

干渉 SAR 処理を用いた洪水による浸水深の推定：2015 年鬼怒川洪水を事例として

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は極めて重要である。近年の日本における災害では、東日本大震災、2015 年鬼怒川洪水、2016 年熊本地震などがある。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。その中でも全天候性の合成開口レーダ (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技術である。SAR の特徴として、広域性・迅速性・周期性、そして夜間撮影可能などが挙げられる。また SAR は天候や昼夜を問わず観測することが可能なため、緊急災害対応に適している。また 2014 年に打ち上げられた ALOS-2(だいち 2 号) は日本に限定すると 12 時間に 1 回の観測が可能である (JAXA, 2014)。

本研究では、干渉 SAR(InSAR) 処理を用いて、洪水による浸水深の推定を行うことを目的とする。ケーススタディとして、2015 年鬼怒川洪水による茨城県常総市を事例とする。

2. 使用データ

本研究では、ALOS-2/PALSAR-2 によって撮影された 2 時期の SAR 画像を用いる。被災前・被災後 SAR 画像の撮像はそれぞれ、2015 年 7 月 31 日、9 月 11 日に行われた。いずれもオフナディア角が 35.4° でアセンディング軌道で撮影されたデータである。また SAR データの他に国土地理院の数値標高モデル (5m メッシュ) と浸水深分布 (京都大学防災研究所, 2015) も用いた。

3. 研究フロー

(1) 浸水域抽出

本研究では、被災前の既存水域 (本事例では河川) より教師データを作成し、それに基づいて浸水域を抽出した。教

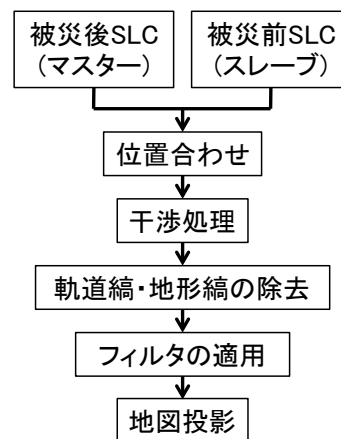


図-1 InSAR 処理のフロー

師データを用いた手法では、河川より算出した閾値を用いて、被災前後のそれぞれの SAR データで 2 値化を行い、被災後から被災前を差し引くことで、浸水域を抽出した。また抽出した浸水域から、DEM を用いて標高が 17m 以上で抽出された浸水域を誤抽出として除外した。以上の浸水域を、被災後 SAR 撮像時点での浸水域とする。

(2) 浸水深の推定

上記で浸水域抽出を行った後に、InSAR 処理を用いて浸水深の推定を試みる。一般的に InSAR 処理は地震による地盤沈下量の算出 (例えばリュウら, 2014) や地滑り監視 (佐藤ら, 2014) などに利用されている。また後方散乱係数と InSAR を用いて湿地帯のモニタリングを行った研究 (例えば Xie et al., 2015) がある。浸水深の推定を行うための InSAR 処理は、米国 Exelis VIS 社の ENVI(ver.5.1) の SARscape(ver.5.2) のワークフローを使用した。図-1 に InSAR 処理のフローを示す。軌道縞の除去には、Goldstein フィルタを用いた。またコヒーレンスが 0.2 以上を示す領域にアンラップ処理を施した。アンラップ処理とは得られた位相差を実際の変位量へと変換する処理を表す。本研究では解析領域内にコヒーレンスの低い箇所が存在したため、Minimum Cost Flow 法を用いた。

キーワード: 干渉 SAR(InSAR) 処理, L バンド合成開口レーダ, 浸水深分布, 2015 年鬼怒川洪水

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

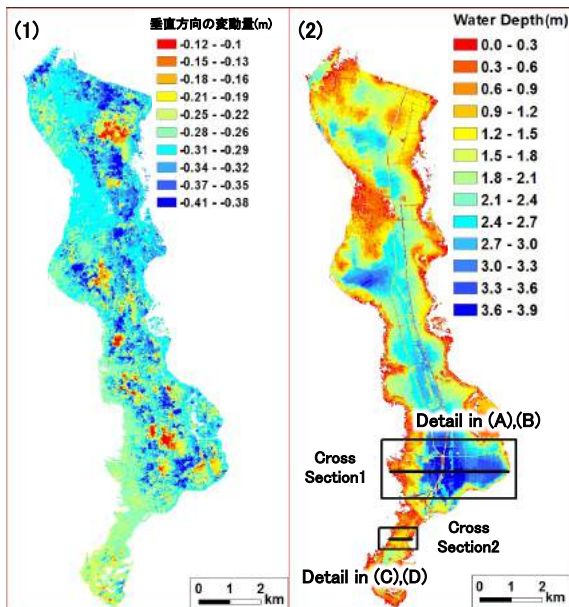


図-2 (1)InSAR 処理によって得られた垂直方向の変動マップ (2) 京都大学防災研究所の浸水深分布 (1),(2) はいずれも、茨城県常総市の浸水被害が発生した領域である。

