

# リモートセンシングを利用したため池背後斜面の 豪雨による崩壊の検出

白水 元\*, 森山裕介\*\*, 朝位孝二\*

\* 山口大学大学院創成科学研究科, \*\* 山口大学工学部社会建設工学科

## 1. はじめに

平成30年7月西日本豪雨において小規模なため池で甚大な被害が発生したことから効果的なため池対策の在り方が検討されるようになった<sup>1)</sup>。ため池は全国に20万箇所、山口県内でも1万箇所存在している。そのため突発災害時に数多のため池の被害状況を把握するのは困難である。そこで衛星リモートセンシングによる対応が期待されている。ため池は小規模なものも多く、ため池自体の変化を捉えることは困難である。そこで、ため池背後の斜面崩壊をSAR画像及びVNIR画像をもとに地理情報システムで抽出する方法を検討する。本研究では平成30年7月西日本豪雨について山口県東部での被災ため池の抽出を目的として、World-View2で撮影された被災後のVNIR（可視光近赤外）画像（解像度50cm）と、地球観測衛星ALOS-2の合成開口レーダーPALSAR-2で撮影された被災前後のSAR単偏波画像を用いて解析を行った。また、平成29年7月九州北部豪雨での大規模なため池の被災についても、SAR画像解析ではどのように確認できるかを紹介する。

## 2. リモートセンシングを利用した画像解析による被災ため池検出

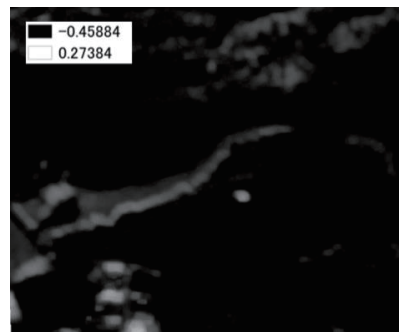
### 2.1 VNIR衛星画像の解析

画像解析は植生の赤色可視光の吸収と赤外光の反射散乱の特性を利用したNDVI（正規化植生指数）<sup>2)</sup>と、表士の粒径の粗さを光の波長から推定するGSI（粒度指数）<sup>3)</sup>の2つの指標を用いて被災が疑わしい裸地帯を抽出する。本研究では、山口県岩国市玖珂町・周東町を収めたVNIR画像を処理対象とした。式(1)で表されるNDVIは、-1から1の値をとり、値が高いほど植生の活性度が高いことを示す。式(2)で表されるGSIは-1から1の値をとり、値が高いほど裸地に近いことを示す。

$$NDVI = \frac{IR-R}{IR+R} \dots (1) \quad GSI = \frac{R-B}{R+G+B} \dots (2)$$



a) VNIR画像(可視光バンド)



