

**平成 30 年度 環境経済の政策研究
国・地方公共団体における生態系勘定の導入に向けた研究**

研究報告書

平成 31 年 3 月

**神戸大学
小樽商科大学
農林水産政策研究所**

目次

サマリー	3
英訳 Summary	4
I 研究計画・成果の概要等	6
1. 研究の背景と目的	7
2. 3年間の研究計画及び実施方法	7
3. 3年間の研究実施体制	9
4. 本研究で目指す成果	10
5. 研究成果による環境政策への貢献	10
II 平成30年度の研究計画及び研究状況と成果	11
1. 平成30年度の研究計画	12
2. 平成30年度の進捗状況および成果（概要）	16
3. 対外発表等の実施状況	21
4. 平成30年度の進捗状況と成果（詳細）	23
第1章 環境経済統合勘定-実験的生態系勘定(SEEA-EEA)を踏まえた生態系サービス勘定枠組みの開発	24
1.1 生態系勘定の概説と国際的議論の動向	24
1.2 生態系ストック勘定の期中変化に関する数値の計上	34
1.3 市町村版森林ストック勘定の構築	40
1.4 生態系サービス勘定（フロー勘定）のフレームワーク	53
1.5 おわりに	64
第2章 日本における生態系サービス評価に関する研究	66
2.1 はじめに	66
2.2 生態系の価値評価単位としての交換価値および厚生価値とその特徴	66
2.3 生態系サービスのシャドウ・プライス	74
2.4 まとめと今後の課題	90
第3章 生態系サービス勘定に基づく公共政策評価に関する研究	92

3.1 再生可能エネルギーと自然生態系との関係性の整理	92
3.2 森林資源のエネルギー利用による環境・経済・社会への影響の分析	94
3.3 太陽光発電関連施設の設置による環境・経済・社会への影響の分析	103
3.4 アンケート調査の結果	111
第4章 まとめと環境政策への貢献	114
4.1 まとめ	114
4.2 環境政策への貢献	115
III 今後の研究方針	117
IV 添付資料	121

サマリー

ミレニアム生態系評価、TEEB 報告書、WAVES プロジェクトなどに代表されるように、生態系の価値を生態系サービスの観点から評価する研究が世界的に進み、2010 年に COP10 で合意された愛知目標で生態系の価値を経済勘定として可視化し、意思決定に利用することが目指されていることを踏まえて、本研究では、日本においても生態系勘定の開発と利用について研究を行うことを目的とする。特に、ストック勘定だけでなく、生態系サービスの供給から使用にいたる流れを記述するフロー勘定も揃えて、環境経済統合勘定－実験的生態系勘定（SEEA-EEA）のような世界的に標準とされている生態系勘定枠組みを提示する。そのために、第一に、生態系の量的な把握だけでなく、多様な生態系サービスごとの評価、生態系の状況の評価、生態系サービスの供給源と需要者の分布などの分配面の評価を合わせて行う。第二に、生態系勘定に基づいて国や地方公共団体における事例ベースの生態系保全政策について分析する。具体的には、豊富な生態系サービスの供給源を有する県・地域に焦点を当て、再生可能資源の利用や再生可能エネルギーの転換といった自然共生型の環境政策による生態系保全政策の可能性や有効性を定量的・実証的に分析する。これらにより、生態系勘定の構築を通じて生態系サービスの可視化と主流化という世界的な共通課題に対応する。

本研究では、環境や生態系を経済勘定に取り入れる試みとして、(1)国際的な標準となりつつある SEEA-EEA を踏まえつつ、日本の環境、生態系、および社会経済状況に鑑みて適切な生態系勘定に必要な枠組みの開発を行うサブテーマ 1、(2)生態系の経済評価について、環境経済理論に基づきながら、適切なシャドウ・プライス推定に必要な理論的ならびに実証的な研究を行うサブテーマ 2、(3)生態系勘定を国・地方公共団体における政策利用・政策評価について研究を行うサブテーマ 3 という構成で研究を行った。

サブテーマ 1 では、SEEA-EEA などの先行する生態系勘定体系を踏まえて、生態系及び生態系サービスの評価における課題点と検討状況をまとめた。この中では、厚生価値と交換価値の概念の違いとそれぞれに整合的な評価手法の検討、生態系からのサービスと便益の区分、生態系の評価における割引率の設定など、具体的な課題を明らかにした。その上で、より小さな単位での生態系ストック勘定の構築、生態系ストックの期中変化の項目を計上するための検討、生態系サービスを計上する生態系供給使用表のフレームワークの検討（課題 3）を行った。

サブテーマ 2 では、生態系ストックや生態系サービスの経済評価について、生態系サービスの性質について競合性および排除性に着目し、空間的分布の考慮が生態系サービスによっては重要となることが示された。それを踏まえて、生態系サービスの空間分布について調査を行った。本調査では、岩手県を対象に社会調査を行い、森林生態系サービスについて受益の状況とそれに対する評価データを収集し、地形データと合わせてマッピングし、可視化した。その結果、文化的サービスに対する受益・評価と調整サービスに対する受益・評価などに空間的分布の相違が観察された。また、生態系サービスのシャドウ・プライス推定について、時間的な要因を考慮した分析を行った。これまで、生態系を含めた自然資本のシャドウ・プライス推定には将来の便益に関する割引が暗黙のうちに想定されているが、生態系勘定において将来の便益を通時的に記述するためには割引率の情報が必要となることがある。そこで、全国を対象とした社会調査を行い、コンジョイント分析を応用して森林生態系を事例に割引率を推定し、初期結果として森林生態系サービスの割引率はおよそ 0.6%と推定された。

サブテーマ 3 では、生態系勘定を用いた公共政策評価の方法を論じるため、再生可能エネルギー(木

質バイオマス、太陽光発電)を事例として、再生可能エネルギーと自然生態系との関係性を整理した。また、固定価格買取制度(FIT 制度)を主に対象として、我が国の再生可能エネルギーに関する政策が経済や自然生態系に及ぼす影響を整理し、生態系勘定を利用したそれら影響の定量評価に向けて、分析対象とすべき影響を特定することを試みた。再生可能エネルギー(木質バイオマス、太陽光発電)が森林資源にどのような効果を与えるかを整理した。木質バイオマスと太陽光発電のいずれにおいても、経済影響および生態系影響について正負両面の効果があることが示され、こうした効果について生態系勘定を応用することで、事業評価が可能となることが示唆された。また、全国の木質バイオマスの直接燃焼発電所に関するデータを収集・整理することで、森林資源の利用効率と経済効果の関係や環境負荷を分析した。加えて、兵庫県を事例としてメガソーラー発電所 307 施設に関するデータから、メガソーラー発電所の設置により失われた森林の面積を算定するとともに、太陽光発電設備にかかる過去の自然災害について取りまとめることを通じて、生態系勘定が応用可能な問題として、再生可能エネルギー利用と生態系資源の破壊のトレードオフの論点が見出された。

以上のサブテーマの研究から、日本における生態系勘定、特にフロー勘定の枠組みの開発、生態系価値の推定のアプローチ、生態系勘定の政策応用が議論され、本研究の政策的含意と次年度以降の課題がまとめられた。

英訳 Summary

As evident from the Millennium Ecosystem Assessment, the TEEB reports, and WAVES project, research on assessing the value of ecosystems from the perspective of ecosystem services has been underway worldwide. Considering that the Aichi Targets agreed to visualize the ecosystem value in economic accounts and to use them in decision making, this study aims to examine the development and use of ecosystem accounting in Japan. Specifically, we will prepare both stock and flow accounts, which identify the supply and demand of ecosystem services, to present a series of ecosystem accounts such as the System of Environmental-Economic Accounting -Experimental Ecosystem Accounting (SEEA-EEA). For this reason, first, we will quantify ecosystems and evaluate each ecosystem service, the state of ecosystems, and the distribution of the sources of supply and users of ecosystem services. Second, drawing on ecosystem accounts, we analyze ecosystem conservation policies based on the cases of national/municipal governments, and so on. Specifically, we will conduct a quantitative and qualitative analysis of the possibility and effectiveness of ecosystem conservation policies based on environmental policies relating to the use of renewable resources and energy. Thus, we tackle common global tasks such as the visualization and mainstreaming of ecosystem services through the creation of ecosystem accounts.

As an attempt to adopt economic accounting regarding the environment and ecosystems, we conducted research on the following three subtopics: (1) development of suitable frameworks for ecosystem accounting based on SEEA-EEA, in view of the natural environment, ecosystems, and socioeconomic situation in Japan; (2) theoretical and qualitative researches necessary for appropriate shadow price estimation in economic valuation of ecosystems based on the theory of environmental economics; (3) research on the use of ecosystem accounts in the evaluation of national/local policies.

In the first subtopic, with preceding ecosystem accounting systems in mind, we summarized the issues and the state of research regarding the valuation of ecosystems and its services. Specifically, we clarified specific tasks such as consideration of differences in the concepts of welfare and exchange values, evaluation methods

that are consistent with each of the concepts, classification of services and benefits provided by ecosystems, and establishing a discount rate for ecosystem valuation. In addition, we examined the idea of creating ecosystem stock accounts in even smaller units, inclusion of mid-term changes of ecosystem stock in calculations, and the idea of a framework of a supply-and-use table for including ecosystem services in calculations (Task 3).

In the second subtopic, with regard to the economic valuation of ecosystem stock and services, we focus on the conflicting and excludable nature of ecosystem services and identify issues that arise when conducting the economic valuation. It was shown that it may be important to take spatial distribution into account depending on the ecosystem service. With that in mind, we investigated the spatial distribution of ecosystem services. We conducted social research targeting Iwate Prefecture and collected evaluation data on the benefits derived from the forest ecosystem. Furthermore, we performed mapping with topographical data and visualization. As a result, differences were observed in spatial distribution between the benefits/evaluation of cultural services and that of coordinating services. We also analyzed shadow price estimates of ecosystem services while taking temporal factors into account. To date, discounts on future benefits have been implicitly assumed when estimating the shadow price of natural capital, including ecosystems. However, to register future benefits in ecosystem accounts over time, information on discount rates may be required. Therefore, we conducted a nationwide social survey and estimated discount rate of forest ecosystem service as a case study by applying conjoint analysis. As a preliminary result, the discount rate of forest ecosystem service was estimated to be approximately 0.6%.

In the third subtopic, to discuss methods of public policy evaluation using ecosystem accounting, we summarize the relationship between renewable energy and natural ecosystems (wood biomass, solar power generation) as a case study. Furthermore, focusing mainly on the feed-in tariffs scheme (FIT scheme), we summarized the effects of policies regarding renewable energy in Japan on the economy and natural ecosystems. We attempted to identify effects that should be analyzed to quantitatively evaluate those effects using ecosystem accounts. We summarized what kind of influence renewable energy (wood biomass, solar power generation) had on forest resources. It has been demonstrated that, in the cases of wood biomass and solar power generation, there are negative and positive economic or ecosystem effects. Moreover, it has been shown that project evaluation becomes possible through the use of ecosystem accounts to evaluate these effects. Furthermore, by collecting and organizing data on nationwide biomass-fired power plants, we analyzed the relationship between the efficiency of utilization, economic effects of forest resources, and environmental impact. In addition, in the case of Hyogo prefecture, using data on 307 mega solar power plants, in addition to calculating the area of forest lost due to the installation of mega solar power plants through the compilation of past natural disasters related to solar power plants, the issue of a trade-off between the utilization of renewable energy and destruction of ecosystem resources was identified as an issue to which ecosystem accounting can be applied.

From the research on the aforementioned subtopics, ecosystem accounts in Japan were discussed, particularly the development of a framework of flow accounts, approaches to estimation of ecosystem value, and application of the accounts in policymaking. Moreover, policy implications of this research and future tasks were summarized.

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、TEEB 報告書、WAVES プロジェクトなどに代表されるように、生態系を適切に保全していくために、生態系の価値を生態系サービスの観点から評価する研究が世界的に進んでいる。また、2010 年に COP10 で合意された愛知目標においては、生態系の価値を経済勘定として可視化し、政策的意図決定等において意思決定に利用する形で主流化する動きが進んでいる。こうした背景に基づき、日本においてこれまでの研究では生態系勘定枠組みのうちストック勘定が構築されてきたが、生態系サービスの供給から使用にいたる流れを記述するフローに関する勘定についても構築しなければ勘定体系として不十分である。さらに、日本における生態系サービス評価を実施し、生態系勘定枠組みに物量データと価値データを完備させ、適切な生態系保全のための公共政策について、生態系勘定を用いた具体的な政策形成に関する研究が求められている。

本研究は、日本における生態系勘定枠組みを開発し、国や地方公共団体を単位とした生態系勘定を構築することを第一の目的とする。ここではストック勘定だけでなくフロー勘定も揃えて、生態系の量的な把握だけでなく、多様な生態系サービスごとの評価、生態系の状況の評価、生態系サービスの供給源と需要者の分布などの分配面の評価を合わせて行う。そして第二の目的として、生態系勘定に基づいて国や地方公共団体における事例ベースの生態系保全政策について分析する。具体的には、豊富な生態系サービスの供給源を有する県・地域に焦点を当て、再生可能資源の利用や再生可能エネルギーの転換といった自然共生型の環境政策による生態系保全政策の可能性や有効性を定量的・実証的に分析する。この 2 つの目的により、生態系勘定の構築を通じて生態系サービスの可視化と主流化という世界的な共通課題に対応する。

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。

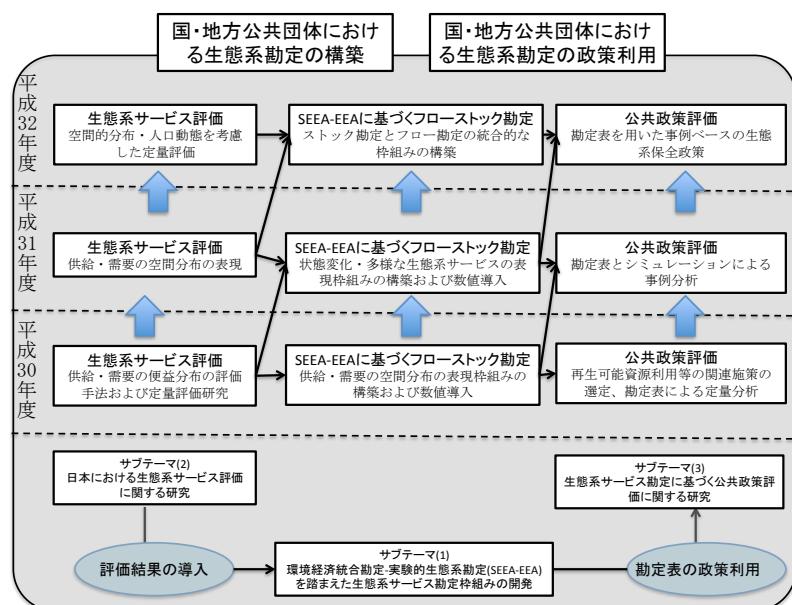


図 1 研究の構成

(1) 環境経済統合勘定-実験的生態系勘定(SEEA-EA)を踏まえた生態系サービス勘定枠組みの開発

[研究体制：小樽商科大学、農林水産政策研究所]

これまでの生態系勘定の研究によって、生態系ストック勘定の構築が行われ、どの都道府県にどのくらいの生態系が賦存し、その価値がどのくらいになるのかについては明らかになった。しかしながら、どのような経済主体がどの生態系サービスをどれだけ供給または需要しているのかといった生態系フロー（生態系サービス）に関するデータを計上する生態系フロー勘定の構築までは未だ至っていない。そこで本研究では、これまでの生態系勘定の研究成果を踏まえ、日本における生態系勘定枠組み、特にフロー勘定を開発し、国全体とともに地方公共団体を単位とした生態系勘定を構築する。

平成30年度は、生態系フローとして、供給者と需要者を表現できる生態系フロー枠組みの構築を行い、統計データから数値を導入する。その際、サブテーマ(2)の成果を流用し、物量データと価値データの両方を、さらに価値データについては厚生価値と交換価値の双方を計上できる都道府県単位の生態系フロー勘定を構築する。さらに、一部の都道府県を対象に、これまでの都道府県単位の勘定表から、市町村単位の勘定表へと拡張し、供給者と需要者の空間分布をより細かく反映させられるフロー勘定とする。

平成31年度は、平成30年度で構築した勘定表をさらに拡張し、生態系の状態や多様な生態系サービスについて、物量や価値を反映できる勘定表の枠組みを構築する。さらに、SDGsの関連指標等、生態系勘定から導かれる各種指標とその政策的な利用法についても言及し、サブテーマ(3)へと繋げる。

平成32年度は、これまでの研究で開発された生態系ストック勘定と平成31年度までに構築したストック勘定の接続を行い、ストックとフロー両方を把握できる生態系勘定体系を構築し、国際基準であるSEEA-EAに可能な限り準拠した生態系勘定を提示する。

本サブテーマは、山本充（小樽商科大学）と林岳（農林水産政策研究所）が担当する。

(2) 日本における生態系サービス評価に関する研究

[研究体制：神戸大学]

生態系サービスの経済評価には、これまで仮想評価法や選択型実験といった表明選好法と呼ばれる経済評価手法により非市場価値を計測することが重視されてきた。しかしながら、SEEA-EAでは、交換価値による計測が重視してきた。これは、国民経済計算体系（SNA）に接続させる際の整合性を確保するためである。しかしながら生態系価値の本質は交換価値では評価しきれない非市場的価値に属する部分が大きいことは多くの環境経済研究が明らかにしてきたところである。そこで本研究では、生態系勘定に導入する際の価値データについて、交換価値評価と厚生価値の双方による日利用価値の評価を行い、ストック勘定と同様にフロー勘定においても評価単位による差異を可視化する。

特にフロー勘定として、平成30年度において便益の空間分布に焦点を当てる。この際には、直接的に利用しない受益者についても検討する必要が生じる。このとき、交換価値による評価と厚生価値による評価の際は顕著に現れることが予想されるが、そうしたケースでの経済学的分析を行い、定量的な実証研究を通じてフロー勘定に導入される生態系の価値評価を行う。

平成31年度においては、こうした分析を生態系サービスの多様性について当てはめ、供給サービスのような物的消費を基本とする生態系サービスの評価だけでなく、調整サービスや文化的サービスのような交換価値として評価しにくいサービスについて、厚生価値によって評価し、既存のSEEA-EAが提供する情報に加えて、独自の生態系サービス評価を行う。

平成32年においては、厚生価値による測定でクリティカルな要因である人口動態について研究する。交換価値は基本的に市場における交換主体に便益が限定されるが、厚生価値は幅広く受益主体が存在

する。その際に、受益者数が評価結果に大きな影響を与える。受益者数の変動が生態系勘定における評価値にどのように影響するかを明らかにする。また、時間の経過とともに生じる価値情報の自律的変化についての研究を行い、研究期間終了後の勘定表更新について検討する。

本サブテーマは、佐藤真行（神戸大学）と、研究協力者として栗山浩一（京都大学）、山口臨太郎（国立環境研究所）が担当する。

(3) 生態系サービス勘定に基づく公共政策評価に関する研究

[研究体制：神戸大学]

本サブテーマでは、作成された勘定表を利用して政策事例の分析を行う。特に、固定価格買取制度(FIT制度)などといった比較的新しい施策実施による再生可能エネルギー利用の拡大に着目し、次の2つの検討を通じて、森林資源に与える正負の社会・経済的影響を分析する。本サブテーマで対象とする地域は、兵庫県、岩手県、北海道など、これまでに生態系勘定に必要なデータ蓄積が進んでいる地域から選択する。

1つ目の検討では、森林資源をエネルギー利用することによる、環境的・経済的影響を分析する。先ず、国土数値情報(土地利用、標高・傾斜角度など)、植生分布情報などのデータを用いて、木質バイオマス(間伐材・タケ等)の利活用ポテンシャルを推計し、GISを用いて空間情報として可視化する。これを発電・熱利用することによる環境負荷削減効果、経済効果を、ライフサイクルアセスメント(LCA)、ライフサイクルコスト(LCC)手法を用いて明らかにする。続いて、木質バイオマスから生産した電力・熱を利用する事業を想定し、住民を対象として事業に対する関心等をアンケートにより調査し、事業の社会的有用性を分析する。事例対象の都道府県内で計画および稼働している木質バイオマスを利用した発電所および熱利用施設での情報収集を通じて、木質バイオマスの利活用ポテンシャルと現状での利用量とのギャップを調査し、環境的・経済的側面からみた森林資源の持続的な利用方法を提案する。

2つ目の検討では、太陽光発電所の建設工事に伴う森林資源の減少が、地域の自然生態系や地域の魅力に与える影響を分析する。ここでは、衛星データ、国土数値情報(土地利用、標高・傾斜角度など)を使って、兵庫県における太陽光発電所の建設前後の森林面積の減少度合いを分析する。また、実地調査や兵庫県民を対象として太陽光発電所が建設されることによる景観や地域の魅力の変化などをアンケートにより調査し、社会的影響を分析する。LCA手法を利用して、太陽光発電によるエネルギー生産量と生物多様性の減少に関する費用対効果分析を行うことで、自然生態系の保全に資する太陽光発電所の設置基準を提案する。本サブテーマは、田畠智博（神戸大学）と、研究協力者として國井大輔（農林水産政策研究所）が担当する。

以上の3つのサブテーマを通じて、国・地方公共団体における生態系勘定の構築と導入、および政策利用が達成される。

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]

山本 充 小樽商科大学 大学院商学研究科 教授

田畠 智博 神戸大学大学院 人間発達環境学研究科 准教授

林 岳 農林水産政策研究所 主任研究官

[研究協力者]

栗山 浩一 京都大学大学院 農学研究科 教授

國井 大輔 農林水産政策研究所 主任研究官

山口 臨太郎 国立環境研究所 主任研究員

4. 本研究で目指す成果

本研究によって、生態系勘定におけるストック表とフロー表が揃うことにより、実質的な世界的標準である国連 SEEA-EEA と同等の情報を有する生態系勘定が開発される。さらに生態系サービスの供給源と需要者の分布を測定する際に、受益者数を考慮することで、交換価値と厚生価値という異なる2つの測定単位における整合性の問題について分析を深め、既存の生態系勘定の経済学的妥当性を検証し、国や地方公共団体における政策立案や政策評価について有効な意思決定を促進することができる。具体的には、これまでに生態系勘定の開発に関連するデータ蓄積が進んでいる兵庫県、岩手県、北海道などを対象により詳細なデータを記載可能な生態系勘定表を構築し、それを用いて再生可能資源利用に関する環境政策の影響をシミュレーションし、その政策がもつ生態系保全効果と政策の便益の帰着先を定量的に評価し、経済学的な観点からその政策の有効性を評価することができる。

5. 研究成果による環境政策への貢献

第一に、国際的な標準規格で要求される情報を含んだ生態系勘定が開発される。このことは、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ものである。特に、生態系勘定で森林や湿地など日本における重要な生態系がカバーされるため、国際規格に則りつつ、日本の特徴的な生態系の評価が可能な生態系勘定を国際的に提示することができる。第二に、こうした生態系勘定の開発により、国や地方公共団体の環境保全政策の生態系保全効果が定量的に示されることになるため、さまざまな政策シナリオのシミュレーションを通じて証拠に基づく政策立案（EBPM）が可能になる。生態系勘定には生態系サービスの供給源と需要者の分布など詳細な情報も記載されるため、今後想定される各地域の人口変動を考慮して需要者を特定するなど、より適切な環境保全政策が検討できる。こうしたことは SDGs などの長期的な環境政策目標にも関連するため、持続可能な発展のような長期的かつ総合的な政策目標においても生態系勘定の利用方法を示すことができる。

II 平成30年度の研究計画及び研究状況と成果

1. 平成 30 年度の研究計画

本研究では、環境や生態系を経済勘定に取り入れる試みとして、(1)国際的な標準となりつつある環境液剤統合勘定-実験的生態系勘定(SEEA-EEA)を踏まえつつ、日本の環境、生態系、および社会経済状況に鑑みて適切な生態系勘定に必要な枠組みの開発を行うサブテーマ1、(2)生態系の経済評価について、環境経済理論に基づきながら、適切なシャドウ・プライス推定に必要な理論的ならびに実証的な研究を行うサブテーマ2、(3)生態系勘定を国・地方公共団体における政策利用・政策評価について研究を行うサブテーマ3という構成で研究を行う。

本年度の各サブテーマは図1のようにまとめられ、担当者は表1のとおりである。

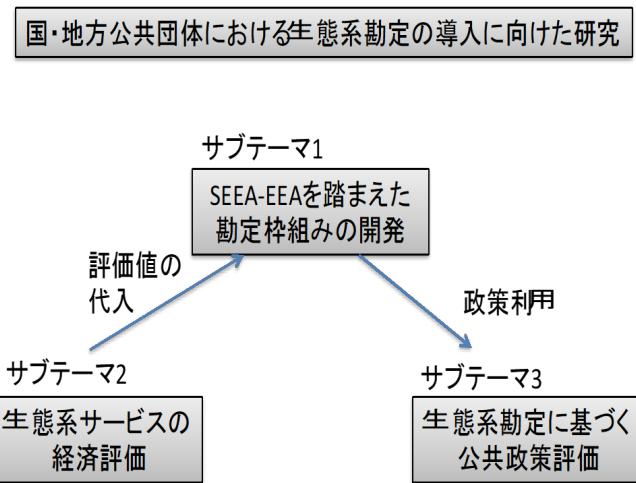


図1 研究サブテーマと相互関係

表1 各サブテーマの担当者

氏名	所属	主な担当
佐藤 真行	神戸大学（研究代表者）	サブテーマ2
山本 充	小樽商科大学	サブテーマ1
林 岳	農林水産政策研究所	サブテーマ1
田畠 智博	神戸大学	サブテーマ3
栗山 浩一	京都大学	研究協力者
山口 臨太郎	国立環境研究所	研究協力者
國井 大輔	農林水産政策研究所	研究協力者

サブテーマ(1) 環境経済統合勘定-実験的生態系勘定(SEEA-EEA)を踏まえた生態系サービス勘定枠組みの開発

[研究実施機関：小樽商科大学・農林水産政策研究所]

本サブテーマは小樽商科大学の山本および農林水産政策研究所の林が主に担当する。これまでの生態系勘定の研究によって、生態系ストック勘定の構築が行われ、どの都道府県にどのくらいの生態系が賦存し、その価値がどのくらいになるのかについては明らかになった。しかしながら、どのような経済主体がどの生態系サービスをどれだけ供給または需要しているのかといった生態系フロー（生態系サービス）に関するデータを計上する生態系フロー勘定の構築までは未だ至っていない。そこで本研究では、これまでの生態系勘定の研究成果を踏まえ、日本における生態系勘定枠組み、特にフロー勘定を開発し、国全体とともに地方公共団体を単位とした生態系勘定を構築する。平成30年度は、生態系フローとして、供給者と需要者を表現できる生態系フロー枠組みの構築を行い、統計データから数値を導入する。その際、サブテーマ(2)の成果を流用し、物量データと価値データの両方を、さらに価値データについては厚生価値と交換価値の双方を計上できる都道府県単位の生態系フロー勘定を構築する。さらに、一部の都道府県を対象に、これまでの都道府県単位の勘定表から、市町村単位の勘定表へと拡張し、供給者と需要者の空間分布をより細かく反映させられるフロー勘定とする。

サブテーマ(2) 日本におけ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・国立環境研究所]

本サブテーマは神戸大学の佐藤、研究協力者の栗山(京都大学)および山口(国立環境研究所)が担当する。生態系サービスの経済評価には、これまでには仮想評価法や選択型実験といった表明選好法と呼ばれる経済評価手法により非市場価値を計測することが重視されてきた。一方、SEEA-EEAでは、交換価値すなわち市場価値による計測が重視されてきた。これは、SNA等の経済勘定に接続させる際の整合性を確保するためである。しかしながら生態系価値の本質は非市場的価値に属する部分が大きいことは多くの環境経済研究が明らかにしてきたところである。そこで本研究では、生態系勘定に導入する際の価値データについて、市場価値評価と非市場価値評価をともに行い、ストック勘定と同様にフロー勘定においても評価単位による差異を可視化する。

平成30年度は特に、フロー勘定として便益の空間分布に焦点を当てる。この際には、直接的に利用しない受益者についても検討する必要が生じる。このとき、交換価値による評価と厚生価値による評価の際は顕著に現れることが予想されるが、そうしたケースでの経済学的分析を行い、定量的な実証研究を通じてフロー勘定に導入される生態系の価値評価を行う。

サブテーマ(3) 生態系サービス勘定に基づく公共政策評価に関する研究

[実施研究機関：神戸大学・農林水産政策研究所]

本サブテーマは神戸大学の田畠と研究協力者の國井(農林水産政策研究所)が主に担当する。本サブテーマでは、作成された勘定表を利用して政策事例の分析を行う。特に、固定価格買取制度(FIT制度)などといった比較的新しい施策実施による再生可能エネルギー利用の拡大に着目し、次の2つの検討を通じて、森林資源に与える正負の社会・経済的影響を分析する。本サブテーマで対象とする地域は、兵庫県、岩手県、北海道など、豊富な生態系の供給源を有し、かつこれまでに生態系勘

定に必要なデータ蓄積が進んでいる地域から選択する。

1つ目の検討では、森林資源をエネルギー利用することによる、環境的・経済的影響を分析する。先ず、国土数値情報(土地利用、標高・傾斜角度など)、植生分布情報などのデータを用いて、木質バイオマス(間伐材・タケ等)の利活用ポテンシャルを推計し、GIS を用いて空間情報として可視化する。これを発電・熱利用することによる環境負荷削減効果、経済効果を、ライフサイクルアセスメント(LCA)、ライフサイクルコスト(LCC)手法を用いて明らかにする。続いて、木質バイオマスから生産した電力・熱を利用する事業を想定し、住民を対象として事業に対する関心等をアンケートにより調査し、事業の社会的有用性を分析する。事例対象の都道府県内で計画および稼働している木質バイオマスを利用した発電所および熱利用施設での情報収集を通じて、木質バイオマスの利活用ポテンシャルと現状での利用量とのギャップを調査し、環境的・経済的側面からみた森林資源の持続的な利用方法を提案する。

2つ目の検討では、太陽光発電所の建設工事に伴う森林資源の減少が、地域の自然生態系や地域の魅力に与える影響を分析する。ここでは、衛星データ、国土数値情報(土地利用、標高・傾斜角度など)を使って、兵庫県における太陽光発電所の建設前後の森林面積の減少度合いを分析する。また、実地調査や兵庫県民を対象として太陽光発電所が建設されることによる景観や地域の魅力の変化などをアンケートにより調査し、社会的影響を分析する。LCA 手法を利用して、太陽光発電によるエネルギー生産量と生物多様性の減少に関する費用対効果分析を行うことで、自然生態系の保全に資する太陽光発電所の設置基準を提案する。

平成 30 年度では、生態系勘定を用いた政策事例を行うための論点整理を行う。先ず、固定価格買取制度(FIT 制度)に関する政策の実施に伴う木質バイオマスおよび太陽光発電の利用が、森林資源の利用効率に及ぼす正負の効果を整理する。続いて、木質バイオマスの発電・熱利用および太陽光発電に関する事例を収集し、我が国の再生可能エネルギーに関する政策が経済や自然生態系に及ぼす影響を整理する。生態系勘定を利用したそれら影響の定量評価に向けて、分析対象とすべき影響を特定することを試みる。

以上 3 つのサブテーマによって国・地方公共団体における生態系勘定の導入に向けた研究が達成できるよう、研究代表者と分担者の間で隨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。平成 30 年度の研究工程は、次のようにまとめられる。

平成 30 年度 工程表

達成される成果	平成30年 2018)			
	1Q t	2Q t	3Q t	4Q t
(1)環境経済統合勘定-実験的生態系勘定(SEEA-EEA)を踏まえた生態系サービス勘定枠組みの開発				
(1)-1 SEEA-EEAにおけるフロー勘定の精査				
供給-需要分布の勘定表				
生態系サービスごとの勘定表				
具体的地域事例				
(1)-2: 日本における生態系フロー勘定の枠組みの開発				
(1)-3: 数値導入と可視化				
余剰価値と交換価値の勘定表				
都道府県単位の勘定表				
市町村単位の勘定表				
(1)-4: 勘定体系の開発				
ストック勘定とフロー勘定の接続				
関連する政策指標への接続				
(2)日本における生態系サービス評価に関する研究				
(2)-1: フロー勘定のための生態系サービスごとの経済評価手法の研究				
空間的分布についての研究				
余剰価値と交換価値の差異についての研究				
(2)-2: フロー勘定のための生態系サービス評価				
余剰価値による評価				
交換価値による評価				
(2)-3: 人口動態・社会動態の生態系サービス評価への反映				
空間的分布				
価値情報の更新についての研究				
(3) 生態系サービス勘定に基づく公共政策評価に関する研究				
(3)-1: 生態系サービス厳に関連する政策事例の精査				
再生可能エネルギー政策				
バイオマス利用政策				
(3)-2: 事例研究				
地理情報の収集				
政策効果の評価				
政策シミュレーション				
生態系保全効果の実証と生態系利用の提案				

※ →は結果のインプット アウトプットの流れを示す。

2. 平成 30 年度の研究状況および成果（概要）

平成 30 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。

2.1 環境経済統合勘定-実験的生態系勘定(SEEA-EEA)を踏まえた生態系サービス勘定枠組みの開発（サブテーマ 1）

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環境経済統合勘定－生態系勘定（SEEA-EEA）などの先行する生態系勘定体系を踏まえて、環境経済の政策研究（第Ⅲ期）で構築した日本版の生態系勘定のフレームワークをもとに、さらなる精緻化とサブ勘定表の構築を行う。

まず、海外における SEEA-EEA に関する議論を中心に、生態系及び生態系サービスの評価における課題点と検討状況をまとめた。この中では、厚生価値と交換価値の概念の違いとそれに整合的な評価手法の検討、生態系からのサービスと便益の区分、生態系の評価における割引率の設定など、具体的な課題を明らかにした。

以上の国際的な議論動向やこれまでの概念的な整理を踏まえ、今年度は、SEEA との整合性や使い勝手なども考慮も考慮し、これまでに作成した生態系ストック勘定を改良し、以下の 3 つの課題に取り組んだ。第一に、より小さな単位での生態系ストック勘定の構築を（課題 1）を行い、第二に、生態系ストックの期中変化の項目を計上するための検討（課題 2）を行った。さらに第三に、生態系サービスを計上する生態系供給使用表のフレームワークの検討（課題 3）を行った。

課題 1 では、生態系ストック勘定の地域適用として、岩手県を事例に市町村版の森林生態系ストック勘定を構築した。利用したフレームワークは第Ⅲ期研究で構築した都道府県版のものと同一のものを利用し、計上する数値を市町村のものに適用した。その際、生態系ストックの評価額は、第Ⅲ期研究で推定した支払意志額（WTP）メタ関数を利用し、市町村ごとのデータをこの関数の変数として内挿することで推計した。推計の結果、岩手県版で推計した生態ストック評価額と市町村版で推計した生態系ストック評価額を全市町村で集計した値には、大きな乖離が生じることが明らかになった。このような乖離が生じる原因の 1 つとして、県全体の森林生態系ストックを評価する岩手県版では、生態系量（ここでは森林面積）と受益者数双方が増加し、両者を乗じることで算出されるストック評価額が漸増することが挙げられた。このことから、乖離を縮小させるためには、受益者をより厳密に定義する必要があることが示された。

課題 2 では、都道府県版ストック勘定の内訳（増減要因）の計上のために、第Ⅲ期研究で構築した都道府県版森林生態系ストック勘定の期中変化項目を推計した。今年度は期中変化の項目の定義と実際の変化事象を照らし合わせ、具体的にどのような事象が森林生態系ストックの期中変化をもたらすのかを検討した。そして、物量データでの期中変化と貨幣データでの期中変化がどのようにリンクするかを検討したうえで、複数年を会計期間とする森林生態系ストック勘定において、単年度をベースとする既存統計との整合性を検討した。さらに、それぞれの事象による森林生態系用の増減を把握できる統計データの利用可能性を確認した。来年度以降にこれらの既存統計から計上すべき数値を推計する作業を行う準備が整った。

課題 3 では、フロー勘定（供給使用表）の枠組みの検討として、生態系サービス勘定の枠組みを検討した。生態系サービス勘定として、生態系サービスのフローに関する情報をその種類ごとに供

給源となる生態系機能単位（Land cover/ ecosystem functional units: LCEU）等の統計単位や、生態系サービスの供給者・使用者ごとに整理し、経済主体別及びLCEUごとの生態系サービス勘定の枠組みを提示した。また、生態系サービスの需要（便益享受）の把握については、北海道の魚つき林植樹活動を適用事例として取り上げ、既存研究や実際の活動内容、魚つき林の役割などの整理を通じて、生態系サービスとの関係について考察した。その結果、北海道の魚つき林は以下の生態系サービス需要が存在することを明らかにした。第一に森林生態系による調整サービス（水フロー調節、質量フロー調節）であり、これは魚つき林の下流域における人工資産と居住地が存在する場合に限り、需要が発生する。第二に森林生態系による調整サービス（生物環境の調節）であり、これは魚つき林の下流域における人工資産と居住地が存在しない場合に限って需要が発生する。そして、第三に森林生態系による文化的サービス（生態系の経験的利用）であり、これは需要者が小中学生等の若年層に限定される。

2.2 日本におけ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、第一に、生態系ストックや生態系サービスの経済評価について、生態系サービスの性質について競合性および排除性に着目し、経済評価を行う際の論点を抽出した。これまでSEEA-EEAなどでは交換価値を評価対象とし、生態系勘定に応用してきたが、交換価値で評価できるのは生態系の価値の一部にとどまること、さらに公共財的性質（非排除性・非競合性）をもつ生態系サービスについては受益者の数および状況などを含めた便益の空間分布を考慮する必要があることを議論した。排除性・競合性の観点から生態系サービスを分類すると次の表のようになる。

表 2.1 生態系サービスの特徴

私的財的なもの	準公共財的なもの	純粹公共財的なもの
食料、木材、燃料などの供給	レクリエーション、アメニティなどの	気候調整、生物多様性
排他性・競合性がある	←————→	排他性・競合性がない

これを踏まえて、第二に、生態系サービスの空間分布について調査を行った。受益者の分布は生態系サービスに対する支払い（PES: Payment for Ecosystem Services）といった制度を議論する際にも必要である。そのために本プロジェクトに先駆けて森林データの蓄積のある岩手県を対象に、社会調査を行い、森林生態系サービスについて受益の状況とそれに対する評価データを収集した。得られたデータを地形データと合わせてマッピングし、可視化した。その結果、文化的サービスに対する受益・評価と調整サービスに対する受益・評価などに空間的分布の相違が観察された。図2.1の左図は文化サービスの受益分布、右図は調整サービスの受益分布を表し。赤丸はそれぞれのサービスを多く受益・高く評価していることを表す。

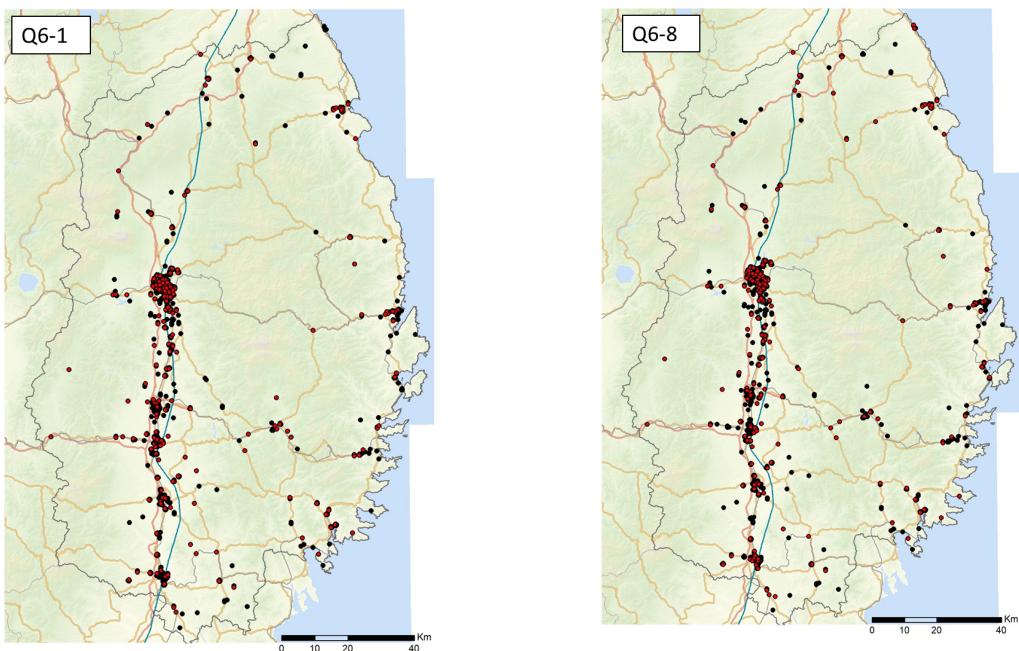


図 2.1 生態系サービスの受益・評価分布

第三に、生態系サービスのシャドウ・プライス推定について、時間的な要因を考慮した分析を行った。これまで、生態系を含めた自然資本のシャドウ・プライス推定には将来の便益に関する割引が暗黙のうちに想定されているが、生態系勘定において将来の便益を通時に記述するためには割引率の情報が必要となることがある。そこで、全国を対象とした社会調査を行い、コンジョイント分析を応用して森林生態系を事例に割引率の推定を行った。条件付きロジットモデルを用いたシンプルな推定により、森林生態系サービスの割引率はおよそ 0.6%であると推定された。今後、計量モデルの改善を加えて、推定の精度と妥当性を検証し、生態系勘定に応用することを可能とする。

2.3 生態系サービス勘定に基づく公共政策評価に関する研究（サブテーマ 3）

サブテーマ 3 では、生態系勘定を用いた公共政策評価の方法を論じるため、再生可能エネルギー(木質バイオマス、太陽光発電)を事例として、再生可能エネルギーと自然生態系との関係性を整理した。また、固定価格買取制度(FIT 制度)を主に対象として、我が国の再生可能エネルギーに関する政策が経済や自然生態系に及ぼす影響を整理し、生態系勘定を利用したそれら影響の定量評価に向けて、分析対象とすべき影響を特定することを試みた。

本研究では、まず再生可能エネルギー(木質バイオマス、太陽光発電)が森林資源にどのような効果を与えるかを整理した。木質バイオマスについては、森林を再生可能エネルギーとして利用するための原料調達から流通までのサプライチェーンを構築することで、関連産業の経済活動が活発化する。間伐の実施に伴い森林が適切に維持管理されることで森林資源の利用効率が上昇するとともに、木質バイオマスが電力・熱として地域に還元され、結果として地域住民の地域への満足度や愛着の向上に繋がることといったポジティブな効果がある。一方、バイオマス燃料を輸入することで地域の森林の適切な維持管理が十分に行われなくなること、皆伐や違法伐採など木の成長速度を超

える過剰な供給が行われるといったネガティブな効果がある(図 2.2)。太陽光発電についても同様に、メガソーラー発電所の稼働は地球温暖化の緩和および地球温暖化による自然生態系への被害の軽減に寄与するといったポジティブな効果がある。一方、設置場所が森林の場合、森林が切り崩されることで森林資源が減少する。これにより現場の生態系バランスが崩れ、森林資源の利用効率が低下するといったネガティブな効果がある。

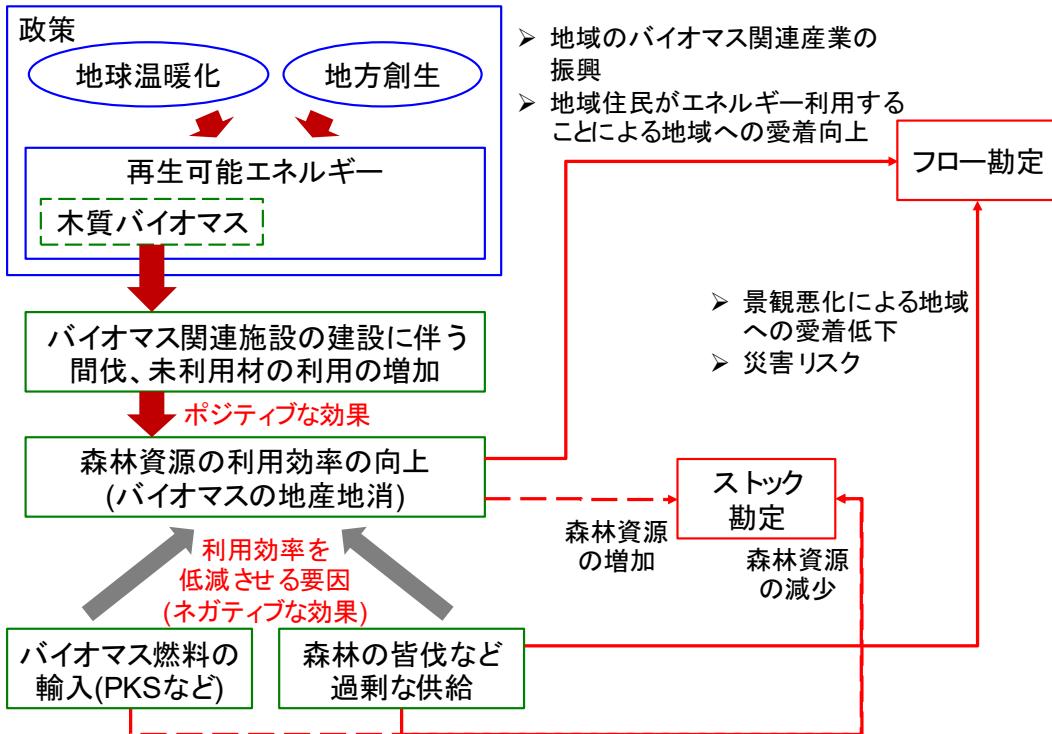


図 2.2 再生可能エネルギーと自然生態系との関係性(木質バイオマス)

次に、全国の木質バイオマスの直接燃焼発電所 88 ヶ所に関するデータを整理した。発電規模と燃料消費量との関係性を分析した結果として、発電規模が増加するほど燃料使用量も増加し、結果として森林資源の利用効率は増加することがわかった。森林資源の利用効率が向上することで、地域の雇用創出に繋がり、発電所建設に伴い地域の建設業が恩恵を受ける可能性があることが示唆された。一方で、直接燃焼発電所の約 27%が、PKS(パームヤシの殻)を燃料として使用していることがわかった。PKS の利用は熱帯雨林に関わる自然生態系の破壊に貢献しているといつても過言ではなく、再生可能エネルギーの地産地消の観点からみても、可能な限り避けるべきであるといえる。加えて、兵庫県のメガソーラー発電所 307 施設に関するデータを整理した。メガソーラー発電所の設置前の土地形状を調査した結果、山林と草地・原野が全体の約 20%を占める結果となった。整理したデータに衛星画像を組み合わせることで、メガソーラー発電所の設置により失われた森林の面積を算定することができた(図 2.3)。また、太陽光発電設備にかかる過去の自然災害を整理した。2018 年に発生した事故について、太陽光発電設備由来の災害廃棄物発生量を推計した結果、パネルだけでなく、基礎を含めると発生量は膨大になることが伺えた(表 2.2)。メガソーラー発電所に対する住民の反対運動も全国的に発生しているが、反対運動が起こる場所はほぼ共通して設置場所が山林であることがわかった。山林を手放したいと考える高齢者の地主が存在することがこのような事態を

生んでいる可能性があり、地方公共団体としては、自然生態系の保全の観点から、私有山林の保全をどのように進めていくべきかを検討すべきであるといえる。



図 2.3 メガソーラー発電所の設置により失われた森林面積の算定

表 2.2 2018 年に発生した自然災害に伴って生じた太陽光発電設備の事故

	事例1	事例2	事例3	事例4
場所	兵庫県姫路市	大阪市住之江区	大阪市此花区	大阪府狭山市
発電所出力 [kW]	750	6,500	9,990	1,990
太陽光パネルの設置枚数 [枚]	3,534	28,160	36,480	9,268
災害名	平成30年7月豪雨	平成30年台風21号	平成30年台風21号	平成30年台風21号
太陽光パネルの破損枚数 [枚]	1,344	13,780	13,413	733
設置場所	斜面	屋上	構内	ため池
破損量推計値				
太陽光パネル [t]	27	279	271	15
架台破損量 [t]	33	337	328	18
基礎破損量 [t]	211	2,163	2,106	-
合計 [t]	271	2,780	2,706	33

3. 対外発表等の実施状況

平成 30 年度の研究ミーティングや対外発表の実施状況は次のとおりである。

<ミーティング>

- 平成 30 年 6 月 8 日（金）サブテーマ 1 打ち合わせ 於：兵庫（神戸大学）
- 平成 30 年 6 月 14 日（木）サブテーマ 1 打ち合わせ 於：東京（農林水産政策研究所）
- 平成 30 年 7 月 4 日（水）サブテーマ 3 打ち合わせ 於：兵庫（神戸大学）
- 平成 30 年 7 月 10 日（火）サブテーマ 3 打ち合わせ 於：兵庫（神戸大学）
- 平成 30 年 8 月 6 日（月）環境省との打ち合わせ 於：東京（環境省）
- 平成 30 年 10 月 29 日（月）全体打ち合わせ 於：兵庫（神戸大学）
- 平成 30 年 11 月 22 日（金）サブテーマ 1 打ち合わせ 於：東京（農林水産政策研究所）
- 平成 30 年 12 月 11 日（水）環境省との打ち合わせ 於：東京（環境省）
- 平成 30 年 12 月 17 日（月）サブテーマ 3 打ち合わせ 於：兵庫（神戸大学）
- 平成 30 年 12 月 19 日（水）サブテーマ 1 打ち合わせ 於：北海道（小樽商科大学）
- 平成 31 年 1 月 9 日（月）サブテーマ 3 打ち合わせ 於：兵庫（神戸大学）
- 平成 31 年 1 月 11 日（金）サブテーマ 1 打ち合わせ 於：東京（農林水産政策研究所）
- 平成 31 年 1 月 15 日（火）サブテーマ 1 電話打ち合わせ
- 平成 31 年 1 月 16～17 日（月）サブテーマ 1・2・3 打ち合わせ 於：北海道（小樽商科大学）
- 平成 31 年 2 月 8 日（金）サブテーマ 1 打ち合わせ（予定） 於：東京（農林水産政策研究所）
- 平成 31 年 2 月 28 日（木）サブテーマ 1、2 打ち合わせ 於：兵庫（神戸大学）
- 平成 31 年 3 月 8 日（金）サブテーマ 1 打ち合わせ 於：東京（農林水産政策研究所）
- 平成 31 年 3 月 14 日（木）サブテーマ 1、3 打合せ 於：兵庫（神戸大学）
- 平成 31 年 3 月 28 日（木）サブテーマ 1 打ち合わせ 於：東京（農林水産政策研究所）

<論文発表>

- 佐藤真行、栗山浩一、藤井秀道、馬奈木俊介（2019）「日本における森林生態系サービスの経済評価」、統計数理、近刊。
- Aoshima, I., Uchida, K., Ushimaru, A. and Sato, M. (2018), “The Influence of Subjective Perceptions on the Valuation of Green Spaces in Japanese Urban Areas”, *Urban Forestry & Urban Greening* (refreed), Vol. 36, pp.166-174.

<学会発表等>

- Hayashi, T., Ogbonna, J., Onyekuru, A., Inoue, Y. Suitable bioenergy options in the South; traditional vs high-tech: A case study in Nigeria、1st North-South Conference on degrowth、The Palace of the School of Medicine, Mexico City, Mexico, September 4, 2018
- 林岳、國井大輔、佐藤真行「生態系のマクロ評価における課題の抽出－岩手県における森林生態系評価を事例として－」、北海道農業経済学会、於 北海道大学、2019 年 3 月 10 日

- 田畠智博、周 俊男、吉田美生、大野朋子、井口克郎、村山留美子、片桐恵子 「森林・植物資源を利用した地域活性化のあり方に関する考察」、日本森林学会、於 朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター、2019年3月22日
- 周 俊男、吉田美生、大野朋子、田畠智博 「木質バイオマスの熱利用を志向した地域活性化策に関する考察」、日本LCA学会、於 九州大学、2019年3月6日
- Tabata, T., Y. Nakahara, T. Ohno, "Woody biomass energy as regional revitalization and its social acceptance", the 3rd Japanese-German Workshop on Renewable Energies, Tokyo, October 18, 2018

4. 平成 30 年度の研究状況と成果（詳細）

次ページより詳細を記す。

第1章 環境経済統合勘定-実験的生態系勘定(SEEA-EEA)を踏まえた生態系サービス勘定枠組みの開発

1.1 生態系勘定の概説と国際的議論の動向

1.1.1 生態系勘定とは

1.1.1.1. SEEA-EEA

生態系勘定とは、生態系や生態系サービスの賦存量や使用量、またそれらの価値を体系的に整理し、表現する勘定系である。生態系サービスは生態系サービスの主流化に向け、政策や企業の意思決定に用いるためのツールとして使われる。欧州委員会（EC）、経済協力開発機構（OECD）、国連（UN）、世界銀行は2013年に『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』）を共同で作成し、これまでこれが生態系勘定の基本的な枠組みを示した唯一の報告書になっている。

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、生態系勘定はさらに以下の3つの新たな視点を追加する。1つは物理的・金銭的に測定するフローの種類を拡大させることである。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といった非物質的なサービスフローの測定にまで対象を拡大している。第2に、環境資産をSEEA-CFとは異なる視点で捉える点である。SEEA-CFで注目する環境資産は市場で取引される個別の資源（木材、水、鉱物、土地など）であるが、生態系勘定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。例えば、SEEA-CFでは評価対象に含まれない海洋や大気圏もSEEA-EEAでは評価対象に含まれる。第3に、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している点である。国民経済計算体系（SNA）、SEEA-CF、SEEA-EEAにおける対象範囲の違いは図1.1にまとめた。SNAからSEEA-CFへの拡張では、経済主体による自然環境からの投入を明示的に計上することを目指し、経済主体による自然環境からの非市場的な投入（取引）や、環境資産のストックとしての量や価値を対象範囲に含めている。SEEA-EEAでは、生態系という視点から改めて自然環境からの非市場的な投入や環境資産の再分類を行い、生態系関連の非市場取引、生態系資産を対象に含めている。このように、SEEA-CFとSEEA-EEAでは、環境全般からの視点なのか、生態系に焦点を絞った視点なのかが大きく異なるのである。

SEEA-EEAにおいては、生態系勘定は生態系ストック勘定、生態系フロー勘定の2種類が含まれ、それぞれについて物量データと貨幣データの双方が計上される¹。SEEA-EEAにおける評価フローは

¹生態系勘定における「フロー」の指す内容は、経済学における語法とやや異なり、ストックの変化分というよりも、どのようなサービスがどこで供給され、どこで需要されるかという流れを表す。経済学ではストックの価値は将来得られるであろう便益（フロー）の割引現在価値として定義される場合があるが、ストックと生態系サービスの間には生態系状態（質的な向上や劣化の評価）が関わるため、状態評価が必要となり、それ

図 1.2 に示すとおりである。まず生態系ストックの量と価値をストック勘定において物量単位、貨幣単位双方評価し、続いて生態系が生態系サービスを供給する能力を表す「状態」を状態勘定で把握する。この状態勘定は基本的に物量による評価のみとなっている。続いて、生態系から発揮される生態系サービスの供給量を物量及び貨幣単位で評価し、さらにそこから可能ならば人々が実際に受ける便益を区別して評価する。生態系サービスの供給量と便益はフロー勘定で評価され、このフロー勘定は供給使用表とも言われる。このような SEEA-EEA の枠組みを用いて、ある国や地域にどれだけの生態系量があり、それがどのくらいの価値を持つのか、またはある国や地域でどれだけの生態系サービスが利用され、それはどのくらいの価値を持つのかを把握することができる。

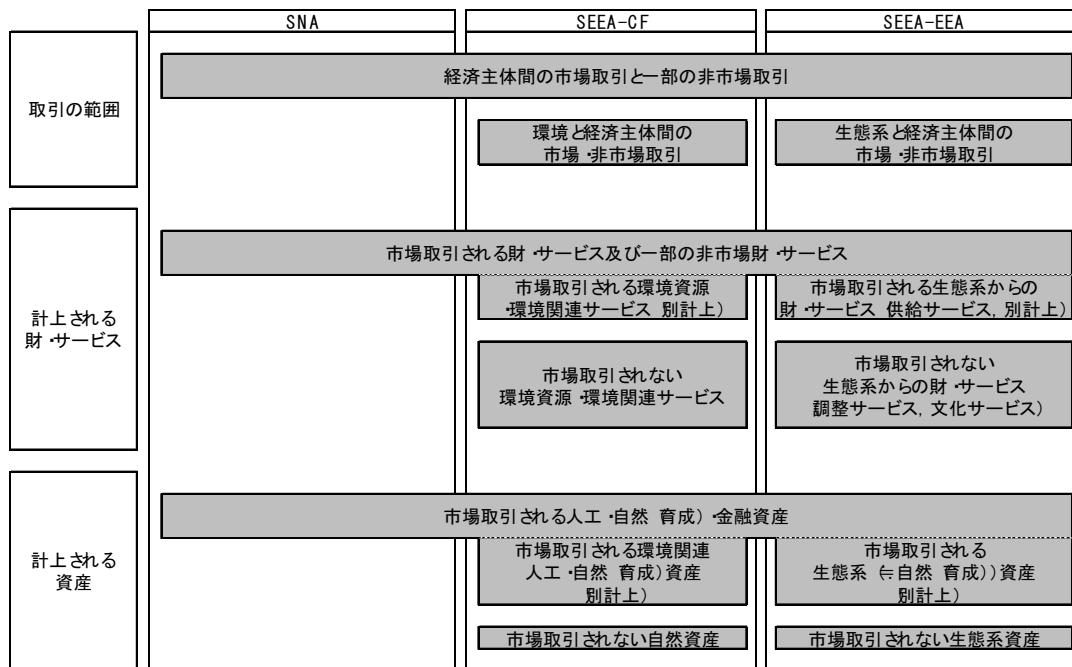


図 1.1 SNA、SEEA-CF、SEEA-EEA の対象範囲の違い

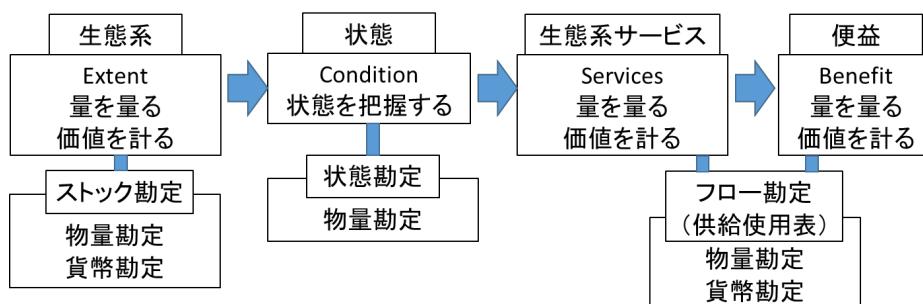


図 1.2 SEEA-EEA における評価フロー

生態系勘定については、愛知目標における生態系サービスの可視化、主流化の目標のもと、WAVES プロジェクトなどにより、途上国を含め、世界各国で SEEA-EEA をベースとして開発作業が進んで

ぞれの生態系勘定表から生態系の経済的価値が評価される。

いる。EU では生態系勘定の策定が各国に義務づけられているほか、カナダやオーストラリアでは政府の統計組織などが生態系勘定の構築作業を進めている。また途上国では、欧米の先進国の支援のもと、特に独特な生態系や保全すべき生態系について、地域的な生態系勘定を構築したり、国家全体での生態系勘定を構築したりする事例が散見される。2017 年に国連統計局が各国の統計担当部局に対して、SEEA の策定状況について 93 か国、22 地域に質問票を送り調査を行った。その結果、109 か国・地域から回答があり、このうち 69 か国・地域が SEEA を策定中、22 か国・地域が策定を計画していることが報告された。また、関心の高い分野として各国が注目しているのは、エネルギー、水が多かった。

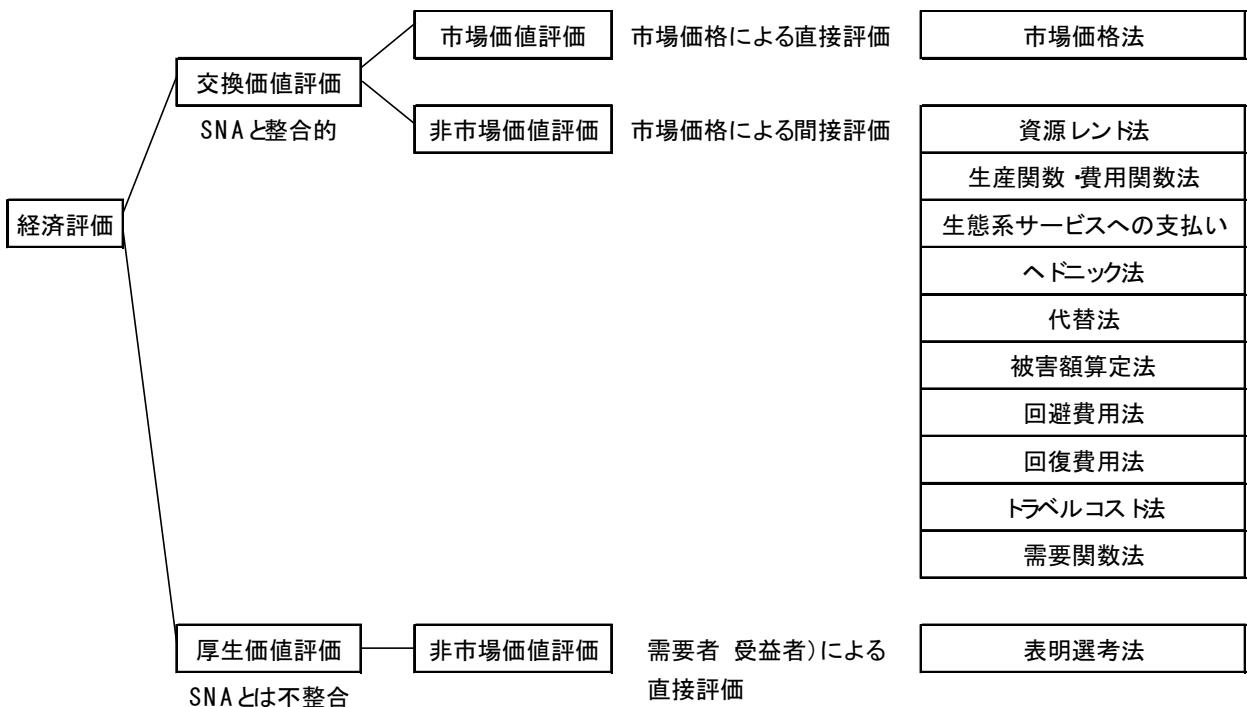
このように各国が生態系勘定の構築を進める中、日本では開発作業があまり進んでいない状況にある。国連統計局の調査に対しても、日本は SEEA については未実施という回答を送付した模様である。そのため、第Ⅲ期環境経済の政策研究（以下第Ⅲ期研究）において、我々の研究プロジェクトでは、全国版及び都道府県版の生態系勘定の構築を目指し、その構成要素の一部である生態系ストック勘定を構築した。本研究では引き続き生態系ストック勘定の改良・精緻化を進めるとともに、生態系勘定のもう 1 つの構成要素である生態系フロー勘定の構築を目指す。

1.1.1.2. 生態系勘定における生態系・生態系サービスの経済評価

生態系勘定の中に計上する生態系・生態系サービスの経済価値を推計するためには、いくつかの方法がある（図 1.3）。その中でまずは交換価値（Exchange Value）を利用するか、厚生価値（Surplus Value）²を利用するかという選択をしなければならない。交換価値評価は市場において評価される経済価値を指し、市場で取引されている財・サービスを用いて生態系・生態系サービスの経済価値を推計する方法で、SNA と同じ概念を持つことから、SNA とも整合的な評価となる。交換価値評価はさらに市場価値評価と非市場価値評価の 2 つに分類される。木材や農産物など、生態系サービス（この場合は供給サービス）そのものが市場で取引されている場合には、市場価値評価が適用可能で、最も簡便かつ信頼性の高い評価となる。しかしながら、生態系サービスが直接的に市場で取引されていない場合には、市場価値評価は適用することができず、非市場価値評価を適用せざるを得ない。市場で取引される生態系以外の財・サービスを用いて、生態系・生態系サービスを評価する方法であり、非市場価値評価は交換価値を用いる場合と厚生価値を用いる場合の双方がある。交換価値による非市場価値評価の具体的な評価手法は多数あり、資源レント法、ヘドニック法、代替法、トラベルコスト法などがよく用いられる評価手法である。

しかしながら、交換価値による非市場価値評価においても評価ができない生態系サービスもある。生態系サービスの中には交換価値評価でも評価できないものの、政策的にも社会的にも重要な役割を果たしている生態系サービスは、調整サービスや文化サービスを中心に数多く存在し、これらの評価を行うことも求められる場合がある。この場合は厚生価値を用いた評価にならざるを得ないが、その際は SNA との整合性が確保できなくなる。そして、この厚生価値を評価する手法としては表明選好法があり、具体的にコンジョイント分析や仮想評価法などがある。

