

地球観測衛星画像を用いた 都市域における資源蓄積量の推計

清水 亮¹・梁 涵璋¹・早川 容平¹・奥岡 桂次郎¹・松野 泰也²・谷川 寛樹³

¹学生会員 名古屋大学 環境学研究科 (〒464-8601 名古屋市中種区不老町)

E-mail:shimizu0301@gmail.com

²正会員 東京大学准教授 マテリアル工学科 (〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)

³正会員 名古屋大学教授 環境学研究科

近年、資源の枯渇が進んでおり、資源の投入量を減らす必要がある。それには、人間活動において使用される資源の量と挙動を把握する必要があるが、多くのデータが必要で適用範囲が限られ、衛星画像などの地球上どこでも適応可能なデータが必要となる。研究方法としては、活動量の推計として夜間光データ、合成開口レーダを用いて道路、建築面積との関係性を回帰分析によって推計した。結果として、放射輝度更正データのみでは道路面積で60%の差異、建築面積で30%の差異、SARのみでは道路面積で127%、建築面積で157%の差異、放射輝度更正データ+SARでは道路面積で68%、建築面積で2%の差異となった。以上から衛星画像を用いて都市部における資源蓄積量の推計に一定の可能性が示された。

Key Words: *nightlight, radiance calibration, ALOS/PALSAR, material stock, spatial analysis*

1. はじめに

近年、世界では発展途上国の急速な都市化が進み、多くの資源が使われており、資源の枯渇を防ぐことは大きな課題である。今後、地球温暖化や天然資源の消費抑制のためにも、資源の投入量や廃棄量を抑える必要がある。そのため、世界中の資源が「どこに」「どれくらい」あるのかを把握する事は重要な事である。特に、都市域には約50%の人口が居住しており、多くの活動量が存在する。そのため、人間活動において使用される資源の量と挙動を詳細に把握する必要があり、この手法としてマテリアルストックフロー解析(Material Stock Flow Analysis:MSFA)が有効である。

MSFAに関する既存研究は、国全体の物質収支を対象とするような研究と、地域を限定した詳細な物質収支を評価する研究に大別される。橋本ら¹⁾は建設関連の産業連関表を利用し、資材の投入・廃棄を推計することでインフラ分野も含めた日本全体のストック量の推計を行った。結果、ストックの重量比ではインフラ分野が全体の70%近くを占めていると指摘した。地域を限定した推計として、研究について、谷川ら²⁾が北九州市やマンチェスター市、和歌山市などを対象としてMSFAに関連するGISデータを構築し、都市のメタボリズムにつ

いて言及した。長岡ら³⁾は都道府県・政令市毎の都市構造物を対象としたマテリアルストックの推計を行っており、潜在的な廃棄物量を把握する際にマテリアルストックを地上部分と地下部分に分けて推計することの重要性を指摘した。平戸⁴⁾らは鋼材に着目してマテリアルストックの推計を行い、推計方法の違いによる差異とその重要性を述べた。このようにMSFAによって、物質循環の各段階において生じる環境負荷を推計し、より効率的で持続可能な物質利用をすることができる。

しかしながら、MSFAにはデータが多く必要なため、適用できる範囲が限られている。そのため、アメリカやEU諸国、日本などの先進諸国では盛んに行われているが、世界の多くの地域ではデータの充実した地域は少なく、また豊富な資源を所有しているのはデータの少ない発展途上国などが多い。そのため世界の物質ストック量を把握するには、適応性の高い分析方法が必要である。また、MSFAは地域的に偏りがあるため、空間分布解析を行うことは難しい。

そこで、本研究では衛星画像に着目した。衛星画像の特徴として、以下の3点が挙げられる。

- a) 広い範囲を一度にとらえられる
- b) 同じ場所を長期にわたって観測できる
- c) 可視できないものの情報が得られる

これらの点から衛星画像は様々な事に利用され、様々な種類がある。図-1に地球観測センサの種類について示した。衛星画像として主に用いられるものとして、図-1で示す画像センサや合成開口レーダがある。画像センサの中には衛星写真、土地利用などに利用されるLandsat TM/ETMデータ、DMSP衛星の夜間光データなどが代表例として挙げられる。

