

# ALOS/PALSAR データの干渉度に関する研究 —干渉度の地理的・季節的な要因の把握に関する研究—

実施期間 平成 19 年度  
測地部宇宙測地課 藤原 みどり 雨貝 知美  
鈴木 啓 和田 弘人

## 1. はじめに

国土地理院は、陸域観測技術衛星「だいち (ALOS)」に搭載された Lバンド合成開口レーダー (以下、「PALSAR」という.) の観測データを利用した干渉 SAR の定常解析を行い、防災のための地殻・地盤変動の監視に努めている。これまでの解析で得られた成果から、ALOS/PALSAR データによる SAR 干渉画像は、1992 年から 1998 年まで運用された地球資源衛星「ふよう 1 号 (JERS-1)」による SAR 干渉画像と比べ、干渉度が著しく向上していることが明らかとなった。これは、ALOS では GPS が搭載され、正確な軌道データが得られること、軌道制御機能の向上のため、基線長の短い解析ペアが得られること、信号の帯域幅を広げたことによる分解能の向上などが挙げられる。一方で、良好な ALOS/PALSAR データをもってしても、地理的あるいは季節的な要因から、依然として干渉度が著しく低下する場合がある。本稿では、これまでの解析によって判明した、地理的・季節的要因による干渉度の低下について報告する。

## 2. 研究内容及び得られた成果

SAR 干渉画像の干渉度は、地理的・季節的な状況に依存する。そこで、干渉度の低下をもたらす要因について、地理的・季節的な面から検討を行った。検討に用いた SAR 干渉画像は、国土地理院が開発した SAR 干渉解析ソフトウェア“新 GSISAR”を用いて、干渉処理を行った。

### 2. 1 地理的要因による干渉度の低下

#### (1) 研究内容

干渉度の低下をもたらす地理的要因として、斜面の勾配が挙げられる。国土地理院では定常解析に加え、緊急時には地すべり発生箇所の解析を行う予定であるが、既存の地すべりの多くは山間地に分布している。四国中央部に位置する怒田・八畝地すべりもその一つである (図-1)。国土交通省四国地方整備局 (2003) によれば、怒田・八畝地すべりの地すべり防止区域面積は 410.8ha に及び、その平均傾斜度は約 20 度である (図-2)。本地域 (以下、「怒田・八畝地区」) をテスト地域として、斜面の勾配による干渉度の低下について、検証を行った。また、平坦地との違いを明らかにするため、同一シーンに含まれる高知県高知市の市街地 (以下、「高知市街地」という.) (図-1) と

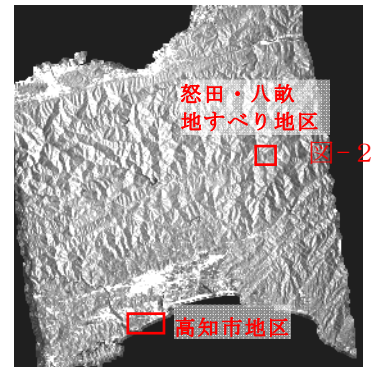


図-1 解析シーン範囲

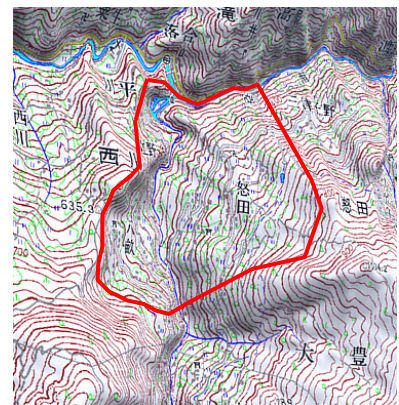


図-2 怒田・八畝地区周辺の鳥瞰図  
赤枠は、地すべり防止区域を示す。

の干渉度の比較を行った。

検証に用いた解析ペアを、表-1に示す。いずれも、怒田・八畝地区及び高知市街地を含むオフナディア角 34.3 度、北行軌道のシーンをを用いた。ここで、オフナディア角とは、SAR レーダーの鉛直直下（ナディア）方向と衛星視線方向とのなす角をいう。また、表-1に示した基線長（Bperp）とは、1 回目の観測と 2 回目の観測の SAR 衛星の軌道間距離の視線方向垂直成分をいう。SAR 干渉画像における干渉度は、これに大きく依存し、基線長（Bperp）が長くなるほど、干渉性は低下する。

