

Lバンド SAR 画像を用いた水田作付面積の推定 Estimation of Actually Cultivated Rice Paddy Area using L-Band SAR Images

○中桐貴生* 東崎克彦** 堀野治彦* 櫻井伸治* 加藤久明***

○Takao NAKAGIRI*, Katsuhiko TOZAKI**, Haruhiko HORINO*, Shinji SAKURAI*, Hisaaki KATO***

1. はじめに 広域的農業政策の適切な立案には正確な営農実態の把握が必要であり、途上国ではその手段の 1 つとして衛星リモートセンシングが注目されている。しかし、とくにモンスーンアジアでは、雲の存在によりパッシブ光学センサーによる画像では解析が困難な場合が多い。本研究では、熱帯に属するインドネシアのバリ島北部に位置するサバ川流域を対象に、雲による遮蔽を受けにくい L バンドマイクロ波による合成開口レーダ(SAR)画像を用いた水田の作付面積推定の可能性について検討した。

2. 使用データ 対象地域の ALOS/PALSAR 画像(空間分解能最高 7 m, 2007 年 6 月~2010 年 11 月における 12 シーン各 2 枚ずつ計 24 枚), GeoEye-1 画像(空間分解能 0.5 m, 2014 年 3 月 8 日および 2014 年 5 月 30 日撮影), および DEM(SRTM-3, 90m メッシュ)を使用した。

3. 解析方法 SAR 画像は、レーダが地表へ照射したマイクロ波の後方散乱強度を輝度で表現したものである。湛水面では、照射波は鏡面反射され後方散乱が少ないため輝度が低く画像上では暗く写り、一方、非湛水面では、概して乱反射が多くなるため湛水面に比べ輝度が高くなる。

本研究では、**Fig.1** に示す手順で解析を行い、SAR 画像における地表面状態の違いによる輝度の強弱のみを用いて、対象地域における水田作付面積の推定を試みた。

まず、GeoEye-1 画像を用いて Google Earth Pro 上でサバ川流域内の全ての水田区画を湛水の有無にかかわらずポリゴン(以下、水田ポリゴン)として抽出し、ArcGIS を用いて各ポリゴンの面積を算出した。次に、水田ポリゴンと前処理を施した SAR 画像を参照しながら、異なる 4 シーンで全面湛水、すなわち作付けが目視判別できる水田群を 4 箇所選定し、ENVI の画像分類機能を利用してそれらの水田区画が最も精度良く分類される閾値パラメータを試行錯誤的に同定した。さらに、これらの水田ポリゴンを含まない別のエリアから抽出した上・中・下流域で計 4 箇所(**Fig.2**における領域 A~D)の 100 ha 正方向域における水田作付面積を同定したパラメータ値を用いてそれぞれ推定し、その精度検証を行った。また、サバ川流域全体を対象に、水田作付面積の推定精度についても検証した。

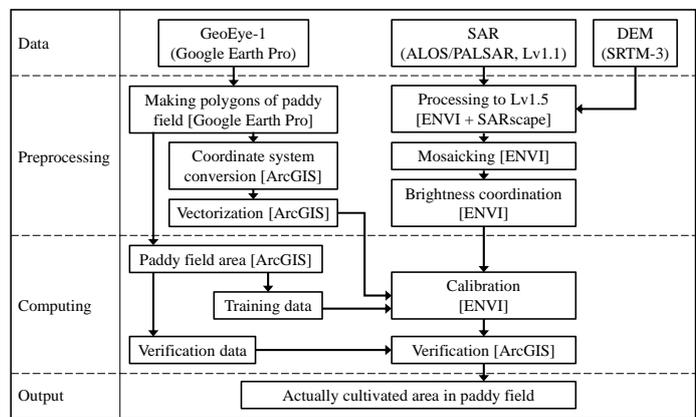


Fig.1 Procedure of analysis

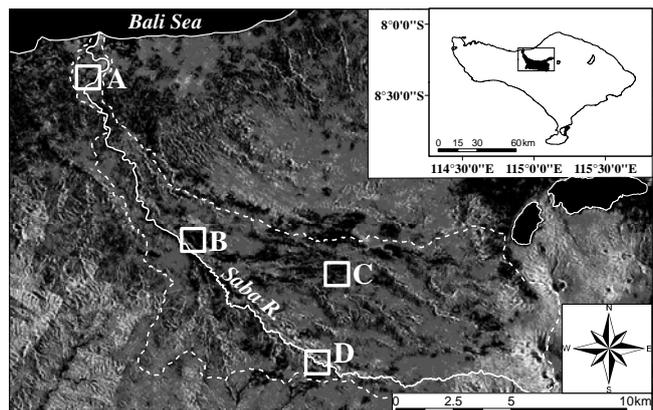


Fig.2 Outline of the Saba River Basin and 100 ha square domains for verification

* 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科 Grad. School of Life and Environmental Sciences, Osaka Pref. Univ.

