

## 干渉 SAR 解析における変動縞判読方法の検討

株式会社パスコ ○平田育士、吉川和男、三五大輔

国土技術政策総合研究所 野呂智之、神山嬢子、鈴木大和、阪上雅之

### 1 はじめに

大規模な土砂移動現象による被害を防止・軽減するため、の対策を適時適切に実施するためには、地すべりや深層崩壊等の予兆となる微小な斜面変動を早期に把握する必要がある。これらの国土監視には、合成開口レーダ（以下「SAR」という）の二時期の観測データを干渉処理する技術（以下「干渉 SAR 解析」）が有効である。

干渉 SAR 解析では地表変動が干渉縞として面的に現れるため、その範囲を把握することができる。しかし、干渉縞の判読は、干渉画像上の色階変化を目視確認することによって行われ、斜面変動の可能性がある干渉縞（以下「変動縞候補」）かどうかの判断は判読者の主観を伴うことが課題である。これに対し、変動縞候補と判断する際の定量的な基準があれば、機械的な抽出が可能になることが期待される。そこで、本検討では主観的な判断を排除し、定量的かつ客観的な変動縞候補の判読方法について検討した。

### 2 判読方法の検討

干渉 SAR 解析結果から、以下の手順で変動縞が現れる可能性が低いピクセルを順に除去し、判読する方法を検討した。この方法の手順⑥までの処理で残った干渉縞が、変動縞候補かノイズである。

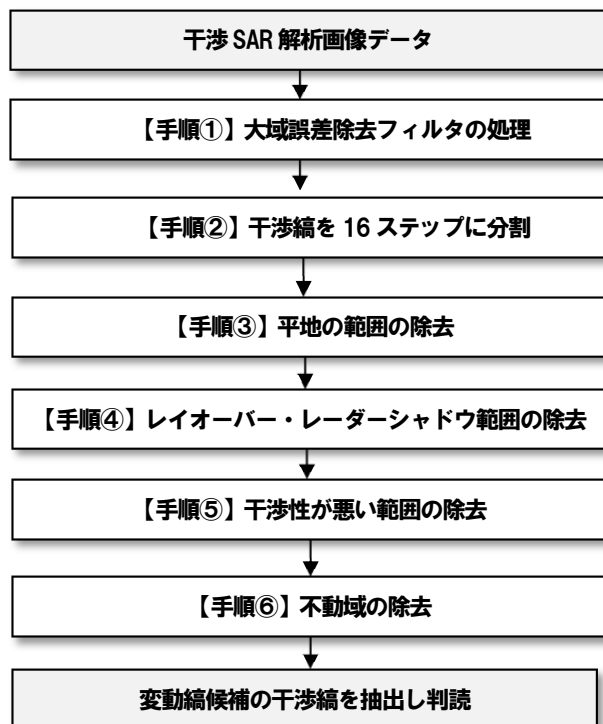


図-1. 検討した判読フロー

【手順①】大気等起因する干渉縞（大域誤差）を取り除き、場所によらず一様な判読が可能となるよう、大域誤差除去フィルタ<sup>2)</sup>を用いて誤差を除去する。

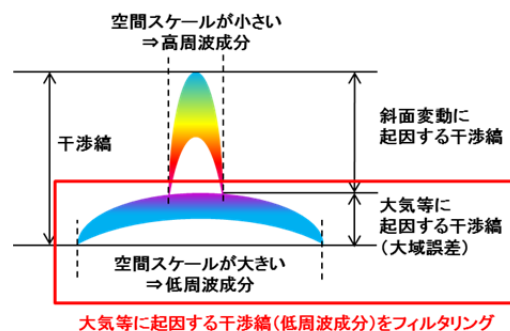


図-2. 大域誤差除去フィルタの原理イメージ

【手順②】干渉縞を定量的に扱うため、位相差に応じて 16 ステップに分割する<sup>1)</sup>。



図-3. 干渉縞ステップ分割イメージ

【手順③】斜面変動の把握を目的とした場合、その発生領域は斜面に限られる。したがって、平地は判読の対象とはならないので、傾斜度が 10 度未満の土地を平地と判断し、この範囲を除去する。