干渉度の比較には相関係数及びコヒーレンス画像を用いた。なお、ここでの相関係数とは、コヒーレンス画像から抽出した、検証対象地域内の相関係数の平均値をいう。また、コヒーレンス画像とは、干渉度を色で表したものであり、青～赤～黄色と変化するほど、干渉度が良いことを示す。

表-1 干渉解析ペア一覧（怒田・八畝地区及び高知市街地）

No	1 回目観測日	2 回目観測日	観測モード	基線長（Bperp）単位：m
1	2007/08/02	2007/09/17	FBD/FBD	-127
2	2007/09/17	2007/12/18	FBD/FBS	535
3	2007/12/18	2008/02/ 2	FBS/FBS	627
4	2008/02/02	2008/03/19	FBS/FBS	-12
5	2007/08/02	2007/12/18	FBD/FBS	407
6	2007/09/17	2008/02/02	FBD/FBS	1, 161
7	2007/09/17	2008/03/19	FBD/FBS	1, 147
8	2007/12/18	2008/03/19	FBS/FBS	611

(2) 得られた成果

怒田・八畝地区及び高知市街地における相関係数と基線長（Bperp）の関係を図-3に示す。前述のとおり、SAR 干渉画像の干渉度を最も左右するのは基線長（Bperp）であるが、干渉度が保たれる基線長（Bperp）の最長値を臨界基線長（Hanssen, 2001）と呼ぶ。臨界基線長は、入射する地点の傾斜方向と勾配にも依存し、入射地点が急勾配であった場合、平坦な地形と比べ短くなる。つまり、勾配のある山間地は、勾配のない平坦地よりも、基線長（Bperp）の影響はさらに大きくなる。これを裏付けるように、怒田・八畝地区の相関係数は、高知市街地の相関係数のおよそ 1/2 程度である。なお、怒田・八畝地区は、南大王川東岸、西岸でそれぞれ相関係数を求めた。これは、衛星と反対側の斜面である南大王川東岸と衛星側の斜面である西岸とで相関係数を比較するためである。臨界基線長の定義から、山地の場合、衛星と反対側の斜面の方が、衛星側の斜面よりも、干渉性が高くなるはずであるが、図-3から、南大王川東岸と西岸では明瞭な違いは見られない。

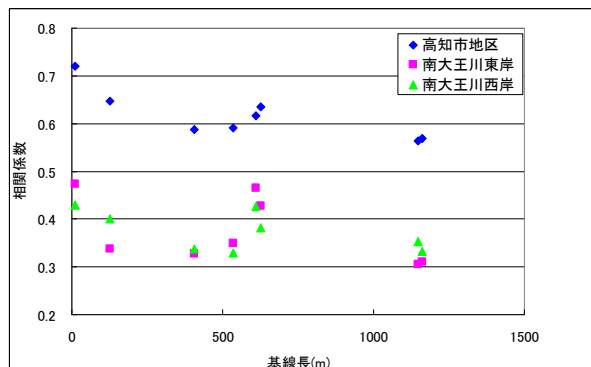


図-3 怒田八畝地区及び高知市街地における相関係数と基線長（Bperp）との関係

次に、怒田・八畝地区のコヒーレンス画像を図-4に示す。画像中の緑枠で囲まれた範囲が、地すべり防止区域である。図-4から、南大王川東岸と西岸とでは、東岸で相関係数が高くなっており、図-3で見られなかった違いが見て取れる。なお、基線長（Bperp）が1,000mを超えるNo. 6, 7については、全体的に相関係数は低くなっている。

