## 4.3 砂防分野

- 4.3.1 火山活動に伴う降灰状況の把握
- (1)対象領域の選定

評価対象領域は東京都伊豆諸島の三宅島である。2000年に噴火活動を再開して以来、現 在まで火山活動が続いている。このため、多くの島民の方々が本土へ一次避難を余儀なく されており、火山活動の現状把握のためにも復旧支援情報の整備が急務となっている。画 像解析に使用する衛星データは IKONOS/IKONOS-2 データであり、空間分解能は4 m である。 評価対象領域のカラ - 合成画像を図-54 に示す。



衛星名	: IKONOS	
センサ名	: IKONOS-2	
観測年月日	:2000年9月21日	
空間分解能	: 4m	
領域サイズ	:9.6km×9.6km	
		_

図-54 三宅島(Natural Color)

(2)降灰影響箇所の抽出図

#### (a) 主題図の作成手順

三宅島では、2000 年 7 月 8 日の山頂噴火に伴い、山頂部の陥没や低温火砕流が発生し、 現在も断続的な小噴火と火山ガスの放出が続いている。ここでは、火山噴火に伴う降灰の 影響箇所を抽出するため、IKONOS データを用いて三宅島の降灰影響箇所の抽出図を作成す る。降灰による影響箇所の抽出図の作成手順を図-55 に示し、以下に具体的な処理内容を 説明する。

IKONOS データの Band4(近赤外域)のデータを用いて、水域と陸域を区分した 2 値化 ファイルを作成する。

陸域を対象として、火山噴火に伴う降灰の影響箇所を抽出する。今回は、御山噴火口 周辺の裸地部の分光反射特性を把握する。

降灰の影響を受けている裸地部は、Band1(可視域の青色)とBand2(緑色)で特徴的 な反射を示すことが判ったため、それぞれのバンドで閾値を設定する。また、火山ガ スの領域が抽出されないように、Band3(可視域の赤色)とBand4(近赤外域)のそれ ぞれのバンドで閾値を設定する。

で設定した閾値に従って、画面全体で閾値の範囲内にあるデータを降灰影響のある 裸地部として抽出する。

抽出された裸地部と他の領域を2値化して降灰による影響箇所の抽出図を作成する。



図-55 降灰影響箇所の抽出図の作成手順

- (b) 成果画像から得られる所見(図-56)
  - ・火山噴火による降灰により裸地化した箇所を把握することができる。
  - ・火山ガスの部分が良好に除去されている様子が判読できる。
  - ・海岸部の砂浜の一部が抽出されている様子が判読できる。
- (c) 衛星データから作成される主題図の効用と限界
  - 主題図の効用:
  - ・Band1 と Band2 の比演算値から、流出土砂の濁度分布を詳細に把握できる。
  - 主題図の限界:
  - ・平滑化処理を施しているため、川幅の狭い河川の濁度分布を把握できない。
  - ・相対的な濁度の分布だけを表現したものであるため、衛星デ タの収集と同期して観 測された水質デ - タが必要となる。
- (d) 衛星データ利用に際しての留意点
  - ・火山の降灰による影響箇所を特定するためには、衛星データの観測時での降灰情報を 入手する必要がある。



図-56 降灰影響箇所の抽出図

4.3.2 豪雨発生直後の流出土砂の把握

# (1)対象領域の選定

評価対象領域は愛知県豊橋市の豊川河口部周辺である。この地域は、2000 年 9 月 11 日 に発生した名古屋豪雨により被害を受けた地域の 1 つである。データ観測の前日にも名古 屋市において日中降水量 42mm を記録しているため、河口から流出した土砂の状況を確認で きる。画像解析に使用する衛星データは IKONOS/IKONOS-2 データであり、空間分解能は 4 mである。評価対象領域のカラ - 合成画像を図-57 に示す。



図-57 豊川河口部周辺 (Natural Color)

- (2)豪雨発生直後の濁度分布図
- (a) 主題図作成の手順

今回は豪雨発生直後のデータを使用しているため、比演算処理を使用した流出土砂の分 布を把握することとした。濁度分布図の作成手順を図-58 に示し、以下に具体的な処理内 容を述べる。

