

1. 概要

従来から地すべりの発生危険度を解析していく場合、数量化理論などを適用していくことが多い。数量化理論を適用する場合、その前段階として地すべり発生に大きく関与している素因情報を得るために、空中写真判読や地形計測など人手のかかる作業が必要となる。また、発生危険度の分級結果を出力するには、通常数回にわたる数量化計算の繰り返しや、この計算結果を基にした定性的、経験的な判断による分級基準の作成なども必要になってくるが、数量化解析の場合、方法論的には客観性の高い結果が得られたとしても、即時性に乏しい。これに比べて、画像データベースを用いた解析では、数量化理論による解析ほどの客観性は保ち得ないが、即時性が高く、何よりも視覚に訴えて解析結果をモニターできるといった利点がある。地すべりの発生は、降雨などの誘因を除けば、地形、地質、植被などの個々の素因が相互関連し、これらの素因がトータルな形でバランスを失ったときにおこると考えられる。したがって、その危険度分級は、地形、地質、傾斜、土地利用などの多次元にもわたる情報から分析していくことが肝要であろう。このような意味から地すべり発生に関する各種情報の画像データベース構築とそれぞれの素因同士のオーバーレイ処理が有効となる。

本文は、地すべりの発生素因となる各種情報の画像データベースを構築し、これを用いて、北松地すべり地帯を事例とした地すべり発生危険度分級について報告するものである。

2. 画像データベースとその利用性

地すべりの発生危険度分級においては、前記したように各種の土地条件を加味し、多次元で総合的な観点からの分級・評価が必要となる。そのためには、発生素因情報の体系的な整備が前提となる。地すべりの発生素因情報を体系的に整備し、迅速にしかも視覚的に分りやすい形で分級結果を提供していくためには、画像データベース構築がきわめて有効である。ここで言う画像データベースは、地すべりの発生に関連する大量の素因情報を画像情報としてとらえ、これらの画像情報を入力・蓄積・編集・管理でき、さらに画像情報同士の重ね合わせ処理による分級などを行なうことのできるものである(図-1)。

地すべりの発生危険素因の画像データベース化を図ることによって、次のような利点が生まれる。

(1) 土地条件に関する情報の効率的運用が図れる点

地すべりの発生に関与する素因や危険度分級などの土地条件情報の効率的な運用を図ることが容易となる。加えて土地条件情報の管理・操作機能を高めることによって、土地条件情報の有効利用が図れる。

(2) 分級結果をビジュアルに見やすく表現できる点

地すべりの発生に関与する素因をデータベース化し、ユーザーがシステムと対話しながら利用でき、その結果をビジュアルに表現でき、分りやすい。

(3) 素因情報の収集・保管・提供の一元化が可能となる点

地すべりの発生素因となる各種情報(基礎調査図)の収集・保管の統一性と一元化を図り、危険度分級に必要な各種情報を迅速にユーザーへ提供できることが可能となる。

(4) 多次元な視点から危険度分級が実施できる点

危険度分級解析には、素因情報の入力・管理と地理情報システム(GIS)機能による情報の重ね合わせ処理ができ、多次元で総合的な視点から分級を行なうことができる。

(5) 情報の更新と変更・追加がきわめて容易にできる点

地すべりの発生素因となる各種情報の更新と変更・追加がきわめて容易に実行できる。

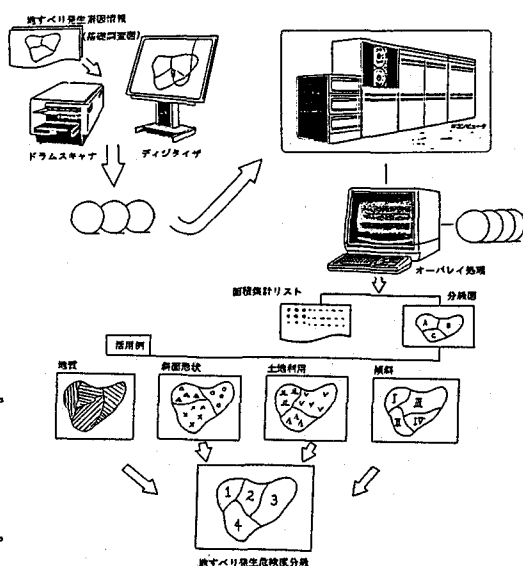


図-1 地すべり発生危険度分級のための画像データベースの概念

3. 北松地すべり地帯を例とした発生危険度分級の試み

3-1. 解析地域の概要

長崎県北部から佐賀県北西部にかけての北松(浦)地域は、わが国でも有数な地すべり地帯である。北松地域の基盤は、主として新第三紀中新世の佐世保層群の上に松浦玄武岩類がのっているのが典型である。地形的には平坦な玄武岩溶岩台地から形成されている。解析地域は、佐賀県と長崎県との県境をなす鳥帽子岳(597m)～国見山(776m)～八天岳(707m)に至る間の脊梁を中心とし、東西約13km、南北約13kmの範囲を対象とした。この地域は、写真-1に示すように大小さまざまな地すべりが分布しており、滑落崖が明瞭なものがほとんどである。

