

# 森林部門における吸収源機能のポテンシャルを探る

森林総合研究所

石塚 森吉

## 1. 森林をめぐる CO<sub>2</sub>、炭素の流れ

森林は、葉から大気中の CO<sub>2</sub> を吸収し、光合成で炭水化物（セルロース等）をつくり、主に林木に蓄積する。林木はリター（落葉、落枝、枯根）や倒木など粗大有機物を生産し、これらの有機物はやがて土壌有機炭素として蓄積する。その一方で、葉・枝・幹・根など植物体の呼吸、リター・粗大有機物・土壌有機物の分解、さらに火災や燃焼などを通して、大気に CO<sub>2</sub> を放出している（図 1）。この放出される CO<sub>2</sub> の起源は大気中の CO<sub>2</sub> である。

一方、生物生産の概念では、光合成で吸収した CO<sub>2</sub> 量は総光合成生産量（GPP）、それから植物体の呼吸を差し引いたものを純生産量（NPP）、さらにリター・粗大有機物・土壌有機物の分解呼吸を引いたものを純生態系生産量（NEP）、さらに視野を景観レベルに広げて山火事や伐採等による放出量を引いたものを純生物圏生産量（NBP）と呼んでいる。純生態系生産量（NEP）は、森林生態系（土壌を含めた林分）の CO<sub>2</sub> 収支である。炭素固定量は空間スケールが大きくなるほど減少し、地球規模では、純生物圏生産量（NBP）は純生態系生産量（NEP）の約 10%、総光合成生産量（GPP）の約 1% 程度でしかない（図 2）。

国家レベルの吸収量の算定においても、個々の林分の吸収量（NEP）の総和から、伐採や山火事による放出量を差し引いたもの（NBP）になる。

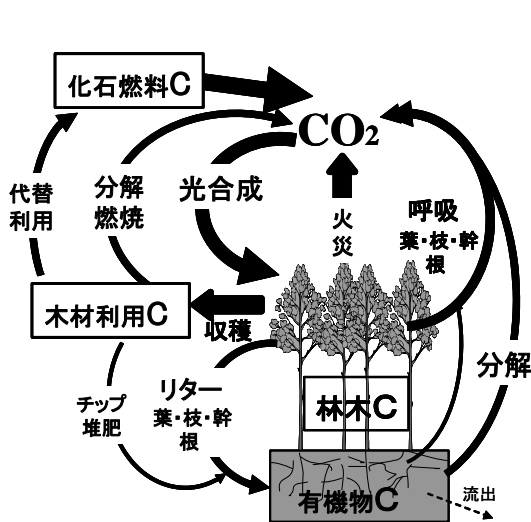


図 1. 森林生態系と CO<sub>2</sub>、炭素の流れ  
(石塚、2004)

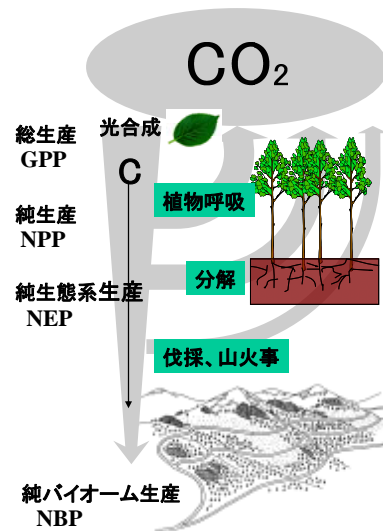


図 2. 森林のスケールと炭素固定量  
(石塚、2006)

## 2. 京都議定書（第1約束期間）における森林のCO<sub>2</sub>吸収量

京都議定書第1約束期間(2008～12年)においては、わが国の温室効果ガス削減目標6%に対して3.8%(1,300万炭素トンに相当)まで、森林による吸収量を加えることが認められている。