²厚生価値は、非市場価値も含む経済価値を指す。これは、市場価値以外の外部効果等も含む社会的価値という意味で、当該サービスの外部性を含めた限界効用を消費の限界効用で割ったシャドウプライスとなる。



出典：Obst (2018)をもとに著者作成。

図 1.3 生態系勘定における経済評価概念と評価手法

1.1.2 生態系勘定フレームワークに関する国際的議論の動向

1.1.2.1. SEEA-EEA の改訂

国連統計局からの SEEA-EEA に関する刊行物として、SEEA-EEA に関するレポートと技術的推奨レポート (EEA-TR) の 2 つが公表されており、これら双方について改訂作業が行われており、2020 年に改訂版を公表するというスケジュールで作業が進められている。2020 年に向けた SEEA-EEA の主な改訂事項は、生態系勘定の中での生態系サービスの再定義、状態・程度 (extent) の勘定の構築、空間的単位の設定、評価の 4 分野で、改訂作業にあたり、それぞれの分野の中で優先的に議論すべき事項を抽出するための議論が行われている。また、生態系及び生態系サービスに関する世界的な動きとして、愛知目標の他、持続可能な開発目標 (SDGs) などとの関連性を確保することも必要と認識されている。

今後のスケジュールについては、2019 年春まで引き続き議論を継続し、2019 年 5 月に改訂版の構成について関係者内で合意を得て、改訂版の執筆を開始し、2019 年 12 月までに関係者内で合意、その後各国に内容に関して協議をかけるというスケジュールが示されている。

1.1.2.2. 生態系・生態系サービスの経済評価に関するワークショップ

SEEA-EEA の改訂作業に先立ち、2018 年 4 月にドイツ・ボンで自然資産勘定における生態系評価に関する専門家会合が開催された。この会議では、どのような生態系サービスをどのように評価しているのか、というそもそも論から議論が始まり、それぞれの事例での評価において評価している

のが、生態系のストックなのか、期中の生態系サービスフローなのか、生態系状態変化による生態系サービス供給量の変化なのかといった詳細な議論が行われた。例えば、我々が報告した水田の洪水防止機能であれば、洪水が起こった場合、水田があることで調整池の役割を果たし、市街地まで水が達しない機能を評価しているが、仮に水田が舗装面となって全く調整池の役割がない場合（これがレファレンスレベル）との比較を行っていることになるだろうというような議論である。また、評価の基準となるレファレンスレベルの設定や、評価手法ごとの SEEA との適合性なども議論され、やはり厚生価値の SEEA への導入は賛否両論があった。SEEA との整合性を確保した評価方法として新たに示されたのは、生態系サービスにより例えば洪水防止機能が供給されているのであれば、洪水防止機能があるときとないときで適用される保険料がどのくらい減額されたかによって評価してはどうかという提案もなされた。さらに多様な生態系の価値について議論を深める必要があること、費用ベースの評価方法（代替法、回避損失費用など）の手法も技術的に進んできたこと、割引現在価値を用いた方法も利用できるのではないかという点、負の生態系をどのように評価するのか、時間浪費的なデータを用いた評価をどのように進めるかなどが論点として残された。そして最終的には、勘定体系との整合性を考えると非市場価値を求める際にも市場メカニズムを利用する事が重要ということ、「政策と生態系評価のガイドライン」を策定し、共通プラットフォームを構築することが望ましいということが結論として導かれた。この会合では、全体的に生態系評価に関してのかなり細かな議論が行われたが、今後生態系の評価を行う際も、この会合で議論に上がったような点に留意しながら評価を行う必要だろう。

1.1.2.3. 生態系勘定に向けた生態系・生態系サービスの経済評価における主な論点

これまで生態系勘定については、様々な議論が行われ現在の形になっているが、未だ多くの課題や論点が残されているのも事実である。以下では、第Ⅲ期研究において生態系勘定の課題として掲げた項目のほか、2018年4月にドイツ・ボンで行われた自然資産勘定における生態系評価に関する専門家会合における議論で具体的な論点として掲げられた課題を掲げる (Obst, 2018)。

(1) 概念上の課題

○交換価値と厚生価値

SNA では交換価値による評価を採用している。これは、財・サービスの交換価値は交換の販売者、購入者の間で完全に一致するが、シャドウ・プライスでは財・サービスの販売者、購入者によって異なる場合があり、シャドウ・プライスを用いることによって SNA の収支不均衡をもたらす可能性もあるためである (Obst et al., 2015)。例えば、ある人が雨の日にタクシーに乗り、そのタクシー料金が 1000 円だったとしよう。SNA の上では、市場取引された 1000 円の取引額のみが計上される。これが交換価値によるタクシー利用の価値である。一方、乗客はタクシーに乗って雨に濡れずに移動できたことに対してとてもありがたく感じ、乗車には 3000 円の価値があると考えたとしよう。これが厚生価値（消費者余剰）となり、この場合は 3000 円となる。一方で、タクシー会社は、経費から考えてもこの乗客に対しては 500 円くらいでも乗せても構わないと考えたとしよう。この場合は、タクシー会社の限界費用は 500 円で、厚生価値（生産者余剰）は $1000-500=500$ 円となり、乗客の厚生価値とタクシー会社の厚生価値が一致しない。これが厚生価値の不一致であり、財・サー

ビスの需要側と供給側から見た財・サービスの価値の違いによって、SNA の収支不均衡をもたらすのである。そのため、SNA に生態系サービスの価値を導入するには、生態系勘定が SNA の価値評価基準とも整合的でなければならず、生態系サービスも厚生価値ではなく交換価値によりその価値を評価しなければならないことを意味している。

生態系サービスのうち、供給サービスの場合は前述の評価手法を用いることで最終生産物の価値に占める生態系サービスのシェアが求められるので、交換価値による評価も容易であるが、例えば、生態系サービスの宗教的価値もしくは審美的価値などは交換価値による評価が困難である。これらの価値を評価するには多くの場合、表明選考法が用いられ、交換価値ではなく厚生価値を評価することになるが、この場合は SNA との整合性に問題が生じるのである。この点については第Ⅲ期研究から議論してきた点であり、交換価値による評価にすべきか、厚生価値による評価にすべきかは、生態系勘定の利用目的によって決められるべきという結論を得ており、国際的な議論においても同様の結論が導かれている (Obst, 2018)。ただし、生態系勘定がどのような目的で用いられるかは、生態系勘定の構築後に事後的に決まることになるため、生態系勘定の開発時点ではどちらの評価手法を採用すべきかを決めることが困難である。そのため、第Ⅲ期研究で構築した勘定フレームワークは、あらゆる利用目的に対応できるよう、交換価値と厚生価値双方を別々に計上できる体系となっている。本研究においても、それを踏襲し交換価値と厚生価値の双方による評価を行う。

○非市場価値による交換価値評価の課題

SNA では、主に市場取引をベースに交換価値が評価されて記載されるため、市場価値が交換価値ということになる。しかし、SNA でも実際の金銭の動きを伴わない非市場取引による交換価値の評価も一部行われており、例えば農家による農産物の自家消費、持ち家の帰属家賃などがこれに該当する。生態系勘定では、生態系という非人間的な経済主体が通常の経済主体に生態系サービスを供給し、両者間で取引が行われると仮定して生産領域を拡張している。しかし、実際には生態系と通常の経済主体の間で取引が行われることはない。生態系サービスのうち供給サービスは市場価値で交換価値の評価が可能とされているが、これは生態系を所有している経済主体（例えば森林所有者）と他の経済主体との間の取引を生態系と通常の経済主体との取引と見なして市場価値により交換価値を評価しているのである。

しかし、特に生態系サービスのうち調整サービスは公共財的性格を持ち、集合消費が行われるため、サービスの供給者が生態系という非人間的経済主体ということだけでなく、多くの場合サービスを受ける経済主体も特定できないという課題を有し、市場価値による交換価値の評価が困難になっている。集合消費の問題については、この後項目を改めて詳しく議論する。

そのため、生態系サービスの調整サービスや文化サービスは、非市場価値による交換価値の評価が提唱されている。SNAにおいては、非市場取引の評価に際し、類似財・サービスによって代替し、その価格を用いて評価を行ったり、生産コストをベースとした評価を行ったりしており、これらの手法は生態系サービスの非市場価値による交換価値評価にも適用可能である。しかしながら、SNAにおいても、これらの評価に明確な根拠が示されないまま行われていることもあるという問題点が指摘されている (Obst, 2018)。この点は SNA における問題点であるが、SNA との整合性を確保しようとする場合には、生態系勘定でも同様の問題を考慮しなければならない問題となる。

○生態系サービスの受益者の特定と集合消費

原則として、SNA における取引は市場における取引額で評価され、この取引額は、

$$\text{取引額} = \text{価格} \times \text{取引量}$$

という式で計算される。ところが、前項目で指摘した集合消費の問題については、生態系サービスのうち、特に調整サービスについては、非競合性、非排除性という 2 つの性格を有し、公共財的性格が強く、集合消費が行われる。集合消費が行われる場合は、多くの場合、サービスを需要する経済主体を特定することが困難である。このため、公共財・公共サービスは、政府などの公的部門が人々から強制的に徴収した税金を資金にして供給が行われることから、公共財の利用に関して、経済主体間で金銭の取引も行われず、価格や取引量といった情報を得ることができない。そのため、公共財的性格を有する調整サービスでは、生態系サービスとして誰に対して何がどのくらい取引され、人々がどのくらいの便益を得たのかを特定することが非常に困難となる。このような制約の下、どのように生態系の取引量や価格を特定するのかは大きな課題となる。特に調整サービスの場合は、その取引量を把握するための数量単位も明確ではない場合が多い。例えば、森林生態系の洪水防止サービスの取引量をどのような単位で計測するのか、水量を単位とするが良いのか、面積とするのが良いのか、即座に答えるは困難である。

○サービスと便益の区分

生態系勘定における議論では、生態系サービスと生態系サービスからの便益を明確に区分すべきという主張がある。このサービスと便益の区分の実例として、例えば森林生態系の洪水防止機能は、森林がある位置よりも下流域の人々が享受する便益である。したがって、海岸沿いにある森林生態系はその便益を享受する人が存在しないため、便益量としてはゼロとなるが、生態系として洪水防止機能は他の森林生態系と同様に発揮されている。ところが、実際の勘定におけるサービスと便益の区分は曖昧のままで、両者を明確に区分する必要があるということである。

この生態系サービスと便益の区分は、生態系サービス自体の定義にも関わってくる。ミレニアム生態系評価 (MEA) では生態系サービスを人々が享受する便益として定義している。一方、生態系勘定における生態系サービス定義は、人々の便益に「貢献するもの」であり、便益そのものとは見なさない (Boyd and Banzhaf, 2007, Haines-Young and Potschin, 2013)。このような定義の違いがあるのは、生態系勘定では SNA の生産境界内で供給される財・サービスによる便益と生態系サービスによる便益を明確に区別して記帳する必要があるからである。一般に市場で売買される財・サービスは、経済主体による生産活動により産出されるので、これらの財・サービスからもたらされる便益は SNA の生産境界内プロセスで発生する。これを SNA 便益という。例えば、清澄な飲料水としての水道水は、井戸や浄化装置、水管などの生産資産と労働力の投入と生態系からの水の供給により生産される。したがって、この飲料水による便益には水の供給サービスという生態系サービスの貢献がある。つまり、SNA 便益の一部には生態系サービスの貢献分があるということである。一方、森林の大気浄化機能により提供される清潔な空気の便益のように、SNA の生産境界外のプロセスで発生する便益を非 SNA 便益と呼んでいる。非 SNA 便益をもたらすものは一般に非市場財であるので市場で売買されない。このため基本的には人間活動による投入は想定されていないため、生

態系サービスと便益は等価となる。このように生態系サービスは人間が享受する便益と密接に関係するため、人間社会における便益の発生をシグナルとして生態系サービスの供給を吟味することが重要と思われる。

また、生態系サービスの分類についても、MEA、生態系サービスに関する政府間パネル（IPBES）、生態系サービスの国際的共通分類（CICES）、国家的生態系サービス分類システム（NESCS）といったこれまでの生態系サービスの分類をベースに、SEEA-EEA に整合的な分類を構築する必要性が説かれている。具体的な論点としては、本節で取り上げている便益とサービスの区分、負のサービス、最終消費と中間消費（特に調整サービス）の他、サービスの分配、フローとストックの分類などが挙げられている。

○時間割引率の設定

生態系資産の評価の考え方は、生態系資産から将来にわたって供給されるであろう生態系サービスの割引現在価値の合計が資産価値になるというものである。割引現在価値を求めるにあたっては、どのような社会的割引率を設定するかで生態系資産価値が変わる。そのため、生態系資産の評価に際し、どの水準の社会的割引率を設定するかは、資産評価の上で重要な課題となる。この点について、これまでの環境の経済評価研究では、割引率を暗黙理に想定した現時点での評価を行っており、将来の生態系サービスがどの程度の割引率で割り引かれているかがわからない。しかし、通時的な生態系勘定を作成する際には、異時点間の生態系サービスを統一的に記述することも必要となる。その際、公共事業における社会的割引率を適用するのか、あるいは別の割引率を適用するかを検討しなければならない。そのために、将来における生態系サービスのフローを推計し、将来にわたる生態系サービスの供給量、需要量そして価格の 3 つを予測する必要がある。第 2 章で、生態系サービスの割引について議論する。

（2） 実際の評価に関連する課題

○生態系状態の評価

生態系勘定では、生態系が生態系サービスを供給する能力は生態系の状態や容量によって変わってくると考える。このうち状態については、生態系が完全に機能していることで、100%の供給能力を発揮することができ、生態系の完全機能は適切な管理もしくは自然の最適な状態で生じるものと考えている。すなわち、状態の変数が変わることによって、生態系から発揮される生態系サービスの量も変わってくるということである。

生態系の状態把握に関しては、議論すべき内容の多い課題であり、例えば、生態系の状態を把握するための指標をどのように設定すべきか、状態把握のための概念的なフレームワークの整理、異なる生態系サービスの間での状態の関連性の担保、生態系状態の分類とその基準の設定などが検討事項として挙げられている。さらに、今後の課題として、状態の良し悪しの判断や 100%の供給能力の定義に用いるレファレンスレベル（基準値）をどこに設定すべきか、状態把握のための指標をどのように集計すべきかといった点も課題として挙げられている。

しかしながら、ここで本質的な問題となるのは、どのような変数を用いて生態系の状態を評価するかという点である。南アフリカの事例では、国内の河川を対象に、人工改変度を生態系状態の代

理変数として評価した事例もある (Bouwer, 2018)。また、メキシコでは Mora (2017)の Ecological Integrity Index を用いて、メキシコの生態系の複数の個別状態指標を統合し、総合的状態指数として評価している (Diaz, 2018)。このように、どのような変数を生態系の状態を表す指標とするかは、生態系ごとに変わってくるし、さらにどのようにこれらの個別指標を統合し総合指標とするかについては、未だ議論の余地がある。Edens and Hien(2013)は、生態系が国ごと、地域ごとに大きく異なるので、生態系の物理的状態を評価する指標は国ごと、生態系サービスごとに決めるべきと主張している。

さらに、生態系のどのような状態を「基準点」として参考すべきかという問題も生じる。生態系は長年の人間活動によって変化してきたので、全ての生態系が明確な「原初状態」を有するわけではないのである。このほか、生態系の状態と実際に供給される生態系サービスの間の関係も十分解明されていないという問題もある。すなわち、生態系の状態が 1 単位悪化することによって、どのくらいの生態系サービスが減少するのかといった点である。また、人間による保全活動がどの程度生態系状態の維持・改善に貢献しているのか、自然に回復力による状態改善がどのくらいなのかといった点はほとんど明らかにされていない。

以上のように、生態系の状態を把握することは様々な面で多くの課題を抱えている。これらの課題については、生態系勘定の域にとどまらず、環境経済学者や統計担当者とともに自然科学分野の研究者らを交えて幅広く議論する必要がある。

一方で、生態系状態を試行的に評価し、勘定体系に組み込むための基礎情報とする研究も各国で進められている。先に紹介した南アフリカやメキシコの事例の他、欧州における生態系状態勘定の構築事例では、生態系状態のパラメータを生態系サービスのマッピングと評価プロジェクト (MAES) のそれと合わせ、MAES で把握している全ての生態系種について状態把握を行っている。また、栄養素の負荷、土壤状態、飲料水の状態、海洋状態、都市の状態、生物多様性といった、全生態系種で共通の指標とともに、個別の生態系種ごとの独自指標を導入する予定である。また、EU における生態系状態勘定については、MAES の結果をもとにトップダウン (MAES という EU 全域での評価結果からより細かい地域へとブレイクダウンする) 方式とボトムアップ (特定地域のデータを集め、これを集計して広域な範囲へと拡張する) 方式の 2 つの方式で評価を行っている。当然ながら、トップダウンとボトムアップでは同じ範囲の生態系を評価しても誤差が生じることから、どちらの方式が優先されるのかについては、未だ議論の余地が残されている。

○生態系の劣化・減耗

上述のとおり、生態系勘定では生態系の状態が記述される。生態系の状態は基本的に物量でのみ計測されるが、貨幣勘定の貨幣評価においても生態系の劣化・減耗も考慮されるべきであることを意味する。これには貨幣評価においても、その劣化・減耗分をどう計上すべきか、さらに各部門にどう分配し計上すべきかという課題が生じる (Edens and Hein, 2013)。Edens and Hein (2013)によると、貨幣評価においては、生態系の劣化・減耗を貨幣評価する方法は 2 つある。1 つは「原初状態」に復元するためにどのくらいの費用がかかるかを推計する方法、もう 1 つは生態系サービスを供給する能力に応じて生態系を評価し、2 つの状態の差分を劣化・減耗の評価額とする方法である。一方で、生態系の劣化は「基準点」まで状態を復元するのに必要となるであろう費用で評価すべきではない。これは、その費用が必ずしも復元後に得られるであろう生態系サービスの価値を表すもの

ではないからである。生態系の劣化・減耗を評価するには、2つの状態での生態系サービスの割引現在価値の差を計測するのが望ましい（Obst et al., 2015）。

そして、生態系の劣化・減耗はそれを引き起こした部門とそれに影響を受ける部門が異なるため、生態系の劣化・減耗を部門ごとに配分するのはさらに難しい作業になる（Edens and Hein, 2013）。

○生態系の負のサービス

生態系は必ずしも正すなわち経済活動に好影響をもたらすサービスばかりを提供するものではない。例えば疫病・伝染病や鳥獣害の供給という負、すなわち経済活動に悪影響をもたらすサービスも提供しうる。生態系の負のサービスは全体の経済厚生に与える負の影響を反映しているが、既存の勘定システムは正の影響のみを考慮している。したがって、生態系の負のサービスを生態系勘定に組み込むのは困難である。似たような議論は生態系の相互依存関係にもある。例えば、生態系における害虫という生態系の負のサービスは、作物生産という別の生態系サービスにも影響を与えることがあるなど、ある生態系サービスが他の生態系サービスにも影響を与えるということはよく見られることである。これら生態系サービス同士の相互関係を勘定内でどう記述するかも課題であるが、生態系勘定における議論では、生態系同士の相互作用については、記述しないこととなっている。本件については、以下の中間的及び最終生態系サービスに関する項目でも少し触れる。

○低・負資源レント

交換価値の非市場評価に用いられる手法の1つとして、資源レント法という手法がある。これは資源レントという数値を計算することで交換価値を計測するものである。資源レントは、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て求められる。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。Edens and Graveland (2014)は資本レントの計算式を以下のように定義している。

$$GOS = Y - IC - W - Tp$$
$$RR = GOS - (Se - Te) - UC$$

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：資本のユーザーコスト

しかし、資源レント法を用いて評価した場合、生態系サービスの価値が非常に低くなったり、時には負になったりする場合もある。このような事象は、生態系の非持続的な利用をして劣化・減耗費用が大きくなる場合や生態系サービスに補助金が投入されている場合などに生じる。生態系サービスは生産活動に貢献し、正のフローを生み出すと考えられていることから、このような低・負資源レントを勘定内で取り扱うのは困難である。Obst et al. (2015)は、このように資源レントが非常に低い場合や負になった場合には、生態系サービスの評価に資源レント法以外の別の手法を用いるべきと主張している。

○中間的及び最終生態系サービス

生態系勘定は最終生態系サービスの価値に着目した勘定である。最終生態系サービスは市場財・サービスに直接的に貢献するサービスを指す。しかしながら、生態系サービスの中には経済や社会に大きく貢献している中間的サービスも存在する。例えば、農産物生産に直接貢献する「作物成長」という生態系サービスは、最終生態系サービスであるが、「栄養循環」は農産物生産には直接的には貢献しないサービスであり、中間的生態系サービスに該当する。生態系サービス勘定ではこれらの中間的生態系サービスの価値は計上されないのである (Hein et al., 2015)。生態系は自然界の生物システムやその地域の地理的・気候的条件を介して、他の生態系と非常に複雑に絡み合っている。そのため、ある生態系が他の生態系とどのように関連しているのかをすべて明らかにし、生態系勘定へ計上することは不可能である。このことから、生態系サービスの基盤サービスを中心に、生態系の中間サービスについては、生態系勘定では取り扱われていない。しかしながら、これらの評価も今後残された重要な課題の1つある。

1.2 生態系ストック勘定の期中変化に関する数値の計上

1.2.1 はじめに

第Ⅲ期研究において、森林生態系と湿地生態系に関して、そのストック量と価値の推計を行った。森林生態系に関しては、2000年、2007年、2012年の3時点での評価、湿地生態系に関しては、2000年と2010年の2時点での評価を行い、生態系ストック勘定を作成し、森林ストック勘定は2000–2007年表、2007–2012年表、2000–2012年表の3つの勘定表を、湿地ストック勘定については、2000–2010年表のみを構築した。

その際、勘定表に計上した数値は、期首ストックと期末ストック及びその差分である純期中変化の3項目のみとなっていた。しかしながら、勘定表ではストックの増減がどのような要因で生じたのかについても計上する項目を設定している。これらの項目は第Ⅲ期研究の際には数値を計上せず空欄のままとしていた。ストックがどのような要因で増加または減少したのかを明らかにすることで、生態系ストック勘定においても生態系保全のための情報をより詳細に提供することができるようになる。

そこで本研究では、第Ⅲ期研究において構築したストック勘定のうち、森林ストック勘定について、ストックの期中変化に関する内訳の数値を計上することを目的とする。その際、第Ⅲ期研究で構築した森林ストック勘定は、都道府県別での勘定表となっているため、全国版および各都道府県版合計48の勘定表について、期中変化に関する各項目に数値を計上するため、データの利用可能性の検討や期中変化に関する概念整理を行う。

1.2.2 勘定表の期中変化に関する項目

表1.1には、生態系ストック勘定の列項目を掲げている。期首ストック(行1)、期末ストック(行13)と純ストック変化(行12)については、既に第Ⅲ期研究で数値を計上している。本研究ではストックの増加(行2~5)と減少(行6~11)について、数値を計上することを目指す。

表1.1に掲げたとおり、ストックの増加項目としては、自然的要因による再生(行3)と人為的要因による再生(行4)、それに調整項目である再分類(行5)の3つの項目がある。まず自然的要

因による再生とは、自然成長や自然遷移によるストック増などが該当する。また、人為的要因による再生とは、植林や湿地の造成など、人間活動による生態系ストックの増加が該当する。続いてストックの減少項目としては、こちらも採取伐採による減少（行 7）、人間活動による減少（行 8）、人為的要因による壊滅的喪失（行 9）の他、自然的要因による壊滅的喪失（行 10）、そして再分類（行 11）がある。まず採取伐採による減少は、その名のとおり採取や伐採といった人間活動によるストック量の減少を、人間活動による減少とは、それ以外の人間活動によるストックの減少を指すが、これらの項目はあくまで生態系ストックが再生できる範囲内での減少を計上する項目である。一方、人為的要因による壊滅的喪失は、開発行為による森林伐採や湿地の埋め立てなど、不可逆的なストックの減少を計上する項目である。自然的要因による壊滅的喪失についても不可逆的なストックの減少を計上する項目で、具体的には例えば自然災害による生態系ストックの減少が考えられる。この他、再評価（行 12）については、貨幣評価のみに対応する項目であり、期中における生態系ストックの単価の変動を記録する項目である。今回は貨幣評価の単価の変動はないものと仮定し、本項目への数値の計上は行わない。

表 1.1 生態系ストック勘定の列項目

期首ストック	1
ストックの増加	2
自然的要因による再生	3
人為的要因による再生	4
再分類	5
ストックの減少	6
採取伐採による減少	7
人間活動による減少	8
人為的要因による壊滅的喪失	9
自然的要因による壊滅的喪失	10
再分類	11
再評価	12
純ストック変化	13
期末ストック	14

1.2.3 データ

生態系ストック勘定の期中変化として計上する数値については、既存の統計データの数値を引用する。前述のとおり勘定表は都道府県別で作成されているため、それぞれの項目に計上するデータも都道府県ごとのものが必要となる。以下では森林ストックに計上するデータの利用可能性について解説する。

1.2.3.1. 森林ストックの変化の概念整理

森林ストック勘定で計上される物量データには蓄積量と森林面積があるので、森林ストックの変化は蓄積量の変化と森林面積の変化の 2 要素に分解できる。

そして、森林面積と蓄積量の関係は、

$$\text{蓄積量} = \text{森林面積} \times \text{密度}$$

という関係が成り立っている。この式からは、蓄積量は森林面積が変化せざとも密度が変化することで変わることがわかる。すなわち、蓄積量と森林面積は必ずしも連動して変化するものではない。

ところで、森林ストックの変化とは何を指すのであろうか。森林ストック勘定は森林ストックの期中変化を把握するのが目的であるため、勘定内の森林面積の変化とは、「木が生えている土地の面積が変化すること」と定義されるべきである。同様に蓄積量の変化とは、「木の蓄積量が変化すること」と定義されるべきである。この定義に従うと、森林面積の変化をもたらす要因として、①植林（何も木が植えられていなかった土地に木を植えること）、②伐採（木が植えられていた土地の木を全て伐採すること）、③災害（自然災害で木が植えられていた土地の木が全て喪失すること）、④成長（植えられていた木が自然に成長して蓄積量が増加すること）の4つに分類される。蓄積量の変化についても①～④の要因で引き起こされるが、②伐採については森林面積に影響を与えない間伐と、影響を与える主伐（皆伐）に分類されるだろう。さらに、これらを、人為的なものなのかどうかと、森林面積や蓄積量といった物量の増加を引き起こすものなのか、減少を引き起こすものなのかという2つの視点から分類すると、表1.2のようになる。

表1.2 森林ストックをもたらす要因の整理

			蓄積量	森林面積	貨幣価値
植林	人為的要因	増加要因	△	○	▲△
伐採	主伐	人為的要因	○	○	○
伐採	間伐	人為的要因	○	×	○
災害	自然的要因	減少要因	▲	○	○
成長	自然的要因	増加要因	○	×	▲

○ 影響ありかつ統計データを取得可能

▲ 影響はあるが、統計データが取れない

△ 影響はあるが、かなり軽微である

× 影響なし

これ以外の森林ストック変化の要因としては、地目変化による森林面積の変化がある。例えば、開発によって森林が他の用途に変更されるといった場合である。この場合、森林が他の用途に変更されるということは、森林の伐採（皆伐）を伴うことになるので、厳密には上記表1.2の伐採に分類されるだろう。逆に、他の地目から森林への転換が行われる場合も考えられる。このような場合には必ず植林が行われるはずなので、これも厳密な意味では上記表1.2の植林に分類されるべきだろう。ただし、林業統計における植林とは、林地における植林のみを対象としているため、地目変更に伴う植林は対象となっていない。一方、地目変更に伴う伐採については、従前森林である土地での伐採であるため、林業統計の中に伐採（主伐）として反映されている。

1.2.3.2. 統計データとして取得可能な森林の物量データ

以上の概念整理を踏まえ、勘定表の項目に沿う形で蓄積量と面積の増加項目に関して再整理したのが表1.3である。統計データとして利用可能なものは、再生－自然的要因に関しては成長量デー

タがある。成長は密度を高めることになり、森林面積に影響を与えるものではない。もちろん、成長の過程で森林面積が拡大することはあり得るが、それは本研究で対象とする 5 年 10 年での話ではなく、より長期間での話である。そのため、本研究では自然成長による面積の変化はないものと仮定する。一方の再生－人為的要因に関しては面積に関して植林面積がある。植林とは苗木を何も植わっていない土地に植えることであるので、植林が行われると森林面積と同時に蓄積量も増加するはずである。しかし、植林によりどのくらい蓄積量が増加したかについての統計データは得られないため、面積の増加と蓄積量の増加を関連づけることができないという課題が生じる。このため、植林による蓄積量の増加項目に関しては、データが得られないため数値を計上しないことがわかるような形にしてセルに値を計上しないこととする。また、農地に植林することによって森林に転換することについても、その面積を統計として取ることができるが、蓄積量の変化に関してはデータが得られない。そのため、これについても植林と同様、データが得られないため数値を計上しないことがわかるような形にしたうえで、セルには値を計上しない。

表 1.3 森林ストックの期中変化に関する物量データ

要因	物量データ	
	面積	蓄積量
自然的要因による ストック 再生	成長	変化なし 成長量
人為的要因による 再生	植林 農地の森林転換	植林面積 地目転換面積
採取伐採による 減少	伐採 (主伐・間伐)	主伐面積のみ 主伐量・間伐量
人間活動による ストック 減少		
人為的要因による 減少	開発による森林の転換	地目転換面積 データから推計
自然的要因による 壊滅的喪失	災害	被害面積 データから推計

次に、森林ストックの減少項目について、統計データが得られるものはまず伐採がある。伐採については森林面積と蓄積量双方の減少として表現でき、データとしても伐採量と伐採面積の双方が利用可能である。ただし伐採には間伐と主伐があり、統計としては、伐採面積は主伐のみ、蓄積量に関しては主伐間伐合計の値が統計として利用可能である。間伐に関しては森林面積が直接的に減少するものではなく密度が減少することであるため、間伐面積を伐採に含めないことは、森林ストック勘定におけるストック量（森林面積）の減少の定義とも整合的である。人間活動による減少については、利用可能なデータがなく、この項目に値は計上しないこととする。人為的要因による壊滅的喪失については、開発行為による森林の転換が該当し、これは面積と蓄積量の双方に影響を与える。開発により失われた森林の面積は統計としても利用可能であるが、都道府県別のデータは得られないという問題がある。また、そこから生じる蓄積量の減少については、直接的に得られる統計データは存在しない。そのため、当該都道府県における森林密度（森林面積あたりの蓄積量）に地目転換面積を乗じることで、蓄積量の変化を推計することにする。最後に、自然的要因による壊滅的喪失については、既存統計から災害による森林の喪失面積を得ることができるので、これを用

いて自然的要因による壊滅的喪失の森林面積の変化とする。ただし、これによる蓄積量の変化については直接的に統計データが得られないため、人為的要因の場合と同様、森林密度と面積変化を乗じて推計する。

1.2.3.3. 貨幣データ

森林ストックの価値変化は通常、

$$\text{森林ストック価値} = \text{単価} \times \text{物量}$$

で表されるが、第Ⅲ期研究では、森林ストック価値を

$$\text{森林ストック価値 (円)} = \text{単位面積あたりの価値 (円/ha/世帯/年)} \times \text{森林面積 (ha)} \times \text{世帯数 (世帯)}$$

の推計式から推計している。このうち単価の変動は上記表 1.1 内の再評価（行 12）に記載されるそれ以外の要因は、行 2～11までのいずれかで記載されることになるが、基本的に単価を面積あたりで算出しているので、物量データとして計上されている面積と蓄積のうち、面積に比例して価値も変動することになる。ただし、上記の推計式においては世帯数も価値変動の重要な要素となる。すなわち、森林生態系からの受益者の数が変化することによって、森林ストック価値も変動するということである。この受益者数の変動として考えられる要因は、地域の人口の変動である。都道府県版の生態系勘定では、生態系の受益者はその都道府県の住民と仮定しているので、人口（世帯数）の減少は、受益者の減少を通じて生態系ストックの価値減少につながるのである。しかしながら、生態系勘定の行項目において、受益者数の変動による価値変化を計上する項目はない。そのため、受益者数の変動も再評価（行 12）の中にまとめて計上することとする。

続いて、貨幣価値の期中変化に関するデータについて解説する。上記の式にある単位面積あたりの価値については、支払意志額（WTP）メタ関数により算出されるものなので、当該関数に内挿される値が何年のものなのかによって、それぞれの時点での単価が得られる。森林面積については前節で解説したとおり、期間内の森林面積の変化量がその変化要因ごとに分類して計上されるので、その値に単価を乗じて貨幣価値が算出される。さらに、世帯数も既存統計から引用可能なので、これに単価を乗じることで受益者数の変化による価値変化額が算出される。このように、貨幣データについては、物量データ、社会データを組み合わせることで推計されており、独自にデータを用いて新たな推計作業が必要になるものではない。

1.2.3.4. 年ごとデータの複数年データへの変換

冒頭で説明したとおり、第Ⅲ期研究で構築した森林ストック勘定は、2000－2007 年表、2007－2012 年表、2000－2012 年表の 3 つである。これらはいざでも期首と期末の間の期間が複数年にまたがっている。これは、森林に関する物量の変化は、単年度での変化はごくわずかであり、一定の変化を把握するには複数年の期間を確保したほうが良いと判断したからである。一方で、多くの統計デー

タは年度または年ごとの期間で計測された値であり、これを複数年の期間のデータに変換する必要がある。その際、単純に数値を合計すればいいのか、または何らかの割引率を設定し割り引いた上で集計することが必要なのかといった議論を行う必要がある。

まず物量データについて、数値例を用いて説明する。図 1.4 には 5 年間の森林面積の変化の数値例を示している。図のように、1 年目には 100ha だった森林面積が、2 年目には 140ha まで増加し、3 年目、4 年目にはそれぞれ 100ha、80ha まで減少し、5 年目には 120ha まで再び増加したとしよう。この場合、四隣ストック勘定で計上される数値は表 1.4 のとおりとなる。まず期首ストック（行 1）には 1 年目の森林面積 100、期末ストック（行 14）には 5 年目の森林面積 120 が計上され、両時点での面積の差分 -20 (=100-120) が純ストック変化（行 13）に計上される。そして、ストックの増加（行 2）とストックの減少（行 6）にはそれぞれ、増加もしくは減少した分の累計値が計上され、この数値例の場合ストックの増加として 80 (=+40+40) が、ストックの減少としては -60 (=−40−20) が計上される。そして、さらに増加または減少の要因ごと内訳を行 3～5、行 7～11 に計上するという仕組みとなる。

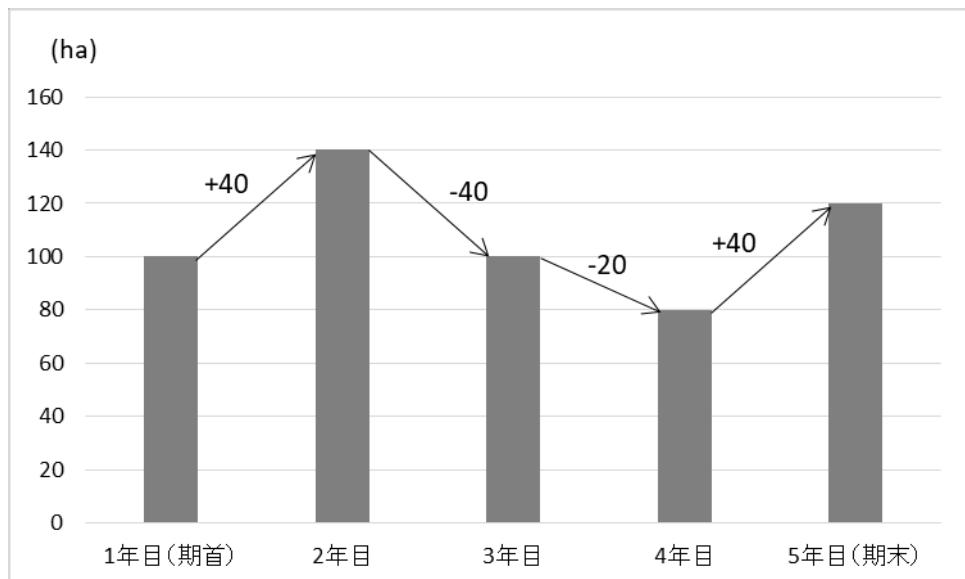


図 1.4 森林面積の年次ごとの変化（数値例）

表 1.4 数値例からの森林ストック勘定計上値

項目	行	森林面積 (ha)
期首ストック	1	100
ストックの増加	2	80
⋮	⋮	⋮
ストックの減少	6	-60
⋮	⋮	⋮
再評価	12	—
純ストック変化	13	20
期末ストック	14	120

次に、貨幣データについては、

$$\text{森林ストック価値変化額} = \text{単価} \times \text{森林面積変化量} \times \text{受益者数変化}$$

で推計されるが、単価については、基本的に期首の単価を用い、期末ストックのみ期末ストック時点での単価を用いる。そして、期中の単価の変化額は、実質化を行った上で再評価（行 12）に計上する。また、受益者数の変化による価値変化額についても、期首単価×受益者数変化により変化額を計上し、これを単価の変化と合わせて再評価（行 12）に計上する。

1.2.3.5. 期首・期末ストックとの整合性の確保

これまで説明してきたような方法で森林ストックの期中変化を求めるが、期中変化は基本的に森林生態系の物量（森林面積及び蓄積量）の変化によって評価することになる。そのため、既存の統計データを用いて森林面積及び蓄積量がどのような要因によって変化したのかを把握する必要があるが、統計データの種類や年次によっては、例えば国有林のみを対象とするもの、民有林だけを対象とするもの、本勘定が推計年次としている 2000 年、2007 年、2012 年以外の年次のデータしか得られないものなど様々な制約が考えられる。そのため、既存の統計データをそのまま勘定内に計上すると、

$$\text{期首ストック} - \text{期末ストック} = \text{ストック増加分合計} - \text{ストック減少分合計}$$

という勘定体系としての均衡式が成立せず、勘定体系としての整合性が必ずしも確保できない場合が生じる可能性がある。上記の均衡式を成立させることは、生態系勘定が会計上の勘定としての機能を果たすためには非常に重要なことである。

このようなことから、実際の数値を計上した後に、勘定の整合性を確保するために、いくつかの調整を行う必要が出てくると考えられる。どのような調整を行うかは、実際の数値にどのくらいの不整合が生じているのか、また、どのような項目に不整合が生じているのかをよく吟味した上で行う必要があり、数値を計上する前の段階ではなく、実際の数値を計上しながら検討する必要がある。そのため、現段階ではどのような調整を行うかについては触れず、その必要性が生じる可能性だけに言及するにとどめておき、次年度以降実際の数値を計上した際に改めて検討することとする。

1.3 市町村版森林ストック勘定の構築

1.3.1 はじめに

第Ⅲ期研究では、生態系ストック勘定を全国及び都道府県レベルで構築した。しかし、これまで生態系価値の評価は個別の事例を対象としたミクロ的な評価もしくは国全体を対象としたマクロ的な評価が多数を占めてきた。その中間的な位置づけである都道府県単位あるいは市町村単位での評価は、マクロ的な側面からは統計データの不備の問題、ミクロ的な側面からは個別の事例の積み上げによる作業の繁雑さなどから、なかなか行われてこなかった。第Ⅲ期研究で構築した都道府県版の生態系ストック勘定は、その意味からも意義のあるものである。

しかしながら、生態系は地域ごとに賦存量が大きく異なる。例えば、内陸部の地域では海洋生態系はまったく無関係である一方、沿岸地域では、最も重要な生態系となる。このようにこれまで我々が構築してきた都道府県単位では、都道府県の生態系の状態の全体像を把握するには向いているが、より詳細な分析や個別の政策立案には評価単位が大きすぎて使いにくいのが現状である。そのため、都道府県よりも小さな評価単位での生態系勘定の構築が求められる。

そこで、本研究では、第Ⅲ期研究で構築した都道府県版生態系ストック勘定をより小さな単位での評価に拡張するため、岩手県を事例に市町村版の森林ストック勘定を構築することを目的とする。具体的には、まず第Ⅲ期研究において都道府県単位で推定を行った森林生態系の WTP メタ関数を用い、地理情報システム（GIS）による森林データの解析を通じて収集したデータを、WTP メタ関数に当てはめ、岩手県内 59 あった合併前の旧市町村ごとに森林生態系ストックの価値評価を行う。

1.3.2 生態系ストック勘定フレームワークと森林生態系 WTP メタ関数

市町村版の生態系ストック勘定のフレームワークは、第Ⅲ期研究で構築した全国版及び都道府県版のそれと同一のものを用いる。これは、市町村単位においても都道府県版や全国版との勘定項目の共通化を行い、評価単位ごとのデータの整合性を確保することや、比較を容易にするためである。使用する勘定表は表 1.5 に示すとおりである。

第Ⅲ期研究では、回帰分析を用いて森林 1ha に対する家計あたり年間 WTP の規定要因を定量的に分析した。その際推定された回帰式は、次のように表される。

$$WTP_{Forest} = Constant + \beta_1 \cdot Income + \beta_2 \cdot Woman + \beta_3 \cdot Age \\ + \beta_4 \cdot Natural\ Forest\ rate + \beta_5 \cdot Broadleaf\ Forest\ rate + \beta_6 \cdot Forest\ Age + \varepsilon$$

ここで *Constant* は定数項、*Income* は世帯あたり所得、*Woman* は女性の時に 1 をとるダミー変数、*Age* は年齢、*Natural Forest rate* は居住している県の天然林率、*Broadleaf Forest rate* は居住している県の広葉樹林率、*Forest Age* は居住している県の加重平均樹齢、 ε は誤差項を表す。本研究では、この WTP メタ関数に岩手県の市町村別のデータを内挿し、市町村別の森林ストック価値を算出する。

1.3.3 データ

1.3.3.1. 森林データ

WTP メタ関数の変数のうち、森林のストックに関するものは県内の加重平均樹齢、天然林率及び広葉樹林率の 3 つであるため、これらの値を市町村別に算出した。利用した森林データはいずれも 2012 年時点の国有林の森林調査簿及び民有林の森林簿（以下これら 2 つを合わせて森林簿とする。）であり、森林簿のデータから WTP メタ関数の分析に必要な森林ストックに関する変数を算出するための処理には ArcGIS 10.4.1 for Desktop を利用した。森林簿は、図 1.5 で示すように森林管理上の施業区ごとに区切られたポリゴン及び各林小班の情報が記載されている表データにより構成されており、ポリゴンと表データは、国有林及び民有林それぞれに、各林小班に割り振られた個別の ID により紐付けられている。GIS により変数の計算をするためには、まず森林簿のポリゴンと表データ

表 1.5 市町村版森林ストック勘定フレームワーク

Forest asset account for municipalities in Iwate

Please select coverage area and years

盛岡市
Forest
2007-2012

Unit	Physical value		Monetary value							Surplus value						
	Total	Total	Exchange value													
			Total	Water storage	Landslide prevention	Mitigation of climate change	Conservation of ecosystems	Timber production	Recreation	Total	Water storage	Landslide prevention	Mitigation of climate change	Conservation of ecosystems	Timber production	Recreation
	Hectare	1000m3	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	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Opening stock of ecosystem assets	1															
Addition to stock	2															
Regeneration - natural	3															
Regeneration - human activity	4															
Redistributions	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

タを個別 ID を利用して GIS 上で結合する必要がある。なお、図 1.5 の緑色で示したポリゴンは国有林（62,052 ポリゴン）、オレンジで示したものが民有林（928,621 ポリゴン）を表しており、境界線は岩手県における旧市町村を表している。国有林の森林調査簿と民有林の森林簿で整理されている森林の情報は、内容に違いがあるものの、人工林や天然林、未立木地等といった林種・樹種・林齢・材積量などの分析に必要な基本的な情報は共通しているため、これらの情報を旧市町村ごとに集計することで、WTP メタ関数の変数を計算した。ここで、本来 WTP メタ関数の変数には樹齢を用いることとなっているが、今回の分析では林齢を用いている。樹齢は単木の年齢を示すのに対して、林齢とは、林小班における樹木の集団が成立してからの経過年数を示している。厘例では山林に樹木を植えた年を 1 年と数えているため、正確には林分全体の平均樹齢よりも林齢の方が小さく見積もられてしまうが、国有林と民有林のどちらも林齢のデータであること及び入手可能なデータが林齢のデータに限られていたことから、本分析においては林齢を用いることとした。

まず、国有林の森林調査簿について記載する。国有林の森林調査簿は、東北エリア全体の林小班のポリゴンデータと実際の森林に関する数値等が格納されている表データに分かれている。表データは樹種別及び林小班別のファイルに分かれており、樹種別ファイルには樹種、林齢、材積量が、林小班別ファイルには人工林や天然林等を示す林種や材積量が含まれている。ポリゴンデータ及び表データは林小班ごとに割り当てられた共通の ID 番号によって紐付けられているため、ID 番号を利用してポリゴンデータと表データを結合する。また、東北エリア全体ではデータ容量が膨大になるため、ポリゴンデータの岩手県部分のみを抽出した後、上記の処理を行った。次に表データを結合したポリゴンデータに国土交通省国土数値情報ダウンロードサービスよりダウンロードした行政区域データ³を重ね合わせ、重なった部分の市町村名を森林簿のポリゴンデータに入力する処理をすることにより、各林小班のポリゴン（以下林小班ポリゴンとする）に旧市町村名を追加した。ただし、森林簿のポリゴンデータと行政区域データの形状が完全に一致しているわけではなく微妙な誤差が生じ、行政区域の境目に位置する林小班ポリゴンで間違った市町村名が挿入されるというエラーが発生したため、その箇所については、林小班ポリゴンと行政区域の形状等から目視で判読す

³ 行政区域データは国土交通省により整備されている都道府県や市町村等の行政区域のシェープファイルである。本分析では、2000 年を基準年とするデータを利用した。

(http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N03-v2_3.html (2018 年 11 月アクセス))

ることにより手動で入力を行った。完成した国有林の森林簿データをアウトプットし、集計用の表データとした。なお、本分析は平成の大合併以前の旧市町村での集計を行っているため、利用する行政区域は平成の大合併以前の情報である必要があるが、本分析では 2000 年を基準年とする行政区域データを利用している。平成の大合併は、1999 年から基礎自治体の行政基盤確立のために全国的に進められており、旧市町村の情報としては 1999 年以前のものが最も適しているが、岩手県では 2001 年 11 月の旧大船渡市と旧三陸町との合併が平成の大合併における最初の事例であるため、2000 年を基準年にするデータを利用した。ちなみに、2000 年より前の基準年を利用した行政区域データで最も近いものは、1995 年を基準年とするデータが公開されている。

民有林の森林簿データは、市町村ごとの林小班ポリゴン及び表データとして整理されているため、市町村ごとにデータの整理を行い、最後に岩手県全体として取りまとめた。民有林の表データには、1955 年の市町村合併前の市町村コードが格納されており、ポリゴン形状の誤差による入力エラーを防ぐために、別途 1955 年と 2000 年及び 2018 年時点の市町村の対応表を作成し、市町村の整理に利用した。次に、民有林の表データは、4 つのファイルに分割されており、格納されている情報も多岐にわたっているため、表データの中から樹種や林種等の必要なデータのみを抽出した新たな表データを作成後、その表データを林小班ポリゴンと結合した。その後表データに格納されていた市町村コードを利用して、市町村の対応表を林小班ポリゴンに結合することで、林小班ポリゴンに旧市町村名を入力した。また、民有林の森林簿は森林の誕生年の情報のみであったため、2012 年から誕生年を引いた値を林齢とし、森林簿データを編集用の表データとしてアウトプットした。

以上の作業が終了した後、アウトプットした国有林及び民有林の編集用の表データについて、旧市町村名、林種及び樹種を用いて面積及び平均林齢を集計する。その後、樹種の情報を元に針葉樹と広葉樹に再分類を行い、表 1.6 で例示するように市町村ごとの人工林及び天然林別の針葉樹及び広葉樹の面積や平均林齢を計算した。

森林データを処理する上での今後の課題としては、国有林の樹齢データの取り扱いがある。本分析では国有林の森林調査簿データを 2012 年のものとして全て一律に処理を行ったが、データの整備年度である樹立年度が県内の森林管轄エリアごとに 2008 年から 2012 年のばらつきがある。そのため、森林調査簿データを 2012 年時点として扱うためには、各林小班における成長量を利用するなどしてデータを補正する必要がある。本分析ではこのようなデータ補正是行っておらず、今後の対応が必要である。

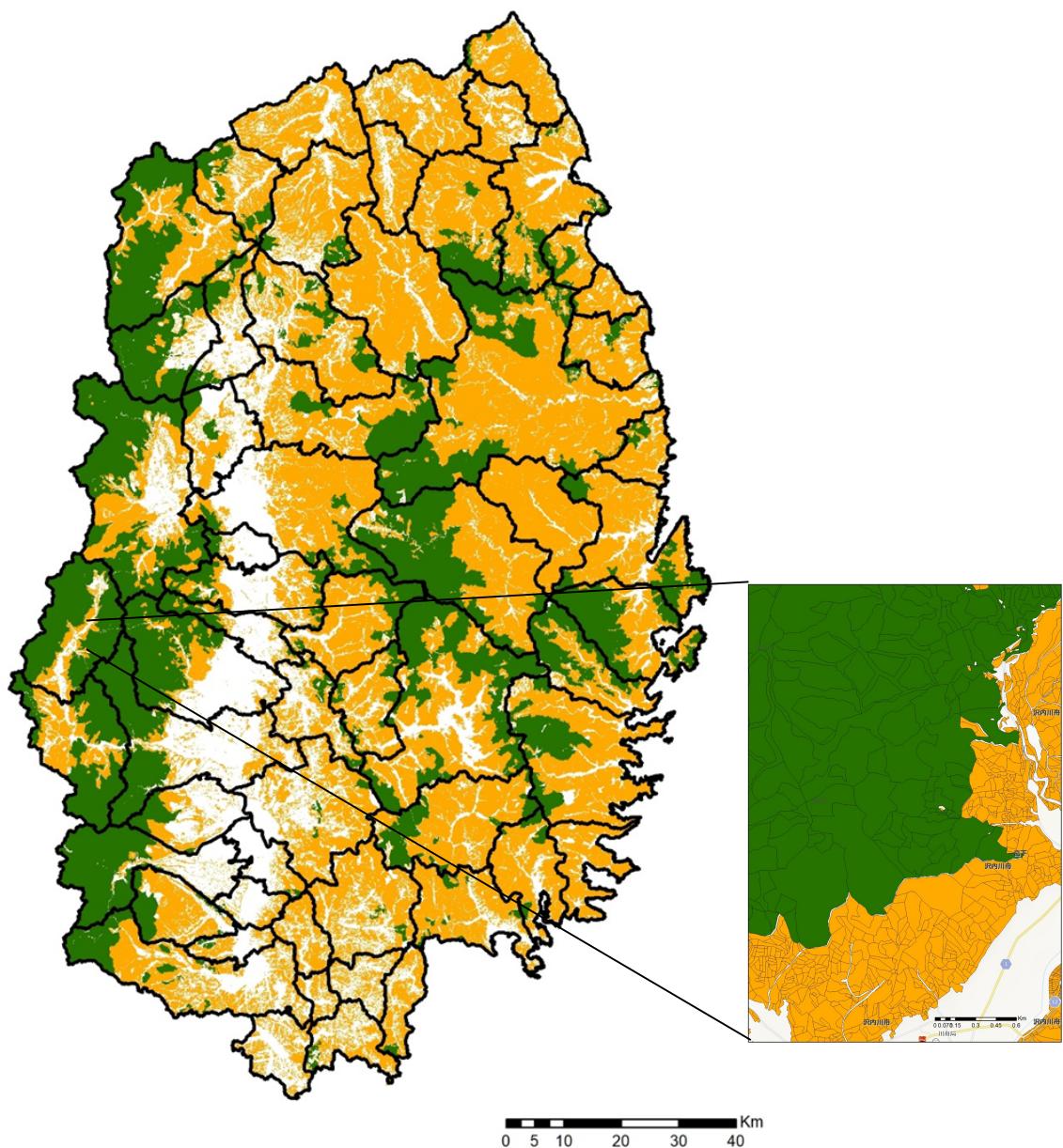


図 1.5 WTP メタ関数の変数の算出に利用した森林簿及び行政区域データ

表 1.6 岩手県における旧市町村ごとの集計例（盛岡市）

森林面積 (ha)			平均林齢(年)			
現市町村 旧市町村	盛岡市 玉山村 盛岡市		現市町村 旧市町村	盛岡市 玉山村 盛岡市		
国有林	人工林	針葉樹 広葉樹	5,434 1,235	2,352 527	44.6 42.3	
	天然林	針葉樹 広葉樹	497 3,302	1,315 1,841	43.2 71.9 97.2 78.6 87.7	
	民有林	人工林	針葉樹 広葉樹	8,412 80	14,163 112	43.4 28.1 55.8 46.0 36.3 67.2
	天然林	針葉樹 広葉樹	912 9,309	880 11,121	46.0 46.8	
小計	人工林	針葉樹 広葉樹	13,847 1,315	16,514 639	44 44 36 39	
	天然林	針葉樹 広葉樹	1,410 12,612	2,195 12,962	64 73 72 67	
天然林面積合計		14,021	15,156	54	56	
広葉樹林面積合計		13,926	13,601	51.4	50.2	
森林面積合計		29,183	32,310			
市町村面積		39,660	48,906			

1.3.3.2. 社会属性データ

WTP メタ関数の変数のうち、社会属性に関するものは世帯あたり平均所得、女性比率、平均年齢の 3 つである。これらは既存統計から市町村別の値を引用または推計した。

まず、市町村別の世帯あたり所得であるが、これは、『岩手県市町村民所得の分配 市町村別統計表』に市町村別の所得が記載されているので、これを引用した。WTP メタ関数における所得とは、アンケート調査で得られた各世帯の所得の平均値（税込み）であり、世帯あたり平均収入に近いものである。一方、上記統計上の所得はいわゆる県民経済計算による推計値であり、SNA 概念上での国民所得に該当するものであり、厳密には定義が異なる。しかしながら、既存統計では世帯あたり平均収入は見当たらなかったため、これに最も近いデータである県民経済計算上の市町村民所得データを用いた。なお、市町村民所得データは市町村ごとの総額で表示されているため、各市町村の世帯数データを用い、これで除した値を世帯あたりの平均所得とした。その際、合併後の市町村における世帯あたりの平均所得をそのまま合併前の旧市町村に当てはめた。

続いて、女性比率は 2012 年 3 月 31 日現在の住民基本台帳から男女人口を引用し、女性比率を推計した。数値は合併後の市町村ごとに算出されるが、この市町村ごとの女性比率を合併前の市町村にそのまま適用した。最後に平均年齢については、『平成 22 年国勢調査（総務省統計局）都道府県・市区町村別主要統計表（平成 22 年）』の値を引用した。これは 2010 年現在の平均年齢となっており、2 年の誤差が生じているが、2012 年の平均年齢を市町村別に得ることができなかつたので、2010 年のデータをそのまま適用した。

以上のように社会属性に関する 3 種類のデータを市町村別に推計し、これを森林ストック価値の WTP メタ関数に内挿することで市町村ごとの森林 WTP（円/ha/世帯/年）を推計する。ここでは、森

林面積が追加的に 1 ha 増加することに対する支払意思額を求めることで、限界 WTP を近似している。なお、この推定値は、WTP を被説明変数、森林面積、樹種、樹齢などの森林変数や所得などの社会経済変数を説明変数にした回帰分析結果に基づいている。こうして推定された森林原単位評価に 2012 年の市町村ごとの森林面積及び世帯数を乗じることで、市町村別森林ストック額を推計した。その際、市町村合併後の 2012 年において合併前の 59 市町村の世帯数データを得ることができなかったため、合併前の 2005 年の合併前 59 市町村の世帯数データを用いて、2012 年の世帯数を 59 市町村に按分した。例えば、西和賀町は旧湯田町と旧沢内村が合併してできた町だが、2005 年の湯田町と沢内村の世帯数比率により、西和賀町の 2012 年の世帯数を按分して 2012 年の旧湯田町、旧沢内村の世帯数とした。推計した市町村別森林ストック額は、第Ⅲ期研究で推計した機能別ウェイトを用いて、さらに水涵養機能、土砂災害防止機能、温暖化防止機能、生態系保全機能、木材生産機能、レクレーション機能の 6 つの機能の評価額に按分した。

以上は厚生価値による評価額となるが、交換価値による評価額も同時に推計した。ただし、交換価値による森林生態系ストックの単価は、第Ⅲ期研究で推計した全国共通のものを用いており、市町村別のものではない。また、交換価値による評価は資源レント法を用いているので、木材供給機能の評価のみとなり、評価額の全額を木材供給機能として生態系ストック勘定へ計上し、水涵養機能などの他の機能の評価額はゼロとして計上した。

なお、厚生価値、交換価値ともに現段階で 2012 年の数値の推計を完了したが、2000 年、2007 年の評価額については、社会属性データは推計済みであるものの、森林データが未整備のため推計していない。

1.3.4 推計結果

岩手県の市町村別森林ストック勘定の推計結果は図 1.6、図 1.7 及び表 1.7 に示した。図 1.6 には市町村ごとの森林ストックの単価が示されている。これを見ると、概ね内陸の平野部での単価が高くなっている。最も単価が高い金ヶ崎町、東和町などは北上盆地の中に位置しているほか、玉山村も含め、いずれも東北新幹線の沿線で企業進出が進み、住民の所得水準が高い地域と考えられる。一方、森林ストック単価の低い地域は、秋田県と接する湯田町、沢内村、胆沢町の他、県北の岩泉町、葛巻町、松尾村などである。これらの地域はいずれも市町村面積の多くを森林が占める山間地域であり、森林生態系が豊富に賦存する地域と考えられる。このような地域では、住民の所得水準が他地域と比べて低いことや、森林生態系の希少性が低くなるため、単価も低くなったと考えられる。

続いて、森林ストックの総価値を図 1.7 で見ると、こちらは県庁所在地の盛岡市が最も高い価値となっているほか、花巻市、北上市、一関市といった東北新幹線沿線の主要都市、宮古市、釜石市といった三陸沿岸の主要都市で軒並み総ストック価値が高くなっている。これは、主に森林生態系の受益者である住民の数（世帯数）に比例しているとみることができる。一方で、零石町、岩泉町、遠野市といった比較的山間部の都市も単価は高い傾向にあり、これらの市町村では森林面積の多さが総ストック価値の高さに反映されていると考えられる。

以上の数値を表 1.7 の生態系ストック勘定表に計上する。現時点では、市町村別の森林データの推計に必要な森林簿データについて、2012 年版データしか入手できていないため、市町村別の森林

生態系ストックの単価及び総価値については、2012年時点での数値のみが推計されており、表1.5の勘定表フレームワークの期首ストック（行1）もしくは期末ストック（行14）のいずれかにこれらの数値が計上されるのみである。勘定体系としての意味をもたせるためには、少なくとも期首ストックと期末ストックの双方に数値が計上されることが望ましい。前述のとおり、社会属性データについては、2012年の他、2000年、2007年の2時点でもデータを取得済みで、これに2000年及び2007年の森林簿データを入手して森林データを組み込めば、2000年、2007年の森林生態系ストックの単価及びそこから得られる森林ストック総価値も計上できるようになっている。

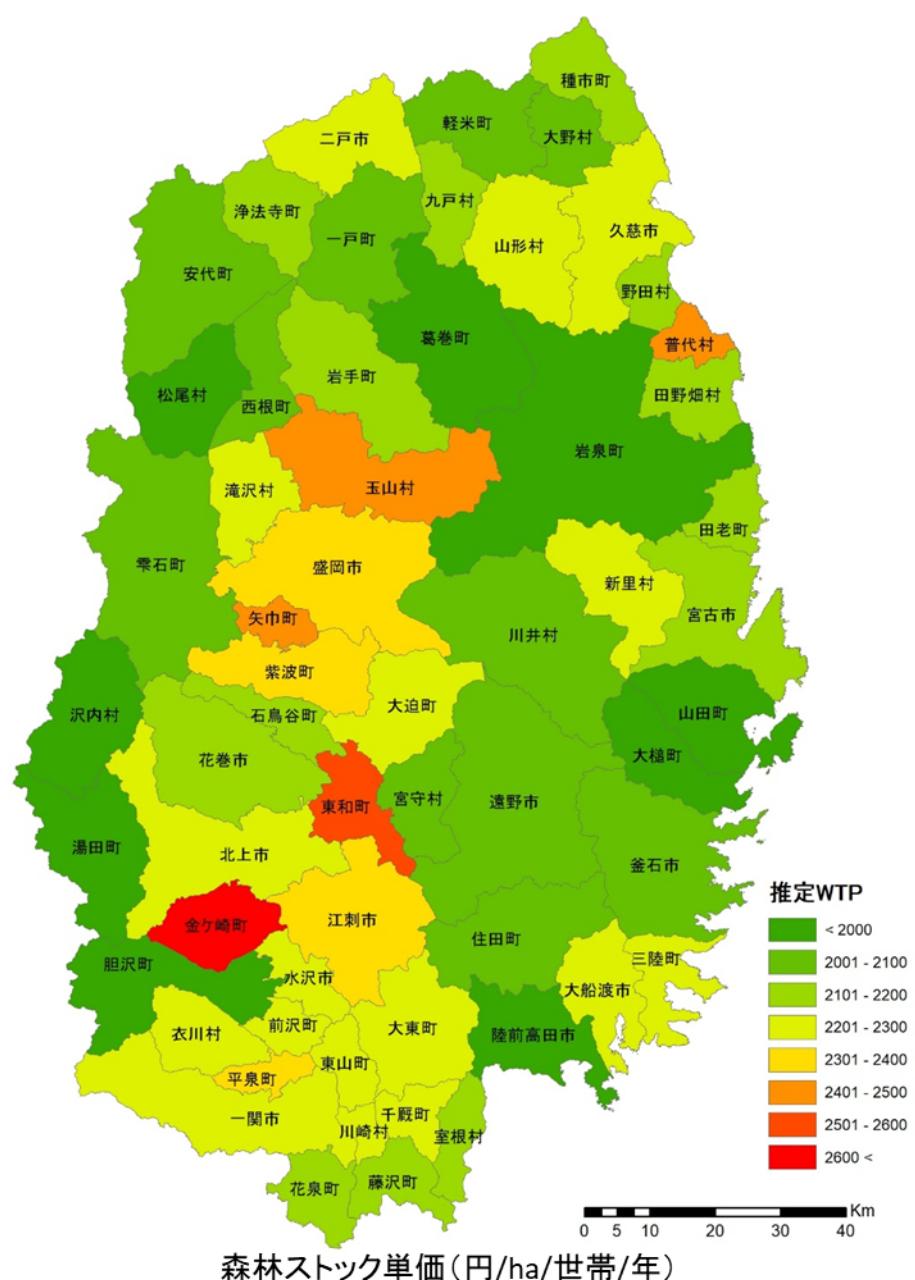


図1.6 森林ストック単価の推計結果

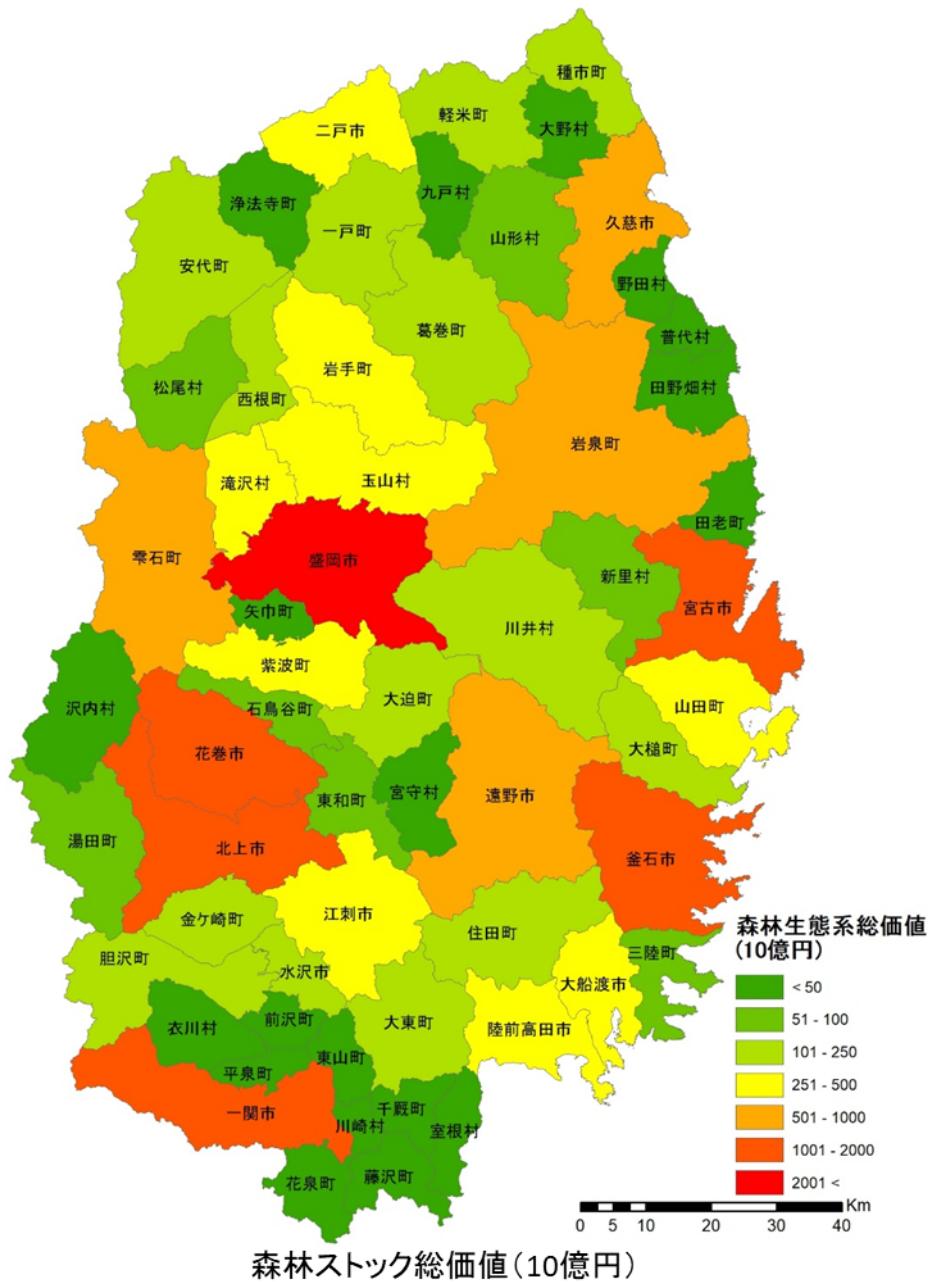


図 1.7 森林ストックの総価値額の推計結果

WTP メタ関数を用いて推計した評価額は厚生価値であり、交換価値による市町村別の評価額については、第Ⅲ期研究における都道府県版の交換価値による単価を適用している。この値はすべての都道府県で共通の値となっており、今回の岩手県における市町村版でも同じ値を用いている。そのため、市町村間での森林ストック総価値の違いは、森林面積と世帯数のみに依存することになる。本来であれば、交換価値による単価も都道府県ごと、市町村ごとに異なる値を設定すべきであるが、この点は未だ対応できていない点に留意が必要である。

