

# 魚付林植樹活動と生態系サービス勘定

山 本 充

## 1. はじめに

開拓期の北海道では、移住者の急増とともに農地開拓、沿岸漁業の生産拡大などに伴う燃料需要と木材需要の拡大が原生林の乱伐を招いた。森林伐採後の荒廃地からの土砂流出や飛砂は、漁場環境と生活環境を悪化させ沿岸漁業の衰退を引き起こすこととなった。小泉（2013）は、漁業と森林の相互関係について魚付林に着目し、道南の日本海沿岸とえりも岬、サロマ湖を事例にあげ、道南日本海沿岸とえりも岬では沿岸域と上流域における急激な森林消失が漁業資源の減少と漁業の衰退を引き起こしたことが、サロマ湖では上流域の汚染と森林消失が漁業資源に被害を及ぼしたことが漁業関係者の森林環境保全意識を高めたとしている。さらに小泉（2013）は、道内各地の漁協女性部が展開している植樹活動と海浜・漁港清掃活動を環境活動として捉え、①環境活動の必要性の認識と意志、②地域住民との共同、③子供への環境教育としての取り組みの3点が環境活動継続の要因であると分析し、とりわけ③の環境学習の視点を組み込んだ事業展開を提案している。

本稿でも漁業関係者を中心に展開されている魚付林植樹活動を環境保全活動として捉え、魚付林植樹活動が魚付林という森林生態系がもたらす生態系サービスに対する需要の表れと位置付けることで生態系サービス使用との対応関係、生態系サービス勘定における森林データの利用可能性について検討を加える。

## 2. 生態系勘定と生態系サービス

### 2-1 生態系勘定

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、およびそれらの価値を体系的に整理・表現する勘定体系である。2014年に国連（UN）から刊行された『環境経済統合勘定2012－実験的生態系勘定（SEEA-EEA：System of Environmental-Economic Accounting 2012 - Experimental Ecosystem Accounting）』は、生態系勘定の基本的な枠組みを示している。2012年に国連で採択されたSEEA2012中心的枠組み（SEEA-CF：SEEA2012-Central Framework）は、環境と経済の相互作用を総合的に捉えるマクロ経済の統計的枠組である環境勘定の国際統計基準となっている。一方、生態系勘定は生態系の観点からストックやフローを捉えているために、国民経済計算体系（SNA：The System of National Accounts）の生産や資産の定義、価値尺度などと整合的に計測することが困難なものが存在する。このため、SEEA-EEAは生態系および生態系サービスに関する概念や計測・評価方法を提供しSEEA-CFを補完している。SEEA-EEAには生態系ストック勘定と生態系フロー勘定の2種類が含まれており、前者が生態系の賦存量を評価し、後者は生態系サービスの需給状況を評価するもので、後者が生態系サービス勘定である。

### 2-2 生態系サービス

ここで重要となるのが生態系サービスの定義である。国連ミレニアム生態系評価（MA：the Millennium Ecosystem Assessment）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の定義は「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」とされ、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していない。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する必要があるためである。一般に市場で売買される財・サービスは、経済

主体の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、水道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。一方、森林の 대기浄化機能により提供される清浄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便益をもたらし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なる。生態系勘定では非SNA便益をもたらし生態系サービスの把握に主眼が置かれている。

生態系勘定における生態系サービスの定義では、生態系サービスが人間に便益をもたらしていることを意味する。このため人間に便益が生じない場合、生態系勘定では生態系サービスの供給が行われていないものとして取り扱われる。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。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、余暇活動からは文化的サービスによる便益発生が確認できる。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、その行動がどのような生態系サービスの使用を示唆しているのかを検討する必要がある。

