

## 岩手県総合雪崩対策調査 概要

### 1. 業務目的

岩手県内には表1に示すように平成12年度調査において危険箇所Ⅰ、Ⅱ、Ⅲが合計907箇所設定されている。このうち、ハード・ソフト対策など何らかの事業を実施する場合の採択基準に適合する人家5戸以上の危険箇所Ⅰは176箇所である。さらに、危険箇所Ⅰの中で比較的危険性が高い危険度A、Bは35箇所である。ただし、この危険度は雪崩発生区における危険度でありAは発生確率が30～50%程度、Bは発生確率が10～30%程度、Cは発生確率が10%未満、Dは総合判定得点が19以下の斜面で発生確率は0%である。

危険箇所Ⅰの中でも雪崩発生危険度が比較的に高いA、Bと判定された箇所を対象に雪崩危険度・シミュレーションなどの詳細な解析を行い、これら危険箇所の実質的な雪崩危険性を判定した上で、ハード・ソフト一体となった総合的な雪崩対策に関する調査・検討を行い、今後の事業計画を検討した。ただし、県内において特に積雪深が多く雪崩危険性がより高いと思われる北上地方振興局管内については危険度にかかわらず、危険箇所Ⅰすべてを対象とした。北上地方振興局以外の地域については危険箇所Ⅰのうち危険度A、Bを対象とした。表2に示すように平成15年度は北上地方振興局管内の21箇所（A、B、Cを含む箇所）、平成16年度は北上地方振興局管内の1箇所を含む県内全域の治山対応等を除く未対策の20箇所（A、B箇所）を対象とした。

### 2. 業務内容（図1調査フロー参照）

#### (1) 航空写真図化

対象とする危険箇所の縮尺1/2,500の図化を行い、地形図を作成し雪崩シミュレーション、雪崩危険区域の設定に用いた。

#### (2) 現地調査

##### ① 地形・植生状況等の把握

危険度ランクA、Bのうち未対策箇所を対象に、地形、植生、斜面状況、雪崩経歴等を調査した。

##### ② 雪崩経路等の把握

危険箇所の発生区～走路～堆積区～人家・集落の植生分布図を作成し、想定される雪崩の発生場所、走路、堆積区を推定した。

#### (3) 雪崩危険区域設定・評価

##### ① 雪崩危険度の評価

東北新幹線盛岡・青森間の調査手法を応用し、岩手県地方の雪崩特性を考慮した基準を用いて危険箇所の雪崩危険度再評価を行った。具体的には、各危険箇所の雪崩想定斜面における発生危険度と発生区から走路、堆積区、人家に至る地形・植生条件から推定される雪崩到達危険度をそれぞれ $P=f(\text{傾斜, 植生, 積雪深})$ 、 $Q=f(\text{経$

表1 岩手県内の雪崩危険箇所数

(平成12年度雪崩危険箇所点検結果)

	A	B	C	D	合計
Ⅰ	7	28	81	60	176
Ⅱ	1	240	83	387	711
Ⅲ	—	—	—	—	20
合計	8	268	164	447	907

表2 詳細調査を実施した箇所数

振興局	A	B	C	D	合計
北上	4	4	13	—	21
上記以外	3	16	—	—	19

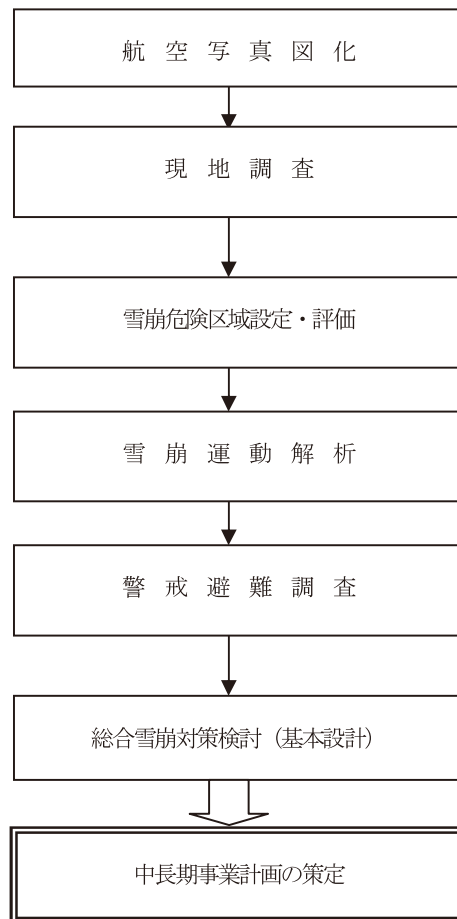


図1 調査フロー

路斜距離、落差)として確率評価し、その積によって得られる確率D(%)を雪崩危険度と定義する評価手法を導入した。

②既存対策施設の効果検証

道路脇の防護フェンスや砂防ダムなど本来は雪崩対策が目的ではない構造物について、対雪崩効果が期待できるか検討し、期待できる場合にはその程度を検証した。フェンスは雪崩予防効果、砂防ダムは雪崩阻止効果(経路の傾斜緩和効果など)を考慮した。

(4) 雪崩運動解析

崖など急傾斜箇所の斜面上の雪崩発生層厚を物理的なシミュレーションによって評価した結果雪崩層厚は30cm程度となり、発生層厚条件設定の参考とした。さらに、斜面下部に河川などの障害物がある場合の雪崩速度減衰効果を考慮して従来用いられてきたVoellmyモデルの改良手法を検討し、雪崩到達範囲を評価した。