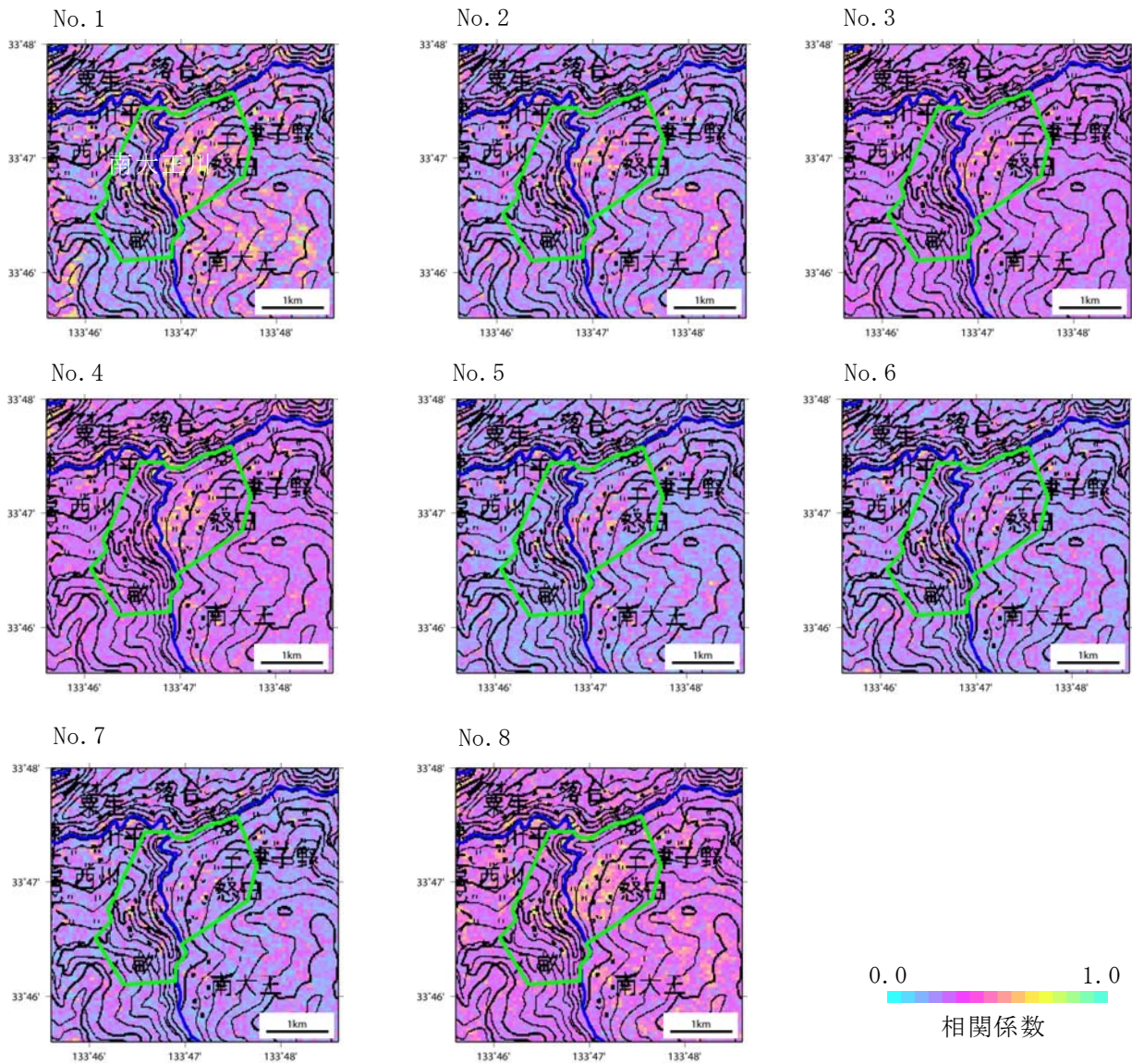


図-4 怒田・八畝地区におけるコヒーレンス画像 (No. は表-1に対応)