京都議定書で吸収量として算入の対象となる森林は、1990年以降に行われた新規植林・再植林(3条3項)及び適正な森林経営が行われた森林(3条4項)に限定されている。ところが、わが国では3条3項に該当する植林が殆どないことから、間伐などの適正な森林経営が行われた森林を抽出することが課題であった。さらに、2001年のマラケシュ合意において、樹木の炭素量とともに土壌、落葉、枯死木の炭素量まで報告することが義務づけられた。そこで、森林総合研究所では、政府の委託を受けて京都議定書のルールに対応したわが国の森林の吸収量の算定方法と、算定のための国家森林資源データベース(図3)の開発をおこなってきた(松本ら、2007)。この成果をもとに、2007年5月に政府は初めて京都議定書に対応した森林吸収量(2005年度)を気候変動枠組条約事務局に報告している。なお、京都議定書に対応した森林の吸収量の算定方法は、森林総合研究所のホームページで解説されている(<http://www.ffpri.affrc.go.jp/research/ryoiki/new/22climate/new22-2.html>)。

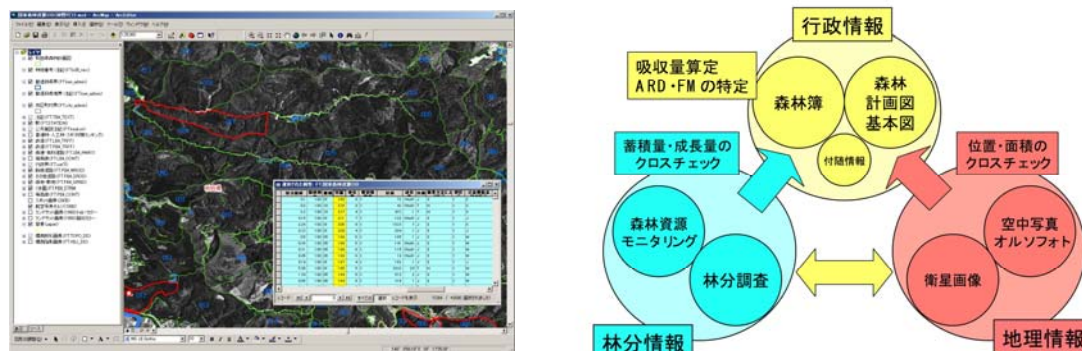


図3 国家森林資源データベースの画面(左)と森林吸収量算定・報告の構造(右)  
(松本ら、2007)

## 3. 日本の森林による吸収量の現状

2007年5月の報告によれば、京都議定書による2005年の日本の森林による吸収量は967万炭素トンの吸収であった(日本国政府、2007)。つまり、日本が獲得した森林経営活動による吸収量の利用の上限(1,300万炭素トン)に対し、2005年度現在ではその74%にとどまっていることになる。この結果をふまえて、上限値まで吸収量を獲得するため、林野庁は追加的な間伐推進策を進めているところである。なお、京都議定書の対象外の森林も含めた2005年の日本の森林のCO<sub>2</sub>吸収量は2,389万炭素トンであり、総排出量に対して6.4%にあたる。

このように、わが国の森林は、戦後に造林された人工林の高い成長量により、現在、大きな吸収源となっている。この吸収状態は、齢級構成の変化とともにしだいに低下するものの、しばらくは継続するだろう。現在、人工林率は40%を越えており、これ以上の人工林化が社会的に認められるとは考えにくい。したがって、この吸収状態を長期的に維持す

ることが現実的である。

#### 4. 森林部門による温暖化の緩和策とは

京都議定書第1約束期間の枠組みでの森林のCO<sub>2</sub>吸収量は、1990年以降に実施された新規植林・再植林活動や森林経営活動といった条件に合致した森林についてのみカウントすることや、伐採量＝排出量とするなど、かなり限定して見積もる方法がとられている。これは、国際交渉で初めて合意されたルールなのでやむを得ないが、IPCCなどの科学的な議論の場では、森林・林業・木材利用（森林部門）に関連した温暖化の緩和策（CO<sub>2</sub>の削減方策）として、以下の方策を取り上げている（IPCC、2007）。