(5) 警戒避難調査

岩手県内の雪崩発生事例を収集・分析し、雪崩発生前後の気圧配置や積雪深、降雪量、気温等の変化を分析し、雪崩発生に関する注意、警戒、避難の3段階の基準を検討して、警戒避難体制を検討した。検討の結果、表3に示す雪崩警戒避難基準を設定した。

(6) 総合雪崩対策検討(基本設計)

①雪崩危険区域図の作成

ゾーニング等の結果を図示して図2の雪崩危険区域図を作成した。雪崩危険区域図には人家・集落配置、既存対策施設、現況植生、想定される雪崩発生区、走路、堆積区、人家・集落への影響範囲、想定される被害程度等を示した。

②ハード・ソフト両面からの総合雪崩対策の検討

箇所によって一律にハード・ソフト対策を適用することができないケースも想定され、そのような状況を考慮して各箇所における最適な雪崩対策のあり方を総合的に検討した。結果は表4に示した。

(7) 中期事業計画の策定

(1)~(7)までの検討結果を踏まえて、施設未対策箇所についてハード・ソフト対策を踏まえた事業優先度を評価した。現段階ではいずれの箇所もハード対策は不要であり、斜面監視、周知・啓発活動などソフト対策による事業計画を策定した。

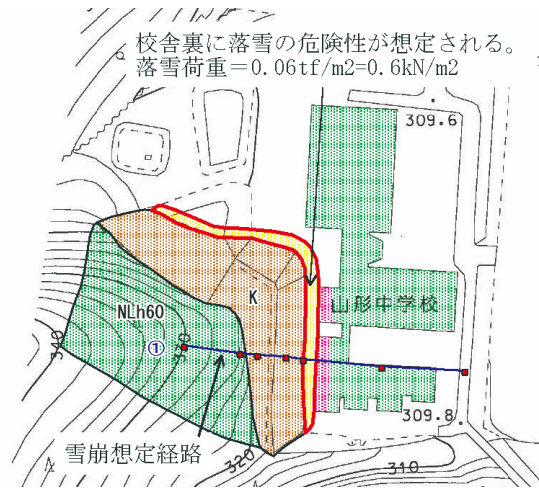


図2 雪崩危険区域図の例

表3 岩手県における雪崩警戒

注意	山間部(南西部)	冬型の気圧配置が4日以上継続する場合
	平野部	低気圧通過に伴うまとまった降雪が予想される場合
警戒	注意の基準を満たし、かつ以下の条件を満たす場合	
	・24時間の降雪の深さ40cm以上	
避難	積雪安定度	斜面40°におけるSIの計算値が1.5を下回る場合

表4 総合雪崩対策における対応策一覧

危険箇所状況	対応策		該当危険箇所
	ハード (優先順位)	ソフト	
I. 危険度が高く、早急に対策が必要な箇所	A	ゾーニング図作成、斜面監視、警戒避難体制の整備	無し
II. 急崖などからの落雪、小規模雪崩の恐れはあるものの保全対象を破壊するほどではない。しかし、冬期の斜面裾への立ち入りは危険である	状況の変化に応じて対応を検討すればよい。現状では対策は不要である。	ゾーニング図作成 周知啓発(民家など個別に山側窓の補強など自助努力を促す) 看板などの設置	I-013, 031, 050, 105, 162(16年度調査) I-169(15年度調査)
III. 現有植生により危険度は低く、現状では対策は不要な箇所	—	斜面監視(植生変化のモニター; 伐採、自然劣化等雪崩発生に寄与する変化を監視する)	I-003, 038, 043, 053, 061, 070, 093, 114, 121, 123, 144(16年度調査) I-131, 147, 154, 158, 165, 170, 171(15年度調査)
IV. 危険度評価やシミュレーションにより保全対象まで雪崩危険性が及ばないと考えられる箇所	—	一般的な周知啓発	I-005, 059, 065, 090(16年度調査) I-155, 159, 161, 166(15年度調査)
V. 対策概成箇所	—	斜面監視; 植生変化のモニター(伐採、自然劣化等雪崩発生に影響する変化を監視する)	I-148, 149, 150, 156, 157, 160, 163, 164(15年度調査)

## 1. 調査の概要

平成16年7月13日に発生した集中豪雨により、新潟県では膨大な被害が発生した。

本調査は、土砂災害において人的被害を軽減することを目的として、被災住民及び市町村防災担当職員にアンケート調査等を実施し、ソフト対策に関して顕在化する問題点への対応方針等を検討した。

## 2. 調査及び検討方法

今後の対応方針に具体性・地域性を持たせるため、統計的な解析を主とするアンケートではなく、課題等に対してより具体的な内容等を調査するヒアリングにより問題点・課題等の調査を行い、今後、避難促進等が促せる情報伝達内容・手法等のソフト対策実施の方策等を整理することとした。

調査対象は、平成16年7月13日から14日にかけての豪雨により、土砂災害被害が多発した三島郡4町村の防災担当者及び直接被害を受けた地域住民とした。

■調査対象地区：①三島郡三島町（現長岡市）、②三島郡与板町、③三島郡出雲崎町、④三島郡和島村

## 3. 調査結果

別紙に、三島郡三島町（現長岡市）を例とし、調査結果に基づき、降雨状況とそれに対する公共機関及び住民の動きを示した。

## 4. 対応方針

調査結果より、土砂災害時における情報伝達・警戒避難の具体的な対応方針を整理した。

### 1) 土砂災害に対する情報伝達

- ① PUSH型（強制的な音声による防災無線等）情報発信のための対策検討
- ② 情報発信の敏速性も含めて、範囲を限定し、かつ精度の高い気象情報の発信のための検討
- ③ 今後の降雨量が想定できる表現手法の検討、過去の災害（降雨）を事例にした表現手法の検討
- ④ 具体的かつ敏速な避難勧告・指示発令のための基準マニュアル（案）の検討（発令しやすい避難勧告の基準・連絡体制。ただし、「空振り」に対する対応方針を整理し、地域住民に理解を得ておくことが重要）