3-2. 解析方法

図-2には、解析フローチャートを示す。

(1) 既往地すべりの素因情報の収集

画像データベースを用いた解析では、前記したように佐賀県と長崎県の県境を中心とする約13km×13kmの範囲内に分布する既往地すべりを対象とした。一方、数量化解析では、この範囲を包含する広域にわたって分布する既往地すべり(470ヶ所)を対象とした。これらの地すべりに関する資料を収集し、各地すべりの素因情報を読取り、地すべりの発生素因情報図を作成した。

(2) 各素因情報の入力とデジタル・データ化

地すべりの素因分析結果をもとに、各素因情報図をディジタイザやドラムスキャナーを用いて、デジタル・データに変換した。

(3) LANDSAT TMデータによる土地被覆分類

LANDSAT TMデータ(1984年5月22日観測)を用い、最尤法による土地被覆分類を実施した。土地被覆分類は、水域・森林・水田・畑地・果樹園・市街地などに区分した。

(4) 画像データベースの構築

LANDSAT TMデータによる土地被覆分類結果および地質・傾斜・斜面平面形・斜面縦断形・斜面方位・断層からの距離などの素因について、1画素25m×25mの画像データベースを構築した。

(5) 画像のオーバーレイ処理による地すべり発生危険度分級

画像データベースの素因情報を用い、画像同士のオーバーレイ処理により、既往地すべりの分布とその素因との関連性を分析した。この分析結果に基づき、地すべり発生危険度分級のための分級基準を作成した。画像データベースと分級基準から、解析地域の地すべり発生危険度を分級した。

(6) 数量化解析と画像データベースを用いた地すべり発生危険度分級

解析地域を包含する広域に分布する地すべり470箇所について、各素因情報図との対応を検討し、数量化解析のための基礎データを整備した。数量化解析による各アイテム、カテゴリーに対応するレンジ、ウェイトに基づき、地すべりと素因との関連性を検討し、発生危険度を分級するための分級基準を作成した。この分

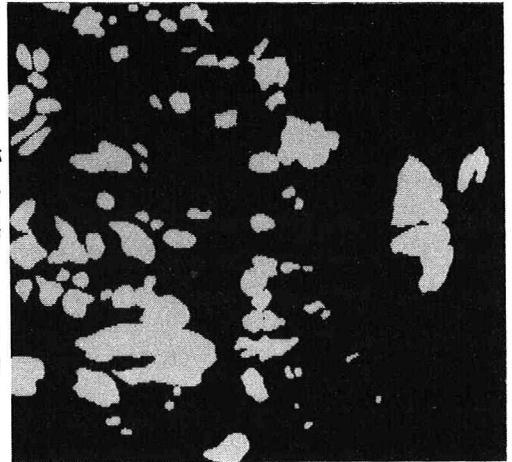


写真-1 地すべり分布現況図

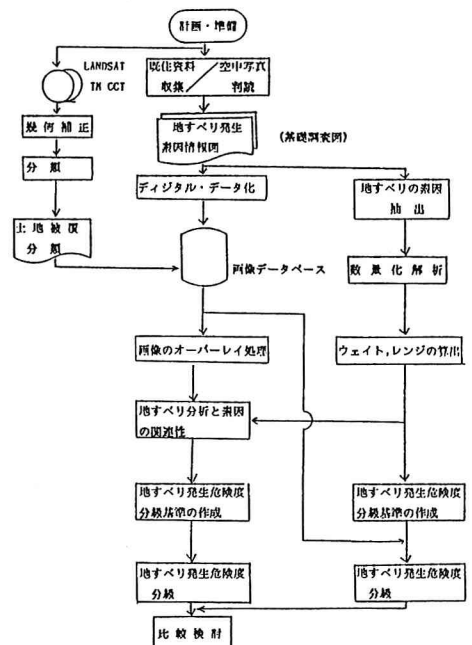


図-2 解析方法

級基準と画像データベースを用いて、地すべりの発生危険度を分級した。

(7) 比較検討

(5) および (6) の解析結果を比較照合し、本解析手法の妥当性を検討した。

3-3. 解析結果

3-3-1. 地すべり発生に素因分析

表-1には、数量化解析による各アイテム、カテゴリーのレンジ、ウェイトと、画像データベースを用いた解析による地すべり分布と各素因との対象を面積率に換算したものを示す。写真-2～3には、地すべり分布と素因情報をオーバーレイ処理した結果を示す。

