

森林吸収量に係る算定方法の改善方向について (中間取りまとめ)

令和6年11月

森林吸収量の算定方法等に関する検討会

1. はじめに

気候変動問題は人類共通の喫緊の課題であり、我が国においては、地球温暖化対策計画（令和3年10月22日閣議決定）を策定し、2030年度における温室効果ガス（以下、「GHG」という）46%削減（2013年度排出量比）の目標を掲げて、各般の施策を展開している。

そのような中、パリ協定では、今世紀後半に人為的なGHGの排出量と吸収・除去量を均衡させる「実質ゼロ」を長期目標に掲げており、国際世論は各締約国に対して、より野心的な削減目標の設定を求めている状況にある。次期削減目標に関しては、気候変動枠組条約締約国会議の決定において、令和7（2025）年頃までに、国が決定する貢献（以下、「NDC」という）を国連に提出することを求めている。

これに伴い、地球温暖化対策計画の改定が見込まれており、森林・林業分野においては「森林吸収源対策」を引き続き推進する方針とされている。これに加え、森林資源に係るデータ蓄積の進展を受けて、我が国の森林の二酸化炭素吸収能力が従来報告されていたより高いことを示唆する研究も為されている。これらを踏まえ、森林吸収量の算定方法についても、最新のデータ蓄積から得られる知見を活用し、炭素動態の実態をより正確に把握できるものへと改善するべく検討することとした。

具体的には、林野庁において、令和6（2024）年9月に、科学的な知見を有する専門家等からなる検討会（別紙）を設置して議論を重ねてきたところであり、ここに、森林吸収量に係る算定方法の改善方向に関する「中間取りまとめ」を行う。

2. 森林吸収源について

森林吸収源に関しては、平成4（1992）年に採択された気候変動枠組条約において、GHGの吸収源及び貯蔵庫としての森林の役割、その保全・強化の重要性を謳っており、京都議定書第1約束期間において、削減約束の達成に活用できることが認められた。その算定ルールについては、平成13（2001）年のマラケシュ合意において定まった。

我が国においては、このルールに基づき1990年を基準年として、それ以降に「新規植林・再植林が行われた森林」（京都議定書3条3項）及び「適正な森林経営が行われた森林」（3条4項）*を算入対象森林とし、森林吸収量を計上しており、平成27（2015）年に採択されたパリ協定下においても、このアプローチを継続して利用していく方針としている。

- * FM 林と通称されており、その定義は各国の考え方に委ねられている。具体的には、森林管理の現状等を踏まえて各国が具体的に規定し、国際気候変動枠組条約事務局に報告して国際審査を受ける。我が国は、適切な整備が行われている育成林及び保安林の指定など保護・保全措置が講じられている天然生林としている。

3. これまでの算定方法等について

(1) 算定・計上に係るルール

森林吸収量の算定については、6つの炭素プール（地上部バイオマス、地下部バイオマス、土壌、リター、枯死木、伐採木材製品）を対象とし、それぞれの炭素ストック量の変化を合計する「ストック・チェンジ法」（炭素蓄積差法）をベースとしている。なお、IPCC ガイドラインにおいては、これ以外の方法として、光合成によるインフロー（炭素固定量）と、伐採や枯死、火災等によるアウトフローの増減をそれぞれに分けて計算して合算する「ゲイン・ロス法」を示しているが、一般的にストック・チェンジ法の方が、より信頼性の高い推定が可能であるとされている。

また、森林吸収量の計上方法は、各国ごとに「基準値」である「参照レベル」を定め、この値と各年の算入対象森林の吸収量との差を計上する方式がとられている。

(2) 具体的な算定方法

ストック・チェンジ法は、異なる時点間の炭素蓄積の増減分を計測することにより、その期間中に、森林が吸収・排出した CO₂ の量を推定する方法である。生体バイオマス（地上部バイオマス及び地下部バイオマス）を例にとれば、以下の方法により求められる。

- 炭素蓄積量 = [幹材積^{*1} × 拡大係数^{*2} × (1 + (R/S 比^{*3}))] × 容積密度^{*4} × 炭素含有率^{*5}
- 全森林吸収量 (生体バイオマス) = (N 年期末の炭素蓄積量 - N 年期首の炭素蓄積量) × 44 / 12
- 算入対象森林に係る吸収量は、全森林吸収量に FM 率^{*6} を乗じて算出

* 1 幹材積：樹種ごと・地域別に標準的な成長モデルを適用して算出

* 2 拡大係数：幹バイオマスに対する地上部バイオマス（幹・枝・葉）の比率

* 3 R/S 比：地上部バイオマスに対する地下部バイオマスの比率

* 4 容積密度（材の比重）：材の絶乾重量を生材の体積で除したもの

* 5 炭素含有率：樹木の絶乾重量に占める炭素の比率

* 6 FM 率：全森林に対する FM 林の割合

このほか、土壌、枯死木、リター（以下、「土壌3プール」という）については、都道府県別、林種別、樹種別、林齢別の森林面積に、土壌有機物分解モデル（CENTURY-jfos モデル）により求められた係数を乗じて、土壌吸排出量を算定している。

