

20. 炭素収支変動評価を目的とした森林環境管理GIS

FOREST MANAGEMENT GIS FOR ASSESSING FLUCTUATIONS IN CARBON BALANCE

野上浩典[※]、山形与志樹^{※※}

Hironori NOGAMI[※], Yoshiki YAMAGATA^{※※}

ABSTRACT; This paper describes the system for assessing fluctuations in carbon balance due to the variation of forest management scenarios. As a case study, the annual amount of carbon stocked by forests in Japan was calculated. The result shows that forests in Japan will be able to absorb carbon between 10 and 12 MtC/year, near the upper limit allowed by Marrakesh agreements, during the Kyoto Protocol's first commitment period. In addition, it indicates that the carbon absorption capacity will decrease year-by-year, suggesting that it is necessary to actively promote logging and reforestation in forest management policy in order to maintain that capacity.

KEYWORDS; Global Warming, Carbon Sinks, Forest Management, Kyoto Protocol, Post-Kyoto, GIS

1.はじめに

温暖化防止枠組条約(UNFCCC)の第3回締約国会議(COP3)で採択された京都議定書において、我が国は温室効果ガスを1990年比で6%削減することを世界に約束した。そして、COP7のマラケシュ合意を経て、我が国は、その温室効果ガスの排出削減分6%のうち3.9%までも、森林の炭素吸収分で賄ってよいことになった。つまり、この約束を守る上で、森林の炭素吸収能力に大きな期待を寄せざるを得ない状況にある。さらに、ポスト京都(2013年以降)における取組に向け、一層、炭素吸収源としての森林の重要度が増すものと考えられる。

こうした背景のもと「我が国が、どのような森林管理を行うかによって、森林にどの程度の炭素が蓄積されるのか」、逆に「必要な炭素蓄積量を確保するためには、どのような森林管理を行うべきか」という議題は、非常に興味深い研究テーマとなってくる。そこで、筆者らは、森林環境管理GIS(森林管理シナリオの違いによる炭素収支変動について森林環境地理情報を用いて評価するシステム)の構築に向けた検討を開始した。これまでに、筆者らは、岐阜県の人工林を対象に3つのシナリオを想定し、1990年から2060年までの炭素吸収量を試算した。その結果、炭素吸収源としての機能が年々低下し、ついには、炭素排出源に転換する可能性があることを示唆するに至った¹⁾。そこで本稿では、対象エリアを岐阜県から京都議定書に直結する日本全域に広げ、その炭素吸収量を試算した。

2.検討内容(評価手順)

評価手順をFigure 1に示す。まず、既存の森林面積データを材積量(初期値)に統計的な方法で変換する。評価のベースラインとなる森林面積データは、国立環境研究所 地球環境研究センターで整備された『GFD-J(吸収源評価データベース)』を利用させていただいた。このデータベースは、1990年における林齢別(5年間隔の15クラス)の人工林面積が第3次標準地域メッシュ(約1kmメッシュ)単位で整備されている。次に、材積量(初期値)に対して森林管理シナリオを適用し、次世代の材積量を求める(次世代とは、シナリオ適用前の時点から評価の時間ステップ分だけ経過した時点を意味している)。そして、この計算結果をさらに入力データとして処理を繰り返し、次々と材積量をシナリオに沿って変化させる。本検討では、時間ステップを5年とし、14回処理を繰り返すことで、基準年の1990年から2060年まで70年間分の材積量を推定した。次に、求めた材積量に変換式を適用し、森林中の炭素蓄積量を推定する。最後に、年間の炭素蓄積量の変化を計算し、森林の吸収能力を評価する。各処理についての詳細は次頁以降に説明する。

[※]パシフィックコンサルタンツ(株) Pacific Consultants CO.,LTD.

