

地球規模での森林保全・再生適地評価と地球土地利用計画

Global Land Suitability Evaluation for Forest Conservation / Reforestation and its Application to Global Landuse Planning

柴 崎 亮 介*・阿 部 功**・本 多 嘉 明***・村 井 俊 治*

Ryosuke SHIBASAKI, Isao ABE, Yoshiaki HONDA and Shunji MURAI

1. はじめに

人間活動の過度の拡大は地球規模で環境を変化させ、人類の生存基盤そのものを危うくし始めている。たとえばエネルギーや資源の消費増加は有害廃棄物の急激な増加などを引き起こしているほか、再生不能資源の枯渇や採取費用の増大が危惧されている。また、増大する食料需要を満たすために無理な農地開発や過放牧が行われ、土壌の劣化・喪失など再生可能資源に重大な劣化が生じつつある。

こうした地球環境問題への対応策としてフロン全廃などの法的規制、環境税や炭素税などの経済的インセンティブによる方法、二酸化炭素固定技術や有害廃棄物の除去技術の開発による方法など、社会・経済システムの漸進的な制御・改善を目指した方法が主に検討されている。

一方、人類の持続的な生存のための基礎条件として再生可能資源を中心とした地球環境資源の持続的な利用や大規模な環境変動の回避などを挙げ、そうした条件を達成できる地球の利用形態を構想するアプローチもある。すなわち、制御・改善の目標を具体的に設定するアプローチである。

土壌や植生、自然エネルギーなどの地球環境資源は地域によって大きく特性や賦存量が異なる。そこでこれらの資源を持続的に利用する方法を検討するためには、利用形態の地域的、空間的な分布が重要となる。また酸性雨といった有害物質の広域的拡散による被害や、土地被覆の大規模な変化による気候変動の可能性を検討する際にも人間活動の空間的な分布つまり土地利用が重要な要因となる。地球環境資源は自然的な資源だけにはとどまらない。下水道や鉄道などの都市基盤施設も環境資源の範疇に含めることができる。たとえば開発途上国における巨大都市の成長と環境負荷の爆発的な増加は、こうした

都市基盤施設がきわめて不十分な空間に人間活動が過度に集中することに起因した現象といえる。

人類の持続的な発展を目標として、人間活動の空間的な分布、すなわち土地利用の望ましい姿を描き、土地利用形態を誘導/制御する方法を検討することをここでは地球土地利用計画と呼ぶ。

本研究では以下の三項目を研究目標とする。

- 1) 地球規模での土地利用計画の検討の枠組みを整理する。
- 2) 望ましい土地利用形態の検討例として、二酸化炭素固定を目標とした森林保全・再生の適地評価を全球的に行う。
- 3) 適地評価結果を地球土地利用計画の検討に適用する。

2. 地球土地利用計画の意義と検討の枠組み

2.1 土地利用計画の意義

土地利用の全球的な分布に着目し、計画の対象とすることの意義は以下のように整理できる。

- 1) 地球環境に対する人間活動の影響を監視できる。

森林の減少や砂漠化、巨大都市の拡大など人間活動の環境影響の多くは土地利用や土地被覆の変化として容易に監視することができる。

- 2) 地球の人口収容力を定量的に推定できる。

地球規模で環境資源の賦存量やその特性を明らかにし、有効な利用形態（地球土地利用マスタープラン）を想定することで、現状の環境負荷排出率や資源利用技術等の下で地球に収容可能な人口規模を推定することができる。その結果をもとにさらに技術開発や経済的手段による収容能力改善目標を再検討できる。

- 3) 国際協調の基礎となる。

地球土地利用マスタープランは各国の保有する環境資源の価値を全球的な視点から明らかにする。それは環境スワップなどによる国際協調政策検討の基礎となる。

- 4) 土地利用に着目した人間活動（開発など）のコントロール方法を提供する。

*東京大学生産技術研究所 第5部

**鹿島建設㈱

***横浜国立大学

研 究 速 報

たとえば、ゾーニングにより国際的に保全すべき区域
ヤリハピリテーション（緑化プロジェクトなど）推進区
域などを指定することができる。また、区域指定に連動
した環境影響評価（EIA）を世界銀行などの国際機関を
通じて行うことにより、適切な開発・利用を誘導できる。

