



Forest Stewardship Council®



生態系サービスへの影響実証 ガイダンス

FSC-GUI-30-006 V1-1 EN

日本語参考訳



All Rights Reserved FSC®International 2021 FSC®F000100

Guideline

謝辞

本書は、ペトラ・ウェスターラン（FSCインターナショナル生態系サービスコンサルタント）とクリス・ヘンシェル（FSCインターナショナル）が調査・執筆した。モジュール2についてはルチオ・プロット（ETIFOR）が共同執筆した。

このガイダンス文書を作成するにあたって、様々な人々が時間と専門知識を提供してくれた。以下の方々の貢献に感謝する： ジュリアン・バルーディ（Verra）、ブルーノ・ブラジル・デ・ソウザ（IMAFLOA 植林・農業管理・認証機関 Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola, IMAFLORA）、マテオ・カリーニョ・フレイセ（NEPCon）、シャンブー・チャルマカール（Asia Network for Sustainable Agriculture and Bioresources, ANSAB）、マウロ・チリミナ（Pact）、ピーター・エリス（The Nature Conservancy）、オーウェン・ヒューレット（The Gold Standard Foundation）、ロサリオ・ガラン（FSC International）、キース・ヘンドリクス（ワーヘンゲン大学&リサーチ）、アリソン・フォン・ケトラ（FSCインターナショナル）、北山兼弘教授（京都大学）

ウエンディ・ラーソン（LimnoTech）、ティモ・レハスヴィルタ（UPM）、アンダース・リンデ（HCV Resource Network）、ジェフリー・ミルダー（Rainforest Alliance）、ジャンカルロ・ラスキオ（The Gold Standard Foundation）、ブルー・サビラークソ（Metsäteho Oy）、プラネシュ・セルヴェンディラン（LimnoTech）、ソン・ジウォン（FSC International）。本書の改訂を大いに後押ししてくれたFSCフランスからの建設的なご意見に感謝する。

V1-0

編集、デザイン、レイアウト：

グリーンインク (www.greenink.co.uk)

V1-1

編集：

クイラー・コンサルタンツ (www.quillerconsultants.com)；

デザイン、レイアウト：

グリーンインク (www.greenink.co.uk)

本手引書は、FSC-PRO-30-006「生態系サービス手順」使用の際の支援となる。

版履歴

V1-0 承認日：2018年10月9日

V1-1 承認日：2021年10月1日

生態系サービス・ガイダンスのこの小改訂には、高炭素ストック・アプローチの適用方法を明確にするための修正、生態系サービスに対する実証されたプラスの影響から支払いはたは利益を得る方法の重要性を強調するためのモジュールの順序の変更、および改訂された生態系サービス手順に従った図版の更新が含まれる。

本書で使用されているアイコン



生物多様性の保全



炭素隔離と貯留



水源かん養機能



レクリエーション機能



生態系サービス手順への参照



事例



方法論

目次

謝辞.....	ii
序文.....	1
この文書の使い方	2

モジュール1 生態系サービスの 特定 PAGE 3	モジュール2 生態系サービスの 表示：買い手の掘り 起こし PAGE 10	モジュール3 変化の理論の構築 PAGE 13	モジュール4 成果指標の選択 PAGE 16
モジュール5 成果指標の測定 PAGE 18	モジュール6 比較対象の決定 PAGE 21	モジュール7 結果の記述 PAGE 23	モジュール8 森林炭素蓄積の 保全または回復の 管理戦略 PAGE 25

詳細情報.....	28
-----------	----

モジュール9 生物多様性保全 測定の方法論 PAGE 29	モジュール10 炭素隔離と貯留 測定の方法論 PAGE 38	モジュール11 水源かん養機能測定 の方法論 PAGE 43
モジュール12 土壌保全測定 の方法論 PAGE 46	モジュール13 レクリエーション 機能測定の方法論 PAGE 51	

参考文献.....	54
略語.....	57
写真提供.....	57

序文

本書は、FSC生態系サービス手順(FSC-PRO-30-006)を用いて生態系サービス市場により良いアクセスを得るための技術的ガイダンスを求める森林管理者向けに書かれている。

FSC森林管理認証は、森林管理を改善し、責任ある森林管理のための世界トップレベルの基準に準拠していることを顧客や利害関係者に示すためのツールである。

生態系サービス手順では、生物多様性保全、炭素隔離・貯留、水源涵養機能、土壌保全、レクリエーション機能といった生態系サービスに対して、貴社の林業活動が具体的にどのような好影響を与えているかを検証する機会を提供する。FSC

の商標を使用して、検証されたプラスの影響を宣伝し、顧客、投資家、金融スポンサー、利用者などに報酬を求めることができる。

生態系サービス手順は、必ず用いる必要はないものである。プラスの影響を検証し、それを発信することで、正味の便益が得られると考える場合にのみ使用するべきである。潜在的な買い手へのアプローチに関するアドバイスについては、「モジュール2：生態系サービスの主張：買い手の掘り出し」を参照。この手順を選択した場合、FSC認定認証機関が森林管理評価の際に遵守状況を評価することができる

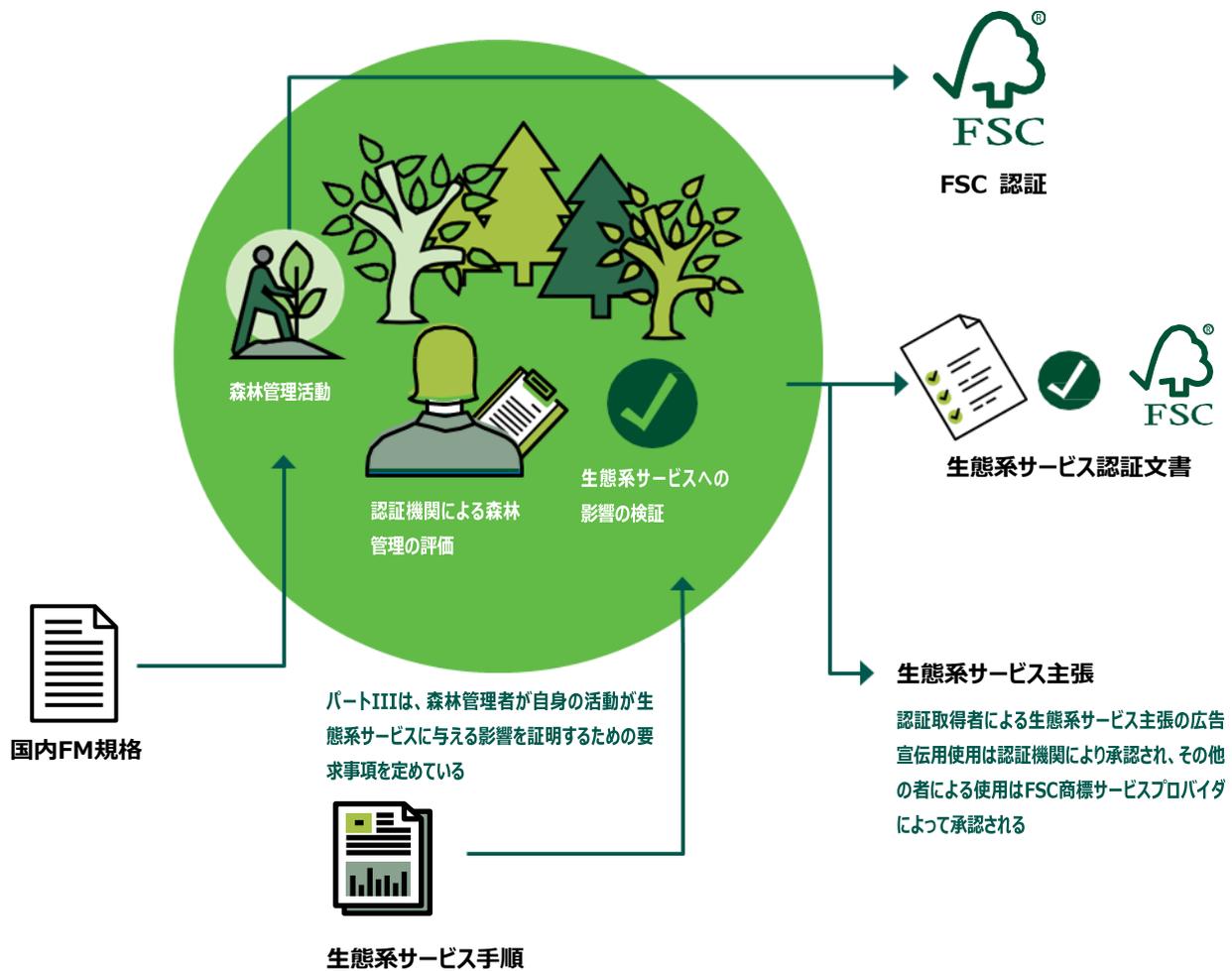


図1. 既存のFSC制度における生態系サービス手順の位置づけ

FSC認定認証機関は、通常の森林管理審査・監査の実施と同時に本手順への適合性を評価する。検証または妥当性が確認された生態系サービス主張は、生態系サービス認証文書に記録され、これはFSC認証データベース上で公開される。検証された影響によって生態系サービス主張の使用が可能となり、これを用いた広告宣伝ができるようになる。

この文書の使い方

生態系サービス手順の技術的な中核となるのは、「パート III：影響の実証」部分である。このガイダンスは、主にこの部分のサポートに重点を置いている。図 2 は、影響を実証するための 7つのステップを示している。本書では、他のステップよりも複雑に見えるステップについて、より詳細な説明を行う：

- モジュール 1: 生態系サービスの特定 (ステップ 1および 2)
- モジュール 2: 生態系サービスの主張:買い手の掘り出し
- モジュール 3: 変化の理論の構築 (ステップ 3)
- モジュール 4: 成果指標の選択 (ステップ 4)
- モジュール 5: 成果指標の測定 (ステップ 5)
- モジュール 6: 比較対象の決定 (ステップ 6)
- モジュール 7: 結果の記述 (ステップ 7)
- モジュール 8: 森林炭素蓄積の保全・回復の管理戦略



図2. 生態系サービスのプラスの影響を実証するために必要な7つのステップ

モジュール 1：生態系サービスの特定

5つの生態系サービスの詳細

本節では、生態系サービス手順（FSC、2020）が対象とする 5つの生態系サービスと森林との繋がりについて簡単に説明する：

- 生物多様性保全
- 炭素隔離と貯留
- 水源かん養機能
- 土壌保全
- レクリエーション機能

生物多様性保全



森林と生物多様性の間には、多種多様な繋がりがある。森林には多くの樹木や植物が生息している。また、森林は数多くの種の生息地にもなっており、その中には、その地域の固有種、希少種、絶滅危惧種、伝統的または薬用目的で採取される種など、特に注目すべき種（すなわち対象種）もある。

生物多様性は生態系の機能にとって不可欠であり、他のすべての生態系サービスを支えている（Millennium Ecosystem Assessment, 2005）。生物多様性の高い森林生態系は炭素蓄積量も多く（Gamfeldt et al., 2013）、レクリエーション活動においても豊かでない生態系よりも魅力的であることが多い（Tyrväinen, 2014）。森林のミツバチは、森林や近隣の農業地域に受粉サービスを提供することもあり、また、木材以外にも森林から収穫できる様々な商品がある：食品（野生の果物、野菜、ナッツ、菌類、メープルシロップ）、薬用植物、コルク、ゴム、薪など。これらは一般に非木材林産物と総称される。

生物多様性への影響が生態系サービス手順の範囲に明確に含まれているのは、生物多様性が果たす中核的な基盤的役割のためでもあり、生物多様性への影響に基づく支払い市場がすでに存在しているためでもある。



生態系サービス手順を用いて実証できる生物多様性への影響とは、自然林被覆の回復、原生林景観の保全、生態学的に十分な保全地域網の維持、自然林の特性の保全または回復、種の多様性の保全または回復である。



生態系サービス手順、
付録B参照

炭素隔離と貯留



森林は、炭素を蓄え、炭素吸収源として機能する能力を持っているため、気候変動の緩和において重要な役割を果たしている。森林は地球の陸地の約30%を占め、陸上の地上炭素の77%を含んでいる（IPCC, 2000 and Houghton, 2007 cited in Merger and Seebauer, 2014）。樹木は、成長するにつれて炭素を隔離・蓄積する。森林の炭素は5つのプールに貯蔵される：

- 地上部バイオマス
- 地下部バイオマス
- 土壌（土壌有機炭素）
- 枯れ木
- リター

森林に蓄積される炭素の量や、様々な炭素プールに蓄積される炭素の量は、森林の種類によって異なる。



例えば、北方林では、炭素の大部分は土壌（土壌有機炭素）に蓄積されている。一方、熱帯林では、炭素の半分以上は生きているバイオマス（地上および地下バイオマス）に蓄積されている（Merger and Seebauer, 2014）。

植林やその他の管理活動（例えば、保護区、育林施業、防火管理など）は炭素の貯留につながるが、森林伐採、伐採、火災、その他人為的・自然的攪乱（風、害虫、病害）は大気中への炭素排出に繋がる（すなわち、森林は炭素源として機能する）。

また、炭素は森林外の木材製品にも蓄積される。非再生可能資源の生産と利用は、木材の生産と利用よりも多くのエネルギーを必要とし、炭素排出量を増加させる。したがって、原生的な自然林がより若く単純な森林に転換されない限り、木材の利用によって総排出量を削減することができる。他の材料ではなく木材を使用することによる排出量へのプラスの効果は、生態系サービス手順の範囲には含まれない。

生態系サービス手順（Ecosystem Services Procedure）を用いて実証できる炭素への影響は、森林炭素蓄積量の保全と回復である。



生態系サービス手順,
付録B参照

水源かん養機能



森林は水循環に様々な影響を与えるため、森林管理と水生生態系サービスとの関連は複雑である。ここでは、最も重要な4つの影響について述べる（Wunder and Thorsen, 2014）。

第一に、森林の根系網は土壌構造に影響を与え、水の吸収、貯留、ろ過を促進し、地表水流出を防止（または削減）する。

第二に、森林は土壌を安定させ、特に急傾斜地の浸食や水域への流出を減少させる。

第三に、森林は（蒸発散量が多いため）他の植生タイプよりも多くの水を「消費」する。

その結果、一部の森林では、河川や地下水（または帯水層）の涵養を通じた流出が減少する可能性がある。しかし、雲霧林では、樹木が霧、雲、結露を遮ることによっても水を取り込んでいる。森林の「渇きやすさ」は、森林の種類によってかなり異なり、優占樹種（針葉樹か広葉樹か）、林齢、気候条件などによもよる。

最後、第四に、森林は気候に影響を与える。局所的な降雨パターンに影響を与えることによる微気候はもちろん、アマゾンやコンゴ盆地のような地域では、おそらくより大規模な気候にも影響を与える。



森林は全体として、水質（土壌侵食の減少により水がより透明になり、森林土壌による水のろ過により汚染物質や栄養塩類が減少する）および水量の変動（表面流出の減少により、洪水や雪崩の発生や影響が減少する）に好影響を与える。

水源かん養機能は、土壌保全（浸食）、生物多様性（湿地やその他の水域は豊かな生息地であり、重要な飲料水源である）、レクリエーション機能（景観の美しさ、水泳、釣りなど）と密接な関係がある場合もある。

生態系サービス手順は、水質の維持または向上、水流を浄化し調節する流域の能力の維持または回復といった水源かん養機能の実証に使用できる。



生態系サービス手順,
付録B参照

土壌保全



健全な土壌は植物の生育に不可欠であり、地球上の陸上生物の基盤を形成している。森林の根系網は土壌を維持し、浸食を防いで土壌を保護・保全している。森林の植生は雨を遮り、林床への物理的な影響を軽減し、表土を保護する。枯葉、リター、枯れ木の分解は土壌有機物を増加させ、土壌形成に不可欠な材料となる。一方、特定の林業活動、特に道路の建設や重機の使用は、土壌に悪影響を及ぼす。



上述のように、土壌保全と水源かん養機能には密接な関係がある。土壌はまた、(潜在的に)生物多様性の生息地でもある。「炭素の隔離と蓄積」で概説したように、土壌はかなりの量の炭素を蓄積する可能性がある。最後に、レクリエーション機能は、基盤施設の整備や土壌封鎖、土壌圧縮、土壌侵食の影響を通じて、土壌の健全性に悪影響を及ぼす可能性がある。

生態系サービス手順を使用して実証できる土壌への影響は、土壌の状態と侵食の減少に関連している。



生態系サービス手順,
付録B参照

レクリエーション機能



森林はレクリエーション活動や観光(犬の散歩、スポーツ、トレッキング、野生動物の観察など)に人気がある。森林を利用したレクリエーションはストレスを軽減し心理的・生理的回復を高める

(Tyrväinen, 2014)。基盤整備(トレイル、キャンプ場など)の有無や質、森林の自然度、森林の管理の強度などが、森林のレクリエーションにおける魅力に影響する。

生態系サービス手順を用いて実証できるレクリエーション機能への影響とは、レクリエーションや観光にとって重要な地域の保護や、自然に基づく観光にとって重要な種の個体群の保護である。



生態系サービス手順,
付録B参照

トレードオフと相乗効果

特定の生態系サービスを最大化するために管理すると、他の生態系サービスに悪影響を及ぼす可能性がある。例えば、森林のレクリエーション機能を向上させることで、生物多様性に影響を与える可能性がある。同様に、炭素の隔離と貯蔵だけに焦点を当てると、水関連機能や関連する社会的影響に悪影響を及ぼす可能性がある。例えば樹木は水を消費するため、(炭素を素早く隔離するために)早生樹種林を仕立てることで、他の目的に利用できる水の量が減少する可能性がある。一方、ある生態系サービスを保護することで、他の生態系サービス、特に水や土壌など密接に関連する生態系サービスにもプラスの影響を与える可能性もある。一般的に、森林は自然であればあるほど、さまざまな生態系サービスを提供する機能を持っていることを考えれば、これは驚くべきことではない。



FSC森林管理規格は適切な社会的および環境的保護策を提供しているため、生態系サービス手順を使用して、関心のある生態系サービスについてのみプラスの影響を検証することは容認される。¹

なぜなら、規格を遵守することで、他の生態系サービスを劣化させていないことが保証されるからである。

森林はどのような生態系サービスを提供しているか？

ほとんどの森林は複数の生態系サービスを提供している。これらのサービスは、現在森林が提供している場合もあれば、将来提供できる可能性がある(森林の回復可能性が高い)場合もある。

