

Lバンド合成開口レーダ画像を用いた平成27年9月関東・東北豪雨の湛水域抽出

東北大学大学院	学生会員	○織田 征和
東北大学災害科学国際研究所	正会員	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。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、地表物にマイクロ波を照射し、その反射波の特性を解釈することで対象を識別する。SARは天候や昼夜を問わず観測することが可能なため、災害などの緊急時に大変有効である。

本研究では、平成27年9月関東・東北豪雨の浸水被害を、被災前後のSAR画像を用いて迅速に把握することを目的とする。また簡便でかつ迅速な湛水域抽出を行うために、半自動の湛水域抽出モデルを構築した。

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。衛星の進行方向は下降方向、オフナディア角は35.8°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) グランドトゥルスデータ

解析結果の比較検証には、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を使用した。

3. 研究手法

(1) 前処理

被災前後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値)から後方散乱係数 σ^0 (dB)への変換を行う。次に5×5ピクセルウインドウサイズのEnhanced Leeフィルタにより、SAR画像上のスペックルノイズの低減化を行う。最後に米国Exelis VIS社のENVI(ver.5.0)を用いて、被災前SAR画像を基準とした位置合わせを行う。

(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、被災前後で差分を求めることである。平均化におけるウインドウサイズでは、ウインドウが11×11ピクセル(約33m×33m)の時に最も湛水域の境界を正しく抽出することができた。よって本研究では、11×11ピクセルのウインドウサイズを用いて、解析エリア全域の平均差分を算出した。

(3) 相関係数

被災前後の相関係数を以下の式(1)で求める。

$$r = \frac{N \sum I_{a_i} I_{b_i} - \sum I_{a_i} \sum I_{b_i}}{\sqrt{(\sum I_{a_i}^2 - (\sum I_{a_i})^2) \cdot (\sum I_{b_i}^2 - (\sum I_{b_i})^2)}} \quad (1)$$

ここで i はピクセル番号であり、 N は計算するウインドウ内のピクセル数を表している。また I_{a_i} 、 I_{b_i} は被災後と被災前のそれぞれの画像の i 番目におけるピクセル値を表し、 \sum はピクセルウインドウ内のピクセル i の総和である。相関係数は-1~1の範囲に値を持ち、被災前後で変化が大きい箇所ほど低い値を示す。また相関係数を求める際のウインドウサイズは、平均差分算出時と同じく11×11ピクセルとした。

(4) 閾値の設定

湛水域抽出の閾値はリュウら(2012)を参考に、平均差分図、相関係数図全体の後方散乱係数の頻度分布における平均値 μ と標準偏差 σ から、以下の式(2)で求めた。

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

(5) 誤抽出の除去

国土地理院の基盤地図情報より、5mの数値標高モデルを用いて、一定の標高以上の解析結果を誤抽出として除外する。今回はリュウ・山崎(2015)を参考に、標高17m以上の地域で抽出された水域を誤抽出として除外した。また解析エリア全域に大多数フィルタを施し、抽出された微小領域の除去を行った。

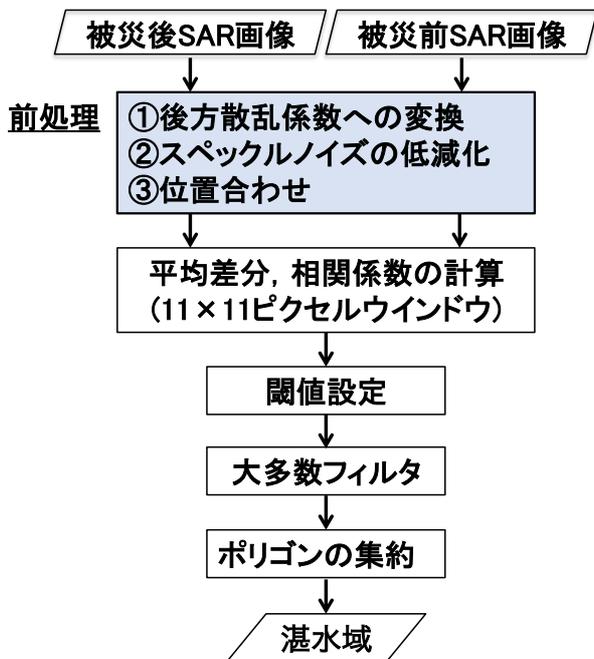


図-1 本研究で用いた湛水域抽出モデルの処理フロー図

(6) 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、半自動の湛水域抽出モデルをArcGIS(ver.10.1)のモデルビルダー上に構築した。図-1は本研究で用いた湛水域抽出モデルの処理フローである。

