

DMSP-OLS と PALSAR を用いた建築物面積の推計モデルの開発

名古屋大学工学部社会環境工学科 学生会員 ○黒田将平

名古屋大学大学院環境学研究科 正会員 杉本賢二, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹

1. はじめに

近年世界では、先進国を中心に大量の資源を投入することで経済発展を遂げてきた。しかし近年成長が著しい途上国も資源の大量投入が予想され、持続可能性を考慮しつつ発展を遂げることが課題となる。そのため、社会に投入された資源とその挙動を詳細に把握することが重要となる。

建設系資源を含む大量の資源フローの分析手法としてマテリアルストックフロー分析が有効な手段として挙げられる。しかし、この手法には詳細な統計データが必要とされるため、データの整備が進んでいない途上国では適用が困難となる。世界全体のマテリアルストックを分析するには、世界で均一に得られるデータを用いる汎用性の高い推計方法が必要となる。そこで本研究では、世界全体で得られるデータとして衛星リモートセンシングデータに着目し、その中でも DMSP-OLS（衛星夜間光）データと PALSAR（合成開口レーダ）を用いた建築物面積の推計手法の開発について検討した。

2. 使用したデータ

(1) DMSP-OLS（衛星夜間光）データ

DMSP-OLS データは、Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) 人工気象衛星に搭載された Operational Linescan System (OLS) 高感度可視近赤外センサにより得られたデータのことであり、許ら (2009) ¹⁾は日本・中国・韓国・台湾のアジア 4 カ国に対して、DMSP-OLS データと鋼材ストック量との関係について着目し、それらの相関から鋼材ストック推計について検討し、DMSP-OLS データを用いて鋼材ストックを推計することの有効性を示した。

(2) PALSAR データ

本研究では、地球観測衛星「だいち」に搭載されたフェーズドアレイ式 L バンド合成開口レーダ (PALSAR) を用いた。SAR は能動的にマイクロ波を照射・観測することで、気象条件に左右されことなく高解像度の地形イメージを作り出す全天候型

のセンサである ²⁾。

これらのデータは、都市域では建築物が密集するほどマイクロ波の散乱過程が不規則となることや、スペックルノイズの影響が大きくなることで解析が困難になる問題があった。しかし、都市域では建築物の密集度が高くなることで散乱が大きくなるため、散乱が大きい地域は都市の密度が高いと考えられる。

(3) 建築物面積データ

建築物面積の計算に関しては、ゼンリンの提供する「Z-map TOWN II」³⁾を用いた。これは、住宅地図データベースで、各建築物ポリゴンに対して位置情報や階数などの属性データとして含まれるため、建築物面積（建物面積と延床面積の総称）を計算することが可能である。

3. 研究方法

対象地域として愛知県・岐阜県・三重県・静岡県の 4 県を選定し、それぞれの県で 500m メッシュ単位での建築物面積と DMSP-OLS データおよび PALSAR データとの相関について検討し、各県の建築物面積の推計モデル（愛知モデル・岐阜モデル・三重モデル・静岡モデルとする）を作成した。そして、それらのモデルを 4 県に適用することで推計の精度及び汎用性を検証した。なお、推計モデルについては以下に示した 4 種類のものを検討した。

$$\text{モデル1 } BA, TFA = \alpha_1 \times NL + \beta \quad (1)$$

$$\text{モデル2 } BA, TFA = \alpha_1 \times NL + \alpha_2 \times PALSAR + \beta \quad (2)$$

$$\text{モデル3 } BA, TFA = \beta \times NL^{\alpha_1} \quad (3)$$

$$\text{モデル4 } BA, TFA = \beta \times NL^{\alpha_1} \times PALSAR^{\alpha_2} \quad (4)$$

ここで、BA：建物面積、TFA：延床面積、NL：DMSP-OLS データ、PALSAR：PALSAR データを意味している。

4. 結果と考察

表-1 に、各県のモデルを適用したときの推計精度を示す。三重については岐阜のモデルを適用することで高い精度になったが、愛知・岐阜・静岡ではそれぞれのモデルを作成した県に適用することで、い

ずれも誤差が 4%以内という高い精度となった。また、推計誤差が前後 10%に収まるような結果が得られる地域もあり、適応性について汎用性の高さが一部示された。

次に、表-2 に推計精度の高いモデルを用いて延床面積を推計したときの RMSE 値（平均二乗誤差の平方根）について示す。愛知と静岡では、線形型と対数型の関数での RSME 値の違いが比較的小さい場合が多いことから、より都市化が進行している地域では線形型、対数型いずれの関数を用いても推計精度に明瞭な違いは見られない。また、岐阜と三重では森林や山岳地域を多く含む県において、線形型を用いることで、推計精度が高くなることが示唆される。

