PREDICTING & ASSESSING NATURAL CAPITAL & ECOSYSTEM SERVICES

PANCES

Predicting and Assessing Natural Capital and Ecosystem Services through an Integrated Social-Ecological Systems Approach

PolicyBrief

No.2 Jul. 2020

環境研究総合推進費 戦略的研究開発領域課題(S-15)

社会・生態システムの統合化による
自然資本・生態系サービスの予測評価(PANCES)

政策提言

No.2 2020年7月版

テーマ 2

陸域における自然資本・生態系サービスがもたらす自然的価値の予測評価

The Environment Research and Technology Development Fund,
Strategic R&D Category
Ministry of the Environment, Japan

テーマ 2

陸域における自然資本・生態系サービスがもたらす自然的価値の予測評価

はじめに

生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学 - 政策プラットフォーム (IPBES) の設立により、この分野での科学的なアセスメントの概念的枠組みや、それを操作可能なものとするための手法の構築等を通じた生物多様性分野の国際的な科学 - 政策インターフェース強化が求められている。

また、国内においても 2020 年以降の生物多様性国家戦略の策定プロセスを見据え、シナリオ分析による環境政策への貢献が求められている。2019 年 5 月に公表された IPBES の地球規模評価では、地球規模では依然として生物多様性の損失が続いており、このままでは愛知目標はもとより、SDGs や生物多様性の 2050 年ビジョン、気候変動枠組条約パリ協定などの達成が危ぶまれることが示された。

ただし IPBES の地球規模評価で示された知見の多くは必ずしも、少子高齢化・人口減少が進み、利用低下が生物多様性の損失の危機のひとつとされる日本に直接的にあてはまるものではない。世界的な科学評価の動向と足なみをそろえつつも、日本という国がおかれた社会、経済的な状況を踏まえた評価と将来への見通しが不可欠である。

本ポリシーブリーフは、環境研究総合推進費 (S-15)「社会・生態システムの統合化による自然資本・生態系サービスの予測評価」プロジェクトのこれまでの研究成果を踏まえ、特に全国・地域スケールでの社会・生態システムの将来シナリオと統合モデル構築という観点から包括的な政策提言を行う。

政策提言１

植生の面積や自然度といった生態系要素が、国民の余暇活動や教育の実態に大きな影響を与えていることを、土地利用や森林の状態の管理に関わる意思決定において十分に考慮すべきである。また、その際には、特定の生態学的要素 (例えば、原生植生の割合) が、国民の活動に与える影響は、大都市からの距離など種々の条件によって著しく異なることに留意すべきである。例えば、登山活動においては、大都市近郊では植生の量が、中部山岳地域等では、植生の自然度が重要である可能性が高い。

page 4

政策提言２

複数の生態系サービス間の関係が自治体間で著しく異なることを軽視した管理施策は、自治体レベルにおける生態系サービスの多面性を損なうことに留意すべきである。例えば、南日本においては、木材生産を最大化するような施策が同時に余暇活動を促進する可能性があるが、北海道においては、木材生産の最大化は余暇活動を阻害する可能性がある。生態系サービス間の関係は様々な自然・社会環境に依存して変化するため、全ての自治体に共通して適用可能な施策は限られている。

page 5

政策提言３

農作物供給予測モデルの推定によると、水稲供給サービスの将来シナリオ間の違いは、水田の消失による生産減少に起因しており、気候変動や人口・土地利用変化による生産性変化の影響は小さいと予測された。一方、野菜（ホウレンソウ）供給サービスのシナリオ間の違いは、気候変動と人口・土地利用変化の相互作用による生産性変化に起因しており、農地の増減の影響は小さいと予測された。この結果は、将来の農作物供給サービスへの人口変化・土地利用変化・気候変動の相対的な重要度は、農作物の種類によって異なる可能性があることを示している。

page 6

政策提言４

各地域における社会―生態系の管理において、多様な主体の参加や伝統知・地域知の活用は、社会―生態系のさまざまな働きに一定の効果を持っており重要である。一方、情報不足などの理由で伝統知・地域知を活用できていない実態や、伝統知・地域知が世代を経るごとに失われつつある現状があることから、生物多様性地域戦略等において伝統知・地域知の理解や継承を明示的に位置づけ、それぞれの地域で活用策の具体化を進めるべきである。

page 8

政策提言５

流域スケールでの森里川海をつなぐ視点での流域管理を行い、気候変動や土地利用変動下での流域の生態系サービスを維持・向上させることが必要である。具体的には流域内における森林での炭素貯留や養分循環を持続的に保全し、農地における食料生産と施肥管理の両立を維持することで、下流域への適正な栄養塩供給を計画することが有効である。