重み付き平滑化により、水域のラインノイズや点状ノイズを除去する。

陸域のデ-タをマスクするため、 の処理を施した Band4 のデータから水域と陸域を 最も良く区分できる閾値を設定する。

流況パタ - ン図の作成に使用する比演算手法は、デ - タから抽出する情報ごとに様々 なものがあるため、単バンドの特性を把握した上で2つのバンドを選定する。ここで は、可視光線領域の2つのバンド(Band1、Band2)を用いる。

選定した2つのバンドから得られる比演算値の平均、標準偏差から、最大・最小値を 求め、ア - クタンジェント圧縮をする。

で把握した濁度分布を抽出するため、強調する値の範囲を設定する。その範囲を 10 段階程度に分割し、各段階に色彩を割り当てる。

で設定した段階をもとに各値に色彩を割り当てる。

作成した画像から水域部分における流出土砂の変化が把握できるか否かを確認する。



図-58 濁度分布図の作成手順

- (b) 成果画像から得られる所見(図-59)
  - ・河口部から観測日前日の降雨の影響により流出した土砂の濁度分布と影響範囲を視覚的に判読できる。
  - ・一級河川である豊川からは流出土砂が少ないことが判る。
  - ・梅田川、紙田川、汐川など比較的小さな河川からは流出土砂量が多いことが判る。
  - ・流出土砂の影響範囲は、三河湾の沿岸部に限られている。
- (c) 衛星データから作成される主題図の効用と限界

主題図の効用:

・Band1とBand2の比演算値から、流出土砂の濁度分布を詳細に把握できる。

## 主題図の限界:

- ・平滑化処理を施しているため、川幅の狭い河川の濁度分布を把握できない。
- ・相対的な濁度の分布だけを表現したものであるため、衛星デ タの収集と同期して観 測された水質デ - タが必要となる。
- (d) 衛星データ利用に際しての留意点
  - ・豪雨直後の画像から濁度分布図を作成する場合、流出土砂と堆積土砂の区別が重要と なる。今回は、バンド3とバンド4の比演算処理結果から閾値を設定し、2値化処理 をしている。



低

濁度

図-59 豪雨直後の濁度分布図

(3) 流出土砂の分布図

(a) 主題図作成の手順

流出土砂の影響範囲と面積を把握することは河川管理をしていく上での重要な項目の1つ である。そこで、比演算処理を用いて作成した濁度分布図から流出土砂を定量評価できる 主題図を作成する。流出土砂分布図の作成手順を図-60 に示し、以下に具体的な処理内容 を述べる。

図-58 に示した作成手順に基づき、流出土砂の濁度分布図を作成する。

- 流出土砂の有無を区分するためのランクを設定し、2値化画像を作成する。
- 2値化した流出土砂の画像と同じ領域のトゥル カラ 画像を比較し、良好な画像が 得られているか否かを確認する
- 陸域と水域を区分した2値化ファイルから水域の面積を計算する。さらに、 で作成 した流出土砂の面積も計算する。
- で作成した2値化画像をトゥルーカラ 画像にオ バ レイすることにより、流出 土砂を抽出した画像を作成する。

(b) 流出土砂面積の計算

流出土砂面積を把握するため、以下に関連する項目の計算方法と面積を示す。

全面積 =約 97.1km<sup>2</sup>

陸域面積 = 約 66.0km<sup>2</sup>

水域面積 = 約 31.1 km<sup>2</sup>

流出土砂の影響が確認できる範囲は、濁度分布図のランク4~12までである。

流出土砂面積=水域面積-(濁度分布図のランク1~3までの面積)

= 31.1 - 13.4

 $= 17.4 \text{ km}^2$ 

流出土砂の水域全体に占める割合 = 17.4 / 31.1 × 100 = 約 53%



図-60 流出土砂分布図の作成手順

- (c) 成果画像から得られる所見(図-61)
  - ・カラー合成画像(図-57)と濁度分布図(図-59)を比較すると流出土砂を目視で判読 できる範囲はランク 4~12 であることが判る。
  - ・ランク3を閾値として2値化画像を作成すると、対象領域内の水域に占める流出土砂 面積が把握できる。
- (d)衛星データ利用に際しての留意点

主題図の効用:

