

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 水野 正樹
学位 博士 (学術)
学位記番号 新大博 (学) 第 73 号
学位授与の日付 平成 28 年 3 月 23 日
学位授与の要件 学位規則第 4 条第 2 項該当
博士論文名 人工衛星 SAR 画像を用いた土砂災害緊急対応時の現地状況把握手法の研究

論文審査委員 主査 教授・川邊 洋
副査 教授・福岡 浩
副査 教授・山口 芳雄
副査 准教授・渡部 直喜
副査 准教授・権田 豊

博士論文の要旨

本論文は、「SAR 画像判読による崩壊地・河道閉塞の抽出手法」と「L バンド差分干渉画像を用いた手法」の 2 つの手法について研究を行い、土砂災害緊急対応時に国や都道府県の職員が状況把握すべき現地情報のうち、次の「大規模河道閉塞箇所」、「斜面の微小変位箇所」、「地震による崩壊多発領域」の 3 つの対象について、SAR 画像を用いることでより早期又は正確に現地状況把握できる手法を提案した。

申請者は、SAR 画像判読による崩壊地・河道閉塞抽出の部分において、単偏波と 2 偏波 SAR 画像による崩壊地及び河道閉塞の抽出手順と留意点を明確化して、手法を新たにマニュアル化した。その結果この手法は、国の土砂災害防止法の対応の一部として実際の土砂災害時に用いられている。また、海外で発生した天然ダムの形成・決壊災害の緊急対応事例として、単偏波 SAR 画像、衛星光学画像から作成した DEM 及び深淺測量結果を用いた独自の手法で、インドネシア国アンボン島の天然ダムの決壊状況を把握し、現地政府へ報告する資料のデータを取りまとめた事例を示した。また「L バンド差分干渉画像を用いた手法」の部分において、土砂災害時に実利用するために、明確化が必要な確実性に関する特徴を明らかにした。また、抽出した地表面移動候補箇所に対して、移動の有無を確認する測量を試行して過去に大崩壊が発生した長野県稲子岳が山体移動していることを初めて確認するとともに、現地確認の優先順位の考え方を新たに示した。また申請者は、2008 年岩手・宮城内陸地震を対象事例として、L バンド差分干渉画像の 2.5 次元解析の新たな手法を提案した。ここでは、衛星視線方向の変位量図作成において、多数枚の差分干渉画像を用いて、BC 法と MCF 法のアンラッピング処理を組み合わせ、より誤差の少ない視線方向変位量図を作成した。また、電子基準点の地震時移動データを利用して、東西南北方向、垂直方向の 3 方向による、より誤差の少ない地表面変位量を再現した。さらに移動方向が異なる領域を持つ地震への対応も試行した。これにより、申請者は、震源地分布との適合性が良く、従来方法に比べて電子基準点データとの誤差が少ない、地震の地表面変位量図を作成した。最終的に崩壊地分布を重ねることで、干渉性や地表面変位量と崩壊地分布の関係として、「干渉性が低い領域」、「上盤領域」、「水平移動方向が反転する位置の線から近い領域」に崩壊地が多いことを示した。

審査結果の要旨

以下の日時・場所において学位（論文博士）公開論文発表会および審査委員会を開催した。
日時：平成28年2月17日（水）午前10時15分～11時45分

場所：自然科学研究科管理共通棟2階 小会議室

学位申請者による口頭発表（50分）、質疑応答（20分）が行われ、申請者が退席の後、審議（20分）を行った。

公開論文発表会では、研究背景、研究目的、研究方法、結果・考察、結論が順次述べられた。研究背景と目的では、衛星 SAR 画像を用いてより早期又は正確に現地状況把握できる手法を本論文で提案した3つの対象「大規模河道閉塞箇所」、「斜面の微小変位箇所」、「地震による崩壊多発領域」について、土砂災害緊急対応時に国等の職員が状況把握すべき情報としての重要性が法的根拠とともに示された。研究方法では、「SAR 画像判読による崩壊地・河道閉塞の抽出手法」や「Lバンド差分干渉画像を用いた手法」について、従来手法との比較方法、検討内容について、詳細に示された。結果・考察の部分では、提案する手法の新規性や独創性について説明されるとともに、提案する手法の信頼性が従来手法よりも高いことが明確に示された。結論の部分では、発表全体が明瞭に整理された。

発表後に、審査委員との間で質疑応答が行われた。主な質疑応答は次のとおりであり、いづれの質問に対しても、質問の意味を十分理解し適切な回答が行われた。

「インドネシアの天然ダム災害と同種の災害が今後海外で発生した場合、時間経過に応じた湛水位の変化等の監視が衛星 SAR 画像を用いて可能かどうか」との質問に対して、

「SAR 強度画像から湛水位を判読すると 10m 以上の誤差が生じる可能性が有り、下流の状況から誤差を許容するかどうかの判断が必要である。」と回答がなされた。

「SAR 画像による河道閉塞の判読には、分解能としてどれぐらいのスペックが必要と考えられるか」との質問に対して、「湛水深の判読では、フォアショートニング、レイオーバーの判断が重要であり、分解能は 3m で十分である。崩壊地かどうかの判読では、1m より高い分解能があると崩壊で生じる岩塊が判読できるため、伐採跡地との判別に有効である。」と回答がなされた。

「差分干渉 SAR による把握を実施する際にコヒーレンスとしては、どれ位の値があればうまくいくのか」との質問に対して、「断面を切って信頼性を評価し、変動の有無を判別できるコヒーレンス値として 0.3、変動量を計測できるコヒーレンス値として 0.7 の結果を導き出した。」と回答がなされた。

審査委員会の結論は以下の通りである。

- ① 衛星SAR画像を用いて「大規模河道閉塞箇所」、「斜面の微小変位箇所」を把握する手法の留意点を新たに明瞭化したこと。Lバンド差分干渉画像の2.5次元解析の手法を創意工夫して、移動方向が異なる領域を持つ地震への対応が可能で、より誤差の少ない地震の地表面変位量図を作成する新たな手法を提案したこと。地表面変位量と崩壊地分布の関係として、「上方移動領域」、「水平移動方向が反転する位置の線から近い領域」に崩壊地が多いことを明らかにしたことは、博士論文として、オリジナリティがあると評価する
- ② 今回明瞭化された「SAR画像判読による崩壊地・河道閉塞の抽出手法」は災害対応に実用されていること、「斜面の微小変位箇所」を把握する手法を試行して発災前の稲子岳山体移動を新たに実際に確認したこと、今回提案された「地震による崩壊多発領域」の把握手法は従来手法より誤差が少なく実際の土砂災害対応に利用可能であること等は、社会的なニーズに応じており、社会的な意義がある。
- ③ 口頭発表もよく準備されており、質疑応答も十分な内容であった。

よって、本論文は博士（学術）の博士論文として十分であると認定した。