

高分解能 SAR 画像による災害状況把握手法に関する調査・研究

(国土地理院 地理地殻活動研究センター 地理情報解析研究室)

1. 研究目的

SAR は全天候型であり、夜間の情報取得も可能であることから、災害発生後の状況を迅速に把握するための有効な手段として、その役割が期待される。しかし、SAR 画像は、通常の光学センサー画像とは大きく異なることからその判読技術が十分に確立されておらず、また、航空写真とも異なる独特のジオメトリックな歪みが存在する。本研究は、災害時における状況を迅速に把握するために、既存の情報と組み合わせ、SAR 画像を活用する技術を検討することを目的とする。

2. 研究概要

まず、過去の災害における SAR 画像の使用状況を調査し、SAR 画像を使用する場合の問題点、および、その長短を検討した。次に、SAR 画像と地理情報データとの重ね合わせを目的とし、数値地図 50m メッシュ (標高) や数値地図 200000 (地図画像) を用いて、SAR 画像を精密幾何補正 (オルソ補正) するための、SAR シミュレーション画像作成ソフトウェアを作成した。作成された SAR シミュレーション画像については、SAR 実画像と比較評価したのち、精密幾何補正を行った。さらに、災害時に必要となる地理情報データの調査を行い、報告書にまとめた。また、地理情報データと SAR 画像を組み合わせるために、重ね合わせ表示や並列表示についての検討を行った。これらの成果を踏まえて、実際の災害地のデータとして、神戸周辺と岩手山の SAR 画像を用いて、SAR 画像のみを用いた場合の判読と、地理情報データと組み合わせた場合の判読を行い、その結果を比較した。

3. 研究成果

3.1. 過去の災害における SAR 画像の使用例の調査

水害、斜面災害、森林火災、火山災害、地震被害、雪氷関連災害、油流出の 7 項目の災害を対象とし、SAR を用いた過去の研究例とその問題点について、調査・検討を行い、報告書としてまとめた。

水害

那珂川下流、四万十川下流、および、中国長江の洪水についての事例を挙げた。日本の水害は浸水域が小さく、水が引くのも早いため、衛星による観測は難しいという問題が挙げられた。

斜面災害

地すべり (秋田県二ツ井町、山形県板谷地区、八幡平、インドネシアジャワ島)、土石流や泥流 (フィリピンのピナツボ火山、フランスのアルプス) の検出例について調査した。土砂災害は急傾斜地で発生するため、斜面傾度の差異が及ぼす後方散乱変化や画像の歪み等、SAR による状況把握を困難にする要素が多いという問題が挙げられた。

森林火災

広島県大野町の山火事事例を挙げ、火災後も残る枝や幹の影響や、森林が位置する斜面の傾斜の影響により、SAR だけを用いて森林火災跡を把握することの難しさが指摘された。また、インドネシアの森林火災の一因となる森林伐採のモニタリングの有効性や干渉 SAR による森林火災の検出の可能性が示された。

火山災害

溶岩流 (ハワイ島、伊豆大島、雲仙普賢岳)、火砕流 (インドネシアのメラピ火山)、降灰と泥流 (ピナツボ火山)、氷河下での噴火による洪水 (アイスランド) の事例が挙げられた。SAR 画像による観測では、全天候型であり太陽光線に依存しないという長所が生かされている。

地震被害

地震による建造物の被害について、1995 年に発生した兵庫県南部地震の場合の検出例を検討した。地震前後の強度画像の相関を用いることにより建造物の消失や倒壊があった地域を抽出する例が挙げられた。

雪氷関連災害

雪氷による災害としては、積雪による樹木の倒壊、雪崩、融雪に起因する洪水や土石流、氷河による災害、海氷による船舶の航行の障害などが挙げられる。ただし、これらの災害を捉えた SAR 画像を見つけることができなかつたため、積雪面積の把握、湿雪・乾雪の区別、氷河や海氷の動きのモニタリングの事例が挙げられた。

油流出

1997 年に日本海で発生したナホトカ号の重油流出について、データの観測から提供までの過程をまとめ、通信回線の整備などの問題点を指摘した。また、ノルウェーによる流出油監視システムについての事例を示した。

3.2. SAR 画像の精密幾何補正

SAR 画像（図 1）と地理情報データを組み合わせるために、SAR 画像の歪みを取り除くことを目的として、SAR 画像を精密幾何補正するためのソフトウェアを作成した。標高データと地図画像データを用いて、SAR シミュレーション画像（図 2）を作成し、これを SAR 画像と比較評価し位置を合わせることによって SAR 画像の精密幾何補正を行い、その結果（図 3）を検証点を用いて既存の地理情報である標高データ（図 4）と比較し、検証した。

