

SAR データを利用した斜面崩壊に伴う地形変化箇所の抽出とその特徴分析

九州大学工学部 学生会員 ○東原 和也 九州大学大学院 正会員 三谷 泰浩
 九州大学大学院 正会員 谷口 寿俊 九州大学大学院 正会員 本田 博之
 九州大学大学院 学生会員 田淵 太雅 九州大学大学院 学生会員 成清 哲平

1. はじめに

広域に発生した豪雨等の被害状況の把握には、光学衛星画像、航空写真撮影等が用いられる。しかし、これらの方法は、悪天候や夜間の場合、撮影が不可能である。SAR(合成開口レーダ)衛星による観測にはマイクロ波が利用されるため、天候や時間帯に影響されずに、地表面の状態を観測できる¹⁾。

SAR 衛星の観測結果を用いた解析方法の1つに後方散乱差分解析があり、斜面崩壊に伴う地形変化箇所の抽出に利用されている。この解析方法は、地上に照射したマイクロ波の後方散乱成分を利用するため、地表面の条件が地形変化箇所の抽出精度に大きく影響を与えると考えらえる。

そこで本研究では、SAR 衛星の観測データを用いた後方散乱差分解析による地形変化箇所の抽出を2017年7月九州北部豪雨災害で被災した地域の中から選定した1 km×1 kmの領域(以下、サンプルエリア)内で行い、その抽出結果に対する地形条件の影響を明らかにする。

2. 使用するデータと崩壊地の抽出方法

使用する2017年7月九州北部豪雨災害前後のSARデータの詳細を表1に示す。ディセンディング左側観測(以下、DL)は南下しながら左側を観測し、アセンディング左側観測(以下、AL)は北上しながら左側を観測する。また、オフナディア角は衛星の鉛直直下と衛星のレーダ照射方向のなす角度であり、処理レベル2.1とは、マイクロ波の強度情報を含むデータであることを示す。

サンプルエリアとして、上記の被災地の中から無作為に1 km×1 kmの領域を7箇所選定する(図1)。また、表2に各サンプルエリアの傾斜角、傾斜方向に関する

面積割合を示す。

災害箇所の抽出には、解析単位を斜面ユニット(以下、SU)とした木村らの研究²⁾における後方散乱差分解析による抽出手法を用いる。なお、崩壊や堆積の発生した箇所(以下、災害箇所)では後方散乱係数の差分値が大きくなることから閾値を定めて後方散乱係数の差分値が大きいSUを崩壊地として抽出する。抽出の閾値は、サンプルエリア全体のSUのうち災害後の航空写真を用いて確認した実際の災害箇所と重なっているSU(以下、実災害SU)数とSARデータを用いて災害箇所として抽出されたSU(以下、抽出SU)数が同数となるように設定する。なお、DLは0°~14°、194°~360°、ALは0°~165°、345°~360°の傾斜方位角を持つ斜面はSAR衛星の原理上観測できないので、対象から除外する。

表1 使用 SAR データの詳細

No.	観測日	観測条件	オフナディア角(°)	処理レベル
1	2016/4/29	ディセンディング, 左側観測 (DL)	28.7	2.1
2	2017/7/7			
3	2016/10/14	アセンディング, 左側観測 (AL)	21.5	2.1
4	2017/7/7			