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（Provisioning services）、調整サービス（Regulating services）、文化的サービス（Cultural

services) の3種類である。基本的にはMAの分類と同じであるが、詳細な分類は表1に示す生態系サービスの国際共通分類 (CICES: the Common International Classification of Ecosystem Services) 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、MA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 (Supporting services) 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。このことは、後に議論する魚付林植樹活動で期待されている生態系における栄養塩循環に対する森林の効果と関係する。栄養塩循環は、生態系サービスの基盤サービスとして位置付けられている。このため、魚付林がもたらす便益が栄養塩循環であるならば、生態系サービス勘定には計上されないのである。

生態系は自然界の食物連鎖や地理的・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ため、異なる生態系間の関係をすべて明らかにすることは極めて困難である。前述の通り栄養塩循環のような基盤サービスは生態系サービス勘定には取り上げられない。つまり、森を育てる活動が海からの資源供給を確保することに関係していることを生態系勘定では表すことができない。しかしながら、魚付林植樹活動は自然界における物質循環の流れを確保する重要な環境保全活動であり継続的な事業展開が望まれる。そこで、魚付林植樹活動が物質循環以外の森林生態系サービスの使用と関連付けることが可能となれば、生態系サービス勘定から活動継続に有用な情報抽出が可能となる。

### 2-3 生態系サービス勘定の枠組み

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 (LCEU: Land cover/ ecosystem functional units) 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。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、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（表2）。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の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は有用と考えられる。

一方、LCEUや生態系勘定単位（EAU：Ecosystem accounting units）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3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、供給表と使用表に分けて作成することが有用と思われる。また、生態系サービスのフローは森林生態系、湿地生態系、海洋生態系のような生態系の種類毎に把握・整理されることが基本となるため、とりわけ供給使用表形式の勘定表は生態系ごとに作成されることになる。

表 1 生態系サービス別の国際共通分類

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	水	水	作物・動物の育成のための取水、農業用・工業用・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、森のベリー類やキノコ類)	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；畜産木材・繊維；食肉・乳製品用の畜牛；養殖魚介類
	物質	動植物の繊維・構造	工業・家庭用に採取される動植物の繊維・構造 (例：天然材木、薬、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材木、薬、糸、藻類、天然グアノ、サンゴ、貝殻、皮革、骨
		動植物由来の化学物質	医療用・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)	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、油、ワックス、薬草など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、増養殖用漁業資源)	繁殖計画に利用される遺伝素材 (例：農作物、家畜、増養殖用漁業資源)
		バイオマスエネルギー	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 (他のどこにも分類されないもの)	外来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、その他の供給サービス	労働用・ペット用の動物
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解毒・分解	土壌や地下水中の汚染物質の水準の低下
		汚染物質の希釈・濾過・隔離	河川への都市廃水の希釈、生物地球化学的過程による廃水からの有機物や栄養の除去；微粒子やエアロゾルの濾過；有機沈殿物中の栄養や汚染物質の隔離、臭気の除去	きれいな空気・水・土壌

