行われているが、ヘドニック法ではどのようにレクリエーションサービスの変化の傾向を見いだすかが難しい。このほか、オープンスペースの身体的健康への効果も生態系サービスの評価として取り入れたいと考えているが、他のサービスとの重複が問題となる。なお、イギリス以外のレクリエーションサービスの評価事例としては、先のノルウェーの他、オランダの評価事例では、サイクリングやバードウォッチングが生態系サービスのレクリエーションサービスとして評価されており、また豪州は資源レント法を適用し、グレートバリアリーフのレクリエーションサービスを評価している。

湿地についてはこれに特化したほとんどデータがなく、オープンウォーターとの明確な区分ができていない状況である。それでも、湿地は重要な課題なので、ある程度の評価を行っている。課題はどのように湿地からの生態系サービスに価格付けするかである。SEEAでは資源レント法を推奨しているが、この場合、価格の変化が必ずしも湿地の減耗を表すものではないという問題が生じる。湿地の供給サービスとしては水資源供給サービスがあるが、価格が大きく変動して安定しないので、評価が定まらない。また、農業用水とウイスキー製造業では求められる水の質も大きく異なる。このような質の違いも考慮する必要があるだろう。湿地についてはハビタットごとの評価を行い、水質浄化、植生、釣りなどの生態系サービスを評価している。また水力発電については資源レント法での評価を採用した。炭素貯留サービスはかなり低いので評価していない。また、湿地は景観サービス、荒天防止

(storm prevention) サービス、植物検疫サービスなども有するので、これらの評価も必要だが、これらのサービスを個別に評価することは不可能だ。湿地の泥炭地も独特な生態系であり、評価の必要があるだろう。レクリエーションサービスの評価は低いだろうが。湿地面積の変化は緩やかであるため、毎年の計測はあまり意味がなく、5年に1度くらいで実施するのがよいのではないかと考えている。

ハリス氏は経済学のバックグラウンドを有しており、我々とも比較的認識が一致する部分が多かったと感じた。特に、これまでは多くの国が SEEA 基準に合わせた生態系・生態系サービスの評価を実施していると思われてきたが、イギリスでは SEEA が規定する交換価値評価による数値の計上に固執することなく、既存のデータベースや統計情報を最大限活用し、自国の政策や制度に有用な評価手法を採用して、それぞれの結果を使い分けるというスタンスを取っていることは、これまで知り得なかった貴重な情報であった。よって、日本も自らが有する生態系サービス評価の蓄積を活用する形で生態系勘定を構築することを一義的目標として、それが SEEA 基準に準拠しているかどうかはあまり気にする必要がないとも言える。ハリス氏は、ロンドングループの中心的メンバーでもあり、他国の事例に関してもかなり精通しており、ノルウェーや豪州における生態系・生態系サービス評価の課題も指摘していた。

#### (4) スウェーデン

スウェーデン統計局におけるヒアリング調査は2016年11月9日に実施された。ヒアリングしたのはナンシー・ステインバッハ氏とセバスチャン・コンスタンチーノ氏の2名で、このうちステインバッハ氏は現在ロンドングループの議長を務めている。ヒアリング調査では、特に当方の研究課題で評価対象としている森林および湿地・沿岸・水産の生態系サービス評価に関して、スウェーデンにおける評価状況や評価手法を聴取したが、いかにも触れるとおり、スウェーデンでは水産資源の評価は行っていないとのことだった。

スウェーデンでは全国レベルでの生態系勘定を作成しており、生態系サービスの評価は主要なビオトープである農地、森林、湿地の3つをカバーしている。それらビオトープから発生する生態系サービスのうち、文化サービス、供給サービス、調整サービスの3つを取り上げている。タイガはスウェーデンでは重要なビオトープであり、評価対象にしているが、水産については近年減退傾向にありこれまで取り上げていない。ただし、日本においては水産を含めて沿岸生態系は重要であろう。森林からの生態系サービスの区分は土地利用をベースにしている。まずは土地利用図を作成し、その上に植生図を重ね合わせる形で誰が所有する土地でどのような生態系サービスが発生しているのかを明らかにするというやり方である。これにより、個人、事業者、産業部門が所有する土地からどのような生態系サービスが供給されているか、危機に瀕しているビオトープを誰が所有しているのか、企業規模によって供給される生態系サービスに相違があるのかなどがわかる。また、土地課税など地代に関連させた経済評価を実施しやすくなる点もある。スウェーデンでは森林インベントリー調査が行われており、これが重要なデータベースになる。このデータベースの森林資源に関する物量データが更新され次第、評価も随時更新されている。したがって評価も定期的に更新されるものではない。

経済評価は課税対象地価をベースにしているが、これは全ての生態系サービスの価値を反映しているわけではない。とくに非市場価値、非利用価値といった評価が困難な価値については、現時点では評価対象にしていない。経済評価に関しては、イギリスのエミリー・コーナー氏が先日のロンドン

グループ会合でプレゼンをしていたので、イギリスで詳しい情報を得れば良いと思う（本報告書の 1.2.1 (3) を参照）。また、生態系サービスの経済評価では、豪州がグレートバリアリーフで実施している。

今後の課題としては、特定の分野に着目した評価や生態系機能とのリンクを考慮すること。最終的な目標は完全な生態系サービス勘定を構築することで、その中には都市生態系や生態系の質の劣化なども評価できるものになりたい。なお、これらの成果はウェブサイトで公表されているほか、データについては「Geodata」というサイトでエクセルシートで公開されている。

面会したステインバッハ氏、コンスタンチーノ氏は統計分析者なので、生態学や経済学の学術的な知識には必ずしも明るくない印象だった。統計局全体でも統計の取扱いや勘定の構築は行うものの、計上する数値自体は環境省や国内外の大学との共同作業で行っているという話が随所であり、生態系勘定構築への協力体制、分業体制を確立しようとしている印象を持った。たとえばストックホルムには、Beijer institute of Ecological Research などの生態系サービス評価に優れた研究実績をもつ機関もあるが、それらとの連携も模索段階とのことである。スウェーデンでは、緯度が高く生態系が限られる上、第一次産業も農業よりも林業が中心であり、さらに水産業もあまり盛んではないとのことで、生態系やそこから供給される生態系サービスも日本から比べるとかなり限定されていると感じた。日本のように温暖湿潤気候でさらに南北に長い国土を有し、かつ農水産業が一定のシェアを有し、かつ国土のうち森林が多くを占めるといった特徴を有する日本の場合には生態系も多岐にわたり、その評価も必然的に複雑になる。

### 1.2.3. 日本における生態系サービス評価の位置付けと課題

これまでレビューしてきた国連の生態系勘定は、概念の整理や枠組みの例示に注力しており、実際の作成例等が記されているわけではないため、具体的な内容については各国の状況等に応じて決めることができる。本文中でも触れられていたように、とりわけ対象とする生態系や生態系サービスについては各国の重要度に応じて選択することが重要であり、その点、本研究で採用しているような森林・沿岸に特化する選択的アプローチはこの流れに即した合理的なものであると考えられる。

国連の生態系勘定では、ストックとしての生態系資産とフローとしての生態系サービスを区別し、前者から後者が生成されるという関係性を明確化するとともに、後者の期待フローに基づいて前者を評価するというような動的なアプローチを採用している。また、空間的統計単位として GIS の活用を前提とした枠組みを提示しており、この点、従来の SNA とは大きく異なる考え方を導入している。国際的な研究動向と歩調を揃えることを目指すのであれば、本研究においてもこのような視点をさらに積極的に取り込んでいくことが求められるであろう。

この点、2016年に公表が予定された生物多様性と生態系サービスの総合評価（Japan Biodiversity Outlook 2: JBO2）では、全国レベルでの生態系サービスの評価を GIS ベースにて実施しており、貨幣評価までは必ずしもできていないものの、その成果は本研究に大きく活用できるものと思われる。現在、本研究で検討している枠組みと、国連の生態系勘定で例示されている枠組みの一致性を高めていくためにも、今後、生態系サービスの取り扱いを十分に検討していくことが必要と考える。

さらに、極めて重要かつ難しい課題が SNA との接合である。貨幣価値評価において交換価値アプローチを採用するか余剰価値アプローチを採用するかという問題や、生態系サービスの供給者・受益

者をどのように特定・制度化するかなど様々な複雑な問題がある。とりわけ後者については国連の生態系勘定でも明確な方針が示されておらず、SNA と結びつける上で大きな課題となると考えられる。これまでの SEEA の既存の勘定 (SEEA-Water) などを参照しつつ、この点について検討していくことも重要である。

