

合成開口レーダ衛星を用いた倒木範囲の抽出に関する研究

国土交通省 九州地方整備局 九州技術事務所 火山防災減災課

坂井佑介、光益慎也

株式会社パスコ ○本田 健、吉川和男、柴田俊彦

1. はじめに

台風などの強い風が原因で広範囲に発生する風倒木は、発生場所が人家等の少ない山奥である場合が多いため、被害拡大を防止する上で必要な発生場所等の情報をいかに迅速に収集するかが課題となっていた。このような中、平成 27 年 8 月に上陸した台風 15 号によって、九州地方に広範囲に風倒木が発生した。幸い災害発生の翌日には天候が回復したが、悪天候が続いた場合には風倒木の実態が把握できず被害拡大の恐れがあった。

そこで悪天候でも広域的に情報収集が可能な合成開口レーダ衛星（以下、SAR 衛星とする）を用いて、風倒木地や崩壊地などの発生箇所の抽出を試みた。

2. 調査概要

調査対象地は、熊本県南部の芦北町吉尾地区、山江村万江地区である（図-1）。比較のため設定した森林、伐採地は、風倒木地周辺の斜面から任意の箇所を設定した。



図-1 調査対象箇所の位置図

調査には平成 26 年に運用が開始された ALOS-2（SAR 衛星）を用いた。SAR 衛星から照射したマイクロ波は地表面の凹凸などによって波の向きが変わる（これを偏波という）ため、SAR 衛星には偏波観測が可能な機材を搭載されている。そこで本調査で

は後方散乱強度の他に偏波データも用いた解析を実施した。今回使用した ALOS-2 データの諸元を表-1 に示す。

表-1 ALOS-2 のデータ諸元一覧

観測年月日	撮影モード	軌道	オフナディア角	照射方向	空間分解能	備考
2015年 8/17	SM1	DES	46.4°	西	約3m	山江村万江地区 (災害前)
2015年 8/24	SM1	DES	32.4°	東	約3m	芦北町吉尾地区 (災害前)
2015年 8/27	SM2	ASC	28.0°	東	約6m	4偏波画像 (災害後)
2015年 8/31	SM1	DES	46.4°	西	約3m	山江村万江地区 (災害後)
2015年 9/7	SM1	DES	32.4°	東	約3m	芦北町吉尾地区 (災害後)

3. 調査結果

まず 2 時期の後方散乱強度の変化より風倒木地の抽出を実施した。解析に際しては 2 時期の変化を強調するため、後方散乱係数の差を正規化した NDSI (Normalized Difference Sigma-Naught Index) 指標を用いて画像化した。

$$NDSI = \frac{\sigma_0 (\text{災害前}) - \sigma_0 (\text{災害後})}{\sigma_0 (\text{災害前}) + \sigma_0 (\text{災害後})}$$

σ_0 : 後方散乱係数

その結果、山江村万江地区で風倒木地・崩壊地が抽出された。しかしながら、画像上は風倒木地と崩壊地が同じように表現され、両者の区別がつかなかった。（図-2）なお芦北町吉尾地区については地形

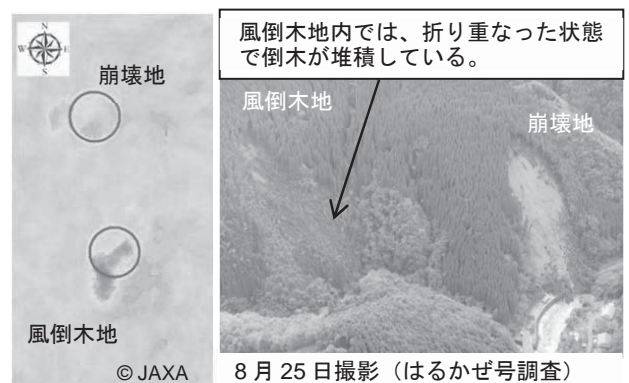


図-2 NDSI 値による風倒木地の抽出状況

が急峻であったためレイオーバーが発生し、風倒木地は抽出できなかった。

次に偏波データを用いた解析を実施した。HH（送信共に水平偏波）は表面散乱が卓越する崩壊地で後方散乱強度が大きくなり、HV（送信が水平偏波、受信が垂直偏波）は体積散乱が卓越する森林で後方散乱強度が大きくなること、大規模崩壊地の抽出¹において実績があることから、解析にはHHとHVを用いた。