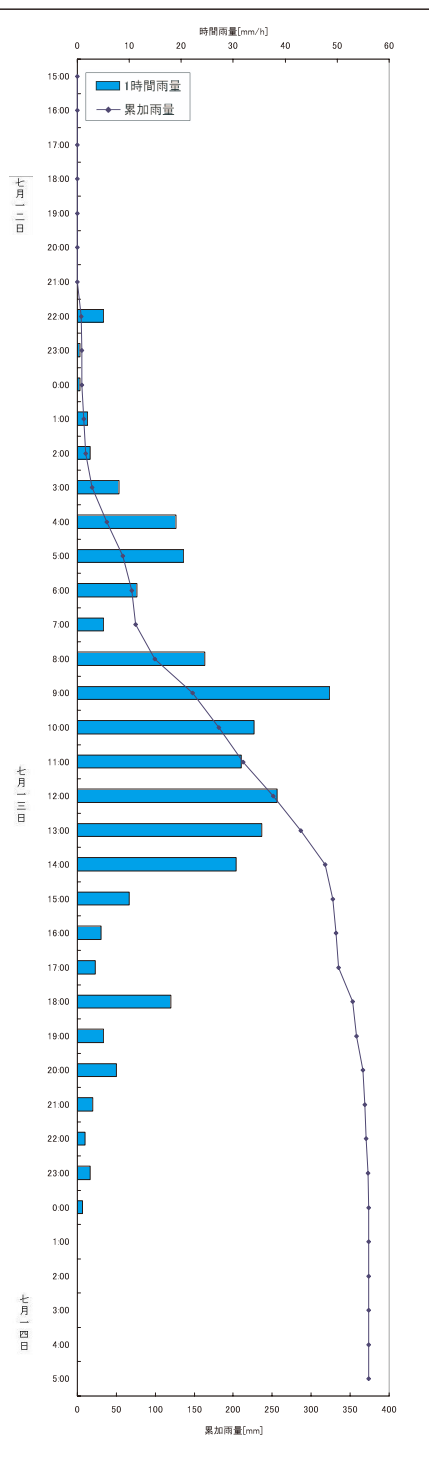
### 2) 住民の早期避難を促すソフト対策

- ① 地域のコミュニティ作りと公的機関との連絡体制の整備
- ② 地域コミュニティを単位とした土砂災害防災情報に関する周知・啓発
  - 土砂災害危険箇所情報の提供方法の検討
  - 住民主導による避難方法の検討とその補助
  - 7.13豪雨災害等の教訓を活かした避難判断基準の整理と防災学習会の実施
    - 7.13新潟豪雨・土砂災害の教訓集の作成と配布
    - 被災経験者による講演
    - 具体的な災害対応事例の紹介

別紙 降雨状況表(三島町)

※調査対象者氏名は伏せていたため非表示。

時刻	気象予警報 (長岡地域)	県の対応	役場の対応	ヒアリング調査結果					氏名・地区名	被害状況	避難	避難指示	土砂移動現象	前兆現象
				(藤川地区)	(逆谷地区)	(上条地区)	(中永地区)	(蓮花寺地区)						
				自宅被害なし	自宅被害なし	自宅被害なし	家屋一部損壊	自宅被害なし						
				避難していない	避難した	避難していない	避難していない	避難した						
				防災無線	役場から受けなかったが、地域の農家組合長と協議し、集落センターに対策本部を設置した。その後各家に口頭で連絡した。	受けなかった	受けなかった	防災無線						
				がけ崩れ・浸水被害	地すべり・がけ崩れ・河川氾濫	がけ崩れ	がけ崩れ・浸水被害	がけ崩れ						
15:00														
16:00														
17:00	大雨注意報、雷注意報、洪水注意報(17:07)													
18:00														
19:00														
20:00														
21:00														
22:00														
23:00														
0:00														
1:00														
2:00														
3:00														
4:00	大雨注意報、雷注意報、洪水注意報(4:37)		協野町雨水ポンプ場運転開始(4:50)											
5:00														
6:00	大雨警報、洪水警報、雷注意報(6:29)		パトロール実施、河川異常出水確認(6:00)											
7:00														
8:00	大雨警報、洪水警報、雷注意報(8:21)		警戒対策本部設置(8:30)	各地でがけ崩れ(時間不明)	集落センターへ行く(8:00)	各地でがけ崩れ(時間不明)	人家裏から出水(8:30ごろ)	土砂崩れ発生(8:30~8:35ごろ)						
9:00			協野町に自主避難を指示(8:06)		崩壊発生(1回目、9:30ごろ)			土のう積、土砂の除去を実施						
10:00		新潟県梅田前線暴雨災害警戒本部設置(10:30)	災害対策本部設置(10:30)、協野町に避難勧告発令、各地区に自主避難呼びかけ(10:43)	役場より自主避難要請、見回りの実施(10:00ごろ)	崩壊発生(2回目)、河川が閉塞、役場と消防に連絡(10:00ごろ)	自治防災会議、避難前解散(11:30ごろ)	周辺の家庭で浸水被害(10:00ごろ)	大きな崩壊が発生、役場より自主避難要請(10:00ごろ)						
11:00	大雨警報、洪水警報、雷注意報(11:30)													
12:00			黒川…水防活動開始(12:00)		各世帯への見回りを実施			法華寺が土砂崩れにより狭く(12:45ごろ)						
13:00				各地で崩れ、みし原の上流、青蓮との合流点で一部浸水(13:00ごろ)		地区内の見回り開始(13:00ごろ)								
14:00			中条・大野地区等に自主避難を指示(14:04)					法華寺が崩壊(15:00ごろ)						
15:00	大雨警報、洪水警報、雷注意報(15:55)					公民館へ避難誘導(15:00ごろ)		集落センターから大杉公園建物へ避難(15:00ごろ)						
16:00		新潟県7.13梅雨前線暴雨災害対策本部設置(16:20)	中山間地方面パトロール(16:00)、避難勧告解除(16:30)											
17:00														
18:00														
19:00														
20:00														
21:00														
22:00														
23:00														
0:00														
1:00														
2:00														
3:00														
4:00														
5:00														
6:00	大雨警報、洪水警報、雷注意報(6:06)													
7:00			災害対策本部は7/14の18:20に解散											