（3）我が国と諸外国の比較

森林吸収量の算定方法については、パリ協定、IPCC ガイドラインに基づき、各国が具体的な方法を定め、国際審査を通じてその妥当性が検証されることとなる。我が国は、ストック・チェンジ法を算定方法として採用し、京都議定書の第1約束期間（2008 年～2012 年）から現在まで一貫して適用している。

森林吸収量の算定に当たっては、地上部バイオマスの炭素プールにおける蓄積（幹材積合計）の変化量が主な要素となるが、これを算定する方法として、IPCC ガイドラインでは、標本調査により実測した直径や樹高等の計測結果から直接推計する方法と、蓄積の成長モデルから間接的に推計する方法が認められている。

我が国においては、京都議定書が採択された平成9（1997）年当時、諸外国のように、①標本調査により樹高等を実測する全国レベルの調査（National Forest Inventory、以下、「NFI」という）を行っておらず、そのデータ整備に長期間を要することが見込まれた。一方、②諸外国には類を見ない森林簿が都道府県ごとに備えつけられ、③研究成果による成長モデルが全国をカバーする形で整備されていた。このような状況を踏まえ、我が国は、吸収量の基礎となる森林蓄積の推定に関しては、IPCC ガイドラインが示す方法のうち後者、すなわち、樹種ごと・地域別の成長モデルを森林簿情報に適用する方法を採用した。なお、成長モデルに関しては、人工林の齢級構成の変化に伴い、高齢級人工林のデータが把握できるようになってきたため、これまでに、成長曲線の見直しを2回行い、成長モデルの改良等にも取り組んでいる。

森林簿情報及び成長モデルは、基本的に林業生産への活用を目的として植栽木の標準的な成長曲線を示すなどしたものであり、下層木を含む森林内に自然に侵入した樹木等の蓄積を反映できない等のデメリットはあったものの、当時のデータ整備の水準や知見等から見て、更には、保守的に森林吸収量を算定するという観点からも、最適なものであったと評価できる。

諸外国における算定方法についても、各国の状況を反映して一律ではない。例えば、

オーストリア、フィンランド等では、総吸収量と総排出量を推計するゲイン・ロス法を採用し、NFI 測定値や成長モデル、伐採統計による蓄積減少量の補正を行うなどして、森林蓄積を推定している。ニュージーランドではストック・チェンジ法を採用し、NFI 測定値からアロメトリック（相対成長）式と成長モデルの複合方法によりバイオマス量を推定している。

一方で、算定の基礎となる森林資源に係るデータについては、標本調査により直接計測した NFI によるものを使用することが、実質的な国際的な標準となっている。NFI の調査項目や分析方法は、野外調査と衛星データとを組み合わせた分析や、葉量分布や葉面積比の調査を行うなど、各国により差異はあるが、定点観測による国家規模での森林継続調査法は、ヨーロッパ、北欧諸国、アメリカ合衆国など先進国のほとんどが採用している。我が国においても、NFI データの整備状況を踏まえつつ、森林吸収量の算定に対応していくことが望ましい。

4. 森林資源に係るデータの整備状況について

我が国においては、京都議定書の採択、森林経営の持続可能性を客観的に把握し評価するモントリオール・プロセスの取組等を踏まえ、平成 11（1999）年から、国際的な枠組みに対応できる NFI を行ってきた。

この NFI は「森林生態系多様性基礎調査*」として実施されており、令和 5（2023）年度までの 5 期（25 年間）にわたる調査により、森林資源に係る時系列データの蓄積がようやく充実するに至った。また、コントロール調査による精度検証と再計測といった品質管理・品質保証（QA/QC）活動を徹底することで計測結果をデータとして活用するための統計的信頼性が向上し、調査期間ごとの 2 時点間データの直接比較により森林吸収量の算定を行うことも可能となった。さらには、当該データについては、第 4 期調査結果の公表にあわせ、詳細なデータセットを公表しており、その活用に向けた条件整備も進んだ。国内でもこれを活用して森林の二酸化炭素吸収能力を従来よりも高く評価する研究も為されているなど、NFI による森林資源データを活用できる環境がようやく整ってきた。

一方、これまで森林吸収量の算定に適用してきた成長モデルを活用する場合は、今後も進行する人工林の高齢化に伴い、成長モデルの再調整を繰り返す必要があるなど、算定の非効率化と連続性の確保を難しくさせることも見通される。

このことから、森林吸収量、特に地上部バイオマスに係る算定については、諸外国で採

用され、国際的な標準となっている NFI データを使用するアプローチへ切り替えることが適切であると考えられる。

- * 国土全域に 4km 間隔の格子点を想定し、その格子点を調査地点（森林は約 1.5 万点）とする標本調査であり、5 年間で全国を一巡するサイクルで実施されている。調査は、全国レベルでの蓄積推定の誤差を 3% 以下（信頼度 95%）となるように調査点を設定している。本調査では、森林の状態とその変化の動向を全国統一した手法に基づき把握しており、胸高直径 1cm 以上の立木を対象としている。