- ① 森林面積の維持・増加
- ② 林分レベルでの森林蓄積の維持・増加
- ③ 景観レベルでの森林蓄積の維持・増加
- ④ 木材製品の活用（木材製品の炭素蓄積の増加、高エネ材料や化石燃料の代替利用）

#### 5. わが国の森林部門における緩和策

既に人工林率40%を越え造林による森林面積の拡大が見込めないわが国では、森林や木材製品（住宅・家具等）による炭素の蓄積の維持・増加が有効な緩和策である（IPCC、2007）。

木材供給を維持しながら、森林の炭素蓄積を維持あるいは増加するためには、森林経営（施業）の面からは、長伐期多間伐施業が適しているが（図4）、長伐期化にともなう自然リスク（風害、山火事、病虫害）の回避技術、コスト面では排出量が少なく生産性の高い伐出システムの開発が課題になっている。

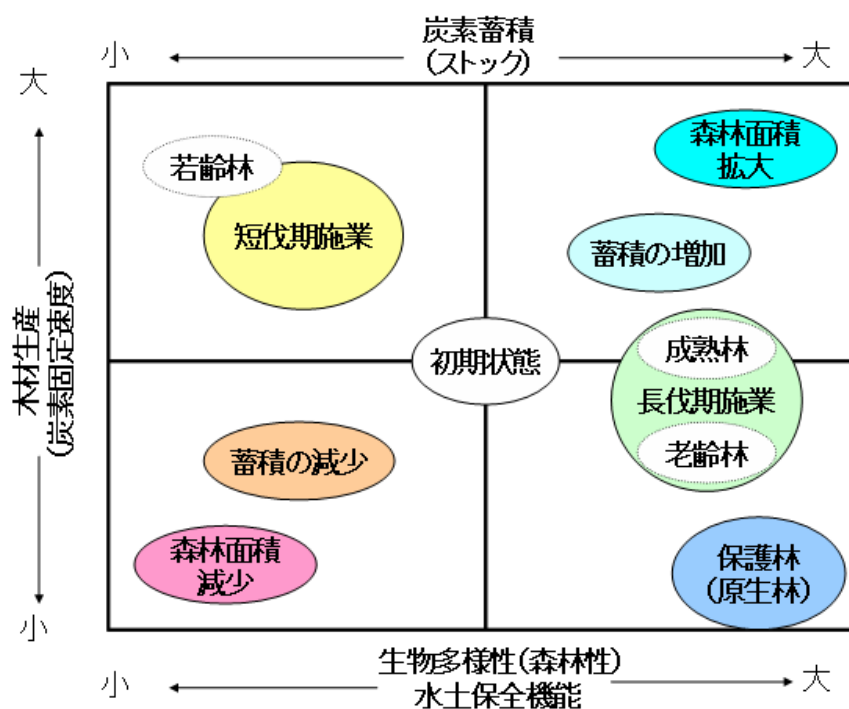


図4 景観レベルの森林管理（経営）と炭素蓄積および森林の諸機能の関係

なお、林分レベルの炭素固定速度（成長速度）だけをみると、スギ・ヒノキの人工林では一般に林齢 15～20 年頃にピークがあるので、短伐期施業の方が吸収量は高いが、森林の炭素蓄積量が低くなるので、巨大な炭素プールとしての林地を無駄に利用していることになる（図 4）。また、森林は吸収機能や木材生産機能だけでなく、生物多様性の保全、水土保持機能といった重要な機能（短伐期施業では十分に発揮できない）を併せ持つので、景観レベルでそれらとの調和を図りつつ、温暖化の緩和への貢献を実現していくことが重要である。

木材製品の活用による排出削減の方策には、木材製品の耐久年数の向上、建築・家具等への木材利用率の増加、エネルギー利用（化石燃料の代替利用）等がある。そのポテンシャルを外崎（2005）は、木材の増加により 200 万炭素トン/年、建築物の木造率を現状の 35%から 70%に上げることににより 200 万トン/年、現状の木質系残廃材をエネルギー利用することにより 200 万炭素トン/年、計 600 万炭素トン/年と推定している。これは現在の日本の森林の炭素吸収量の 25%に相当する。

