

## 50m 解像度の PALSAR データの土地被覆判読性

高橋興明・粟屋善雄・清野嘉之 (森林総合研究所)・齋藤英樹 (森林総合研究所九州支所)・島田政信(JAXA)  
I Nengah Surati Jaya・M Buce Saleh (ボゴール農科大学)・Suwido H. Limin (パランカラヤ大学)

要旨：ALOS 衛星に搭載されている能動型マイクロ波センサである PALSAR は、REDD (途上国の森林減少に由来する排出量の削減) に貢献しうる森林変化モニタリングツールとして有望視されている。本研究では、京都・炭素観測計画を遂行するための基本的なデータセットとして JAXA から提供されている PALSAR50m オルソモザイクプロダクトについて、その土地被覆判読性を調べることを目的とした。研究対象地域はインドネシア中央カリマンタンにあるパランカラヤ市周辺の泥炭湿地帯である。判読対象の土地被覆タイプとしては、特に一次林 (人為攪乱が比較的少ない森林)、二次林 (再生林)、原野 (灌木林)、水域の 4 タイプを対象を絞った。二偏波データ (HH 偏波および HV 偏波) の見え方や後方散乱係数 (単位: dB) の統計量 (平均値と標準偏差) を調べた結果、一次林と二次林の区別は困難なもの、その他の全ての被覆タイプ間の差は顕著に表れていることがわかった。更に両偏波を利用することで森林火災後 1-2 年の灌木林と 5-6 年の灌木林とを区別できる可能性が高いことがわかった。

キーワード：PALSAR, REDD, 判読, 泥炭湿地, 灌木林

## I はじめに

2006 年に打ち上げられた ALOS 衛星に搭載されているフェーズドアレイ方式 L バンド合成開口レーダ (PALSAR) は、REDD (途上国の森林減少に由来する排出量の削減) に貢献しうる森林変化モニタリングツールとして有望視されている。PALSAR の前身である JERS-1 SAR (1991 年打ち上げ) は、PALSAR と同じ L バンド仕様であったが、水平偏波送信・水平偏波受信 (HH 偏波) データのみ取得可能であった。それに比べ、PALSAR は水平偏波送信・垂直偏波受信 (HV 偏波) データも取得でき、さらには垂直偏波送信・水平、垂直偏波受信 (VH, VV 偏波) データも取得可能である (1)。このような多偏波データは、単偏波データに比べ情報量が格段に多いため、JERS-1 SAR と比較してより多くの土地被覆タイプを判別できると期待される。

宇宙航空研究開発機構 (JAXA) と地球観測研究センター (EORC) が主導する国際的な共同プロジェクトである京都・炭素観測計画 ([http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/kyoto/kyoto\\_jindex.htm](http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/kyoto/kyoto_jindex.htm)) の目的の一つに、PALSAR を利用して森林・土地被覆の変化の抽出と定量化を行うことが掲げられている。JAXA はこの計画を遂行するための基本的

なデータセットとして、PALSAR50m オルソモザイクプロダクトと PALSAR500m ブラウズモザイクプロダクトを用意しており、両プロダクトを無償で公開している ([http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/kc\\_mosaic/jkc\\_mosaic.htm](http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/kc_mosaic/jkc_mosaic.htm))。空間解像度はそれぞれ 50m と 500m であり、両者とも後方散乱係数 (単位: dB) に変換可能な二偏波 (HH, HV) の振幅画像データである。特に PALSAR50m オルソモザイクプロダクトは、比較的空間解像度が高く既にオルソ化されていることから、二偏波 PALSAR データの土地被覆判別能力の一部を非常に手軽になおかつ短時間に評価できると考えられる。そこで本研究では、インドネシア中央カリマンタンの泥炭湿地林を対象として、PALSAR50m オルソモザイクプロダクトについてその土地被覆判読性を調べることを目的とした。

## II 対象地とデータ

研究対象地域はインドネシア中央カリマンタンにあるパランカラヤ市周辺の泥炭湿地帯 (南緯 2.3 度、東経 114.0 度を中心とする 60km×60km の範囲) である。2008 年の 9 月下旬から 10 月上旬にかけて GPS (Map60CSx, Garmin, 米国) を用いて土地被覆に関するグランドトゥルースを行っ