海外での生態系サービス勘定作成事例は著者の知る限り、今のところオランダとイギリスの 2 事例しか見当たらないものの、両国とも作業プロセスはほぼ同じと言って良い。すなわち、(1)土地利用勘定の作成、(2)土地利用ごとの自然資本ストック賦存量の推定、(3)そこから発生する各種生態系サービス量の推定、(4)生態系サービスごとの貨幣評価という流れである。また、両国ともこれらの一連の生態系サービス評価および SNA への導入作業は 2010 年代前半から始まり、2020 年までに完了するという長期的な作業スケジュールが組まれている。

一方で、本研究では、まず自然資本として森林資源と沿岸資源のみに着目し、(1)両資源のストック量の計測、(2)ストック単位あたりの生態系サービス価値単価を便益移転関数から推計、(3)ストック量×単位あたり生態系サービス価値により貨幣評価という流れを踏襲しており、オランダ、イギリス両国のいわゆる「積み上げ」評価方法とは根本的に異なるアプローチを採っている。さらに、作業スケジュールも 3 年間と非常に短期間であり、この期間に達成できる生態系サービスの評価は大ざっぱなものにならざるを得ないと考える。しかしながら、日本においては、過去に農業の多面的機能評価を発端に国内のさまざまな生態系サービスの貨幣評価事例が多数蓄積されていることから、これらの既存研究を生態系サービスの評価に援用することができるという有利な点がある。

このように、本研究プロジェクトとオランダ及びイギリスでの取組の間には、作業プロセスに大きな相違がある。しかしながら、どれも生態系サービスの価値を貨幣評価し、SNA に導入するという目的は全て同じであり、本研究プロジェクトでも 2 つの海外事例を参考にできる部分は多分にある。また、オランダ及びイギリスのとりプロセスとは異なった方法を提案することで、本研究プロジェクトは世界に先駆けた統合体系の新たな開発方法を提案することにもなると考える。

次年度以降、オランダ及びイギリスの事例で課題として挙げられている点について、本研究プロジェクトでどのように対応していくかを検討する必要がある。特に交換価値と余剰価値の概念の整合性の整理については、SNA に生態系サービス価値を導入する上で重要な課題と認識しており、この点に関する十分な検討が必要と考える。

本研究の平成 28 年度報告書では、生態系サービス評価における重要かつ難しい課題として、SNA との接合の問題を挙げた。これに関連して、貨幣価値評価においては交換価値アプローチを採用するか余剰価値アプローチを採用するかにより、SNA との接合可能性は大きく異なる点も指摘し、今年度の課題として、貨幣評価をどのように位置づけるのかを検討することを指摘した。イギリスにおけるヒアリング調査からは、特にイギリスにおいては、SEEA-EEA における SNA との接合性をひとまず考慮せず、現状で得られるデータでどこまで評価ができるのかを試行していることが明らかになった。したがって、SEEA-EEA に基づいて交換価値アプローチを採るべきと一義的に決めるのではなく、まずはデータ利用可能性が高い方を選択するなど、日本における評価可能性を考慮した上で、どちらのアプローチでの評価がより現実的という観点から選択するアプローチを決め、そこから貨幣評価を含めた生態系勘定を作成することもできると考える。場合によっては、双方の経済価値を併記する形もあり得るだろう。

一方で、平成 28 年度に、貨幣評価の課題と並んで指摘した生態系サービスの供給者・受益者をどの

ように特定・制度化に関する点は、今回のオランダ、イギリス及びスウェーデンでのヒアリング調査の中から、海外における対応方策を確認することができた。すなわち、オランダにおいては、土地被覆図と土地利用図を重ね合わせるにより、需要者すなわち受益者を特定するという方法が採られており、同様の方策はスウェーデンにおいても行っていることが判明した。日本においても同様の方策を試みることはできるが、そのためには GIS を用いた土地被覆図と土地利用図を用意する必要がある。したがって、日本においてのデータ制約や国内全土を網羅する形での評価は困難なものの、オランダで行われている地域的な評価と同様に、この手法を日本のいずれかの地域を事例として試行的に行うことは可能であると考えられる。

ここで必要となる事項は、①生態系資産と生態系サービスという 2 つの項目、②物量勘定と貨幣勘定の 2 つの勘定表である。SEEA-EEA では、この前提として、多層的な空間構造に基づく評価を想定しているが、これは技術的にも未だ課題があるものであるため、本稿では都道府県単位での評価とする。また、勘定期間は通常の SNA と同じく 1 年とする。

生態系資産と生態系サービスについて、それぞれ物量勘定と貨幣勘定を準備すれば、4 つの勘定表が必要となる。しかし、ここでは直観的な理解の容易さを重視するとともに、本稿で示すものが飽くまで試作版であるという点にも鑑み、以上の 4 つの勘定表すべてをひとつの表にまとめたものを考える。また、複数の生態系を同一表に並べることで、それぞれの値を比較できるようにする。

生態系勘定表を作成するにあたり考慮すべきは測定年である。理想的には毎年の値を経時的に示すことが望ましいが、生態系資産・生態系サービスに関しては特にデータ制約が大きく、そのため異なる生態系について同一年での値を示すことが難しい。そこで、本稿では、測定年を 1990 年代、2000 年代の 2 つに大別することとする。

前述のとおり、実験的生態系勘定でも大きな論点として挙げられているものが、貨幣勘定において交換価値アプローチを採るか、余剰価値アプローチを採るかという点である。前者のほうが従来の SNA と整合性が良いが、従来の経済システムで無視されてきた生態系サービスの評価という生態系勘定のそもそもの意義からは後者のほうが望ましい。両者はそれぞれ一長一短であり、本研究では両者を並列的に扱うこととする。

#### 1.2.4. 生態系勘定の政策利用の可能性

本章で提案した生態系勘定表を用いることで、まず、都道府県単位での生態系資産や生態系サービスの経済的価値の分布を把握することができる。すなわち、生態系サービスの価値を勘定形式に記載することで、どの都道府県でどのような生態系サービスの価値が高いのかがより明示的になり、かつ都道府県間での比較が容易になる。これは政策における基礎情報を提供することができ、ハイン氏が指摘する 5 つの用途の基礎的部分をなす役割とも言える。

また、1990 年代と 2000 年代とを比較することで、その時間的変化についても評価することができる。これについては、ハイン氏の提示する(3)政策影響評価、(4)モニタリングに関連する。すなわち、1990 年代に行われたある政策が生態系や生態系サービスにどのような影響を与えたのかを 2000 年代の勘定表との比較により明らかにすることができるのである。さらに、政策との関連がなくとも、モニタリングとして経時的な変化を把握することができるだろう。

さらに、本勘定表は交換価値アプローチと余剰価値アプローチのどちらも選べることにより、用

途に応じて適切なものを使い分けることができる。これについては、例えば SNA との接合性を担保したい場合には交換価値アプローチの評価額を参照し、SNA における計数との比較を行えば良いことになる。これにより、例えば各部門の生産額との比較や投入材・サービスとしての生態系サービスの価値の大きさや全投入額にしめる割合といった指標を構築すれば、生態系サービスの主流化にも貢献するだろう。

本章では、はじめに国際的な生態系勘定の開発動向を把握するため、ロンドングループ会合における生態系勘定の開発に関する議論の概要をまとめ、さらにオランダ、スウェーデン、イギリスの各国における生態系勘定開発の動向を解説した。これらの中から、日本における生態系勘定開発への示唆として、昨年度指摘した交換価値アプローチと余剰価値アプローチの選択の問題に関して、SNA との整合性の確保に固執することなく、日本の生態系勘定の利用やデータの入手可能性などを踏まえ、柔軟に採用アプローチを選択すべきという点が示された。その上で、本章では日本における生態系勘定表として、森林資源と湿地という生態系サービスに関して、都道府県ごとにその量と価値を把握できる生態系勘定表を提案した。この勘定表は、交換価値アプローチと余剰価値アプローチの双方の手法で評価額を記載できる方法を採用している。これにより、生態系勘定表の用途によって、どちらかのアプローチを選択することができる。

## 第2章 森林資源量データに基づく交換価値の推定

### 2.1 平成29年度の成果

#### 2.1.1 背景と目的

生態系サービスの経済価値に基づく自然資本ストックの評価を行うためには、様々な自然資本の価値を計測する必要がある。これまでに自然資本の価値評価手法として TEEB や、環境経済学分野で用いられる仮想的市場評価法(Contingent Valuation Method: CVM)などが開発・発展してきた。一方で、これらの計算方法はアンケートなどの調査手法を用いるケースが主であり、多くの費用及び作業労力を投入する必要がある。

こうした背景を踏まえ、本章では森林データを活用した生産効率性分析により、森林資源のシャドウプライスを推計する枠組みについて提案を行う。シャドウプライスは経済学分野で発展してきた価値評価手法であり、財の市場価値を推計する方法として発展してきた。