・豪雨により河口から流出した土砂を定量的に分析できる。

主題図の限界:

・流出土砂の影響範囲を判断する材料が少ないため、誤差を含んでいる。

・流出土砂が影響する深さまでは判らないため、流出土砂体積の計算はできない。

- (e) 流出土砂分布図作成の留意点および空間情報等に対する要求事項
  - ・濁度分布図のランク数によって土砂の流出面積の値が変化してしまうため注意が必要 である。



流出土砂の影 響がある水域 流出土砂の影 響がない水域

図-61 流出土砂の分布図

4.3.3 土石災害の現象把握

(1)評価対象領域

評価対象領域は山梨県と静岡県にまたがり、日本のほぼ中程に位置する富士山(標高 3,776m)周辺一帯である。富士山の西側斜面には面積 1 km<sup>2</sup>、延長 2km にもおよぶ大崩壊 地である大沢崩れが存在する。この崩壊地から発生する土石流はしばしば下流の富士宮市、 富士市へ災害をもたらしてきたことから、現在、大沢崩れを中心とした富士山南西山麓の 土砂災害の防災事業が展開されている。画像解析に使用する衛星データは TERRA/ASTER デ ータであり、空間分解能は 15m である。評価対象領域のカラ - 合成画像を図-62 に示す。

大沢扇状地 大沢崩れ



南西山麓野渓

: TERRA
: ASTER
:2000 年 3 月 20 日
: 15m
: 48km × 36km

図-62 富士山周辺(Natural Color)

(2) 土石流災害の現象把握を目的とした積雪分布図

(a) 主題図の作成手順

大沢崩れ等では、積雪が降雨により溶けて水分を多く含んだ液状の雪崩が発生し、これ が多量の岩塊や表土、立木を巻き込み土石流として流下することがしばしばある。これは スラッシュ雪崩(雪代)として富士山麓へ多大な被害を及ぼすものとして古くからおそれ られてきたものである。この雪代災害対策としては、災害の根元となる積雪分布を把握し て砂防施設を的確に設置することが重要である。

ここでは、土石流災害対策における支援情報として、Terra/ASTER データを用いて富士 山周辺の積雪分布図を作成する。図-63 に主題図作成の処理手順を示し、各工程の詳細を 以下に述べる。

TERRA/ASTER データの可視近赤外域データの Band2,3(空間分解能 15m)と短波長赤外域 データの Band4(空間分解能 30m)を用いてカラー合成画像を作成するために、最近離 内挿法を施して Band4 を空間分解能 15m に補間する。

で空間分解能を統一した Band2,3,4 に B,G,R の色を割り当てて図- で示すようなカラ 一合成画像を作成する。ナチュラルカラー画像では、積雪部と雲の両者とも白色で表示 されるが、上述のデータを用いることにより、積雪部は水色で表示される。

Terra/ASTER データを用いた場合、地表面の雪/氷は雲に比べて Band2 で明るく(輝度値 が高い)、band4 では暗い(輝度値が低い)といった特徴がある。この点を考慮して で 作成したカラー合成画像をもとに、Band2,4 で積雪部の閾値を設定する。

で設定した閾値に従って、画面全体で閾値の範囲内にあるデータを積雪部として抽出 する

積雪部として抽出された範囲とカラー合成画像を比較し、良好に抽出されているか確認 する。



- (b) 成果画像から得られる所見(図-64)
  - ・積雪部の位置や規模の特定が可能である。
  - ・谷に沿って存在する積雪が多数確認できる。
- (c)衛星データから作成される主題図の効用と限界

## 主題図の効用:

- ・本主題図と斜面方位図や陰影図を併用することにより、土石流対策へより付加価値の 高い支援情報として利用できる。
- ・標高データをオーバーレイして 3D 表示すると崩壊危険箇所の判読が用意になる。 主題図の限界:
- ・積雪の厚さや締固まり具合等を把握する際には踏査が必要である。
- (d) 衛星データ利用に際しての留意点
  - ・他の衛星データを用いる場合には各 Band の特性について検討する必要がある。
  - ・閾値の設定では雲を含まぬように何度も処理し直す必要がある。



had the state of t

図-64 カラー合成画像(R,G,B:4,3,2)



