

大規模災害時被災調査のための SAR 画像判読性向上手法の検討

株式会社パスコ ○鶴殿 俊昭、森 貴章、吉川 和男、渡邊 昌春
国土技術政策総合研究所 國友 優、神山 嬢子、阪上 雅之、長井 義樹

1 はじめに

大規模災害時に夜間・天候問わず迅速な状況把握を行うには、合成開口レーダ（以下、「SAR」という）画像の判読が有用であることが平成23年紀伊半島大水害時に示され、国土技術政策総合研究所で SAR 画像判読調査手法（案）が取りまとめられている¹⁾²⁾。

一方、SAR 画像には特有の歪みやノイズがあることから、取り扱いや判読にある程度の熟練を要することが指摘されている¹⁾。このことにより、地方整備局職員等が SAR 画像の判読を行うことを想定した場合、作業者の熟練度合いによって判読結果の精度やタスク処理に要する時間に違いが生じるなどの問題が発生し、迅速かつ正確な災害初動調査を行う上で支障となるおそれがある。

そこで、判読精度の向上と判読作業の迅速化を図るため、SAR 画像判読上の課題を整理して判読性向上に向けた改善手法を検討し、大規模災害時の SAR 画像判読を支援するシステムの開発を行った。

2 SAR 画像判読上の課題

SAR 画像の特性として、以下に示す課題が挙げられる。①：レーダ特有の幾何歪により、光学画像や地理空間情報等のデータとの重畳が困難。②：特有のごま塩状のスペックルノイズが生じ、視認性を低下させる。③：モノクロ画像のため地被状況の把握が難しく、光学画像に比べ画像の視認性が低い。④：SAR データから判読可能な画像に可視化する際に、多くの画像処理工程を経る必要がある。

また、判読作業において、以下に示す課題が挙げられる。⑤：主に①～③の理由により判読にはある程度の熟練が必要であり、SAR 画像になじみのない作業者は判読結果の精度が低く、判読に時間を要する可能性がある。⑥：広域災害時など、複数人で判読作業を行う場合、作業範囲や進捗状況の管理、結果の共有等が煩雑になる。

3 判読性向上に向けた改善手法

前述の課題に対する改善を検討した結果を以下に示す。①：座標が異なる判読用 SAR 画像と参照情報（光学画像、地理空間情報）を相互に座標変換処理する。これにより、これらデータの重畳が可能となり、参照情報を活用した判読（図-1）、および判読結果の地図上への反映が容易となる。②：メディアンフィルタを用いて、画像上のスペックルノイズを低減する。③：SAR 画像（モノクロ画像）のカラー化処理により、地被状況の把握を容易にする。④：処理手順をパターン化し、作業の簡略化を図る。⑤：画像解析技術（NDPI 法等）を用いた被災箇所自動抽出により目視判読の優先箇所を特定し、作業の効率化、判読精度向上を図る。⑥：分担して判読作業を行う際の作業範囲・進捗状況・判読結果等の共有・管理をシステム上で行い、作業の効率化を図る。

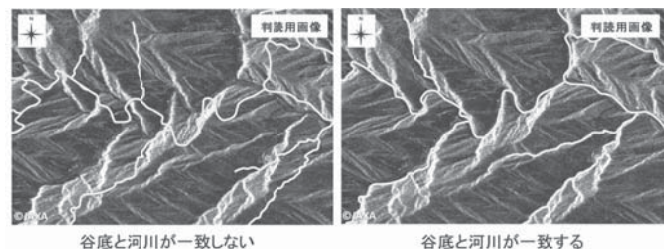


図-1. SAR 画像と地理情報の重ね合わせ例
(判読用 SAR 画像に座標変換した河川データを重畳)

4 SAR 画像判読支援システムの開発

4.1 システム概要

改善手法を実装するため、SAR 画像判読支援システム（以下、「本システム」という）を開発した。本システムは、オープンソースの GIS デスクトップアプリケーションである QGIS のプラグインとして構築した。処理可能な高分解能 SAR センサは、日本国内の災害観測実績等を踏まえ、4 衛星 SAR (ALOS-2、TerraSAR-X、RADARSAT-2、COSMO-SkyMed)、および 2 航空機 SAR (Pi-SAR2、Pi-SAR-L2) とした。