page 10

政策提言６

森里川海の連結性を評価するために、陸と海をつなぐ生物指標によるモニタリングやその変動要因の解析、それらに関係する環境要素の観測を継続的に行うことが有効である。また、河畔域を含む河川環境は、森里川海の連結性や流域の環境形成機能を有しており、上記で述べた指標となる生物モニタリングに加えて、20 ～ 30 mの河畔植生帯の確保、河川流路内の瀬淵構造の維持などの保全策を講じることが有効である。

page 11

政策提言 1

1. 余暇および教育活動に与える生態系要素の貢献度

全国規模での定量的調査がほとんど行われてこなかった文化的生態系サービスについて、大規模かつ空間明示的な解析を行い、様々な自然・社会環境がサービスに与える影響について解析を行った。特に、余暇活動（登山、キャンプ）と教育活動（自然教育）について詳しい解析を行った。

登山活動の結果を例に取ると、標高や気候といった物理環境、周辺人口や交通アクセスなどの社会環境に加えて、植生の量や質といった生態系要因も重要な決定要因となっていた。植被率（農地・牧草地を除く植生面積率）、植被に占める自然植生率（人工林以外の植生比率）、自然植生に占める原生植生率の3つの要因が、それぞれ10%減少した場合、いずれの場合も、多数の地点で登山活動が5%以上増減することが予測された（図-1）。

生態系要因は登山活動に対して、正負両面の、場所や季節によって異なる影響を与えていた。このような生態系要因の影響の異質性は、標高や周辺人口といった地域条件に依存して生じていた。例えば、植被率は、大都市周辺では登山活動に対して強い正の影響を与えていたが、地方ではそのような傾向は見られなかった。また、原生植生率は登山活動に対し、中部山岳地域などでは正の、大都市近郊では負の影響を与えていた。

類似した傾向は、キャンプや自然教育の解析においても見られ、国民の余暇活動や教育に対して、生態系要因が重要な影響を与えていることを示唆している。このことは、土地利用や植生の管理において、十分に考慮されるべきであるが、その際、生態学的要因の影響は、場所の条件に依存して、全く異なる場合があることに留意すべきである。

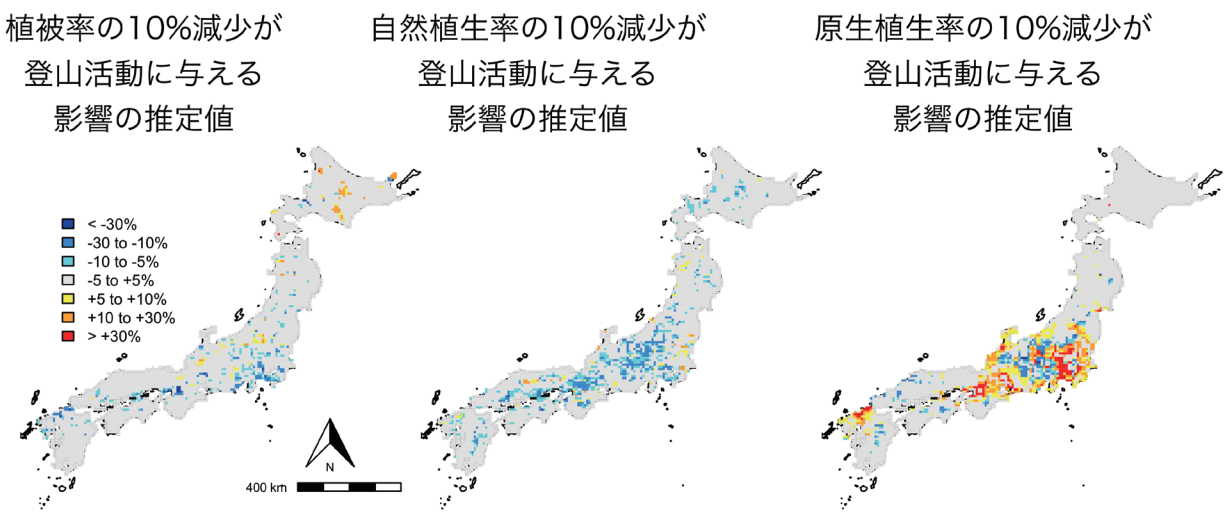


図-1　植生の量・質の変化が登山活動に与える影響

政策提言 2

2. 地域に適した生態系サービス管理施策の重要性

異なる生態系サービス間の関係を理解することは、生態系サービスの管理において非常に重要である。ふたつ以上のサービスの間にトレードオフ関係が存在する場合には、両者のバランスに配慮しない施策は、生態系サービスの多面性を損なう結果となる。しかし、国内においては、生態系サービス間の関係の解析はほとんど行われてこなかった。

