

Ⅱ. 平成 21 年度に実施した砂防調査の概要

Ⅱ.1 各機関の代表的な調査の概要

【国土交通省】

（北海道開発局）

石狩川上流砂防事業の内 砂防区域表層崩壊危険度評価検討業務 (旭川建設部)
大規模土砂災害危機管理計画検討業務 (札幌開発建設部)
十勝川直轄砂防事業の内砂防施設に係る小水力発電可能性調査検討業務 (帯広開発建設部)
樽前山緊急減災対策検討業務 (室蘭開発建設部)

（東北地方整備局）

立谷沢川流域外水と緑の溪流づくり調査 (新庄河川事務所)
阿武隈川水系土砂災害検討業務 (福島河川国道事務所)
栗駒山系深層崩壊危険箇所検討業務 (岩手河川国道事務所)
栗駒山系迫川流域状況調査 (北上川下流河川事務所)

（関東地方整備局）

H21 関東地整管内における大規模土砂災害の危機管理体制の業務 (利根川水系砂防事務所)
H21 鬼怒川流域総合土砂モニタリング業務 (日光砂防事務所)
H21 渡良瀬川流域土砂動態調査検討業務 (渡良瀬川河川事務所)
H21 深層崩壊斜面調査業務 (富士川砂防事務所)

（北陸地方整備局）

奈川流域里山砂防モデル事業検討業務 (松本砂防事務所)
姫川流域航空レーザー計測業務概要 (松本砂防事務所)
湯沢砂防事務所管内既設魚道機能調査検討業務 (湯沢砂防事務所)
常願寺川水と緑の溪流づくり調査業務 (外来植物対策効果調査) (立山砂防事務所)
手取川上流部掃流砂量調査解析業務 (金沢河川国道事務所)
手取川上流域監視システム改良業務 (金沢河川国道事務所)
焼岳火山噴火緊急減災対策砂防計画検討業務 (神通川水系砂防事務所)
黒部川上流域崩壊状況調査業務 (黒部河川事務所)
土石流危険溪流基礎調査及び砂防施設点検業務委託 (飯豊山系砂防事務所)
水と緑の溪流づくり調査業務 (飯豊山系砂防事務所)
平成 21 年度 阿賀野川水系砂防事業検討業務 (阿賀野川河川事務所)
平成 21 年度 阿賀野川水系砂防管内猛禽類調査業務 (阿賀野川河川事務所)
平成 21 年度 滝坂地すべり対策検討業務 (阿賀野川河川事務所)

（中部地方整備局）

遠山川における新たな砂防施設整備の試み
(設計 VE による新たな砂防工法の発案と水理実験) (天竜川上流河川事務所)
平成 21 年度 安倍川総合土砂管理計画検討業務 (静岡河川事務所)
平成 21 年度 御嶽山火山噴火緊急減災対策砂防計画検討業務 (多治見砂防国道事務所)

平成 21 年度 越美山系砂防流砂量観測施設検討業務 (越美山系砂防事務所)
平成 21 年度 富士山大沢川源頭域崩壊特性調査業務 (富士砂防事務所)
平成 21 年度 狩野川砂防情報機器整備計画策定業務 (沼津河川国道事務所)

(近畿地方整備局)

六甲山系砂防堰堤老朽化調査業務 (六甲砂防事務所)
大規模災害危険度調査業務 (六甲砂防事務所)
六甲山系斜面崩壊観測施設計画・設置業務 (六甲砂防事務所)
六甲山系降雨・土砂災害等監視強化策定業務 (六甲砂防事務所)
六甲山系航空レーザ測量データ解析・活用業務 (六甲砂防事務所)
六甲山系警戒避難システム技術検証業務 (六甲砂防事務所)
瀬田川砂防 GIS システム整備業務 (琵琶湖河川事務所)
瀬田川砂防管内他航空レーザ測量業務 (琵琶湖河川事務所)
瀬田川歴史的砂防施設広報資料作成業務 (琵琶湖河川事務所)
木津川上流砂防管内の流送土砂に関する調査 (木津川上流河川事務所)
真名川砂防融雪土砂流域調査業務 (福井河川国道事務所)
平成 21 年度 亀の瀬地すべり管理手法策定業務 (大和川河川事務所)
平成 21 年度 亀の瀬地すべり挙動解析検討業務 (大和川河川事務所)

(中国地方整備局)

天神川砂防自然環境調査業務 (倉吉河川国道事務所)
広島西部山系小規模崩壊対応型施設検討業務 (太田川河川事務所)
広島西部山系砂防堰堤工事発生土有効活用検討業務 (太田川河川事務所)

(四国地方整備局)

平成 21 年度 吉野川・重信川流域調査外業務委託 (四国山地砂防事務所)

(九州地方整備局)

川辺川流域土砂収支検討業務 (川辺ダム砂防事務所)
霧島火山噴火緊急減災対策砂防計画の検討 (宮崎河川国道事務所)
土石流検知センサー高度化に向けた調査検討業務 (大隅河川国道事務所)
雲仙普賢岳溶岩ドーム地質構造検討業務 (雲仙復興事務所)

【都道府県】

福岡県土砂災害関連施設調査業務 (福岡県地域河川部砂防課)

石狩川上流砂防事業の内 砂防区域表層崩壊危険度評価検討業務

北海道開発局 旭川開発建設部治水課

1. 業務の背景と目的

旭川開発建設部管内の石狩川上流砂防区域では、火山性の脆弱な地質が分布し、昭和45年・昭和50年等に大規模な土砂災害が発生している。土砂災害の防止には発生危険箇所の抽出や警戒避難情報の精度向上が必須であるが、表層崩壊発生危険箇所の抽出に関しては、詳細な数値地形情報（DEM）や現地調査から得られるデータを用いた、比較的簡素な数値解析による危険度評価手法が開発されている（「表層崩壊に起因する土石流の発生危険度評価マニュアル（案）」土木研究所資料No.4129）。

本検討では、上記マニュアル（案）に基づき、石狩川上流砂防区域の5渓流において表層崩壊発生危険度評価を行い、表層崩壊危険度の高い斜面を抽出し斜面監視機器の設置を行った。

2. 対象地区の選定

対象地区選定にあたってのポイントは、①崩壊危険度の高い渓流の精度の良い抽出、②警戒避難体制構築の検討に資する渓流の抽出、③砂防事業優先度検討に資する渓流の抽出の3点と考えられる。これらの点を踏まえ、崩壊特性（崩壊面積率・崩壊密度）、保全対象分布、既往土石流氾濫実績、今後の砂防計画について既往資料を整理し、有識者（土木研究所 火山・土石流チーム）との現地視察を行い、図1および表1に示す評価対象地区を選定した。



図1 調査対象地区位置図

表1 評価対象地区

地区名	選定理由
小学校の沢 (右の沢および左の沢の2地区)	新規崩壊がある。重要保全対象（当該地区の避難所）がある。優先的に整備される施設が計画されている。
黒岳沢	崩壊面積率・崩壊密度が高い。工事中の安全管理に反映できる。優先的に整備される施設が計画されている。
白水仙	工事中の安全管理に反映できる。優先的に整備される施設が計画されている。
松山沢	崩壊面積率・崩壊密度が高い。下流に保全対象（国道）がある。

3. 危険度評価

3. 1 評価方法

表層崩壊の危険度評価にあたっては、各地区において①現地踏査、②簡易貫入試験、③現位置および室内土質試験を行い、危険度評価（数値解析）に必要な物理データを取得した。また、DEMを用いて評価対象範囲を10m四方のメッシュに分割し、簡易貫入試験結果から基岩面の標高を算出した。それを基に、最急勾配を0~360°の全方位で求められるD-Infinity法により基岩面の集水面積・勾配・地下水の流動方向をメッシュ毎に算出し、現地の実態を詳細に再現する地形情報を得た。

数値解析では、上記のデータを用いて H-SLIDER 法によりメッシュ毎に表層崩壊発生危険度常降雨

強度（ r_c ）を算出し、表層崩壊の発生危険度を評価した（図2）。 r_c は、「土壌中の水分状態が定常に達するまで、一定降雨強度の雨が降った場合に崩れる最小降雨強度を表したものである」とあり、その値が小さい斜面ほど、表層崩壊の発生危険度が高い斜面として評価する。

3. 2 評価結果

「崩壊危険面積」および「崩壊危険面積率」を用い、各地区の表層崩壊に起因する土石流発生危険度を評価し、危険度の高い渓流を抽出した。その結果、白水仙地区の崩壊危険面積率が35%と最も高く、評価対象の5渓流のうち危険度が最も高い渓流と評価された。

表2 石狩川上流域危険度評価結果

	左の沢	右の沢	黒岳沢	白水仙	松山沢
r_c 50mm/日以下面積(m ²) (メッシュ数)	14,400 (144)	1,100 (11)	9,300 (93)	9,300 (93)	5,400 (54)
総面積(m ²) (メッシュ数)	58,800 (588)	22,600 (226)	32,900 (329)	26,200 (262)	26,900 (269)
割合(%)	24%	5%	28%	35%	20%

4. 斜面監視機器の設置計画検討・設置

解析によって危険度が高いと評価された斜面に監視機器を設置し、表層崩壊の監視を開始した。崩壊検知センサは表3の仕様および図

3・表4の設置方針に基づき対象地区5地区に全56機設置した。

表3 求められる主な要求仕様

項目	要求性能
検知性能	崩壊の発生を時間遅れなく検知する
通信性能	無線を用いた通信機能を有する。
耐環境性能	低温環境下においても故障しない性能を有する。

表4 崩壊検知センサの設置方針

設置方針	期待される効果
A	崩壊の恐れがある斜面下部の状況を検知。
B	豪雨時に流下の恐れのある渓床堆積物等の状況を検知。
C	土石流流下を待ち受け、状況を検知。 (ただし、常時水位には接しない高さとする)

対象地区の水文条件を把握するため、水文観測機器を設置した（表5）。水文観測の実施により、降雨一流出の応答と崩壊発生との関連性検討や、危険度評価手法改良のためのデータを蓄積する。

表5 水文観測項目

地区	観測項目
重点観測地区（右の沢）	雨量、流量、土壌水分、地下水位、電気伝導度・水温
基本地区（他4地区）	雨量、流量（黒岳沢、白水仙、松山沢）、土壌水分・地下水位（左の沢）

5. 今後の課題

斜面監視機器に関して、崩壊検知センサは雪圧による転倒・損傷、電波の混信・地震動の検知による誤報が発生し、一部の水文観測機器には積雪・融雪による損傷が生じた。今後、機器の改良や越冬対策・維持管理方法、斜面監視システムの運用方法について検討していく必要があると考えられる。

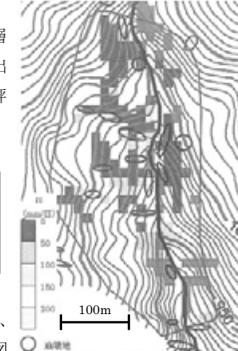


図2 表層崩壊危険度の平面分布の一例（白水仙）

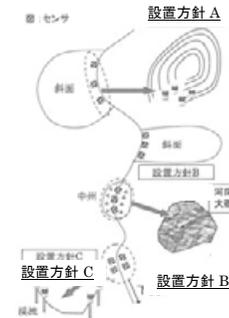


図3 崩壊検知センサの設置方針模式図

大規模土砂災害危機管理計画検討業務

北海道開発局 札幌開発建設部

1. 目的

本業務は、北海道開発局石狩川開発建設部（現札幌開発建設部）管内において、大規模土砂災害が発生した場合、石狩川開発建設部が札幌市や北海道など他機関と連携し、適切な危機管理対応が行えるよう、「石狩川開発建設部大規模土砂災害危機管理計画（案）」を検討したものである。

2. 検討方法

2. 1 大規模土砂災害対応に関連する情報の整理

(1) 大規模土砂災害のおそれがある地域の抽出

まず、石狩川開発建設部管内において、自然・地形条件（地形、地質、地すべり地形分布、主な活断層、土砂災害危険箇所等）及び社会条件（人口、土地利用、交通網等）、既往の災害履歴を整理した。また、豊平川流域については、航空写真を用いた微地形判読により土砂災害の発生するおそれがある箇所を把握し、大規模土砂災害危険箇所カルテ（図-1）としてとりまとめた。以上をもとに、大規模土砂災害のおそれがある地域を抽出した。

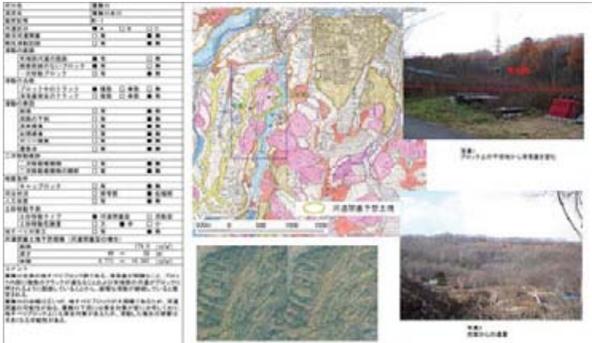


図-1 大規模土砂災害危険箇所カルテの一例

(2) 現状の防災体制の整理

既往の防災計画等の整理やヒアリングを通じ、石狩川開発建設部及び北海道、札幌市の警戒体制の移行基準やその基準に応じた災害対応行動を整理した。

2. 2 災害対応シナリオの作成等による留意点（問題点）の抽出

大規模土砂災害時の対応における留意点（問題点）を、既往災害事例の整理、大規模土砂災害の発生を想定した災害対応シナリオの検討、北海道、札幌市へのヒアリングより抽出した（表-1）。災害対応シナリオは、以下に示すとおり、3通り作成した。

- 豊平川流域内…「天然ダムの形成」及び「同時多発型土砂災害」の2つのシナリオを検討。
- 豊平川流域外（夕張市内）…「天然ダムの形成」についてのシナリオを検討。

3. 検討結果

2.2で抽出した留意点（問題点）を踏まえ、石狩川開発建設部がとるべき災害対応を整理し、「石狩川開発建設部大規模土砂災害危機管理計画（案）」（図-2）を作成した。また北海道や札幌市と連携して対応することが重要となる行動に関しては、「災害対応計画（素案）」（図-3）として整理した。

表-1 大規模土砂災害発生時に想定される留意点（問題点）

	過去に留意点として挙げられた項目		北海道・札幌市との連携に関する留意点	組織連携強化に関する留意点
	既往災害事例から	災害対応シナリオから		
初動体制の確立	—	<ul style="list-style-type: none"> 関係機関のうごきと連動した体制確立 他開建等からの人員の確保 	—	<ul style="list-style-type: none"> 管内市町村等の土砂災害発生状況を踏まえた体制確立
災害状況把握及び災害の情報管理	<ul style="list-style-type: none"> 災害状況の把握、対策の優先度確認の迅速・自主的な把握が、その後の対策へも影響 早期の状況把握には、ヘリ調査が有効 通信手段の確認が必要 TEC-FORCEを活用することで可能となる迅速な危険箇所点検 関係する機関や共有すべき情報が多く、リエゾンや情報連絡協議会の活用による県や市との情報共有が必要 住民の不安を解消するため広報体制の確立 	<ul style="list-style-type: none"> 前兆現象など札幌市や北海道からの情報収集 地元コンサルタント等の活用 リエゾンの活用 協議会の設立 	<ul style="list-style-type: none"> 連絡窓口の設定 土砂災害前兆現象に関する、北海道、札幌市からの情報収集 リエゾンの派遣に関する共通認識ルールづくり 大規模土砂災害時の調整会議の開催について共通認識づくり ヘリコプター調査時の同行、画像の提供 	<ul style="list-style-type: none"> リエゾン等を活用した管内の他機関からの情報収集 情報収集にあたっての他建設部との役割分担
初動対応及び緊急措置	<ul style="list-style-type: none"> 個々の現象に応じた柔軟な対応が必要 TEC-FORCE（専門家も含め）の活用、地方自治体と協力した受け入れ体制整備が必要 専門家の助言が必要な場面が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> TEC-FORCE（専門家も含む）の早期要請と受け入れ体制の確立 	<ul style="list-style-type: none"> 北海道、札幌市と連携して行うTEC-FORCEの受け入れに関するルールづくり 	<ul style="list-style-type: none"> TEC-FORCE（専門家も含む）との連携強化へ向けた検討
災害発生時における応急対策、二次災害の防止に関する事項	<ul style="list-style-type: none"> 種々の制限下での対策実施にあたり迅速な問題解決体制が必要 広域的な資機材等の確保・手配 対策に必要なサポート体制（専門家、ゼネコン等）の構築 現場の安全管理が重要 住民等への現地説明会の開催 	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 全体施工計画の迅速な立案と予算確保のための人員確保
道や市への支援に関する事項	<ul style="list-style-type: none"> 大規模土砂災害における県や市からの要請待ちによる初動対応の遅れ回避 リエゾン派遣による情報収集手段確保 	<ul style="list-style-type: none"> 北海道や札幌市への積極的な支援 	<ul style="list-style-type: none"> 警戒避難や応急対策に関する石狩川開発建設部からの情報提供 	—

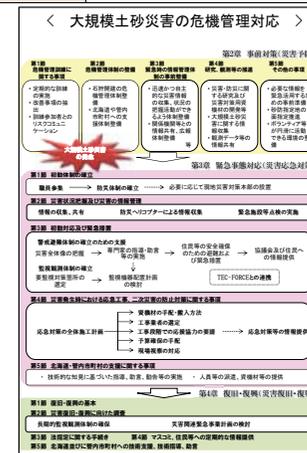


図-2 石狩川開発建設部大規模土砂災害危機管理計画（案）の構成

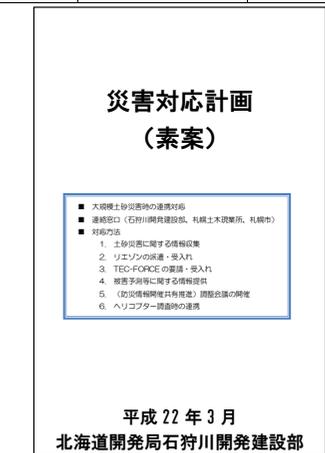


図-3 石狩川開発建設部災害対応計画（素案）の項目

十勝川直轄砂防事業の内砂防施設に係る小水力発電可能性調査検討業務

北海道開発局 帯広開発建設部

1. 業務の背景と目的

直轄砂防堰堤等付近には、電源を必要とする観測機器等があるが、現状は商業用電力や太陽光発電で対処している状況にある。本業務では、札内川や戸蔭別川に設置している様々なタイプの砂防施設を対象に、新たに小水力発電可能な堰堤等の改良（発電設備含む）や新たな電力の需要の可能性（公共施設等）の調査検討を行い、今後のガイドライン作成の基礎資料とするものである。

2. 流域需要施設状況調査

流域内の電力需要施設について、調査を行った。戸蔭別川の結果を例として示す。上流域にはほとんど需要施設がなく、観測設備が点在している程度である。下流域についても大規模な消費施設は河川から離れた箇所に位置している。

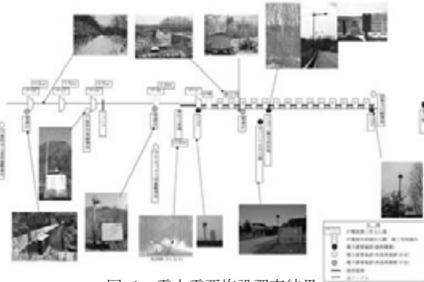


図1 電力需要施設調査結果

3. 最適箇所の選定

3.1 一次選定

一次選定として、 $H \times A / L$ (H: 落差, A: 流域面積, L: 需要施設までの距離) を指標とし、電力需要施設毎に有望な堰堤を抽出することにより一次選定を実施した。選定した堰堤を売電なし、ありに分けたものを表1に示す。

表1 各砂防えん堤・供給対象別・B/C

給電対象施設	売電なし				売電あり			
	直	直+防	直+防+公	直+公	直+売	直+防+売	直+防+公+売	直+公+売
札内第2	-0.11			0.13	0.30			-0.42
札内第2取水口幅削減	-0.10			0.13	0.14			
札内第10	-0.12			0.15	0.21			0.39
札内第10取水口幅削減	-0.11			0.15	-0.09			
札内第11	-0.11			0.20	0.25			0.42
戸蔭別第1	-0.11	0.01		0.26	0.25			
戸蔭別第1取水口幅削減	-0.10	0.03		0.15	0.09			
戸蔭別第2	0.24							
戸蔭別第3	0.49							

各砂防えん堤毎・給電対象施設毎に最も大きいB/Cを抽出整理した。
直: 直轄施設への給電 防: 防災施設への給電 公: 周辺公共施設への給電 売: 売電
直+防+公: 防災施設と公共施設に給電できる箇所がないため、空欄
○: 数字・優先順位

3.2 二次選定

各砂防えん堤について、概算事業費ならびに効用額をもとに、効用額一年経費を算定した。効用額一年経費がゼロを上回れば、実施の可能性があると考えられる(初期投資については考慮しない)。開発に向けた優先順位を表中○数字にて示した。

4. 対象施設(砂防えん堤)の基本条件整理

抽出された戸蔭別第8号砂防堰堤に設置する発電所の基本条件の整理を行った。

4.1 水車形式の選定

ストリームエンジンマイクロ水力発電機の発電量表ならびに、写真を示す。(表2、図2) 本計画での対象となる4.5~7.0m有効落差12.3m, 18.0mの範囲での運転が可能であることから、表中網掛け部のタイプのストリームエンジンマイクロ水力発電機を採用することを想定して検討を行う。



図2 水力発電機写真

4.2 積雪・寒冷地対策

戸蔭別第8号砂防えん堤は、積雪期に現地への移動が困難であり、運転情報を遠隔監視する必要がある。また、地震発生時の震度情報は、現地ではしか確認できず、積雪期には除雪等により通行方法を確保する必要がある。

一方、対象箇所までは冬季閉鎖区間を2.7km通過する必要があること、最寄の電柱から13.8kmあり積雪の影響も大きいことから、電柱設置が困難であり、有線での情報伝送は不可能である。よって、発電施設の設置にともない、無線施設による情報通信を確保するものとする。

また、安価なストリームマイクロエンジン2台設置し、冗長化を図るとともに、冬季には余剰電力を消費し、熱を発生するダミーロードガバナを設置する。

5. 経済性の検討

経済性評価結果を右に示す。B/Cは1.08と1を上回ったが、本計画の年効用は、地震計運用に必要となる電力線のメンテナンス費用(設置費用×経費率)が必要なくなるものとして計上した項目が大部分で、実利益が上がるものではない。

6. 今後の課題

本案では、発電所運転状況・地震観測情報を無線回線で送信する計画である。例示した衛星通信を利用する場合、通信費用が高価なため、運転情報は1時間に1回の送信のみとするなどの対応が必要と考えられる。非積雪期には、停止信号を受信した場合、現地に出向し点検・復旧を行うこととなる。積雪期については、現地への出向が困難なため、2台同時運転により停止の危険性を低減した。2台とも停止の場合には、現地に出向する必要がある。

7. おわりに

本検討ではガイドライン案作成とともに積雪寒冷地での可能性を検討し、実現性の高い候補として戸蔭別川第8号砂防堰堤を選定され概略検討まで整理されたが、経済性の関係から実際の設置は非常に難しい。関連法令等の制定や規制緩和を含む、小水力発電事業を推進しやすい基盤づくりが必要かと考えられる。

表2 発電量表(網掛け部対象箇所)

W	流量 1リットル・秒							
Net (m)	0.67	1.33	2.50	5.00	6.67	7.50	9.50	
3	0	20	40	75	100	130	150	
6	15	40	80	150	200	250	350	
15	45	100	200	375	500	650	800	
30	80	200	400	750	1000	*	*	
60	150	400	800	1500	*	*	*	
90	200	550	1200	*	*	*	*	
120	300	700	1500	*	*	*	*	
150	400	850	1900	*	*	*	*	

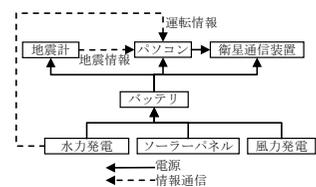


図3 無線施設による情報伝送



図4 水車発電機配置図

表3 経済性評価結果

積算項目	戸蔭別第8号砂防えん堤	
	数量	単価 金額(千円)
建築費		1,700
土木費		1,763
電気設備		3,600
雑費		3,532
小計		10,595
建設中利子		1,895
合計		12,290
設計	0.0	8,000
総計	1.0	12,290
削減額		
送電線削減額	13.6	8,000
		110,400
総費用	1.091	
資本還元率	0.0838	中小水力(P223)
建設中平均利率	0.07	中小水力(P223)
工費	276	
CO2削減相当額	4.024	円/3W 1kW=Co2 0.4kg 10.06円/kg
発電可能電力量	kWh	円/kWh 千円
CO2削減相当額	3,504	24
削減額×1.091%	3,504	424
削減額×1.091%		1,204
発電事業費×1.091%		1,169
年効用一年経費		13,214
安当投資額		1.08
B/C		

4. 平常時からの準備事項の検討

緊急対策の実効性を高めるため、平常時から緊急対策実施に必要な諸手続・土地利用に係わる調整・緊急支援資機材の備蓄調達運搬方法・火山防災拠点の機能強化などを平常時から準備すべき事項を整理し検討を行った。

5. 緊急対策開始のタイミングに関する検討

気象庁から発表される噴火警戒レベルを参考に、火山活動状況、対象とする土砂移動現象、対策実施箇所に応じて設定する緊急対策開始のタイミングの考え方を整理し、他火山での事例を参考に検討を行った。ただし、関係機関の防災対策や避難行動を勘案するため、砂防部局のみだけで判断は難しく、引き続き、平常時から「樽前山火山減災行動ワーキンググループ」にて基準等を検討する。

6. 「樽前山火山噴火緊急減災対策砂防計画に関する報告書」のとりまとめ

火山噴火緊急減災対策砂防計画を策定するため、平成20年度から学識者及び各関係行政機関担当者からなる「樽前山火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会」を設置し、各緊急減災対策に係わる検討や同委員会の審議を踏まえ、砂防部局が同計画を策定するための「樽前山火山噴火緊急減災対策砂防計画に関する報告書及び同参考資料」のとりまとめのための検討を行った。

7. おわりに

本業務の成果は「樽前山火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会」において諮られ、平成21年度は「樽前山火山噴火緊急減災対策砂防計画に関する報告書及び同参考資料」がとりまとめられた。

平成22年度は樽前山火山噴火緊急減災対策砂防計画のとりまとめを行うとともに、「樽前山火山減災行動ワーキンググループ」を設置し、平常時から緊急減災対策に係わる関係機関との協議・調整を行う。

阿武隈川水系土砂災害検討業務

東北地方整備局 福島河川国道事務所

1. 業務概要

急峻な山々が南北に連なる奥羽山脈では、斜面災害が非常に多く、特に松川、須川、荒川流域は直轄砂防区域となっている。加えて、昨今の集中豪雨などの異常気象によって新たな災害形態の発生が懸念されている。大規模な斜面災害へ対策の中で、「深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出マニュアル（案）平成20年11月（以下、「マニュアル」）」が示された。本業務は、全国的適用を視野においた本マニュアルの適用と、当該エリアの地域特性を踏まえた深層崩壊危険溪流の抽出を的確に行い、危険度を評価することを目的とした。

本業務では、既往報告書や資料等を収集し、「深層崩壊の発生実績」「地質・微地形と発生実績との関係」「地形量と発生実績との関係」を整理し、深層崩壊発生の恐れのある溪流の抽出を行った。