調査機関名 和歌山県県土整備部河川・下水道局砂防課

## 1. はじめに

和歌山県南部に位置する田辺市本宮町の大日山（標高 369m）において、平成 15 年 8 月 9 日未明の台風 10 号に伴う豪雨により、山頂部付近を頭部とする長さ 340m、幅 150m の地すべりが活発に活動を始めため、現在、排土工法を主体とした地すべり対策事業を実施している。

当該箇所は、平成 16 年 7 月 7 日にユネスコ世界遺産登録がなされた「紀伊山地の霊場と参詣道」のうち本宮地区の霊場に隣接しており、世界遺産から容易に視認することができるため、対策事業後は本来の植生を回復し、優れた景観を復元する必要がある。このため、学識経験者及び地元有識者から構成される「本宮地区地すべり対策景観検討委員会」を通じ、景観保全計画の検討を行ったものである。

図－1 位置図



## 2. 景観保全の基本方針

景観面、防災面、施工・経済面、生態系面の 4 点について課題及び留意事項を抽出し、これらの事項を踏まえつつ、また「地すべり地」という特殊要因を考慮し、下記 3 項目を基本方針とした。

### ① 防災最優先

人命及び財産を地すべりから守ることが最も重要であり、防災面への対応を最優先する。

### ② 表土の積極的な活用

この地域の本来の植生を回復させることが重要であり、自然の有する再生力を活かして植生の遷移に委ねる「自己復元緑化」の考え方にに基づき、種子や樹木の生長に有用な微生物及び養分が多く含まれている表土の積極的な活用を図る。

### ③ 斜面と小段の位置づけ

斜面（法面）については、排土後の斜面状況を勘案し、必要な部分については基盤層を確保して、自然の遷移による植生の回復に努める。小段については、小規模な客土であれば斜面安定性に大きな支障がないため、植生基盤材として表土を用いた客土を実施するとともに、必要に応じて播種及び稚樹の植栽に取り組む。

表－1 景観検討上の主要な課題

区分	課題
景観面	<ul style="list-style-type: none"> <li>地すべり対策工（排土工）の施工後は、中硬岩の岩盤が露出する大規模な切土法面が発生し、周辺の山林の景観になじまないおそれがある。</li> <li>地すべり対策事業箇所は、世界遺産等から視認できるため、景観を早期に回復させることが望ましい。</li> </ul>
防災面	<ul style="list-style-type: none"> <li>地すべり対策事業箇所は、歴史的に多数の地すべり被害が発生した場所であり、早期の地すべり対策が必要である。</li> <li>地すべり対策工における排土量は、防災上必要な量として決定された量である。このため、景観面・生態系面への配慮から排土後に客土を行うことは、防災面とトレードオフの関係になる。</li> </ul>
施工面 経済面	<ul style="list-style-type: none"> <li>景観及び生態系の回復を自然の遷移に依存する場合には、コストはほとんどかからない。</li> <li>早期の回復を目指して緑化を行う場合には、緑化の程度に応じてコストがかかる。また、高所の岩盤斜面であるため、施工性も良くない。</li> </ul>
生態系面	<ul style="list-style-type: none"> <li>植物生態学観点からは、この地域に元々ある植物（常緑広葉樹（主としてシイ・カシ類））を戻すことが最も良い。</li> <li>シイ・カシ類の種子（ドングリ）は、播種しないと自然には定着しにくい。</li> </ul>

### 3. 復元の目標とする将来の景観及び緑化工法

基本方針を踏まえ作成した将来の景観のイメージは図-2 のとおりとする。自然の再生力を活かし植生の遷移に委ね、本来の植生（シイ・カシ類の常緑広葉樹林）を回復させるため、復元には相当の時間を要すると考えられるが、時間の経過とともに周辺景観に馴染むものとする。