調整サービス	<p>フロア調節</p> <p>物理化学的環境の調節</p> <p>生物環境の調節</p>	<p>空気フロー調節</p> <p>水フロー調節</p> <p>マスフロー調節</p> <p>大気調節</p> <p>水循環調節</p> <p>土壌生成と土壌循環の調節</p> <p>騒音調節</p> <p>ライフサイクルの維持、生息域と遺伝子プールの保護</p> <p>害虫・疾病の制御 (外来種を含む)</p>	<p>防風林として機能する天然・栽培植生、空気循環サービス</p> <p>流水のタイミンング・規模の調節、洪水、涵養</p> <p>土壌・泥流の安定化</p> <p>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</p> <p>水の酸素供給、水中の栄養の保持と移転</p> <p>耕作システムにおける土壌肥沃度と構造の維持</p> <p>天然の緩衝とスクリーニング</p> <p>花粉媒介、種子の拡散、生育個体数・生息域の維持</p> <p>病原体の制御</p>	<p>砂塵緩和、防風林、都市部の換気改善と熱緩和</p> <p>洪水損害の防止；表流水と地下水への水補充；高潮被害の軽減</p> <p>土壌浸食・雪崩・泥流の防止</p> <p>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</p> <p>水質の改善</p> <p>耕作システムにおける土壌肥沃度と生産性の改善</p> <p>騒音レベルの減少</p> <p>作物の生産性の改善、生息域の保全</p> <p>作物・人間の健康・環境への危険水準の低下</p>
文化的サービス	<p>生態系(環境設定)の物理的または経験的利用</p> <p>生態系(環境設定)の知的表象</p>	<p>非抽出的レクリエーション</p> <p>情報と知識</p> <p>精神的・象徴的</p> <p>非利用</p>	<p>ハイキングやバードウォッチング、レクリエーションのための景観・海景的特色と生物多様性</p> <p>科学的調査や教育のための景観的特色と生物多様性</p> <p>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・宗教的機能、etc.</p> <p>将来世代のための生態系サービスの生態系資本</p>	<p>ハイキング、バードウォッチング、ホエールウォッチングなどの楽しみ；健康水準の向上；観光産業における観光客数の増加</p> <p>科学発展(例：花粉記録、年輪記録、遺伝子バタラン)；知識の増加(例：野生生物に関する番組や本の主題) ect.</p> <p>個人的・集団的アイデンティティの感覚の向上、国の象徴、精神的・宗教的機能の作用</p> <p>将来世代が利用可能な生物多様性と生態系サービス</p>

出所：United Nations (2014) より作成





表3 LCEU別の生態系サービス勘定の供給表の枠組例

生態系サービス (CICES)			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							

このような魚付林に関する統計的情報としては、森林法に定める保安林としての魚付林に関する情報が存在する。表4に示すように保安林の種類は17種類あり、魚付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。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。入交ら（2008）は、松永（1993）に基づき漁業関係者による魚付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体内に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。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。

表 4 保安林の種類と指定目的

森林法第25条第1項による 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、濁水を緩和したり、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の作用によって、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](http://www.rinya.maff.go.jp/j/tisan/tisan/con_2_2_3.html)) より作成

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6,918,874ha、民有林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(国有林:8,406ha、民有林: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。

### 3-2 北海道における魚付林植樹活動

北海道水産林務部森林活用課では、道内各地の魚付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5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の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5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よりも遙かに広大なものとなっている。さらに、北海道における魚付林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2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。2018年には59の地域でこの運動が展開されている。

### 3-3 魚付林植樹活動と生態系サービス

魚つき保安林の指定目的（表4）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行動として現れたものと考えられる。また、北海道漁業協同組合連合会（以下、「道ぎょれん」と略す）環境部の協力を得て、道内でも先駆的な魚付林植樹活動を展開している6地域の漁業協同組合と役場にヒアリング調査を実施し、魚付林植樹活動の状況や期待される効果（便益）について情報収集を行った<sup>1)</sup>。その結果、同様の効果が期待されているが沿岸域の地形や土地利用形態、流入河川の影響などにより期待される効果が異なることが明らかとなった。

#### (1) 水質保全効果への期待

道東地域のサロマ湖や風蓮湖のような汽水湖は、外海との水の流出入機会が乏しい閉鎖性水域の性質が強く自然の水質浄化作用が比較的緩慢であるため流入する河川とその流域の土地利用形態による影響を受けやすい。また、水産養殖事業が展開されていると養殖生物の排泄物や餌料による水質悪化のリスクもある。さらにこれらの地域では、酪農・畜産業も基幹産業であるため、牧場からの家畜ふん尿や農地からの肥料の流出などによる漁場の水質悪化を回避することを主な目的として魚付林植樹が行われている。

表5 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	来拝川流域の森林	310	乙部町魚つきの森づくり協議会