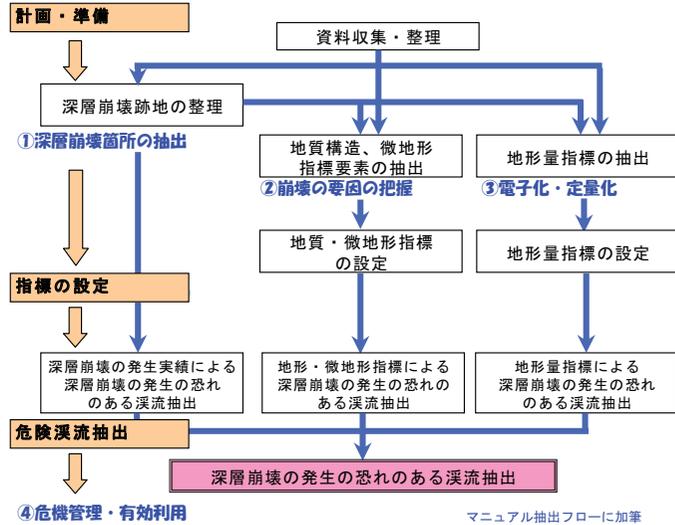


図-1 業務検討フロー（マニュアル 1.3 項 p4 より引用加筆）

2. 抽出指標の検討

抽出指標の検討は①堆積岩地域②火山岩地域の2地域に分けて行った。

2. 1 堆積岩分布地域の溪流抽出

〔地質・微地形指標〕

- ・ 的中率を優先する指標（危険度の高い溪流を絞り込む方法）

⇒ 「地すべりブロック 9 個以上」

- ・ カバー率を優先する指標（危険度の高い溪流を多くする方法）

⇒ 「遷急線・侵食前線 14 個以上」または「クラックおよび小崖 6 個以上」または「地すべりブロック 9 個以上」

〔地形量指標〕

- ・ 勾配と集水面積の組み合わせで決まる危険度の高いメッシュが 150 個以上の溪流

〔危険度の高い溪流の分布傾向・的中率優先〕

「滑川」「蟹ヶ沢流域」「荒川中流 I」などに危険度大の溪流が分布する。

〔危険度の高い溪流の分布傾向・カバー率優先〕

「滑川」「蟹ヶ沢流域」「荒川中流 I」のほか「大滝沢」「荒川上流」など危険度大の溪流が分布する。

〔深層崩壊の発生の恐れのある溪流数・的中率優先〕

全溪流数 1 5 2 ・ 危険度大 5 ・ 危険度中 9 ・ 危険度小 3 6

〔深層崩壊の発生の恐れのある溪流数・カバー率優先〕

全溪流数 1 5 2 ・ 危険度大 1 0 ・ 危険度中 1 8 ・ 危険度小 4 7

2. 2 火山岩分布地域の溪流抽出

〔地質・微地形指標〕

- ・ 的中率を優先する指標（危険度の高い溪流を絞り込む方法）

⇒ 「遷急線・侵食前線 14 個以上」

- ・ カバー率を優先する指標（危険度の高い溪流を多くする方法）

⇒ 「遷急線・侵食前線 14 個以上」または「地すべりブロック」

〔地形量指標〕

- ・ 勾配と集水面積の組み合わせで決まる危険度の高いメッシュが 90 個以上の溪流

〔深層崩壊の発生の恐れのある溪流数・的中率優先〕

全溪流数 2 0 0 ・ 危険度大 9 ・ 危険度中 1 8 ・ 危険度小 6 1

〔深層崩壊の発生の恐れのある溪流数・カバー率優先〕

全溪流数 2 0 0 ・ 危険度大 1 5 ・ 危険度中 4 3 ・ 危険度小 7 8

3. 深層崩壊の発生の恐れのある溪流の抽出結果

検討対象地域ごとの抽出結果を統合（検討対象地域をまたぐ溪流は、いずれの検討対象地域の指標においても検討し、危険度の高い方を採用）することで、最終的な深層崩壊発生の恐れのある溪流の抽出を行った。

4. 主な課題

- ・ 本手法によって導かれた、深層崩壊の発生の恐れのある箇所は、1km²の溪流（単元流域）単位であり、詳細の崩壊について検討を行ったわけではない。

- ・ 当該対象地域のような火山地帯においては、深層崩壊の前兆となるような微地形やリニアメントのような地質構造の発達は悪く、溪流（沢地形）自体が不明瞭な場所が多い。また地質境界（検討対象地域の境界）が複雑な箇所では溪流が異なる検討対象地域にまたがるケースが多々生じる。

栗駒山系深層崩壊危険箇所検討業務

東北地方整備局 岩手河川国道事務所

1. 業務概要

本業務は、栗駒山系における深層崩壊危険箇所抽出を目的に、「土木研究所資料 深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出マニュアル（案）（土木研究所資料第4115号）」（以下、「マニュアル」という）に基づいて検討を行なったものである。

また、本地域は平成20年岩手・宮城内陸地震において大規模な深層崩壊が発生した地域であることから、当該地震以前に発生した深層崩壊（地震前）と当該地震で発生した深層崩壊（地震後）の2通りを対象に、深層崩壊危険箇所を抽出した。両者を比較することで、マニュアルによる危険箇所抽出手法の、地震による崩壊危険箇所抽出への適用可能性についても検討した。

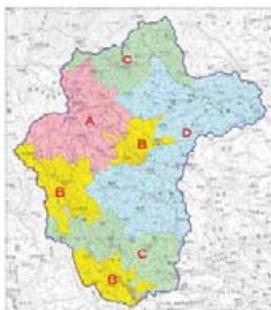
2. 深層崩壊の恐れのある箇所の抽出に有効な指標の検討

2. 1 検討対象流域の設定

深層崩壊の恐れのある箇所の検討を行なうにあたり、検討対象として、1km²を目安とした単元溪流を設定した（図1）。また、検討対象地域の中で、地質・気候条件が概ね等しいものとして扱える範囲ごとに「深層崩壊の発生の恐れのある溪流の抽出指標」を設定するために、図1に示すように4つに区分した。

2. 2 指標の検討

深層崩壊の恐れのある箇所は①深層崩壊発生実績、②微地形・地質構造要素、③地形量の3つの要因により抽出する。マニュアルに沿って検討した結果、本地域での②の危険度指標は表1の通りとなった。なお、指標は図1で設定した地域毎に、地震前後・崩壊面積5000㎡以上・10,000㎡以上の4通りについて検討した。



No.	地域
A	栗駒火山体分布域
B	溶結凝灰岩分布域
C	下部中新統および白亜紀花崗岩分布域
D	中上部中新統および更新統分布域

図1 地質・気候条件が概ね等しい地域区分

表1 微地形・地質構造要素検討結果

地域	地震前（崩壊面積5,000㎡以上）		地震前（崩壊面積10,000㎡以上）	
	「選急線（45°）」（単独）	「選急線（45°）」（単独）	「線状凹地」かつ「選急線（45°）」	「地すべり」（単独）
A 栗駒火山	「選急線（45°）」（単独）	「選急線（45°）」（単独）	「線状凹地」かつ「選急線（45°）」	「地すべり」（単独）
B 溶結凝灰岩	「選急線（45°）」（単独）	「選急線（45°）」（単独）	「線状凹地」かつ「選急線（45°）」	「地すべり」（単独）
C 下部中新統	「線状凹地」または「山頂緩斜面」	「線状凹地」または「山頂緩斜面」	「線状凹地」かつ「選急線（45°）」	「地すべり」（単独）
D 更新統	「線状凹地」かつ「流れ盤斜面」	「線状凹地」かつ「流れ盤斜面」	「線状凹地」かつ「選急線（45°）」	「地すべり」（単独）

③の指標については、50mDEMから算定した傾斜量・集水面積・比高等から組み合わせ、崩壊規模及び地域別に算出設定した。

3. 深層崩壊の恐れのある箇所の抽出

前節で検討した指標に沿って深層崩壊の恐れのある箇所を抽出した。前節に示した①～③の条件に3つ該当する地域が危険度大、2つ該当する地域が中、1つ該当する地域が小とし、図2に示した。

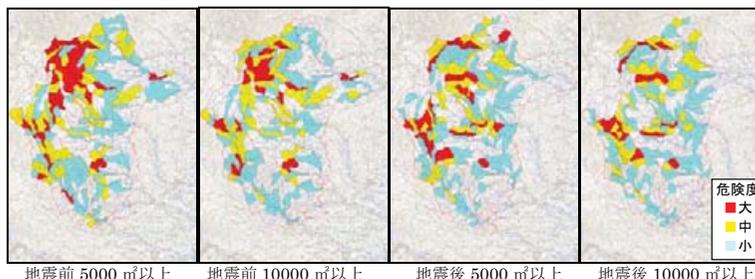


図2 深層崩壊の発生の恐れのある溪流

4. 地震前の指標による地震後深層崩壊の検証

地震前のケースで選定した指標による溪流の危険度評価結果について、平成20年の岩手・宮城内陸地震で発生した深層崩壊（地震後崩壊）の発生実績と比較し、マニュアル手法による指標が地震時深層崩壊についても適用できるかどうかを検証した。表2では、地震前のケースで評価した危険度評価の区分（図2のA～H）の溪流において、それぞれ地震後平成20年の岩手・宮城内陸地震で発生した深層崩壊（地震後崩壊）の発生実績数を「地震後深層崩壊のある溪流数」としてカウントした。危険度が高いと評価された溪流ほど地震時に崩壊が発生した割合が高くなる傾向が認められた。したがって、マニュアルの評価方法は豪雨時の深層崩壊を対象としたものであるが、地震時の深層崩壊危険度評価にも適用ができるものと判断される。

表2 地震前指標と深層崩壊（地震後崩壊）の発生実績との比較

区分	崩壊面積5000㎡			崩壊面積10000㎡			
	地震後深層崩壊のある溪流数	地震後崩壊による深層崩壊のある溪流数	全溪流数	地震後深層崩壊のある溪流数	地震後崩壊による深層崩壊のある溪流数	全溪流数	
A	18	162	0.11 0.46	A	12	2	190 0.06 0.54
B	9	29	0.31 0.08	B	9	23	0.26 0.07
C	9	28	0.32 0.08	C	3	15	0.20 0.04
D	8	2	0.16 0.14	D	6	39	0.15 0.11
E	11	1	0.61 0.05	E	3	14	0.21 0.04
F	3	2	0.38 0.04	F	3	25	0.20 0.07
G	5	15	0.33 0.04	G	9	21	0.38 0.08
H	18	1	0.50 0.10	H	7	1	20 0.35 0.08
総計	83	353	0.24	総計	51	353	0.14

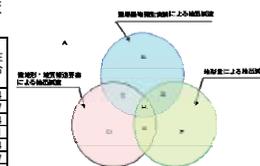


図2 危険度評価区分

6. まとめ

マニュアルは、豪雨時に発生する深層崩壊を対象としたものであるが、これに加えてマニュアルにはない地震で発生した大規模崩壊を指標とし、地震時の深層崩壊危険箇所を抽出した結果、地震時の深層崩壊危険度評価にも適用可能と判断された。また、地震時における深層崩壊については、とくに「地形量」と「深層崩壊実績」指標が深層崩壊の発生に関係が深いことが示唆された。

その他、地震直後と1年後のレーザ計測データを比較解析し、空中写真判読も併用して、地震後1年間で拡大した崩壊地や、新たに発生した崩壊地を把握することができた。

栗駒山系迫川流域状況調査

東北地方整備局 北上川下流河川事務所

1. 調査目的

本調査は、平成20年発生岩手宮城内陸地震において栗駒山系迫川流域において河道閉塞等多くの土砂災害が発生したことをうけ、地震前後における微地形分類・地形要素判読を行い、本地震における土砂災害の程度を把握し、今後の流域一帯の総合土砂管理の基礎資料とするものである。

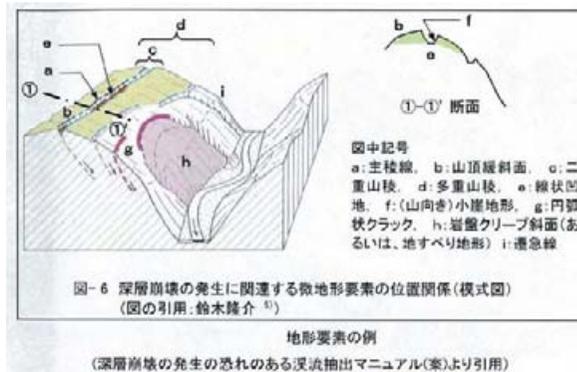
2. 調査方法

2. 1 地形要素判読

微地形分類図の作成については、以下の要素を判読した。

- ① 岩盤クリープ斜面 ② 二重（多重）山稜、小屋地形 ③ 山頂緩斜面
- ④ 円弧上クラック ⑤ 地すべり地形

イメージを以下に示す。



2. 2 微地形分類図作成時期

作成時期については、岩手宮城内陸地震の前後及び斜面崩壊につながると思われる洪水を挟んだタイミングにて判読した

- ① 1976年(S51) ② 1987年(S62) ③ 2006年(H18) ④ 2008年(H20)

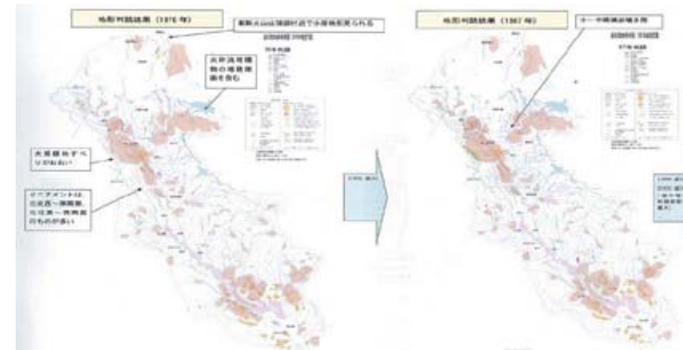
主なイベント

- ①②間：S61. 8洪水
- ②③間：H6. 9、H14. 7洪水
- ③④間：H20岩手宮城内陸地震

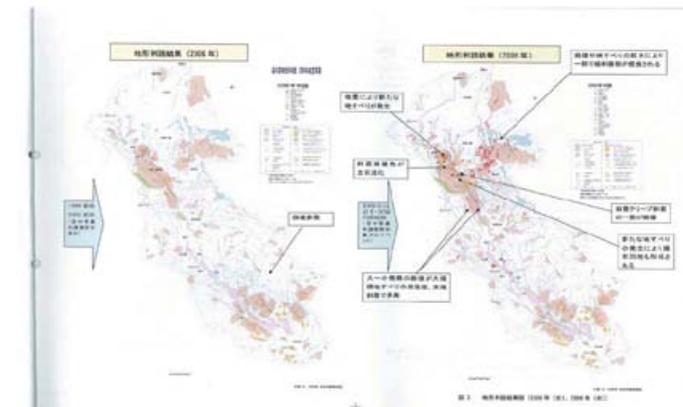
3. 調査結果

4時期における判読結果は下記のとおりである。

1976年～1987年



1987年～2006年～2008年



4. 調査結果と今後の活用について

結果として、1976年以降は平地では大きな被災を受けた洪水でも山地状況としてはほぼ変化が無く、2008年の地震後では新たな地滑り等の変状が確認されているため、地震が与える影響は大きかったことが容易に推測できる。

なお、今後は本結果を踏まえ復旧対策実施時の事前調査や危険箇所の周知などへの活用、また、崩落土砂が流域総合土砂管理に与える影響を把握する基礎資料としていくものである。

H21 関東地整管内における大規模土砂災害の危機管理体制検討業務

関東地方整備局 利根川水系砂防事務所

1. はじめに

岩手・宮城内陸地震等の大地震による大規模な土砂災害、あるいは平成 17 年台風 14 号の耳川や鰐塚山で見られたような豪雨による大規模な土砂災害の際に、被害の発生若しくは拡大を防止し国民の身体生命を守るため、関係各機関が連携して対応すべき事項について定めた「大規模土砂災害危機管理計画」の策定が、全国の直轄砂防事務所及び整備局で進められつつある。本稿では、利根川水系砂防事務所における取り組みと、その特徴について説明する。

2. 危機管理体制の構築方針

大規模土砂災害危機管理計画の策定に際しては、都道府県や市町村、他の地方整備局、研究機関等関係機関と相互に連携・調整するとともに、リスクコミュニケーションを図る必要がある。

利根川水系砂防事務所の直轄砂防事業対象流域は大きく 4 流域に別れるため(図-1 参照)、各流域ごとの地域特性の違いに配慮し、また出張所のおかれた状況等も考慮して、危機管理計画(案)は出張所毎に作成することとしている。

また、実効性のある危機管理体制の構築のためには地元自治体の防災力向上が重要であることから、地域のパートナーとして危機管理を見据えた支援を行っている。



図-1 利根川水系砂防事務所出張所分布

3. 危機管理計画の具体的な策定検討

危機管理計画は、有事に向けた平時からの取り組みを重視している。たとえば地元自治体等との相互の連携・調整の確立のため、流域毎に土砂災害防止対策協議会等と連携し、連絡会等の会合を定期的に行って、災害時の援助協定の締結や、情報連絡体制についての議論等を行っている。この会合はまた、関係機関の防災担当者相互を結び付け、緊急時の連携の実効性をより高める効果も有している。

また応急時の出張所の役割・行動の留意点を明記している。たとえば出張所の少ない職員数を考慮した体制構築や、通信設備を活用した情報収集・提供、緊急災害対策派遣隊(TEC-FORCE)との連携などについて記述している。

危機管理計画の策定検討状況は表-1のとおりで、平成 21 年度は長野原出張所編の継続的な見直し、万場出張所編の流域全体への拡張、片品出張所編の沼田市(旧利根村)モデルの作成を実施した。

表-1 利根川水系砂防事務所管内大規模土砂災害危機管理計画策定状況 ●連絡協議会開催 ○準備会開催

経緯	長野原出張所管内	万場出張所管内	片品出張所管内	榎名出張所管内	事務所版
H19	六合村モデル作成 ● 準備会開催 ○				作成
H20	出張所編完成 ● 視察モデル作成 ●				
H21	継続的見直し ● 出張所編完成 ●		沼田市モデル作成 ○		
今後の課題	継続的見直し、連絡会開催等	継続的見直し、連絡会開催等	出張所編完成	着手	調整見直し
主な留意点	火山緊急対応準備との整合	上下流の連携	域内自治体との連携	域内自治体との連携	事務所と出張所の役割調整

4. 土砂災害(特別)警戒区域における減災対策支援に関する項目

危機管理を見据えた地元自治体の防災力向上支援の一環として、片品出張所管内沼田市(旧利根村)において、既往の土砂災害危険箇所の分布や深層崩壊想定箇所検討結果等より被害想定区域を把握し、また事務所から地元へ提供される情報伝達のタイミングと伝達経路について検討した。

また地元自治体の減災対策に対する技術的支援のモデルとして、万場出張所管内上野村の災害時要援護者関連施設において、現地の土砂災害特性・施設の特性を反映させた避難ルールの検討を行った。(図-2 参照。)

5. 利根川水系砂防事務所と本局及び管内の砂防関係事務所等との連携のあり方の検討

利根川水系砂防事務所と、本局及び管内の砂防関係事務所との連携を検討(図-3 参照)、局版の大規模土砂災害危機管理計画(案)を作成した。

大規模土砂災害の危機管理上、局の役割は管内の砂防事務所及び都府県、並びに他地整・本省等との調整にある。

しかし従来、特に初動時の対応について十分な取り決めがなかった。そこで砂防事務所の所在する都県では初動時の情報収集を事務所が主体に行い、それ以外の都県は局が直接情報収集を行うものと整理し(図-4 参照)、その上で、発災時の具体的な対処は局が採り取るものとした。

また本計画に基づき、局の採配の検証を目的とした防災訓練シナリオを検討した。

6. まとめ

今後は事務所版の見直し更新、長野原出張所編・万場出張所編の継続的見直し、片品出張所編の作成、榎名出張所管内での検討着手が必要である。また局版では局内部及び関係都県の防災計画との整合の検討、防災訓練の実施による検証が望まれる。



図-2 上野村避難ルール検討結果事例

大規模土砂災害発生時	関係地方機関との対応	事務所対応	
大規模土砂災害発生時	国土交通省	国土交通省からの連絡	国土交通省からの連絡
	国土交通省	国土交通省からの連絡	国土交通省からの連絡
関係地方機関との対応	関係地方機関との対応	関係地方機関との対応	関係地方機関との対応
	関係地方機関との対応	関係地方機関との対応	関係地方機関との対応
事務所対応	事務所対応	事務所対応	事務所対応
	事務所対応	事務所対応	事務所対応

図-3 事務所と本局との連携



図-4 局版危機管理計画～初動担当区分案～

— 以上 —

H21 鬼怒川流域総合土砂モニタリング業務

関東地方整備局 日光砂防事務所

1. 業務目的

本業務は、鬼怒川流域における総合土砂管理計画を策定するための土砂動態を把握するため、今後の土砂管理上のポイントとなる地点において、土砂移動現象の予測精度向上に資するためのデータを取得・蓄積することを目的にモニタリング調査を行った。流砂量観測は、平成 20 年度業務で作成した「流砂量観測運用マニュアル(案)」に基づいて流砂量観測の実施と観測データの整理・解析を行い、その結果を踏まえて以下の検討を行うことを目的に実施した。

2. 流砂量観測

2. 1 流砂量観測地点

流砂量観測は、洪水や河床変動によって滞筋が変化しても横断方向の移動が可能な、①大谷川(関の沢大橋) ②鬼怒川(大渡橋) ③大谷川・鬼怒川合流後(小林橋)の3箇所の橋を観測地点として観測を行った。

2. 2 流砂量観測手法

(1) 昇降装置 車道での観測は危険を伴うことと交通に支障を及ぼす可能性があるため、歩道で観測ができる下記の昇降装置(縦 1.2m、横 1.8m、高さ 2.2m)を使って観測を行った。

(2) 掃流砂採取器 掃流砂を採取するため、金網式掃流砂採取器を使って観測を行った。採取器を昇降装置の先に取り付け、河床底面まで降ろして掃流砂を採取した。採取器が着床した時点でから5分間の捕捉量を収集する。

(3) 浮遊砂採水器 浮遊砂観測は、鉛直方向の任意の位置で採水が可能で、且つ採水時間が短く、使用実績が豊富な浮遊砂採水器を使用した。

3. 観測結果

3. 1 観測実施対象出水

平成 21 年度は、下記の3回の台風襲来時に流砂量観測を行った(図-1 参照)。

観測回数	観測実施日	観測時間帯	洪水要因	備考
1 回目	平成 21 年 8 月 10 日	14:30~16:30	台風 9 号	流況観察、表面水の採水を実施
2 回目	平成 21 年 8 月 31 日	15:00~20:00	台風 11 号	掃流砂・浮遊砂の採取を実施
3 回目	平成 21 年 10 月 8 日	9:30~21:00	台風 18 号	掃流砂・浮遊砂の採取を実施



写真-1 流砂量観測地点



写真-2 昇降装置全



写真-3 掃流砂観測作業状況

写真-4 浮遊砂観測作業状況

3. 2 観測出動タイミング

図-2に平成 21 年 10 月 8 日(台風 18 号)の流量ハイドロと観測期間の関係を示す。図より、観測は洪水ピーク時を捉えており、流砂量観測マニュアル(案)に沿った観測出動基準に従って準備を進めることで、台風時の観測タイミングは問題ないことを確認した。

3. 3 増水期と減水期の流砂量の傾向

図-3に平成 21 年 10 月 8 日出水における小林橋地点の流量と浮遊砂の関係を示す。

直線上に並ぶ青色データは減水期の値であり、ぼらつきのある赤色データは増水期のものであることが分かった。増水期のデータのぼらつきの要因として、①上流の工事で河床掘削等が行われていて、河床表面が乱されて細粒土砂が移動しやすくなっていた、②稲荷川などの支川からの洪水到達時間差などの影響が考えられる。

3. 4 濁水の色と粒度分布の関係

平成 21 年 8 月 10 日出水時に、関の沢大橋地点(大谷川)と大渡橋地点(鬼怒川)の2地点の SS 値は関の沢大橋地点が 171mg/l、大渡橋地点が 148mg/l と大きな差はないが、300~1,000 μm の含有量に差が見られ、大渡橋地点で採水した鬼怒川本川の方が大きい粒径の含有量が少ない。また、出水時の濁水の色は、大谷川が黄土色であるのに対し、鬼怒川本川は灰色がかった色になっており、流域の地質の違いによるものと考えられる。

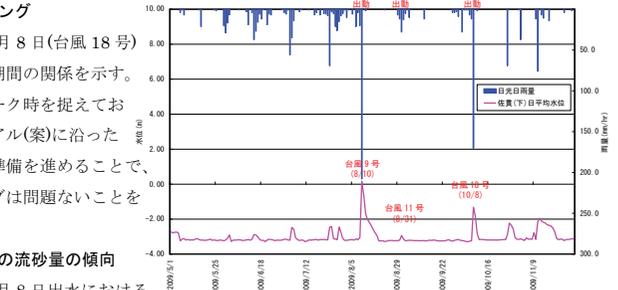
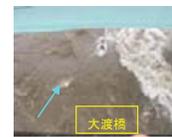


図-2 日光雨量観測所の日雨量と佐貫(下)水・流量観測所の日平均水位

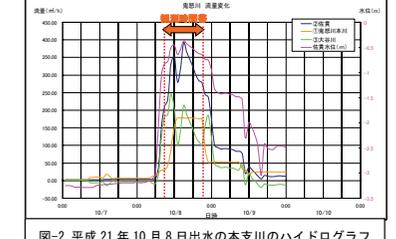


図-3 平成 21 年 10 月 8 日出水の本支川のハイドログラフ

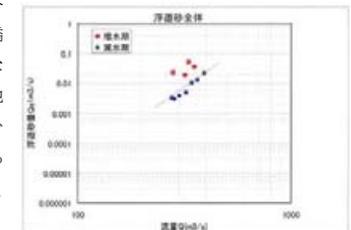


図-4 出水時の濁水の色と粒度分布加積曲線

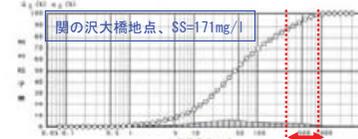


図-3 小林橋地点の流量と浮遊砂量の関係

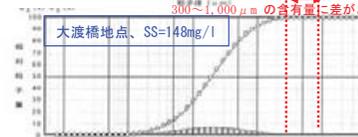


図-4 出水時の濁水の色と粒度分布加積曲線

H 2 1 渡良瀬川流域土砂動態調査検討業務

関東地方整備局 渡良瀬川河川事務所

1. はじめに

河床低下や海岸侵食など土砂に関して様々な問題が顕在化している中、山地から海岸までの一貫した総合的な土砂管理の必要性・重要性が高まっており、河川、ダム、砂防が連携した総合的な土砂管理対策を実施していくものである。

このため、渡良瀬川流域における土砂移動の実態を把握するため、モニタリングを行い土砂移動モデルにより、流砂系における今後の総合土砂管理計画を検討するものである。

2. 実施内容

渡良瀬川流域の総合的な土砂管理を検討するため、第一段階として渡良瀬川 45k 地点（桐生川合流前）より上流における、土砂動態（堆積・流下）の把握、土砂移動モニタリング計画や観測設備の検討、土砂移動モデルを構築し、河床変動の再現性について検討を行った。

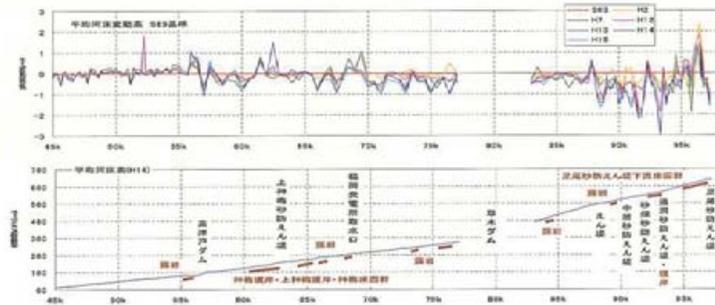


図1. 平均河床高の縦断分布

2-1. 観測計画の検討

粒径に着目した流砂系全体の土砂動態、土砂収支を把握するため、流砂量観測地点の選定を検討した。検討の着眼点は以下の通りである。

- ① 足尾砂防堰堤（渡良瀬川本川最上流端の禿しゃ地からの流砂量把握）
- ② 中居砂防堰堤（草木ダム上流での流砂量把握）
- ③ 川口川下流砂防堰堤（土砂流出の多い支川における流砂量把握）
- ④ 上神梅砂防堰堤（ダム下流における掃流砂量把握）
- ⑤ 赤岩橋（砂防基準点での流砂量把握）
- ⑥ 葉鹿橋（桐生川からの流砂量把握）