- (1) 地質と地すべり分布をみると、砂岩・頁岩及び玄武岩が地すべり地の90%以上を占めている。数量化では洪積層、花こう岩などと地すべり地の関連が高い。
- (2) 傾斜と地すべり分布では、11～20°の区間に地すべり地の集中がみられる。数量化では、15°を境にして急傾斜地と地すべり地の関連が高い。
- (3) 斜面平面形と地すべり分布については、複合型が約半分の面積を占めている。数量化においては、複合型と地すべりの関連性は見い出せず、直線型、谷型などとの関連が高い。
- (4) 傾斜縦断形と地すべり分布の関連では、直線型の斜面への地すべり地の集中がみられる。数量化によると、凸型斜面との関連が高い。
- (5) 斜面方位と地すべり分布では、南-西方向に分布する傾向がある。数量化においては、特に際立った傾向はみられない。
- (6) 断層からの距離と地すべり分布については、際立った関連性はみられない。数量化によると、約4kmを境にして断層に近い地域との関連性がみられた。
- (7) 土地利用と地すべり分布の関連性では、森林が面積の半分を占め、水田、果樹園が各々約20%程度を占めている。数量化では、水田、畑地との関連性が高い。

表-1 素因分析結果一覧

アイテム	カテゴリー	数量化解析*		画像データベース**
		レンジ	ウェイト	
地質	沖積層	7.65	-0.38	0.7
	砂岩・頁岩		-0.84	3.5
	砂岩・頁岩		0.13	50.1
	凝灰角礫岩		-0.22	3.7
	石英粗面岩		0.81	-
	安山岩		0.10	0.0
	玄武岩		0.42	41.6
	花崗岩		-0.48	-
	閃緑岩		-0.35	-
	流紋岩		-0.10	0.4
傾斜	片岩	2.30	-0.11	0.0
	5°以下		0.27	2.7
	6°～10°		0.39	17.1
	11°～15°		0.31	27.1
	16°～20°		-0.67	24.1
	21°～25°		-1.13	14.8
	26°～30°		-1.21	9.6
	31°～35°		-1.17	3.7
	36°～40°		-1.91	0.6
	41°		-0.47	0.1
斜面平面形	直線型	0.37	-0.23	20.8
	谷型		-0.17	5.2
	複合型		0.10	9.4
	複合型		0.14	45.7
斜面縦断形	直線型	0.35	-0.21	15.9
	凸型		-0.14	8.6
	複合型		0.11	20.3
	凹型		-0.03	24.5
斜面方位	直線型	0.17	-0.01	46.6
	N		-0.04	9.8
	NE		0.04	16.8
	E		-0.05	11.5
	SE		0.04	5.4
	S		0.09	13.7
	SW		-0.05	14.2
	W		0.06	22.8
断層からの距離	NW		-0.06	5.8
	1km以下	2.40	-0.06	23.0
	1.1～1.5		-0.17	17.1
	1.6～2.0		-0.06	16.6
	2.1～2.5		-0.09	14.9
土地利用	2.6km以上		-0.09	28.4
	水田	1.25	-0.80	22.3
	畑地		-0.37	3.9
	果樹園		0.06	21.2
	市街地		0.43	0.2
	森林		0.45	52.4

