

H-064 気候変動に対処するための国際合意構築に関する研究

(4) 気候変動対処を目的とした国際レジームの構成要素となる諸制度の実施および今後の進展 (What) に関する研究：森林吸収源

早稲田大学人間科学学術院

人間環境科学科

<研究協力者>

早稲田大学人間科学学術院

林野庁 森林整備部研究・保全課

天野正博

日下部朝子

梅宮知佐

赤木利行

塚田直子

平成18～20年度合計予算額 5,315千円

(うち、平成20年度予算額 1,803千円)

※上記の合計予算額には、間接経費1,227千円を含む。

[要旨]

気候変動枠組み条約、京都議定書では森林を吸収源として扱う際にも、持続的管理という概念が提示されていた。しかし、マラケシュ合意になると、吸収源以外の機能に対する配慮が欠けている。当研究ではこうしたゆがみを是正するため、吸収源としての森林の取り扱い方法について分析・提案した。18年度は概念を提示することができた。19年度はより具体的な方法について提示するため、森林の各機能を統合的に維持しようという国際的な枠組みの動きを分析、その動きとUNFCCCにおける森林の吸収源としての位置づけの関係を検討、ITTOの設置、持続可能な森林管理を具体化する基準と指標を議論するUNFFが、持続的な森林管理を求める国際的な法的枠組みを確立するための機能を十分に果たし得ないことを明らかにした。また、途上国の森林の扱いについては、次期枠組みに組み入れる方策については、COP13より本格的に議論されだした、“森林減少・森林劣化による温室効果ガス排出量の削減 (REDD)” および新規植林・再植林CDM (A/R CDM) を中心に検討をした。途上国での展開が期待されていたA/R CDMが殆ど機能していないこと、その結果として途上国の中でCDMを享受できる国とそうでない国に二極化している問題点を指摘した。さらに、REDDの活用においても一部の国に利益が偏る可能性を明らかにした。併せてREDDを京都メカニズムのツールとして活用するのは、森林に係わって生活している多くの住民への十分な配慮が必要であることも示した。最終年度は、吸収源の算定方法について提案されている様々なオプションを比較検討し、我が国の森林に実際に各算定オプションを適用することにより、我が国の森林の吸収量を明らかにした。この成果を用いて中期目標検討委員会に我が国の森林吸収量の予測値を報告した。

[キーワード] 森林、二酸化炭素、京都議定書、第二約束期間、持続的森林管理

1. はじめに

人類は1850年から1998年までに約2700億tの炭素を化石燃料の使用やセメント生産を通して大気中に放出してきた。また、森林減少を主とした土地利用変化によっても1360億tの炭素が放出されてきた。最近のFAOの統計によれば毎年1250万ha前後の森林が減少しており¹⁾、土地利用変化による炭素の放出は依然として多い。一方で、陸域には毎年23億tの炭素が吸収され、陸域生態系にはバイオマス中に4660億t、土壌中に2兆tの炭素が貯蔵されている。温帯林、北方林は5000年前から地中海、中国で減少し始め、19世紀には北米で多くの森林が減少したが、20世紀半ば以降、森林面積は増加に転じ、近年は米国で年間1.7億t、西ヨーロッパでは1.1億tの炭素を吸収している。FAOによれば先進国の森林全体では8.8億tの炭素を吸収している¹⁾。こうしたことから、米国やオセアニア諸国の強い主張で温室効果ガスを吸収したり貯蔵する機能がある森林、草地、農耕地土壌などの吸収量を、削減目標の一部として京都議定書でカウントすることになった。

しかし、森林は様々な環境機能、経済機能を持つにもかかわらず、京都議定書以降は二酸化炭素(CO₂)吸収機能に過度に関心を持たれてきたため、森林資源の取り扱いにおいて歪みが生じてきている。そこで、本サブ課題では18、19年度にこうした歪みが生じたことによる弊害と、それを是正するための京都議定書以外の国際的枠組みについて議論した。

こうした森林の取り扱いについての問題点とは別に、次期約束期間についての議論がCOP15に向けて盛んに行われており、森林分野においても議論のベースとなる提案が整理されてきている。そこで、19、20年度においては森林の望ましい取り扱いを念頭に置きつつ、第二約束期間以降の森林の取り扱いについて、森林分野で国際交渉において議論されていることを分析し、我が国としてどのような戦略を立てるべきかを示した。

2. 研究目的

京都議定書の中に森林を吸収源として取り込むことが決まったのは、COP3の閉会間際であった。このため、条文についての解釈が国毎に異なりコンセンサスを得ていなかったこと、その解釈の違いが、場合によっては特定の国に大量の炭素クレジットを供する結果になるおそれがあることから、運用方法を定めるにあたって多くの議論がなされた。しかし、欧州、アンブレラグループ、途上国という3者の間での対立が厳しく、ハーグで開催されたCOP6においても各グループ間での歩み寄りは見られなかった。それが、一転してCOP6再会合において第一約束期間にのみ適用するという暫定案でボン合意妥結に至った。森林を吸収源として扱うことを定めている3条3項、4項のうち4項については、第二約束期間に適用する運用方法を新たに決める必要がある。これは6条の共同実施にも影響を与える。さらに、12条の吸収源CDMに関して第一約束期間間では新規植林、再植林についてのみ取り上げ、森林減少や国内森林の3条4項に相当する森林管理をCDMで扱うかどうかは未定である。このサブ課題では、第二約束期間に向けて議論が始まっている吸収源について、第二約束期間に日本が提案するのが望ましい方策のうち、以下の項目について分析をする。

- (1)持続可能な森林管理という観点から、森林のCO₂吸収機能を考える。
- (2)UNFCCCのみならず他の国際的な枠組みの中で森林のCO₂吸収機能を考える。
- (3)中期目標を念頭に置いて森林のCO₂吸収機能を考える。

3. 研究方法

平成18年度は京都議定書を担当しているわが国の行政官、豪州、ニュージーランド、ドイツ、英国、ブラジル等の国々からCOPに参加している担当者、米国のシンクタンクの吸収源の専門家等から聞き取り調査を行うとともに、吸収源に関する非公式会合に出席し各国の発表内容について調べた。加えて、様々な国際会議における合意文書から、森林に関する検討事項を取り出し、それぞれのスタンスを調べた。また、森林の持つ様々な機能の計量化に関わる情報の収集も行った。これらの調査を下に、わが国の行政担当者と協力して、第二約束期間でとるべき日本の方針について検討した。

平成19年度は森林のもつ複数の機能を統合的に維持しようという国際的な枠組みの動きを分析、その動きとUNFCCCにおける森林の吸収源としての位置づけの関係を検討した。また、途上国の森林を次期枠組みに組み入れる方策については、COP13より本格的に議論されだした、“森林減少・森林劣化による温室効果ガス排出量の削減（REDD）”および新規植林・再植林CDM（A/R CDM）を中心に検討をした。

平成20年度は次期約束期間に向けて各国の様々な機関から提案されている吸収源のアカウンティング方法を分析し、我が国の吸収量にどのような影響を与えるかを明らかにした。また、我が国の中期目標における吸収源の評価にも援用できるよう、幅広く検討することにした。