図-2 に改善手法①～⑥の機能を備えたシステム概念を示す。本システムでは、判読する災害種別（土砂災害・水害・建物倒壊）に応じて有効な画像解析手法を整理し、処理手順をパターン化したことで、対話的な画面操作により一連の処理を自動的に実行することができる（簡易メニュー）。この中で、可視化された SAR 画像をもとに、カラー画像や画像解析により被災箇所の抽出結果が自動的に生成される。これらの画像等を元に複数人で判読作業を行う際、各々の作業範囲や判読ルール（凡例等）、作業進捗を共有するなど、判読作業全般を管理する機能を使用して作業の効率化を図ることが出来る。また、画像・地図表示の回転機能、レイヤのスワイプ機能（図-3）等の判読時に便利な機能の構築を行った。

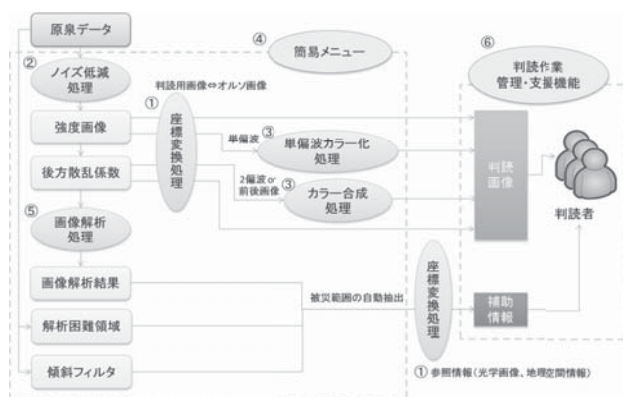


図-2. システムの概念図



図-3. SAR 画像判読支援システム 画面イメージ (レイヤのスワイプ機能)

SAR データを入手後、判読用画像等のデータを早期に整えるために、システムの処理アルゴリズムの最適化や並列化による高速化を図った。また、参照情報の座標変換等、事前に準備可能な処理を行っておくことで、SAR データ入手後から判読作業に必要な画像等データの作成を 50 分弱で行うことができる。

4.2 改善手法の効果

改善手法の効果を検証するため、判読支援機能（改善手法①、⑤）を用いた場合と用いない場合それぞれについて、判読初心者、判読経験者（熟練者）による判読を行った。判読には、ALOS-2 画像（ノイズを除去したカラー画像）を用い、平成 23 年紀伊半島大水害の深層崩壊等（判読用画像上で面積約 3,000m²~330,000m²程度の規模）を対象とした。その結果、いずれの作業者も判読支援機能を用いることで判読精度が向上した（表-1）。これは、判読用 SAR 画像に光学画像や地理空間情報を重畳することで判読性が向上し、NDPI 法で自動抽出した被災箇所を参照することで見逃し軽減されたことが要因と考えられる。

表-1. 判読精度向上の検証結果

作業者	正解数	判読支援なし		判読支援あり	
		判読数	割合(%)	判読数	割合(%)
判読初心者	37	11	29.7	17	46.0
判読経験者	37	12	32.4	23	62.2

※判読画像:ALOS-2(2014/8/26観測)、2偏波画像(HH+HV)
判読初心者:SAR画像の知識はあるが本格的な判読経験なし
判読経験者:災害時のSAR画像判読経験あり

5 おわりに

大規模災害時の迅速な被災調査における SAR 画像判読上の課題とその改善手法を検討し、判読作業を支援するシステムを開発した。判読支援機能により判読精度の向上が図られ、判読調査に係る画像処理等の高速化と運用上の工夫により、遅滞のない調査に資するシステムを構築することが出来た。今後、地方整備局職員等による訓練等を踏まえたユーザーインターフェースの改良、被災箇所の自動抽出手法の高度化に伴う画像解析機能の追加など、さらなる判読調査の迅速化・高精度化を図る必要がある。

【謝辞】 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構、国立研究開発法人情報通信研究機構より SAR データや資料をご提供頂いた。ここに謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 林ら：紀伊半島台風 12 号災害を事例とした人工衛星高分解能 SAR 画像の判読による河道閉塞箇所探索手法の確立、砂防学会誌、Vol.66、No.3、pp.32-39、2013
- 2) 水野ら：2 偏波 SAR 画像による大規模崩壊及び河道閉塞箇所の判読調査手法（案）、国土技術政策総合研究所資料第 791 号、2014