## 6. 森林・林業・木材利用を通じた全炭素のモデル化

以上のような木材利用の促進には、木材供給体制の確保が前提条件である。森林部門における緩和策の展開には、森林・木材製品の炭素蓄積と社会のニーズに即した木材供給のバランスを取る必要がある。そのためには、森林・林業・木材利用を通じた全炭素量の変化を計測・算定する手法（全炭素算定：フルカーボンアカウンティング）をわが国で戦略的に開発する必要がある。

現在、農林水産省の研究プロジェクト「地球温暖化が農林水産業におよぼす影響の評価と高度対策技術の開発」の中で、森林総合研究所は日本のフルカーボンアカウンティング・モデルの開発に取り組んでおり、最終的には、そのモデルに気候変動シナリオを組み込んで温暖化の影響評価も行うことを目標にしている（図 5）。

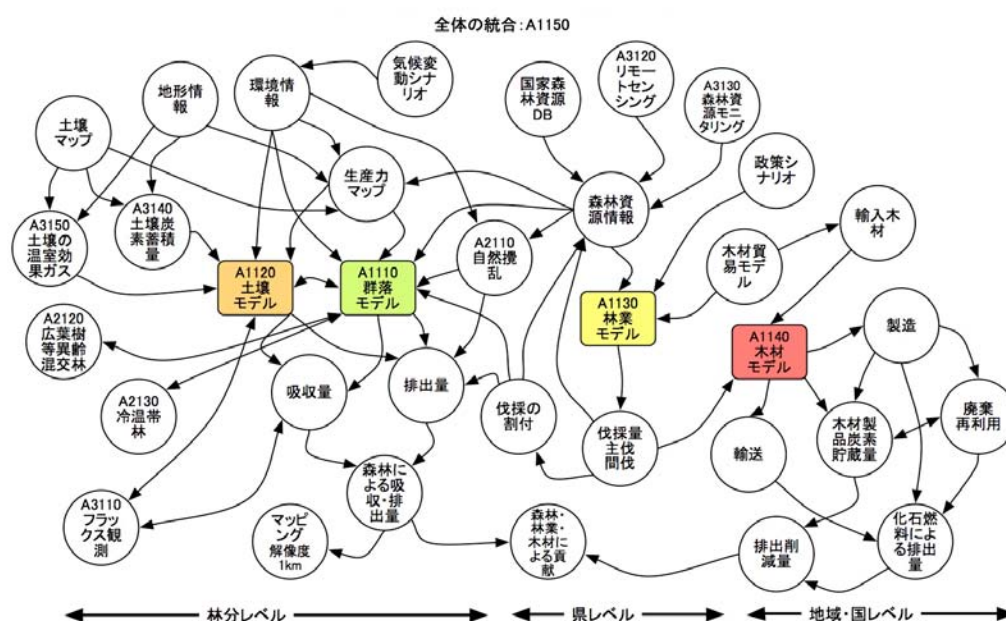
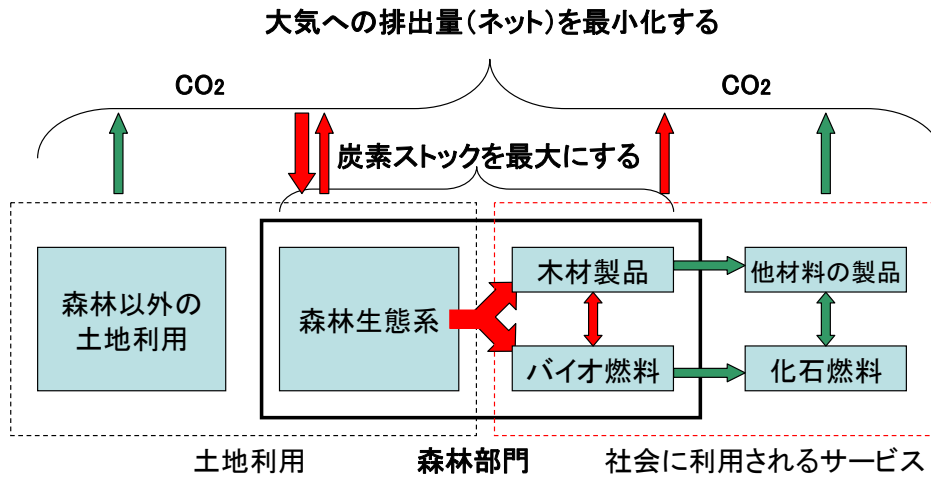