4. 結果・考察

（1）気候変動枠組み条約と他の国際的取り組み

1) 気候変動枠組み条約（UNFCCC）及び関連する国際会議における取り決めの中での「持続的な開発」概念の取り扱い

これまでのUNFCCCや他の国際会議における各取り決めにおいて、「持続可能な森林管理」の概念がどのように取り扱われているのかレビューし、UNFCCC(1992)や京都議定書(1997)には「持続可能な森林管理」への言及があるものの、マラケシュ合意(2001)ではそうした記述はなく、森林をCO₂の吸収源としてのみ扱おうという姿勢が見られる。一方、G8 in Gleneagles (2005)やWSSD, Plan of Implementation (2002)では「持続可能な森林管理」を強く打ち出しており、温暖化交渉グループとその外側で森林の扱いを議論しているグループでは、森林の扱いにギャップが生じていることが明らかになった。国連森林フォーラムUNFF5 (2005)は1992年のUNCEDで森林の法的規制のある枠組み(例；森林条約)に向けた合意ができなかったことから、国連の持続可能な開発委員会（CSD）の指示により、森林分野で1995年以降に継続して、森林分野の行政担当者が集まり、森林の取り扱いについて国際的な法的枠組みの樹立を試みている。現在はUNFFという組織で、持続可能な森林管理を実現するため、国レベルでの基準と指標に基づいた森林計画の確立を目指した議論を進めている。しかし、UNFCCCとUNFFには連携の動きはなく、UNFCCCの交渉の中では森林を持続可能な形で管理しようという認識は薄れてしまっている。

因みに、ここにあげた幾つかの国際会議での森林についての取り組みを調べてみると、京都議定書の締結までは森林の持続的な管理に配慮しながら、森林のCO₂吸収量を取り扱おうとする姿勢が温暖化分野においても見られた。しかし、マラケシュ合意あたりから他の国際会議の森林に対する取り組み姿勢とUNFCCCで議論される内容がかなり異なってくる。これは、京都議定書において吸収源の適用をできるだけ厳しくしようと主張するグループと、吸収源をできるだけ活用しようというグループ間での対立が深まり、持続的な森林管理という視点に立って地球温暖化対策に森林を有効に使おうという理念が薄ま

ってしまい、対立する2つの国々が如何に有利な運用規定を定めるかという、技術論的かつ矮小な交渉に陥ったためであろう。

2) 持続的な森林管理の概念に基づく吸収源としての森林の取り扱い

ここでは森林のCO₂吸収機能と生物多様性保全の機能を取り上げ、以下の3つのケースを用いて、森林の持つ様々な機能の調和を図りつつ、吸収源としての機能を発揮するような森林管理方式について議論する。なお、議論を簡素化するため大気中の炭素の吸収機能と生物多様性保全機能の2つを取り上げて論ずる。

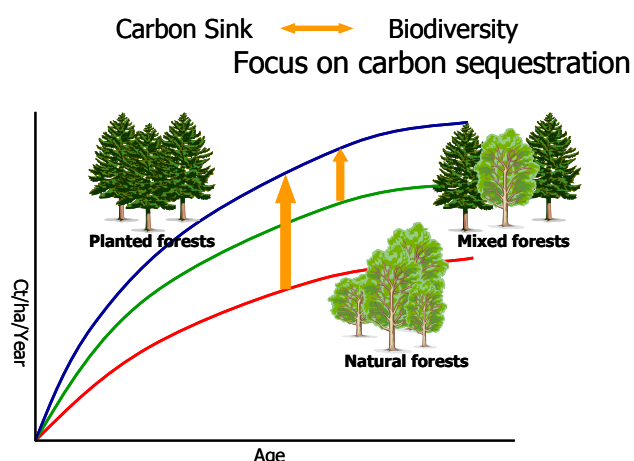


図1 炭素の吸収量のみを追求した森林管理

人工林に転換することが明らかに望ましい。したがって、広葉樹を中心とした多様な樹種で構成されている天然林は減少し、その代わりに成長の早い単一樹種からなる針葉樹林が増加することになる。このケースは炭素吸収量を重視するため生物多様性という森林の機能が劣化することを意味する。

b. 次に、生物多様性のみを考慮した森林管理を図2で考えてみると、人工林を部分的に伐採し生じたギャップに広葉樹を主体とした様々な在来樹種の再生を誘導しながら、最終的には天然性林に似た森林を作り上げる森林管理を行う。これによって、地域の森林の炭素吸収量は減少し、併せて木材供給量も減少することになる。

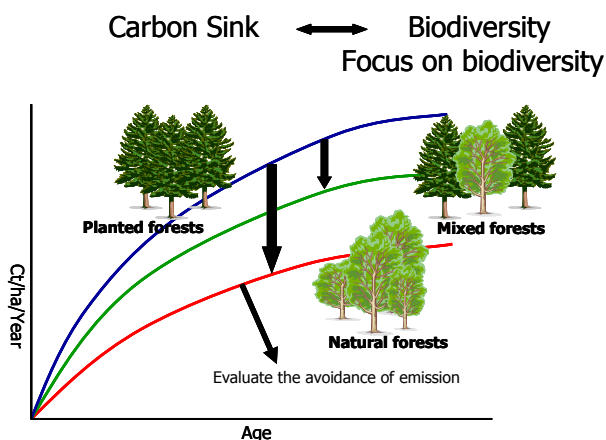


図2 生物多様性のみを追求した森林管理

a. 森林の個別機能のみに着目した森林管理方式と、複数の機能の調和を目指す方式

人工林と天然林の100年間での平均生長量を2002年の日本の森林資源データを用いて比較すると、天然林は1.4m³/年・haであるのに対し、人工林は6.4 m³/年・haと4倍以上の開きがある。炭素吸収量は生長量に比例している。いま、縦軸に炭素蓄積量、横軸に林齢をとり、上から順に人工林、針広混交林、天然広葉樹林の炭素蓄積量の変化を図1で考えてみる。炭素クレジットを意識した森林管理を行うのであれば、天然林を伐採して

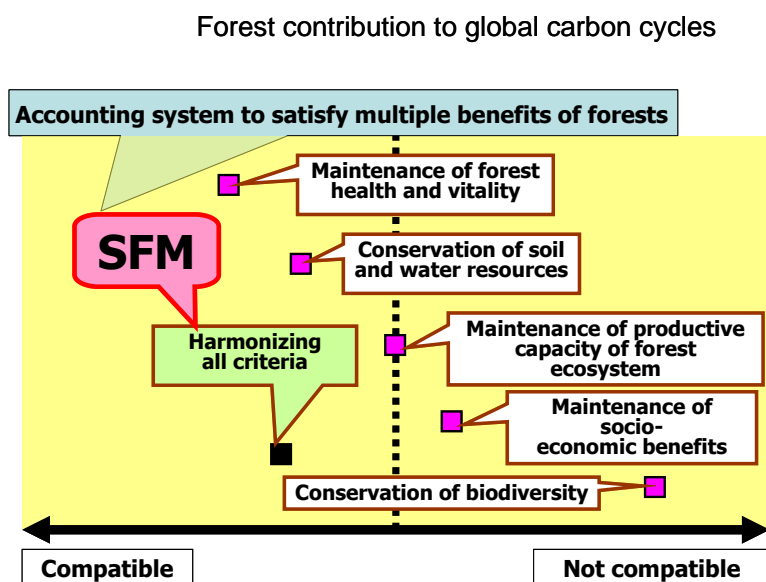
このように炭素吸収機能と生物多様性保全機能とはトレードオフ関係にあることから、両者の調和を図る必要がある。その一つが針広混交林への誘導を図る森林管理方式である。炭素吸収機能、生物多様性保全機能ともに理想的ではないが、大きく損なうことなく実現できる。こうした森林管理を促進するようなアカウンティング方式の導入が必要となる。例えば、単位面積あたりで発生する炭素クレジットに対しキャップを設ければ、必要以上に炭素クレジ