## 2. 2 季節的要因による干渉度の低下

### (1) 研究の内容

主な季節的要因では、積雪が挙げられる。また、土地利用あるいは落葉等による地表の季節的変化も、干渉度の低下をもたらす要因である。さらに、干渉度への影響はないが、判読あるいは変動検出精度の低下をもたらす要因として、大気中の水蒸気による遅延、電離層の擾乱等が挙げられる。

本稿では、積雪が干渉度に及ぼす影響について、検証を行った。検証地域は、都市部及び山岳部における積雪の影響の違いを確認するため、青森県青森市街地及び八甲田山周辺とした。これらの地域における、積雪があった日を含む解析ペアと夏季の解析ペアについて、相関係数及びコヒーレンス画像の比較を行った。なお、ここでの相関係数及びコヒーレンス画像とは、前項と同様である。

使用したデータは、次項で示す表－2の11ペアである。いずれも、ALOS/PALSARのオフナディア角34.3度のデータを用いた。

(2) 得られた成果

検証に用いた解析ペアを表－2に示す。また、これらのコヒーレンス画像を図－5に示す。画像中の枠で囲まれた範囲が検証地域であり、それぞれ、青森市街地（都市部）、八甲田山周辺（山岳部）を示している。

表－2に示した各解析ペアの相関係数から、都市部については、積雪の影響と思われる相関係数（干渉度）の低下が見られる。特に、表－3に示した最深積雪量が10cm以上の2007/02/03では、相関係数の低下が著しい。一方、山岳部については、明瞭な違いは見られない。ただし、基線長（Bperp）との関係は無視できず、前項で示したとおり、特に山岳部では基線長（Bperp）の影響が顕著に表れる。そこで、相関係数と基線長（Bperp）との関係を図－6左に示す。図－6からは、基線長（Bperp）が1,000m未満の場合、積雪の影響と思われる干渉度の低下が見られることが分かる。しかし、基線長（Bperp）が長くなるにつれ、その影響は不明瞭となる。この結果は、図－5に示したコヒーレンス画像からも見て取れる。

以上のことから、積雪は干渉度に影響を及ぼすと言える。ただし、山岳部では、積雪の影響よりも基線長（Bperp）の影響に大きく依存する。特に、基線長（Bperp）が1,000m以上の場合、積雪の有無に関わらず、干渉度は著しく低下する結果となった。

なお、一般的に、干渉SARでは、観測期間が長いほど干渉度が低下するが、図－6右に示した相関係数と日数の関係から、日数による影響は少ないと判断し、今回の検証では考慮していない。

表－2 干渉解析ペア一覧（青森県）

No	観測日 (1回目)	観測日 (2回目)	軌道方向	観測モード	相関係数 (都市部)	相関係数 (山岳部)	基線 (Bperp) 単位：m
1	2006/04/27	2006/06/12	南行軌道	FBS/FBS	0.69	0.07	-1079
2	2006/04/27	2007/04/30	南行軌道	FBS/FBS	0.67	0.10	601
3	2006/06/12	2006/09/12	南行軌道	FBS/FBS	0.69	0.21	-925
4	2006/07/28	2007/09/15	南行軌道	FBD/FBD	0.58	0.08	1811
5	2007/02/03	2007/06/21	北行軌道	FBS/FBD	0.41	0.09	720
6	2007/06/21	2007/09/21	北行軌道	FBD/FBD	0.83	0.36	211
7	2007/08/06	2007/12/22	北行軌道	FBD/FBS	0.58	0.06	493
8	2007/08/06	2008/03/23	北行軌道	FBD/FBS	0.65	0.06	1482
9	2007/09/21	2007/12/22	北行軌道	FBD/FBS	0.58	0.06	567
10	2007/09/21	2008/03/23	北行軌道	FBD/FBS	0.66	0.06	1560
11	2007/12/22	2008/03/23	北行軌道	FBS/FBS	0.56	0.09	988