また、図-1 に愛知県でモデル 2 を適用したときの延床面積の推計精度の分布を示す。推計精度は延床面積の推計値を実際の延床面積で除したものをパーセント表示した値である。森林が多く存在する郊外地域（図中東北部など）では過剰推計の傾向がある一方、名古屋などの建築物が多い地域では過少推計の傾向が見られた。今回使用した PALSAR データではマイクロ波を使用しており、その散乱過程が森林域ではマイクロ波が枝や幹の間で不規則に反射し合う体積散乱となり、都市域では建築物の表面で散乱する表面散乱や地表面と建築物の表面両方で反射する 2 回反射の影響が大きくなる特性があるため、観測地域が異なるとマイクロ波の挙動も異なるものの、データとしてそれらの観測地域の状況を区別することが困難という問題が影響した結果と考えられる。この問題に対しては、Yamaguchi *et al.* (2005) ⁴⁾ によって提案された成分分解手法を用いて、建築物と相関が高いと考えられる表面散乱や 2 回反射を抽出して検討することで、対象地域の特徴・状況をより明確に捉えて推計することが可能と考えられる。

5. おわりに

本研究では、DMSP-OLS データと PALSAR データを用いて建築物面積の推計モデルの検討を、愛知県・岐阜県・三重県・静岡県の 4 県を対象地域とした。その結果、森林などが多い郊外地域では線形型の関数を使うことで推計精度が高くなることや、推計する地域の特徴により精度の違いが見られた。今後は、PALSAR データを成分分解することや、都市

表-1 各県のモデルの推計精度
(モデル2を用いて延床面積について推計)

推計精度(%)	愛知モデル	岐阜モデル	三重モデル	静岡モデル
愛知	99.2	100.4	125.5	135.5
岐阜	124.0	96.2	116.4	140.6
三重	108.9	94.9	111.8	131.8
静岡	84.5	66.6	88.9	101.8

表-2 各県のモデルを自県に適用したときのモデルごとのRMSE（延床面積について検討）

RMSE(m)	愛知モデル	岐阜モデル	三重モデル	静岡モデル
モデル1	42,200	24,600	26,700	75,600
モデル2	40,900	24,500	26,600	75,700
モデル3	46,000	37,200	35,800	77,200
モデル4	46,200	37,100	36,200	77,700

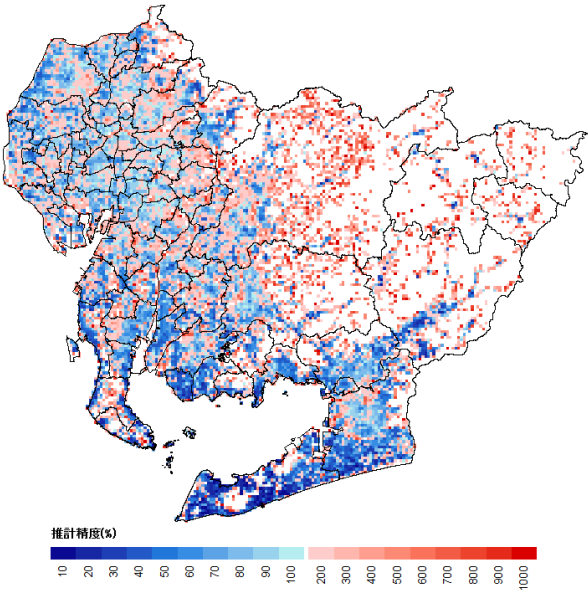


図-1 愛知県における延床面積の推計精度
(愛知モデルの中でモデル2を使用して推計)

域と郊外地域について区別することでより高い精度での推計が可能になると考えられる。

謝辞：本研究は日本学術振興会科学研究費補助金（基盤研究（A）25241027）の支援により実施されたものである。関係者各位に感謝します。

引用文献：

1) 許峰旗, 醍醐市朗, 松野泰也, 足立芳寛 (2009) : 衛星画像を用いた建築・土木における鋼材ストック推計, 鉄と鋼, 96(8), pp517-523.

2) 大内和夫 (2009) : リモートセンシングのための合成開口レーダの基礎

3) 株式会社ゼンリン (2011) : Zmap-TOWNII 2009

4) Y. Yamaguchi, T. Moriyama, M. Ishida, and H. Yamada (2005) : Four-Component Scattering Model for Polarimetric SAR Image Decomposition, IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., vol. 43, no. 8, pp.1699-1706.