2.2 地球土地利用計画検討の枠組み（図1 参照）

地球土地利用計画の検討は以下の4段階からなる。

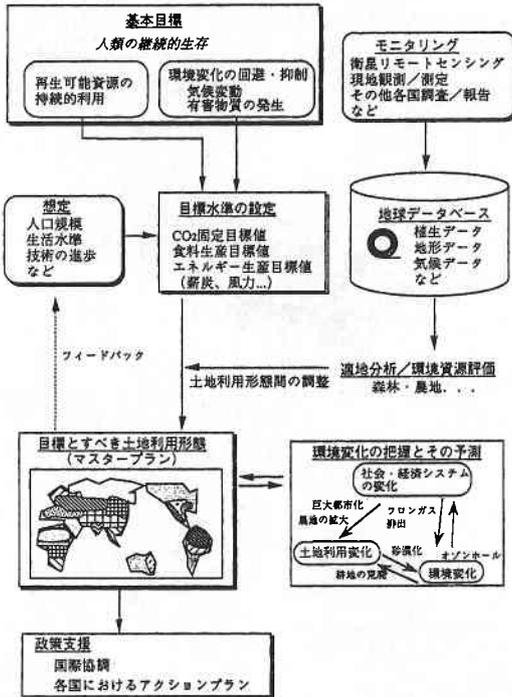


図1 地球土地利用計画の検討の枠組

1) 土地条件・環境資源の現状把握（グローバルモニタリング）

現地調査データやリモートセンシングデータによる
グローバルモニタリングを基に地球規模でのデータ
ベースを整備し、各地域の環境、資源の現状や変化の
動向を把握する。

2) 人間活動の拡大に伴う土地利用変化と環境影響の予測

モニタリングデータに基づき、人間活動の拡大に伴
う地球規模での土地利用の変化と環境変化を把握、予
測するモデル（土地利用・環境グローバルモデル）を
構築する。

3) 望ましい土地利用形態案（地球土地利用マスタープラン）の作成

人類の持続的な生存を可能とするため「再生可能資
源の持続的な利用」、「大規模な環境変化の回避・抑
制」を基本的な目標とする。さらに将来人口規模や生
活水準、技術レベルなどを想定することにより二酸化
炭素固定目標値（技術開発による固定、森林拡大によ
る固定など）や食料生産目標値などを設定する。持続
可能性・実現可能性が高いこと、環境影響が少ないこ
と、二酸化炭素量などの目標値をより効果的に達成で
きることといった観点からより好ましい土地利用形態を
各地域の環境資源に割り付け、マスタープランとする。

4) 国際的ゾーニングなどの政策の検討・選定とアクションプログラム作成

マスタープランの実現を基本的な目標として、国際
的な土地利用規則やそれに基づいた環境スワップなど
の国際協調・裁定、各国の国土計画の調整といったア
クションプログラムを検討する。具体的な政策効果の予
測には土地利用・環境グローバルモデルが利用できる。