森林管理者として、特定の生態系サービスを維持・向上させるための活動を積極的に行っている場合、生態系サービス手順を使ってプラスの影響を検証し、その努力に対する報酬を求めることができる。このセクションは、維持・保全、または強化・回復が特に重要と思われる生態系サービスを特定するのに役立つ。

ただし、重要な生態系サービスが存在するだけでは、その維持に対する報酬を保証するのに十分でない場合がある。「モジュール2：生態系サービスの主張：買い手を掘り起こす」では、潜在的な市場報酬を得るためのガイダンスを提供している。



生態系サービス手順,
付録B参照

生態系サービスを特定するための質問

5つの生態系サービスごとに、管理区画内の生態系サービスを特定するのに役立つ指針となる設問が列挙されている。以下の1つ以上の質問に対する答えが「はい」であれば、その生態系サービスの重要性を示している。

¹

既に何年も、何十年も、あるいは何世紀にもわたって積極的な管理が行われてきた森林でも、積極的な管理によって生態系サービスの提供を増加させることができる。



生物多様性の保全

- 管理区画内に対象種（その地域の固有種、希少種、絶滅危惧種、伝統的または薬用目的で採集された種）があるか、および／または管理区画内に高保護価値（HCV）1（種の多様性）地域が特定されているか？
- 管理区画（の一部）は、固有および／または希少、絶滅のおそれ、もしくは絶滅危惧のある生態系、生息地、もしくは退避地を含んでいるか、および／またはその管理区画内で特定された HCV3（生態系および生息地）地域を有しているか？
- 管理区画は原生林景観（IFL）² を含むか、その一部であるか、および／または、管理区画内で確認された HCV2（景観レベルの生態系とモザイク）地域を有するか？
- 管理区画は、対象種の存続可能な個体群を維持する、より大規模な保全地域網の一部であるか？
- 管理区画内の森林は自然に近い状態か？
- 管理区画は、隣接する地域とは対照的に、森林被覆の維持が顕著であるか？
- 管理区画は、対象種が著しい密猟圧から逃れるための退避地となっているか？
- 自然の森林被覆、および／または生物多様性、および／または近隣の保全地域との連結性の維持・回復を目指しているか？
- 管理区画内の森林被覆、生息地、森林の状態を回復できるか？ 例えば、その管理区画でその生息地を回復できるような、対象種が生息している近隣の保護区や森林があるか？



炭素隔離と貯留

- 森林炭素蓄積量が多いために保護すべき森林地域はあるか？（そのような地域を特定する方法については「炭素蓄積量が多い森林の特定方法」を参照。このような場合、植生密度が最も高く、炭素蓄積量が潜在的に高い森林を重点的に保護することを推奨する。
- 管理区画はIFLを含むか、IFLの一部か？³
- 森林炭素蓄積量に基づく、HCV4(重要な生態系サービス)地域が管理区画内で特定されているか？
- 森林炭素蓄積量の増加を特に目指しているか？

- 伐採の際、低影響伐採技術を導入しているか？
- 森林炭素の損失を減らすために管理活動を修正できるか？「モジュール8：森林炭素蓄積量を保全または回復させるための管理戦略」を参照。
- 管理区画で森林の再生や植林を行っているか？
- 管理区画内の炭素蓄積量を回復できるか？
- 周辺地域または地方で、森林減少や炭素損失が進行しているか？



水源かん養機能

- 森林は水資源のリスクが高い地域にあるか？
- 管理区画は流域の水源涵養機能に重要な役割を果たしているか？
- 管理区画内に湿地および／または泥炭地があるか？
- 森林によって提供されている重要な水源かん養機能に基づく、HCV4(重要な生態系サービス)地域が管理区画内に特定されているか？
- 管理区画内またはそれに隣接して水域が存在するか？
- 水域を下流の地元/地域の人々や都市は水域を飲料水、家庭用水、レクリエーション、農作物の灌漑に利用しているか？
- 管理区域内で地下水は利用されているか？
- 管理区画内に急傾斜地はあるか、および／または地表水の流出や浸食が起こりやすい地域はあるか？
- 洪水が発生したことはあるか？不適切な土地管理に起因すると考えられる洪水が繰り返し（または季節的に）発生していないか？
- 流域は、隣接する地域と比較して、比較的無傷で良好な森林状態にあるか？
- 水源かん養機能の維持・向上を特に目指しているか？
- 水質または流量の調節に直接影響する管理区画の劣化した地域を回復できるか？

2 グローバル・フォレスト・ウォッチのウェブサイトでは、IFLの土地被覆の位置を示す双方向地図を提供している：www.globalforestwatch.org/map/（「モジュール9：生物多様性保全の測定方法」も参照）。

3 グローバル・フォレスト・ウォッチのインタラクティブ・マップを参照：www.globalforestwatch.org/map/



土壌保全

- 森林が提供している重要な土壌保全機能に基づく、HCV4(重要な生態系サービス)地域が管理区画内に特定されているか。
- 管理区画内に急傾斜地があるか、土壌浸食や地すべりが発生しやすい地域があるか。
- 管理区画内に脆弱な土壌はあるか。
- 道路の計画や建設において、低影響伐採技術が実践されているか。
- 土壌を保護するために、管理区画内に伐採禁止区域が設定されているか？
- 土壌圧縮の危険があり、それを防ぐための対策がとられているか？
- 土壌の保全と回復を特に目指しているか？
- 管理区域内の劣化した土壌を回復することは可能か？



レクリエーション機能

- 森林はレクリエーション活動や自然に基づくツーリズムに利用されているか？
- 管理区画内に観光/レクリエーションのための基盤設備はあるか(例: 遊歩道、ベンチ、ゴミ箱、監視塔、標識)？
- 劣化した観光スポット、遊歩道、その他のレクリエーション用施設の修復は可能か？
- バードウォッチングや哺乳類の観察、カヤック、釣り、トレッキング、サイクリングなど、観光へのポテンシャルがあるか？

生態系サービスの地図化

森林が提供する生態系サービスが特定できたら、その地図化を検討することもできる(Savilaakso and Guariguata, 2013参照)。特定の生態系サービスの提供において(最も)重要な森林地域を地図に描くことで、生態系サービスが重複する地域、つまり複数の生態系サービスにとって重要な地域を特定することができる。また、重要な受益者や利害関係者の所在地を地図に含めることもできる。

受益者の特定

本モジュールの冒頭で定義したように、生態系サービスとは、人々が自然から得る様々な便益である。したがって、厳密に言えば、人々に直接便益をもたらさない生態系サービスは、これに該当しない(Science for Environment Policy, 2015)



生態系サービス手順、ステップ2参照

したがって、生態系サービスの受益者、および生態系サービスに影響を与える、あるいは生態系サービスの影響を受ける利害関係者を特定することが重要である。生態系サービス手順では、特定の生態系サービスの受益者を次のように定義している：

管理区画が提供する自然から得られる便益を利用する、または利用する可能性のある個人、集団、または団体」と定義されている。以下は、生態系サービスの受益者の例である：

- 地域社会
- 先住民族
- 森林居住者
- 近隣住民
- 下流の水利用者
- 土地所有者を含む、土地所有権および使用権保有者

受益者は、すでに森林管理活動や意思決定の利害関係者として特定した人々や組織であっても良い。また、特定した利害関係者のサブグループ(例えば、管理区画の下流に位置する利害関係者のみ)である場合もある。

受益者や利害関係者を特定するもう1つの理由は、生態系サービスに対する支払いに対する潜在的な関心である。(例えば森林の下流に位置する市町村の水利用者。)

生態系サービスの種類や地域の状況に応じて、受益者は地域的、広域的、および/あるいは世界的なものとなる。例えば、炭素隔離・貯留の場合、受益者は地球規模の社会であるが、水源かん養機能の場合、受益者は地域社会、政府、および/または企業である。すべての人々が同じように生態系サービスを利用し、恩恵を受け、生態系サービスの影響を受けるとは限らない。

生態系サービスの受益者を特定するには、以下の質問が中心となる：生態系サービスの直接的、間接的な利用者や受益者は誰か？ 5つの生態系サービスそれぞれについて、受益者を特定するのに役立つ指針的な質問を以下に示す。



炭素蓄積量の多い森林を特定するには

森林とは何か？



FSC国際事務局の委託による2014年の報告書（Merger and Seebauer, 2014）では、炭素蓄積量の高い森林を、比較的自然的な/攪乱されていない（または攪乱を最小限に抑えた）状態の森林、または自然の異齢林/複層林に近い森林と定義している。一般的に炭素蓄積量が多いと分類される森林は、(1) 比較的気温が低く、降水量が適度に多い気候に見られ、成長が早い分解が遅い森林（主に温帯と北方林帯）、および/または(2) 異齢・多層林であることが多く、人為的攪乱が最小限であった古い森林（熱帯、温帯、北方林帯）である。このように、高い炭素蓄積量を持つ森林は、3つの陸上生物圏すべてに存在する可能性がある。

炭素蓄積量の多い森林の特定：階層化

炭素蓄積量の多い森林を特定するために、Merger and Seebauer (2014)は森林タイプの階層化を提案している。この分類は、リモートセンシングデータと現地データを用いて行うことができる。比較的自然的な攪乱されていない（または攪乱を最小限に抑えた）状態の森林、または異齢・多層林に近い森林が、炭素蓄積量の高い森林として認定される。

高炭素蓄積（HCS）手法ツールキット（Rosoman et al., 2017）は、「森林伐採禁止」の公約を実践するために、劣化した土地から森林地域を特定する土地被覆分類の実施方法に関する段階的マニュアルである。このマニュアルでは、植生構造、密度、組成の組み合わせに基づき、バイオマス/炭素の推定値を含むHCS森林の地図を作成する方法についての詳細な手法を提供している。この方法では、衛星データと現地測定を組み合わせることで、植生を6つのクラスに分類している。

6つの植生区分とは、高密度林、中密度林、低密度林、若齢再生林、低木林、更地/空き地である。HCS手法ツールキットでは、最初の4つの分類が潜在的なHCS森林とみなされる。（このツールキットはアブラヤシプランテーション用に設計されており、これらの森林はアブラヤシプランテーションよりも炭素貯蔵量が高いため。）FSC認証森林については、高密度森林にのみ焦点を当て、最も高い炭素貯蔵量を有する森林のみがHCSとして分類されることを確実にしたい。

HCS手法ツールキットは、湿潤な熱帯林であればどのような森林にも適用可能であり、画像品質のばらつきや、様々な地域における多様な土地被覆や土地利用を扱うための手法の適応に関する詳細も含まれている。このツールキットの使用には、リモートセンシング分析と森林資源調査に関する専門知識と経験が必要である。

高炭素蓄積手法ツールキットの詳細、および森林と植生の層別化に関するモジュール4は以下からダウンロードできる。
highcarbonstock.org/the-hcs-approach-toolkit/



生物多様性の保全

受益者としての国際社会と生物多様性の本質的価値の他に：

- 森林のミツバチが提供する受粉サービスから利益を得ている農家はいるか？
- 森林を退避地とする種を狩る伝統的な猟師が近隣にいるか？
- 管理区画と繋がっている（可能性のある）森林で、恒常的または季節的に広域を通じた動物の移動（例：移動種）があり、近隣の国立公園の管理者や、そのような森林で活動する非政府組織（NGO）が関心を持つような森林はあるか？



炭素隔離と貯留

炭素に関する生態系サービスは、国際社会にとって重要である。これらは想定されているものであり、生態系サービス認証文書（ESCD）に記載する必要はない。



水源かん養機能

- 森林内の水域から供給される水を利用する近隣および/または下流のコミュニティがあるか？
- 野生動物や家畜は、森林内の水域を永続的または特定の季節に重要な飲料水源として利用しているか？
- 下流に農地の灌漑に水を利用する農家があるか？
- 下流に、水力発電所、ビール醸造所、カヌーのレンタル、その他生産プロセスやサービスの主要な原材料として水を使用する企業があるか？
- もし森林がなかった場合、または森林がリスク低減のための特別な管理がされていない場合に、洪水（または雪崩）のリスクが増大する家屋、村、町、都市があるか？



土壌保全

- 森林地域に隣接する農家はあるか？
- 土壌侵食の後に土砂が堆積し、下流の水力発電所などで清掃作業や企業・個人の費用負担が発生するような場所はないか？
- 森林がない場合、またはリスクを低減するための特別な管理がない場合、地滑りや土石流の危険性が高まるような家屋、村、町、都市はないか？



レクリエーション機能

- レクリエーション機能の利用者は誰か？
- 訪問者に商品やサービスを提供する企業はあるか（ツアーオペレーター、カフェ・レストラン、ビジターセンターや店舗、自転車・カヌーのレンタル）。
- 訪問者に宿泊、食事、その他のサービスを提供している個人、村人、集落はあるか？



モジュール2：生態系サービスの主張：買い手の掘り起こし

生態系サービス市場とは何か？⁴

生態系サービス市場における買い手は、2016年に159億米ドルを支出した。この支出の大部分は森林に向けられたもので、少なくとも2,900万ヘクタールの保全と責任ある管理を支援している。

しかし、こうした市場とはどのようなものだろうか？生態系サービス市場には様々な形態がある。FSCは生態系サービス市場（Ecosystem Marketplace）が定義する概念を使用している：「単独または複数の当事者が、金銭的補償と引き換えに、貴重な生態系とそれが社会に提供するサービスを回復または維持する」（Bennet et al., 2016）。

カーボン・オフセット市場は、取引ルール、取引単位、市場設定価格を備えた正式な市場の一例である。その他の市場は、例えば地域の保護や生態系サービスの保全のための個別取引など、もっと形式張ったものである。サプライチェーンの持続可能性を強化することを約束した企業が、生態系サービスの保全や回復に対してサプライヤーに報酬を支払うことも、市場を形成することになる。

これらの市場には、個人、インパクト投資家、保護基金、持続可能性に取り組む木材購入者、政府、グリーンマーケティングの機会を求める企業、観光業者、旅行者、水利用者など、さまざまな種類の買い手が存在する。

生態系サービス手順は、生態系サービスの買い手に対して、彼らがお金を支払う成果物に対する信頼という形で、潜在的な価値を提供する。これには、自らの持続可能性報告で使用するための監査済みデータ、持続可能性の成果に関するグリーンマーケティングを支援するためのFSCの世界的に認知された商標の使用が含まれる。

このモジュールでは、生態系サービス市場にアクセスするためのアドバイスを提供する。

森林管理者が潜在的な買い手に働きかける事例は、FSC生態系サービスのウェブページで閲覧できる。



⁴ この項はBennet et al. (2016)に基づいている。

買い手にとって魅力的な活動とは？

最初のステップは、好ましい影響を生み出す活動のうち、どの活動が買い手にとって魅力的で、理解しやすいかを知ることである。例えば、森林保護（高保護価値[HCV]地域など）、植林、水質改善、観光施設（小道やサイクリングロードなど）の整備や修復などが挙げられる。理解の難しい、あるいは保全とのつながりが見えにくい活動に焦点を当てるのはやめた方がよい。例えば、樹木の伐採、損傷の軽減、作業道の整備、柵の設置などである。

買い手の種類によって理解度が異なることを念頭に置いておきたい。消費者は植林や象徴種への配慮といった単純なメッセージを理解する。森林業界の企業顧客は、再生、侵食防止、排出量削減などの問題をよく理解している。このような活動は全て管理活動に含めることができるが、潜在的な買い手への情報発信ではあまり目立たせない方がよいかもしれない。

買い手は誰か？彼らはどこにいるのか？

2つの重要な質問への回答に集中されたい。

1. あなたの活動やプラスの影響から恩恵を受けたり、関心を持つのは誰か？例えば、
 - a. 個人、地域社会、飲料会社など、川下の水利用者
 - b. 地滑りから保護されている斜面の下に位置するコミュニティ
 - c. 土砂堆積の減少により恩恵を受ける水力発電会社
 - d. 植林を積極的に支援する個人
 - e. 植林や二酸化炭素排出量削減に取り組んでいる企業
 - f. 持続可能性に投資している取引先や顧客
 - g. 環境に悪影響を及ぼす企業
 - h. 自然に基づくレクリエーションの人気スポットを訪れる観光客

2. 誰があなたの森に近いか、または関係があるか？ 買い手候補との距離の縮め方は様々だ。
 - a. ビジネスに近いところ：既存の顧客は、森林破壊や排出量の削減といった持続可能性に関する公開目標を掲げている可能性があるため、出発点として適している。温室効果ガスの排出量を削減するための科学的根拠に基づいた目標を設定したり、バリューチェーン内でプラスの影響を達成するための行動を起こしている企業もあるかもしれない。
 - b. 森林に近い：森林に近い企業や個人は、恩恵を受けやすく、改善を支持してくれる可能性が高い。
 - c. 生産拠点に近い：企業は、自社の福利厚生計画にプロジェクトを組み込むことができるため、生産拠点に近い森林プロジェクトを好むかもしれない。
 - d. 顧客に近い：森林の改善は、近くに住む人々に利益をもたらす可能性がある。これらの人々は、企業から製品やサービスを購入する可能性が最も高い。
 - e. 供給元に近い：森林プロジェクトの近くで製品やサービスを調達している企業を特定してみよう。これらの企業は、自身のサプライチェーンの改善を支援してくれる可能性が最も高い。
 - f. 理念に近い：なぜ森林経営を改善するのかというビジョンを共有できる企業がある。

買い手は何を求めているのか？

買い手候補のリストができたら、彼らが何を求めているのかを把握しよう。財団や基金を除き、潜在的な購入者は慈善活動に動機づけられているわけではないことを忘れてはならない。彼らにとって何が得なのか？多くの企業にとっての第一の価値は、FSCの商標を使用して製品やスポンサーシップを宣伝することで、環境に配慮したマーケティング効果が得られることであろう。2016年にエコシステムマーケットプレイスがFSCのために実施した世界的な市場調査（Bennet 他、2016）では、購入者が検証済みの生態系サービスの影響に対して支払う動機がいくつか特定された：

1. 顧客の要求への対応
2. 主要業績指標／持続可能性報告のために検証された成果を求めている
3. 組織の使命の一部
4. 環境リスクがビジネスモデルに影響を与える
5. サプライチェーンにおける慣行の変更または持続可能な開発の支援への動機付けを求めている



