

干渉 SAR を応用した災害による土地被覆変動の抽出

広島工業大学 正会員 菅 雄三
 広島工業大学大学院 学生員 ○山田真司
 広島工業大学 非会員 竹内章司

1. はじめに

人工衛星リモートセンシングは、データを定期的、面的に取得でき災害や環境モニタリングへの利用が期待されている。しかし、光学センサでは気象条件による制約が多く、また夜間の観測もできない。一方、合成開口レーダ（SAR（Synthetic Aperture Radar））は、自らマイクロ波を照射し観測を行う能動型センサであり、気象条件に左右されず昼夜観測が可能のため即時性の求められる災害モニタリングに、より有効である。

今回は、人工衛星 JERS-1 に搭載された SAR センサにより取得されたデータを用い、岡山県玉野市における山火事、雲仙普賢岳噴火、の2つの事例において干渉 SAR 技術の災害モニタリングへの利用可能性を検討したのでその結果を報告する。

2. 対象地域及び使用データ

対象地域は、岡山県玉野市から倉敷市に至る山林地帯及び雲仙普賢岳周辺である。玉野市においては1994年8月11日～13日で359haを焼く森林火災が発生し、普賢岳では1992年10月～1993年12月の期間、頻繁に火砕流が発生している。使用した JERS-1/SAR データを Table 1 に示す。ペア No.1～6 が岡山のデータであり、No.7～17 が雲仙のデータである。

Table 1. 本研究で使用した JERS-1/SAR データペア

No.	Combination of observation date	Interval	Baseline*
1	1993/04/19 - 1993/06/02	44 days	498 m
2	1993/06/02 - 1993/07/16	44 days	666 m
3	1995/05/07 - 1995/06/20	44 days	139 m
4	1995/06/20 - 1995/08/03	44 days	220 m
5	1995/08/03 - 1995/09/16	44 days	327 m
6	1997/04/10 - 1997/05/24	44 days	112 m
7	1992/10/31 - 1993/04/25	176 days	363 m
8	1992/12/14 - 1993/04/25	44 days	404 m
9	1993/03/12 - 1993/04/25	44 days	43 m
10	1993/04/25 - 1993/07/22	88 days	718 m
11	1993/07/22 - 1993/12/01	132 days	11 m
12	1994/01/14 - 1994/02/27	44 days	336 m
13	1995/05/13 - 1995/06/26	44 days	116 m
14	1995/05/13 - 1995/09/22	132 days	123 m
15	1996/06/12 - 1997/01/18	220 days	44 m
16	1996/06/12 - 1997/03/03	264 days	108 m
17	1997/01/18 - 1997/03/03	44 days	152 m

* Perpendicular component to slant range direction.

3. 干渉 SAR について

干渉 SAR は、2つの衛星軌道上から同一地域を観

測した SAR データの位相差検出することにより、標高や地形変動を抽出する技術である。良好な干渉を得るためにはベースライン B の短いペアが必要となる。しかし、それ以外に観測対象自身の不安定性（植生の成長、水分含有量等）も干渉性に影響を与えることが

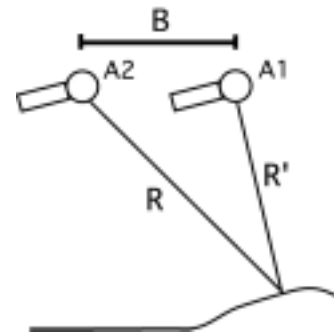


Fig.1. 干渉 SAR 概略図

知られている。一般に干渉性の良し悪しの目安には、データペア間での複素相関係数（コヒーレンス）が用いられるが、本研究ではこのコヒーレンスの変化を解析することで土地被覆変動抽出への応用を試みた。

4. 解析手順

SAR データの処理には、米国 Vexcel 社が開発した Vexcel 3D SAR Processor を用いた。まず、JERS-1/SAR 生データの再生処理により SLC(Single Look Complex) データを生成し、2時期の SLC データを干渉させることによりコヒーレンス画像を作成した。

岡山については、同時にペアの一方のデータからマルチルック後方散乱強度画像（以下強度画像）も作成した。その後、全てのペアによるコヒーレンス画像と強度画像を数値地図に重ね合わせ、火災発生前後での差分画像を作成した。また、焼失地域及び隣接する非焼失地域のマスク処理を行った。

雲仙についても、ペアの一方のデータ強度画像を作成した。また、コヒーレンス画像においては火砕流が頻繁に発生していた時期のペア（No.7,8,9,10,11）と終焉後のペア（No.12,13,14,17）による平均化画像を作成し、両者の平均化画像による差分画像を作成した。

5. 結果及び考察

5.1 岡山県玉野市における森林火災について

強度画像とコヒーレンス画像それぞれの差分画像を Fig.2 に、また、それにおける焼失地域と非焼失地域のヒストグラムを Fig.3、Fig.4 に示す。

キーワード：干渉 SAR、後方散乱強度、コヒーレンス、山火事、火砕流

（連絡先：〒731-5093 広島市佐伯区三宅2丁目1-1 広島工業大学 竹内研究室 TEL&FAX:082-922-5204）

強度画像では、焼失地域・非焼失地域に関わらず火災前後で大幅な後方散乱の変化は確認できず、火災による表面粗度の減少によるものと思われる若干の後方散乱の減少が認められるものの、差分画像上で焼失地域をパターンとして判読することは困難であった。

一方、コヒーレンス画像では、火災後焼失した地域でのコヒーレンスの大幅な上昇が認められる。Fig.2をみると、周辺地域に比べコヒーレンスの上昇が顕著であり、焼失地域がパターンとして明瞭に判別できる。これは、火災によりコヒーレンス低下の要因である植生被覆が減少したためと推測される。