4. 解析結果と考察

(1) 解析結果

InSAR 処理によって得られた垂直方向の変動マップを図-2 に示す。垂直方向の変動とは、2 時期間における地表面の垂直変動量 (m) を表している。結果としてすべての変動量がマイナスの値となった。これは被災前後でマイクロ波の位相のズレが発生し、かつ衛星に近づく方向に変動があったことを示している。しかし変動量が、浸水深分布が全期間での最大の浸水深を示していることを考慮しても、最大でも約 40cm と過小評価であった。

(2) 結果の考察

InSAR 処理で得られた垂直変動マップと浸水深分布との比較を、断面図を用いて行う。本報告では東西に渡る断面を 2 つ考え、垂直変動量 (m) と浸水深 (m) との比較を行った。1 つ目の断面 (断面 1) は浸水深分布において最大値を示した箇所、2 つ目の断面 (断面 2) は浸水域抽出において浸水していないと判断された箇所とした。また本報告では、この非浸水域箇所を「浸水域外」とした。図-3 に垂直変動量と浸水深の比較結果を示す。

まず断面 1 では、浸水深が大きい箇所は概ね浸水域抽出結果内に含まれることを確認した。しかし垂直変動と浸水域の間に明確な関係を見つけることはできなかった。

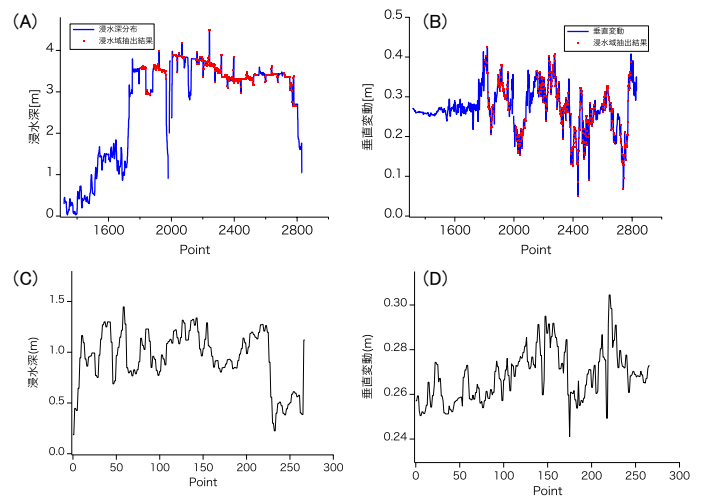


図-3 (A) 断面 1 における浸水深分布 (B) 断面 1 における垂直変動量 (C) 断面 2 における浸水深分布 (D) 断面 2 における垂直変動量 (A),(B) のプロット (赤) は浸水域抽出結果を表す。

続いて断面 2 では、浸水域外であるにも関わらず、若干の垂直変動が見られた。これは地表面の変化 (土砂等の堆積) などが原因と考えられる。

5. まとめと展望

本研究では SAR の後方散乱係数を用いて浸水域を抽出し、干渉 SAR 処理を用いて洪水による浸水深を推定することを試みた。これからの課題として、土地被覆 (市街地、田園地帯など) や標高と垂直変動量の関係などを考慮して、浸水深の推定が可能かどうかの検証を行っていく。

参考文献

- 宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター：ALOS-2/PALSAR-2 による災害観測について、Vol. 43, No. 2, 2014.
- 京都大学防災研究所：平成 27 年関東・東北水害 鬼怒川氾濫による常総市周辺の浸水深分布調査 (第二報)、2015.
- リュウ・ウェン、松岡昌志、山崎文雄：ALOS-PALSAR 画像を用いた 2010 年バハ・カリフォルニア地震による地殻変動量の検出、第 14 回日本地震工学シンポジウム、pp. 2483 - 2492, 2014.
- 佐藤浩、宮原伐折羅、岡谷隆基、小荒井衛、関口辰夫、八木浩司：SAR 干渉画像で検出した 2011 年東北地方太平洋沖地震に関わる地すべり性地表変動、Journal of the Japan Landslide Society, Vol. 51, No. 2, pp. 41 - 49, 2014.
- Xie C., Y. Shao, B. Cui, K. Goel, Y. Zhang, and M. Yuan : Long term detection of water depth changes of coastal wetlands in the Yellow River Delta based on distributed scatterer interferometry, Remote Sensing of environment, 164, pp. 238 - 253, 2015.