

山口大学大学院 学生会員 ○井関 禎之
山口大学大学院 正会員 三浦 房紀

1. はじめに

豪雨・地震などの大規模災害の被害状況を早期に把握することは被害の拡大を防ぐことや復旧を速やかにする上で重要である。しかし、被害地域が地上から近づけない場所のように現地到着が困難な場合には、早急な調査が行えない。このような場合には災害前後の現地の空や宇宙からの画像を取得し、それらを解析することが有効な手段であると考えられる。この手段をリモートセンシングといい、特に衛星データを使用するものを衛星リモートセンシングという。

JAXA が打ち上げた人工衛星 ALOS(Advanced Land Observing Satellite:だいち)に搭載されている PALSAR(Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar)はマイクロ波を地表に向けて照射し、その反射波を観測して地表面の状況を把握するもので、天候や昼夜を問わず観測できる。特に、照射されたマイクロ波は水面において反射強度が弱くなる性質があるので、この性質を利用することによって水域の抽出が可能であると考えられている¹⁾。

そこで、本研究では洪水被害地域における災害前後の PALSAR 画像を取得し、解析することによって浸水域抽出を試みる。本研究で対象とする災害は、2010 年 10 月に発生したベトナム中部豪雨災害および同年 7 月に発生した山口県山陽小野田市豪雨災害である。また、2011 年 3 月 11 日、東北地方太平洋沖地震により発生した津波災害における浸水域の抽出も試みる。なお、東北地方太平洋沖地震により発生した津波災害における浸水域の抽出は、現在解析中であるため、解析結果は発表時に示す予定である。

2. 被害の概要

2.1 ベトナム中部豪雨災害

ベトナム中部地域で、2010 年 10 月上旬から中旬

にかけて降った 2 度の大雨で洪水が発生した。洪水による人的被害は、死者 143 人、行方不明者 24 人にのぼった²⁾。(2010 年 10 月 28 日現在)

2.2 山陽小野田市豪雨災害

2010 年 7 月 10 日から 16 日にかけて、本州付近に停滞した活発な梅雨前線により大雨となった。15 日未明には、降り続いた雨で、厚狭川が氾濫し、厚狭地区を中心に約 4 ヘクタールが水没した。住家被害は、半壊 8 棟、床上浸水 438 棟、床下浸水 355 棟にのぼった³⁾。(2010 年 8 月 5 日現在)

2.3 東北地方太平洋沖地震による津波災害

2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分頃、東北地方の太平洋沖を震源とする、国内観測史上最大となるマグニチュード 9.0 の地震が発生した。宮城県栗原市で震度 7、岩手県から栃木県にかけての広い範囲で震度 6 強が観測された。この地震の影響で発生した津波は、東北地方の太平洋側では最大で 10m 以上の高さに達したと見られ、沿岸地域に甚大な被害を与えた⁴⁾。

3. 解析方法

浸水域抽出の流れを図 1 に示す。

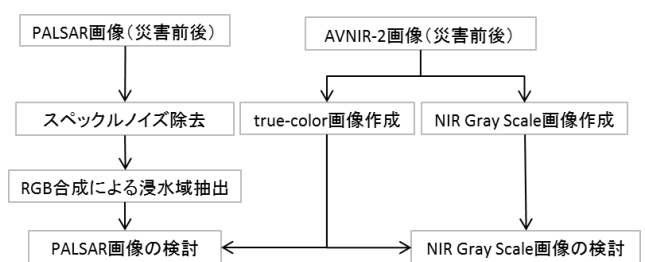


図 1 浸水域抽出方法のフローチャート

まず、PALSAR 画像のスペckルノイズを除去するために 3×3 の Lee フィルタ処理を行う¹⁾。(N×N)Lee フィルタとは、N×N 画素の局所領域における濃度の平均値を領域中央の画素の出力濃度とする移動平均法である⁵⁾。次に、災害前後の PALSAR 画

像を RGB 合成することによって抽出を行う。また、災害前後の ALOS/AVNIR-2 データから true-color 画像と NIR(Near Infrared) Gray Scale 画像を作成する。最後に、PALSAR 画像と NIR Gray Scale 画像を true-color 画像を用いて比較し、浸水域抽出の検討を行う。