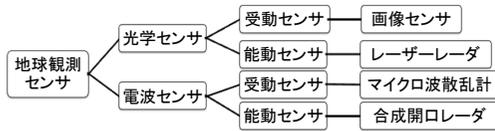


図-1 地球観測センサの種類⁹⁾

衛星画像を使用した既往研究として、地図の作成、土地利用の観測や、森林や農作物などの状況把握、災害地域の特定など多岐の分野にわたる。都市域における利用としては都市域の抽出や、植生指標など都市域の状況把握に多く用いられている。衛星画像を用いて、都市を対象とした先行研究としては、DMSP-OLSデータを用いた先行研究として、Loら⁶⁾、中谷⁷⁾、許ら⁸⁾が、SARデータを用いた研究として、河合ら⁹⁾、岩佐ら¹⁰⁾、Chenら¹¹⁾、板橋ら¹²⁾がある。

しかし、これらの先行研究では夜間光データを使用したものにおいては、建築鋼材を対象とした日本全体の推計は行われているものの、地域を限定し、建築や道路構造物全体の資源蓄積量の推計はあまりされていない。またPALSARデータを使用したものでは、都市域の抽出など都市域の状況把握に多く用いられ、実際にPALSARデータを用いて、資源蓄積量を推計する研究はほとんどない。

そこで、本研究では世界全体で均一のデータを取得できるDMSP-OLS(衛星夜間光)データ、SAR(合成開口レーダ)データに着目し、衛星画像を使った世界の資源蓄積量推計の手法について比較・検討を行う。ケーススタディとして、名古屋市・愛知県を対象に資源蓄積量の推計を行った。

2. 衛星画像データについて

(1) 衛星画像データの有効性

衛星画像データを扱う利点として、以下の2点が挙げられる。

- 世界全体での大きな物質収支の分析や地域を限定した詳細な物質収支の分析を行うことができるため、行政区分に関係なく地理的な分布が推計できる。
- 統計データに頼ることがなく、世界全体で均一なデー

タとして得ることができるため、データ量の偏りがなく、データ収集が容易に行うことができる。

衛星画像を用いた資源蓄積量の推計とマテリアルストックフロー解析による資源蓄積量の推計に一定の相関性が見られれば、世界全体の物質ストック量を推計できるようになると考えられる。

(2) 夜間光データ

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を利用して得られたデータをDMSP-OLSデータという。許ら⁷⁾は、DMSP-OLSデータを対象とし、画像データに関しては、National Oceanic and Atmospheric Administration(NOAA)/National Geophysical Data Center(NGDC)から提供されたデータを用いている。放射輝度更正データとしては最も完成度は高い2006年度のデータを使用した。また放射輝度更正データと比較するため従来の夜間光データも2006年度のデータを使用した。

Loら⁶⁾はDMSP-OLSデータから得られた中国の都市指標について研究した。非農業人口、GDP、市街地面積、電力消費と4つの関係因子を定め、DMSP-OLSデータの実用性と都市の形態、土地利用を分析した。この結果、中国における都市化進行のためにDMSP-OLSデータを使用する有効性を示した。中谷⁷⁾はDMSP-OLSデータから人口や経済指標など人間活動における強度推定において、これまでに提案されてきた手法の整理を行い都市の活動領域と夜間光の強度とに密接な関係することを示した。

しかし、従来のDMSP-OLSデータでは、夜間光が感知上限値に達し、その値以上の評価をすることができない問題が指摘されていた。Elvidge¹³⁾らによると、この問題を解決するためにNOAA/NDGCでは異なる感度で撮影した画像を合成し、高い感度の画像は低輝度の光、低い感度の画像は高輝度の光を観測するようにしてきている。本研究では、3つの感度で撮影した画像を合成することで飽和しない放射輝度更正データを作成した。

