

災害時活用版ガイドラインの紹介 (経過報告)

一般社団法人 日本リモートセンシング学会
国土防災リモートセンシング研究会



WGの目的

2011.3.11	東日本大震災
2011.7	タイ国洪水被害の長期化
2011.9	台風12号 紀伊山地の大規模土砂災害



広範囲に及ぶ被害、長期間にわたる復旧・復興



衛星データの役割

- 広域の被害状況を迅速に把握
- 一定期間の定期的なモニタリング

活動の流れ

対象となる災害事象の調査・整理

災害対応における地理空間情報の利用実態の把握
(既往研究・事例調査)

衛星データの適用可能性に関する検討

実務者へのヒアリング・意見交換

衛星データの活用に関する
課題整理と技術的工夫の検討

ガイドラインの作成・公表

対象となる災害事象の調査・整理

- 火山 (阿蘇島)
 - 噴火
 - 微動 + 変動 (SAR 噴火前)
 - 山. 傾. ぶ. くら. び
 - 津波予測
 - 河川. 以上
 - 海岸施設
 - 防災施設計画
 - 海域の被害 (カシ)
 - 土木力の流出
 - 流出
- 噴火
 - 処理計画
 - 噴火範囲
 - 火山灰 噴火範囲
 - 厚さ? (1cm)
 - 進入範囲
 - 植物の枯死 (被害) 苗床下洗 (時系列)
 - 液状土. 発生状況 + 1:10 古地図
 - 地盤沈下 内水被害
 - 土壌汚染 (被害. 1/10 (割合))
 - ため池 ハザード: 氾濫予測 土外壁 健全度評価
 - 漂流物. 海岸防護 流出
- 降域の環境
 - 処理計画
 - 建物被害
- 土地利用
 - 地形

着目点

- ニーズがある
- 衛星データの長所を活かせる

広域性・均質性・周期性・継続性

- ある程度標準化されている・・・(?)



災害事象の選定
既往研究・事例調査

対象とする災害

洪水・津波等による浸水被害範囲

崩壊地の抽出および監視

火山噴火に伴う降灰域の把握

森林火災による延焼範囲と植生回復

大規模地震に伴う地盤変動範囲と変位量

海上事故による油流出被害

洪水・津波等による浸水被害範囲

既存手法にはない衛星データの利用価値に着目

- 浸水が広範囲に及ぶ場合

広域を同時に観測

- 浸水が長期間にわたる場合

定期的な観測によって

浸水範囲の時系列的な変化を把握

洪水・津波等による浸水被害範囲

現状の手法との棲み分け

□ 航空写真(垂直写真・斜め写真)

機動力 ⇒ 発災直後の情報収集に効果的

被害が広範囲 ⇒ 広域撮影

□ 現地調査(ヒアリング・痕跡調査)