今回、水稲生産、レタス生産、木材ストック、炭素吸収、水質、登山、キャンプ、教育の８種の生態系サービスを 1km グリッドで推定し、離島を除く全国の各市町村それぞれにおける生態系サービス間の関係を検証した。

生態系サービス間の関係は自治体間で著しく異なっており、ほとんどのサービスの組み合わせにおいて、正の相関（シナジー）と負の相関（トレードオフ）の双方が検出された。関係の違いは、北日本と南日本の傾向の違いなどの大域的なものだけでなく、しばしば近隣自治体の間にも見られた。一例をあげると、木材生産とキャンプ場立地の間の関係は、関東以南においては多くの自治体で正の相関を示す一方、北海道では負の相関が卓越していた（図-2）。このことは、南日本では、多くの自治体において、木材生産を増加させるような管理によって同時にキャンプ利用の促進が期待される一方、北海道では同様の管理はキャンプ利用を阻害する可能性があることを示唆している。

生態系サービスの管理においては、このような多様なサービス間の関係を理解し、単一の生態系サービスを追求するあまりに、生態系サービスの多面性を損なうことのないよう留意する必要がある。

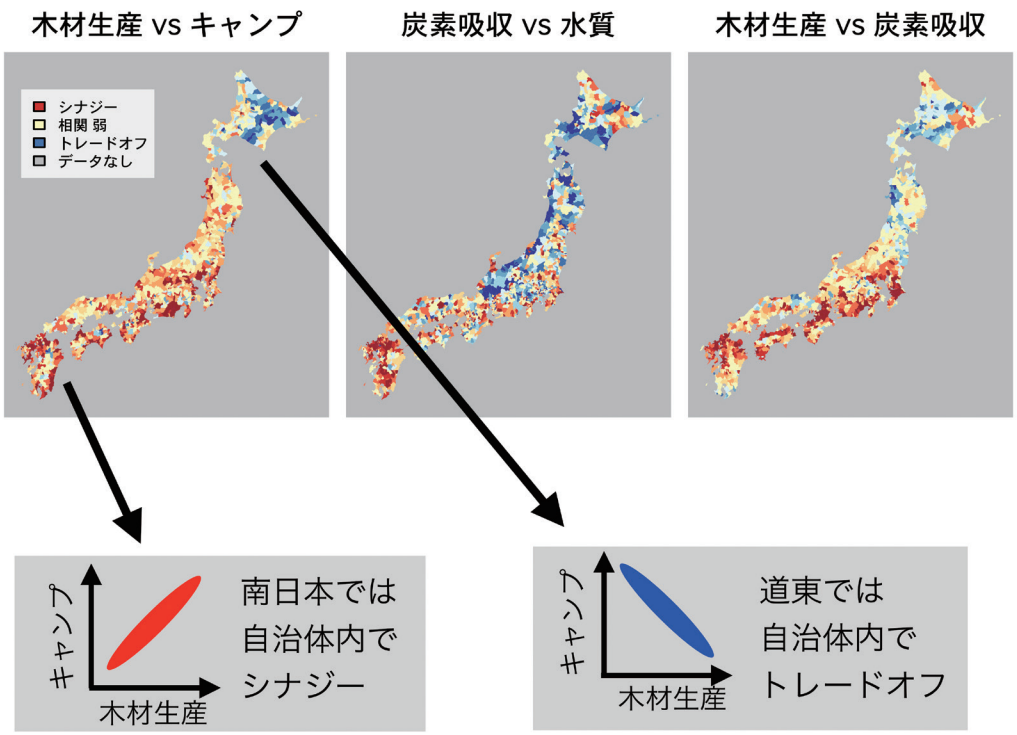


図-2　生態系サービス間の関係の自治体間比較

政策提言 3

3. シナリオ分析による農作物供給サービスの将来予測

1993年から2015年の水稲とホウレンソウの生産量と気候条件[1]・1998年の土地利用・2010年の人口分布のデータを用い、気候・土地利用・人口分布で水稲・ホウレンソウ供給サービスを予測するモデルを作成した。このモデルに2010年の条件および将来シナリオを当てはめ、2010年から2050年の間の各PANCESシナリオの農作物供給量の変化とその要因を予測した。

どのシナリオでも日本全国ではコメ供給サービスが減少し、その主な要因は水田の消失であると予測された。特に人工資本活用シナリオで減少が大きいため（図-3上段）、コメの供給量を維持するためには耕作放棄地への対策が必要である。一方、自然資本活用シナリオではホウレンソウ供給サービスは全国的には増加することが予測された（図-3下段）。しかし、人工資本活用シナリオでは供給量が減少する人口シナリオもみられ、その主な要因は農地の減少ではなく気候変動などによる生産性の低下であると予測された（図-3下段）。つまり、農作物供給の低下を防ぐために必要な対策は作物の種類によって異なる可能性がある。