ットを追求しないことになり、他の機能との調和

を図るような森林管理方式を導入しやすくなる。また、流域における一部の森林に炭素吸収機能を発揮させ、残りの森林は生物多様性保全の働きをさせるという考え方もある。この場合には流域単位で獲得できる炭素吸収量の上限値、つまりキャップを設けることになる。

c. 森林の多様な機能を調和させた上で炭素吸収機能を考える

森林には様々な機能があり、ある機能は炭素吸収機能と補完的な関係を持つが、中には生物多様性保全機能のように炭素吸収機能とトレードオフ関係になっている機能もある。そこで、図3に示したように、



様々な機能がある程度発揮できるような調和点を見つける必要がある。アカウンティング方法としては、調和点から外れた形で炭素吸収量を獲得した場合には、炭素クレジットを額面通り付与するのではなく、ある程度割り引いて評価するなどの修正アカウンティング方法が考えられる。

図3 多様な機能と調和の取れた森林管理方式による炭素の吸収

(2) 気候変動枠組み条約以外での持続的な森林管理に向けた取り組み

1) 持続的な森林管理のための基準と指標

従来の木材生産の保続という視点から行われてきた森林資源計画を、森林原則声明に即して世界各国が森林の様々な機能を十分に維持増進する方向に、森林計画を発展させる必要性に迫られるようになった。そこで、持続可能な森林管理に不可欠な森林生態系としての生産力や健全性の維持、社会ニーズに対応した各機能の維持などの達成度を定量的、定性的に評価するため、地域に共通な基準・指標を定める動きが世界各地で始まった。ここで、基準は「国レベルにおいて持続可能な森林管理を評価する条件やプロセスを示す指標の集まり」と定義され、基準に含まれる関連指標をモニタリングすることにより、該当分野の管理状態が改善されつつあるか否かを評価する。指標は「基準のある一つの側面を評価する因子」と定義され、定量的あるいは定性的に計測、記述が可能であり、定期的なモニタリングにより森林の状態の変化を示すことができる因子である。ここで、基準と指標は達成目標を表す閾値ではなく、長期的な森林資源状態の変化が持続的な森林管理に向けて改善されているかを見るための指標である。

基準と指標に関する地域的な取り決めは2005年時点で世界に9プロセスあり、2000年時点で既に149カ国が参加している。各プロセスの基準は同じような内容からなっており、生物多様性保全、生産性、再生能力、活力、そして生態的、経済的、社会的機能の現在および将来における発揮の程度などである。一方、指標はそれぞれのプロセスで異なる。その理由としては各プロセスの目的あるいは背景が異なることが考えられる。プロセスの中で比較的進んでいるのが汎欧州プロセス（ヘルシンキプロセス）、モ

ントリオールプロセスおよびITTOである。モントリオールプロセスの場合は、a. 生物多様性の保全、b. 森林生態系の生産力の維持、c. 森林生態系の健全性と活力の維持、d. 土壌及び水資源の保全と維持、e. 地球規模での炭素循環への森林の寄与の維持、f. 社会の要望を満たす長期的・多面的な社会・経済的便益の維持と増進、g. 森林の保全と持続可能な管理のための法的、制度的及び経済的枠組みの7基準が設定されている。他のプロセスの基準もほぼ同様である。一方、指標はそれぞれのプロセスで異なる。その理由としては各プロセスの対象としている生態系の違いがあることに加え、各プロセスの目的あるいは成立の背景が異なることによる。例えばITTOは熱帯木材貿易の規制を意図して生まれたことから、熱帯林の持続的管理を確実なものにするかどうかを判断できる指標になっている。汎欧州プロセスは地域における森林の持続的管理がある程度まで実現していたことから、一般市民や環境NGOへの説明責任を意識した指標になっている。モントリオールプロセスについては、1990年頃にキタマダラフクロウの生息域での森林伐採の問題が米国西海岸で大きくクローズアップされ、米国の森林計画が見直しを迫られたことが背景にある。つまり、森林計画がそれまでの木材生産による収益や林業・林産業の雇用力を重視した経済目的から、生態系管理計画を上位目標にした森林の多目的計画に転換した。この影響を受けてサンチャゴ宣言「温帯林等保全と持続可能な森林管理の基準と指標」が決まったことから、米国連邦森林に導入されていた生態系管理計画の概念と共通した指標となっている。

2) 森林認証

森林原則声明で提唱された持続的な森林管理を実現するため、世界の各地域で森林管理のための基準と指標が定められた。この基準と指標は主に国や地域の森林計画作成の指針となるものであり、日本はモントリオール議定書に参加し、そこで定められた基準と指標を森林計画に盛り込むことになった。一方、個々の森林経営体による持続可能な森林管理を推進するため、1993年にWWFが主体となってForest Stewardship Council (FSC、森林管理協議会) が立ち上げられ、持続的な管理が行われている森林を認証し、そこから生産された丸太や木材製品にその旨を証明するラベルを付けるシステムが始まった。FSCによる具体的な森林認証事業が動き始めると、それに刺激され他の類似の認証システムが動き出した。

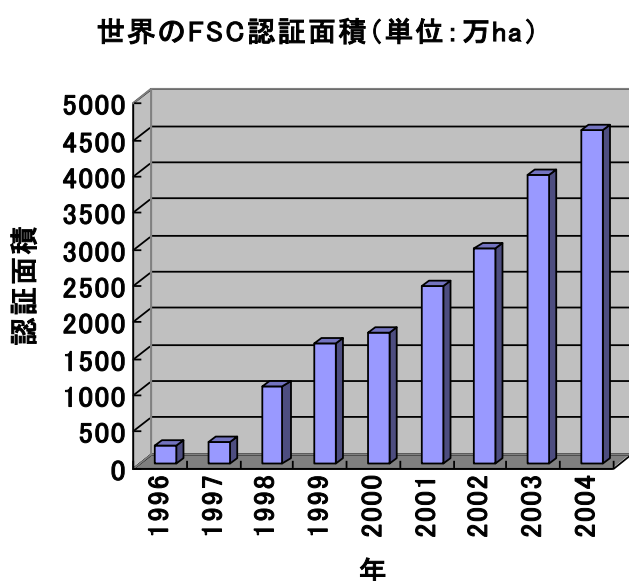


図4 世界にFSC森林認証面積

FSC認証森林面積の拡大の様子は図4のようになっているが、認証された森林は先進国が多く、熱帯林では認証森林の拡大は進んでいない。これは、FSCが市民の参加や先住民、環境影響への配慮などで厳しい基準を設定しているため、基準をクリアすることの難しさがある。ただ、一部の選抜された森林にしか認証を与えないという戦略により、認証木材の価格にプレミアムが与えられる。こうしたFSCの認証森林から生産された木材に認証ラベルを付けることにより、他の木材と差別化を図ろうという狙いに危機を覚えた先進国は、一定レベルの管理を行って