図-65 積雪分布図

4.3.4 地すべり地帯の現況把握

(1)評価対象領域

評価対象領域は大和川が奈良盆地から大阪平野に向かう峡谷部の右岸側斜面に位置する 亀の瀬地すべりである。この地は古くから奈良と大阪とを結ぶ交通の要衝として知られ、 現在も国道 25 号、JR 関西本線が走っており、交通上の重要な地点である。上流域の宅地 開発が著しく、下流域の産業、資産の集中も多大なことから、昭和 37 年より国土交通省(旧 建設省)直轄施工により「地すべり対策事業」が進められている。画像解析に使用する衛 星データは IKONOS-2/IKONOS データであり、空間分解能は 1m である。評価対象領域のカ ラ - 合成画像を図-66 に示す。

亀の瀬地区



1 100 200 000 400 00 1 1 1 1

大和川

衛星名	:	IKONOS
センサ名	:	IKONOS-2
観測年月日	:	2001年2月14日
空間分解能	:	1 m
領域サイズ	:	2.4km×1.8km

図-66 亀の瀬周辺(Natural Color)

(2)地すべり地帯の現状把握を目的とした地すべり防止施設の位置図

#### (a) 主題図の作成手順

亀の瀬地すべり防止区域の各所に設置された地すべり防止施設の形状や配置を把握す ることを目的に、IKONOS データからエッジ抽出画像を作成する。エッジ強調画像とは、ぼ けた線や縁をフィルタリング処理により強調した鮮鋭化した画像である。エッジ強調処理 には、ユニットオペレ-タからラプラシアンオペレ-タを引いたエッジ強調オペレ-タを 使用し、フィルタリング処理(式-5)を適用する。今回は、ウインドウサイズが3×3画 素、8方向のラプラシアンオペレ-タを使用し、ウインドウの中心画素を変換値とする手 法を適用している。

=







式-5

- (ユニットオペレ タ) (ラプラシアンオペレ タ)
  - (エッジ強調オペレ タ)

一般に、エッジ強調は、断層・リニアメント等の線状構造や、水系、稜線、農地の境界 といったエッジ部分を際立たせる機能を持ち、画質改善手法として広く適用されている。 エッジ強調画像の作成手順を図-67に示し、以下に具体的な処理内容を述べる。

IKONOS デ - 夕から対象領域を切り出す。 地すべり防止施設の多くは地中内部に埋め込 まれているため、これらの位置を把握するためには杭や集水井の頭頂部等といった地 表面に露出した施設の一部を抽出する必要がある。そこで、今回は空間分解能が1m である IKONOS データのパンシャ - プン画像を用いることとした。



図-67 エッジ強調画像の作成手順

作成するカラ - 合成画像の種類を決定し、処理に使用するバンドを選定する。ここで は、ナチュラルカラー画像に使用する Band2、Band3、Band4 を使用した。

で 選 定 した 3 バンド それ ぞれ に エッジ 強 調 オペレ - タを 使 用 したフィルタ リング処理を施す。

事前に決定した合成画像の種類に従い、エッジ強調処理が施された各バンド を R、G、B に割り当て、カラ - 合成画像を作成する。今回は、地すべり地帯 における植生域を把握するためにナチュラルカラー画像を作成する。カラ -合成画像を作成する際には、各バンドにスライス処理を施し、画像内の濃淡 が際立つようにする。

表示されたエッジ強調画像と同じ領域のナチュラルカラー画像と比較し、良好な画像が得られているか否かを確認する。

- (b)成果画像から得られる所見(図-68)
  - ・地すべり防止施設の多くは地中で機能するものが大半であり、地表面に露頭するのは 施設の一部であることが多い。このため、カラー合成画像からは施設が周辺の土地被 覆情報によりうち消されてしまい判読が困難である。しかし、エッジ強調処理を施し た画像からは、施設の形状を際だたせることができるため判読が容易になる。
  - ・Area1 からは、A ブロック抑止杭の配置状況が確認できる。また、排土工の規模も確 認できる。
  - ・Area2 では、集水井の頭頂部や、地表面に敷設された水路工の配置状況が確認できる。
  - ・AREA3 からは、斜面に沿って水路工が網の目状に配置されているのが判読できる。また、工事車両の形状も確認できる。
- (c) 衛星データから作成される主題図の効用と限界