b) GSI・NDVI差分画像 裸地帯ほど明るい

図2.1 岩国市玖珂町森重ため池の背後斜面のVNIR画像

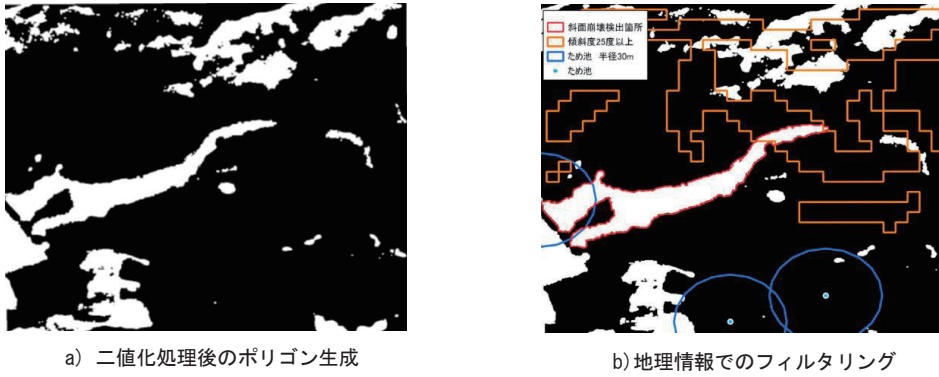


図2.2 地理情報システムでの斜面崩壊抽出

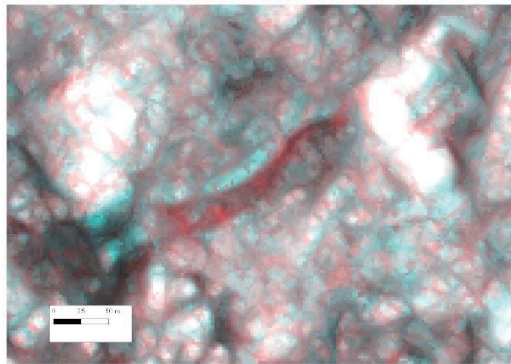


図2.3 加色混合法による斜面崩壊抽出結果

ここで、IR・R・G・Bはそれぞれ画像内のピクセルの近赤外，可視域赤色，可視域緑色，可視域青色のバンドの値を示す，被災後のVNIR画像からNDVI,GSIを求めGSI・NDVI差分画像を作成した．一例として岩国市玖珂町森重ため池周辺の斜面崩壊箇所について図2.1に示す．地理情報システム上で画像内ピクセルのGSI・NDVI差分値0.20を閾値とし，それ以上のものを裸地域として抽出しポリゴンを作成した．次に，このポリゴンの内，傾斜度25度以上の斜面に位置し，ため池の周囲30 m以内に入るもののみをため池背後の崩壊地として抽出した．結果を図2.2に示す．

## 2.2 SARIにおける解析

SAR画像の解析には加色混合法を用いた．これは被災前の単偏波のモノクロ画像を赤色バンドに，被災後の単偏波モノクロ画像を青バンドと緑バンドに割り当て加算処理するものである．一例として森重ため池周辺の斜面崩壊箇所での処理結果を図2.3に示す．被災後に散乱強度が強くなった箇所はシアン色に，弱くなった箇所は赤色に見える．例えば，散乱強度が強くなった場所では，斜面崩壊等で植生域から裸地域にかわった箇所と考えられる．このような処理を山口県岩国市玖珂町・周東町及び周南市北東部を含む範囲で行った．

## 3. 抽出した被災箇所の検証

### 3.1 VNIR画像

現地調査により対象範囲では実際に背後で斜面崩壊を起こしたため池が4箇所確認されている．そ

の崩壊地の地質、傾斜度、雨量及び崩壊面積を表3.1に示す。本抽出方法では背後の斜面崩壊が起こった疑いのあるため池を6箇所検出した。結果を図3.1に示す。対象範囲内で実際に起こったことが現地調査で確認されている4箇所内、4箇所全てを検出した。本抽出方法では被災前のVNIR画像を利用していないため、崩壊を起こしていない裸地も抽出されている。しかしながらベースマップの整備により被災前後差分の評価が可能になり、新たに起こった斜面崩壊のみの検出も可能である。

### 3.2 SAR画像

SAR画像による解析では対象範囲内で斜面崩壊を13箇所検出した。そして、検出した13箇所の地質・傾斜・雨量を表3.2に示した。この内ため池背後で発生したものは4箇所であった。実際にため池背後で斜面崩壊が発生した4箇所内、2箇所を検出できている。画像の解像度に対し被災規模が小さいこと、崩壊斜面の位置がALOS-2の軌道との関係で陰になっていることから検出できない被災ため池もあった。今後は地理情報システム上で雨量・地質等の脆弱性の条件と組み合わせることで、被災後すぐに観測されるALOS-2のSAR画像を利用した被災検出を支援することを検討する。

### 4. SAR画像を利用したより大規模なため池被災検出例

平成29年7月九州北部豪雨では朝倉市山田の山の神ため池において堤の決壊を伴った大規模なため池の被害が発生した。この山の神ため池を例にとり、決壊を伴うような、より大規模なため池被

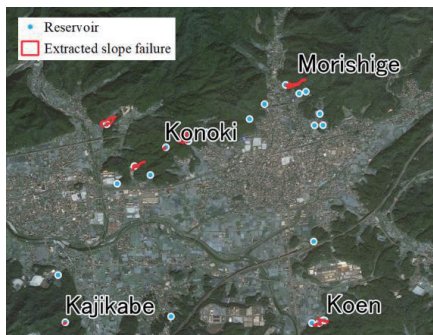


図3.1 VNIR画像解析から検出したため池背後の斜面崩壊群

表3.1 対象範囲内のため池背後の斜面崩壊

ため池名	地質	傾斜度 (°)	5・6日総雨量 (mm)	崩壊面積 (m <sup>2</sup> )	衛星画像による検出	
					光学	SAR
森重	混在岩	34.9	300	7034.56	○	○
光円	花崗岩	31.4	280	2914.46	○	○
香の木	花崗岩	27.6	320	563.35	○	×
梶壁	花崗岩	30.8	320	390.81	○	×