4. 合成変化量

平均差分と相関係数を合成した変化量である、合成変化量zを用いる。合成変化量は、リュウら(2012)が提案した式(3)で導出する。

$$z = \left| \frac{d}{\max|d|} \right| - c \cdot r \quad (3)$$

ここで、dは平均差分であり、maxは対象領域内における最大値を表す。rは式(1)で求められた相関係数であり、cは0から1の範囲の重みである。本研究ではc=1.0とした。

5. 結果と考察

本研究における湛水域抽出結果を図-2に示す。現地調査結果では河道内における氾濫は含まれていないことや、浸水した住宅域を湛水域としていることなどを踏まえると、平均差分を用いると良好に湛水域を抽出できることが分かった。また水が引いた後の住宅域の検出では、被災前後の相関に着目したほうが可能であると考えられる。抽出できなかった箇所としては田園地帯の一部が挙げられる。この理由としては雨による田園地帯の冠水箇所と洪水による湛水域を明確に区別する閾値の設定が困難であった

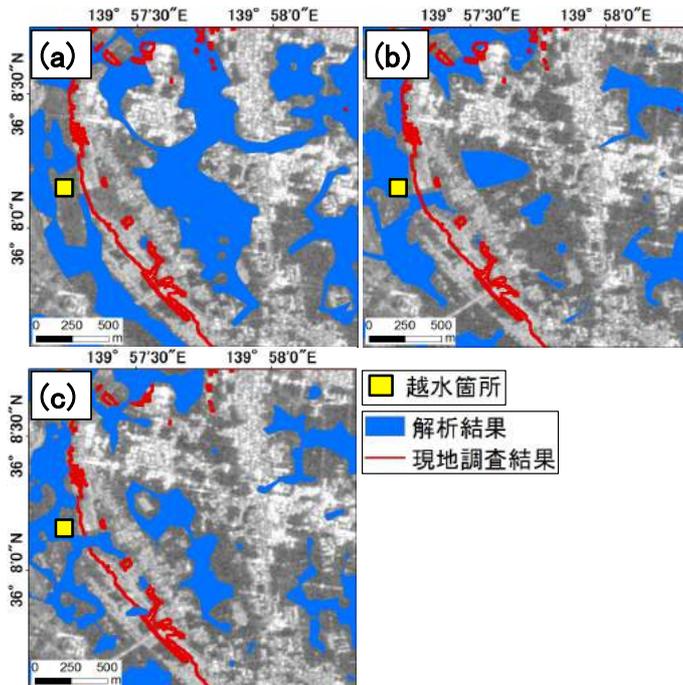


図-2 本研究で抽出した湛水域。(a)平均差分を用いた抽出結果、(b)相関係数を用いた抽出結果、(c)合成変化量を用いた抽出結果

からである。本研究での閾値の設定は、データの頻度分布における平均値μと標準偏差σから行った。解析エリア内から水域の教師データを作成し閾値を設定する手法もあるが、本事例では対象エリアが内陸のため、水域の教師データの作成が困難であった。

6. まとめ

被災前後のLバンドSAR画像を用いて、茨城県常総市の浸水被害把握を行った。またGIS上に前処理後のSAR画像を入力データとした湛水域抽出モデルを構築し、迅速な湛水域の半自動抽出を可能にした。

今後の課題は田園地帯における雨による変化と、洪水による変化を明確に区別する手法を開発することである。

参考文献

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.
 リュウ・ウェン・山崎文雄(2015): ALOS-2画像を用いた2015年9月関東・東北豪雨による浸水域把握, 日本リモートセンシング学会学術講演会論文集, Vol. 59, pp. 103-104.
 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.