なお、山陽小野田市豪雨災害における浸水域抽出については、AVNIR-2 画像が入手不可能であったため、AVNIR-2 画像を用いて PALSAR 画像の比較、検討は行わない。

4. 解析対象

4.1 ベトナム中部豪雨災害

ベトナム中部豪雨災害における浸水域の抽出に用いた画像は、クアンビン省ドンホイ南部を捉えたものである。表 1 に今回使用した ALOS 画像データの一覧を示す。図 2 にクワンビン省の場所を示す。

表 1 ALOS 画像データ一覧⁶⁾

センサ	処理レベル	偏波	分解能	観測日	観測時期
PALSAR	Level 1.5	HH+HV	12.5m	2010/9/11	豪雨前
PALSAR	Level 1.5	HH+HV	12.5m	2010/10/27	豪雨後
AVNIR-2	Level 1B2	／	10m	2010/5/21	豪雨前
AVNIR-2	Level 1B2	／	10m	2010/11/21	豪雨後

4.2 山陽小野田市豪雨災害

山陽小野田市豪雨災害における浸水域の抽出に用いた画像は、厚狭地区を捉えたものである。表 2 に今回使用した ALOS 画像データの一覧を示す。

表 2 ALOS 画像データ一覧⁶⁾

センサ	処理レベル	偏波	分解能	観測日	観測時期
PALSAR	Level 1.5	HH	6.25m	2010/4/16	豪雨前
PALSAR	Level 1.5	HH	6.25m	2010/7/15	豪雨後

4.3 東北地方太平洋沖地震

東北地方太平洋沖地震により発生した津波による浸水域の抽出に用いた画像は、岩手県大船渡市を捉えたものである。表 3 に今回使用した ALOS 画像データの一覧を示す。

表 3 ALOS 画像データ一覧⁶⁾

センサ	処理レベル	偏波	分解能	観測日	観測時期
PALSAR	Level 1.5	HH	6.25m	2010/9/12	震災前
PALSAR	Level 1.5	HH	6.25m	2011/3/15	震災後
AVNIR-2	Level 1B2	／	10m	2010/11/6	震災前
AVNIR-2	Level 1B2	／	10m	2011/3/19	震災後



図 2 クワンビン省の場所²⁾

5. 解析結果と考察

5.1 ベトナム中部豪雨災害

R,G,B=HH(災害後)、HH(災害後)、HH(災害前)としてカラー合成し浸水域の抽出を試み、また、NIR Gray Scale 画像の反射強度に応じて色分けを行い、水域の抽出を試みた画像を図 3・図 5 に示す。