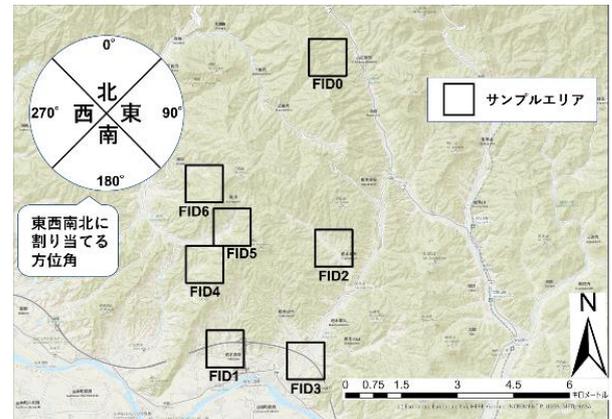


図1 選定したサンプルエリア

表2 各サンプルエリアの傾斜角、傾斜方位角の面積割合

FID	傾斜角(%)				傾斜方位角(%)																実災害SU数				
	0~10°	10~20°	20~30°	30°以上	北(0~45°・315~360°)				東(45~135°)				南(135~225°)				西(225~315°)								
					0~10°	10~20°	20~30°	30°~	北合計	0~10°	10~20°	20~30°	30°~	東合計	0~10°	10~20°	20~30°	30°~	南合計	0~10°		10~20°	20~30°	30°~	西合計
0	0.0	1.4	40.6	58.0	0.0	0.1	1.4	4.6	6.1	0.0	0.1	21.4	32.6	54.1	0.0	1.0	9.6	17.6	28.2	0.0	0.0	8.3	3.3	11.6	38
1	52.6	41.3	6.1	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.8	6.0	14.2	1.4	0.0	21.5	35.4	20.9	3.3	0.0	59.6	10.7	5.5	1.8	0.0	18.1	68
2	8.7	15.9	62.6	12.8	0.2	0.0	0.5	0.0	0.6	4.0	6.7	41.9	5.5	58.1	3.4	4.1	14.0	1.5	23.0	0.3	3.8	8.3	6.0	18.3	261
3	75.1	24.9	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	17.7	2.6	0.0	0.0	20.3	34.2	8.9	0.0	0.0	43.1	21.7	14.4	0.0	0.0	36.1	74
4	0.2	26.1	65.7	8.0	0.0	3.1	1.2	2.0	6.2	0.0	0.5	4.2	0.2	4.8	0.0	12.1	17.1	1.4	30.6	0.1	9.8	42.4	6.0	58.3	146
5	1.1	12.1	79.5	7.3	0.0	1.7	2.3	0.0	3.9	0.0	0.7	13.5	1.2	15.4	0.8	4.6	29.9	2.6	37.9	0.3	5.2	33.8	3.5	42.8	202
6	0.4	13.9	78.5	7.2	0.0	1.5	3.0	3.1	7.6	0.1	2.0	9.8	0.0	11.9	0.1	4.2	24.0	1.8	30.1	0.1	6.3	41.7	2.3	50.4	89

3. 斜面崩壊に伴う地形変化箇所の抽出結果

表3にサンプルエリア全体のDLとALの実災害SU数と本研究で災害箇所の抽出に使用した後方散乱差分の閾値を示す。また、表4にサンプルエリアごとの抽出結果を示す。観測不能領域の設定により評価できない領域を減らすために、ALとDLのデータを組み合わせた抽出結果も算出する。ここで、正答率とは抽出SUのうち、実災害SUであった割合であり、検出率とは実災害SUのうち、抽出できた災害SUの割合である。災害発生時を想定した場合、ある程度の正答率を保つうえで、災害箇所を漏れなく抽出することが重要であるため検出率を重視して正答率と検出率(以下、抽出精度)の評価を行うための基準を、正答率は50%より高く、検出率は被災箇所を75%以上と設定する。その結果、ALとDLを組み合わせた抽出精度がFID1, 2, 3, 5で高く、FID0, 4, 6で低くなった。