これらを踏まえて図2のように6箇所流砂量観測地点として選定した。

今後は、各支川からの土砂動態、土砂収支を把握するため流砂量観測地点を順次整備していくものである。



図2. 流砂量観測地点

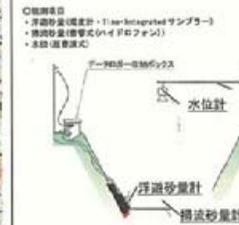


図3. 観測イメージ

2-2. 土砂移動モデルの検討

渡良瀬川の流砂系を把握するため砂防、河川を含んだ土砂移動計算モデルの検討を行うものである。

計算条件

① 流域（土砂生産域）主要 14 支川

再現計算対象期間：平成元年～15年まで

初期粒径：平成9年、15年河床材料調査結果

粗度係数：0.040（河川・砂防技術基準(案)の山地流路、砂利、玉砂利の0.030～0.050の中間値）

流量条件：高津戸地点で50m³/s以上又は草木ダム流入量25m³/s以上で限界摩擦速度を上回る

流量を対象

供給土砂量：草木ダム堆砂量等より設定

② 山地河道 97～83k（足尾砂防堰堤～草木ダム上流）

再現計算対象期間：平成元年～15年まで

初期河床：S63 横断測量

初期粒径：S57 河床材料調査結果

粗度係数：0.040（河川・砂防技術基準(案)の山地流路、砂利、玉砂利の0.030～0.050の中間値）

流量条件：高津戸地点で50m³/s以上又は草木ダム流入量25m³/s以上で限界摩擦速度を上回る

流量を対象

供給土砂量：流域（土砂生産域）モデルの計算値

③ ダム貯水池（草木ダム貯水池）

再現計算対象期間：平成元年～15年まで

初期河床：S63 横断測量

初期粒径：S57 河床材料調査結果

粗度係数：0.040（河川・砂防技術基準(案)の山地流路、砂利、玉砂利の0.030～0.050の中間値）

流量条件：高津戸地点で50m³/s以上又は草木ダム流入量25m³/s以上で限界摩擦速度を上回る流量を対象

供給土砂量：流域（土砂生産域）モデルの計算値

④ ダム下流77～45k（草木ダム～桐生川合流前）

再現計算の対象期間：平成元年～15年まで

初期河床：S63 横断測量

初期粒径：S57、59 河床材料調査結果

粗度係数：77～56k：0.040（河川・砂防技術基準(案)の山地流路、砂利、玉砂利の0.030～0.050の中間値）、56～45k：0.037（河川整備基本方針より）

流量条件：高津戸地点で50m³/s以上又は草木ダム流入量25m³/s以上で限界摩擦速度を上回る流量を対象

供給土砂量：流域（土砂生産域）モデルの計算値

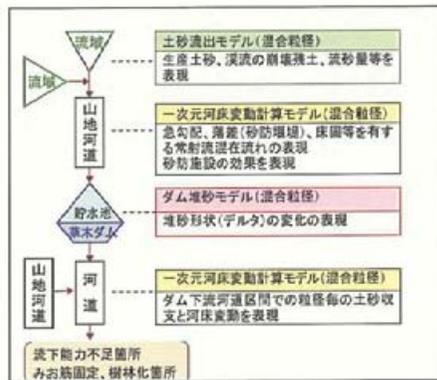


図4. モデル構成図

以上の計算条件を使用し、モデルの再現性確認のため近年最大のH14出水を対象にH14出水前後の河床変動高について検証を行い、図5に示すように河床変動傾向を概ね再現することが確認された。

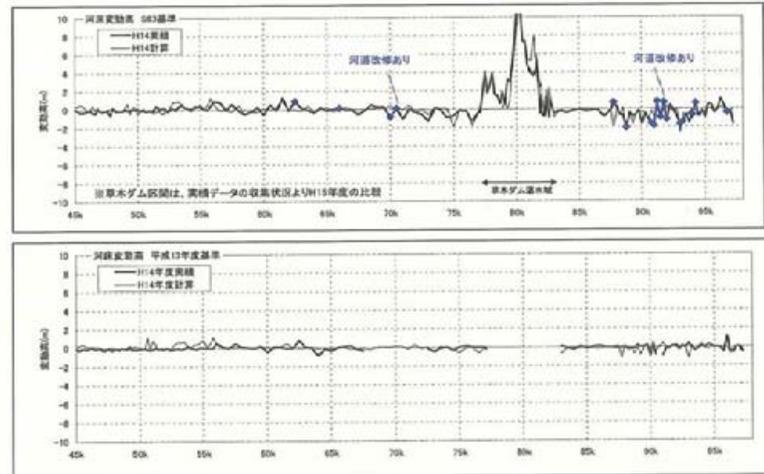


図5. 再現計算結果

3. 考察・今後の課題

上流域の土砂管理計画検討の精度向上を図るために、いくつかの課題がある。

- ① 平成16年以降横断測量が実施されていないため、近年の河床変動状況が不明であり、河床変化を把握することが難しい。
- ② 洪水時の水位縦断変化及び土砂移動実態のデータがないため、洪水時の水位及び流砂量等の再現性の確認ができない。
- ③ 草木ダム貯水池に堆積している土砂の粒度分布のデータがないため、草木ダムへの流入、堆積する土砂の再現性の確認ができていない。
- ④ 下流直轄区間への流出土砂量の再現性の検証ができていないことが課題である。

4. 今後の方針

土砂移動モニタリングを実施しながら、上記課題のデータ収集をはじめ定期的な縦断測量やレーザー計測データ及び河床材料調査等のデータ収集を行うとともに、モデルの再現性の向上を図るとともに、検討範囲を本川下流まで延伸させ渡良瀬川としての土砂の問題を把握し、利根川の総合土砂管理計画の策定状況を考慮した土砂管理計画の検討しつつ、渡良瀬川流域全体で、「バランスのとれた土砂移動の連続性」の維持・確保に向け、土砂管理の方針や関係機関の連携を高め、土砂の流れの改善目標を定めた総合土砂管理を目指していく。

H 2 1 深層崩壊斜面調査業務

関東地方整備局 富士川砂防事務所

1. 業務概要

1. 1 業務の目的

富士川水系早川流域において、地形・地質構造等から大規模崩壊危険箇所を推定するとともに、大規模土砂災害対策の検討を行い、今後の防災対策の基礎資料とすることを目的とする。

1. 2 業務対象地

①山梨県南巨摩郡早川町黒桂 ②山梨県南巨摩郡早川町高住

2. 地盤水文調査

2. 1 流量・水質調査

比流量、電気伝導率、pH、水温、イオン状シリカ、主要溶存イオンの調査を行った。

2. 2 空中物理探査

各調査対象区域の地形・地質状況を考慮して探査側線を設定し、下記の空中物理探査を行った。

(1) 空中電磁法探査

電磁誘導現象を利用して地下の比抵抗分布を調べ、地質構造を把握。

(2) 空中磁気探査

岩石の磁性による地球磁場の乱れ（磁気異常）を検出することにより、地下の磁性分布を調べ、これより地質構造を把握。

(3) 空中放射線探査法

地表の土壌に付着した自然放射線（ガンマ線）の強度 情報を取得し岩石の区分、断層破砕帯等の亀裂の発達を推定。

2. 3 ボーリング調査

空中物理探査結果等を踏まえ、2地区（4カ所）においてボーリング調査を実施した。

3. 大規模土砂災害対策検討

調査地域（深層崩壊跡地）において、物性値、地質構造、微地形要素の関係を分析し、対象地域に適した指標を設定し、深層崩壊の発生の恐れのある地域の抽出を行った。図3.1に危険地抽出のフローを示す。

3. 1 大規模崩壊危険箇所の推定等

3. 1. 1 深層崩壊危険箇所の抽出

前項までの検討結果から、①緩んだ岩盤と新鮮な岩盤との境界：70Ω・m、②地表面傾斜：30°以上、等を抽出条件として、調査地内の大規模

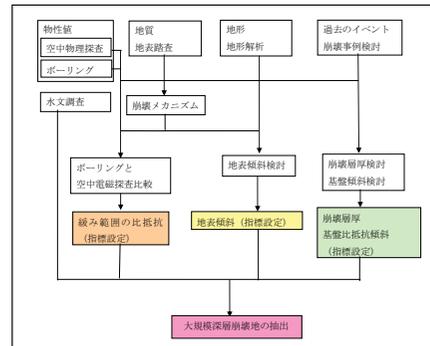


図3.1 抽出フロー

崩壊危険箇所候補地を抽出した。

3. 1. 2 崩壊ブロックの選定

抽出した大規模崩壊危険箇所候補地のなかで、とくに崩壊が生じることにより天然ダムを形成する危険性が大きいと考えられるブロックを選定し、選定したブロックについて崩壊想定土量を算出し、堆積形状を想定した。さらに、想定した天然ダム規模から氾濫解析を実施し災害シナリオを作成した。

3. 2 ソフト対策・ハード対策検討

推定した大規模崩壊危険箇所について崩壊想定土量の算出、堆積形状の想定を行った。想定した天然ダムの規模から、波堤ハイドロを想定し、氾濫解析を実施し、災害シナリオを作成した。

3. 2. 1 災害シナリオの設定

対象とする土砂移動現象、発生する天然ダムの規模・湛水量の設定、破堤に至る時間を想定し、氾濫解析を行った。

3. 2. 2 ソフト対策

想定箇所において大規模崩壊が発生した場合、周辺に甚大な影響が懸念されるため、崩壊が想定される地域について、ハード・ソフトを含めた対策の検討を行った。ソフト対策についても、段階的な対策が求められることから、「当面のソフト対策」および「目指すべきソフト対策」として検討した。

(1) 当面のソフト対策

①大規模崩壊および天然ダムの監視体制・・・カメラ・観測機器の設置

②住民への連絡体制・・・広報車、防災行政無線、携帯電話等による連絡体制の確保

(2) 目指すべきソフト対策

観測計器等による斜面動態モニタリングを行い、必要に応じて警戒避難を行う

危険度の段階に応じて、観測の頻度、機器の設置数量、データ確認頻度等を充実させる。

3. 2. 3 ハード対策

(1) 対策工

このような、大規模斜面を抑止力で安定させることは非現実的である。このため、想定した降雨時においても現状より斜面を不安定化させない対策として、水位の上昇を抑える水抜きボーリング、大規模であれば水抜きトンネル（横坑）の対策等が有効ではないかと考えられる。

(2) 被災地および被災地上流への到達ルート

大規模崩壊が発生した後は、天然ダムの破堤前に住民の避難が前提となるが、取り残された住民がいる可能性、あるいは災害後に住居の確認などのために連絡路が必要と考えられるため、被災地への到達ルートを検討した。

4. まとめ

本業務では、上記の調査から設定した指標に基づき、大規模崩壊が発生する危険性の高い箇所の抽出を行った。また、他の地域での適用は、同じ地質であれば今回設定した指標がある程度有効であると推察されるが、各地域の現場条件を踏まえた検証が必要である。さらに、その他の地質の地域においても、指標化に必要なデータを取得することにより、大規模崩壊発生危険箇所の抽出は可能であると考えられる。

奈川流域里山砂防モデル事業検討業務

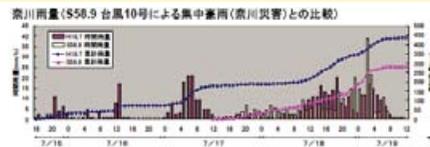
北陸地方整備局 松本砂防事務所

1. 目的

本業務は、梓川右支奈川流域を対象として、里山砂防事業を実施するための計画策定として地域の関係機関や地元住民の意見を取り入れながら、地元が求める里山砂防事業のあるべき姿を整理し、里山砂防事業実施に向けた整備計画を検討したものである。

2. 里山における砂防事業へのニーズの変化

過疎化、高齢化による里山内での労働力の減少から、里地の溪流と森林(斜面)が荒廃



局地的集中豪雨による災害リスクの高まり

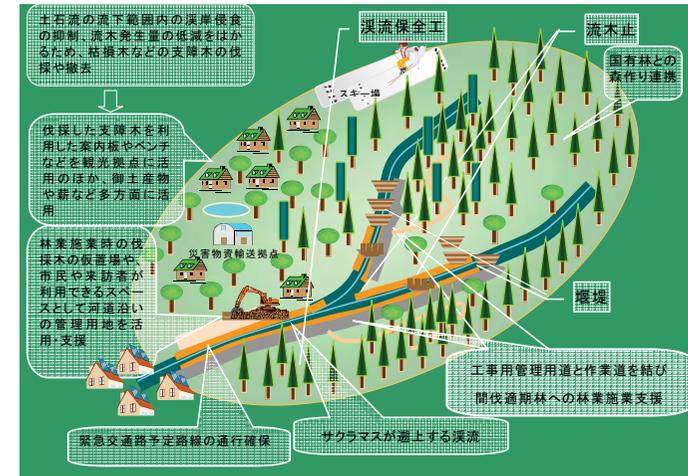
里山の砂防事業は森林整備(特に集落後背地・溪流沿い斜面)と連携をはかる必要が高まった。

流域の管理は、治山と砂防と地域が連携をはかっていくことがこれまでも求められてきたが、今後、これらの連携をさらに推進していくことが重要である。

3. モデル地区での里山砂防のあり方の検討

評価検討の結果から、奈川流域の里山砂防事業のモデル地区として境川流域を設定し、里山砂防のあり方の検討を行った。境川流域を選定した理由を以下に記す。

- 1) 防災の観点では昭和58年災害で大規模な被災地となっている。現在、既存砂防施設として砂防堰堤群がある。流域内で見られる崩壊の痕跡のほとんどが上流の国有林区域でみられている。
- 2) 溪流沿いには、8~9、10~18 齢級の林が多く分布する。また、集落より離れた林班の齢級が高くなる傾向がある。隣接路がない林班には、10~18 齢級の広葉樹が多く分布している。境川本川の左岸及び砂防計画施設周辺には、隣接した道路がない林班が広く存在している。
- 3) 境川流域は、奈川地域の中でも観光地区であり、奈川地区外から訪れる人が多い。冬のスキーや夏の合宿などでの体験型来訪者が多く、来訪者の年齢層が比較的若いと想定され、地域の活性化に結びつけられる可能性がある。



境川流域での里山砂防事業(イメージ)図

4. 今後の課題と実現にむけた展開

1) 林業情報の更なる収集と解析

- ① 林業施業履歴の位置や内容がわかる事で、適切な森林管理のあり方や、砂防からの支援のあり方が検討できる。
- ② 河道沿いには、小規模の多彩な森林があり、法規制とあいまって林業施業をやり難い状況にあることが聞き取り調査から判明した。今後は長野県と地元と一緒に踏査するなどして、現地レベルで立木の位置と所有、生育を総合的に状況確認する必要がある。

2) 地域とのコミュニケーション

- ① 地元の森林施業における具体的箇所のニーズの汲み上げ
- ② 活性化のための調整の場など組織的なネットワークの確保
- ③ 参加者は、流域管理の観点から、連携を図る主体として、・北陸地方整備局松本砂防事務所・中部森林管理局中信森林管理署・長野県松本地方事務所・松本市・松本広域森林組合の参加、パートナーシップが必要である。

3) 間伐材の利用促進

カラマツ材の活用については県、市、地元も様々な工夫を凝らしている。土木用資材として直轄事業での活用方法を検討していくことは、流域の連携や地元林業の活性化支援の即効薬として重要と考えられる。

姫川流域航空レーザー計測業務

北陸地方整備局 松本砂防事務所

1. 目的

本業務は、姫川流域において航空レーザー計測を行い、大規模地震発生時における天然ダム形成・決壊等のリスク評価を行うための基礎的な地形データを整備することを目的とした。

2. 業務内容

(1) 計測

業務を円滑に進めるための計測計画を立案するとともに、関係諸機関（航空管制等）への手続き、作業全般の準備を行った。

表 計測諸元

諸元	固定翼	回転翼
飛行高度	2500m～3650m	地形に沿って可変
対地高度	756m～2448m	500m
パルスレート	33kHz～50kHz	180kHz
スキャンレート	20Hz～24Hz	63Hz
振り角	±20°	±60°
ラップ率	50%～82%	50%
計測密度	0.8m/点	0.4m/点
総計測コース数	85コース (C53～58、C64～71は2フライト)	19コース (C18, 19は予備)

(2) デジタル空中写真撮影

①画像取得

航空レーザー装置に付属するデジタルカメラ画像を用いて、航空レーザー計測と同時に地表面の画像を取得した。取得した画像は、平均地上解像度が約0.25mであった。

②基盤地図情報整備

5mグリッドデータから、基盤地図情報ファイル（XML）を作成し、さらにXMLファイルからGMLファイルを作成し、それぞれをZIP形式に圧縮した。

基盤地図情報ファイルは緯度経度単位の3次メッシュデータであり、1/2,500国土基本図郭とは整合していない。そこで、5mグリッドデータを1つにまとめた上で、世界測地系から緯度経度に変換した。この変換の際にグリッドが歪むため、緯度経度座標上で内挿計算を行ってグリッドを再構築し、3次メッシュ図郭単体に切り出した。

③データファイル作成

上記のデータをまとめ、公共測量作業規定に準じたデータファイル、精度検証資料などを作成した。精度管理表を巻末資料として添付した。

④ 赤色立体地図作成

グリッドデータを用いて、対象範囲全体の赤色立体地図（特許第3670274号）を作成した。

赤色立体地図は、地形の凹凸を白～灰色～黒で、傾斜の度合いを赤色の濃淡で表現したものである。従来地形表現に用いられてきた等高線図、陰影段彩図、標高段彩図などと比べて、大地形から微地形までを立体感を持って詳細に表現できるという特徴がある。

以下に、本業務全域の赤色立体地図および、平成20年度「姫川流域航空レーザー計測業務委託」のデータと合わせた赤色立体地図を示す。赤色立体地図は、1m解像度で作成し、TIFF画像および地理情報ファイル（TFW）としてハードディスクに納めた。

⑤ ビューアデータ作成

本作業で取得したデータを、航空レーザーデータや簡易オルソフォト画像の表示や簡易な解析を行うことができる「LB（Laserbird）ビューア」（ソフトは無償提供）のデータセットに変換した。データセットは、本業務範囲のみのものと、平成20年度「姫川流域航空レーザー計測業務委託」で取得したデータとあわせたものの2種類作成した。

湯沢砂防事務所管内既設魚道機能調査検討業務

北陸地方整備局 湯沢砂防事務所

1. はじめに

湯沢砂防事務所管内は、内水面漁業の盛んな地域であるため、砂防えん堤等に魚道を精力的に整備してきた。整備当初は水路階段式魚道が多く設置されてきており(図-1)、古いものでは設置後30年が経過している。経年変化により破損しているものも多く(図-2)、機能の点検が必要であるが、その基準については、中下流域の河川区間用に作成された点検様式を準用することが多く、砂防溪流や砂防施設での特性を評価しきれておらず、特性を反映させた評価方法の確立が望まれているところである。

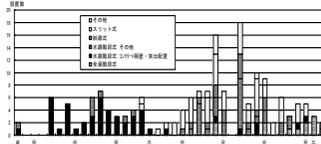


図-1 魚道タイプ別の設置数の推移

そこで、当事務所では、管内溪流の実態に即した機能評価基準を設定し、管内に設置された170基あまりの魚道について状況を把握するとともに、今後の魚道整備に当たったの魚道形式選定の一助となる評価手法を検討した。

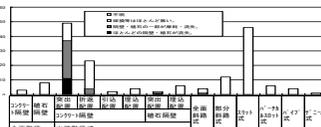


図-2 魚道タイプ別の破損状況

2. 管内溪流の特性に応じた機能評価基準の設定

魚道点検の手引きとも言える「魚ののぼりやすさからみた河川横断施設概略点検マニュアル(案)」(平成5年1月 建設省河川局治水課 以下「点検マニュアル(案)」)は、河川の中下流域に設置された施設を主な対象として作成されたものであり、砂防溪流の実態に必ずしもなじまない部分もある。そこで、管内の実態に即した魚道評価を行うために、評価項目の見直しや遡上調査結果のフィードバックなどを行い、魚道の機能を遡上段階別に分類し、評価基準の問題点の確認及び見直しを行う。

3. 魚道機能評価結果と検証

(1) 設置年代による魚道タイプの傾向

水路階段式魚道(コンクリート隔壁・突出配置)は古くは昭和48年から設置されており、平成に入るまでの魚道はほとんどがこのタイプであった。平成3年以降は新しいタイプの魚道が設置されはじめ、透過型えん堤でのスリット部や水路階段式魚道の折返し配置、引込み配置などの設置数が増加している(図-1)。

(2) 管内の代表的な魚道の機能評価の比較

(1)の結果から管内にもっとも多く設置されている水路式魚道(コンクリート隔壁、突出配置)と近年設置例が増えている全面魚道(植石隔壁)について、評価した結果を整理した。

a) 水路式魚道(コンクリート隔壁、突出配置)

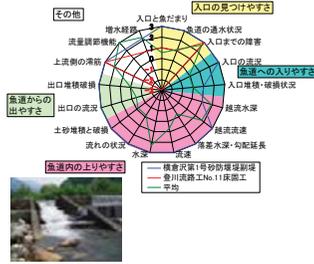
「入口の見つけやすさ」において良い評価結果であった点について、このタイプの魚道では、水路を本副えん堤間に収めているところが多いため、垂直壁下流端が魚道入口となるため、比較的迷わずたどり着けることを反映していると思われる。

また、「その他」については、低水時の流量において水が集まりやすいため一定の水深を保つことができ、良好であることを反映できたと思われる。

水路階段式魚道

一方評価の低い「魚道への入りやすさ」「魚道からの出やすさ」については、増水時の流水集中による影響を受け堆積や破損が起こることが反映されていると思われる。

水路式魚道における評価結果と実際の状況の関係について、概ね反映されていると思われるが、増水時における流速等の魚類への影響が、把握されていない。このことから評価の精度を高めるためには実際の増水時における検証が必要と思われる。



b) 全面魚道(植石隔壁)

全面魚道においても、水路式魚道同様「入口の見つけやすさ」、「その他」において良い評価結果であった。理由としては、全面が魚道であるため入口を探すことなく遡上することができることを反映していると思われる。また「その他」については、水路のようなくぼみをつけるなど横断方向に変化を持たせた構造とすることで、流量調節機能を発揮することができることを反映していると思われる。

全面魚道

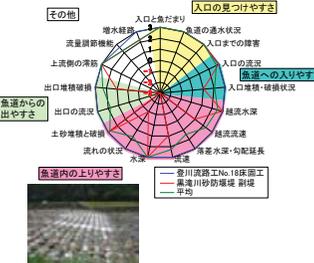


図-3 タイプ別機能評価

一方、評価の低い「魚道内の上りやすさ」、「魚道からの出やすさ」については、石の設置方法によっては越流水脈が植石を固定するコンクリートや礫にぶつかり水跳ねが発生し、流速等魚類の遡上に影響を及ぼす点が反映されていると思われる。

全面魚道における評価結果と実際の状況の関係について、概ね反映されていると思われるが、植石の配置等による流水の飛びはねや水の溜まり場の変化が施設規模により異なるので、評価への反映は難しいと思われる。

5. 効果的な魚道整備に向けての評価手法

砂防溪流や砂防施設での特性を踏まえた魚道の評価手法はあまり例がなかったが、今回の検証により過去から現在に至るまで数多く設置されてきた管内の魚道について、魚道のタイプ別での機能傾向を検証することができた。

今回作成した砂防溪流における魚道の機能評価基準を適用することで、今後の魚道整備に関わる魚道形式選定の考え方の一助として活用できるものと考えられる。

今後の課題として、砂防溪流特有の激しい土砂移動による現地状況の変化や破損状況を確認しながら、実際に魚類がどのような行動をとるのかを現地での遡上調査を用いながら検証し、評価基準についての精度を高める工夫が必要である。

常願寺川水と緑の溪流づくり調査業務（外来植物対策効果調査）

北陸地方整備局 立山砂防事務所

1. はじめに

北アルプスの立山周辺は、生態系の多様性に富み、動植物の保護されている中部山岳国立公園内に位置する。この立山には立山黒部アルペンルートを利用し、年間100万人以上の観光客が訪れているが、アルペンルートの沿線では十数年前から本来生育しない外国産の植物や人里の植物（＝外来植物）の侵入が確認され、在来植物への影響が懸念されている。隣接する立山カルデラも、これまで工事関係者以外にほとんど人が立入らない場所となっているが、近年、工事ヤードや水谷平の宿舎の周辺で、同様に、外来植物が見受けられるようになってきた。このため、立山カルデラ内の自然環境保全の観点から、既存の生態系への影響を配慮した対策として、立山カルデラへの侵入ルートである有峰資材運搬道路に、タイヤ洗浄装置（写真-1）による侵入防止の対策を講じているところである。

しかしながら、本当に車両のタイヤに外来植物の種子が付着し、タイヤ洗浄装置によって洗い流されているのか定かでないことから、効果検証を実施した。

2. タイヤ洗浄装置の効果検証

タイヤ洗浄装置によって落とされたタイヤの泥等は、洗浄水が循環する過程の途中で、フィルターにより2mm以上の植物片やゴミ等が溜まる部分と、沈殿槽によりフィルターを通過した2mm以下の浮遊物が沈殿する部分で、取り除かれ、廃棄物として処理される構造となっている。効果検証としてタイヤ洗浄装置から取り除かれた廃棄物を採取し、その中に含まれる種子の調査を実施した。調査は、フィルターにより分離された2mm以上の植物片等は実体顕微鏡により直接種子を確認して植物の判別を行った。沈殿槽の沈殿物については発芽試験により植物の判別を行った。尚、採取は夏と秋の2回実施した。



写真-1 タイヤ洗浄装置

3. 検証結果

(1) 実体顕微鏡による確認種

実体顕微鏡による調査では表-1に示す26種396個体の種子が確認された。確認された種のうち、本来は人里に生育するものが4種、外国産のものが3種の計7種の外来植物が確認された。確認個数が多かった種子は、周辺の急傾斜地に生育するケヤマハンノキ、ミヤマハンノキ、高標高地の草原にも生育するススキであった。

また、外来生物法の規制対象ではないが生態系に悪影響を及ぼしうるため、取り扱いに注意すべき種とされる「要注意外来生物」に指定されているアメリカセンダングサとエゾノギンギンが含まれていた。

(2) 発芽試験による確認種

発芽試験による調査では表-2に示す15種61個体の発芽が確認された。確認された種のうち、本来は人里に生育するものが9種、外国産のものが3種の計12種の外来植物が確認された。確認個数が多かった種子は、畑地や路傍に生育する人里の種のスズメノカタビラであった。また、同様の環境に生育するメヒシバも比較的多数確認された。

また、コスズメガヤヤクサイは既に立山カルデラ内での記録があるが、オオチドメ、トキワハゼなどは記録がないものであった。これらの種は、カルデラ内の環境が厳しいため、現状としては種子が侵入したとしても分布を拡大できない（できていない）と考えられる。

2つの方法により調査した結果から、立山カルデラ内には本来生息しない植物が17種（うち外国産6種）が確認された。

4. まとめ

タイヤ洗浄装置の検証の結果、工事車両等のタイヤによって外来植物が運ばれてきていることが一因であると判明し、洗浄装置によって種子の侵入抑制に一定の効果があることが実証された。特に、今回のタイヤ洗浄装置の検証で、カルデラ内で確認されていない外来植物が確認された。大量の種子が継続的に侵入抑制されずにカルデラ内に侵入すれば、分布拡大の機会が増大するものであり、生態系への影響は大きい。

タイヤ洗浄装置による外来植物への取り組みは、地道な作業であるが、立山カルデラの生態系を守ることに貢献できるものと期待するものである。

表-1 実体顕微鏡による確認種

科名	種名	夏季	秋季
カバノキ科	ケヤマハンノキ	34	16
	ミヤマハンノキ	3	43
	ダケカンバ		10
	ミズメ		16
タデ科	ミソソバ	1	
	オオイトドリ	2	3
	エゾノギンギン	5	
	タデ科の一種	1	
マタタビ科	サルナン		3
アブラナ科	カズナ		1
モクセイ科	アオダモ		1
キク科	アメリカセンダングサ	1	
	ヨブスマンウ		1
	アキノキリンソウ		1
	タンポポ属の一種	1	
	キク科の一種		1
	双子葉植物	1	
イネ科	メヒシバ	1	3
	イヌビエ	7	
	オキ		13
	ススキ		185
	オオクサキビ	4	
カヤツリグサ科	チカラシバ		1
	ヨシ属の一種	8	
	イネ科の一種	21	4
	カヤツリグサ科の一種①	2	
	カヤツリグサ科の一種②		2
8科	26種 396個体	15種 92個体	17種 304個体

外国産の種

人里の種

※ カヤツリグサ科の一種①、②は1種としてカウントした

表-2 発芽試験による確認種

科名	種名	夏季	秋季
アカザ科	シロサ	1	
ヒユ科	イヌビユ	1	
セリ科	オオチドメ	2	
ゴマノハグサ科	トキワハゼ	2	
キク科	オオヨモギ	2	
	ヒメジョオン or ハルジオン	1	
	キク科の一種	1	
	双子葉植物※	2	1
イグサ科	クサイ	1	
	イグサ科の一種	1	
	メヒシバ	8	
イネ科	アキメヒシバ	1	
	イヌビエ	1	
	オヒシバ	1	
	コスズメガヤ	1	
	スズメノカタビラ	23	
	ナガハグサ属の一種※	8	
	イネ科の一種※	2	1
7科	15種 61個体	15種 59個体	2種 2個体