また図-2に従来の画像、図-3に放射輝度更正画像で作成した夜間光データを示した。図からもわかるように従来の画像では多くの地域で飽和値に達し、白くなっているのがわかるが、放射輝度更正画像を使うことによって、補正されているのがわかる。許ら⁸⁾はDMSP-OLSデータの放射輝度更正画像を用いて統計データが整備された日本国内、中国、韓国、台湾に関して土木・建築ストックの推計を行った。この結果、DMSP-OLSデータと建築鋼材ストックにおいては都市部の夜間光と高い相関性を持ち、土木鋼材ストックに関しては夜間光総量と高い相関性を持つことを示した。

Loら⁶⁾や中谷⁷⁾の先行研究からも、衛星夜間光データ

は、人間の活動強度を直接的に把握できるものである。そのため夜間光は人間の活動量を示す重要な指標である事が言える。特に先進国などではインフラ整備が充実していることもあり、大量のストックが存在する。日本でも、ストックを使って生活水準を向上させ、現在においてもストックを使いながら生活している。ストックというのは人間活動の指標であり、夜間光も人間の活動量を示す指標となるので、この二つに因果関係があると思われる。しかしながら、許ら⁷⁾のようにDMSP-OLSデータを用いた研究では、国別の大まかなストック量の計算はなされているものの、地域を限定したストック量の推計はされていない。そこで本研究では、地域を限定し、2つの夜間光データを使用し、ストック推計を行うことで、より詳細な日本全国のストック量の推計や世界全体のストック量も推計が可能になる。

(3) 合成開口レーダについて

大内¹⁴⁾によると、宇宙からのSynthetic Aperture Radar(SAR)合成開口レーダによる観測は、1978年米国の海洋観測衛星SEASATで始まり、日本の地球資源衛星1号JERS-1や、ヨーロッパ宇宙機関のERS-1、ERS-2、カナダのRADARSAT衛星等で行われている。SARはマイクロ波を利用するセンサである。マイクロ波を地球に向かって照射し、その反射波を受信することで、地表面の物性や傾斜などの把握に利用される能動型の電波センサである。可視光に比べ波長が長いので昼夜や雲や雨等の天候にもほとんど影響されない全天候型のセンサである。JAXAは2006年にJERS-1に搭載されたSARの機能・性能をさらに向上させたAdvanced Land Observing Satellite (ALOS)陸域観測技術衛星「だいち」を打ち上げた。この衛星には、パンクロマチック立体視センサ(PRISM)、高性能可視近赤外放射計2型(AVNIR-2)、フェーズドアレイ式バンド合成開口レーダ(PALSAR)の三つのセンサが搭載されている。またPALSARは高分解能観測モード、広観測域モード、偏波観測モードという機能を持つ。

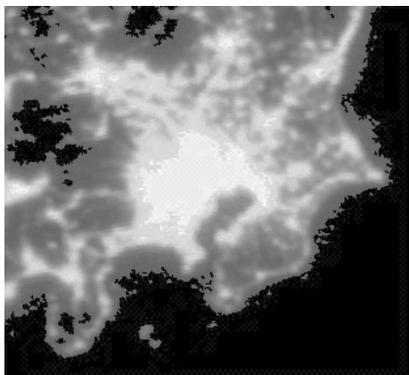


図-2 関東地方における従来の夜間光データの分布図

PALSARデータは河合ら⁹⁾のように自然災害時における利用や森林バイオマスの推定など、主に森林・山地・海面などでの利用は多く見られ、都市域ではChenら¹⁰⁾や板橋ら¹¹⁾のように都市域と市街地に区別するための利用はされているものの、その散乱過程の複雑さからあまり研究がなされていない。PALSARはマイクロ波の反射を利用した衛星データであるため、都市部などの密集した地域ほど反乱強度が増すという特徴がある。そのため、反乱強度が強い地域ほど都市が発展していると考えられ、PALSARは都市の密集度を表す指標になるのではないかと考えた。そこで本研究では、地域を限定し、合成開口レーダを使用し、その散乱強度と都市の活動量における相関性についても推計した。また、偏波特性の違いにも着目して、推計を行う。

