

平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：15101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01163

研究課題名(和文) 衛星リモートセンシングとWeb-GIS手法による動的土地利用情報の地図化手法

研究課題名(英文) Dynamic Land Use Mapping using Remote Sensing and Web-GIS

研究代表者

長澤 良太 (NAGASAWA, RYOTA)

鳥取大学・農学部・教授

研究者番号：40314570

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、主にSAR画像データを用いて農業地域の動的土地利用区分を試みた。対象地域は中部ジャワに位置する約50km²の範囲で、そこにはジャワ島に広く見られるような複雑で混合した農業的土地利用が展開している。方法としては、全偏波画像データの後方散乱量を解析して最適な偏波の組み合わせを抽出した。さらに、二通りの偏波合成手法を適用し農耕作地の偏波散乱特性を検討した。複雑な農耕作地の分類に際して、複数の偏波散乱特性を統合する手法が有効であることが示された。この分類のために、Web-GISで収集したローカルな農業的土地利用に関するトレーニングデータが分類制度の向上に大きく貢献した。

研究成果の概要(英文)： In this study, we attempted dynamic land use classification in agricultural area mainly using SAR image data. The target area is in the range of about 50 km² located in central Java, where complicated and mixed agricultural land use are distributed as widely seen over the Java Island. The backscatter intensity of the full polarization image was processed and combined to extract the most suitable parameter. Two kinds of polarimetric decomposition were also applied and analyzed for a better understanding of the polarimetric scattering mechanisms of agricultural croplands.

The results show that the integration of both backscatter intensity and polarimetric decomposition methods was able to compensate for the weakness of each component in discriminating the complex agricultural croplands. The field training samples collected through Web-GIS were well integrated with the image processing process and contributed to the improvement of classification.

研究分野：リモートセンシング

キーワード：動的土地利用図 衛星リモートセンシング Web-GIS インドネシア SAR

1. 研究開始当初の背景

インドネシアは最近の約 20 年間で経済成長が急激に進み、その結果、農村地域における生活スタイルの都市化が進行し、景観、環境問題やコミュニティの衰退など自然環境、社会経済環境の地域課題が問題となっている。例えば洪水や干ばつ、土壌侵食などの多発化などの自然環境に関するもの、都市化の進展による水田を基調とした農村の伝統的景観、生活様式の衰退などが挙げられる。このような課題に関する既往の研究は、フィールドワークを基礎とするものが多かった。ここでは綿密な調査結果から見出される課題抽出が中心であり、マクロな空間分析の視点もしくは比較の視点が弱く、ミクロなスケールで発生する地域課題や事象をマクロスケールに展開させる研究は必ずしも十分ではなかった。一方、リモートセンシング研究の側から見ると、周到な現地への地域調査が行われないことにより、近年のセンサの高分解能化に対応するだけの十分な現地情報(トレーニングサンプル)が不足しているのが現状であり、このために未だにユーザの納得を得るだけの土地利用図の作成に至っていないのが現実である。

このため本研究では、Web-GIS を共通プラットフォームとして導入し、ミクロな視点で地表情報を抽出すると同時に、衛星リモートセンシングデータなどとの関連性分析をマクロな視点で行うことで、ミクロ・マクロ双方の視点からインドネシア・ジャワ島の高精度な土地利用情報を作成するシステムの検討を行うものである。人口緻密で極めて集約的な土地利用が行われているジャワ島は、衛星リモートセンシング手法による土地利用解析が難しいと言われているが、これまでに農業的土地利用・被覆分類の研究(例えば、篠崎・長澤(2012)、NAGASAWA R.(2012))などが行われてきた。しかしながら、リモートセンシング解析に Web-GIS を導入した研究は管見の限り皆無である。画像解析に、詳細なローカルな現地情報の統合が十分に行われていないのである。

2. 研究の目的

本研究は、リモートセンシング研究と農業地理・農村社会学的研究の協力のうえに成立するものである。衛星リモートセンシングの応用分野は極めて広い領域に及んでいるが、土地利用・土地被覆に関する空間情報は、地表の環境、産業、人間生活の営みを議論するうえで極めて重要な情報である。その成果は、現実の地域課題として発生する農業環境、営農管理、農業地域政策の現場において利用される。そのために、必要な精度の確保と情報更新はリモートセンシングの技術研究に課せられた大きな責務であると言える。

この目的のために、本研究では衛星リモートセンシング解析と Web-GIS で集積される空間情報を統合的にデータベース化する情報

システムを中心的な研究方法とし、高精度土地利用データを構築する。本研究は、近年高空間分解能化が著しく進んだ衛星リモートセンシング画像をもとに参加型の Web-GIS を共通プラットフォームとして導入することによって詳細な現地情報を取得し、従来のリモートセンシング画像解析の分野ではあまり行われなかった動的な土地利用情報の地図化の方法をその利活用のあり方とともに提示しようとするものである。このために、集約的で複雑な土地被覆・土地利用が展開しているインドネシアジャワ島の農村を事例対象地域とした。本研究の特徴は、リモートセンシング研究にローカルな農山村環境・営農に関わる土地利用情報を GIS で統合させるという点で、実際に農山村計画や営農管理に直結して利用できるリモートセンシングの新たな利用可能性を導き出すものである。