外国産の種

人里の種

※ 同じ科の中で同種が出現している可能性があるため、種数に含めない

手取川上流部掃流砂量調査解析業務

北陸地方整備局 金沢河川国道事務所

1. 概要

本業務は、砂防計画策定の基本条件となる掃流砂量の推定精度向上土砂管理計画の基礎資料を目的として、手取川の砂防領域を対象とした掃流砂量観測手法を確立するための検討を行ったものである。採用した掃流砂量観測手法としては、時系列的に観測データが得られる音響法を利用したハイドロフォン手法を用い、さらに観測データのキャリブレーションとして掃流砂観測樹を用いた。

掃流砂量の推定精度については、平成16年度当初は相関係数で $R^2=0.25$ 程度であったが平成21年度の検討結果では、相関係数は $R^2=0.73$ となった。

2. 掃流砂量解析内容

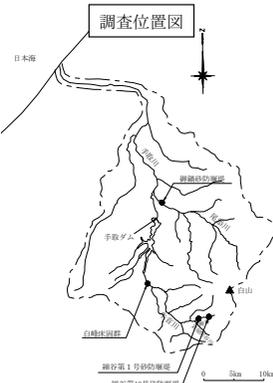
ハイドロフォン観測値から掃流砂の移動土砂量および移動礫径の推定方法について検討を行った。検討は、平成20年度に瀬戸砂防堰堤から移設した御鍋砂防堰堤地点及び白峰地点を対象に、今年度観測データを昨年度データに追加して、時間的に連続したハイドロフォン観測（増幅率別のパルス）と同時観測している掃流砂観測樹（白峰地点のみ）による捕捉土砂量と捕捉土砂の粒径の関係よりキャリブレーション式を検討するものである。

掃流砂観測樹は、樹底部に堆砂圧計（ロードセル）を設置しているので時系列的に捕捉した土砂重量を把握することができる。この捕捉土砂を河道底層に掃流状に移動する掃流砂とした。粒径については掃流砂観測樹の捕捉土砂を粒度分析することにより把握できる。音響解析については掃流砂観測樹による観測のみではデータに限りがあるので、物理的な理論に基づいた結果を解析して補間データとして利用するものである。

3. 掃流砂量のキャリブレーション式の検討

平成19年度の検討では瀬戸砂防堰堤地点のみの分析の場合、増幅率16倍が最も相関性が高かったが、白峰地点のデータを含めると増幅率64倍の方が相関性が高くなっている。これは、牛首川の流砂の粒径が尾添川より細かいため、より感度の高いセンサーの方が流砂現象を捉えているといえる。

ハイドロフォンパルスと堆砂圧増分との関係について、単位時間当たりのパルスとロードセルによる堆砂圧の関係は、過去の観測記録に平成21年6月22日出水を追加して分析した。パルス数と捕捉土砂重量との関係はパルス数に対して捕捉土砂重量が指数的に増加しており、捕捉土砂量を対数とした方が傾向を示すことができるようである。これは、ハイドロフォンが全ての流砂の粒子数を計測しているのではなく、流砂量が多い時は、捉えられない割合が多くなることを示している。



4. 土砂生産移動特性検討

(1) 手取川ダムの期間堆砂量とハイドロフォン観測値

白峰床固群観測位置は、手取川ダム貯水池上流端の直上付近に位置する箇所であるため、白峰床固群位置の観測結果から、流砂観測期間のダム期間堆砂量を推定した。その結果、1981年の堆砂量は再現できないが、他の年は平均的に合っており、推定式は妥当といえる。

(2) 浮遊砂量検討

ハイドロフォンの高感度センサーの観測値を利用して浮遊砂濃度の推定について検討した。その結果、決定係数 $R^2=0.65$ と他の指標より相関性が低くなるが、パルス数からS濃度が推定可能である。

(3) 流砂の周波数特性の検討

今回の流砂観測の計測インターバルは、1分間隔で行っており、このデータを利用して、流砂現象の周波数特性について分析した。その結果によると、細粒土砂の移動を表す増幅率1024倍のパルス数の卓越周期は約45分で、粗粒土砂の移動を表す増幅率16倍のパルス数の卓越周期は約30分となっており、実際の流砂は、平均的には流下せず、周期性をもって流下している。

5. 総合検討

(1) 土砂生産移動特性

出水ごとに流砂を見た場合、その出水時の土砂生産位置や生産のタイミングの違いにより、時間的に土砂波形が変化して、結果として流量等と明確な傾向は示せなかった。一方、1ヶ月単位で平均的な現象として分析して、土砂生産位置やタイミングの違いを平均化して評価すると相関は低いが、牛首川流域より尾添川流域の方が水量に対して流砂量が多い傾向にある。

(2) 降雨による土砂生産特性

融雪期と降雨時出水時との違いは、観測結果によると、明確な傾向はない。

(3) 河道の安定度

瀬戸堰堤から御鍋堰堤間（ $L=1.4\text{km}$ ）の過去5年間の河道の安定度について、過去の観測結果と河床変動解析手法を用いて分析した結果、瀬戸堰堤から御鍋堰堤間（ $L=1.4\text{km}$ ）において、最大変動量が $-2.5\text{万m}^3/\text{年}$ （年平均約 $-1\text{万m}^3/\text{年}$ ）で5年間の内4年が河床低下傾向となった。

(4) 課題・問題点整理

① 土砂生産源に近い位置での流砂観測

生産源に近い箇所では、外力が大きく、観測装置が損傷される可能性が高いが、観測装置を2重化すれば継続して観測できる可能性が高くなるので、上流域で観測する場合は、観測機器の2重化が望ましい。

② 施設効果の検証

流砂量の把握と土砂生産移動特性分析を中心に検討してきたが、流砂観測結果を利用して砂防施設の土砂コントロール効果を検証することが可能である。しかし、現在の最下流部の1箇所だけの流砂観測では、土砂移動をどのようにコントロールしているか分析することができない。よって、縦断的に流砂を計測して把握するため、今後流砂観測施設を増設する必要がある。

手取川上流域監視システム改良業務

北陸地方整備局 金沢河川国道事務所

1. 概要

降雨等に起因する土砂移動現象では、監視対象範囲が流域全体の広範囲に及ぶことやワイヤーセンサー等の検知センサーが対象範囲全域にわたって整備されていないことから、発生場所によっては土砂移動現象の検知やその情報に基づく警戒避難体制構築に遅れを取る恐れがあるものと考えられる。

そこで監視対象範囲内で発生した土砂移動現象を広範囲にわたって監視できるように、平成17年度より、手取川上流域において、高精度の振動センサー計3器を設置し、複数の溪流に渡る広域的な土砂移動現象の発生時刻、位置、規模の監視を目的とした大規模土砂移動検知システムの開発を実施している。

防災体制の判断に資する情報提供としては、大規模な土砂移動現象のみならず、より発生する率の高い、小規模の土砂移動現象も局所的に監視対象としていく必要があるため、平成20年度において監視対象とする溪流位置や既設の観測機器設置位置、光ケーブル敷設位置等を勘案し、適切な機器配置計画を検討し、振動センサー増設・導入について検討を行った。

本業務では既設地点の3点に加え、新設する全6地点の観測機器（振動センサー）のうち、尾口出張所と尾口大橋の2地点の機器増設を行い、それに伴うシステムプログラムの改良を行うものである。

2. 設置位置検討・設定

(1) 微動測定法

振動センサー設置候補の条件としては、バックグラウンドの振動ノイズレベルが小さいことが望ましい。このバックグラウンドの振動ノイズレベルは常時微動と呼ばれ、その振動源は交通振動や機械振動等の人間活動によるものや風雨等の自然現象に起因するものがある。そこで、設置候補地点において常時微動測定を行い、振動ノイズレベルを確認し、設置地点を選定する。

(2) 微動測定結果

振動センサー増設地点において常時微動計測を行い、振動ノイズレベルを確認し、設置位置を検討・選定した。振動センサー増設地点は図-1に示す計6地点である。なお、三ツ又については、現在工事中であり、振動ノイズレベルが大きい結果であったため、代替地として「猿花」地点を選定した。



図-1：振動センサー地点

3. 大規模土砂移動検知システムの観測機器増設に伴う改良

大規模土砂移動検知システムの観測機器増設に伴い、システムの改良として、大規模土砂移動現象のエンベロープの解析、現地微震動の解析、他事例の土砂移動解析検知の事例等を調査のうえ、振動現象の識別基準アルゴリズムを作成し、システム設計、システムプログラミング、システム動作確認を実施した。

既存事例（平成18年の蛇谷土石流データ）や本業務内で実施する微動測定結果より増設地点の振動現象識別基準アルゴリズムを作成し、システム改良を行った。振動現象識別基準としては、平成20年度の検討に基づき、振動エンベロープ比（高周波帯/低周波帯）と低周波帯エンベロープの継続時間とした。

4. 手取川上流域監視システムの改良

大規模土砂移動検知システムの観測機器増設に伴い、手取川上流域監視システムの土砂移動情報のシステム改修として以下を実施した。

- ・新規追加センサーの地図登録およびグラフ表示機能の追加
- ・大規模土砂移動検知システムとの連携
- ・システムの試験・導入

5. 今後の課題

(1) 残り4地点の振動センサーの新設

計6地点の新設地点のうち、振動センサー増設2地点が完了し、今後は残り4機の振動センサー増設を行い、監視体制を整備する必要がある。

(2) 円滑な振動センサー増設作業を行う上での事前調査

他の4地点については、CCTVが設置されていることから、光ケーブル敷設が行われていると考えられるが、使用線番に空きがあるか、また、ケーブル接続経路状況（光中継局の有無等）等の詳細情報が未確認である。従って、今後のセンサー増設に関しては、各地点において光ケーブルに関する既存資料調査や光パルスによる通信調査を行い、光ケーブル接続経路状況を確認することが必要である。

(3) システム処理能力増強を目的とした集中管理PCの増設

今後4地点にセンサーが増設された場合、集中管理PCのデータ処理部に多大な負荷がかかることが予想される。システム処理能力増強を目的とした集中管理PCの増設を行う必要がある。

(4) 継続的なモニタリングを通じた識別基準の検討

新設した2地点においては運用期間が間もないため、今後継続的なモニタリングを行い、設定した識別基準の妥当性を検討する必要がある。

(5) システムの効率的な維持管理

大規模土砂移動検知システムのうち、既設3器においては、通信エラーに伴う収録プログラムの停止と欠測が発生した。そのため、手取川上流域監視システム内においては、振動センサー稼働状況を監視するための監視機能追加を実施した。今後は、上記エラーが発生した場合の対策としての収録プログラムの改善、導入を行う必要があると考えられる。さらにシステムの効率的な維持管理として、早期にセンサーの誤動作や欠測状況を担当職員に知らせる機能の構築が必要と考えられる。

焼岳火山噴火緊急減災対策砂防計画検討業務

北陸地方整備局 神通川水系砂防事務所

1. 火山噴火緊急減災対策とは

火山噴火緊急減災対策は、いつどこで起こるか予測が難しい火山噴火に伴い発生する火山災害のうち、土砂災害に対して、ハード対策とソフト対策からなる緊急対策を迅速かつ効果的に実施し、被害を出来る限り軽減（減災）することを目的とするものである。（図-1参照）



図-1 火山噴火緊急減災対策砂防イメージ

2. 計画策定の流れ

「焼岳火山噴火緊急減災対策砂防計画」の計画策定までのフローを図-2に示す。

計画策定の基本事項では、焼岳の特徴や火山活動実績から焼岳の現状を把握し、想定される噴火特性を可能な限り網羅するため、イベントツリー型の火山噴火シナリオを作成し、網羅被害想定を行った。

対策方針の設定では、火山噴火シナリオに基づき、ケースと場面に応じた具体的な対策を検討するために、火山噴火緊急減災対策として実行可能なシナリオのケースを抽出し、さらに対策方針を検討する上で必要な前提条件（対策開始時期、対策可能期間、規模・現象、対策場所など）を検討した。

緊急時早に実施する対策の検討では、シナリオケースに対する被害想定を踏まえ、噴火シナリオのケース毎に時間推移で変化する影響範囲、工事の安全管理などに留意して、対策可能な地域に可能な限り減災を行うための緊急ハード対策について検討した。

平成21年度の業務では、「緊急時早に実施する対策の検討」まで検討を進めており、他の検討項目については平成22年以降に行う予定である。

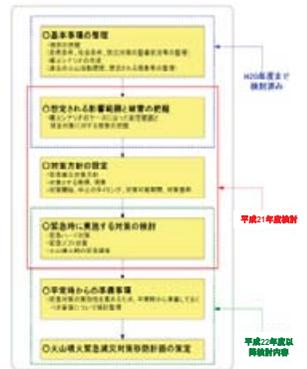


図-2 計画策定までの流れ

3. 想定される影響範囲と被害の把握

噴火シナリオケースに基づき、火山噴火活動により想定される土砂災害に対する対応方針を検討するため影響範囲を把握した。それぞれのケースにおいて発生が想定されている現象は、噴石、降灰、降灰後の土石流、火山噴出型尾流、溶岩流、火砕流、融雪型火山崩落、天然ダムによる湛水・浸食・越流である。検討においては、DEMを用いて数値シミュレーションを実施し、各土砂移動現象の空間的・時間的影響について把握した。なお、各現象の計算条件については、過去の噴火実績等により設定し、学識委員による助言を受け決定した。計算結果の一例を図-3に示す。

3. 1 降灰後の土石流

土石流氾濫範囲と到達時間、ならびに保全対象や主要道路の関係を図-3に示す。保全対象までの到達時間は短い河川で10分、長い河川でも40分程度と著しく短い結果となった。また、氾濫範囲については被害が広範囲にわたり、対象とする7溪流（足洗谷、岩坪谷、餌掛谷、上々堀沢、上堀沢、中堀沢、下堀沢）全てに被害が及ぶという結果となった。

【計算条件】

- ・100年超過確率雨量
- ・計画流出土砂量 964,600m³ (全体)



図-3 降灰後の土石流シミュレーション結果

3. 2 溶岩流

計画規模の溶岩流（容岩流量5,000万m³）の氾濫範囲と到達時間、ならびに保全対象や主要道路の関係を図-4に示す。保全対象までの到達時間は短い河川で12時間、長い河川では10日程度とある程度の余裕がある。氾濫範囲については、対象7溪流のうち、4溪流（足洗谷、岩坪谷、上々堀沢、下堀沢）に被害が及ぶ結果となった。

【計算条件】

- ・流出量：5,000万m³
- ・噴出率：2,000m³/s
- ・継続時間：420分

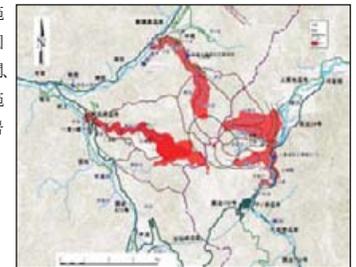


図-4 溶岩流シミュレーション結果

3. 3 火砕流

計画規模の火砕流（火砕流量350万m³）の氾濫範囲と到達時間、ならびに保全対象や主要道路の関係を図-5に示す。図中で氾濫範囲が二重となっているが、外側の範囲は火砕流に伴い発生する火砕サージの範囲である。火砕流の氾濫範囲は他の現象と比較して最も被害が広範囲に及ぶ。結果を見ても、対象7溪流のうち、火砕流被害が4溪流（足洗谷、岩坪谷、上々堀沢、下堀沢）、火砕サージ被害が3溪流（餌掛谷、上堀沢、中堀沢）という結果であった。また、保全対象までの到達時間は長い河川でも10分程度であり、現象発生後の避難もほぼ不可能である。よって、このような現象の発生が予想される場合には、溪流沿い、河川沿いでの対策工の実施（有人施工）は困難と考えられる。

【計算条件】

- ・噴出量：350万m³
- ・噴出率：13,300m³/s
- ・継続時間：263.15秒

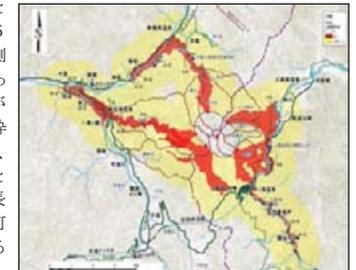


図-5 火砕流シミュレーション結果

4. 基本方針の設定

4. 1 対策対象とする現象

噴火シナリオケース毎に想定した発生現象とその規模をもとに、現象毎の特徴と緊急的な対策により期待できる効果を整理した。整理した結果を表-1に示す。発生現象の性質等を勘案し、緊急ハード（施設）対策として実施可能な現象は、「降灰後の土石流」「融雪型火山泥流」「天然ダム形成に伴う湛水・浸食/越流」とした。その他の現象については緊急ソフト対策で対応を行うこととした。

現象	特徴	緊急ハード対策
噴石	火山噴出に伴って発生する現象。噴石が落下する範囲は噴火の規模によって異なる。噴石が落下する範囲は噴火の規模によって異なる。	緊急ハード対策による効果は期待できない。
噴霧	噴火に伴って発生する現象。噴霧が落下する範囲は噴火の規模によって異なる。噴霧が落下する範囲は噴火の規模によって異なる。	緊急ハード対策による効果は期待できない。
降灰	噴火に伴って発生する現象。降灰が落下する範囲は噴火の規模によって異なる。降灰が落下する範囲は噴火の規模によって異なる。	緊急ハード対策による効果は期待できない。
融雪型火山泥流	融雪に伴って発生する現象。融雪に伴って発生する現象。融雪に伴って発生する現象。	緊急ハード対策による効果は期待できない。
天然ダム形成に伴う湛水・浸食/越流	天然ダム形成に伴って発生する現象。天然ダム形成に伴って発生する現象。天然ダム形成に伴って発生する現象。	緊急ハード対策による効果は期待できない。
土石流	降灰後の土石流。降灰後の土石流。降灰後の土石流。	緊急ハード対策による効果は期待できない。
緊急ソフト	緊急ソフト対策。緊急ソフト対策。緊急ソフト対策。	緊急ソフト対策による効果は期待できない。

表-1 現象毎の特徴とハード対策

5. 緊急時に実施する対策の検討（緊急ハード対策）

想定される噴火シナリオのうち、特に発生の可能性が高い水蒸気噴火によって発生すると予想される「降灰後の土石流」を対象として、緊急ハード対策を検討した。なお、「融雪型火山泥流」「天然ダム形成に伴う現象」「緊急ソフト対策」については平成22年度検討を行う予定である。

5. 1 対策範囲

シミュレーション結果に基づき、保全対象に被害が生じる岩坪谷を対象として検討を行った。（図-6参照）

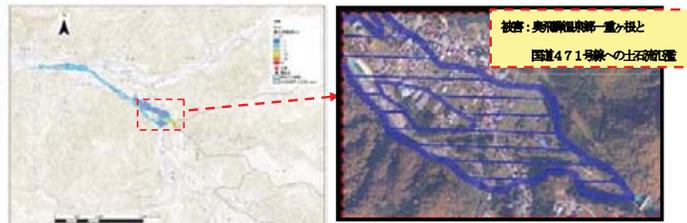


図-6 岩坪谷シミュレーション結果

5. 2 対策箇所及び工法

緊急対策の実施可能な箇所について最適地を選択するために、基本事項として施設配置、土地利用・法指定、保全対象の分布等を整理した。整理した制約条件から対策の安全性、施工性、実現性の観点で総合的に検討した結果、砂防区間での対策を基本とする。岩坪谷においては、下流域に砂防施設が4基、上流域で4基整備している。上流域においてはアクセスが困難な為、時間的な余裕が無くなることから、下流域で対策を行うこととした。（図-7参照）

また、対策工法の検討にあたっては、緊急的に実施する対策であることから、通常のコンクリート構造物の施工は型枠工や養生に時間を要するため困難である。したがって工法は大型土のう積みや土盛り構造、既往施設の除石や簡易で作業効率が低い施工方法を選択する必要があるとともに対策地へのアクセスも考慮する必要がある。

当該流域では、既往施設設置・構造、アクセスの容易さ、作業効率を比較し、不透過型砂防施設2基の「除石工」及び透過型施設1基の「閉塞工」を選定した。（図-8参照）



図-7 対策箇所（岩坪谷）



図-8 対策工法の検討

5. 3 対策工の効果と概算施工日数

降灰後の100年超過確率規模降雨に起因する土石流に対する緊急対策工についてその効果と概算施工日数を試算した。下表に示すように、緊急対策を実施することで、100年超過確率の土石流に対して整備率100%を満足できる。また閉塞工においては、1基のみで整備率100%を満足でき、最も効果の高い対策となった。施工日数における試算はあくまで理想的な条件下で施工できた場合のものであるが、最長でも26日、閉塞工に至っては1日と緊急的に対策できる日数としては現実的であると考えられる。（表-2参照）

表-2 対策工の効果と概算施工日数

箇所	工種	効果量 (m ³)	整備率 (%) 100年	箇所	除石量 (m ³)	鋼管(横桝) (本)	日当たり施工能力 (日)	施工日数 (日)
				日影第2号砂防堰堤	緊急除石	42,900	28.1%	日影第2号砂防堰堤
日影第1号砂防堰堤	緊急除石	115,000	75.4%	日影第1号砂防堰堤	115,000	4,500m ³ /日	26	
日影第1号上流砂防堰堤	緊急閉塞	200,000	131.1%	日影第1号上流砂防堰堤		21 50本/日	1	
平湯川合流点			235.0%					

6. 今後の課題

焼岳火山噴火緊急減災対策砂防計画は、計画策定のため組織する「焼岳火山噴火緊急減災対策砂防計画策定検討会、WG」の運営を行い、学識委員・行政委員からの助言を受け検討を進めている。また、レーザー計測や、最新の火山学研究成果を踏まえながら検討してきた結果、焼岳火山噴火の特性、それに対応する現象、対策について明確になりつつある。しかしながら、自然現象は想定シナリオどおりに進展することはないことを念頭置き、不慮の局面を迎えた場合のリカバリー方法についても「検討会、WG」を通じて議論しておく必要がある。また、火山噴火時の防災対策は、関係省庁及び地方公共団体により行われる総合的な対策であることから、火山の態勢に対応して行われる各機関の防災計画と連携をとりつつ計画を練り上げていく必要がある。今後は、緊急ソフト対策や平常時からの準備事項など、未検討の対策方針を明確にするとともに、「検討会」等を通じて各機関と連携をとりつつ平成22年度中の計画策定に向けて検討を進めていく。

黒部川上流域崩壊状況調査業務

北陸地方整備局 黒部河川事務所

1. 業務概要

本業務は、黒部川直轄砂防対象流域について微地形分類図を作成する他、「深層崩壊の発生のおそれのある溪流抽出マニュアル(案)」に基づいた検討を実施することで、危険斜面を抽出し、深層崩壊規模と危険度の検討を行った。

2. 実施内容

2. 1 微地形分類図の作成

黒部川河川事務所直轄砂防流域内について、空中写真判読により微地形分類図を作成（縮尺 1/2.5 万）。

2. 2 深層崩壊の発生のおそれのある溪流の抽出

① 資料収集整理

② 地質・微地形指標の設定

対象地域における地質構造（i 活断層、ii 明確なリニアメント）、微地形要素（I 山頂緩斜面、II 二重山稜・線状凹地・小崖地形、III 円弧状クラック、IV 岩盤クリープ、V 地すべり地形）について分割した溪流毎に整理し、「カバー率」と「的中率」を用いて深層崩壊発生と関連の高い要素を抽出し、崩壊発生のおそれのある溪流を抽出するための地質・微地形指標を設定。この他、深層崩壊の素因や特性は地質によって異なるため、黒部川の崩壊特性に応じた微地形要素の抽出を実施。

③ 地形量指標の設定

対象地域において 50m メッシュ毎の地形量（斜面勾配及び集水面積）を算出し、深層崩壊の発生と地形量の関係を整理して深層崩壊発生の危険度が高い地形量を設定し、溪流単位で地形量指標を設定。

④ 深層崩壊の発生のおそれのある溪流の抽出

対象地域に対して、A 深層崩壊の発生実績、B 地質・微地形指標、C 地形量指標によって、「深層崩壊の発生のおそれのある溪流」を抽出。

2. 3 深層崩壊規模・危険度の検討

抽出された「深層崩壊の発生のおそれのある溪流」を対象に詳細微地形分類図（1/1 万程度）を作成し、現地状況を確認した上で、具体の深層崩壊危険箇所（斜面）と規模を想定。

① 詳細微地形分類図の作成

深層崩壊地・深層崩壊跡地とそれに関連する微地形要素と、土砂移動に係る砂防関連微地形を空中写真から判読し（明瞭な地形要素を持つリニアメント等を含む）、深層崩壊についてタイプ分けを実施。また、レーザ計測データから、地形解析図（傾斜区分図、エルザマップ、カラー陰影図等）を作成し、変位地形や崩壊危険箇所の抽出精度を向上。

② 現地調査

崩壊・土砂流出の規模及び崩壊危険度の検討に資する現地確認及び諸調査（節理系の計測・観察：黒薙川、祖母谷、小黒部谷等でデータ取得、タイプ分けをした深層崩壊の代表地の地形・地質の確認）を実施。

③ 崩壊危険度の検討

深層崩壊のおそれがある箇所（斜面）毎の発生危険度を、地形・地質の条件等から客観的・定量的に検討し、危険度区分を実施。

3. 総合検討

以上の検討結果について技術的に総合検討・評価とりまとめを実施。

今後は、危険度が高いと判定された溪流において、詳細な検討を実施し、移動土砂量の推定を行う。

土石流危険渓流基礎調査及び砂防施設点検業務委託

北陸地方整備局 飯豊山系砂防事務所

1. 業務概要

本業務は、飯豊山系砂防事務所管内の土石流危険渓流を対象とし、溪流ごとの地形、地質、過去の災害実績、他官庁対策施設の効果評価、流出調査を実施し、「土石流危険カルテ」の精度の向上を図り、砂防施設等によるハード対策事業、警戒避難等のソフト対策事業を含めた総合的な土砂災害防止対策を効果的・重点的に実施するための基礎資料とするとともに、砂防施設を適切に維持管理し、長寿命化を図るため、老朽化した砂防施設の緊急点検を目的として実施した。

2. 土石流危険基礎調査

2. 1 調査内容

土石流危険渓流調査の対象溪流は、山形県西置賜郡小国町に位置する土石流危険渓流ランクⅡの17溪流とした。調査は、図1に示す作業フロー図に従い、実施した。

2. 2 区域設定（机上調査）

砂防基盤図を元に、区域設定支援システムを用い氾濫区域（土砂災害特別警戒区域、土砂災害警戒区域）を設定した。区域設定にあたり、各種条件の設定手順や適用する定数は、山形県の基礎調査マニュアルに基づくものとする。

基礎調査マニュアルでは、各種条件の設定にあたり、解釈に迷う点や解説が判然とせず、決めがたい事項等がある。このため、本調査では成果品の品質確保に向け、区域設定の結果を大きく左右する設定事項を対象に、判断基準（カタログ化：図2参照）を設け、客観的で明確な根拠に基づく区域設定を行った。

2. 3 区域設定（現地調査）

現地では、机上設定データの調整（現場条件との整合）及び、①基準地点、土石流の流下する方向、②氾濫区域を規制する地形、③土石流により浸食可能な土砂の断面、④既往設備の諸元、⑤1回目の照査で指摘を受けた箇所を確認といった事項を確定するための調査を行った。調査後、現地調査結果を区域設定支援システムに入力し、氾濫区域の再設定を行った。



図1 砂防フロー図

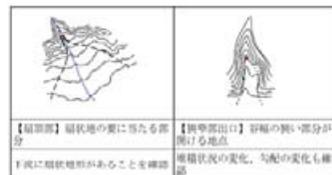


図2 標準地点選定カメラの一例

2. 4 溪流調査、要約図書の作成

再設定の結果は、山形県照査による成果承諾を経て、次の調査・図書にとりまとめた（溪流調査：約40枚/溪流、要約図書3枚/溪流）。溪流調査の一例を図3に示す。また、過年度に作成既往成果（溪流調査：35溪流）を見直し改定した。



図3 溪流調査の一例（一部抜粋）

3. 砂防施設点検

3. 1 調査内容

本調査では、毎年実施の目視による定期点検に加え、老朽化が懸念される砂防施設27基（設置してから30年程度経過した施設）を対象とし、緊急点検を実施した。従来点検での点検手法は目視であったが、目視では水中となる砂防堰堤底部等、確認困難な箇所があるため、目視点検に加え、簡易機材（水中カメラ、熱赤外線カメラ）を用いた調査を行った。水中カメラは砂防堰堤底部の把握、熱赤外線カメラは漏水の有無・程度の把握を目的とし、この2つの機材を用いた調査の有効性を検討した。