Tomoaki TAKAHASHI<sup>1</sup>, Yoshio AWAYA<sup>1</sup>, Yoshiyuki KIYONO<sup>1</sup>, Hideki SAITO<sup>2</sup>, Masanobu SHIMADA<sup>3</sup>, I Nengah Surati Jaya<sup>4</sup>, M Buce Saleh<sup>4</sup>, Suwido H. Limin<sup>5</sup> (<sup>1</sup>Forestry and Forest Products Research Institute, 1, Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687, <sup>2</sup>Kyusyu research center, Forestry and Forest Products Research Institute, 4-11-16, Kurokami, Kumamoto, Kumamoto, <sup>3</sup>Japan Aerospace Exploration agency, Earth Observation research center, 2-1-1, Sengen, Tsukuba, Ibaraki, 350-8505, <sup>4</sup>Faculty of Forestry, Bogor Agricultural University, 168, Kampus IPB, Darmaga, Bogor, Indonesia, <sup>5</sup>Center for international co-operation in sustainable management of tropical peatland (CIMTROP), University of Palangka Raya, 73112, Central Kalimantan, Palangka Raya, Indonesia) The potential of 50m-PALSAR data to interpret land cover

た。現場ではバランカラヤ大学の Suwido 博士が率いる CIMTROP の研究スタッフおよび地域住民から土地被覆変化の履歴を聞きながらグラントゥルースを行った。本研究対象地域内では、都市域を除くとまとまった農地や水田が少ないため、本研究では画像判読対象の土地被覆タイプとして、一次林（過去に優勢木が択伐されたが、人為攪乱が比較的少ない高バイオマス森林）（図-1）、二次林（中バイオマスの再生林）（図-2）、原野（低バイオマスの灌木林）、水域の4タイプを対象を絞った。この地域の原野は、1997年、2002年、2006年（場所によっては1回のみあるいは2回、3回と立て続けて火災が起こる）に大規模な山火事が発生した跡地にあり、その地表面は一面1m以下のシダ植物に覆われている。2006年の火災後の原野の中には、火災で焼け残った多くの倒木がシダ植物とともに地表面に露出している原野も存在している。ここで、2006年火災跡地（立ち枯れ木と倒木が地表面に露出）を原野1（図-3）、2002年火災跡地（立ち枯れ木が少なく倒木もシダで見えない）を原野2（図-4）と定義する。

本研究で利用する PALSAR50m オルソモザイクプロダクトは、2007年7月頃に観測されたデータを中心に作成されている。画素値はデジタルナンバー（DN）であるため、以下の式を用いて後方散乱係数（単位：dB）に変換したものを解析に使用した。

$$\sigma^0 = 10 \log_{10}(\langle DN^2 \rangle) - 83.0$$

ただし、 $\sigma^0$  は後方散乱係数を表す。校正係数である-83.0は、プロダクトに付随するヘッダーファイルから得た。

PALSAR データで判読できる土地被覆を検証するために、Landsat 衛星の ETM+ データを用いた。PALSAR データの観測年次（2007年7月頃）に合わせる必要があるため、2007年の7/4と8/5の画像（p118 r 062）を利用した。グラントゥルースはその約一年後に行っているため、土地利用には差違があるが、大きく変化している箇所は僅かであることを CIMTROP スタッフや地域住民から聞いたため、参照データとして問題なく利用できるかと判断した。

### III 判読解析

水域以外、地上で GPS 測位可能であった場所は、一次林、二次林、原野1（2006年に火災あり）、原野2（2002年に火災あり）であり、各被覆タイプで2か所ずつトレーニングエリアを設置した。水域は河岸での GPS 測位が可能であったが、画像から明らかに水域である場所が判断できたため、そのような場所にトレーニングエリアを設置した。

HH 偏波画像、HV 偏波画像、ETM+画像の3データを比

較し、ETM+画像との判読性の共通点・異質点を探った。また、各偏波画像のトレーニングエリア内の画像統計値（平均値と標準偏差）を計算し、トレーニングデータ間の代表値（≒平均値）間の有意差を Kruskal-wallis 検定と Scheffe 多重比較により調べた。

