

## 地盤液状化危険性評価を事例にしたSARデータの活用方法について

東京理科大学 正会員 大林成行、小島尚人

東京理科大学 学生員 熊谷樹一郎

1. はじめに：地震時に発生する地盤液状化現象に対して対応策を講じるには、まず大まかに発生する可能性のある領域を絞り込んだ上で、詳細な調査を実施することが必要となる。絞り込みの段階で精度の良い検討結果が得られれば、後の現地調査や施工の効率化、省力化が期待できる。さらに、液状化現象を概略的に検討することは、土地利用の計画・構想の段階でも貴重な基礎資料を作成することにもなる。従来の研究をみると、微地形分類を用いて液状化現象の発生しやすい領域を検討している例が多い。一般に、微地形分類を用いる場合には、専門家の経験や知見が加味された資料が必要となる。このような貴重な資料を取り込みながら、誰しもが簡便に利用できる解析手法の確立が望まれる。

このような背景のもと、建設分野では液状化現象の解析にリモートセンシングデータを適用し、防災に役立てようとする試みが進められてきている。その対象は主に光学センサデータが中心となっており、SARデータを適用した例はほとんど見られないのが現状である。SARは昼夜全天候型といった光学センサには見られない特徴を有しており、災害発生前後の観測に効力を発揮することが期待できる。また、SARデータから得られる後方散乱係数は土壌含水量との相関が高く、低湿地の抽出に寄与できることから、地盤液状化現象の解析に対して適用が期待される。筆者らは、東京理科大学リモートセンシング研究所で開発された潜在因子モデルを用いて<sup>1)</sup>、液状化解析へのSARデータの適用可能性を検討してきた<sup>2)</sup>。本研究では、液状化解析におけるSARデータの有効性の検証を進めるとともに、具体的な活用方法について検討した。

2. 研究の内容：本研究の流れは図-1に示す5つのステップからなる。

(1) 対象領域、対象データの設定 (STEP1)：対象領域としては、1987年の千葉県東方沖地震で液状化現象が発生し、家屋の破壊等の被害があった利根川下流域を設定した。また、対象データは、地理情報として土地分類基本調査成果図および現存植生図から得られる図面情報とDTMから作成される地形情報の8つの因子を選定した。さらに、本研究ではJERS-1/SARデータから得られる後方散乱係数を「SARデータ因子」として、地理情報とともに素因の一つとして採用する点が特徴となる。

(2) トレーニングデータの選定 (STEP2)：潜在因子モデルを用いる場合、外的基準としてトレーニングデータを選定する<sup>1)</sup>。本研究では、地盤液状化履歴図<sup>3)</sup>から液状化現象の発生した箇所にトレーニングデータを設定し、土地の性状が似通った領域を判別・分析する。液状化が一度発生した地盤は「再発生」しやすいといった特性から、トレーニングデータの土地の性状を説明づける上で寄与する因子が地盤液状化現象の解析に有効な因子となることが期待できる<sup>2)</sup>。また、周辺の領域について土地の性状が似ている領域を判別・分析することで、新たに液状化の危険性箇所を抽出できる可能性もある。

(3) 地盤液状化危険性図の作成 (STEP3)：数量化Ⅱ類およびⅢ類を用いて因子を絞り込んだ後、地理情報のみを用いた場合（ケースA）とSARデータを使用する場合（ケースB）との液状化危険箇所の抽出精度の違いについて分析し、SARデータの有効性を検証する。図-2の黒で示された部分が液状化の危険性がある領域として判別された箇所である。本研究では、SARデータ因子を使用することで新たに液状化の危険性有として判別された領域や、危険性箇所が絞り込まれた領域が抽出されていることに注目し、地盤液状化危険性評価に適用する。

(4) 地盤液状化危険性図と地盤液状化履歴図との比較 (STEP4)：危険性図と図-3の液状化履歴図とを比較すると、必ずしも危険性有として判別された領域が液状化履歴箇所と一致していない。履歴図とケースA、ケースBの危険性図とを個別に比較・解釈することは一般的な分析方法であるが、SARデータそのものの有効性を検証するまでには至らない。SARデータの有効性を示し、活用していくにはSARデータの使用の有無に伴う危険箇所の抽出精度の違いを表した差面