図4 水中カメラ（左）と熱赤外線カメラ（右）

3. 2 調査結果

調査の結果、既往損傷箇所や、構造物の安定に影響する変状は確認されなかった。水中カメラを用いた調査では、問題視される規模の洗掘やパイピングは認められなかったが、落下流に含まれる砂礫の磨き作用や落下水圧の繰り返しが原因と思われる摩耗（現状では軽微で許容できるレベル）が6基の砂防堰堤底部に認められた（図5参照）。熱赤外線カメラを用いた調査では、遠方からでも漏水の有無をよく捉えており（図6参照）、地形が厳しく施設に近寄れない箇所でも有効であると言える。なお、調査結果を基に施設カルテを作成し、とりまとめた。



図5 水中カメラ画像

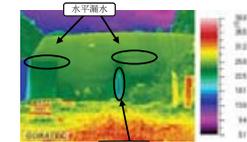


図6 熱赤外線カメラ画像

4. まとめ

本調査において、緊急点検を実施した27基については、明確な変状は認められず、緊急の対応を要する施設はなかった。また、簡易機材を用いることで、確認困難であった水中部の砂防堰堤底部の洗掘状況、漏水の有無を確認することもできた。今後は、目視による定期点検に加え、必要に応じて簡易機材を活用した点検を行うことにより、砂防堰堤の長寿命化を図る上で、より効果的な点検が可能であると考えられる。

水と緑の溪流づくり調査業務

北陸地方整備局 飯豊山系砂防事務所

1. はじめに

飯豊山系砂防事務所管内は、磐梯朝日国立公園に位置するなど、今なお多くの自然環境が現存することから、平成3年度より継続して管内の自然環境調査を実施するとともに、調査結果を踏まえ自然環境へ配慮しながら事業を進めているところである。

本業務では、今後の自然環境と調和した砂防事業計画の立案に向けた基礎資料を収集・作成することを目的として、事業を実施した箇所、スリット化を実施した箇所、今後事業を予定している11箇所において、現地調査による自然環境の実態調査を行い、既往調査結果との比較検討を行うことにより、事業実施による自然環境への影響について評価・考察したものである。

2. 業務内容

業務の手順は図-1の通り行った。②事前調査においては既往資料等の収集・整理、現地踏査により調査計画を立案した。また③溪流基礎調査では、表-1に示す11地点において、7項目(植物、魚類、底生生物、陸上昆虫類、両生・爬虫類、鳥類、哺乳類)の調査を秋期から冬期(10~11月)にかけて実施した。④において、今年度の調査データをハビタットマップによって整理した。⑤では、既往結果との比較、及び配慮事項の考察を行った。



図-1 作業フロー

3. 調査結果

溪流基礎調査の結果を表-2に示す。

植物、哺乳類、鳥類は、調査範囲が山地溪流であり、樹林性の種が多く確認された。魚類は、主に河川中流域に生息する淡水魚が確認された。

底生生物は、水質の良好な河川に生

息する種が確認された。陸上昆虫類、両生・爬虫類は、主に丘陵地から山地帯に生息する種で構成されていることが確認された。なお、全体的に外来種の種数が少なく、今なお良好な自然環境が形成されていることが確認された。

表-1 調査区域

流域	区域	備考
荒川上流域	① 金目川上流～金目黒沢	・スリット化事後
	② 荒川流路工	・事業実施後
	③ 徳綱周辺	・事業実施後
玉川上流域	④ 玉川第1号周辺	・スリット化事後
	⑤ 梅花皮沢	・事業予定流域
	⑥ 玉川上流	・スリット化事後
	⑦ 内川上流	・スリット化事後
足水川流域	⑧ 足水川流域	・スリット化事後 ・事業予定流域
	⑨ 桜川下流	・事業予定流域
横川上流域	⑩ 藤沢川上流	・事業予定流域
女川流域	⑪ 女川上流	・スリット化事後 ・事業中流域

表-2 溪流基礎調査結果

	確認種数	重要種	外来種	代表的な重要種
植物	428	37	13	ダイモンジソウ
魚類	8	4	1	ニッコウイワナ、カジカ
底生	196	1	0	ゲンジボタル
陸上昆虫類	196	0	2	-
両生・爬虫類	12	5	0	イモリ、カジカガエル
鳥類	43	6	0	オオアカゲラ、ヤマセミ
哺乳類	12	4	0	カモシカ、ムササビ
総確認種数	895	57	16	

4. 評価・考察

4. 1 既往調査結果との比較

今年度調査及び、既往調査より、事業を実施した箇所における自然環境の変化について、どのような環境に生息する種が記録されているかについて着目し、生育環境の変化などを定性的に比較した。その結果、既往調査で確認されなかった種が確認された区域があるなど、事業実施に伴う溪流環境の変化があったということが確認された。

また、スリット化による自然環境への改善効果について、スリット化を実施した箇所と実施していない箇所における魚類と底生生物の生育状況の比較結果より検証した。なお、玉川第1号堰堤はスリットを有するが、土砂が満砂状態にあるため、スリットがないものとして扱った。表-3に魚類の生育状況を示す。魚類については、玉川第1号砂防堰堤の下流において1種しか生息しておらず、生息可能な魚類が著しく限定されていると考えられる。また、金目黒沢砂防堰堤は生息する魚類の種数に上下流で差はなく、良好な生育環境が保たれていると言える。

底生生物について、種数、ETP指数(カゲロウ目、カワゲラ目、トビゲラ目の合計種数を水質の健全度として示す指標)及びその割合を図-2に示す。金目黒沢砂防堰堤では上下流において底生生物の種数、ETP指数及びその割合に差異は見られなかったが、玉川1号堰堤では差異が生じた。

これらの調査結果により、堰堤整備による自然環境への影響として魚道の移動阻害や、河床材料の変化や堰堤上流の堆砂による溪流環境の変化に伴う魚類や底生生物の変化が挙げられた。

5. まとめ

本業務では管内の自然環境の現状把握と既往調査結果との比較により事業実施による自然環境への影響について評価・考察を行った。その結果、事業実施による自然環境への影響として、上下流への移動阻害による生育範囲の変化、堰堤上流の堆砂や、河床材料の変化に伴う生育・生息環境の変化といった点が挙げられ、今後の事業実施にあたっては、以下の点について配慮しながら進めていく必要がある。

- 1) 生育・生息場所の直接的な改変を最小限にすること。
- 2) 河床材料の変化など、生息・生育環境の変化を最小限にとどめること。
- 3) 生物の移動を妨げないこと。

表-3 魚類生息状況

種名	スリット有り		スリット無し	
	金目黒沢 砂防堰堤 下流側	上流側	玉川第1号 砂防堰堤 下流側	上流側
アブラハヤ				
ウグイ				
ニッコウイワナ	5個体	3個体	4個体	
カジカ	2個体	3個体		
種数	2種	2種	1種	0種

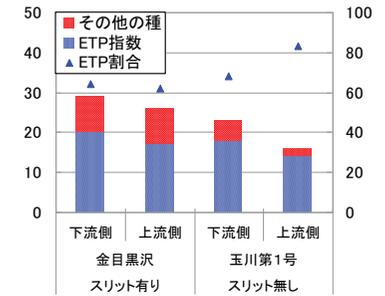


図-2 底生生物の種数、ETP指数及びその割合

平成 21 年度 阿賀野川水系砂防事業検討業務

北陸地方整備局 阿賀野川河川事務所

1. 業務目的

実川・馬取川流域は現在、平成 11 年に検討された施設配置計画に基づき砂防事業が行われている。

しかし、平成 11 年から現在に至る間に指針（砂防基本計画策定指針「土石流・流域対策編」）の更新等で施設効果の考え方が変更され、また航空レーザ（LP）計測などにより当時と比較し高精度の地形情報なども入手できるようになってきている。これらの背景を踏まえ、本業務は、阿賀野川における流域の土砂動態を把握した上で、今後の砂防事業の展開について検討したものである。

2. 基本計画諸元等の整理

既存の基本計画諸元等で用いていた各種数値について、算出方法等採用の根拠を整理し、砂防計画の対象とすべき現象、規模等を明確にした。

表-1 計画施設一覧

施設名	計画位置	土砂防制対象	留意
No1 實川下流 (河渡番号 29)	橋流	■計画施設 No2 の堆積域に含まれないよう、かつ当該施設 の堆積域に上流の利水施設が含まれないように配置 ■当該地点の直下側には線状道路および平田路があり、左 岸の一部に主要幹線道路を架かることで無支可。	
No2 實川下流 (河渡番号 32)	橋流	■計画施設 No1 の堆積域に含まれないよう、かつ当該施設 の堆積域に計画施設 No1 が含まれないように配置 ■当該地点の直下側には線状道路および平田路があり、左 岸の一部に主要幹線道路を架かることで無支可。	
No3 阿賀野川支流谷村河 (河渡番号 37)	橋流	■阿賀野川支流谷村河に土砂の堆積が認められる点、および 当該地点の直下側には阿賀野川支流谷村河に土砂堆 積されている可能性があるから、阿賀野川支流谷村河 での土砂流出の抑制が必要と考えられるため配置 ■当該地点の直下側には線状道路（停止）が 2 箇所 あり、かつ ■阿賀野川支流谷村河に土砂の堆積が認められる点、および 当該地点の直下側には線状道路（停止）が 2 箇所 あり、かつ ■阿賀野川支流谷村河に土砂の堆積が認められる点、および 当該地点の直下側には線状道路（停止）が 2 箇所 あり、かつ	
No4 赤石川支流流 水止流 (河渡番号 38)	土石流	■阿賀野川支流谷村河に土砂の堆積が認められる点、および 当該地点の直下側には線状道路（停止）が 2 箇所 あり、かつ ■阿賀野川支流谷村河に土砂の堆積が認められる点、および 当該地点の直下側には線状道路（停止）が 2 箇所 あり、かつ	

3. 実川流域における砂防施設計画の再検討

実川流域における施設計画として、実川本川の水系砂防対策施設が 3 基、支川の土石流対策施設が 1 基で立案し、航空レーザ計測による地形データを利用して計画施設の位置と基本構造を検討するとともに概算工事費まで算出した。（表-1 参照）

計画施設における事業評価で示されている当面の目標とする土砂量（S42 の羽越災害規模）に対しては、土石流危険渓流（No4）の対策施設、および整備効果の高い水系砂防としての計画施設（No2）が整備された段階で、整備土砂量が 294,365m³ となり、当面の目標とする土砂量（264,000m³）に対する整備率が 100%を達成することが可能となる。（図-1 参照）

また、土石流対策の透過型堰堤では、配置する施設規模に対して施設効果量を大きく得るために除石管理が重要となる。

このため、各計画施設に対して除石管理を前提とした付帯施設や仮設工の計画を検討した。（図-2 参照）

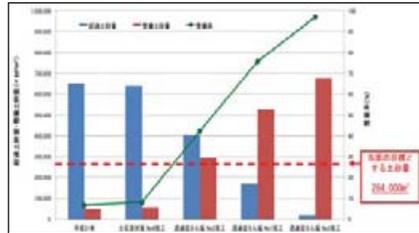


図-1 計画施設の優先順位と整備効果の評価結果

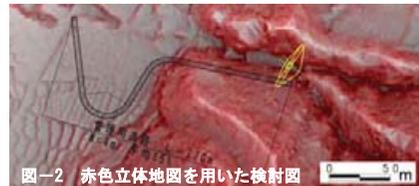


図-2 赤色立体地図を用いた検討図

4. ソフト対策の検討・立案

4. 1 土砂管理や土砂移動の把握のためのモニタリング

流域内の土砂動態を分析するため、流量観測と流量量把握のためのモニタリング手法を比較検討し、流量観測は水圧計、流量量観測はハイドロフォンによる音響計測を選定した。

また、流域内の土砂収支等を分析する手法として航空レーザ計測による検討を提案した。

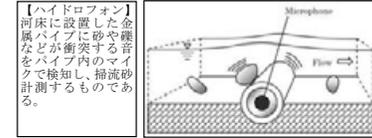


図-3 ハイドロフォン

4. 2 警戒避難のためのモニタリング

地域住民の自主防災活動や、流域外から訪れる観光客やハイカーなどへの提供情報として上流域のリアルタイムな降雨情報を提供することが重要と考え、流域上流の高標高部に雨量計を配置して流域内の降雨実態を把握するとともに、下流の集落や主要道路に雨量表示板を設置することを提案した。

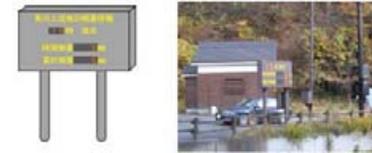


図-4 雨量情報掲示板の例

5. 今後の砂防事業展開と総合土砂管理に向けた基本検討

阿賀野川水系における砂防事業実施にあたっての各種課題（ハード・ソフト）を整理し、問題点の抽出と解決策を検討した。

5. 1 砂防計画（計画基本土砂量）に関する事項

平成 21 年度に実施された事業評価による整備対象土砂量には、河道の堆積土砂量が考慮されていないため、今後、「河道堆積土砂量」を見込んだ計画生産土砂量の再設定を実施するための「計画生産土砂量の見直し方法（案）」を作成した。

表-2 崩壊生産土砂量の見直し（①×②×③で算出）

	ケース1	ケース2	ケース3
①崩壊面積率	H21 見直し土砂量と同様の方法	新砂防計画と同様の方法	
②崩壊深	実川流域実績	林野庁調査結果	現地調査の実施
③崩壊残土率	一般値	一般値（同様の地質の結果を再収集）	現地調査の実施

表-3 河道生産土砂量の見直し（①×②で算出）

	ケース1	ケース2
①河道堆積土砂量	H11 砂防基本計画と同様の方法	現地調査
②深波長	H11 砂防基本計画と同様の方法	H11 砂防基本計画と同様の方法（ただし土砂量を見込まない箇所を考慮）

5. 2 砂防施設計画（ハード対策）に関する事項

砂防施設配置計画の再検討において、袖部による水通し断面影響を少なくすることやインクラインを含めた流下断面を確保する検討を今後行う必要があるほか、計画高水位が有効高さ分上昇することによる両岸の土地利用部への影響などを検討していく必要がある。

また、計画基本土砂量に対する崩壊生産土砂量と河道生産土砂量を明確にし、現況施設および今後の計画施設に対する抑止量の効果を考慮し、施設整備率に反映していく必要がある。

5. 3 今後の事業実施検討のための基本事項整理

2009 年 12 月 10 日砂防計画課より「直轄砂防事業 H22 以降事業評価実施に向けて」が提起されたことを受け、次年度以降行うべき検討事項を整理した。

5. 4 総合土砂管理に向けた基本事項の整理

土砂移動の実態や実績を把握するため、阿賀野川本川区間の電力施設の排砂状況や排砂機能、調整池背面の河床や水位変動の経年変化を整理した。

平成 21 年度 阿賀野川水系砂防管内猛禽類調査業務

北陸地方整備局 阿賀野川河川事務所

1. 業務目的

本業務は、阿賀野川水系馬取川流域に生息する猛禽類について、調査及び既往調査資料を基に現況の把握を行い、猛禽類の生息環境に配慮した砂防施設計画立案の基礎資料とすることを目的として平成 15 年度より実施している。



図-1 調査範囲

2. 現地調査

2. 1 調査内容

砂防事業予定地周辺に生息する猛禽類について、繁殖の有無、営巣位置を把握するために以下の調査を実施した。

- ①馬取川下流域に繁殖実績があるクマタカの繁殖有無と営巣位置
- ②石神沢周辺に繁殖実績があるオオタカの繁殖有無と営巣位置
- ③馬取川上流域に生息が確認されているクマタカの繁殖有無と営巣位置。

また、その他の猛禽類についても確認された場合には記録を行った。

2. 2 調査結果

今年度は下表に示す 8 種の猛禽類が確認された。(H20においても 8 種確認)

H21確認種リスト (H21.5-H22.3月)

No	種名	H21年				H22年		保護	重要種区分		
		5月	6月	7月	12月	2月	3月		保存	国RL	県RDB
1	オオタカ	●			●	●			国内	NT	VU
2	ツミ		●								NT
3	ハイタカ	●		●	●	●				NT	NT
4	ノスリ	●									
5	サンバ	●	●	●							VU
6	クマタカ	●	●	●	●	●			国内	EN	EN
7	イヌワシ				●	●		○	国内	EN	EN
8	ハヤブサ	●							国内	VU	NT

【凡例】

保護：「文化財保護法」(1950年5月30日法律第214号)

保存：「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」(1992年6月5日法律第75号)

国内：国内稀少野生動植物種

国RL：「鳥類、爬虫類、両生類及びその他無脊椎動物のレッドリストの見直しについて」(環境省、2006年)

EN：絶滅危惧I類 VU：絶滅危惧II類 NT：準絶滅危惧

県RDB：「レッドデータブックにいがたー新潟県の保護上重要な野生生物ー」(新潟県、2001年)

EN：絶滅危惧I類 VU：絶滅危惧II類 NT：準絶滅危惧

上記のうち、主な調査対象としたクマタカ、オオタカの確認状況は以下の通りである。

	馬取川下流域クマタカ	馬取川上流域クマタカ	石神沢オオタカ
H21年の繁殖サイクル結果	ディスプレイ行動は見られたが、繁殖しなかったと考えられる。	上流域に生息する個体はあるが、繁殖はしなかったものと考えられる。	繁殖に未着手と考えられる。
H22年の繁殖兆候	古巣周辺で交尾行動が確認され、繁殖に着手したと考えられる。	生息及び繁殖状況は不明	現段階では繁殖の可能性は低いと考えられる。

3. 保全対策の検討 (H21年度繁殖期の保全対策の検討)

平成 21 年度繁殖期において、当該地区で実施が予定されていた砂防工事は、石神沢に建設中の堰堤に関連する工事であった。工事は、影響を受ける可能性のあるオオタカ、クマタカに配慮しつつ、早ければ 6 月に工事を開始する予定であった。

石神沢堰堤周辺工事により影響を受ける可能性があるペアは、石神沢のオオタカであった。既往の古巣(平成 20 年度繁殖巣)が施工箇所から直線距離で 500m 程度の箇所にあり、工事により大きな騒音、振動が生じた場合に、繁殖に影響を与える可能性が考えられた。

ただし、古巣から工事箇所までは尾根を二つ挟んでおり、直接視認できる位置関係ではないこと、また施工内容に発破等の規模の大きな騒音、振動を発生させるものが無いため、右の表に示す保全対策を実施した上での工実施を検討した。

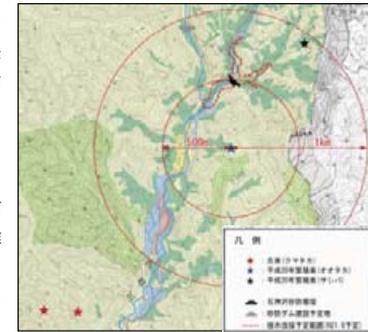


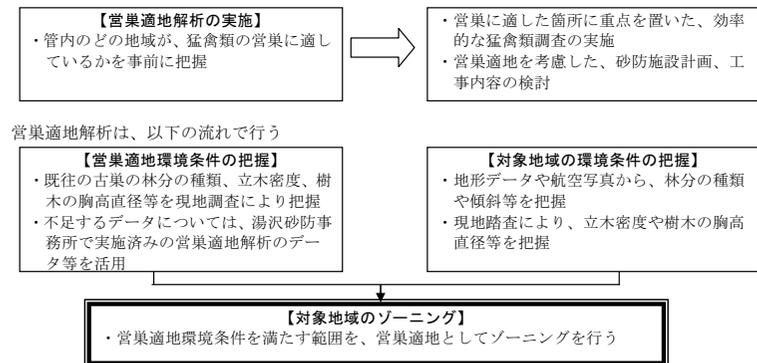
図-2 砂防工事予定箇所と古巣の位置

4. 学識者ヒアリング

本業務の実施にあたり、学識者として渡部 通氏(日本野鳥の会新潟県支部)に計4回アドバイスを頂いた。

5. 今後の猛禽類調査の考え方について

管内全域及びその隣接地域について、猛禽類の「営巣適地解析」を行い、どの地域が猛禽類の営巣に適しているのか、営巣している可能性が高いのかを事前に把握しておくことが必要と考えられる。



平成 21 年度 滝坂地すべり対策検討業務

北陸地方整備局 阿賀野川河川事務所

1. 業務目的

本業務は、過年度より実施してきた観測データに基づいた安定解析を実施し、地すべりの安定性、対策効果を検討するとともに、地すべり対策事業の費用便益分析を行うことを目的として実施した。また、北部ブロック及び松坂ブロックについては、観測データから対策工効果を追跡評価した。

更に、平成 18 年度に事業完了した赤崎地すべり対策事業について、完了後の事後評価を実施した。

2. 対策工効果追跡評価（観測結果の分析・評価）

既往の観測資料と本年度別途業務にて実施された新規の観測資料から、排水トンネル NT-1 の影響範囲である北部ブロック、松坂ブロックを中心として地すべり移動状況、地下水位低下状況を分析し、対策工効果を追跡評価した。

【北部ブロック】現在本体工事まで終了した北部ブロック排水トンネルの施工前後に、広範囲に地下水位の低下がみられる。

【松坂ブロック】集水井が施工された周辺を中心として地下水位の低下が認められる。また、地盤伸縮計にも目立った動きは認められず、地すべりは沈静化しつつあると言える。

3. 地すべり安定解析

平成 16 年度より構築・運用している 3 次元地下水モデルを、新規の調査・観測データを踏まえて補正・修正し、3 次元力学モデルに入力する地下水位を算出した。

3 次元地下水モデルにて算出した地下水位を入力し、3 次元力学モデルを用いて安定解析を実施し、対策効果を評価した。

100年確率降雨（328mm/日）を用い、3次元地下水モデル、3次元力学モデルによる安定解析で推定された、基本計画に基づく追加対策工施工時の安全率を以下に示す。

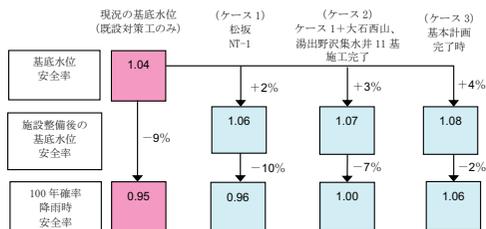


図-3 推定安全率



図-1 3次元地下水モデル (解析メッシュ鳥瞰図)

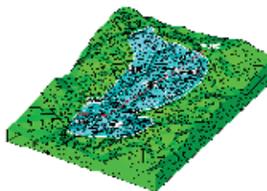


図-2 3次元力学モデル (解析モデル鳥瞰図)

4. 地すべり対策事業の費用便益分析

滝坂地すべりの滑動により想定される河道閉塞形成に伴う被害額、及び最新の地すべり対策事業費を取りまとめ、費用便益分析を行った。その結果、十分な費用対効果が得られていると評価した。

ケース	全体事業		
	総便益B	総費用C	B/C
全便益・全費用	1,100,647,767	25,057,443	43.92
現在価値化	332,243,691	23,316,871	14.24



図-4 想定される被害の模式図

5. 委員会の開催

対策工効果追跡評価、地すべり安定解析結果に対し、有識者の助言・提言を集約し今後の合理的な事業展開に反映していくため委員会を開催した。その結果、現状の地すべり防止工事基本計画に沿った対策事業の更なる推進が指摘された。

6. 今後の課題と方針検討

検討結果及び委員会での助言・提言を踏まえ、現状の課題を抽出し、対処方針を検討した。結果を以下に示す。

今後の解析・検討内容一覧

課題	対象範囲	検討材料	得られる成果	検討項目
(1) 対策効果の追跡評価	北部・南部ブロック	・ 既往、新規観測結果の活用 ・ 3次元浸透流解析結果 ・ 3次元安定解析結果	基本計画の効果・予測	① 観測結果のとりまとめ・評価
				② 立体的な地下水モデルの修正・運用
				③ 立体的な力学モデルの運用
				④ 委員会の開催
(2) 経済効果評価	北部・南部ブロック	・ 氾濫シミュレーション解析結果 ・ 費用便益分析結果	・ 事業のアカウンタビリー資料	① 被害想定範囲の検討
				② 費用便益分析
				③ 経済効果評価説明資料の作成
(3) 地震時の地すべり挙動、安定度の検討	北部・南部ブロック	・ 地震応答解析結果 ・ 地震時斜面安定解析結果	・ 基本計画の効果・評価・予測 ・ 事業のアカウンタビリー資料	① 3次元動的FEMによる広域地震応答解析
				② 3次元動的FEMによる詳細地震応答解析
				③ 2次元動的FEMによる地震時斜面安定解析
				④ 意見聴取の実施

遠山川における新たな砂防施設整備の試み (設計 VE による新たな砂防工法の発案と水理実験)

中部地方整備局天竜川上流河川事務所

1. はじめに

遠山川は天竜川の左支川で、南アルプス聖岳(前聖岳、標高 3,013 メートル)を水源とする流域面積 342.5km²、主流路長 39.3km、平均勾配 1/24 の急流河川であり、本川上流では、斜面崩壊による荒廃が進行している。また、サブ麓等の大規模崩壊地が多く、土砂の生産・流出が活発である。当流域は、非常に急峻な地形と中央構造線に沿う脆弱な地質条件から、昭和 36 年、昭和 40 年、昭和 57・58 年など過去に多くの土砂災害が発生している。その一方で、流域にはアルプスの山岳景観や渓谷の清冽な流れなど豊かな自然が多く残されており、これらを活かした観光や渓流釣りなどが地域産業の中心となっている。このため、地域の内外からの環境保全に対する要望が多く、平成 14 年から毎年地域懇談会を開催して意見を取り入れ、合意形成を図りながら事業を進めている。

ここでは、地域懇談会での要望が特に大きい渓流環境への配慮について、洪水時の土砂流出抑制と平常時の渓流環境への影響軽減の両立を目指した新たな砂防施設を整備することを目指し、設計 VE 手法による工法の立案と水理模型による実験を行なったのでその概要を報告する。

2. 遠山川における砂防計画

流域内の集落は、地形的な条件から中流から下流部の谷に沿った狭小な平地に立地している。このため、砂防計画では保全対象への土砂災害を効果的に防ぐため、本川の上流部に砂防えん堤を配置する計画としている(図-1)。整備する砂防えん堤については、地域懇談会で平常時の渓流環境への影響を懸念する意見が多く出されたことを踏まえ、計画・設計の両面から渓流環境への影響を低減した施設整備の取り組みを行なっている。

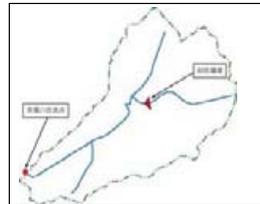


図-1 遠山川の砂防施設整備位置

3. 設計 VE による新しい砂防工法の検討

洪水時の土砂流出抑制機能と平常時に土砂を流下させる機能を向上させる新たな砂防工法を設計 VE により検討した。設計 VE は、対象施設の機能を分析し、機能 (F) とコスト (C) の両面により最適な価値の確保を目指す手法である。今回は、河川、道路、ダム、橋梁、砂防、環境、渓流釣りの分野の専門家をメンバーとする 5 回のワークショップ を実施し、原案となっている透過型砂防えん堤について、機能定義、機能評価、アイデア発想と具体化、詳細評価を行い、表-1 の 4 タイプの工法を代替案として立案した。

表-1 設計 VE により提案された新たな工法

交互型えん堤	サイド水抜きスクリーンえん堤	セル群えん堤	人工狹窄型えん堤
アイデアの説明 <ul style="list-style-type: none"> 片側だけの砂防えん堤を 3 基連続で交互に配置する。 水路をジグザグにすることで勾配を緩くする。 水流を減勢させて土砂を堆積させる。 洪水時には、えん堤とえん堤の間にも土砂が貯まるとともにウォータークッションができる。 えん堤規模は 3 基とも同一規模とした。 	アイデアの説明 <ul style="list-style-type: none"> 溪岸に沿って両岸に鋼製スクリーン(金網)を設置する。 スクリーンより水を溪岸側に分派させ、水と土砂を分離することで土砂を堆積させる。 開口幅は現状の河道幅程度を確保し、平常時の土砂を流下させる。 スクリーン部の河床を安定させるため、帯工を設ける。 	アイデアの説明 <ul style="list-style-type: none"> 河道内に円柱(セル)を配置する。 洪水時の流れの分流と減勢を繰り返すことで、土砂を堆積させる。 溪岸部を守ることで流れを河道中央に集めるため、V 字状にセルを配置した。 溪岸に構造物を配置しない形状である。 	アイデアの説明 <ul style="list-style-type: none"> 河道内に人工狹窄部を 2 基設置する。 洪水の流れを変化させ人工狹窄部上流で自然な土砂の堆積を促す。 狹窄部は溪流の湾曲部を利用し、流向を外湾から内湾に向けることで土砂の堆積を促す。 人工地山の規模は上流側、下流側とも同一とした。

