

2014年広島豪雨による土砂災害発生域の ALOS-2/PALSAR-2 を用いた抽出の試み

道村優一郎*・三浦房紀*

*山口大学大学院理工学研究科

1. はじめに

最近、わが国をはじめ世界各地で地震およびそれに伴う津波、集中豪雨、火山噴火等の大規模な自然災害が多発しており、甚大な被害が発生している。このような災害による被害状況の全容を早期に発見することは、被害拡大を防ぐことや復旧・復興活動を進める上で極めて重要である。しかしながら被災地域に地上から近づくことができない場合、豪雨時のように悪天候が続く場合、さらには火山の噴火活動が盛んなときには、現地調査が困難となる。

そこで現在注目されているのが衛星リモートセンシング技術の活用である。特に昨年5月に宇宙航空研究開発機構（JAXA）によって打ち上げられた合成開口レーダーPALSAR-2を搭載した地球観測衛星「だいち2号」（ALOS-2: Advanced Land Observation Satellite-2）には大きな期待が寄せられている。このALOS-2/PALSAR-2は、天候や昼夜の条件に左右されずに観測でき、時間解像度、空間解像度に優れているからである。そこで、筆者らはALOS-2/PALSAR-2データを用いて、2014年8月20日に発生した広島豪雨による土砂災害箇所抽出を試みており、本報告では現段階での解析状況を報告する。

2. ALOS-2/PALSAR-2¹⁾

衛星リモートセンシングのセンサには光学センサとマイクロ波センサの2種類がある。光学センサは地上の対象物による太陽光の可視域および近赤外域の反射波を観測するものである。したがって、太陽の出ている夜間や、雲に地上が覆われている場合には雲に遮断されて、地上を観測することができない。このことは豪雨災害のように地上を雲が覆っている場合には観測できないことを意味する。

一方のマイクロ波センサを用いた合成開口レーダー（Synthetic Aperture Radar: SAR）は、雲を透過するマイクロ波を衛星自身が地上に向けて照射し、その反射波を観測して地表面の状況を把握するものである。したがって、太陽の出ている夜間や雲に覆われているような悪天候時でも観測が可能である。

特にALOS-2/PALSAR-2は、その前身機ALOS/PALSARの空間解像度6.25mよりも約2倍解像度が向上し、空間解像度3mとなっている。更に、ALOSのポインティング機能が片方向のみであったのに対し、ALOS-2は両方向となっている。ALOS-2はほぼ0時と12時の2回日本上空を移動しており、これらのこ

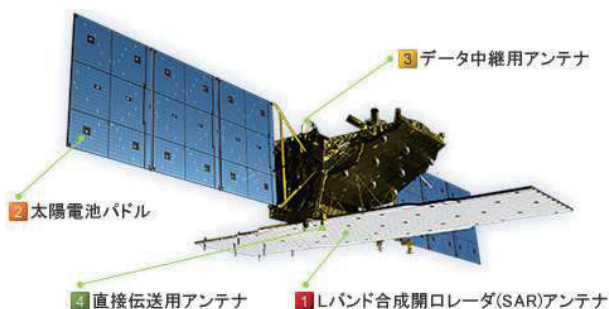


図-1 ALOS-2²⁾

とにより時間解像度も大幅に改善され、最長でも14時間以内（12時間＋処理に要する2時間）に観測データが入手可能になった。ALOS-2のイメージ図を図-1に、その仕様を表-1に示す。

SARが照射するマイクロ波は平らな面において反射強度が弱くなるという性質があり、SAR画像上は暗く映る。逆に凹凸面では強くなる性質があり、SAR画像上では明るく映る。