3. 研究の方法

本研究を遂行するにあたりコアとなる衛星データには、ALOS PALSAR 画像が採用された。空間的・時間的に著しく変化するジャワの農村地域における動的な土地利用を単化するためには、多季節にわたって高頻度で撮影された衛星画像の利用が必至である。雲被覆の著しい熱帯モンスーン気候下にある地域では、全天候型の SAR 画像の有用性が高く、かつ高空間分解能な ALOS PALSAR の有用性が期待される。画像解析の手法は、従来のような後方散乱量の解析に加えて、全偏波のポラリメトリック(偏波)特性を解析して、最適な土地利用分類分類のための組み合わせを検討した。衛星画像解析の精度を大きく左右するトレーニングサンプル(標本)調査は、多季節にわたって周到に行われた。現地における研究協力者とともに綿密な聞き取り調査とそれをデータベースする Web-GIS の手法が効果的に統合された。

4. 研究成果

本研究は、インドネシア・ジャワ島の農業地域において大きな成果を得ることができた。主たる解析対象地域は、中部ジャワ州のクラテン県でメラピ火山の南東麓に位置する(図 1)。本研究では、主に PALSAR 画像を



図 1. 解析対象地域

用いて農業地域の動的土地利用区分を試みた。その他、補完的に World-View1 画像や Landsat 8 OLI 画像等の光学センサー画像を用いた。

4 偏波 (HH, HV, VH, VV) の後方散乱特性の組み合わせを検討し、それらを変数とした最尤法分類を実施した (図 2)。教師データには、Web-GIS データベースに蓄積された土地利用情報が用いられた。表 1 は 20 通りの組み合わせによる最尤法分類の総合精度評価とカッパー係数を一覧したものである。結果として、HH + HV の後方散乱特性の組み合わせが多くの場合において比較的高い精度を示すことがわかった。

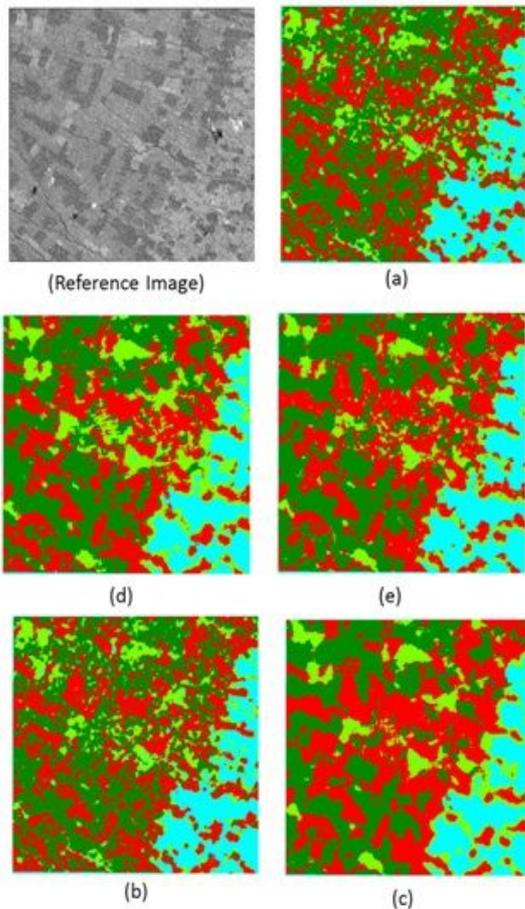


図 2 . 最尤法による分類結果の比較 (最上段左は World-View1 画像)

(a) HH, HV, VH, VV, (b) VH, VV, HH+HV, (c) Freeman and Durden decomposition, (d) Yamaguchi 4 component decomposition, and

(e) the integration of HH, HV, VH, VV, FD, HH+HV

表 1 . 後方散乱特性の精度検証結果

No	Polarization compositions	OA (%)	KC
1	HH, HV, VH+VV	60.84	0.441
2	HH, HV, VH, VV, VH+VV	64.67	0.469
3	HV, VV, HH*VH	65.18	0.495
4	HHVH, HV+VV	65.18	0.495
5	HH, HV, VH, VV, NDPI_V	65.43	0.503
6	HH, HV, NDPI_V	65.56	0.502
7	HV, VV, HH+VH	66.07	0.508
8	HH, HV, VH, VV, HH*VH	66.07	0.5
9	HH, HV, VH, VV, HV+VH	66.2	0.507
10	HH, HV, VH, VV, VV-VH	66.45	0.518
11	HH, HV, VH, VV, HH*HV	66.45	0.508
12	HH, HV, VV-VH	66.58	0.514
13	HH, HV, VH, VV, HV*VH	66.58	0.512
14	HH, HV, VH, VV	67.09	0.523
15	HH, VV, HV+VH	67.35	0.527
16	HH, HV, VH, VV, HH+HV	67.35	0.524
17	HH, VV, HV*VH	67.47	0.528
18	HH, HV, VH, VV, HH+VH	67.86	0.531
19	VH, VV, HH*HV	68.11	0.537
20	VH, VV, HH+HV	68.62	0.546