多くの森林に一括して認証を与えようという動きに出た。このためFSC以外の認証システムでの森林認証の面積は2億ha程度ある。このように世界の認証システムはFSCとそれ以外の認証システムという2つの流れがあり、前者は差別化による価格プレミアムを目指し、後者は地域の森林管理水準を普遍的に一定レベルに押し上げることを目的とし、価格プレミアムを目指すようなアプローチを取っていない。

これまで、漫然と考えられていた持続的な森林管理を一つの具体的な森林管理システムとして経営に持ち込もうという点で森林認証や認証木材の導入は大きな前進である。FSCなど厳しい水準の承認レベルをもつ認証システムは差別化を目的としていることから、認証を受けた森林とそうでない森林の違いも理解しやすいが、認証森林が少ないことから我が国では市場で一定のシェアを確保したとは言い難い。一方、他の認証システムは承認のハードルが低いため認証を受けた森林とそうでない森林の違いが消費者に解りにくい。また、持続的な森林管理を考える場合、ある程度のまとまりがないと対応できないことが多いため、日本のような小規模森林所有者が多い国では、森林組合単位、市町村単位といったグループでの認証申請となる。この場合、個々の森林所有者が持続的な森林管理に対し、どのような責任を取ればよいのか不明確になるという欠点がある。さらに、グループでの森林認証を考えた場合、行政側が持続的な森林管理という概念の下で森林計画制度や補助金、法整備などを通して地域の森林資源を適切に管理した方が望ましい場合もある。このため、先進国では森林認証一辺倒ではなく、様々な手段を用いて適正な森林管理を推し進める必要がある。

3) 森林の持続的管理を目指したシステムを利用した炭素クレジットのアカウンティングシステム

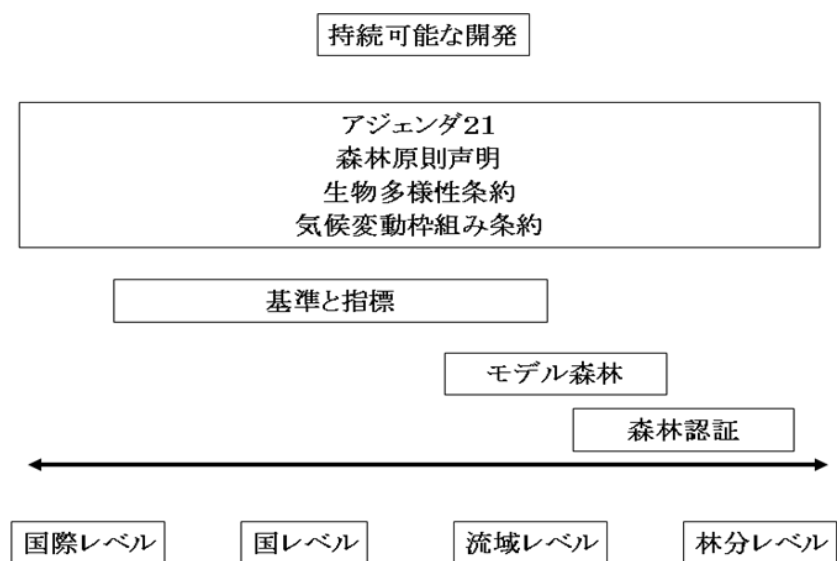


図5 持続可能な森林管理に関する国際的枠組み

これまで述べてきた森林の持続的管理に関連する制度を整理すると図5のようになる。なお、モデル森林については記載していないが、流域レベルで基準と指標に相当する森林管理を行っている森林のことであり、我が国にも2流域、これに相当する森林がある。この体系図と京都議定書の仕組みを組み合わせることにより、炭素の吸収だけを強調するような森林の取り扱いを防ぐことは可能である。

例えば、京都議定書の森林を吸収源として活用使用という場合は、国としては基準と指標を十分に満たすような森林管理を行っている必要がある。そして、個々の森林の適格性としては森林認証を得ていることを条件とすることが、アカウンティングシステムとして検討可能なオプションの一つとなる。

(3) 途上国における温暖化対策としての森林の活用を目指すREDD及び植林CDM

1) 熱帯林を巡る国際協調の歴史と評価

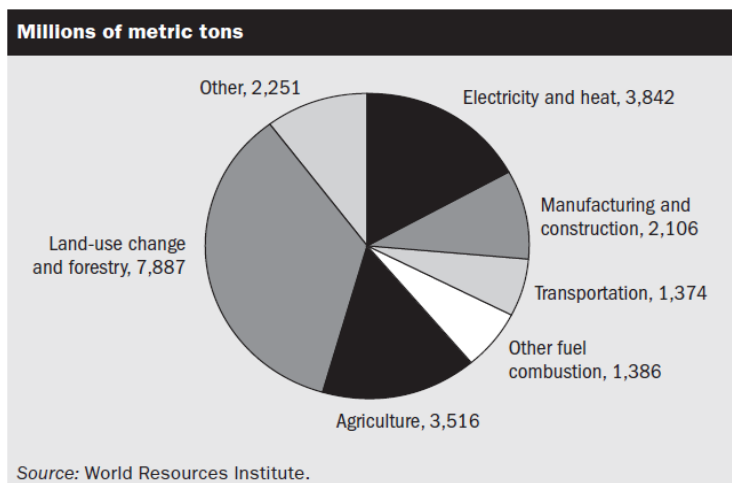
熱帯林の減少は1980年代には既に大きな関心と呼んでいた。その背景にはカーター大統領の時期にまとめられ1980年に公表された「西暦2000年の地球」において、70年代の熱帯林の急激な減少が続けば、2000年には途上国の開発可能な森林が消滅し、熱帯林を中心とした途上国の森林面積は1978年比で44%に減少してしまうとの予測であった。現実には10%強の森林減少に留まったが、もっとも生物多様性に富む熱帯林減少への警告は、世界各国に大きな衝撃を与えた。直後に、FAOが1980年時点の世界の森林資源を評価し、地球探査衛星LANDSATによるその後の森林減少の科学的なモニタリングも可能となり、「西暦2000年の地球」の警告ほどではないにしろ、我が国の森林の半分に相当する1200万ha以上の森林が毎年、途上国において消失していることが判明した。

