

合成開口レーダ画像を用いた平成27年9月関東・東北豪雨による湛水域抽出

東北大学工学部	学生会員	○織田 征和
東北大学大学院	学生会員	ADRIANO Bruno
東京大学生産技術研究所	正 会 員	郷右近 英臣
東北大学災害科学国際研究所	正 会 員	越村 俊一

1. 序論

地震や津波、洪水などの大規模な災害が発生したとき、被害の全貌を迅速に把握することが重要である。近年の日本における大災害では、東日本大震災、平成26年8月豪雨による広島市の土砂災害、平成27年9月関東・東北豪雨などが挙げられる。広域被害把握の手段として、リモートセンシング技術が有効である。その中でも合成開口レーダ(Synthetic Aperture Radar:SAR)は、マイクロ波を照射し、その反射波で対象を識別する。マイクロ波は雲や雨粒を透過する性質を持つため、天候や昼夜を問わず観測することができる。以上の特徴から災害などの緊急時に大変有効である。

SAR画像を用いて湛水域を特定する研究では、加藤ら(2010)やリュウら(2012)などの研究がある。どちらも単偏波の合成開口レーダ画像を用いて、水域を分離するための閾値を設定し、災害による湛水域を抽出している。

本研究では、平成27年9月関東・東北豪雨による茨城県常総地区における浸水被害を、被災前後の合成開口レーダ画像を用いて推定することを目標とする。また画像の平滑化処理における適切なウィンドウサイズの検討も行った。

2. 使用したデータ

(1) SAR画像

本研究では、ALOS-2/PALSAR-2の高分解モード(分解能3m)によって撮影された、2時期のSAR画像を使用する。図-1は今回用いた解析エリアのSAR画像である。衛星の進行方向は下降方向(ディセンディング)、オフナディア角は35.4°である。2015年7月30(UTC)、9月10日(UTC)にそれぞれ撮影された画像を被災前データ、被災後データとした。

(2) グランドトゥールースデータ

抽出した湛水域の比較検証には、平成27年10月27日(JST)に京都大学防災研究所が発表した浸水深分布と、

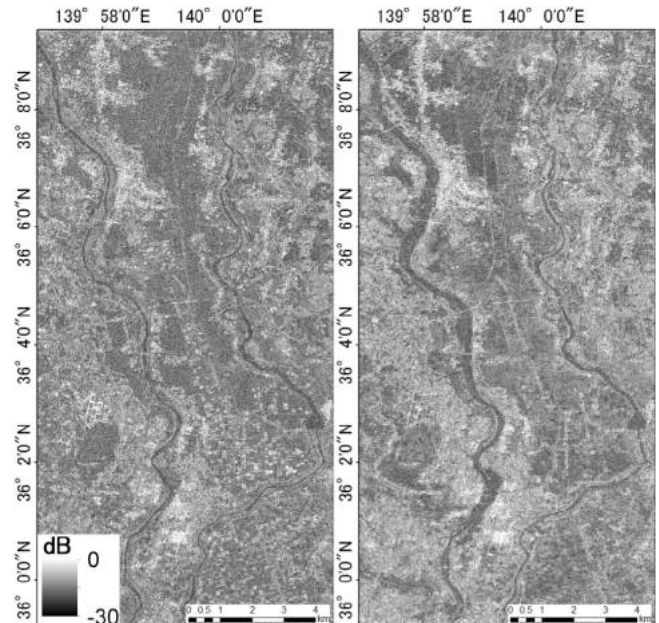


図-1 解析エリアのSAR画像(左:被災前, 右:被災後)

2015年9月11日(JST)に被災地を撮影した防災科学技術研究所の航空写真を使用した。

3. 研究手法

(1) 前処理

前処理として被災前後のSAR画像にキャリブレーションを施し、デジタルナンバー(DN)から後方散乱係数(σ^0)への変換を行う。変換は式(1)で行った。

$$\sigma^0 (dB) = 10 \cdot \log_{10} \langle DN^2 \rangle + CF_1 \quad (1)$$

$\langle \rangle$ はアンサンブル平均、 DN はSAR画像の各ピクセル数値、 CF_1 (=-83)は校正係数を表す。変換式及び CF_1 値は宇宙航空研究開発機構(JAXA)から引用した。

次にEnhanced Leeフィルタを用いて、スペckルノイズの低減化を行う。また3×3から11×11の5種類のウィンドウサイズを用いて、それらの違いを検討した。検討の結果解析エリアでは田園地帯が多いことを踏まえ、5×5のサイズを使用してスペckルノイズの軽減を行った。

キーワード: 合成開口レーダ, 平成27年9月関東・東北豪雨, 平均差分, 湛水域

連絡先: 仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1 E302, TEL: 022-752-2082, FAX: 022-752-2083