6. 持続可能な開発目標に向けた進捗の実証

オンラインでの情報収集から、買い手候補の環境への取り組み、投資プロジェクト、環境についての情報発信への取り組み方など、多くのことがわかる。木材購入者は環境フットプリントを計算し、削減する取り組みを支えるデータを探しているかもしれない。再生ファンドは、第三者による成果の検証を提供する能力に関心があるかもしれない。大手小売企業は、野生生物に関するポジティブな話題を顧客に提供することで、環境面での評判を高めたいと考えているかもしれない。買い手は報告に対して様々な期待をもっている。現地を視察したいのか、年次報告書を受け取りたいのか。リモートセンシングで森林の変化をリアルタイムで監視したいのか。

買い手とのコミュニケーション

買い手とのコミュニケーションは、これまでの関係や、彼らが望んでいると思われることに基づいて行うべきである。ポジティブな影響に関するデータに関心のある既存顧客であれば、コミュニケーションは簡単かもしれない。従来からの関係がない場合は、関心事について幅広く話し合い、一致する部分を見つけることから始める。ほとんどの場合、買い手の関心につながる簡単な言葉で伝えることが重要である。メッセージは感情に訴える、買い手にとってわかりやすい言葉を使うべきである。詳細な技術的説明や専門用語は、要求されない限り避けること。

まず、幅広い企業にコンタクトを取り、関心を測り、対面ミーティングに招待することから始めてみよう。グリーンマーケティングのメリットが主要な動機付けになると予想される場合は、メッセージの草案、文書、ビデオ、証言などの例を持参する。

生態系サービスへのプラスの影響を宣伝するためにFSCの商標を使用する場合は、生態系サービス手順のパートIVの規則に従うことを忘れないこと。



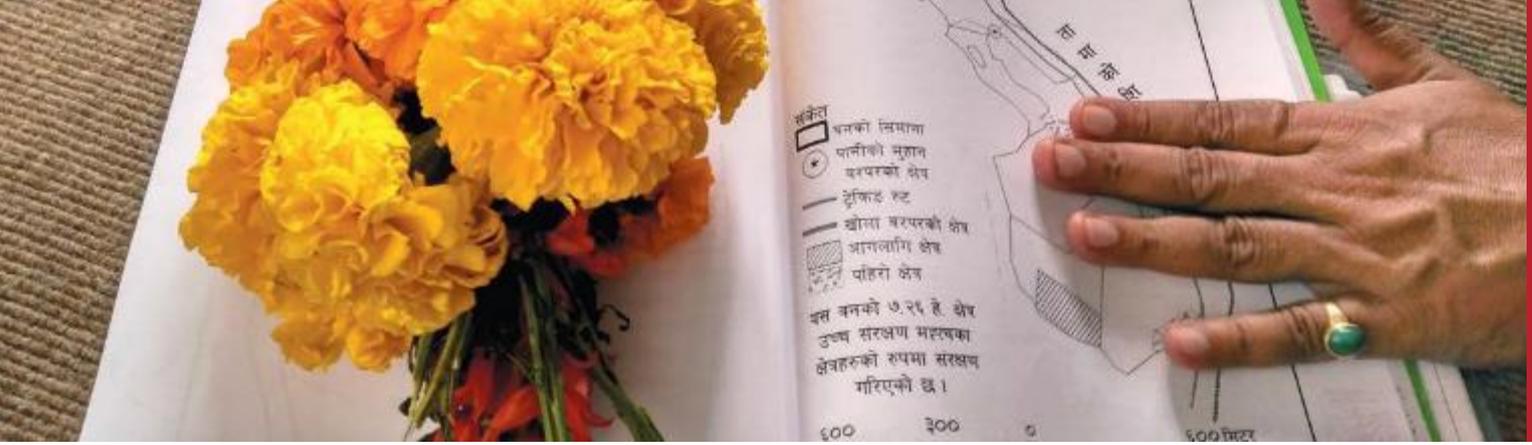
生態系サービス手順、
第IV部参照

報酬を得る

支払いの性質は、取引の性質によって異なる。報酬は、助成金、財政的投資、プレミアム価格、財政的支援などが考えられる。これらのほとんどに共通するのは、交渉の要素である。プラスの影響を達成するための管理費用、森林保護や伐採方法の変更による収入減、データ収集費用、買い手への売り込みに必要な時間、支払いに伴う報告やマーケティングにかかる費用などを考える。支払額が正味の利益を生み出すのに十分であることを確認したい。

お困りの場合

自分一人では潜在的な買い手に接触できないと感じたら、助けを求めよう。NGO、コンサルタント、企業などが、手数料を払えば買い手を探してくれるかもしれない。FSCも手助けしてくれるかもしれない。FSCがどのようなサービスを提供できるかは、各国のFSC事務所に問い合わせのこと：<https://www.fsc.org>
FSCジャパン：<https://jp.fsc.org/jp-ja>



モジュール 3: 変化の理論の構築

生態系サービス手順のステップ3では、変化の理論を構築する必要がある。変化の理論とは、管理活動が望ましい影響にどのように貢献するかの想定を示す、時間の経過に伴う結果の連鎖のことである。



生態系サービス手順、
ステップ3参照

想定される活動と効果の関係を明確にすることには、2つの利点がある。第一に、森林での活動と実証したいプラスの影響を関連付けることができる（ボックス「実証する生態系サービスの影響を選択する」を参照）。第二に、長期的な影響が測定可能になるのを待たずに、短期的に測定可能な成果や結果に焦点を当てることができる。

演習の流れ

変化の理論の作成は、（ワークショップなどの）グループ作業として行うこともできるし、管理活動と特定の生態系サービスへの影響について十分な知識を持つ個人が行うこともできる。変化の理論の構成要素は、管理活動、アウトプット、成果、影響である。（各用語の定義については、ボックス「変化の理論の構成要素」を参照）。

ESCDのテンプレート（生態系サービス手順の付属書A）には変化の理論の構成要素が含まれており、森林管理者向けのリソースページからダウンロードできる（「詳細情報」を参照）。

変化の理論を作成するには、望ましい影響（生態系サービス手順の付属書Bより）を選択した後、様々なアプローチに従うことができる。最初のアプローチは逆の手順で行う：

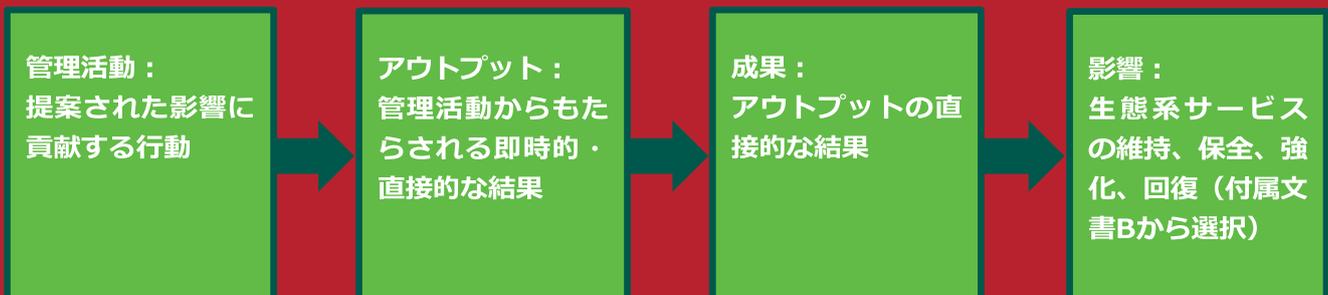
1. 望ましい影響を達成するために必要な成果を特定する。
2. その成果につながる具体的なアウトプットを定める。
3. 実施すべき管理活動と介入策を定める（Center for Theory of Change, nd）。



生態系サービス手順、
付録B参照

この逆アプローチにより、望ましい影響に貢献する重要な成果や関連するアウトプット、管理活動を見落とすことがないようにできる。

変化の理論の構成要素



状況要因：管理活動が実施される制度的および生物物理学的環境（次ページに続く）

管理活動：提案された影響に貢献する行動。受動的か能動的かを問わず、提案された影響を達成するために行うすべての行動。

アウトプット：管理活動から生じる即時的かつ直接的な結果。アウトプットは、管理活動の実施による具体的な（適宜定量化された）直接的な結果である。

成果：アウトプットの直接的な結果。成果は、1つ以上のアウトプットに関連する可能性があり、選択された影響の達成に向けた「中期的な成果」と呼ぶこともできる。成果は即座に現れるものではなく、具現化するまでに時間がかかる場合もある。

影響：生態系サービスの維持、保全、強化、再生。影響は、生態系サービス手順の付属書Bから選択する。

注：小規模で低強度の管理林の場合、変化の理論にアウトプットを含める必要はない

第二のアプローチは、選択された望ましい影響につながる、あるいは積極的に貢献するすべての管理活動をリストアップし、そこから先へと作業を進めることである。管理活動の実施から生じるアウトプットを定め、次にアウトプットを影響に結びつける成果を定める。

管理活動ごとに、実現した具体的なアウトプットを書き出し、適切な場合は数値化し、実現した年も記入する（例：2017年に18名と13名の従業員に2回の研修活動を実施、2016年に50mの柵を建設）。成果は、選択した影響につながる中期的な結果（例：森林の保護面積が増加した、何かの知識が増えた）として必ず策定すること。

矢印を使って、さまざまなブロックを互いに結びつける。ほとんどの変化の理論では、望ましい影響につながる複数の成果と、それにつながる複数のアウトプットがある。変化の理論を構築する際には、4つのレベル（活動-アウトプット-成果-影響）を上下に行き来することになる。

管理活動は、社会経済的、制度的、生物物理学的環境といった一定の状況の中で実施される⁵。状況要因は、成果（アウトプット、成果、影響）に影響を与える可能性がある。生態系サービス手順では、これらの要因を特定することを求めている（6.5項）。

5 生態系サービス手順の付属書Aには、状況要因の例がいくつか挙げられている。

変化の理論の品質チェックリスト

- 影響は、生態系サービス手順の付録Bから選択される
- 変化の理論は、管理活動の実施によって期待される結果に基づいた論理的な物語を提供する。
- 変化の理論は、実施された管理活動を忠実に示している（そのため、管理活動は未来時制ではなく、過去時制および／または現在時制で定式化されている）。
- すべてのアウトプットは可能な限り定量化され、各アウトプットの実現年度が記載されている。
- 成果は（活動や測定可能な成果指標としてではなく）中期的な結果、達成された成果として策定されている。例：水の濁度の減少、狩猟圧の軽減など。
- 望ましい影響を達成するために必要なすべての成果が、変化の理論に含まれている。
- すべてのブロックが矢印で正しく結ばれている。
- 1つのボックスに1つの活動または結果（すなわち、管理活動、アウトプット、結果、影響）のみがある。
- フォント、色、サイズの使用に統一性および一貫性がある。

品質チェック

変革の理論が完成したら、品質チェックを行うべきである。また、変革の理論が個人によって作成されたものである場合は、関心のある利害関係者や専門家に検証を依頼することを推奨する。

生態系サービス手順の付録Cには、完成した変更理論の例が2つ含まれている。その他の例は、生態系サービスの資料ページ（「詳細情報」を参照）に掲載されている。

実証する生態系サービスへの影響を選択する

生態系サービス手順のステップ1とステップ2では、影響が実証される生態系サービスを宣言し、説明する必要がある。

どの生態系サービスと便益を実証するかを選ぶと同時に、それを検証するか妥当性を確認するかを選ぶ必要がある。生態系サービスへの影響の検証は、生態系サービス手順付録Bの要求される結果が実証された場合にのみ行うことができる。

サービス	便益 (FSC-PRO-30-006 V1-1に基づく)	妥当性確認*	検証
 生物多様性	1.1. 自然林の回復	✓	✓
	1.2. 原生林景観の保全	✗	✓
	1.3. 生態学的に十分な保全地域網の維持	✗	✓
	1.4. 自然林の特性の保全	✗	✓
	1.5. 自然林の特性の回復	✓	✓
	1.6. 種の多様性の保全	✗	✓
	1.7. 種の多様性の回復	✓	✓
 炭素	2.1. 森林炭素蓄積量の維持	✗	✓
	2.2. 森林炭素蓄積量の回復	✓	✓
 水	3.1. 水質の維持	✗	✓
	3.2. 水質の改善	✓	✓
	3.3. 流域の水質浄化・調節能力の維持	✗	✓
	3.4. 流域の水質浄化・調節能力の回復	✓	✓
 土壌	4.1. 土壌状態の維持	✗	✓
	4.2. 土壌状態の回復・改善	✓	✓
	4.3. 森林再生・修復による土壌侵食の低減	✓	✓
 レクリエーション	5.1. レクリエーションや観光に重要な地域の維持/保全	✗	✓
	5.2. レクリエーションや観光に重要な地域の回復や向上	✓	✓
	5.3. 自然観光に関心のある種の個体群の維持/保全	✗	✓
	5.4. 自然をベースとした観光に関心のある種の個体群の回復または強化	✓	✓

* 提案された影響を実証し、それを検証するための第一歩として、組織は、提案された影響の妥当性確認を要請することができる。妥当性確認のオプションは、回復または強化の影響の場合に可能である。

妥当性確認オプションは、提案された影響の将来的な検証のための資金確保に役立てることができる。組織は、次回の本評価で影響を検証してもらうために作成した信頼できる計画に基づき、投資家や資金提供者を引き付けるための証拠として、妥当性が確認された影響についてESCDを使用することができる。



生態系サービス手順、付録C参照



モジュール 4: 成果指標の選択

この手順では、貢献する管理活動をアウトプットと成果を通じて、選択した影響に結びつける変化の理論を構築した後、成果指標を用いて成果レベルで成果を測定することが求められる。実証したい影響ごとに、生態系サービス手順の付録Bに、測定する必要のある成果指標の種類が規定されている。

指標は、「関連する（ただし測定されていない、または測定不可能な）要因または量を表すために使用される測定可能な変数」と定義されている（BusinessDictionary、2018）。



生態系サービス手順、ステップ4参照

良い指標とは何か？

指標を選択する際に考慮すべき点が多い。指標は、次のようなものでなければならない（Werner and Gallo-Orsi, 2016より引用）：

- 具体的：地域の状況と測定対象となる結果に特化していること。
- 測定可能：可能であれば定量化できること。
- 達成可能：利用可能なリソースと技術的キャパシティを考慮して、指標のモニタリングは実行可能であること。
- 感度が高い：指標は変化を迅速に検出でき、プラスとマイナス両方の変化に対応できること。
- 妥当性：モニタリング目標と森林管理目標に関連しており、特に、生態系サービスの影響を実証するための変化の理論に含まれるアウトプット、成果、影響に関連していること。これにより、モニタリング結果をフィードバックとして使用して、必要に応じて管理活動を調整する可能性が高まる（適応型管理サイクル）。
- 直感的：指標が利害関係者、受益者、および（潜在的な）購入者にとって理解しやすいかどうか。
- 時間制限がある：すべての指標について、モニタリング頻度を指定する必要がある。

適切な成果指標の選択

要求される成果指標の種類ごとに、生態系サービス手順の付録Bに事例リストが掲載されている。付録Bに含まれる成果指標が、状況に照らして成果や変化の理論に適合しない場合は、別の成果指標を提案することができる。



生態系サービス手順、付録B参照

生物多様性については、「圧力」、「状態」、「対応」指標を組み合わせ、場合によっては「便益」指標で補完することも考えられる（Werner and Gallo-Orsi, 2016; Pitman, 2011）。生態系サービス手順の付録Bには、これら全てのタイプの成果指標の例が掲載されている。



以下は、生態系サービス手順の付録Bに示されている指標の例である。

- 圧力指標-「攪乱のレベル」、「道路密度」、「分断のレベル」
- 状態指標（指標の大部分）-「管理区画全体の自然林被覆」、「選定種の存在量」、「林齢級」
- 対応指標：「違法狩猟や違法伐採から守られている面積」、「選定種の生息地が保護されている面積」
- 便益指標：「持続可能な伝統的利用のための選定種の利用可能状況」、「特定種の目撃数」

水源かん養機能への影響については、水質および／または水量の初期調査と、検討中の管理区画に対する問題や（潜在的な）脅威に基づいて、成果指標を選択する。水質への好影響を検証するためには、水質のある側面の改善が、他の水質パラメータの悪化と引き換えに達成されているのではないことも確認する必要がある。例えば、水の濁度が低下すると、病原菌のレベルが上昇する可能性がある。

検証可能な目標の設定

定めた成果指標ごとに、検証可能な目標を設定する必要がある。検証可能な目標とは、達成したい具体的な将来の状態を指す。例えば、森林再生であれば、植林に成功した樹木の面積がそれにあたるだろう。生物多様性の保全であれば、2015年の調査で判明した種の構成を維持することかもしれない。

検証可能な目標を定め、その選択を正当化する必要があるため、達成したい目標(野心)と森林管理区画や資源に照らして、現実的な目標(実現可能性)のバランスをとる必要があるかもしれない。この際、進捗を測定できる時間軸を含める。例えば、森林の炭素蓄積量が裸地から完全な潜在量に達するには50年以上かかるかもしれない。一方、水質は汚染源がなくなれば、より短期間で改善する可能性がある。例えば、水質の維持を検証する場合など、生態系サービスの主張が検証される時点で、すでに目標に達している場合もある。



成果指標の選択



Comunidad Nativa Bélgicaは、ペレーのマドレ・デ・ディオスにある53,394ヘクタールのFSC認証天然林を管理する先住民族のグループである。生物多様性調査では、哺乳類36種、鳥類119種、両生類（カエルとヒキガエル）11種、爬虫類21種もの豊富な動物多様性が確認された。生物多様性を維持するための管理活動には、狩猟の規制、3,400ヘクタールの保護区の設置、低強度の森林管理、動物相の生物多様性にとって重要な場所の特定と保護が含まれる。