1) 調査は2019年1月から2月にかけて行った。調査対象とした地域は、えりも町、江差町、八雲町、佐呂間町、別海町、函館市南茅部地区である。

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	2016.6.10	むかわ町	イクベツ沢流域の森 林	1,265	むかわ・森・川・海を守り隊
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	問牧川流域の森林	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	トマム地区(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](http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/sky/uotsuki/kita_uo_index.htm))



らし合わせると、水質保全や土砂流出防止は森林生態系の調整サービスに相当する。また栄養塩循環は既に述べてきたように生態系の基盤サービスである。この漁業関係者による魚付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。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。魚付林植樹活動の場合、最終消費を目的とする生態系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、資源供給は海洋からもたらされるのである。したがって、栄養塩循環という基盤サービスによる受益を最終目的とすれば、森林生態系における生態系サービス勘定では魚付林による生態系サービスは何も計上されないこととなる。そこで、魚付林植樹活動は森林生態系の調整サービスに対する需要行動と見なすことが必要であると考えられる。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6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の森林と同様に土壌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と魚付林植樹活動との対応関係で問題となるのが、調整サービスの具体的な内容、つまりCICESの区分とグループである。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。また、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。こうした機能は，表1のCICESでは調整サービスのフロー調節部門の水フロー調節サービスに相当するものである。一方，土砂流出防止機能は同じ部門のマスフロー調節サービスに相当すると考えられる。したがって，魚付林植樹活動は森林生態系の調整サービスのフロー調節サービスの使用を示唆する活動である。

こうした生態系サービスの使用は，一般に機能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が存在することが便益発生（つまり生態系サービスの使用）を確実にする。したがって，下流域に人工資産を擁する流域に魚付林が存在する場合は，水フローおよびマスフロー調節サービスの使用と供給があると考えられる。この場合，魚付林は一般的な森林生態系の調整サービスと同じ生態系サービスを提供していることとなる。

表6 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・稲荷幡	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）

#### (4) 魚付林の便益

しかしながら，そうした人工資産が存在しない流域の魚付林は，森林生態系の調整サービスによる便益発生があると単純に考えることは困難である。このような魚付林の効果は，河川や湖沼の生態系と海洋生態系による水産資源の供給サービスとして便益が発生する。魚付林植樹活動はこの水産資源の枯渇を回避することを目的としている。これは，表現のフレーミングを変えれば魚付林の減少は水産資源の枯渇というリスクがあることになる。つまり，魚付林植樹活動はこのリスクを減少させることを目的としているとも考えられる。便益にはリスクの減少を便益とみなす「みなし便益」という考え方がある。回避される損失を「みなし便益」として評価するならば，魚付林は水産資源の生育個体数・生息域の維持という「みなし便益」をもたらす生物環境の調節サービスを供給していると捉えることも一つの考え方である。この場合，森林生態系の供給使用表では調整サービスの生物環境の調節部門生息域の保護グループに生態系サービスの供給と使用を等価で計上し，この数値は同時に海洋生態系あるいは（河川湖沼を含む）湿地生態系の供給使用表では対象となる生物種の供給サービスとして計上される値の内数となる。ただし，物量データとしては単位面積あたりの魚付林の変化が水産資源量に与える影響などに関する科学的根拠が必要である。ここでは基盤サービスを「みなし便益」として調整サービスの使用に置き換えて計上する考え方を示したが，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付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。そ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る、こうした研究の集積が必要である。

#### (5) 魚付林植樹活動の文化的側面

表7は、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2018年の参加者の状況を示すものである。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。魚付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。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、小泉(2013)でも同様の指摘がある。つまり、魚付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。

表7 2018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	958	1,082	211	430	221	536	1940	5,378

※道ぎょれんHP (<https://sakana-fuyasu.jp/operation/2018/>) より集計

以上を整理すると、魚付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、魚付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， マスフロー調節）
- ② 森林生態系による調整サービス（みなし便益としての生物環境の調節）
- 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）