AVNIR-2 画像より作成した true-color 画像(図 6)を用いて図 3・図 5 の比較、検討を行った。

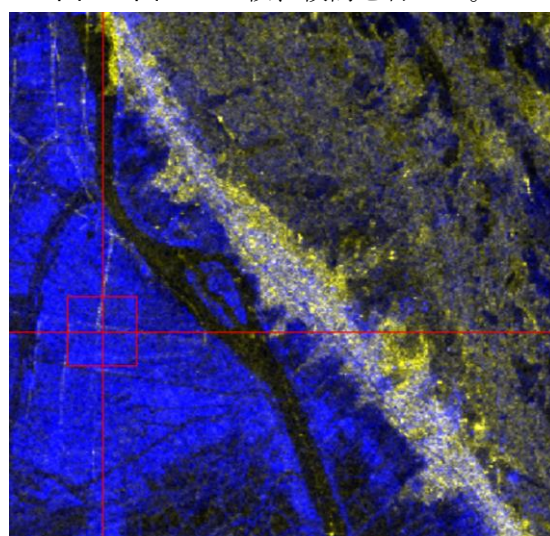


図 3 RGB 合成画像

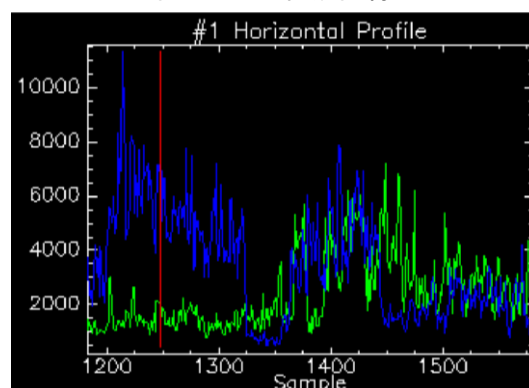


図 4 反射強度の変動

災害前後における PALSAR 画像の RGB 合成によって抽出された浸水域(青色)と災害後の true-color 画像の目視による浸水域は概ね一致していることがわかった。図 4 は、図 3 における赤色の横線にあるピクセルの反射強度の変動を表したものである。浸水域として抽出された部分において、災害前のグラフ(青色)では値が高くなっており、災害後のグラフ(緑色)では値が低くなっている。水域と陸域での反射強度の違いは明確である。また、災害前後で土地被覆の変化が少なかった部分すなわち浸水域でない部分(黄色)では反射強度の変動が災害前後ではば一定である。

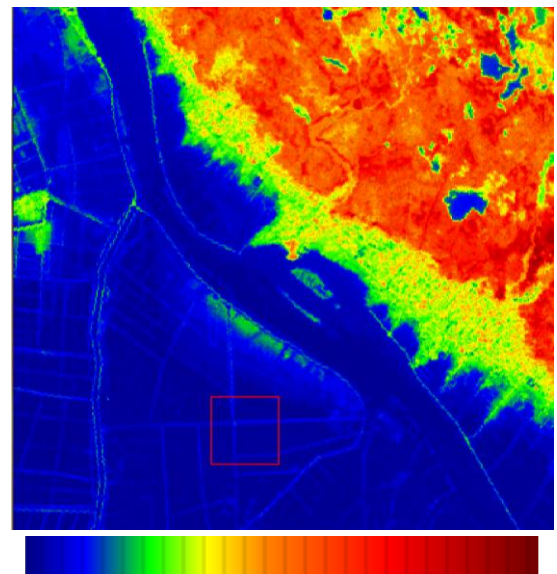
NIR Gray Scale 画像によって抽出された水域(青色)も同様に true-color 画像における浸水域と概ね一致していることがわかった。NIR 域は、AVNIR-2 の Band4(0.76~0.89 μ m)に相当するが、この NIR 域では植物、土壌、水の反射の強さがそれぞれ分かれているため、NIR Gray Scale 画像によって水域の抽出を行うことができたと考えられる。

河川の右岸に着目すると、PALSAR 画像では浸水域として抽出されており、true-color 画像では浸水域として抽出されていないことが分かる。これは、AVNIR-2 画像の観測日が PALSAR 画像より 24 日遅く、水が引いてしまったからであると考えられる。

5.2 山陽小野田市豪雨災害

5×5 の Lee フィルタ処理をした災害前後における PALSAR(HH)画像の反射強度に応じて色分けを行った画像を図 8・図 9 に示す。図 7 は厚狭地区上空の衛星画像、図 10 は厚狭地区の洪水被害の様子を捉えた航空画像である。画面奥が南である。

災害後の画像は緊急観測であったため、観測時のオフナディア角が通常の 34.3°ではなく 49.0°であった。オフナディア角とは、レーダ鉛直直下(ナディア)方向と観測方向とのなす角のことである⁷⁾。この角度での観測は前例がほとんどなく、そのため取得した災害後のデータは校正がされていなかった。つまり、災害前後の画像を物理量として比較することは不可能である。



LOW HIGH

図 5 NIR Gray Scale 画像

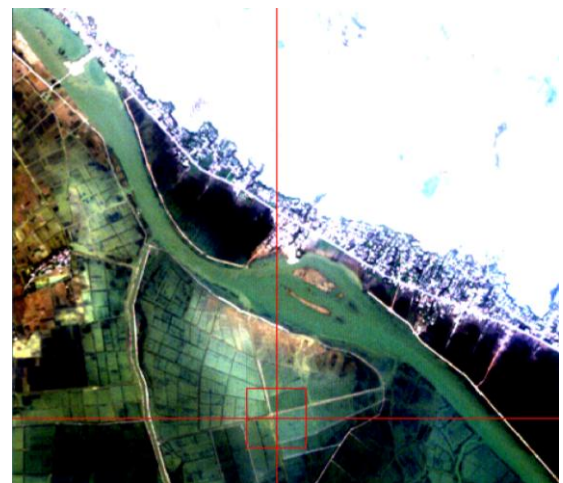


図 6 true-color 画像



図 7 厚狭地区上空の衛星画像(Google earth)