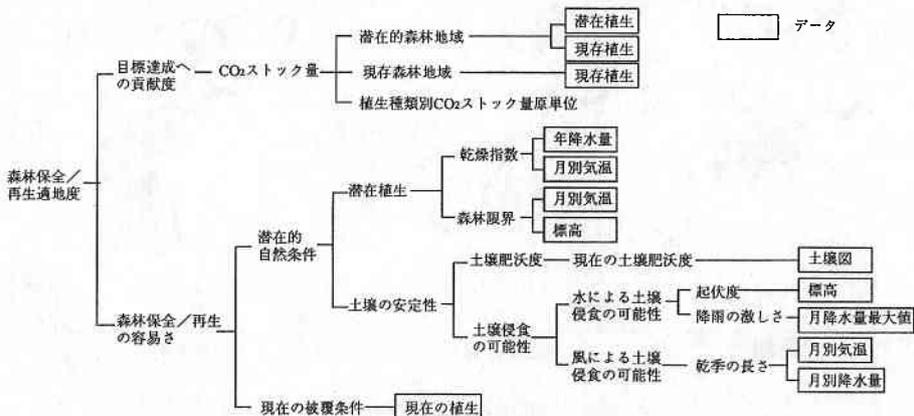


図2 森林保全/再生適地評価の全体構成

研 究 速 報

3. 地球規模での森林保全・再生適地評価

本研究では土地利用計画の枠組みの中で、二酸化炭素固定を目標とした森林保全・再生の適地評価を行った。評価の手順, 利用するデータをまとめたものが図2である。

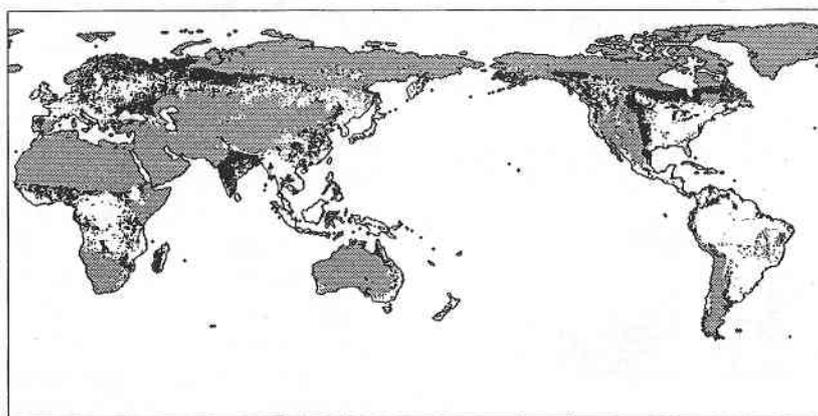
適地評価は二酸化炭素固定(炭素蓄積)効果の大きさと森林保全・再生の容易さの評価からなる。森林再生の場合, 炭素蓄積量は現存植生の炭素蓄積量から再生された森林の蓄積量まで数十年のオーダーで次第に増加すると考えられる。ここでは50年程度を計画期間として考え, 期間中の平均炭素蓄積量を森林再生による炭素蓄積効果とする。森林保全については現森林による炭素蓄積量を蓄積効果とし, 純一次生産による蓄積量増加は考えない。

森林保全・再生の容易さは自然条件, 利用条件, 社

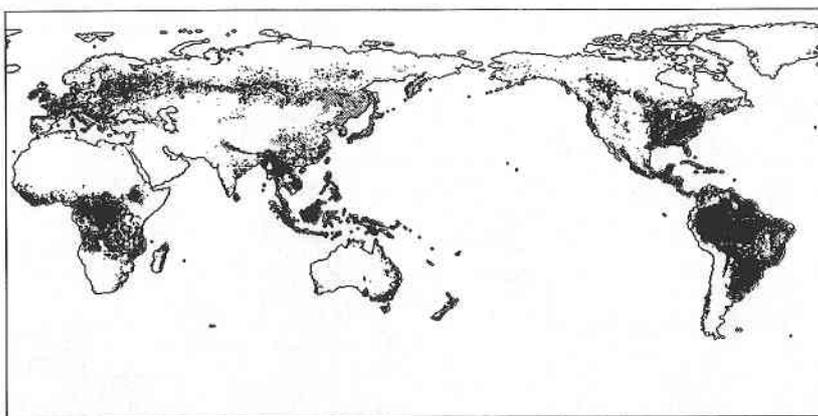
会・技術的条件にわけて整理する。自然条件は気候や土壌条件から評価される。保全・再生される森林からの木材生産量の大きさは森林の維持に要する費用・労力に影響を与える。これが利用条件として評価される。保全・再生のための労力や苗・種子の確保の容易さなどが社会・技術条件として評価される。今回の評価はデータの制約から自然条件のみを対象に評価を行った。

評価における各指標の重みや分級区分の決定は専門家へのヒアリング調査によった。また侵食可能性などの中間評価結果の一部は土壌侵食の現状に関する既存データ(UNEP, 1992)と比較することにより妥当性を確認した。