従来の手法では、平坦地における SAR シミュレーション画像の作成は困難であったが、本研究で得られたシミュレーション画像作成ソフトでは、数値地図 200000（地図画像）の水涯線のデータを用いることにより、平坦地においても、地形特徴に基づく SAR シミュレーション画像を作成することが可能となった。

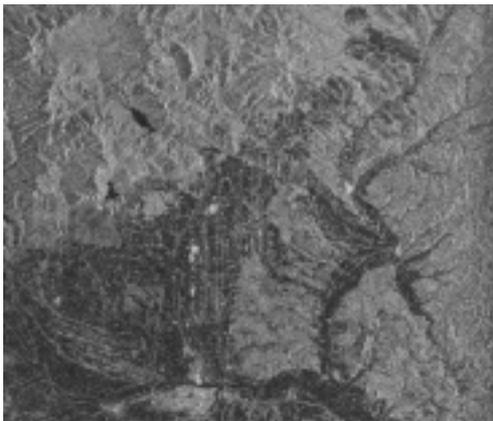


図-1 SAR 画像

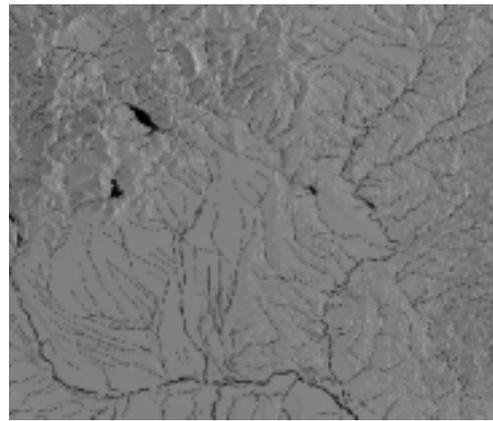


図-2 SAR シミュレーション画像

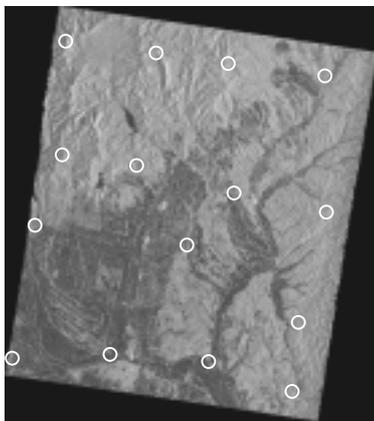


図-3 精密幾何補正後の SAR 画像
丸印は検証点



図-4 50m メッシュ（標高）による地形

3.3. SAR画像と地理情報データの組み合わせの検討

まず、水害、斜面災害（土砂災害）、火山災害、地震被害（市街地火災、津波を含む）などの災害を対象に、これまでに作成された地図や数値データについて調査を行い、報告書にまとめた。次に、SAR画像と地理情報データとを組み合わせる手法について、SAR画像と地理情報データを並列に表示する作業（図5）、SAR画像と地理情報データを重ね合わせて表示する作業（図6）、広域災害において隣り合うパスの2シーンを結合する場合に生じる輝度差を補正するためのモザイク処理（図7）などの作業を試行し、マニュアルにまとめた。