一方、各PANCESシナリオでの需給バランスの変化をみると、コメ・ホウレンソウの供給が減少する将来シナリオでも、ほとんどの場合、需要の減少が供給の減少を上回っていた（図-4）。この結果は耕作放棄地を森林などの他の土地利用に転換し、他の生態系サービスの向上に活用できる可能性を示している。

[1] 気候データの作成には【アメダスデータのメッシュ化プログラム　Ver.5.2】（農研機構）を用いた。

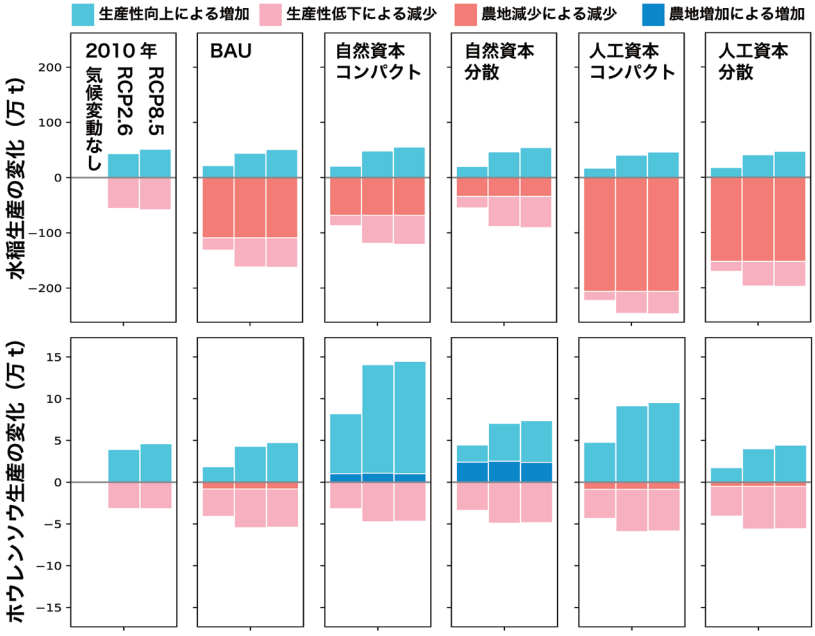


図-3
土地利用・人口分布・気候を変化させたときのコメ（上段）・ホウレンソウ（下段）供給サービスの日本全国での変化の予測値。

(パネルの違いは土地利用・人口シナリオの違いを表し、パネル内のバーの違いは気候シナリオの違い（現在気候・MIROC5 RCP 2.6・MIROC5 RCP8.5）を表す。バーの色の濃い部分は農地の増減による変化、色の薄い部分は農地周囲の土地利用・気候・人口分布の変化による生産性の変化の影響を表す。RCP間の違いが少ないのは使用したモデルの特性だと考えられるため、注意が必要である。)