1.3.5 考察

以上のような結果を第Ⅲ期研究で作成した岩手県版の森林ストック勘定に計上した数値と比較してみる。まず市町村版における森林ストック単価の全市町村での平均値は、2449 円/ha/世帯/年となり、岩手県版での森林ストック単価 2295 円/ha/世帯/年よりも 15%ほど高い値となっている。表 1.7 では、WTP メタ関数の変数ごとに数値を示しているので、どのような変数で市町村平均と岩手県の数値との差が大きいのかを把握することができる。表 1.7 の最下行に示した市町村平均値と岩手県値の比率を見ると、樹齢については、比率が 1.31 となっており、市町村平均値のほうが岩手県値よりも 1.3 倍高くなっていることがわかる。これについては、GIS で解析した森林簿データでは、樹齢ではなく林齢データが入力されている一方、林業統計では樹齢を示しているため、この違いが現れているものと思われる。また、世帯平均所得の違いも比率が 1.16 となっており、市町村平均値と岩手県値の違いが大きい。これも市町村平均値は、県民経済計算における統計データから、市町村民所得の額を引用しているのに対し、岩手県値はアンケート調査により住民から直接得たデータを用いていることが影響していると思われる。一方、平均年齢については、岩手県値のほうが高めの値となっている。これは市町村平均値では、統計データから全住民の平均年齢を引用しているのに対し、岩手県データはアンケートに回答した回答者の平均年齢であり、アンケートの回答対象者は未成年者を排除していることが影響していると考えられる。このように、変数の値の違いは主に引用するデータの定義や属性の相違によって生じるものと思われる。

そして、森林ストック総価値については、市町村合計値が 27 兆 4090 億円となっている一方、岩手県値は 1366 兆 7240 億円となっており、大きな差が生じている。市町村合計値の値は岩手県値のわずか 2%である。このような大きな差が生じた要因として考えられるのは、受益者数と受益面積の大きさである。簡単な例で説明する。図 1.8 には A 市と B 市という 2 つの市の森林ストック評価額が示されている。両方の市とともに森林ストック単価は 1000 円/ha/世帯/年、森林面積は 1000ha で、森林生態系サービスを受益する世帯数は 1000 世帯とする。A 市の森林ストック総価値は 1000 円 ×1000ha×1000 世帯で年間 10 億円、B 市も同様の計算で 10 億円となる。よって、A 市と B 市の森林ストック総価値の合計は 10 億円 +10 億円 =20 億円となる。一方、最初から A 市と B 市を合わせて推計した右側の例の場合、森林ストック単価は 1000 円/ha/世帯/年で変わらなくても、森林面積は 2000ha、受益する世帯数は 2000 世帯となり、森林ストック総価値は 1000 円 ×2000ha×2000 世帯で年間 40 億円と算出され、A 市、B 市の総価値を個別に算出して合計した場合と 2 倍の開きが生じるのである。つまり、「1000ha の森林から 1000 世帯が受益する地域が 2 地域ある」のと、「2000ha の森林から 2000 世帯が受益する地域が 1 地域ある」のとでは、たとえ同じ森林面積と受益世帯数であっても、評価額は後者のほうが高くなるのである。

本研究の評価においては、各市町村の森林はその市町村に住む住民のみが受益するという仮定を置いている。また、第Ⅲ期研究の都道府県での推計においても、各都道府県の森林はその都道府県に住む住民のみが受益するという仮定を置いている。岩手県内の 59 の市町村を集計した都道府県版の場合、県内の住民（世帯）全体が県内のすべての森林から受益すると考える所以、上記の例と同じく受益世帯×森林面積双方が都道府県の集計値となり森林ストック総価値は漸増するのである。このような問題が生じているため、各市町村の森林ストック総価値を合計した値と最初から都道府県値として推計した値には大きな差が生じていると考えられる。

表 1.7 岩手県の市町村別森林生態系ストック推計額

		切片	β_1	平均世帯 所得(円)	β_2	女性率	β_3	年齢 歳)	β_4	天然林率	β_5	広葉樹率	β_6	樹齢 年)	推定WTP (円/ha/世 帯/年)	森林面積 (ha)	2012年 世帯数 (世帯)	森林ストッ ク総価値 (10億円)
玉山村	盛岡市	2610.178	0.000145	8,487,899	-354.298	0.5204	-19.7881	39.4	-457.727	0.48	788.7163	0.48	-5.75102	51.4	2,739	29,183	3,981	318
盛岡市	盛岡市	2610.178	0.000145	8,487,899	-354.298	0.5204	-19.7881	39.4	-457.727	0.47	788.7163	0.42	-5.75102	50.2	2,707	32,310	115,059	10,062
宮古市	宮古市	2610.178	0.000145	6,710,321	-354.298	0.5262	-19.7881	43.6	-457.727	0.61	788.7163	0.54	-5.75102	47.0	2,408	28,003	19,292	1,301
新里村	宮古市	2610.178	0.000145	6,710,321	-354.298	0.5262	-19.7881	43.6	-457.727	0.68	788.7163	0.68	-5.75102	41.8	2,517	23,583	1,207	72
川井村	宮古市	2610.178	0.000145	6,710,321	-354.298	0.5262	-19.7881	43.6	-457.727	0.63	788.7163	0.57	-5.75102	59.8	2,352	50,449	1,311	156
田老町	宮古市	2610.178	0.000145	6,710,321	-354.298	0.5262	-19.7881	43.6	-457.727	0.53	788.7163	0.49	-5.75102	44.8	2,417	8,525	1,514	31
三陸町	大船渡市	2610.178	0.000145	5,746,387	-354.298	0.5069	-19.7881	45.0	-457.727	0.49	788.7163	0.44	-5.75102	50.9	2,200	10,786	2,748	65
大船渡市	大船渡市	2610.178	0.000145	5,746,387	-354.298	0.5069	-19.7881	45.0	-457.727	0.50	788.7163	0.41	-5.75102	49.4	2,186	14,463	12,255	387
花巻市	花巻市	2610.178	0.000145	8,574,343	-354.298	0.5173	-19.7881	42.4	-457.727	0.58	788.7163	0.51	-5.75102	68.9	2,576	22,806	23,796	1,398
石鳥谷町	花巻市	2610.178	0.000145	8,574,343	-354.298	0.5173	-19.7881	42.4	-457.727	0.44	788.7163	0.32	-5.75102	56.7	2,554	5,581	4,341	62
大迫町	花巻市	2610.178	0.000145	8,574,343	-354.298	0.5173	-19.7881	42.4	-457.727	0.47	788.7163	0.42	-5.75102	56.0	2,628	20,597	1,926	104
東和町	北上市	2610.178	0.000145	7,308,784	-354.298	0.5230	-19.7881	47.1	-457.727	0.65	788.7163	0.61	-5.75102	48.8	2,452	9,022	2,974	66
北上市	北上市	2610.178	0.000145	7,308,784	-354.298	0.5230	-19.7881	47.1	-457.727	0.56	788.7163	0.42	-5.75102	77.9	2,185	23,337	30,810	1,571
久慈市	久慈市	2610.178	0.000145	6,594,792	-354.298	0.5295	-19.7881	40.9	-457.727	0.63	788.7163	0.55	-5.75102	44.6	2,461	25,848	12,951	824
山形村	久慈市	2610.178	0.000145	6,594,792	-354.298	0.5295	-19.7881	40.9	-457.727	0.59	788.7163	0.52	-5.75102	43.1	2,463	24,974	1,071	66
遠野市	遠野市	2610.178	0.000145	7,218,226	-354.298	0.5221	-19.7881	45.9	-457.727	0.39	788.7163	0.39	-5.75102	52.3	2,391	52,638	8,765	1,103
宮守村	遠野市	2610.178	0.000145	7,218,226	-354.298	0.5221	-19.7881	45.9	-457.727	0.42	788.7163	0.38	-5.75102	45.9	2,404	12,811	1,564	48
一関市	一関市	2610.178	0.000145	8,609,766	-354.298	0.5124	-19.7881	42.5	-457.727	0.65	788.7163	0.58	-5.75102	59.0	2,658	24,663	21,413	1,404
花泉町	一関市	2610.178	0.000145	8,609,766	-354.298	0.5124	-19.7881	42.5	-457.727	0.67	788.7163	0.47	-5.75102	53.8	2,587	4,592	4,377	52
室根村	一関市	2610.178	0.000145	8,609,766	-354.298	0.5124	-19.7881	42.5	-457.727	0.36	788.7163	0.32	-5.75102	49.8	2,640	6,539	1,693	29
千厩町	一関市	2610.178	0.000145	8,609,766	-354.298	0.5124	-19.7881	42.5	-457.727	0.52	788.7163	0.46	-5.75102	45.4	2,701	4,514	4,138	50
川崎村	一関市	2610.178	0.000145	8,609,766	-354.298	0.5124	-19.7881	42.5	-457.727	0.43	788.7163	0.37	-5.75102	47.1	2,665	2,226	1,239	7
大東町	一関市	2610.178	0.000145	8,609,766	-354.298	0.5124	-19.7881	42.5	-457.727	0.43	788.7163	0.40	-5.75102	45.4	2,694	18,750	5,073	256
東山町	一関市	2610.178	0.000145	8,609,766	-354.298	0.5124	-19.7881	42.5	-457.727	0.47	788.7163	0.38	-5.75102	46.0	2,659	5,802	2,273	35
藤沢町	藤沢町	2610.178	0.000145	8,609,766	-354.298	0.5111	-19.7881	46.7	-457.727	0.45	788.7163	0.40	-5.75102	45.3	2,605	6,873	2,762	49
陸前高田市	陸前高田市	2610.178	0.000145	6,548,302	-354.298	0.5297	-19.7881	45.9	-457.727	0.36	788.7163	0.33	-5.75102	49.0	2,273	17,729	7,699	310
釜石市	釜石市	2610.178	0.000145	7,077,677	-354.298	0.5266	-19.7881	46.6	-457.727	0.52	788.7163	0.47	-5.75102	52.8	2,359	38,140	17,616	1,585
浄法寺町	二戸市	2610.178	0.000145	7,387,975	-354.298	0.5164	-19.7881	47.8	-457.727	0.42	788.7163	0.37	-5.75102	48.4	2,370	13,570	1,548	50
二戸市	二戸市	2610.178	0.000145	7,387,975	-354.298	0.5164	-19.7881	47.8	-457.727	0.52	788.7163	0.49	-5.75102	43.2	2,451	16,860	9,670	400
安代町	二戸市	2610.178	0.000145	7,387,975	-354.298	0.5164	-19.7881	47.8	-457.727	0.52	788.7163	0.44	-5.75102	66.2	2,284	40,609	2,025	188

		切片	β_1	平均世帯 所得(円)	β_2	女性率	β_3	年齢 歳)	β_4	天然林率	β_5	広葉樹率	β_6	樹齡 年)	推定WTP (円/ha・世 帯/年)	森林面積 (ha)	2012年 世帯数 (世帯)	森林ストック総価値 (10億円)
松尾村		2610.178	0.000145	8,790,329	-354.298	0.5190	-19.7881	46.0	-457.727	0.69	788.7163	0.33	-5.75102	87.9	2,228	15,103	2,144	72
西根町	八幡平市	2610.178	0.000145	8,790,329	-354.298	0.5190	-19.7881	46.0	-457.727	0.44	788.7163	0.32	-5.75102	50.8	2,549	7,738	5,721	113
衣川村		2610.178	0.000145	8,439,993	-354.298	0.5174	-19.7881	44.5	-457.727	0.50	788.7163	0.42	-5.75102	54.7	2,560	12,122	1,313	41
江刺市		2610.178	0.000145	8,439,993	-354.298	0.5174	-19.7881	44.5	-457.727	0.49	788.7163	0.43	-5.75102	44.2	2,630	18,929	9,733	484
水沢市	奥州市	2610.178	0.000145	8,439,993	-354.298	0.5174	-19.7881	44.5	-457.727	0.52	788.7163	0.42	-5.75102	50.6	2,567	2,331	21,027	126
前沢町		2610.178	0.000145	8,439,993	-354.298	0.5174	-19.7881	44.5	-457.727	0.45	788.7163	0.37	-5.75102	49.2	2,576	2,028	4,169	22
胆沢町		2610.178	0.000145	8,439,993	-354.298	0.5174	-19.7881	44.5	-457.727	0.73	788.7163	0.54	-5.75102	104.5	2,265	16,888	4,409	169
東石町	東石町	2610.178	0.000145	8,601,181	-354.298	0.5184	-19.7881	43.6	-457.727	0.65	788.7163	0.47	-5.75102	69.6	2,484	45,490	5,596	632
葛巻町	葛巻町	2610.178	0.000145	5,855,888	-354.298	0.5203	-19.7881	47.7	-457.727	0.55	788.7163	0.47	-5.75102	39.7	2,223	36,681	2,847	232
岩手町	岩手町	2610.178	0.000145	7,664,394	-354.298	0.5066	-19.7881	44.4	-457.727	0.47	788.7163	0.38	-5.75102	42.5	2,501	25,561	5,167	330
滝沢村		2610.178	0.000145	8,273,044	-354.298	0.5095	-19.7881	36.7	-457.727	0.50	788.7163	0.43	-5.75102	52.7	2,712	6,520	17,828	315
紫波町	紫波町	2610.178	0.000145	1,640,951	-354.298	0.5237	-19.7881	42.1	-457.727	0.55	788.7163	0.40	-5.75102	53.5	1,589	13,406	9,394	200
矢巾町	矢巾町	2610.178	0.000145	11,102,831	-354.298	0.5169	-19.7881	38.9	-457.727	0.61	788.7163	0.42	-5.75102	72.7	2,904	1,535	7,576	34
沢内村		2610.178	0.000145	7,893,893	-354.298	0.5244	-19.7881	48.9	-457.727	0.59	788.7163	0.57	-5.75102	77.6	2,338	23,223	1,095	59
湯田町	西和賀町	2610.178	0.000145	7,893,893	-354.298	0.5244	-19.7881	48.9	-457.727	0.67	788.7163	0.65	-5.75102	87.6	2,300	25,052	1,341	77
金ヶ崎町	金ヶ崎町	2610.178	0.000145	12,144,393	-354.298	0.4967	-19.7881	42.9	-457.727	0.43	788.7163	0.39	-5.75102	61.0	3,108	6,977	4,921	107
平泉町	平泉町	2610.178	0.000145	8,718,177	-354.298	0.5220	-19.7881	45.1	-457.727	0.51	788.7163	0.48	-5.75102	46.5	2,675	2,875	2,405	18
住田町	住田町	2610.178	0.000145	6,259,447	-354.298	0.5229	-19.7881	49.3	-457.727	0.45	788.7163	0.41	-5.75102	49.2	2,191	28,562	2,167	136
大槌町	大槌町	2610.178	0.000145	5,869,648	-354.298	0.5362	-19.7881	45.0	-457.727	0.53	788.7163	0.50	-5.75102	54.6	2,218	17,388	5,850	226
山田町	山田町	2610.178	0.000145	6,261,522	-354.298	0.5300	-19.7881	44.6	-457.727	0.54	788.7163	0.32	-5.75102	54.9	2,142	23,298	6,830	341
岩泉町	岩泉町	2610.178	0.000145	5,607,168	-354.298	0.5210	-19.7881	47.8	-457.727	0.63	788.7163	0.62	-5.75102	53.2	2,188	87,767	4,686	900
田野畠村	田野畠村	2610.178	0.000145	6,635,075	-354.298	0.5098	-19.7881	45.6	-457.727	0.63	788.7163	0.57	-5.75102	43.8	2,400	12,943	1,383	43
普代村	普代村	2610.178	0.000145	5,972,033	-354.298	0.5102	-19.7881	44.1	-457.727	0.61	788.7163	0.63	-5.75102	40.7	2,406	5,608	1,082	15
軽米町		2610.178	0.000145	6,741,647	-354.298	0.5172	-19.7881	45.4	-457.727	0.61	788.7163	0.50	-5.75102	39.8	2,392	17,832	3,526	150
野田村	野田村	2610.178	0.000145	6,196,590	-354.298	0.5309	-19.7881	42.5	-457.727	0.47	788.7163	0.42	-5.75102	44.2	2,337	6,838	1,591	25
九戸村	九戸村	2610.178	0.000145	7,017,714	-354.298	0.5172	-19.7881	46.9	-457.727	0.55	788.7163	0.41	-5.75102	41.5	2,347	9,778	2,105	48
種市町	洋野町	2610.178	0.000145	6,636,934	-354.298	0.5298	-19.7881	43.6	-457.727	0.60	788.7163	0.46	-5.75102	43.1	2,364	12,822	4,346	132
大野村		2610.178	0.000145	6,636,934	-354.298	0.5298	-19.7881	43.6	-457.727	0.64	788.7163	0.45	-5.75102	40.5	2,354	8,878	1,869	39
一戸町	一戸町	2610.178	0.000145	6,544,386	-354.298	0.5195	-19.7881	46.5	-457.727	0.57	788.7163	0.51	-5.75102	45.6	2,335	21,337	5,448	271
全市町村平均値		2610.178	0.000145	7,523,608	-354.298	0.5191	-19.7881	44.4	-457.727	0.54	788.7163	0.46	-5.75102	53.2	2,449	--	--	--
全市町村合計値		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1,111,291	474,660	27,409	
岩手県(県データ値)		2610.18	0.000145	6,476,400	-354.298	0.5198	-19.7881	49.5	-457.727	0.55	788.7163	0.50	-5.75102	40.6	2,295		1,366,724	
全市町村/県データ値		1.00	1.00	1.16	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	0.97	1.00	0.91	1.00	1.31	1.15		0.02	

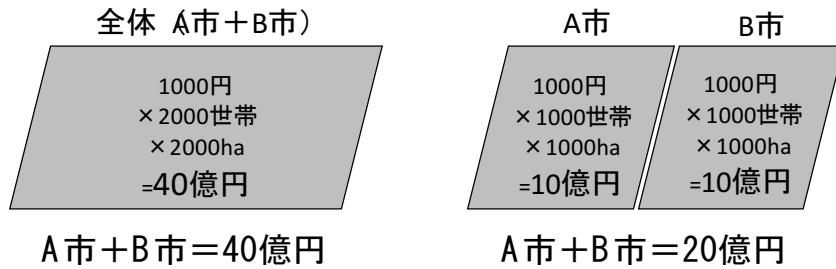


図 1.8 集計範囲による評価額の差

このような問題のため、都道府県値（集計値）と市町村値の合計（個別値の合計）の間に数値の不整合が生じ、都道府県版の勘定表と市町村版の勘定表で数値の比較ができないという大きな問題が生じている。現実的に考えると、これは生態系サービスの受益者の範囲を単純にその地域に住んでいる住民と仮定しているところから問題は発生している。もしかしたらある地域の住民はその地域周辺の森林からサービスを受けているかもしれないが、同じ県でも遠く離れた地域にある森林からはほとんど便益を受けていないかもしれない。このように考えると、この問題への対応の1つとしては、より厳密に受益者を特定することがあると考えられる。

1.3.6 小括

本研究では、第Ⅲ期研究で構築した都道府県版生態系ストック勘定をより小さな単位での評価に拡張するため、岩手県を事例に市町村版の森林ストック勘定を構築することを目的としてきた。その結果、評価対象範囲を大きくすると、生態系サービスを供給する森林ストックの量とそこから便益を受ける受益者数の双方が大きくなることから、漸次的に増加することがわかり、この問題の解決のためには、受益者をより厳密に定義する必要があることが明らかになった。

受益者の厳密な定義のためには、それぞれの生態系サービスごとに受益者を特定することが必要である。例えばある河川の流域にある森林の洪水防止機能は、その川の下流地域に住んでいる住民のみが受益者となるだろうし、同じ森林でもレクリエーション機能であれば、レジャーなどでその森林を訪問した者が受益者となる。このように、同じ森林でも生態系サービスによって受益者は変わってくるはずで、それぞれの生態系サービスについて、受益者を特定することが必要となる。全国の森林で全般的にこのような受益者の特定を行うことは困難であり、ある特定地域を対象として受益者を特定することが必要となるだろう。受益者の特定については、この後第2章で詳しく分析を行う。

1.4 生態系サービス勘定（フロー勘定）のフレームワーク

1.4.1 生態系サービスの分類

生態系勘定に計上される生態系サービスは供給サービス、調整サービス、文化的サービスの3種類である。これら3区分はMEAにおけるものと同じであるが、その詳細な分類はIPBESやCICES、NESCSなど様々な分類が見られる。このため、現在も継続的に議論と改訂が行われているが、現時点では表1.8に示すCICESに準拠することとなっている。CICESではこれら3種類の生態系サービスをさらに部門とグループに分類する3段階の分類方法となっている。また、MEAではこれら3つの生態系サービスの基礎となる基盤サービスが一つの分類として示されているが、この基盤サービスは最終的に人間に便益をもたらす上記3種類の生態系サービスの生産に対する中間投入として位置付けられており、重複計上を避けるために生態系サービス勘定では除外されている。

また、1.1.2.3でも述べたが、生態系サービスがもたらす便益には大きくSNA便益と非SNA便益の2種類がある。生態系勘定では非SNA便益をもたらす生態系サービスの把握に主眼が置かれている。非SNA便益はSNAの生産境界外のプロセスで発生する便益であるので生態系サービスと等価になるが、SNA便益では便益に対する生態系サービスの寄与分を特定して計上する必要があり、貨幣評価による生態系サービス勘定（貨幣勘定）を作成する場合にはこの点に留意することが必要となる。

1.4.2 生態系サービス勘定（フロー勘定）のフレームワーク

生態系サービス勘定では、生態系サービスのフローに関する情報をその種類ごとに供給源となる生態系機能単位（Land cover/ ecosystem functional units: LCEU）等の統計単位や、生態系サービスの供給者・使用者ごとに整理し、生態系サービスの発生とその利用状況が把握できるように体系的に作成することが必要である。生態系サービスの需要と供給の関係を経済主体ごとに記帳するには、表1.9のような行部門に生態系サービスの種類を配置し、列部門に供給部門と使用部門を配置した供給使用表形式のフレームワークが有用である。投入産出表のように行部門に供給者、列部門に使用者を配置した表形式も考えられるが、この場合は計上する生態系サービスの種類ごとに小勘定行列となるので、ある特定の生態系サービスに着目した分析を行う場合に有用と考えられる。なお、ここに計上される情報は生態系サービスであるので、計上される生態系サービスがSNA便益を提供する場合は、SNA便益への寄与分だけが計上されることに留意が必要である。また、非SNA便益が供給される場合は、基本的に生態系サービスと便益が等価となるので供給量と使用量は一致することとなる。

一方、LCEUや生態系勘定単位（Ecosystem accounting units: EAU）等の統計単位、つまり空間的な特性と生態系サービスの供給・使用を捉える場合は表1.10のように行部門に生態系サービス、列部門に統計単位を配置したフレームワークが有用である。この形式の場合、ある生態系サービスの計測単位が集計可能であるならば、同じLCEUにおいて供給と使用が混在する場合は相殺された値が計上されることを回避するには、供給表と使用表を別々に作成することが有用と思われる。あるいは、個々のLCEUごとに供給列と使用列を設けて計上する形式も考えられるが、供給と使用の対応関係が誤解されないような工夫が必要と考えられる。

表 1.8 3段階のCICES生態系サービス分類

区分	部門	グループ	生態系サービスの例	便益の例
供給サービス	物質	水	作物・動物の育成のための取水、農業用・工業用・家庭用・etc.	飲料水、作物、家畜飼育用の水、発電用水、etc.
		食用のための非育成陸生動植物	食用のための非育成陸生動植物(例:狩猟動物、森の木やキノコ類)	人間の消費用の食物
		食用のための非育成淡水動植物	食用のための非育成淡水動植物(例:カレイ、スズキ、サケ・マス)	人間の消費用の食物
		食用のための非育成海洋動植物	食用のための非育成海洋動植物(例:海藻、カニ・ロブスター等の甲殻類)	人間の消費用の食物
		育成生物資源のための栄養提供	作物が吸収する栄養資源、家畜の飼料・養殖の餌	作物、野菜製品・育成木材・繊維・食肉・乳製品用の畜牛・養殖魚介類
		動物の繊維・構造	工業・家庭用に採取される動植物の繊維・構造(例:天然木材、藁、糸、皮革、骨、藻類)	製造業での再処理(例:肥料と化学物質)や最終消費のための木材、藁、糸、藻類、天然ガス、サンゴ、貝殻、皮革、骨、骨化粧品・医療用あるいは製造業での加工処理のためのゴム、酵素、ガム、ガム、油、ワックス、藁草などの素材や生化学物質)
		動物由来の化学物質	医療・工業用・国内生産用に生物から採取される素材や生化学物質(例:ゴム、酵素、ガム、油、ワックス、藁草類)	化粧品・医療用あるいは医療用のための素材や生化学物質)
		遺伝素材	繁殖計画に利用される遺伝素材(例:農作物、家畜・増養殖用漁業資本)	繁殖計画に利用される遺伝素材(例:農作物、家畜、増養殖用漁業資本)
		エネルギー	燃料用木材・バイオ燃料用に採取される非育成燃料植物、藻類、エネルギー用に天然動物から採取される糞・脂肪・油	暖房、照明、燃料、etc.
		その他の供給サービス	その他の中間供給サービス(他のどこにも分類されないもの)	外來動物や乗り物用に訓練された動物の供給など、本区分の他のどこにも分類されない、他の供給サービス
調整サービス	生物物理学的環境の修復・調節	生物修復	植物・藻類・微生物・動物による汚染物質の除去・分解	土壤や地下水中の汚染物質の水準の低下
		汚染物質の希釈・滤過・隔離	河川への都市廃水の希釈、生物地球学的過程による廃水から他の有機物や栄養の除去;微粒子やエアロゾルの通過;有意な微生物の栄養や汚染物質の隔離、臭気の除去	きれいな空気・水・土壤
		空気フロー調節	防風林として機能する天然・栽培樹生、空気循環サービス	砂塵緩和、防風林、都市部の換気改善と熱緩和
		水フロー調節	流水のタイミング・規律の調節、洪水、涵養	洪水損害の防止;表流水に地下への水補充、高潮被害の軽減
		マスフロー調節	土壌・泥流の安定化	土壤浸食・雪崩・泥流の防止
		大気調節	二酸化炭素の捕捉;気候調節・都市気候の維持(温度・湿度など)と地域的降水パターン	大気中の温室効果ガスの削減;気候変動の影響の減少、気候条件の改善
		水循環調節	水の循環供給、水中の栄養の保持と移転	水質の改善
		土壤生成と土壤循環の調節	耕作地・ステムにおける土壤肥沃度と構造の維持	耕作システムにおける土壤肥沃度と生産性の改善
		騒音調節	天然の絶滅リスク・シーリング	騒音レベルの減少
生物環境の調節	物理化学的環境の調節	生物環境の調節	花粉媒介、種子の拡散、生育個体数・生息域の維持	作物の生産性の改善、生息域の保全
		ライフケイクルの維持、生息域と遺伝子	病原体の制御	作物・人間の健康・環境への危険水準の低下
		害虫・疾病的保護	病原体の制御	ハイキング、バードウォッチング、木工・レーザー・チーニングなどの楽しみ;健康水準の向上;観光客数の増加
		非抽出的シリエーション	ハイキングやハーブウォッチング、レクリエーションのための景観・海景の特色と生物多様性	科学的調査や教育のための景観的特色と生物多様性
文化的サービス	生態系(環境設定)の物理的または経験的利用	情報と知識	科学的調査や教育のための景観的特色と生物多様性	(例:野生生物に関する書籍・年鑑・記録、遺伝子・バーン);知識の増加
		精神的・象徴的	文化・遺産価値や個人的・集団的アイデンティティの感覚(場所の感覚)のための景観的特色と生物多様性、精神的・宗教的功能, etc.	個人的・集団的アイデンティティの感覚の向上、国際的、精神的、宗教的功能の作用
		非利用	将来世代のための生態系サービスの生態系資本	将来世代が利用可能な生物多様性と生態系サービス

出所：United Nations (2014) より作成

表 1.9 生態系サービス勘定（フロー勘定）の供給使用表の枠組例

生態系サービス			供給部門				使用部門			
区分	部門	グループ	民間	公的	家計	合計	民間	公的	家計	合計
供給サービス	水	水								
調整サービス	フロー調整	マスフロー調整								
	物理・化学的環境調整	大気調整								
文化サービス	生態系の物理的または経験的使用	非採取的レクリエーション								

表 1.10 LCEU 別の生態系サービス勘定（フロー勘定）の供給表の枠組例

生態系サービス			土地被覆・生態系機能単位（LCEU）						
区分	部門	グループ	農地	都市	森林	湿地	内水面	海洋	…
供給サービス	水	水							
調整サービス	フロー調整	マスフロー調整							
	物理・化学的環境調整	大気調整							
文化サービス	生態系の物理的または経験的使用	非採取的レクリエーション							

1.4.3 生態系サービスの需要（便益享受）の把握

生態系サービスは「経済活動やその他の活動を通して人々が利用するサービス」として定義されている。これは生態系サービスが便益をもたらしていることであるので、人間活動に便益が生じない場合は生態系サービスの供給が無いこととなる。つまり、人々の便益享受が生態系サービスの発生（供給）を規定するものと考えられる。

一般に、市場財の購入行動は、その市場財に投入された生態系サービスの便益（SNA 便益）の発生を示唆すると考えられる。よって、受益がある（便益に対する需要がある）から財を購入すると考えられるため、市場における購買行動から便益の発生を確認できる。一方、非 SNA 便益についても同様に市場における購買行動から便益の発生を確認できるものがあると考えられる。例えば、余暇行動からは文化的サービスによる便益の発生は予測できる。このように人々の行動を便益に対する需要行動と捉えることで、その行動からどのような生態系サービスの便益享受が考えられるのか、つまり、どのような生態系サービスの使用として計上できるのかを検討する必要がある。これは、一般的な市場経済における生産活動と同様に財・サービスの便益に対する需要があるから生産（供給）が行われるという考え方を生態系サービスでも取り入れることで、生態系サービスの供給を捉えようとすることがある。

そこで、以下では北海道において活発に展開されている漁業関係者等による魚つき林植樹活動を取り上げ、生態系サービスとの関係について考察を行う。

(1) 魚つき林

吉武（2003）は、森林の魚つき機能として(1)土砂の流出を防止して河川水の汚濁を防ぐ、(2)清澄な淡水を供給する、(3)栄養物質や餌料を河川と海洋の生物に提供する、等があると整理している。

「魚つき」とは魚が集まる場所を意味し、そのような効果を持つ森林を一般に魚つき林と呼んでいる。水際の森林は、水面に日陰を形成することで魚が鳥などの外敵から身を守る空間を提供することや、樹上から落下する昆虫などを捕食する摂餌機会を提供する機能を持つことから魚付き機能を有する。日本において魚つき林は千年以上の歴史があり、古くから森林の機能として認識されてきた（若菜、2013）。

また、東北や北海道を中心として、サケ・マス類など海から河川へ遡上する魚類が、海から陸への物質循環の一翼を担っているという観点から、内陸の山林もまた魚つき林であるという認識がある。つまり、河川水系を通じた栄養塩類の循環に対して森林が重要な役割を果たしていることも魚つき林の機能として認識されており、漁業関係者が内陸での植樹活動を重視する背景となっている。これは漁業関係者が栄養塩循環という生態系サービスの基盤サービスを意識していることを示唆している。このような魚つき林に関する詳細な統計的データはないが、森林法に定める保安林としての魚つき林に関する情報は存在する。表 1.11 に示すように保安林の種類は 17 種類あり、魚つき林も魚つき保安林として指定されている。森林の機能は複合的であるため、防風や防雪、魚つきなどの機能は、土砂流出防備や土砂崩壊防備の機能と併用されている場合もあり、その場合は保安林としての種類が重複して指定（兼種指定）されている。また、表 1.12 にはこれらの保安林の種類別指定目的を示した。

神田（2005）によると、魚つき保安林面積は 1953 年まで増加し、その後、国有林における面積が急速に減少したが、2001 年から民有林において増加し、1953 年当時よりも面積は拡大している。神田（2005）は、この背景に林野庁の「第 5 期保安林整備計画」の変更があるものと推察し、「漁業関係者等による植樹が実施されているなど、水産資源の保護上、重要な河川両岸等の森林等（魚つき保安林）」が追加分の指定基準の 1 項目となっていることから、魚つき保安林の計画的推進があったとしている。変更された魚つき保安林の指定計画量は、国有林 2,000ha、民有林 18,000ha の計 20,000ha であり、計画実施後に増加したのは北海道の民有林で、3,759ha から 26,409ha と約 7 倍の増加となっている（神田、2005）。

この頃、北海道では「北の魚つきの森」という植樹活動が漁業関係者を中心に拡大していた時期である。入交（2008）は、松永（1993）に基づき漁業関係者による魚つき林植樹活動の根拠となる説を二つ指摘している。一つは、物理的根拠による説である。過去に薪炭などの燃料確保のために森林の過剰伐採が原因となり林地荒廃が起こり、沿岸域の海への飛砂や土壌流出が発生した。これにより底生生物や海藻類が死滅し、摂餌場や産卵場等を失ったため魚類が沿岸域から激減したというものである。もう一つの説は化学的根拠による説である。これは、陸上から窒素やリンなどの栄養塩類や鉄により光合成生物が増殖するという説である。光合成生物は鉄イオンやフルボ酸鉄の形でなければ鉄を取り込むことができないが、フルボ酸鉄は陸上の主に森林腐植土（特に腐食が早い広葉樹）から供給されるとする（松永、1993）。つまり、森林から河川水系を通じた栄養塩類や鉄が沿岸域の海洋生態系に大きく関係するというものである。

表 1.11 保安林の種類別面積（延べ面積）
国有林・民有林別延べ面積（2017年3月31日現在）

単位：千ha

	保安林種別	国有林	民有林	合計	対全保安林比率(%)
1号	水源かん養保安林	5,702	3,494	9,195	71.1
2号	土砂流出防備保安林	1,079	1,511	2,589	20
3号	土砂崩壊防備保安林	20	40	60	0.5
1~3号保安林計		6,800	5,044	11,844	91.6
4号	飛砂防備保安林	4	12	16	0.1
5号	防風保安林	23	33	56	0.4
	水害防備保安林	0	1	1	0
	潮害防備保安林	5	9	14	0.1
	干害防備保安林	50	76	126	1
	防雪保安林	0	0	0	0
	防霧保安林	9	53	62	0.5
6号	なだれ防止保安林	5	14	19	0.1
	落石防止保安林	0	2	2	0
7号	防火保安林	0	0	0	0
8号	魚つき保安林	8	52	60	0.5
9号	航行目標保安林	1	0	1	0
10号	保健保安林	357	344	701	5.4
11号	風致保安林	13	15	28	0.2
4号以下保安林計		475	612	1,087	8.4
合計（延べ面積）		7,275	5,656	12,931	100
保安林実面積		6,919	5,265	12,184	100
全保安林面積に対する比率		56.9	43.2	100	
全国森林面積に対する比率		27.6	21	48.6	
所有別面積に対する比率		90.2	30.2		
国土面積に対する比率		18.3	13.9	32.2	

注1:兼種指定（同一箇所で2種類以上の保安林種に指定）されている保安林については、それぞれの種別にとりまとめた。

注2:「保安林実面積」とは、兼種指定されている場合に、重複を除いた面積を算出したものである。

注3:全国森林面積については、林野庁計画課調べによる2012年3月31日現在の数値を使用した。

注4:国土面積については、国土交通省国土地理院による2016年10月1日現在の数値を使用した。

注5:単位未満四捨五入のため、計と内訳は必ずしも一致しない。

出所：林野庁HP (http://www.rinya.maff.go.jp/j/tisan/tisan/con_2_2_1.html)

表 1.12 保安林の種類別指定目的

	保安林種別	指定目的
1 号	水源かん養保安林	流域保全上重要な地域にある森林の河川への流量調節機能を安定化し、その他の森林の機能とともに、洪水、渇水を緩和したり、各種用水を確保したりします。
2 号	土砂流出防備保安林	下流に重要な保全対象がある地域で土砂流出の著しい地域や崩壊、流出のおそれがある区域において、林木及び地表植生その他の地被物の直接間接的作用によって、林地の表面侵食及び崩壊による土砂の流出を防止します。
3 号	土砂崩壊防備保安林	崩落土砂による被害を受けやすい道路、鉄道その他の公共施設等の上方斜面等において、主として林木の根系の緊縛その他の物理的作用によって林地の崩壊の発生を防止します。
4 号	飛砂防備保安林	海岸の砂地を森林で被覆することにより飛砂の発生を防止し、飛砂が海岸から内陸に進入するのを遮断防止することにより、内陸部における土地の高度利用、住民の生活環境の保護をはかります。
5 号	防風保安林	林冠をもって障壁を形成して風に抵抗してそのエネルギーを減殺・攪乱することにより風速を緩和して風害を防止します。
	水害防備保安林	河川の洪水時における氾濫にあたって、主として樹幹による水制作作用及びろ過作用並びに樹根による侵食防止作用によって水害の防止・軽減をはかります。
	潮害防備保安林	津波又は高潮に際して、主として林木の樹幹によって波のエネルギーを減殺するほか、空気中の海水塩分を捕捉して塩害を防止します。
	干害防備保安林	洪水、渇水を緩和し、又は各種用水を確保する森林の水源涵養機能により、局所的な用水源を保護します。
	防雪保安林	飛砂防備保安林や防風保安林と同様の機能によって吹雪（気象用語では「飛雪」といいます。）を防止します。
	防霧保安林	森林によって空気の乱流を発生させて霧の移動を阻止したり、霧粒を捕捉したりすることで霧の害を防止します。
6 号	なだれ防止保安林	森林によって雪庇の発生や雪が滑り出すのを防いだり、雪の滑りの勢いを弱めたり、方向を変えたりすること等により雪崩を防止します。
	落石防止保安林	林木の根系によって岩石を緊結固定して崩壊、転落を防止したり、転落する石塊を山腹で阻止したりすることで、落石による危険を防止します。
7 号	防火保安林	耐火樹又は防火樹からなる防火樹帯により火炎に対して障壁を作り、火災の延焼を防止します。
8 号	魚つき保安林	水面に対する森林の陰影の投影、魚類等に対する養分の供給、水質汚濁の防止等の作用により魚類の生息と繁殖を助けます。
9 号	航行目標保安林	海岸又は湖岸の付近にある森林で地理的目標に好適なものを、主として付近を航行する漁船等の目標とすることで、航行の安全をはかります。
10 号	保健保安林	森林の持つレクリエーション等の保健、休養の場としての機能や、局所的な気象条件の緩和機能、じん埃、ばい煙等のろ過機能を発揮することにより、公衆の保健、衛生に貢献します。
11 号	風致保安林	名所や旧跡等の趣のある景色が森林によって価値づけられている場合に、これを保存します。

出所：林野庁 HP (http://www.rinya.maff.go.jp/j/tisan/tisan/con_2_2_3.html)

しかしながら、これらの説は科学的な検証がなされておらず、吉武（2012）は近年の同位体分析技術の進歩により森～川～海の生態系間の相互関係の解明に期待を寄せている。

2018 年版の森林・林業統計要覧によると 2016 年度の全国の保安林の実面積は、国有林が 6,918,874ha、民有林が 5,264,866ha の計 12,183,740ha となっている。前年度と比べると国有林は微減 (-770ha)、民有林は微増傾向 (+15,010ha) にある。都道府県別では、北海道が圧倒的に多く全国

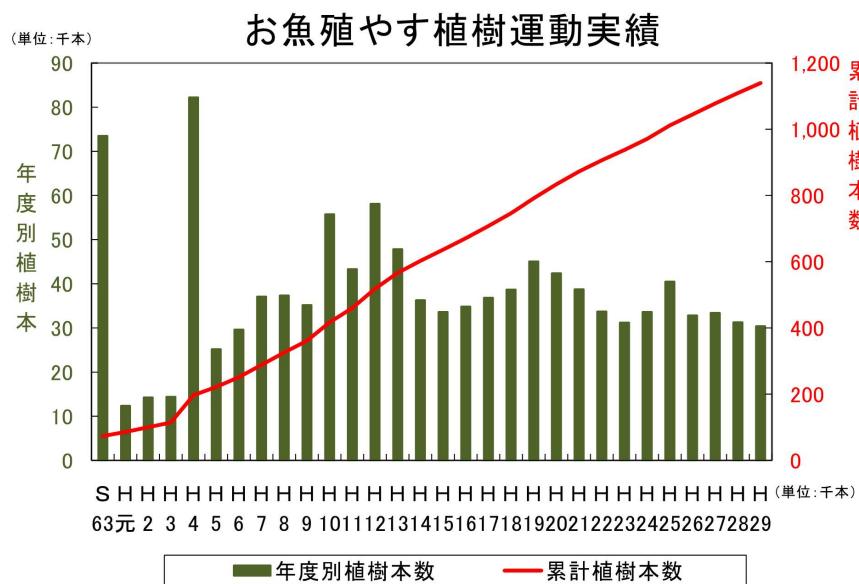
の約3割の3,772,795haである。特に国有林においては約4割強の2,860,339ha、民有林では912,456haの約17%を占めている。魚つき保安林は、前年度よりもわずかに減少し全国で59,927haで、国有林が8,406ha、民有林が51,522haである。魚つき保安林でも、都道府県別では北海道が圧倒的に多く35,731ha（国有林：3,890ha、民有林：31,842ha）と全国の約6割を占めている。

(2) 北海道における魚つき林植樹活動

北海道水産林務部森林活用課では、道内各地の魚つき林の植樹活動の拡大を受けて、その活動を支援するため2002年度から「北の魚つきの森」として森林を認定する制度を導入し、これまで表1.13に示す15カ所を認定している。「北の魚つきの森」の認定要件は以下の3点となっている。

- 1) 魚たちの棲みやすい生息環境を守るために森林が対象となっていること。
- 2) 地域の方々が集まって森づくりの会を作り、継続的に活動することが決められていること。
- 3) 森林を守り育てるための活動計画があること。

表3に示した「北の魚つきの森」の認定地域の森林面積は合計265,468haであり、道内の魚つき保安林として指定されている面積の7倍以上の大きさとなっている。さらに、北海道における魚つき林の植樹活動は全国でも先駆けであり、その中心的役割を担っているのが漁業協同組合の女性部である。1988年に北海道漁協婦人部連絡協議会（現女性部連絡協議会）が始めた「お魚殖やす植樹運動」は、現在では全道に広がり、2017年までに110万本を超える苗木が植えられている（図1.9参照）。



出所：北海道水産林務部森林活用課 HP
<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/sky/homepage/midori/midori-homepage/osakanafuyasu.htm>

図1.9 「お魚殖やす植樹運動」による植樹実績

表 1.13 「北の魚つきの森」認定地域

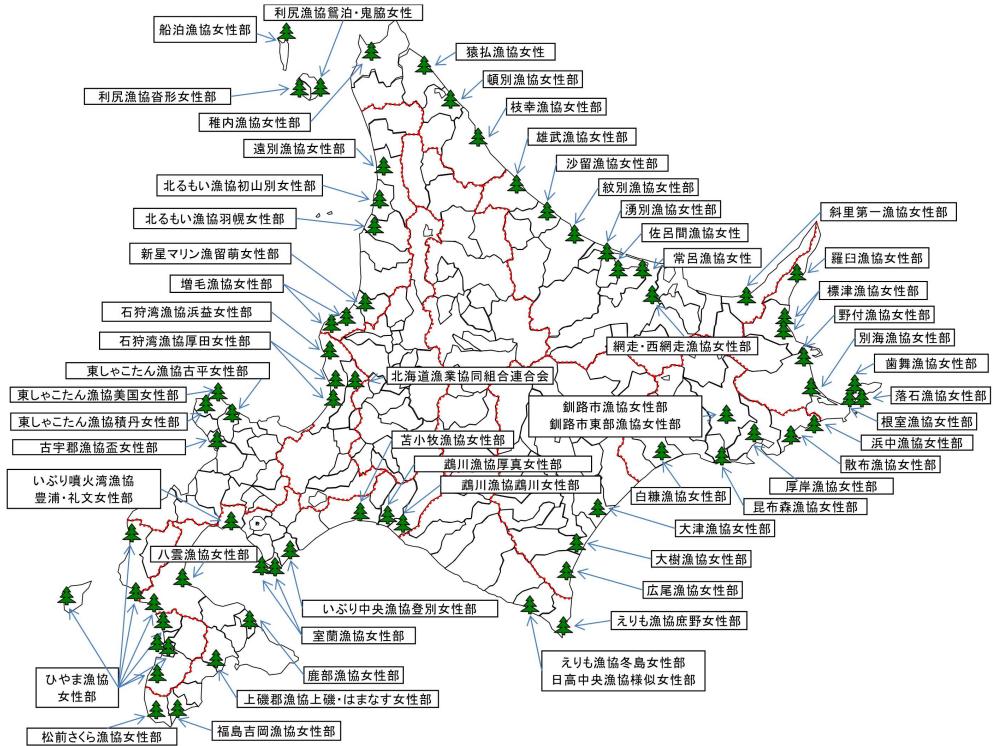
	認定年月日	所在市町村	認定地域	面積(ha)	協議会名
1	2002.10.27	雄武町	幌内川流域の森林	25,700	雄武町北の魚つきの森推進協議会
2	2002.11.26	乙部町	来沢川流域の森林	310	乙部町魚つきの森づくり協議会
3	2002.12.15	別海町	別海町内の森林全域	37,700	別海町「川を考える月間」実行委員会
4	2003.10.4	奥尻町	奥尻町内	8,900	奥尻島魚つきの森推進協議会
5	2003.10.18	函館市	川汲川及び大船川流域の森林	3,826	南かやべ森と海の会
6	2003.10.25	増毛町	増毛町内の森林全域	36,900	豊かな森・川・海/人をつくる増毛実行委員会
7	2003.12.18	浜中町	浜中町内	18,426	浜中町北の魚つきの森推進協議会
8	2004. 9.26	むかわ町	イクハツ沢流域の森林	1,265	むかわ・森・川・海を守り隊
	解散				
	2016. 6.10				
9	2014.10.27	蘭越町	蘭越町内全域	44,968	蘭越町北の魚つきの森推進協議会
10	2014.11. 6	枝幸町	間牧川流域の森林	1,066	枝幸町北の魚つきの森推進協議会
11	2015. 8.26	石狩市	旧浜益村内の森林全域	28,112	浜益魚つきの森推進協議会
12	2015.10.13	豊頃町	豊頃町全域	53,652	十勝川魚つきの森推進協議会
13	2015.11.16	新冠町	新冠川及び節婦川流域	1,310	新冠北の魚つきの森地域協議会
14	2016.11. 8	占冠村	トム地区（鶴川流域）	3,293	占冠村北の魚つきの森協議会
15	2017. 2.16	滝川市	熊穴川流域の森林	40	「緑とエコ」 サポーターネット

出所：北海道水産林務部森林活用課 HP (http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/sky/uotsuki/kita_uo_index.htm)

図 1.10 には 2017 年に植樹活動を行った 57 の漁協女性部とその地域を示す。「北の魚つきの森」と「お魚殖やす植樹運動」の森林は重複するものがあるが、魚つき保安林面積よりもはるかに広い面積であり、こうした森林の生態系サービスに注目した人々の行動をどのように捉えて生態系サービス勘定に反映するのかを検討する必要があると考えられる。

(3) 魚つき林植樹活動と生態系サービス

魚つき保安林の指定目的や吉武（2003）による森林の魚つき機能の整理から漁業関係者等による植樹活動は、森林生態系による土壌流出防止／土壌保全機能と水源涵養機能の発現に対する期待があり、森林生態系の調整サービスに対するニーズが行動として現れたものと考えられる。また、栄養塩類の物質循環機能の発現に対する期待もあり、生態系サービスの基盤サービスに対するニーズの現れでもあると考えられる。すなわち、魚つき林植樹活動は森林生態系の調整サービスと基盤サービスに対するニーズの現れであると考えられる（図 1.11）。



出所：北海道水産林務部森林活用課 HP

(<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/sky/homepage/midori/midori-homepage/osakanafuyasu.htm>)

図 1.10 「お魚殖やす植樹運動」2017 年の活動地域

しかしながら、生態系サービスの基盤サービスは最も重要な生態系サービスであるが MEA において基盤サービスは人々によって直接利用されないサービスとして定義されている。基盤サービスは生態系サービスの供給・調整・文化的サービスの生産に投入されるもの（中間投入）であり、人々の最終的な利用目的となるものではない。この漁業関係者による魚つき林植樹活動において栄養塩循環という森林生態系の基盤サービスに対するニーズは、この基盤サービスが海洋生態系に投入されて食糧として水産資源が供給されることに対するニーズであり、この海洋生態系の供給サービスが漁業関係者の最終目的（最終需要）となる（図 1.11）。つまり、森林生態系の基盤サービスは森林生態系から海洋生態系へのフローであり、このような異なる生態系間のフローは生態系サービス勘定には計上されないものである。現在の生態系勘定の勘定規則では、人間の直接的な便益享受となる生態系サービス（つまり、供給・調整・文化的サービスのように最終消費されるサービス）が計上対象となっている。基盤サービスの変化はこれらの生態系サービスの供給に影響を与えると考えられるため、このような生態系間のフローは異なる生態系間の相互関係を把握するための有用かつ重要な情報である。魚つき林植樹活動の場合、最終消費を目的とするサービスは海洋生態系による供給サービスであるが、苗木や労働などの投入は森林生態系に対して行われる。つまり、投入は森林に対して行われ、供給は海洋からもたらされるのである。

この基盤サービスが異なる生態系間の相互関係に影響を与えることを前提として魚つき林植樹活動のような経済行動と生態系との相互関係を勘定体系で表現するためには、基盤サービスを生み出す生態系と、基盤サービスを使用する生態系の関係を科学的に検証したモデルの構築が必要である。こうしたモデル構築には桜井ら（2007）や長坂ら（2005）のような同位体分析が有用と思われ、こうした研究の集積が必要である

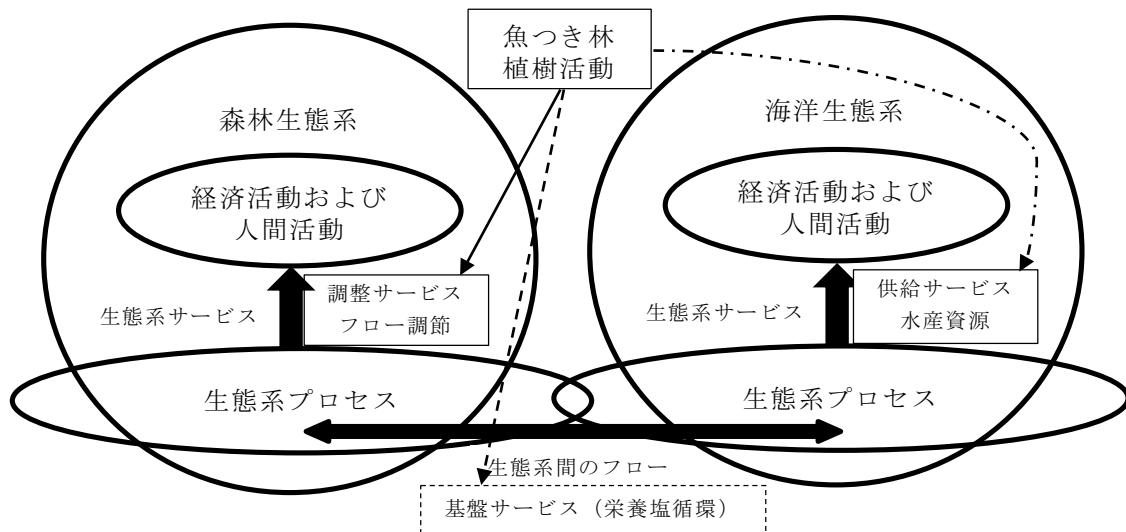


図 1.11 魚つき林植樹活動と生態系サービスのフロー

前述したように、生態系サービスの定義に従うと便益の発生（使用）が無ければ、当該生態系における生態系サービスの供給はないものとされる。このため、魚つき林植樹活動では森林に対する環境保護支出は発生するが、栄養塩循環という基盤サービスの受益を最終目的とすると、森林からのリターンは発生しないものとなる。そこで、森林生態系において魚つき林植樹活動は供給・調整・文化的サービスに対する需要行動と見なすことが必要である。前述したように、この行動は森林生態系の調整サービスに対するニーズの現れである。このことは魚つき保安林の兼種に関する指定状況が参考情報となる。表 1.14 は神田（2005）による山形県の魚つき保安林の現況であるが、兼種指定が示されており、魚つき保安林の一部には土砂流出防備保安林と落石防止保安林のいずれか、あるいは両方を兼ねている箇所がある。これらの兼種指定の内容から魚つき保安林の機能として一般的の森林と同様に土壤侵食の抑制や水の調節といった調整サービスの供給が可能であることが分かる。

ここで生態系サービス勘定を構築するために問題となるのが、調整サービスの具体的な内容である。日本学術会議（2001）によると水源涵養機能には、洪水緩和・水資源貯留・水量調節・水質浄化という 4 つの機能が指摘されている。洪水緩和機能は、森林がない場合に比べ山地斜面に降った雨が河川に流出するまでの時間を遅らせる作用である。水資源貯留機能は、洪水緩和機能を水利用の観点から評価したもので、森林があることにより安定した河川流量が得られる機能である。この 2 つの機能は観点が異なるものの水量調節機能としてまとめることが可能であると思われる。この点について日本学術会議（2001）は明確には述べていないが、森林流域からの流出と森林が消失した荒廃流域からの流出の比較により機能の定量評価が可能であるとしている。

一方、水質浄化機能は森林を通過する雨水の水質が改善、あるいは清澄なまま維持される機能である。水質浄化機能については、農耕地や都市化流域などの他の土地利用が比較対象となる。こうした水源涵養機能と魚つき林植樹の関係は、いずれも無関係ではないが最も関連するのは水量調節機能と考えられる。なぜなら、この機能が土砂流出防止機能と密接に関係していると考えられるからである。

表 1.14 山形県の魚つき保安林

No.	所在地	所有者	面積(ha)	保安林種	兼種	林況
1	鶴岡市湯野浜 笹立・稻荷幡	鶴岡市 個人 3名	4.721	魚つき	土流	クロマツ、天然草地、雑木地 マツクイ虫被害により H7・8 年に一部伐採
2	鶴岡市宮沢 小山腰	鶴岡市	0.140	魚つき		天然草地、雑木地
3	鶴岡市宮沢 小沢・向山	宮沢集落 個人 35名	8.681	魚つき	土流 落石	雑木地、未立木地、天然草地
4	鶴岡市加茂 弁慶沢	加茂区有 個人 2名	11.584	魚つき	落石	スギ、クロマツ、雑木地、未立木地
5	鶴岡市今泉 真台	神社所有 個人 6名	1.196	魚つき	土流 落石	クロマツ、雑木地、更新困難地
6	鶴岡市今泉 内山之沢	国土交通省 神社所有 個人 6名	28.106	魚つき		スギ、クロマツ、天然草地、未立木地
7	鶴岡市油戸 油沢	個人 2名	21.700	魚つき		クロマツ、雑木地、天然草地、未立木地 マツクイ虫被害により伐採、再造林(S60)
合 計			76.126			

出所：神田（2005）

このようなことより、魚つき林植樹活動は水源涵養機能と土砂災害防止機能の便益を期待した行動と考えることができる。MEA の生態系サービスの表現では、水の調節と土壤侵食の抑制という調整サービスに対する需要行動と捉えることが可能であろう。こうした生態系サービスの使用は、一般に機能の発現により災害被害が回避あるいは軽減される人工資産と下流域に居住地があることが便益発生（つまり生態系サービスの使用）を確実にする。しかしながら、そうした資産や人の居住が存在しない流域における魚つき林植樹活動は、森林生態系の調整サービスに対する需要の現れと見ることができるが、調整サービスによる便益の使用がなされていると単純に考えることが困難である。このため、一般的な森林生態系による調整サービス（水フロー調節、質量フロー調節）と何ら差が無いものとなる。

そこで、魚つき林植樹活動の参加者は調整サービスの使用者（受益者）であると考え、その特色を生態系サービス勘定に反映させるには、人工資産や人の居住が存在しない流域においても森林生態系による調整サービスの受益が生じていると仮定することが求められる。それには森林生態系による調整サービス（水フロー調節、質量フロー調節）が機能することで下流域の河川水系や沿岸海域における水産資源の減少（供給サービスの減少）というリスクの減少を便益とみなす、「みなし便益」が発生していると考えることが必要と思われる。すなわち、魚つき林植樹活動の参加者は河川生態系や海洋生態系における供給サービスの低下を回避するための「みなし便益」として森林生態系による調整サービスを使用していると考えることで、人工資産や人の居住が存在しない上流域

の魚つき林による生態系サービスの供給があると考えれば、フロー勘定表に計上できる可能性があると考えられる。この場合の調整サービスは水域における水産資源の生育個体数・生息域の維持という生物環境の調節に関する「みなし便益」と考えられる。

ところで、表 1.15 は北海道漁業協同組合連合会（略称、北海道ぎょれん）の「お魚殖やす植樹運動」の WEB サイトにある過去の活動状況から集計した 2017 年の参加者の状況を示すものである（<http://sakana-fuyasu.jp/operation/2017/index.shtml>）。ここには漁業関係者などの生産者以外に「小中学生等」の参加者や「消費者団体」の参加者が見られる。魚つき林植樹活動への参加は、森林生態系の調整サービスに対する需要として考えることが可能であると上述してきたが、「小中学生等」の参加者については別な視点が必要と思われる。北海道ぎょれんの「お魚殖やす植樹運動」の WEB サイト（<http://sakana-fuyasu.jp/index.shtml>）には、この運動の意義を子供たちに伝えるためのページがあり、森・川・海や木育のクイズなども用意されている。これは、この活動が環境教育の役割を担っていることを示唆するものである。つまり、魚つき林植樹活動への子供たちの参加は、森林生態系の調整サービスの需要と考えるよりは、教育的価値を有する文化的サービスという便益を享受していると考えることが望ましいと思われる。つまり、魚つき林植樹活動に参加する子供たちは魚つき林を環境学習の場として利用することで森林生態系の文化的サービスの受益者として考えられる。

以上のこと整理すると、魚つき林植樹活動は次のような生態系サービスの使用に対する行動と考えられ、魚つき林植樹エリアの森林生態系からの生態系サービスの供給が考えられる。

1. 森林生態系による調整サービス（水フロー調節、質量フロー調節）
ただし、魚つき林の下流域における人工資産と居住地が存在する場合に限る。
2. 森林生態系による調整サービス（生物環境の調節）
ただし、魚つき林の下流域における人工資産と居住地が存在しない場合に限る。
3. 森林生態系による文化的サービス（生態系の経験的利用）
ただし、生態系サービスの使用者は小中学生等の若年層に限定される。

表 1.15 2017 年「お魚殖やす植樹運動」参加者数

参加者	漁業 関係者	漁協 女性部員	農業 関係者	林業 関係者	消費者 団体	小中学生 等	その他	計
人 数	1,042	1,216	207	316	245	525	2,005	5,556

注) 北海道ぎょれん HP (<http://sakana-fuyasu.jp/operation/2017/index.shtml>) より集計

1.5 おわりに

本章では、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環境経済統合勘定－生態系勘定（SEEA-EEA）などの先行する生態系勘定体系を踏まえて、我々が第Ⅲ期研究で構築した日本版の生態系勘定のフレームワークをもとに、さらなる精緻化とサブ勘定表の構築を行った。

まず、生態系ストック勘定の地域適用として、岩手県を事例に市町村版の森林生態系ストック勘定を構築し、2012年の森林ストック額の推計を行った。その結果、岩手県版で推計した生態ストック評価額と市町村版で推計した生態系ストック評価額を全市町村で集計した値には、大きな乖離が生じることが明らかになった。このような乖離が生じる原因の1つとして、県全体の森林生態系ストックを評価する岩手県版では、生態系量（ここでは森林面積）と受益者数双方が増加し、両者を乗じることで算出されるストック評価額が漸増することが挙げられた。このことから、乖離を縮小するためには、受益者をより厳密に定義する必要があることが示された。

そして、フロー勘定（供給使用表）の枠組みの検討として、生態系サービス勘定の枠組みの検討を行った。生態系サービス勘定では、生態系サービスのフローに関する情報をその種類ごとに供給源となるLCEU等の統計単位や、生態系サービスの供給者・使用者ごとに整理し、経済主体別及びLCEUごとの生態系サービス勘定の枠組みを提示した。その際、上記で得られた受益者の厳密な特定の必要性を踏まえ、生態系サービスの需要（便益享受）の把握を行った。これについては、北海道の魚つき林植樹活動を取り上げ、既存研究や実際の活動内容、魚つき林の役割などの整理を通じて、生態系サービスとの関係について考察した。その結果、北海道の魚つき林は、森林生態系による調整サービス（水フロー調節、質量フロー調節）と、森林生態系による調整サービス（生物環境の調節）さらに、森林生態系による文化的サービス（生態系の経験的利用）の3種類の生態系サービス需要があることが示された。

今後の課題としては、需要者のさらなる厳密な特定を進めることとともに、生態系サービスの域外への移出を検討する。これまで全国版の生態系勘定では、その需要者は国内に住む者に限定されると仮定し、輸出入は考慮していなかったが、現実的には近年は訪日観光客も急増しており、日本の生態系サービス、特にレクリエーションサービスなどの文化サービスを利用する外国人も増加している。このような状況では、生態系サービスの移輸出を考慮することも必要になるだろう。さらに、地域版の生態系勘定表では、隣県との交流・往来による生態系サービスの移入及び移出を考慮することは重要である。次年度以降は生態系勘定の域外との取引を計上するために、北海道を事例に、都道府県版における他県との生態系サービスの取引、すなわち生態系サービスの移出入の計上方法とデータの利用可能性について検討する。

第2章 日本における生態系サービス評価に関する研究

2.1 はじめに

生態系ストックや生態系サービスの経済評価については、ミレニアム生態系評価 (MEA) や TEEB プロジェクトといった挑戦的な実証研究が進むだけでなく、SEEA-SEA のフレームワークに基づいた事例ベースの推定などのより実践的な取り組みがみられるようになってきた。

しかしながら、こうした先行研究における評価対象としとしての生態系サービスは事例によって定式化が異なり、また評価手法も様々であるため評価できる部分が異なる。たとえば、SEEA-SEA では交換価値を採用し、経済活動に関連する価値のみが計上される。それに対して、環境の経済評価論が示唆してきた価値は非利用価値を含み、それらは効用理論にもとづく価値、たとえば支払い意思額 (WTP) などによって測られる。そして、市場ベースで測られた価値と効用ベースで測られた価値は、しばしば大きく乖離することが指摘されている (Carson et al.(1996), Carlsson and Martinsson(2001))。

生態系サービスの価値として、なにを想定するかという点が評価論において極めて重要になる。そこで本研究では、生態系および生態系サービスの特徴を鑑みながら、経済評価における論点を抽出し、それについて実践にむけて必要とされる理論モデルの修正と、定量分析を行う。これにより生態系勘定における評価値がより適切になれば、国や地方公共団体におけるより確度の高い生態系保全政策の計画や評価に利用される可能性が大きくなる。

本章では、環境経済学における生態系の価値の定式化について空間的ならびに時間的観点から整理し、生態系特有の考慮事項について議論する。次に、生態系評価のための理論改善を議論する。それを踏まえて、実証分析を行う。