こうした実態を受けてUNCEDの準備会合を重ねていた1990年初頭は、途上国の森林減少に歯止めをかけるため先進国を中心に森林についても法的拘束力のある国際的枠組み（森林条約）の締結が主張されたが、途上国は自国の森林資源の利用が制限されることを危惧して条約締結に至らなかった。そこで、取りあえず合意できる範囲内で森林の持続的管理に関する森林原則声明を提唱することになった。森林原則声明では森林を現在及び将来世代の社会的、経済的、生態的、文化的、精神的なニーズを満たすために持続的経営を実現することを目指すとした。これは従来の木材生産の保続を目指した森林資源管理から、森林に依存する生物種も含めた生態系の保全、CO₂の固定など森林の有する多面的な機能・便益の維持・増進を目指した森林管理を求めるものである。UNCEDでは森林が膨大な炭素をその生態系内に貯蔵していることや、もっとも生物多様性に富む生態系であるとしてその重要さが認識された一方で、こうした森林の持つ役割をもっとも効果的に果たしている熱帯林減少が急速に進んでいる問題に対する取り組みが容易でないことも明らかになった。

こうした動きと別に、熱帯林の急速な減少の一因として商業伐採も取り上げられ、熱帯林木材の安定的かつ多様な市場拡大と、持続的な木材利用と森林保全の確立を目指し、1983年に国際熱帯木材協定（ITTA）が国連貿易開発会議において定められ、1985年に発効した。翌1986年にITTAは熱帯材の輸出国、輸入国の議論の場としてだけでなく、情報交換、資源政策、木材利用、熱帯林の持続的管理等を推進するために国際熱帯木材機関（ITTO）を横浜に設置した。サブテーマ担当者はITTOの活動に様々な形で携わっているが、熱帯諸国からの秩序の取れた木材生産が目的となっており、熱帯林保全を強調するような取り組みには、それほど熱心ではない。このように、森林保全に向けた国際的な枠組み作成が難しい情勢では、UNFCCCが提起しているCDM、REDDは森林保全に向けた動機を途上国に与える効果は大きいと言えよう。

2) 植林CDMの効果と問題点

図6に示すように途上国から排出される部門別温室効果ガスを見ると、森林部門が最も排出量が多い。そのため、森林部門でもCDM事業の活用により排出量を減らそうという議論がされ、当初は議定書3条3項に相当する新規植林、再植林、森林減少がCDM事業の対象になると見られていたが、マラケシュ合意ではブラジル、中国といった森林資源の多い国が森林減少の導入に反対し、結果的に新規植林、再植林のみを対象とすることになった（A/R CDM）。それでも、造林コストがhaあたり20ドル以下と安いことから、大量の炭素クレジットがA/R CDMによって発生することを一部の国が危惧した。



World Bank, The little green data book 2007

図6 途上国の部門別温室効果ガス排出量

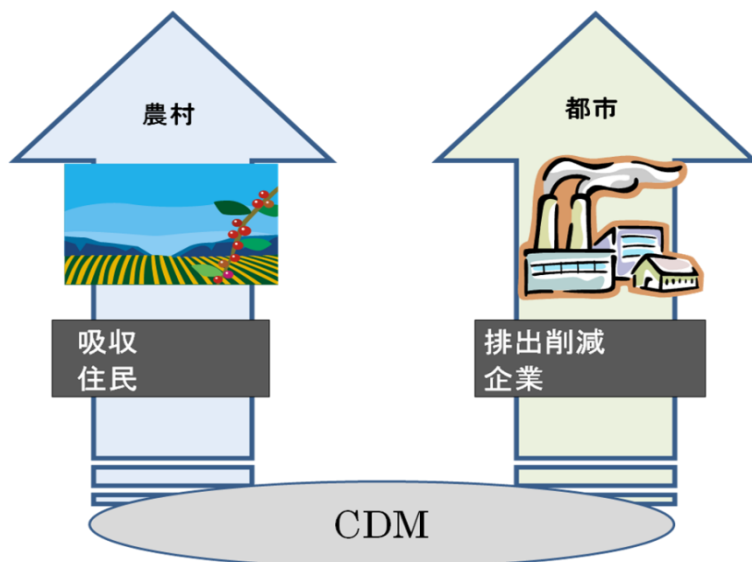


図7 排出削減CDMと吸収源CDMの役割

実際にはA/R CDMの実施が極めて難しいこともあって、殆どのCDMプロジェクトは一部の新興工業国の都市部に偏って実施されることになった。

3) REDDの効果と問題点

AIJが大きな吸収効果を示していたことからA/R CDMの積極的な活用に戻ったEUは、新興工業国以外でのCDMプロジェクトの発掘が難しいという事態を踏まえ、積極的にどの途上国でも実施可能な森林を用いた温暖化対策プロジェクトを支援する方策に転換した。具体的には第二約束期間からの導入を検討されているREDDの推進である。REDDは第一約束期間での導入を反対された3条3項の森林減少(deforestation)に相当するものである。第一約束期間で吸収源の利用を抑制しようとしていたEUが推進派に変わったため、殆どの国がREDDの導入に異議を唱えずCOP13でREDDの実施に際し障害となるような

また、森林火災に遭えば大気中から光合成によって森林生態系内に吸収した炭素が再び大気に放出されるリスクがあることも、議論の中で強調された。このため、A/R CDMの運用細則は事実上、実施が難しい性格のものになってしまった。このため、COP1でのAIJ決定以降、南米を中心に多くの途上国で森林関係のAIJプロジェクトが数多く実施され、大量のノウハウが蓄積されていたにもかかわらず、2008年5月時点で登録されたCDMプロジェクト1051件のうちA/R CDMは中国の1件のみである。その1件も実際には地元住民にさえ認識されておらず、植林事業も進んでいない。COP9でA/R CDMの複雑な運用細則が決まるまでは図7に示すように、工業地帯が広がる都市部においては排出削減CDMが企業を主体に、農村部においてはA/R CDMが住民主体に実施されることが想定されていた。また、工業が比較的発達している中国、インド、ブラジル、メキシコなどは省エネや代替エネルギーを用いた排出削減CDMが、工業が未発達のLDCは土地があれば可能なA/R CDMが適用されるだろうと考えられていた。しかし、

細則の設定を求める意見も出ていない。ただ、REDDにより大きなクレジットを獲得できる国は、ブラジル、コロンビア、ボリビアなどアマゾン川流域の国、ザイールなどコンゴ川流域の国、インド、インドネシア、マレーシア、中国など一部の森林資源大国に限られる。また、REDDではリーケージの発生を排除するため、炭素クレジットはプロジェクトベースではなく国レベルで考えることになっている。このため、どちらかという国々の森林保全政策を中心とした動きが期待され、住民にとって大きなインセンティブが生まれる構造になっていない。

4) CDMやREDDの適切な運用

先に述べたようにCDMは住民をステークホルダーとしてとり組もうという思想はあるものの極めて使いにくく、実質的に機能しない。一方、REDDはearly creditsを期待してEUの国々が既に多くの資金を投入し活動を開始するなど、A/R CDMの二の舞をしないよう事業ベースで可能な枠組みを作ろうとの意欲が、各国に見られる。しかし、炭素クレジットの獲得を目指す森林保全政策が住民にとって不利益をもたらす可能性を否定できない。現在、約8億の人々が森林に依存して生活をしている。人々が森林保全のために森林地域から排除される可能性は十分にある。また、REDDの恩恵を被る国は限られている。既に森林資源を使い尽くした、あるいは急激な人口増加に対応するため森林を農地に転換せざるを得なかった貧しい国々では、A/R CDMが技術的にもっとも実施しやすく、住民も係わり易い。このため、A/R CDMの運用細則を第二約束期間では大幅に見直す必要がある。