^{※※}国立環境研究所 National Institute for Environmental Studies

2.1 材積量

林業統計要覧に掲載されている林齢別の森林面積および材積量から「単位面積あたり材積量(以後、材積密度と呼ぶ)」を推定し、前述の森林面積データと掛け合わせることでメッシュ別の材積量を求めた。統計要覧の森林面積および材積量は、都道府県別に集計されている。しかし、林齢によっては、森林面積が0の場合や、これに近い場合があり、都道府県別で材積密度を求めることができない。そこで、本研究では table 1 に示すように、都道府県を森林の成長量により3つのグループに分け、各グループにおける森林面積の総和と材積量の総和から、グループ別の平均的な材積密度を求めた。Figure 2 に各グループにおける林齢と材積密度の関係を示す。なお、樹林の成長量は、林齢31～35年の材積密度から判断した。また、沖縄県は人工林面積が少ないので検討対象から外した。

2.2 伐採シナリオ

「木材量の市場ニーズが現在と同レベルで継続されると仮定し、樹齢30年以上の森林から必要量伐採されるシナリオ」を採用した。必要伐採量は、林業統計要覧に掲載されている都道府県別の素材供給量データを用いた。各メッシュにおける伐採量は、下記の式のとおり、そのメッシュが位置する都道府県における必要伐採量を、各メッシュの材積量に比例して振り分けた。つまり、材積量の多いメッシュからは多く伐採され、材積量の少ないメッシュからはあまり伐採されないことになる。また、同じ材積量のメッシュでも、そのメッシュが位置する都道府県により伐採される量は異なる。なお、伐採された後の土地には再植林されるものと仮定し、各メッシュ・各林齢における伐採面積の総和を0～5林齢の森林として新規に追加するものとした。

$$R_m = R_p \times \frac{M_m}{M_{all}}$$

R_m : 各メッシュ・各林齢の伐採量

R_p : 都道府県別の必要伐採量

M_m : 各メッシュ・各林齢の材積量

M_{all} : 各都道府県に含まれる全メッシュの材積量の総和

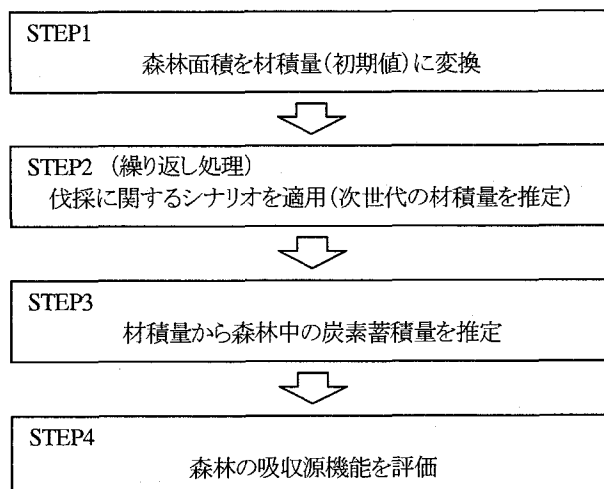


Figure 1 解析手順

2.3 炭素蓄積量・吸収量

森林中に固定されている炭素蓄積量は、下記の式を用いて推定した(ただし、 $\rho=0.5$ 、 $\alpha=0.15$ 、 $\beta=0.55$ として計算)²⁾。そして、この炭素蓄積量の時系列的な差分から、1年間あたりの炭素蓄積量(炭素吸収量)を集計し、森林の吸収源機能の評価した(評価結果については次章で詳述する)。例えば、1995年と1990年の炭素蓄積量の差を5で割ることにより、この間の平均的な年間炭素吸収量を計算している。

$$C = \beta \times \frac{M \times \rho}{1 + \alpha}$$

C : 固定される炭素の質量 (t)

M : 材積量 (m³)

ρ : 比重 (g/cm³)

α : 含水率

β : 炭素含有率

table 1 森林の成長量による都道府県のグループ分け

A-group (低成長)	香川(107.2) 北海道(141.9) 大阪(148.5) 千葉(157.4)
	愛知(166.5) 山形(175.8) 青森(176.1) 静岡(178.8)
	山梨(180.8) 長野(186.4) 岡山(186.9) 秋田(191.9)
	宮城(192.3) 三重(196.5) 岐阜(196.5) 滋賀(198.7)
B-group (中成長)	東京(200.4) 茨城(206.7) 岩手(208.7) 広島(214.0)
	福井(214.2) 徳島(215.5) 京都(219.1) 神奈川(219.2)
	福島(227.2) 奈良(229.5) 栃木(230.7) 長崎(232.8)
	高知(234.7) 鹿児島(235.7) 兵庫(236.5) 愛媛(247.4)
	新潟(249.4) 佐賀(249.7)
C-group (高成長)	鳥取(254.5) 島根(257.8) 石川(258.6) 福岡(262.3)
	富山(266.3) 宮崎(268.4) 群馬(271.3) 和歌山(278.7)
	山口(282.9) 熊本(283.5) 埼玉(299.9) 大分(330.9)