【手順④】レイオーバー、レーダーシャドウとなる範囲は理論的に変動縞が現れないため、この範囲を除去する。

【手順⑤】干渉性が悪い範囲は判読が困難であるため、コヒーレンス値が 0.7 未満の範囲を除去する。

【手順⑥】地表変動が生じていないと判断される範囲（不動域）を除去する。不動域は、干渉 SAR 解析画像のステップ分布を参考に位相差が 0 に近いステップ 6 から 11 とした。

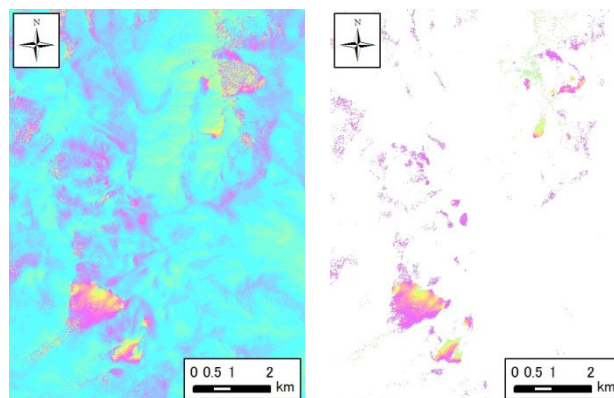


図-4. 判読した干渉 SAR 解析結果画像  
(左：処理前 右：手順⑥まで処理後)

### 3 判読の実施

白山周辺を対象とし、ALOS および ALOS-2 の観測データを用いて計 76 ペアの干渉 SAR 解析を実施し、前述の検討方法にしたがって判読を実施した。

表-1. 干渉 SAR 解析実施ペア数

| 衛星/センサ          | 軌道番号      | ペア数 |
|-----------------|-----------|-----|
| ALOS/PALSAR     | 411(北行軌道) | 46  |
|                 | 63(南行軌道)  | 21  |
| ALOS-2/PALSAR-2 | 127(北行軌道) | 7   |
|                 | 20(南行軌道)  | 2   |
| 合計              |           | 76  |

手順⑥までの処理で残った干渉縞は、面積の小さい小さな縞を多く含んでいたため、既往研究<sup>1)</sup>において検出限界面積が 12,500m<sup>2</sup> 程度とされていることを参考に、面積が 15,000m<sup>2</sup> より小さい干渉縞を除去した。また、同じ場所で少なくとも 2 ペア以上で干渉縞が判読された場合を変動縞候補とした。その結果、54 箇所の干渉縞候補が得られた。

変動縞候補箇所を確認した結果、特に ALOS-2 の解析で送電線や鉄塔の影響と考えられる縞や、信号ノイズによると考えられる衛星軌道方向に平行な縞が含まれていることが確認された。これらは変動縞では無いと判断し、除外した。その結果、変動縞候補箇所は 18 箇所となった。

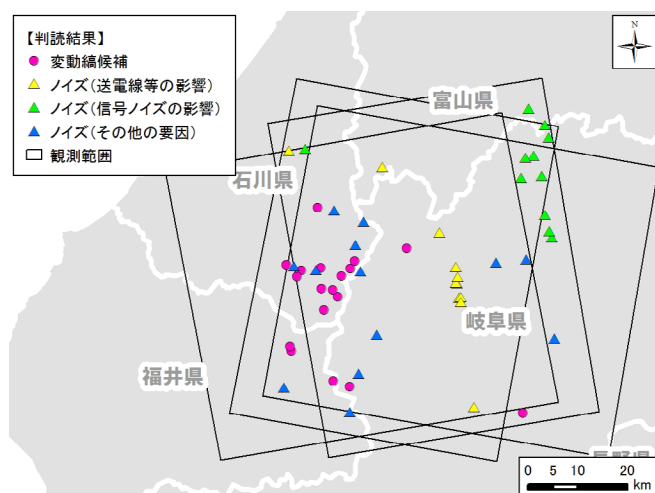


図-5. 変動縞候補の判読結果 (全体)