(4) ポスト京都議定書に向けた森林の吸収量算定方式の検討^{2),3)}

1) 京都議定書第一約束期間における3条4項算定手法と問題点

吸収源としての森林の扱いについては京都議定書3条3項および3条4項で決められている。3条3項では新規植林、再植林、森林減少が、3条4項では森林管理について記載されているが、COP3において森林の扱い方について十分に議論されないまま議定書が妥結したため、実際の運用方法についてはマラケシュ合意によって明らかにされた。合意内容を整理すると以下ようになる。

- a) 3条3項の排出分を3条4項の森林管理で相殺できる。
- b) 3条3項相殺分を除いた森林管理による吸収量は、各国が申告した上限値まで利用可能とする。

交渉段階では3条4項は第二約束期間を意識して定められたことから、日本やカナダを除く大多数の国は3条4項で森林管理を選択しないとみられていた。しかし、マラケシュ合意に基づいて算定した3条3項森林の結果は、ニュージーランドなど一部の国を除いては吸収源ではなく排出源になってしまった。そのため、3条4項では上述のように3条3項の排出分を相殺するために用いてもよいことになり、当初の想定とは逆にほとんどの国が3条4項の森林管理を選択することになった。ただ、相殺分を超えて要求する吸収量について3条4項の過度の利用に反対していたEUは、森林管理による吸収量の3%をマラケシュ合意の上限申告値とした。主な国の森林吸収量の上限値および森林面積は表1のとおりとなっており、一部の国に多く認められている。

ここで、森林管理方法は地域の生態系と深く関係していることから、具体的な森林管理の定義を付属書I国に共通で定めることは不合理として、その定義は各国の自主性に任せられた。森林管理の具体的な考え方としては以下の2つが考えられる。

- a. 90年以降に何らかの具体的な施業を受けた森林。
 b. 90年以降、森林計画に基づいて管理を受けている森林。

後者については森林計画に特別な施業を行う必要がないことが示してあれば、90年以降に施業を行わなくとも3条4項対象森林となる。一般に欧米の森林は数年から10年というような短期間で施業を繰り返す必要がないことから、森林管理の定義としてはb.を採用するのが普通である。日本が採用した森林管理の定義は「森林を適切な状態に保つため、1990年以降に施業が行われた森林」というものであり、これはa.の定義をより厳しくした、いわば厳しい自主規制に基づいている。日本がこのように厳しい定義を採用した理由として、以下のことが考えられる。

表1 主要国の森林吸収量の上限値（中期目標検討委員会資料より）

	温室効果ガス削減目標	森林吸収量上限値(基準年排出量比)	森林面積
ロシア	0%	3300万炭素t(4.0%)	809万km ²
カナダ	6%	1200万炭素t(7.2%)	310万km ²
ドイツ	8%	124万炭素t(0.4%)	11万km ²
フランス	8%	88万炭素t(0.6%)	16万km ²
イギリス	8%	37万炭素t(0.2%)	3万km ²
日本	6%	1300万炭素t(3.8%)	25万km ²

- a. 日本は表1に示すように森林面積に比して上限値が他国よりも格段に高いことから、日本の森林管理の定義について各国とも注目している。
 b. 炭素吸収機能だけでなく、森林の持つ生物多様性や水土保全といった他の機能を合わせて総合的に森林の環境機能を発揮させるため、森林を健全な状態に保つ。
 c. 手遅れ気味になっている人工林の間伐に焦点を当て、京都議定書の枠組みを利用して間伐を促進する。

以上のことから我が国では3条4項の上限値を達成するには、手入れ不足で不健全な状態になっている森林を減少させることが、主たる京都議定書対策となった。しかし、現在の林業や山村を取り巻く状況から、目標の達成はそれほど容易ではない。このため、政府は1300万炭素t達成のために補正予算等を組んで、間伐促進のための施策を積み重ねている。間伐の対象となるのは育成林と呼ばれる人為による保育施業を適用している森林であり、面積としては1140万ha存在している。ただ、明確な保護・保全措置を講じている天然林も、吸収源の対象となることから、育成林は8割が森林管理の要件を満たせば、吸収源で1300万炭素t達成できると予想している。この場合、3条3項での森林分野での排出量は67万炭素トンと想定している。育成林における間伐対象林分は図8に示したが、730万haが間伐される必要がある。既に400万haは間伐が済んでおり、2007年から2012年の間に330万haを追加で間伐する必要がある。ただ、2008年5月段階では1015万炭素tしか3条4項として獲得できていない。このように3条4項の対象となる森林の確

保が遅れている原因として、以下のようなことが分析の結果分かった。

- a. 木材価格の低迷により、間伐木の商品価値がきわめて低い。このため、間伐費用が売上額を上回る森林が多い。
- b. 森林所有者の世代交代と山村地域の過疎化が複合的に作用し、不在村森林所有者が増加している。彼らは、所有森林の管理に対する関心が低い。
- c. 林業労働者の高齢化が進み、間伐補助金があっても間伐作業をこなすだけの作業員を確保できない。
- d. 林業関係の補助金を申請するのは経営意欲の高い林家が多い。こうした林家は1990年以降にすでに間伐を行っているのが普通であり、補助金はこうした林家に繰り返し投入されているのが実態である。このため、補助金の申請がそのまま3条4項林分の線形的な拡大につながらない。
- e. 一般に間伐を行う森林は林道から500m程度までの経済性が比較的高い森林であり、それより離れたところにある育成林の所有者には、間伐補助金があっても間伐を行う意欲はそれほどない。こうした奥地にある育成林は210万ha存在しているとみられる。
- f. 40年生を超えるような高齢林では繰り返し間伐を行う必要がないため、育英林の面積すべてが森林管理の対象とはならない。

● 育成林の面積（1.140万ha）

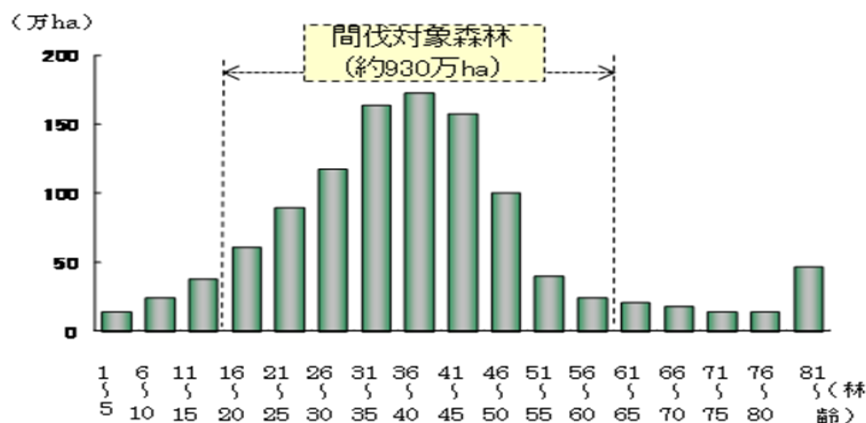


図8 間伐が必要な育成林面積（中期目標検討委員会資料より）

以上のようなことから、現段階では我が国の森林の吸収量の目標である1300万炭素tを達成できずにいる。このため、今後も間伐対象林分を拡大するためには、上記のような問題を解決する政策努力が必要である。