シャドウプライスは完全競争市場の仮定下で外部性が存在しない場合には、市場価格と一致する特性を持ち、新国富報告書でも自然資本の価値推計を、シャドウプライスを利用して実施している(自然資本研究会, 2015)。一方で、シャドウプライスの推計方法は多様であり、その推計には詳細な技術及びコストデータを必要とする手法も存在する(Leet et al., 2014)。しかしながら、こうしたデータは企業の技術水準を反映していることから秘匿情報として扱われるため、研究への利用は一般的に困難である。

以上の点を踏まえれば、生態系サービスの定量評価及び生態系勘定フレームワークを継続的に適用するためには、定期的に公開される統計データなどからシャドウプライスを推計することが出来る推計手法が必要不可欠である。本章では、我が国の森林資源のシャドウプライス推計を目的として、農林水産省から毎年定期的に報告されている「森林組合一斉調査」の統計データを活用したシャドウプライス推計手法の構築を行う。

#### 2.1.2 分析手法

##### 2.1.2.1 指向性距離関数

本研究では複数の投入・産出データを用いた包括的な効率性評価が可能である指向性距離関数(Directional Distance Function: DDF)を用いた生産性評価分析を行う。DDF では生産活動に利用する労働、資本などの投入要素(市場投入財)と売上、付加価値などの望ましい産出要素(市場産出財)を複数用いた生産効率性評価を行うことができる。

DDF を選定した理由として、林業活動では森林資源に加えて、労働の件数や機材設備等の有形固定資産の活用が必要不可欠である。これらの投入要素の活用度合いや技術水準は、林業市場の競争力に直接的に反映されるものであり、これら投入財の変化を無視したシャドウプライスは市場競争力の側面を明示的に考慮できていないと考える。そこで、本研究では、複数の投入要素を考慮した生産効率性分析を通じ、林業における市場競争力の側面を明示的に考慮したシャドウプライスの推計を、DDF を活用して実施する。

ここで市場投入財  $x$ 、市場産出財  $y$  を用いて生産可能集合  $P(x)$  を次のように定義する。

$$P(x) = \{y \mid x \text{ can produce } y\} \quad (1)$$

生産可能集合  $P(x)$ 内に存在するサンプルの非効率性  $D(x, y \mid g_x, g_y)$ は、サンプルと効率的な生産を達成しているサンプル群で生成されるフロンティアラインとの距離  $\beta$  と、非負の方向ベクトル  $(g_x, g_y)$ を用いることによって、次のように定義する。

$$D(x, y \mid g_x, g_y) = \text{Sup} \{ \beta \mid (y + \beta g_y) \in P(x - \beta g_x) \} \quad (2)$$

上記のように、 $D(x, y \mid g_x, g_y)$ を定義することで、式(3)が成立する。

$$y \in P(x) \text{ if and only if } D(x, y \mid g_x, g_y) \geq 0 \quad (3)$$

加えて、式(2)は線形計画法を適用することで、以下のように定式化される。ここでは  $k$  番目のサンプルについての計算式を示す。

目的関数

$$\text{Max. } \beta_k \quad (= D(x_k, y_k \mid g_x, g_y)) \quad (4)$$

制約式

$$\sum_{i=1}^N y_{q,i} \lambda_i \geq y_{q,k} + g_y \beta_k \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^N x_{p,i} \lambda_i \geq x_{p,k} + g_x \beta_k \quad (6)$$

$$\lambda_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, k, \dots, N) \quad (7)$$

$x_{p,i}$  は  $P \times N$  の市場投入財データ行列  $X$  の  $p$  行  $i$  列番目の要素であり、 $y_{q,i}$  は  $Q \times N$  の市場産出財データ行列  $Y$  の  $q$  行  $i$  列番目の要素である。制約式(5)及び(6)の左辺はフロンティアラインを表しており、 $\lambda_i$  は非効率なサンプルが参照するフロンティア曲線上の点を一意的に決定するパラメータである。フロンティアラインは、ベクトル  $\lambda_i$  により各評価対象サンプルにとって最も効率性を高めるように決定される。制約式(5)及び(6)の右辺は評価対象となるデータセットを用いている。

また、DDFモデルの非効率値は、予め設定した方向ベクトル  $g(g_x, g_y)$ によって規定される。方向ベクトルはどのデータ項目に着目して非効率性を計測するかを表している。たとえば、フロンティアラインからの距離  $\beta$  をある投入要素1つだけに関連付ければ(非ゼロとすれば)、非効率値は他のデータ項目を一定とした場合に非効率的なサンプルがフロンティアラインを参照することによって、その投入要素をどこまで減らせるかによって決まる。ここでは簡便に説明するために、縦軸に  $y$  を横軸に  $x$  を用いた場合に、市場産出財のみに方向ベクトルを関連付けたときの非効率性測定方法を図2.1に示す。図2内の  $\beta_k$  は、非効率的企業  $K$  がフロンティアラインを参照することによって、自社の市場投入財を増やすことなく、どれだけの市場産出財が増加可能であることを示している。



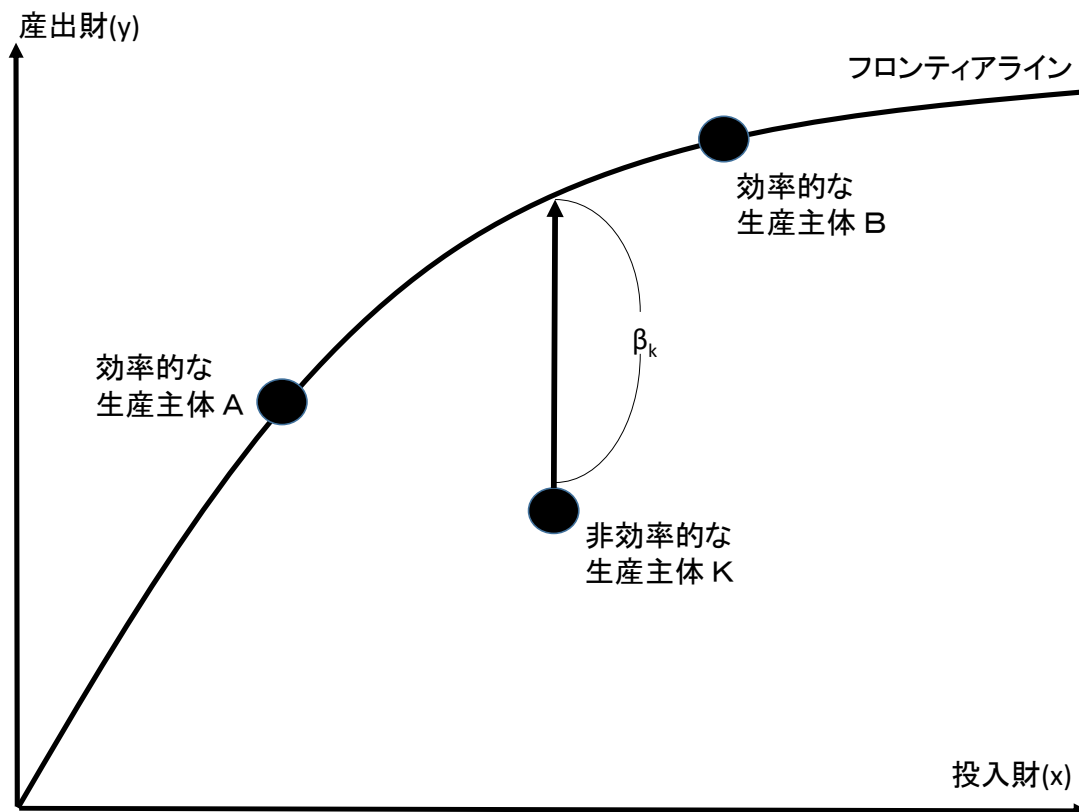


図 2.1 産出財のみに方向ベクトルを関連付けた場合の図

### 2.1.2.2 シャドウプライスの推計

DDF を用いたシャドウプライスの推計方法は、Lee *et al.* (2002)、Maradan *et al.* (2005) や Färe *et al.* (2006) などによって発展されてきた。既存研究より、投入財(x)の価格  $q$  は、市場産出財(y)の価格  $p$  を用いて式(8)のように表すことが可能である。

$$q = p \times \frac{\partial D(\cdot) / \partial x}{\partial D(\cdot) / \partial y} \quad (8)$$

ここで、計算に用いた市場産出財が金額データである場合は  $p=1$  として計算することが可能である。投入財の価格  $q$  は、生産主体が生産規模を縮小させることで、投入財を 1 単位削減した場合に、減少する市場産出財の価値を反映している。

Lee (2002) では、式(8)で得られるシャドウプライスには各生産主体の非効率性の違いが反映されておらず、現実的ではないと述べており、式(8)に非効率性要素  $\sigma_y$  と  $\sigma_b$  を乗じることで非効率性を考慮したシャドウプライスの計算式を式(9)のように提案している。

$$q = p \times \frac{\partial D(\cdot)/\partial x}{\partial D(\cdot)/\partial y} \times \frac{\sigma_x}{\sigma_y} \quad (9)$$