評価の例として森林保全適地度, 森林再生適地度の分布を図3に示す。



a) 再生適地の分布



b) 保全適地の分布

図3 CO₂ 固定・蓄積能力から見た森林の保全・再生適地度の評価

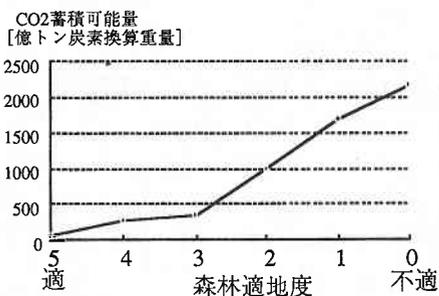


図4 森林適地度別に見た累積炭素蓄積可能量

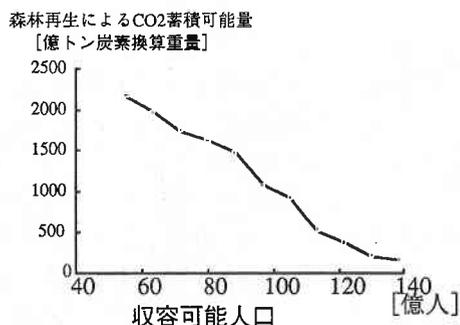


図5 森林再生による二酸化炭素固定可能量と、食料生産から見た人口収容力とのトレードオフ関係

4. 森林保全・再生適地評価の地球土地利用計画への適用

4.1 森林再生適地の分布と蓄積可能炭素量

森林再生適地の分布から森林再生によって新たに蓄積可能な炭素量を推定することができる。森林再生の適地度が高い地域から森林再生事業を実施するとして各適地度まで再生された場合の炭素蓄積可能量を図4に示す。IPCCの二酸化炭素排出予測によると2050年までに約2350億トン（炭素換算）排出される。そのすべてを森林再生により固定するためには適地度が最も低い0の地域まで森林再生が必要になる。50%を固定する場合には適地度2まで、25%では適地度3まで再生する必要がある。

4.2 森林再生による二酸化炭素固定可能量と食料生産可能量からみた人口収容力とのトレードオフ関係の推定

森林再生に適した地域は食料生産にも適している可能性があり、二酸化炭素固定と食料生産はトレードオフ関係にあることが想像される。しかし、食料生産の適地度のグローバルな評価はまだなされていない。そこで潜在農地（農地として利用可能な地域）を食料生産に投入したときの人口換算の推定食料生産力（後藤，1991）と森林再生適地度別の累積炭素蓄積可能量（図4参照）を用いて、食糧生産量から見た人口収容力と二酸化炭素固定量とのトレードオフ関係を概略推定した。すなわち、適地度評価における自然条件評価で示したように、森林再生の適地度が高い地域は土壌が肥沃で安定している傾向が強いことから、再生適地度の高い地域が潜在農地として転用されると考え、二酸化炭素固定量と食料生産からみた人口収容力との関係を求めた。結果を図5に示す。二酸化炭素の固定目標をIPCC排出予測値のどの割合に設定するかにより、食料生産可能量を經由して人口収容力が変化する事がわかる。

5. 結論と今後の課題

1) 地球環境の保全と人類の長期的な生存条件の確保のために地球規模での土地利用計画が必要である。環境資源のモニタリング、マスタープランの作成、土地利用変化や環境影響の予測に基づく政策評価など、地球土地利用計画の枠組みを整理した。

2) 森林利用を対象に森林保全・再生適地としての適性評価を試み、地球規模で森林保全・再生適地度の分布を示した。

3) 森林保全・再生適地の評価結果を利用した、森林による二酸化炭素固定の可能性と限界を示し、さらに森林再生による二酸化炭素固定可能量が潜在的な農地利用との競合を通じて食料生産可能量とトレードオフ関係にあることを示した。

なお、今後はグローバルな物質循環などの側面から、“持続的な生存”の持つ意味をより精緻に定式化し、技術の進歩なども考慮して望ましい利用形態の変化などを検討すると同時に、広域的な土地利用データの整備を図り、土地利用変化とその影響に関する実証的な研究を進展させる必要がある。

(1993年4月20日受理)

参考文献

- 1) Abe, I., Shibasaki, R. et al (1992): A global map for forest conservation, Proc. of 13th Asian Conference on Remote Sensing.
- 2) 後藤 (1992): 衛星データを利用したグローバルな生物環境の変動と人口収容限界の予測に関する研究, 東京大学博士論文 (工学)
- 3) 本多, 村井 (1991): 世界植生を基準とした人間活動評価について, 日本写真測量学会秋期学術講演会発表論文集, pp 1-6.
- 4) UNEP (1992): World Atlas of Desertification, Edward Arnold.