労力、精度、安全性

既往研究・事例調査

光学衛星画像から
湛水域と非湛水域の
色調や輝度、NDVI値の違い
を識別して浸水範囲を把握^{1),2)}

△
河川氾濫や内水被害は降
雨に起因
雲の影響がない方がよい

SAR画像の
後方散乱強度の変化から
浸水範囲を抽出³⁾

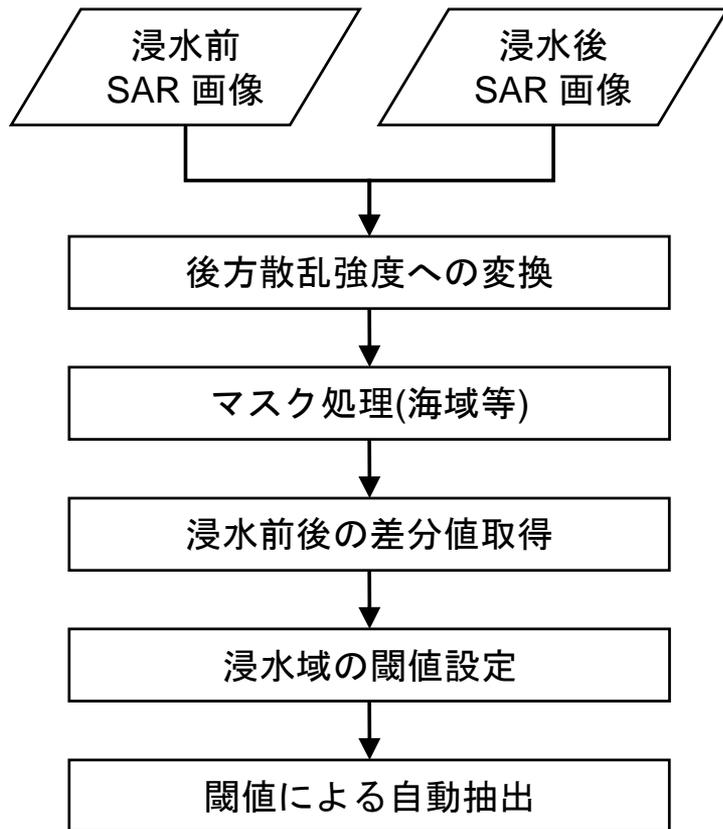
○
雲の影響がない
洪水後の画像だけでも可能
ガイドライン化を検討

【参考文献】

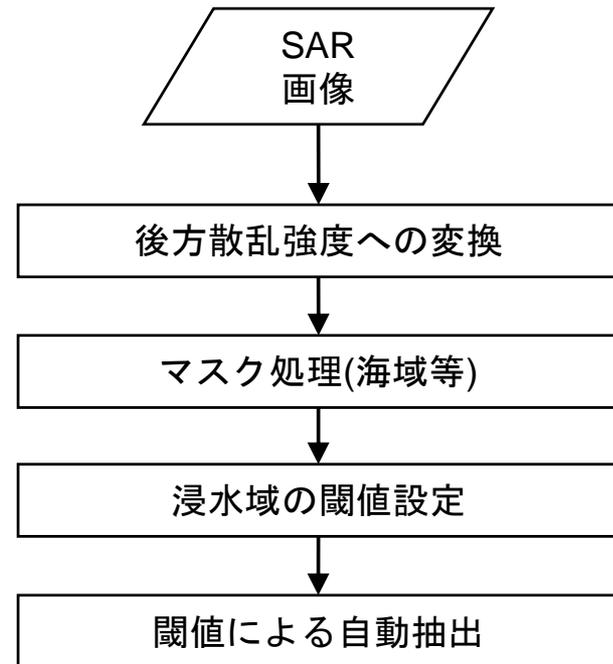
- 1) 中澤ら：高解像度衛星による津波被害状況の早期把握と解析，写真測量とリモートセンシング，Vol.50，NO.3，pp.128-129，2011.
- 2) 胡内ら：リモートセンシングデータを用いたタイ南部の津波被害地域の把握，第28回地震工学研究発表会報告集，6p，2005.
- 3) 小西ら：SARデータと光学センサデータによる洪水域抽出の比較，日本リモートセンシング学会第26回学術講演会論文集，pp.465-468，1999.

浸水範囲を把握する手法

浸水前後の画像を使用



浸水後の画像のみを使用



留意点

□ スペックルの除去

抽出精度に影響 ⇒ フィルタ処理

□ 平滑部の処理

水面と同じような反射特性を示す平滑部

(アスファルト、グラウンド、工場の屋根等)

誤抽出の要因となりやすい

火山噴火に伴う降灰域の把握

降灰域把握の必要性

- 広域に及ぶ降灰域
- 堆積した火山灰による土石流の発生
- 農作物被害など被害額推定のための基礎資料

既往研究・事例調査

□ 文献調査(有珠山¹⁾・新燃岳²⁾)