【排土直後の景観イメージ】

【復元の目標とする景観イメージ】

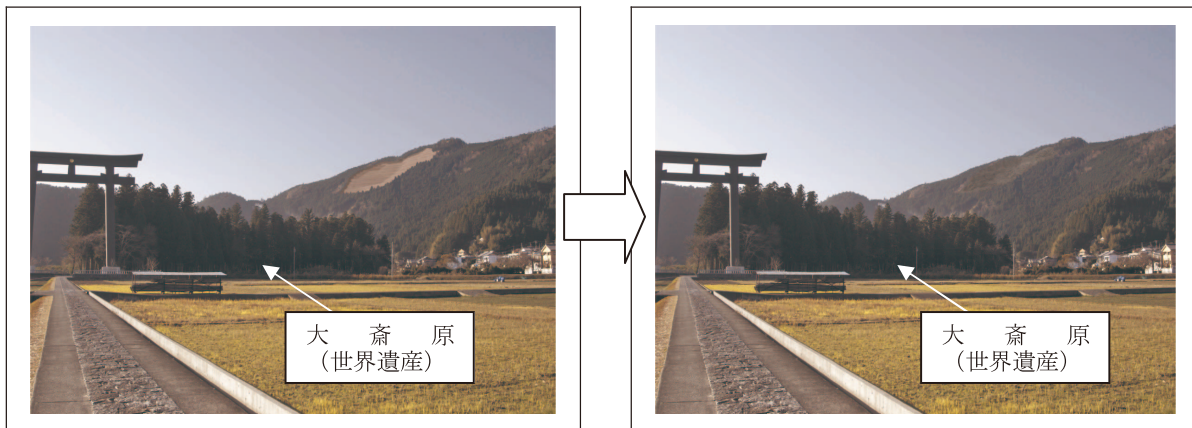


図-2 目標とする将来の景観（イメージ）

緑化工法については、事業箇所の地質が岩質であり、植物が生育しない可能性があるため、排土工実施により発生する表土（以下客土という）を仮置きし、排土後再び現場内に戻す

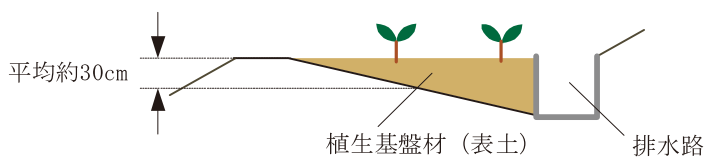


図-2 基盤材の流出防止策（イメージ図）

ことにより、植生基盤材とすると同時に、表土中の種子が発芽することによる緑化が期待できると考える。但し、客土については防災面より、必要最小限（平均厚さ 30cm）を戻すものとする。また、流出を防止するため、図-3 のような対策を講じる。

### 4. 景観保全計画の推進方策

情報発信・広報等を行い、自治体、NPO、地域住民等が緑化活動（播種、稚樹の植栽）及び維持管理活動に積極的に参加できるような体制を構築する。また、専門家等によるモニタリング調査を行い、必要に応じて目標とする植生に誘導・管理を行う。（図-3）

### 5. おわりに

当該地区における景観保全計画の特徴は下記の3点である。

- ①現地で発生する土（表土）を積極的に利用する。
- ②地域ぐるみで植物（郷土種）の種を採取し、播種もしくは植栽する。
- ③モニタリング及び維持管理を行い、その結果を踏まえて適切な種の植栽及び維持管理を行う。

謝辞；検討にあたりご指導を頂いた「本宮地区地すべり対策景観検討委員会」の委員の方々に紙面を借りて御礼を申し上げます。

### 参考文献；

- ・竹林征三：緑友 特別寄稿 『大地の緑化』と『人体の皮膚』-風土工学・自己復元緑化原理-



図-3 推進方策（イメージ図）

## 「愛媛県土砂・流木災害対策検討委員会」検討結果について

愛媛県土木部河川港湾局砂防課

### 1. 目的

平成 16 年度愛媛県を襲来した 8 月 18 日の台風 15 号を始めとする一連の台風では、東予東部地域を中心に土砂・流木災害が多発し、尊い人命が多数失われた。これらの災害においては、土砂の流出に加えて多量の流木が発生・流出し、家屋等を直接破壊するとともに、下流河川の橋梁などにせき止められ、洪水流が氾濫し、被害を増大・助長させた例が多数見られた。

今後これらの土砂・流木災害に適切に対応していくためには、従来の土砂災害対策だけではなく、森林管理から道路・橋梁などの河川横断構造物まで総合的に検討を加えることが重要となる。

そのため、愛媛県では、「愛媛県土砂・流木災害対策検討委員会」を設置し、一連の台風における土砂・流木災害の発生原因・発生機構及びその対策について今後の復旧・予防対策に反映するため、災害の素因・誘因や災害発生原因を究明し、砂防えん堤や溪流保全工等の砂防施設によるハード対策や警戒・避難等のソフト対策について検討を行った。

### 2. 方法

愛媛県土砂・流木災害対策検討委員会委員（敬称略）：

委員長：鈴木 幸一	愛媛大学工学部教授（工学部長）
委員：有村 孝一	林野庁四国森林管理局愛媛森林管理署長
江崎 次夫	愛媛大学農学部教授
戎 信宏	愛媛大学農学部助教授
高橋 治郎	愛媛大学教育学部教授
長井 隆幸	国土交通省四国地方整備局四国山地砂防事務所長
西本 晴男	独立行政法人土木研究所土砂管理研究グループ長
松浦 純生	独立行政法人森林総合研究所水土保全研究領域チーム長
矢田部 龍一	愛媛大学工学部教授

委員会の検討経過：H16. 10. 14 日（準備会議）～H17. 3. 16（第 3 回委員会）

### 3. 検討結果（愛媛県土砂・流木災害対策検討委員会報告書概要版より）

#### 1. 16 年土砂・流木災害の概要

- (1) 5 つの台風（15, 16, 18, 21, 23 号）による連続した豪雨が約 2 ヶ月間に集中（8 月 17 日～10 月 20 日）
- (2) 空中写真判読した新居浜市～西条市で、一連の台風により 2,000 箇所を越える崩壊地が発生
- (3) 台風 15 号により土石流が発生した新居浜市では、その後の台風により崩壊地が拡大
- (4) 東予東部地域における土石流発生溪流（災害報告）
  - 台風 15 号：新居浜市東北部の丘陵地で土石流が集中的に発生（23 溪流）
  - 台風 21 号：四国中央市から西条市にかけて広い範囲で土石流が発生（49 溪流）
  - 台風 23 号：新居浜市東北部の丘陵地の一部で土石流発生（3 溪流）