* 解析領域を含む広範囲を対象
** 解析領域のみを対象

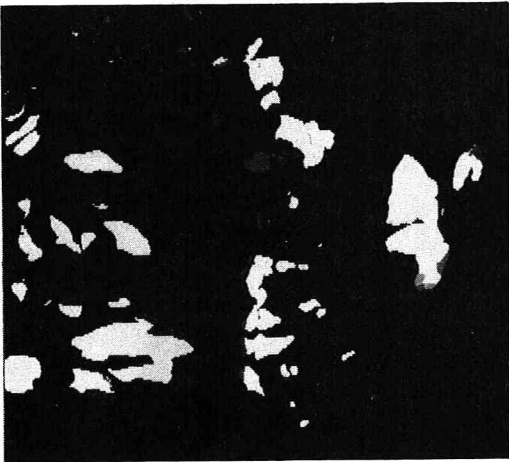


写真-2 地すべり分布と地質のオーバーレイ

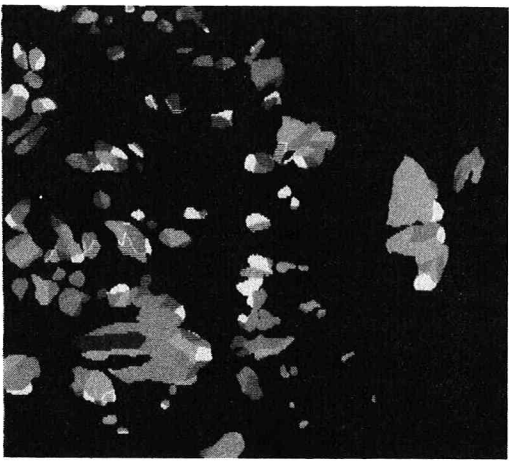


写真-3 地すべり分布と傾斜のオーバーレイ

3-3-2. 地すべり発生危険度分級

前述の素因分析結果を踏まえ、各カテゴリーに対する重みづけを行ない、画像データベース解析により、地すべり危険度分級画像を作成した。危険度分級は、数量化、画像データベース解析の各々について行ない、両者の結果を比較検討した。写真-4～5に地すべり発生危険度分級結果を示す。数量化による結果では、解析領域中央部の地すべりは良くとらえているが、西部、東部においては一致度が低い。広範囲からのデータを適用したためであると思われる。画像データベース解析においては、中央部、南東部に一部誤分級が見られるが、全体としては非常に一致度が高い。危険度が高い地域と、やや高い地域を合わせると、現況地すべり地の70%近くに達する。

4. 結論および今後の課題

本文は、数量化と画像データベース解析という二手法を用い、きわめてマクロ的な視点から、地すべり危険度分級を行ない、両者の妥当性、適用性を比較検討したものである。今回の解析結果では、精度面で数量化以上のものを得ており、画像データベース解析の有効性を示すことができた。表-2に両手法の比較検討結果を示す。今後の課題として、空中写真判読を利用したよりミクロな調査への応用、数量化解析との、より有機的な結合をはかることなどが挙げられる。



写真-4 地すべり危険度分級結果
(数量化解析による)

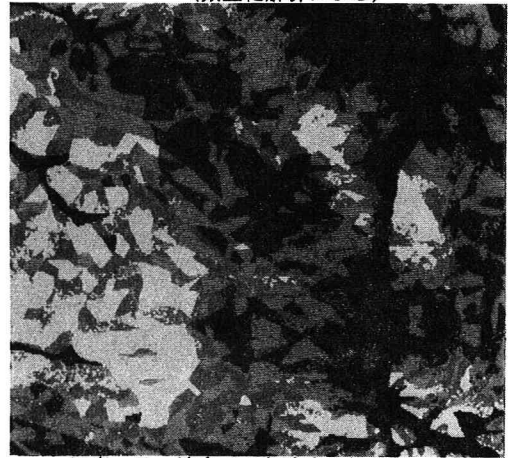


写真-5 地すべり危険度分級結果
(画像データベースによる)

参考文献

- (1) 後藤・瀬戸島 (1985. 6)
山岳道路建設のための地形・地質
調査における航空機データの活用
土木学会論文集第358号/Ⅲ-3
- (2) 後藤・瀬戸島・岡崎 (1985. 6)
リモートセンシングによる斜面
崩壊発生地点の予測手法
土質工学会論文集 vo.125, vo.2
- (3) 瀬戸島・赤松 (1985.10)
イメージ・オーバーレイ処理による
崩壊危険度分級の試み
ー長野県王滝村大規模災害を事例
としてー
土木学会シンポジウム

表-2 数量化と画像データベース解析の比較

項目	数 量 化	画像データベース解析
即時性	データ収集、検討に時間要。	即時に対応可能。 (災害時など)
処理の 複雑さ	複雑。専門的な知識を要する。	比較的単純な処理が多い。
処理量	繰り返し計算が必要なため、 膨大。	計算内容が単純なため、計算 処理そのものは少量。
対話性	ブラックボックス的な処理。 あまり介入できない。	解析結果を常に見ながら、定 性的判断が可能。
客観性	人手の介入があまり無いため 高い。	定性的判断が入る分、やや劣 る。
システム	一般的な計算機システムを使 用。汎用性あり。	画像処理専用システムが必要。 特定用途向き。