ここで、非効率性要素 $\sigma_y$ と $\sigma_b$ は式(10)で与えられる。 $(y^*, b^*)$ は評価対象の生産主体が非効率性を計測するときに参照先とする点であり、フロンティアラインと Directional Vector の交点である。

$$\sigma_x = \frac{1}{1 - D(\cdot) \frac{g_x}{x^*}}, \sigma_y = \frac{1}{1 - D(\cdot) \frac{g_y}{y^*}} \quad (10)$$

この推計の背景には、効率的な生産を達成している生産主体は、非効率的な生産主体よりも投入財を効率的に活用していると考えられるため、投入財を1単位削減された場合には犠牲となる市場産出財が大きい傾向にあるというものである。逆に考えると、非効率的な生産を行っている主体は、投入財の削減によって犠牲となる市場産出財は小さいと表現できる。

本分析では異なる生産非効率性の企業間では、投入財を一単位削減した場合に犠牲となる市場産出財の価値は異なると仮定し、各生産主体の非効率性をシャドウプライスに反映させる手法を用いることとし、式(10)を用いてシャドウプライスの推計を行った。

## 2.1.3 データ

### 2.1.3.1 データ変数の説明

本調査では、都道府県別に森林面積のシャドウプライスの推計を試みる。都道府県における林業は、主として森林組合によって実施されている傾向にあることから、本調査では森林組合統計を活用することで都道府県別のデータセットの構築を進める。

表 2.1 は、本調査で利用するデータ変数リストである。分析対象期間は森林組合統計が利用可能な2002年から2015年の14年間とする。金額データは総務省統計局の価格指数を用いて2011年価格に基準化を行っている。

本研究では、東京都、千葉県、大阪府の3箇所において、森林面積以外のデータ変数の利用が2008年から2015年にかけて不可能であることから、本研究ではこれら3箇所を除く44道県を対象に分析を行う。

表 2.1 データ変数の一覧と出典

データ名	単位	変数名	生産関数での扱い	データ出典
事業総利益	円	Profit	産出財	損益計算書
有形固定資産	円	Capital	投入財	貸借対照表
人件費総額	円	Labor	投入財	損益計算書
事業管理費	円	COGS	投入財	損益計算書
森林面積	ha	Forest	投入財	地区内森林面積

注：データはすべて農林水産省が公表する「森林組合一斉調査」の森林組合統計

([http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sinrin\\_kumiai/](http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sinrin_kumiai/))より取得している。

### 2.1.3.2 本研究で使用するモデル

本研究では投入財の一つである森林ストック( $x_{forest}$ )のシャドウプライスに着目するために、森林ストックのみに $\beta$ を関連つけた方向ベクトルを採用する。この場合、北海道を評価対象とした場合の計算式は以下となる。

目的関数

$$Max. \beta_{北海道} \quad (11)$$

制約式

$$\sum_{i=1}^{44} y_i^{Sale} \lambda_i \geq y_{北海道}^{Sale} \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^{44} x_i^{Labor} \lambda_i \leq x_{北海道}^{Labor} \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^{44} x_i^{Capital} \lambda_i \leq x_{北海道}^{Capital} \quad (14)$$

$$\sum_{i=1}^{44} x_i^{COGS} \lambda_i \leq x_{北海道}^{COGS} \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^{44} x_i^{Forest} \lambda_i \leq x_{北海道}^{Forest} \times (1 - \beta_{北海道}) \quad (16)$$

$$\lambda_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, k, \dots, N) \quad (17)$$

この計算式から得られた非効率性 $\beta_{北海道}$ は、市場産出財及び森林ストック以外の投入財を変化させずに、森林ストックをどれほど削減可能であるかを表している。非効率値 $\beta_{北海道}$ は0から1の間で定義され、値が大きいほうがより非効率である。

### 2.1.3.3 データの経年変化及び分布

次に、分析に用いたデータの経年変化と地域別の分布を紹介する。表 2.2 は、データが利用できない東京都、千葉県、大阪府を除く 44 道県の平均値の推移を示している。表 2.2 より、事業総利益は 2002 年から 2012 年にかけて減少傾向にあるが、その後増加に転じている。同様に人件費や事業管理費も、事業総利益の推移と類似した傾向で推移しており、木材市場の縮小や拡大に伴って、林業事業者が投入要素を調整していることが伺える。

一方で有形固定資産においては、長期間利用する設備を対照としていることから、市場の変化に応じて短期的な調整を行うことが困難な投入財である。こした面から、人件費や事業管理費に比べて変化率が小さいことが分かる。最後に、森林面積は 2002 年から 2015 年にかけて大きな変化は見られなかった。

表 2.2 データ変数の経年変化(44 道県の平均値)

10 億円	10 億円	10 億円	10 億円	100 万 ha
-------	-------	-------	-------	----------

	事業総利益 (Profit)	人件費 (Labor)	有形固定資産 (Capital)	事業管理費 (COGS)	森林面積 (Forest)
2002年	64.27	44.05	57.27	15.58	24.57
2003年	64.28	43.35	55.52	14.97	24.51
2004年	58.54	42.11	55.40	14.12	24.83
2005年	54.66	40.35	55.52	13.06	24.59
2006年	54.93	38.81	55.20	12.72	24.63
2007年	56.37	38.38	54.57	13.03	24.60
2008年	55.44	37.47	55.72	13.56	24.62
2009年	56.69	37.44	54.07	13.30	24.67
2010年	54.47	36.54	53.80	13.38	24.48
2011年	51.74	35.44	53.93	13.16	24.53
2012年	48.05	34.29	53.82	13.14	24.67
2013年	54.60	35.10	52.84	13.45	24.63
2014年	55.79	35.11	53.94	14.37	24.42
2015年	55.32	35.28	52.85	14.09	24.47

注：東京都、千葉県、大阪府はデータの欠損のため分析対象から除外している。

貨幣データはすべて2011年価格に基準化している。

次に、44道県の地域別の分布を図2に示す。図2.2では、産出財である事業総利益を分子に、投入財である4つのデータを分母として用いた4つの指標を表している。データ対象年は2015年度である。図2.2より4つの指標で異なる地域分布を有していることが読み取れる。都道府県別の分布は地図で表示、profitとの比率で4つの地図を作成した。