3. 研究方法

(1) 研究方法のフロー

本研究では世界全体の夜間光の従来のデータ、放射輝度更正データ、SARデータを画像処理解析ソフト(ENVI)によって地域のメッシュを振り当てることで、その地域における光の強度(DN値)、マイクロ波の散乱強度を算出した。画像処理されたファイルは写真などと同じようにラスターデータとして抽出される。抽出されたデータをGISでポリゴンデータにすることで他のデータとメッシュごとに重ね合わせる事が可能になる。そこで、異なるスケールでの違いを見比べることを目的とし、名古屋市と愛知県に着目した。県レベルでは統計年鑑などがあるが大まかなデータしかない。しかし、政令指定都市など一部の市町村では、より詳細なデータが揃っているため、細かな分析ができる。

具体的には、2006年のDMSP-OLSデータ、2007年のPALSARデータを用いて、1km²メッシュごとの名古屋市と愛知県の道路面積、建築面積の空間分布画像を作成し、市と県における地域的な違いを比較し、分析した。

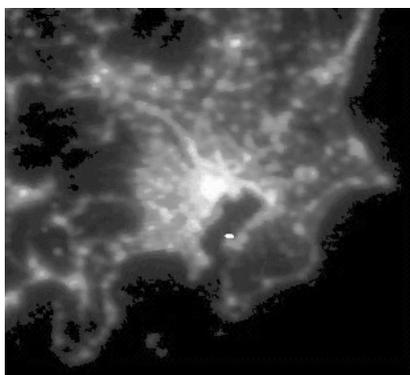


図-3 関東地方における放射輝度更正データの分布図

環境省¹⁵⁾によると、我が国の2008年度の総物質投入量は17.4億トンあり、そのうちの半分程度の6.6億トンが建築や道路などの社会インフラなどの形で蓄積されており、道路面積、建築面積に着目することで都市のストックの傾向を把握ができると考えた。

(2) 道路面積の推計

道路データとして、(株)ESRIジャパン社のスタンダードパックのデータ製品で、国土交通省国土計画局が2万5千分の1地形図を基に作成したデータベースを(株)ESRIジャパン社が利用しやすく整理したものである。いずれも幅員、道路種別等の属性をもつ。しかしながら、幅員に関しては、道路種別ごとに1.5m以下、1.5m～3.0m、3.0m～5.5m・・・といった分け方をしているため、正確な道路の幅員設定ができないため、統計データと比べて過小評価してしまうのが問題点となっている。また、ESRI道路データは基の地形図の縮尺が大きいため、ほぼすべての道路網情報がデータ化されているが、時間属性をもたないという制約がある。そこで、本研究では道路構造令を用いて、道路種別、GISの属性として与えられている幅員とを考慮して、統計データと比較して、幅員を設定した。

(3) 建築面積の推計

建築面積として、株式会社ゼンリンが提供する「Zmap-TOWNII」¹⁶⁾を利用した。Zmap-TOWNIIはいわゆる住宅地図データベースであり、各建築物の形状(建築物ポリゴン)を空間データとして保存している。加えて、階数・用途区分・建築物名や表札名といった情報を属性データとして建築物ポリゴンに結び付けて保存している。(株)ゼンリンの定義によると、Zmap-TOWNIIとは「各自治体が発行する1:2500国土基本図又は1:2500都市計画図等の地図をもとに、年間延べ30万人の調査員を駆使して現地調査を行い、収集した戸別情報や道路情報などゼンリン独自の情報を付加した地図データベース」である¹⁴⁾。データファイルはおおよそ市区町村ごとに整備されており、2009年版は1943個、2003年版は3043個のデータで構成されている。1データ当りには5万～25万棟程の建築物の情報が含まれており、Zmap-TOWNII(2009)には約6,200万棟の建築物の情報が保存されている。本研究においては、Zmap-TOWNIIにおける愛知県データを使用する。