OA: Overall accuracy; KC: Kappa Coefficient

一方、Freeman and Durban と Yamaguchi 4-component の偏波合成 (Polarimetric Decomposition) による手法では、4 偏波の後方散乱量による分類よりもより高い精度で土地被覆の差別化が可能となった (図 2 中の (c) (d))。そこで、次に Freeman and Durban と HH, HV, VH, VV および HH+HV を統合した変数によって同様に最尤法分類を実施した (図 2 中の (e))。図 3 は精度検証結果を総合的に表した。最終的に、総合分類精度は 74.11、カッパー係数は 0.625 の値を得て、統計的には十分に高い分類精度を示した。

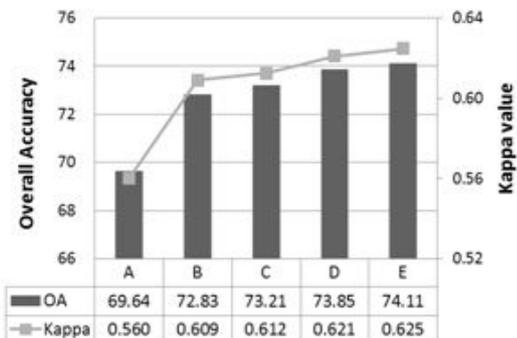


図 3 . 後方散乱量と偏波合成の統合によ

る分類結果の精度検証

- (a) HH+HV, FD, (b) HH, HV, VH, VV, FD, Y4,
(c) VH, VV, HH+HV, FD, (d) HH, HV, VH, VV, FD,
(e) HH, HV, VH, VV, HH+HV, FD

表 2 に示すように、非常に高い精度 (PA:91.46%、UA:70.75%) でインドネシアの主農作物である稲作水田を抽出することができた。この成果は単に PALSAR 画像の多偏波合成による分類成果だけでなく、現地に精通した人達の作付方法や作付パターン(農耕歴)を Web-GIS でデータベース化し、リモートセンシング解析者が容易にアクセスできるシステムが構築されたことが大きく貢献している。

表 2. 最終分類結果の精度検証

Class	PA (%) [a]	UA (%) [b]
Settlement	78.87	70.61
Paddy	91.46	70.75
Dry field	58.49	60.78
Mixed garden crops	70.99	83.93
OA	74.11%	
Kappa	0.625	

[a] PA: Producer's accuracy. [b] UA: User's accuracy

<引用文献>

篠崎 蓉子・長澤 良太、ALOS 全センサを用いた熱帯地域における水田分布図の作成手法の検討 - インドネシア西ジャワ州チアンジュール県を事例として、システム農学、28 巻、2012、89-96

Ryota Nagasawa, Dandy Aditya Novresian, iLissa Fajri Yayusman, Paddy Field Mapping using Temporal MODIS Data in Java Island, Indonesia, Proceeding of 33rd Asia Conference on Remote Sensing, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.741.5599&rep=rep1&type=pdf>

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文](計 2 件)

Mirelva, P. R., and Nagasawa, R., Identification and Classification of Complex Agricultural Croplands Using Multi-Temporal ALOS-2 /PALSAR-2 Data : A Case Study in Central Java, Indonesia. Journal of Agricultural Science, 査読有、10, 2018, pp,58-70, DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v10n2p58>

Mirelva, P. R., and Nagasawa, R., Application of ALOS PALSAR data for Agriculture Croplands Classification in Central Java, Indonesia, Journal of Japanese Agricultural System Society. 査読有、33, 2017, pp.27-36

[学会発表](計 3 件)

Mirelva, P. R., and Nagasawa, R., Application of Sentinel-1 data for classifying croplands using Google Earth Engine, Extended Abstract for JASS 2018 Spring Symposium, Tottori, pp.26-27 May 2018

Mirelva, P. R., and Nagasawa, R., Single and multi-temporal filtering comparison on Synthetic Aperture Radar data for agriculture area classification, Conference paper: International Conference on Imaging, Signal Processing and Communication (ICISPC 2017), Penang, Malaysia, pp.26-28, July 2017

Mirelva, P. R., and Nagasawa, R., Application of ALOS PALSAR data for Agriculture Croplands Classification in Central Java, Indonesia, JASS 2016 Autumn Symposium, Tokyo, pp.22-23 October 2016

6 . 研究組織

(1)研究代表者

長澤 良太 (NAGASAWA, Ryota)
鳥取大学・農学部・教授
研究者番号 : 40314570

(4)研究協力者

Ketut Wikantika
Dandy Aditya Novresian
Lissa Fajri Yayusman