また、災害後の画像だけを見ても浸水域の特定は困難だが、図 10 と併せて見ると、浸水域が確認できる。この浸水域は浸水が広い範囲であったため確認

することができたと考えられる。浸水域が特定できなかった部分については、実際の浸水域が住宅街の道路上や狭い範囲の水面であり、後方散乱波を観測する PALSAR では困難だったためと考えられる。

6. まとめ

ベトナム中部豪雨災害前後の PALSAR 画像を RGB 合成により浸水域抽出を試み、true-color 画像と比較し検討したところ、良好な結果を得ることができた。NIR Gray Scale 画像についても良好な結果を得ることができた。

山陽小野田市豪雨災害では、災害後の画像に校正がされていないため、浸水域の抽出はおろか災害前後の画像を物理量として比較さえもすることができなかった。特に、災害後の観測ではオフナディア角が通常よりも約 15° 大きかったため良好な結果が得られなかった。ただ、河川の判読は可能だった。

今度の課題として、狭い範囲での浸水域の抽出方法を検討していく。

参考文献

- 1) 加藤圭太,「人工衛星 SAR 画像を用いた浸水地域の抽出」,2009
<http://ares.tu.chiba-u.jp/~research/~Thesis/resume/2009/Kato2009Abs.pdf>
- 2) 国土交通省：ベトナム豪雨災害概要
<http://www.mlit.go.jp/common/000126163.pdf>
- 3) 国総研 山口県山陽小野田市厚狭川 氾濫浸水被害調査報告（第1報）
<http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/h22yamaguchi/h22yamaguchi.pdf>
- 4) EORC
<http://www.eorc.jaxa.jp/index.php>
- 5) PARSAR PROJECT
<http://www.palsar.ersdac.or.jp/>
- 6) CROSS-EX
<https://cross.restec.or.jp/cross-ex/topControl.action>
- 7) ASTER SCIENCE PROJECT
<http://www.science.aster.ersdac.or.jp/index.html>

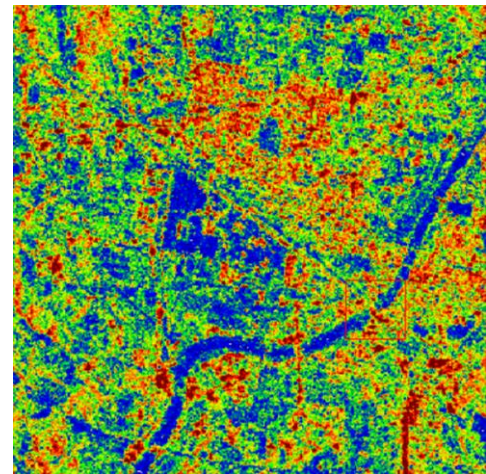


図8 災害前の PALSAR (HH) 画像

LOW HIGH

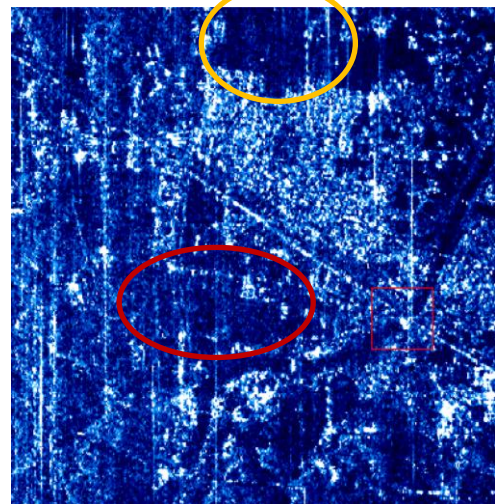


図9 災害後の PALSAR (HH) 画像

LOW HIGH



図10 厚狭地区の洪水被害の様子⁸⁾

- 8) 陸上自衛隊第13旅団：山口県山陽小野田市の水害に伴う災害派遣

<http://www.mod.go.jp/gsdf/mae/13b/ysaigai.html>