(4) 検証方法

夜間光の強度であるDN値は工場や、商業施設などの産業によって発せられた光の割合が強く影響する。また、DN値というのはそのメッシュが光る要因をすべて足し合わせた値ではなく、そのメッシュの光る要

因で按分されたものである。つまり、DN値が大きいところというのは、商業施設や工場などの産業地域であり、建築面積が大きいところや高速道路などの大きな道路がある所だと考えられる事ができる。そのため、都市の活動量と関係性が見られる夜間光とも相関性が見られるのではないかと考えた。

また、PALSARの後方散乱強度はマイクロ波を用いた反射強度を表すものであり、後方散乱強度が強い地域ほど、都市が密集しており、活動量が多い地域だと考えられる事ができる。島田ら¹⁷⁾によると後方散乱強度は以下の式で表す事ができ、校正係数の値として-83.0を用いている。本研究でも同様の値を用いた。

$$NRCS(dB) = 10 \times \log_{10}(DN^2) + CF \quad (3.1)$$

ここで、NRCS：後方散乱強度、DN：PALSARデータの輝度値、CF：校正係数とする。

また、偏波においても検討する。偏波観測モードでは、アンテナから水平偏波(Horizontal polarization)と垂直偏波(Vertical polarization)のマイクロ波を交互に送信し、後方散乱された各偏波を受信する。つまり、マイクロ波の偏波の組み合わせとして、HH(水平偏波送信、受信)、HV(水平偏波送信、垂直偏波受信)、VH(垂直偏波送信、水平偏波受信)、VV(垂直偏波送信、受信)の4つがある。今回のデータでは、HHとHVが与えられている。

これらのことから夜間光データ、合成開口レーダデータを用いて名古屋市内における1km²メッシュごとの道路面積、建物延床面積の空間分布画像を作成した。それをもとに夜間光データ、合成開口レーダデータと道路面積、建物延床面積との単回帰式、重回帰式を算出し、その後スケールを広げ、回帰式から愛知県において、夜間光から算出した道路面積と建築面積、合成開口レーダから算出した道路面積と建築面積、夜間光と合成開口レーダの重回帰分析から算出した道路面積と建築面積をGISデータから求めた道路面積、建築面積と比較した。

4. 結果と考察

従来の夜間光データでは、都市域においてほぼすべての地域で感知上限値に達してしまい、回帰式の算出が難しかったため、愛知県にスケールを広げる事ができなかった。そのため、4章で述べる夜間光データとは放射輝度更正データとする。

名古屋市内における夜間光データ、合成開口レーダデータと道路面積、建物延床面積との散布図を図-4、図-5に示した。図-4は名古屋市内における夜間光データと

道路面積との分布図であり、図-5に合成開口レーダデータの後方散乱強度と建築面積との分布図を示した。図からわかるように道路面積や建築面積が低いところでは多少のばらつきが見えるものの両者ともに一定の相関性があると考えられる。これらを回帰分析により、回帰式を算出した。

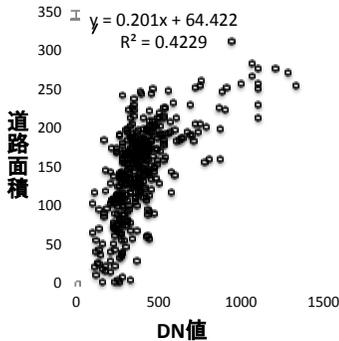


図-4 名古屋市における夜間光と道路面積の分布図

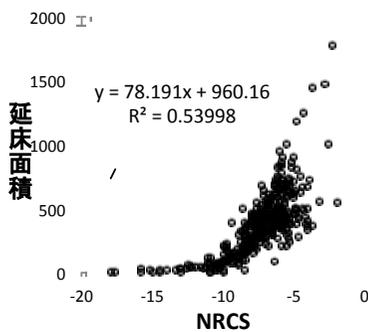


図-5 PALSAR・NRCSと建築面積の分布図

次に、回帰式を基に対象範囲を広げ愛知県におけるGISデータと各方法により算出した道路面積、建築面積との差を図-6に示した。ここでHH、HV、AVGはPALSARの偏波特性を用いた推計値であり、AVGはHH、HVの平均値である。