ES1：生物多様性の保全	
必要な成果指標の例	求められる成果指標の例 (少なくとも1つを選択するか、証拠に基づいて代替指標を選択する)
I影響ES1.6：種の多様性の保全	
組織は(1)と(3)、または(2)と(3)のいずれかを選択する： 在来種の多様性を測定する1つの成果指標(1)； または 焦点種または希少種・絶滅危惧種の個体数または生存力を測定するための少なくとも一つの成果指標(2)； かつ 焦点生物種または希少種・絶滅危惧種の管理区画内の生息地の利用可能性を測定する、少なくとも1つの成果指標(3)。	<ul style="list-style-type: none"> 種の集合または構成（鳥類、哺乳類、樹木、魚類、甲虫類など）の指標。 危機に瀕していると分類される種の割合
1. 在来種の多様性。	
または	
2. 対象種または希少種・絶滅危惧種の存在量または持続可能性	<ul style="list-style-type: none"> 選定された種の存在量 持続可能な伝統的利用のための選定種の利用可能性
そして	
3. 管理区画内の焦点生物種または希少種・絶滅危惧種が生息地の利用可能状況	<ul style="list-style-type: none"> 利用可能な生息地の面積 生息地の適切さ 生息地の接続性 違法狩猟や違法伐採から保護されている面積

選択された成果指標

Comunidad Nativa Bélgicaは、以下の成果指標を選定した（括弧内は付録Bの成果指標例へのリンク）：

- 種の豊かさ（種の集合または組成の指標 - 1）
- 在来種の存在量と生物多様性価値の傾向（選択された種の存在量 - 2）
- 保全されている自然林面積（利用可能な生息地の面積 - 3）



モジュール 5: 成果指標の測定

1つ以上の成果指標を選択したら、成果指標の現在値を入手する必要がある。このモジュールでは、効率的なデータ収集と適切なサンプリング戦略の選択に関する指針を提供する。さらに、成果指標を測定するための適切な方法の選択にも役立つ。



生態系サービス手順、ステップ5参照

効率的なデータ収集

追加的な労力と費用を最小限に抑える（資源を最適に利用する）ために、最も効率的なデータ収集方法を見つけるようにする。利用できる既存のモニタリングデータがあるかもしれない、他の組織がモニタリング活動に協力してくれるかもしれない。



FSC 認証森林の管理者であれば、森林管理が生態系サービスに与えるプラスの影響を実証するのに役立つ特定のk項目に関するモニタリングデータをすでに持っている可能性がある。例えば：

- 森林資源調査データ
- 水路、河川に関するデータ
- 地形や斜面に関するデータ
- 土壌状況の記録
- 生物多様性と野生生物のモニタリング（ベースライン調査）から収集されたデータ
- 社会経済調査および／または利害関係者会議からのデータ
- 自然災害による影響の記録
- 環境・社会影響アセスメント
- 高い保護価値（HCV）アセスメント
- 衛星画像
- 土地被覆図および／または土地利用地図
- 森林分類地図またはその他の植生指標
- 森林管理区画内または隣接する場所に関する文献、および／または上記場所で実施された研究。

既存のモニタリングプログラムがある場合は、既存のデータを使用し、さらに追加のデータ収集や分析を行ったり、現在のモニタリング方法を強化したりすることで、それを基礎とすることができる。

既存のモニタリングデータを使用する場合は、以下を確認する必要がある：

1. データが主張したい内容に合っている；
2. データが良質である - 方法論が生態系サービス手順 8.1.2 項に準拠し、データ収集と分析に関する情報が入手可能である（生態系サービス手順 8.3 項による）；
3. 付録 B の要求事項に沿った結果の比較が可能なデータである-例えば、過去と現在の測定値を比較するためには、同じ成果指標と同じ方法論を長期的にわたって使用する必要がある。

モニタリングプログラムを適切に実施する最終的な責任は実施者にあるが、モニタリングの特定の側面については他者が役割を担うことも可能である。費用を最小限に抑えるため、フィールドデータの収集（協力）に関心を持つ可能性のある研究機関やNGOとの協力を模索する、および／または、生態系サービスの効果的なモニタリングのための既存のガイドラインを利用する⁶などしたい。

影響を受ける（及び関心のある）利害関係者をモニタリングプロセスに参加させるべきである（要請に応じて）。5つの付録には、いくつかの参加型モニタリング手法が含まれている。

サンプルサイズと結果の有意性

方法論を選択する前に、成果指標に自然なばらつきがあるかどうか、またサンプリング戦略においてそれをどのように考慮するかを検討すべきである。

6 例えば、持続可能な農業と生物資源のためのアジアネットワーク(ANSAB, 2010)が開発したツールキットがある。コミュニティが管理する森林における参加型生物多様性モニタリングのためのツールキットである。このツールキットは、モニタリングに地域コミュニティを参加させる方法について、フレームワークと有用な段階的ガイダンスを提供する。

同じデータ収集期間内でも、ある測定点から別の測定点との間に変動がある可能性がある（空間的変動性）。また、成果指標値に季節的、年次的、または周期的（例：エルニーニョ、ラニーニャ）変動性がある可能性もある（時間的変動性）。例えば、動物の個体数は通常、食糧の入手しやすさ、気候、捕食者と被食者の動態、疾病などの要因に基づく周期的なパターンに従う。成果指標のこのような自然変動は、管理活動がプラスまたはマイナスの変化をもたらしたと誤って解釈される危険性を伴う。しかし、これが問題とならない成果指標もある。例えば、面積ベースの成果指標（自然林被覆面積や植林面積など）では、変動が小さく予測可能なはずである。

プラスの回復影響の場合、成果指標値で検出されたプラスの変化が自然変動の範囲内でないことを確認することが重要である。プラスの保全影響の場合、自然変動で説明できるのであれば、安定した傾向であれば、わずかなマイナスの変化も受け入れることができる（言い換えれば、「安定」の解釈には、自然変動のため、わずかなプラスの変化とわずかなマイナスの変化の両方が含まれる）。

一般的なルールとして、採取するサンプル数が多ければ多いほど、結果に対する信頼性が増す。また、計測された値のばらつきが大きいほどサンプル数は多くなければならない。付録の方法論の中には、採取すべきサンプル数に関する指針を提供しているものもある。

方法論の選択

5つの生態系サービスそれぞれについて、多くの適切な方法論が提案されている：

- 生物多様性の保全
- 炭素隔離と貯留
- 水源かん養機能
- 土壌保全
- レクリエーション機能

各方法論について、適切な影響と成果指標の例（生態系サービス手順の付録Bより）、方法論の簡単な説明、適切な地域の状況、利点と欠点、方法論マニュアルの全文および/または背景情報の入手先を示す。小規模・低強度管理林への適性について特に推奨はしないが、コミュニティ林や発展途上国での利用を想定して開発されている方法論もある。

本ガイダンスで提供する方法論は参考資料であり、リストは網羅的なものではない。さらに、すべての方法論がどこでも使えるわけではない。このような理由から、生態系サービス手順に規定されている適格性基準（8.1.2項）に沿うものであれば、別の方法論を提案することも可能である。



手順への適合性を評価する際、認証機関は選択された方法論の適切性を審査する。

方法論の説明



ボックス「方法論の選択」に、データ収集とデータ分析の記述例を示す。



方法論の選択



リンジャニ山生態系森林は、ロンボク島の首都マタラムと西ロンボク地区の住民にきれいな水を供給する泉と集水域を守っている。しかしそれらは、プランテーション、皆伐（土壌浸食の原因）、違法伐採、森林火災、地域コミュニティによる侵入によって脅かされている。2004年から2007年にかけて、WWFインドネシアとその他の関係者は、リンジャニ保護地域の一部である西ロンボク島のセサオット森林で、生態系サービスに対する支払い制度を開始した。生態系サービスのための森林認証（ForCES）プロジェクト期間中、WWFインドネシアは、FSC認証が水供給にプラスの影響を与える証拠を収集し、水に対するより高い支払いを引き出し、より多くの参加者をこの制度に引きつけるために、生態系サービス手順を試験的に実施するためにコミュニティを支援した。



生態系サービス手順、ステップ 5 参照

生態系サービス認証文書（ESCD）からの以下の抜粋は、彼らがどのように方法論を選択し、その正当性を証明したかを示している：

持続可能な森林管理は、流域の水管理の改善に影響を与える。KMPH（森林コミュニティグループ）が実施する森林再生活動は、セサオット地域の森林植生被覆を改善することができる。

乾季の水流の維持など、森林は水流を調節する（流況調節）ため、森林植生の増加は重要な機能を提供する。植生には、地下水、水文、洪水制御、乾燥の調整役として重要な機能がある（Marsono, 2008）。この機能は、構成する植物群落の構造と構成によって決まる。植物の形態学および生理学的特性は、植物の水文システムにおける役割に影響を及ぼす（Klepper, 1991）。水システムに影響を及ぼす可能性のある生理学的特性は、蒸散、茎による水と養分の輸送、根による吸収のプロセスである。蒸散は、特に降雨強度が低い地域や、土壌や岩石の性質により水を蓄えることができない場所では、地下水の埋蔵量に影響する（Asdak, 1995）。

Julia I. Burton, S.S. Perakis, K.J. Puettmann (personal communication, 2009) は、下草や落ち葉の面積を減らすと、浸食が2～2.5倍になると説明している。したがって、森林被覆を増やすことは、浸食を減らすと同時に、乾季の水流を維持することにも貢献する。これらの事実は、[管理区画]の森林地域に特に関連している。この地域は平坦ではなく、森林被覆の減少は浸食を著しく増加させ、水量と水質に影響を及ぼす可能性がある。このため、森林面積の増加の実証には、衛星画像を用いたNDVI（正規化植生指数）に基づく手法が提案されている。

植生被覆の評価には、多時期のランドサット画像を使用した。すべてのランドサット画像は雲量が少なく、一貫性を持たせるために同じデータと同じ条件を使用した。



モジュール 6: 比較の決定

生態系サービス手順の付録 B には、比較値、つまり現在の測定値と比較する値に関する要件が記載されている。このモジュールでは、さまざまなタイプの比較と、既存のデータにアクセスし、使用方法についての指針を提供する。



生態系サービス手順、ステップ6参照

生態系サービス手順では、選択した影響に応じて、さまざまなタイプの比較を規定している：

- 過去の値：少なくとも 1 つの過去の測定値、過去の参照水準、2017 年 1 月 1 日の値；
- 参照値：関連する基準、自然状態の記述、存続可能な最小個体数、ゼロ活動；
- 管理区画外の地域からの値：自然参照地域、同じ流域内の地域、地域平均。



生態系サービス手順、第11項参照

妥当性確認オプション（生態系サービス手順セクション11）では、比較は必要ない。

過去の値との比較

ある種の影響については、生態系サービス手順では、現在値を少なくとも1つ前の測定値と比較することを義務付けている。さらに、このような場合には、データが入手可能なすべての過去の測定値をこの比較に含めなければならない（9.3項）。要求される比較は、過去の参照レベル、すなわち過去の一点または複数の測定値ではなく、過去の測定値の平均値とすることもできる。

過去の成果指標の値を決定するために、既存のデータ（自己のデータまたは他者のデータ）を使用する場合、データの質を検証し、同じアプローチが成果指標の現在の値を測定するために使用できるかどうかを判断することが重要である。そのために、以下の情報を入手（および確認）することを強く推奨する。

- 誰が、どのような目的でデータを収集し、分析したのか。チームリーダー（またはチームメンバー）と連絡を取り、データ収集の詳細について話し合い、そのデータをベースラインとして使用する際に考慮する必要がある要素があるかどうかを確認することを検討しても良い。また、元の収集者がまだデータを収集していたり、有用な未発表データを持っている場合もある。
- どのような方法論が用いられたか。生データ（の例）とともにデータ収集計画があるか。これは、成果指標の現在値を測定するためのデータ収集の基礎となるかもしれない。
- 該当する場合、サンプルはいくつ採取され、データのばらつきはどの程度だったか。データのばらつきが大きければ大きいほど、今後の測定で採取する必要のあるサンプルの数も多くなる。
- どのようなデータ処理と分析が行われたか？これは結果を解釈するのに役立つ、もしそのデータを使用するのであれば、成果指標の現在の測定についても同じデータ処理と分析を行うべきである。

基準値との比較

数の測定値ではなく、過去の測定値の平均値とすることもできる。

過去の成果指標の値を決定するために、既存のデータ（自己のデータまたは他者のデータ）を使用する場合、データの質を検証し、同じアプローチが成果指標の現在の値を測定するために使用できるかどうかを判断することが重要である。そのために、以下の情報を入手（および確認）することを強く推奨する。

ある種の成果指標については、その成果指標の望ましい値について、世界的、地域的、または国家的な基準値や参照水準が設定されている場合がある。例えば、飲料水に関する世界保健機関（WHO）の水質ガイドライン（WHO, nd-a）や、地表水のレクリエーション利用に関するガイドライン（WHO, nd-b）などがある。同様に、土壌検査キットや水質検査キット、または試料を分析する試験所から、地域の状況（気候、土壌の種類など）における検査パラメータの望ましい値に関する情報が得られるかもしれない。

自身の森林の状況に適した参照値の存在や、基準がわからない場合は、地元や国の環境保護機関、環境/天然資源/森林を担当する省庁、または著名な知的機関に問い合わせることを推奨する。

現場の地理やサービスの用途に適した基準を選ぶべきであることに注意すること。例えば、水質基準には飲料水に適したものもあれば、灌漑に用いられるものもある。

影響によっては、利用可能な最も有効な情報に基づく説明または推定が必要な比較となる。この情報は、様々な情報源から得られる可能性があるが、適切な努力と費用によって得られる最も信頼できる、正確で、完全な、および／または適切な情報でなければならない。

管理区画外の地域との比較

指標によっては、自然参照地域や同じ流域内の他の地域で他者によって測定が行われていたり、地域の参照レベルが設定されている場合もある。研究機関、政府機関、環境NGOに、関心のある生態系サービス、影響、成果に関連する既存の研究やモニタリングデータがないか尋ねてみる。

比較対象となる既存のデータがない場合は、成果の指標値を現地で測定することも可能である。自らの森林との有効かつ明確な比較を可能にするため、自然参照地域を選定する際には以下の要素を考慮すると良い：

- 同じ生態系サービス
- 同じ国または地域
- 土地被覆、気候、地形、森林の種類が類似している
- 同様の伐採活動
- 自然参照地域となりうる原生林。



地域の基準レベルを比較対象とする

はじめに



PT ラタ・ティンバー社 はインドネシアの東カリマンタンで93,425haの森林コンセッション（伐採権保有地）を管理しており、そのうち84,850ha が FSC認証を受けている。FSC認証地域外の8,575haは、コミュニティの社会活動のために保護されており、木材生産には使用されていない。同社は伐採には低影響伐採方法を実践しており、コンセッションの一部は保護のために確保され、枯れ木は森に残されている。ラタ・ティンバー社は、京都大学やWWFインドネシアと協力し、森林の炭素蓄積量のモニタリングを行っている。同社は、最近の伐採による総炭素蓄積量の損失を測定し、地域の基準レベル（下記参照）と比較することで、森林の炭素蓄積量の保全（影響ES2.1）を実証することを目指している。炭素測定は、森林プロット（原生林に近い蓄積量の多い森林から、かなり劣化した蓄積量の少ない森林まで、6つの森林層を区別する）での地上測定、衛星画像、モデリングの組み合わせに基づいている。

比較の決定

炭素蓄積量のベースラインは2010年7月に設定され、その後の測定は2015年2月に行われた。2010年の基準値と2015年の測定値の差（つまり、5年間における森林管理区画からの炭素損失）を、地域的な（平均的な）森林炭素損失の参照レベルと比較した（ボックス「ラタ・ティンバー社の結果発表」参照）。

この地域の参照レベルは、2015年にインドネシア国家炭素会計システム（INCAS）が提供した統計データに基づいている。INCASのデータベースは、主に国や州レベルでの温室効果ガスの排出と除去を推定するために設計されている。INCAS（2015）によると、2001年から2012年まで、東カリマンタンでは伐採によって1ヘクタールあたり年間平均60.2トンの炭素が失われた。



モジュール 7: 結果

生態系サービス手順の付属書Bには、比較値の要件と必要とされる結果が記載されている。このモジュールは、結果を示し、結論を導き出すのに役立つ。妥当性確認オプション（生態系サービス手順セクション11）では、成果指標の初期測定値のみが必要であり、比較値と結果は必要ないことに留意する。



生態系サービス手順、ステップ7参照

結果の発表

比較対象となる成果指標と現在測定値は比較可能である必要がある。つまり、同じ測定単位で、同じ精度レベルの値である必要がある（例えば、単位については、kgとトンではなくkgとkg、精度については、3.4778と5ではなく3.48と4.85）。

比較可能な長期間のデータがある場合は、2つの時点のデータを比較するよりも、複数の値を含め、経時的な傾向を示す方がよい。可能であれば、グラフや表を使用する。地図や写真も有用な情報を力強く伝えることができ、生態系サービスへの好影響を示す証拠の一部となり得るその結果を説明する必要がある。

最後に、それぞれの成果指標については観察された結果について個別に結論を述べ、さらに結果の組み合わせに基づいて、選択した影響に関する全体的な結論を述べる必要がある。

比較値を現在の成果指標値と比較することに加え、目標値が設定された期間内に達成される可能性が高いかどうかを含め、検証可能な目標に向けた進捗状況を説明する。

ラタ・ティンバー社の結果発表

はじめに



ラタ・ティンバー社はインドネシアの東カリマンタンで93,425haの森林コンセッション（伐採権保有地）を管理しており、そのうち84,850haがFSC認証を受けている。FSC認証地域外の8,575haは、コミュニティの社会活動のために保護されており、木材生産には使用されていない。同社は伐採には低影響伐採方法を実践しており、コンセッションの一部は保護のために確保され、枯れ木は森に残されている。ラタ・ティンバー社は、京都大学やWWFインドネシアと協力し、森林の炭素蓄積量のモニタリングを行っている。同社は、最近の伐採による総炭素蓄積量の損失を測定し、地域の基準レベル（下記参照）と比較することで、森林の炭素蓄積量の保全（影響ES2.1）を実証することを目指している。炭素測定は、森林プロット（原生林に近い蓄積量の多い森林から、かなり劣化した蓄積量の少ない森林まで、6つの森林層を区別する）での地上測定、衛星画像、モデリングの組み合わせに基づいている。



ラタ・ティンバーはどのように結果を発表したか

森林の測定では、2010年から2015年の間に、東部地域（つまりFSC認証地域のみ）を除いた平均炭素蓄積量は10t/ha、東部地域を含めると2.8 t/ha減少した。

（次ページへ続く）

(すなわちコンセッション全体)では2.8トン/ヘクタール減少した(図3参照)。t検定を適用すると、2010年から2015年にかけての平均炭素密度の減少は、東部地域を含める／含めないにかかわらず、統計的に有意である ($P < 2.2e-16$)。