#### 2. 原因

##### (1) 素因

- ① 脆弱な地質構造と急峻な地形
- ② 山裾や谷出口における住宅地利用

③ 土砂・流木災害を生じやすい植生

- ・スギ・ヒノキ林の多くが30～40年生以下の若齢林で、間伐等の遅れで過密状態
- ・和泉層群（新居浜市東部の丘陵地等）からなる丘陵地のオンツツジ-アカマツ群落が松くい虫被害により衰退

(2) 誘因

- ① 5つの台風（15, 16, 18, 21, 23号）による連続した豪雨が約2ヶ月間に集中
- ② 気象庁新居浜、三島、富郷観測所では、過去30年間の年平均降水量を超過

3. 災害の特徴

- ① 和泉層群の分布地域では比較的規模の小さい崩壊が極めて高密度で発生
- ② 概ね松山自動車道以南の三波川変成岩類が分布する地域では規模のやや大きい崩壊が和泉層群より疎に発生
- ③ 山腹斜面の崩壊により立木が流木化。さらに、土石流の流下に伴い、溪岸侵食により大量の流木が発生。発生流木量は、全国における既往の流木災害のうち、流木発生量の多い事例と同程度
- ④ 山腹崩壊による流木量に比べて土石流の流下に伴う溪岸侵食により発生した流木量が多い。

4. 今後行われるべき対策

- ・河川流域における土砂・流木災害対策の検討にあたっては、流域全体を視野に入れ森林整備、治山事業、砂防事業、河川事業等間での連携・調整を強化する。

(1) 土砂・流木発生源対策

- ① 早期の山腹工や谷止工等の施工により斜面崩壊跡地及び山脚の安定化を図る。
- ② 過密林分・松くい虫被害跡林分に対する早期な森林整備を実施する。
- ③ 長伐期施業ならびに複層林化を目指した適切な森林管理を推進する。
- ④ 山腹崩壊による人家等への影響の高い森林について、緊急的に強度な本数調整伐や簡易木柵工の設置等を行う。

(2) 土砂・流木流送区間における対策

- ① 溪流の荒廃状況や社会的影響等を考慮し、優先度の高い溪流から砂防えん堤等の整備を推進する。
- ② 砂防えん堤等の整備にあたっては、流木の捕捉効果の高い砂防えん堤の採用やコスト縮減などにも考慮する。
- ③ 河川横断構造物の設置にあたっては、十分に桁下空間や河積を確保するよう努める。

(3) 警戒避難体制の強化

- ① 県は「災害危険箇所総括図」を作成するとともに、これを基に市町が作成する住民向け「総合防災マップ」に対して、必要な支援を行う。
- ② 避難路及び避難場所の見直しを行い、安全な避難へ向けた整備を行う。
- ③ 住民の事前避難を促すために、「土砂災害警戒情報」の伝達・提供、「洪水予報の指定」及び「洪水予報の発表」を行う。
- ④ 災害関連情報の提供にあたっては、受け手にとって「わかりやすい情報」とするよう努める。
- ⑤ 土砂災害防止法に基づく「土砂災害警戒区域等」の指定を進め、警戒避難体制の整備や宅地開発等の規制を行う。



# 包絡分析法 (DEA) を利用した土砂災害危険箇所の優先順位の設定検討

## 1. はじめに

現在、土砂災害の対策施設の整備率は約 20%<sup>1)</sup>と非常に低く、整備率の向上は防災計画の 1 つの課題である。しかし、危険箇所は年々増加傾向にあること、多額の予算と時間が必要とから、効率的な施設整備計画の設定が必要とされている。

また、最近施行された土砂災害防止法による土砂災害警戒区域等の指定に当たっては、山口県内に広く分布する土砂災害危険箇所 22 千箇所について、如何に効率的に施行するかについて、広く県民の合意を得ながら進める必要がある。特に基礎調査、区域指定に当たっての優先順位については、その客観的合理性が強く求められているところである。

この問題を解決する手法として、包絡分析法(Data Envelopment Analysis:以下 DEA)を用いて客観的な施設整備計画を設定することが提案されている<sup>2)</sup>。しかし、DEA は相対的な解析手法であるため、土砂災害危険箇所のように評価対象が多数存在するようなデータには不向きであるといえる (以下大規模問題)。そこで、本研究では DEA の大規模問題を解決し、それを用いた順位設定手法に関しての検討を行った。

## 2. DEA の基本概念

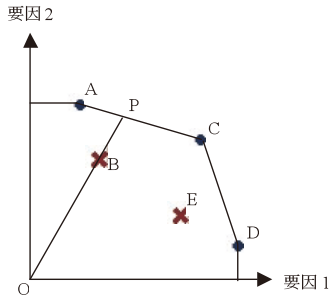
DEA は、解析する各事業体 (Decision Making Unit:以下 DMU)の比率尺度が最大となるように各項目に対して最適な重み付けを行い、相対的効率性を測定する手法である<sup>3)</sup>。比率尺度が大きい DMU ほど効率的であり、

図-1 効率的フロンティアの例

## 3. DEA の大規模問題の解消

DEA は相対的な解析手法であるため、取り扱うデータ量が莫大にある場合、莫大な解析時間を要することとなる。この問題を解消するため、効率的フロンティアの特性を利用した分割計算モデルを提案する (図-2)。

