

都市環境の価値の評価に関する研究

—都市周辺の森林による炭素固定機能の価値評価—

九州大学工学部 学生員 ○榎田庸洋 学生員 谷川寛樹
正 員 井村秀文 正 員 松本 亨

1 はじめに

都市における人間活動によって、発生する二酸化炭素の量が近年急速に増加し、地球環境の温暖化による様々な危険性が指摘されている。この解決策のひとつとして考えられているのが、排出された二酸化炭素の固定化による温暖化の抑制がある。我々はこれまでに、自然資源の量的増減のフロー及びストックを表わすために物的勘定(マテリアルフロー)の定量化を行い都市の環境の評価をしてきた。本研究では、その一環として森林の炭素固定量を求め、さらに貨幣的な価値への換算を試みた。具体的には、リモートセンシングを用いて福岡都市圏の土地被覆分類と正規化植生指標NVIの算定を行い、マテリアルフローのひとつとして炭素のフローについて、そのうちの緑地における炭素固定量を推測する。

2 内容及び手法

2.1 リモートセンシング

用いたデータは、LANDSAT/TMの1994年5月18日に観測された北部九州のデータ113-37である。画像座標系と地図座標系の間の座標変換式を、基準点における画像座標と地図座標の対応関係を用いて、3次元多項式近似により幾何補正を行った。幾何補正後の解析図は、東経130度10分から130度34分、北緯33度21分から33度45分である。上記幾何補正済みのデータを基に、福岡都市圏の被覆状況を調べるために教師付土地被覆分類を行った。教師付土地被覆分類は、画像上で視覚的あるいは市販されている土地利用図などから判別できる領域を多数抽出し、分散共分散を調べる事により統計的に分離度の高いトレーニングエリアを残し、最尤法によって土地被覆分類を行った。分類処理を行った後に土地被覆に応じた色づけを施した。

NVIは、地球観測衛星のデータを使って、簡易な計算でグローバルな植生の状況を把握する事を目的として考案されたもので、以下の式で与えられる。

$$NVI = (NRI - VIS) / (NRI + VIS)$$

(NRI: 近赤外域の値、VIS: 可視域の値)

この値は、一般にNOAAのAVHRR(改良型高解像度放射計)センサーを用いて計算される。このセンサーの波長特性は表1のようになっておりNRIはバンド2、VISはバンド1のデジタル値である。本研究では、ローカルエリアを対象とした環境資源勘定を行っているのでNOAAのデータでは解像度が低すぎるため、LANDSATのデータを扱っている。このためバンドの変更が必要である。TMセンサーの波長特性は表2のようになっており、NRIをバンド4、VISをバンド3の値で計算した。NVIは-1.0~1.0の実数値で得られるが、世界植生指標¹⁾では次の式で整数値(0~255)にしている。

$$(\text{整数値の植生指標}) = \text{INT}[240 - (NVI + 0.05) \times 350]$$

2.2 炭素固定量の算定方法

土地被覆分類図においては、ゴルフ場、果樹園、森林、公園、正規化植生指標においては、 $0.1 \leq NVI \leq 0.6$ に該当するピクセル数をカウントして面積を求めた。それぞれの固定炭素量は右の式(1)~(3)によって求められる。ただし、定数kについて、緑地はすべて温帯林と仮定して計算を行った。(kst=0.0145 t-c/ m²)²⁾。また建築物に含まれる炭素量(1994)は、谷川らが計算した、1993年の炭素の期末ストック量³⁾に、1994年も同量の流入と流出があったものと仮定して加算した。

表1 NOAA/AVHRR センサの特性

バンド	波長帯域(μm)
1	0.58~0.68
2	0.73~1.10
3	3.55~3.93
4	10.5~11.3
5	11.5~12.5

表2 LANDSAT/TM センサの特性

バンド	波長帯域(μm)
1	0.45~0.52
2	0.55~0.60
3	0.63~0.69
4	0.78~0.90
5	1.55~1.75
6	10.4~12.5
7	2.08~2.35

$$C_{in} = k_{in}A_f + k_{st}A_m \quad \dots(1)$$

$$C_{st} = k_{st}A_f \quad \dots(2)$$

$$C_{out} = \frac{|A_{fn} - A_f|}{n} k_{st} \quad \dots(3)$$

Af: 緑地の面積
Am: 植林された緑地の面積
Afn: n年前の緑地の面積
kin: 現存する樹木の成長分に潜在する単位面積当たりの炭素固定量
kst: 単位面積当たりの樹木の炭素固定量