表3.2 衛星SAR画像解析により検出した斜面崩壊の特性

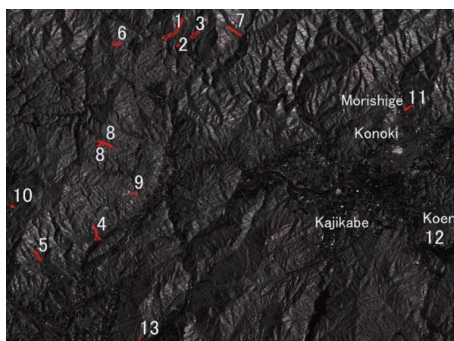


図3.2 SAR画像解析から検出した斜面崩壊群

被災箇所番号	地質	傾斜度 (°)	5・6日総雨量 (mm)	備考
	花崗岩	42.3	340	
2	花崗岩	26.1	340	
3	花崗岩	38.6	340	
4	花崗閃緑岩	33.6	340	ため池背後
5	花崗閃緑岩	39.9	340	
6	花崗岩	34.4	340	
7	混在岩	39.2	340	
8	花崗岩	34.4	340	
9	花崗岩	33.1	340	
10	花崗閃緑岩	27.5	320	
11	チャート	34.9	300	ため池背後
12	花崗岩	31.4	280	ため池背後
13	花崗岩	29.1	320	ため池背後



図4.1 山の神池斜面崩壊・ため池決壊の様子

災についてSAR画像ではどのように捉えられるかを示す。図4.1a・bはそれぞれ国土地理院によって撮影された被災前・被災後の山の神ため池周辺の航空写真<sup>4)</sup>である。面画像中央部に位置するため池周囲の斜面が崩壊し、ため池に流入、また上流からの流木を伴う土石流の流入により、ため池が決壊した。被災後はため池の湛水が流失し裸地となっている。図4.1cは被災前後のSAR画像を加色混合処理したものである。被災前ため池水面だった箇所は裸地となったことからシアン色が強い。また周囲の斜面崩壊により崖状の陰になった箇所では被災前より散乱強度が落ちたため赤色が強い結果となった。このように、SAR画像解析においては、周囲の斜面崩壊のみならずため池決壊も検出も可能である。

## 5. まとめ

50 cm解像度のVNIR画像による解析では、小規模な被災についても精度良く崩壊箇所を検出することができた。しかしながら、誤って検出した箇所も存在した。今後は誤検出を減らすため、ベースマップの整備を通して得られる被災前のVNIR画像との差分を評価することを検討する。SAR画像による解析では、解像度と撮影条件が原因で検出できない崩壊があった。しかしながら、早急に対応すべき大規模な被災を、発災後すぐに行われる観測結果を解析して検出することが可能であることが示された。本研究で扱った抽出方法は自動化することができるので、迅速な災害対応が期待できる。

## 参考文献

- 1) 農林水産省, 全国ため池緊急点検について : [http://www.maff.go.jp/j/nousin/bousai/bousai\\_saigai/b\\_ta-meike/](http://www.maff.go.jp/j/nousin/bousai/bousai_saigai/b_ta-meike/)
- 2) 林 真一郎, 水野正樹, 小山内信智, 西真佐人, 清水孝一, 中川和男, 松本定一, ALOS (だいち) 合成開口レーダーを用いた崩壊地抽出手法と適用砂防学会誌, Vol. 65, No. 4, p.3-14, 201
- 3) Xiao, J & Shen, Yanjun & Tateishi, R & Bayaer, W. (2006). Development of topsoil grain size index for monitoring desertification in arid land using remote sensing. International Journal of Remote Sensing. 27. 10.1080/01431160600554363.
- 4) 国土地理院, 地図・空中写真閲覧サービス, <https://mapps.gsi.go.jp/>