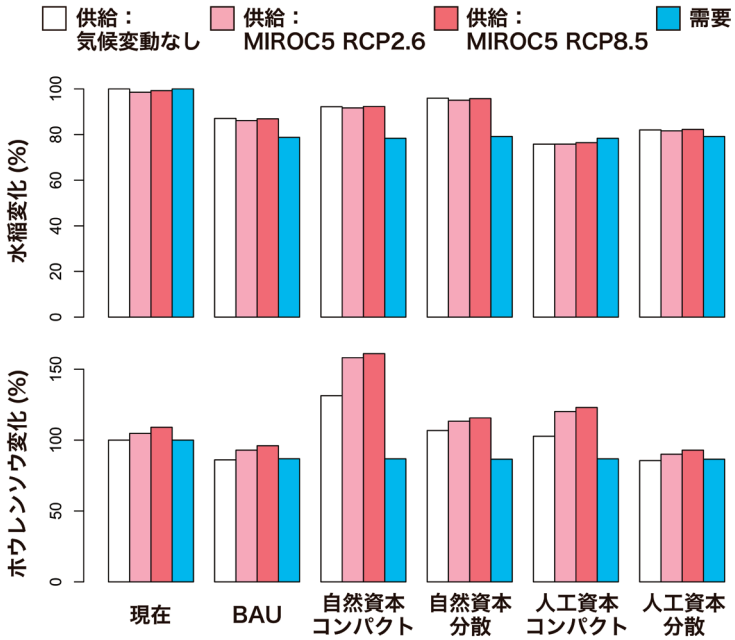


図-4
各PANCESシナリオのコメ（上段）とホウレンソウ（下段）の需要と供給の相対変化の予測値。

政策提言 4

4. 伝統知・地域知の重要性とその継承

生態系の管理において、多様な主体の参加や伝統知・地域知の重要性は従来から指摘されていたが、今回、生物多様性地域戦略の多数の事例を比較することによって、我が国における生態系管理における多様な主体の参加と伝統知・地域知の活用に関する実態が明らかとなった。社会—生態系の分析枠組みを用いて生物多様性地域戦略に関わる活動や効果を分析したところ、全体的に、自然・生態要因より社会・経済要因の方が生物多様性地域戦略の活動や効果に多く関係していた（図-5）。多様な主体の参加は、生物多様性地域戦略の策定時の議論にかけた時間や生物多様性地域戦略で計画された取組みの数と正の関係があった。伝統知・地域知の認識や活用は、市民との情報共有、策定時の議論にかけた時間、取組みを評価する積極性、生物多様性地域戦略による住民意識の変化と正の関係があった。これらの結果は、生態系の管理において多様な主体の参加と伝統知・地域知の活用が重要な効果をもっていることを示しており、積極的にこれらを進めていくことが有効である。

また、生物多様性地域戦略に伝統知と地域知を活用する必要性が高く認識されていた（図-6）。伝統知を生物多様性地域戦略の推進に取り入れる必要性は 89％の回答者に認識されていた（「とても必要である」と「ある程度必要である」を合わせた数字）。同じく、地域知を生物多様性地域戦略の推進に取り入れる必要性は 86％の回答者に認識されていた（「とても必要である」と「ある程度必要である」を合わせた数字）。一方、生物多様性地域戦略に伝統知を活用していないと答えた回答者が

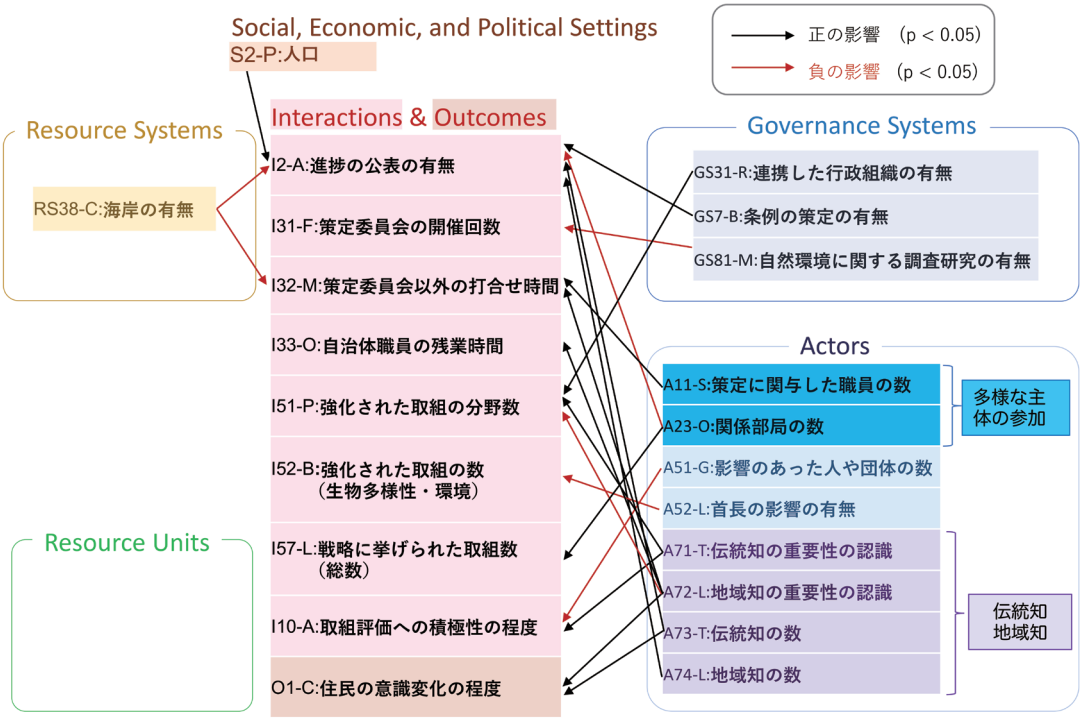


図-5
生物多様性地域戦略にもとづく生態系の管理において、多様な主体の参加と伝統知・地域知の活用がもたらす効果。McGinnis & Ostrom (2014)による社会—生態系の分析枠組みを用いて検討した結果、多様な主体の参加と伝統知・地域知の認識や活用は、生物多様性地域戦略に関わるさまざまな活動や効果と正の関係をもっていた。