道路面積においては、道路面積においてはすべての算出した値で、GISと比べて大きな値となった。夜間光データを用いたのみでの算出が最も差異が少ない事がわかった。また、合成開口レーダを用いた算出では差異が大きくなった。これは合成開口レーダの反射を用いるという特性上、道路にはあまり高低差というのが存在せず、一定の反射強度となるためだと考えられる。建築面積においては夜間光データと合成開口レーダと重回帰分析によって算出した値が最も差異が少ない結果となった。また合成開口レーダのみの算出では差異が大きくなるという結果となった。これは名古屋など都市が発展しており高いビルなどが立ち並び、建築

面積が大きい地域では合成開口レーダの反射強度が高くなり、一定の相関性を示すが、都市郊外などの家屋が立ち並び、建築面積が小さい地域で差異が大きくなったからだと考えられる。

表-1 愛知県における各方法で算出した道路面積、建築面積

	道路面積(km ²)	差異(%)	建築面積(km ²)	差異(%)
Nightlightのみ	430.122	60%	401.706	23%
HH	612.345	128%	1,347.64	157%
HV	723.768	169%	1,592.48	204%
AVG	647.66	141%	1,367.73	161%
Nightlight+HH	451.618	68%	442.733	15%
Nightlight+HV	539.677	101%	675.739	29%
Nightlight+AVG	487.57	81%	531.031	1%
GIS	268.791		523.625	

おわりに

本研究では都市を限定し、2種類のDMSP-OLSデータ、PALSARデータを用いて1km²メッシュごとの道路面積、建築面積の空間分布画像を作成した、それをもとに道路面積、建築面積との相関性を検証し、回帰式を算出した。その後スケールを広げ、GISデータで算出した道路面積、建築面積と検証することで、DMSP-OLSデータ、PALSARデータの精度を確かめた。都市に関しては名古屋と愛知県に着目した。夜間光データは2006年度のDMSP-OLSデータを用いた。合成開口レーダは2007年度のPALSARデータを用いた。

結果として、従来の夜間光データでは感知上限値に達してしまい、都市域において詳細な分析が行えなかったが、放射輝度更正データを使うことで都市においても詳細な分析が可能となった。また合成開口レーダに関しても今後さらなる検討が必要だが、都市の密集度を表す指標としての可能性を示した。

また、今後の課題として、合成開口レーダの偏波特性についての更なる考察、地域ごとの特性を比べるために他の市や県における活動量推計を行うことで産業構成比、土地利用などの地域ごとの特性についても検討を行う必要がある。今回は夜間光、PALSARデータにおける資源蓄積量の可能性を探るため、線形回帰式を用いたが、今後はその他の要因や非線形の関係についても検討していく必要がある。これらのことを行うことによって、より詳細に日本全体のストック量の推計や、さらには世界全体のストック量の推計を行うことができる。