効率的フロンティア上に位置するデータは、非効率データよりも優位なデータである。この特性より、最も優位なデータは分割しても必ず優位になり、優位なデータを再評価することで最も優位なデータ (フロンティアのデータ) を特定することができる。DEA はフロンティアが特定できれば、他のデータの評価は分割計算で行うことできる。

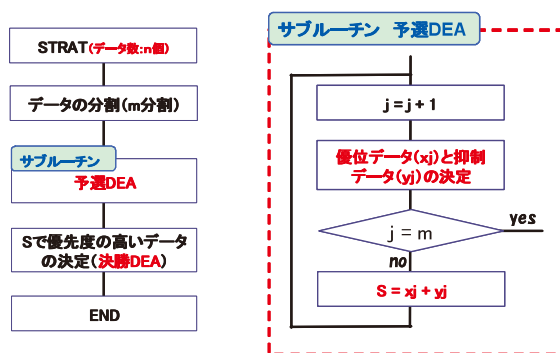


図-2 予選-決勝モデルのフロー

## 4. 山口県を対象とした実施例

### 4.1. 使用データおよび使用要因

山口県内の土砂災害危険箇所に対し優先順位を設定すると共に、設定した箇所毎の優先順位を踏まえた市町村の優先順位の設定を行う。順位設定に用いる要因は、危険箇所の調査カルテから表-1 に示す要因を抽出した。

表-1 使用要因と選定理由

要因	選定理由
危険度	危険性が高い箇所は優先的に整備を行う必要がある。また、危険度の高い箇所は災害履歴などから住民要望が高いと考えられる。
人家戸数	被災時に人的被害が大きくなり、社会的影響も大きくなると推測される。
公共施設数	普段から住民が集う可能性が高く、被災時に人的被害が大きくなる可能性が高い。
災害時要支援者施設数	土砂災害発生時に非難行動を行うことが困難であり、被災時に人的被害が大きくなる可能性が高い。



## 4.2. 急傾斜地危険箇所順位の設定

箇所毎の順位は、超領域限定 CCR モデルを使用し、領域限定量は要因に関わらず全て 5%とし順位設定を行った。設定した急傾斜地危険箇所順位を表-2 に示す。

急傾斜地危険箇所の場合、極端に規模が多い箇所は少ないが、それでも人家が 200 件近く存在する箇所も上位に確認できる。なお、1 位と 2 位の箇所は公共施設と災害関連弱者施設が特に多い箇所、他の箇所も保全対象が平均を遥かに上回る。また、領域限定 5%を使用したことで、人家戸数が最も多いことが評価され限定無しで 1 位であった ID951 の順位は抑制されている。同様に、1 つの要因のみ値が大きい他の箇所の順位も抑制されており、危険性と保全項目の両面を考慮した順位を設定した。

## 4.3. 施設整備計画の設定

設定した危険箇所順位を利用して、山口県内の市町村の優先順位の設定を行った。順位の設定は、上位 10% までの箇所に 10 点、20% までの箇所に 9 点・・・100% までの箇所に 1 点を配点し、市町村毎に合計点を集計することにより、市町村の災害対策必要性を災害種別毎に点数評価した。さらに、全ての災害を考慮するため、地すべり対策順位、がけ崩れ対策順位（自然斜面、人工斜面）、土石流対策順位を要因とし、超領域限定 CCR モデル限定量 5%を使用した施設整備の優先計画の設定を行う。設定した順位の一部を表-3 に示す。

総合土砂災害対策順位は、下関市が 1 位となるほか、徳山市（現周南市）、岩国市など県内の主要都市の順位が高い結果となった。なお、地すべりで 1 位となる油谷町においては、他の災害対策順位が低いこと、総合順位は 10 位以下となる。上位の市町村の特徴は、どの災害形態に関しても対策順位が高いことが上げられ、優先度が高い重要な都市である。

## 5. おわりに

本検討では、DEA の大規模規模問題を解消する予選-決勝モデルを使用することで、評価対象が多数存在する土砂災害危険箇所においても客観的に施設整備計画を策定した。以下に本検討で得られた主要な結論を列記する。

- 1) 本検討で提案する順位設定手法を用いて、客観的な危険箇所毎の順位の設定を行った。
- 2) 箇所毎の設定順位を踏まえた施設整備の優先順位設定を行い、下関市、徳山市（現周南市）、岩国市において優先度が高いという結果を得た。

## 参考文献

- 1) 土砂災害防止法令の解説－土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策推進に関する法律－：社団法人全国治水砂防協会，2003
- 2) 海原 荘一，荒川 雅生，佐藤 丈晴，中山 弘隆，古川 浩平：包絡分析法を用いた客観的な急傾斜地崩壊対策施設整備優先順位設定法，砂防学会誌，Vol. 57, No. 2, p39-47, 2004
- 3) Charnes, A., Coopers W. W., Rhodes, E. : "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", European Journal of Operational Research, 2, p. 429-444, 1978.

