

国土交通省国土技術政策総合研究所
 独立行政法人土木研究所
 アジア航測(株)

○清水 孝一
 山越 隆雄
 仲野 公章
 齋藤 和也、林 真智

1. はじめに

合成開口レーダ(SAR)は天候等に左右されることなく観測が可能なりリモートセンシング技術として研究・開発が進められており、有珠山、三宅島の噴火時において観測成果をあげていることは記憶に新しい。

この合成開口レーダ(SAR)のデータを利用した干渉 SAR(InSAR)技術は、地表面の面的な変動状況を直接 cm オーダーの高い精度で観測できる技術として注目されている。これまでに地震や火山活動にともなう地殻変動を観測した事例は多数報告されているが、地すべりなど砂防で対象とする土砂移動現象の発生域を抽出した事例は少ない。その一因として地震等の地殻変動に比較し砂防で対象とする現象の空間スケールが小さく、コヒーレンスの低い位相変化インターフェログラム(以下、変位画像という)ではノイズ成分の影響により変位の検出が困難となるため、よりコヒーレンスの高い変位画像を得る必要があることが考えられる。

本調査は InSAR 処理により得られたコヒーレンス画像の解析を行い地すべりの抽出に必要と考えられる要因について調査し、地すべりの抽出への InSAR 技術の適用性について検討するものである。

2. 検討方法

本調査で解析に用いた JERS-1 の SAR は L バンド(波長 23.5cm)である。このバンドは、波長が長いため、植被状態の変化の影響を受け難く、地盤高の変化によってのみ位相の変化が生じるものと期待される。したがって、地すべりによって、衛星の視線方向の地表面高が、波長と同程度変化すれば、InSAR 処理をして、変位画像を作成した際に、位相変化箇所として抽出されるものと考えられる。これまでに検討した結果¹⁾から、JERS-1/SAR の干渉処理を行うペア画像の基線長が 200m 以上の組み合わせでは干渉しがたいことが判明している。このため、あらかじめ JERS-1 運用期間中に撮像した日本国内の画像全ての中から、基線長 200m 未満の条件を満たす画像を検索した。今回の検討はその中から静岡地区(PATH66-RAW242)のシーンを用いた。

干渉性の検討は InSAR 処理により作成されたコヒーレンス画像と地形データ、土地被覆分布図を重ね合わせることでコヒーレンスの低下要因を分析することとした。低下要因として、(1)観測間隔、(2)傾斜方向、(3)斜度、(4)起伏量、(5)土地被覆を設定し以下のような方法で各々データを取得した。

(1)観測間隔

44日(JERS-1の1回帰日数)から1408日(32回帰日数)までのうち8ペアを選定した。図-1に44日のコヒーレンス画像を示す。

(2)傾斜方向、(3)斜度、(4)起伏量

国土地理院発行の50mメッシュ標高データから算出し各々作成した。そのうち図-2に傾斜区分図を示す。

(5)土地被覆

LANDSAT/TM データを利用した画像分類により土地被覆図を作成した。画像分類は教師なし分類により行い水面、市街地、水田、森林の4つに分類した。図-3に土地被覆図を示す。

3. 検討結果

各要因とコヒーレンスの関係を整理するとともに、これらの要因のコヒーレンス値に与える影響の程度を定量的に評価するために目

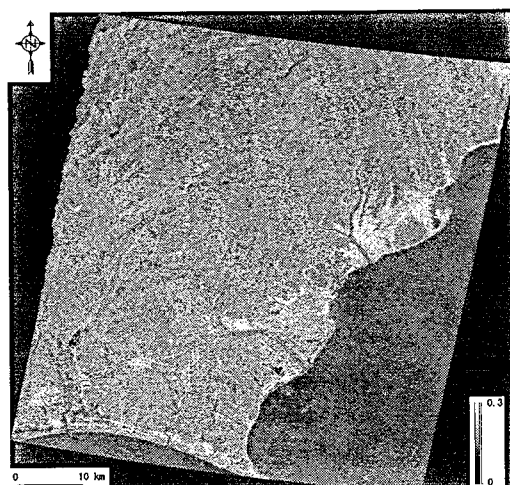


図-1 コヒーレンス画像(1993/10/04-1993/11/17)

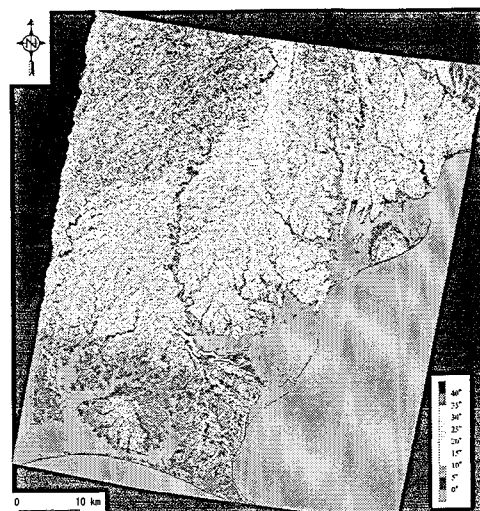


図-2 傾斜区分図 (50mDEM)