上記の①と②の区別については保安林指定情報が利用できる。たとえば，魚つき保安林と同時に水源かん養保安林や土砂流出防備保安林などを兼種している場合は，①のフロー調節サービスの使用，保健保安林と兼種している場合は③の文化的サービスの使用があるものと判断できるので，兼種指定がない魚つき保安林だけの指定では②の生物環境の調節サービスの使用と判断することも一つの方法である。

また，魚付林植樹活動の情報は，森林生態系の生態系サービスの需要に関するデータの一部であり，上記の①や③のような生態系サービスの使用は魚付林植樹活動に限らず，植樹活動全般に対して適用できる。このため，少なくとも都道府県や市町村単位で実施されている植樹活動の情報を環境統計情報の一つとして整理することが求められる。

以上は，魚付林植樹活動を生態系サービスの使用に関するシグナルとして捉え，魚付林の生態系サービスに対する需要を検討した。しかしながら，漁業関係者等により整備されている魚付林に関する情報は，GIS情報を含むデータとして整備はされておらず，かつ森林簿データにも反映されていない。このため，上述したような生態系サービスの供給源に関する情報としては利用できない。一方，保安林として指定されている魚付林については森林簿データが利用可能である。そこで，以下では北海道を対象に保安林に着目し，林業統計や森林簿データなど利用可能な統計情報に基づき生態系サービスの供給情報としての利用方法を検討する。

#### 4. 保安林による森林生態系サービスの供給

生態系サービス勘定の供給使用表において，森林生態系サービスの供給者は

森林所有者とすることが原則となっている。したがって、魚付林の所有者情報が必要となる。前述した調査によると漁業関係者等により整備されている魚付林は、多くが市町村有林で、一部が森林組合などの私有林である。統計によっては市町村有林と私有林を合わせて民有林と区分している場合があるが、勘定表の供給部門設定を表2のような公的部門と民間部門に区分するならば、公有林（国有林・市町村有林・都道府県有林）と私有林の識別が必要である。北海道林業統計では保安林について国有林、道有林、市町村有林および私有林等に区分された情報が整理されている。

表8は平成29年度末における北海道の保安林種別実面積を示しており、ここには他の保安林種との兼種指定されている面積は含まれない。北海道では保安林全体の75.8%は国有林で、種別では水源かん養保安林が78.3%を占めている。兼種指定されている保安林面積は、全道で204,572haあり、その内訳は国有林100,892ha、道有林81,146ha、市町村有林14,171ha、私有林等が8,363haとなっている。

魚つき保安林は、道有林が54.4%と最も多く、次いで国有林25.2%、市町村有林15.2%となっており公的部門が94.8%と大半を占めている。前述したような3種類の生態系サービスとの対応関係は魚つき保安林の位置情報などが必要であるがそれぞれの生態系サービスの判断基準を定めた上で、北海道水産林務部によりオープンデータ化されている森林情報として森林区域データ（ファイル形式：kmz）と林小班区画及び森林資源データ（ファイル形式：shape, dbf, shx, prj, csv）が利用可能である<sup>2)</sup>ので、これらのデータに基づき供給者区分を割り当てることが可能と思われる。なお、本稿では位置情報に基づく判断基準を設定していないので、GIS情報の利用は今後の課題となる。

また、北海道全体の森林面積（5,538,441ha）に対する保安林面積は実に68.1%を占めている。このことは、表4に示した保安林の指定目的に基づいて保安林種類と供給可能な生態系サービスとの対応を関係づければ、北海道の森林生態系が供給可能な生態系サービスの約7割を保安林情報から推計できるこ

---

2) <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/srk/OPD.htm>

とになる。

保安林は既に述べたように異なる保安林種と重複して指定されている場合がある。例えば、全道の森林簿データから魚つき保安林として森林の種類コード指定されている林小班区画を抽出し、兼種指定されている保安林種を調べたところ、表9に示すように防霧保安林や暴風保安林、土砂崩壊防備保安林、土砂流出防備保安林などの兼種指定が多い。これは漁業関係者等により植樹されている魚付林に期待されている効果（便益）を裏付ける情報である。