No.4～6 のペアにおいては、No.3 ほどの大幅なコヒーレンスの変化は認められなかった。これは、No.4,5のペアは観測時期が夏季であり植生が急激に回復したため、No.6 はさらに1年が経過しているためと考えられる。今回最も良好な結果が得られた No.3 のペアも、火災後 9～10 ヶ月後に観測されているが、観測までの季節が比較的植物の成長が鈍い時期であり、植生回復が最小限にとどまったことにより干渉性が高まったと考えられる。

5.2 雲仙普賢岳における事例について

火砕流発生期と終焉後の各平均化画像による差分画像を、Fig.5 に示す。5.1 と同様に、強度画像上では火砕流発生期と終焉後で大きな差は認められない。また、5.1 では後方散乱の若干の変化が認められたが、雲仙においてその判読は困難である。

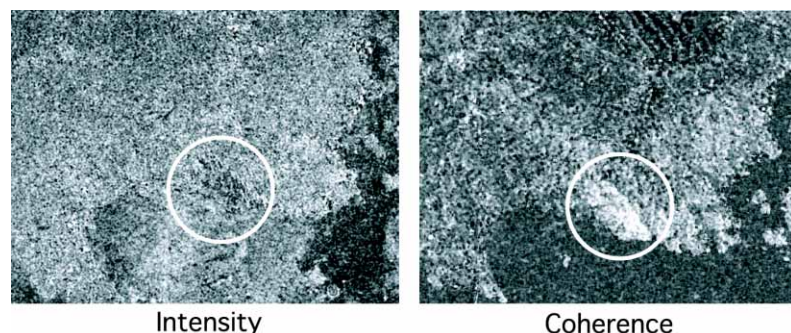


Fig.2. 岡山の事例における強度差分画像及びコヒーレンス差分画像
(ペア No.3-No.2)

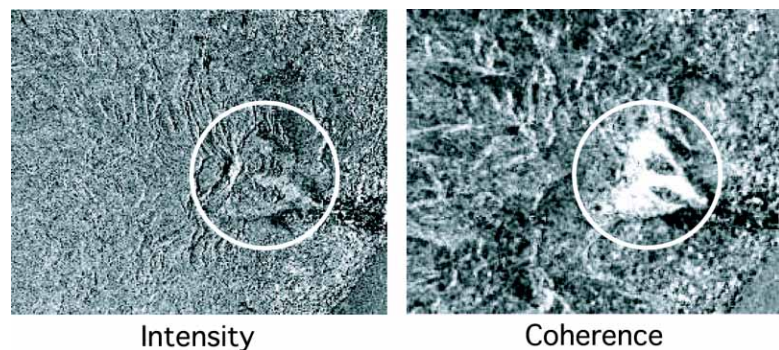


Fig.5. 雲仙の事例における強度差分画像及びコヒーレンス差分画像
(火砕流終焉後平均画像-火砕流発生時期の平均画像)

一方、コヒーレンス画像上では大幅な変化が認められた。これは、火砕流発生期には地表が不安定となりコヒーレンスが低下したが、火砕流の終焉後では地表面が安定しコヒーレンスが上昇したためと考えられる。また、コヒーレンスの低下の要因である植生が火砕流により失われ、その影響がほぼ無かったため大幅な変化が認められたと考えられる。差分画像においては、火砕流発生地域が明瞭に判別でき、変化パターンを用いた火山災害抽出への利用可能性を示唆している。

6. まとめ

本研究では、災害に伴う土地被覆変動の抽出について、山火事・火山噴火を例とし干渉 SAR の応用可能性について検討した。結果は以下のようにまとめられる。

- 1) 森林火災後コヒーレンスは大幅な上昇を示し、強度画像に比べ焼失地域の抽出がより容易に行える可能性が得られた。
- 2) 一方、コヒーレンスは火災後の植生回復状況に多分に影響を受けることが明らかとなり、災害後できるだけ早い時期に干渉ペアを取得する必要がある。
- 3) コヒーレンスは火砕流発生状況の変化を敏感に反映し、火山災害抽出に有効なパラメータとなり得る可能性が得られた。

以上の結果から、干渉 SAR を応用することにより、SAR データを用いた災害による土地被覆変動の抽出の可能性が高まったものと考えられる。

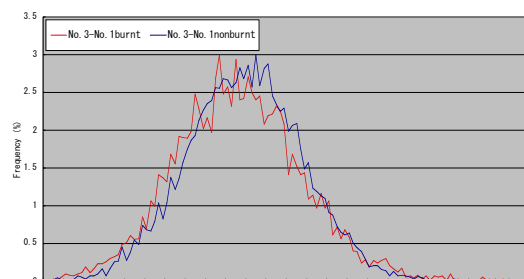


Fig.3. 焼失地・非焼失地における後方散乱強度の差のヒストグラム

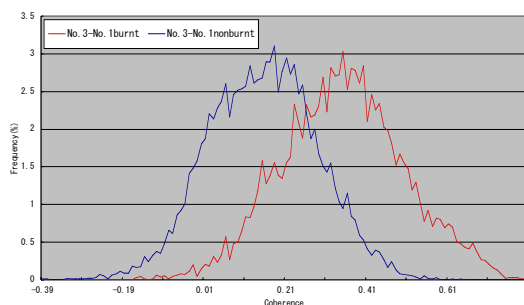


Fig.4. 焼失地・非焼失地におけるコヒーレンスの差のヒストグラム

参考文献

- 1) 九州大学、インターネット博物館「雲仙普賢岳の噴火とその背景」第3部：1990-1995年の大噴火の全容。
- 2) 岡山地方振興局農林水産事業部、農林水産事業部ホームページ
URL:<http://www.pref.okayama.jp/okayama/norin/page33/page33.htm>