の変数をコヒーレンス値、説明変数を各要因として解析を行った(図-4)。

3.1 観測間隔

観測間隔が長いペアでは画像全体のコヒーレンスが低下し各要因について明確な関係の差異が見られなくなる傾向にあった。

3.2 傾斜方向

NE~E~S 側斜面のコヒーレンスが高く、N~W~SW 側斜面のコヒーレンスが低い傾向にあった。JERS-1/SAR のマイクロ波照射方向が ESE~WNW であり、地表面への入射角が 0° に近いほど後方散乱強度が大きくなり S/N 比が高くなることに起因して、マイクロ波照射側の斜面のコヒーレンスが高くなるためと考えられる。

3.3 斜度

コヒーレンスは傾斜が小さいほど高く、大きくなるにしたがって小さくなる傾向が認められた。土地被覆の影響と考えられる。なお、0° の領域は海であり鏡面反射のため後方散乱強度が小さい。

3.4 起伏量

起伏量データは斜度データと同様の分布を示すため、コヒーレンス値との関係も同様の傾向があった。

3.5 土地被覆

市街地、耕作地、水田、海面の順にコヒーレンスが高い。地表面状態の変化の少ない土地被覆ほどコヒーレンスが高いことを示していると考えられる。総じて観測間隔が長くなるにしたがい低下する傾向にあり、他の土地被覆に比較し森林における低下傾向が顕著であった。森林におけるコヒーレンスが低いのは、波長の長い L-band においても、樹冠透過後、樹幹や枝による体積散乱や多重散乱のため後方散乱強度の減衰が起こっているためと考えられる。

4. まとめ

地形、植生の InSAR 処理における影響はレーダー波の入射角を左右する起伏量や斜度といった地形の影響よりも土地被覆の影響が大きいことが確認された。

森林においてコヒーレンスが低下する要因には以下の2つが考えられている。

(1)樹木の成長により形状が変化していくことによる相関の低下

(2)風により樹木の枝葉の位置が変化することによる相関の低下
森林における後方散乱は、樹木の体積散乱と地面からの表面散乱からなるが、上記の要因のため樹木の体積散乱成分が増加するにしたがいコヒーレンスは低下することが考えられる。

我が国の地すべり抽出において避けられない森林の影響を解決する方策として多偏波による観測が提案されている。人工衛星をプラットフォームとする SAR においては 2002 年打ち上げ予定の ALOS 搭載の PALSAR が偏波観測を計画している。それまでの間、観測システムの融通性の高い航空機をプラットフォームとする SAR による観測などを検討していきたい。

【参考文献】

- 1)清水孝一 ほか：人工衛星による干渉合成開口レーダ技術を利用した土砂災害情報の収集について，砂防学会研究報告会概要集，p.290-291，平成 12 年 5 月
- 2)日本写真測量学会：合成開口レーダハンドブック，1998 年 5 月，朝倉書店

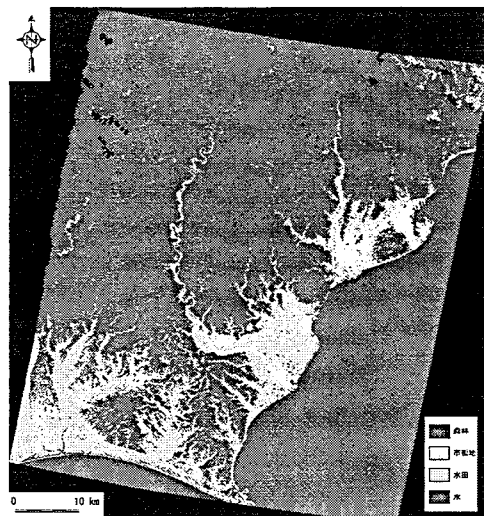


図-3 土地被覆区分図(LANDSAT-TM)

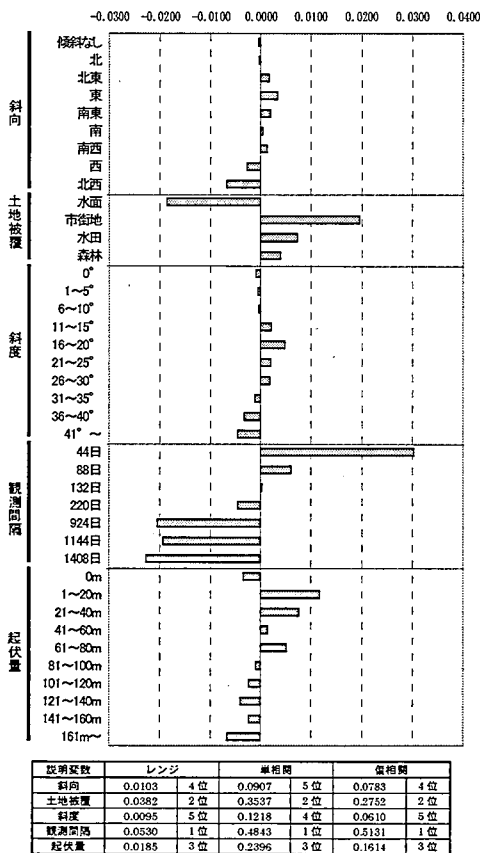


図-4 多変量解析結果