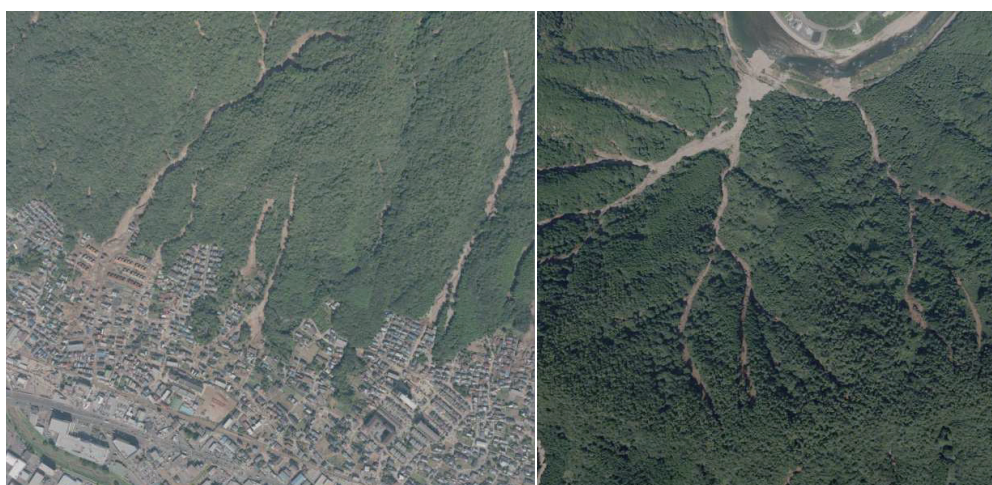
PALSARやPALSAR-2は、HH、HV、VH及びVVの4偏波を持ち、特にHVは植生の有無によって画像の映り方を大きく左右する。

表-1 ALOS-2の仕様²⁾

観測センサ		合成開口レーダ(SAR)
SAR周波数		Lバンド(1.2GHz帯)
観測モード	スポットライト	分解能:1×3m 観測幅:25km
	高分解能	分解能:3m~10m 観測幅:50km,70km
	広域観測	分解能:100m 観測幅:350km
軌道	種類	太陽同期準回帰軌道
	高度	628km
	降交点地方時	12:00(正午)
	回帰日数	14日
設計寿命		5年(7年目標)
質量		2トン級衛星
ミッションデータ伝送		直接伝送およびデータ中継衛星経由
打上げ時期		平成25(2013)年度
打上げロケット		H-IIAロケット

3. 2014年広島豪雨

2014年広島豪雨は、正式名称「平成26年8月豪雨」であり、北海道地方、東北地方の一部、中部地方の一部、近畿地方の一部、四国地方の一部、そして広島県で被害が生じた。特に2014年8月20日、広島市北部を秋雨前線が通過し、1時30分から4時30分にかけての3時間に217.5mmという猛烈な短期間豪雨が観測され、これによって安佐北区から安佐南区にかけて土石流が多発した³⁾。これによる被害者は死者74名、負傷者44名に上った。写真-1に土砂災害の様子を示す⁴⁾。

写真-1 広島市安佐南区の土砂災害の様子⁴⁾

4. 解析手順

本研究における SAR の解析手順は、以下の前処理、画像処理、妥当性の検討の3段で行った。

4.1 前処理

(1) スペックルノイズ除去

SAR画像の特徴として、画像上にゴマ塩状のランダムな濃度のゆらぎが存在する。これをスペックルノイズという⁵⁾。このスペックルノイズを除去するために、PALSAR-2画像の領域に3×3のLeeフィルタを用いた⁶⁾。

(2) 後方散乱係数変換

入手したPALSAR-2データのピクセル値は8bit、0～255のデジタルナンバー (Digital Number: DN)) であらわされ、物理量を持っていない。そこで定量的に解析するために物理量である後方散乱係数(デシベル: dB)に変換する。以下にその変換式を示す⁷⁾。

$$\text{後方散乱係数(dB)} = 10 \log_{10}(\langle \text{DN}^2 \rangle) - 83.0 \quad (1)$$

4.2 画像処理

(1) 二値化処理

土砂災害が生じた箇所を明確にするために、画像の色を黒と赤の2色のみとする二値化処理を行う。そのために閾値を決定する必要がある。本研究では、土砂災害が生じた箇所のみの後方散乱係数を求め、その平均値と標準偏差を求めた上で閾値を決定していく。