降灰前後の光学衛星画像を利用

輝度差分解析 > NDVI差分解析

□ 有識者へのヒアリング

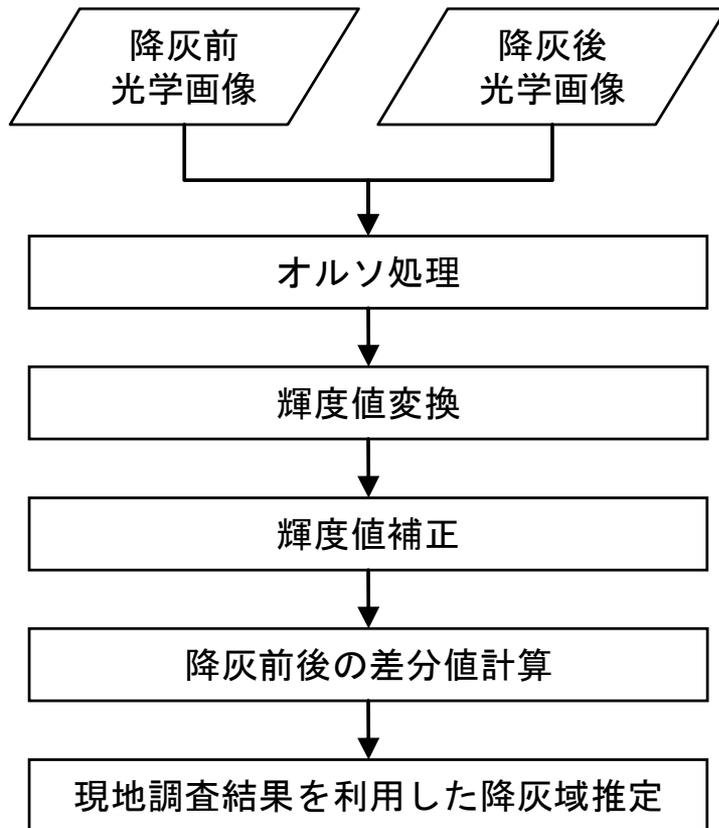
光学衛星画像の視認と

現地調査によるキャリブレーション

【参考文献】

- 1) 浦井ら：ASTERによる有珠火山2000年噴火に伴う降灰域の観測，地質調査研究報告，第52巻，第4/5号，pp.189-197，2001.
- 2) 上野山ら：衛星リモートセンシングデータを用いた火山噴火降灰範囲推定手法の検討，土木学会第67回年次学術講演会，IV-047，pp.93-94，2012.

降灰域を推定する手法



降灰前の植生・土壌と
降灰域との比較

※火山灰も粒度・含水量によって
スペクトルが異なる



現地調査との併用

対象災害と衛星データ適用の手法

対象被害	手法の概要
浸水被害	SAR画像を用いて、その後方散乱画像の輝度値の変化から浸水範囲を抽出する。
崩壊地	植生指標値から崩壊地を抽出する。定期観測した画像比較により、崩壊地の拡大や植生の回復状況を把握する。
火山降灰域	降灰前後の光学衛星画像を用いて、輝度値の差分と現地調査による火山灰堆積厚の関係式を求めて、降灰範囲を推定する。
森林火災 (延焼範囲)	被災範囲の画像から、完焼部分と健全部分について、植生指標値の閾値を設定して区分する。
油流出被害	海面上の油膜の有無による空間スペクトルの差異を解析して油流出範囲を検出する。
地盤変動	2つの合成開口レーダ(SAR)画像を用いて、干渉処理により地形の標高や変動量を求める(InSAR処理)。

ガイドラインの構成

衛星データを用いた 手法の解説

2.1 洪水・津波等による浸水被害範囲

背景と目的

(1) 背景と目的

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震による巨大津波は北海道から関東の太平洋側に突襲し、甚大な被害をもたらした。仙台平野の比較的平坦な地域では、海岸から5km以上内陸まで浸入した。リアス式海岸が連続する三陸沿岸では、浸水範囲は広くはないものの、40mを超える遡上高を記録した地域もあり、被害は湾の奥まった箇所にも集中した。

タイ国では、平成23年7月以降、3か月以上の長期にわたって洪水被害が継続し、サプライチェーンにおける東南アジア諸国への依存度が高まった我が国でも、直接的・間接的に多大な経済的被害を受けることとなった。国内においても、気候変動に起因する集中豪雨や勢力の強い台風等により、内水被害や外水氾濫による浸水被害が増加傾向にあることは周知の通りである。

発災初期の段階において、浸水の状況を精度良く把握することは、被害の全容を掴み、避難や救護・救援等の応急対策を行う際の基礎資料として重要である。また、ある一定の期間が経過してからも、浸水した地域の排水計画やごみ・瓦礫・土砂量の推計等、復旧活動を進めていく際に必要不可欠な情報である。

(2) 現状の手法と問題点

(a) 航空写真

浸水範囲を把握する手法として、まず挙げられるのが航空写真であり、垂直写真と斜め写真の2種類がある。航空機撮影は比較的機動力に優れており、発災直後の情報収集に用いられることが多く、被害の概略を早期に把握するという点では有効な手段である。ただし、浸水範囲が広域に及んだ場合は、その全容を把握するのに広範囲の撮影が必要になる。

(b) 現地調査

現地で直接浸水状況を把握する。浸水中は調査員の危険もあり、また浸水区域では避難行動や応急対策等の活動が進行中のため調査が難しい。水が引いた後に、ヒアリングや視察調査によって、浸水範囲や浸水深を確定する調査が行われることが多い。浸水範囲が広域に及ぶ場合は、調査に掛かる労力と精度が問題になる。

(c) その他

近年では、河川沿いにCCTVが設置され、洪水時の状況を映像で確認することができる。その他にも、街中に様々な目的で監視カメラが設置されており、これらのカメラ映像は浸水被害の状況を把握する際の貴重な補間情報として活用されることもある。

現状の手法と 問題点

(3) 衛星データを用いた手法の解説

(a) 概要

東日本大震災における津波浸水被害やタイ国洪水被害のよう、広域に及ぶ場合、その範囲を把握する手段として、広域を同時に観測できる衛星データは有効である。また、浸水被害が長期化したときには、一定の周期で観測する衛星データにより、浸水範囲の変化を把握することができる。