※数字は林齢31～35年における材積密度

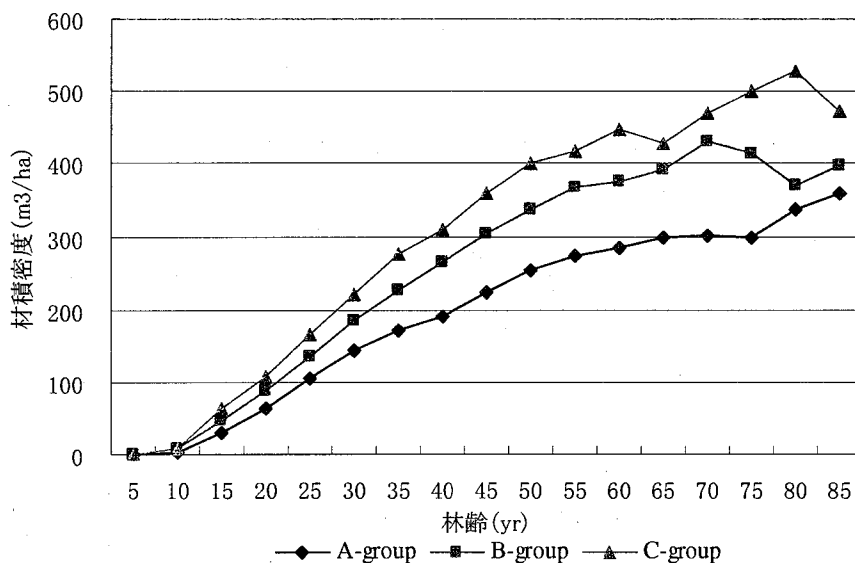
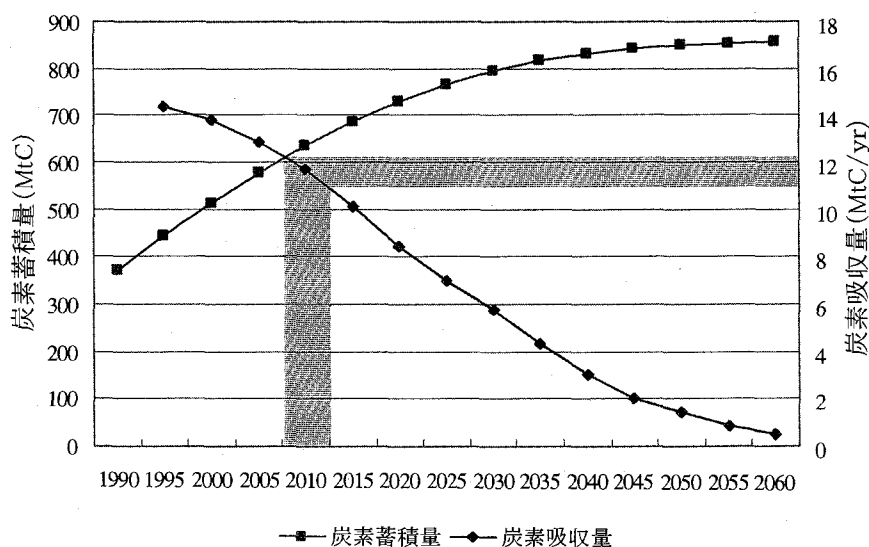


Figure 2 林齢と材積密度の関係

3.検討結果と考察

Figure 3 に日本全域で集計した炭素蓄積量および吸収量の推定結果を、Figure 4 に GIS で表示させた炭素蓄積量の分布図を示す。京都議定書の第一約束期間である2008～2012年には10～12(MtC/yr)の炭素吸収源として機能することが推測され(Figure 3 のハッチング部分)、マラケシュ合意で認められた森林による吸収量の上限值13MtC(基準年の排出量の3.9%)に概ね近い値であることがわかった。しかし、森林の炭素吸収源としての能力は年々低下し、2030年には2000年の半分の容量となる可能性もある(シナリオ設定上、森林伐採量は一定のため、純粋な能力低下である)。ポスト京都(2013年以降)において、どういった排出削減目標が課せられるかは、現在のところ何も決まっていないが、森林による炭素吸収能力の低下分をカバーする以上の排出源対策を施す必要がでてくるかもしれない。例えば、森林の炭素吸収能力が5(MtC/yr)となった場合、新たに5～7(MtC/yr)を排出源対策を追加しなければ、第一約束期間の排出量レベルも維持できないことになる。