4. 水理模型実験

設計 VE により提案された 4 タイプの工法について、洪水時の土砂流出抑制機能と平常時に下流へ土砂を流下させる機能を確認し、代替案として有望なタイプを絞り込むための水理模型実験を行なった。

4.1 実験条件

模型の範囲は、砂防堰堤計画地点から堆砂域末端までとし、縮尺は 1/70 とした。図-2 に実験に使用した洪水波形を示す。実験は移動床で行い、模型上流端から砂防計画で検討した土砂量約 92 万 m³ を流量見合いで給砂した。模型範囲の現況河床勾配は約 1/70 である。

4.2 実験結果

(1) 洪水時のせき上げ効果

図-3 に、各タイプの H-Q を示す。4 タイプのうち、せき上げ効果が最も大きいものは交互型えん堤である。他の 3 タイプはせき上げ効果はいずれも小さいが、セル群えん堤と人工狹窄型えん堤の第 2 狹窄部は、3 タイプの中ではせき上げが比較的大きく今後の改良により効果が向上する可能性が考えられる。

(2) 堆砂形状

図-4 に、各タイプの 2 山目通水後河床縦断を示す。交互型えん堤では、明瞭な堆砂肩が形成された縦断形状を示し、元河床からの河床上昇も大きい。これに対し他 3 タイプは、元河床とほぼ平行に河床が上昇しており、上昇量も少ない。

(3) 洪水時の流出土砂量

図-5 に、各タイプの模型下流端からの流出土砂量を示す。下流端の流出土砂量を最も抑制しているタイプは、交互型えん堤である。他の 3 タイプにはほとんど差は無いが、セル群えん堤は、サイド水抜きスクリーンえん堤や人工狹窄型えん堤に比べると、若干であるが下流端の流出土砂抑制効果が大いである。

(4) 施設への堆積土砂量

表-2 に各タイプの堆砂量を示す。洪水 2 目終了時の堆砂量は、交互型えん堤が 35.2 万 m³、サイド水抜きスクリーンえん堤が 15.3 万 m³、セル群えん堤が 16.1 万 m³、人工狹窄型えん堤が 12.7 万 m³ となり、交互型えん堤が最も土砂の捕捉効果が高く、その次がセル群えん堤となる。ただし、サイド水抜きスクリーンえん堤、セル群えん堤は差が 1.0 万 m³ 程度とわずかである。

(5) 平常時の下流への流出土砂量

表-2 に、小流量 70m³/s (1 年に 1 回程度発生する洪水) を 24 時間無給砂で通水した場合の模型下流端からの流出土砂量を示す。流出土砂量は、交互型えん堤 < サイド水抜きスクリーンえん堤 < セル群えん堤 < 人工狹窄型砂防えん堤であるが、4 タイプでの差はほとんどない。

表-2 各タイプの洪水時後堆砂量と小出水時流出土砂量

タイプ	堆砂量 (m ³)	下流への流出土砂量 (m ³)
交互型えん堤	352,548	32,000
サイド水抜きスクリーンえん堤	152,747	46,000
セル群えん堤	160,954	44,000
人工狹窄型えん堤	126,716	43,900

(6) 各タイプの比較

表-3 に、実験結果をもとに各タイプの機能と比較したものを示す。洪水時の土砂流出抑制機能については、交互型が他のタイプに比べ高く、平常時に下流へ土砂を流下させる機能については各タイプではほぼ同等であり、機能的には交互型が最も有望と考えられる。また、交互型以外のタイプについて、配置や形状を変更した場合のせき上げの変化について試行実験を行ったところ、セル群えん堤と人工狹窄型えん堤でせき上げが増加する傾向が確認された。これらの 2 タイプは、今後の改良によっては、洪水時の土砂流出抑制機能を向上させることが可能と考えられ、引き続き検討に値する工法と評価した。

表-3 各タイプの比較評価

タイプ	洪水時の土砂流出抑制機能	平常時の下流への土砂流下機能	改良による機能向上の可能性	評価
交互型えん堤	○	○	○	◎
サイド水抜きスクリーンえん堤	△	○	○	○
セル群えん堤	△	○	△	○
人工狹窄型えん堤	△	○	○	○

5. 今後の展開

今回の実験で最も有望と考えられる交互型えん堤については、えん堤の間隔、交互部の重複長等をパラメーターとした水理模型実験や、えん堤側岸部や河床部の保護対策の検討を行うことが必要と考えている。また、セル群えん堤については、セルの配列数や配列間隔、人工狹窄型えん堤については、流向を屈曲させる角度等をパラメーターとした水理模型実験を継続して行い、工法採用の可否について機能面から検討する必要があると考えている。

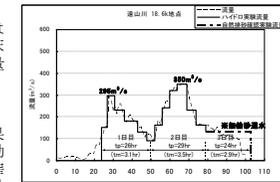


図-2 実験波形

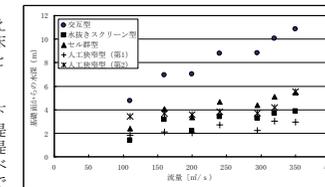


図-3 各タイプの H-Q

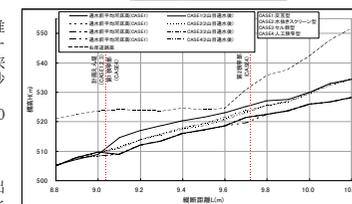


図-4 各タイプの堆砂形状

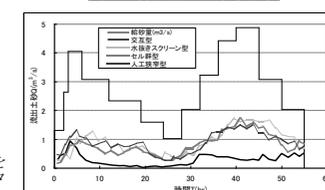


図-5 各タイプの洪水時流出土砂量

平成 21 年度 安倍川総合土砂管理計画検討業務

中部地方整備局 静岡河川事務所

1. はじめに

これまでの検討において、安倍川の土砂に関する課題は以下のように抽出されている。

- ・中上流域での河床低下
- ・中下流域での河床上昇
- ・海岸侵食

本業務では、安倍川総合土砂管理計画の策定に資することを目的として、これらの課題に対する今後の対応策を領域毎に検討した。

2. 各領域の課題と対応策

2. 1 中上流域での河床低下への対応策

既往検討で構築した一次元河床変動計算モデルについて、新たに実施した大粒径までを対象とする河床材料調査結果の反映、短期洪水の検証、長期河床変動の検証、砂防えん堤や床固め等の非洗掘河床高としての設定等の観点から再現性の向上を行った。

構築したモデルを用い、短期出水での河道貯留効果の検証を行うべく、砂防堰堤上流300m～500m程度の区間の河床を2m掘削する維持管理を想定した場合の計算を行った。図1に洪水ピーク前後の河床高及び河床変動の縦断面を示す。

えん堤上流を掘削したことにより、河床上昇傾向、すなわち貯留（調節）効果が大きくなったことがわかる。計画の調節量は、えん堤が満砂状態を前提としているため、掘削により堆積空間を広げることにより、計画以上の調節効果を期待できる。

以上より、砂防えん堤上流の維持掘削は、貯留（調節）効果を見込む上で、有効な方策であると考えられる。

2. 1 中下流域での河床上昇への対応策の検討

河道掘削を行った場合の流況や河床変動状況の検討を平面二次元河床変動計算により行い、河道中央を掘削することで流れを中央に誘導する効果について検討した。

対策として、低水路機能低下の防止、治水安全度の向上、土砂の効率的な流下、偏流による堤防損傷の防止を目的として実施している河道中央部の掘削を対象とし、現況断面との比較によりその効果を検証した。図2に、整備計画流量における14k付近の流速ベクトルの算定結果を示す。河道中央の掘削により、流れが掘削箇所へ誘導され、河道中央を中心に流れるようになっている。洪水の減水期には、上昇期に比べて、河道中央の流れの集中は不明瞭になっているがこれは、洪水による河床変動により掘削箇所（形状）が維持できず、埋塞したり新たな砂州が形成されたりすることによるものと思われる。この結果、規制計画断面は、大規模洪水を受けると、洪水後までその掘削形状や流れの誘導効果を維持することは困難であるが、洪水ピーク時には流れを河道中央に誘導する一定の効果を持っていると判断される。

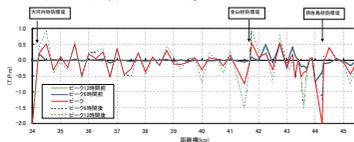


図1 洪水前後の河床変動高（維持掘削）

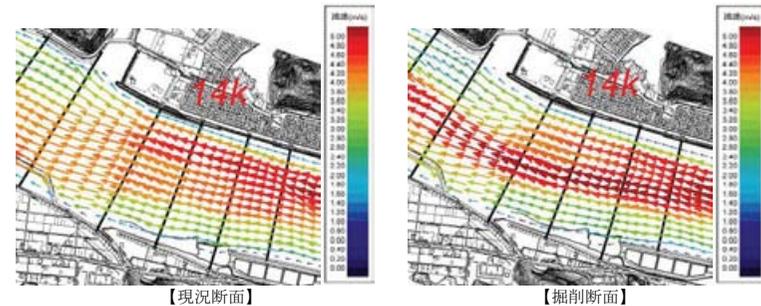


図2 平面二次元河床変動計算結果：流速ベクトル図（13.75k～14.25k付近；ピーク流量時）

洪水誘導効果としては有効な掘削形状であるが、今後は整備計画河道や基本方針河道との整合、維持管理の必要性、河口からの流出土砂量等の検討を行いながら、掘削形状や施設など効果的な対策を検討していく必要がある。

2. 3 海岸侵食、砂浜回復への対応策検討

既往検討で構築した海浜変形モデル（等深線変化モデル）について、新たに実施した海岸底質材料調査結果の反映、精度向上した1次元河床変動計算により得られる供給土砂量の反映等により、モデル精度の向上を図った。そのモデルを用いて、養浜ありなしでの海浜変形予測を行い、養浜の効果を検証した（図1参照）。

養浜なしの場合、静岡海岸では堆積が、清水海岸では侵食が進行し、今後50年では安倍川からの堆積波は清水海岸へ到達しない。一方、養浜（清水海岸6.6万m³/年）を実施した場合、現状汀線を維持することができる。しかし、50年後に静岡海岸からの土砂によって将来海岸全体が回復傾向に転ずる傾向は見られない。

今後は、河川での対策による河口からの土砂供給両の変化を考慮する必要があり、平面二次元モデルを河口テラスまで拡大し、より精度の高い検討を行う必要がある。

3. まとめ

本業務では、流砂系を通した1次元河床変動モデルの等深線変化モデルの接続モデル、平面二次元モデルを構築し、各領域における土砂動態の分析と対策についての方向性を検討した。今後、水面形観測等によりモデル精度の向上を図るとともに、流砂系の土砂管理目標や具体的な土砂管理対策についてあらゆる面からの検討を行い、総合土砂管理計画を策定する必要がある。

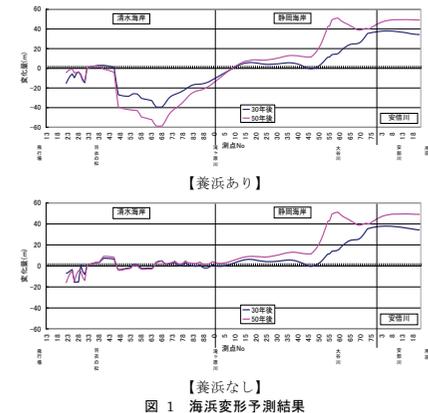


図1 海浜変形予測結果

平成 21 年度 御嶽山火山噴火緊急減災対策砂防計画検討業務

中部地方整備局 多治見砂防国道事務所

1. はじめに

本業務は、木曾川上流域御嶽山を対象に火山噴火緊急減災対策砂防計画策定のための検討を行ったものである。御嶽山については、平成20年度までの調査検討によって、従来よりも火口形成範囲が広いことが明らかになった他、水蒸気噴火が1979年、1991年だけでなく過去7500年間に少なくとも11回発生していたことや、過去1万年間に複数回のマグマ噴火が起きていたこと等、本検討の前提となる御嶽山の火山活動履歴に多くの知見が加わった。本業務では、これらの新たな知見をふまえて「噴火シナリオ」を作成し、最新地形データを使用するなどして影響範囲予測を行い、緊急減災対策の基本方針案を設定した。なお、専門的な内容や広く防災行政に係る内容を検討するために、砂防、火山の学識者と地元自治体・長野県・岐阜県等の関係行政機関からなる検討会（座長 平松晋也信州大学教授）を開催して、適宜討議結果を反映しながら進めた。

2. 噴火シナリオの作成

既往文献や別業務による新たな知見等を踏まえ、学識者と連携し以下のような前提条件のもと、今後御嶽山で起こりうる火山現象・規模とその推移変化を「シナリオツリー」として作成した。(図-1) **対象とする年代範囲**：近年の調査成果より、約1万年前以降の噴火について、現象の推移や規模、火口位置などが明らかになっていることから、**原則として約1万年前以降の噴火事例から噴火シナリオを作成する。**ただし、特に大規模な活動は、可能性を検討する実績情報が不足するため、約4万年前以降

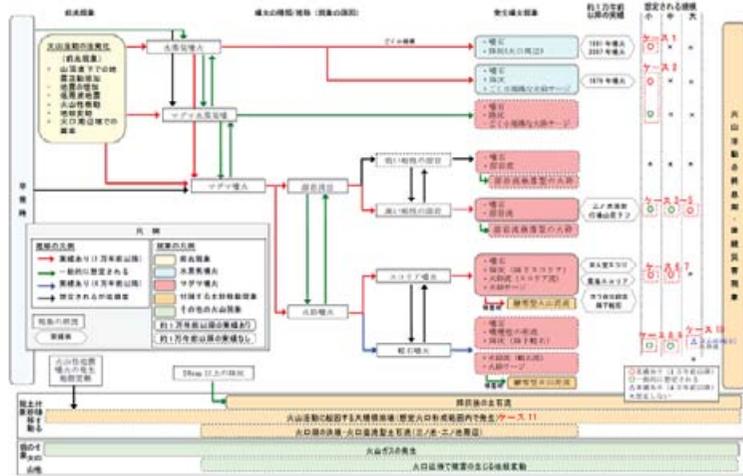


図-1 シナリオツリーと噴火シナリオ・ケースの抽出



図-2 御嶽山火山噴火緊急減災対策砂防計画における想定火口形成領域

3. 影響範囲と被害の想定

御嶽山は対象範囲が広く、対象現象数も多い（噴石、降灰、溶岩流、火砕流、融雪型火山泥流、降灰後の土石流、大規模崩壊）中で、効率的かつ必要十分な規模、条件で対策必要箇所を検討するために、保全対象の位置や地形形状なども考慮して予測ケース数を絞り込んだ結果、計148ケースについて影響予

の活動も参考とした。

想定火口形成領域：客観的で再現性のある領域設定とするために、約1万年前以降の火口分布を用いてカーネル密度推定を行い、**近年の噴気・地震活動分布を考慮**して決定した。(図-2の赤囲み)

前兆現象：御嶽山では、2007年噴火のごく小規模な噴火の際にも地殻変動や火山性地震が前兆現象として観測された。このため、**比較的小規模な噴火の場合でも、何らかの前兆現象を検知できると考えて、近年の噴火時に観測・観察された事象を前兆現象として設定した。**

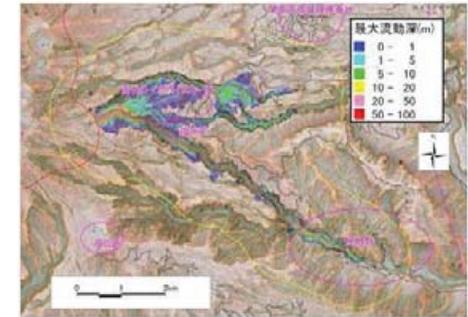


図-3 影響範囲予測結果の例 (火砕流：中規模噴火11ケースのうち1ケース)

測を実施した。新たな知見をもとにシナリオや想定現象の規模・物理定数等の前提条件を再検討して、航空レーザー計測による精密地形データを使った二次元氾濫シミュレーション(図-3)を実施したほか、風に流される「小石」や大規模崩壊の予測なども実施した。

4. 対策の基本方針の設定

各現象について影響範囲予測結果と他火山において実績のある緊急ハード対策を参考にして、御嶽山における火山噴火緊急時における基本的な対策方針を設定した。各溪流・方向について、緊急ハード対策と緊急ソフト対策を組み合わせる柔軟に対応する方針とした。なお、想定噴火シナリオのうち低頻度現象を原則取り扱わないことや、「噴火に伴う大規模崩壊」は実績がないものの1984年御岳崩れの災害経験を鑑みて対象とするなど、対策を検討するシナリオとして11ケースを抽出した(図-1)。

5. おわりに

今後、具体的な対策場所や対応方法、実施タイミングなどについて、関係機関の役割分担の検討も含めて共同して検討していき、平成23年度までに御嶽山の火山噴火緊急減災対策砂防計画案を策定予定である。なお、本検討に際してご指導、ご助言を頂いた検討会およびワーキンググループの関係各位に深く感謝いたします。

平成 21 年度 越美山系砂防流砂量観測施設検討業務

中部地方整備局 越美山系砂防事務所

1. 目的

本業務は、越美山系砂防管内の流砂量を精度良く把握するための観測機器について、現地調査や既往資料をもとに配置位置・手法・使用計器を決定し、観測施設の詳細設計を行うとともに、収集した情報を監視局にて把握できるよう検討を行った。

2. 流砂観測方針

2. 1 流砂観測の必要性

(1) 総合的な土砂管理の視点

- ・国土保全という観点から、土砂移動により生じる問題を抑えるための対策を講じる必要がある。
- ・対策を講じた場合には、その効果を評価するために、流砂観測を行う必要がある。

(2) 砂防基本計画の視点

- ・砂防計画上で想定した降雨に対する流砂量および河床変動を推定し効果的な施設配置を行うとともに、砂防施設整備の効果を評価する必要がある。
- ・それらの評価、推定にあたり、流出解析と河床変動計算を組み合わせた数値計算等の適用が必要であり、計算条件の設定や結果の検証のために、流砂観測を行う必要がある。

2. 2 越美山系砂防事務所管内における流砂観測の基本方針

越美山系における、砂防計画及び総合土砂管理上の課題を整理した。その結果、砂防事業の効果の適切な説明や、砂防計画に用いている諸条件の妥当性の把握および精度向上が課題であり、これらの課題に対応するために、以下に示す方針で観測を行うこととした。

- 越美山系における流砂観測は、砂防計画に用いる流砂量式の検証、総合土砂管理の観点での事業効果の把握、時系列的な土砂動態の把握および施設効果の把握を目的として実施する。
- このため、砂防計画上の基準点、補助基準点、主要流域の合流点付近を基本とし、土砂処理の必要性の高い流域やトラブルスポットおよび大規模崩壊地懸念箇所や花崗岩等の特徴的な地質を含む箇所を観測地点とし、それぞれの観測地点を通過する全流砂成分の観測を実施する。

3. 観測方法の検討

流砂量の観測は、採取器を用いた方法やピットなどの直接的に流砂量を観測する方法とハイドロフォンや濁度計など間接的に流砂量を観測する方法がある。観測データの信頼性を確保するためには、可能な限り直接的観測手法を展開することが望ましいが、適用可能箇所は限られ、設置、管理費が高くなる可能性が高い。このため、様々な観測候補地点の条件に対応できるように、観測規模の異なる複数の観測手法を設定し、これらを組み合わせ、全体の土砂移動を効率的に把握することとした。

大規模観測：土砂（全成分）、水位・流速の観測項目に対し直接手法と間接手法を併設する集中観測
 小規模観測（国総研式）：土砂（掃流成分は間接手法のみ）、水位（水圧式水位計のみ）の観測
 簡易観測：水圧式水位計と濁度計のみで土砂移動時期と出水波形程度を把握する簡易観測

3. 流砂観測地点の全体配置計画

流砂観測の基本方針および方法の検討結果を踏まえ、流域全体の土砂動態を把握する上で必要な観測計画地点を検討した。各観測地点は下記観測点で抽出した。

- 基準点、補助基準点の周辺
- 要整備土砂量が多い流域の谷出口およびその周辺
- 崩壊が多い、花崗岩地域等土砂流出の特徴的な流域の谷出口
- 深層崩壊発生危険度の高い流域の谷出口

表-1 全体計画観測地点

河川名	地点数
坂内川	4
掛斐川	4
掛斐川下流	3
根尾川	2
根尾東谷川	3
根尾川下流	3
合計	16

4. 先行観測地点の検討

全体観測候補地点の16地点について、観測目的への適合性を点数評価した結果や、観測に係わる地形的な条件や近接道路の状況をもとに、特に先行的に観測を実施すべき9地点を抽出した。

【掛斐川】高知川の大規模観測と日坂川における簡易観測データで基準点における流砂量を把握する。日坂川は地形的に簡易観測しか適用できないが、同じ花崗岩領域の白川県床固地点のデータを用いて流砂量を推定する。

横山ダム上流は、川上砂防えん堤地点の大規模観測と城川県床固地点及び取水堰地点の観測データをもとに推定する。

【根尾川】基準点上流の県砂防えん堤地点と東谷県砂防えん堤地点で大規模観測を実施し、その差分で大規模観測施設の設置が困難な西谷川の小規模観測データを補完する。

5. 先行観測地点における観測施設の詳細設計

先行観測地点のうち、特に優先性が高く、施工性が良好な箇所である、高知川県床固地点、坂内川川上砂防えん堤地点、根尾川宇津志えん堤地点の3地点を対象に観測手法を検討し、詳細設計を実施した。いずれの地点についても、「堆砂量計とハイドロフォン」、「浮遊砂サンプラーと濁度計」というように、直接的手法と間接的手法を併設する大規模観測とした。ハイドロフォンについては、陸上でコンクリート基礎を打設しハイドロフォンを固定した後に、クレーンで河床に据え付ける方式とすることで、河床での作業時間を減じ、水替期間の短縮を図った。

6. まとめ

詳細設計成果にもとづき、高知川県床固観測地点に浮遊砂サンプラー及び濁度計、水圧式水位計を先行設置した。今後、当該地点の残りの機器を追加設置するとともに、優先性の高い箇所に順次観測施設を設置していく予定である。

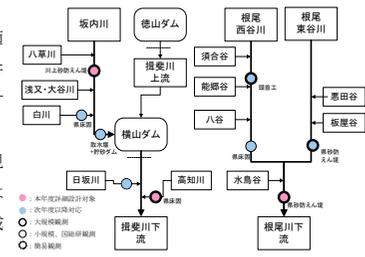


図-1 流域系統図と先行観測地点



図-2 高知川県床固観測施設平面図



写真 高知川県床固観測機器先行設置状況

平成 21 年度 富士山大沢川源頭域崩壊特性調査業務

中部地方整備局 富士砂防事務所

1. 業務目的

富士山では、過去数十年間の間に**永久凍土の下限標高が上昇**したと報告されており、**地球温暖化**との関連が注目されている。本業務は、富士山大沢川源頭域における土砂移動現象と永久凍土の因果関係、または気候変動との**因果関係の有無**を把握し、地球温暖化に伴う災害リスクの評価を行うことを目的とする。

2. 業務内容

本業務では以下の5項目について検討を行った。

- 1) 資料収集整理
- 2) 源頭部崩壊特性の検討
- 3) 大沢源頭部地温測定
- 4) ヒアリング調査
- 5) 気候変化と斜面崩壊の因果関係検討

3. 業務成果

3. 1 資料収集整理 (気象観測データの整理)

- ・富士山頂の平均気温は、1960年代から現在までの**約40年間で1℃程度上昇**している(図2)。
- ・季節別に見ると、秋期から冬期にかけての方が夏期よりも上昇の程度が大きく、「**冬の温暖化**」であることが読み取れる。
- ・富士山周辺の雨量観測所において、年間総雨量や最大時間雨量、最大24時間雨量には**明瞭な変化傾向は認められない**。
- ・御中道観測所と大滝観測所の**24時間雨量が100mm以上の連続雨量の発生回数**は、明らかに1970年代と比較して**増加する傾向**を示している(図3)。
- ・これらの気候変動傾向は、**全国平均と同様の傾向**である。

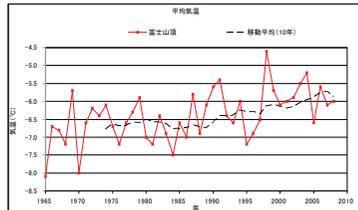


図2 富士山頂平均気温の推移

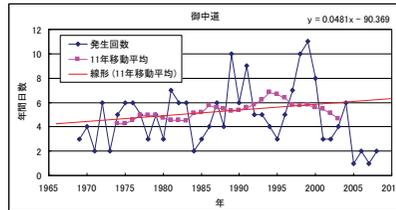


図3 24時間雨量100mm以上の降雨発生回数(御中道)

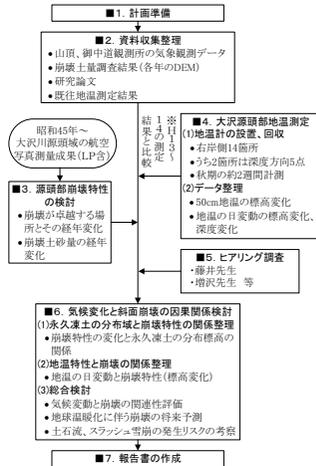


図1 業務フロー

3. 2 源頭域崩壊特性の検討

既存の航空写真測量結果より、大沢川源頭域の斜面崩壊等について以下の傾向を見出した。

- ・斜面の崩壊量および溪床堆積土砂量は全体的に1970年代から**低下傾向**にある(図4)。
- ・崩壊が卓越する標高は**3,400m~3,500m**付近であり近年変動していない。

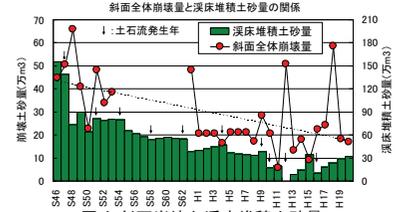


図4 斜面崩壊と溪床堆積土砂量

3. 3 源頭域地温測定

富士山西斜面における永久凍土層の分布域を把握することを目的に、大沢川右岸縁部において地温計測を行った。

- ・標高による50cm地温の**低減勾配の変化点が標高2,900m~3,000m付近**に認められ(図5)、これより高標高側に永久凍土層が分布している可能性が示された。
- ・平成13年の観測結果と比較すると、永久凍土層の分布域は**若干上昇した可能性**もあるが、これに関しては継続的にデータを蓄積した上で評価する必要がある。

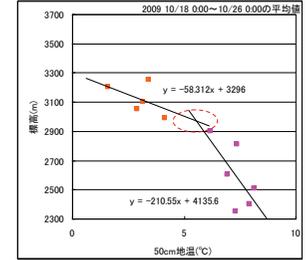


図5 50cm地温の標高変化

3. 4 気候変動と斜面崩壊の因果関係検討

気候ファクターと斜面崩壊ファクターの様々な組合せで相関分析(図6)を行った結果、以下の結論が得られた。

- ・斜面崩壊と比較的良好な相関を示すファクターは「**総雨量**」 「**最大連続雨量**」等が挙げられるが、これらは地球温暖化に起因する変化傾向が認められない。
- ・したがって、現段階では、**富士山大沢川源頭部の斜面崩壊と気候変動の因果関係は認められない**と言える。

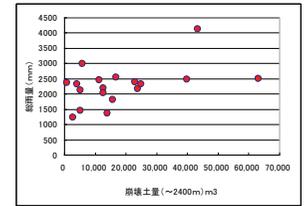


図6 相関分析例(崩壊土量-総雨量)

3. 5 総合検討 (災害リスクに関する考察)

- ・土石流、スラッシュ雪崩の発生には「**豪雨の発生回数**」との間に関連性があり、豪雨の発生回数は富士山周辺においても近年増加する傾向が認められる(図3)。
- ・したがって、気候変動に伴い、土石流等の発生リスクは、**発生頻度の増加**という形で高まる可能性がある。
- ・そこで、土石流の連続発生を想定した数値シミュレーションから、許容量以上の**土砂が扇状地から流出**し、下流の氾濫を引き起こすリスクが認められた(図7)。