** 沖縄防衛局 Okinawa Defense Bureau

*** 大阪大学産業科学研究所 The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University

キーワード: リモートセンシング, SAR, 水田作付面積

4. 結果および考察

(1) 同定結果 パラメータ同定に用いた4つの水田群に対する推定作付面積の相対誤差は平均で-4.2%であり、やや過小となったもののポリゴン単位であればリモートセンシングによる一般的な面積推定精度と比べても遜色無い精度で推定が可能と思われた。ただし、河川や他の水田と隣接する場合には個々の地目の判別が難しく、推定精度が悪くなる傾向も窺われた。

(2) 検証結果 4つの正方領域の水田ポリゴン面積に対する推定作付面積の百分率は **Table 1** のようになった。領域 B および C では、±10%程度であり、水田区画形状の再現性も良好であった。領域 B および C が属する中流域では乾季(7~10月)でも水が豊富で、ほぼ全水田で作付けされていたと考えられるため、この結果は妥当

と思われた。この2つの領域では40ha超の水田群が集中的に形成され、他の地目との境界が明確な点で共通しており、周囲の後方散乱の影響も小さいと考えられた。しかし、領域 A では、4シーン全てで水田ポリゴンの面積を大幅に下回る値となった。この付近では、水源水量に対し水田の総面積が大きく、非作付水田も少なくなかったことが、その一因と考えられる。SAR画像上でも領域 A の水田ポリゴン内に輝度の高い非湛水部分と低い湛水部分が混在しており、その様子が窺えた。また、領域 A では建造物など后方散乱の大きな地物に隣接している水田が多く、周囲からの影響による輝度の増加も要因の1つと考えられる。こうした影響の軽減には、高輝度ピクセルの周囲に対する輝度補正が必要と思われる。一方、領域 D では、いずれのシーンでも水田ポリゴンの2倍以上の値となった。この一帯は基本的に急傾斜地形であり、マイクロ波の照射方向と鋭角をなす斜面では后方散乱が減少するため輝度が低下し、その大部分を作付水田と誤判別されたことが原因と考えられる。また、領域 D では、水田ポリゴンの面積が全体の10%に満たず、誤判別の影響がより顕著に出たことも一因として考えられる。

サバ川流域全域を対象として、12シーン全てについて水田作付面積の推定を試みた結果を **Fig.3** に示す。ただし、当該流域内において灌漑水田が存在しない標高1,000m以上の地域は解析対象から除外した。対象エリア内における水田ポリゴンの総面積(**Fig.3**における濃い点線部)と比較すると、全体的に過大傾向が見受けられ、最大で約1.5倍の超過となった。これは、全域的に領域 D のような急傾斜地が多く、また河川等を作付水田と誤分類したことにより生じたと思われる。この誤差の解決には、DEMより算出した傾斜角に応じて輝度補正するなどの方法が考えられる。

5. おわりに 数十ha規模の集約的な水田領域であれば、LバンドSAR画像のみでも水田ポリゴン面積に対し数%程度の推定精度が得られた。一方、急傾斜地や地目の混在した場所では誤差が著しく大きくなる結果となった。バリ島では、棚田のような小規模傾斜地水田も多く分布しており、農業政策上、こうした水田での正確な実態把握も重要となるため、とくに傾斜地における推定精度の向上が期待され、今後も継続して検討を行っていきたい。

なお、本研究は、総合地球環境学研究所の基幹研究プロジェクトC-09-Init「統合的水資源管理のための『水土の知』を設える」の研究費によって実施した。

Table 1 Results of verification

Area	Date	Estimated (ha)	Visual (ha)	Percentage (%)
A	'07/07/26	19.8	40.7	48.6
	'07/09/10	23.0		56.5
	'09/09/15	21.2		52.0
	'10/08/03	33.9		83.2
B	'07/07/26	61.4	56.4	108.9
	'07/09/10	57.7		102.3
	'09/09/15	60.8		107.8
	'10/08/03	55.1		97.8
C	'07/07/26	46.0	41.8	110.2
	'07/09/10	40.9		98.0
	'09/09/15	46.5		111.4
	'10/08/03	37.6		90.0
D	'07/07/26	18.3	8.6	214.2
	'07/09/10	19.6		228.5
	'09/09/15	25.0		291.9
	'10/08/03	20.4		238.4

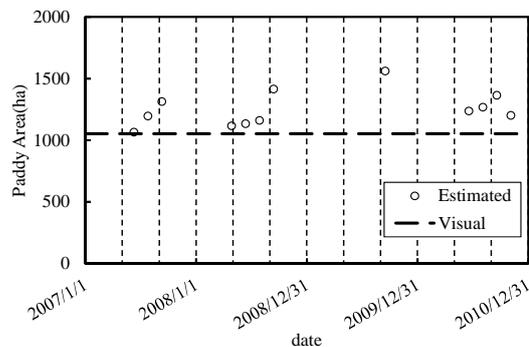


Fig.3 Results of estimation of cultivated area in the whole Saba River Basin