

審査の結果の要旨

氏名 大木 真人

洪水による被害を軽減することが世界中で極めて重要かつ喫緊の課題であることには議論の余地は無く、そのためには、まず洪水がいつどこでどのように起こっているのかを正確かつ迅速にモニタリングすることが必要不可欠である。人工衛星によるリモートセンシング、特に天候・時間帯に左右されることのない合成開口レーダ SAR による水面域の抽出は、大変有効な手段の一つである。ただし、洪水被害の軽減に資するためには、高解像度かつ高頻度な観測を行った上に、高速かつ汎用性の高いアルゴリズム処理が必要であった。そのような背景のもと大木真人氏は、博士論文「ALOS-2 搭載 L バンド合成開口レーダによる洪水域抽出に関する研究」において、衛星 ALOS-2 の L バンド SAR データの特性を多面的に理解したうえで、高解像度かつ高頻度な観測に対応した、高速かつ実際にリアルタイムで日本での洪水域抽出（本論文では「洪水域」として、いわゆる堤内地において河川洪水によって冠水した地域を指しており、本要旨でもその意味で使用する）に使用できる汎用性の高いアルゴリズムの開発に成功した。本博士論文は全六章で構成されている。

第一章では、SAR リモートセンシングの原理の解説に加え、海外の SAR 衛星などとも比較して日本がもつ ALOS-2 衛星による観測システムの特徴が述べられ、既往研究のレビュー、本研究の目的及び新規性が記述されている。

第二章では、本論文で解析されることとなる日本における洪水事例と、その際に使用される ALOS-2 のデータ及び洪水域の検証データについて述べられている。

第三章では、建物等が水没するレベルの洪水域について、2015 年関東・東北豪雨観測の ALOS-2 高頻度観測をテストケースとして、観測条件が理想的でないデータも含む全ての SAR 強度画像を用いた網羅的な検証を初めて行った。その結果、ALOS-2 単独で 1 日 1 回以上の頻度で許容範囲内の誤差で洪水域の把握が可能であることが示され、日毎の時系列的な洪水域抽出結果から洪水面積変化の予測や、浸水継続日数の推算ができる可能性が示唆された。

第四章では、建物等が水没しないレベルの洪水域について、干渉解析を用い

た抽出を試みた。建造物の床上・床下浸水は、水面上に残る構造物からのレーダ反射が強く、またその強度は建物の向きに強く依存するため、強度画像による抽出は難しい。そこで本研究では、建物浸水については強度画像よりもレーダ波の位相情報を用いた干渉解析画像が有効であることをシミュレーションおよび実際の ALOS-2 データ解析によって確認した。また建造物が分散した地域においては、干渉コヒーレンスではなく干渉位相の空間統計量を用いることがより有効であることを初めて示した。

第五章では、第三章と第四章の知見を統合し、両方のタイプの洪水域を抽出可能な、実用的な自動処理手法を開発した。具体的には、数値洪水シミュレーションから得られる氾濫面積割合情報を事前確率として用いたベイズの定理に基づく洪水域抽出アルゴリズムを開発し、過去の 7 つの水害事例の延べ 15 の ALOS-2 観測データを用いて精度を検証した。その結果、洪水シミュレーションによる情報は洪水域抽出精度の向上に寄与しており、SAR データのみを使用している過去の研究よりも高い精度を得られること、並びに解析にかかる計算時間の短縮にも効果的であることが確認された。

終章である第六章では、本研究全体の成果と今後の展望を議論している。開発された手法を用いると、家屋ごとの浸水の把握が可能な約 10m での解像度で、1 日 1 回以上の観測を行った上で、撮像時刻から 2 時間以内に処理を完了できるため、例えば深夜 0 時頃に行われた観測結果が翌朝の災害対応の初動に使用できる。

以上、大木氏による博士論文では、SAR 衛星による洪水域計測を高度化しただけにとどまらず、モデルシミュレーションと衛星観測との実質的な融合を果たし、これまでの手法に対して精度と効率の両方を高めるといふ、今後の衛星による地球観測のあり方に対して重要な示唆を与える成果が得られた。衛星リモートセンシングの利用可能性を広げるといふ意味において、学術的新規性が高いだけでなく、洪水被害の軽減という実用的観点からも極めて実現可能性が高く社会的に大変有用な研究成果と評価できる。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。