相関係数のうち、表－3から、

黄色の反転は、最深積雪量が10cm以上のものを示す。  
青色の反転は、最深積雪量が10cm未満のものを示す。

表-3 青森県における最深積雪量

観測日	青森市街地における積雪量 (cm)	八甲田山周辺における積雪量 (cm)
2007/02/03	24	312
2007/12/22	7	154
2008/03/23	0	283

上記値は、気象庁ホームページ「過去の気象データ検索」における青森（青森市街地）及び酸ヶ湯（八甲田山周辺）の観測値を参照した。

<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>

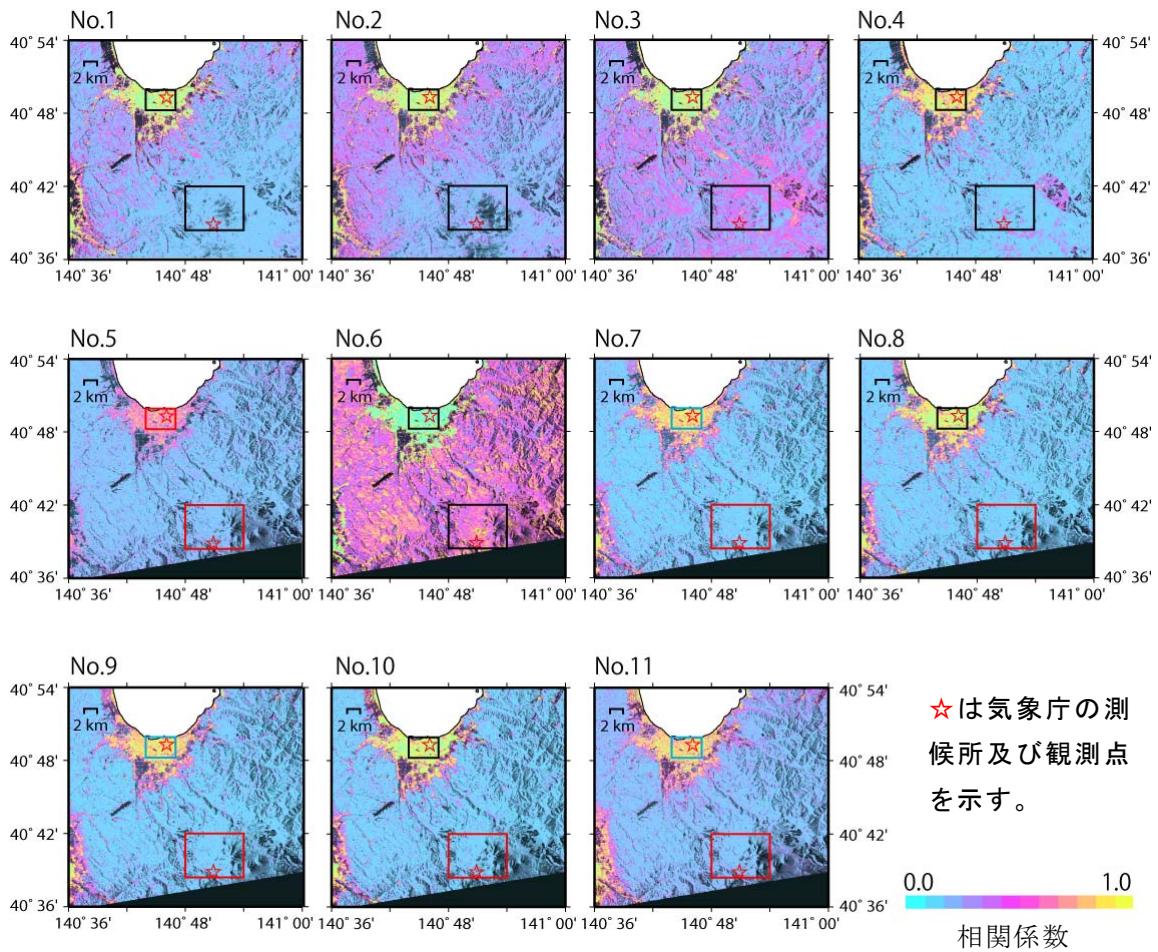
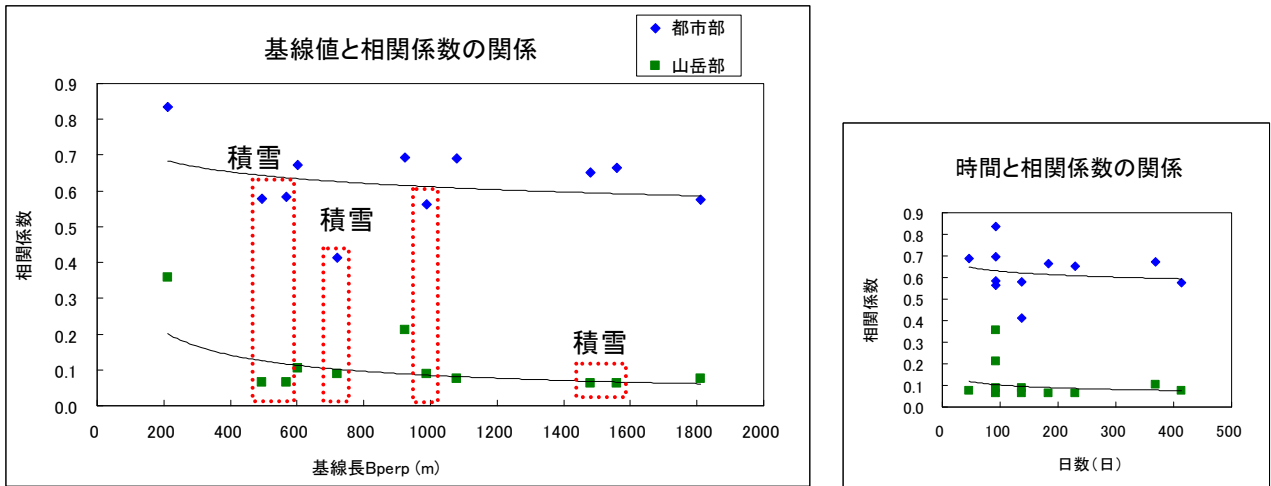


