光学式高分解能衛星画像による土砂災害域抽出における閾値自動補正手法の検討

日本大学	学生会員	〇堀江陽介
日本大学	正会員	羽柴秀樹
日本大学	正会員	園部雅史

1. はじめに

近年,日本では多くの土砂災害が発生しており, 人的・家屋の被害が毎年報告されている.また,短時間強雨の発生回数も増加傾向にある¹⁾ことから, 今後も豪雨に起因する土砂災害の増加が懸念されて いる.2017年7月には,梅雨前線や台風3号の影響 により九州北部地方を中心に記録的な大雨となった. 特に,福岡県朝倉市では,線状降雨帯の発生により 6月30日から7月10日にかけて1時間最大雨量が 129.5 ミリを観測している.また,この大雨によって 広範囲に渡って同時多発的に土石流を主とした土砂 災害が発生している.

これまで著者らは, 平成 29 年 7 月九州北部豪雨が 原因となり発生した土砂災害箇所の抽出に対し, 災 害前後に観測された光学式高分解能衛星画像の可視 光域赤色の差分画像を用いることで大凡の土砂災害 領域の形状や範囲を特定できることを示唆している ²⁾. また, 閾値を, 差分画像の画素値に関するヒス トグラムから算出した平均値および標準偏差を用い て設定することで, 抽出精度が向上することが確認 されている³⁾.

しかしながら, 被災領域をカバーする比較的広域 な画像全体での統計値から閾値を決定した場合, 被 災領域内の個々の小規模な領域においては元来の土 地被覆状況は様々であり, 必ずしもすべての箇所で 適切な抽出がなされているとは限らない.そのため, 小規模な領域単位での閾値の適切な補正が必要にな ると考えられる.

本研究では、2017年7月に福岡県朝倉市で発生し た土砂災害を対象に、可視光域赤色の差分画像を用 いた抽出手法における小規模エリア単位での新たな 閾値の補正手法について提案および抽出精度の比 較・検討を行った.また、閾値補正手法において任 意のエリア内の土地被覆状況の違いによる抽出特性 への影響を合わせて検討した.

2. 研究方法

<u>2.1 対象地域と使用データ</u>

対象地域は2017年7月の九州北部豪雨による土砂 災害が発生した地域の中から福岡県朝倉市の山間部 を選定した.この地域は、163件もの土砂災害が発 生しており、福岡県で発生した土砂災害の多くが集 中している⁴⁾. 使用データとして, World View-2 衛 星による土砂災害前後に観測された衛星画像を使用 した(表-1).

ここでは、図-1 で示される画像全体(4.8×4.6km) での抽出精度の検討と、図-2 に赤矩形で示される、 土砂崩れの程度および形態によって5種類設定した 局所エリア(1×1km)での抽出精度の検討を行った。

表-1 使用衛星データ

対象地域	衛星名	観測日	分解能(マルチ/パンシャープン処理後)
福岡県 朝倉市	WorldView-2	2017/5/11(災害前) 2017/9/13(災害後)	2.0m×2.0m/0.5m×0.5m
		*	
図-1	し 対象領	貝域全体	図-2 局所エリア

2. 2 調査方法

(1) 差分画像の作成

数値標高モデル (DEM)⁵⁾の 10m メッシュ(標高) を用いて、衛星画像データのオルソ処理を行い、地 表面反射率への変換を行った.補正・変換後の可視 光域赤色の衛星画像を用いて災害後から災害前の反 射率変換後の値を減じることで差分画像を作成した. (2) 平均値と標準偏差を用いた閾値の決定

差分画像の画素値に関するヒストグラムから算出 した平均値(μ)と標準偏差(σ)を用いて, μ + σ を 閾値に設定し, 災害領域を抽出した.

(3) 補正式を用いた閾値の決定

対象領域の差分画像全体を 4×4 のメッシュ状で の矩形の小規模領域に分割し、それぞれの領域ごと に画素値に関するヒストグラムから µ+σ の算出を 行った.また、国土数値情報が公表している土地利 用細分メッシュを用いて、領域ごとの土地被覆分類 状況を百分率で算出した.農用地での誤抽出が多い ことを考慮し、各領域の農地率と閾値を用いて近似 直線を作成し、補正式(1)を算出した.

y = 0.0123x + 0.0122 ··· (1) (y:補正後の閾値 x:各領域の農地率)

キーワード:光学式衛星画像 土砂災害 閾値 可視光域赤色 差分画像 連絡先:〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 日本大学理工学部土木工学科羽柴研究室

Tel: 03-3259-0669 E-mail: hashiba.hideki@nihon-u.ac.jp

その後,16分割した小規模領域ごとに補正式を用いて閾値を設定し,領域ごとに災害領域を抽出した. (4) 土砂災害域の抽出と抽出精度の評価

(2)および(3)の方法で算出した閾値を用いて災害 領域の抽出を行った.その後,国土地理院 ^のが公表 している正射画像判読図を正解として,抽出精度を 評価した.表-2の評価区分で分類し,以下の式で正 答率,抽出率,誤抽出率を算出した.