2.2 生態系の価値評価単位としての交換価値および厚生価値とその特徴

従来の環境経済学においてもっとも幅広く共有されている価値分類として、環境の価値は利用価値 (Use value) と非利用価値 (Non-use value) に分けられるという考え方がある (Turner et al. 1994)。利用価値とは、実際に利用して得られる価値であり、典型的には市場における生態系由来の財（たとえば、木材など）の売買の際に現れる。他にも、文化的機能（文化サービス）とよばれる価値のうち、レクリエーションやアメニティの価値などは市場においても現れ、トラベルコスト法やヘドニック価格法を行った特有の評価手法によって計測される。

しかしながら、非利用価値は市場を通じることがないため、評価対象である生態系の変化に伴う人々の効用変化を観察することで推定するというアプローチが取られる。市場におけるデータによらず、アンケートなどによって直接的に効用変化を推定する環境評価手法は、表明選好法と呼ばれる。表明選好法には仮想評価法 (CVM: Contingent Valuation Method) や、多属性評価が可能なコンジョイント分析などがある⁴。

重要な点は、市場において評価される利用価値と、非利用価値を含む総経済価値は異なるという

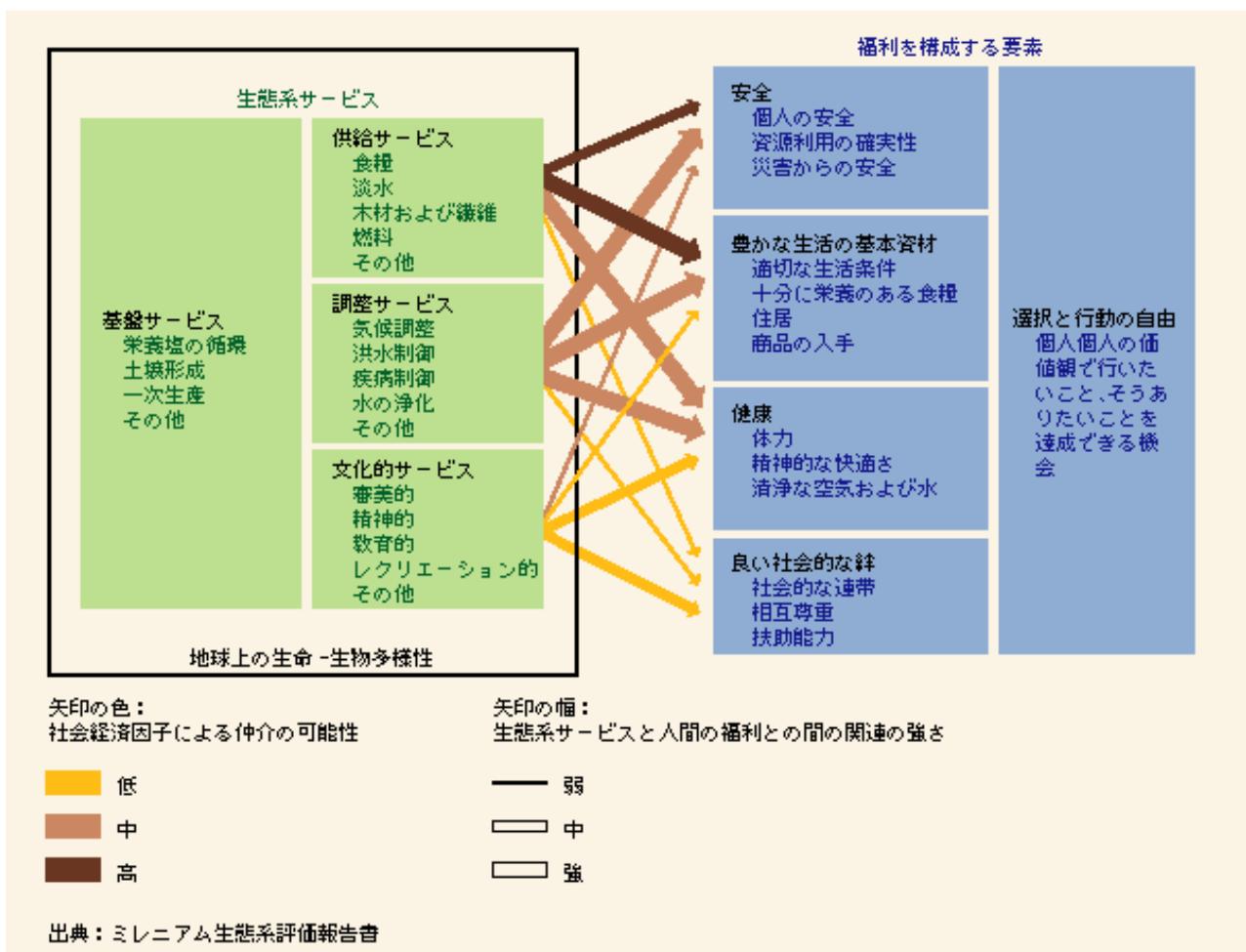
⁴本研究でも、実証研究においては表明選好を利用して、生態系のシャドウ・プライスの推定において考慮されるべき要素を推定する。

ことである。つまり、SEEA-EEA で利用されている交換価値は、環境の経済評価で議論される厚生価値とは、評価対象としての生態系サービスの価値が定式化において異なる。前者は市場活動に関連付けられる生態系変化を経済単位（貨幣単位）で捕捉しようとするものに対して、後者は生態系変化そのものを捕捉しようとするものである。どちらが望ましいかは、利用目的によって異なりうる。たとえば、市場活動の記録としての会計や SNA に環境影響を含ませる形で接合しようとするためには、生態系サービスを交換価値によって評価することに整合性がある。一方で、社会的費用便益分析のように社会状態の変化の是非を問う場合には、厚生水準で測ったほうが包括的な議論が可能になる。

2.2.1 公共財的性質

第一に、交換価値と厚生価値の違いについて、生態系サービスの公共性の視点から検討する。生態系サービスの中には、公共財的性質の高いサービスがある。ここでいう公共財的性質とは、非排他性と非競合性を指す。

ここで、生態系サービスの典型的なリストとして、ミレニアム生態系評価による分類を参考にする。



出典：平成19年版 図で見る環境 循環型社会白書
図 2.1 生態系サービスと人間の Well-being

図 2.1 における供給サービスの多くは、排除性や競合性がある機能である。つまり、食料や木材には排他的所有権が設定可能であり、その場合、所有者のみがその便益（利益）を得ることになる。それに対して、調整サービスや文化的サービスの多くには、排除性や競合性がない。つまり、機構調整や洪水防止は特定の個人のみによって受益されるサービスなのではなく、複数の受益者が広範囲に存在することになる。特に気候調整や生物多様性保全などによって生じる便益は純粹公共財的性質をもっており、全員がほぼ均等に受益すると考えられる。なかには、洪水制御など公共財的性質はあるが河川流域のみに限定されるものや、競合性があり混雑現象が発生しうるレクリエーションなどの性質もある。

表 2.1 生態系サービスの特徴

私的財的なもの	準公共財的なもの	純粹公共財的なもの
食料、木材、燃料などの供給	レクリエーション、アーティティなどの	気候調整、生物多様性
排他性・競合性がある	←————→ 排他性・競合性がない	

生態系サービスのうち、私的財的なものについては交換価値による評価と厚生価値による評価の乖離は比較的小さくなりうる。たとえば供給サービスは市場で取引される財に直結し、便益が個人に帰着するため私的便益（市場価値）と社会的便益がかなりの程度一致すると考えられる。その場合には、SEEA-EEA のアプローチで政策評価等に適用しても大きな問題は生じないと考えられる。一方で、調整サービスや文化サービスは、便益の帰着先が個人ではなく、また市場で取引されるものが少なく、公共財的な生態系サービスには外部性やスピルオーバーが発生し、私的便益（市場価値）と社会的便益が乖離する。その場合、受益の空間的分布や受益者数を考慮してその価値が評価される必要がある。

これまでの環境や生態系の経済評価研究では、個人あたりあるいは家計あたりの支払意思額の推定が試みられてきた。そして家計の支払意思額を集計する形で生態系の価値が見積もられてきた。これは公共財的な性質を前提とした評価シナリオであるが、この場合の論点は受益者数（家計数）を単純に乗じてよいかという点である。純粹公共財ならこうした演算も受け入れられるが、排他性や競合性が部分的にある場合（混雑現象が発生する場合）には、過大評価をもたらす可能性がある。

こうしたときには、第一に、生態系サービスごとに受益者が存在する空間的分布を特定する必要がある。そして第二に、その空間における受益者数に鑑みて競合性がどの程度生じているかを考慮する必要がある。今年度は生態系サービスの空間分布について調査し、その傾向を分析した（2.3節で述べる）。

2.2.2 空間的要因を考慮した理論モデルの現状と課題

フロー勘定のための生態系サービスの経済評価に関して、生態系サービス便益の空間分布の研究に向けた予備的考察を行った。具体的には、生態系サービスの便益が空間によって異なる状況において、1)空間を含めた動学的最適化の手法、2)便益にどのような重みづけを行うべきかという空間

割引の二点について、先行研究をサーベイし、理論分析を行った。

(1) 空間を含めた動学的最適化

経済学における動学的最適化とは、典型的には、状態変数（資本）の制約条件の下で、現在から無限の将来までの効用の割引現在価値の総和を最大化するような操作変数（消費）経路を見出すという問題である。これは、ラムゼー、クープマンスらが定式化したもので、社会全体の最適な経路という意味で規範的に解釈されることもあるれば、社会全体があたかも最適化を行っているようになるという意味で記述的に解釈されることもある（吉川 2000）。具体的には、下記の目的関数を最大化する消費の経路を見出すという問題である。

$$V(t) = \int_t^{\infty} U(C(\tau)) e^{-\delta(\tau-t)} d\tau \text{ s.t.}$$

$$\dot{K}(t) = F(K(t)) - C(t), K(0) \text{ given.}$$

ここで $C(t)$ は操作変数である消費、 U は効用、 $K(t)$ は状態変数である資本、 $\delta > 0$ は効用の時間割引率である。

この問題は、空間的な異質性は想定されておらず、社会経済全体で集計した平均的な個人の効用を最大化するという問題になっている。そこで、空間的な異質性を考慮した時空間の動学的最適化問題が議論されることがあり、近年、空間を含めた動学的最適化のための必要条件などが研究されている。この分野の研究は発展途上ではあるが、比較的直感的かつ容易に、時間だけの最適のための必要条件を拡張する形で必要条件を書けることから、今後の発展可能性が大きいと思われる。

そこでもっとも単純な例として、環境資源経済学で議論されることの多い空間的な外部性を想定して、自然資本を含む富に基づいた持続可能性分析を拡張する。空間的な外部性の例として、たとえば上流の工場からの汚染物質排出によって下流の農家が害を被る、隣国の大気汚染による酸性雨の被害が発生する、共有財産資源へのオープンアクセスにより資源が枯渇してしまう、といった例が考えられる（e.g., van der Ploeg 2011）。

連続空間に存在する自然資本のフロー（たとえば生態系サービスとしての水）がランダムに流出入するような状況を考えよう。この状況では、フローとストックの変数は、時間 t と空間 z の関数として表現される。Boucekkine et al. (2009) の分析を使うと、自然資本がもたらす生態系サービスフローは、 $[z; z + \Delta z]$ という区間において、「左」からの流入分から、「右」への流出分を差し引いた純流入と考えられる。空間的拡散方程式でよくみられるように、拡散は自然資本ストックの傾きに比例すると仮定し、拡散パラメータを D とする。すると自然資本の動学方程式は、

$$\frac{\partial N(t, z)}{\partial t} = -R(t, z) + D \frac{\partial^2 N(t, z)}{\partial z^2}.$$

という偏微分方程式で表現できる。初期条件を与件として、空間的境界条件を

$$\frac{\partial N(t, z)}{\partial z} \Big|_{z=0} = \frac{\partial N(t, z)}{\partial z} \Big|_{z=z} = 0,$$

とする（このほかに、境界条件の定め方には 2 通りある）。人工資本に空間的拡散は存在しないと単純化する。 $V(t, \bar{z})$ を地点 \bar{z} における t から無限の将来までの効用の割引現在価値の和とする、

$$V(t, \bar{z}) = \int_t^\infty U(C(\tau, \bar{z})) e^{-\delta(\tau-t)} d\tau.$$

時間と空間両方についての和を最大化する経路において、地点 \bar{z} の福祉の変化は

$$\frac{\partial V(t, \bar{z})}{\partial t} = p_K(t, \bar{z}) \dot{K}(t, \bar{z}) + p_N(t, \bar{z}) \dot{N}(t, \bar{z}) - \int_t^\infty D \frac{\partial^2 p_N(\tau, \bar{z})}{\partial z^2} \frac{\partial N(\tau, \bar{z})}{\partial \tau} e^{-\delta(\tau-t)} d\tau,$$

と表される。ここで $p_K(t, \bar{z})$ と $p_N(t, \bar{z})$ は、地点 \bar{z} における人工資本と自然資本のシャドー価格である。つまり全体最適な状態の下では、ある地点における福祉の改善は、自然資本を含む富の変化だけでなく、将来的な流出入の割引現在価値によって調整を行わねばならない。

なおこれらを含む結果として、山口（2017）では下記のような示唆をまとめている。まず不完全経済では、

結果1（ホテリング・ルール）

$$\frac{\dot{F}_R}{F_R} = F_K - D^S \frac{d}{dS} S_{zz}$$

結果2（ハートウィック・ルール）

$$\dot{C} = F_K G - \dot{G} + F_R D^S \frac{\partial}{\partial t} S_{zz}$$

結果3（持続可能性）

$$\dot{V} = U_C G + \int_t^\infty D^S U_C F_R \frac{\partial}{\partial \tau} \frac{\partial^2 S(t, \bar{z})}{\partial z^2} e^{-\delta(\tau-t)} d\tau$$

次に（時空間を通じた目的関数が最大化された）完全経済では、空間・時間最適化のための必要条件から下記が導かれる。

結果1'（ホテリング・ルール）

$$\frac{\dot{F}_R}{F_R} = F_K - D^S \left(\frac{d}{dS} S_{zz} + \frac{\mu_{zz}}{\mu} \right)$$

結果2'（ハートウィック・ルール）

$$\dot{C} = F_K G - \dot{G} + F_R D^S \left(\frac{\partial}{\partial t} S_{zz} - \frac{\mu_{zz}}{\mu} \dot{S} \right)$$

結果3'（持続可能性）

$$\dot{V} = U_C G + \int_t^\infty D^S \left(U_C F_R \frac{\partial}{\partial \tau} \frac{\partial^2 S(t, \bar{z})}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \mu}{\partial z^2} \frac{\partial S}{\partial \tau} \right) e^{-\delta(\tau-t)} d\tau$$

いずれにおいても結果1は、資源が各地域から流出する分、資源価格が利子率を上回って上昇することを示す。結果2は、消費の増分は、包括的富への投資（ジェニュイン・セイビング） G に対する収益からその上昇率を差し引き、さらに他地域での資源ストック減少に比例して他地域から自地域への流入が減る分も差し引いたものに等しいことを示す。結果3は、富への投資だけでなく、現在から将来までの自地域への資源流入の現在価値を加えたものが福祉の増分（正しい持続可能性指

標)であることを示す。不完全経済の結果1'~3'では、各地域は自地域からの資源流出のみに反応してより過剰に資源が使われるが、完全経済では、互いの資源出入も含めた最適化が行われている。

上記は、Arrow et al. (2003)と van der Ploeg (2011)で示された、資源が流出する状況での結果を大幅に一般化したものもある。上記の離散空間バージョンで、不完全経済を仮定し、さらに N 地域で完全に対称な拡散パターン（拡散パラメータ $d_{ji} = \epsilon$ for all j ）を仮定すると、たとえば $\frac{F_R}{F_R} = F_K - (N - 1)\epsilon$ (van der Ploeg 2011) が得られる。

本研究においてこれらを直接使った分析は難しいものの、本研究を発展させる際に、たとえば生態系サービスの空間的に異質な便益を含めた最適化や、自然資本からもたらされる生態系サービスが移動する際の富の変化と福祉の変化といった応用例が考えられる。また次節では、時間割引の基礎として時間的最適化があるように、空間割引の基礎として空間的最適化があることを明らかにする。ということは、本節における時空間の最適化から、時空間を両方考慮に入れた割引率を構築することも可能であろう。森林がもたらす生態系サービスとしての水は、時間によっても空間によつても質や量が異なる。そのとき、水1単位の重みづけを与える割引率として使えることが考えられる。

(2) 生態系サービス便益の重み付けとしての空間割引

時間割引研究からの示唆

空間割引の研究の準備として、気候変動の時間割引について振り返っておく。気候変動の時間割引については、ここ数十年で非常に多くの研究が行われており、この知見を空間割引に活用することも重要である。気候変動の費用と便益について、現在の消費1円と将来の消費1円とでは、異なる重みを与えるべきという考え方を、消費の時間割引率という。

今日消費する100万円をもらわない代わりに、1年後に105万円もらえば同じ効用や厚生水準を保てるとする。このとき、1年後のお金の現在価値 $1/(1+\rho)=100/105 = 0.952$ を割引因子、 $\rho = 5\%$ を割引率という。お金持ちの人（社会）ほど、あと1万円もらえるときの効用（厚生）は低い。私たちよりお金持ちである将来世代のために投資するのだから、将来世代の便益を割り引く（さもないと、所得のほとんどを将来世代のために投資しなければならないという極端な結論が導かれてしまう）というのが基本的なアイデアである。

有名な消費割引率のラムゼー公式は、

$$\rho = \delta + \eta \times g$$

$$【消費割引率(\rho)=純粋時間選好率(\delta)+限界効用の弾力性(\eta)\times消費成長率(g)]$$

によって表される。ここで

- δ : 1年待たなければいけないことに対する対価。絶滅リスクとも解釈される
- $\eta \times g$: 1年後はよりお金持ちになっているので(g)、追加的な1万円の価値が低い(η)
- η : 今日の消費と将来の消費との代替の弾力性。相対的リスク回避度、世代間の不平等回避度とも解釈される

である。Dasgupta (2008)の説明に基づいて、今後の経済成長率 $g = 1.3\%$ と仮定しよう。すると、気候変動の経済学におけるスターントン報告 (Stern 2006)においては、 $\delta = 0.1$ 、 $\eta = 1$ というパラメータに基づいて、 $\rho = 0.1 + 1 \times 1.3 = 1.4\%$ という低い割引率が使われていることになる。ここで、経済成長率の仮定以外は、純粋時間選好率も限界効用の弾力性も、「こうあるべき」という規範的な立場に基づいて設定され、消費割引率が決められていることに注意されたい。これを規範的アプローチと呼ぶことがある。

これに対して、気候変動の統合評価モデルとして最も使われている DICE モデルを開発したノードハウスは、現実に観られる資本の機会費用としての実施率利子率にカリブレートする（観測地に合わせてパラメータを設定しなおす）というアプローチに基づいており、これを記述的アプローチと呼ぶことがある。 $\eta = 1$ という点はスターントンと同じだが、実質利子率から逆算する形で、 $\delta = 3.5$ とし、最終的に $\rho = 3.5 + 1 \times 1.3 = 4.8\%$ という高い消費割引率が設定されている。なお脱線だが、ピケティ (2014) が歴史的なトレンドとして指摘した $\rho > g$ は、上記のラムゼー公式により、市場が機能している限り常に成り立つことがわかる。

近年、こうしたラムゼー公式を拡張する研究が行われている。もっとも注目されているのが、ラムゼー公式にそもそも環境や気候が不在である点を補うべく、消費財と環境との相対的な希少性の変化を考慮する研究である。定式化すると、気候変動による通常財に対する経済被害だけでなく、気候変動そのものが直接効用に影響すると仮定すると、ラムゼー公式は次のように修正される。

$$\rho = \delta + \left[(1 - \gamma)\eta + \gamma \frac{1}{\sigma} \right] \times g + \left[\gamma \left(\eta - \frac{1}{\sigma} \right) \right] \times g_E$$

ここで、 g は消費の成長率、 g_E は環境の成長率、 σ は CES 効用関数における代替の弾力性である。通常財と環境との代替性に限界がある場合 ($\sigma < 1$)、将来の環境の悪化で通常財に比べた環境の相対的価値が上がると、割引率が低くなる (Hoel and Sterner 2007; Sterner and Persson 2008)。

また、世代間の便益の重みづけを行うのが割引だが、一方で、世代内の所得格差が広がっていることをどう考えればよいかという問題意識に基づいた研究も増えている (Gollier 2015; Emmerling 2018; Yamaguchi 2013; 2018)。もっとも単純なアプローチは、全ての世代を合計した厚生を $W(U(C))$ と表すというものである。すると、世代内の分配効果を外に出す形で

$$\rho = \delta + \eta \times g + \text{世代内分配効果}$$

というようにラムゼー公式を拡張することができる。すなわち、たとえ将来のある世代が現在世代より平均で見ると消費水準が高まったとしても、その世代内の不平等が拡大しているときは、(分配効果のマイナスを通じて) その世代への重みづけを従来よりも高くするべきということになる。以上がラムゼー公式を拡張する形での研究だが、全く異なるアプローチで時間割引率を拡張する研究もおこなわれている。このうち Weitzman らの不確実性を考慮した期待割引現在価値アプローチによる説明によれば (Arrow et al. 2014)、「時間とともに下がっていく割引率 (DDR)」がもっともらしい。たとえば、不確実性が存在するため、割引率として 1% と 7% のどちらを使うべきかわからないが、仮に正しい確率が半々だとする。このとき、割引率の期待値は 4% となる。ところが最終

的に重要なのは割引率そのものではなく、実際にお金の重みづけを行う割引因子である。割引因子の期待値は、 1.01^{-t} と 1.07^{-t} の平均であり、割引率の期待値を使った割引因子 1.04^{-t} よりもかなり高くなる。費用便益分析に使う重みづけの期待値から逆算した割引率（確実性等価割引率）は、将来に行けば行くほど低いものになる（図 2.2）。

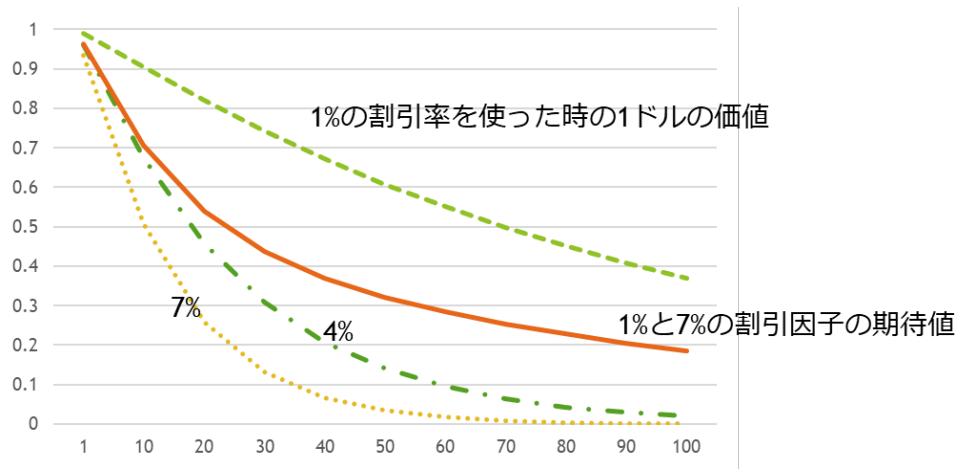


図 2.2 割引後の価値の推移

ラムゼー公式の拡張にせよ、DDR にせよ、従来考えられてきた時間割引率よりは低い割引率を正当化するような研究が増えていると言える。また空間割引への示唆として重要なのは、ラムゼー公式における純粹時間選好率、環境の成長率、限界効用の弾力性、CES 効用関数における代替の弾力性といったパラメータが空間のコンテキストにおいても当てはまるかどうかを議論することである。

(2) 空間割引の文献レビュー

本研究では、フロー勘定を作成するに当たり生態系サービスからの受益を空間分布として記述する。生態系サービスは、空間によってその需要も供給も異なることが知られており、直感とも整合する。そのため応用研究においては、空間によって異なる環境評価を行っている文献もある。ところが空間割引率そのものを主題として扱っている論文はほとんどないため、本研究においては、それに近い先行研究を参照した。

まず、空間割引の経済学としてほぼ唯一と言ってよい研究が Perrings and Hannon (2001) である。彼らは生態系サービスではなく大気汚染を念頭に置いていたが、生態系サービスのような正の価値を持つ財にも応用可能である。具体的には、汚染物質が大気中に拡散して濃度が減少していく状況を考え、空間全体を集計した効用を最大化するという問題を設定した。このとき、汚染の発生源から遠くへ行くほど汚染の濃度は減衰するので、それを物理的に割り引いて動学として表現する必要がある。すると、発生源近くにおける消費 1 単位と遠く離れた地点における消費 1 単位とでは、重みづけが異なることになる。両者を等しくさせるような割引率を、彼らは「中立的割引率」と呼んだ。

具体的に定式化しよう。前節の動学的最適化と類似して、

$$\max \int_0^\infty U(C(z), S(z)) e^{-\psi z} dz \text{ s.t.}$$

$$\frac{dS}{dz} = f(C(z), S(z)), C(0), S(0) \text{ given.}$$

と定式化できる。ここで $S(z)$ は地点 z における汚染濃度（ストック）である。空間的な効用割引率 ψ は、動学的最適化のための必要条件から、

$$\psi = f_s - \frac{U_s}{U_c} f_c + \frac{dC}{dz} \left(\frac{U_{cc}}{U_c} - \frac{f_{cc}}{f_c} \right)$$

と導出される。これは時間の最適化問題における純粋時間選好率に対応し、上式全体はラムゼー公式に対応する。これを中立的割引率と呼べるのは、汚染が物理的に減衰するため、消費者の選好に基づけば、この率であれば遠くにいる消費者の効用を割り引いてよいという意味合いを持つためである。 f_s は汚染の限界拡散率、 $\frac{U_s}{U_c}$ は消費と汚染との限界代替率、 f_c は消費の限界汚染被害である。

生態系サービスについては、全般に経済評価の研究が非常に多くなされているものの、空間的な割引に関するものはごく一部である。たとえば Barbier (2009; 2012) は、生態系サービスの供給が距離とともに減少していくことを、指数割引によりモデル化している。また Ando and Shah (2010) は、生態系サービスの需要サイドに注目し、サービスの水準や支払い意思額が距離に応じて遞減する空間割引をモデル化したうえで、保全サイトをどこに立地すべきかという問題に適用した。

また時間割引において、行動経済学の分野では双曲割引が動物や人間の行動に観られることが指摘されモデル化されている (Ainslie, 1992; Dasgupta and Maskin, 2005; Hepburn et al. 2010)。これは行動を記述する割引であり、「～すべき」という規範的な議論には使いにくいことに注意が必要である。そのため気候変動への双曲割引の適用例も極めて限られている (Karp 2005)。Karp (2015) は、遠い空間が人の目にどう見えるかという遠近法とのアナロジーから、双曲的な空間割引が妥当であると論じている。

こうした時間割引と空間割引の先行研究に基づいて、本研究における空間割引率に関しては、純粋空間選好率、空間の不平等（不確実性）回避、空間的な消費分布、空間的な環境分布、一般的な財と環境との代替可能性、人口密度などの構成要素が重要であると予想される時間割引とのアナロジーにより、これらがどう空間割引に影響するか、気候変動や生態系サービスの政策にどう適用すべきか、もっともらしい率はどの程度かといった議論が可能になる。

将来的な研究課題として、時間割引と空間割引の両方を組み込んだ生態系サービスの経済評価や政策評価につなげることも考えられる。これにより、国内における生態系サービス分布や格差など世代内の問題と、将来世代への配慮という世代間の問題を同じ枠組みで議論できる。

2.3 生態系サービスのシャドウ・プライス

本小節では生態系サービスの便益の推定値としてのシャドウ・プライスについて、社会調査に基づく実証を行う。第一に、森林生態系サービスが空間的にどのように分布するかについて焦点をあてた調査を行う。第二に、時間を通じた生態系サービスの便益をどのように評価すべきかについて実証研究を行う。

2.3.1 森林生態系サービスの便益分布

生態系勘定のフロー表においては、生態系サービスの供給源（発生源）で生まれた価値がどの場所で受益されているかを記述することが目指されている。こうした受益の分布は生態系サービスによって異なることが予想される。例えば森林生態系サービスについて、洪水防止機能は河川流域（特に下流）で受益されていると考えられるのに対して、土砂災害防止機能は中上流域で受益されていると考えられる。あるいは、二酸化炭素の吸収や生物多様性保全といった生態系サービスは、その純粋公共財的性質もあり空間にまんべんなく分布することが予想される。

近年では、生態系サービスへの支払い（PES: Payment for Ecosystem Services）のスキームが注目されており、生態系サービスの受益と生態系保全の費用負担を対応させる制度が検討されている。日本においても森林環境税や水源税が各都道府県で導入されており、2024年からは住民税に上乗せすることで全国的に導入することが検討されている。ただし、本章で考察しているとおり生態系サービスの受益分布に特徴があるならば、住民税という形態の一括課税よりもPESのスキームに忠実な方法があるかもしれない。しかしそのためには受益の分布についての情報が必要になる。これに対して、そのための実態調査として、本節ではサービスを供給する森林と受給者の位置関係や受給者の認識の違いに関する分析を行う。

2.3.2 便益分布に関する社会調査

便益分布の空間分布の調査を含めた、地域事例の生態系サービス評価を行うために、岩手県を対象として2018年の12月14日から12月25日までインターネットを用いた社会調査を行った。岩手県の性別と年齢の人口構成に沿うようにサンプル抽出を行った結果、1063の回答が収集された。

サーベイ調査票では、森林生態系がもたらす生態系サービスについて認識と知識の共有のための説明を行ったあと、各回答者が森林の生態系サービスとしてどのような機能を享受しているかについての設問を行った。ここで対象とされた生態系サービスは次のものである。

1. 心身の癒しや安らぎの場を提供する働き
2. レクリエーションや遊びの場を提供する働き
3. 自然に親しみ、自然と人とのかかわりを学ぶなど教育の場としての働き
4. 住宅用建材や家具、紙などの原材料となる木材を生産する働き
5. きのこや山菜などの林産物を生産する働き
6. 貴重な野生動植物の生息の場としての働き
7. 山崩れ防止する働き
8. 洪水を防止する働き
9. 二酸化炭素を吸収することにより、地球温暖化防止に貢献する働き

10. 水資源を蓄える働き
11. 空気をきれいにしたり、騒音をやわらげる働き

これらに対して、自身がどの程度受益しているかについて 5 段階評価（1 が最高、5 が最低、およびわからない）で回答を求めた。また、自身の受益が受益しているかどうかにかかわらず、それぞれの機能の重要性に関する認識についても、同様のスケールで回答を求めた。

いずれの回答者も、居住地域について郵便番号レベルで識別できるため、生態系サービスの受益者が空間的にどのように偏在しているかについて、マッピングにより検討することができる。以下の空間分布の議論において、第一の調査項目である自身の受益の度合いをについて「受益」、それぞれの生態系サービスの価値について「評価」と呼んで分析・考察を行う。

また、さらなる分析のため、各回答者がどの森林を多く使用しているかについての調査も行った。ここでは、主要な森林を 10 挙げるとともに、それ以外の森林を多く利用する回答者は自由回答で森林を特定し、いずれの場合でも頻度や目的について回答することを求めている。岩手県内の主要な森林として提示したものは次のとおりである。

- 県民の森（八幡平市）
- 滝沢森林公园（滝沢市）
- 千貫石森林公园（金ヶ崎町）
- 大窪山森林公园（大船渡市）
- 折爪岳森林公园（二戸市）
- 十和田八幡平（八幡平市ほか）
- 早池峰（花巻市）
- 栗駒山（一関市）
- 折爪・馬仙峡（一戸町ほか）
- 五葉山（住田町ほか）
- その他 岩手県内の森

2.3.2.1 岩手県を事例とした森林生態系サービスの便益分布の傾向

岩手県における生態系サービスに関するアンケート調査の回答数 1063 件のうち、郵便番号の未回答者及びご回答者を除いた回答は 954 件であった。これらサンプルの岩手県の森林生態系サービスに関する受益と評価の回答内容を、郵便番号データを利用してマッピングを行う。マッピングには ArcGIS 10.4.1 for Desktop のジオコーディング機能を利用し、ジオコーディングのための郵便番号の参照データは ArcGIS スターターパックを利用した。ここで、2013 年度以降に郵便番号の変更があった地域は参照データが 2012 年のデータを利用したためジオコーディングを行うことができなかつたので、本分析については郵便番号からのジオコーディングが可能であった 903 件について行った⁵。またジオコーディングによりアンケート結果のポイントデータを作成する際、同じ郵便番号

⁵ 具体的には、滝沢市及び盛岡市飯岡のアンケート回答者 51 件について、マッピングができてい

の回答者のポイントは同一地点に作成されてしまうため、回答者をマッピングした際には複数の回答者がいるにもかかわらず、見かけ上一つのポイントとなってしまい（図 2.3 左）、最上部に表示されたポイントの情報しか表示されず目視ができないため、他の回答者が異なる回答をしていても確認できない。そのため、QGIS のポイント移動ツールにより、同一地点に複数の回答者がいる地点に限り、本来の地点からわずかに移動させ、目視による判読をしやすくした⁶。

回答者の森林生態系サービスに対する受益と評価について、マッピング可能な回答者（903 件）について分析したところ、受益と評価ともにレクリエーション機能について最も低い評価となる一方、林産物の生産機能について最も高い評価となった（図 2.4(1)および(2)）。また調整サービスに含まれる森林生態系機能のなかでは、土砂災害防止機能や洪水防止機能に対して低い評価になった。

回答者の地理的分布状況をみると、JR 沿線の主要駅である盛岡駅、花巻駅、北上駅、一ノ関駅の周りに回答者が多く分布していることがわかる（図 2.5）。受益と評価に関するそれぞれの回答で最も高い評価を示した回答者のみを抽出し図示したところ、地理的分布状況に顕著な特徴を確認することはできなかったものの（付録参照）、生態系サービスの違いによる回答傾向の違いに注目すると、文化サービスに関する設問（項目 1 および 2）では、県南の内陸部で最も高い評価以外の評価を行ったことを示している黒いポイントが多くなっているのに対して、調整サービスに関する設問（項目 6 から 11）では、岩手県南西部では最も高い評価をつけた回答者が多くなる傾向があった。

そこで、図 2-1 及び 2-2において回答が同様の傾向を示している受益に関する設問の項目 1（心身の癒しや安らぎの場を提供する働き）および 8（洪水を防止する働き）についてみると、上述のように県南西部において分布に違いが見られた（図 2.6）。特に、県南西部で回答者が集中している北上市および一ノ関市をみると、図 2.7 に示すように、北上駅周辺では設問項目 1 の方が設問項目 8 よりも高い回答を示した回答者の割合が高く、反対に一ノ関駅周辺では設問項目 1 よりも設問項目 8 で高い回答を示す回答者の割合が高くなる傾向があり、異なる生態系サービスによって受容者の評価に地域的な違いが生じていることが見出された。

こうした違いに対して、地形的変数（森林の位置や河川の位置などの立地条件）からの影響や、社会的変数（年齢、性別、子供の有無、ライフスタイル）からの影響を含めた定量的な分析について引き続き分析を行う。

ない。

⁶ 図 2.3 左で示すように、ジオコーディングによる結果をそのままマッピングすると、同一地点に重複があった場合でもポイント（黒）で示したように一つのポイントとして表示される。そこで図 2.1 右に示すように、同一地点に重複を含んでいるポイントデータ（黒）について、重複している点を本来の位置から半径 200m の同心円状に移動させることにより、全てのポイントデータ（黄色）を確認することができるようにした。

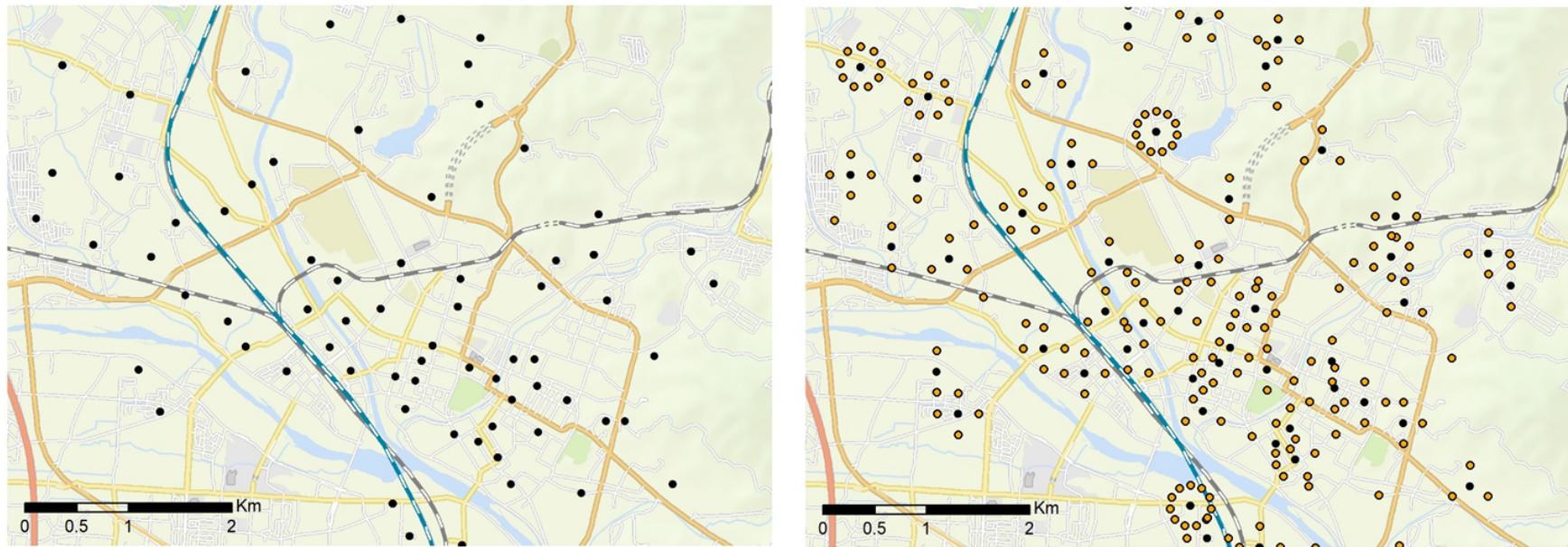


図 2.3 QGIS による重複するポイントデータの移動

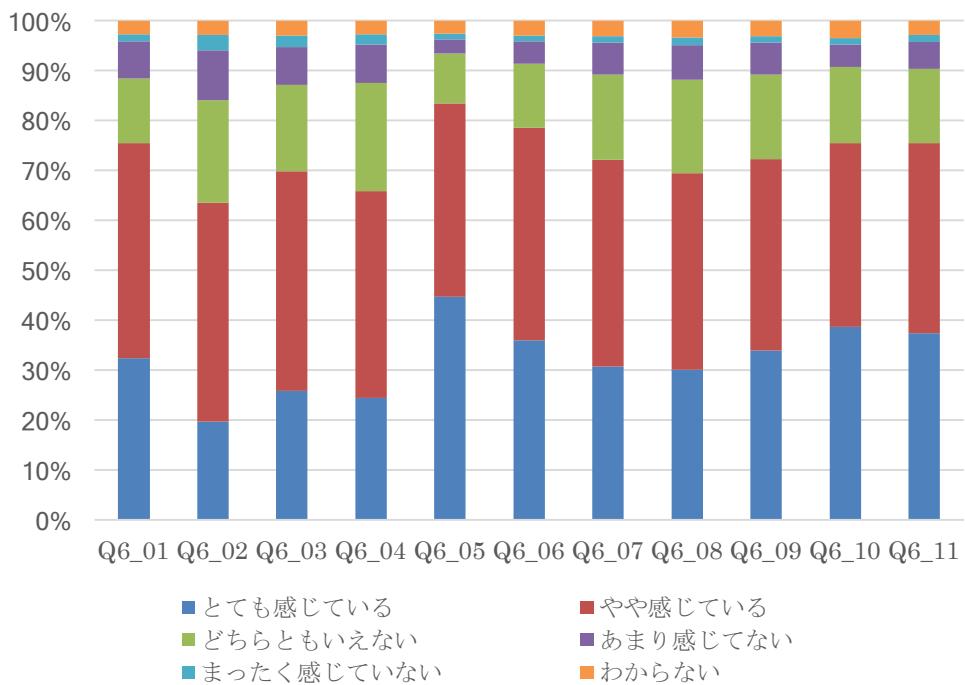


図2.4. (1) 受益に関する回答

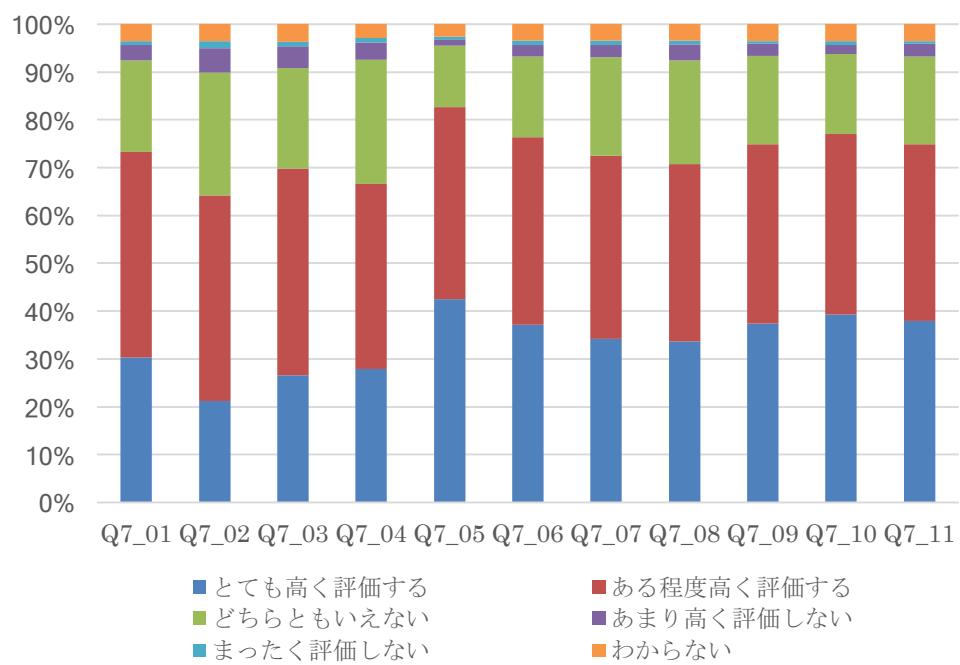


図2.4. (2) 評価に関する回答

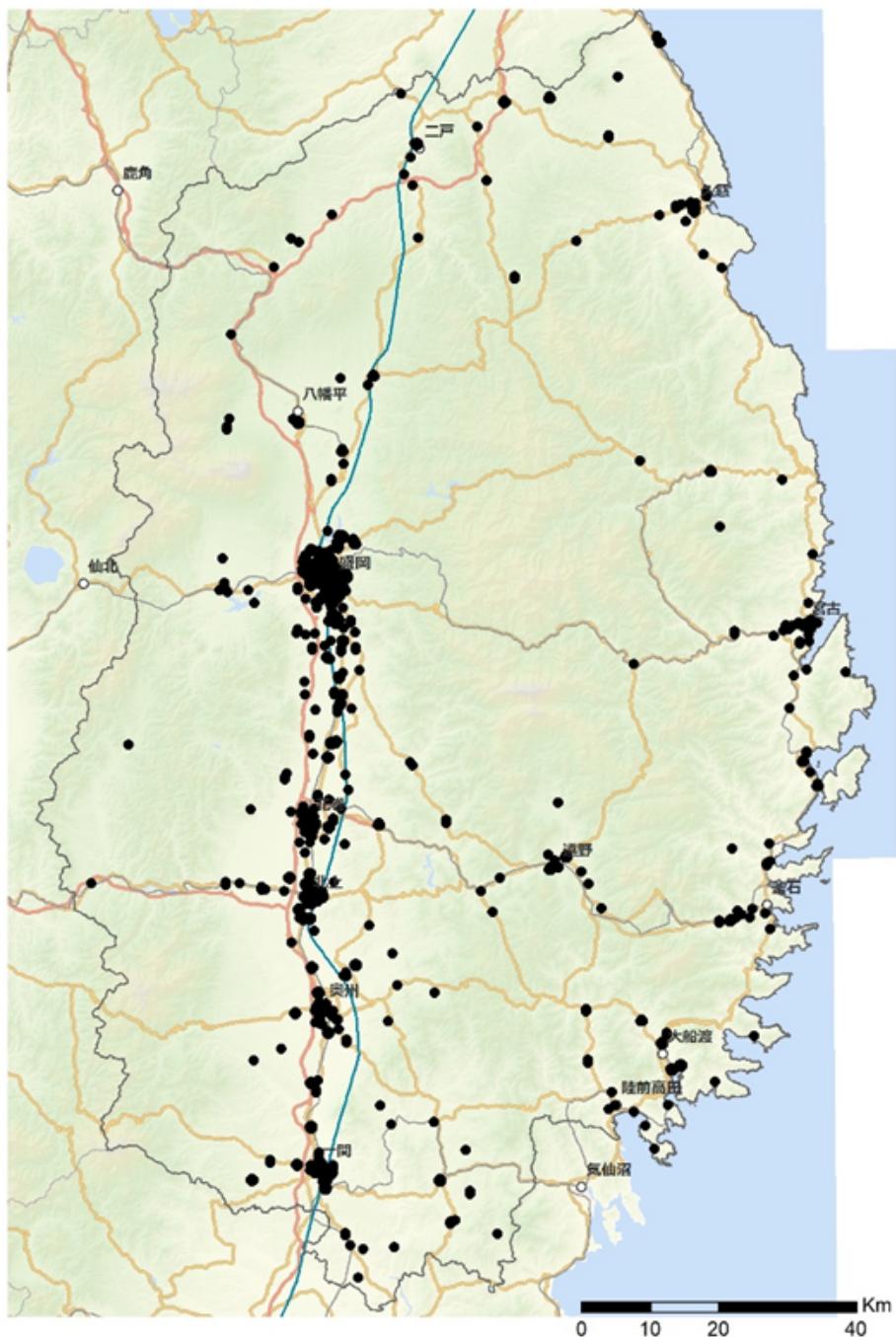


図 2.5 アンケート回答者の分布

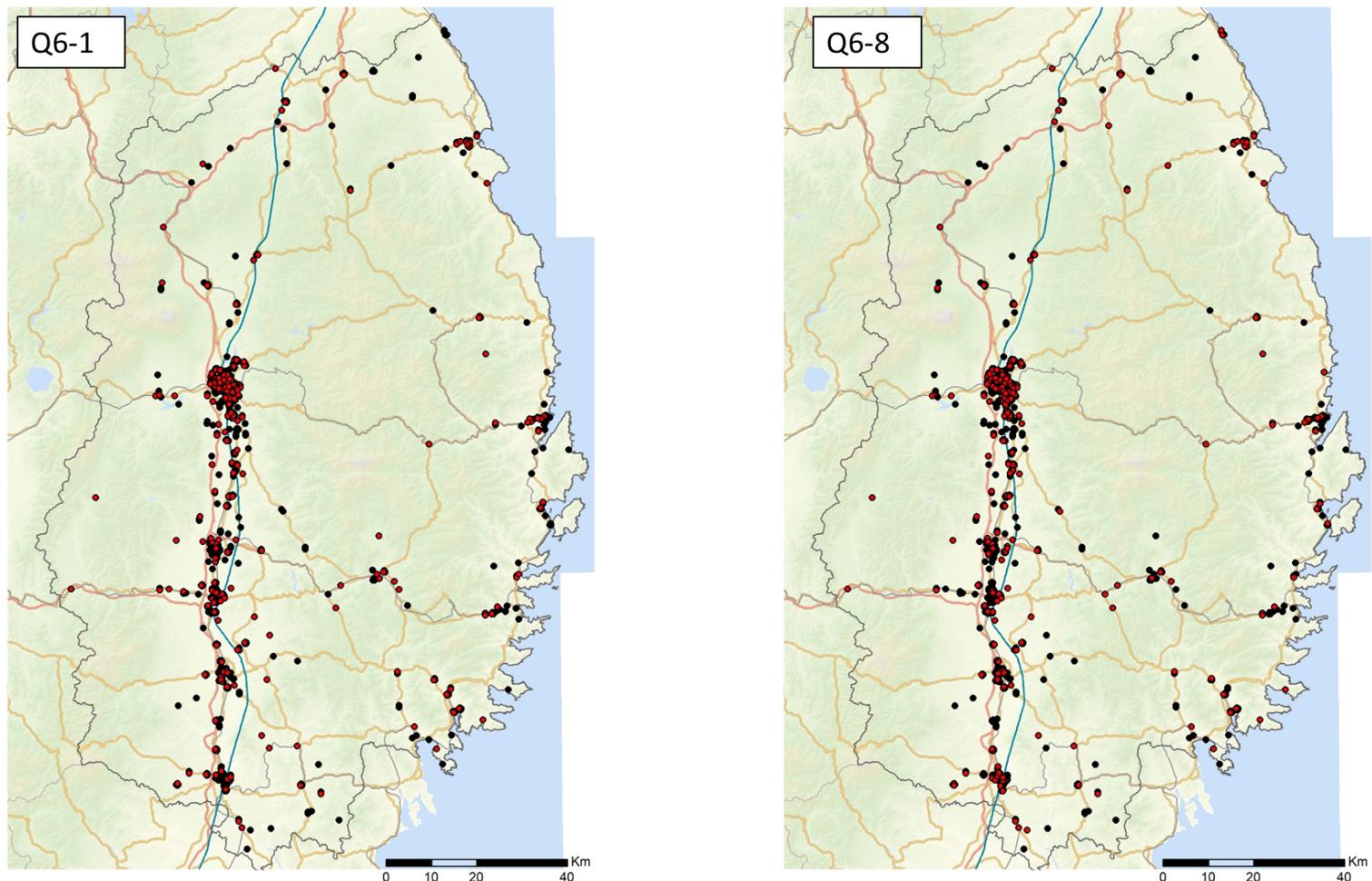


図 2.6 Q6-1 及び Q6-8 における高評価回答者の分布図

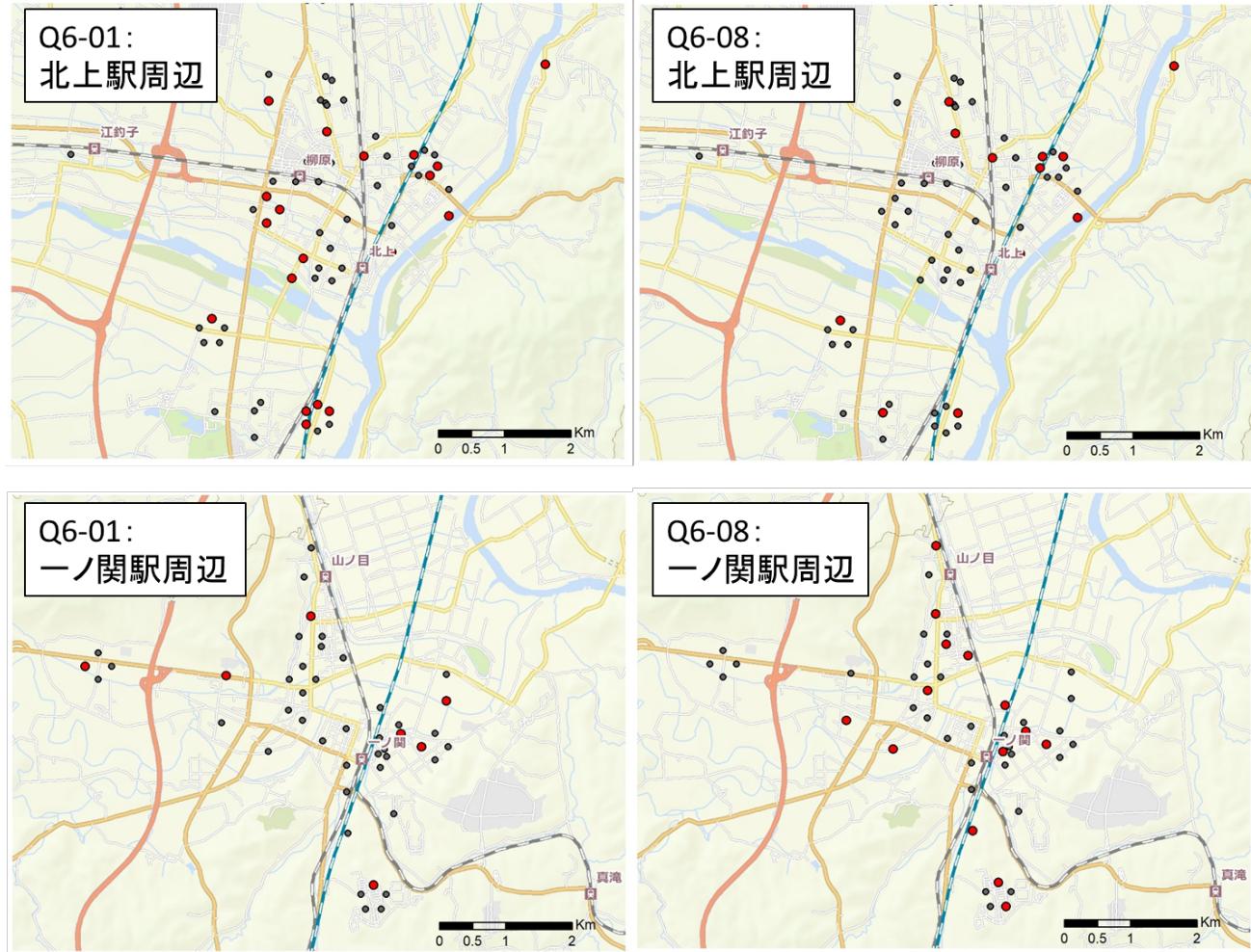


図 2.7 Q6-01 及び Q6-08 における高評価回答者の北上駅と一ノ関駅周辺の分布状況

2.3.2 時間要因の考慮

自然資本は、その性質から言って一時点だけでなく、サービスと便益を提供し続ける限りにおいて長期的な評価視点を必要とする。自然資本のシャドウ・プライスを評価するに当たり、Arrow et al. (2003) や Fenichel and Abbott (2014) は自然資本から生じる便益の将来流列を割り引いて現在価値を求めるという操作を明示した。生態系勘定においても、生態系資産の原単位価値を推定することが求められるが、Arrow(2003) や Fenichel and Abbott(2014) の議論によれば、本来はその生態系資産（例えば森林や湿地）が将来に渡って提供する生態系サービスの価値を割り引いたものとして考えられる。

その際に、いかなる割引率が生態系サービスに適用されるのかという論点が生じる。環境問題について議論する際に適用される割引率は、社会的割引率としてしばしば市場利子率より低い率が採用される傾向にあるが、生態系サービス評価における割引率はいかほどかはよく解説されていない問題である。そこで、まずは生態系サービス評価の問題に時間的な要素を取り入れる際の定式化について概観する。

$U(s, x(s))$ を自然資本（生態系資源）1 単位から生じる生態系サービスフローの便益とする。 s は次のような 2.1 式に従って成長・変化すると考える。

$$\dot{s} = G(s) - f(s), \quad (2.1)$$

ここで $G(s)$ と $f(s)$ はそれぞれ生態系資源の成長と人為介入を表す。 $x(s)$ は人間の経済活動計画を表す。社会的福祉は、効用の無限期間龍列の割引現在価値として定義される(2.2 式)。

$$V(s(t)) := \int_t^\infty U(s(\tau), x(s(\tau))) e^{-\delta(\tau-t)} d\tau, \quad (2.2)$$

ここで $\delta > 0$ は純粋時間選好率あるいは効用の時間割引率である。すると、生態系資源のシャドウ・プライスは、2.3 式のように表される（時間をあらわす t は省略）

$$p(s) = \frac{U_S(s, x(s)) + \dot{p}(s, x(s))}{\delta - G_S(s)}, \quad (2.3)$$

ここで U_S は年間の生態系からの便益を表す。 G_S は生態系資源の再生率を表す。また、 p の時間微分は、インカムゲインとキャピタルゲインの割引現在価値を表す。

こうした定式化によれば、再生率が高い生態系資源ほどシャドウ・プライスは高く評価されることになる。このことは、森林資源を例にいえば、成長途中の若い森林は、成長を終えた森林よりも高く評価されることになる。これに加えて、生態系サービスに対する時間選好率によっても、シャドウ・プライスは影響を受ける。

そこで、本研究では森林の保全プロジェクトを念頭に置いて、森林資源のシャドウ・プライスに対する評価研究を行う。利用する評価手法は、多属性評価が可能であるコンジョイント分析とし、属性については森林プロジェクトを記述する形で、(1)整備面積、(2)整備される森林の樹齢、(3)実

施タイミング、(4)実施費用を想定する。特に注目するのは、(2)の森林の樹齢であり、調査においては若木ほど成長率が高いことに関する認識を求めていた。また、(3)の実施タイミングは、享受できる生態系サービスに関する時間選好率に関連し、時間的要因を含めたシャドウ・プライス推定として注目される属性である。表 2.2 は森林資源のシャドウ・プライス推定の属性と水準をまとめたものである。

表 2.2 コンジョイント分析における属性と水準

属性名	水準1	水準2	水準3	水準4	水準5
整備面積	20ha	40ha	60ha	80ha	100ha
平均樹齢	1年生(苗木)	10年生	20年生	40年生	60年生
政策効果年度	2019年から10年間	2023年から10年間	2028年から10年間	2033年から10年間	2038年から10年間
負担金(世帯あたり 今年度のみ)	4000円	6000円	8000円	10000円	12000円

この属性水準を組み合わせて、回答者に仮想的な政策を複数提示し、その中からもっとも望ましい政策を回答することを求める。その回答データを分析することにより、各属性のウェイトを推定する。そこから支払意思額 (WTP) を推定するを通じて、各属性が森林の価値 (シャドウ・プライス) に与える影響を観察する。

調査票においては、各属性についての説明を含めて、政策シナリオについて図 2.8 のような理解統一を測っている。

お住まいの都道府県で森林を整備するために、新たな事業を実施するとします。以下の説明文をよく読んで、質問にご回答ください。

森林整備事業とは、お住まいの都道府県内において新たに植林する、あるいは既存の森林の減少や荒廃を防止するものです。ここでは森林整備によって特定の森林エリアの保全を行うとします。

・整備エリアでは、苗木を植樹するか、幼木または成木の維持管理かのいずれかの森林整備事業を行います。事業の効果は事業開始後すぐには発現せず、一定期間が過ぎてから発現します。森林整備を行わなければ、森林の機能が發揮されないとします。

(整備面積)

・森林整備事業を行う面積を表します。参考までに、東京ドームの建物面積は4.7haです。

(整備エリアで整備される樹木)

・苗木を植樹するか、幼木または成木の維持管理かのいずれかですが、維持管理の場合は樹齢も整備案によって異なります。
・樹齢とは、事業効果が出始める時点での整備エリア内の平均樹齢を表し、事業実施期間中の植え替えはないものとします。樹齢が若いほど成長が速くCO₂の吸収量が多くなり、高齢になるにつれてCO₂の吸収量は少なくなります。
・一方で、木材を生産する働き・洪水防止を防止する働き・水資源を蓄える働きなどの機能を発揮するには、樹齢20年以上の成木になるのを待つ必要があり、樹齢が高くなるほどその効果は高まります。

(事業効果が発現する期間)

・事業の効果が発現するはある時期から30年間のみとし、事業効果が30年間発現したら事業は終了し、その後は事業効果もなくなるものとします。

(世帯あたり負担金)

・負担金は、事業効果が発生し始める年度にかかるわらず来年度から世帯ごとに集められ、集まったお金は、お住まいの都道府県内の森林整備事業のみに使われるとなります。
・負担金は来年度(2019年度)から事業が終わるまで毎年度同じ額が集められます。
・負担金を支払うと、事業終了まで毎年その分だけ、あなたの世帯が自由に使えるお金が少なくなることにご注意ください。

図 2.8 コンジョイント分析の調査票におけるシナリオ設定

また、実施タイミングと支払いについての想定が複雑であるため、図 2.9 のような補助説明を行った。

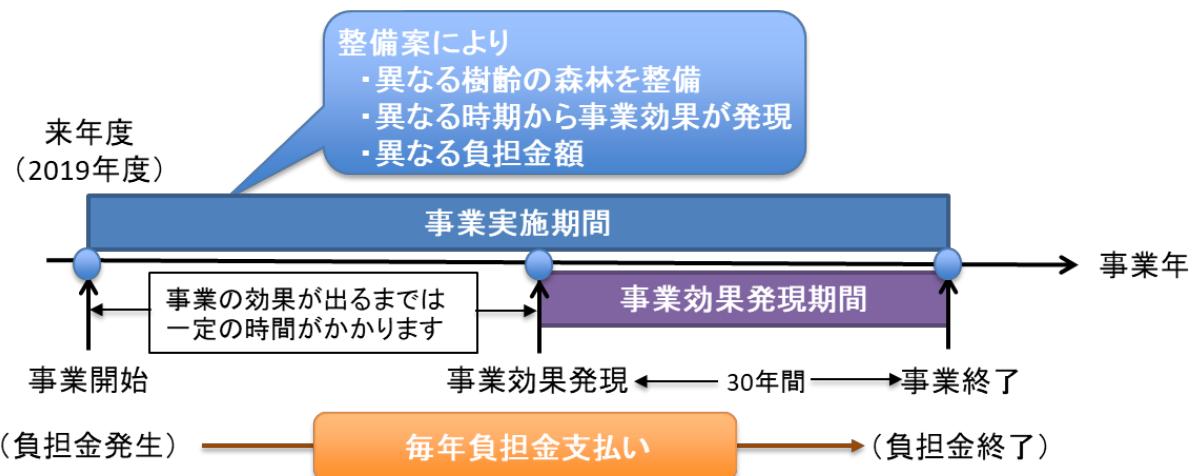


図 2.9 コンジョイント分析調査 補助説明図

以上を踏まえた選択質問の例は図 2.10 のように示される。

3つの整備案を比較して、望ましいものを選んでください。			(ひとつだけ)	
これは質問の例です。 このまま次へお進みください。				
整備面積	整備案1 10ha	整備案2 30ha	整備案3 20ha	この中からは選ばない
整備エリアで整備される樹木の平均樹齢	10年生	1年生（苗木）	60年生	
政策効果期間	2038年から30年間	2023年から30年間	2038年から30年間	
世帯あたり負担金（世帯あたり年間）	12,000円	10,000円	12,000円	

↓ ↓ ↓ ↓

図 2.10 コンジョイント質問例

コンジョイント分析の回答は、ランダム効用理論に基づく次のような計量モデルによって分析する。まずランダム効用関数(3-1)式を仮定する。

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (3-1)$$

ここで、 U_{in} は個人 n が選択肢 i を選んだときの効用を表し、 V_{in} は提示されたプロファイルからの観察可能な効用の確定項とする。 ε_{in} は誤差項であり、条件付きロジットモデルで解析する場合は第一種極地分布を想定する。

選択型コンジョイント分析は、幾つかの選択肢集合の中から、最もよいと思った選択肢を 1 つだけ選択することを要求するものである。回答者に提示された選択肢の集合を C_n とすると、個人 n が C_n の中から選択肢 i を選ぶ確率 P_{in} は、(3-2)式のように表現できる。

$$P_{in} = prob(U_{in} > U_{jn}, \text{for all } j \in C_n) \quad (3-2)$$

(3-1)式を代入して変形すれば、次のようになる。

$$\begin{aligned} P_{in} &= prob(V_{in} + \varepsilon_{in} > V_{jn} + \varepsilon_{jn}, \text{for all } j \in C_n) \\ &= prob(V_{jn} - V_{in} < \varepsilon_{in} - \varepsilon_{jn}, \text{for all } j \in C_n) \end{aligned} \quad (3-3)$$

McFadden (1974)により条件付きロジットモデルは次のように定式化されることが示されている。

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_j \exp(V_{jn})} \quad (3-4)$$

この式を利用して、ランダムに与える部分プロファイルから、効用関数のパラメータ、すなわち各属性のウェイトを求める。

本研究では、条件付きロジットモデルによる分析を行うが、今後の拡張として混合ロジットモデルによる推定を行い、評価ウェイトの分布や、個人別推定を行うことも可能とする。それにより空間的な論点を合わせた分析など、より複合的な観点からの分析ができるようになる。

2.3.2.1 時間的要因に関する社会調査

時間的要因を考慮したシャドウ・プライス推定のために、全国の住民を対象として 2018 年の 12 月 7 日から 12 月 12 日までインターネットを用いた社会調査を行った。各都道府県の性別と年齢の人口構成に沿うようにサンプル抽出を行った結果、5343 の回答が収集された。

サーベイ調査票では、岩手県における調査と同様に森林生態系がもたらす生態系サービスについて認識と知識の共有のための説明を行ったあと、各回答者が森林の生態系サービスとしてどのような機能を享受しているかについての設問を行った。

調査票において、コンジョイント選択質問においては、選択しない（この中からは選ばない）という回答を許容したため、分析においては No-choice dummy を導入した。また、樹齢属性については、苗木の植樹による森林整備には、成木としての樹齢の違いとは質的に異なる意味付けが考えられるため、樹齢属性に関連して植樹ダミーを導入した。