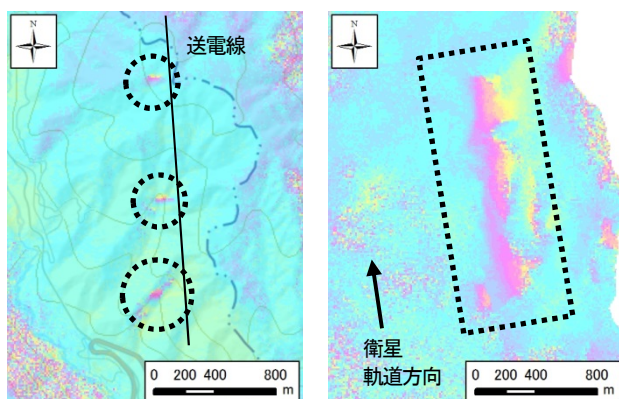


図-6. ノイズであると判断した干渉縞の例  
(左: 送電線等の影響 右: 信号ノイズ)

表-2. 判読結果

| 判読結果                | 箇所数 |
|---------------------|-----|
| 変動縞候補箇所             | 18  |
| ノイズ(送電線等の影響と考えられる)  | 12  |
| ノイズ(信号ノイズの影響と考えられる) | 11  |
| ノイズ(その他の要因)         | 13  |
| 合計                  | 54  |

### 4 判読結果の検証

白山周辺では測量結果等から 3 箇所において実際に地表変動があることが分かっている。これらの箇所では判読した全ペアのうち約 2 割で変動縞が判読された。実際の斜面変動は、時期により変動状況が異なることが考えられ、ペアの観測日間隔によっては干渉 SAR 解析で検出可能な地表変動が生じていない可能性もある。

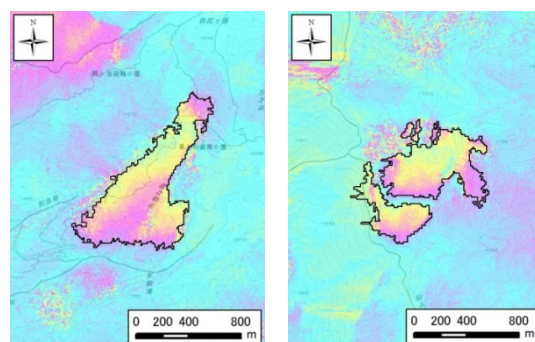


図-7. 変動縞候補の判読結果例 (左: 甚之助谷 右: 仙人谷)

### 5 今後の課題

- 判読した変動縞候補箇所 18 箇所のうち、実際に地表変動を確認できたものは 3 箇所であり、それ以外の箇所における変動縞の妥当性確認ができていない。そのため、今後は事例を増やして変動縞判読フローの適用性を検証する必要がある。
- ALOS-2 を用いた斜面変動の検出限界面積を明らかにし、面積の基準を見直す必要がある。
- ALOS に比べ、ALOS-2 は干渉性が良く、変動縞の抽出割合が高い傾向が見られた。しかし、ALOS-2 ではノイズと考えられる干渉縞も多く見られたため、ノイズの発生要因を明らかにする必要がある。

### 【謝辞】

干渉 SAR 解析に用いた ALOS/PALSAR、ALOS-2/PALSAR-2 データは、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構より提供頂いた。また、地表変動の把握に用いた測量成果（変動量測量成果、航空レーザ測量成果）は北陸地方整備局金沢河川国道事務所に提供頂いた。ここに謝意を表します。

### 【参考文献】

- 江川ほか (2015) 「国土監視ツールとしての L バンド SAR 干渉解析の活用について」. 平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集. pp. B194-B195.
- 草野ほか (2015) 「地すべり性干渉縞検出を目的とする差分干渉 SAR 画像に用いる斜面サイズ適応型空間フィルタ」. 日本地球惑星科学連合 2015 年大会. STT54-P04.