		衛星画像から	の抽出結果
		災害領域	非災害領域
正射画像判読図の	災害領域	抽出 (A)	抽出できず (B)
判読結果 非災害領域		過剰抽出(C)	非崩壊地域(D)
正答 抽出 誤抽	⊱率(%) ¦率(%) 出率(%)	= $\{A/(A+C)\} \times$ = $\{A/(A+B)\} \times$ = $\{C/(C+D)\}$	100 100 < 100

表-2 抽出結果の評価区分

3. 土砂災害領域の抽出結果

(1) 対象領域全体の抽出精度の比較

それぞれの閾値の決定方法を用いて抽出した災害 領域を図-3 に,抽出精度を表-3 に示す.閾値をμ+σ と設定したものに比べ,補正式を用いて閾値を決定 し,画像全体で集計した抽出結果の方が,抽出率は 約4%の向上がみられた.特に,裸地面の面積が小 さい災害箇所の抽出精度が向上傾向にあることが確 認された.また,誤抽出率にはほとんど差が見受け られなかった.このことから,補正式を用いること で抽出精度が向上されたことが確認された.



図-3 対象領域全体の災害領域抽出画像 (左:μ+σ 右:補正式)

表-3 災害領地	載全体の抽出結果
----------	----------

	閾値の決定方法		
	閾値:μ+σ	閾値:補正式	
正答率(%)	68.7	69.0	
抽出率(%)	38.7	42.6	
誤抽出率(%)	3.8	4.1	

(2) 局所エリアでの抽出精度の比較

局所エリアごとの抽出精度を表-4 に示す.山間で 農地率が10%未満であり崩壊箇所が複数確認できる エリア1,2,3,森林以外に道路や家屋が確認でき 農地率が約57%であり土砂堆積領域が多いエリア4, 森林以外は農地が大半であり農地率がたく14%のエ リア5に分類した.エリア1,2では抽出率の向上が みられ,誤抽出率は大きな差が見受けられなかった. 特に,災害箇所と被災が箇所の境界で向上傾向にあ ることが確認された.しかし,エリア3では抽出精 度が減少した.また,エリア4では抽出率は約11% の向上がみられたが,誤抽出率も約4%の低下がみ られ,エリア5では値がほとんど変化しなかった. 抽出精度があまり高くないことや,エリアによって 抽出精度に差が生じた要因として,斜面方向や木々 の陰,正解データと衛星画像上での災害領域の微小 なズレなどによって生じたものと考えられる.

表-4 局所エリアごとの抽出結果

\backslash	Area① (閾値:μ+σ)	Area ^① (閾値:補正式)	Area② (閾値:μ+σ)	Area ^② (閾値:補正式)		
正答率(%)	85.9	83.9	78.6	77.0		
抽出率 (%)	42.8	47.7	32.1	37.8		
抽出率(%)	2.1	2.8	3.4	4.4		
/						
	Area ⁽³⁾	Area	Area(4)	Area ⁽⁴⁾	Area (5)	Area(5)
	Area③ (閾値:μ+σ)	Area ⁽³⁾ (閾値:補正式)	Area④ (閾値:μ+σ)	Area ⁽⁴⁾ (閾値:補正式)	Area⑤ (閾値:μ+σ)	Area5 (閾値:補正式)
正答率 (%)	Area③ (閾値:μ+σ) 68.4	Area(3) (閾値:補正式) 70.7	Area(4) (閾値:μ+σ) 65.6	Area ⁽⁴⁾ (閾値:補正式) 55.5	Area(5) (閾値:μ+σ) 77.3	Area5 (閾値:補正式) 76.7
正答率(%) 抽出率(%)	Area③ (閾値:µ+σ) 68.4 35.0	Area(3) (閾値:補正式) 70.7 31.3	Area④ (閾値:µ+o) 65.6 62.3	Area ⁽⁴⁾ (閾値:補正式) 55.5 73.1	Area(5) (閾値:μ+σ) 77.3 28.4	Area(5) (關値:補正式) 76.7 29.7

5. まとめ

本研究では、従来の方法と局所エリア毎で農地率 を用いた補正手法により得られた閾値を用いた際の 抽出精度の比較を行った.その結果、補正式を用い て閾値を設定することで、抽出精度の向上を確認す ることができた.今後は、衛星画像の観測条件によ り対応した正解データの補正や数値標高モデルなど を兼用した抽出率の向上を行う予定である.

ACKNOWLEGMENTS : Worldview-2 image used in this study include copyrighted material of Digital Globe, Inc. All Rights Reserved.

参考文献

1) 気象庁,大雨や猛暑日など(極端現象)のこれま での変化,

<http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_ p.html>(閲覧: 2019/3/18)

- 2) 堀江陽介,羽柴秀樹,園部雅史:光学式高分解能 衛星画像を用いた九州北部豪雨災害における土砂 災害域の抽出手法の検討,第43回土木情報学シン ポジウム講演集 Vol.43, pp93-96, 2018
- 3) 堀江陽介,羽柴秀樹,園部雅史:土砂災害領域抽 出のための災害前後の衛星画像を用いた差分処理 法の比較検討,日本リモートセンシング学会第65 回学術講演会,pp171-172,2018
- 4)内閣府:防災情報のページ,
 <http://www.bousai.go.jp/updates/h29typhoon3/pdf/h300117_29taifu03_38.pdf
- 5) 国土数値情報:ダウンロードサービス, <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>(閲覧日: 2018/11/26)
- 6)国土交通省:国土地理院,平成29年7月九州北 部豪雨に関する情報,

<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H29hukuoka_ooita-h eavyrain.html>(閲覧日:2018/11/4)