(2) RGB 合成

PALSAR-2 画像は、グレースケール画像であるため、色を持たない。そこで、PALSAR-2 の偏波を応用して、カラー画像のように表示させる。そのために RGB 合成を行い、R に HH を、G に HV を、B に HH をそれぞれ割り当て、パウリ画像を作成する。

4.3 妥当性の検討

二値化処理した画像およびパウリ画像の妥当性を調べるために、現地調査結果や航空写真等を用い、土砂災害が発生したか否かを判断していく。

5. 結果

一般的に解析が可能となるように本研究では市販の Exelis VIS 社が提供する ENVI5.2 を使用し、現時点で ALOS-2 画像の災害発生前、発生後の差分から被災地を抽出する作業を進めている。その第一ステップとして JPEG 形式の画像を用いてパウリ画像を作成した。図-2 その画像である。この空間解像度は約 100m×100m である。図-3 は宇宙航空研究開発機構(JAXA)が独自のソフトを用いて作成したパウリ画像であり空間解像度は高い⁸⁾。両者を比較するとほぼ色合いに整合性があることが分かる。引き続き行っている解析結果については、発表当日に報告する予定である。

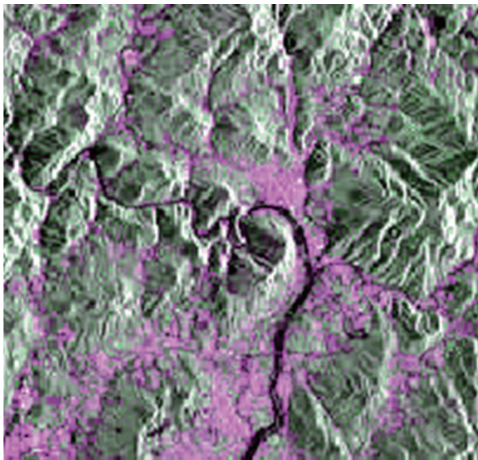


図-2 JPEG形式のパウリ画像

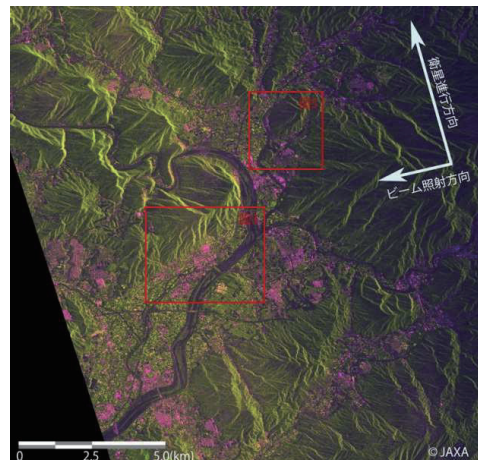


図-3 JAXAが作成したパウリ画像⁸⁾

参考文献

- 1) 独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)、http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/conf/workshop/alos2_ws3/ALOS2_1_4_Suzuki_Shinichi.pdf#search='PALSAR2'
- 2) 独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)、<http://www.satnavi.jaxa.jp/project/alos2/spec.html>
- 3) 山本晴彦・小林北斗、2014年8月20日に広島市で発生した豪雨と土石流災害の特長、自然災害学科学、J. JSNDS 33-3, pp.293-312, 2014.
- 4) アジア航測株式会社、<http://www.ajiko.co.jp/article/detail/ID4ZQNXTHCH/>
- 5) PALSAR PROJECT、<http://gds.palsar.ersdac.jspacesystems.or.jp/words/yougo/speckle.html>
- 6) リモートセンシング画像処理、http://rs.aoyaman.com/img_pro/b6.html
- 7) PALSAR PROJECT、<http://www.palsar.ersdac.or.jp/>
- 8) 独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)、http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS-2/img_up/20140826_hiroshima/l_fig3.htm