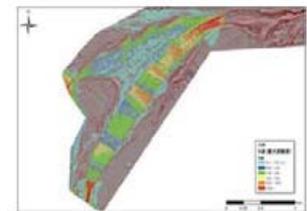


図7 土石流連続発生による大沢扇状地への影響評価(数値シミュレーション)

4. 今後の課題

- ①長期的な地温モニタリング、②富士山高標高部の気象観測、③崩壊が頻発する時期の調査(気候と崩壊の関連性把握)、④斜面崩壊トレンドの検証(崩壊量が低下傾向にある要因把握)

平成 21 年度狩野川砂防情報機器整備計画策定業務

中部地方整備局 沼津河川国道事務所

1. はじめに

狩野川上流域（直轄砂防流域、流域面積約270km²）は、急峻な地形と、火山性の堆積物に覆われた脆弱な地質構造を有し、更に年間平均総雨量が3,000mmを越える多雨地帯、東海地震の対策強化地域でもあり、常に土砂災害の危険にさらされている。本報告では、これらの自然条件に加え、限られた予算や監視人員による効率的な監視手法の採用、必要最低限の観測精度や機能を確保した機器の選定などによる大幅なコスト削減を考慮した監視機器の整備を目指して検討した結果について述べる。



図-1 調査位置

2. 調査上の課題

本調査を行うに際して、(1)平成20年度に検討した「監視の効率化」に向けて設定した管内分割結果に対する具体的な機器配置位置の設定、(2)濁度観測の有用性に関する検証、(3)監視機器や設置位置、監視手法をとりまとめた「狩野川砂防情報機器整備計画」の策定が主な検討課題である。

3. 課題への対応

3. 1 具体的な機器配置位置の設定

直轄砂防流域全域を網羅した監視網の整備に向けて、H20調査において、管内の溪流の位置関係・地形分類・崩壊履歴・降雨特性・集落分布状況等から客観的手法により現実的に監視可能な13ブロックに分割し、このブロック単位で「斜面の崩壊発生」と土石流の前兆現象として「流水の濁り」を指標として観測することで管内砂防流域全体を効率的に網羅することとしている。

本調査では、このブロック区分をもとに斜面の崩壊発生監視（斜面監視）は各ブロック毎に代表地点を選定して斜面崩壊検知センサーを配置し、流水の濁水状況監視（溪流監視）は各ブロックの下流端付近で濁度計や水位計等を設置して変化を時系列的に観測することとした。斜面監視は、13ブロック毎に各1箇所ずつ崩壊履歴があり、かつ現行の光ケーブル網近辺に位置する斜面を選定して、簡易貫入試験（SH型）を1箇所あたり50地点以上実施し、解析の結果から崩壊しやすいと考えられる候補地点を選定するとともに、光ケーブル網に近い位置に受信局候補地を設定した。また、斜面監視位置と受信局候補地間の電波伝搬試験を実施し、センサー検知情報の到達距離等の伝搬特性について把握した（代表2箇所で実施）。また、溪流監視は主要11ブロックの下流端付近を設置候補地として選定し、濁度変化や水位変化や流況監視画像（簡易カメラ）により、流況を監視できる機器構成とした。

3. 2 濁度観測の有用性に関する検証

狩野川砂防流域における濁度観測の適用性を検証・評価するために、支川持越川において約4ヶ月間（H21年8～12月）の現地検証試験を行った。観測データとして、濁度・水位・簡易カメラ静止画を10分毎に記録した。期間中に水位10cm以上の出水が5回発生し、うち最大出水時の最高水位は45cm（平常時7cm程度）、最高濁度は602度（平常時10度以下）を記録した。この現地検証試験の結果、雨量・

水位・濁度には良好な正の相関があり、特に出水初期のピーク立ち上がり時に濁度が水位に敏感に連動する傾向が把握できた（図-2）。観測期間を通じた濁度変動傾向は、①全ての出水で濁度と水位には明瞭な正の相関があり、水位上昇時には濁度と水位のピーク時刻がほぼ一致することが多い。水位下降時は濁度の変化は水位に比べて急減する。②濁度は、出水時に平常時の10倍以上の値が計測される。③濁度と雨量の波形状は近似することが多い。④無降雨や水位変動がない状況でも、濁度の単発的变化や長時間の上昇が見られることがある。これは釣り人等による人為的なノイズ、レンズの一次的な汚れ、設置場所の影響（土砂埋没）等と考えられるため、設置や運用に際してはこれらのノイズ除去する対応が必要である。

以上の現地検証結果を踏まえて、本計画の機器配置を検討するとともに、試験期間中に得られた運用上の留意点への対応についても計画に含めることができた。

表-1 濁度と水位、雨量のピーク時間差

出水日	水位		濁度		雨量		ピーク時間差(h:m)	
	最大値時刻	cm	最大値時刻	度	最大値時刻	mm/10分	濁度と水位※	雨量と水位
8/31	13:40	14.3	7:50	31.9	3:40	3.5	5:50	10:00
11/1	21:50	19.7	21:50	61.9	19:30	3.5	0:00	2:20
11/11	7:10	38.7	7:10	216.6	5:50	4	0:00	1:20
11/14	12:10	43.5	12:10	602.8	6:00	4.5	0:00	17:50
12/11	21:00	16.9	20:30	48.8	18:10	2	0:30	2:50

※0:00は測定間隔(10分毎)以下でピークが一致していることを示す。

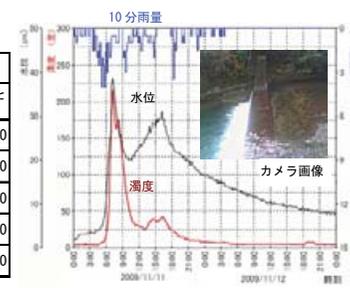


図-2 濁度観測および簡易カメラ画像の例

3. 3 「狩野川砂防情報機器整備計画」の策定

平成20年度および本年度の検討成果をもとに、狩野川砂防流域における情報機器の整備目的・方針、監視手法、機種選定・配置計画、観測情報の伝送方法、監視局設備・機能、維持管理・精度向上、概算整備費用、関係行政機関等への情報配信等をとりまとめて「狩野川砂防情報機器整備計画書（案）」を策定した。本整備計画の実現により、観測情報は光ケーブル回線等により事務所、出張所においてリアルタイムに収集・処理し、現況をモニタ画面等で確認できるとともに、観測情報の異常値や危険度の判定処理によって危険度が高まりつつあるブロックを把握できるようになる（当面は判定精度確立のための試験的運用）。また、関連自治体に対しては、現行の土砂災害警戒情報（市町村単位）や、県の土砂災害警戒情報補足情報（1kmメッシュ単位の降雨状況等）に加えて本計画の監視・観測情報の提供を行うことで、ブロック単位で実際に観測されている前兆現象等を把握できるため、関係自治体への切迫性のある情報提供（警戒避難体制への判断支援）にも活用できるものと考えられる。

4. おわりに

今後は、溪流監視機器を中心に整備を開始し、運用を通じて観測データの蓄積や危険度判定精度の向上などを進めていくとともに、関係機関との具体的な連携についても検討していく予定である。なお、本計画の立案に際してご指導、ご助言を頂いた（独）土木研究所火山・土石流チーム等の関係各位に深く感謝する次第であります。

六甲山系砂防堰堤老朽化調査業務

近畿地方整備局 六甲砂防事務所

1. 調査の目的

六甲砂防事業は、昭和13年7月災害(阪神大水害)による甚大な被災を契機に砂防堰堤を中心とした事業が開始された。その後、第二次大戦による資材・資金の不足や戦後の高度経済成長を経るなど、その時代背景により、砂防施設の技術・品質・工法が左右され、現在に至ったといえる。

本業務は、六甲砂防事務所が所管する直轄砂防施設のうち、老朽化や変状の著しい施設に関して健全度を調査し、早急に、補修・補強が必要となる施設については、補修対策(老朽化対策)の検討を行い、今後の補強対策事業の設計のための資料とすることを目的とする。

2. 調査方法

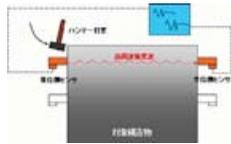
◆一次調査対象箇所抽出

直轄砂防施設を対象に、施工年度や施設点検結果、既存のアルカリ骨材反応に関する検討結果等を踏まえ、早急に補修・補強が必要となる可能性のある17施設を一次調査(弾性波探査)対象として選定する。

◆一次調査(弾性波探査(透過法)等)及び二次調査対象箇所の抽出

一次調査では、早急に補修・補強が必要となる施設の選定のための判断材料を得ることを目的として抽出した17箇所の施設について、非破壊試験である弾性波探査と変状等の現地確認を行う。

堤体内部の変状等の存在の把握を目的として高周波弾撃弾性波探査(透過法)を実施する。

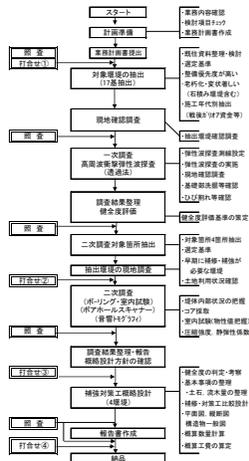


弾性波探査は、1施設について3箇所の手計測を行うものとする。また、施設点検結果等を基に、基礎等の洗掘や著しいひび割れなどの変状を現地で確認する。

一次調査結果については、弾性波探査と変状確認に分けて調査結果の整理を行い、施設健全度を評価してとりまとめる。

◆二次調査箇所の抽出

一次調査の結果を踏まえ、変状が著しい又は弾性波速度から堤体内部の劣化が著しいと判断される等、早急に補修・補強が必要となる施設5箇所を二次調査(ボーリング調査、孔内計測・孔内試験、コア採取、室内試験)の対象として選定する。

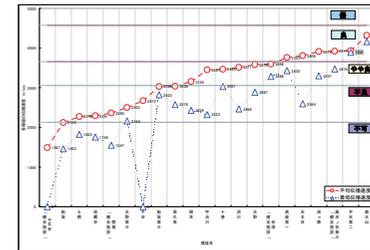


3. 調査結果

施工年数・損傷状況・安定性・効果量から堰堤を抽出した結果に基づき、弾性波探査を実施した。

弾性波探査の評価としては ASTM (American Society for Testing and Materials: 米国試験材料協会) : 縦波速度からコンクリートの品質を評価する基準(案)を採用する。境界値は、2000m/sec 前後を基準としている。コンクリートと岩盤のどちらでも、判断基準は2000m/sec程度となっている。

施工年代	施設番号	施設名称	水系名	堤高(m)	堤長(m)
グループA(戦前)	12	根本堰堤	淀川	13.1	106.9
	17	土着堰堤	石川	11.1	56.6
	31	天王宮堰堤	新川	11.7	17.6
	39	高野堰堤	新川	11.1	8.9
グループB(戦中)	44	坂元堰堤	高野川	11.1	5.5
	39	千石川堰堤	千石川	11.7	20.3
	47	千鳥堰堤	新川	11.1	20.3
	28	菊水川堰堤	新川	12.5	15.9
グループC(戦後オリエンス等)	92	高野堰堤	新川	11.1	52.9
	96	船尾堰堤	新川	12.0	14.9
	101	高野第一堰堤	新川	12.0	5.9
	125	高野第二堰堤	新川	12.0	17.9
グループD(S2&2)	134	船尾堰堤	船尾川	12.0	9.9
	136	千石堰堤	千石川	12.0	14.9
	142	高野第三堰堤	高野川	12.0	16.9
	194	洞川堰堤	新川	11.7	15.9
	254	船尾第三堰堤	船尾川	12.1	20.9
	291	高野第四堰堤	千石川	12.0	16.9



平均伝播速度と最低伝播速度の両方での不良区分以下は、千丈谷堰堤、船坂堰堤、土橋堰堤、地藏谷堰堤、鷹尾堰堤、水野第三堰堤、千谷堰堤、船坂第三堰堤、保倉堰堤の9堰堤である。

伝播速度の差は、千丈谷堰堤と千谷堰堤で測定不能のために当然大きい、その他では、船坂堰堤、鷹尾堰堤、岡本堰堤、宇治川堰堤、洞川堰堤、天王谷堰堤、渦ヶ森堰堤の9堰堤で比較的大きい。

上記の結果から、二次調査対象施設は、主に高

周波弾性波探査の特徴を考慮しつつ、岡本堰堤・鷹尾堰堤・千丈谷堰堤・船坂堰堤を抽出し、ボーリング・ポアホールカメラ観察を実施した。



千丈谷堰堤 No.3 (深度5.4~5.6m付近)

今回実施した高周波弾撃弾性波探査(透過法)は、堰堤内の平均的弾性波速度を求め、その弾性波速度から堰堤(コンクリート)の健全性の把握を目的としたもので、以下の知見が得られた。

目視点検で健全と判断された堰堤において、弾性波速度が2,000m/s以下のものが存在する。②弾性波速度が、ASTM基準で”不可”(Vp < 2,100m/s以下)と評価されるものが存在する。③コアピースの超音波速度では、”良”(Vp < 2,880m/s以上)に評価される。④岩盤の亀裂係数による指標では、”悪い”に評価される。⑤弾性波速度(Vp)とみかけ(箱重量)の単位体積重量(γc)との関係では、正の相関が認められる。すなわち、弾性波速度が遅くなるとγcは軽くなり、Vpが早くなるとγcは重くなる。

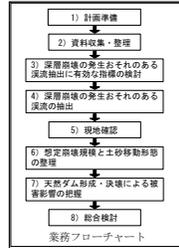
ここで、ASTM、および超音波速度による指標において、”優”、あるいは”不可”とは、コンクリートの内部構造に対し、コンクリートの内部分離、空洞、粗密状態等を表す指標であり、Vp < 2,000m/s以下が分布する堰堤は、コア等の対比から内部が強度低下して(劣化)している可能性を示唆され、今後、さらなるデータの積み重ね(高周波弾性波探査とボーリング、岩石試験等の実施)を行うことにより調査優先順位の仕分け、あるいは今後の六甲管内砂防施設維持管理のための”管理基準値”の確立などに有効な探査手法になるものと判断される。

大規模災害危険度調査業務

近畿地方整備局 六甲砂防事務所

1. 目的

本業務は、兵庫県内の揖保川・円山川上流区域を検討対象とし、「深層崩壊の発生のおそれのある溪流抽出マニュアル(案)」(土木研究所資料 第4115号)に準拠して、検討対象地域における大規模土砂災害・天然ダム等に対する危機管理対応等に資する基礎資料を得ることを目的に、深層崩壊の発生のおそれのある溪流を抽出し、危険と評価された斜面について、天然ダム形成・決壊により想定される被害影響を検討したものである。



2. 業務内容

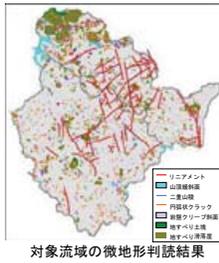
2. 1 深層崩壊の発生のおそれのある溪流の抽出

実施した解析準備

- 評価単位の整理⇒1kmメッシュと1km²単元流域で比較
- 空中写真による崩壊地判読⇒深層崩壊履歴の整理に活用
- 深層崩壊履歴の整理⇒既往災害と空中写真判読より把握
- 抽出指標設定地域の決定⇒地質条件より決定

解析条件

項目	条件
検討対象単元流域	1kmメッシュ
検討対象地域の分割	シームレス地質図より3区分に分割
深層崩壊地・深層崩壊跡地の整理	崩壊地判読の結果のうち、崩壊主部0.5ha以上のもの(揖保川流域:19箇所、円山川流域:22箇所の合計41箇所)
抽出指標設定地域	揖保川上流域・円山川上流域の160.31km ²



2. 2 深層崩壊に関連する指標の検討

「深層崩壊の発生のおそれのある溪流抽出マニュアル(案)」に基づいて、深層崩壊に関連する指標を把握し、深層崩壊履歴との『的中率』と『カバー率』から指標の検討を実施した。

地質・微地形要素の把握方法	
項目	把握方法
活断層	活断層デジマップより
リニアメント	シームレス地質図の断層境界
山頂緩斜面	
二重山稜・小崖地形	
円弧状クラック	写真判読による
岩盤クレープ	
地すべり地形	

地形量要素の把握方法	
項目	把握方法
勾配	50mメッシュDEMより算出
集水面積	

指標の検討結果			
地質区分	地質・微地形指標		
堆積岩類	岩盤クレープ斜面密度4個/km ² 以上		
深成岩類	岩盤クレープ斜面密度2個/km ² 以上		
	地すべり地形有無		
火山岩類	山頂緩斜面有無		

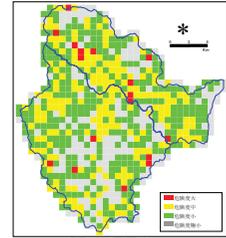
地質区分	危険度の高い地形量の範囲		地形量の指標
	傾斜(度)	集水面積(log10As)	
堆積岩類	20°以上	3.70以上	250メッシュ以上
深成岩類	15°~20°	4.10以上	350メッシュ以上
	20°以上	すべて	
火山岩類	15°~20°	3.88以上	250メッシュ以上
	20°以上	3.70以上	

また、抽出条件による指標の妥当性検証として、微地形個数による閾値の設定による影響も検討し、信頼性の高い指標決定を行った。

3. 結果

3. 1 深層崩壊の発生のおそれのある溪流の抽出結果

深層崩壊の発生のおそれのある領域の評価には、微地形指標・地形量指標・深層崩壊履歴から、評価メッシュ毎にいくつの指標が該当するのかをカウントし、その合計値から評価した。特に、3指標ともに該当する場合には危険度大という評価となる。



危険度評価結果

3. 2 深層崩壊規模・危険度の検討

危険度大の斜面について、微地形判読および現地調査から深層崩壊の規模と崩壊形態を整理するとともに、AHP(階層構造分析)法による微地形斜面の崩壊危険度の絞り込みを実施した。

深層崩壊危険度が大きく中に該当するメッシュに含まれる微地形斜面について、AHP法を用いてより滑動危険度の高い斜面を抽出し、崩壊規模と崩壊形態を現地調査するとともに、土砂移動形態と保全対象との位置関係に着目して、想定される災害形態を検討した。

流域	階層別	要素	AHP		要素	土砂移動	保全	危険
			要素	評価				
円山川	中下川	399	岩盤	1,000,000	河床崩壊型	ケース3	大層以上	
		467	岩盤	1,300,000	河床崩壊型	ケース3	大層以上	
		118	岩盤	1,625,000	河床崩壊型	ケース3	大層以上	
		80	岩盤	1,700,000	河床崩壊型	ケース3	大層以上	
		289	岩盤	1,300,000	河床崩壊型	ケース3	大層以上	
		141	岩盤	1,479,000	河床崩壊型	ケース3	大層以上	
		388	岩盤	1,800,000	河床崩壊型	ケース3	大層以上	
		415	岩盤	1,576,000	河床崩壊型	ケース3	大層以上	
		614	岩盤	1,311,000	河床崩壊型	ケース3	大層以上	
		211	岩盤	1,020,000	河床崩壊型	ケース3	大層以上	
揖保川	中下川	129	岩盤	1,100,000	河床崩壊型	ケース3	大層以上	
		381	岩盤	1,576,000	河床崩壊型	ケース3	大層以上	
		484	岩盤	1,800,000	河床崩壊型	ケース3	大層以上	
		162	岩盤	1,300,000	河床崩壊型	ケース3	大層以上	
		139	岩盤	1,000,000	河床崩壊型	ケース3	大層以上	
		345	岩盤	1,180,000	河床崩壊型	ケース3	大層以上	
		544	岩盤	1,100,000	河床崩壊型	ケース3	大層以上	
		211	岩盤	1,000,000	河床崩壊型	ケース3	大層以上	
		800	岩盤	1,800,000	河床崩壊型	ケース3	大層以上	
		202	岩盤	1,000,000	河床崩壊型	ケース3	大層以上	

流域内の危険斜面抽出結果一覧表

3. 3 総合検討

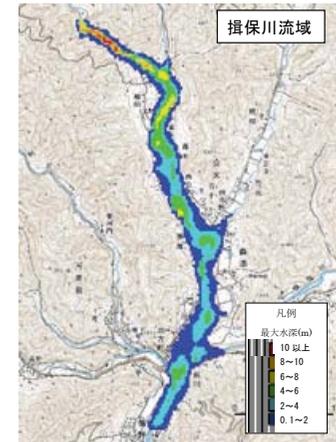
円山川流域と揖保川流域において、危険度評価の高い斜面のうち稼働閉塞型の土砂移動形態が想定される斜面のうち、AHP法で最も危険度が高いと評価された深層崩壊危険斜面において、天然ダム形成・決壊シミュレーションをそれぞれ1事例実施した。

天然ダム形成・決壊シミュレーションから、天然ダム上流が湛水し始め決壊するまでの時間、および決壊後に想定される下流域への被害影響を整理してとりまとめた。

項目	規模等
湛水面積(m ²)	131,200
湛水量(m ³)	3,615,000
湛水部の保全対象	なし

種類	流量(m ³ /s)	湛水時間
平均流量	6.9	146時間 (524,000sec)
ピーク流量	17.9	56時間 (202,000sec)

想定される天然ダムの規模と湛水時間



六甲山系斜面崩壊観測施設設計画・設置業務

近畿地方整備局 六甲砂防事務所

1. 調査の目的

本業務では、新たな斜面崩壊予測手法確立に必要となる基礎資料を得るため、崩壊検知センサー、土壌水分計、地下水水位計、流量測定器等の配置計画を作成し、機器を設置した。また、観測データはデータロガーに集約させ、携帯電話で配信可能な観測システムを構築した。機器設置対象は、六甲山系の8地区(1地区1万~2万㎡)であり、機器設置位置は、現地踏査、土層厚調査結果から判明した地形・地質条件をもとに、調査区域内を網羅する配置とした。各種観測機器の選定にあたっては、その目的及び観測機器の必要条件を明確にし、条件を満たす機器を複数選定した上で、保守性、経済性、使用実績、付加価値等を総合的に判断し最終決定した。

2. 調査方法

観測機器の配置計画の策定においては、対象箇所の地形・地質はもとより、施工性・経済性・維持管理の難易度・環境への影響等を考慮のうえ実施した。このため、現地踏査を充実させ、先行実施されている「六甲砂防管内東六甲地区土層厚調査業務」「六甲砂防管内西六甲地区土層厚調査業務」で得られた知見を活用し、推定される崩壊の形態や崩壊危険度評価を整理し、機器配置計画に反映した。

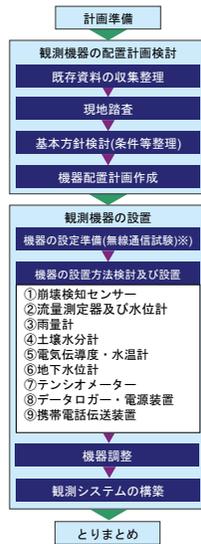
具体的な機器設置位置は、各調査区域を地形・地質条件をもとに流域やブロックに区分し、それぞれの代表的な位置を選定することにより、調査区域内を網羅する配置とし、また、現地踏査、土層厚調査の結果を参考に、最適位置を選定した。

観測機器選定においては、新たな斜面崩壊予測手法の確立に必要となる基礎資料を得ることを目的に観測機器を設置するものである。特に斜面崩壊のメカニズム(素因・誘因)を把握する上で必要な情報を計測することに着目して実施した。

よってその目的及び観測機器の必要条件を明確にし、条件を満たす機器を複数選定した上で、保守性、経済性、使用実績、付加価値等を総合的に判断し最終決定した。

3. 調査結果

現地踏査の結果、六甲山系は、断層の活動により相対的に隆起して形成された山地であり、多くの断層が存在している。調査地内に断層が存在する場合、地山の風化・変質への影響、地下水機構への影響を与えている可能性があり、断層位置の把握は重要であるため、地形判読と地表踏査結果から断



層位置を想定した。

特に、S9, S11, 新規2において断層が風化形態、地下水機構に影響を与えていることが判明した。また、簡易動的コーン貫入試験(97箇所)の結果、各土層厚の範囲、平均は、若干の違いはあるものの類似した傾向が見られることが判明した。このため、崩壊の恐れがある土層厚は既存調査と同じNd=20で設定した。

以上の結果より機器設置計画を検討した。

a) 崩壊検知センサー(土壌水分計も含む)

崩壊検知センサーは調査区域内の地表面変動を捉えるために、①崩壊の発生確率が高い15°以上の斜面②各流域、ブロックを代表すると思われる測線を設定し2,3点配置③崖錐堆積物、強風化帯が厚い箇所(土層厚調査結果でNd≤20の土層厚が比較的厚い箇所)を選定④崩壊拡大の恐れがあるガリ一頭部及び崩壊地周辺の選定を基本とし設定した。

b) 地下水水位計

地下水水位計は、主流路(流水のある区間を除く)の代表地点と副次的な湧きを中心とした配置とし、いずれも沢水流量観測地点よりも上流側とする。この際、地域内に断層が通過するケースでは、想定位置の山側、谷側の地下水水位が把握できるような配置とする。

c) テンシオメーター

テンシオメーターは土壌内の水圧を測定するものである。他計器に比べてメンテナンスの頻度が高いため、複数の調査区域には設置せず、実験フィールド的な考え方で「S11」地区を選定して実施する方針とした

d) 電気伝導度・水温計

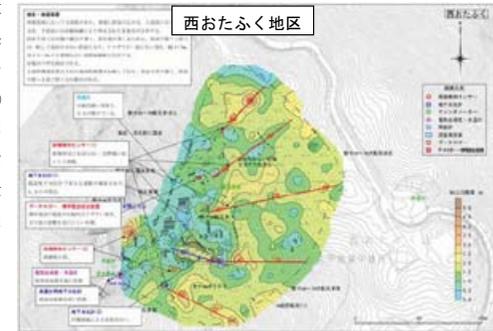
原則として、流量観測位置に設置する方針とするが、表流水や湧水箇所等の現地状況に応じて、湧水点上流部などの比較的地下水水位が上昇しやすいと思われる水位計設置地点にも設置した。

e) 雨量計

雨量は、斜面の安全監視や危険度予測を考えるうえで、最も重要なファクターとなる。雨量計は全地区に設置する。雨量計の設置箇所は、立木等の影響が少ない上方が開けている箇所を選定する。

f) データロガー、携帯電話伝送装置

データロガーは各計器の計測結果を集約し、データを回収するものである。このため、設置位置は①定期的なデータ回収、保守点検が容易に行える箇所②土石流や斜面崩壊の影響を受けにくい箇所③第三者による危害を受ける可能性が低い箇所に着目して選定した。



六甲山系降雨・土砂災害等監視強化策定業務

近畿地方整備局 六甲砂防事務所

1. 目的

六甲砂防事務所管内及び周辺域の降雨観測データや土砂災害（斜面崩壊、土石流、フラッシュフラッド等）発生履歴の解析を行い、管内における降雨特性、災害発生特性およびその変動傾向を把握する。また、管内におけるレーダー雨量計の有効活用を提言すると同時に、上記の特性を勘案した警戒・避難基準案を策定し、利用者にわかりやすいコンテンツ及び配信システムの開発、試験運用を行う。

2. 検討手法

六甲砂防事務所管轄雨量観測データ、気象庁観測データ、レーダー雨量データ、災害履歴データを収集し、統計手法を用いて解析した。また、携帯電話試行システムは、実際に稼働するシステムを試作し、その内容について評価した。



3. 結果

3. 1 降雨及び災害・崩壊発生履歴等の解析、管内における土砂災害に係る警戒・避難情報の検討

① 降雨データの解析

神戸海洋気象台、六甲地域管内及び周辺の雨量観測所について、降雨の空間的・時間的分布に係る長期的な変動傾向を解析した。

管内においては、六甲山地の高標高地点で年最大1時間雨量の増加傾向が認められた（図1）。また、解析対象範囲を西日本12地点に広げ、それぞれ10位までの大雨・強雨に絞ると、10分雨量の増加傾向が確認されるなど、時間単位の短い降雨の強度が強まっている可能性が明らかとなった（図2）。

② 災害・崩壊履歴等解析、土砂災害に係る警戒・避難情報の検討

管内における災害・崩壊の特性を、発生形態、発生地域、発生タイミング、素因・誘因等に着目して解析した。また、将来のMPレーダー配信を想定し、土砂災害監視にあたり、特にフラッシュフラッドなど突発的に発生する災害に対し、レーダー雨量から求めた10分間雨量を監視指標として用いることの有効性を検討した。結