表-2 山口県内の急傾斜地危険箇所順位

ID	都道府県内 箇所番号	郡市	町村	危険度	人家戸数	公共 施設数	災害時 要支援者 施設数	決定順位
106	201 I 0116	下関市	下関市	1.74857	43	4	2	1
2528	328 I 0051	玖珂郡	美川町	1.58126	62	4	2	2
31	201 I 0032	下関市	下関市	1.73598	25	3	2	3
2166	303 I 0003	大島郡	東和町	1.71675	38	4	1	4
1522	208 I 0126	岩国市	岩国市	1.53516	28	3	2	5
122	201 I 0137	下関市	下関市	1.78533	4	0	2	6
1020	204 I 0020	萩市	萩市	1.80482	168	1	0	7
951	203 I 0136	山口市	山口市	1.62265	209	0	0	8
218	201 I 0259	下関市	下関市	1.71635	90	2	0	9
1799	211 I 0002	長門市	長門市	1.63309	56	2	1	10
3191	462 I 0002	美祿郡	秋芳町	1.46922	5	0	0	3524
875	203 I 0060	山口市	山口市	1.46635	5	0	0	3525
1188	205 I 0087	徳山市	徳山市	1.46080	5	0	0	3526
2631	341 I 0043	熊毛郡	上関町	1.44746	5	0	0	3527
1945	212 I 0133	柳井市	柳井市	1.44192	5	0	0	3528
1218	205 I 0117	徳山市	徳山市	1.44118	5	0	0	3529
1845	211 I 0053	長門市	長門市	1.43931	5	0	0	3530
2185	303 I 0026	大島郡	東和町	1.43737	5	0	0	3531
1198	205 I 0097	徳山市	徳山市	1.43586	5	0	0	3532
2696	344 I 0002	熊毛郡	平生町	1.43275	5	0	0	3533

表-3 総合対策順位

ID	土木事務所	市町村	急傾斜地 危険箇所 (自然)	急傾斜地 危険箇所 (人工)	土石流 危険渓流	地すべり 危険箇所	総合順位
41	下関土木	下関市	1	1	8	3	1
20	徳山土木	徳山市	6	15	2	2	2
5	岩国土木	岩国市	2	2	1	9	3
26	防府土木	防府市	11	5	4	7	4
28	山口土木	山口市	4	7	3	14	5
50	萩土木	萩市	3	18	7	21	6
21	徳山土木	下松市	13	4	13	20	7
14	柳井土木	柳井市	18	17	16	8	8
34	宇部土木	宇部市	9	3	51	10	9
9	岩国土木	錦町	15	-	6	6	10

\*ハッチング部 5 位以内

## 集水井による排除地下水の有効利用について～排除地下水を利用したマイクロ水力発電～

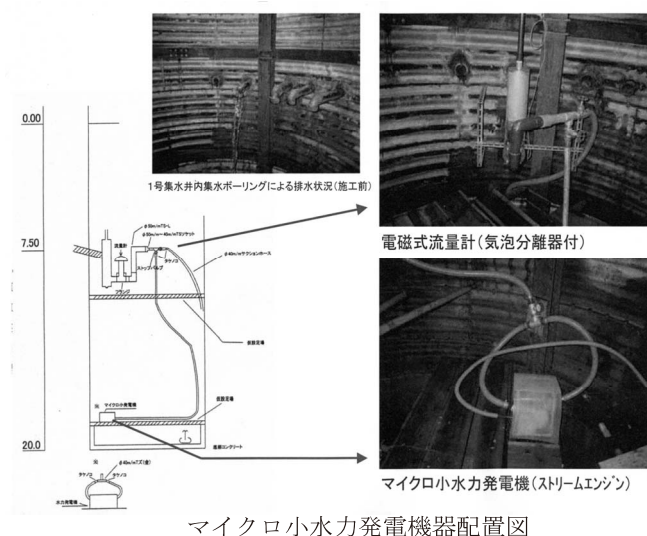
### 1. 調査の目的

地すべり地においては、地すべり工法として地すべりの誘因となる地下水を排除することにより地すべり活動を抑制する工法が用いられています。従来の地すべり事業では、この排除された地下水は、整備された流路工から速やかに地すべり地外へと排出されており、地域内で有効な利用はあまり行われていませんでした。そこで、地すべり地における地下水をより有効に利用するために、既設集水井内の集水ボーリングから排除される地下水の水量と落差を利用してマイクロ水力発電機による発電を行い、現地観測機器への電源として利用することを計画しました。今回の調査では、実際に発電機の稼働状況の実証並びに発電量の調査を行うことを目的としています。

### 2. 調査の方法

調査地については、高知市の西方約 25km 地点にある高岡郡越知町谷ノ内地すべり地を調査対象としています。当地すべりは、一級河川仁淀川水系谷の内川の上流右岸に位置し、昭和 33 年に地すべり防止区域に指定され、平成 13 年の追加指定を含めると、防止区域の指定面積は 131.21ha となっています。また、地すべりの概要については、現在想定されている地すべりブロックは、幅約 400m、奥行き 1,200m にも達しており、地すべりの平均層厚は約 60m と深く、場所によってはすべり面が 100m を超えるところも存在し、規模が大きいといわれる四国の破碎帯地すべりの中でも最大の規模となっています。

調査の方法は、昭和 54 年に施工された 1 号集水井内部の集水ボーリングより排除された地下水をパイプラインにより経由させ、特殊ノズルを通過して、更に加速させることで水車（タービン）を回し、その軸に結合しているマイクロ発電機を回転させることで発電を行い、その発電量を現地で観測しています。また、発電量と流量の関係を求めるために集水ボーリングの孔口には電磁式流量計を設置して、発電量と流量の相関関係を調査するようにしています。



### 3. 調査の結果

調査の結果については、設置したのが平成 17 年 3 月の渇水期にもかかわらず、毎分 30 ℓ の流量に対して約 20 ℓ の発電量を確認することができ、また、この発電量は現地の観測機器へ十分な電力を供給することが可能であることも確認できました。今後の調査については、年間を通じて安定した電力供給が可能であるか検証を行う必要があります、また長期的な維持管理についての調査も進めていきたいと思っています。