複数の保安林に兼種指定されている場合、どの保安林の機能が優先されるのかという悩ましい問題がある。たとえば、森林簿に記載のある森林種類として急傾斜地崩壊危険区域内の森林で土砂崩壊防備保安林と魚つき保安林の兼種指定がある場合は、情報として災害危険度を判断できるために災害被害の回避を優先することで魚つきの機能発現も期待できる。このように兼種指定されている保安林が供給する生態系サービスを特定するには、複数の生態系サービスの同時供給が可能であるのか、あるいは単独の生態系サービスしか供給されないのかを判断する基準を設けることが必要となる。

表10は、表1に示したCICES生態系サービス分類と表4に示した保安林指定目的を照らし合わせて、各種保安林が供給可能な生態系サービスを検討した結果である。保安林の多くからは森林生態系による調整サービスの供給が期待できる。なお、防火保安林と航行目標保安林については、相当する生態系サービスが見当たらなかったため該当無しとしている。表11は、表10の対応関係に基づいて森林生態系サービスを提供する保安林面積を物的供給表の形式にまとめたものである。供給部門は私有林を民間部門に、国有林・道有林および市町村有林を公的部門に割り当てている。この物量情報は、各種保安林の実面積に基づくものであるため、兼種指定されている保安林面積は含まれていない。参考までに表9に示した魚つき保安林とともに兼種指定されている代表的な保安林面積を森林簿データから抽出すると、水源かん養保安林304.83ha、土砂流出防備保安林1100.31ha、土砂崩壊防備保安林906.38ha、飛砂防備保安林32.63ha、防風保安林785.88ha、防霧保安林2022.57haとなっている。

表 8 北海道の保安林実面積

単位：ha

森林法 第25条 第1項	保安林種別	国有林	民有林			合計
			道有林	市町村有林	私有林等	
1号	水源かん養保安林	2,240,049	369,972	56,910	105,923	2,772,854
2号	土砂流出防備保安林	521,740	184,672	39,635	55,302	801,349
3号	土砂崩壊防備保安林	11,982	991	2,941	1,714	17,628
4号	飛砂防備保安林	878	0	120	90	1,088
5号	防風保安林	17,892	213	21,302	2,372	41,779
	水害防備保安林	0	1	0	47	48
	潮害防備保安林	1,568	39	123	22	1,752
	干害防備保安林	27,823	3,403	3,357	3,121	37,704
	防雪保安林	0	0	0	31	31
6号	防霧保安林	8,740	18,123	8,477	26,165	61,505
	なだれ防止保安林	114	0	70	69	253
	落石防止保安林	181	45	3	0	229
7号	防火保安林	0	0	37	31	68
8号	魚つき保安林	977	2,108	590	203	3,878
9号	航行目標保安林	16	0	4	0	20
10号	保健保安林	26,655	3,113	660	515	30,943
11号	風致保安林	1,731	21	183	691	2,626
合計		2,860,346	582,701	134,412	196,296	3,773,755

平成30年3月31日現在

出所：平成29年度北海道林業統計より作成

表9 道内で魚つき保安林と兼種指定されている保安林

保安林種	林小班数
水源かん養保安林	31
土砂流出防備保安林	280
土砂崩壊防備保安林	453
飛砂防備保安林	55
防風保安林	506
水害防備保安林	0
潮害防備保安林	5
干害防備保安林	70
防雪保安林	0
防霧保安林	571
なだれ防止保安林	0
落石防止保安林	0
防火保安林	0
航行目標保安林	0
保健保安林	120
風致保安林	0