2) 次期約束期間に向けた算定方法

現在、交渉の場ではCOP15に向けて3つの算定方式が議論されている。それぞれの算定方式について、我が国の現状と照らし合わせながら考察した。

a) ネットネット方式

1990年を基準年とした場合、1990年の吸収量と約束期間の吸収量を比較し、90年に比べ約束期間中の

吸収量が増加していれば、増加分を吸収量として、減少していれば減少分を排出量として算定する(図9)。

すべての土地利用を対象とした場合は、森林や湿地の増減が炭素収支にもっとも大きな影響を与える。そのため、排出を増加させる森林・湿地を保全しようというインセンティブが強く働く算定方式となる。モニタリングも各土地タイプに分けて計測する必要がなく、単純化できる可能性がある。ただ、我が国のように森林率の高い国は森林面積を増加させるキャパシティが小さく、逆に森林を減少させる危険性

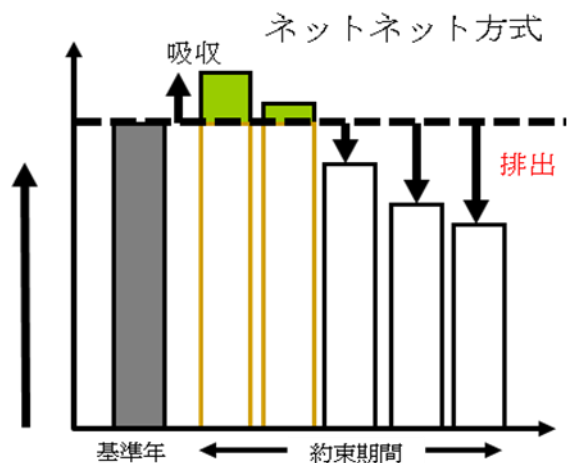


図9 ネットネット方式の概念

が高いことから不利となる。米国や英国、豪州など、過去に大量の森林を消失させ、現在、森林が回復途上にある国は労せずして炭素クレジットを獲得でき、そのキャパシティも大きい。もっとも、全土地セクターを対象とすることから、森林火災を含む自然災害による炭素収支も対象になることから、人為で吸収量をコントロールできない場合が生じるので、人為起源と自然起源を分けた形で算定することは難しくなる。

全土地を対象としたネットネット方式では基準年の土地利用を固定的にとらえ、それとの違いで吸収量を算定しようとするため、安定した土地利用状況に

なっている国では吸収量を高めるための政策を立てることが難しくなる。また、土地利用がダイナミックに変化し森林減少が続いている途上国にとっては受け入れがたい算定方式となる。この場合、ベースライン方式を採用するオプションも考えられるが恣意が入りやすく、透明かつ検証可能なモデルを作成する科学的な知見は、整備されていない。

森林のみに限定したネットネット方式の場合、追加的な活動による吸収量の増加分を算定対象とする概念に適した方法である。ただ、森林の吸収能力を高めるには品種改良による成長の早い樹種や品種への植え替え、適切な間伐・枝打ちによる成長促進などが考えられるが、森林の反応速度は遅いため施策の効果が約束期間のような短期間では具現化できない。このため、森林の吸収能力を高めようというインセンティブが効果的に働かない。さらに、若い森林ほど炭素の吸収能力が高く、成熟林になるとあまり吸収しなくなることから、森林の林齢構成が若い国ほど有利になる。我が国や一部の欧州の国のように古くから林業が発達している地域では林齢構成が成熟段階に達していることから、努力の有無にかかわらず90年時の林齢構成との違いにより、森林が排出源になってしまう。森林の生物多様性や水土保持、生態系保全など多くの環境機能は成熟林ほど発揮されるため、若い森林が評価される算定方式は森林の公益性という点からから見れば望ましくない。

b) グロスネット方式

現行の方式であり各国が第一約束期間で履行することから、ほぼ確立しつつある算定方式である。約束期間中の要件にあった森林の年平均吸収量を算定対象とする(図10)。森林の林齢構成如何に関わらず吸収源として評価されることから、資源構成による不利益が生じない。また、壮齢林になっても吸収源として位置づけられることから、森林の持つ様々な機能との両立は可能である。森林を保全することによ

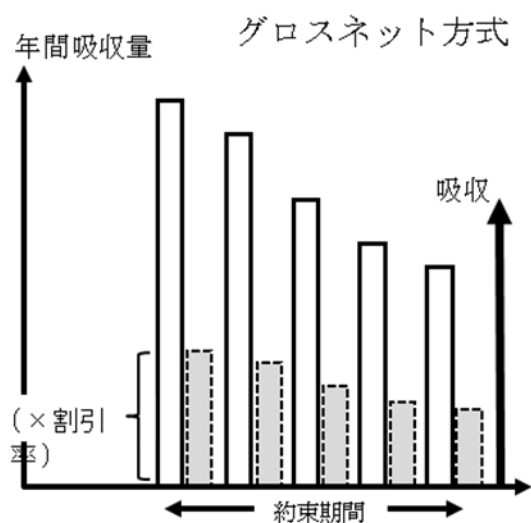


図10 グロスネット方式の概念図

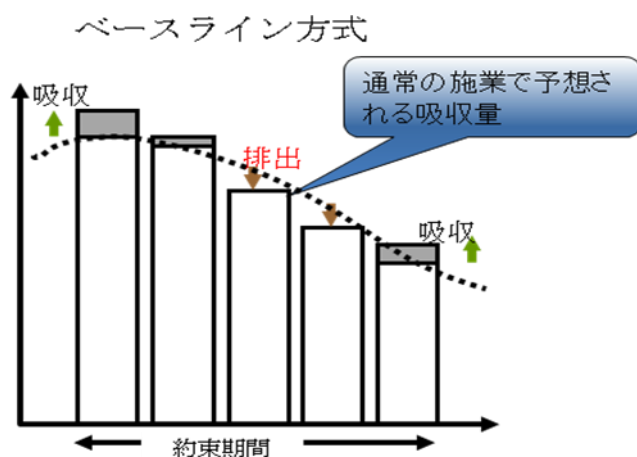


図11 ベースライン方式の概念図

り吸収量を確保できることから、森林減少を防ぐインセンティブもある。ただ、森林管理による付属書I国全体での潜在的吸収量は、付属書I国の基準年総排出量の2.7%近くになることから、無条件にすべての森林を吸収源として位置づけることは望ましくない。このため、第一約束期間においては上限値を設定することにより、こうした弊害を取り除くことになった。同様に割引率を設定するというオプションもある。

c) ベースライン方式

カナダでは年平均で200万haの森林が森林火災にあっている。エルニーニョの影響などで乾燥した年には800万haという大規模な森林火災による被害が出ることもある。このため、グロスネット、ネットネットどちらの方式でも森林が吸収源になるか排出源になるかはその年の気候次第になってしまっている。そこで、約束期間終了後に実際の吸収量のうち人為による努力を省いた吸収量をベースラインと、人為活動分による吸収量増加分を吸収量としようという考え方である(図11)。ただ、科学的にベースラインを設定できるかどうかは、現時点では不明である。