4. サンプルエリアごとの抽出結果についての考察

各サンプルエリアの抽出精度に3つの条件が影響を与えることが明らかになった。まず、抽出精度の高いFID1, 3では傾斜角の割合から、0~10°の緩傾斜である斜面がそれぞれ52.6%, 75.1%含まれており、抽出精度が高い。一方、抽出精度の低いFID0に関しては傾斜角の割合から、傾斜角が30°以上の急傾斜の斜面が58.0%含まれており、抽出精度が低い。この結果、傾斜角が10°以下の斜面が半分以上を占める領域では抽出精度が高く、30°以上の急斜面が半分以上を占める領域では、抽出精度が低くなると考えられる。次に、FID2, 4は東向き斜面または西向き斜面を多く含むサンプルエリアであり、正答率、抽出率ともに十分に高くなったことから、西向き斜面および東向き斜面は抽出精度の向上に寄与していると考えられる。南向き斜面はFID1に多く含まれるが、緩傾斜の斜面の割合が大きく平地に近いマイクロ波の散乱現象が起きることで、傾斜方位角の影響は小さく、北向き斜面は、サンプルエリアの選定時に斜面数が少ない上に、そのほとんどが観測不能領域として抽出の対象外とされることから、斜面として抽出精度への影響を考えるのは困難である。また、南向き斜面および北向き斜面に関しては、ある程度大きな傾斜角のSUを十分な数を有したサンプルエリアにおいて評価を行う必要がある。最後に、FID2, 4, 5, 6は地形条件や土地利用に関する差は小さいがFID2,

表3 実災害SU数と抽出に使用した閾値

AL		DL	
実災害SU数	閾値(dB)	実災害SU数	閾値(dB)
496	2.40	374	2.21

表4 サンプルエリアごとの災害箇所の抽出結果

FID	組み合わせ		AL		DL		実災害SU数	抽出SU数
	正答率(%)	検出率(%)	正答率(%)	検出率(%)	正答率(%)	検出率(%)		
0	30.4	44.7	19.4	85.7	44.0	35.5	38	56
1	52.2	86.8	52.8	86.4	51.2	87.5	68	113
2	93.2	79.3	92.9	82.0	93.6	76.7	261	222
3	56.0	87.8	58.3	87.5	52.3	88.5	74	100
4	93.0	63.7	90.9	61.9	100.0	69.7	146	116
5	99.4	79.2	98.9	77.8	100.0	81.2	202	161
6	71.2	52.8	73.2	45.5	68.0	73.9	89	66

5で抽出精度は高く、FID4, 6で抽出精度は低いという違いが見られる。そのため、サンプルエリアごとの実災害SU数と抽出SU数に着目するとFID2, FID5でそれぞれのSU数が多くFID4, FID6でそれぞれのSU数が少なくなっていることが分かる。よって、同様な地形条件、土地利用をもつサンプルエリア同士の抽出精度の差は、サンプルエリア間の実災害SU数と抽出SU数の差によるものだと考えられる。つまり、実災害SU数と抽出SU数がそれぞれ等しくなるように閾値を設定しているため精度的に劣ったと考えられる。

5. おわりに

本研究では、後方散乱差分解析を用いてサンプルエリアごとの被災箇所の抽出を行い、抽出結果に対する地形条件の影響を明らかにした。結果として、傾斜角が10°以下の緩傾斜地で抽出精度が高く、傾斜角が30°以上の急斜面地で抽出精度が低くなった。FID2, 4, 5, 6の結果からサンプルエリア間の実災害SU数および抽出SU数の差が抽出精度に影響していることが明らかになった。また、傾斜方位角については、西向き斜面、または東向き斜面を多く含むエリアの観測精度が高くなった。以上より、抽出精度の向上に際しては、地形条件を考慮した閾値の設定方法が重要であると考えられる。

謝辞

本研究で使用したPALSAR-2データは、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構の大規模災害WGより提供されたものである。この場を借りて感謝申し上げます。

<参考文献>

- 1) 山下久美子, 神山嬢子, 鈴木大和, 野呂智之, 杉本惇, 柴山卓史, 鶴殿俊昭: 二時期 SAR 強度画像を用いた土砂移動箇所判読精度の検証, 砂防学会誌, Vol.71, No.6, pp.21-27, 2019.
- 2) 木村智, 三谷泰浩, 岡島裕樹, 田露, 田淵太雅: PALSAR-2 強度データを用いた平成 29 年 7 月九州北部豪雨における斜面崩壊の抽出, 日本リモートセンシング学会学術講演論文集, 第 67 回, pp.47-50, 2019.