### IV 結果と考察

すべての被覆タイプについて、目視による ETM+画像の判読性に匹敵する判読性を PALSAR データは有していた（図-6、7）。原野に関しては、ETM+の場合、互いに隣接する二次林と原野2との境界が不明瞭な場所が存在したが、PALSAR の場合は明瞭に見えた（図-6、7、8、9）。後方散乱係数を比較した場合、各被覆タイプは HH-HV 二次元空間において異なる位置に分散する傾向が見えた（図-5）。このことを有意差検定で調べた結果、一次林と二次林の後方散乱係数間に有意差は認められなかったものの、HV 偏波の場合、他のすべての被覆タイプ間に有意差が認められた（表-1）。表-1の $\chi^2$ 乗値から判断すると、特に原野に関しては、HH 偏波は火災後1、2年以内の原野1を捉えられる可能性があり HV 偏波は火災後5、6年以降の原野2を捉えられる可能性が高いと考えられる。ただし、後方散乱係数は地表面の土壌水分量にセンチタイプであるため（2）、湿地帯の原野のように地下水位の高低が場所により異なること（火災後の経過年数で変化する）が後方散乱係数に与える影響に注意する必要がある。

以上により、本研究の結果から二偏波 PALSAR データは、4つの土地被覆タイプを（一次林と二次林との区別以外）判読可能なことが統計的にも判明したため、数値分類により各タイプを区分できる可能性が高いことが示唆された。

### V おわりに

本研究は二偏波 PALSAR データの判読性に関して基礎的な分析を行った。今後は本研究結果をもとに、数値分類を実行する予定である。なお、本研究は地球環境研究総合推進費（PALSAR を用いた森林劣化の指標の検出と排出量評価手法の開発に関する研究(B-082)）で実行された。

### VI 引用文献

- (1) 島田政信・渡辺学・森山敏文・田殿武雄・南澤舞・樋口理子(2007) PALSAR のラジオメトリック校正および幾何学補正、日本リモートセンシング学会誌、27(4)、308-328
- (2) L. L. Bourgeau-Chavez, E. S. Kasischke, K. Riordan, S. Brunzell, M. Nolan, E. Hyer, J. Slawski, M. Medvecz, T. Walters, S. Ames (2007) Remote monitoring of spatial and temporal surface soil moisture in the fire disturbed boreal forest

ecosystems with ERS SAR imagery. Int. J. Remote Sens. 28(10), 2133-2162



図-1. 一次林



図-2. 二次林



図-3. 原野1



図-4. 原野2

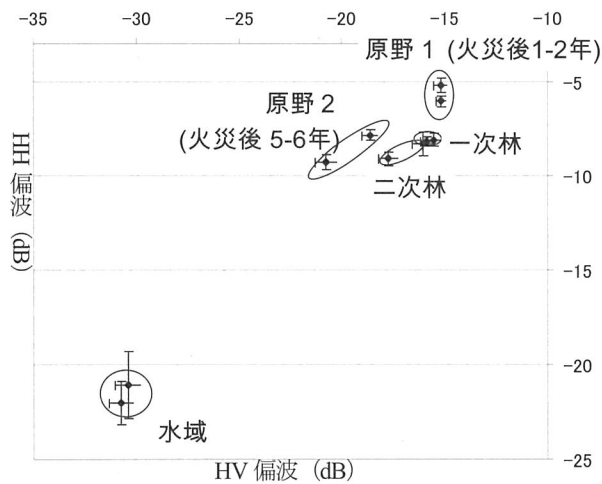


図-5. 土地被覆タイプごとの後方散乱係数

表-1. 土地被覆タイプごとの後方散乱係数の差

		HH偏波			HV偏波		
水準1	水準2	X2乗値	P値	判定	X2乗値	P値	判定
一次林	二次林	2.78	0.595		5.59	0.232	
一次林	原野2	0.39	0.984		74.83	0.000	**
一次林	原野1	78.23	0.000	**	20.60	0.000	**
一次林	水域	153.65	0.000	**	264.55	0.000	**
二次林	原野2	1.31	0.859		26.31	0.000	**
二次林	原野1	88.15	0.000	**	39.79	0.000	**
二次林	水域	78.27	0.000	**	130.50	0.000	**
原野2	原野1	91.73	0.000	**	172.03	0.000	**
原野2	水域	142.32	0.000	**	51.83	0.000	**
原野1	水域	469.85	0.000	**	434.84	0.000	**