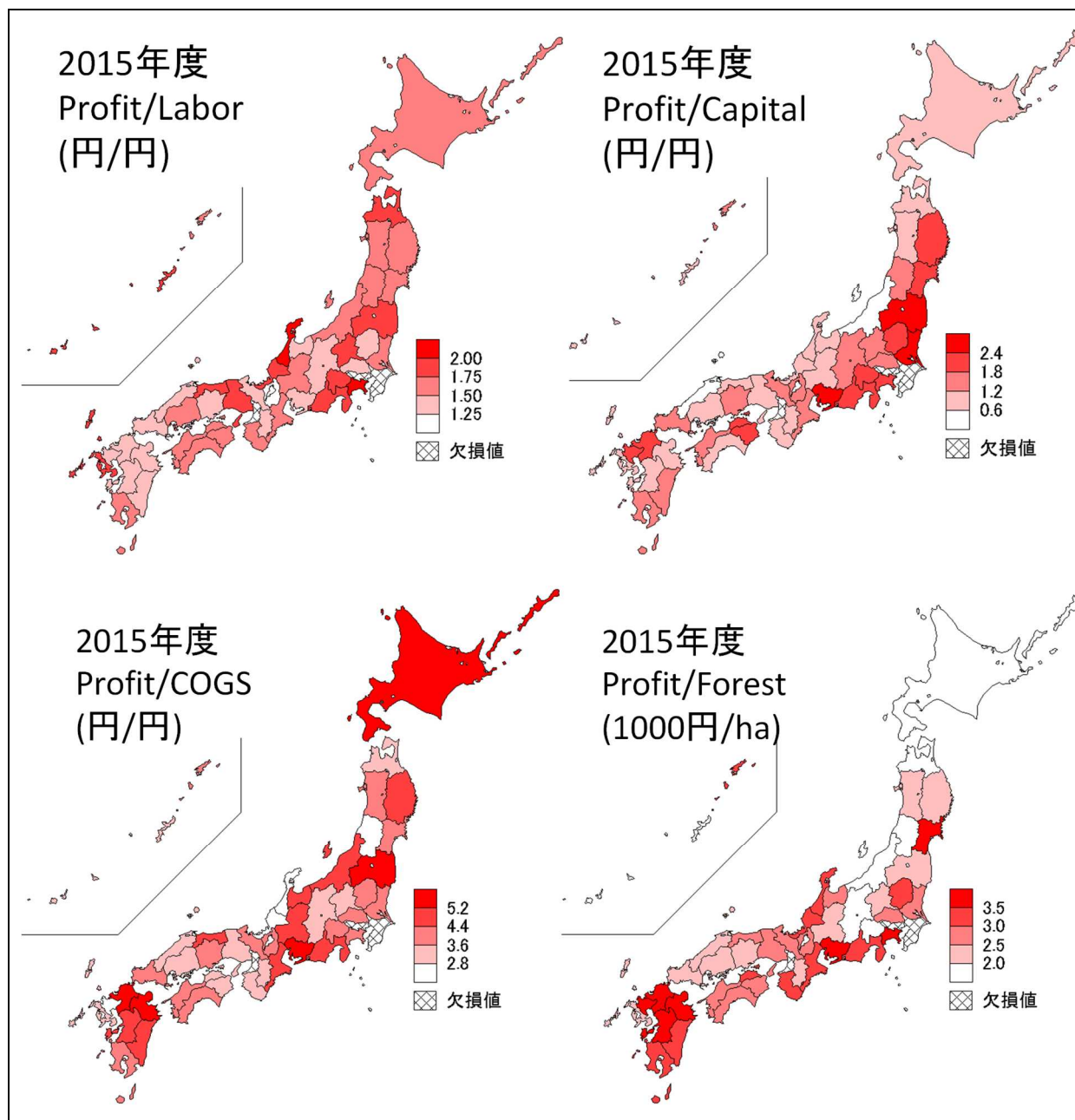


図 2.2 2015 年度における産出財と投入財の比率の地域分布

図 2.2 より、事業総利益と有形固定資産の比率を示した Profit/Capital で、大きな地域間格差が観測された。特に指標の値が低い新潟県(0.43)や島根県(0.55)と比較して、茨城県(3.27)や愛知県(3.50)では 6 倍以上の値を有しており、有形固定資産の利用効率が低いことが分かる。これほどまでに大きな格差が生じた理由としては、島根県や新潟県を含め、日本海側に位置する地域では雪害対策などに追加的に設備を導入する必要があることから、有形固定資産の投入量が増加した点が指摘できる。

また、事業総利益と森林面積の比率を示した Profit/Forest では、面積が大きい北海道や長野県、さらに東北地方で低い傾向が見られ、東海・九州地方では指標が高い傾向にあることが明らかとなった。一方で、Profit/Labor と Profit/COGS では、地域間格差は他二つの指標に比べて小さい傾向にある。これは表 2 の説明でも述べたように、人件費や事業管理費は短期的に調整を行いやすい投入財で

あり、市場規模や需要の変化に応じて各地域の林業組合が調整を実施した点が、地域間格差が小さい理由として挙げられる。

### 2.1.4 分析結果

図 2.3 に地域別の森林面積のシャドウプライス(円/ha)の変化を示す。2002 年時点の森林面積のシャドウプライスの全国平均は 4000 円/ha であったが、2015 年では 2.5 倍の 10,000 円/ha まで上昇している。図 2.3 より、特に西日本の地域で森林面積のシャドウプライスが上昇していることが分かる。この変化について次の 2 点が理由として挙げられる。

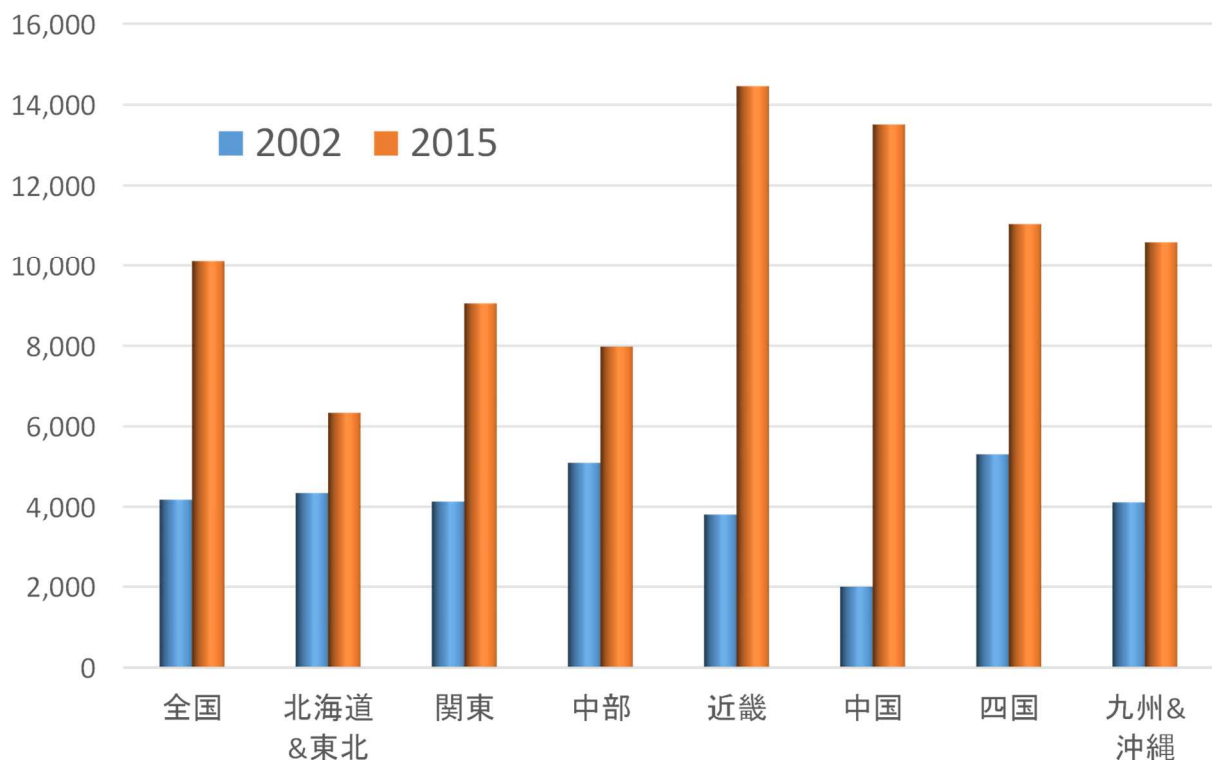


図 2.3. 地域別の森林面積のシャドウプライスの推移(円/ha)

一点目の理由として、国内外における森林需要の増加である。2010 年に施行された「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」により、国が整備する公共建築物に対して法令基準の対価建築物とすること、または主要構造部を対価構造とすることが求められていない場合には、原則としてすべて木造化する目標が設定されている (日刊工業新聞, 2017)。この法律によって、地方自治体の 9 割が「公共建築物における木材の利用の促進に関する方針」を策定しており、2014 年度では 3668 件の公共建築物が木造建築で造られている。加えて、再生可能エネルギーの固定価格買取制度も森林資源の需要を高める要因として考えられる。

また供給側における技術進歩も木材市場を拡大させた要因として指摘できる。木造建造物の短所であった耐火性についても、技術進歩による対応が進んでいる。竹中工務店が開発した耐火集成材「燃

エンウッド」は 2011 年に 1 時間耐火部材として国土交通大臣認定を取得した商品であり、耐火性が要求される建造物においても木材を活用した建築を行うことが可能となる。環境負荷低減や木材活用促進などの貢献から、「燃エンウッド」は 2012 年の第 9 回エコプロダクツ大賞農林水産大臣賞を受賞している (竹中工務店, 2012)。

以上の事例から、木材の供給側では活用を促進するための技術進歩が進んでおり、また需要側においても公共建造物においては優先的に木材を活用する制度設計が進んだ点が、国内における木材需要を拡大した要因として考えられる。

また、日本産木材の国外需要の増加も顕著に現れている。図 2.4 は、国別における木材輸出額の推移である。図 2.4 より、中国、韓国、台湾、フィリピン向けの木材供給額が大幅に上昇しており、2011 年の 64 億円から 2015 年の 183 億円と、3 倍に輸出額が拡大していることが分かる。

