# 衛星画像を利用した斜面崩壊予測に関する研究

九州電力株式会社総合研究所 正会員 〇芦田 広喜

> 正会員 江藤 芳武

# 1 はじめに

わが国では、地震や集中豪雨による斜面崩壊やがけ崩れ、土石流による土砂災害が過去 5 年(H14~H18) の平均で約1,200件/年発生<sup>(1)</sup>している.特にH17年台風14号では耳川水系でも斜面崩壊が多数発生し,河 道閉塞や貯水池への多量の土砂流入など甚大な被害を受けていることから、発・変・送設備や発電運用に対 するリスク管理として斜面崩壊懸念箇所を特定、把握することが肝要である.このような背景を踏まえ、本 稿では、あるダム上流域を対象として実施した斜面崩壊予測および崩壊地の特徴について報告する.

## 2 斜面崩壊予測

予測手法は、対象エリアが広域(約 415km<sup>2</sup>)であることから数量化理 論(数量化Ⅱ類)を用いた統計的手法による斜面崩壊予測を行った. 予測に関する基本的なフローは図-1のとおりである.なお、予測の実 施にあたり、検証エリア(約18km<sup>2</sup>)を設け予測を行った.

2.1 解析単位

尾根線と谷線とで囲まれる単一斜面(以下,斜面ユニットという,図・2参照)を解析 単位とした.斜面ユニットの作成は DEM (Digital Elevation Model; 数値標高デー タ)と GIS(Geographic Information System;地理情報システム)の水理解析機能を用 いて自動作成した.検証エリアの斜面ユニット数は917ユニットあるため、1ユニッ トあたりの面積は約 0.02km<sup>2</sup>/ユニットとなる.

## 2.2 素因の選定

予測に使用する素因データの選定にあたっては、既往 研究事例におけるデータの利用状況を参考として、斜面 崩壊への影響度や、GIS データとしての構築化の可否, 並びに現地試験や現地調査を必要とせずにデータ取得が 可能であるものとした.使用した素因を表-1に示す.

#### 2.3 崩壊地の抽出

崩壊地は、衛星画像(名称: SPOT5, 分解能 2.5m)とG I S を利用し、 画像を目視で判読して抽出した.撮影時期はH16年5月,H16年10 月,H18年2月の3時期のものを使用した.崩壊規模としては、画像 の分解能が 2.5mであるため、結果として最小約 100~200m<sup>2</sup>程度の 崩壊規模から抽出可能であった.なお,抽出結果を基に現地調査を行 った結果,ほぼ的確に抽出が出来ていた.

#### 3 崩壊地の特徴

当流域(415km)での崩壊数は約2,200箇所あり、その崩壊地と 各素因の分析をした.特徴的なものを図-4~図-8に示す.崩壊規模

(図・4) は、1,000 m<sup>2</sup>未満の崩壊が66%、2,000 m<sup>2</sup>未満では87%であ り比較的小規模なものが多い. 傾斜方向(図-5)では、崩壊数、崩壊

密度とともに南東〜東方向が最も多く、その反対方向の北西〜西では少ない。当流域の地質は四万十層群で

キーワード:衛星画像,斜面崩壊予測,GIS 連絡先:〒815-8520 福岡市南区塩原 2-1-47 TEL 092(541)2910 FAX092(551)1583





表-1 統計予測に使用した素因

地形条件		地質条件	地表条件
標高	起伏量	地 質	土壤
地形傾斜角	谷密度	受け盤・流れ盤	土地利用
傾斜方向	地形分類	基盤面構造	植生指標※
斜面の縦断形状	遷急線		
斜面高さ			

※ 植物の葉の量(生育状況)等の植生情報を定量的に表す指標 であり, 主として, 森林地帯とそれ以外(≒裸地)との区分が 可能であり、赤外バンドを持つ衛星画像から算出できる.