図 5 森林系炭素循環モデルの全体構造

## 森林部門の緩和策:何を最適化するのか？



Nabuus et al.2007, IPCC第4次報告より(一部改変)

図6 森林部門の緩和策における炭素の流れ

森林は大気から炭素を削減する（シンク）重要な炭素プールである。その一方で、社会の要求に即し木材、木質繊維、エネルギー等を供給することが可能である（図6）。森林の炭素蓄積の維持・増加を目指す一方で、保続的な木材、繊維、エネルギーを森林から生産する持続可能な森林管理は、最も持続的な緩和効果を生み出すことができる（Nabuus et al. 2007, IPCC 第4次報告）。さらに、森林部門の緩和策を真に有効にするためには、排出量を可能な限り小さくし、森林部門における炭素ストックを最大にするような、森林計画、森林経営（施業）、木材利用のシナリオを作成する必要があるだろう（図6）。

### 7. 途上国における森林減少の削減

以上、わが国を中心に森林部門の緩和策のあり方を考えてきたが、一方で国外に目を向けると、地球温暖化の緩和ポテンシャルの約65%は熱帯にあり、約50%は森林減少による排出を削減すれば達成可能といわれている（IPCC, 2007）。途上国の森林減少等からの排出は全排出量の約20%に達しており、これはわが国の排出量の約5倍、米国の排出量に匹敵する。しかし、京都議定書は、熱帯を含む途上国の森林減少を止める仕組みを持っていない。そのため、2012年以降の次期枠組みに向け、この問題をREDD（途上国における森林減少による排出の削減）と呼び、国際的な議論が行われてきた。

昨年、インドネシア・バリで開かれたCOP13において、REDDに関する合意がなされた。その主な内容は、途上国の森林減少と森林劣化を対象として、途上国が森林減少を回避・削減できれば、その量に応じてインセンティブ（報奨）をクレジットや資金などの形で得られるという仕組みを作るというものである。

途上国からはREDDの仕組みは歓迎されているが、排出削減量の推定に係わる技術的問題や、インセンティブの与え方、各国のガバナンスの問題など実行上の問題がまだ山積みの状態である。REDDへの参加は途上国の任意であるが、実施にあたっては、衛星リモセ

ンを活用した森林減少、森林劣化等森林資源動態の把握等の技術的側面や、人材育成などについて支援が必要とされている。わが国も先覚国の対応に遅れを取ることのないよう、REDD の今後の進展への貢献が期待されている（赤池，2008）。

#### 引用文献

IPCC (2007) Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC.

赤池聡之（2008）気候変動枠組み条約第 13 回締約国会議等の結果及び森林関連の議論について、森林科学、No.52、28-32.

石塚森吉（2004）森林の地球環境保全機能—地球温暖化の緩和と気候の安定にかかわる森林の機能—、農林水産研究ジャーナル、27：17～22

石塚森吉（2006）森林の二酸化炭素収支に関わる研究の現状と課題、山林、1460：70-77

日本国政府（2007）京都議定書 3 条 3 及び 4 の下での LULUCF 活動の補足情報に関する報告書、46pp. 温室効果ガスインベントリオフィス（2007）日本国温室効果ガスインベントリ報告書、地球環境センター・国立環境研究所.

外崎真理雄（2005）木材の利用と CO<sub>2</sub> 削減効果、森林技術、No.754、16\_21.

松本光朗ほか（2007）京都議定書報告のための国家森林資源データベースの開発、森林資源管理と数理モデル 6：141-163.

松本光朗（2008）地球温暖化と森林、森林科学 No.52、4-8.