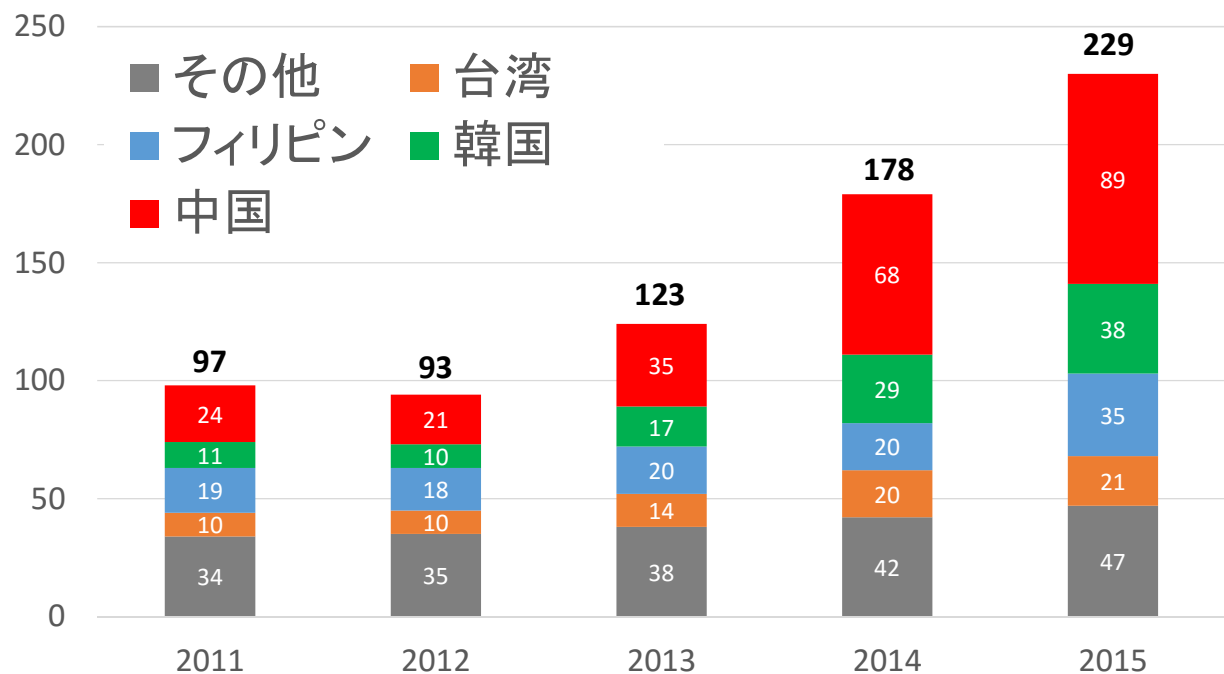


図 2.4. 国別における木材輸出額の推移(億円)

出典：貿易統計より著者作成

日本の木材需要の高まりの理由として、ヒノキの高級感や成分(ヒノキチオール)の健康効果(殺菌・生理活性化作用等)が指摘されている(首相官邸, 2016)。また、木材輸出額の約 4 割が丸太であり加工前の森林資源も海外市場において高い需要を得ていることが分かる。一方で、丸太の輸出では全体の約 8 割が九州の港から行われている。この理由として、輸入国である中国や韓国に近いため、輸送コストを低く設定することが出来る点や、輸送時間の短縮により丸太の品質劣化を抑制することが出来る点が挙げられる。図 2.3 の説明で述べたように、2015 年で西日本の都道府県でシャドウプライスが高い傾向にある理由は、東日本の都道府県に比べて海外からの木材需要に対する立地のアドバンテージを有していることが指摘できる。

### 2.1.5 まとめ

本年度では、日本政府が公表する統計データを活用した森林資源のシャドウプライス推計方法の開発を実施した。特筆すべき点として、生産関数アプローチを活用したシャドウプライスの推計方法を適用することで、労働や固定資本など市場競争力を測る上で重要な要素も明示的に考慮した形での推計を実施することが可能となる。

推計結果では2002年から2015年にかけて日本の森林面積のシャドウプライスは大幅に上昇しており、特に西日本の地域で上昇幅が大きい傾向にある。この要因として木材を優先的に活用する制度設計がなされた点や、耐火性に優れた耐火集成材の開発などが指摘できる。加えて、韓国や中国などのアジア各国における日本産木材需要の拡大も、森林面積のシャドウプライスを押し上げた要因の一つとして考えられる。

林野庁(2017)によれば、日本政府は平成30年度予算概算要求においても、「木材需要の創出・輸出強化総合対策事業」として8.7億円を設定しており、その目的として公共建築物の木造化・木質化に向けた普及促進、地域内エコシステムの構築、高付加価値木材製品の輸出拡大、木の文化の情報発信を挙げている。こうした取り組みにより、国内外の日本産木材需要を高めることが予想されることから、森林資源のシャドウプライスも引き続き上昇していくものと予想する。

本研究で推計した森林面積のシャドウプライスの経年比較及び地域間比較より、市場における木材の価値とシャドウプライスの間で整合的な関係性が見られることが明らかとなった。この結果は、政府統計データと経済学的手法を適用することで、少ない費用負担及び労力で自然資本の市場的価値を推計する方法として、本研究で提案するシャドウプライスの推計フレームワークが適用可能であることを示唆している。

当然、詳細な自然資本価値を推計することは重要であり、そのために仮想的市場評価法などを適用する必要がある。その一方で、費用負担や必要となる労力を考えれば、生態系サービスの定量評価及び生態系勘定フレームワークを継続的に適用するためには、定期的に公開される統計データなどからシャドウプライスを推計することが出来る推計手法が補完的なアプローチとして重要な役割を担うと考える。

## 2.2 3年間の研究を通じて得られた成果

### 2.2.1 森林資源データについて

平成27年度では、生態系サービスの量的計測を目的としたデータ取得作業を実施した。サブグループ1において森林資源に関する生態系サービスの質的調査が進められていることから、量的調査においても主に森林資源をデータ収集対象としている。具体的なデータ変数としては、森林面積(ha)、森林蓄積(m<sup>3</sup>)について、樹種別(針葉樹 or 広葉樹)、成立過程別(人口林 or 天然林)に分類を行い、データ収集を行った。加えて、本研究の最終目標でもある新国富指標を地域別に推計するために、都道府県別でのデータ収集を実施している。

上記データ変数に加えて、本年度調査では森林の育成期間(年)及び密度(m<sup>3</sup>/ha)データの経年変化についても、取得データより推計を行った。育成期間及び密度データは森林資源の質的指標として活用が期待できるとともに、生態系サービスの向上に向けた効率的な伐採計画や植林計画を策定する際に、



重要な指標になると言える。また、森林の生態系サービスを評価する上で重要となる公益的機能についても本調査では着目した。特に、水土保持、資源循環、人との共生の3つの側面に焦点を当て、森林の公益的機能の利用形態が地域間でどのように異なるかについて考察を行った。

データ取得対象となる森林は、計画対象森林（5条森林及び7条の2森林）である。5条森林とは「森林法第5条第1項に基づく地域森林計画の対象となっている森林」を指し、「計画対象民有林」と同意である。また、7条の2森林は「森林法第7条の2第1項に基づく国有林の地域別の森林計画の対象となっている森林」を指すものであり、「計画対象国有林」と同意である。

本年度のデータ収集作業において、主に利用したデータの出典を表2.3と表2.4に記す。

表 2.3. 2000 年世界農林業センサスの概要

<p>URL: <a href="http://www.maff.go.jp/j/tokei/census/afc/2010/00kekka.html">http://www.maff.go.jp/j/tokei/census/afc/2010/00kekka.html</a></p> <p>(1) 森林面積[ha](人工林・天然林、針葉樹・広葉樹、国有林・民有林を分けて記載)</p> <p>(2) 森林蓄積[m3](人工林・天然林、針葉樹・広葉樹、国有林・民有林を分けて記載)</p> <p>(3) 齢級別森林面積[ha] (人工林・天然林、針葉樹・広葉樹、国有林・民有林を分けて記載)</p> <p>(4) 森林の公益的利用面積 [ha]</p> <p>(5) 森林を文化教育活動に利用している施設数・利用者数</p> <p>(6) 竹林(ha)、伐採跡地(ha)、未立木地(ha)</p>
---

表 2.4. 森林資源の現況の概要

<p>平成 17 年 4 月 1 日現在 URL: <a href="http://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/h19/index.html">http://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/h19/index.html</a></p> <p>平成 24 年 3 月 31 日現在 URL: <a href="http://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/h24/index.html">http://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/h24/index.html</a></p> <p>(1) 森林面積[ha](人工林・天然林、針葉樹・広葉樹、国有林・民有林を分けて記載)</p> <p>(2) 森林蓄積[m3](人工林・天然林、針葉樹・広葉樹、国有林・民有林を分けて記載)</p> <p>(3) 齢級別森林面積[ha] (人工林・天然林、針葉樹・広葉樹、国有林・民有林を分けて記載)</p> <p>(4) 齢級別森林蓄積[ha] (人工林・天然林、針葉樹・広葉樹、国有林・民有林を分けて記載)</p> <p>(5) 森林の公益的利用面積 [ha] &amp; 蓄積[m3] (2012 年は取得不可)</p> <p>(6) 竹林(ha)、伐採跡地(ha)、未立木地(ha)</p>
--

森林資源の経年変化をみるために、上述したデータベースより得られた 2000 年度、2006 年度、2011 年度の 3 時点に着目し比較を行う。図 2.5 は国内の樹種別・成立過程別の森林面積の経年変化を示す。図 2.5 より、森林面積は 2000 年度から 2011 年度にかけて、大きな変化が見られないことが分かる。加えて、樹種別・成立過程別での分類においては、人工林・針葉樹や天然林・針葉樹の面積が微小ながら減少し、天然林・広葉樹及び人工林・広葉樹の面積が若干ではあるが増加している。