あるため、一般的に北西が流れ盤となり反対の南東が受け盤となるが、受け盤となる南東斜面の崩壊が多く 分布する.通常,流れ盤斜面で崩壊が発生しやすいと思われるが,傾斜方向と地形傾斜角との関係(図-6) から、受け盤斜面は流れ盤斜面より地形傾斜角が高いため、地層基盤の面構造より地形傾斜角が高いほど崩 壊への影響度が大きい事が推察される.なお、地形傾斜角(図-7)では25°~50°の傾斜を有している斜面 で崩壊が多く、約90%を占める.以上のことから、当流域では基盤上に堆積した崖錐や表層の強風化部での 崩壊が多数発生していると考えられる.



4 数量化 II 類による予測結果

予測においては、H16.5、H16.10に撮影された衛星画像から抽出し た崩壊地データと素因を用いて数量化Ⅱ類を行い、斜面ユニット毎の 崩壊の可能性をミニマックス判別(2)により評価した.結果を図-9、表-2 に示す.

表-2 数量化Ⅱ類による予測結果

全ユニット数		917		
未崩壊率	86.9%	797		
崩壊率	13.1%	120		
正解率(①)	89.2%	107		
不正解率(②)	10.8%	13		
※数字は斜面ユニット数				

②は評価区分と対応

## 5 予測結果の検証

予測結果の検証は、H18.2 撮影の衛星画像から 16.10 以 降に発生した新規崩壊地を抽 出して行った.結果は図-9,

表-3に示す. ①的中斜面と③危険斜面として判定された斜面ユ ニット内での新規崩壊地の分布率(的中率)は約78%であった. なお、本成果を全流域に展開(支流毎に4分割)した結果の正解率 は約70%前後,またH18.2 で確認した崩壊での的中率は,流域 ※数字は斜面ユニット数 間で差はあるものの約80~60%の結果が得られた.

200 100 0  $\begin{array}{c} 0 & < 5 \\ 5 & < 10 \\ 1 & 5 \\ 2 & < 10 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 & < 2 \\ 2 &$ 図-7 崩壊地と地形傾斜角の関係 予測結果評価区分

➡ 崩壊密度(箇所/km<sup>2</sup>)

。 (m×/占则) 5

①正解	斜面 実	際に崩壊	しており	,予測結	i果からも
	崩	裏すると	判定され:	た斜面ユ	ニット
2 不正知	解斜面 実	際は崩壊	している	が,予測	結果から
	崩:	裏しない	と判断さ;	れた斜面	コニット
③危険	斜面 現 素[ 高	状では崩 因を有し い斜面ユ	壊してい ており, 丿 ニット	ないが, 崩壊する	<ol> <li>①と同じ</li> <li>可能性が</li> </ol>
<ol> <li>④ 安定組</li> </ol>	斗面 現:	状で崩壊	しておら <sup>、</sup>	ず,予測	結果から
	崩:	裏の可能	性が低い	斜面ユニ	ット

図-8 予測結果

凡例 崩壊地データ

H18年2月

H16年5月, 10月

表-3 予測結果の検証(H16.10~H18.2 崩壊発生分)

新規崩壊発生ユニット数	—	9
的中斜面(①+③)	77.8%	7
安定斜面(④)	22.2%	2

600

500

• 400

**鰲**300

①,③,④は評価区分と対応

# 6 おわりに

今回,統計的手法による斜面崩壊予測において比較的高い予測精度が得られたが、本成果は定性的な評価 であるため斜面ユニット毎の危険度が曖昧である. 今後は, 予測結果で正解斜面や危険斜面と判定された箇 所の定量的な危険度評価を検討し,設備の保全管理や運用支援の面で万全を期すこととしたい.

参考文献: (1) 国土交通省砂防部ホームページ <u>http://www.mlit.go.jp/river/sabo/</u>

(2) 大林成行, 実務者のためのリモートセンシング, pp.224-225,1995