Kruskal-wallis 検定と Scheffe 多重比較 (\*\*は有意水準1%)

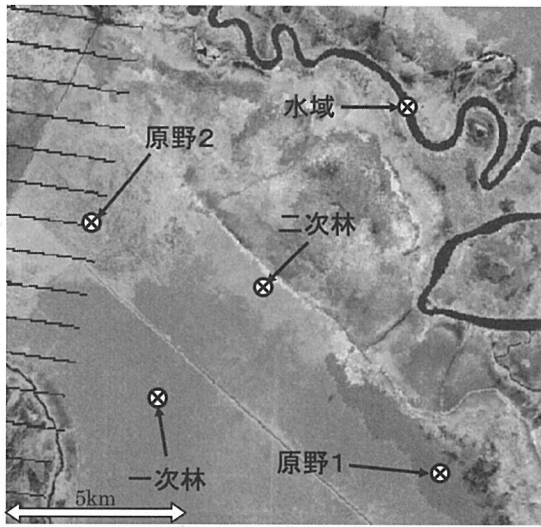


图-6. ETM+画像 (R, G, B=Ch.5,4,3)

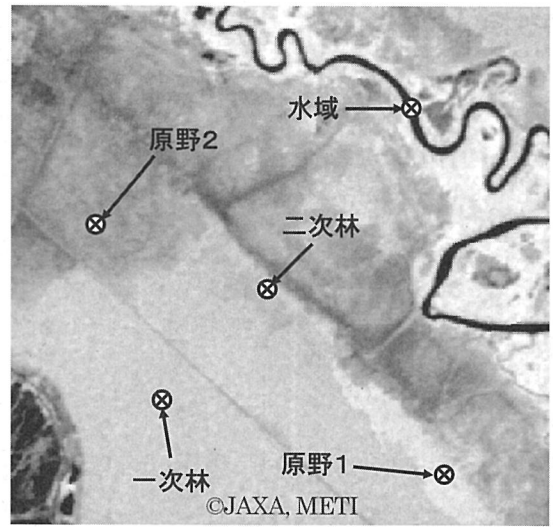


图-7. PALSAR 合成画像 (R, G, B=HH, HV, HH-HV)

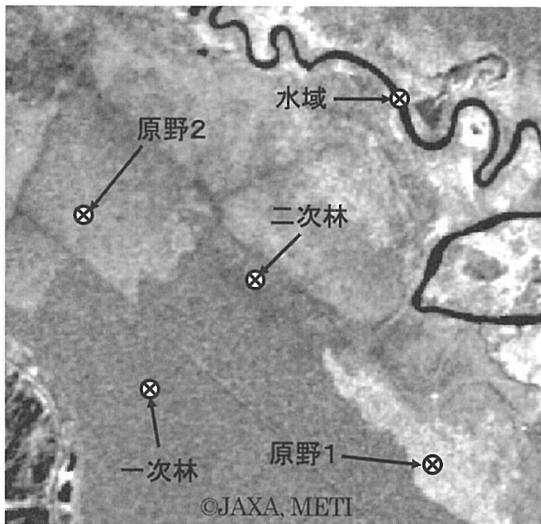


图-8. PALSAR -HH 偏波画像

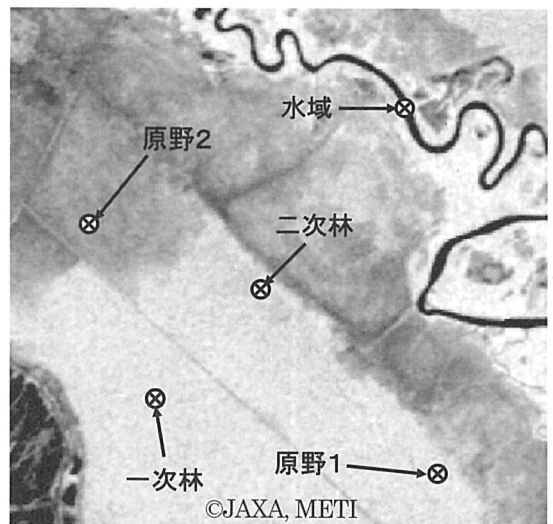


图-9. PALSAR -HV 偏波画像