特に人工林・広葉樹では増加面積こそ大きくないが、増加率では 2000 年度から 2011 年度にかけて、36%の増加を達成していることから、人工的に広葉林面積を増加させる取り組みがなされていることが示唆される。田中他(2012)では、「戦後植栽された約 1000 万 ha 弱の針葉樹人工林のうち、手入れ不足になってしまった林分や経済的に成り立たない林分については、今後、生物多様性の保全や、水土保 全などの公益的機能を持続的に発揮できるよう、混交林、広葉樹林へと誘導・育成することが求められています。」と記載しており、研究成果の中で人工林・針葉樹を広葉樹に誘導する技術について紹介を行っている。こうした視点・取り組みによって、人工林・広葉樹面積の増加が 2000 年度以降に達成されたと考えられる。

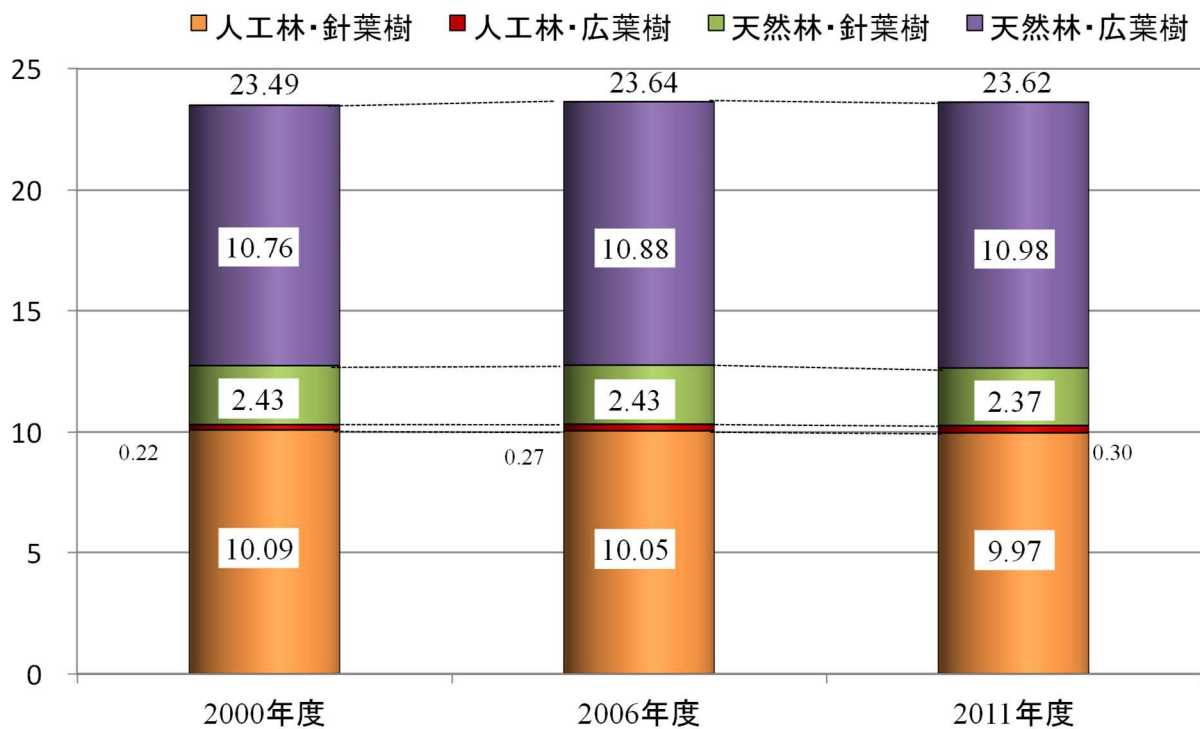


図 2.5. 国内の樹種別・成立過程別の森林面積の経年変化 (100 万 ha)  
 (出典) 2000 年世界農林業センサス及び森林資源の現況より著者作成

図 2.6 は、2000 年度から 2011 年度にかけての樹種別・成立過程別の面積変化率を都道府県別に示したものである。図 2.6 より、長野県、岐阜県、京都府、中国地方などで人工的に広葉樹面積が拡張されていることが分かる。一方で、千葉県、北海道、東北地方では、天然林の針葉樹面積が上昇傾向にあることから、地域によって森林面積の変化傾向に差が生じていることが明らかとなった。

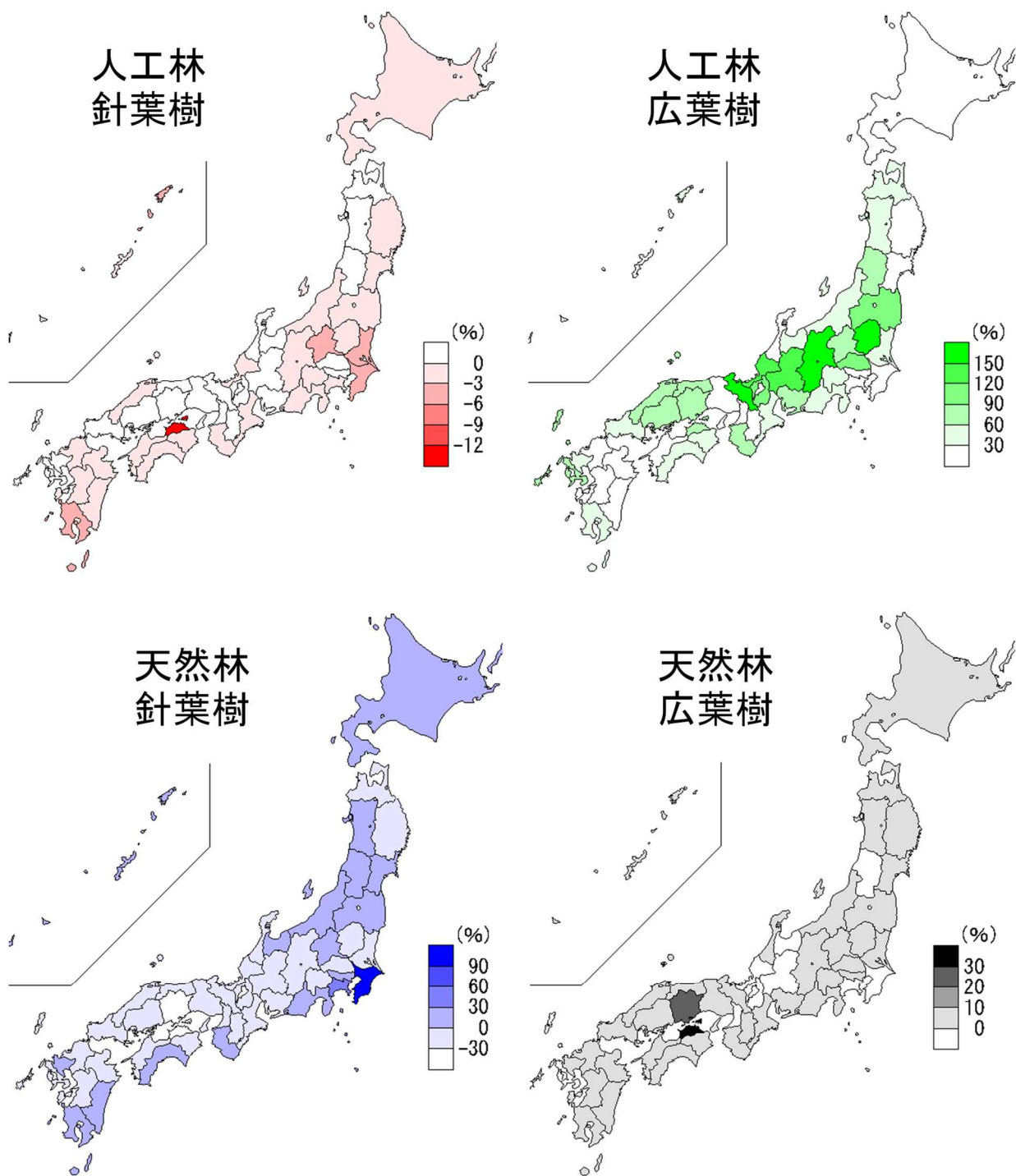


図 2.6 2000 年度から 2011 年度における都道府県別の樹種別・成立過程別の面積変化率  
 (出典) 2000 年世界農林業センサス及び森林資源の現況より著者作成

次に、森林蓄積量の変化について考察を行う。図 2.7 は、樹種別・成立過程別の森林蓄積量の経年変化を表した図である。図 2.7 より、天然林針葉樹以外の 3 つの蓄積量が、大幅に増加していることが分かる。特に人工林針葉樹は約 8 億 7 千万 m<sup>3</sup> の蓄積量が増加しており、これは蓄積量増加分の 77% を占める。