5. 算定方法の改善方向について

以上の状況を踏まえ、林業生産を主な目的として整備された森林簿情報及び成長モデルを適用した森林蓄積の推計等により吸収量を算定する従来の方法については、炭素動態の実態をよりの確に反映できるよう、国際的な標準に合わせ、標本調査による実測結果である NFI データを直接活用する方法へと見直すことが適当である。その基本的な枠組みについては、以下の方法によることが考えられる。

- 幹材積から炭素蓄積量へ変換する計算過程については、従来と同じ方法とするが、幹材積については、NFI データを基に算出した結果を利用する。
- 調査期毎の 2 時点間の幹材積の増加量の算定に当たっては、平均 + 2 σ (σ : 標準偏差) を超えるデータについては測定ミスの可能性があるため棄却するなど、統計的な信頼性確保及び算定結果の保守性の担保に留意することが重要である。
- 幹材積については、生体バイオマスの正確な炭素収支動態を把握する観点から、調査プロット内に生育する全ての生立木を対象とする。
- 枯死木については、NFI により幹材積が把握されているが、その炭素蓄積変化量は土壌 3 プールの算定において計上されることから、地上部バイオマスとしては計上しない。
- 全森林の蓄積（幹材積合計）については、気候帯別・林種別に調査プロットのデータを拡大することにより推計を行う。
- 算入対象森林については、「適正な森林経営が行われた森林」が対象となることを踏まえ、森林管理の継続性等を勘案し、以下の判定基準に合致する森林とする。
 - ① 保安林等の法指定区域に加え、森林法に基づく森林経営計画、地域における生物の多様性の増進のための活動の促進等に関する法律に基づく増進活動実施計画の認定を受けた区域等、法的な枠組みにより持続的な経営管理が確保された森林

- ② NFIにより得られる、直近の施業履歴、樹木の生育状況等から判断して、継続的な森林管理等が行われ健全性が確保されていると認められる森林

これにより、従来の方法では不確実性のあった多様な樹種・樹齢からなる森林の蓄積の推計が精緻化されることから、森林内の炭素動態をよりの確に反映した森林吸収量の算定方法に改善できる。さらには、このことが森林内の炭素蓄積を増加させる森林の管理手法の導入へのインセンティブとなり、森林吸収量を増加させる好循環を生み出すほか、多様な樹種の育成により生物多様性保全等の炭素以外の付加価値の創出につながることも期待される。なお、森林簿情報に基づき集計した森林蓄積（幹材積合計）は、令和3（2021）年度末において約55億 m^3 であったのに対して、第5期（2019～2023年）のNFIにおいては約90億 m^3 （暫定値）*となっている。

新たな算定方法については、2025年度分の森林吸収量の実績算定から適用可能となるよう詳細な検討を進めることとする。NFIが5年間で全国を一巡するサイクルで実施されていることを踏まえ、毎年度の実績算定に当たっては、最新のNFIデータを基に実績値を仮算定し（外挿）、各期のNFIデータの精査が完了した時点において、改めて過去5年間の実績値を算定して確定する（内挿）ことが適当と考えられる。

NDCで掲げる森林吸収量目標の達成に向けた進捗は、国家GHGインベントリにおける森林吸収量の算定報告によって評価していくこととなる。また、NDCの改定サイクルに合わせて将来の森林吸収量目標を設定する場合には、最新の森林吸収量の算定方法と整合したものとする必要がある。その際、将来の森林吸収量は、自然の遷移に加え、森林の伐採量や造林量等による林齢構成の変化によって影響を受けることから、森林・林業基本計画等を踏まえた推計を行うことが適当と考えられる。

*植栽木以外の自然に侵入した樹木の蓄積も含む。

6. 関連事項

生体バイオマスや土壌3プールといった森林吸収量の算定については、今後とも、その精度向上にむけた取組を行っていくことが重要である。一方、森林の高齢化に伴い、森林吸収量そのものは引き続き減少トレンドで推移すると見込まれる状況にある。

このため、森林の吸収量のみに着目するのではなく、木材製品の利用を通じた長期的な炭素貯蔵効果、エネルギー多消費型資材や化石燃料の代替によるCO₂排出削減効果等も含め、森林・林業分野が果たしている役割を適切に評価していくことも重要である。

(別紙)

森林吸収量の算定方法等に関する検討会 委員

天野 正博 早稲田大学 人間科学学術院 名誉教授

丹下 健 東京大学 名誉教授

松本 光朗 近畿大学農学部 環境管理学科 森林資源学研究室 教授

中尾 勝洋 森林研究・整備機構 森林総合研究所 関西支所
森林生態研究グループ 主任研究員

溝上 展也 九州大学 農学研究院 環境農学部門 教授

古澤 仁美 森林研究・整備機構 森林総合研究所 立地環境研究領域長

佐藤 淳 三菱UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社
政策研究事業本部 地球環境部 主任研究員