27%、地域知を活用していないと答えた回答者が34%あった。その理由としては、伝統知や地域知の情報がなかったという情報不足や、伝統知や地域知の情報をどのように生物多様性地域戦略に取り入れたら良いかわからなかったという認識不足が多かった（図-6）。生態系管理における伝統知や地域知の理解を深め、それらの活用方法を具体的に検討していくことが求められる。

また、伝統知や地域知が世代を経るごとに失われつつあることも明らかとなった。佐渡島では多くの種類の海藻がさまざまな料理に利用されているが、佐渡市全域を対象とした調査の結果、食利用の経験がある海藻の種類数は、若い世代ほど少ない現状が明らかとなった（図-7）。このまま経験の減少が進めば、将来世代には海藻利用の伝統知・地域知が受け継がれないおそれがある。このまま直線的に減少したとすると、2050年生まれの世代が食べたことのある海藻は約2種類にまで減少するかもしれない。同様に、2050年生まれの世代が知っている海藻は約3種類に、調理したことのある海藻は0種類にまで減少することが予想される（図-7）。この結果は佐渡の海藻利用文化についてではあるが、同様の傾向は他の地域でも確認されている。先達によって蓄積された伝統知や地域知が失われることなく将来にわたって継承していく取組みの推進が求められる。

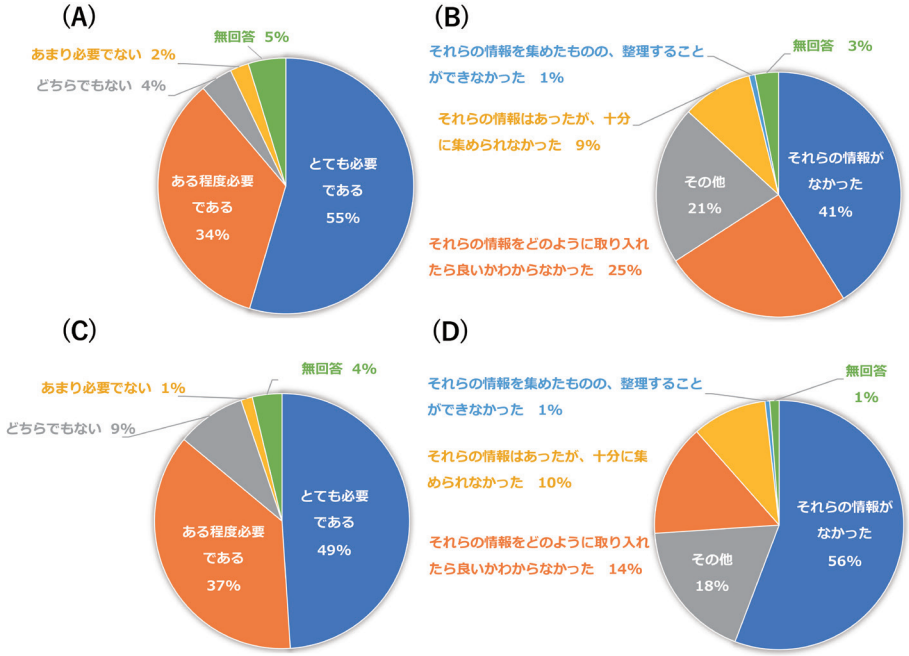


図-6
生物多様性地域戦略における伝統知・地域知の重要性認識、および、それらが活用できていない理由。生物多様性地域戦略の推進に伝統知（A）や地域知（C）を取り入れる重要性が高く認識されている。一方、伝統知(B)や地域知（D）が活用されていない理由には、情報不足や認識不足が多かった。