回答者には選択質問が 5 回繰り返し割り当てられ、その回答結果をもとにランダム効用関数を構成する各属性係数を推定した。その推定結果は表 2.3 のようにまとめられる。

表 2.3 コンジョイント分析における各属性係数の推定結果

変数名	係数	標準誤差	t値
整備面積	0.00904***	0.00037	24.23
平均樹齢	0.00018	0.00053	0.34
植樹(樹齢0)	.09740***	0.02897	3.36
政策効果年度	-0.01156***	0.00137	-8.45
負担金(世帯あたり, 今年度のみ)	-0.00026***	0.000003	-64.6
No-choice dummy	-2.58391***	0.05666	-45.6
観察数	20605		
尤度	-24202.55		
疑似決定係数	0.1077		

表 2.3 から分かる通り、樹齢属性については有意な推定値が得られなかつたが、その他の係数については有意で符号条件を満たした推定値となつてゐる。整備面積の符号が正であることは、広いほど望ましいという妥当な結果である。また植樹係数が正であることは、成長率が高いという理由だけでなく、苗木による植樹には記録や教育的な意味などなんらかの付加的な理由により評価値が高いことを示唆している。

また、政策効果が現れる年度については、負の符号を示しており、生態系サービスの享受は早いほど望ましいことを示しており、割引率が正であることを示唆する。その貨幣評価として、負担金属性との比をとれば、

$$\text{政策効果タイミング／負担金} = -0.01156 / -0.00026 = 44.6$$

となる。つまり、1 年間の政策効果の前倒し（先送り）のためには、政策実施のための負担金を毎年 44.6 円追加（削減）することで許容されるということを意味する。推定値から、増加プロファイルで支払い金額が取りうる 8,000 円を参考値とすると、およそ 0.6% という割引率が示唆される。

0.6% という割引率は、公共事業で利用される割引率や、民間企業のプロジェクトなどで利用される私的割引率よりはかなり低い値であるが、近年で検討されている二酸化炭素排出のダメージを評価する際に利用された社会的割引率 0.1% には近い値である。こうした回答者の将来の生態系サービスに対する評価に、回答者の世代間衡平に対する意識が現れていると考えられる。

2.4 まとめと今後の課題

本章では、生態系ストックや生態系サービスの経済評価について、生態系サービスの性質について競合性および排除性に着目し、経済評価を行う際の論点を抽出し、空間的分布の考慮が生態系サービスによっては重要となることが示された。それを踏まえて、生態系サービスの空間分布について調査を行った。本調査では、岩手県を対象に社会調査を行い、森林生態系サービスについて受益の状況とそれに対する評価データを収集し、地形データと合わせてマッピングし、可視化した。その結果、文化的サービスに対する受益・評価と調整サービスに対する受益・評価などに空間的分布の相違が観察された。また、生態系サービスのシャドウ・プライス推定について、時間的な要因を考慮した分析を行った。これまで、生態系を含めた自然資本のシャドウ・プライス推定には将来の便益に関する割引が暗黙のうちに想定されているが、生態系勘定において将来の便益を通時に記述するためには割引率の情報が必要となることがある。そこで、全国を対象とした社会調査を行い、コンジョイント分析を応用して森林生態系を事例に割引率の推定を行い、初期結果として森林生態系サービスの割引率はおよそ 0.6%と推定された。

本年度の研究により、森林生態系サービスを対象とした、経済価値評価としてのシャドウ・プライス推定について、空間的ならびに時間的要因を考慮する必要性が示され、初期結果として生態系サービスによる空間的分布の相違や、時間的割引の定量化がなされた。

今後の課題として、空間分布の特徴をより詳細に分析していくことが挙げられる。例えば、生態系サービスの受益に関する空間的分布の規定要因について計量分析を行うことにより、目視による便益分布だけでなく、データの統計解析により影響の定量化が行える。その際には生態系サービスの受益分布について、その生態系サービス源からの距離などの地理的な変数や、社会経済的変数を導入した計量モデルを特定し、生態系サービスの受益の空間分布の構造や法則を分析することが課題として考えられる。

第二に、生態系サービスの競合性や排除性に関連して、混雑現象といった生態系サービスの便益に関する要因についての研究を行うことが求められる。生態系サービスによって競合性の度合いは異なり、それによって受益者数が生態系サービスからの受益の大きさを規定されることが考えられるため供給サービスのような物的消費を基本とする生態系サービスの評価に対して、調整サービスや文化的サービスのような交換価値として評価しにくいサービスを受益者側の状況に関する情報を踏まえて評価することをで、既存の SEEA-SEA が提供する情報に加えて、厚生価値に基づいた生態系サービス評価を行うことができる。

また、時間的要因の分析課題として、環境勘定を通時に記述していく際に必要となる割引率に関する研究が必要である。本年度の研究により、シンプルな計量モデルによって将来の生態系サービスの割引率が推定されたが、今後は計量モデルを発展させ、時間選好率を規定する諸要因について分析することが求められる。そこでは、生態系サービスの多様性を鑑みて、生態系サービスごとの受益の度合いと、その生態系資源に対する割引率の関係などを考察することにより、環境勘定に導入する経済評価データについての時間的な整合性が改善され、長期的な視点で評価されるべき生態系資源についてより適切なシャドウ・プライスを当てはめることにつながるだろう。

以上のような課題への取り組みを通じて、シャドウ・プライスの推定を通じて生態系資源の経済

評価を行いつつ、生態系勘定体系への当てはめを進めていくことで、フロー勘定の作成とともにストック勘定の精緻化を行うことで、より有益な生態系勘定の開発が可能となる。

第3章 生態系サービス勘定に基づく公共政策評価に関する研究

3.1 再生可能エネルギーと自然生態系との関係性の整理

2014年より始まった地方創生とは、少子高齢化や首都圏への一極集中による地域の衰退を防ぐため、「まち・ひと・仕事」の創生を通じて、自律的・持続的・魅力的な地域社会を創ることを意図している(内閣官房、2019)。近年、地方創生の一環として再生可能エネルギーの利用が全国的に進んでいる。間伐材や林地残材などの木質バイオマス、太陽光発電に代表される再生可能エネルギーは、地域資源の一種である。地域資源とは、地域やコミュニティに存在する環境的資源(森林、植物、景観など)、経済的資源(ツーリズム、地域ブランドなど)、社会的資源(地域への愛着、教育、文化など)に分類される(環境省、2018)。再生可能エネルギーは、発電による電力生産、給湯や暖房などへの熱供給を行うことができる。地域に存在する再生可能エネルギーを地域内で消費することは、地産地消の一環であり、化石燃料にない再生可能エネルギーの大きなメリットである。2009年11月より開始され、2012年7月より拡充された固定価格買取制度(FIT制度)などの経済政策と相まって、全国各地で木質バイオマスの発電所や大規模太陽光発電所(メガソーラー発電所)が建設され、稼働している。

Šahovića and Silva (2016)は、コミュニティにおける再生可能エネルギー生産は、地域の雇用創出、インフラ構築、教育や人口減少を食い止めるために実施される代表的な事業であると指摘している。我が国における上述した動きは、地域に賦存する再生可能エネルギーを利用して、地域活性化を狙ったものであるといえる。再生可能エネルギーを事業として進めることで、地域の林業、輸送業の生産活動が増加するとともに、発電業や燃料製造業などの新規産業を創出することができる。また、この動きは、地域内外の他産業にも経済波及することが期待される。例えば、Nishiguchi and Tabata (2016)は、我が国の未利用となっている木質バイオマス約860万tを電力あるいは熱利用することで、経済波及効果も含めて、最大で約9.8億ドルの生産額の増加、約25000人の雇用創出、約1,370万tのCO₂排出量削減が期待できると試算している。

他方、木質バイオマス発電所やメガソーラー発電所が建設されることで、その地域の環境、自然生態系、景観に思わぬ悪影響が出ている事例が増えつつある。一例をあげると、木質バイオマスの需要増に伴う森林の皆伐や違法伐採、太陽光パネル設置に伴う森林の伐採やパネルの崩落事故がある。再生可能エネルギーの利用は、地球温暖化対策や化石燃料の使用量削減の観点からは望ましい。しかし、これに伴い地域の環境や自然生態系が破壊されることは、地域の魅力が減ること、すなわち地域資源の減耗に繋がるために避けなければならない。理想的には、地域の再生可能エネルギーを積極的に利用することで地球温暖化対策が推進されるとともに、森林や景観(環境的資源)の保全が進むこと、住民の地域やみどりへの満足度や愛着(社会的資源)も同時に高まることが望ましい。生態系勘定には、木質バイオマスの再生可能エネルギー利用など、生態系サービスの提供が地域資源にどのようなプラスの影響を与えるか、あるいはどのようなマイナスの影響を与えるかを適切に測定し、プラスの影響を最大化する公共政策を提案できるフレームワークの構築が求められる。

本サブテーマでは、再生可能エネルギー(木質バイオマス、太陽光発電)を事例として、生態系勘定を用いた公共政策評価の方法を論じる。そのため今年度は、生態系勘定を政策評価に適用できる事例をリストアップするため、再生可能エネルギーと自然生態系との関係性を整理する。

3.1.1 木質バイオマス

木質バイオマスは間伐材、木質系廃棄物、林地残材のような未利用材などが該当する。例えば、山地に存在する森林を再生可能エネルギーとして利用するためには、森林の間伐や伐採、木材の運搬、燃料化、流通などの工程が必要となる。燃料化の工程では、発電・熱利用のための燃料に加工するための施設の建設が必要になる。原料調達から流通までのサプライチェーンを構築することで、各工程に関する産業の経済活動が活発化し、森林資源の木質バイオマスとしての利用効率が向上することになる。これが、木質バイオマス地産地消のポジティブな効果である。このポジティブな効果には、間伐の実施に伴い森林が適切に維持管理されること、木質バイオマスが電力・熱として地域に還元され、結果として地域住民の地域への満足度や愛着の向上に繋がることといった、正の波及効果が含まれている。

一方、バイオマス燃料を海外から輸入してエネルギー生産する場合、地域に賦存する森林資源は有効に利用されなくなり、森林の適切な維持管理が十分に行われなくなる可能性がある。また、森林を皆伐するなど、木の成長速度を超える過剰な供給を行った場合、地域の森林資源は壊滅的な被害をうける。このような事態は、森林資源の利用効率を低減させるネガティブな効果になる。これらは結果として、地域の景観悪化に繋がるとともに、住民にとっても地域への愛着を低下させる結果となる。また、森林の維持管理が進まないことで、自然災害発生時の地すべりなどの二次災害リスクの増加にも繋がる。これがさらなる地域の衰退に繋がるという負のフィードバックとなるおそれがある。

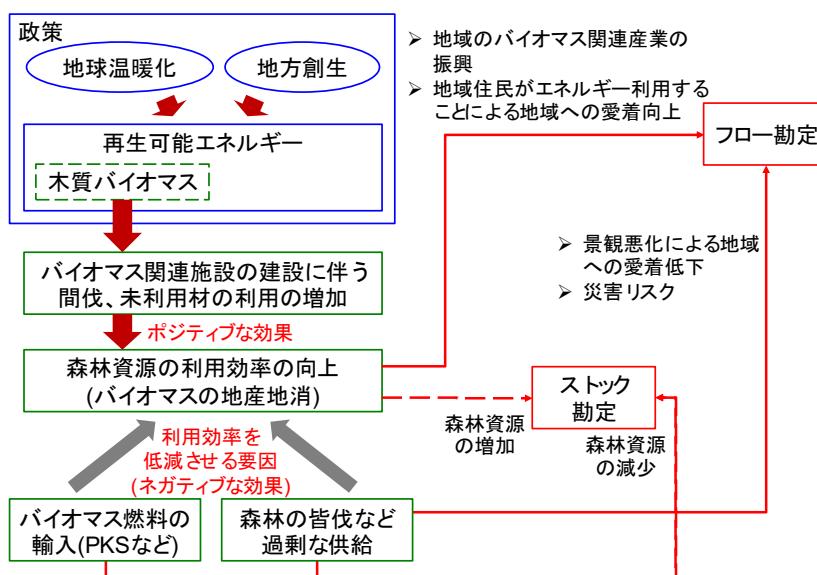


図 3.1 再生可能エネルギーと自然生態系との関係性(木質バイオマス)

3.1.2 太陽光発電

メガソーラー発電所は、総発電出力が 1 メガワット以上となるように太陽光パネルを敷き詰めた発電所のことをいう。例えば、大阪府堺市にある堺太陽光発電所は、発電出力が 10 メガワットの

国内最大級のメガソーラー発電所である⁷。この発電所は埋立地の跡地に建設されており、敷地面積は約 21 ヘクタール(210,000m²)である。単純な計算ではあるが、1 メガワット分の太陽光パネルを敷き詰めるために、約 2.1 ヘクタールの土地が必要となる。これはサッカーのフィールドで換算すると約 3 面分に相当する。メガソーラー発電所を建設することは、相応の土地面積が必要になるということが容易に想像できる。

メガソーラー発電所を稼働させることは、地球温暖化の緩和に繋がり、地球温暖化による自然生態系への被害の軽減に寄与することができる。これは、ポジティブな効果である。一方、設置場所が森林の場合、森林が切り崩されことで森林資源が減少する。これにより現場の生態系バランスが崩れ、森林資源の利用効率が低下するおそれがある。これは、ネガティブな効果である。このようなネガティブな効果は、森林減少によりその場所にいた生物が住めなくなったり、景観を破壊するなど、自然生態系に悪影響を与える。また、太陽光パネルが斜面に設置されることで土地の保水力が弱くなり、大雨の際に地すべりによる崩落事故が発生する可能性がある。これらは森林資源減少による負の波及効果であるといえる。これらが結果として、住民の地域への愛着低下、地域の災害リスクの向上やこれに伴う地価の低下などに繋がり、さらなる地域の衰退に繋がるという負のフィードバックとなるおそれがある。

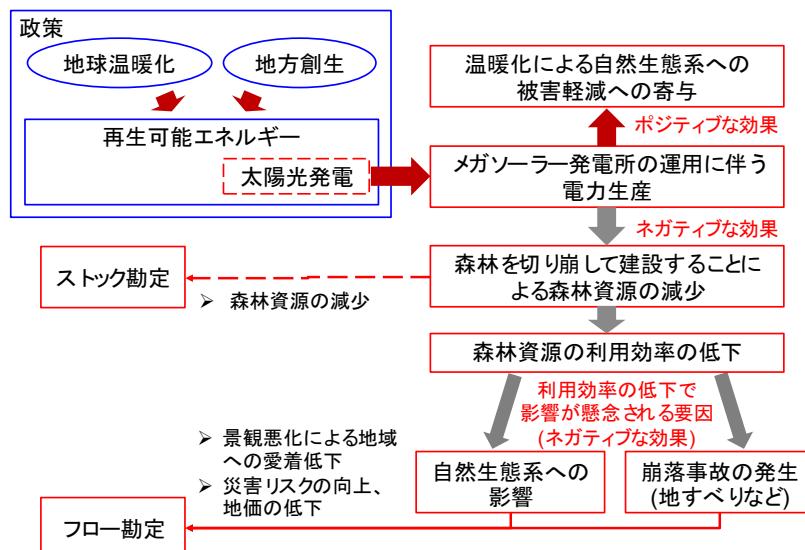


図 3.2 再生可能エネルギーと自然生態系との関係性(太陽光発電)

3.2 森林資源のエネルギー利用による環境・経済・社会への影響の分析

3.2.1 はじめに

木質バイオマスをエネルギー利用する技術として、主に直接燃焼、ガス化、液体燃料製造、固体燃料製造がある。それぞれのエネルギー技術の方法、用途を表 3.1 にまとめた。我が国では、ガス化、液体燃料製造、ペレット以外の固体燃料製造は施設自体が少なく、また採算が合わないなどの

⁷ 堺市 HP より、<http://www.city.sakai.lg.jp/kurashi/gomi/ondanka/machinakasolar/megasolar/index.html>

理由で稼働していない施設も多い(Nishiguchi and Tabata, 2016)。これをふまえると、我が国で産業としての利用が有望な技術は、直接燃焼と固体燃料のペレット製造であるといえる。これらの技術の用途は、主として発電や熱生産である。前述のように、木質バイオマスの直接燃焼による発電施設は全国各地に存在し、建設中なども含めると100ヶ所以上の施設が存在する(図3.3)(Tabata, 2018)。また、熱生産の場合は、温水として、主として給湯や暖房に利用されている(図3.4)。

ここでは、森林資源をバイオマス燃料として利用することにより経済効果や生態系への正負の影響等が生じている事例を収集し、それら影響のリストアップと類型化を行う。また、次年度以降の生態系勘定を利用したそれら影響の定量評価に向けて、分析対象とすべき影響を特定する。

表3.1 エネルギー利用技術の方法・用途

直接燃焼	木質バイオマスを直接燃焼させることで、熱を回収したり、発生した蒸気によりタービンやエンジンを回して発電する方法。
ガス化	木質バイオマスを高温で燃料などの基礎的原料となる水素や一酸化炭素に変換し、タービンやガスエンジンを駆動させて発電する方法。
液体燃料製造	木質バイオマスを熱処理して成分を分解し、エタノールやメタノールといった液体を得る方法。自動車の燃料などに活用できる。
固体燃料製造	木質バイオマスを圧縮してペレットにしたり、碎いてチップにしたり、炭にしたりする方法。固体のまま燃料として使える形に変換する。ペレットは熱利用としてペレットストーブ・ボイラの燃料となる。

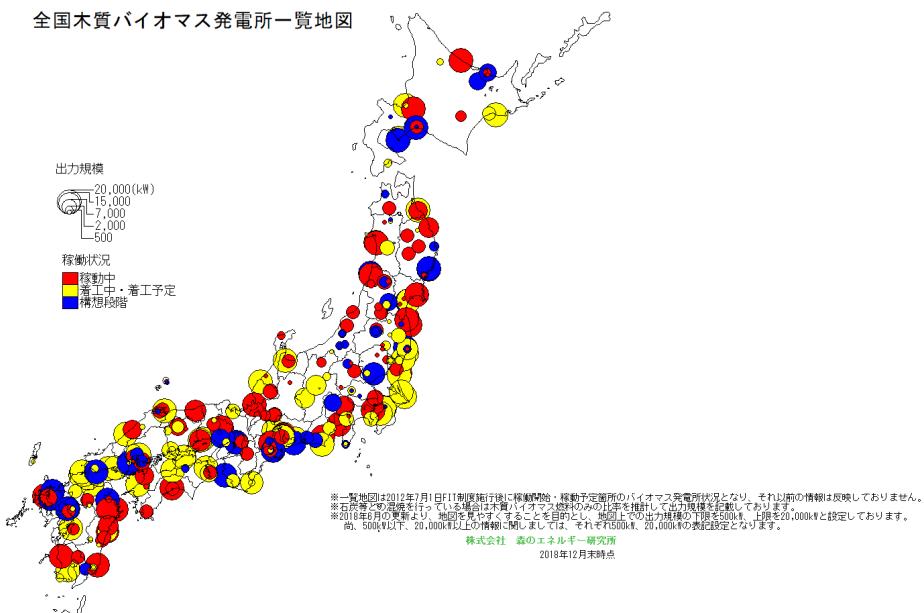


図3.3 全国の木質バイオマス発電所一覧

出典：株式会社森のエネルギー発電所 HP(<http://www.mori-energy.jp/hatsuden1.html>)



図 3.4 热利用施設(温泉、北海道下川町)

出典：下川町 HP

(<https://www.town.shimokawa.hokkaido.jp/kurashi/kankyo/kankyou/gomionsen.html>)

3.2.2 研究の方法

先ず、インターネットから情報を収集し、全国の木質バイオマスを燃料とする発電施設、熱利用施設に関するデータを整理する。続いて、木質バイオマス利用による経済効果、生態系への影響等に関する事例をインターネットからの情報を収集して整理する。以上を踏まえて、自然生態系の観点から木質バイオマス利用の正負の効果を考察する。

3.2.3 結果と考察

3.2.3.1 木質バイオマスのエネルギー利用施設の整理

(1) 直接燃焼発電所

全国の木質バイオマスの直接燃焼発電所 88ヶ所をリスト化した結果を、付録の表 A-1 に示す。直接燃焼発電所は他にも多く存在するが、インターネット上でまとめたデータが入手できたもののみ掲載した。整理したデータは、エリア、発電規模、使用燃料(国産、輸入)、燃料使用量、従業員数(常勤)、総事業費、CO₂削減効果などである。使用燃料を見ると、殆どの施設は未利用材の木質チップを燃料として使用している。また、全体のうちの約 27%(24 施設)が、PKS(パームヤシの殻)を燃料として使用している。PKS はマレーシア、インドネシアなどの東南アジアから輸入されている。また、輸入した木質チップやペレットを使用している施設も少数であるが存在している。

木質バイオマスが発電利用されることが、利用効率向上にどのように繋がるのかを考察する。図 3.5～図 3.7 に、発電規模と燃料使用量、従業員数(常勤)、総事業費との関係を示す。なお、総事業費は、建設工事費デフレーターを用いて、2011 年度基準に換算した(国土交通省、2017)。結果として、発電規模と燃料使用量は正の相関がみられた。即ち、発電規模が増加するほど燃料使用量も増加し、結果として森林資源の利用効率は増加するといえる。また、発電規模と総事業費も正の相関

がみられたが、発電規模と従業員数には相関がみられなかった。これは、発電規模にかかわらず、必要な人員はある程度固定されていることが伺える。いずれにしても、森林資源の利用効率が向上することで、地域の雇用創出に繋がり、発電所建設に伴い地域の建設業が恩恵を受ける可能性があることが、これらの結果から示唆される。

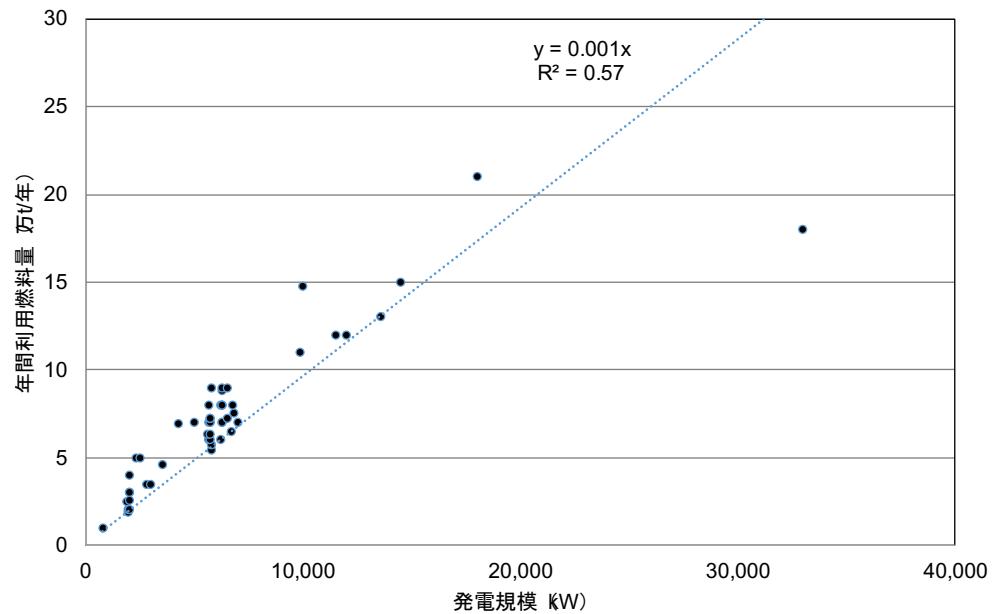


図 3.5 発電規模と燃料使用量との関係

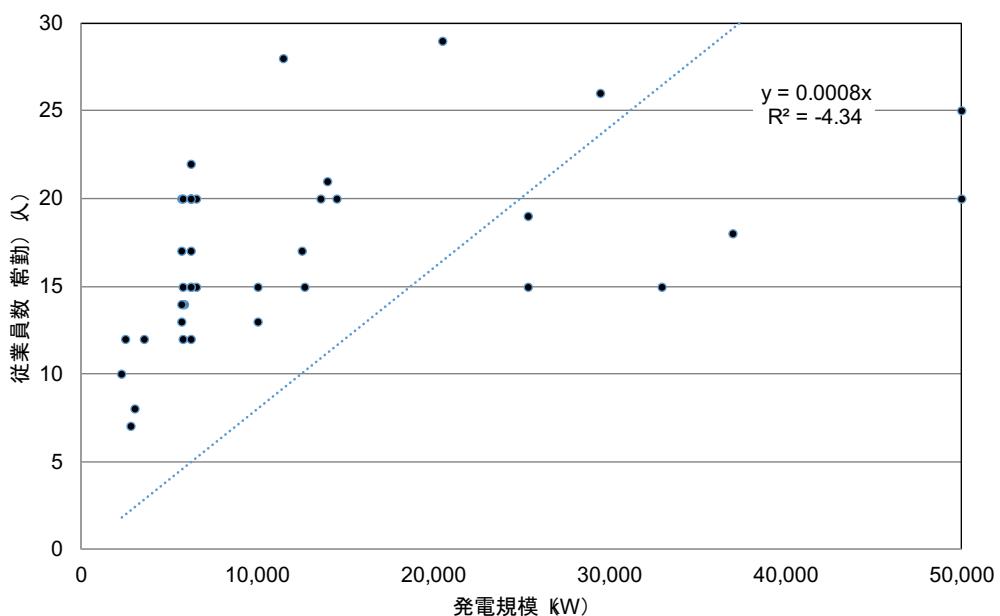


図 3.6 発電規模と従業員数(常勤)との関係

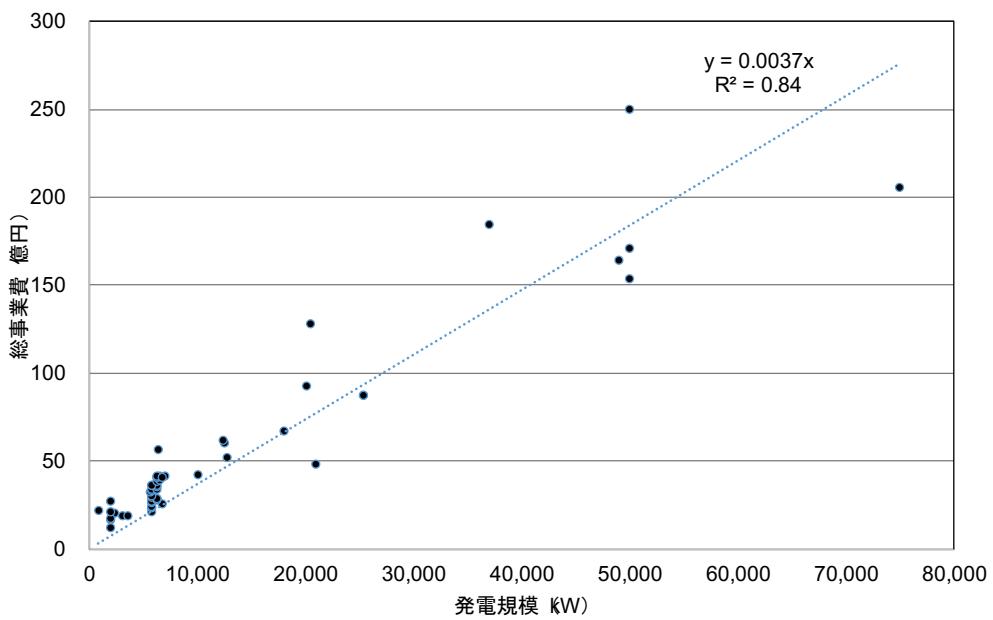


図 3.7 発電規模と総事業費との関係

(2) 热利用施設

林野庁(2017)より、全国の熱利用施設に関する36事例をリスト化した結果を、付録の表A-2に示す。また、全国の木質バイオマスを燃料として使用している温浴施設65ヶ所をリスト化した結果を、付録の表A-3に示す。これらの施設も直接燃焼発電所と同じく、インターネットでまとめたデータが入手できたもののみ掲載した。整理した項目は、場所、導入費用、ボイラー出力、燃料使用量などである。利用施設としては、温水プールや温泉宿泊施設での利用が多い。また、北海道下川町のように、小学校や住宅などを対象として地域熱供給を実施している事例もある。使用燃料は、薪、チップ、ペレットが大半を占めている。

温浴施設を対象として、木質バイオマスが熱利用されることが、利用効率向上にどのように繋がるのかを考察する。図3.8、図3.9に、ボイラー出力と燃料使用量、導入費との関係を示す。燃料使用量、導入費とともに、直接燃焼発電所と異なりボイラー出力との相関はみられなかった。とはいっても、熱利用施設を導入することで木質バイオマスが使用されることになり、森林資源の利用効率の向上には繋がるといえる。

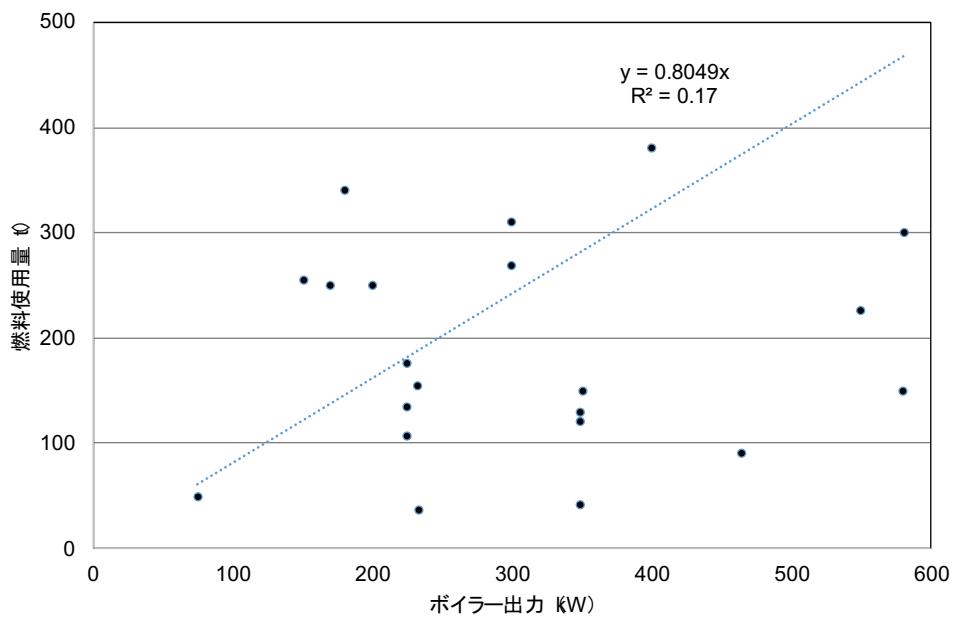


図 3.8 ボイラー出力と燃料使用量との関係

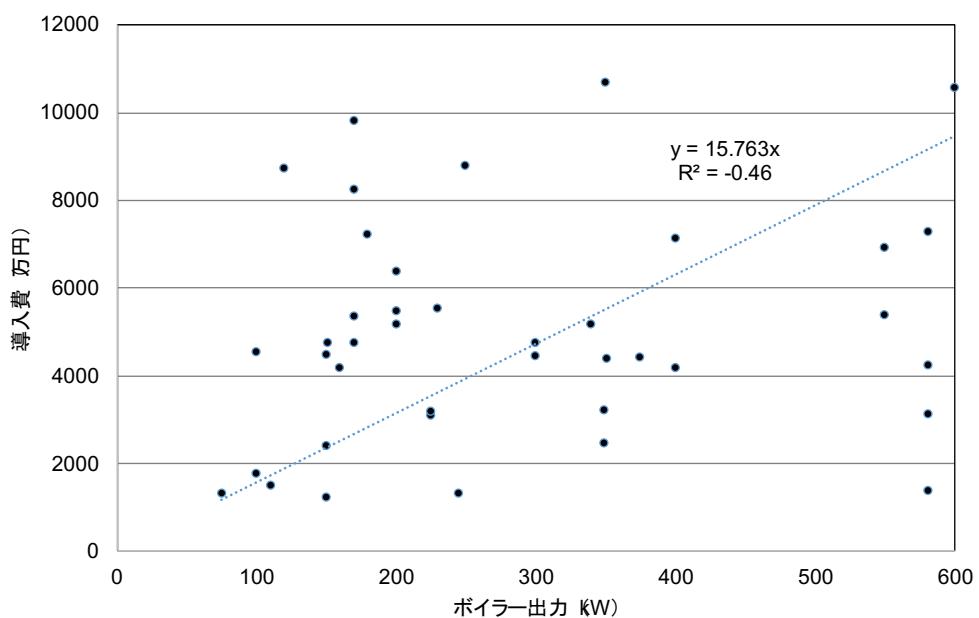


図 3.9 ボイラー出力と導入費との関係

3.2.3.2 木質バイオマス利用による経済効果、生態系への影響等に関する事例

(1) よい影響と考えられる事例

政府は、国連が 2015 年に提唱した持続可能な開発目標(SDGs)を、経済・社会・環境の三側面における持続可能な開発を統合的取組として推進するものとして位置づけ、SDGs の達成に向けた取り組みの先行事例となる持続可能な経済社会づくりを推進するため、SDGs 未来都市の構想を進め

ている(内閣府地方創生推進事務局、2018)。その一環として、全国の自治体への公募のもと、SDGs 未来都市としてふさわしい自治体の選定を行っている。公募は2018年2~3月に行われた。同年6月に公表された選定結果では、全国29都市がSDGs 未来都市として選定された。いずれの自治体も、その地域に存在している地域資源を最大限に活かし、地方創生の観点を踏まえてSDGs の達成を目指すことを計画として掲げている。このうち、地域に存在する木質バイオマスをエネルギー利用することを計画に入れている都市は、北海道下川町、奈良県十津川村、岡山県真庭市、福岡県北九州市の4都市である。

このうち、岡山県真庭市の事例を紹介する。真庭市は山間部に位置しており、人口は約48,000人(2016年5月時点)と小さい都市である。しかし、国土面積に占める森林の割合は79.2%(65,641ha)、森林に占める人工林の割合は57.7%と、いずれも日本平均よりも高い(真庭市、2014)。このような特徴から、同市では昔から林業が盛んであった。同市も他の地方都市と同様に過疎化および少子高齢化の問題が存在している。都市の衰退を食い止めるため、産官民が連携して、木質バイオマスを利用した産業の育成やエネルギー利用を積極的に実施し、バイオマстаウン真庭として知られるようになっている。同市の木質バイオマスのエネルギー利用に関する主な取り組みとして、製材所において発生する製材廃材からペレットを製造し、市役所や温水プールなどの施設での熱源にしている(図3.10)。また、FIT制度を利用して、2015年より間伐材を直接燃焼し発電を行っている。発電能力は10,000kWであり、22,000世帯分の家庭に電力供給が可能である(図3.11)。SDGs 未来都市の計画書には、森林資源をはじめとした再生可能エネルギーを使った地域内の資源循環をつくるということが謳われており、地域のエネルギー自給率を現在の32%から100%を目指すことを目標として掲げている。これを実現するために「木を使い切る真庭」事業を提案している。これは、山林所有者、原木市場、製材所、発電所、集積基地といった森林に関わる産業が連携することで、木材利用に伴う雇用創出、地域産業の発展、地域力の向上、環境の保全を目指すとともに、得られた利益を山林に還元することで、持続可能な森林資源の利用を行うものである(図3.12)(内閣府地方創生推進事務局、2018)。



図3.10 ペレットの製造(筆者による撮影)



図 3.11 木材の集積基地と直接燃焼発電所(筆者による撮影)



図 3.12 「木を使い切る真庭」事業(内閣府地方創生推進事務局、2018)

(2) 悪い影響と考えられる事例

林野庁の2017年調査において、発電燃料向けの国産間伐材・林地残材などの利用量が263万tとなったことが明らかになっている⁸。2013年は50万t程度であり、約5倍の増加になっている。国産の木質バイオマスの使用量は今後も増加すると予測されているが、その一方で、国産材の需要増加に従い、森林の違法伐採の事例が報告されるようになっている。林野庁によると、2017年4月～2018年1月までに、森林所有者に無断で樹木を伐採する事案が全国で62件あったことが明らか

⁸ 日本農業新聞: 国産間伐材 発電利用 200 万トン突破 17年調査 バイオマス拡大 林野庁(2018年9月23日号), <https://www.agrinews.co.jp/p45289.html>

となっている⁹。

加えて、国産材の需要増加と同様に PKS など海外からの燃料の輸入も増加していくものと予想される。輸入材は国産の未利用材に比べて一定の生産量が確保できる可能性があり、燃料価格も国産に比べて安い。燃料の安定供給という観点では、輸入材は望ましいといえる。しかし、PKS はもとを辿れば東南アジアのプランテーションで発生した残渣であり、プランテーションは熱帯雨林を伐採して作られている。PKS を利用することは、回り回って東南アジアの熱帯雨林に関わる自然生態系の破壊に貢献しているといつても過言ではない。環境の観点からみても、輸入材は海外で調達して船で我が国まで輸送する必要があり、輸送の段階で余計なエネルギー消費が係るため、正味のエネルギー獲得量は少なくなることが指摘されている(井内、 2011; Magelli, 2009)。

3.2.4 まとめ

ここでは、木質バイオマスのエネルギー利用を、直接燃焼発電所と熱利用施設に分類し、それに関する情報をインターネットから収集し整理した。また、木質バイオマスの利用による経済効果や生態系などへの政府の影響に関する事例を整理した。以上の結果を踏まえて、生態系勘定を用いて森林資源のバイオマス燃料としての利用する際の影響を定量評価するため、発電と熱利用で分類し、それぞれの正負の影響を表 3.2 にまとめる。

表 3.2 発電、熱利用での森林資源のエネルギー利用の影響まとめ

	正の影響
発電(直接燃焼発電)	<p>(正の影響)</p> <ul style="list-style-type: none">➤ 全国各地で木質バイオマス専焼の発電所が稼働、建設されており、原料調達から発電までのサプライチェーンにおいて、地域産業の活性化や雇用創出が期待できる➤ 化石燃料の使用量削減に伴う CO₂ 排出量の削減が期待できる <p>(負の影響)</p> <ul style="list-style-type: none">➤ 生産した電力は地域内で使用されるわけではないため、地域住民が再生可能エネルギーの恩恵を感じる機会が少ない➤ 全国各地で発電所が稼働している影響により、地域の木質バイオマスの供給量では発電所の需要を満たせない可能性がある➤ PKS など海外からの輸入材を用いて発電を行っている事例があり、地産地消を理念とする再生可能エネルギー利用の観点からいえば本末転倒の状態となっている➤ 木質バイオマスの需要量の増加に伴い、森林の違法伐採や皆伐が問題視されている
熱利用(ペレットなど)	(正の影響)

⁹ SankeiBiz: 林野庁 無断伐採、初調査で 62 件判明 全国の 17 年 4 月～18 年 1 月(2018 年 3 月 13 日号), <https://www.sankeibiz.jp/macro/news/180313/mca180313050003-n1.htm>

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 発電所ほどの規模ではないが、原料調達から燃料流通までのサプライチェーンにおいて、地域産業の活性化や雇用創出が期待できる ➤ 生産した熱は地域内で利用されるため、地域住民が再生可能エネルギーの恩恵を感じる機会が多い (負の影響) ➤ 木質バイオマスの需要量の増加に伴い、森林の違法伐採や皆伐が問題視されている
--	---

直接燃焼発電所については、整理した発電所については大部分が国産の未利用材を燃料として使用していたが、一部はPKSなど海外からの輸入材を用いて発電を行っている施設があった。輸入材を用いている発電所は、地元の未利用材では需要が足らず、発電所メーカーの推薦のもと、発電所建設の時点で輸入材の利用を決定していると考えられる。輸入材は燃料の安定供給という観点では望ましいが、地産地消のエネルギー源であるという再生可能エネルギーの理念を考えると、東南アジアの熱帯雨林に関わる自然生態系の破壊に貢献してしまうことは極力避けるべきである。可能な限り、国産の未利用材の供給で賄えるような需要を考えた発電所の建設が求められる。

熱利用については、その用途はプールや温浴施設が大半である。これは重要なことであるが、利用される範囲が小さいのは否めない。欧州では、バイオマスから生産した熱を住宅に供給するという地域熱供給を積極的に実施している。これに対し、日本では地域熱供給の事例は寒冷地域を除いて殆ど見受けられない。欧州は高緯度の寒冷地域であるために地域熱供給が発展しているともいえるが、我が国においても温暖地域における地域熱供給の可能性を探る必要があると考える。

以上のこと踏まえて、来年度以降に分析対象とすべき影響として、直接燃焼発電所の木質バイオマスの需要量に対する国産材の供給量とのギャップを定量評価し、燃料を国産材のみで賄うことの可能性やこれを実施することによる効果を検討すること、直接燃焼発電や熱利用が本質的に地域活性化に繋がっているかを検討することなどが挙げられる。

3.3. 太陽光発電関連施設の設置による環境・経済・社会への影響の分析

3.3.1 はじめに

太陽光発電は、2009年11月のFIT制度開始後から急速に伸びている。IRENA (International Renewable Energy Agency, 2019)によると、我が国の2010年における太陽光発電の設備容量は3,618MWであったのが、2017年には49,040MWと約14倍まで増加している。世界的にみても、一位の中国に次いで二位となるほどの設備容量の多さを誇っている。ここまで設備容量が急拡大した主要因は、2011年3月に発生した東日本大震災と福島第一原発の事故以降、再生可能エネルギーへの意識が国全体で高まったことに加え、2012年7月のFIT制度が拡充されたこと背景となっている。エレクトリカル・ジャパン(2019)によると、全国各地で合計5,536施設のメガソーラー発電所が建設され、稼働している(2018年9月6日時点)。このうち、本研究課題で対象としている都道府県である北海道では263施設、岩手県では78施設、兵庫県では307施設が稼働している。兵庫県で稼働しているメガソーラー発電所の設置数は全国第3位、北海道で全国第5位となっており、これら道県で多くのメガソーラー発電所が稼働していることがわかる。なお、岩手県は全国第26位である。

ここでは、主にメガソーラー発電所の建設に伴い生態系への影響及び経済効果等が生じている事

例を収集し、それら影響のリストアップと類型化を行う。また、次年度以降の生態系勘定を利用したそれら影響の定量評価に向けて、分析対象とすべき影響を特定する。

3.3.2 研究の方法

先ず、エレクトリカル・ジャパン(2019)に掲載されている兵庫県のメガソーラー発電所のリストを取得し、データを整理する。続いて、全国での太陽光発電の崩落など事故事例、設置に係る住民の反対などのトラブル事例を収集して整理する。以上を踏まえて、自然生態系の観点から太陽光発電関連施設の正負の効果を考察する。

3.3.3 結果と考察

3.3.3.1 メガソーラー発電所の整理

兵庫県のメガソーラー発電所 307 施設をリスト化した結果を、紙面の都合上、付録の表 A-4 に示す。エレクトリカル・ジャパン(2019)に掲載されている情報は、発電所名、事業者名、出力、都道府県である。この情報をもとに、住所、稼働開始年、接地面積、設置前の土地形状などの情報をインターネットで収集し整理した。インターネット上では公表されているデータに限りがあり、不明となっている箇所が多いことに留意が必要である。307 施設の総出力は 878.5MW、1 施設あたり平均出力は 2.86MW である。また、1 施設あたり平均設置面積は 5.24ha である。図 3.14 に、出力と設置面積との関係を示す。パネルの種類や変換効率を無視した場合、基本的には出力が大きくなるほどパネルを設置する面積が広くなるため、出力と接地面積とは比例の関係がみられることがわかる。

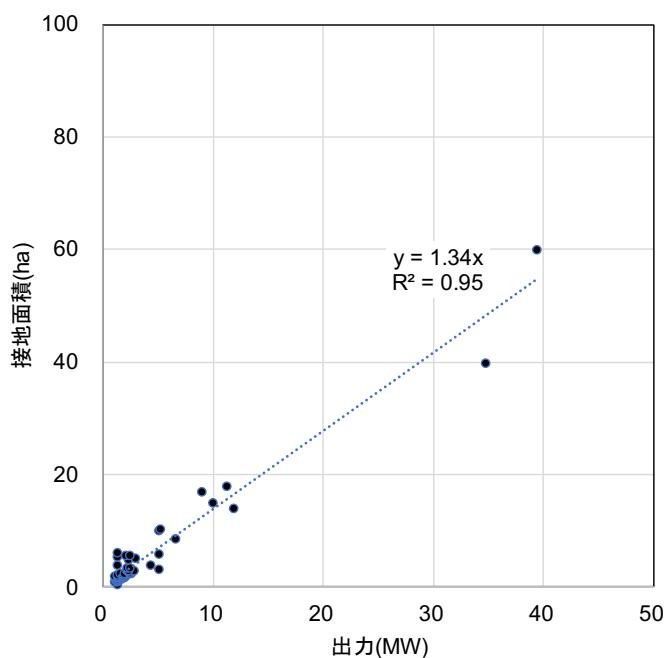


図 3.14 出力と設置面積との関係

図 3.15 に、設置前の土地形状の結果を示す。設置前の土地形状が不明だった 130 施設を除く 177 施設を対象とした。なお、設置前の形状が複数に渡る場合はそれぞれの形状をカウントしたため、

設置前の土地形状のカウント数は 189 となった。結果として、敷地(屋上、屋根など)、空地・遊休地・造成地、跡地・処分場がそれぞれ 20%程度であった。基本的には、メガソーラー発電所は現状で利用されていないスペースを埋めるための用途として設置されていることがわかる。自然生態系に関わる土地利用としては、農地・ため池が 14%、山林が 10%、草地・原野が 9%であった。このうち、農地やため池は殆ど自然を改変する必要がないと考えることができる。逆に、山林や草地・原野は自然生態系を改変することが必要であり、特に山林は森林の伐採や整地が必要である。山林と草地・原野を合わせると 19%となり、敷地(屋上、屋根など)、空地・遊休地・造成地、跡地・処分場と余り変わらない数値となるため、自然の改変を無視することはできないと考えることができる。

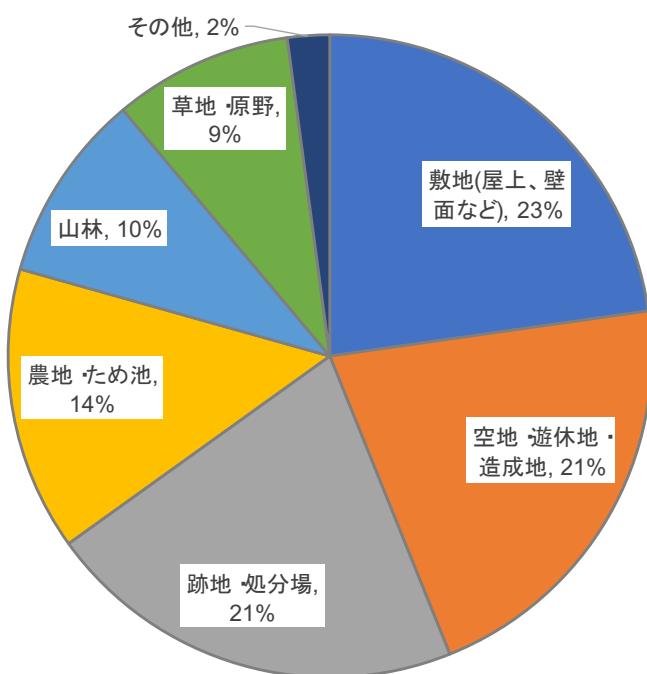
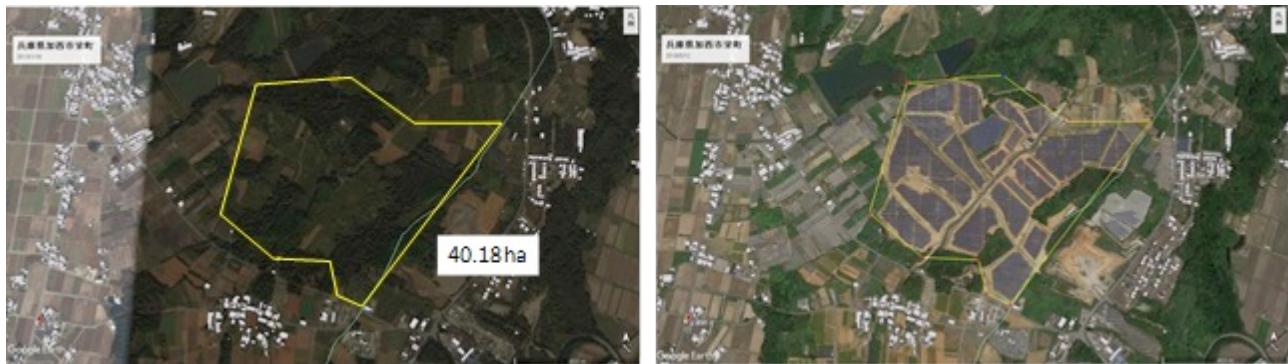


図 3.15 設置前の土地形状

次に、Google Earth を用いて、メガソーラー発電所の設置により、どのくらいの山林、草地・原野、農地の面積が失われたかを考察する。ここでは、Google Earth の過去のイメージを表示する機能を用いて、メガソーラー発電所の設置前後の衛星写真を見比べ、山林、草地・原野、農地が失われた面積を測定した。なお、衛星写真は場所によって解像度が異なる場合がある。また、設置前に造成地となっている場合、造成地の前の土地形状までは Google Earth の機能では追うことが困難であるために無視した。結果の一部として、図 3.16 にメガソーラー発電所の設置前後の画像を示す。衛星画像を用いることで、メガソーラー発電所設置に伴い失われる森林面積を測定することができた。



(a) メガソーラー発電所 A(出力:21.3MW、設置前の土地形状:山林・農地、失われた面積:40.18ha)



(b) メガソーラー発電所 B(出力:11.8MW、設置前の土地形状:山林、失われた面積:19.81ha)



(c) メガソーラー発電所 C(出力:2.2MW、設置前の土地形状:草地・原野、失われた面積:3.94ha)

図 3.16 メガソーラー発電所の設置前後の画像(左:設置前、右:設置後)

3.3.3.2 太陽光発電に関するトラブル事例の整理

(1) 自然災害に伴う事故

2009年11月のFIT制度開始以降の太陽光発電に関する事故に関する話題をインターネット上で検索した結果、地震、台風、豪雨の発生に伴い、パネル落下、地すべり、破損など、各地で複数件の事故が発生していることがわかった。特に、東日本大震災では家庭用の太陽光パネルの被災や漏電などが話題となっていたが、近年はメガソーラー発電所での事故が大手新聞・ネットメディアや個人ブログ、SNS等で取り上げられるようになった。また、特に山林や斜面に設置されているパネルの地すべりに伴う崩落事故は、自然生態系との関係から注目を浴びやすいと考えられる(図3.17)。



図 3.17 2018 年 7 月西日本豪雨での崩落事故(兵庫県姫路市、10 月撮影)

経済産業省(2018)は、2018 年に発生した自然災害に伴って生じた太陽光発電設備の事故に関する 4 事例を紹介している。表 3.3 に 4 事例を示す。ここでは、災害に伴い発生する太陽光発電設備の破損量を試算し、廃棄物の観点から災害による影響の大きさを考察する。対象とする設備は太陽光パネル、架台、基礎(コンクリート製)とし、パワーコンディショナ、電線などの他の設備は無視する。各設備の破損量は、各設備の単位面積あたりの質量に、太陽光パネル 1 枚あたりの面積、破損した太陽光パネルの枚数を乗じることで算出する。太陽光パネル 1 枚あたりの質量、面積は、産業用太陽光発電設備を販売している国内の主要 12 メーカー(フジプレアム、トリナソーラー、ハンファ Q セルズ、京セラ、パナソニック、ソーラーフロンティア、カナディアンソーラー、サンテック、アップソーラー、三菱電機、東芝、シャープ)が 2019 年 1 月時点で販売している製品(全 94 製品)のデータをメーカー カタログから取得し、各データの平均値を算出することで求めた。架台および基礎は、太陽光発電協会(2017)が構造設計例で用いているデータをもとに算出した。表 3.4 に太陽光発電設備のデータを示す。なお、アレイ(太陽光パネルを並べたもの)の傾斜角度は 20° とし、設置場所に関わらず架台および基礎は同じ原単位を用いると仮定する。

表 3.3 2018 年に発生した自然災害に伴って生じた太陽光発電設備の事故

	事例1	事例2	事例3	事例4
場所	兵庫県姫路市	大阪市住之江区	大阪市此花区	大阪府狭山市
発電所出力 [kW]	750	6,500	9,990	1,990
太陽光パネルの設置枚数[枚]	3,534	28,160	36,480	9,268
災害名	平成30年7月豪雨	平成30年台風21号	平成30年台風21号	平成30年台風21号
太陽光パネルの破損枚数[枚]	1,344	13,780	13,413	733
設置場所	斜面	屋上	構内	ため池
破損量推計値				
太陽光パネル [t]	27	279	271	15
架台破損量 [t]	33	337	328	18
基礎破損量 [t]	211	2,163	2,106	-
合計 [t]	271	2,780	2,706	33

表 3.4 太陽光発電設備のデータ

	太陽光パネル (1枚あたり)	架台	基礎 (コンクリート)
平均質量 [kg]	20.2	-	-
平均面積 [m ²]	1.47	-	-
公称最大出力あたり質量 [kg/W]	0.067	-	-
面積あたり質量 [kg/m ²]	13.79	135.29	107.14

以上をふまえて推計した各事例での設備の破損量は表 3.3 のとおりである。なお、事例 4 はため池にフロート式で設置しているタイプのため、基礎は無いものとして考えた。その結果として、事例 1 の斜面のケースでは、破損量の合計は 27t となり、うち太陽光パネルは 27t となった。太陽光パネルの破損量はそれほど大きくなく、むしろ基礎の破損量の方が大きくなることがわかった。これは、強風や降雪などで設備が破壊されないような耐荷重を架台や基礎に割り当てなければならならず、これをクリアするために重量が増えてしまうことを意味している。

発生量の大きさとその影響を考察する。2015 年に発生した兵庫県丹波市での豪雨被害では、約 2,800t の災害廃棄物が発生している(国立環境研究所, 2014)。この発生量は、事例 2 の破損量の推計値とほぼ同じである。架台や基礎は材料や施工方法によって重量が変わるために、原単位の精査が必要である。しかし、メガソーラー発電所が被災することで発生する廃棄物量は、架台や基礎も含むと無視できない量である。そのためにも、発電事業者は、メガソーラー発電所の防災対策を入念に行い、破損量の低減に努める必要がある。

(2) 設置に係る住民の反対運動

メガソーラー発電所の建設にはかなりの広い面積が必要であり、山林や草地・原野の場合は、その場所の自然生態系の大幅な改変を伴うこととなる。また、景観にも大きく影響を及ぼす。前述のように、自然災害によって太陽光発電設備の事故に注目が集まっていることもあり、メガソーラー発電所の新規建設において、全国各地で住民による反対運動が起こっている。表 3.5 に、主な反対事例を示す。反対運動が起こっている場所はほぼ共通して、設置場所が山林になっている。また、設置を計画している事業者は、殆どが地元業者ではなく、東京都など地元外の事業者であることがわかる。

表 3.5 メガソーラー発電所に対する住民の反対事例

都道府県	市町村	設置場所	設置会社の登記住所	主な情報源	記事の日時
長野県	上田市	山林	東京都	信濃毎日新聞	2013年10月23日
兵庫県	赤穂市	山林	大阪府枚方市	赤穂民報	2015年8月22日
福岡県	飯塚市	山林	東京都	朝日新聞	2016年3月28日
長野県	諏訪市	山林	東京都	ハーバービジネスオンライン	2017年3月8日
福島県	相馬市	山林、畑	東京都	日経テクノロジーオンライン	2017年4月7日
兵庫県	姫路市	山林	東京都	神戸新聞	2018年3月15日
静岡県	伊東市	山林	東京都	静岡新聞	2018年3月18日
三重県	志摩市	山林	東京都	中日新聞	2018年5月15日
三重県	鳥羽市	山林	東京都	中日新聞	2018年5月15日
茨城県	つくば市	山林	つくば市	茨城新聞	2018年6月16日
香川県	土庄町		岡山市、広島市	KSB瀬戸内海放送	2018年7月19日
岡山県	和気町	民有地	福岡県	山陽新聞	2018年7月24日
京都府	南山城村	山林	東京都	京都新聞	2018年10月9日
滋賀県	高島市	山林	東京都	読売新聞	2018年12月5日

設置場所に山林が多いという理由は、山林を手放したいと考える高齢者の地主と、地元の不動産業者を介して新規発電事業を行いたい都市部の事業者とのマッチングが行われた結果であると考えられる。そのため、山主と事業者間では合意ができていたとしても、地方公共団体や地域住民にとっては青天の霹靂のように映ると考えられる。地元では住民説明会が開催されるが、住民の反対運動が大きければ事業者との交渉は平行線をたどることになる。現に、地域住民の反対により事業者が撤退の意向を固めたとニュース報道されているケースも存在する¹⁰。また、近年は、メガソーラー発電所に対する立地規制を条例として制定している地方公共団体も増えている。しかし、法的拘束力を含む条例などを制定していない地方公共団体は、事業者に対して強い態度で望むことが難しいといえる。とはいえ、山林を手放したい、あるいは手放さざるおえない地主が存在していることがこのような事態を生んでいる可能性があり、地方公共団体としては、自然生態系の保全の観点から、私有山林の保全をどのように進めていくべきかを検討すべきである。

3.3.3.3 太陽光発電による経済効果、生態系への影響等に関する事例

(1) よい影響と考えられる事例

資源エネルギー庁(2018)によると、太陽光発電の国内導入量は2016年度において4,229万kWであり、FIT制度開始を契機として急拡大した。みずほ情報総研(2018)が、「長期エネルギー需給見通し(経済産業省、2015年)」による2030年度の再生可能エネルギーの導入見通しを踏まえて太陽光発電の経済波及効果を分析したところ、波及効果は約26兆円にのぼるとの結果を公表していることからも、関連産業を含む多くの産業において大きな経済効果が期待されている。但し、国内生産された太陽電池パネルの国内出荷量は年々減少している。2008年はほぼ100%を国内生産で賄っていたものが、2016年度には32%まで減少しており、残り68%は海外生産されたパネルが出荷されている(資源エネルギー庁、2018)。これは、太陽電池パネル出荷に伴う利益が、国外に流出することを意味している。太陽光発電の買い取り価格は導入量の急激な伸びに応じて下落しており、今後の導入量もFIT制度開始時に比べて鈍化していくものと考えられることから、経済効果が将来にわたり

¹⁰ 「香川・豊島の太陽光発電所計画 2カ所のうち1カ所が撤退へ…住民が反対」

KSB瀬戸内海放送：2018年7月19日ニュース <http://www.ksb.co.jp/sp/newsweb/detail/10463>

維持されるか疑問である。

(2) 悪い影響と考えられる事例

一方、メガソーラー発電所の設置が地域活性化に繋がっているかどうかについても疑問がある。例えば、櫻井(2018)の調査では、メガソーラー事業者が設備と同一県内に本社を置く数は4分の1以下であり、メガソーラー発電所の収益の多くが東京都などの都市部に流れることから、メガソーラー発電所の設置が地域活性化に繋がっていないと指摘している。むしろ、山林などを切り崩してメガソーラー発電所が設置されることにより、その地域の自然生態系を破壊するとともに、景観も悪くなることで、地域の魅力を削ぐことに繋がりかねない。

また、自然災害の発生により太陽光発電設備が被災する事例も発生しており、これに伴う廃棄物の発生、崩落事故などの二次被害の発生も問題視されている。太陽光発電設備の被災に伴う廃棄物の発生には、量と質の2面性で問題がある。量は、前述の通り、太陽光パネル、架台、基礎を合わせると廃棄物量が多量となることである。特に災害時においては住宅やインフラ由来の災害廃棄物が多量に発生する。太陽光発電設備が被災するということは、ただでさえ多い災害廃棄物が、もっと多くなることを意味している。質は、太陽光パネルに含まれる重金属などの有害物質の漏出に伴う人体や生態系への被害の発生が懸念されることである。これら量と質の問題に対応するため、メーカーや施工者による太陽光発電設備の防災への備えはもちろんのこと、廃棄物の速やかな回収・リサイクル、適正処理を実施できるルートづくりが急務である。

3.3.4 まとめ

ここでは、メガソーラー発電所に着目して、インターネットから設置場所や接地面積などに関するデータを収集し整理した。生態系勘定を用いてメガソーラー発電所の自然生態系への影響を定量評価するため、正負の影響を表3.6にまとめる。

表3.6 メガソーラー発電所の影響まとめ

設置場所	敷地(屋上、壁面など)、空地・遊休地・造成地、跡地・処分場、農地・ため池、山林、草地・原野、その他
正の影響	<ul style="list-style-type: none">➢ 関連産業を含む大きな経済効果がある➢ 化石燃料の使用量削減に伴うCO₂削減に効果がある➢ 政府の再生可能エネルギー導入目標の達成に貢献できる
負の影響	<ul style="list-style-type: none">➢ 農地、草地・原野、山林は自然改変による自然生態系の破壊、景観の悪化などの影響が大きい➢ 地域外の都市部の事業者が事業主になっていることが多く、利益が地域内に回りにくい➢ 自然災害で太陽光発電設備が被災すると、大量の廃棄物が発生するおそれがある

メガソーラー発電所は、設置場所により7種類に分類できる。敷地内や空地などの未利用地はすでに自然が改変されているために、生態系への新たな影響は少ないものと考えられる。一方で、山

林、草地・原野は森林を切り崩すなどの建設行為を伴うことになるため、生態系への影響は大きいものと考えられる。特に地方では、メガソーラー発電所に関するトラブル事例が多くメディアで報告されるようになったこともあり、地元住民による反対運動が活発に行われている。事業者としては、地元住民との十分なリスクコミュニケーションのもとで合意形成を行うことが求められている。メガソーラー発電所は地球温暖化対策として積極的に導入が進められているが、一方で自然生態系の破壊に繋がる。地球温暖化対策と自然生態系の保全のどちらを優先すべきかを、地域住民の意識や費用対効果の観点を踏まえながら検討すべきである。加えて、自然災害発生時に太陽光発電設備由来の廃棄物が膨大に発生するおそれがあるため、防災対策を含めた廃棄物対策を検討すべきである。

以上のことと踏まえて、来年度以降に分析対象とすべき影響として、太陽光発電設備導入において、地球温暖化対策と自然生態系の保全のどちらの視点を重視すべきかを検討すること、メガソーラー発電所の建設に伴う自然生態系の改変量(森林・土砂の減少量など)の推計方法を検討し、自治体におけるメガソーラー届出制による規制が生態系にどのような影響を与えるかを検討することが挙げられる。

3.4. アンケート調査の結果

岩手県在住のモニターを対象として、下記の質問を行った。表 3.7 に回答結果を示す。質問(1)と(3)は地域の状況をどの程度認識しているかという質問であるが、両者とも約 20%の回答者が知っていると答えており、聞いたことはあるという回答を含めると 50%程度の回答者が何らかの認識を持っていることがわかった。質問(2)の木質バイオマスの輸入材の利用については、やむを得ないと思うという回答が 56%と過半数を占めたが、やむを得ないと思わないという回答も 44%あった。PKS と自然生態系に関する説明を質問前にした場合、この結果は変動する可能性がある。質問(4)、(5)は太陽光パネルと自然生態系との関係に関する質問である。質問(4)については、地球温暖化対策のために森林を切り崩してパネルを設置してもやむを得ないと考える回答者は 27%に留まった。また、森林を切り崩してパネルを設置することで、景観が失われるを考える回答者も 71%いた。

表 3.7 回答結果

(1)木材を燃料として発電や熱利用することが、地球温暖化対策や地域活性化の一環として実施されていることを知っていますか。		知っている	聞いたことはあるが内容は知らない	まったく知らない		
					回答数	相対度数
(2)発電や熱利用向けの燃料として、木材やパームヤシの殻が海外から輸入されていることについて、地球温暖化対策のためであればやむをえないと思いますか。		強く思う	思う	思わない	1145	21%
		回答数	相対度数	まったく思わない		
(3)あなたのお住まいの地域(市町村)において、森林を切り崩してソーラーパネル(太陽電池パネル)が設置された事例をご存じですか。		強く思う	思う	思わない	297	6%
		回答数	相対度数	まったく思わない		
(4)森林を切り崩してソーラーパネル(太陽電池パネル)が設置されることについて、地球温暖化対策のためであればやむをえないと思いますか。		強く思う	思う	思わない	1014	19%
		回答数	相対度数	まったく思わない		
(5)森林を切り崩してソーラーパネル(太陽電池パネル)が設置されることで、あなたのお住まいの地域(市町村)の景観が失われると思いますか。		強く思う	思う	思わない	1299	24%
		回答数	相対度数	まったく思わない		

上述の結果のうち、質問(2)、(4)、(5)について、生活の重要度(自然環境)とのクロス集計を行い、

自然環境を重要と考えている人が、輸入材や太陽光パネルについてどのような考え方を持っているかを考察する。図3.18～図3.20に、クロス集計の結果を示す。グラフの横軸は生活の重要度(自然環境)の結果であり、凡例は各質問の回答結果を表している。結果より、質問(2)の輸入材について、自然環境が大変重要であると回答している回答者は、輸入材をやむを得ないと思う割合が55%を占めていた。一方で、自然環境が重要でないと考える回答者ほど、輸入材をやむを得ないと思わない回答が高くなる傾向があった。質問(4)については、地球温暖化対策のために森林を切り崩してパネルを設置してもやむを得ないと思う回答者は、自然環境の重要度にかかわらず20～30%の回答であった。一方、自然環境を全く重要でないと回答した回答者は、他の回答者と比べて、やむを得ないと思わない回答が55%と多くなかった。質問(5)については、森林を切り崩してパネルを設置することで景観が失われると思う回答者は、自然環境を大変重要であると回答する層で88%を占めており、重要度が低くなるほどその割合は低くなっていた。逆に、自然環境を全く重要でないと回答した回答者は、景観が失われることについて全く思わないという回答が51%と過半数を占めていた。