衛星データを用いて浸水範囲を把握する手法として、光学センサーによる衛星画像から、浸水域と非浸水域の色調の違いを識別して浸水範囲を把握するものがある¹⁾。しかし、内水被害や洪水氾濫は降雨に起因するものであり、浸水区域の上空は雲に覆われている可能性が高い。したがって、光学センサーの適用にあたっては制約を受けることになる。

天候に関わらず観測するためには、合成開口レーダ(SAR)の活用が必要になる。SAR画像を用いた浸水域の抽出手法として、その後方散乱強度の変化に着目した手法がある²⁾。一般に、木没した領域では、照射されたマイクロ波が鏡面反射を起こし、後方散乱強度が非常に低い領域として示されることがわかっている。これを利用して、該当する領域を水没地域として抽出するものである。次項でこの手法を解説する。

(b) 解説

ここでは、浸水前後のSAR画像の後方散乱強度を比較する手法上、浸水後のSAR画像のみで浸水域を抽出する手法を解説する。

【浸水前後のSAR画像を用いる手法（複数画像による手法）】

浸水前後のSAR画像を用いる場合の処理フローを図2.1に示す。

■ 後方散乱強度への変換

まず、浸水前後のSAR画像から後方散乱強度を求める。このとき、浸水現象以外の後方散乱強度への影響要因を同一にするため、できれば同じ観測条件による画像を揃えたい。

■ マスク処理

あらかじめ水域と利用している海城・湖沼等の範囲をマスク処理しておく。

■ 浸水前後の差分値取得

求めた後方散乱係数について、浸水前と浸水後との差分値を求める。浸水前後のSAR画像について、後方散乱係数が減少した地域を陸域から水域へと変化した範囲として抽出する。

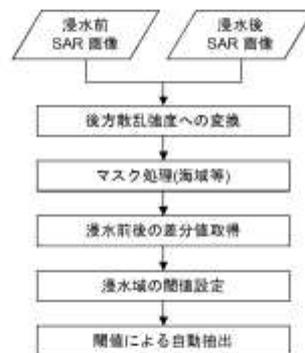


図2.1 複数画像による浸水域の抽出フロー

ガイドラインの構成

■浸水域の閾値設定

既知の浸水域において、後方散乱係数の差分値（減少量）を取得し、これを自動抽出のための閾値とする。このとき、複数地点の値から適切な閾値を設定する必要がある。

■閾値による自動抽出

設定した閾値により自動抽出を行う。

（元画像）

（取得した差分値（浸水域以外の後方散乱係数の低下要因））

（自動抽出結果）

【浸水後の SAR 画像のみを用いる手法（単画像による手法）】

浸水前後の SAR 画像を用いる場合の処理フローを図-2.2 に示す。

■後方散乱強度への変換

まず、浸水前後の SAR 画像から後方散乱強度を求める。後方散乱係数の算出については・・・

■マスク処理

あらかじめ水域と判明している海域・湖沼等の範囲をマスク処理しておく。

■浸水域の閾値設定

既知の浸水域の後方散乱係数を取得し、これを自動抽出のための閾値とする。このとき、複数地点の値から適切な閾値を設定する必要がある。また、その他の土地被覆の後方散乱係数も取得しておく。水面以外の土地被覆別の特徴を把握しておくことも、閾値設定において重要である。

■閾値による自動抽出

設定した閾値により自動抽出を行う。

（元画像）

（取得した値（浸水）

（自動抽出結果）

衛星データを用いた
手法の解説



図-2.2 単画像による浸水域の抽出フロー

(c) 使用する衛星データの条件

(d) その他

【スペckルノイズの除去】

使用する
衛星データの条件

【平滑部の除外処理】

アスファルトやグラウンド、工場の屋根等の平滑部では、水面と同じような反射特性を示し、誤抽出の要因となりやすい3)。そのため、・・・

留意事項、利活用のイメージ、
用語解説 など

【参考文献】

- 1) 中澤明寛, 山田貴之, 三好敬司, 田川雄一: 高解像度衛星による浸水域変化の早期把握と解析, 写真測量とリモートセンシング, Vol.50/No.3, pp.128-129, 2011.
- 2) 飯田洋, 渡辺信之, 佐藤潤, 小笠井衛: 高分解能 SAR を利用した災害状況把握, 国土情報誌, No.99, pp.48-56, 2002.
- 3) 吉川和男, 奥山孝史, 三立大輔, 岡島昭樹: 高分解能 X バンド SAR 衛星による東日本大震災と津波の浸水域モニタリング, 写真測量とリモートセンシング, Vol.50/No.4, pp.227-235, 2011.

参考文献