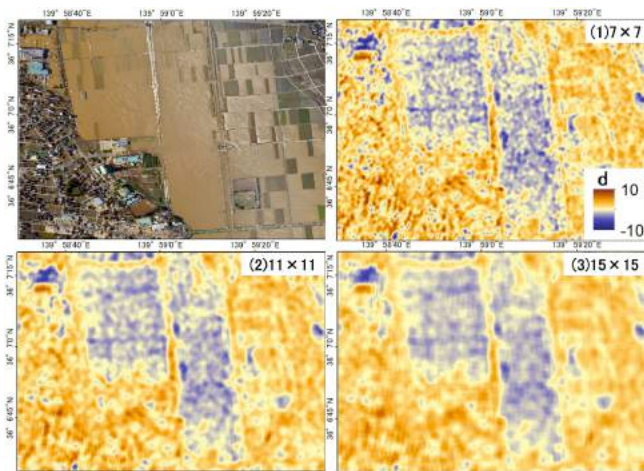


図-2 平均差分におけるウインドウサイズの大きさによる検討

(2) 平均差分

平均差分とはウインドウ内の後方散乱係数の平均値を算出し、その値をウインドウ内の中央に当てはめ、被災前後で後方散乱係数の差分を求めることである。平均差分を求める際、図-2に表すように、平滑化するウインドウサイズとして7×7, 11×11, 15×15の3つのサイズで検討した。平均差分算出における平滑化処理のウインドウサイズは、農道や道路などの境界線を失わず、かつ湛水箇所が明瞭となる11×11のウインドウサイズを用いた。

(3) 閾値の設定

湛水域を抽出するための閾値は、リュウら(2014)でも用いられた平均差分図全体の後方散乱係数のヒストグラムにおける平均値 μ と標準偏差 σ から、式(2)で求めた。

$$T = \mu - \sigma \quad (2)$$

(4) 洪水による半自動の湛水域抽出モデル

郷右近ら(2014)を参考に、ESRI社のArcGIS(ver.10.1)を使用して、洪水における半自動の湛水域抽出モデルを作成した。概要は前処理後の被災前後のSAR画像を入力データとし、湛水域を抽出するまでの動作を自動で行うものである。図-3はその内部構造である。このモデルに解析エリア全体の画像データ(一時期:約67MB)を適用させると、CPU:3.4GHz、メモリ:12GBの環境で、おおよそ1分で解析が完了した。

4. 解析結果

精度検証では、プロデューサー精度(P.A.)とユーザー精度(U.A.)を用いた。湛水域抽出結果では、P.A.が16.8%、U.A.で40.1%となった。越水箇所周辺では、概ね良好な抽出結果が得られた。しかし全体的な精度は低くなってしまった。P.A.が低い原因は、被災後のSAR画像が破

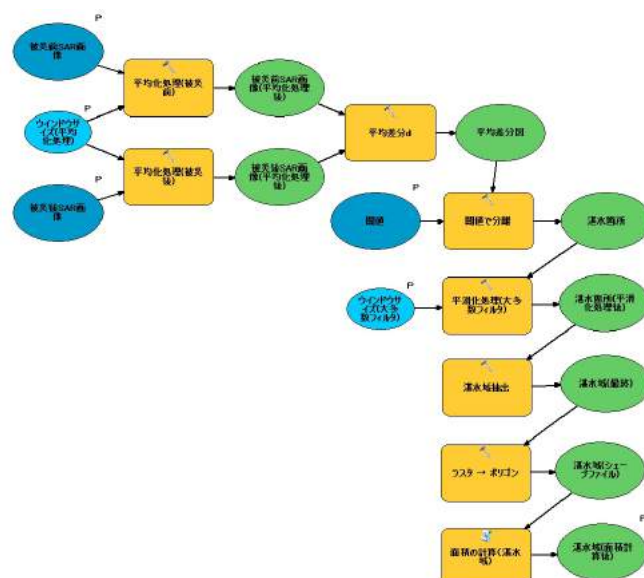


図-3 半自動の湛水域抽出モデル内部構造

堤推定時刻のおよそ1時間前に撮影されたことで、解析エリア内の水量が大きく異なることが考えられる。破堤後に撮影されたSAR画像が得られればこの問題は幾分改善されるだろう。また湛水したエリアの大部分が田園地帯であり、被災前の時点ですでに後方散乱係数が小さく、前後間の差があまり生じなかったためと考えられる。一方U.A.が低い原因は、雨によって冠水した田園地帯などを湛水箇所として誤抽出してしまったことが挙げられる。

今後の課題は被災前後の差分だけでなく相関や、それらを使った合成変化量 $z(d, r)$ を用いて、湛水域抽出のさらなる精度向上に努めることである。

5. 結論

本研究では被災前後のSAR画像のみを用いて、茨城県常総地区の湛水域抽出を試みた。そして前処理後のSAR画像を入力データとし、平均差分を用いた半自動の湛水域抽出モデルを作成した。

参考文献

- 加藤圭太・山崎文雄(2010): ALOS/PALSAR画像を用いた2008年岩手・宮城内陸地震による水域の変化抽出, 日本地震工学会論文集, Vol. 10, No. 3, pp. 1-11.
- 郷右近英臣・越村俊一・松岡昌志(2014): 合成開口レーダー画像による津波浸水ラインの半自動抽出ツールの開発, 土木学会論文集B2(海岸工学), Vol. 70, No. 2, pp. 1486-1490.
- リュウ・ウェン・山崎文雄・郷右近英臣・越村俊一(2012): 高解像度SAR画像を用いた東北地方太平洋沖地震における津波湛水域と建物被害の抽出, 日本地震工学会論文集, Vol. 12, No. 6, pp. 73-85.