以上の結果から、再生可能エネルギーのために輸入材を用いること、太陽光パネルを設置するために森林を切り崩すことに対して何らかの抵抗感を持っている居住者が一定数いることが確認できた。しかし、自然環境を重視している層が輸入材への抵抗感が強いかというと、そうでもないという結果となった。森林と太陽光パネルとの関係性についても同様のことが伺えた。景観については、自然環境を重要と思う層ほど重視するという、意図した結果が得られた。これらのことから、回答者にとって、再生可能エネルギーの推進による地球温暖化対策と森林が失われるという自然生態系の減耗のどちらを重視すべきかを考えることは困難であるということが伺えた。そのため、地球温暖化対策と自然生態系保全との関係性をどのようにバランスよく評価すればよいかについて、地域住民に分かりやすいように提示し、評価できる方法が必要であると考えられる。

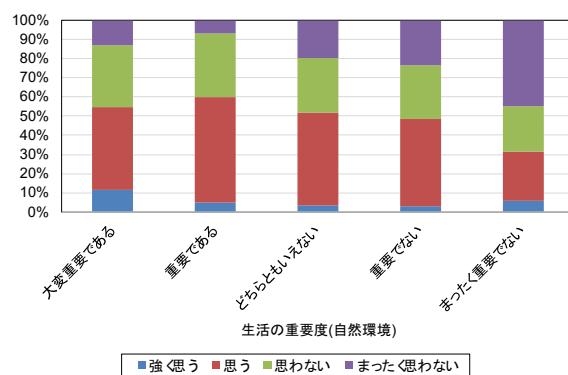


図3.18 質問(2)と生活の重要度(自然環境)とのクロス集計の結果

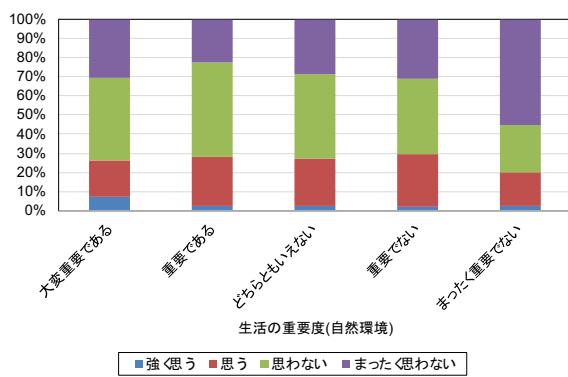


図 3.19 質問(4)と生活の重要度(自然環境)とのクロス集計の結果

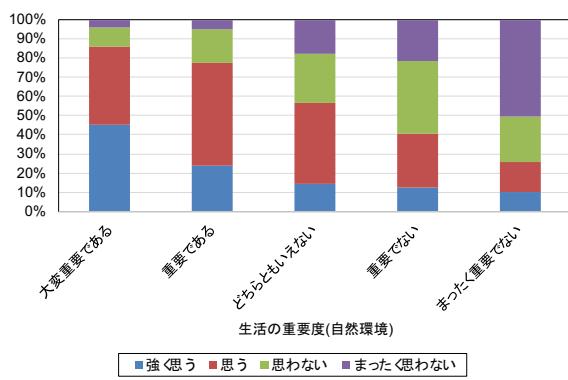


図 3.20 質問(5)と生活の重要度(自然環境)とのクロス集計の結果

第4章　まとめと環境政策への貢献

4.1 まとめ

ミレニアム生態系評価、TEEB 報告書、WAVES プロジェクトなどに代表されるように、生態系の価値を生態系サービスの観点から評価する研究が世界的に進み、2010 年に COP10 で合意された愛知目標で生態系の価値を経済勘定として可視化し、意思決定に利用することが目指されていることを踏まえて、本研究では、日本においても生態系勘定の開発と利用について研究を行うことを目的とする。いる。特に、ストック勘定だけでなくフロー勘定も揃えて、SEEA-EEA のような世界的に標準とされている生態系勘定枠組みを提示する。そのために、第一に、生態系の量的な把握だけでなく、多様な生態系サービスごとの評価、生態系の状況の評価、生態系サービスの供給源と需要者の分布などの分配面の評価を合わせて行う。第二に、生態系勘定に基づいて国や地方公共団体における事例ベースの生態系保全政策について分析する。具体的には、豊富な生態系サービスの供給源を有する県・地域に焦点を当て、再生可能資源の利用や再生可能エネルギーの転換といった自然共生型の環境政策による生態系保全政策の可能性や有効性を定量的・実証的に分析する。これらにより、生態系勘定の構築を通じて生態系サービスの可視化と主流化という世界的な共通課題に対応する。

本研究では、環境や生態系を経済勘定に取り入れる試みとして、(1)国際的な標準となりつつある SEEA-EEA を踏まえつつ、日本の環境、生態系、および社会経済状況に鑑みて適切な生態系勘定に必要な枠組みの開発を行うサブテーマ 1、(2)生態系の経済評価について、環境経済理論に基づきながら、適切なシャドウ・プライス推定に必要な理論的ならびに実証的な研究を行うサブテーマ 2、(3)生態系勘定を国・地方公共団体における政策利用・政策評価について研究を行うサブテーマ 3 という構成で研究を行った。

サブテーマ 1 では、SEEA-EEA などの先行する生態系勘定体系を踏まえて、生態系及び生態系サービスの評価における課題点と検討状況をまとめた。この中では、厚生価値と交換価値の概念の違いとそれぞれに整合的な評価手法の検討、生態系からのサービスと便益の区分、生態系の評価における割引率の設定など、具体的な課題を明らかにした。その上で、より小さな単位での生態系ストック勘定の構築、生態系ストックの期中変化の項目を計上するための検討、生態系サービスを計上する生態系供給使用表のフレームワークの検討（課題 3）を行った。

サブテーマ 2 では、生態系ストックや生態系サービスの経済評価について、生態系サービスの性質について競合性および排除性に着目し、経済評価を行う際の論点を抽出し、空間的分布の考慮が生態系サービスによっては重要となることが示された。それを踏まえて、生態系サービスの空間分布について調査を行った。本調査では、岩手県を対象に社会調査を行い、森林生態系サービスについて受益の状況とそれに対する評価データを収集し、地形データと合わせてマッピングし、可視化した。その結果、文化的サービスに対する受益・評価と調整サービスに対する受益・評価などに空間的分布の相違が観察された。また、生態系サービスのシャドウ・プライス推定について、時間的な要因を考慮した分析を行った。これまで、生態系を含めた自然資本のシャドウ・プライス推定には将来の便益に関する割引が暗黙のうちに想定されているが、生態系勘定において将来の便益を通時に記述するためには割引率の情報が必要となることがある。そこで、全国を対象とした社会調

査を行い、コンジョイント分析を応用して森林生態系を事例に割引率の推定を行い、初期結果として森林生態系サービスの割引率はおよそ 0.6%と推定された。

サブテーマ 3 では、生態系勘定を用いた公共政策評価の方法を論じるため、再生可能エネルギー(木質バイオマス、太陽光発電)を事例として、再生可能エネルギーと自然生態系との関係性を整理した。また、固定価格買取制度(FIT 制度)を主に対象として、我が国の再生可能エネルギーに関する政策が経済や自然生態系に及ぼす影響を整理し、生態系勘定を利用したそれら影響の定量評価に向けて、分析対象とすべき影響を特定することを試みた。再生可能エネルギー(木質バイオマス、太陽光発電)が森林資源にどのような効果を与えるかを整理した。木質バイオマスと太陽光発電のいずれにおいても、経済影響および生態系影響について正負両面の効果があることが示され、こうした効果について生態系勘定を応用して評価することで、事業評価が可能となることが示唆された。また、全国の木質バイオマスの直接燃焼発電所に関するデータを収集・整理することで、森林資源の利用効率と経済効果の関係や環境負荷を分析した。加えて、兵庫県を事例としてメガソーラー発電所 307 施設に関するデータから、メガソーラー発電所の設置により失われた森林の面積を算定とともに、太陽光発電設備にかかる過去の自然災害について取りまとめることを通じて、生態系勘定が応用可能な問題として、再生可能エネルギー利用と生態系資源の破壊のトレードオフの論点が見出された。

以上のサブテーマの研究から、日本における生態系勘定、特にフロー勘定の枠組みの開発、生態系価値の推定のアプローチ、生態系勘定の政策応用が議論され、本研究の政策的含意と次年度以降の課題がまとめられた。

4.2 環境政策への貢献

生態系勘定の構築は、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みに関連し、生態系保全ならびに生態系サービスの管理に関する環境政策の基礎資料を提供するものである。特に、本研究課題は生態系サービスのフロー勘定の開発を目指すものである。これにより、ストック勘定とフロー勘定が揃うことにより、国際的な標準として議論されている勘定表が揃えられる。こうした勘定枠組みについて、今年度は日本における重要な生態系資源としての森林に対して適用した。

フロー勘定は、生態系サービスの供給から受益に至る流れを記述するものであり、空間的な分布を含め受益と負担の詳細な情報を提供する。こうした情報は、受益者負担を念頭に置く生態系サービスに対する支払い (PES: Payment for Ecosystem Services) に関連し、森林税や水源税の将来的な本格導入を議論する際にも重要である。

その際に考慮しなければいけないのは、経済的に見たときの生態系サービスの特徴である。SEEA-EEA のように交換価値のみに評価対象を絞ると公共財的性質に由来する価値を補足できない。そのため第 1 章で示したような勘定表の適用地域の問題が発生する。そこで、第 2 章で議論したように、それぞれの生態系サービスごとに受益者を特定し、受益者数や受益の度合いを反映させることで妥当な評価が可能になり、各地域における PES 設計や、土地利用などの費用便益分析に応用することができる。

また、生態系サービスの供給源と需要者の分布などの情報をもちいて、今後想定される各地域の人口変動を考慮した生態系サービス評価につながる分析結果が提供され、生態系保全についての長期

的な環境政策に資する知見が提供された。

特に第3章における生態系勘定の適用に向けた政策事例の研究においては、再生可能エネルギー(木質バイオマス、太陽光発電)を対象として、再生可能エネルギーの促進がもたらす生態系影響を検証し、固定価格買取制度(FIT制度)などに代表される再生可能エネルギーに関する政策が経済や自然生態系に及ぼす影響を議論した。再生可能エネルギーの利用と生態系の保全がトレードオフとなりうる事例を分析したことは、環境政策の立案・評価における包括的な検証につながる。また、その際に生態系勘定の利用とあわせて議論することで、環境政策の立案・実施に際の実践的手続きを例示することになる。

本研究で構築する生態系勘定は、自然環境への影響を経済的指標と合わせて捕捉するものであり、自然共生型社会に向けた発展や、持続可能な開発目標(SDGs)に向けた取り組みを検討する際に有用である。生態系保全のためには、生態系の価値の可視化と主流化が必要とされているが、本研究はこうしたニーズに応えるものであり、社会的意思決定プロセスにおいて有用な判断材料となるだろう。

III 今後の研究方針

今年度の研究成果と見出された課題を踏まえ、今後の研究方針としてそれぞれのサブテーマについて以下のような研究を行うこととする。

- **サブテーマ（1）環境経済統合勘定-実験的生態系勘定(SEEA-EEA)を踏まえた生態系サービス勘定枠組みの開発**

平成30年度の研究により、岩手県の市町村版の生態系勘定を構築し、都道府県と市町村版における評価額の差の要因が受益者数の設定にあることを明らかにした。その上で、北海道の森林（魚つき林）を事例として、具体的な事例における生態系サービスの受益者の特定を行った。また、都道府県版の生態系ストック勘定においては、期中変化の項目に数値を計上するための検討も行った。

平成31年度は、平成30年度で明らかにした受益者数設定の影響について、受益者を特定することにより実際の受益分布に適合させることで、生態系フロー勘定（供給使用表）に計上するための具体的な数値の推計作業を行う。具体的には、北海道を事例に生態系サービスの移出入の評価のため、全国及び海外から北海道への来訪者を対象にしたアンケート調査を行い、北海道の森林生態系及び湿地生態系の受益者を特定するとともに、どのような生態系サービスを利用しているかを明らかにして、生態系サービスの供給使用表に計上する数値を推計する。また、岩手県及び北海道を事例とした森林生態系ストックの評価では、標高や林道からの距離など森林の属性を反映させて、生態系サービスの供給能力ごとに森林を分類して、それぞれの森林ごとに森林生態系サービスの供給量を推計し、供給使用表に計上するための数値を推計する。一方、生態系サービスの需要に関しても、河川流域から受益者を特定して、森林生態系の洪水防止サービス等の受益者をより厳密に特定する。さらに、都道府県版の生態系ストック勘定については、前年度の研究成果を踏まえ、森林ストック勘定においては、都道府県ごとの各種統計データから数値を引用し、期中変化の項目に具体的な数値の計上を試みる。これら一連の作業を通じて、生態系勘定からより詳細な情報が得られるように改良を加え、サブテーマ3における政策利用に繋げる。

- **サブテーマ(2) 日本における生態系サービス評価に関する研究**

平成30年度の研究により、森林生態系サービスを対象とした、経済価値評価としてのシャドウ・プライス推定について、空間的ならびに時間的要因を考慮する必要性が示され、初期結果として生態系サービスによる空間的分布の相違や、時間的割引の定量化に関する研究がなされた。

今後の課題として、空間分布の特徴をより詳細に分析していくことが挙げられる。この点について、平成31年度は、第一に、生態系サービスの受益に関する空間的分布の規定要因について計量分析を行う。生態系サービスの受益分布について、その生態系サービス源からの距離などの地理的な変数や、社会経済的変数を導入した計量モデルを特定し、生態系サービスの受益の空間分布の構造や法則を分析する。第二に、生態系サービスの競合性や排除性に関連して、公共財的性質の観点から生態系サービス便益の価値集計についての研究を行う。生態系サービスによって競合性の度合いは異なり、生態系サービスからの受益の大きさが規定されると考えられる。この分析を通じて、供給サービスのような物的消費を基本とする生態系サービスの評価に対して、調整サービスや文化的サービスのような交換価値として評価しにくいサービスをいかに評価するかという問題に取り組むことで、既存のSEEA-EEAが提供する情報に加えて、厚生価値に基づいた生態系サービス評価を行う。その際、厚生価値とシャドウ・プライ

イスに関してストックとフローの両面で整理を行い、生態系ストックと生態系サービスフローの関係をわかりやすくする。

また、もう一つの課題として、時点の異なる生態系保全政策を評価する際に必要となる割引率に関する研究を行う。平成30年度の研究により、シンプルな計量モデルによって将来の生態系サービスの割引率が推定されたが、平成31年度は計量モデルを発展させ、時間選好率を規定する諸要因について分析する。そして、生態系サービスの多様性を鑑みて、生態系サービスごとの受益の度合いと、その生態系資源に対する割引率の関係を考察する。これにより、生態系サービスの経済評価における時間的要因が考慮され、長期的な視点で評価されるべき生態系資源についてより適切なシャドウ・プライスを当てはめることにつながる。このように、シャドウ・プライスの推定を通じて生態系資源の経済評価を行いつつ、生態系勘定体系への当てはめを進めていくことで、フロー勘定の作成とともにストック勘定の精緻化を行う。また、必要に応じて、生態系の負の価値すなわち生態系ディスサービスや、強い持続可能性指標についても言及しつつ、生態系勘定の役割と限界について触れる。

● サブテーマ(3) 生態系サービス勘定に基づく公共政策評価に関する研究

平成31年度では、平成30年度に論点整理を行った固定価格買取制度(FIT制度)などといった比較的新しい施策実施による再生可能エネルギー利用の拡大に着目し、再生可能エネルギー(木質バイオマスおよび太陽光発電)の利用が森林資源の利用効率に及ぼす正負の効果を、生態系勘定のどの費目で表すことができるかを検討し、整理する。また、平成30年度に実施した木質バイオマスおよび太陽光発電の事例の整理、環境的・経済的影響の整理結果をもとに、FIT制度の実施に伴う木質バイオマスおよび太陽光発電が森林資源に及ぼす影響の事例分析を行う。平成31年度に本サブテーマで対象とする地域として、兵庫県を取り上げる。

1つ目の検討では、先ず、国土数値情報や植生分布情報などのデータを用いて、木質バイオマスの利活用ポテンシャルを推計し、地理情報システム(GIS)を用いて空間情報として可視化する。また、木質バイオマス発電に伴う環境負荷削減効果および経済効果を、ライフサイクルアセスメント(LCA)、ライフサイクルコスト(LCC)の各手法を用いて定量化する。そのために、サプライチェーンでの木質バイオマスの伐採、運搬、燃料化などに伴うLCA、LCCの各手法実施に必要なデータを整理する。また、現在稼働している直接発電施設、石炭火力発電所などの木質バイオマスを燃料として発電する施設について、使用的燃料の調達先(地域内、地域外、海外など)を調査し、県内での木質バイオマスの利活用ポテンシャルと実際の利用量とのギャップを考察する。林業経営体数、林業家人口、作業従事者年齢などの要素を踏まえて、県内産の木質バイオマスを燃料として持続的に利用するための方法を提案する。木質バイオマス燃料が不足する場合、農畜産系残渣などの他のバイオマスの混焼などについても検討する。加えて、木質バイオマスの熱利用することによる環境負荷削減効果、経済効果を、LCA、LCCの各手法を用いて明らかにする。また、利用全国の地域住民などを対象として、木質バイオマスより生産した電力・熱の利用意向をアンケートにより調査し、事業の社会的有用性、木質バイオマスの地産地消による地域活性化を進めていく際の検討課題を抽出する。

2つ目の検討では、平成30年度に引き続き、メガソーラー発電所の設置に伴う森林、草地などの減少量を、統計資料及び衛星画像を用いた解析により推計するための方法を提案する。続いて、実地調査、

メガソーラー発電所が建設されることによる景観や地域の魅力の変化などをアンケートにより調査し、メガソーラー発電所の社会的影響を分析する。LCA 手法を利用して、太陽光発電によるエネルギー生産量、CO₂削減量、森林・草地などの減少に付随すると生物多様性の減少量を定量化する。また、LCC 手法を用いて、メガソーラー発電所設置に伴うコストを定量化する。この際、太陽光発電による CO₂削減量と生物多様性の減少量を同次元で統合評価できるようにするため、全国の地域住民などを対象として、太陽光発電による地球温暖化抑制効果と生物多様性のどちらを重視すべきかをアンケートにより調査し、評価のための重み付け係数を作成する。コスト、CO₂削減量の正の効果と生物多様性の減少量の負の効果の統合評価結果を用いて費用対効果分析を行うことで、メガソーラー発電所を設置することの意義を考察する。また、Distance to Target 法(DtT 法)を用いて、地球温暖化抑制および自然生態系の改変抑制に関する国際的な目標を元に設定した重み付け係数を用いた統合評価を行い、地域住民の意識に基づく主観的評価結果と科学的知見に基づく客観的評価結果との乖離度合いを考察する。自然生態系の保全に資するメガソーラー発電所の設置基準を提案する。これを実施するため、メガソーラー発電所の設置に伴う土木工事、太陽光発電設備の製造などに伴う LCA、LCC の各手法実施に必要なデータを整理する。加えて、平成 30 年度に引き続き、自然災害に伴う太陽光発電設備の被災状況、メガソーラー発電所の設置に対する住民の反対運動に関する事例を収集し整理する。特に斜面崩壊による太陽光発電設備の被災に着目し、各地の被災状況を踏まえた太陽光発電設備由来の災害廃棄物発生量を推計するとともに、太陽光発電設備の設置に伴う森林伐採や土地改変との関係性を考察する。

以上を通じて、日本における生態系勘定、特にフロー勘定の作成に向けた研究を行うとともに、その環境政策・生態系保全政策への応用を議論する。

IV 添付資料

添付資料1 参考文献

第1章 環境経済統合勘定-実験的生態系勘定(SEEA-EEA)を踏まえた生態系サービス勘定枠組みの開発

- Bouwer, G., (2018) South Africa's national river ecosystem account, Presentation for 24th London Grpup Meeting, held in Dublin, Ireland, 1st-4th October 2018.
- Boyd, J., Banzhaf, S., (2007) What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units, *Ecological Economics* 63, pp.616-626.
- Diaz, F.R., (2018) Ecosystem condition accounts in Mexico. Lessons in measuring ecosystem status, Presentation for 24th London Grpup Meeting, held in Dublin, Ireland, 1st-4th October 2018.
- Edens, B., Graveland, C., (2014) Experimental valuation of Dutch water resources according to SNA and SEEA, *Water Resources and Economics* 7, pp.66-81.
- Edens, B., Hein, L., (2013) Towards a consistent approach for ecosystem accounting. *Ecological Economics* 90, pp.41-52.
- Haines-Young, R, Potschin, M., (2013) Common International Classification of Ecosystem Services (), Consultation on version 4, August-December 2012, EEA Framework Contract NO EEA/IEA/09/003.
- Hein L., Obst, C., Edens, B., Remme, R. P., (2015) Progress and challenges in the development of ecosystem accounting as a tool to analyse ecosystem capital, *Environmental Sustainability* 14, pp.86-92.
- Mora F., (2017) National- wide indicators of ecological integrity in Mexico: The status of mammalian apexpredators and their hábitat. *Ecological Indicators*. 82, pp.94-105.
- Obst, C., Hein, L., Edens, B. (2015). National accounting and the valuation of ecosystem assets and their services. *Environmental and Resource Economics*, Not assigned to an issue, pp.1-23.
- Obst, C., (2018) The valuation of ecosystem services and assets for SEEA esocystem accounting, Background paper on SEEA-EEA approach to valuation prepared for the BfN/UNSD workshop on ecosystem valuation: Bonn, Germany April 2018.
- 神田リエ (2005)「山形県の魚つき保安林の歴史と現状」海岸林学会誌, 5(1), pp.13-18.
- 若菜博 (2013)「里海と魚つき林」日本水産学会誌, 79(6), pp.1034-1036.
- 入交律歌・小池浩一郎・佐藤宣子 (2008)「漁民の森運動の現状と意義 – 島根県における3事例をもとに – 」九州森林研究, 61, pp.1-4.
- 吉武孝 (2012)「魚つき保安林の研究史と現状」水利科学、326, pp.62-70.
- 吉武孝 (2003)「第5回沿岸生態系：森林の魚つき機能」森林総合研究所所報, 462.
- 日本学術会議 (2001)「地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価について（答申）」.
- 櫻井泉・柳井清治・伊藤絹子・金田友紀 (2007)「河口域に堆積する落ち葉を起点とした食物連鎖の定量評価」北海道立水産試験場研究報告, (72), pp.37-45.
- 長坂有・長坂晶子 (2005)「遡上サケが河畔林にもたらす栄養添加の検証」第116回日本森林学会大会要旨.
- 松永勝彦 (1993)『森が消えれば海も死ぬ』講談社.

第2章 日本における生態系サービス評価に関する研究

- Ainslie, G. (1992) *Picoeconomics: The strategic interaction of successive motivational states within the person.* Cambridge University Press.
- Arrow, K. J., Dasgupta, P., Mäler, K. G. (2003) Evaluating projects and assessing sustainable development in imperfect economies. *Environmental and Resource Economics*, 26(4), 647-685.
- Ando, A. W., Shah, P. (2010) Demand-side factors in optimal land conservation choice. *Resource and Energy Economics*, 32(2), 203-221.
- Arrow, K. J., Cropper, M. L., Gollier, C., Groom, B., Heal, G. M., Newell, R. G., & Sterner, T. (2014). Should governments use a declining discount rate in project analysis?. *Review of Environmental Economics and Policy*, 8(2), 145-163.
- Barbier, E. B. (2012) A spatial model of coastal ecosystem services. *Ecological Economics*, 78, 70-79.
- Barbier, E. B. (2009) Ecosystems as Natural Assets. *Foundations and Trends in Microeconomics*, 4(8), 611-681.
- Boucekkine, R., Camacho, C., Zou, B. (2009) Bridging the gap between growth theory and the new economic geography: The spatial Ramsey model. *Macroeconomic Dynamics*, 13(01), 20-45.
- Carlsson, F. and P. Martinsson (2001), “Do hypothetical and actual marginal willingness to pay differ in choice experiments?”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 41, 179-192.
- Carson, R., Flores, N., Martin, K. and Wright, J. (1996), “Contingent Valuation and Revealed Preference Methodologies”, *Land Economics*, 72, pp.80-99.
- Dasgupta, P. (2008) Discounting climate change. *Journal of Risk and Uncertainty*, 37, 141–169
- Dasgupta, P., Maskin, E. (2005) Uncertainty and hyperbolic discounting. *American Economic Review*, 95(4), 1290-1299.
- Emmerling, J. (2018) Discounting and intragenerational equity. *Environment and Development Economics*, 23(1):19–36
- Gollier, C. (2015) Discounting, inequality and economic convergence. *Journal of Environmental Economics and Management*, 69, 53–61
- Hepburn, C., Duncan, S., Papachristodoulou, A. (2010) Behavioural economics, hyperbolic discounting and environmental policy. *Environmental and Resource Economics*, 46(2), 189-206.
- Hoel, M., Sterner, T. (2007) Discounting and relative prices. *Climatic Change*, 84(3-4), 265-280.
- Karp, L. (2005) Global warming and hyperbolic discounting. *Journal of Public Economics*, 89(2-3), 261-282.
- Karp, L. (2015) Railroad discounting. *Economics Letters*, 126, 87-90.
- McFadden, D. (1974), “Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior ”, in P. Zarembka (ed.), *Frontiers in Econometrics*, Academic Press.
- Perrings, C., Hannon, B. (2001) An introduction to spatial discounting. *Journal of Regional Science*, 41(1), 23-38.
- Stern, N. H. (2006) The Stern Review of the economics of climate change. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sterner, T., Persson, U.M. (2008) An even sterner review: introducing relative prices into the discounting debate. *Review of Environmental Economic Policy*, 2, 61–76

- Turner, K., D. Pearce, and I. Bateman (1994), *Environmental Economics*, Harvester Wheatsheaf. (邦訳: 大沼あゆみ(訳)、『環境経済学入門』、東洋経済新報社.)
- van der Ploeg, F. (2011) Rapacious resource depletion, excessive investment and insecure property rights: a puzzle. *Environmental and Resource Economics*, 48(1), 105-128.
- Yamaguchi, R. (2013) Discounting, distribution and disaggregation: discount rates for the rich and the poor with climate as a source of utility. *Scottish Journal Political Economy*, 60, 440–459.
- Yamaguchi, R. (2019) Intergenerational discounting with intragenerational inequality in consumption and the environment. *Environmental and Resource Economics*, forthcoming.
- 環境省 (2007) 『平成19年版 図で見る環境 循環型社会白書』 .
- ピケティ (2014) 『21世紀の資本』 みすず書房 (山形浩生・守岡桜・森本正史訳) .
- 山口臨太郎 (2017) 「空間的外部性と持続可能性」 環境経済・政策学会、高知工科大学.
- 吉川洋 (2000) 『現代マクロ経済学』 創文社.

第3章生態系サービス資源の価値評価

- IRENA (International Renewable Energy Agency) (2019) “Data & Statistics” <https://www.irena.org/en/ourwork/Knowledge-Data-Statistics/Data-Statistics>
- Magelli, F., Boucher, K., Bi, H.T., Melin, S., Bonoli, A. (2009) “An environmental impact assessment of exported wood pellets from Canada to Europe”, *Biomass and Bioenergy* 33, pp.434–441.
- Nishiguchi, S. and Tabata, T. (2016) “Assessment of social, economic, and environmental aspects of wood y biomass energy utilization: Direct burning and wood pellets” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 57, pp.1279-1286.
- Pandey, A., Bhaskar, T., Mohan, S.V., Lee, D-J, Khanal, S.K. (ed.) (2018) *Waste Biorefinery 1st Edition: Potential and Perspectives*, “Chapter 26 Environmental Impacts of Utilizing Woody Biomass for Energy (written by Tabata, T., pp.751-778)”, Elsevier.
- Šahović, N. and Silva, da. P.P. (2016) “Community renewable energy –Research perspectives–”, *Energy Pr ocedia*, 106, pp.46-58.
- 井内正直(2011)「国内・外産石炭火力混焼用バイオマス燃料の製造・輸送に係わるCO₂排出量の評価」電力中 央研究所研究報告書 <https://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/Y10010.html>
- エレクトリカル・ジャパン(2019)『発電所マップと夜景マップから考える日本の電力問題－東日本大震災アーカイ ブー』国立情報学研究所、<http://agora.ex.nii.ac.jp/earthquake/201103-eastjapan/energy/electrical-japan/>
- 環境省(2018)『第五次環境基本計画』 <https://www.env.go.jp/press/files/jp/108982.pdf>
- 経済産業省(2018)『今夏の太陽電池発電設備の事故の特徴について(平成30年11月26日)』 http://www.m eti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/denryoku_anzen/newenergy_hatsuden_wg/pdf/014_01_00.pdf
- 国土交通省(2018)『建設工事費デフレーター』 http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/jouhouka/sosei_jouhouka_tk4 _000112.html
- 国立環境研究所(2014)『丹波市豪災害現場調査報告』 https://dwasteinfo.nies.go.jp/archive/grep/special_14122 6tamba.pdf
- 櫻井あかね(2018)「固定価格買取制度導入後のメガソーラー事業者の地域性」 日本エネルギー学会誌、97、

pp.379-385、.

資源エネルギー庁(2018)『エネルギー白書 2018』、<http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2018pdf/>

太陽光発電協会(2017)『地上設置型太陽光発電システムの構造設計例』<http://www.jpea.gr.jp/topics/guideline.html>

内閣官房(2019)：みんなで育てる地域のチカラ 地方創生、2019、<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/sousei/>

内閣府地方創生推進事務局(2018)『環境モデル都市・環境未来都市・SDGs 未来都市』<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tiiki/kankyo/>

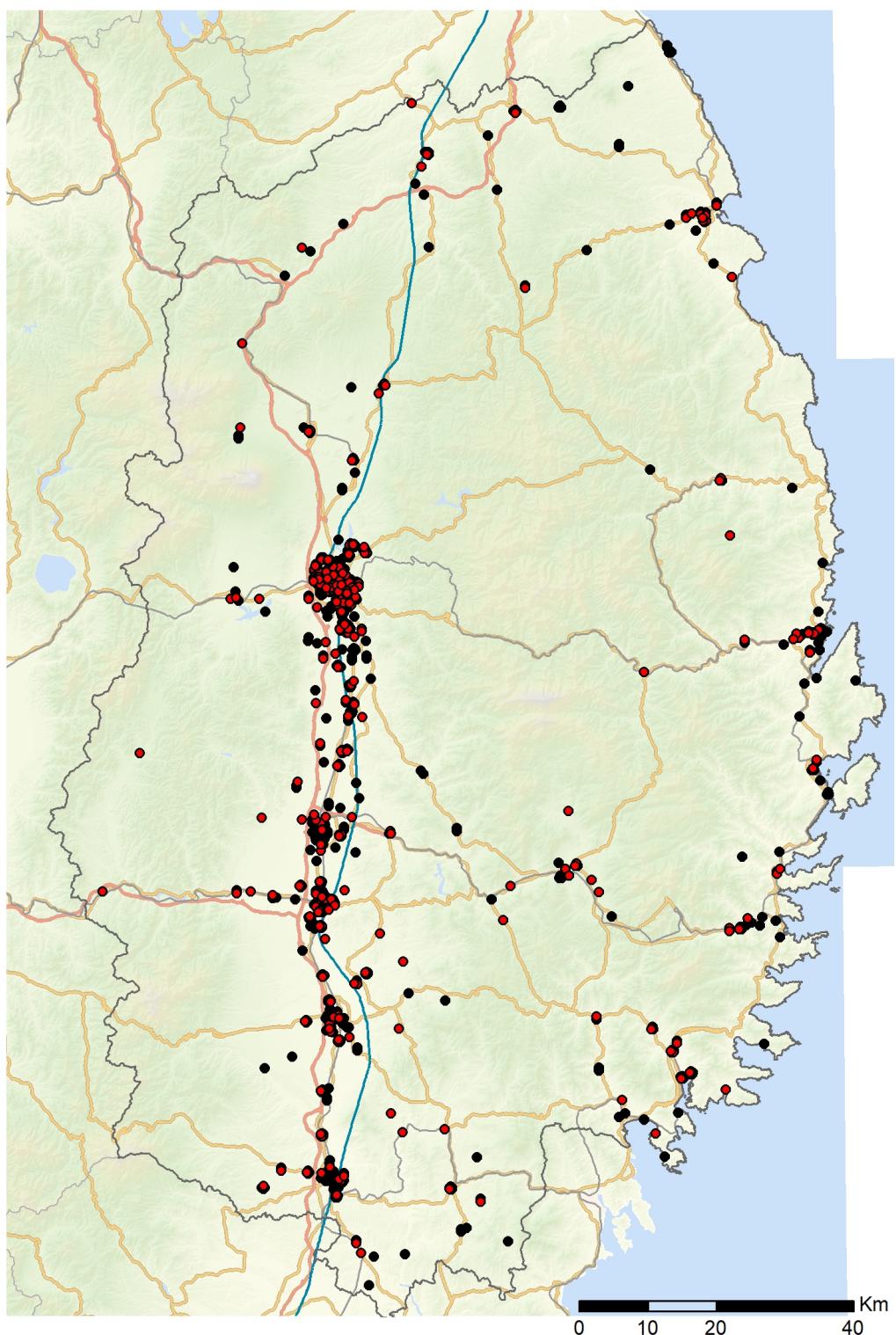
内閣府地方創生推進事務局(2018)：SDGs 未来都市及び自治体 SDGs モデル事業の選定について、2018、https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tiiki/kankyo/teian/presen/sdgs_h30purezen_ichiran3.pdf

真庭市(2014)『真庭市森林整備計画』http://www.city.maniwa.lg.jp/webapps/www/info/detail_2.jsp?id=4556

みずほ情報総研(2018)『再生可能エネルギーの現状と将来』https://www.mizuho-ir.co.jp/publication/report/2018/mhir15_saiene_01.html

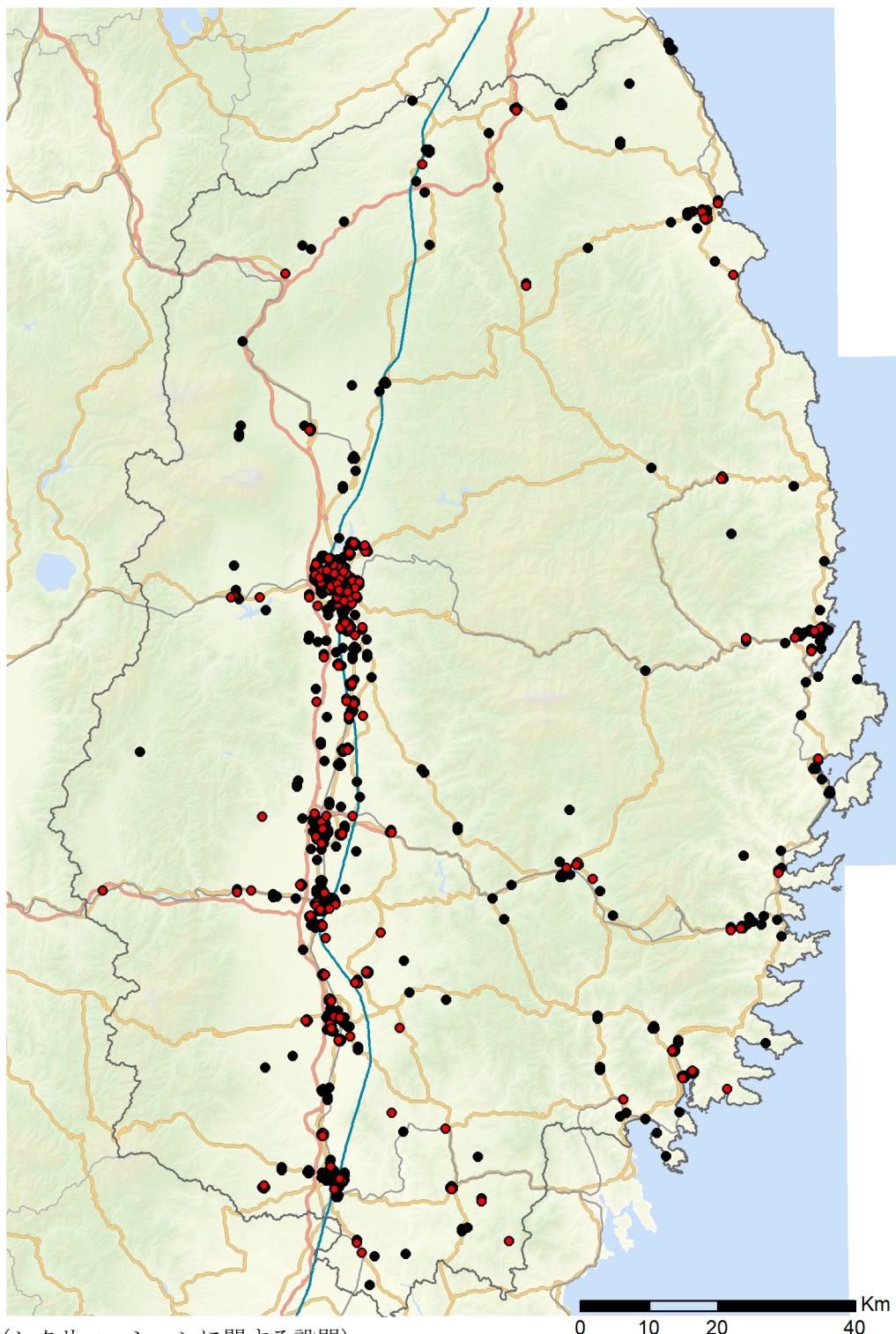
林野庁(2017)『木質バイオマス熱利用・熱電併給事例集』<http://www.rinya.maff.go.jp/press/riyou/171109.html>

添付資料2 生態系サービスの分布



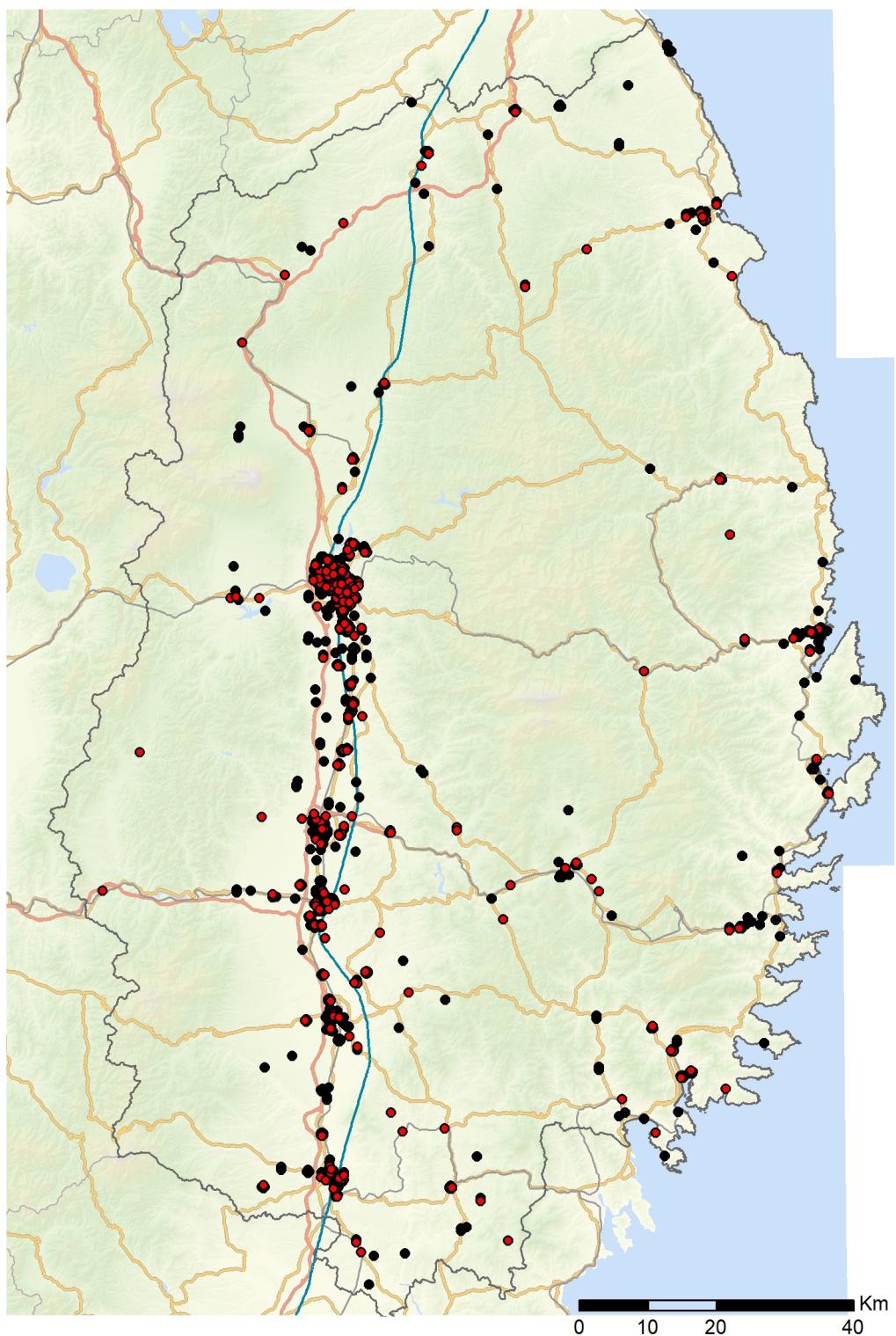
Q6-01 (安らぎに関する設問)

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



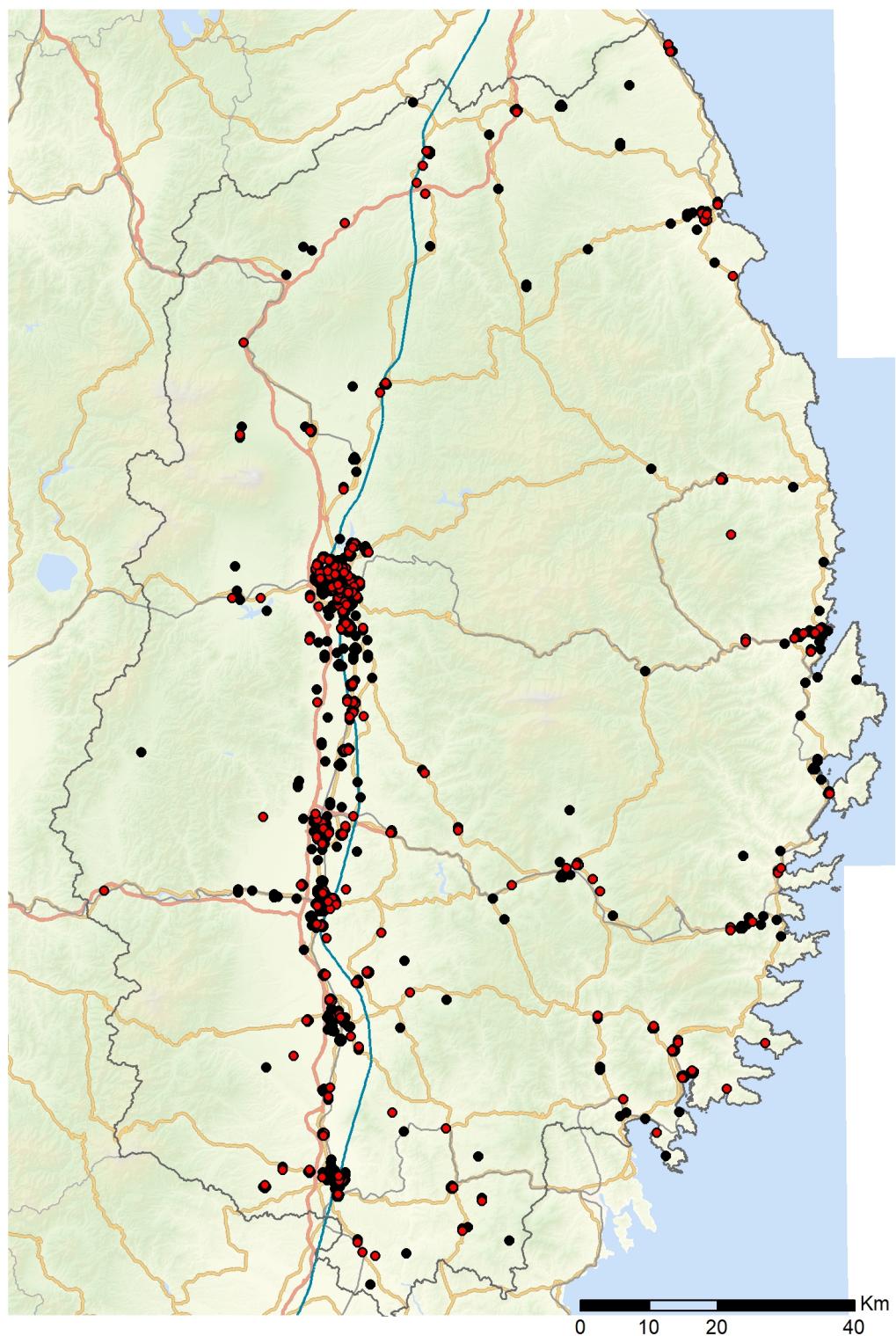
Q6-02 (レクリエーションに関する設問)

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



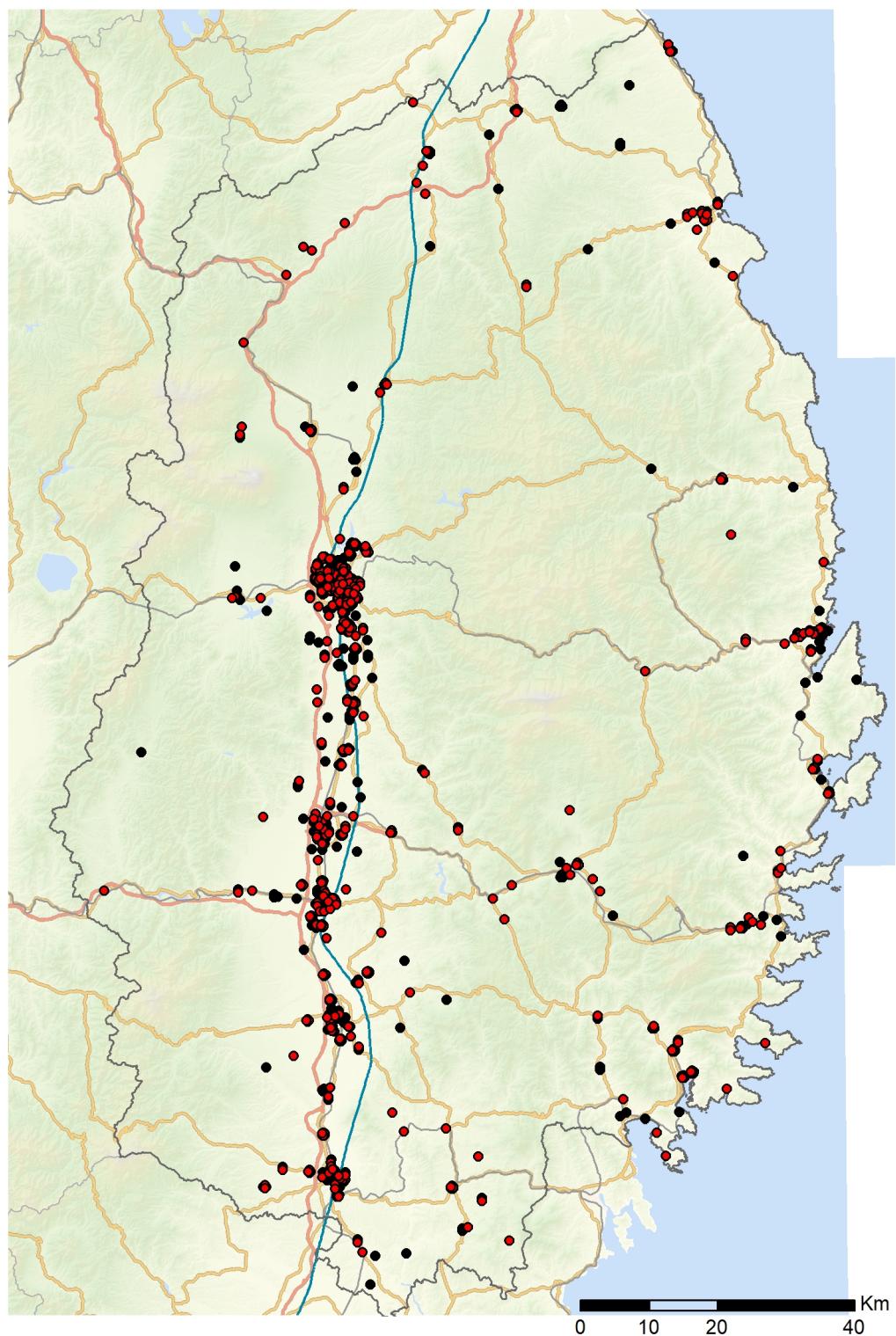
Q6-03 (教育に関する設問)

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



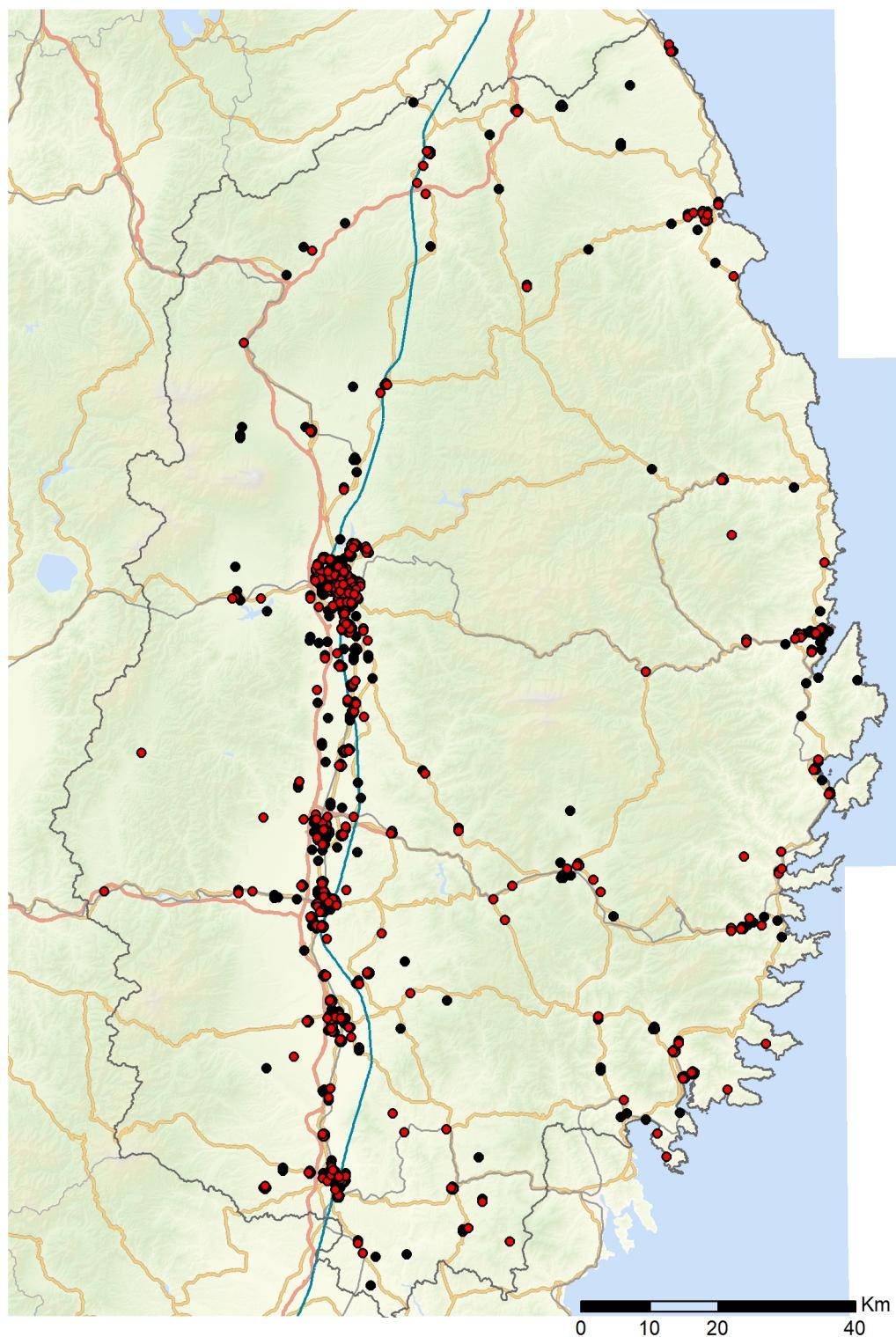
Q6-04（建材に関する設問）

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



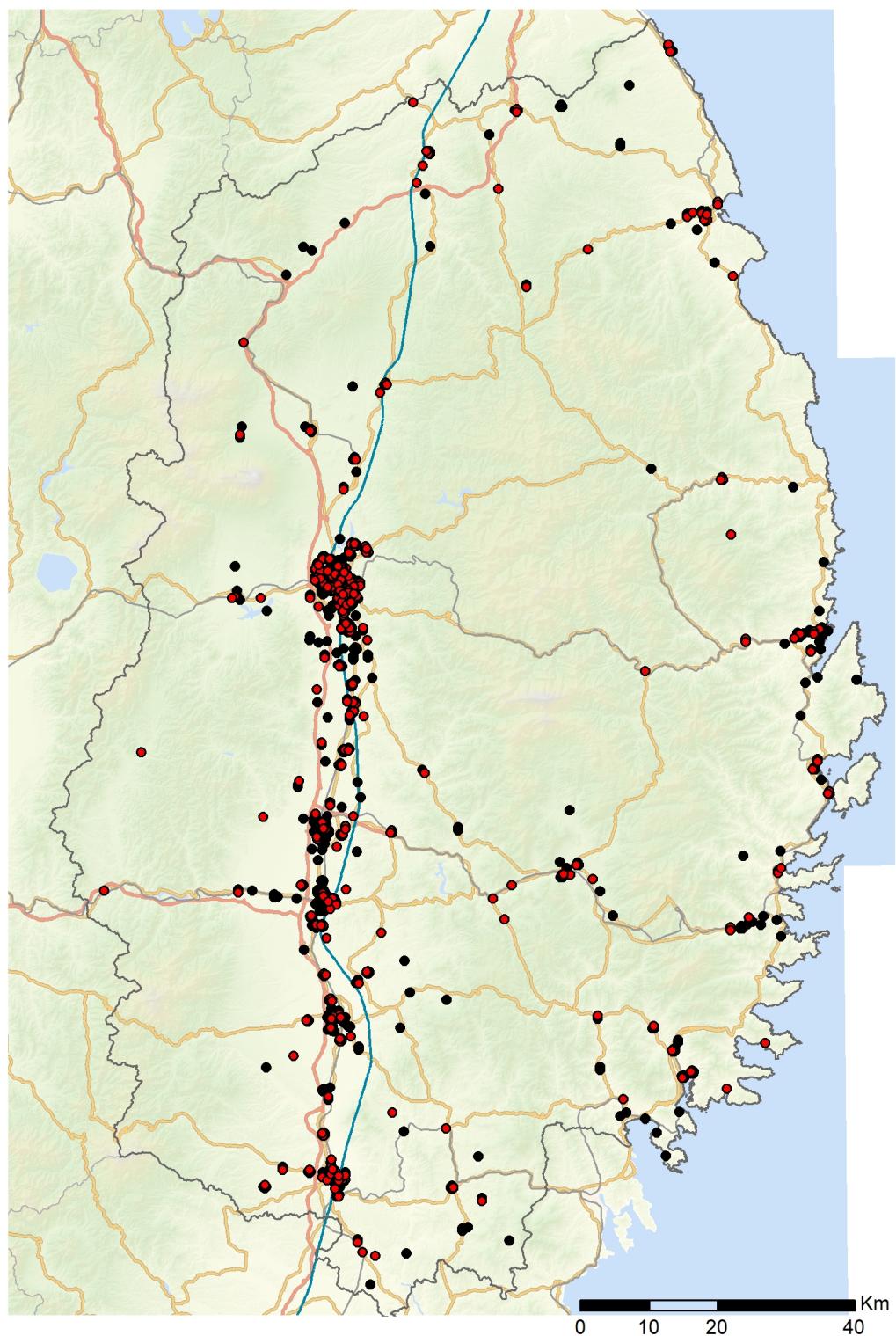
Q6-05 (林産物に関する設問)

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



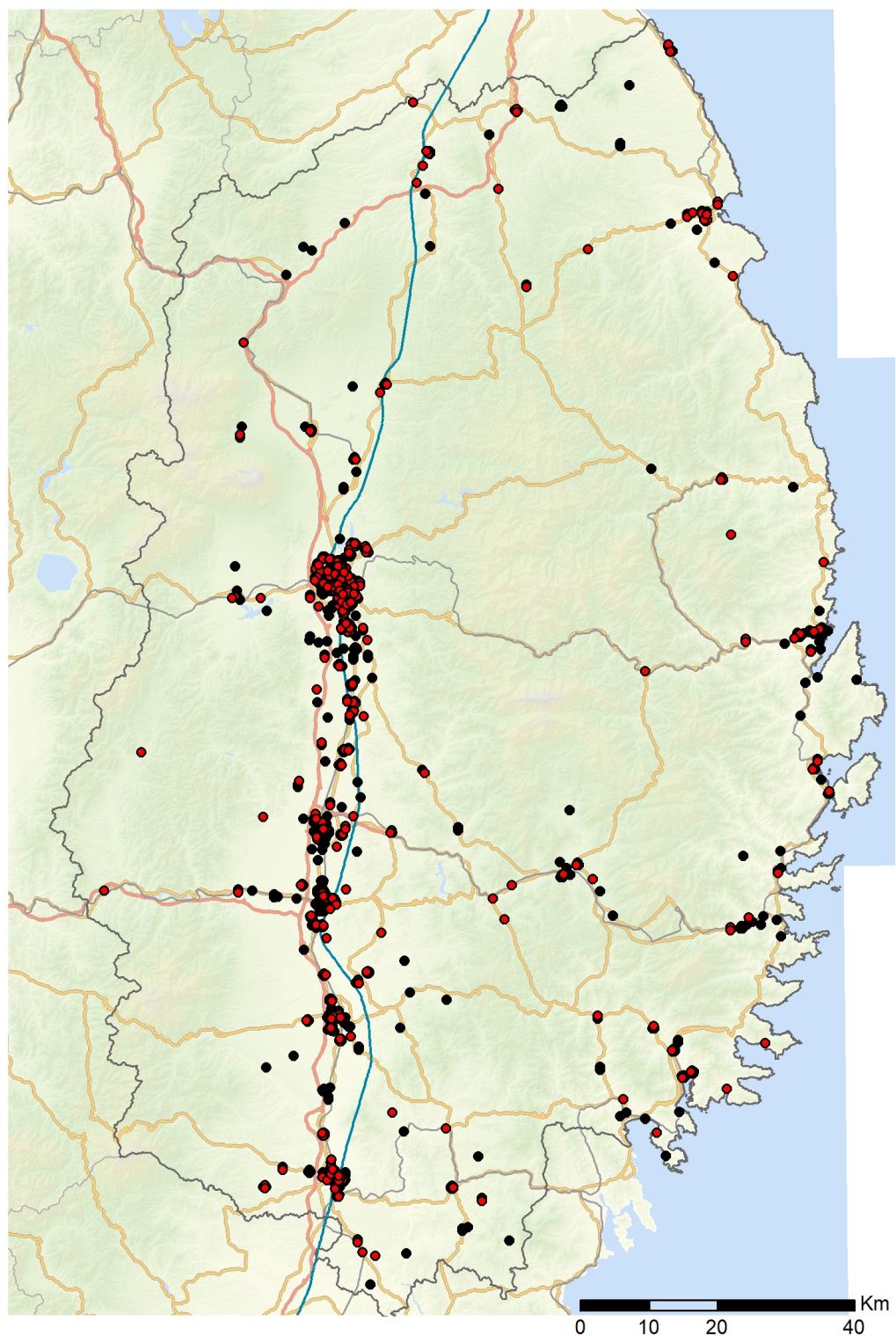
Q6-06 (生物生息域に関する設問)

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



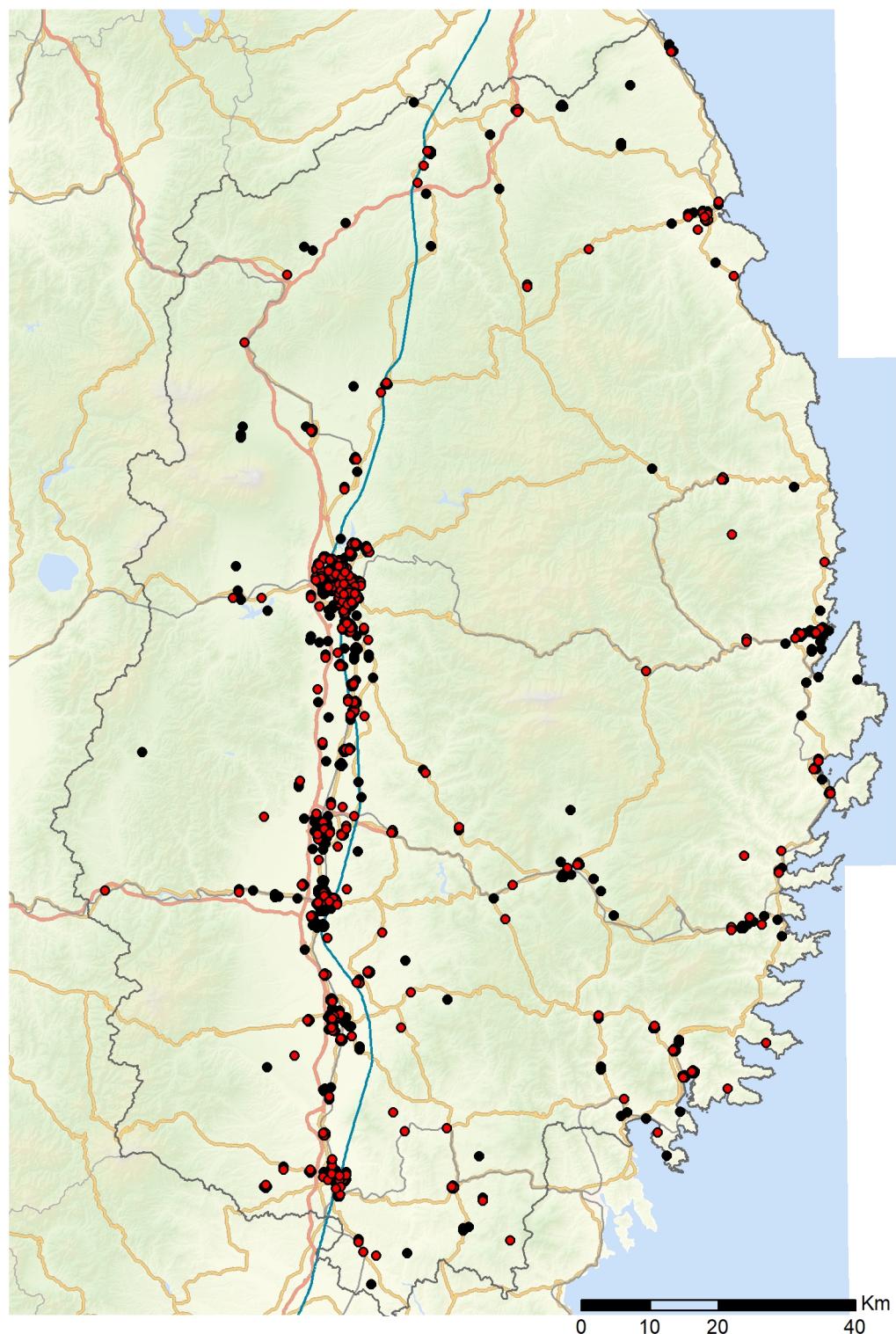
Q6-07 (山崩れ防止に関する設問)