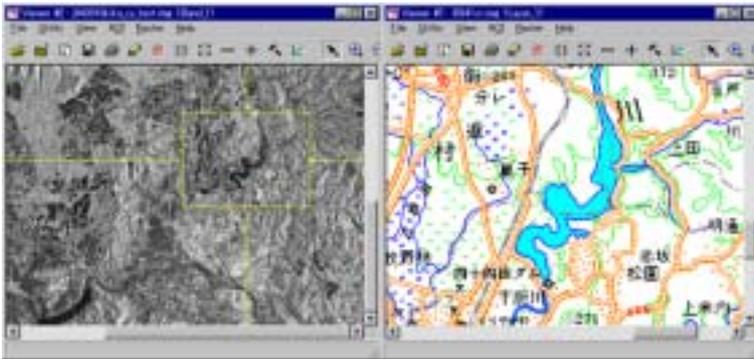


図-5 並列表示

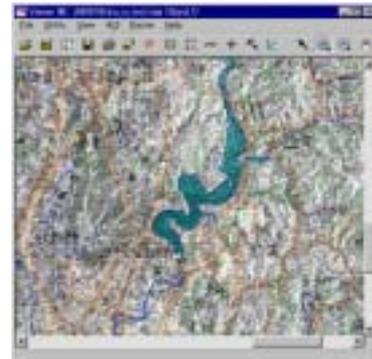


図-6 重ね合わせ表示

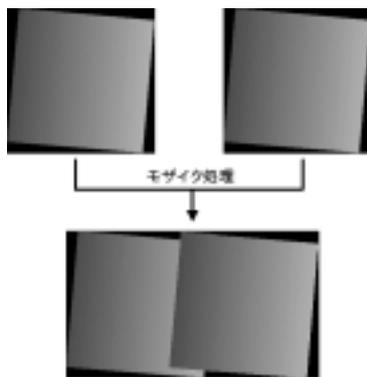


図-7 モザイク処理

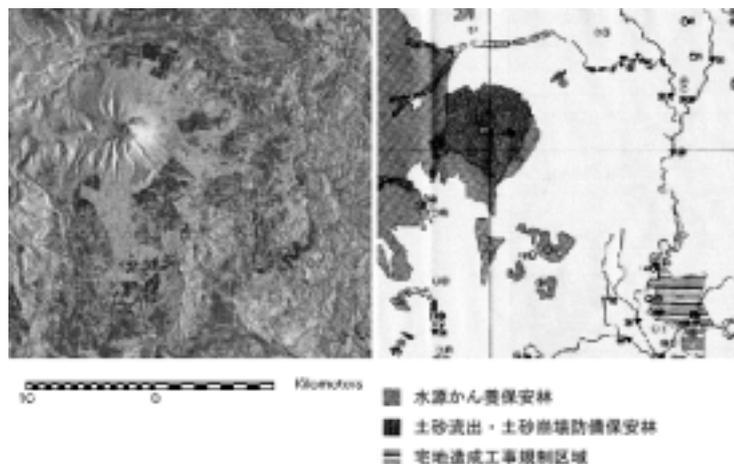


図-8 岩手山の SAR 画像 (JERS-1) とスキャナーで読み込んだ図の並列表示

これらの調査結果および組み合わせ手法を用いて、岩手山（使用 SAR データ：JERS-1）と神戸周辺（使用 SAR データ：RADARSAT）において、SAR 画像と地理情報データを組み合わせた解析を行った。また、地理情報データが整備されていない場合を想定し、岩手山では、SAR 画像との比較のために、既成の紙地図をスキャナーで読み込んで使用する方法も試みた（図8）。これらの二地域において、SAR 画像のみの場合の判読結果と SAR 画像と地理情報データを組み合わせた場合の判読結果を比較し（図9、10）、SAR 画像との組み合わせに有効な地理情報データを検討した。

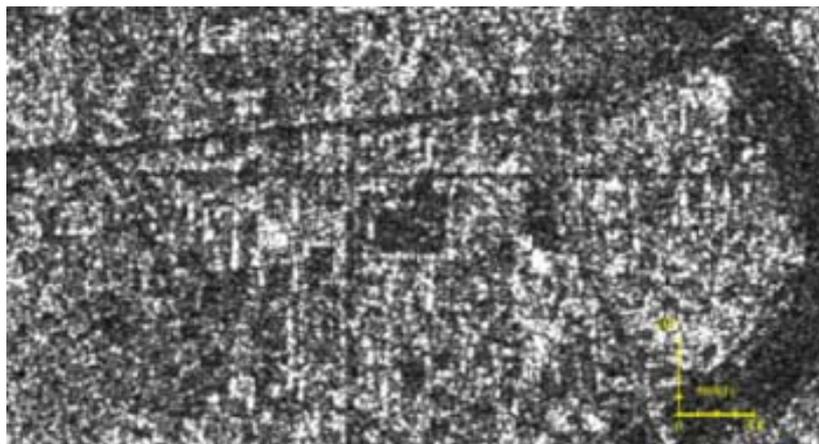


図-9 RADARSAT 画像（尼崎市）



- 水色：水域
- 青緑色：河川
- 青：道路
- 山吹色：国道
- 赤：街区
- 黄緑：建物
- 桃色：行政界
- 紫色：その他

図-10 RADARSAT 画像（尼崎市）と数値地図 2500 との重ね合わせ

4. まとめ

SAR 画像のみを用いた判読結果と、SAR 画像と地理情報データを組み合わせた判読結果の比較から、SAR 画像のみを用いて判読を行う場合、道路や鉄道の見え方は方向性に大きく依存する、幅のある河川は見えるが、幅がないと見えにくい、都市では池などの閉水域と空き地を混乱しやすい、公園や裸地は暗く見えやすいため他の構造物に比べて判別しやすいが、大きな屋根の建物も暗く見えやすいことから公園や裸地との区別がしにくいことなどが分かった。

したがって、SAR 画像だけでは読み取れない詳細な情報を把握するためには、地理情報データと組み合わせることが必要となる。閉水域と空き地、あるいは河川の中州のように、SAR 画像だけでは区別が付きにくい部分についても、地理情報データと重ねることにより、区別することが可能になる。また、都市では、SAR 画像と街区データと道路中心線データを組み合わせることにより、道路幅が判読可能である。つまり、地理情報データと組み合わせることにより、SAR 画像から読み取れる情報が増えることになる。したがって、都市域では数値地図 2500 レベルの情報量を持つ地理情報データを整備することによって、災害状況のより迅速な把握が可能となる。また、あらかじめ、災害前の衛星画像を取得しておくことは、非常に重要である。