3) 2020年に我が国の森林が吸収できる炭素量

3つの算定方式のうちベースライン方式については、ベースラインの設定方式が不明であることから、残りの2つの算定方式を用いて2020年の我が国の森林の吸収量を試算した。計算のシナリオとしては、以下の3つを考える。

- 現在の8割の育成林を3条4項対象林分とするような政策を継続する（継続シナリオケース）。このケースではグロスネット方式とネットネット方式の2つで算定した。
- 割引率を85%とする（割引率△85%ケース）。
- 育成林すべてを間伐して3条4項対象森林とする（最大可能性ケース）。

以上のケースを用いて計算した結果を図12に示す。ここで、最大可能ケースについては、継続努力ケースに比べ100万炭素トン多い炭素を吸収するものの、それに間伐経費を追加的に年間1000～2600億円程

度必要とすることから、現実的ではない。また、ネットネット方式では我が国の林齢構成の成熟化がいつそう進むことから排出になることが解った。

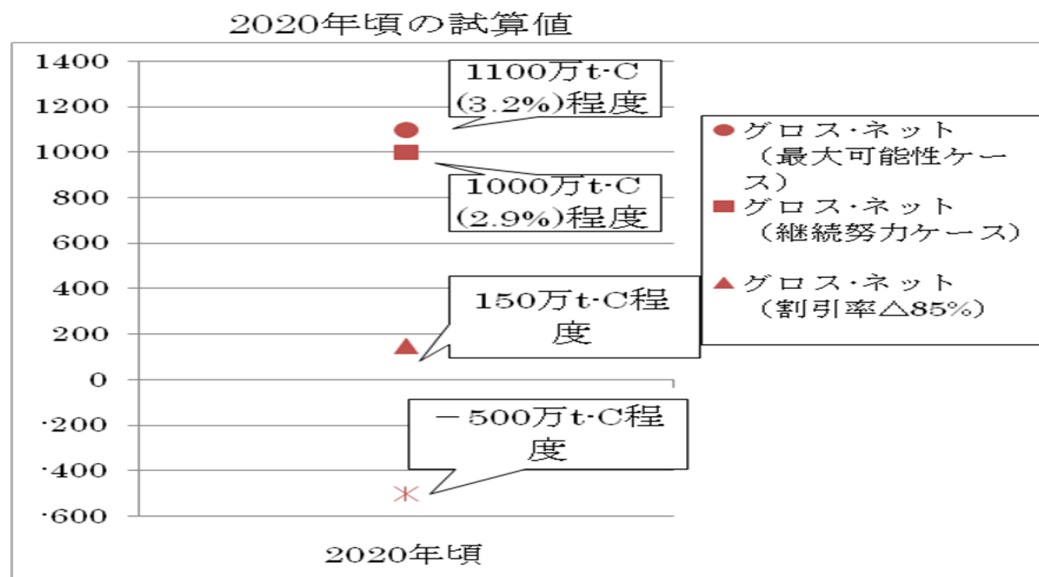


図12 各シナリオにおける試算の結果 (中期目標検討委員会資料)

(5) まとめ

京都議定書における森林の扱いを炭素吸収機能だけに限定してしまうと、森林が果たすべき他の機能が十分に発揮できなくなってしまう。このため、森林の多目的機能に即した算定方式をポスト第1約束期間には適用する必要がある。そのための一つの方策として吸収源の目標を排出源と切り離して設定することが考えられる。ただ、森林の炭素固定量の限界や永続性という観点から、森林の吸収機能は工業的な炭素固定技術が開発されるまでの繋ぎ役であるという考え方からすれば、排出源と吸収源の炭素クレジットや目標は同一のスキームで処理する方が望まし。今後は双方のオプションを念頭に置きながら森林の取り扱い方を考えていく必要がある。

算定方式に限って見ればグロスネット方式が森林の多目的機能を促進する上で望ましいことが解った。また、各算定方式での試算結果からもグロスネット方式が我が国の実態に即しているといえる。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

- ・森林の炭素吸収機能とそれ以外の機能との関係を明らかにした。
- ・森林の炭素吸収機能とそれ以外の機能を組み合わせて評価する方法を提示した。
- ・途上国の森林を京都議定書で取り扱う場合の概念を整理できた。

(2) 地球環境政策への貢献

- ・京都議定書第一約束期間以降における森林の吸収源としての取り扱い方法を、日本として提案していく際の骨格を当プロジェクトの研究成果として提供することができた。具体的には、スペインで開催さ

れた吸収源に関する非公式会合、ボンで開催されたSBSTA24でのワークショップで、研究成果を基にした提案を発表した。

・A/R CDMおよびREDDのもつ問題点及びその解決方法について、COP13のサイドイベント、ESCAPのワークショップ、ITTOのシンポジウム等で発表することにより、交渉担当者などに問題提起をすることができた。

・この研究を通して中期目標における森林の炭素吸収量を算定することができ、研究期間が中期目標検討委員会と重なったことから、研究成果として委員会に報告することができた。

7. 引用文献

- 1) FAO (2006) Global Forest Resources Assessment 2005, FAO, 479pp.
- 2) 中島 徹、広嶋卓也、天野正博(2006) 「京都議定書3条4項林面積の算定手法の検討 ―岐阜県民有人工林を事例として」 『日本森林学会誌』 88,3,181-186,
- 3) 天野正博 (2009) 内閣府地球温暖化問題に関する懇談会 第5回中期目標検討委員会資料「次期枠組みにおける森林吸収量の推計について
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tikyuu/kaisai/dai05tyuuki/siryoku3_3.pdf

8. 国際共同研究等の状況

とくになし

9. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

- 1) Amano Masahiro (2008) “Expectation of LiDAR on Forest Measurement in Kyoto Protocol”, Forest Planning, Vol. 13, 275-278.

<その他誌上発表(査読なし)>

- 1) Amano, Masahiro and Tsukada, Naoko (2006) “Promotion of Sustainable Forest Management under Climate Change Regime”, Second Informal Dialogue on the Role of Land Use, Land Use Change and Forestry in the Climate Change Response, Ministry of Environment, Spain, 161-171.
- 2) Amano Masahiro (2008) “Climate Change and Forest Resources Management”, Strategy to Combat Climate Change and the Pacific, IGES, 65-69.
- 3) 天野正博 (2008) 「気候変動と森林資源管理」 『地球温暖化に立ち向かうアジア太平洋の戦略』 IGES, 65-59.
- 4) 天野正博 (2008) 「国内林業の再生が地球温暖化の観点から持つ意義」 『学術の動向』 13(11), 74-77.
- 5) 天野正博 (2008) 「京都議定書の森林吸収の扱いを巡る科学的考察」 『環境情報科学』 37(1), 9-14.

(2) 口頭発表(学会)

なし

(3) 出願特許

なし

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

なし

(5) マスコミ等への公表・報道等

なし

(6) その他

なし。