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



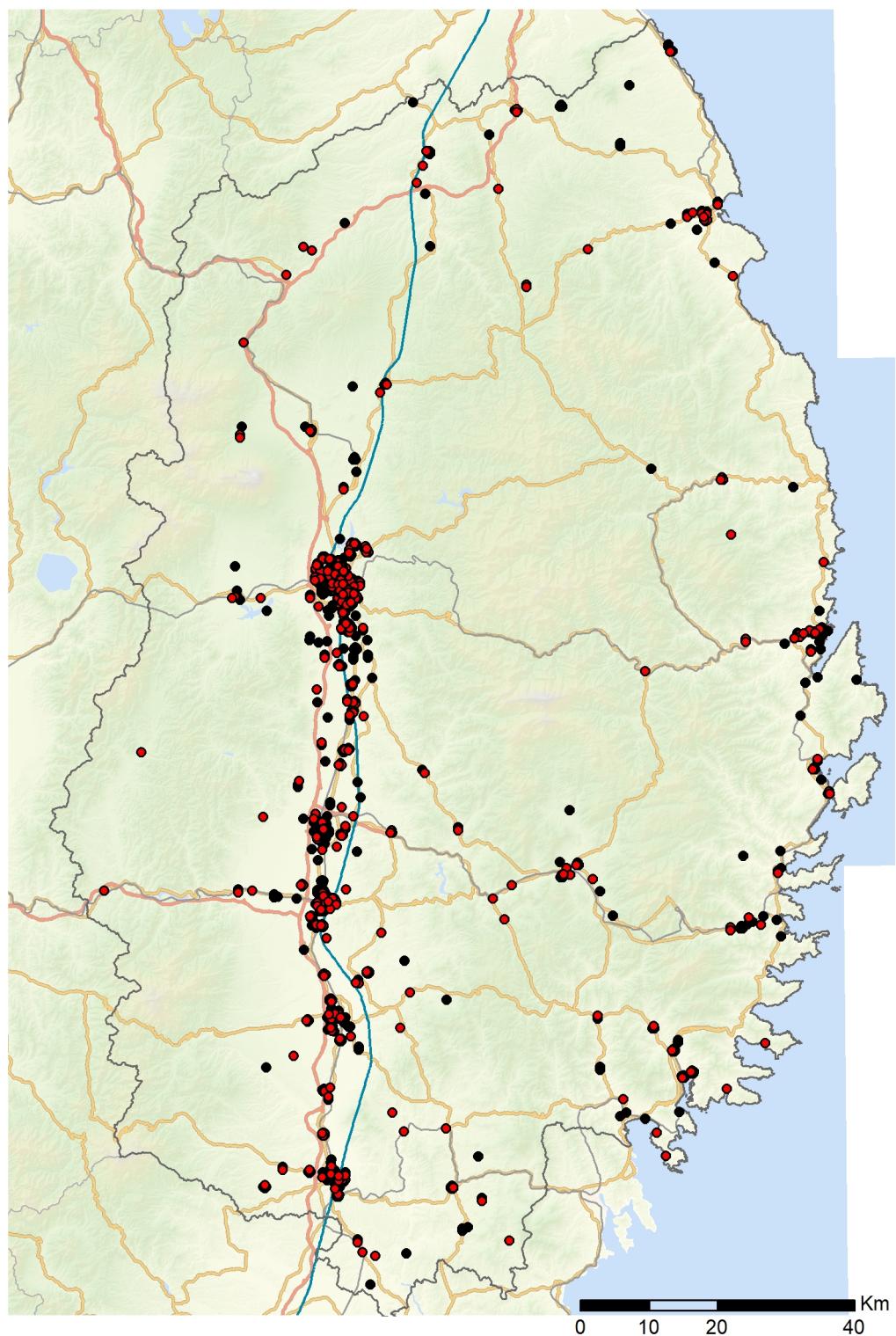
Q6-08（洪水防止に関する設問）

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



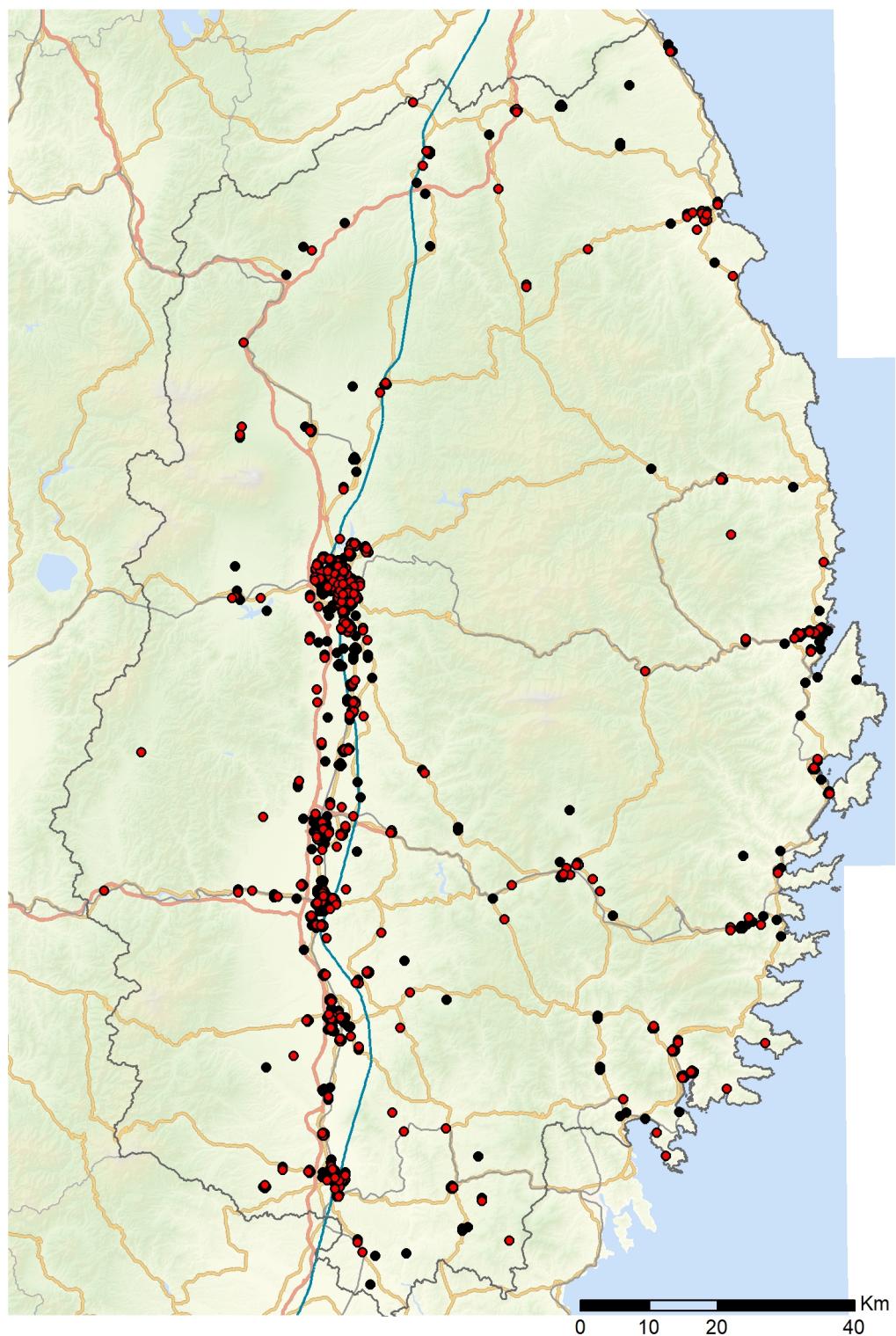
Q6-09 (温暖化防止に関する設問)

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



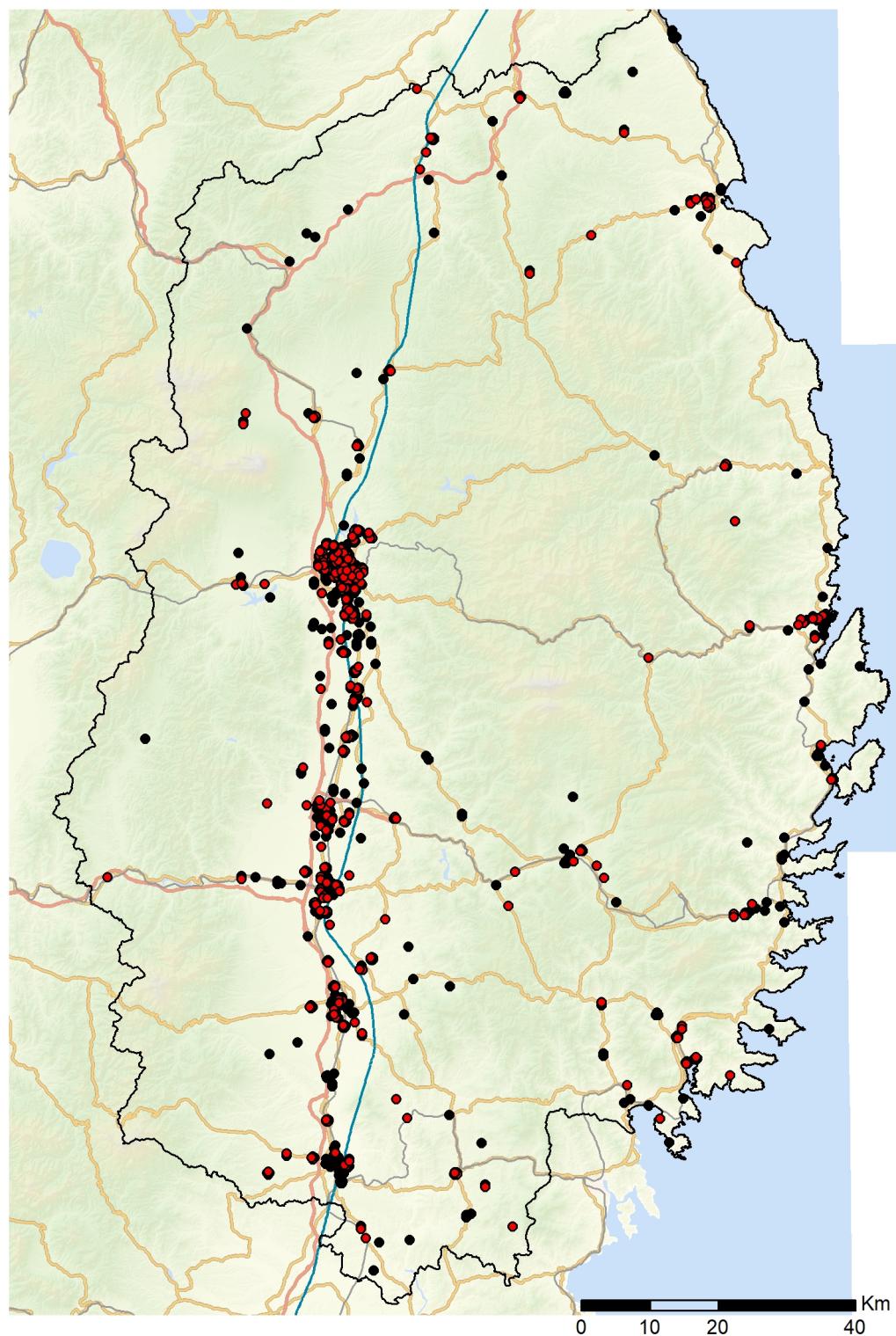
Q6-10（水資源に関する設問）

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



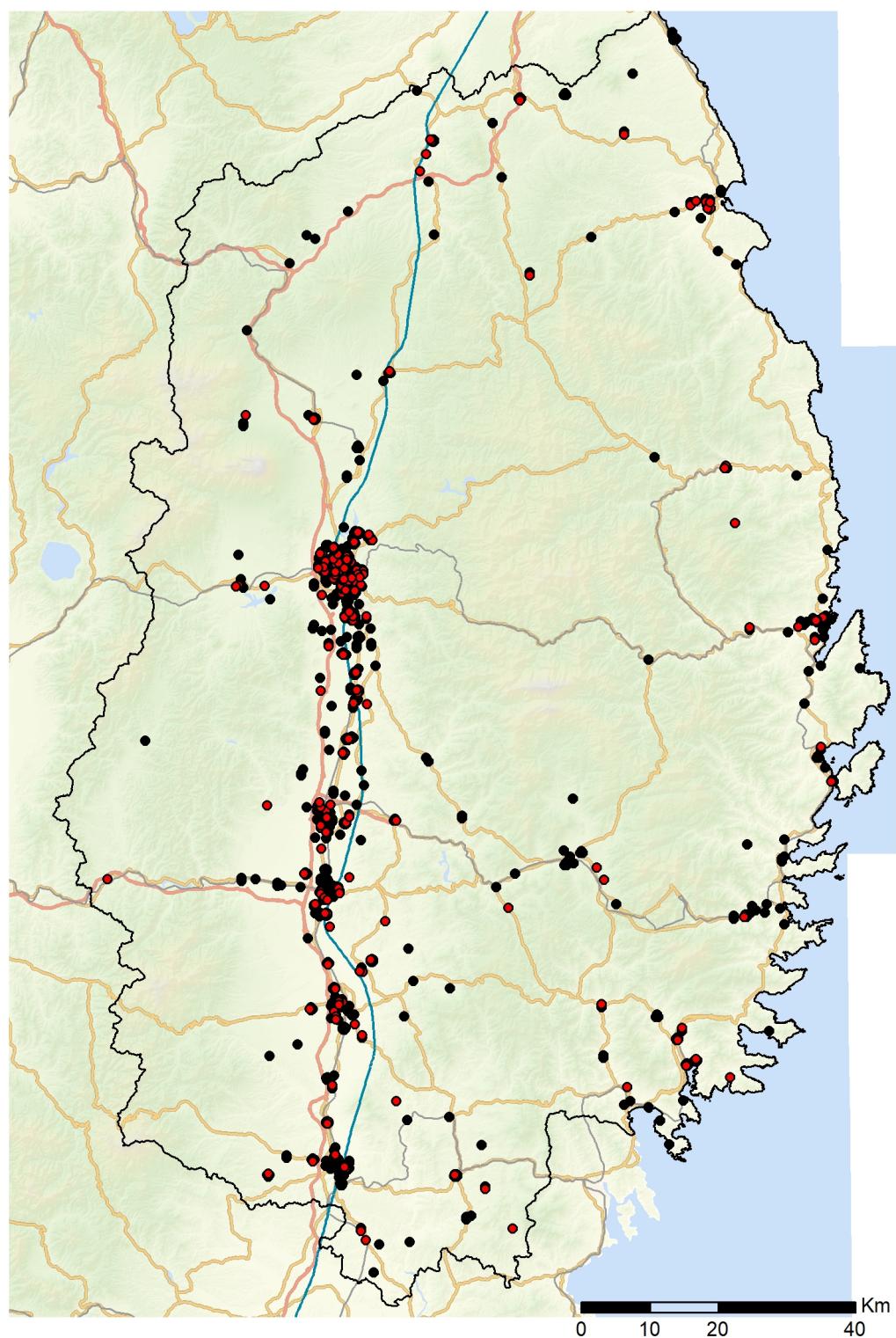
Q6-11（空気浄化及び騒音防止に関する設問）

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



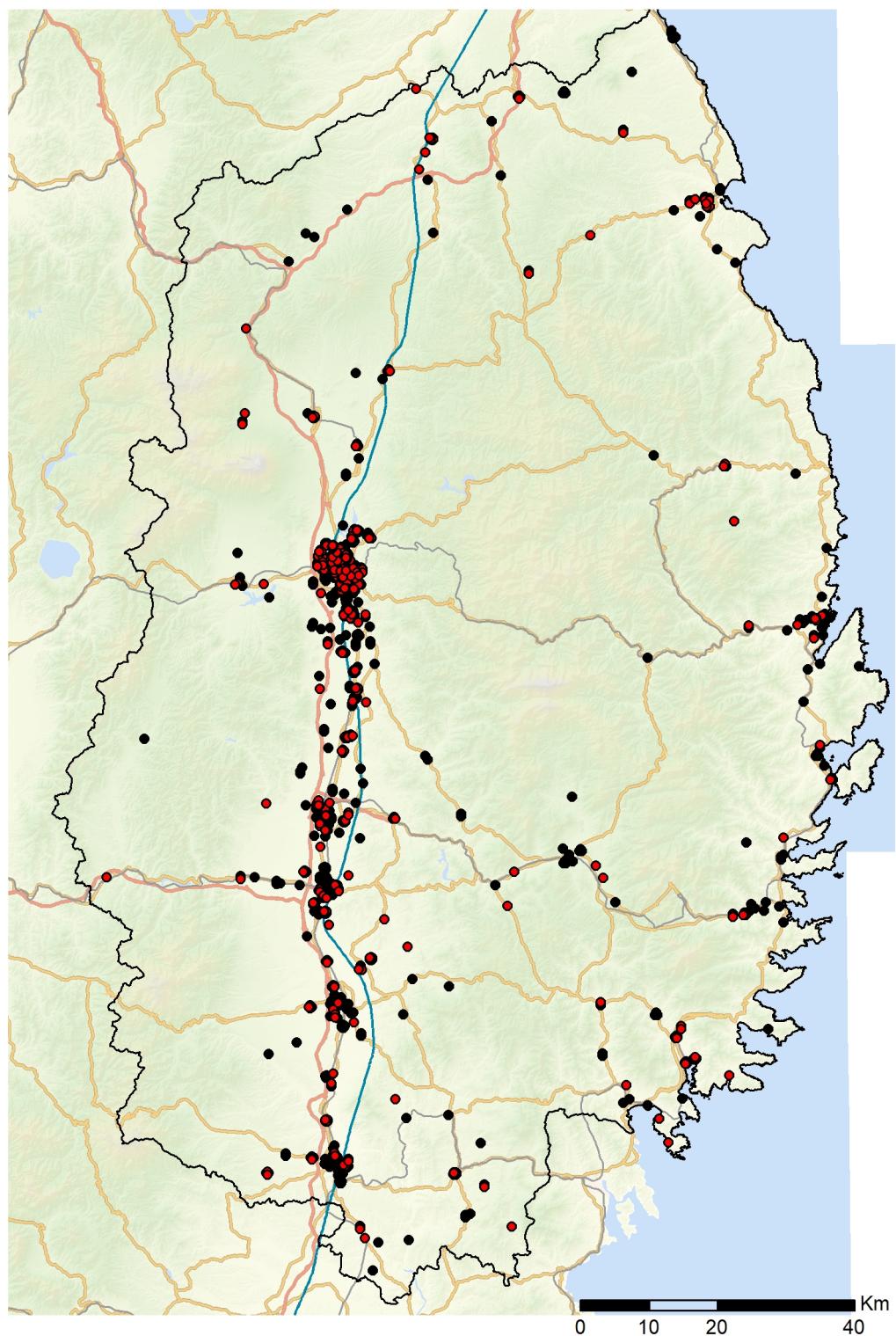
Q7-01 (安らぎに関する設問)

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



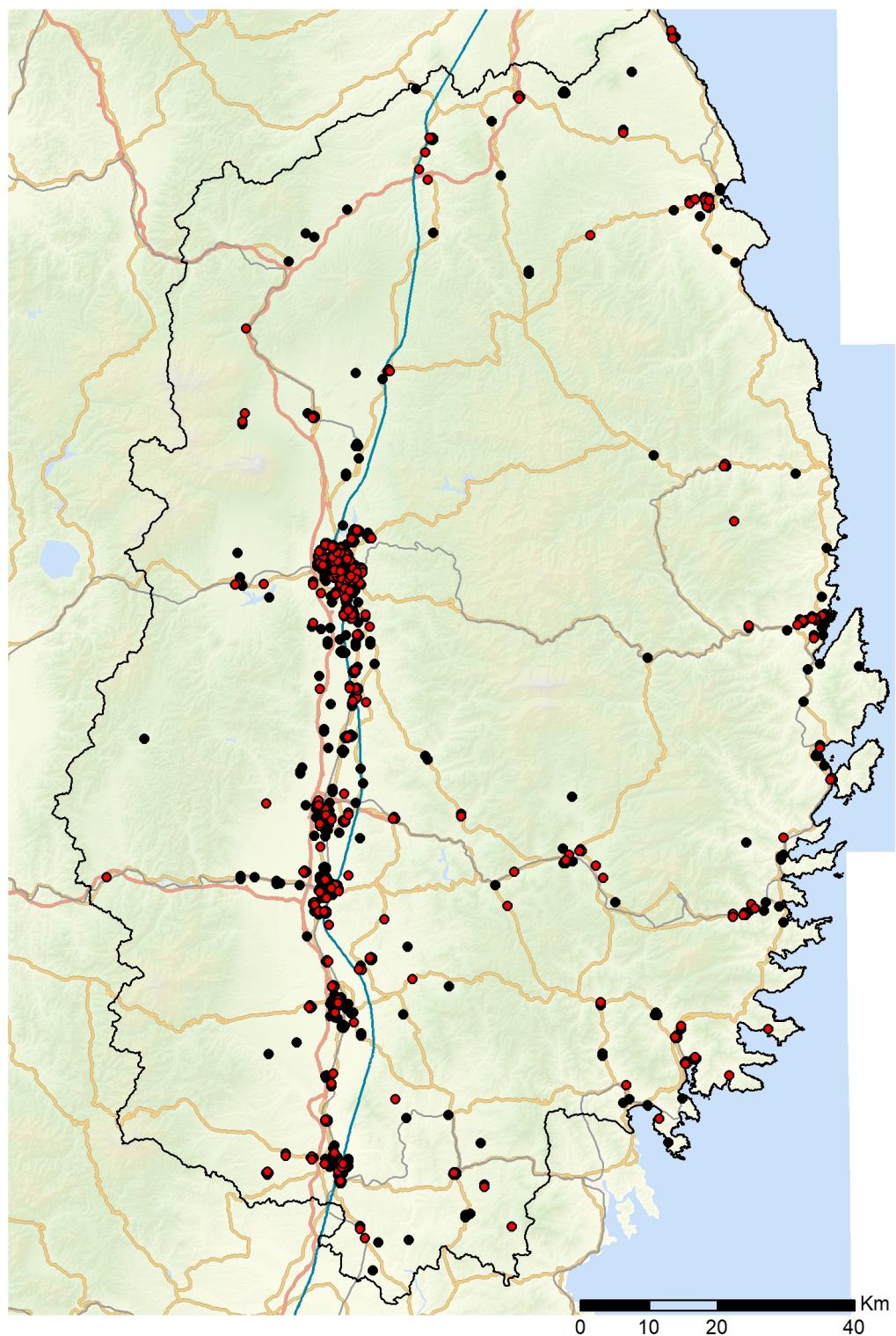
Q7-02 (レクリエーションに関する設問)

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



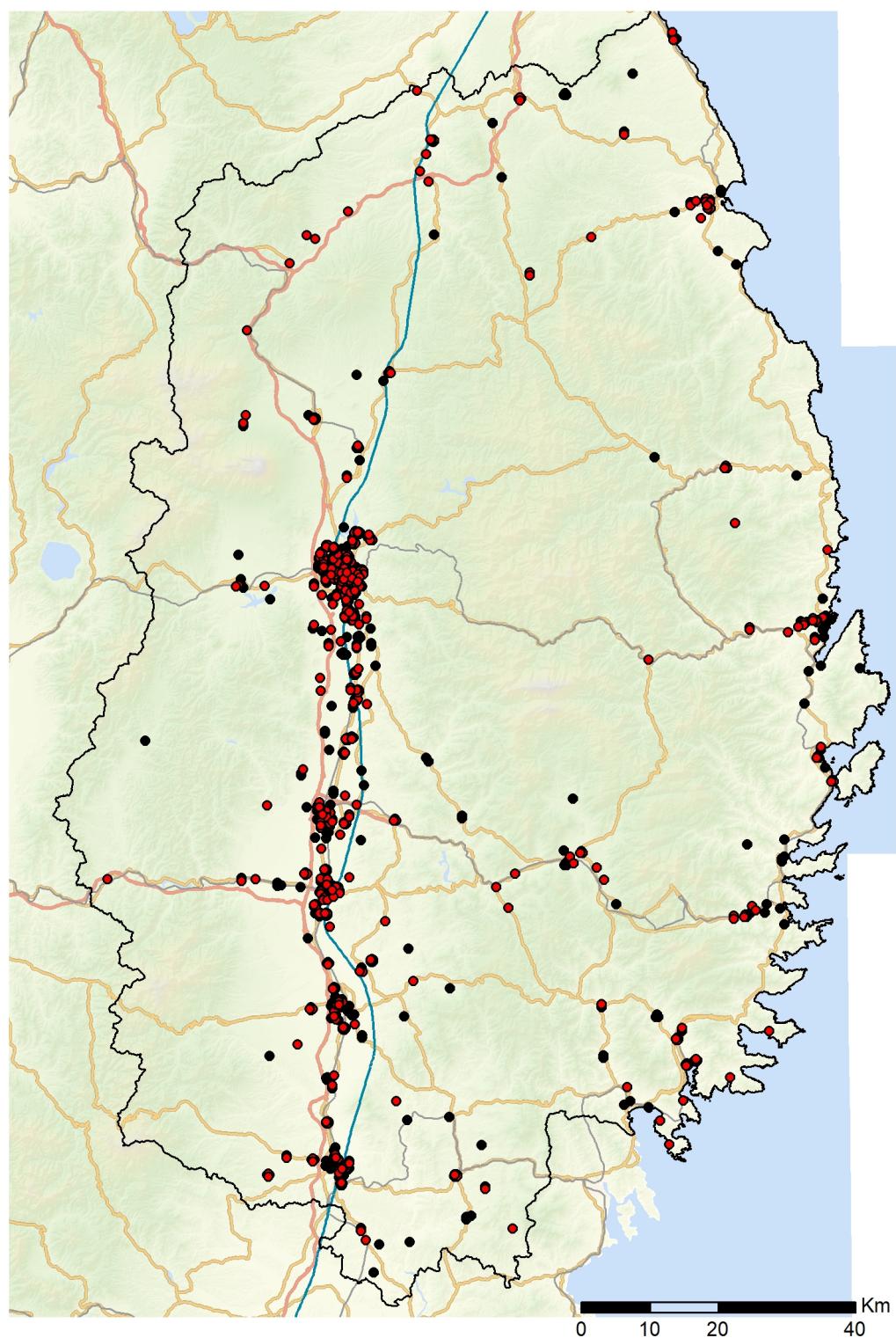
Q7-03 (教育に関する設問)

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



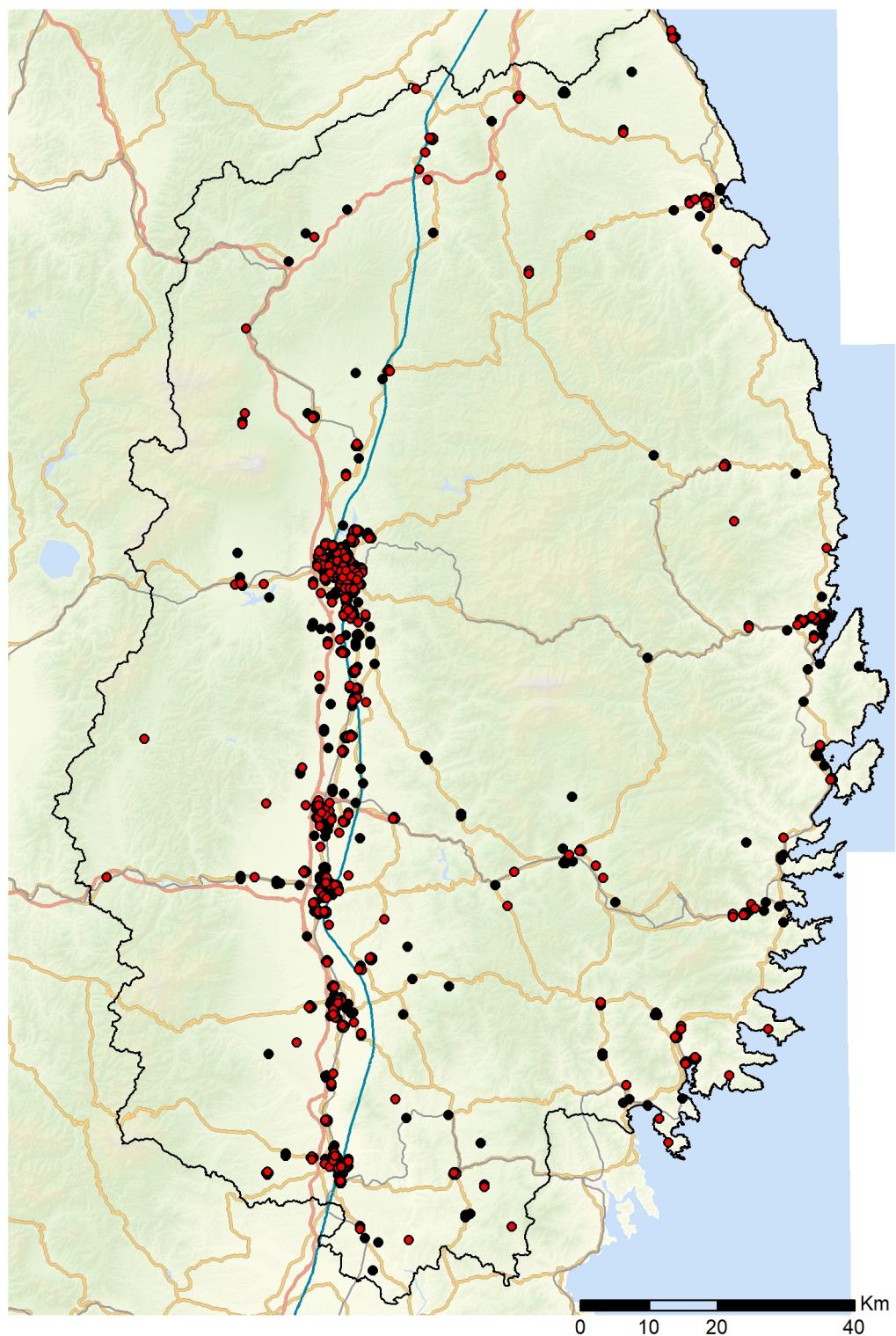
Q7-04 (建材に関する設問)

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



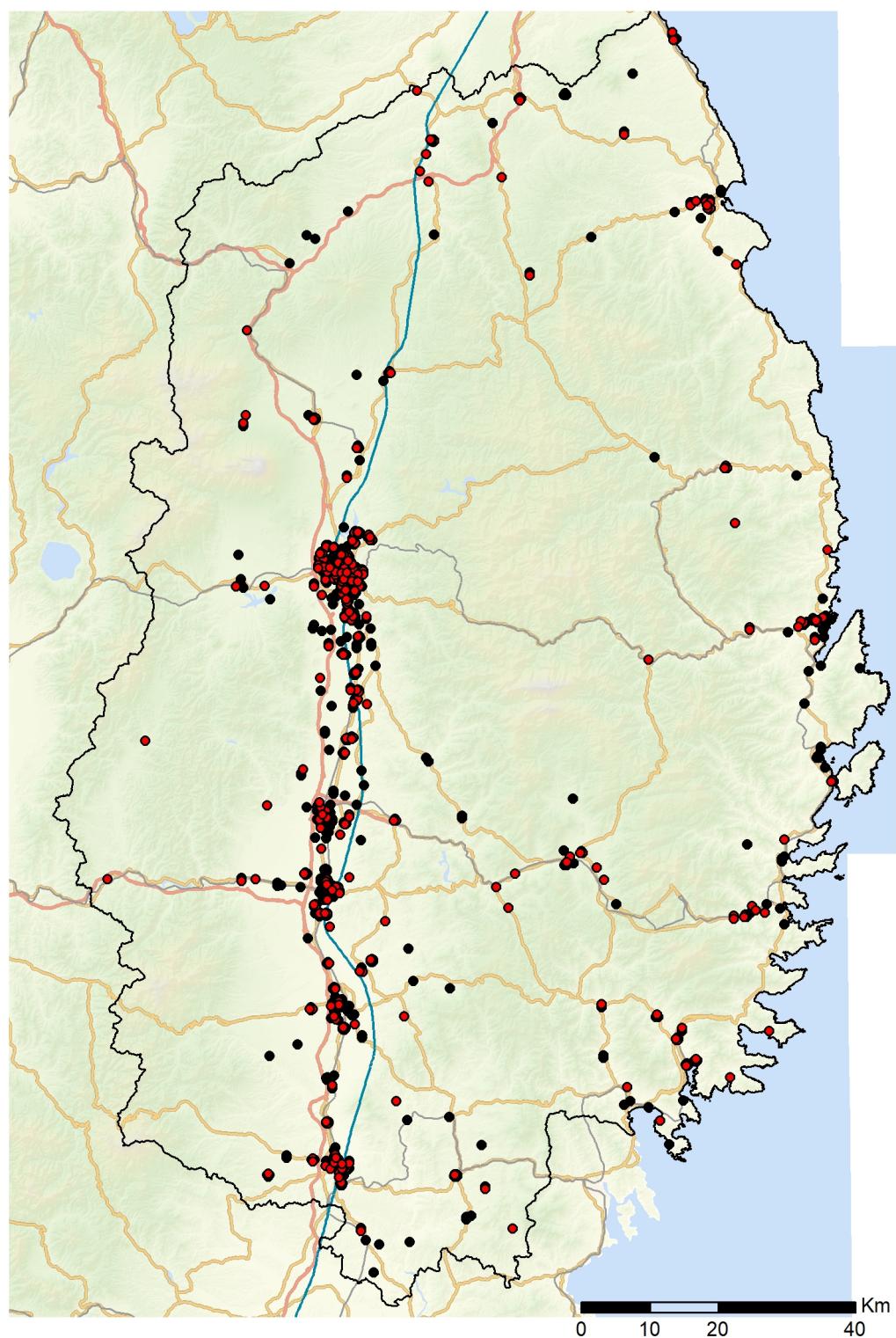
Q7-05 (林産物に関する設問)

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



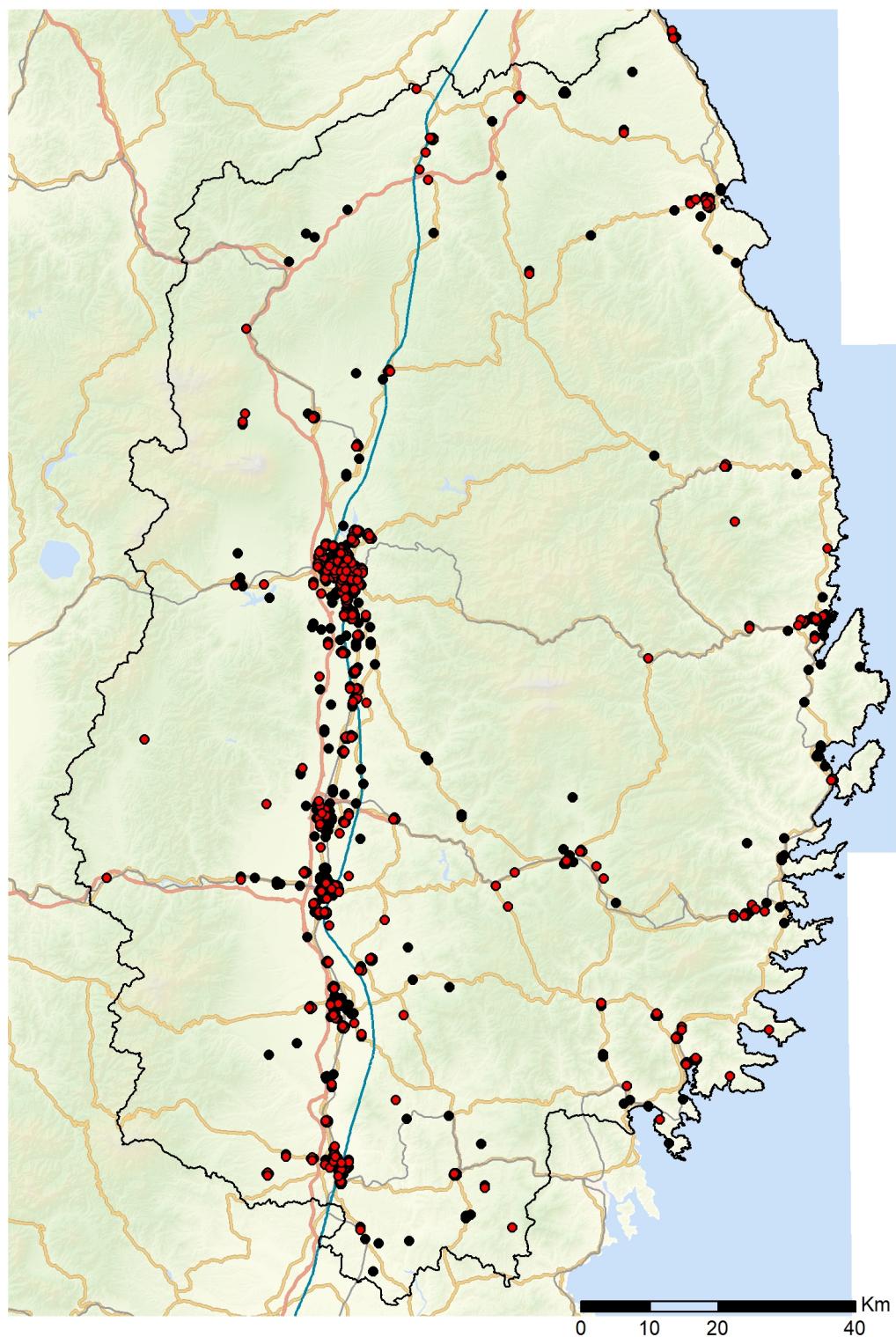
Q7-06 (生物生息域に関する設問)

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



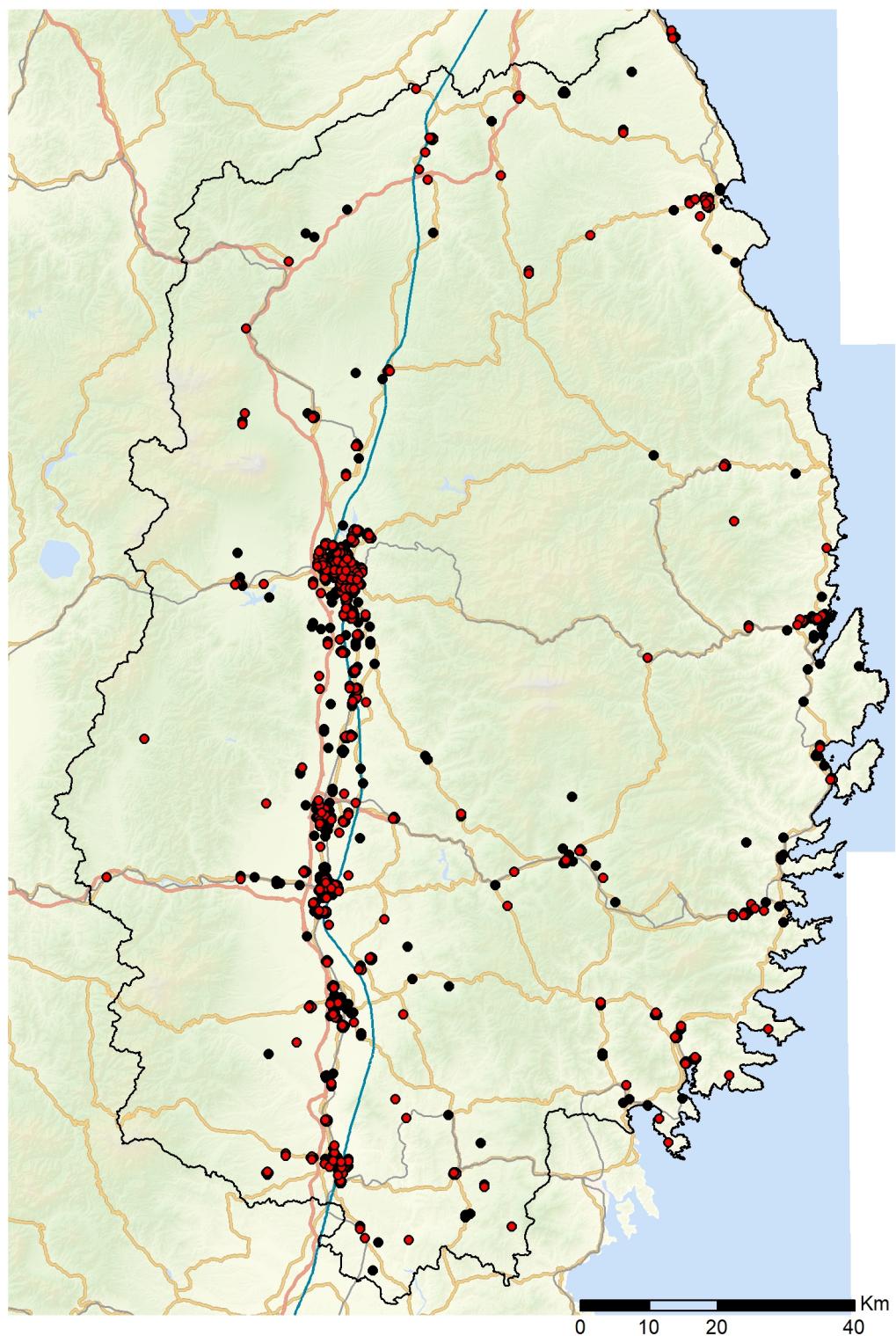
Q7-07 (山崩れ防止に関する設問)

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



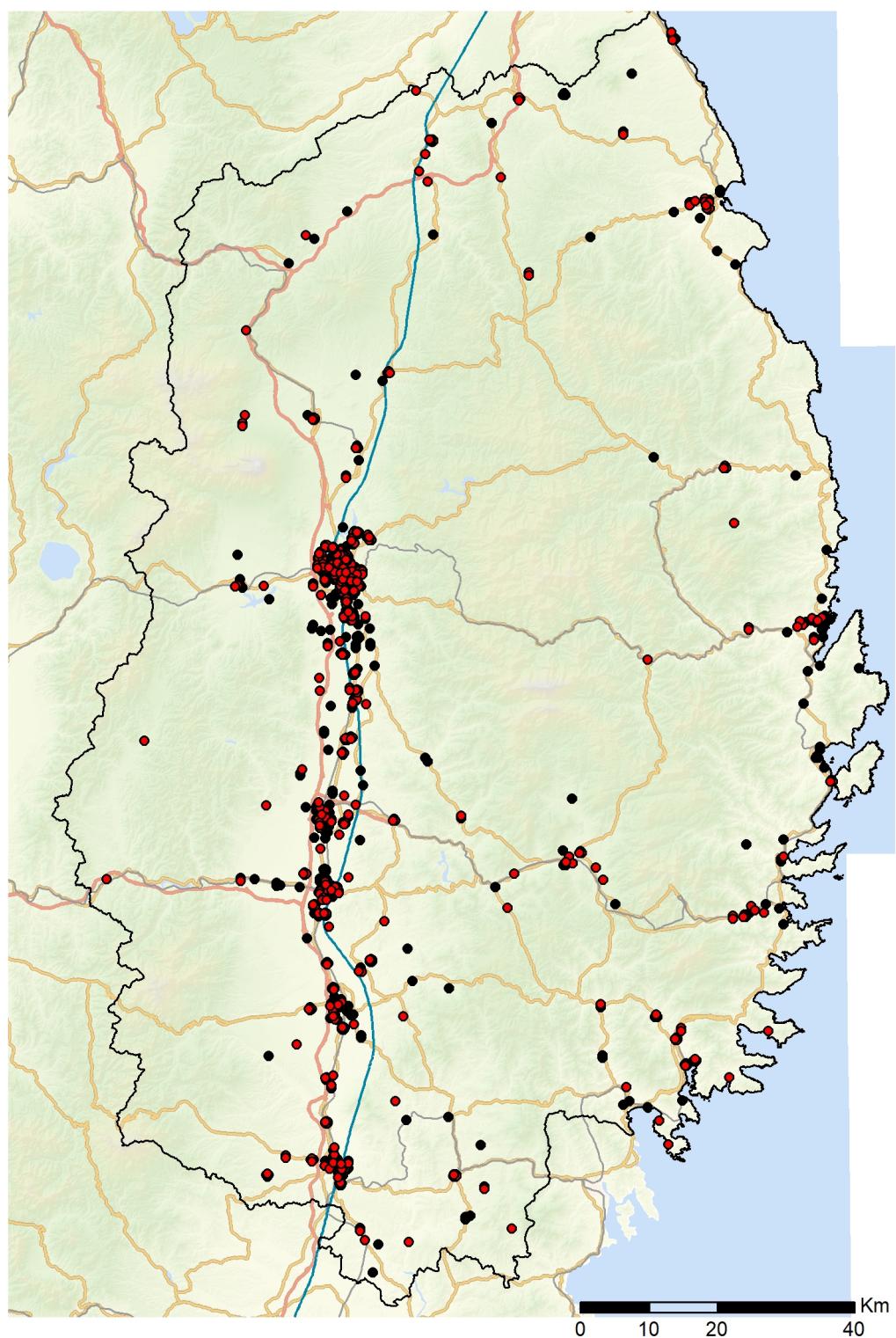
Q7-08 (洪水防止に関する設問)

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



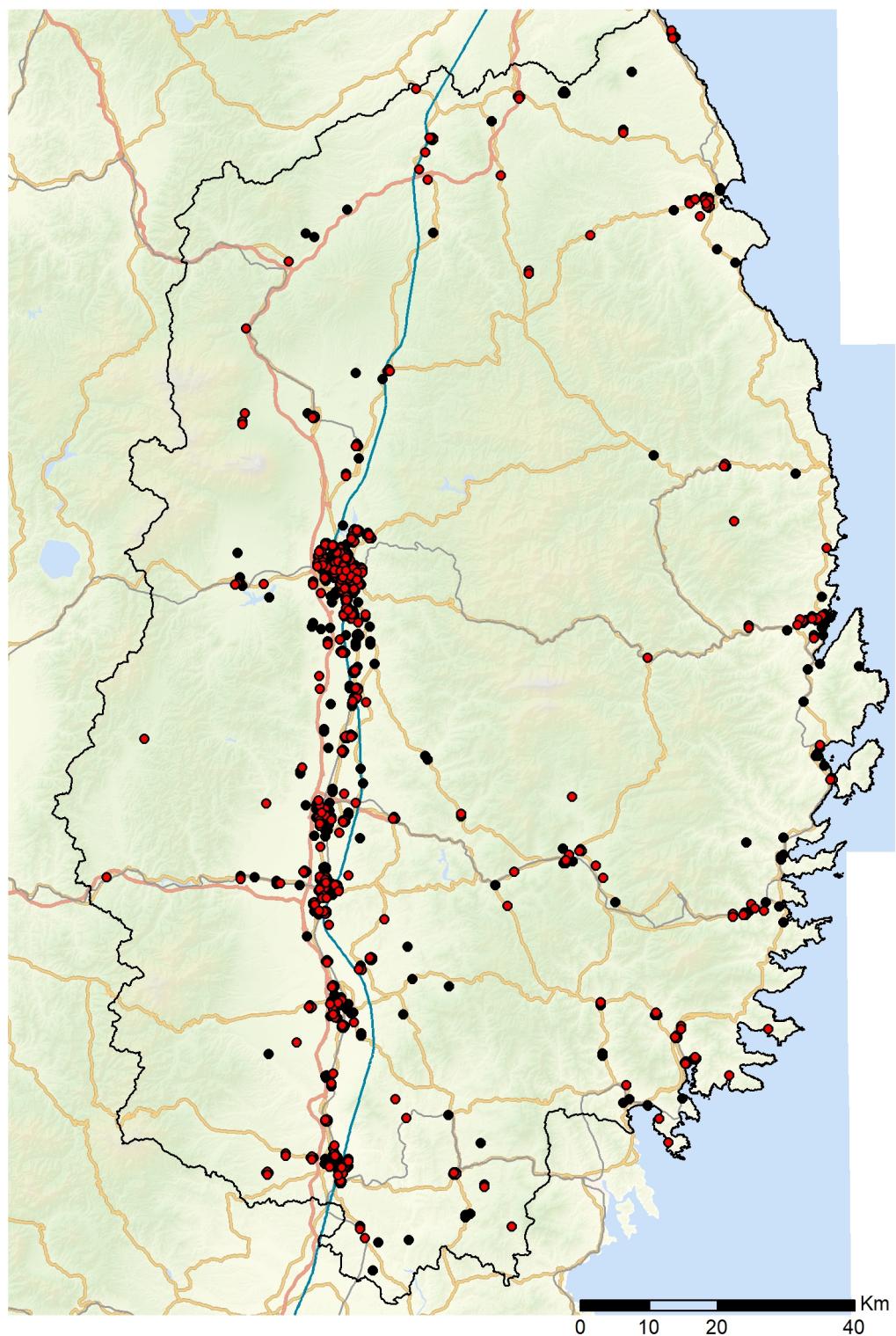
Q7-09 (温暖化防止に関する設問)

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



Q7-10 (水資源に関する設問)

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。



Q7-11 (空気浄化及び騒音防止に関する設問)

赤丸は最高評価（かなり感じている）と回答した回答者、黒丸はそれ以外の回答者を示している。

添付資料3 全国の木質バイオマス直接燃焼発電所

No.	発電所名称	エリア	場所	発電規模 (kW)	使用燃料	燃料使用量 (万t/年)	従業員数 (常勤)	稼働開始年月	総事業費 (億円)	敷地面積 (m ²)	CO2削減 (t-CO2)	種類	PKS以外の木材 (国产or輸入)	注
1	紋別バイオマス発電所	北海道	北海道紋別市	50,000	木質チップ(未利用材、一般木材)、PKS(15%、石炭(15%))	25.0		2016.12	150	36,000		混焼		
2	WIND-SMILE	北海道	北海道網走市	1,995	木質チップ(未利用材)、PKS			2018.1		14,000		車徳	国产材	
3	神戸物産・バイオマス発電所	北海道	北海道白壁町	6,250	木質チップ(未利用材)		15	2018.8	40			車徳	国产材	
4	若小牧バイオマス発電	北海道	北海道若小牧市	6,194	木質チップ(未利用材、一般木材)	6.0		2017.4	40			車徳	国产材	
5	エナジーグリーンエナジー江別発電所	北海道	北海道江別市	25,400	木質チップ(未利用材、一般木材)、石炭(20%)	20.0	19	2016.1	65			混焼	国产材	
6	木質直接バイオマス発電所 大儀発電所	東北	福島県白河市	11,500	木質チップ(未利用材、一般木材)	12.0	28	2006.1				車徳	国产材	
7	クリーン発電津	東北	福島県会津若松市	5,700	木質チップ	6.0	17	2012.7	25	10,000	17,000	車徳	国产材	
8	能代会津経営バイオマスエナジー	東北	青森県平川市	6,250	木質チップ(未利用材)、製造技		22	2015.12	27	6,000	17,000	車徳	国产材	
9	八戸バイオマス発電	東北	青森県八戸市	12,400	木質チップ(未利用材)、PKS	13.0		2017.12	60			車徳	国产材	
10	株式会社バイオマスステーション新潟	東北	新潟県新潟市	5,750	木質チップ(未利用材)、一般木材	7.0	15	2016.6	33	16,300		車徳	国产材	
11	ラミット明星パワーフロム豊川バイオマス発電所	東北	新潟県三条市	50,000	木質チップ(未利用材、一般木材)、石炭(30%)	14.0		2005.1				混焼	国产材	
12	SGET三条バイオマス	東北	新潟県三条市	6,300	木質チップ(未利用材)、PKS(6%)	6.0		2017.9	55	12,000		車徳	国产材	
13	能代バイオマス発電所	東北	秋田県能代市	3,000	木質チップ(未利用材、一般木材)	3.5	8	2003.2	15	19,440		車徳	国产材	
14	ユーティドリニューアルエナジー	東北	秋田県秋田市	20,500	木質チップ(未利用材)、PKS(30%)	15.0	29	2016.7	125	36,000	77,088	車徳	国产材	
15	DSグリーン発電米沢南高麗電所	東北	山形県米沢市	6,250	木質チップ(未利用材)	8.0	20	2018.1	40	35,000		車徳	国产材	
16	鶴岡バイオマス発電所	東北	山形県鶴岡市	1,995	木質チップ(未利用材)	4.0		2015.11	20	14,000		車徳	国产材	
17	やまとがたクリーンパワー	東北	山形県村山市	2,000	木質チップ(未利用材)、製造技	2.0		2007.7	15	6,200		車徳	国产材	
18	ひがみバイオマス発電所	東北	山形県新庄市	6,800	木質チップ(未利用材、一般木材)	7.5		2018.12				車徳	国产材	
19	山形バイオマスエネルギー発電所	東北	山形県上山市	2,000	木質チップ(未利用材)、製造技	3.0		2017.4				車徳	国产材	
20	サミット酒田パワー	東北	山形県酒田市	50,000	木質ペレット、木質チップ、PKS、石炭(補助)	26.0	25	2018.8	250			車徳	国产材	
21	桑上バイオマス発電所	東北	山形県桑上町	1,000	木質チップ(未利用材)			2017.7				車徳	国产材	
22	NKOながらクリーンパワー	東北	山形県農井市	1,990	木質チップ(未利用材、一般木材)	2.6		2017.7	26	20,000		車徳	国产材	
23	アリスの森バイオマスパワープラント	東北	宮城県栗原市	800	木質チップ(未利用材)	1.0		2014.3	20			車徳	国产材	取事業費は森林整備含まれる
24	株式会社野田バイオパワーJP	東北	岩手県九戸郡	14,000	木質チップ(未利用材、一般木材)、PKS(30%)	14.0	21	2016.8		30,000		車徳	国产材	
25	ウチカわいバイオマス発電所	東北	岩手県宮古市	5,800	木質チップ(未利用材、一般木材)	9.0		2014.4	28			車徳	国产材	
26	株式会社花巻バイオマスエナジー	東北	岩手県花巻市	6,250	木質チップ(未利用材)	8.0		2017.2	33	40,000	28,000	車徳	国产材	
27	株式会社一戸一オフレスパワーフ	東北	岩手県一戸郡	6,250	木質チップ(未利用材、一般木材)		20	2018.2	28			車徳	国产材	
28	クラボウ鳥取バイオマス発電所	中国・四国	徳島県阿南市	6,220	木質チップ(未利用材、一般木材)	8.0	17	2016.4		8,500		車徳	国产材	
29	松江バイオマス発電	中国・四国	島根県松江市	6,250	木質チップ(未利用材、一般木材)	8.8	15	2015.4	37	17,150		車徳	国产材	
30	江津バイオマス発電所	中国・四国	島根県江津市	12,700	木質チップ(未利用材、一般木材)、PKS	11.5	15	2015.7	50			車徳	国产材	
31	日新バイオマス発電	中国・四国	島根県境港市	5,700	木質チップ(未利用材)	8.0	13	2015.4	28			車徳	国产材	
32	バイオマス発電 - 三洋製紙株式会社	中国・四国	島根県鳥取市	16,700	木質チップ(未利用材、一般木材)、PKS、石炭	13.0		2017.1				混焼	国产材	
33	株式会社ミツヨコ岩国発電所	中国・四国	山口県岩国市	10,000	木質チップ(未利用材、一般木材)、PKS(10%)	10.4	13	2006.1		15,000		車徳	国产材	
34	宿毛バイオマス発電所	中国・四国	高知県宿毛市	6,500	木質チップ(未利用材、一般木材)	9.0	20	2015.2	40			車徳	国产材	
35	土居クリーンパワー	中国・四国	高知県高岡郡	6,250	木質チップ(未利用材)	7.0	20	2015.4	35	12,000	20,000	車徳	国产材	
36	イレックシステムエナジー土佐発電所	中国・四国	高知県高知市	29,500	PKS		26	2013.6				車徳	国产材	
37	ウドワク発電所	中国・四国	広島廿日市市	5,800	木質チップ(未利用材、一般木材)	5.4		2015.3	26			車徳	国产材	
38	中林木材・株式会社バイオマス発電所	中国・四国	広島県吳市	9,850	木質チップ(未利用材、一般木材)			2017.6				車徳	国产材	
39	拓殖工業株式会社工場工場エコ発電所	中国・四国	岡山県真庭市	1,950	木質チップ(未利用材、一般木材)	2.0		1997.12	10			車徳	国产材	
40	眞山バイオマス発電所	中国・四国	岡山県眞庭市	10,000	木質チップ(未利用材、一般木材)	14.8	15	2015.4	41			車徳	国产材	
41	松山バイオマス発電所	中国・四国	愛媛県松山市	12,500	木質チップ(未利用材、一般木材)、PKS	12.0	17	2018.1	60			車徳	国产材	
42	朝来バイオマス発電所	近畿	兵庫県朝来市	5,600	木質チップ(未利用材)	6.3		2016.12	31	7,000		車徳	国产材	
43	パルテックエナジーららバイオマス発電設 置	近畿	兵庫県丹波市	22,100	木質チップ(未利用材、一般木材)、PKS			2017.12				車徳	国产材	
44	赤穂木質バイオマス発電所	近畿	兵庫県赤穂市	16,530	木質チップ(未利用材、一般木材)			2015.1				車徳	国产材	
45	クリーンエナジー安良・吉野発電所	近畿	奈良県吉野郡	6,500	木質チップ(未利用材、一般木材)	7.2	15	2015.12	38	8,000		車徳	国产材	
46	株式会社BPS大東	近畿	大阪府大東市	5,750	木質チップ(未利用材)	6.0	14	2015.12	25	10,000		車徳	国产材	
47	いききクリーンエナジー	近畿	滋賀県米原市	3,550	木質チップ(未利用材、一般木材)	4.6	12	2015.1	18			車徳	国产材	
48	株式会社グリーンエナジー津	近畿	三重県津市	20,100	木質チップ(未利用材、一般木材)、PKS			2016.7	90			車徳	国产材	
49	多賀バイオパワー発電所	近畿	三重県多気郡	6,700	木質チップ(未利用材、一般木材)	6.5		2016.7	25	8,800		車徳	国产材	
50	三重エコウッド株式会社木質バイオマス発 電	近畿	三重県松阪市	5,800	木質チップ(未利用材)	5.7	14	2016.6	20			車徳	国产材	
51	バイオマスパワー「テノロジーズ」松阪木質 バイオマス発電所	近畿	三重県松阪市	1,990	木質チップ(未利用材、一般木材)	3.0		2018.1	17			車徳	国产材	
52	三重福知山バイオマス発電所	近畿	京都府福知山市	1,760	PKS			2017.6	5			車徳	輸入材	
53	シグマパワー有明 三川発電所	九州	福岡県大牟田市	50,000	PKS			2005.5 (2017.4)		65,000		車徳	国产材	
54	エフオン 善後大野発電所	九州	大分県善後大野市	18,000	木質チップ(未利用材)	21.0		2016.8	65	65,000		車徳	国产材	
55	天嘉発電所 - 株式会社グリーン発電大分	九州	大分県日田市	5,700	木質チップ(未利用材)	6.0	14	2013.11	21	27,000		車徳	国产材	
56	株式会社日田ウッドパワー 日田発電所	九州	大分県日田市	12,000	木質チップ(未利用材、一般木材)	12.0		2006.11		20,440		車徳	国产材	
57	イレックシステムエナジー佐伯発電所	九州	大分県佐伯市	50,000	PKS、石炭		20	2018.11	167			車徳	国产材	
58	霧島木質発電	九州	鹿児島県霧島市	5,700	木質チップ(未利用材、一般木材)	7.0	20	2015.6	23			車徳	国产材	

59	中越バルブ工業 川内工場発電所	九州	鹿児島県薩摩川内市	23,700	木質チップ(未利用材、一般木材、竹)			2015.11				専焼	国産材	
60	中國木材・伊万里バイオマス発電所	九州	佐賀県伊万里市	9,850	木質チップ(未利用材、一般木材)	11.0		2016.3				専焼	国産材	
61	日本製紙・八代工場バイオマス発電設備	九州	熊本県八代市	5,000	木質チップ(未利用材、一般木材)	7.0		2015.6				専焼	国産材	
62	有明クリーンエネルギー	九州	熊本県荒尾市	6,250	木質チップ(未利用材、一般木材)	7.0	20	2016.4	34	21,841	20,000	専焼	国産材	
63	セイホクバイオマス発電所	九州	宮崎県日南市	2,300	木質チップ(未利用材、一般木材)	5.0	10	2005.1	17			専焼	国産材	
64	王子グリーンエナジー日南発電所	九州	宮崎県日南市	25,400	木質チップ(未利用材、一般木材)、石炭、PKS		15	2015.3	85	27,000		混焼	国産材/輸入材	
65	南宮崎ウッドパワー発電所	九州	宮崎県日南市	1,300	木質チップ(未利用材、一般木材)			2004				専焼	国産材	
66	日向バイオマス発電所	九州	宮崎県日向市	18,000	木質チップ(未利用材、一般木材)、PKS	15.0		2015.3				専焼	国産材	
67	グリーンバイオマスマクトリー	九州	宮崎県都農町	5,750	木質チップ(未利用材)	7.2	12	2015.2	35			専焼	国産材	
68	宮崎森林発電所	九州	宮崎県兒湯郡	5,750	木質チップ(未利用材、一般木材)	7.2	20	2015.4	35			専焼	国産材	
69	大生風潮発電所	九州	宮崎県串間市	1,940	木質ペレット(未利用材)	1.9		2018.3		10,000	7,478	専焼	国産材	
70	教諭グリーンパワー	北陸・中部	福井県敦賀市	37,000	木質チップ、PKS	28.0	18	2017.7	180	22,000		専焼	国産材	
71	福井グリーンパワー大野発電所	北陸・中部	福井県大野市	7,000	木質チップ(未利用材、一般木材)	7.0		2016.4	40	31,000		専焼	国産材	
72	グリーンエネルギー北陸	北陸・中部	富山県射水市	5,750	木質チップ(未利用材)	7.0		2015.5	32			専焼	国産材	
73	いいづな お山の第一、第二発電所	北陸・中部	長野県長野市	2,800	木質チップ(未利用材、一般木材)	3.5	7	2005 (2014)				専焼	国産材	
74	天月バイオマス発電所	北陸・中部	山梨県天月市	14,500	木質チップ(未利用材、一般木材)、薪定燃	15.0	20	2018.11		20,000		専焼	国産材	
75	株式会社岐阜バイオマスパワー	北陸・中部	岐阜県瑞穂市	6,250	木質チップ(未利用材、一般木材)	9.0	12	2014.12	27	16,000		専焼	国産材	
76	川口木質バイオマス発電所	北陸・中部	岐阜県加茂郡	4,300	木質チップ	6.9		2007.6				専焼	国産材	
77	半田バイオマス発電所	北陸・中部	愛知県半田市	75,000	木質チップ、PKS、石炭(補助)			2017.6	200	43,000		専焼	国産材	
78	安藤野バイオマスエネルギーセンター(新電) (併用3800kW)	北陸・中部	長野市安曇野市	1,900	木質チップ(未利用材、一般木材)	2.5		2016.5		2,109		専焼	国産材	
79	墨俣川バイオマス発電所	関東・甲信	栃木県那珂川町	2,500	木質チップ(未利用材)	5.0	12	2014.1				専焼	国産材	
80	京浜バイオマス発電所	関東・甲信	神奈川県川崎市	49,000	木質ペレット、PKS			2015.11	160	42,000		専焼	輸入材	
81	川崎バイオマス発電所	関東・甲信	神奈川県川崎市	33,000	木質チップ(未利用材、一般木材)、薪定燃	18.0	15	2011.2			120,000	専焼	国産材	
82	レンゴー株式会社八潮工場・木質バイオマス発電所	関東・甲信	埼玉県八潮市	9,000	木質チップ(未利用材、一般木材)、PKS			2016.3				専焼	国産材	
83	吾妻木質バイオマス発電所	関東・甲信	群馬県東吾妻町	13,800	木質チップ(未利用材、一般木材)、薪定燃	13.0	20	2011.9		27,000		専焼	国産材	
84	前橋バイオマス発電所	関東・甲信	群馬県前橋市	6,750	木質チップ(未利用材、一般木材)	8.0		2018.3	40	40,000		専焼	国産材	
85	川口バイオマス発電所	関東・甲信	茨城県太子町	1,980	木質チップ(未利用材)			2018.3				専焼	国産材	
86	神之池バイオマス発電所	関東・甲信	茨城県神栖市	21,000	木質チップ(未利用材、一般木材)、生オガ、乾燥オガ	22.0		2008.7	45			専焼	国産材	
87	神栖パワープラント	関東・甲信	茨城県神栖市	38,850	木質チップ(一般木材)、PKS			2017.7				専焼	国産材	
88	宮の郷木質バイオマス発電所	関東・甲信	茨城県常陸太田市	5,750	木質チップ(未利用材、一般木材)	6.3		2015.11				専焼	国産材	