結論を出す

INCAS(2015)によると、東カリマントンでは2001年から2012年までの平均で、1haあたり年間60.2tの炭素が(伐採により)失われた。このデータによると、ラタ・ティンバー社が管理する地域では、2010年から2015年の5年間で累積10t/haしか失われていない。

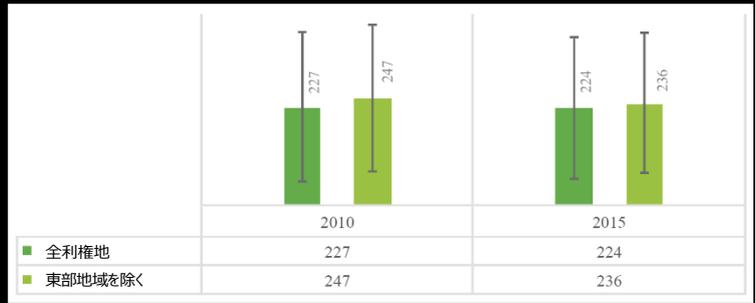


図3：ラタ・ティンバー社のコンセッションにおける2010年と2015年の炭素蓄積量 (t/ha) (標準偏差を含む)。
注：丸め誤差のため、実際には10 t/haであるが、報告された差は11 t/haである

ラタ・ティンバー社が管理する総面積は93,425haである。全体の炭素損失は5年間で $2.8 \times 93,425 = 261,590t$ である。総伐採面積は11,761.86 haである。したがって、伐採された森林の炭素損失は、2010年から2015年の間、 $261,590 \div 11,761.86ha = 22.24t/ha$ 、年間4.68t/ha ($22.24 \div 5$)となり、INCASの基準値60.2t/haと比べると非常に低い。

生態系サービス手順の付録Bには、検証された影響が実証されるために必要な結果が記載されている。



生態系サービス手順、
付録 B参照

(不) 確実性の伝え方

分析結果に影響を与えた可能性のある(環境的)要因を列挙することが重要である。結果の確実性は、採取されたサンプルの数と測定値間のばらつきにもよる。結果の確実性(または信頼性)を示すために、複数の測定値から得られた成果指標値ごとに、以下の情報を示す必要がある:

- 値の総数またはサンプル数 (例: 20)
- 平均値 (例: 2.1)
- 値の範囲 (例えば0.8-3.2)。

成果指標値を決定するために複数の測定値が使用される場合、統計的有意性も計算するのが一番である。

結果の信頼性に疑問がある場合は、過剰な主張を避けるため、慎重なアプローチをとることが望ましい。例えば、わずかなプラスの変化が検出された場合、予防的アプローチとしては、生態系サービスの回復や向上を謳う主張ではなく、保全されているという主張を行うことである。

順応的管理

モニタリング結果は、生態系サービス証明書(ESCD)の作成に利用されるだけでなく、管理計画にもフィードバックされるべきである。

検証可能な目標に対する進捗、および／または生態系サービスの保護について主張できる最低限の結果を満たさない場合、管理戦略を修正する必要があるかもしれない。このような場合は、変化の理論を見直して確認する:

1. 重要な成果が見落とされていないか。および/または
2. 前提となる仮定が間違っていた可能性があるかどうか、および/または
3. 外的要因が結果に影響を与えた可能性があるかどうか、またその程度はどうか(環境要因)。

別の方法としては、生態系サービスを保全、回復、向上するために推奨される最善の管理手法や戦略を検討し、目標を達成するための追加的な管理活動が実施可能かどうかを見直すことである。

場合によっては、成果が現れるまでに時間がかかることもある。妥当性確認オプションは、肯定的な成果が実証されるまでの5年間使用することができる。生態系サービスへの影響の検証は、付録Bの要求される結果が実証された場合にのみ行うことができる。これが5年以上かかる状況では、生態系サービスの主張が検証されるまでに時間がかかることになる。



モジュール 8: 森林炭素蓄積を保全または回復するための管理戦略

このモジュールでは、炭素隔離・貯留の保全と回復のための最適な管理手法を紹介する。

気候緩和を支援するための森林管理の最善の方法は、炭素密度が高い森林に限定されない。高い炭素蓄積量の維持、林業による排出量の削減、劣化した森林の復元は、それぞれ

異なる状況において効果的な管理手法となり得る。表「森林の炭素蓄積量を維持、向上、回復するための管理活動」は、炭素蓄積量を維持・強化するための管理活動の概要を示している。

表1：森林の炭素蓄積量を維持、向上、回復するための管理活動

低影響伐採	推奨される実践方法
伐採や森林管理の方法を改善し、残存林や土壌、重要な生態系プロセスに対する回避可能な伐採による損傷を減少させる。従来の方法に比べ、伐採による樹木の枯死や損傷が少なく、森林に炭素が多く残る。さらに、再生能力は維持され、開いた樹冠は比較的速い速度で炭素を蓄積する (Tyrrell et al., 2009)。	<ul style="list-style-type: none"> 炭素貯蔵量と炭素フットプリントへの影響を減らすための基盤整備、道路網、搬出路、排水構造の計画と建設 伐採前の蔓切り 適切な伐採と枝打ち技術の使用（方向伐採、無駄を避けるために地面近くでの伐倒、有用な木材の回収を最大限にする方法での幹の採材） 空洞のある立木の保持 伐採した木の利用率（歩留まり）の向上 計画された搬出路への丸太の架線集材と、搬出路外への丸太の運搬の防止 架線集材、または土壌への影響を最小限に抑える 伐採後の処理作業
保全活動	推奨される実践方法
既存の森林を保護することも、森林炭素を維持・強化するための重要な活動である。	<ul style="list-style-type: none"> 一部の地域を保護林にする 劣化した森林の修復
伐期の変更	推奨される実践方法
伐期齢を延ばすことで、1ha当たりの炭素密度を増加させ、森林管理区画に炭素便益をもたらす。	<ul style="list-style-type: none"> 規定の伐採サイクルまたは輪伐期の延長

<p>育林施業</p> <p>炭素貯留を促進するために、伐採作業の前後に様々な育林施業を実施・適用することができる。</p> <p>この種の処置は特に幅広く、地域の状況に合わせる必要がある。</p>	<p>推奨される管理方法</p> <ul style="list-style-type: none"> 炭素隔離と貯留を増加させ、最適化するための樹種の選択と管理 老齢の大木の存在を含めた、林分の垂直的多様性と年齢構造の維持または回復 森林構造、生息地の多様性、森林全体の回復力を高める更新手法の導入（例：シェルターウッド、構造層や樹齢の多様性） 間伐⁷ 造林/再造林による炭素貯留量の増加 すべての径級と樹種タイプ（針葉樹と落葉樹）において、枯死木比率の低下を防ぐか、林分の枯死木比率を自然の状態に比べて回復させる。 伐採地全体に分散した個々の樹木、樹木のパッチ、立枯木の保持 数回の輪伐期を通じ、個々の樹木や林分パッチを維持すること
<p>排水管理</p> <p>世界には、特に泥炭地や森林湿地帯での森林生産を増やすために、側溝を作ることによって水位を人工的に管理してきた地域もある。その結果、下流の水文と水質が変化した（Hasselquist et al., 2018）。泥炭地は炭素貯留にも重要である。泥炭地の排水は、森林火災のリスクを大幅に高め、それに伴う温室効果ガスの排出を増加させる。さらに、以前は湿っていた土壌が乾燥し分解する際にガスを発生させる（Page et al., 2002年）。</p>	<p>推奨される管理方法</p> <ul style="list-style-type: none"> 泥炭地の排水を避ける 泥炭地の再生／湿潤化
<p>施肥管理</p> <p>多くの森林生態系では、窒素が樹木の成長を制限する要因となっている。そのため、施肥は森林の成長を促進し、結果として森林の炭素蓄積・固定率を高めるための一般的な方法である。</p> <p>しかし、化石燃料の使用により温室効果ガスを排出するため、肥料の生産にはトレードオフが存在する。</p>	<p>推奨される管理方法</p> <ul style="list-style-type: none"> 炭素の増大、回復、維持の主な手段として肥料の使用を避ける。

7 間伐とは、自然が自己間伐を行う前に、生育空間の分布を林分レベルで意図的に調整し、操作することである。従って、間伐は、より商業的価値の低い樹木との競争から、商業的価値の高い樹木に生育空間を再配分する。

防火管理	推奨される管理方法
<p>森林火災の危険性を減らすことは、長期的に全体的な炭素損失を減らすための有効な戦略である。</p>	<ul style="list-style-type: none">• 火災探知および通信計画を含む、防火管理計画の策定• 作業員および火災の影響を受ける可能性のあるその他の関係者のための、火災に対する意識、備え、および教育プログラムの策定• 火災の危険性を減らすための、火災シーズン前の活動の実施（例：基盤整備計画、可燃物除去、計画的な火入れなど）• 焼失地域の再生

詳細情報

詳細は、森林管理者向けのFSC生態系サービスウェブページと、定期的に更新される購入者向けのFSC生態系サービスウェブページに掲載されている。情報には以下が含まれるが、これらに限定されない：

- 生態系サービス認証文書（ESCD）のテンプレート（Microsoft Word 形式）
- 生態系サービスの主張が承認されたESCDの例
- ビジネスモデルと商標の使用例



モジュール 9: 生物多様性保全測定の方法論

森林健全性評価ツール

影響

- ES1.1: 自然林の回復
- ES1.3: 生態学的に十分な保全地域網の維持
- ES1.4: 自然林の特性の保全
- ES1.5: 自然林の特性の回復
- ES1.6: 種の多様性の保全
- ES1.7: 種の多様性の回復
- ES4.3: 森林再生・復元による土壌侵食の削減
- ES5.3: 自然に基づく観光で関心の高い種の個体群の維持・保全
- ES5.4: 自然に基づく観光で関心の高い種の個体数の回復または向上

成果指標の例

- 森林または生態系の構造
- 立木および倒木の枯死木の量（および／またはその他の重要な自然の微小生息地）
- 自然環境価値の有無
- 生息地の適切性（選定された種に対して）
- 攪乱のレベル
- 道路密度
- 面積ベースの生物多様性指標のうち、定性的な指標を追加したいものすべて：
 - 管理区画全体の自然林被覆
 - 利用可能な生息地の面積
 - 違法狩猟や違法伐採から保護されている面積

説明

森林健全性評価（FIA）ツールは、2016年にHCV資源ネットワークが開発した簡易で使いやすい評価手法である（SHARPプログラムとHCV資源ネットワーク、2016）。アセスメントでは、生物多様性の間接的な指標として、種ではなく生息地に焦点を当て、大規模な人間活動の影響をほとんど受けていない自然の森林タイプを基準としている。

はい/いいえで採点する質問と地域に合うように調整された調査票により標準化された評価が行われ、森林の健全性の数値として示される。質問は、比較的限定された評価地域、通常は0.25～1ヘクタールのプロット（実際の大きさは特定の森林の見え方によって異なる）で発生する森林の要素や特徴を扱うように作成されている。提案されているサンプリング戦略は、森林の層別化と、それに続くランセクトラインに沿ったプロットの選定に基づいている。

調査票の採点項目は、4つのセクションに分かれている：

1. 構造と構成（木の大きさ、更新、生物多様性にとって重要な木、大型木質残骸、火、その他の要素）；
2. 影響と脅威（商業用樹木、視認性、外来種、違法狩猟／密猟、伐採、人為的な森林伐採、アクセス性）；
3. 対象となる生息地
4. 対象種（その地域の固有種、希少種、絶滅危惧種、伝統的または薬用目的で採集された種）。

FIAマニュアルには、経年的な傾向の示し方を含む、結果の評価や得点の計算に関するセクションもある。データ分析はマイクロソフト・エクセルを使って行える。

基本的な研修を受ければ、それなりに安定した結果が得られる。小規模林家は、1日の実地研修で自身の林地の評価とモニタリングの方法を学ぶことができる。大規模な森林を一貫してサンプリング・モニタリングできる人員を要請するには、数日の訓練が必要かもしれない。

適切な地域状況

このアプローチは、大規模な森林にも、農地や林業地に点在する残存林にも適用できる。

FIAマニュアルは英語、フランス語、スペイン語、ポルトガル語、インドネシア語で作成されている。

地域・国別適応の目的は、一般的なテンプレートをさらに修正すること、または既存のものを類似の森林タイプを持つ別の地域や国で使用できるように適応させることである。

地域・国別適応版（現場調査票）は以下のものがある：

- チリ（バルディビア湿潤温帯林、二重森林タイプ）
- インドネシア（低地熱帯林の泥炭地と鉱物土壌、近日公開予定）
- 大メコン地域（湿潤林、乾燥林）
- パナマ（湿潤林）
- サバ（湿潤林）
- スカンジナビア
- アメリカ合衆国（太平洋岸北西部、南東部）

利点

- 基本的なトレーニングを受ければ、専門家でなくても使用可能。
- データ収集もデータ分析も比較的容易。

欠点

- 方法論のある・なし二択の性質上、正確な個体数データがない。

アクセス

SHARP プログラムおよび HCV Resource Network (2016) <https://hcvnetwork.org/library/forest-integrity-assessment-tool/> で入手可能。

森林原生度指数（FII）

影響

ES1.1：自然林被覆の回復
 ES1.4：自然林特性の保全
 ES1.5：自然林特性の回復
 ES1.6：種の多様性の保全
 ES1.7：種の多様性の回復
 ES3.3：流域の水質浄化・調節能力の維持
 ES3.4：流域の水質浄化・調節能力の回復
 ES4.1：土壌状態の維持
 ES4.2：土壌状態の回復・向上

成果指標の例

- ・ 総土地面積に占める劣化した森林面積の割合
- ・ 在来種群（樹木）
- ・ 在来樹種の割合
- ・ 種の集合または組成の指標（樹木）
- ・ 総土地面積に占める劣化した土地の割合／パーセント
- ・ 該当流域内での攪乱されていない状態の森林被覆割合

説明

森林原生度指数（Forest Intactness Index：FII）は簡単な定量的指数で、ある管理区画内の最も原始的な森林との類似性／非類似性という観点から、ある林分における森林の原生／劣化の程度を示す。この手法は、伐採が樹種（属）群に直接影響するという生態学的原則に基づいている。リモートセンシング解析と組み合わせることで、FIIは森林の「原生状態」のマップとして、管理区画の景観全体に外挿することができる。

FIIの手法は、京都大学森林生態学研究室が開発したBOLEH（Biodiversity Observation for Land and Ecosystem Health：土地と生態系の健全性のための生物多様性観測）と呼ばれている。この手法は、現地調査、分析、空間的外挿からなる。層化ランダムデザインで、管理区画全体に合計50の円形プロット（各半径20m）を配置する。樹木の属（樹種とは限らない）が特定され、胸高直径（DBH）が10cmを超えるすべての樹木について測定される。得られたデータに数値分析を適用し、各プロットのFIIを導き出す。その後、50プロット以外のFIIをランドサット衛星画像を用いて特殊な外挿法で推定する。こうして、管理区画全体のFIIを描くことができる。

この手法の経験から、専門家の支援なしでも、通常5人の作業員チームが1ヶ月以内にすべての現地調査を終えることができることがわかっている。この手法を同じ管理区画で長期間（例えば5年間）繰り返し適用することで、森林管理による森林の原生度・劣化の空間的・時間的変化を評価することができる。

この手法の利点のひとつは、責任ある森林管理者が、生物多様性の向上を管理区画のFII平均値の増分として定量的に検証できることである。さらに、炭素蓄積量も同じデータセットから追加分析で導き出すことができる。この方法は、生物多様性と炭素蓄積サービスをまとめて評価するために利用できる。

FIIマニュアルには、適切な野外調査、数値分析、リモートセンシング分析に関する項目がある。

適切な地域的状況

FII手法（BOLEH）は、主に東南アジアの低地フタバガキ生産林を対象として開発されたもので、人工林向きではない。筆頭著者は、伐採が樹種構成転換の主な要因となっている自然生産林であれば、どのような気候帯の森林にも適用できるとしている。

利点

- 属のデータは種のデータと同じ精度が得られるため、樹種分類の専門知識を必要としない。
- フィールドでのサンプリングやデータ分析が容易である。
- 管理区画間や管理区画内での統計的比較が可能で、生物多様性の向上を実証できる。

欠点

- 外挿にはリモートセンシング技術と専門知識が必要。
- 平地や起伏のある地形に最も適しているが、山地には適していない。
- FIIの手法は現地調査を伴うため、時間的な投資を必要とする。

アクセス

方法論へのアクセスとマニュアルのダウンロードは、

<http://www.rfecol.kais.kyoto-u.ac.jp/files/Boleh%20manual%207.1.zip>（京都大学森林生態学研究室、2017年）。

森林生息地の分断化と連結性の計算**影響**

- ES1.3：生態学的に十分な保全地域網の維持
- ES1.4：自然林の特性の保全
- ES1.5：自然林の特性の回復
- ES1.6：種の多様性の保全
- ES1.7：種の多様性の回復

成果指標の例

- 保全地域網の連結性
- 管理区画外の保全地域との連結性
- 管理区画内外の生息地の連結性
- 断片化のレベル
- パッチサイズ
- 生息地の連結性

説明**生息地の断片化**

生息地の分断レベルを算出するには、森林内または森林の直接の周辺にある道路、村落、その他の人間による開発構造物（苗畑、貯木場など）が含まれる十分に詳細な森林の土地被覆図が必要である。これは、高解像度のランドサット画像のような空間的に連続したリモートセンシングデータと、道路、村落、その他の人間による開発構造物が描かれた管理区画の地図を組み合わせたものでもよい。後者が容易に入手できない場合は、地図作成が最初のステップとなる。

GPSを使ってフィールドデータを収集し、それを地理情報システム（GIS）ソフトウェアにアップロードして地図を作成する。

人間による開発構造物や森林以外の土地被覆から100m以内の森林はすべて「エッジフォレスト（辺縁林）」に分類され、それ以外の森林は「コアフォレスト（核心林）」に分類される。GISソフトウェアを使用することで、核心林の総面積と辺縁林の総面積を計算することができる。さらに、核心林パッチの総数とその面積（パッチの大きさ）の概要を作成することもできる。