また、面積の経年変化と同様に 2000 年度から 2011 年度における人工林広葉樹の増加率は 100%を超えており、急速に森林蓄積量が上昇していることが読み取れる。一方で、天然林針葉樹の蓄積量増加率は、他の樹種や成立過程の蓄積量に比べて 8.8%と低い水準にある。

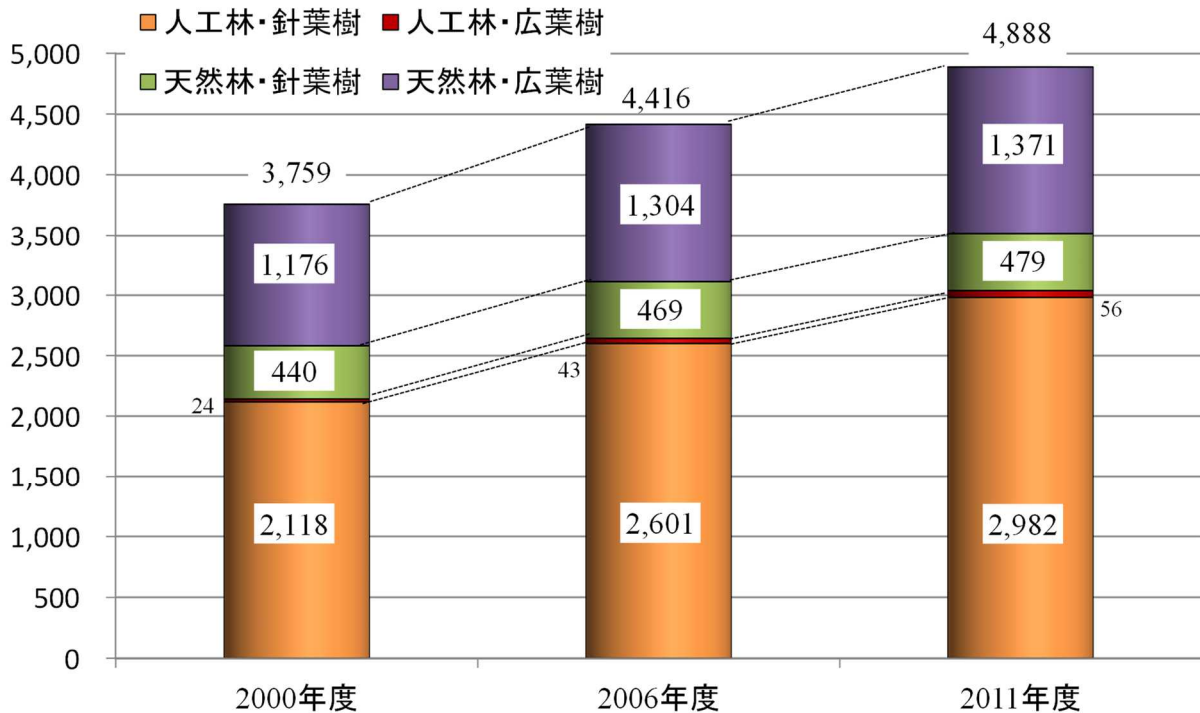


図 2.7. 国内の樹種別・成立過程別の森林蓄積の経年変化 (100 万 m<sup>3</sup>)  
 (出典) 2000 年世界農林業センサス及び森林資源の現況より著者作成

図 2.8 は、2000 年度から 2011 年度にかけての樹種別・成立過程別の森林蓄積量変化率を都道府県別に示したものである。図 2.6 と図 2.8 を比較してみると、人工林広葉樹では面積が大きく拡張している地域に加えて、東北地方や四国地方でも増加傾向にあることが分かる。

また、人工林針葉樹では、日本海側の都道府県で蓄積量の増加率が高い傾向にあり、特に島根県は 90%を越える蓄積量増加が観測された。興味深い点として、長野県、広島県では、天然林針葉樹以外の樹種・成立過程で森林蓄積が増加傾向にある一方で、山形県では天然林広葉樹以外で蓄積量が増加する傾向である。加えて、宮崎県では 4 分類すべてで蓄積量が大きく増加していることから、都道府県別に蓄積量変化の傾向は多様であることが明らかとなった。また、面積変化では地域別に類似した傾向が観測されたが、蓄積量変化では位置的に近い県であっても異なる傾向を持つケースが特に天然林において多く観測された点も、注視すべきポイントであると言えよう。

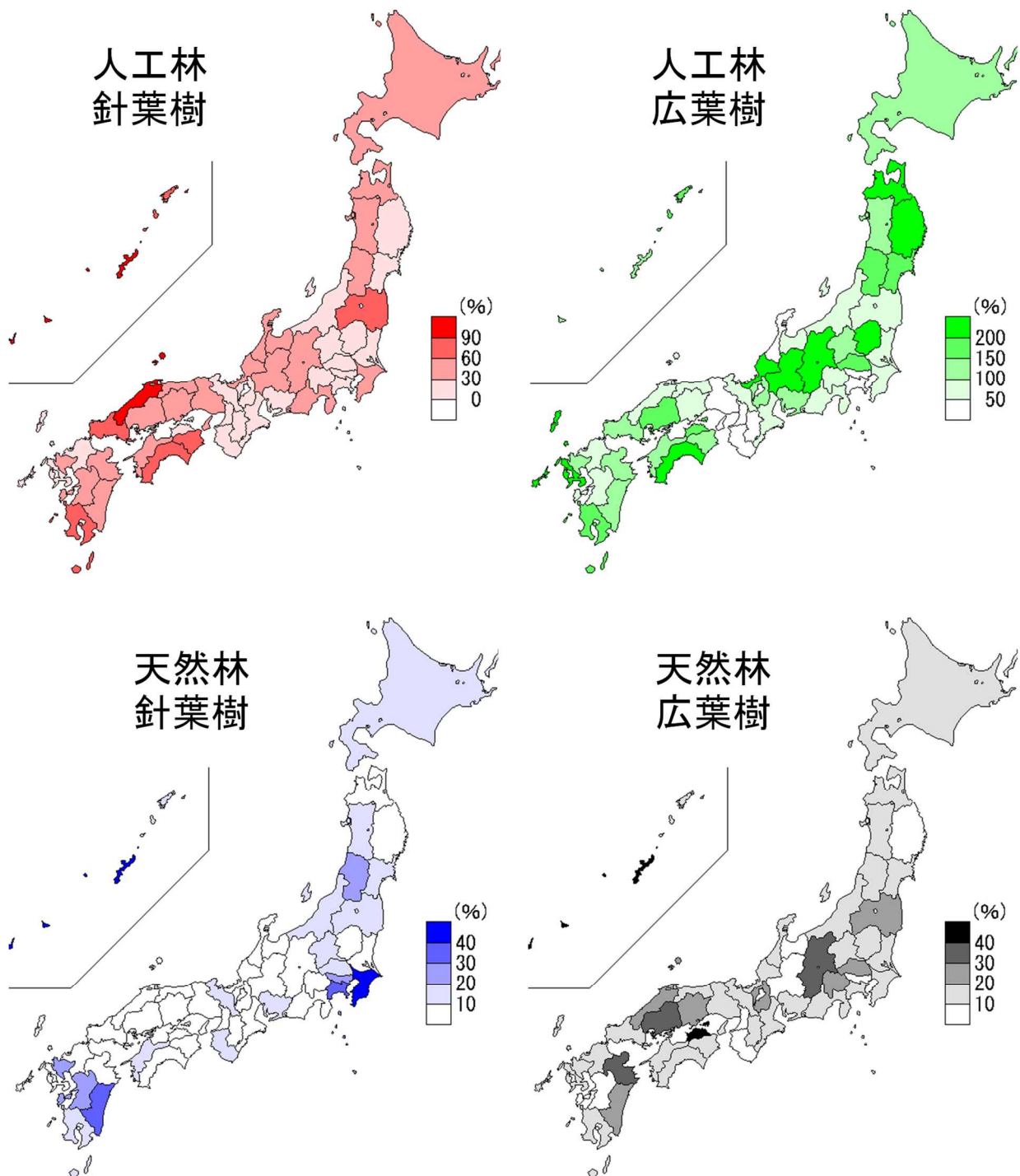


図 2.8 2000 年度から 2011 年度における都道府県別の樹種別・成立過程別の蓄積量変化率  
 (出典) 2000 年世界農林業センサス及び森林資源の現況より著者作成

次に、国内における森林生育期間の経年変化について考察を行う。図 2.9 は国内の樹種別・成立過程別の森林生育期間の経年変化を表した図である。図 2.9 の森林の生育期間は各出典に記載されている齢級別面積を利用し、齢級区分で定められている生育期間の中央値を用いることで推計を行った。生態系サービスを評価する上で森林の育成期間は、森林資源の質を評価する重要な指標となる。そ