添付資料4 全国の熱利用施設

No.	事例名	施設名	実施主体	場所	利用施設	使用燃料	ボイラー出力(kW)	燃料使用量(t/年)	導入費用(万円)	注	
1	新郷村「木の駅プロジェクト」を核とした木質バイオマスの地産地消	新郷温泉館	市町村、木の駅実行委員会	青森県新郷村	温泉宿泊施設	薪	581		7,318	ボイラー設備等設置工事:5918万;ボイラー建屋建築工事:1399万;補助金3396万	
2	西目屋村における薪による熱供給	グリーンパークもりのいすみ	市町村、民間企業	青森県西目屋村	温泉宿泊施設	薪	351	150	4,400		
3	「もがみ薪ステーション」による地域主体の木質バイオマス供給	ホットハウスカムロ	県支庁	山形県金山町	温泉施設等	チップ	400	380			
		金山町森林組合 木材乾燥施設 認定こども園めごたま薪ボイラ				チップ	200	270			
						薪	75				
4	施設園芸用木質バイオマス(薪)暖房機(名称:ゴロン木)を用いた熱利用の取組		市町村、農家、民間企業等	千葉県南房総市	農業	薪				薪ストーブ20台	
5	木質バイオマスエネルギーによる熱供給	南砺中央病院 桜ヶ池 クアガーデン 福光プール いなみ交流館 ラフォーレ ゆ~ゆうランド クリエイターフラザ 五箇山荘 くろば温泉 天竺温泉 ゆ~楽	協同組合	富山県南砺市	病院、温泉施設等	ペレット ペレット ペレット ペレット ペレット ペレット ペレット 薪 薪 薪 薪 薪 薪 薪 薪 薪	313 600 400 400 230 100 170 170 170 340 170	4,330 10,584 4,200 7,165 5,562 1,793 8,263 4,790 5,189 9,845	300kW×2		
6	天川村バイオマス利用促進事業	天の川温泉	協議会	奈良県天川村	温泉施設	薪	150		4,517	75kW×2;1日1m³消費/1日15時間	
7	薪ストーブで乾杯～身の丈に合ったコンパクトでシンプルな熱供給システムの導入～	南紀月野瀬温泉ぼたん荘	市町村	和歌山県古座川町	温泉宿泊施設	薪		8.6	411	薪ストーブ	
8	住民自治スタイルによる間伐の推進及び熱供給の取組	智頭温水プール	木の宿場実行委員会	鳥取県智頭町	温水プール	薪	340		5,838	170kW×2	
9	「限りある自然の恵みを大切な人たちと分かち合う上質な田舎」づくりをめざして	湯~とひあ 黄金泉 あわくら温泉 元湯 国民宿舎 あわくら荘	市町村	岡山県西粟倉村	温泉宿泊施設	薪 薪 薪	340 75 270		13,635	170kW×2 170kW×1、100kW×1;補助金(補助率2/3)、年間にCO2削減量 379 t-CO2/年	
10	地域ぐるみで小さな里山資本主義への挑戦	蔵山なごみの温泉 津黒高原荘	市町村	岡山県真庭市	温泉宿泊施設	薪	150		2,429	75kW×2;補助金1147万;灯油使用量45%削減	
11	地域住民の参画による温浴施設へのバイオマス資源供給	芸北オークガーデンへ	市町村、民間企業等	広島県北広島町	温泉宿泊施設	薪	170	250	5,370	重油使用最大9割(92%)削減	
12	地域資源を活かした薪ボイラーによる温泉施設	いやしの温泉郷 ホテル秘境の湯 サンリバーダ歩危 松尾川温泉 紅葉温泉	市町村	徳島県三好市	温泉宿泊施設	薪 薪 薪 薪 薪	225 300 300 75 225	107 269 4,470 4,777 176	3,115 4,470 75kW×4 75kW×4 3,202	75kW×3 75kW×3	
13	薪を活用した林業振興への取組み	森の国っぽ温泉	任意団体	愛媛県松野町	温泉施設	薪	225	134		353日/年、19h/日稼働 ;380kg/日	
14	温泉施設と自伐林家等が連携したバイオマス燃料安定供給の取組み	山みず木	民間企業等	高知県四万十市	温泉宿泊施設	薪	150		1,261	75kW×2;年間92m³	
15	薪・木質ペレットストーブの普及で木質バイオマス利用促進		協議会	熊本県阿蘇市	公共施設、病院、一般家庭等	薪、ペレット					
16	バイオマス活用推進計画の策定と高森町バイオマス活用推進協議会の設置		協議会	熊本県高森町	一般家庭	薪、ペレット等					
17	地域の温泉施設への地域材を活用した熱供給	高山温泉ドーム	市町村	鹿児島県肝付町	温泉施設	薪	581		1,400	年間約1,000m³;355日/年、24h/日稼働; 500,000Kcal/h	
18	地域森林資源を活用した小規模分散型エネルギー利用	五味温泉 幼児センター トマト育苗施設 役場周辺地域熱供給施設 環境共生型モデル住宅 高齢者複合施設 町営住宅 一の橋地区地域熱供給施設 小学校・病院地域熱供給施設 中学校	市町村	北海道下川町	地域熱供給	チップ チップ チップ チップ チップ チップ チップ チップ チップ チップ チップ チップ チップ チップ チップ チップ チップ チップ チップ	180 100 581 1200 15 450 80 1100 700 240	340 40 260 620 2 690 15 910 500 180	7,245 5,495 6,748 24,256 1,017 15,230 1,785 28,777 27,602 24,091	冬期間利用(10月～5月) 冬期間利用(10月～5月) 冬期間利用(10月～5月) 冬期間利用(10月～5月) 冬期間利用(10月～5月) 冬期間利用(10月～5月) 冬期間利用(10月～5月) 冬期間利用(10月～5月) 冬期間利用(10月～5月)	通年利用 冬期間利用(10月～5月) 冬期間利用(10月～5月) 冬期間利用(10月～5月) 冬期間利用(10月～5月) 冬期間利用(10月～5月) 冬期間利用(10月～5月) 冬期間利用(10月～5月) 冬期間利用(10月～5月)

19	地材地消による低炭素なまちづくりで産業と雇用を創出	役場庁舎	市町村	北海道知内町	公共施設	チップ	360	225	29,637	重油使用量を2,755L、二酸化炭素排出量を142.9t-CO2削減。
		中央公民館				チップ	550			
20	公民連携による地域の森林資源を活用した熱供給の取組	エネルギーステーション	市町村、民間企業等	岩手県紫波町	地域熱供給	チップ	500	673	50,000	98日/年稼働
21	森林資源の循環利用による公共施設等への熱供給	西会津小学校 ミネラル野菜の家 こゆりこども園 西会津町役場新庁舎	委員会	福島県西会津町	公共施設等	チップ	300	50	5,809	330日稼働稼働
						ペレット	116	50	16,632	
						ペレット	232	83	20,183	
						ペレット	240	80		
22	地域未利用資源の活用「山口温泉きらら289」	市町村	福島県南会津町	温泉施設	チップ	200		5,500	年間約880m ³ ;建築工事 1300万円、電気工事 300万円、機械設備 4000万円	
23	異業種連携による熱エネルギーのカスケード利用モデル	社那 珊川バイオマス	民間企業	栃木県那珂川町	工場、農業	チップ	4000	11000	40,600	
24	森林資源の循環による、美しい森林を次世代に継承	せせらぎの郷	市町村	石川県小松市	温泉施設	チップ	350		10,700	約1.18t/日; 11.5hr/日稼働(間欠運転); ポイラー 7800万円; チップ貯蔵供給設備2900万円
25	民間事業体が行う地域ぐるみの小規模分散型の熱供給	グランディア芳泉 三国観光 ホテル ホテル美松	協議会	福井県あわら市、坂井市	温泉宿泊施設	チップ	200		6,404	年間約1370m ³ ; 年間8408時間稼働
						チップ	120		8,756	年間約1307m ³ ; 年間8712時間稼働
						チップ	300		13,626	年間約2606m ³ ; 年間7668時間稼働
26	民間事業体による地産地消の再生可能エネルギー熱利用		民間企業	山梨県北杜市	ゴルフ場	チップ	250		45,007	50kW×5、1/2県補助
27	民間の協同組合が行う木質バイオマス燃料による熱供給		協同組合	三重県松阪市	工場、農業	チップ	2100	25091	103,929	補助金 423,781千円(国費) 40,366(県費)
28	日本のふるさと 自給自足的循環社会 京丹波地域熱供給システム		委員会	京都府京丹波町	地域熱供給	チップ	500		25,053	
29	森林資源の地産地消 木質パウダーのエネルギー利用	きのくに中津荘 あやめの湯鳴滝 愛徳荘	市町村	和歌山県日高川町	温泉宿泊施設	木質パウダー	233	36	116.3kW×2	
						木質パウダー	465	90	116.3kW×4	
						木質パウダー	349	42	116.3kW×3	
30	森林資源エネルギーの利用での地域内循環	波多温泉 満壽の湯 おろち 湯ったり館 三刀屋健康福祉センター 雲南市役所	市町村	島根県雲南市	温泉施設等	チップ	100		4,554	
						チップ	300		12,474	
						チップ	360		15,099	
						チップ	240		5,796	
31	「あば 木の駅プロジェクト」による熱供給	あば温泉	市町村	岡山県津山市	温泉宿泊施設	チップ	250		8,800	年間約1,500m ³ ; 350日/年、12h/日稼働 ;補助金4400万
32	フレカット端材を活用したバイオマス燃料で地域集中冷暖房と給湯を行う全国初の環境共生団地		民間企業	山口県下関市	地域熱供給	ペレット	220	127		110kW×2; 稼働時間24時間365日
33	施設園芸の加温燃料を木質バイオマスへ転換		市町村、農家、農協、民間企業	高知県安芸市	農業	ペレット				
34	指定管理施設における木質バイオマス熱利用	池の山荘 グリーンビア八女 健康増進施設「べんがら村」	市町村	福岡県八女市	温泉宿泊施設	チップ	200	559	5,209	360日/年、24h/日稼働
						チップ	550	805	6,953	360日/年、24h/日稼働
						チップ	550	893	5,400	360日/年、15h/日稼働
35	バーカーを活用した木材乾燥		協同組合	大分県日田市	木材乾燥施設	バーカー			20,304	
36	自治体が行う森林資源を活用したエネルギーの地産地消	浜平温泉 しおじの湯 やまびこ荘 ヴィラせせらぎ	市町村	群馬県上野村	温泉宿泊施設	ペレット	200			燃料消費54.3kg/h
						ペレット	200			
						ペレット	200			

添付資料 5 全国の熱利用施設（温浴施設）

No.	施設名	場所	延床面積 (m ²)	導入費用 (万円)	ボイラー出力 (kW)	燃料使用量 (t)	燃料	熱需要量 (MJ/h)	稼働時間	注1	注2
1	五味温泉	北海道上川郡下川町	1271	7245	180	340	チップ	3,998	365/?		灯油併用
2	エコライフ紀北(ひとと紀館)	歌山県橋本市高野口町	475					1,250			ごみ焼却場余熱利用
3	道志の湯	山梨県道志村	507	4434	375	557	チップ	1,350	315/?	薪ボイラー設備工事費、建設工事は含まれない	灯油併用、75kW×5
4	もえぎの湯	東京都西多摩郡	751	13000	300	310	チップ	1,080			灯油併用
5	深谷峡温泉・清流の郷	山口県岩国市錦町	755	3238	349	120	ペレット	1,256	313/11	設備事業費	灯油併用
6	雙津峡温泉・憩の家	山口県岩国市錦町	805	2492	349	129	ペレット	1,265	304/13	設備事業費	灯油併用
7	ほっ湯アブル	長野県飯田市	1293		550	226	ペレット	1,980			灯油併用
8	栄村北野天満温泉	長野県下水内郡栄村	1490	4769	151	255	チップ	583	354/?		灯油併用
9	道湯ふれあい公園	山梨県南アルプス市	1493					1,198			
10	悠久の森温泉施設アイアヒラタ	山形県酒田市	1699	3138	581	300	ペレット	2,093	342/14	設備事業費	2台
11	真庭市勝山健康増進センター「水夢」	岡山県真庭市	1834		232	155	ペレット	1,675	260/12		
12	瀬音の湯	東京都あきる野市	2901					3,240			バイオマス発電
13	栃木健康福祉センター	栃木市神田町	4126					2,214			
14	菱野温泉 常盤館	長野県小諸市	5800	1350	245		薪	3,705		ボイラー 500万円、ペレット 150万円、重機 2台 500万円(中古)、薪割アタッチメント 200万円	600m ² ; 薪ボイラー+太陽光発電
15	比内ベニヤマ荘	秋田県大館市比内町	5800	1517	110		チップ	1,066	363/12	機械代(チップボイラー、灯油ボイラー、関連部品等)、材料費(設置庫材等)、運賃費(設置庫材等)	
16	飛騨亭花扇	岐阜県高山市	7700	4260	581	600	ペレット	3,489	365/23		灯油併用
17	盛岡市区界高原少年自然の家	岩手県盛岡市	1649	578	299		ペレット薪	1,796	92/5.7	ボイラー本体、配管工事一式、既存機械撤去費含む	灯油併用、80kW(薪)、219kW(ペレット)
18	数馬の湯	東京都檜原村	808	4200	160		薪	960	300/?		350m ² ; 灯油併用、80kW×2(薪)、
19	湯多里ランド	長崎県対馬市	3425				チップ	1,303			
20	新郷温泉館	青森県新郷村	7318	581			薪			ボイラー設備等設置工事: 5918万; ボイラー建屋建築工事: 1399万; 补助金3396万	
21	グリーンパークもりのいずみ	青森県西目屋村	4400	351	150		薪				
22	ホットハウスカムロ	山形県金山町		400	380		チップ				
23	桜ヶ池 グアガーデン	富山県南砺市	10584	600			ペレット			ボイラー、配管設備、建屋等含む	300kW×2
24	福光ブル	富山県南砺市	4200	400			ペレット			ボイラー、配管設備、建屋等含む	
25	いなみ交流館 ラフォーレ	富山県南砺市	7165	400			ペレット			ボイラー、配管設備、建屋等含む	
26	ゆ~ゆうランド	富山県南砺市	5562	230			ペレット			ボイラー、配管設備、建屋等含む	
27	刈エイケーラサ	富山県南砺市	1793	100			ペレット			ボイラー、配管設備、建屋等含む	
28	五箇山莊	富山県南砺市	8263	170			薪			ボイラー、配管設備、建屋等含む	
29	いろは温泉	富山県南砺市	4790	170			薪			ボイラー、配管設備、建屋等含む	
30	天竺温泉	富山県南砺市	5189	340			薪			ボイラー、配管設備、建屋等含む	170kW×2
31	ゆ~楽	富山県南砺市	9845	170			薪			ボイラー、配管設備、建屋等含む	
32	天の川温泉	奈良県天川村	4517	150			薪			ボイラー、配管設備、建屋等含む	75kW×2; 1m ² 消費/1日15時間
33	湯~とびあ 黄金泉	岡山県西粟倉村		340			薪				170kW×2
34	あわくら温泉 元湯	岡山県西粟倉村		75			薪				
35	国民宿舎 あわくら荘	岡山県西粟倉村		270			薪				170kW×1、100kW×1
36	蔵山なごみの温泉 津黒高原荘	岡山県真庭市	2429	150			薪			薪ボイラー2基、貯湯タンク2基、配管、制御盤、補助金1147万	75kW×2; 灯油使用量45%削減
37	芸北オークガーデン	広島県北広島町	5370	170	250		薪			ボイラー、配管設備、建屋等含む	重油使用最大9割(92%)削減
38	いやしの温泉郷	徳島県三好市	3115	225	107		薪			ボイラー、配管等設備工事のみ、建設工事は含まれない	75kW×3
39	ホテル秘境の湯	徳島県三好市	4470	300	269		薪			ボイラー、配管等設備工事のみ、建設工事は含まれない	75kW×4
40	サンリバーハーバー大歩危	徳島県三好市	4777	300			薪			ボイラー、配管等設備工事のみ、建設工事は含まれない	75kW×4
41	松尾川温泉	徳島県三好市	1349	75	49		薪			ボイラー、配管等設備工事のみ、建設工事は含まれない	
42	紅葉温泉	徳島県三好市	3202	225	176		薪			ボイラー、配管等設備工事のみ、建設工事は含まれない	75kW×3
43	森の国ほっぽ温泉	愛媛県松野町		225	134		薪	353/19			380kg/日
44	山みず木	高知県四万十市	1261	150			薪			ボイラー、配管等設備工事のみ、建設工事は含まれない	年間92m ³ ; 75kW×2
45	高山温泉ドーム	鹿児島県肝付町	1400	581			薪	355/24		ボイラー、配管設備、建屋等含む	年間約1,000m ³ ; 500,000Kcal/h
46	山口温泉きらら289	福島県南会津町	5500	200			チップ			建築工事 1300万円、電気工事 300万円、機械設備4000万円	年間約880m ³
47	せせらぎの郷	石川県小松市	10700	350			チップ			ボイラー 7800万円、チップ貯蔵供給設備2900万円	約1.18t/日; 11.5hr/日稼働(間欠運転)
48	グラントディア 芳原	福井県あわら市、坂井市	6404	200			チップ			ボイラー、配管設備、建屋等含む	年間約1370m ³ ; 年間8408時間稼働
49	三国観光 ホテル	福井県あわら市、坂井市	8756	120			チップ			ボイラー、配管設備、建屋等含む	年間約1307m ³ ; 年間8712時間稼働
50	ホテル美松	福井県あわら市、坂井市	13626	300			チップ			ボイラー、配管設備、建屋等含む	年間約2606m ³ ; 年間7668時間稼働
51	きのくに 中津荘	和歌山县日高川町		233	36		木質パウダー				116.3kW×2

52	あやめの湯鳴滝	和歌山県日高川町		465	90	木質パウダー			116.3kW×4
53	愛徳荘	和歌山県日高川町		349	42	木質パウダー			116.3kW×3
54	波多温泉 满壽の湯	島根県雲南市	4554	100	チップ		ボイラー、配管設備、建屋等含む		
55	おろち 湯ったり館	島根県雲南市	12474	300	チップ		ボイラー、配管設備、建屋等含む		
56	あば温泉	岡山県津山市	8800	250	チップ		補助金4400万	年間約1,500m ³ ；350日/年、12h/日稼働	
57	池の山荘	福岡県八女市	5209	200	559	チップ	360/24		
58	グリーンビア八女	福岡県八女市	6953	550	805	チップ	360/24		
59	健康増進施設「べんがら村」	福岡県八女市	5400	550	893	チップ	360/15		
60	浜平温泉 しおじの湯	群馬県上野村		200				燃料消費54.3kg/h	
61	やまびこ荘	群馬県上野村		200				燃料消費54.3kg/h	
62	ヴィラせせらぎ	群馬県上野村		200				燃料消費54.3kg/h	
63	まむろ川温泉「梅里苑」	山形県最上郡	12473	450	チップ			年間約1840m ³	
64	月の沢温泉「北月山荘」	山形県東田川郡	12676	580	150	ペレット		補助金7492万	
65	山形うわの温泉「天神乃湯」	山形県山形市	2700	200	250	チップ		補助金1050万	

添付資料 6 兵庫県のメガソーラー発電所

No.	発電所名	事業者名	出力(MW)	都道府県	住所	稼働開始年月日	設置面積(ha)	設置前の土地の形状(山、森林、ゴルフ場など)	工事面積
1	ユーラス津名東ソーラーパーク	株式会社ユーラスエナジー淡路	39.3	兵庫	兵庫県淡路市 津名の郷	2015年6月2日	60.00	関西空港埋立用土砂採取事業跡地	
2	淡路貴船太陽光発電所	株式会社淡路貴船太陽光発電所	34.7	兵庫	兵庫県淡路市野島貴船字平見 313	2012年4月5日	40.00	埋立土砂供給を行なってきた土取り跡地	
3	サニーブレイク加西太陽光発電所	株式会社上組	21.3	兵庫	兵庫県加西市東町字北山巻360	不明	不明	不明→森林、農地	
4	姫路の形発電所<1.2.5>	山佐株式会社	19.8	兵庫	兵庫県姫路市の形町の形	第1:2015/3 第2:2015/3 第3:2017/3	不明	不明→草地	
5	太陽光発電所	イーパワー小野株式会社	19.1	兵庫	兵庫県小野市復井町字青野1711-1	不明	不明	不明→森林、草地	
6	NRE山南太陽光発電所	NRE山南合同会社	17.9	兵庫	兵庫県丹波市山南町	2015年10月1日		不明→ゴルフ場	約10万坪
7	ニッケまちなか発電所朝石山<1.2.3>	日本毛織株式会社	17.0	兵庫	兵庫県加古郡福良町六分一1181-3他	2014年2月1日		ゴルフ場跡地	約22万平方メートル
8	姫路発電所	出光興産株式会社	14.7	兵庫	兵庫県姫路市	2014年3月1日		旧出光製油所跡地	21.7万m2
9	多可町安田郷メガソーラー発電所	多可町安田郷メガソーラー発電合同会社	14.5	兵庫	兵庫県多可郡多可町中区西安田458-9	2016年11月29日		ゴルフ場の建設予定地	約62ha
10	ユーラス北淡路ソーラーパーク	株式会社ユーラス北淡路太陽光	13.8	兵庫	兵庫県淡路市小倉	2017年6月2日		土砂採取事業跡地	約23ヘクタール
11	太陽光発電所	クリーンエネルギー研究所合同会社	13.0	兵庫	兵庫県西宮市国見台3-4	不明	不明	不明→造成地	
12	兵庫・姫路メガソーラー発電所<1.2>	京セラTCLソーラー合同会社	13.0	兵庫	兵庫県姫路市大塩町1981-1	2015年12月4日		塩田跡地	126,000m2
13	姫路太陽光発電所	合同会社IRE姫路	12.8	兵庫	兵庫県姫路市	2016年3月31日		桜石壙跡地	111万m2
14	赤穂太陽光発電所	赤穂太陽光発電株式会社	12.1	兵庫	兵庫県赤穂市	2014年3月1日		兵庫県赤穂市西浜工業団地内→草地	160,314m2
15	相生太陽光発電所	合同会社サンシャインエナジー相生	11.8	兵庫	兵庫県相生市青葉台1979他	2018年3月1日	14.00	相生市所有の遊休地(丘陵地)→森林	約32ha(32万m2)
16	ひまわりソーラー発電所<1.5.6.7.9>	倉商株式会社	11.2	兵庫	兵庫県佐用郡佐用町	第1:2013年12月 第5:2014年8月 第6:2015年1月 第7:2015年1月 第9:2017年		作用ゴルフリゾートの一部	
17	押部谷太陽光発電所	株式会社大林ソーラーパワー	11.1	兵庫	兵庫県神戸市西区押部谷町	平成26年11月	18.00	ゴルフ場工事(75%完成)中止され、遊休地になっていた	
18	ひまわりソーラー発電所<8>	ひまわりソーラー株式会社	10.0	兵庫	兵庫県佐用郡佐用町	2015年10月1日		作用ゴルフリゾートの一部	
19	野島大川太陽光発電所	AWJ合同会社	9.9	兵庫	兵庫県淡路市野島大川	2017年5月1日		淡路風力発電所の一部	
20	エコひょうご尼崎発電所	公益財団法人ひょうご環境創造協会	9.9	兵庫	兵庫県尼崎市船出29	2014年12月1日	15.10	管理型処分場の跡地	
21	洲本市由良町内田地区メガソーラー発電所	エナジーバンクジャパン株式会社	8.9	兵庫	兵庫県洲本市由良町内田	2014年4月14日	17.00	埋め立てで土砂を採取していた敷地	
22	あわじ佐野新島太陽光発電所	株式会社クリハラント	8.8	兵庫	兵庫県淡路市佐野新島	2014年3月10日		県企業庁所有の埋め立て地	約11ヘクタール
23	吉川ロイヤルゴルフクラブ太陽光発電所	合同会社吉川発電所	8.7	兵庫	兵庫県加東市	平成28年6月		閉鎖した「吉川ロイヤルゴルフクラブ」の旧・三田コース(9ホール)	
24	淡路佐野メガソーラー発電所	合同会社淡路佐野ソーラーパワー	7.5	兵庫	兵庫県淡路市佐野柏原	2016年6月2日		不明→造成地	
25	三田市メガソーラー	株式会社バイティックエヌエスタ	7.3	兵庫	兵庫県三田市	2015年11月1日		残土処理場だった遊休地→造成地	
26	三田メガソーラー発電所	山佐産業株式会社	7.2	兵庫	兵庫県三田市	不明		不明→造成地	
27	太陽光発電所	クリーンエネルギー研究所合同会社	7.0	兵庫	兵庫県西宮市国見台	不明		不明→造成地	
28	三田ルチータウン太陽光発電所	兵庫県企業庁	6.5	兵庫	兵庫県三田市学園1丁目	2014年3月1日	8.60	造成済みの県の遊休地	
29	太陽光発電所	阪神興業株式会社	5.2	兵庫	兵庫県三田市香下宇ユルシケ谷2029	不明		不明→森林、造成地	
30	高砂工場	組硝子株式会社	5.1	兵庫	兵庫県高砂市梅井3-6-1	2013年3月1日		工場の屋根	
31	SJソーラー三田発電所	合同会社SJソーラー三田	5.0	兵庫	兵庫県三田市沢谷宇南山559番112他	2016年2月1日	10.30	企業の遊休地→造成地	
32	申山太陽光発電所	佐用・IDECメガソーラー有限責任事業組合	5.0	兵庫	兵庫県佐用町口長谷宇申山219番地15	2014年11月	10.05	残土処分地	
33	播磨科学公園都市太陽光第1発電所	兵庫県企業庁	5.0	兵庫	兵庫県たつの市新宮町光都2丁目	2014年12月11日	6.00	播磨科学公園都市→造成地	
34	神谷ダム太陽光発電所	兵庫県企業庁	5.0	兵庫	兵庫県姫路市豊富町神谷	2016年2月15日	3.20	神谷ダム堤体法面	
35	太陽光発電所	マルイ子株式会社	4.9	兵庫	兵庫県神戸市北区淡路町淡河字コブ谷1920	不明		不明→草地	
36	太陽光発電所<1.2.3>	株式会社ホテルニューアワジ	4.9	兵庫	第1, 2:兵庫県淡路市志筑新島9-2, 9-3 第3:太陽光発電所の南側隣地	第1:2013年3月 第2:2013年6月 第3:2014年		不明→公園跡地?	第1, 2:約82,620平米
37	姫路太陽光発電所「サンエナジー姫路」<1.2.3>	株式会社アステック	4.8	兵庫	兵庫県姫路市の形町の形	第1:2013年1月		塩田跡地	第1:42000平方メートル
38	南あわじ太陽光発電所	ORソーラー・セブン合同会社	4.7	兵庫		不明		不明→造成地	

39	赤穂エナジーパーク	デルタ電子株式会社	4.6	兵庫	兵庫県赤穂市西有年字北山3000番83地	2016年1月15日		不明→森林	約96,000平米(約10ha)
40	加西太陽光発電所<1,2>	日神建設株式会社	4.3	兵庫	兵庫県加西市島町	フェーズ1 平成27年2月 フェーズ2 平成27年3月	4.10	不明→造成地	
41	赤穂太陽光発電所<1,2>	湘南工機株式会社	4.2	兵庫	兵庫県赤穂市西浜町1022番21他	2015年3月10日		塩田跡地	約51,000m ²
42	太陽光発電所<1,2>	太州開発株式会社	4.1	兵庫		不明		不明→森林	
43	太陽光発電所	株式会社ソラジン	4.0	兵庫		不明		不明→森林、造成地	
44	尼崎地区スマートグリッド実証実験設備	三菱電機株式会社	4.0	兵庫	兵庫県尼崎市塚口本町8-1-1	2011年10月19日		工場の屋上、壁面	
45	加西メガソーラー発電所<1,2>	美樹工業株式会社	3.7	兵庫	兵庫県加西市豊倉町字下塙内581-2(第一発電所)、 兵庫県加西市豊倉町字三反田858-1(第二発電所)	2013年6月11日		不明→空地	約3.9ヘクタール
46	上郡太陽光発電所<A,B>	株式会社城洋・株式会社城洋商事	3.6	兵庫	兵庫県上郡町	2015年2月16日		遊休地→工場跡地?	4万5千平方メートル
47	太陽光発電所<1,2,3>	有限責任事業組合にしほりブルー	3.5	兵庫		不明		不明→造成地	
48	ソフト・パーク高砂ソーラーパーク<1,2>	SBエナジー株式会社	3.4	兵庫	兵庫県高砂市曾根町字新聞 2928番7~10	第1基:2014年2月17日(月) 第2基:2015年3月16日(月)		不燃物処理場跡地	約56,000m ² (約5.6ha)
49	太陽光発電所<1,2>	株式会社ホテルニューアワジ	3.2	兵庫		不明		不明→キャンプ場跡地	
50	太陽光発電所	マルイチ株式会社	2.9	兵庫		平成28年3月		不明→何かの施設の跡地	16,000坪
51	加西パワーステーション<1,2>	マルイチ株式会社	2.9	兵庫	第1:兵庫県加西市西笠原町 第2:兵庫県加西市野寺町	第1:1H26年9月 第2:H27年3月		不明→何かの施設の跡地	第1:23,800m ² 第2:16,000m ²
52	山崎太陽光発電所	株式会社関電エネルギーソリューション	2.8	兵庫	兵庫県宍粟市山崎町母猪桜ヶ谷175番地1	2016年11月1日		関西電力所有地→造成地	約4ha
53	姫路市夢前町太陽光発電所	合同会社山武・姫路	2.8	兵庫	兵庫県姫路市夢前町香生満1320-9	不明		不明→森林、農地、造成地	
54	竜野坂太陽光発電所<1,2>	ヒラタント建設株式会社	2.7	兵庫	兵庫県たつの市竜野坂	第1:2015年(平成27年)4月 第2:2017年(平成29年)5月		採石場跡地	
55	太陽光発電所	吉野石膏株式会社	2.7	兵庫		不明		不明→草地	
56	由良発電所	GP由良合同会社	2.7	兵庫	兵庫県洲本市由良町由良字深溝笹谷2426番	2017年8月1日	3.00	中途半端な採石場跡地、林地開発許可(森林法)に基づき工事	約15ha
57	兵庫豊岡太陽光発電所	合同会社開発17号	2.6	兵庫	兵庫県豊岡市奥野字烟谷81	不明		不明→造成地	
58	三木三津田発電所	株式会社コープ環境サービス	2.6	兵庫	兵庫県三木市志染町三津田字熊ヶ谷1496-32	2014年9月11日		不明→造成地	
59	赤穂西浜太陽光発電所	株式会社関電エネルギーソリューション	2.6	兵庫	兵庫県赤穂市西浜北町1074番地9	2016年6月1日		関西電力所有地	約2.5ha
60	兵庫県加古川市プラント	リーガルスクエア株式会社	2.6	兵庫	兵庫県加古川市志方町高畠字向山	不明		不明→森林	
61	播磨太陽光発電所	NEOフィールディング株式会社	2.6	兵庫	兵庫県たつの市新宮町播磨科学公園都市内	2017年10月1日		同社が保有する私有地→保養所?	約40,000m ² (12,000坪)
62	西宮太陽光発電所	株式会社エクシング	2.6	兵庫	兵庫県西宮市国見台	不明		不明→造成地	
63	淡路メガソーラー発電所	ORV-ラー株式会社	2.5	兵庫	淡路市志筑新島	平成26年3月		大規模未利用地→公園跡地?	
64	加東太陽光発電所	平和親光株式会社	2.5	兵庫	兵庫県加東市西古瀬字ラキ1231	不明		不明→草地	
65	小野DSパーク	株式会社大眾	2.5	兵庫	兵庫県小野市渋谷町字寺山2354	平成28年6月		不明→森林、草地	
66	南あわじメガソーラー発電所	塩屋土地株式会社	2.4	兵庫	兵庫県南あわじ市中条中筋字中山	不明		芝を中心とした雑草地	
67	太陽光発電所<合ノ池、神戸大池>	エナジー・パックジャパン株式会社	2.4	兵庫	兵庫県神戸市西区合ノ池、 兵庫県神戸市北区大池	2016年5月1日	2.57	農業用ため池	
68	太陽光発電所	株式会社M&Y	2.4	兵庫	兵庫県加西市北条町栗田字小泉	不明		不明→森林、草地	
69	溝ヶ沢池フロート発電所	株式会社福原工業	2.4	兵庫	兵庫県稻美町溝ヶ沢池	2016年7月22日		ため池	
70	神戸布施畠太陽光発電所	マイルイチ株式会社	2.4	兵庫	兵庫県神戸市西区伊川谷町(布施畠埋填センター内)	平成27年9月	2.60	商業物販施設分場	157ヘクタール
71	神戸港国際流通センター	株式会社上組	2.4	兵庫	兵庫県神戸市	2014年2月1日		屋上	
72	東浦メガソーラー発電所	塩屋土地株式会社	2.3	兵庫	兵庫県淡路市浜1	2013年3月22日	3.60	長期間未利用のままの埋立地(低木、雜草、裸地)	
73	加西Power Station	BLD Power Stations 株式会社	2.3	兵庫	兵庫県加西市田原町	2017年3月31日	5.70	田園地帯に残る小さな岩山	6.3ha
74	兵庫・加西市逆池水上メガソーラー発電所	京セラTCLソーラー合同会社	2.3	兵庫	兵庫県加西市逆池	2015年5月1日	2.61	農業用ため池	
75	福崎町山崎(北)太陽光発電所	株式会社阪神建不動産販売	2.3	兵庫	兵庫県神崎郡福崎町山崎字吉瀬214番1他	平成25年12月		不明→何かの施設の跡地、草地	26,532.22m ²
76	DREAM Solar 高砂阿弥陀	大和エネルギー株式会社	2.3	兵庫	兵庫県高砂市阿弥陀町魚横1	2015年3月1日		不明→ゴルフ場	
77	小野発電所	ハップエスピーブイジャパン株式会社	2.3	兵庫	兵庫県小野市来住町1689	不明		不明→森林	
78	伊川谷東太陽光発電所	太州開発株式会社	2.3	兵庫	兵庫県神戸市西区伊川谷町上脇字水呑谷、鬼山	平成26年1月	5.00	不明→造成地	約85,000m ²
79	福美町第二太陽光発電所	株式会社神戸物産	2.2	兵庫	兵庫県加古郡福美町印南	2013年10月16日		不明→低木、草地	
80	三木メガソーラー発電所	サンライズ株式会社	2.2	兵庫	兵庫県三木市久留美字内界地	2014年9月11日	3.10	緩やかな丘陵地→森林、グラウンド	

81	DREAM Solar 兵庫香住	大和エネルギー株式会社	2.2	兵庫	兵庫県美方郡香美町香住区油良	2018年7月2日		不明→採石場跡地？	
82	太陽光発電所	イートップ株式会社	2.2	兵庫	兵庫県加東市藤田字東山	不明		不明→造成地、草地	
83	太陽光発電所	有爾会社フェニックス	2.2	兵庫		不明		不明	
84	太陽光発電所	株式会社アーバンディレッジ	2.2	兵庫		不明		不明	
85	江原太陽光発電所	グンゼ株式会社	2.2	兵庫	兵庫県豊岡市日高町久斗 487	2014年2月3日		旧・江原グンゼの乳液工場の跡地	38,500m ²
86	DREAM Solar 兵庫豊岡	大和エネルギー株式会社	2.2	兵庫	兵庫県豊岡市	2017年2月1日		不明	
87	長池東水上太陽光発電所	株式会社二川工業製作所	2.2	兵庫	兵庫県神崎郡長池東	2016年11月1日	2.47	農業用ため池	
88	たつのメガソーラー発電所	サンライズエナジー株式会社	2.1	兵庫	兵庫県たつの市揖西町	2018年1月5日	3.40	不明	
89	太陽光発電所	有爾会社フェニックス	2.1	兵庫		不明		不明	
90	竹内ソーラーパーク明石	竹内マネージメント株式会社	2.1	兵庫	兵庫県明石市大久保町松陰新田字鳴池514-1-23	2013年3月27日		自社所有地	35,530m ²
91	エクセディSB兵庫太陽光発電所	株式会社エクセディSB兵庫	2.1	兵庫	兵庫県丹波市青垣町沢野および同町口塩久	2013年3月15日	3.00	不明	
92	神戸ソーラーウェイ	国際航業株式会社	2.1	兵庫	兵庫県神戸市	2017年12月1日		民間廃土埋立地	22,387m ²
93	伊川谷東太陽光発電所	株式会社エクシング	2.0	兵庫		平成26年2月		不明→造成地	
94	東芝姫路工場	株式会社シグマパワー太陽光	2.0	兵庫	兵庫県姫路市	不明		不明	
95	F洲本太陽光発電所	株式会社NTTファシリティーズ	2.0	兵庫	兵庫県洲本市安平町平安浦	2013年10月29日		兵庫県洲本市 淡路土建株式会社 資材置場	
96	加東市産度大池太陽光発電所「サン・レイクス 産度加東」	コムシスクエアイト株式会社	2.0	兵庫	兵庫県加東市産度大池	2016年1月1日	5.66	農業用ため池	
97	ソーラー発電所<1.2>	虹技株式会社	2.0	兵庫	第1:兵庫県姫路市大津区勤兵衛町4-1 第2:兵庫県姫路市大津区勤兵衛町3-12	2013年4月1日		有休地	
98	太陽エコプロックス兵庫第一発電所	株式会社エコプロックス	2.0	兵庫	兵庫県加東市高岡字道池北399	2012年7月1日		遊休地	
99	グッドマン神戸	三井住友信託銀行株式会社	2.0	兵庫	兵庫県神戸市	不明		折板屋根	
100	佐野太陽光発電所	兵庫県企業庁	2.0	兵庫	兵庫県淡路市佐野新町3-2	2015年1月13日	2.50	不明	
101	淡路太町発電所	山佐産業株式会社	2.0	兵庫	兵庫県淡路市大町	平成26年3月		不明	
102	播磨科学公園都市太陽光第2発電所	兵庫県企業庁	2.0	兵庫	兵庫県たつの市新宮町光都3丁目	2015年2月5日	2.20	播磨科学公園都市	
103	福崎町東部メガソーラーフーム	株式会社阪神住建	2.0	兵庫	兵庫県神崎郡福崎町大賀字飛原1183-35他	平成26年3月		「福崎町東部工業団地」内	57,098m ²
104	三田太陽光発電所	株式会社永輝商事	2.0	兵庫		不明		不明	
105	桜上池水上太陽光発電所	株式会社二川工業製作所	2.0	兵庫	兵庫県神崎郡桜上池	2016年12月1日	2.50	農業用ため池	
106	GLP神戸西ソーラー発電所	ネブチューンソーラー合同会社	2.0	兵庫	兵庫県神戸市西区見津が丘6丁目7番-2	2018年1月25日		屋根上	約33,500m ²
107	太陽光発電所	有爾会社フェニックス	2.0	兵庫		不明		不明	
108	ひまわりソーラー発電所<2>	倉橋株式会社	2.0	兵庫	兵庫県佐用郡佐用町	2014年2月1日		作用ゴルフリゾートの一部	
109	佐用三日月発電所	桜が丘TCJ株式会社	2.0	兵庫		不明		不明	
110	F西宮太陽光発電所	株式会社NTTファシリティーズ	2.0	兵庫	兵庫県西宮市園見台	2013年12月26日		神奈川県横浜市 独立行政法人都市再生機構 住宅計画地	
111	安富植木野太陽光発電所	岸本木材株式会社	2.0	兵庫		不明		不明	
112	太陽光発電所<1.2>	株式会社吉正	2.0	兵庫		不明		不明	
113	雨水処理場「こうべWECO発電プロジェクト」太陽光発電	エナジー・ベンクジャパン株式会社	2.0	兵庫	兵庫県神戸市垂水区平磯1丁目1-65	平成26年3月	2.10	水処理施設屋上	
114	播磨工場太陽光発電所	株式会社タクマ	2.0	兵庫	兵庫県高砂市荒井町新浜1丁目2番1号	2013年10月2日		遊休地	約28,000m ²
115	大塙発電所	株式会社ナカシマエナジー	1.9	兵庫	兵庫県姫路市大塙町宇白2217	2013年10月24日		塩田跡地	
116	兵庫赤穂太陽光発電所	伊丹産業株式会社	1.9	兵庫		不明		不明→空地	21,756m ²
117	太陽光発電所	株式会社リケンエナジー	1.9	兵庫	兵庫県丹波市草部	平成26年11月		不明	
118	太陽光発電所	新生信託銀行株式会社	1.9	兵庫		不明		不明	
119	F多可太陽光発電所	株式会社NTTファシリティーズ	1.9	兵庫	兵庫県多可郡多可町加美区市原	2014年3月26日		北海製罐株式会社遊休地	
120	小磯メガソーラー発電所	塙屋土地株式会社	1.9	兵庫	兵庫県淡路市小磯地区	平成 28 年 8 月		未利用地(元、フェリー寄港地や駐車場)	26,000 m ²
121	GLP鳴尾浜ソーラー発電所	ネブチューン・ソーラー合同会社	1.8	兵庫	兵庫県西宮市鳴尾浜1丁目20	2015年9月1日		屋上	47,841m ²
122	印南工場<1.2>	日本毛織株式会社	1.8	兵庫	兵庫県加古川市米田町船頭440番地	不明		不明	
123	二号池太陽光発電所	株式会社ガイアパワー	1.8	兵庫	兵庫県加古川市	2015年9月1日	2.40	農業用水ため池	
124	三木DSパーク<1.2>	株式会社大辰	1.8	兵庫	兵庫県三木市別所町小林119-97	不明		不明	

125	豊富太陽光発電所	兵庫県企業庁	1.8	兵庫	兵庫県姫路市豊富町	2014年11月6日	1.70	不明	
126	南あわじソーラー発電所	サンライズ株式会社	1.8	兵庫	兵庫県南あわじ市中条中筋	2013年3月26日	2.50	自社用地→草地	
127	権現ダム太陽光発電所	兵庫県企業庁	1.8	兵庫	兵庫県加古川市平荘町上原	2014年11月6日	1.90	ダムで水を堰き止める「堤体」	
128	広野水上発電所(サンエナジー4)	株式会社アステック	1.8	兵庫	兵庫県三木市広野新池	2016年9月1日	1.92	農業用ため池	
129	兵庫姫路第一ソーラーフーム	株式会社日本ロジックス	1.8	兵庫	兵庫県姫路市	2017年3月1日		不明	
130	焼野池水上太陽光発電所	株式会社三川工業製作所	1.7	兵庫	兵庫県姫路市焼野池	2016年7月1日	1.92	農業用ため池	
131	兵庫第九発電所	合同会社兵庫第九発電所	1.7	兵庫	兵庫県加古郡福美町国安字等池5番1	2015年4月18日	2.00	ため池	
132	太陽光発電所	株式会社キヤピタル	1.7	兵庫		不明		不明	
133	龍谷フロートソーラーパーク洲本	PS洲本株式会社	1.7	兵庫	兵庫県洲本市中川原町三木田1242番1 三木田大池	2017年9月27日		ため池	
134	姫路太陽光発電所	株式会社シグマパワー太陽光	1.7	兵庫	兵庫県揖保郡太子町鶴300	不明		不明	
135	明石クリーンセンター第1期太陽光発電所	エナジーバンクジャパン株式会社	1.7	兵庫	兵庫県明石市大久保町松陰1131	2013年10月27日	2.20	明石市第1次埋立処分場跡地	
136	太陽光発電所	日本太陽光システム株式会社	1.7	兵庫		不明		不明	
137	神戸六甲西太陽光発電所	株式会社クリハラント	1.7	兵庫	兵庫県神戸市北区山田町(森林植物園北側)	平成25年9月	1.80	一般廃棄物最終処分場	
138	兵庫・高岡西水上メガソーラー発電所	京セラTCLソーラー合同会社	1.7	兵庫	兵庫県加東市 西平池	2015年3月1日		ため池	
139	あわじ佐野新島夢ソーラー発電所<1.2>	株式会社クリハラント	1.6	兵庫	兵庫県淡路市佐野新島	2013年8月23日		埋め立て地の公園	約2ヘクタール
140	平荘ダム太陽光発電所	兵庫県企業庁	1.6	兵庫	兵庫県加古川市平荘町池尻	2016年2月29日	1.60	ダムで水を堰き止める「堤体」	
141	神戸空港島ロジスティックセンター<1.2>	株式会社上組	1.6	兵庫	神戸空港島	平成25年9月		屋上	
142	ロジスティックセンター	株式会社上組	1.6	兵庫	兵庫県神戸市中央区港島1丁目3番地	2013年2月1日		屋上	
143	市川工場太陽光発電設備	サンライズ工業株式会社	1.6	兵庫	兵庫県神崎郡市川町	2015年9月1日		工場全面、休憩地	
144	太陽光発電所	株式会社グリーンホテル・ズコーポレーション	1.6	兵庫	兵庫県福山市今田町下小野原字井場ノ坪540、ほか2	不明		原野 6,438.75m ² 、 山林 9,837.93m ²	16,276.68m ²
145	太陽光発電所	平和観光株式会社	1.6	兵庫		不明		不明	
146	三木市吉川町メガソーラープロジェクト	協栄ハウス株式会社	1.6	兵庫	兵庫県三木市吉川町	不明		不明	約16,000坪
147	太陽光発電所	ツボリカ機鋼株式会社	1.6	兵庫		不明		不明	
148	上西条・鶴脇太陽光発電所	兵庫県企業庁	1.6	兵庫	兵庫県加古川市八幡町中西条	2014年11月12日	1.70	不明	
149	太陽光発電所<1.2.3>	サントイマリーナ株式会社	1.6	兵庫	兵庫県洲本市小路谷	平成26年9月		不明	
150	加西太陽光発電所	株式会社城陽	1.6	兵庫		不明		不明	
151	太陽光発電所	関西建設工業株式会社	1.5	兵庫	兵庫県明石市大久保町大座309-4	2013年5月22日		自社資材倉庫跡地	
152	穴薙太陽光発電所	株式会社桂スチール	1.5	兵庫		2015年3月1日		不明	
153	大塩発電所	株式会社ナカシマ	1.5	兵庫	兵庫県姫路市大塩町宇白貝2217	2013年10月24日		塩田跡地	
154	稻美工場	明石化成工業株式会社	1.5	兵庫	兵庫県加古郡福美町国安字小池の内1167-1	平成25年10月		屋上など	
155	岩岡発電事業所	川重商事株式会社	1.5	兵庫	兵庫県神戸市西区岩岡町	平成26年2月		川崎重工業(株)岩岡埋立処分場跡地	
156	太陽光発電所	山田グリーンエナジー有限責任事業組合	1.5	兵庫		不明		不明	
157	太陽エコプロックス兵庫第二発電所	太陽サープ株式会社	1.5	兵庫	兵庫県加西市紫昌町平池尻乙183	2012年8月22日		遊休地	
158	西脇太陽光発電所	オリエンタル白石株式会社	1.5	兵庫	兵庫県西脇市上比延町	平成 27 年4月		工場の遊休地	約 27,000 m ²
159	光都工場	フジフレーム株式会社	1.5	兵庫	兵庫県たつの市新宮町光都1-490-19	2013年3月6日		不明	
160	太陽光発電所	株式会社クリップ	1.5	兵庫		不明		不明	
161	太陽光発電所	笠井産業株式会社	1.5	兵庫		不明		不明	
162	太陽光発電所	株式会社ウエストエネルギー・ソリューション	1.5	兵庫	兵庫県加西市	2015年2月1日	2.44	農地	
163	大沢池水上太陽光発電所	株式会社タイムズコーポレーション	1.5	兵庫	兵庫県姫路市大沢池	2015年9月1日	1.69	農業用ため池	
164	太陽光発電所	エナジーバンクジャパン株式会社	1.5	兵庫	兵庫県加西市青野町	不明		不明	
165	太陽光発電所	株式会社有馬不動産	1.5	兵庫		不明		不明	
166	福崎物流センター	株式会社ブルーム	1.4	兵庫	兵庫県神崎郡福崎町	2014年3月1日		屋上	
167	太陽光発電所	関西ガス株式会社	1.4	兵庫		不明		不明	
168	太陽光発電所	ネクストエナジー・アンド・リソース株式会社	1.4	兵庫		不明		不明	

169	河原山池水上太陽光発電所	株式会社二川工業製作所	1.4	兵庫	兵庫県加古郡河原山池	2015年12月1日	1.59	農業用ため池	
170	太陽光発電システム	株式会社柴田工業	1.4	兵庫		不明		不明	
171	兵庫県福崎町太陽光発電所	株式会社千葉ホールディングス	1.4	兵庫	兵庫県神崎郡福崎町	2015年3月1日		不明	
172	西脇市太陽光発電所	西脇市	1.4	兵庫	兵庫県多可郡多可町中区西安田722-69	平成27年11月		北播磨清掃事務組合最終処分場跡地	約18,200平方メートル
173	洲本五色太陽光発電所	株式会社大林ソーラーパワー	1.4	兵庫		不明		不明	
174	みなど倉庫	オリックス株式会社	1.4	兵庫		不明		不明	
175	加東市屋度太陽光発電所「サン・ファクトリークワタ加東」	コムシクリエイト株式会社	1.4	兵庫	兵庫県加東市屋度宇鶴ヶ谷	2015年4月7日	1.94	株式会社カワタの遊休地と屋度自治会のため池(新池)	地上部分:約21,000m ² , 水上部分:約 8,800m ²
176	木製架台メガソーラー多可発電所	サンフォレスト株式会社	1.3	兵庫	兵庫県多可郡多可町加美区多田450-2	平成26年2月		多可町有地	30,000m ²
177	太陽光発電所	播磨観光開発株式会社	1.3	兵庫		不明		不明	
178	太陽光発電所	共和電機工業株式会社	1.3	兵庫		不明		不明	
179	太陽光発電所	株式会社森長組	1.3	兵庫	兵庫県南あわじ市福良(小松谷太陽光発電所)		2.00	不明	
180	太陽光発電所	シン・エナジー株式会社	1.3	兵庫		不明		不明	
181	兵庫縣山太陽光発電所	伊丹産業株式会社	1.3	兵庫		不明		不明	17,798m ²
182	太陽光発電所	豊國製油株式会社	1.3	兵庫	兵庫県洲本市淡路島 豊國製油本社事務所棟および老原倉庫	2016年3月 2014年4月		不明	
183	明石クリーンセンター第2期太陽光発電所	株式会社きしろ	1.3	兵庫	兵庫県明石市大久保町松陰1131	2013年12月11日	1.79	明石クリーンセンター敷地内	
184	GLP尼崎ソーラー発電所	GLPソーラー合同会社	1.3	兵庫	兵庫県尼崎市西向島町231番地2	2013年9月1日		屋上	59,078m ²
185	太陽光発電所	平和観光株式会社	1.3	兵庫		不明		不明	
186	太陽光発電所	株式会社AID	1.3	兵庫		不明		不明	
187	太陽光発電所	株式会社延田エンタープライズ	1.3	兵庫		不明		不明	
188	太陽光発電所	株式会社橋本道路	1.3	兵庫		不明		不明	
189	加東第II太陽光発電所	株式会社アーバンヴィレッジ	1.3	兵庫	兵庫県加東市	平成26年5月		不明	
190	加西ソーラー発電所(シメスグループ第1ソーラー発電所)	関西ガス株式会社	1.3	兵庫	兵庫県加東市	2014年9月1日		不明	
191	太陽光発電所	株式会社新居浜鉄工所	1.3	兵庫		不明		不明	
192	袖浦ひまわり発電所	アイアンドエフ・ビルディング株式会社	1.3	兵庫	兵庫県丹波市春日町袖津581-1		1.60	不明	
193	太陽光発電所<1.2>	株式会社ジョイフル設備	1.3	兵庫		不明		不明	
194	広野2号池水上太陽光発電所	株式会社二川工業製作所	1.3	兵庫	兵庫県三木市広野二号池	2017年9月1日	1.97	農業用ため池	
195	平池水上太陽光発電所	一般社団法人グリーン・市民電力	1.3	兵庫	兵庫県小野市平池	2016年7月1日	1.38	農業用ため池	
196	太陽光発電所	大關株式会社	1.3	兵庫	兵庫県藤山市福井字白屋1171番 ほか1筆			工場跡地	20,915.79 平方メートル
197	太陽光発電所	株式会社有延商店	1.3	兵庫		不明		不明	
198	加古川事業所太陽光発電所<1.2>	株式会社ノーリツ	1.3	兵庫	兵庫県加古川市八幡町宗佐 576-1	2013年7月18日	0.67	加古川工場	
199	太陽光発電所<1.2.3>	ヤング開発株式会社	1.3	兵庫	兵庫県姫路市	2017年3月3日		唐立の山の上(ゴルフ練習場跡地)	
200	南山太陽光発電所	株式会社国元商会	1.3	兵庫	兵庫県加東市南山五丁目4番1号	2015年2月18日	6.12	不明	
201	姫路北太陽光発電所<1.2.3.4>	株式会社城洋	1.2	兵庫		不明		不明	
202	太陽光発電所	ヤング開発株式会社／千都興産株式会社／株式会社ユニゾン	1.2	兵庫	兵庫県加西市	2014年3月20日		不明	
203	太陽光発電所	クリーンエネルギー研究所合同会社	1.2	兵庫	兵庫県西宮市東山台	不明		不明→造成地	
204	亥ノ子池水上太陽光発電所	株式会社ノーリツ	1.2	兵庫	兵庫県小野市淨谷町	2018年3月14日	1.36	ため池水上(亥ノ子上池、亥ノ子池)	
205	太陽光発電所	株式会社千葉	1.2	兵庫		不明		不明	
206	太陽光発電所	丸山工務店株式会社	1.2	兵庫		不明		不明→森林	
207	太陽光発電所	第四日本ソーラー電力株式会社	1.2	兵庫		不明		不明	
208	丹波青垣パワーステーション	マルイチ株式会社	1.2	兵庫	兵庫県丹波市青垣町	H27年1月		不明	12,500m ²
209	太陽光発電所	ビッグ・サニー発電株式会社	1.2	兵庫		不明		不明	

210	姫路ソーラーウェイ	姫路ソーラーウェイ合同会社	1.2	兵庫		2014年6月1日		埋立地	
211	大塩第二太陽光発電所	スマイル興業株式会社	1.2	兵庫	兵庫県姫路市大塩町			不明	
212	五色太陽電池発電所	株式会社津田組	1.2	兵庫	兵庫県洲本市五色町下堀1084-54	2013年10月1日	2.08	不明	
213	姫路工場太陽光発電所	株式会社桂スチール	1.2	兵庫	兵庫県姫路市豊富町豊富700番地	2016年3月1日		屋上	
214	太陽光発電所	マルイチ株式会社	1.2	兵庫		不明		不明	
215	太陽光発電所	阪神興業株式会社	1.2	兵庫	兵庫県神戸市北区道場町塙田字東山中2913-1	不明		不明	
216	兵庫県淡河町プラント	リーガルスクエア株式会社	1.2	兵庫	兵庫県神戸市北区淡河町			不明	
217	たつの発電所	ヘップエスピー3ジャパン株式会社	1.2	兵庫		不明		不明	
218	太陽光発電所	株式会社ナダック	1.2	兵庫		不明		不明	
219	加古川発電所	北村興産株式会社	1.2	兵庫	兵庫県加古川市			山の斜面	
220	太陽光第5発電所	株式会社ホテルニューアワジ	1.2	兵庫	兵庫県洲本市由良町	2014年		不明	
221	太陽光発電所	京セラTCLソーラー合同会社	1.2	兵庫	兵庫県加東市	2015年3月1日		ため池	
222	太陽光発電所	上月造林株式会社	1.2	兵庫		不明		不明	
223	太陽光発電所	合同会社エスソーラー	1.2	兵庫		不明		不明	
224	太陽光発電所	株式会社アーバンヴィレッジ	1.2	兵庫		不明		不明	
225	太陽光発電所	株式会社福原工業	1.2	兵庫	兵庫県福美町	2016年8月31日		ため池	
226	太陽光発電所	株式会社日陽エネルギー	1.2	兵庫		不明		不明	
227	兵庫淡路第一ソーラーフーム	株式会社日本ロジックス	1.2	兵庫		2015年3月24日		不明	
228	兵庫・高岡東水上メガソーラー発電所	京セラTCLソーラー合同会社	1.2	兵庫	兵庫県加東市 東平池	2015年3月30日		ため池	
229	小野事業所太陽光発電所	日立マクセル株式会社	1.2	兵庫	兵庫県小野市	2014年1月31日		保有する敷地	
230	太陽光発電所	日和産業株式会社	1.2	兵庫		不明		不明	
231	太陽光発電所	旭メガソーラー篠山発電株式会社	1.2	兵庫		平成28年6月		不明	
232	飾東パワーステーション	マルイチ株式会社	1.2	兵庫	兵庫県姫路市飾東町	H27年5月		不明	129,000m ²
233	福池太陽光発電所	マルショウ運輸株式会社	1.2	兵庫	兵庫県南あわじ市福池	2015年6月1日	1.11	農業用ため池	
234	太陽光発電所	阪南産業株式会社	1.2	兵庫		不明		不明	
235	小野太陽光発電所	ビッグツリーリサイクル株式会社	1.2	兵庫		不明		不明	
236	神戸港太陽光発電所	株式会社ノーリツ	1.2	兵庫	兵庫県神戸市東灘区向洋町4丁目16番地 (六甲アイランド地区 航空貨物屋根)	2013年8月29日	2.40	建物の屋根	
237	五色太陽光発電所	株式会社ZEARTH	1.2	兵庫	兵庫県洲本市五色町都志大日	2013年7月1日		未利用地	
238	淡路入野発電所	山佐産業株式会社	1.2	兵庫		2015年1月1日		不明	
239	網干浜太陽光発電所	兵庫県企業庁	1.2	兵庫	兵庫県姫路市網干区網干浜	2013年11月5日	1.50	不明	
240	太陽光発電所	株式会社リケンエンジニア	1.2	兵庫	兵庫県丹波市春日	平成28年4月		不明	
241	水上太陽光発電所	株式会社ウエストエネルギーソリューション	1.2	兵庫	兵庫県加西市	2015年2月1日	5.47	農業用の貯水池	
242	水上太陽光発電所	株式会社ウエストエネルギーソリューション	1.2	兵庫	兵庫県淡路市	2016年2月1日	4.01	農業用の貯水池	
243	プロロジスパーク尼崎2	プロロジス・グリーン有限公司	1.2	兵庫	兵庫県尼崎市東海岸町13番2号	平成26年11月		屋根	
244	IF神戸ロジスティクスセンター	オリックス株式会社	1.2	兵庫	兵庫県 神戸市 潟区摩耶埠頭2番10	2015年4月6日		屋根	
245	太陽光発電所	湘電工株式会社	1.2	兵庫		不明		不明	
246	イオン伊丹昆陽ショッピングセンター	イオングループ株式会社	1.2	兵庫	兵庫県伊丹市池尻4-1-1	2011年3月14日		ショッピングセンター屋上・壁面	
247	太陽光発電所	株式会社アーバンヴィレッジ	1.2	兵庫		不明		不明	
248	五色太陽光発電所	株式会社アーバンヴィレッジ	1.2	兵庫	兵庫県洲本市	平成25年11月		不明	
249	太陽光発電所<1.2>	株式会社桜井	1.1	兵庫		不明		不明	
250	太陽光発電所	株式会社ホテルニューアワジ	1.1	兵庫		不明		不明	
251	太陽光発電所	株式会社ホテルニューアワジ	1.1	兵庫		不明		不明	
252	太陽光五色発電所	株式会社ホテルニューアワジ	1.1	兵庫	兵庫県洲本市五色町都志大日字東小谷389番地	平成27年7月	1.42	不明	26,407.67平米
253	朝来立籠太陽光発電所	合同会社朝来メガソーラー	1.1	兵庫	兵庫県朝来市立籠	2015年3月31日		不明	

254	グッドマン赤松台	三井住友信託銀行株式会社	1.1	兵庫	兵庫県神戸市北区赤松台1丁目1-1			屋根	
255	市川太陽光発電所	市川クリーンエナジー合同会社	1.1	兵庫	兵庫県神崎郡市川町	2015年9月1日		不明	
256	A TIME神戸第一発電所	朝日興業株式会社	1.1	兵庫	兵庫県神戸市西区	2013年11月26日	1.52	不明	
257	太陽光発電所<1.2>	福田工業株式会社	1.1	兵庫		不明		不明	
258	相生佐方太陽光発電所	IHIプラント建設株式会社	1.1	兵庫	兵庫県相生市	2015年3月1日		不明	
259	豊岡エコパー...竹貫地場ソーラー<1.2>	豊岡市	1.1	兵庫	兵庫県豊岡市日高町竹貫字長谷田501	(第1期)2015年11月26日 (第2期)2016年3月9日	1.70	旧日高町が住宅開発の為に地元の方に譲り出していたいた土地	
260	太陽光発電所	株式会社共進ビル	1.1	兵庫		不明		不明	
261	加古川工場	オーミクシング株式会社	1.1	兵庫	兵庫県加古川市尾上町池田850	2013年		不明	
262	太陽光発電所	株式会社コウアソフクトリー	1.1	兵庫		不明		不明	
263	姫路パワーステーション	マイルイチ株式会社	1.1	兵庫	兵庫県姫路市刀出東立町	平成27年1月		不明	5,050坪(16,700m ²)
264	大穂南メガソーラー発電所	塩屋土地株式会社	1.1	兵庫	兵庫県淡路市大穂地区	平成28年8月		長期間未利用のままの埋立地(低木、雑草、裸地)	14,000 m ²
265	太陽光発電所	ハリマ化成株式会社	1.1	兵庫	兵庫県高砂市梅井5-5-1(伊保港)	2014年11月14日		遊休地	
266	三木メガソーラー発電所	株式会社オートバックスセブン	1.1	兵庫	兵庫県三木市吉川町上松630	2013年9月26日		遊休部分、屋根	
267	長池西水上太陽光発電所	株式会社フタガワテック	1.1	兵庫	兵庫県神崎郡長池西	2016年3月1日	1.19	農業用ため池	
268	太陽光南あわじ発電所	株式会社ホテルニューアワジ	1.1	兵庫	兵庫県南あわじ市阿万吹上町	2017年3月1日		未利用の樹林斜面地	9.7ha
269	太陽光発電所	合同会社マスター	1.1	兵庫		不明		不明	
270	太陽光発電所	株式会社マキシムコム	1.1	兵庫		不明		不明	
271	加西グリーンエナジーパーク	パナソニック株式会社	1.1	兵庫	兵庫県加西市鏡岩町194-4	2010年10月22日		屋上、壁面	
272	稻美町第三太陽光発電所	株式会社神戸物産	1.1	兵庫		2013年10月3日		不明	
273	太陽光発電所	株式会社西日本フロー	1.1	兵庫		不明		不明	
274	加西メガソーラー	スナミマリン株式会社	1.1	兵庫		不明		不明	
275	太陽光発電所	株式会社SUN	1.0	兵庫		不明		不明	
276	太陽光発電所	太陽工販株式会社	1.0	兵庫		平成27年		不明	
277	太陽光発電所	株式会社有延商店	1.0	兵庫		不明		不明	
278	太陽光発電所	株式会社Nikkan	1.0	兵庫		不明		不明	
279	太陽光発電所	株式会社鳥取ワールドカップ	1.0	兵庫		不明		不明	
280	グッドマン赤松台	グッドマンジャパン株式会社	1.0	兵庫	兵庫県神戸市北区赤松台1丁目1-1			屋根	
281	小野ソーラーパーク	クリーンガス福井株式会社	1.0	兵庫		不明		不明	
282	太陽光発電所	株式会社アーバンディレッジ	1.0	兵庫		不明		不明	
283	吉川太陽光発電所	株式会社城洋商事	1.0	兵庫		2015.11.27		不明	
284	太陽光発電所	株式会社奥田商店	1.0	兵庫		平成26年		店舗	
285	JBソーラーフーム上鶴川発電所	JBサービス株式会社	1.0	兵庫		2016.08.25		不明	
286	プロロジスパーク川西	プロロジス・グリーン有限会社	1.0	兵庫	兵庫県川西市久代三丁目6番1号	2013年11月1日		屋根	
287	五色鳥羽太陽光発電所	マルショウ運輸株式会社	1.0	兵庫	兵庫県川西市久代三丁目6番1号	2013年11月1日		屋根	
288	太陽光発電所	有原会社ユニック	1.0	兵庫		不明		不明	
289	小野太陽光発電所	スズカ電工株式会社	1.0	兵庫	兵庫県小野市沢池	2015年5月1日	1.14	農業用ため池	
290	中部新水苑メガソーラー発電所	姫路市	1.0	兵庫	兵庫県姫路市姫路区今在家1351-22 中部新水苑内	平成26年11月		下水処理場の未利用地	約2ヘクタール
291	稻美町第一太陽光発電所	株式会社神戸物産	1.0	兵庫		2013年10月9日		不明	
292	太陽光発電所	日本リサイクルセンター株式会社	1.0	兵庫		不明		不明	
293	三日月サンシャインパーク	極東産機株式会社	1.0	兵庫	兵庫県佐用郡佐用町春戻字植木111-1	2013年7月3日	2.00	遊休地	
294	兵庫県三木物流センター	コストコホールセールジャパン株式会社	1.0	兵庫	兵庫県三木市志染町大谷1032-11	2014年7月10日		屋根	
295	太陽光発電所	ヨシカワ株式会社	1.0	兵庫		不明		不明	
296	太陽光発電所	有限会社プロサム	1.0	兵庫		不明		不明	
297	太陽光発電所	株式会社AID	1.0	兵庫		不明		不明	

298	三木市第二太陽光発電所	株式会社MAC経営	1.0	兵庫		不明	不明	
299	三木市第一太陽光発電所	株式会社MAC経営	1.0	兵庫		不明	不明	
300	太陽光発電所	株式会社サンキュー	1.0	兵庫		不明	不明	
301	太陽光発電所	株式会社ヒラオ	1.0	兵庫		不明	不明	
302	加賀工場	株式会社山陽	1.0	兵庫		不明	不明	
303	高砂ソーラーステーション	株式会社日本ネットワークサポート	1.0	兵庫	兵庫県高砂市曾根町八軒2907番6	2014年3月1日	不明	
304	太陽光発電所	株式会社星和工務店	1.0	兵庫		不明	不明	
305	太陽光発電所	株式会社片岡建設	1.0	兵庫	兵庫県神崎郡福崎町山崎字千束1-11	不明	不明→低木、草地	
306	あわじメガソーラー1	淡路市	1.0	兵庫	兵庫県淡路市生穂新島8-3	2010年11月28日	屋上、敷地	
307	太陽光発電所	湯本内蔵株式会社	1.0	兵庫		不明	不明	