より高度な計算を行うには、面積加重（重み付き）核心林平均パッチサイズ（AWACFS）指数を求めることができる。この指数は核心林パッチの特定に基づき、その数と大きさを考慮したものである。パッチが大きければ大きいほど、計算における寄与は大きくなる。AWACFS指数の計算式は以下の通りである：

$$AWACFS = \sqrt{[\sum (c_i)^2 / \sum c_i]}$$

ここで c_i は中核単位 i の面積、 $I = 1 \sim n$ (n は核心林パッチの総数)。

生息地の連結性

生息地の連結性のレベルを判断するには、景観の中でコリドー（回廊）や飛び石として機能している森林パッチを調べる。回廊とは、2つの核心林区画を互いにつなぐもの（橋）、または同じ核心林区画に戻るもの（ループ）であり、飛び石とは森林の島や小島のことである。

このプロセスは以下のステップで構成される：

1. 連結区画の数（すなわち回廊と飛び石の数）と各連結区画の面積、および連結区画の総面積を算出する。
2. 各連結区画の強さについて、それが飛び石か回廊か、またどのタイプ（橋かループか）かについて、定性的な説明を加える。
3. 連結区画の重要性を記述し、どの2つの（核となる）森林パッチを連結しているのか（そしてそれがどの対象種の分散可能性に影響するのか）を記述する。
4. （生息地の分断を計算するなどして）（核となる）森林面積が永続的に失われた結果、連結区画が出現したのではないことを示す。

適切な地域的状況

あらゆるタイプの森林に対応。GISやマッピングの専門性を有する組織には最も容易。

利点

- 基本的なGIS（および地図作成）技術を持つ非専門家でも利用可能。
- 森林基盤の地図が入手可能であることを前提に）時間と金銭的投資をほとんど必要としない。

欠点

- 生息地の利用可能性は、その生息地が対象種に利用されていることを必ずしも意味しない（間接的指標）。

アクセス

Estreguil and Mouton (2009) <https://core.ac.uk/download/pdf/38615393.pdf>

動物種の調査技術

影響

- ES1.4: 自然林の特性の保全
- ES1.5: 自然林の特性の回復
- ES1.6: 種の多様性の保全
- ES1.7: 種の多様性の回復
- ES5.3: 自然に基づく観光で関心の高い種の個体群の維持・保全
- ES5.4: 自然に基づく観光で関心の高い種の個体群の回復または強化

成果指標の例

- 種群(動物相)
- 特定種の存在量

説明

様々な動物相調査手法の中から、特に考慮すべき種の種類や調査目的に応じて選択することができる。FSC認証林の種の個体数を推定する目的では、哺乳類はライン・トランセクト法を、鳥類はポイント・カウント法（またはポイント・トランセクト法）を推奨する。他の種類の動物（爬虫類、両生類、魚類、無脊椎動物）の調査に適した手法を確保するため、現地の状況に最も適したサンプリング手法について専門家に相談することを推奨する。

生息地、気候、標高、土地利用、種の豊富さ、調査地点へのアクセスのしやすさ、行政や地政学的境界などに基づいて、森林地域を2～6の異なる層に分けることを推奨する（Sutherland et al.）。

動物相調査で考慮すべき一般的な問題は以下の通りである：

- 季節と時間帯（特定の種が活動するのはいつか？）
- 調査プロットの大きさ／トランセクトの長さ（例：1kmのトランセクト）
- 一般的な計数手順
- 記録単位（視覚、聴覚、その他による特定）。

ライン・トランセクト法では、以下の点を考慮することが重要である：

- 推奨歩行速度（例：時速1キロ）
- 垂直距離の推定。

ポイント・カウント法では、次のことが重要である：

- カウントポイント到達後、1分間の静止時間
- 5分または10分のカウント時間
- 2～3つの推定距離帯（0～30mと30m以上、または0～30m、30～100m、100m以上）
- 2つの計数地点間は最低200m。

データ収集設計やデータ分析には、少なくとも1人の専門家（近隣の大学や研究機関、コンサルタントなど）、および種の同定に関する地元の専門家の参画を求めることを推奨する。

適切な地域状況

動物相の生息するあらゆる種類の森林に適している。

利点

- 種の個体数の直接測定。

欠点

- 専門家の関与が必要。
- 時間を要する。
- 費用がかかる。

アクセス

Sutherland他（2004）およびSutherland（2000）参照。

リモートセンシング

影響

- ES1.1：自然林被覆の回復
- ES3.3：流域の水質浄化・調節能力の維持
- ES3.4：流域の水質浄化・調節能力の回復
- ES4.1：土壌状態の維持
- ES4.2：土壌状態の回復・改善
- ES4.3：森林再生・修復による土壌侵食の低減

成果指標の例

- 管理区画全体の自然林（被覆）の範囲
- 土地全体に占める劣化した森林面積の割合
- 劣化／伐採された林地のうち、在来樹木の苗木が定着した面積
- 総土地面積に占める森林面積の割合
- 関連流域と重複する管理区画の自然林被覆
- 総土地面積に占める劣化した土地の割合／パーセンテージ
- 森林被覆のある水域の水際線の割合

説明

リモートセンシング（または地球観測）は、森林被覆を測定する費用対効果の高い方法である。リモートセンシングデータには、衛星画像やLiDAR（Light Detection And Ranging）測定によるデータが含まれる。

ライダー（LiDAR：Light Detection And Ranging：レーザ探知測距）

LiDARで得られたデータの用途は多岐にわたる。WWFは生態学と保全のためのLiDARに関するガイドラインを作成した（Melin et al.）。これらのガイドラインでは、LiDARがどのように機能するのか、森林でどのような用途があるのか、LiDARデータどこでアクセスできるのかを説明している。

衛星画像

衛星画像の選択にはいくつかの考慮すべき点がある。第一に、森林管理者としては管理区画レベルを見ているため、中程度から高分解能（30m未満）のリモートセンシングデータを使用することを勧める。第二に、リモートセンシングデータでよくある問題は雲量である。できるだけ雲が少ない画像を使用することを推奨する。第三に、2つ以上の衛星画像を比較する場合、季節性が画像の品質と比較可能性にどのような影響を与えるかを考慮することである。

衛星画像の中には、無料でダウンロードできるものもあるが、有料のものや、特定の利用者にアクセスが制限されているものもある。無料サービスの一例を挙げると、Global Land Cover Facilityでは、様々な衛星画像（Landsat、ASTER、Quickbirdなど）や衛星画像から派生した製品を無料で提供している。これらは、ウェブサイトや、Global Land Cover Facilityからデータを検索・閲覧・ダウンロードするためのウェブアプリケーション-Earth Science Data Interfaceから入手可能である。

視覚的解釈は森林減少や森林断片化の分析に適した方法である。これは、リモートセンシング画像の視覚的解釈の経験が豊富な人にとっては比較的容易である。Earth Observatoryは、衛星画像を解釈するための一般的なコツや（Riebeek, 2013）、偽色（フォールスカラー）画像の解釈についての詳細説明なども提供している（Riebeek, 2014）。

GISソフトウェアは、より高度なデータ分析に使用することができる。

NDVI（正規化差植生指数）のような植生指数は、土地被覆や土地被覆変化の判定に頻繁に使用される。植生指数は、近赤外波長と可視赤色波長の反射の差から計算できる。

グローバル・フォレスト・ウォッチは、世界レベル、国レベル、行政域レベルで、樹木被覆の変化に関するデータを調査・分析できるオンラインの双方向地図を提供している。この双方向地図は、2000年からの全世界の樹木被覆データに基づいており、空間分解能は30mである。

適切な地域的状況

世界中の森林

利点

- コスト効率が良い

欠点

- 中程度の専門知識または関心が必要

原生林景観の面積評価

影響

ES1.2：原生林景観の保全

成果指標の例

- 原生林景観の面積
- 原生林景観の核心地域の面積

原生林景観(IFL)面積の基準値を測定するには、グローバル・フォレスト・ウォッチのIFL地図、または同じ手法を用いたより新しいIFL一覧表(グローバル・フォレスト・ウォッチ・カナダなど)を使用しなければならない(FSC, 2016)。

動議 65 のアドバイスノートのよくある質問には、「規格策定グループで合意が得られれば、方法論をさらに改良することはできるが、より詳細な仕様を生成するために変更することはできない。改良された方法論は、NFSS [国内森林管理規格] が承認のために提出される時点で、指針・規格委員会によって承認を得るために評価される」と記載されている (FSC、2016、13 ページ)。

説明

原生林景観 (IFL) データセットは、人間による大きな活動の痕跡がなく、広範囲で活動する種の存続可能な個体群を含む、すべての在来生物多様性が維持されるのに十分な規模を持つ、森林範囲に含まれる自然生態系の切れ目のない広がりを持つ。IFL地域の地図を作成するため、世界的に適用でき、かつ容易に再現できる基準を作成した。IFL地域は、少なくとも 50,000 ha の広さがあり、最小幅が 10 km 以上ある、断片化されていない景観と定義された。これらは 2000 年のランドサット衛星画像から地図化された。

2013年、2016年の全球ランドサット画像合成と森林被覆損失データセット (Hansen et al., 2013) を使用して、2000年の元のIFL境界内で2000年から2013年、および2013年から2016年にかけてのIFLの範囲の変化が特定され。「範囲減少」と特定された地域は、2000年にはIFL基準を満たしていたが、2013年または2016年には基準を満たしていなかったものである...

このデータは、森林の原生性、改変、劣化を地球規模や地域規模で評価するために利用できる (Greenpeace et al., nd)。

適切な地域的状況

IFLを含む、またはIFLの一部である世界中の全ての森林。

利点

- 費用対効果。
- 使いやすい。

欠点

- 現場での正確さと原生性をめぐる議論。
- 広大な森林がIFLに分類される可能性がある。

アクセス

globalforestwatch.org/map/（「土地被覆」タブ）からインタラクティブ・マップにアクセス。
 手法の詳細については、www.intactforests.org/method.html を参照。

その他の方法

国連砂漠化防止条約(UNCCD)による土地劣化中立性の計算（「モジュール12：土壤保全の測定方法」の項を参照）
 影響：ES1.1:自然林被覆の回復



モジュール 10: 炭素隔離と貯留測定の方法論

FSC 炭素モニタリングツール

影響

- ES2.1：森林炭素蓄積の保全
- ES2.2：森林炭素蓄積の回復

適切な地域的状況

- 管理区画全体で推定される森林炭素蓄積量

説明

FSC炭素モニタリングツールは、炭素蓄積量、炭素蓄積量の変化、森林施業からの温室効果ガス排出量を評価、モニタリングし、（必要に応じて）シミュレーションするために開発された。このツールは、Microsoft Excelのワークブックと、その支援マニュアルで構成されている。

エクセルのワークブックには以下の構成要素がある：

1. 一般情報
2. モニタリングツール
3. シミュレーションツール

評価に含まれる標準的な炭素プールは、樹木からの炭素密度（地上バイオマスおよび地下バイオマス）である。以下の項目を評価に含めるかどうかは、ユーザー次第である：

- 低木からの炭素（気候変動に関する政府間パネル[IPCC]の既定値）
- 枯損木からの炭素（IPCC既定値）
- リターからの炭素（IPCC既定値）
- 木材製品に蓄積された炭素
- 燃料と肥料からの温室効果ガス排出量
- シミュレーション

このツールでは、独自のデータまたはIPCCが提供するデフォルト値を使用することができる。森林管理が炭素蓄積に与えるプラスの影響を実証する目的では、さらに3つの炭素プール（低木、枯損木、リター）を含めることを推奨する。木材製品に蓄積された炭素、燃料や肥料からの温室効果ガス排出、将来へのシミュレーションを含める必要はない。

結果は、各炭素プールの1haあたりの炭素密度、木材製品に蓄積された炭素、森林の総炭素蓄積量、項目ごとの排出量、総炭素収支を示している。別の表（または部分）には、選択した2年間の炭素蓄積量の変化が示されている。

適切な地域状況

Microsoft Excel 2010上で動作するように設計されている。
熱帯、温帯、北方林の生態系に適合。
森林資源調査がある場合に最適。

利点

- FSC用に特別に開発されているので、よく適合する。
- 簡単 - 専門家でなくても使用できる。
- データがない場合はIPCCのデフォルト値を使用可。

欠点

- 生物多様性が高い森林では、多くのデータ入力が必要となり、時間がかかる。
- 土壌有機物は計算に含まれない。
- 詳細なデータが少ないため、信頼性が低下する（プリセットのデフォルト値の使用が多くなる）。

アクセス

<https://fsc.org/en/for-forests/ecosystem-services/ecosystem-services-for-forest-managers> から入手可能

国家温室効果ガスインベントリのための2006年IPCCガイドライン**影響**

ES2.1：森林炭素蓄積の保全
ES2.2：森林炭素蓄積の回復

適切な地域状況

- 管理区画全体で推定される森林炭素蓄積量

説明

IPCC(2006)の方法論は、炭素隔離と貯留の測定と定量化のための基準である。第4巻は農業、林業、その他の土地利用に関するもので、「序論」(第1章)、「一般的な方法論」(第2章)、「林地」(第4章)、「湿地」(第7章)といった関連する章が含まれている。

序章には、どの種類のデータ(第1層、第2層、第3層)を使用するかの「決定木」と、インベントリ推計データの作成手順の概要が記載されている。第4章では、林地、残存林地、林地に転換されたその他の土地利用についての方法論が述べられている。デフォルト法(炭素増減法と蓄積変化法の両方が使用可能である)。

以下の炭素プールを計算に含めなければならない：

- 地上部バイオマス
- 地下部バイオマス
- ベースラインシナリオよりもプロジェクトシナリオの方が低い(可能性がある)炭素プール。

ベースラインシナリオで燃焼が問題となる場合は、亜酸化窒素(N₂O)とメタン(CH₄)を計算に含めることが望ましい。他の炭素プールも可能であれば計算に含めることができる。含まれる炭素プールが多ければ多いほど、森林の総炭素蓄積量/貯留量の数値は高くなることに注意。

第7章には、泥炭地の排水による排出量を計算する方法論が記載されている。

適切な地域的状況

あらゆる森林タイプに適している。

利点

- 最も広く認知されている炭素測定方法。

欠点

- 計算を正確に行えるようになるにはトレーニングが必要。

アクセス

IPCC (2006) <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html> で利用可能

RIL-C方法論**影響**

ES2.1：森林炭素貯留量の保全

成果指標の例

- 最近の伐採による総炭素貯留量の損失

説明

RIL-C方法論は、ネイチャー・コンサーバンシー（TNC）によって開発されたもので、プロジェクトまたは管轄区域レベルで使用することができる。RIL-C手法は、炭素（C）排出量を削減するために、低影響伐採（RIL）を実施するプロジェクトに適用される。RIL-C手法の有効性と、低影響伐採による排出削減量の算定は、いわゆる影響パラメータを測定することにより、収穫後の影響に基づいて評価される。バージョン1.0（2016年4月28日承認）では、4つの影響パラメータが特定されている：

- 林内に放置された伐採木の平均割合
- 林内に残された伐採丸太の長さの平均割合（放置された丸太を除く）
- 1haあたりの横滑りにより枯死した胸高直径（DBH）20cm以上の立木の平均本数（＝ [1haあたりの横滑り跡の平均長さm] × [横滑り跡1mあたり枯死した胸高直径（DBH）20cm以上の立木の平均本数]）。
- 運搬道路と丸太積み込み通路の面積（m²/ha）。

地域ごとの「現状維持」ベースライン（クレジット・ベースライン）、および炭素削減量を計上できる閾値として機能する追加性ベンチマーク（「現状維持」ベースラインからの最低改善量）は、これらのパラメータごとに決定される。排出削減量の算定は、収穫後5年以内に行う必要がある。

適切な地域的状況

選択的伐採が行われ、二酸化炭素排出量を削減するために、影響負荷の少ない伐採方法が採用されている森林。
地域モジュール：

- インドネシア、東および北カリマンタン、ボルネオのフタバガキ林（承認済み）
- メキシコ、ユカタン（開発中）
- ペルー、マドレ・デ・ディオス（開発中）
- コンゴ盆地：ガボン、コンゴ民主共和国、コンゴ共和国（開発中）
- スリナム（国家モニタリングシステムの一部として開発中）
- マレーシア、サラワク（開発前作業中）
- 中央／西カリマンタンおよび西パプア、インドネシア（開発前作業中）

利点

- 簡便で、専門家でも使用できる。
- 既存の伐採後モニタリング・プロトコルに適合する可能性が高い。

欠点

- 現在、ベースライン調査が完了した適切な地理的状況に限定されているが、将来的には拡大可能。

アクセス

Verra (2016)

<http://verra.org/methodology/vm0035-methodology-for-improved-forest-management-through-reduced-impact-logging-v1-0> (低影響伐採による森林管理の改善のための方法論) /で入手可能。

参加型炭素モニタリング**影響**

ES2.1 : 森林炭素蓄積の保全
ES2.2 : 森林炭素蓄積の回復

成果指標の例

- 管理区画全体で推定された森林炭素蓄積量

説明

SNV参加型炭素モニタリング手法は、現地住民向けマニュアル、現地技術スタッフ向けマニュアル、現場参照マニュアルの3種類からなるシリーズである。

現地住民向けマニュアル (Huy et al., 2013a) には、森林面積と森林状態の変化の測定、サンプルプロットにおける地上炭素プールとその他の属性の測定が含まれる。DBHが6cm以上の樹木を測定し、更新樹木はDBHが6cm未満で高さが1.3m以上の場合にカウントし、竹（樹齢と平均DBH）はデータ収集に含めることができる。このマニュアルではさらに、モニタリングに必要な機材、GPSの使い方、2重円（同心基円）の恒常的サンプルプロット設置方法、DBH測定方法について説明している。最後に、様々なデータシートも含まれている。

現地技術スタッフ向けマニュアル (Huy et al., 2013b) は3つのマニュアルで最も包括的なものである。「地元住民のためのマニュアル」に記載されている情報に加え、層別や森林状態の地図化、サンプルプロット数の決定、地図上の層ごとにサンプルプロットを無作為に配置し、GPSに入力するといったデータ収集の準備作業も含まれている。さらに、品質管理、データの統合、分析など、フィールドでのデータ収集後に行われる活動も含まれる。

現場参照マニュアル (Huy et al, 2013c) は、面積や森林状態の変化のモニタリング、サンプルプロットの位置の決定、恒常的サンプルプロットの設置、サンプルプロットでの森林バイオマスや炭素の測定時に、簡易参照ガイドとして使用できるように設計されている。

適切な地域的状況

SNVのマニュアルはベトナム向けに書かれているが、著者等はこのマニュアルの対象グループを、REDD+プログラム実施の促進者でもある森林管理の責任者、機関、組織としており、より広く適用できることを示唆している。

利点

- わかりやすく、使いやすいマニュアル。

欠点

- 地上部バイオマスのみを含む。

アクセス

Huy et al. (2013a) 以下より利用可能：

https://www.researchgate.net/publication/323144419_Participatory_Carbon_Monitoring_Manual_for_Local_People

Huy et al. (2013b)：

http://www.vietnam-redd.org/Upload/Download/File/pcm_manual_for_technical_staff_final_ja-1_0402.pdf

Huy et al. (2013c)：

https://www.researchgate.net/publication/332187277_Participatory_Carbon_Monitoring_Manual_for_Field_Reference

持続可能な農業と生物資源のためのアジアネットワーク（Asian Network for Sustainable Agriculture and Bioresources）をはじめとする多くの団体が、コミュニティ管理森林の炭素蓄積量を測定するため、ネパールの状況に合わせたガイドラインを作成している（Subedi et al.）。この方法には複数の炭素プール（地上部バイオマス、地下部バイオマス、枯損木、リター、土壌有機物）が含まれるため、ガイドラインはSNVのマニュアルよりも長く複雑である。

その他の方法

その他の方法論としては、国際炭素削減・オフセット連合（ICROA）のベストプラクティス規範（Code of Best Practice）により、その品質が保証された方法論が認められている：

Verra社のVerified Carbon Standardプログラム

Verified Carbon Standard（VCS）の方法論（<http://verra.org/methodologies/>）については、「林業」のカテゴリーを探してほしい（場合によっては「湿地」のカテゴリーが該当することもある）。主に、改善された森林管理（低影響伐採、防火管理、無計画な劣化の回避、森林保護区）の様々な側面、REDD、湿地などに関連する方法論が見つかる。これらのほとんどは特定の森林タイプについて開発されたか、地域的な焦点をもつものである。

ゴールド・スタンダード

ゴールド・スタンダード森林造成／再生（A/R）GHG [温室効果ガス] 排出削減・隔離方法（2017年版）は、次のページの「すべての文書」で見ることができる：<https://www.goldstandard.org/project-developers/develop-project>.