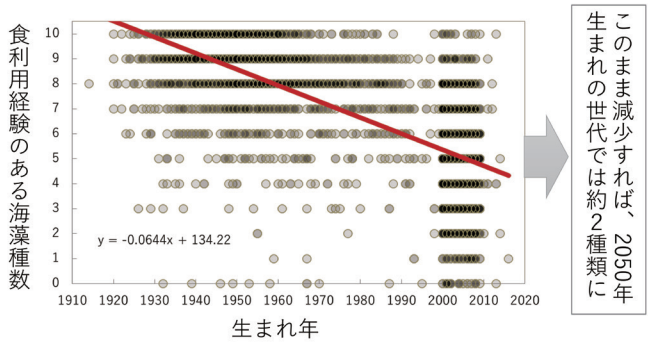


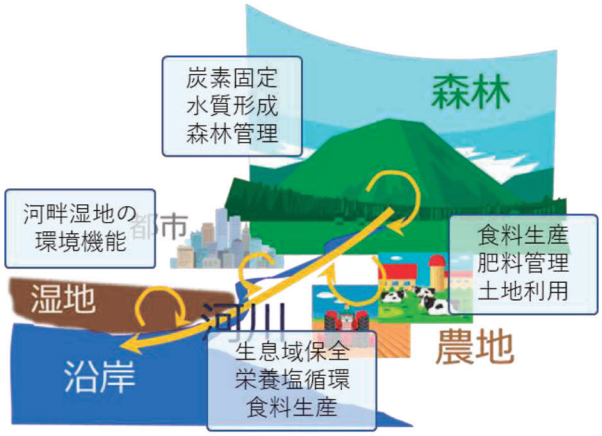
図-7
佐渡の海藻利用の知識と生まれ年との関係。食利用の経験がある海藻の種類数は若い世代ほど少なく、知識の継承が危ぶまれている。赤い線は一次回帰の結果を示す。

政策提言 5

5. 流域における森里川海の保全と生態系サービス

流域圏における森里川海のつながりは地域における自然資本や生態系サービスに密接に関わっている。おもに上流域に位置する森林では、炭素を固定し地球温暖化を軽減する機能があり、適正な森林管理は炭素蓄積量の維持と共に生態系における栄養塩循環により清浄な水質を形成することにつながる（図-8（左））。下流から中流における里地においては作物生産と施肥管理のバランスを適正に保つことにより、地域における安定的な食料供給と環境保全が図られることが重要である。そのため、さまざまな土地利用を含む流域生態系全体での資源利用、食料生産、物質循環の関係性に関する定量的な評価が必要となる。また、里地と河川の境界域に分布する河畔湿地を保全することはそこでの水質浄化機能を維持する上で特に留意しなくてはならない。森川里から海へ供給される栄養塩は沿岸域の生物生産や生物多様性に対して重要である一方、流域における土地利用変化や気候変化はその栄養塩供給を変化させることにつながる。

第五次環境基本計画で提唱されている地域循環共生圏の創造による持続可能な地域づくりを目指すためには、地域の特性を十分に考慮に入れた森里川海のつながりを念頭に、特に河川を移動経路とした栄養塩の動態を考慮に入れる必要がある。図-8（右）に示すように将来の土地利用変化シナリオに応じて森里川有海における養分供給や水質形成が異なることが予想される。したがって、地球温暖化や極端気象変動等の自然条件、そして過疎高齢化に伴う土地利用等の社会経済条件の将来変化を定量的に予測し、それに基づいて地域ステークホルダーが将来シナリオを検討することが重要である。



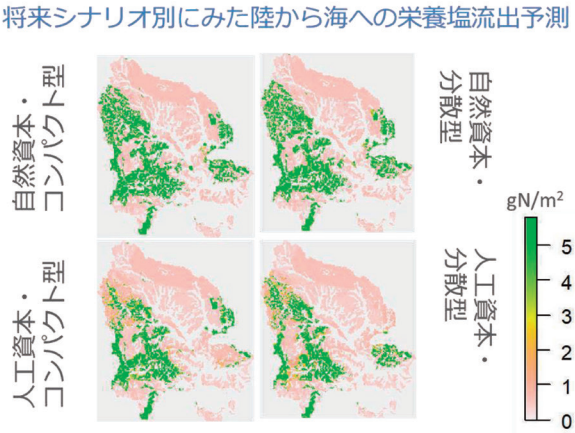
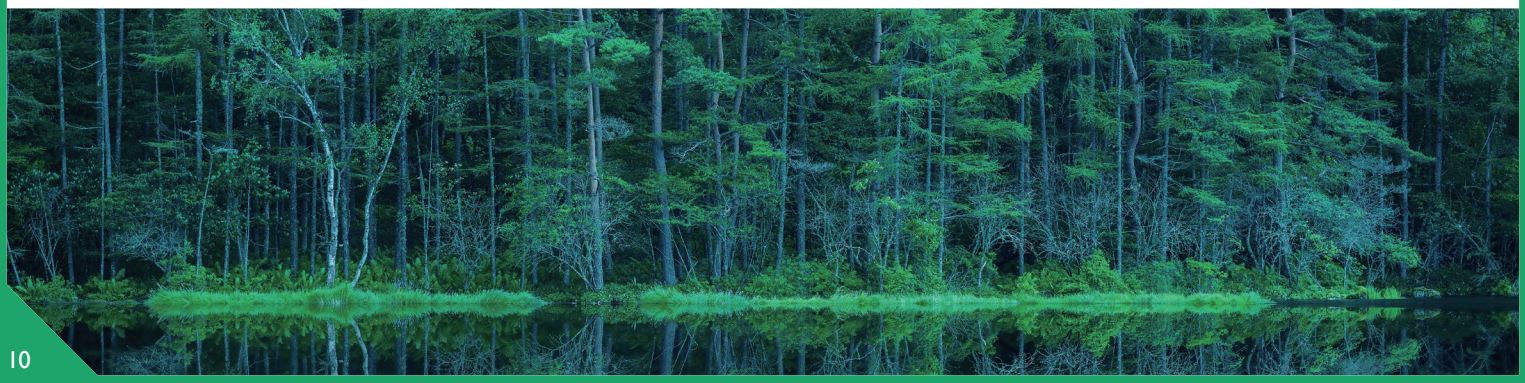