炭素吸収能力が低減する原因は、伐採量(需要量)がバランスを欠いて少ないため、炭素蓄積能力の低い老齢の樹林の割合が年々高くなることである。Figure 3 および Figure 4 から、炭素蓄積量が飽和状態にあることが分かる。林業統計要覧によると、国内木材供給量は年々減り続けており、森林による炭素蓄積は更に加速される可能性もある。我が国は、国土の7割が森林であり、新規に植林する余地は少ない。本研究の成果だけにより、断定的なことを述べることはできないが、森林による炭素吸収能力を維持するためには、積極的な伐採・再植林を進める管理方針に転換する必要があるのではないだろうか。



	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	
炭素蓄積量(10 ³ tC)	373,916	445,894	514,889	579,280	637,703	688,262	730,590	
炭素吸収量(10 ³ tC/yr)	—	14,396	13,799	12,878	11,684	10,112	8,466	
	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
	765,584	794,481	816,026	831,116	841,135	848,305	852,678	855,378
	6,999	5,779	4,309	3,018	2,004	1,434	874	540

Figure 3 炭素吸収量の推定結果



(材積密度 400~500[m³/ha]を飽和と仮定すると、炭素蓄積量では 90~120[tC/ha]で飽和)

Figure 4 炭素蓄積量分布図

4.まとめ

本研究は、京都議定書およびポスト京都を見据えた戦略的な森林管理の必要性に焦点をあて、森林管理シナリオの違いによる炭素収支変動を評価するシステムの構築を目指してきた。以下に、本稿における成果と今後の課題を整理する。

4.1 研究の成果

本稿では、京都議定書に直結する日本全域における炭素吸収量を評価するための方法について検討し、ケーススタディにより一応の答えを導き出すことができた。その結果、京都議定書に設定されている第一約束期間中、我が国の森林が、マラケシュ合意で認められている上限値に近い 10~12MtC/yr に及ぶ量の炭素を吸収する見込みであることを示した。さらに、森林の炭素吸収能力が年々低下する可能性があるため、積極的に伐採と再植林を進める管理方針に転換する必要性があることを指摘した。

4.2 今後の課題

本稿におけるケーススタディは、地上部の材積量に対応した炭素蓄積量の変化(つまり炭素吸収量)を試算したものであり、リター(落葉・落枝)や根、土壌に蓄積される炭素量については考慮していない。さらに、材積密度についても、都道府県単位で低成長・中成長・高成長の3クラスに分類し、各クラスに対応した値を一様に適用しているが、実際には気候や地形等の要素により森林の成長量が異なることに注意しなければならない。こうした課題に対し、光合成や呼吸、分解といった森林の生態的機能をトレースして炭素蓄積量を推定することのできる「陸域生態系モデル」^{3) 4)} を、本研究に取り込んでいく予定である。また、本稿で採用した森林管理シナリオは、森林面積および木材需要量を一定と仮定したものであるが、これらの要素が変動した場合のケーススタディ(感度分析)についても検討していく。さらに、これまでとは逆の視点から、森林の炭素吸収能力を維持するためのシナリオ設定といった、あるべき将来に向けた課題についても取り組む予定である。

参考文献

- 1) 野上浩典、山形与志樹(2004)「炭素収支変動評価を目的とした森林環境管理システムに関する研究」土木学会第 59 回年次学術講演会(投稿中)
- 2) 高口洋人、尾島俊雄(1999)「木造専用住宅と森林資源との循環型モデルに関する研究」日本建築学会計画系論文集 516、93-99
- 3) Alexandrov, G et al.(1999) 'Towards a model for projecting Net Ecosystem Production of the world forests' 'Ecological Modelling' 123, 183-191
- 4) Alexandrov, G and Y.Yamagata(2002) 'Net biome production of managed forests in Japan' 'Science in China (Series C)' 45, 109-115