なお、こうした統計情報には含まれないが、土地所有者と植樹主体との間で分収林契約が交わされている場合がある。たとえば筆者の調査では、佐呂間漁協が植樹を行っている土地は町有地であるが、植樹した木が木材として伐採できた場合、組合が95%、町が5%の割合で収入を分ける分収林契約が交わされていることが明らかとなった。こうしたケースでは、植樹主体や森林育成主体を生態系サービスの供給部門として割り当てる補正を行うことが適切であるように思われる。こうした補正は、市町村単位のような比較的情報が集約しやすい規模で可能と考えられる。



表10 保安林種と生態系サービス

森林法 第25条 第1項	保安林種別	CICES生態系サービス分類		
		区分	部門	グループ
1号	水源かん養保安林	調整サービス	フロー調節	水フロー調節
2号	土砂流出防備保安林	調整サービス	フロー調節	マスフロー調節
3号	土砂崩壊防備保安林	調整サービス	フロー調節	マスフロー調節
4号	飛砂防備保安林	調整サービス	フロー調節	空気フロー調節
5号	防風保安林	調整サービス	フロー調節	空気フロー調節
	水害防備保安林	調整サービス	フロー調節	水フロー調節
	潮害防備保安林	調整サービス	フロー調節	水フロー調節
	干害防備保安林	調整サービス	フロー調節	水フロー調節
	防雪保安林	調整サービス	フロー調節	マスフロー調節
	防霧保安林	調整サービス	物理化学的 環境の調節	大気調節
6号	なだれ防止保安林	調整サービス	フロー調節	マスフロー調節
	落石防止保安林	調整サービス	フロー調節	マスフロー調節
7号	防火保安林	－	－	－
8号	魚つき保安林	調整サービス	生物環境の調節	生息域の保護
9号	航行目標保安林	－	－	－
10号	保健保安林	文化的サービス	生態系の物理的 /経験的利用	非抽出 レクリエーション
11号	風致保安林	文化的サービス	生態系の知的表象	精神的・象徴的

表11 保安林による生態系サービスの物的供給表

単位：ha

CICES生態系サービス		公的部門	民間部門	
調整 サービス	フロー調節	水フロー調節	2,703,245	109,113
		マスフロー調節	762,374	57,116
		空気フロー調節	40,405	2,462
	物理化学的環境の 調節	大気調節	35,340	26,165
	生物環境の調節	生息域の保護	3,675	203
文化的 サービス	生態系の物理的 または経験の利用	非抽出的 レクリエーション	30,428	515
	生態系の知的表象	精神的・象徴的	1,935	691

## 5. おわりに

本稿では、魚付林植樹活動を森林生態系サービスの需要情報として捉え、漁業関係者による魚付林植樹活動が森林生態系の調整サービスや文化的サービスの使用に結び付いていることを示した。しかしながら、魚付林植樹活動のような活動情報は統計情報としては整備されていないため、生態系勘定を作成する情報としての利用可能性は低い。そこで、保安林に関する統計情報に着目し、保安林の機能と生態系サービスの関係付けを試み、保安林から供給される森林生態系サービスの物的供給表の作成を試みた。

一方、これらの森林生態系サービスの使用情報については本稿では整理できておらず今後の課題となっている。また、複数の保安林種に兼種指定されている保安林については供給可能な生態系サービスの特定方法を検討しなければならず、これも今後の課題となっている。

## 謝 辞

本研究は環境省第Ⅳ期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」（研究代表 神戸大学 佐藤真行）の助成を受けたものです。

## 参考文献

- 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.
- 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.
- 小泉聡美（2013）「漁業と森林 - 北海道の植樹運動を事例に」農村計画学会誌, 32(1), pp.33-36.
- 松永勝彦（1993）『森が消えれば海も死ぬ』講談社.
- 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.
- 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.
- United Nations（2014）System of Environmental-Economic Accounting 2012 - Experimental Ecosystem Accounting.
- 若菜博（2013）「里海と魚つき林」日本水産学会誌, 79(6), pp.1034-1036.
- 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.