謝辞

本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金(22360384)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) 橋本征二, 谷川寛樹, 森口祐一: Where will large amounts of materials accumulated within the economy go? -A material flow analysis of construction minerals for Japan, *Waste Management* 27, pp1725-1738, 2007
- 2) 谷川寛樹, 橋本征二: Urban stock over time: spatial material stock analysis using 4d-GIS, *BUILDING RESEARCH & INFORMATION* 37(5-6), 2009
- 3) 長岡耕平, 谷川寛樹, 吉田登, 東修, 大西暁生, 石峰, 井村秀文: 全国都道府県・政令都市における建設資材ストックの集積・分布傾向に関する研究, *環境情報科学論文集*23, pp83-88, 2009
- 4) 平戸崇博, 醍醐市朗, 松野泰也, 足立芳寛: トップダウン手法とボトムアップ手法による用途別鋼材蓄積量の推計, *鉄と鋼* Vol.95, pp.96-101, 2009
- 5) 国土技術政策総合研究所: 災害等に対応した人工衛星利用技術に関する研究 総合報告書2003
- 6) Lo, C. P.: Urban indicators of China from radiance-calibrated digital DMSP-OLS nightlight image, *Annals of the Association of American Geographers*, 92(2), pp225-240, 2002
- 7) 中谷友樹: DMSP-OLSによる「街の灯り」のセンサス—夜間地上光画像による人間活動強度の推定をめぐって—, *立命館文学*(593), pp583-597, 2006
- 8) 許峰旗, 醍醐市朗, 松野泰也, 足立芳寛: 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, 2009
- 9) 河谷嘉文, 須崎純一: 多偏波合成開口レーダを用いた水田のマイクロ波散乱の計測と解析, *電子情報通信学会, SPS2007-22*, 2010
- 10) 岩佐省吾, 須崎純一, 田村正行: 多偏波SARを用いた都市モデルの構築, *電子情報通信学会, SPS2008-12*, 2009
- 11) Pu-Huai Chen, Ian Dowman: Monitoring Urban Landscape of Taiwan Using PALSAR Data, 第1回ALOSデータノード共同PIシンポジウム, LULC/LUG03, 2010
- 12) Koichiro ITABASHI, Hiroyuki MIYAZAKI, Koki IWAO, Kazuki NAKAMURA, Ryosuke SHIBASAKI: A METHOD FOR DETECTING AND MAPPING URBAN AREA BY ALOS/PALSAR DATA, *AARS/ACRS, TS09-1*, 2010
- 13) Elvidge, D., Baugh, E., Dietz, B., T. Bland, Sutton, C., Kroehl, W.: Radiance Calibration of DMSP-OLS Low-Light Imaging Data of Human Settlements, *Remote Sensing of Environment* Volume 68, Issue 1, pp77-88, 1999
- 14) 大内和夫: リモートセンシングのための合成開口レーダの基礎, pp21-25, 2009
- 15) 環境省: 平成23年版 環境・循環型社会・生物多様性白書, pp212-231, 2011
- 16) 株式会社ゼンリン(2011): Zmap-TOWNII2003, 2009
- 17) Masanobu SHIMADA, Osamu ISOGUCHI, Takeo TADONO: PALSAR Radiometric and Geometric Calibration, *IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, VOL.47, NO.12*, 2009

(2012. 7. 18受付)

THE ESTIMATION OF MATERIAL STOCK IN URBAN AREA USING SATELLITE IMAGERY

Ryo SHIMIZU, Hanwei LIANG, Yohei HAYAKAWA, Keijiro OKUOKA, Shinya MATSUNO, Hiroki TANIKAWA

With the on going depletion of resources, exact estimation of material has become important. However, few countries have sufficient data to support stock evolution analysis. Thus, a more flexible method with high adaptability is required for grasping the material stock in the whole world. In this study, we estimate the amount of stock using DMSP-OLS nightlight data and PALSAR data, which is readily obtainable. Firstly, by using two types of nightlight data and PALSAR data, the relationship between DMSP-OLS nightlight or PALSAR data and the amount of stock is calculated in regions where the amount of material stock is known. Secondly, the amount of material stock on a larger scale is estimated using the equation obtained through regression analysis. The result show that material stock calculated by our method is comparable with GIS methods. In road area, 60% of the difference was acquired by only radiance calibration data, 127% only by SAR, and 68% by radiance calibration data and SAR data. In building area, 30% of the difference was acquired only by radiance calibration data, 157% only by SAR, and 1% by radiance calibration data and SAR data. Thus, the possibility of estimation of the material stock in urban areas using satellite imagery was found to be practical.