アメリカン・カーボン・レジストリ（ACR）

ACR が承認した方法論：セクター範囲3: 土地利用、土地利用の変化と林業（via <http://americancarbonregistry.org/carbon-accounting/standards-methodologies/approved-methodologies>）。造林・再造林、改善された森林管理、REDD、湿地に関する方法論が掲載されている。

クリーン開発メカニズム（CDM）

CDMの方法論（<http://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>）では、大規模植林と小規模植林の方法論を探す。各カテゴリーには、マングローブ生育地用と非湿地林用の2つの方法論がある。

気候変動対策準備金

アメリカ合衆国のために開発された森林プロジェクト・プロトコル（CAR, 2017）は、森林造成・再生、森林管理の改善、転換回避のための一体化した方法論である。伐採された木材製品に含まれる炭素や100年先のベースラインのモデル化も含まれるため、他の方法論よりも複雑である。この方法論を使用するには定量化ガイダンスが必要である。VCSはこの手法を承認していない。

選択する方法論は、森林の種類、場所、状況（組織の特性を含む）の観点から、それぞれの森林に適したものである必要があることに留意されたい。



モジュール 11: 水源かん養機能測定の方法論

NRC河川視覚評価プロトコル

影響

- ES3.1 : 水質の維持
- ES3.2 : 水質の向上
- ES3.3 : 流域の水質浄化・調節能力の維持
- ES3.4 : 流域の水質浄化・調節能力の回復

成果指標の例

- 河川の健全性を示す生物指標（大型無脊椎動物）
- 水域の水際線に占める森林の割合
- 日陰を提供し、河川内温度を低下させる目的で植樹により回復された河岸の長さ

説明

河川視覚評価プロトコル（SVAP）を用いて、河川の様々な側面を評価し、得点化することができる。評価項目は以下の通りである：

- 河道の状態と水理学的変化（洪水、取水）
- 河岸帯の範囲と河岸の安定性（浸食の兆候）
- 水の外観（色、濁度、臭気）および栄養塩類の濃縮
- 魚の移動を妨げる障害物、河川内の魚類被度、滞水や淵の有無
- 昆虫／無脊椎動物の生息の有無と観察された大型無脊椎動物
- 樹冠の被覆（冷水河川および温水河川対象）
- 糞尿の有無
- 塩分濃度。

採点は1～10の段階で行われ、4つの状態（10点、7点、3点、1点に相当）の説明によって補助される。総合得点は合計をSVAPに含まれる項目数で割ったものであるが、各項目の得点を経時的にモニターすることも可能である。

どのような成果指標を測定するかによって、SVAPの特定の要素に焦点を当てることも可能である。SVAPはまた、さらなる調査が必要と思われる潜在的な懸念領域（例：糞尿の存在、悪臭）を示すこともできる。

適切な地域的状況

アメリカ国内向けに開発されたが、著者らは州や地域ごとの適応を推奨している。大型無脊椎動物のアセスメントに特別な適応が必要な他の国々にも、おそらく有用であろう。

利点

- 簡単で、専門家でなくても使える。
- 安価。

欠点

- 地理的背景の観点から、適合性は限定的。

アクセス

NRCS (2009) <https://www.wcc.nrcs.usda.gov/ftpref/wntsc/strmRest/SVAPver2.pdf> から入手可能。

テッサ・ウォーター・メソッド5a：湿地域の水質への寄与を測定する**影響**

ES3.1：水質の維持
ES3.2：水質の向上

成果指標の例

- 水の濁度
- 水温
- 溶存酸素
- 水のpH
- 水中の病原体（バクテリア（大腸菌など））
- 水中の栄養素（リン、窒素）
- 総懸濁物質
- 沈殿物のレベル／水中の沈殿物負荷（グラム／リットル）

説明

この方法は、測定する適切な水質パラメータを選択するのに役立つ。オンラインで注文できる水質検査キットへのリンクも提供している。また、サンプリング場所の選定にも役立ち、水のサンプルの採取方法についても説明されている。パラメータはその後、現場で分析したり、実験室に送ってさらに分析してもらったりすることができる。

注：この方法は、TESSA Water Method 5 Assessing Water Quality Servicesの1～8ページに記載されている（それ以降のページは無視してもよい）。

水が飲料水供給に使用される場合、どのパラメータをアセスメントに含めるべきかについては、国連児童基金（UNICEF）の水質アセスメントとモニタリングの技術情報を参照のこと。

適切な地域的状況

水サンプルを採取するために安全に立ち入れる水域のあるあらゆる種類の森林。

利点

簡潔で、わかりやすい表現。

アクセス

Peh et al. (2017): <http://tessa.tools/> からダウンロード可能 - ウェブページのダウンロード申請フォームに記入。承認されたら、zip圧縮されたTESSAツールキットフォルダをダウンロードする。フォルダを解凍し、興味のある方法を探す。
UNICEF (2010) <http://home.iitk.ac.in/~anubha/Water.pdf> から入手可能

その他の方法

UNCCDによる土地劣化の中立性の計算（「モジュール12：土壤保全の測定方法」の項を参照）

影響： ES3.3：流域の水質浄化・水流調節能力の維持
ES3.4：流域の水質浄化・水流調節能力の回復

森林原生指数（「モジュール9：生物多様性保全の測定方法」の項参照）

影響： ES3.3：流域の水質浄化・水流調節能力の維持
ES3.4：流域の水質浄化・水流調節能力の回復

リモートセンシング（「モジュール9：生物多様性保全の測定方法」の下）

影響： ES3.3：流域の水質浄化・水流調節能力の維持
ES3.4：流域の水質浄化・水流調節能力の回復



モジュール 12: 土壤保全測定の方法論

目視による土壤診断

影響

- ES4.1 : 土壤状態の維持
- ES4.2 : 土壤状態の回復/改善
- ES4.3 : 森林再生・回復による土壤侵食の低減

成果指標の例

- 土壤有機物層の厚さ
- 大型土壤動物生息数
- 損傷土壤の割合
- 風食および/または水食の影響を受けた面積

説明

目視土壤診断 (VSA) は、様々な土壤指標、0点 (不良)、1点 (中程度)、2点 (良好) で評価する。採点は、現場の状況をVSA現場手引書の写真や図と比較することで簡単に行うことができる。森林の土地利用に特化したVSA手引書はまだ開発されていない。森林と牧畜の土地利用については、1つの手引書が作成されている (森林の土地利用については、土壤指標のみが関連する-p.33まで)。しかし、VSAの主執筆者は、森林での使用に最も適しているとして、果樹園用のVSA手引書の使用を推奨している (T.G. Shepherd, personal communication, 2017)。

適切な地域的状况

森林と牧草地に関するVSA手引書は、ニュージーランドの丘陵地用に開発されたものである。果樹園用のVSA手引書は、それが開発された特定の地域や適用される地理的範囲については言及していない。VSAシリーズは、さまざまな農地利用 (小麦、トウモロコシ、ブドウ園など) について開発され、ニュージーランドのほか、オーストラリア、ベルギー、カナダ、チリ、デンマーク、フランス、ドイツ、イタリア、オランダ、ノルウェー、南アフリカ、スウェーデン、イギリス、アメリカの14カ国で同様に適用されている。

利点

- 専門家でなくても使える。
- 安価。

欠点

- 森林向けに特に設計されていない。

アクセス

Shepherd et al. (2008) <http://www.lanrep/010/i0007e/i0007e00.htm> で入手可能
 Shepherd and Janssen (2000) は <http://www.landcareresearch.co.nz/publications/books/visual-soil-assessment-field-guide/download-field-guide> から入手可能

ライン・ポイント・トランセクト森林被覆・侵食評価法

影響

- ES4.1：土壌状態の維持
- ES4.2：土壌状態の回復/改善
- ES4.3：森林再生・回復による土壌侵食の低減

成果指標の例

- 森林の林冠または地上植生の土地被覆の範囲
- 被害を受けた土壌の割合
- 風食および/または水食の影響を受けた面積

説明

ライン・ポイント・トランセクト森林被覆・侵食評価法は、国連食糧農業機関が土壌と水に対する森林保護機能の迅速な評価法として開発した。20×20mのプロットで、2本の線に沿って30回の読み取りを行い、林冠、林床被覆、侵食の証拠を記録する。森林の樹冠（空または葉/植生）は密度計を使用して記録する。林床被覆は、各測定点を植生、根、リター、石/岩、枯損木、裸地に分類して記録する。侵食については、サンプリング地点ごとに次の項目を記録する：リルとガリーの数、幅と深さ、大まかな傾斜。これらの測定は、3人のチームで行うことが推奨される。

適切な地域状況

特に発展途上国向けに設計されているが、これに限定されるものではない。

利点

- 限られたトレーニングの後であれば、専門家でなくても使用可能。
- 安価。

欠点

- 測定すべきプロット数についての指針はない。

アクセス

FAO (2015) <http://www.fao.org/3/a-i4498e.pdf> で入手可能。
Adikari, Y., and MacDicken, K. (2015) <http://www.fao.org/3/a-i4509e.pdf>

UNCCDによる土地劣化の中立性の計算

影響

- ES1.1 : 自然林の回復
- ES3.3 : ES3.3:流域の水質浄化・調節能力の維持
- ES3.4 : ES3.4:流域の水質浄化・調節能力の回復
- ES4.1 : 土壌状態の維持
- ES4.2 : 土壌状態の回復・向上

成果指標の例

- 全土地面積に占める劣化した土地の割合／パーセント
- 全土地面積に占める劣化した森林面積の割合

説明

土地の劣化を測定するには、以下の補助指標を測定する必要がある：

- 土地被覆と土地被覆の変化（土地被覆分類システム／土地被覆メタ言語）
- 土地生産性（純一次生産性／正規化植生指数）
- IPCC（2006）の方法論に準拠した、土壌有機炭素を中心とする炭素蓄積量。

測定方法に関しては、段階的なアプローチが取られる：

- 第1段階は、地球観測と地理空間情報によるものである。
- 第2段階は統計的なもので、行政境界や自然境界の推定データに基づく。
- 第3層はデータ主導型であり、調査、評価、地上測定に基づく。

この結果で結論を出すには、「1つがダメなら全部ダメ」アプローチを用いる。つまり、3つの指標のいずれかが大幅なマイナス変化を示した場合は損失とみなされ、少なくとも1つの指標が大幅なプラス変化を示し、かついずれの指標も大幅なマイナス変化を示さなかった場合は利益とみなされる。

現在、3つの補助指標の測定方法について、標準化されたアプローチと最適実施指針を策定する作業が進められている。

適切な地域的状況

国連による使用、すなわち国レベルの報告用に設計され、地域および世界の土地劣化を計算するためのオプションが与えられている。森林の土地利用に限らない。
英語、フランス語、スペイン語で利用可能。

利点

- 包括的。
- 持続可能な開発目標15.3.1に直接適合する。

欠点

- 高度なGIS技術が必要。
- 文書が長く、使い勝手があまり良くない。
- 現場レベルの測定用に開発されていない。

アクセス

Orr et al. (2017) は <http://www2.unccd.int/publications/scientific-conceptual-framework-land-degradation-neutrality-report-science-policy> で入手可能 - モジュール E（第7章）は、3つの補助指標のモニタリングと、土地劣化の中立性に関する結論に達する方法について説明している。p. 109（英語版）には、方法論の概要が示されている。

土壌検査キットおよび機器

影響

- ES4.1：土壌状態の維持
- ES4.2：土壌状態の回復/改善

成果指標の例

- 有機物含有率(%)
- 土壌の養分（窒素、リン酸）含有量
- 作業区域（道路と収穫区域）の土壌圧縮の面積と程度
- 作業区域（道路と収穫区域）の土壌圧縮度

説明

土壌の圧縮度を測定するには、ペネトロメーターを使用する。この装置は、植物の根の成長を模倣するもので、その記録はコーン指数と呼ばれる。土壌抵抗が300psi（psi = 貫入抵抗）を超えると、植物の根は土壌を貫入できなくなり、その土壌は圧縮されていると判定される。

様々な土壌検査キットが販売されており、養分、pH、土壌の質等について現場で簡単な検査ができる。多くは農業用だが、林業に特化したキットもある。自国の言語でオンライン検索することを推奨する。

適切な地域的状況

土壌の圧縮：極端に乾燥していない場所。

利点

- 限られた訓練を受ければ、専門家でなくても使用できる。

欠点

- ペネトロメーターの測定者によって採点にばらつきが生じる。
- 対象地域によっては、複数のペネトロメーターを入手する必要がある可能性がある。

アクセス

土壌の圧縮:

Duiker (2002) は <https://extension.psu.edu/diagnosing-soil-compaction-using-a-penetrometer-soil-compaction-tester> で入手可能

Donaldson (2012) は <http://gadi.agric.za/articles/Agric/simple.php> で入手可能

その他の方法

森林の健全性評価ツール（「モジュール9：生物多様性保全の測定方法」の項参照）

影響： ES4.3：森林再生・修復による土壌侵食の低減

森林原生指数（「モジュール9：生物多様性保全の測定方法」の項参照）

影響： ES4.1：土壌状態の維持
ES4.2：土壌状態の回復/改善

リモートセンシング（「モジュール9：生物多様性保全の測定方法」の項参照）

影響： ES4.1：土壌状態の維持
ES4.2：土壌状態の回復/改善
ES4.3：森林再生・修復による土壌侵食の低減



モジュール 13: レクリエーション機能測定の方法論

テッサ・レクリエーション法 1：統計調査による訪問者数の推定

影響

ES5.1：レクリエーションや観光に重要な地域の維持・保全
 ES5.2：レクリエーションや観光に重要な地域の修復・強化

成果指標の例

訪問者の満足度（訪問者数で表示）

説明

年間訪問者数を（数える、または）推定するために、この方法はいくつかの有用なヒントを与える。代替状態に関する最後の2つの段落は無視することを勧める。

適切な地域状況

あらゆる種類の森林、特に明確な入口がある森林（ただし、入場料の支払いなど、訪問者数を数えるシステムがない森林）。

利点

- 簡単で（例題を含む）、専門家でなくても使える。
- 安価

欠点

- 当該方法にアクセスできるようになるまでに、いくつかのステップを踏む必要がある。
- 混乱しやすいため、無視した方がよい部分もある（代替状態の可能性）。

アクセス

Peh et al. (2017): <http://tessa.tools/> からダウンロード可能 - ウェブページのダウンロード申請フォームに記入。承認されたら、zip圧縮されたTESSA toolkitフォルダをダウンロードする。フォルダを解凍し、興味のある方法を探す。

訪問者アンケート

影響

ES5.1：レクリエーションや観光に重要な地域の維持・保全
ES5.2：レクリエーションや観光に重要な地域の修復・強化

成果指標の例

- ・ 訪問者の満足度
- ・ カリスマ種の目撃数（バードウォッチング時など）

説明

アンケートは、収集したい情報の程度に応じて、簡単なものから手の込んだものまである。含まれる項目は以下の通り：

- ・ 一般的な情報（例：訪問期間と目的、初めての訪問かリピーターか）
- ・ 森林の属性（例：視覚的な魅力や自然さ、清潔さ／手つかずの自然、カリスマ種の目撃数など）
- ・ レクリエーション施設の利用可能性と維持管理（例：道、標識、ベンチ、展望台、情報の利用しやすさ）
- ・ 総合的な満足度
- ・ 値／価格評価（該当する場合）またはエコツーリズム属性に対する支払い意欲。

属性（1～4）によっては、例えば1～5（1＝悪い、2＝まあまあ、3＝普通、4＝良い、5＝素晴らしい）のように、訪問者に評価レベルを選択するよう求めることができる。

カリスマ種の目撃数、エコツーリズムの属性に対する支払い意欲については、訪問者またはツアー主催者に数値化してもらうこともできる（より現実的であれば、0、1～5、6～10、10～20、20回以上目撃のような範囲を選択することもできる）。

オープンな質問（例：本日の訪問で最も楽しかったことは？訪問者のためにはどのような改善をしたらよいか？）や、訪問者に関する基本的な社会人口統計学的情報（どこから来たのか？）といった質問を追加することもできる。質問を増やすと、データ分析がより包括的になる（そして時間がかかる）ので、どのような情報が必要かを考える価値がある。