図-5 コヒーレンス画像（枠内が検証対象地域）

赤色の枠は、いずれかの観測日のうち、最深積雪量が10cm以上の日を含むものを示す。  
 青色の枠は、いずれかの観測日のうち、最深積雪量が10cm未満の日を含むものを示す。  
 黒色の枠は、1回目・2回目の観測日とも、積雪がないものを示す。



図－6 青森市街地及び八甲田山周辺における相関係数と基線長 (Bperp) 及び時間との関係

#### 4. まとめ

これまでの解析から、ALOS/PALSAR データの精度は飛躍的に向上したと実感できる。地理的要因である傾斜については、今回検証に用いた怒田・八畝地区のように、平均傾斜度が 20 度程度の地域では、基線長 (Bperp) が 500m 程度であれば十分に干渉することが分かった。一方、季節的要因の 1 つである積雪は、ALOS/PALSAR データでも依然として影響を受ける。特に、都市部や基線長 (Bperp) が短い解析ペアでは、積雪による影響が顕著に表れることから、降雪地帯では、解析ペアの選出には注意が必要である。

#### 参考文献

Ramon F. Hanssen (2001) : Radar Interferometry. Data Interpretation and Error Analysis, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS.

気象庁ホームページ: <http://www.jma.go.jp/jma/index.html> 日々の天気図, 過去の気象データ検索.

国土交通省四国地方整備局 (2003) : 四国地方整備局事業評価監視委員会資料 直轄地すべり対策事業 (怒田・八畝地区) 再評価.