その結果、HHとHVの中央値の範囲は概ね

崩壊地	HH : -16.3 ~ -15.8dB
	HV : -22.4 ~ -21.2dB
森林	HH : -15.5 ~ -11.7dB
	HV : -19.1 ~ -16.1dB
風倒木地	HH : -15.4 ~ -9.3dB
	HV : -19.7 ~ -14.0dB
伐採地	HH : -16.2 ~ -15.4dB
	HV : -20.8 ~ -21.2dB

表-2 地状況毎のHHとHVの強度値 (dB)

No.	分類	斜面方向	中央値 (dB)		備考
			HH	HV	
1	風倒木地	東	-14.8	-19.2	
2	風倒木地	北	-9.4	-14.0	*
3	風倒木地	北	-9.3	-14.4	*
4	風倒木地	南東	-14.0	-18.8	
5	風倒木地	東	-15.4	-19.7	
6	崩壊地	東	-15.8	-22.4	
7	崩壊地	東	-16.3	-21.2	
8	森林	南東	-11.7	-16.1	
9	森林	南東	-13.1	-17.5	
10	森林	東	-15.5	-19.1	
11	森林	南東	-13.0	-17.2	
12	伐採地	東	-16.2	-21.2	
13	伐採地	南東	-15.4	-20.8	

*マイクロ波の照射方向と風倒木地の斜面方向が平行

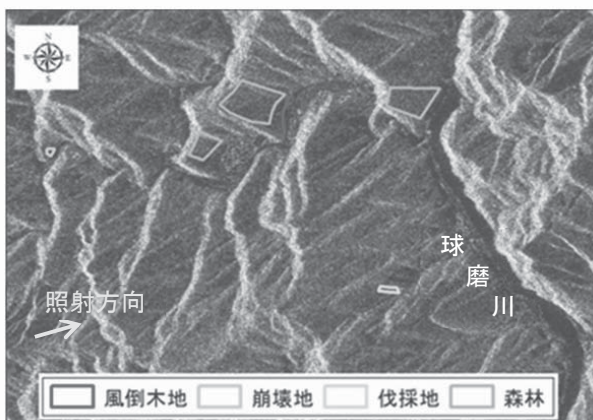


図-3 偏波データと分類 (HHを赤・青、HVを緑に割当て)

となり、HH・HVともに森林・風倒木地で高い数値であった。また伐採地は崩壊地と同じ傾向を示した(表-2、図-3)。

風倒木地は発生地点に樹木が倒れた状態で残るため、森林と崩壊地の中間の状態であると考えられる。よって偏波の特性を考えると、風倒木地のHVは森林よりも小さく、崩壊地よりも大きくなるはずである。本調査での風倒木地の斜面方向をみるとマイクロ波の照射方向と平行な北斜面が2箇所あり、HH、HVともに高い値を示していた。そこで、北斜面を除いて地状況ごとにHHとHVの中央値を算出した結果、表面反射に関するHHの強度は森林がやや大きい値を示したが、体積散乱に関するHVの後方散乱強度は「崩壊地<風倒木地<森林」となった(表-3)。

表-3 北斜面を除いたHHとHVの強度値 (dB)

分類	中央値	
	HH	HV
風倒木地	-14.6	-19.1
崩壊地	-15.9	-22.0
森林	-13.9	-17.9
伐採地	-15.5	-20.8

4. 考察

今回の調査では、風倒木地のHV強度は崩壊地と森林の間になることが確認された。崩壊地よりも森林でHVが大きくなる原因は、崩壊地では発生地点内に樹木が存在しないため体積散乱が発生しにくいのに対し、森林では立木によって体積散乱が発生しやすいためである。風倒木地は、樹木は倒れているが発生地点に残存するため、森林と崩壊地の中間の値を示したと考えられる。

5. 終わりに

風倒木地・崩壊地・森林においてHVの後方散乱強度を比較した結果、マイクロ波の照射方向と斜面の向きによっては風倒木地・崩壊地・森林の分類が偏波で可能となるような知見が得られた。しかしながら、本調査でのサンプル数は少ないことから、今後も偏波による風倒木地調査を実施し、偏波による風倒木地の抽出手法を確立することが望まれる。

¹偏波 SAR 画像による大規模崩壊及び河道閉塞箇所の判読調査手法(案) 水野正樹、神山嬢子、江川真史、佐藤匠、蒲原潤一 国土技術政策総合研究所資料 第791号 2014.6