適切な地域的状況

訪問者が訪れることのできるあらゆる種類の森林。

利点

- ・ 簡単で、専門家でなくても、基本的なトレーニングを受ければ使える。
- ・ とても簡単なものであれば、アンケートを自動化することもできる。例えば、来訪者の満足度については、来訪者に「笑顔」ボタン／タッチスクリーンを押してもらうことができる（悲しげな顔からとても満足な笑顔）。

欠点

- ・ 観光地では、アンケートを多言語で用意する必要があるかもしれない。
- ・ 観光客はアンケートに参加したくないかもしれない（特に長い場合）。

その他の方法

森林の健全性評価ツール（「モジュール9：生物多様性保全の測定方法」の項参照）

影響： ES5.3：自然に基づく観光で関心の高い種の個体群の維持・保全
ES5.4：自然に基づく観光で関心の高い種の個体群の回復または強化

動物種の調査技術（「モジュール9：生物多様性保全の測定方法」の項を参照）

影響： ES5.3：自然観光に関心のある種の個体群の維持・保全
ES5.4：自然をベースとした観光に関心のある種の個体群の回復または強化

参考文献

- Adikari, Y., and MacDicken, K. (2015) *Testing Field Methods for Assessing the Forest Protective Function for Soil and Water*. Field Resources Working Paper 185/e. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 36 pp. (Available at <http://www.fao.org/3/a-i4509e.pdf>, accessed 04 November 2020).
- ANSAB (2010) *Participatory Biodiversity Monitoring in Community Managed Forests*. Asia Network for Sustainable Agriculture and Bioresources, Kathmandu.
- Bennet, G., Hamrick, K., Ruef, F., and Goldstein, A. (2016) *Verified Value: Investigating Potential Supply and Demand for Verified Ecosystem Services Benefits from Responsibly Managed Forests*. A report prepared for the Forest Stewardship Council by Ecosystem Marketplace, a Forest Trends initiative, Washington, DC.
- BusinessDictionary (2018) indicator. <http://www.businessdictionary.com/definition/indicator.html> (accessed 13 September 2018).
- CAR (2017) Forest Project Protocol. Climate Action Reserve, Los Angeles, CA. <http://www.climateactionreserve.org/how/protocols/forest/> (accessed 04 November 2020).
- Center for Theory of Change (nd) How does theory of change work? The Center for Theory of Change, United States of America. <http://www.theoryofchange.org/what-is-theory-of-change/how-does-theory-of-change-work/> (accessed 04 November 2020).
- Donaldson, C.H. (2012) *Simple Techniques for Estimating Soil Compaction*. Grootfontein Agricultural Development Institute, Middelburg. (Also available at <http://gadi.agric.za/articles/Agric/simple.php>, accessed 04 November 2020).
- Duiker, S.W. (2002) *Diagnosing Soil Compaction Using a Penetrometer (Soil Compaction Tester)*. Penn State Extension, Agronomy Facts 63. Pennsylvania State University, Pennsylvania, 3 pp. (Available at <https://extension.psu.edu/diagnosing-soil-compaction-using-a-penetrometer-soil-compaction-tester>, accessed 04 November 2020).
- Estreguil, C., and Mouton, C. (2009) *Measuring and Reporting on Forest Landscape Pattern, Fragmentation and Connectivity in Europe: Methods and Indicators* Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Varese, 69 pp. (Available at <https://core.ac.uk/download/pdf/38615393.pdf>, accessed 04 November 2020).
- FAO (2015) *Field Guide for Rapid Assessment of Forest Protective Function for Soil and Water*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 15 pp. (Available at <http://www.fao.org/3/a-i4498e.pdf>, accessed 04 November 2020).
- Forest Ecology Lab., Kyoto University (2017) *Protocol Manual of the BOLEH Method for Tropical Foresters – Biodiversity Observation for Land and Ecosystem Health (BOLEH) for Bornean FMUs*. Version 2017.1. Kyoto University, Kyoto, 28 pp. (Available at <http://www.rfecol.kais.kyoto-u.ac.jp/files/Boleh%20manual%202017.1.zip>, accessed 04 November 2020).
- FSC (2016) *FSC Advice Note for the Interpretation of the Default Clause of Motion 65*. FSC-ADV-20-007-018 V1-0. Forest Stewardship Council, Bonn.
- FSC (2020) *Ecosystem Services Procedure: Impact Demonstration and Market Tools*. FSC-PRO-30-006 V1-1 EN. Forest Stewardship Council, Bonn, 64 pp. (Also available at <https://ic.fsc.org/en/document-center/>, accessed 04 November 2020).
- Gamfeldt, L., Snäll, T., Bagchi, R., Jonsson, M., Gustafsson, L., Kjellander, P., Ruiz-Jaen, M.C., Fröberg, M., Stendahl, J., Philipson, C.D., Mikusinski, G., Andersson, E., Westerlund, B., Andrén, H., Moberg, F., Moen, J., and Bengtsson, J. (2013) Higher levels of multiple ecosystem services are found in forests with more tree species. *Nature Communications* 4: 1340. doi: 10.1038/ncomms2328
- Global Forest Watch (nd) Interactive map. Global Forest Watch, Washington, DC. <http://globalforestwatch.org/map/> (accessed 04 November 2020)
- Greenpeace, University of Maryland, World Resources Institute, and Transparent World (nd) *Intact Forest Landscapes. 2000/2013*. (Accessed through Global Forest Watch on 04 November 2020). <https://globalforestwatch.org>.
- Hasselquist, E.M., Lidberg, W., Sponseller, R.A., Agren, A., and Laudon, H. (2018) Identifying and assessing the potential hydrological function of past artificial forest drainage. *Ambio* 47 (5): 546–556. (Available at <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6072640/>, accessed 04 November 2020).
- Huy, B., Huong, N.T.T., Sharma, B.D., and Quang, V.T. (2013a) *Participatory Carbon Monitoring: Manual for Local People*. SNV Netherlands Development Organisation, Ho Chi Minh City, 31 pp. (Available at

- https://www.researchgate.net/publication/323144419_Participatory_Carbon_Monitoring_Manual_for_Local_People, accessed 04 November 2020).
- Huy, B., Huong, N.T.T., Sharma, B.D., and Quang, V.T. (2013b) *Participatory Carbon Monitoring: Manual for Local Technical Staff*. SNV Netherlands Development Organisation, Ho Chi Minh City, 51 pp. (Available at https://www.researchgate.net/publication/317380319_Participatory_Carbon_Monitoring_Manual_for_Local_Technical_Staff, accessed 04 November 2020).
- Huy, B., Huong, N.T.T., Sharma, B.D., and Quang, V.T. (2013c) *Participatory Carbon Monitoring: Manual for Field Reference*. SNV Netherlands Development Organisation, Ho Chi Minh City, 19 pp. (Available at https://www.researchgate.net/publication/332187277_Participatory_Carbon_Monitoring_Manual_for_Field_Reference, accessed 04 November 2020).
- INCAS (2015) Kalimantan Timur. Indonesian National Carbon Accounting System, Jakarta. <http://www.incas-indonesia.org/id/data/east-kalimantan/> (accessed 04 November 2020).
- IPCC (2006) 2006 IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, vol. 4 *Agriculture, Forestry and Other Land Use*. [Eggleston, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., and Tanabe, K. (eds)].
- Intergovernmental Panel on Climate Change. Institute for Global Environmental Strategies, Kanagawa, Japan. (Available via <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>, accessed 04 November 2020).
- Melin, M., Shapiro, A.C., and Glover-Kapfer, P. (2017) *LIDAR for Ecology and Conservation*. WWF Conservation Technology Series 1(3). WWF-UK, Woking. (Also available at <https://www.wwf.org.uk/sites/default/files/2019-04/Lidar-WWF-guidelines.pdf>, accessed 04 November 2020).
- Merger, E., and Seebauer, M. (2014) *Feasibility of Integrating 'High Carbon Density' Forests as a High Conservation Value*. UNIQUE Forestry and Land Use, Freiburg.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005) *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC, 89 pp. (Available at <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf>, accessed 04 November 2020).
- NRCS (2009) Stream Visual Assessment Protocol version 2. *National Biology Handbook*, Subpart B – *Conservation Planning*, Part 614. Natural Resources Conservation Service, Portland, OR, 44 pp. + annexes. (Available at https://efotg.sc.egov.usda.gov/references/public/TN/Tool_SVAP_2_NationalBiologyHandbook_Part-614_Dec2009.pdf, accessed 04 November 2020).
- Orr, B.J., Cowie, A.L., Castillo Sanchez, V.M., Chasek, P., Crossman, N.D., Erlewein, A., Louwagie, G., Maron, M., Metternicht, G.I., Minelli, S., Tengberg, A.E., Walter, S., and Welton, S. (2017) *Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface*. United Nations Convention to Combat Desertification, Bonn, 129 pp. (Available at <http://www2.unccd.int/publications/scientific-conceptual-framework-land-degradation-neutrality-report-science-policy>, accessed 04 November 2020).
- Page, S.E., Siegert, F., Rieley, J.O., Boehm, H-D.V., Jaya, A., and Limin, S. (2002) The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. *Nature* 420: 61–65. (Available at <https://www.nature.com/articles/nature01131>, accessed 04 November 2020).
- Peh, K.S-H., Balmford, A.P., Bradbury, R.B., Brown, C., Butchart, S.H.M., Hughes, F.M.R., MacDonald, M.A., Stattersfield, A.J., Thomas, D.H.L., Trevelyan, R.J., Walpole, M., and Merriman, J.C. (2017) *Toolkit for Ecosystem Service Site-based Assessment (TESSA)*. Version 2.0. Cambridge, UK. (Available at <http://tessa.tools>, accessed 04 November 2020).
- Pitman, N. (2011) *Social and Biodiversity Impact Assessment Manual for REDD+ Projects: Part 3 Biodiversity Impact Assessment Toolbox*. Forest Trends, Climate, Community & Biodiversity Alliance, Rainforest Alliance, and Fauna & Flora International. Washington, DC. (Available at https://s3.amazonaws.com/CCBA/SBIA_Manual/SBIA_Part_3.pdf, accessed 04 November 2020).
- R Development Core Team (2011) R.2.10.1. (Available via <https://www.r-project.org/>).
- Riebeek, H. (2013) How to interpret a satellite image: five tips and strategies. NASA Earth Observatory. <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/ColorImage> (accessed 04 November 2020).
- Riebeek, H. (2014) Why is that forest red and that cloud blue? How to interpret a false-color satellite image. NASA Earth Observatory. <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/FalseColor> (accessed 04 November 2020).
- Rosoman, G., Sheun, S.S., Opal, C., Anderson, P., and Trapshah, R. (eds) (2017) *The HCS Approach Toolkit Version 2.0: Putting No Deforestation into Practice. Module 4 Forest and*

- Vegetation Stratification*. HCS Approach Steering Group, Singapore. (Available at <http://highcarbonstock.org/the-hcs-approach-toolkit/>, accessed 04 November 2020).
- Savilaakso, S., and Guariguata, M.R. (2013) *Proposed Methodology to Assess Environmental and Social Impacts of Certification of Ecosystem Services*. Forest Certification for Ecosystem Services project report. Center for International Forestry Research, Bogor, 35 pp. (Available via https://www.researchgate.net/publication/320347076_Challenges_for_developing_Forest_Stewardship_Council_certification_for_ecosystem_services_How_to_enhance_local_adoption, accessed 04 November 2020).
- Science for Environment Policy (2015) *Ecosystem Services and Biodiversity*. In-depth Report 11 produced for the European Commission, DG Environment by the Science Communication Unit, UWE, Bristol. (Available via http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/indepth_reports.htm, accessed 04 November 2020).
- SHARP programme and HCV Resource Network (2016) *Forest Integrity Assessment*. HCV Resource Network, Oxford, 35 pp. (Also available <https://hcvnetwork.org/library/forest-integrity-assessment-tool/>, accessed 04 November 2020).
- Shepherd, T.G., and Janssen, H.J. (2000) *Visual Soil Assessment, Vol. 3 Field Guide: Hill Country Land Uses*. horizons.mw & Landcare Research, Palmerston North, 48 pp. (Available at <http://www.landcareresearch.co.nz/publications/books/visual-soil-assessment-field-guide/download-field-guide>, accessed 04 November 2020).
- Shepherd, G., Stagnari, F., Pisante, M., and Benites, J. (2008) *Visual Soil Assessment – Field Guide: Orchards*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 26 pp. (Available at <http://www.fao.org/docrep/010/i0007e/i0007e00.htm>, accessed 04 November 2020).
- Subedi, B.P., Pandey, S.S., Pandey, A., Rana, E.B., Bhattarai, S., Banskota, T.R., Charmakar, S., and Tamrakar, R. (2010) *Forest Carbon Stock Measurement: Guidelines for Measuring Carbon Stocks in Community-Managed Forests*. ANSAB, FECOFUN, and ICIMOD, Kathmandu/NORAD, Oslo. (Available at <https://lib.icimod.org/record/17151>, accessed 04 November 2020).
- Sutherland, W.J. (2000) *The Conservation Handbook – Research, Management and Policy*. Blackwell Science, Oxford, 296 pp.
- Sutherland, W.J., Newton, I., and Green, R.E. (2004) *Bird Ecology and Conservation – A Handbook of Techniques*. Oxford Biology, Oxford.
- Tyrrell, M.L., Ashton, M.S., Spalding, D., and Gentry, B. (2009) Synthesis and conclusions. In: Tyrrell, M.L., Ashton, M.S., Spalding, D., and Gentry, B. (eds) *Forests and Carbon: A Synthesis of Science, Management, and Policy for Carbon Sequestration in Forests*, pp. 507–518. Yale School of Forestry & Environmental Studies, New Haven, CT. (Available at <http://environment.research.yale.edu/publication-series/5947>, accessed 04 November 2020).
- Tyrväinen, L. (2014) Forests and recreational services. In: Thorsen, B.J., Mavsar, R., Tyväinen, L., Prokofieva, I., and Stenger, A. (eds) *The Provision of Forest Ecosystem Services, Vol. I Quantifying and Valuing Non-marketed Ecosystem Services*. European Forestry Institute, Joensuu.
- UNICEF (2010) Water Quality Assessment and Monitoring. *Technical Bulletin* No. 6. United Nations Children's Fund, New York, 4 pp. (Available at <http://home.iitk.ac.in/~anubha/Water.pdf>, accessed 04 November 2020).
- Verra (2016) *Methodology for Improved Forest Management through Reduced Impact Logging*. VCS Methodology VM0035. Version 1.0. The Nature Conservancy and TerraCarbon, Washington, DC, 28 pp. (Available via <http://verra.org/methodology/vm0035-methodology-for-improved-forest-management-through-reduced-impact-logging-v1-0/>, accessed 04 November 2020).
- Werner, F.A., and Gallo-Orsi, U. (2016) *Biodiversity Monitoring for Natural Resource Management – An Introductory Manual*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, Eschborn and Bonn. doi: 10.13140/RG.2.1.3141.8488/1
- WHO (nd-a) Drinking-water quality guidelines. World Health Organization, Geneva. http://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/guidelines/en/ (accessed 04 November 2020).
- WHO (nd-b) Recreational waters. World Health Organization, Geneva. http://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/recreational/en/ (accessed 04 November 2020).
- Wunder, S., and Thorsen, B.J. (2014) Quantifying water externalities from forests. In: Thorsen, B.J., Mavsar, R., Tyväinen, L., Prokofieva, I., and Stenger, A. (eds) *The Provision of Forest Ecosystem Services, Vol. I Quantifying and Valuing Non-marketed Ecosystem Services*. European Forestry Institute, Joensuu.

略語

DBH:	胸高直径
ESCD:	生態系サービス認証文書
FSC:	森林管理協議会
GIS:	地理情報システム
GPS:	全地球測位システム
Ha:	ヘクタール
HCS:	高炭素蓄積量
HCV:	高い保護価値
IFL:	原生林景観
IPCC:	気候変動に関する政府間パネル
NGO:	非政府組織
REDD+:	森林減少および森林劣化による排出の削減と、発展途上国における森林の保全、持続可能な管理、森林炭素蓄積量の強化の役割。

写真提供

Front cover:	Peter Ellis, TNC; Victor Fidelis Sentosa, WWF-Indonesia; Shambhu Charmakar/ANSAB, Storyteller-Labs	Page 18:	Storyteller-Labs
Page 3:	Storyteller-Labs; Milan Reška	Page 20:	Vlad Sokhin
Page 4:	Shambhu Charmakar/ANSAB; Storyteller-Labs	Page 21:	Shambhu Charmakar/ANSAB
Page 5:	Thi Que Anh Vu; Mateo Cariño Fraisse	Page 22:	Aidenvironment
Page 8:	Milan Reška	Page 23:	Ana Young; Peter Ellis, TNC
Page 10:	Allegra Newman	Page 25:	Peter Ellis, TNC
Page 11:	Storyteller-Labs	Page 29:	Thi Que Anh Vu
Page 13:	Allegra Newman	Page 38:	Ana Young
Page 16:	Storyteller-Labs	Page 43:	Milan Reška
Page 17:	Roosevelt Garcia	Page 46:	Thi Que Anh Vu
		Page 51:	Storyteller-Labs

Title:	Guidance for Demonstrating Ecosystem Services Impacts
タイトル	生態系サービスへの影響実証ガイダンス
Document reference code:	FSC-GUI-30-006 V1-1 EN
文書参照番号	
Approval body:	FSC Director Policy Operations
承認者	
Contact for comments:	FSC International Center Performance and Standards Unit
コメントの連絡先	Adenauerallee 134 53113 Bonn Germany
	 +49 (0)228 36766 0
	 +49 (0)228 36766 30
	 policy.standards@fsc.org

© 2021 Forest Stewardship Council AC. All rights reserved. FSC® F000100

No part of this work covered by the publisher's copyright may be reproduced or copied in any form or by any means (graphic, electronic or mechanical, including photocopying, recording, taping, or information retrieval systems) without the written permission of the publisher.

Printed copies are uncontrolled and for reference only. Please refer to the electronic copy on the FSC website (ic.fsc.org) to ensure you are referring to the latest version.



Forest Stewardship Council®

ic.fsc.org

FSC International Center GmbH
Adenauerallee 134 · 53113 Bonn · Germany



All Rights Reserved FSC® International 2021 FSC® F000100