主題図の効用:

- ・水路工や集水井の設置状況の把握に利用できる。
- ・排土工の規模を把握する際の支援情報となる。

主題図の限界:

- ・杭の頭頂部等は識別が困難である。
- ・地上に露頭した施設の一部分しか判読できないため、施工管理に利用する際には排水 トンネルエの設置状況等を記した施設位置図との併用利用が不可欠である。
- (d)衛星データ利用に際しての留意点
  - ・判読対象物が小さいため、薄雲の少ない良好な画像を選定する必要がある。
  - ・各バンドのスライス処理では、エッジ部分が強調できるように何度も繰り返し処理する必要がある。





図-68 亀の瀬地すべり周辺のエッジ抽出画像

4.3.5 時系列データを用いた斜面崩壊箇所の抽出

(1)評価対象領域

評価対象領域には、愛知県犬山市の倉曽洞地区を選定した。この領域では、平成12年 9月11日の記録的な豪雨により大規模な地すべりが発生している。崩壊発生前後におけ る全体のカラ-合成画像を図-69に示す。



図-69 犬山市の地すべり(崩壊前後:Natural Color)

(2)時系列データを用いた斜面崩壊箇所抽出図

(a) 主題図の作成手順

崖崩れのような災害に対して早期の復旧を図る際には、被害状況を即座に把握するための支援情報の整備が不可欠となる。ここでは、観測時期の異なる2つのIKONOSデータを用いて災害前後における斜面崩壊箇所の抽出図を作成する。図-70に2時期の衛星データを用いた斜面崩壊箇所抽出図の作成手順を示し、以下に具体的な処理内容を述べる。

時期の異なる衛星データは衛星軌道の違いやプラットフォームの姿勢変化の影響を 受けて画像間にずれが生じている。このため2時期のデータ間で変化箇所を抽出する 処理では、不動箇所を定義して画像間の位置合わせを行う必要がある。今回は2時期 間が2ヶ月弱と非常に近いことから道路を不動とみなして、位置合わせを実施した。 斜面崩壊箇所は樹木等が滑り落ちてしまっていることから裸地となっている場合が 多い。そこで植生活性度が著しく低下している箇所を斜面崩壊箇所として特定するこ とを目的に で位置合わせをした両者の画像から植生指標画像を作成する。

で作成した2時期の植生指標画像間で植生がなくなっている箇所(裸地部)を斜面 崩壊箇所として抽出する。

で抽出した斜面崩壊箇所の情報をカラー合成画像へオーバーレイして斜面崩壊箇 所抽出図作成する。

作成した画像が崩壊箇所を抽出できているかを確認する。うまく抽出できていない時 は へもどり2時期の植生指標画像間での抽出作業をやり直す。

(b) 成果画像から得られる所見(図-71)

・倉曽洞区域内の斜面崩壊箇所が判読できる。この崩壊地は人家に直接影響することか ら災害関連緊急急斜地崩壊対策事業により、早期復旧が図られている。

・犬山市の広い地域にわたり大規模な斜面崩壊が発生していることが確認できる。

(c)衛星データから作成される主題図の効用と限界

主題図の効用:

・空間分解能が高いため、斜面崩壊の位置や規模を把握することができる。



図-70 崩壊危険個所抽出図の作成手順

- ・広域な範囲を対象に崩壊地の分布状況を同時に評価できることから、復旧作業の優先 順位をつける等といった防災復旧計画時の有効な支援情報となる。
- 主題図の限界:
- ・位置精度が保証されていないディジタルジオ画像のため、崩壊地の規模や位置等の正 確な情報を読み取ることができない。
- (d) 衛星データ利用に際しての留意点
  - ・崩壊地の抽出画像はあくまでも支援情報であるため、現地の詳細情報(樹種、土壌、 地形分類、表層地質等)が無いと解釈が難しい。
  - ・位置精度が保証されるオルソ画像を利用すれば、崩壊地の規模や位置のずれなどの情 報を得ることができる。

倉曽洞区域内崩壊箇所(災害関連緊急急斜地崩壊対策事業対象)



## 図-71 崩壊箇所抽出図