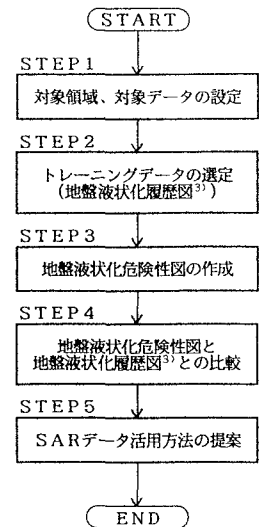


図-1 本研究の流れ



図-2 地盤液状化危険性図

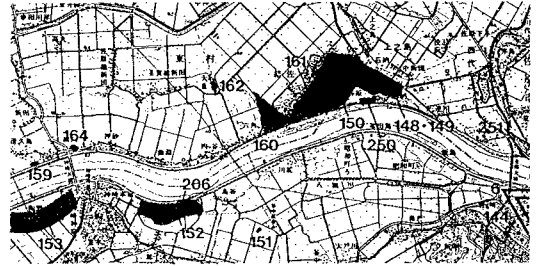


図-3 地盤液状化履歴図<sup>3)</sup>

像と液状化履歴図とを照合することが不可欠となる。

(5) SARデータの活用方法の提案(STEP5):液状化履歴図とSARデータの使用の有無に伴う違いを表現した従来までの差画像とを比較すると、表-1のような組み合わせ事象が考えられる。トレーニングデータと評価対象データに分けて12通りの組み合わせとなり、これを新たな差画像として提案する。なお、色付けされた差画像は講演時に紹介する。

表中、液状化履歴図において「危険性有」、ケースA、Bともに「危険性有」と判定された箇所は、液状化の「再発生」の危険性が最も高い箇所となる。一方、評価結果の組み合わせ事象が異なる場合には、次のように危険側・安全側の評価が展開できる。

a) 危険側の評価:液状化履歴図において「危険性有」、ケースAとケースBの危険性図上でそれぞれ「危険性有」および「無」と判定された領域に対する評価を意味する。本来ならば危険性のある領域がSARデータの使用によって「危険性無」と判定された領域である。つまり、液状化危険箇所を絞り込む方向にSARデータが寄与したことから「危険側」の評価領域と判断される。評価結果から優先的に対応策を施す領域の検討が可能となる。ボーリング調査地点の選定時に有効な支援情報として活用できる。

b) 安全側の評価:液状化履歴図において「危険性無」、ケースAとケースBの危険性図上で、それぞれ「危険性無」および「有」と判定された領域に対する評価を意味する。本来ならば危険性のない領域がSARデータの使用によって「危険性有」と判定された領域である。つまり、液状化危険箇所の見落としがない方向にSARデータが寄与したことになり、「安全側」の評価領域と判断できる。将来の土地利用の方向性を考えていく段階で、少しでも危険性の小さい領域を選定する際に貴重な支援情報となる。

以上のように、液状化履歴図の情報とともに、SARデータの使用の有無による危険性図の違いを照合し、様々な視点から分析が展開できる点に、本研究で提案するSARデータの活用方法の特徴がある。

3. まとめ:本研究では、建設分野を対象にSARデータの有効利用技術を確認する第一段階として、地盤液状化現象の解析への具体的な活用方法を提案した。本研究のアプローチが、地盤液状化現象の解析のみならず、SARデータの有効利用技術の確認を目指す研究の参考ともなれば幸いである。

【参考文献】1) 小島尚人、大林成行:衛星マルチスペクトルデータを適用した分級評価モデルの開発、土木学会論文集、No.427/VI-14、pp.65~74、1991年

2) 大林成行、小島尚人、熊谷樹一郎:建設分野を対象としたSARデータ利用上の技術的な問題点、日本リモートセンシング学会第17回学術講演会論文集、pp.63~64、1994年

3) 若松加寿江:日本の地盤液状化履歴図、東海大学出版、B4判、341頁、1991年

表-1 地盤液状化危険性評価の支援情報

地盤液状化履歴図(履歴の有無)	地盤液状化危険性図(危険性有無)		差画像上の色づけ	地盤液状化危険性評価に対する支援情報	
	ケースA(SARデータ未使用)	ケースB(SARデータ使用)		解釈	評価
トレーニングデータ	有	有	赤	地盤液状化現象の「再発生」に対して最も注意が必要な領域。	-
		無	薄青	SARデータ因子が液状化の「再発生」の危険性無として寄与。	危険側
	無	有	茶	SARデータ因子が液状化の「再発生」の危険性有として寄与。	安全側
		無	青	SARデータ因子が液状化の「再発生」の危険性無として寄与。	危険側
評価対象データ	有	有	緑	地盤液状化現象の「再発生」に対して注意が必要な領域。	-
		無	黄	SARデータ因子が液状化の「再発生」の危険性無として寄与。	危険側
	無	有	ピンク	SARデータ因子が液状化の「再発生」の危険性無として寄与。	安全側
		無	灰	SARデータ因子が液状化の「再発生」の危険性有として寄与。	危険側
評価対象データ	有	有	黄緑	SARデータ因子が液状化の「発生」の危険性有として寄与。	安全側
		無	橙	SARデータ因子が液状化の「発生」の危険性無として寄与。	危険側
	無	有	紫	SARデータ因子が液状化の「発生」の危険性有として寄与。	安全側
		無	白	地盤液状化現象の発生する危険性の無い領域。	-

注) 評価の色は地盤液状化履歴図とケースAの情報に対するSARデータ因子の寄与を意味する。

注) 評価の色は地盤液状化履歴図とケースAの情報に対するSARデータ因子の寄与を意味する。