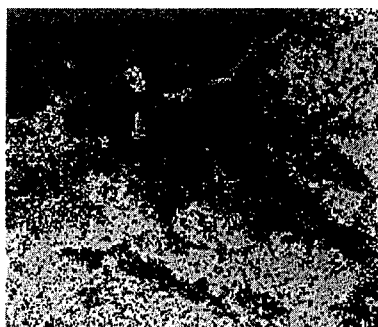


図1 NVIによる植生状況

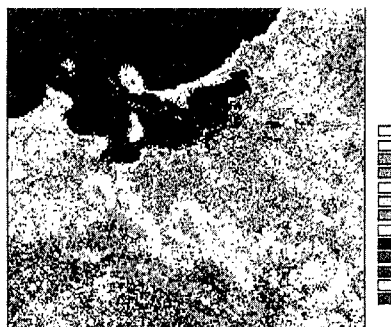


図2 土地被覆分類図

表3 炭素フロー

		単位: t-c		
炭素固定量		in	stock	out
福岡都市圏	樹木	-	8,650,000	-
	樹木	-	9,700,000	-
福岡市	建築物に含まれる炭素量	77,400	2,260,000	48,200

3 結果 及び 考察

NVI (図1) と土地被覆分類 (図2) から得られた緑地の面積はそれぞれ669,008,912 m²、596,894,439 m²であった。これらから算定された福岡都市圏での炭素固定量を表3に示す。ところで両者から得られた面積の差は約7千万平方メートルであった。土地被覆分類に関しては、人間の目で確認しカテゴリーの判断をしながらの作業になるので、出力結果も当然入力した人の影響を受けるはずである。その点、NVIを用いた場合には、バンド間の演算のみによりある程度の植生を把握する事ができるので、その信頼性は前者よりも高くなると思われる。ただ今回の場合には、衛星のセンサーが違う事から必ずしも正しい植生状況を把握できたとは考えにくい。

ここで、都市圏の炭素固定量の価値を以下のように仮定し、金銭評価を行う。対象地域の森林及び建築物の炭素固定量が、すべて二酸化炭素に変わったとすると、約4,190万t-co₂が大気中に放出される。二酸化炭素排出にかかる税金で現在最も厳しいスウェーデンの炭素税37.9ecu/t-co₂⁴⁾ (=4550円/t-co₂)を用いて、対象地域の炭素固定量を金銭評価する。その結果、福岡都市圏の樹木については約1,530億円、建築物については約369億円、合計で約1,900億円と評価できる。

4 おわりに

炭素の固定量を推測する研究は、現在地球レベルでは盛んに行われているが、ローカルエリアを対象とした推測は極めて少ない。またこれを環境資源勘定と森林全体の価値とを結び付けた研究はほとんどない。特に、福岡都市圏では森林地帯の開発が進んでおり、市街地への植樹をする例はわずかである。そうしたことから、樹木の炭素固定量は減少する方向にある。今後はC_{in}とC_{out}における定数の算定をおこない、炭素フローの完成と福岡市に限った森林の環境価値を推測したい。

参考文献

- 1) 村井俊治・宮脇昭・柴崎亮介編：リモートセンシングから見た地球環境の保全と開発(1995)
- 2) 慶応義塾大学理工学部エネルギー・環境研究グループ編：二酸化炭素問題を考える(1994)
- 3) 谷川寛樹ら：都市の物質収支と環境資源勘定に関する研究:建設用資材の投入と建設副産物、環境システム研究、Vol. 23, pp274-278, (1995)
- 4) 環境庁編：環境白書(1994)