図-8　流域圏における森川里海のつながりに関わる諸要因（左）と北海道東部における将来予測モデルの事例（右）



政策提言 6

6. 森里川海の連結性と生物指標の活用・保全

陸と海を移動する生物にとって、森里川海のつながりが保たれていることは非常に重要である。その性質をもとに、森と海をつなぐ生物指標を特定し、その生息環境や分布状況をモニタリングし、その変動要因を解析することは森里川海の連結性評価に有効である。例えば、北海道東部地域では陸と海を回遊するサクラマスとそれに共生して生息するカワシンジュガイの関係が、流域圏における森里川海の連結性を評価する生物指標として調べられている（図-9）。生物指標となる生物種が必要な生息環境（河床基質の粒径、水質汚染の程度など）が適性に保全されているか、世代交代を含む生息ステージごとの個体数に変化はないか等を継続的にモニタリングし、その解析に基づいた保全策を効果的に実施することで、森里川海の連結性が損なわれるのを未然に防ぐことが可能となるであろう。特に、河畔生態系はそれら生物指標種の生息環境の悪化を緩和する機能（水温･水質変化の低減、土砂流出防止など）を有していることから、適正な保全策を講じることが重要である。地域循環共生圏において地域の有する豊かな自然資源を持続的に利用し、森里川海の連結性がもたらすさまざまな自然資本や生態系サービスの活用のためには、地域の特性に応じた生物指標の選定と生息河川環境の保全（20 ～ 30 mの河畔植生帯の確保、河川流路内の瀬淵構造の維持など）、ならびに生物指標の分布状況の把握を継続的に行うことが重要である。

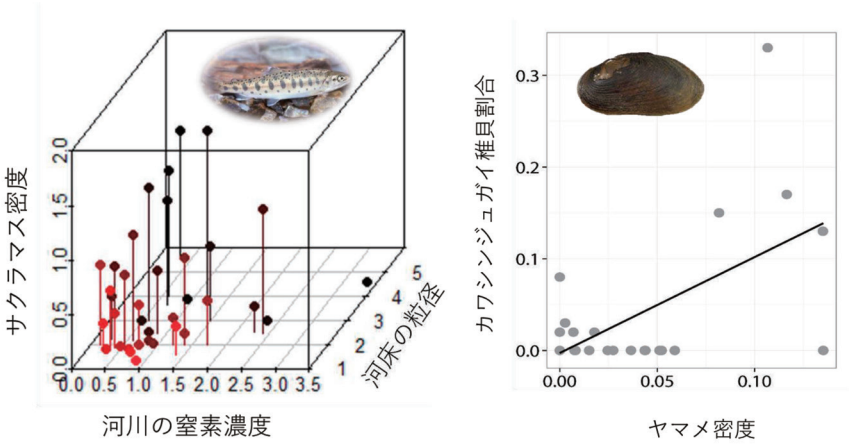


図-9
北海道東部における森川里海の連結性に関わるサクラマスとカワシンジュガイの生育状況、周辺環境要因、共生関係の一例

引用文献

McGinnis, M. O., & Ostrom, E. (2014) Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges, Ecology and Society, 19 (2), DOI: http://dx.doi.org/10.5751/ES-06387-190230

謝辞

本ポリシーブリーフは、（独）環境再生保全機構の環境研究総合推進費　戦略的研究開発領域課題 (S-15) 「社会・生態システムの統合化による自然資本・生態系サービスの予測評価」の研究成果の政策貢献を目指して作成されたものである。

分担執筆者

中静透、饗庭正寛、柴田嶺、藤澤奈都穂、小黒芳生、堀啓子、黒川紘子、滝久智、正木隆、小川みふゆ、吉田丈人、柴田英昭、中村太士、森本淳子、佐々井崇博、内田義崇

問合せ先：info@pances.net

環境研究総合推進費　戦略的研究開発領域課題 (S-15)
社会・生態システムの統合化による自然資本・生態系サービスの予測評価
PANCES Policy Brief, No. 2 (Jul. 2020)

http://pances.net/