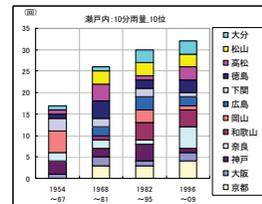


図2 瀬戸内地域の12地点における10分間雨量の上記10位の記録更新時

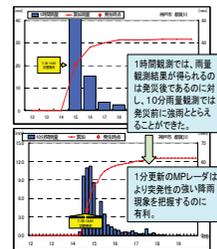


図3 都賀川災害時の1時間雨量の変化(上)及びレーダー雨量から求めた10分間雨量の変化(下)

果、都賀川災害など特に突発性の強い災害においては、1時間雨量と比較して10分間雨量観測では発災前において雨量値の強まっており、将来1分更新のMPレーダーによる観測の有効性が示唆された（図3）。

3. 2 六甲砂防事務所管内におけるレーダー雨量計活用方策の検討

新規導入されるMPレーダーについて「最新のレーダー技術」「レーダーを利用した降雨監視・予測技術等の知見」を収集し、急速に発達し発生するゲリラ豪雨等諸問題の解決に向けた実現性のある具体的なレーダー雨量計活用方策の検討を行った。具体的には、複数時間帯のレーダー観測情報を解析し「急速に発達する雨雲」を抽出する「雨雲発達指数」を開発した（図4）。

また、今後の複数レーダーの活用を見越し、管内を観測範囲に含む既存のXバンドレーダーのデータ（2.5分間隔）を利用し、観測時間間隔の異なるCバンドレーダーとの合成方法等について具体的な手法を構築した。

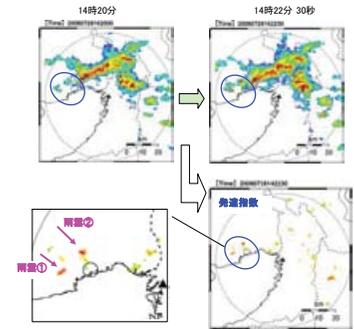


図4 表六甲・石屋地区での豪雨と雨雲発達指数との関連

3. 3 情報利活用方策検討WGの準備・運営ならびに検討結果とりまとめ

平成22年度以降に予定されているMPレーダーの有効活用を目的とし、レーダー雨量計の活用方策や現状の土砂災害警戒情報の課題等について、WG（自治体関係者・学識経験者・神戸海洋気象台・六甲砂防事務所）を開催し、関係者の意見をとりまとめた。WGは、関係者が一同に会する形式を取らず、個別に意見徴収するヒアリング形式により、複数回、実施した。

3. 4 情報発信試行システムの開発

管内で携帯電話へレーダー情報を発信するためのコンテンツ及び試行配信システムを開発した。開発にあたっては、単にレーダー情報を発信するだけでなく、注意報警報等、災害防止の観点から有用となる気象情報の参照閲覧等の機能も組み込んだ（図5）。

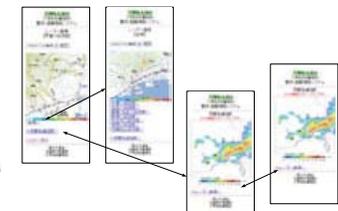


図5 開発した試行システムのコンテンツ表示例

3. 5 携帯電話二次元バーコード付き立て看板等、利用促進の検討

警戒・避難情報発信試行システムの利用促進を図ることを目的とし、情報へのリンクが可能な二次元バーコード付き立て看板の管内配置計画や、掲載内容及び情報リンク手段について検討・整理した。

六甲山系航空レーザ測量データ解析・活用業務

近畿地方整備局 六甲砂防事務所

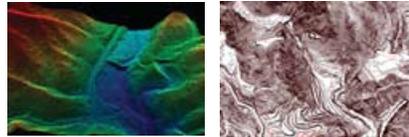
1. 調査の目的

六甲砂防事業は、昭和13年7月災害(阪神大水害)による甚大な被災を契機に砂防堰堤を中心とした事業が開始された。その後兵庫県南部地震を契機に六甲山系グリーンベルト整備事業が行われている。過去に計測された航空レーザ計測データを用いて森林評価や堰堤の堆砂量、枯死木抽出、林相区分、市街地の変状などの効果的な活用を検討し、今後の事業推進を目的とした。

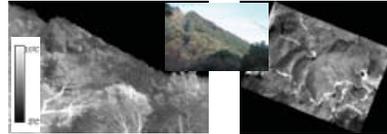
2. 調査方法

航空レーザデータを検証するため、データ収集を行い、様々な活用法について検討した。

◆グリッドデータ作成：平成20年度レーザ計測業務によって作成されたグラウンドデータからグリッドデータ(DEM)および等高線データを作成した。



◆熱赤外画像撮影：土壌水分との関連性を調査するため、異なる降雨状況で地上撮影2回、初回の地上撮影と同時に空中撮影1回を実施した。



◆近赤外画像撮影：航空機デジタルカメラにより可視光(RGB)および近赤外画像を同時撮影、オルソ(正射投影)化した。

◆航空機ハイパースペクトル計測：航空機ハイパースペクトルセンサによって樹林帯5km²を計測した。

3. 調査結果

◆森林評価の検討

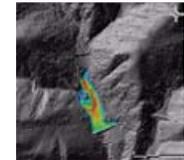
航空レーザ計測データからCHM(樹冠高モデル)を作成し、2種類の解析方法(局所最大値フィルタ法・領域分割法)で樹木本数を推定、現地コードラット(30m×30m)調査結果と比較した結果、局所最大値フィルタ法が有効であり、ニセアカシア、スギ・ヒノキ、アラカシは通常解析で推定が可能であった。コナラアベマキ、アカマツ・モチツツジはレーザ点群分布解析から求められた複層林分布

を利用することで良好な結果が得られた。

番号	群落・群集名	樹木密度	CHM分解能(cm)	意領域サイズ(pixel)	林分階層構造考慮	樹木本数(本)		樹木密度(本/ha)		誤差(%)
						算出結果	現地調査	算出結果	現地調査	
1	コナラアベマキ群集	高	50	5	○	162	160	1,800.0	1,777.8	1.3
2		低				142	150	1,345.3	1,421.1	5.3
3	アカマツ・モチツツジ群集	高	100	3	—	135	153	1,239.2	1,404.4	11.8
4		低				90	74	1,000.3	822.5	21.6
5	ニセアカシア群集	高	100	3	—	68	59	755.8	644.4	17.2
6		低				82	81	843.3	833.0	1.2
7	スギ・ヒノキ群集	高	100	3	—	76	80	740.7	779.7	5.0
8		低				62	118	593.9	1,130.3	47.5
9	アラカシ群落	高	100	3	—	89	95	988.9	1,055.6	6.3
10		低				61	55	626.3	564.7	10.9

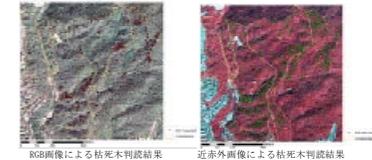
◆堆砂量・堆砂率の検討

評価対象を六甲山系直轄砂防堰堤10基選定し、計画勾配に基づき満砂時の仮想DEMを作成し現在の地形との差分によって空き容量を算出した。結果、計画勾配面とDEMにより空き容量の算出が可能となったが、既に堆砂した堰堤の堆砂量評価は困難であった。



◆枯死木抽出の検討

近赤外カラー合成画像・RGB画像・近赤外画像解析から写真判読により枯死木を抽出し現地で確認を行った結果、RGB写真判読では枯死木抽出件数が少なかったが、近赤外カラー合成画像の判読では多く抽出できた。画像解析により枯死木分布状況を推定することができる。ただし、影地において誤抽出があり、夏季の撮影データが望ましい。



◆林相区分の検討

植生図・空中写真判読・現地調査によって分類項目のサンプルエリアを設定し、サンプル値による教室つき分類によって対象範囲全域の林相区分を実施した結果、林相区分と同等あるいはそれ以上の分類結果が得られた。

◆市街地の変状の検討

2時期の航空レーザデータからそれぞれDSM(数値表層モデル)を作成し、その差分解析で得られた高さの変化量から変化部を抽出した結果、小規模開発に関しても変化抽出が確認された。しかし、黒い屋根の建物は計測時の環境によってはレーザ点が消失してしまい、DSMの精度が落ちる。このような箇所については本手法の適用限界で



ある。
DSM差分(単位:m)
15
0
-5
森林伐採地(H16・H20・DSM差分)

六甲山系警戒避難システム技術検証業務

近畿地方整備局 六甲砂防事務所

1. 目的

本業務において、平成21年度はシステム導入水系の拡大検討を実施した。六甲山系における8水系(妙法寺川、新湊川、新生田川、宇治川、宮川、高橋川、天上川、夙川)を対象とし、リアルタイム土砂災害警戒避難システムの導入に向け、資料収集整理、モデルの構築・適用性検討を行った。

2. 業務内容

2. 1 観測水位・降雨データの種別整理

モデル構築のための基礎資料として、対象流域の観測水位データ、地上観測雨量データの収集整理を行った。また、7ヶ年の降雨・流量データより、流出解析の検証対象とする出水を選定した。対象出水は各流域で3事例とした。

2. 2 流出解析モデルの構築

①データの収集整理

収集したレーザープロファイル標高データ(LPデータ)、土地利用データ、各種観測所データなどから流出解析モデルを構築した。また、地上観測雨量に基づくティーン分割図を行った。

②メッシュデータ作成

本業務では地形再現性の高い非構造格子を用いてメッシュデータを作成した。格子生成には自動分割アルゴリズムを用い、またその際には河道形状をブレークラインとして認識させた。リアルタイムシステム適用の際の計算時間を考慮し、メッシュサイズは20mを基本とした。



図-1 新生田川非構造格子

③分布型流出解析モデルの構築

本流出解析モデルの解析対象は地表面、表層土壌、河道である。モデルの基本的な構成要素は、①不飽和鉛直浸透、②斜面の流出(2次元)、③飽和側方流(2次元)、④河道流出(流下方向1次元)となっている。また、システムでの計算実施に向けた計算高速化のため、流出計算に領域分割型の並列計算を適用した。

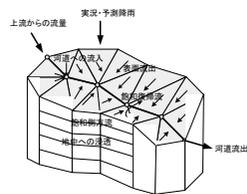


図-2 非構造格子モデルの概念図

④検証計算

流出解析モデルの適用性を確認するため、各流域における検証計算を行った。再現計算により同定された流出パラメータは、逐次学習計算における基本パラメータとして設定した。なお、入力降雨は地上観測雨量、検証対象は水位観測所における観測流量(HQ式による換算値)とした。近年の代表的な出水を検証対象とした。なお、検証計算を行ったのは水位観測の行われている夙川・高橋川・新湊

川・妙法寺川の4流域とした。計算結果の一部を図-3に示す。

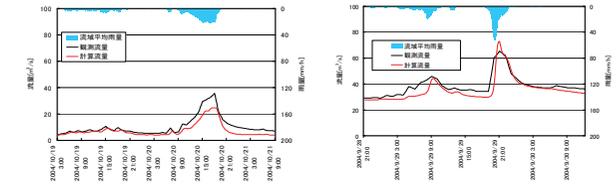


図-3 右：夙川の検証計算(2004/10/20) 左：新湊川の検証計算(2004/9/29)

3. まとめ

3. 1 逐次学習モデルの構築

流出予測の精度向上を図るため、学習を組み込んだフィードバックモデルの検討を行った。モデル構築に際しては、①逆解析による水文パラメータの最適化を行い、②得られた結果をニューラルネットワークにより学習を行った。図-4に最適化計算結果および学習計算結果の一例を示す。

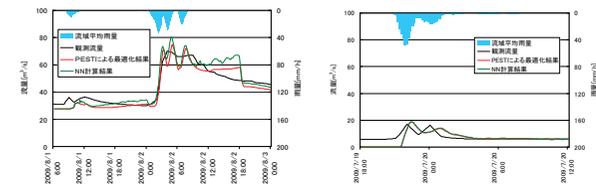


図-4 NNによる学習計算結果(新湊川、2009/8/2)(妙法寺川、2009年7月20日)

3. 2 斜面崩壊危険度予測モデルの構築

無限長斜面安定解析を用いた危険度予測モデルを構築した。1967年の崩壊実績を対象としてモデルのテスト計算を行い、図5-1(左)に一例を示すとおり定性的に適切な計算結果を得た

3. 3 土砂氾濫解析モデルの構築

本システムでは、斜面崩壊危険度予測モデルの解析結果を受けて、続いて土砂氾濫解析が実施される。LPデータを用いて、20m正方メッシュ標高データを対象9流域の氾濫解析用を作成した。また、既往災害発生状況および現地調査を鑑み氾濫開始地点を設定した。既往最大の災害実績である1938年阪神大水害時についての検証計算を行い、(右)の通り妥当な結果を得た。

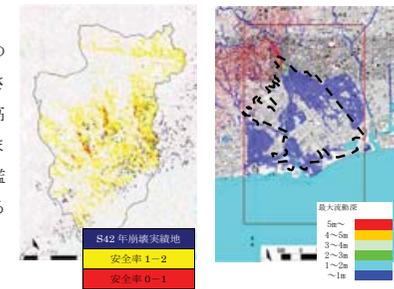


図-5 左：崩壊危険度予測モデル計算結果 右：土砂氾濫解析モデル計算結果

瀬田川砂防 GIS システム整備業務

近畿地方整備局 琵琶湖河川事務所

1. 概要

本業務では、瀬田川砂防管内の砂防関連情報（砂防指定地や土砂災害危険箇所）の位置やその関連情報（台帳）を電子化し、パソコン上で閲覧・検索・印字ができるGISシステムの構築(設計・開発)を目的とした。図1に 瀬田川砂防GISの利活用イメージを示す。



図1 瀬田川砂防GISの利活用イメージ

2. 実施方針

①ニーズに沿った使いやすいシステムの構築

過剰な機能で使いづらいシステムにならないように、まず、システム利用の場面・目的などを明確にし、ニーズと合致した機能を構築することで、誰にでも簡単に、使いやすい・使えるシステムとした

- 必要性の高い機能に絞り込んだシンプルなシステム
- 直感的な操作ができ、高速表示可能なシステム
- 既存データを精査し、ニーズの高いデータに絞り込み、信頼性のあるデータを搭載

②使い・使われ続けるシステムの構築

システム導入後、やがて使われないシステムにならないように、データの維持管理及びシステムの中・長期的な運用など、幅広い観点で「持続可能」な方策を追求した

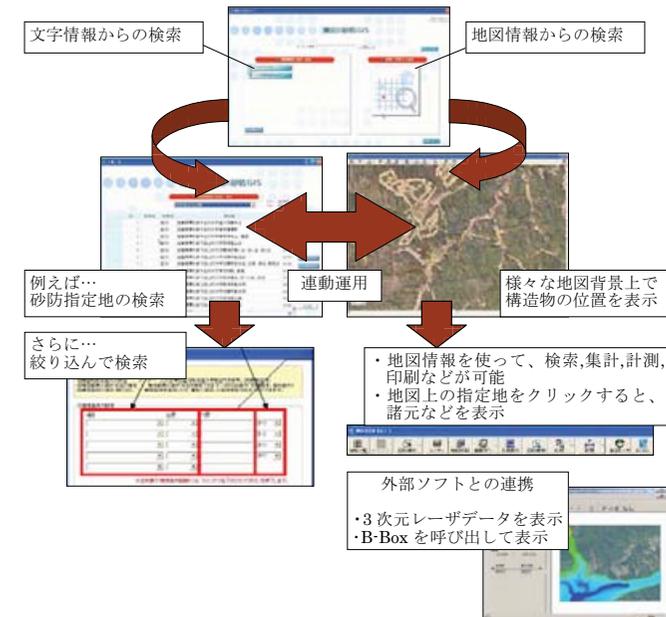
- データ更新規則の規定、汎用化 → 更新基準の規定、汎用性の高いデータ形式採用
- 一度にかつ容易にデータ更新が行える工夫を実施 → 県提供データの一括取り込み
- 持続可能な運営計画の策定 → システムの運用計画の策定

③事務所に潜在する有益資料の掘り起こし

本業務で構築するシステムを単独の用途・環境のみで利用するのではなく、事務所に整理済みの他の有益なシステム・データベースなどと連携・統合を行うことで、より一層の有益な活用を目指した

- 三次元航空レーザ計測データの利活用
(システムの背景図として、等高線、航空写真の活用、三次元データの閲覧、断面図表示機能)

3. 構築システムの概要



瀬田川砂防管内他航空レーザ測量業務

近畿地方整備局 琵琶湖河川事務所

1. 概要

1. 1 目的

本業務は、瀬田川水系砂防管内を対象に航空レーザ計測を行い、大規模な土砂災害発生時に必要となる高密度かつ高精度な標高データを取得することを目的とした。なお、地図情報レベル1000以上の精度を確保した。レーザ計測データにより作成された等高線図を解析・判読することにより、地表面の詳細な微地形として現れている過去の土砂移動痕跡や現状での地表面の段差・クラックなどの情報が得られる。これらは今後の崩壊予測につながる地形予測であり、これらを抽出することによって大規模土砂災害危険箇所を絞り込むことができる。

1. 2 航空レーザ測量の仕組み

航空レーザ測量の仕組みについて簡単に説明する。航空レーザ測量とは、航空機（飛行機又はヘリコプター）に搭載した航空レーザスキャナから地上に向けてレーザパルスを照射し、反射して戻ってきたレーザパルスを解析することで三次元データを取得する測量手法である。

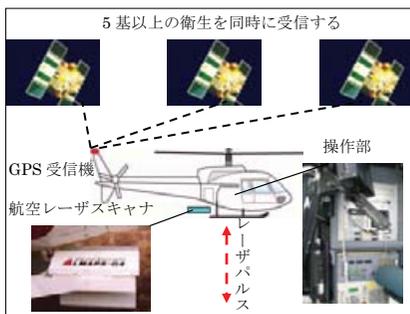


図2 模式図（側面図）

このレーザ測量により、グラウンドデータ、グリッドデータ、等高線データ、数値データファイルなど、様々なデータを作成した。



図1 航空レーザ測量範囲

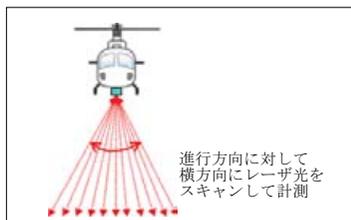


図3 模式図（正面図）

2. 植生分布図作成

本地域は、かつて京都や奈良の都市建築用材の生産地として伐採を行った結果、表土がマサ化し裸地が広がったため、大戸川から瀬田川にかけて多くの土砂が流出し、洪水被害を引き起こしてきた。このため、これら山地斜面に山腹工を施し、樹林を再生し、土砂流出を防止する砂防事業が進められてきた。今回作成する植生図は本地域の樹林再生の状態を把握し、今後の樹林整備の優先順位やモニタリングのための基礎資料作成を目的として実施した。

山腹工により樹林を再生する目的は、災害防止はもとより良好な風景景観の創出や生態系の保全がある。表1、2に判読結果を示す。田上山周辺はマツ林が大部分を占めており、田上山周辺山地南側にはスギやヒノキの植林地とみられる樹林がある。信楽の南東側には、クスギ・コナラ林が多くみられる。田上山山地の東部はマツ林を主体とし、その間にスギ・ヒノキ林が分布している。

表1 植生面積率

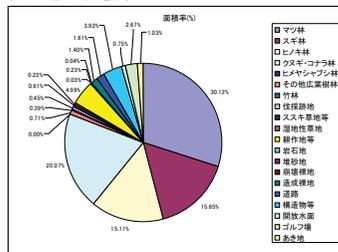
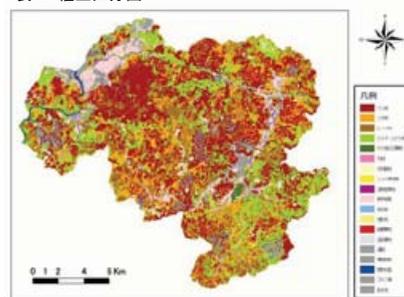


表2 植生区分図



3. 航空レーザデータの利活用

今後の山腹工整備計画策定への活用

山腹工の施工には、樹林が生育できる地形や土壌などの基盤環境を把握することが必要である。これは、樹林の生育が、土地の乾湿や土壌の深さ、日照条件などに影響されるためであり、条件の良し悪しにより、山腹工施工のための緑化基盤の整備が必要となる。

航空レーザ測量により得られる詳細な地形や樹高などから、山腹工施工の可能性評価を行うことで、山腹工施工難易度の評価や将来の山腹工の概算工事費の算出が可能となる。

図4は、地形条件による樹高の分布を示したものであるが、花崗岩を母材とする当地域では、斜面の尾根部や傾斜部では土壌の発達が悪く十分に樹木が生育していない様子(緑)がわかる。一方、土壌条件のよい谷部は、樹高の高い樹林地(赤)が成立しており、樹木の生育にとって良好な基盤環境が存在することが示唆される。

このように、地形や現況の樹林の状態を把握することで、山腹工整備計画策定の基礎資料を得ることが可能となる。

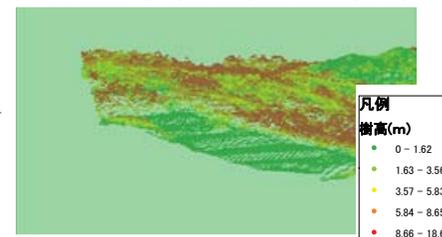


図4 地形条件による地形分布図

木津川上流砂防管内の流送土砂に関する調査

近畿地方整備局 木津川上流河川事務所

1. はじめに

砂防基本計画の策定にあたり、管内の土砂移動現象の把握のための基礎資料として、流砂量観測および土砂移動観測調査を実施した。木津川水系名張川および青蓮寺川の多目的ダム貯水池上流の3地点において浮遊砂観測を実施し、流量-浮遊砂量関係を得た。さらに、青蓮寺川源流部の砂防堰堤上流にてICタグと掃流砂観測柵を用いた土砂移動観測調査を実施し、水深と移動粒径の関係を得た。



図-1 位置図

2. 観測方法

2. 1 流砂量観測

採水バケツと固定式採水器を用いた浮遊砂観測を管内3地点において実施した。観測では、採水バケツを用いて河川表層を1～2時間間隔で採水し、SS濃度試験、粒度試験より浮遊砂量を算出した。さらに、固定式採水器を河床部に設置し、SS濃度試験、粒度試験を実施した。

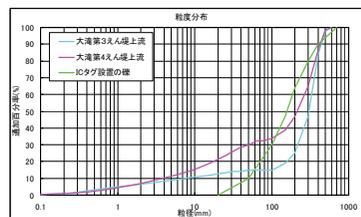


図-2 調査用河床礫の粒度分布

2. 2 土砂移動観測調査

青蓮寺川源流部（奈良県宇陀郡御杖村土屋原地先）の大滝第3号砂防堰堤及び大滝第4号砂防堰堤の上流において、ICタグと掃流砂観測柵を用いた土砂移動観測調査を行った。

ICタグを用いた土砂移動観測調査では、ICタグを現地採取した河床礫に埋め込み、出水後の移動状況をセンサーにより追跡することで、出水規模毎の移動限界粒径を把握した。昨年度にICタグを設置した河床礫100個及び、今回調査用河床礫としてICタグの埋め込み可能な粒径3cmから50cm程度の範囲で50個選定し、合計150個を調査用河床礫とした。調査用河床礫の粒度分布を図-2に示す。

掃流砂観測柵を用いた調査では、流砂の最大粒径及び流砂量を把握するため、大滝第3号砂防堰堤の水通し上流に設置済みの内径1.5m×1.5m×1.0mの鉄製柵を使用した。規模の大きな出水でも観測できるように観測柵に改良を加えた。出水後に掃流砂観測柵に堆積した土砂を採取し、総重量を計測し粒度試験を行った。掃流砂観測柵の概要を図-3に、出水後の堆積状況を図-4に示す。

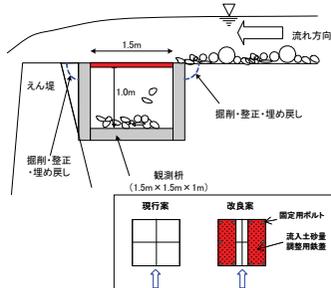


図-3 観測柵の概要



図-4 出水後の堆積状況

3. 観測結果

3. 1 流砂量観測の結果

図-5に、長瀬地点の流量と土砂濃度(浮遊物質濃度:SS)の時系列を示す。流量の増減にあわせてSSが変化しており、ピーク流量時には土砂濃度が鋭敏に反応し、急激に土砂濃度が増加していることがわかる。また、台風18号に伴う出水は、長瀬地点で約450m³/sを記録した。これは、過年度を含めた観測期間中で最大規模の出水であり、土砂濃度(浮遊物質濃度:SS)は約5,000mg/l規模に至る。

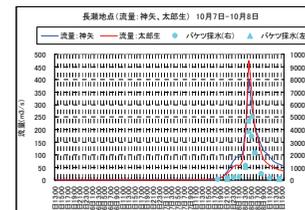


図-5 浮流物質濃度の時系列

図-6に長瀬地点における流量-浮遊砂量関係図を示す。過年度観測時の流量規模が200m³/sであるのに対し、今年度は400m³/sを超過する流量階に対応した流砂量観測を実施し、流量-浮遊砂量関係の精度向上を図ることができた。

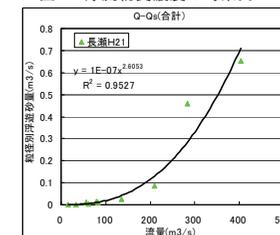


図-6 流量-浮遊砂量関係図

3. 2 土砂移動観測調査の結果

大滝第4堰堤では、5cm～80cmの幅広い粒径階で移動が見られ、移動距離が概ね20m程度の礫が多かった。また、20cm以上の礫の移動を確認することができた。最大移動距離は約270mであり、大滝第4堰堤に設置した約10cmの礫が同堰堤を越え、大滝第3堰堤の堆砂敷で発見されたことから、河床礫が砂防堰堤の堆砂敷を通過し流下するという山地の土砂動態を定量的に確認することができた。大滝第3堰堤においては、粒径20cm以下のグループの最大移動距離が100m程度であるのに対し20～40cmでは60m程度であり、粒径が大きくなるにつれ移動距離が小さくなる傾向が認められた。

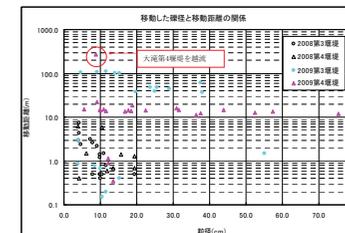


図-7 移動した礫と移動距離の関係

掃流砂観測柵で採取した土砂の粒度分析結果を図-8に示す。流量規模の大きい出水後の8月21日、10月21日・22日では最大粒径で70mmを超える礫が見られた。

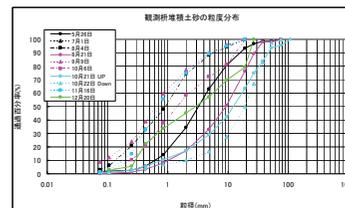


図-8 観測柵の採取土砂の粒度分布

4. おわりに

長期間の土砂流出を算出するためには、浮遊砂量観測を継続することで流量-浮遊砂量関係式(Q-Qs関係式)の精度を高めることが重要である。そのためには、連続観測により平水時から洪水時までの幅広い流量階でのデータの蓄積を行うことが重要となる。

真名川砂防融雪土砂流流域調査業務

近畿地方整備局 福井河川国道事務所

1. 業務概要

平成16年の福井豪雨及び平成17年～18年にかけての豪雪により、真名川直轄砂防区域内の各所において、法面崩壊、地すべり性崩壊が随所に発生している。このため、現行の砂防計画には想定されていない豪雪地帯における融雪・雪崩などに起因した流出土砂の実態とメカニズムを調査検討することにより、効果的な砂防施設の配置を検討する必要がある。そこで、本業務では、今後実施する融雪期の土砂量調査のために、モデル流域を設定し、試行的にモデル流域調査を実施してデータ収集を行うとともに、本調査を実施するにあたっての課題等を整理するものである。

2. 現地調査手法検討

積雪・融雪に伴う土砂流出の実態を把握し、積雪・融雪に伴う土砂流出モデルの構築に資するため、モデル流域において現地観測を行う。モデル構築において有用となる現地データと代表的な観測手法について検討した結果、本年度の観測項目はモデル流域での融雪水流出状況や土砂流出状況把握のために今後有用と考えられるモデル流域及び近傍流域下部での水位・濁度の連続観測とした。

表1 モデル流域調査（観測）項目の選定（抜粋）

観測項目	データ取得目的	データ取得の必要性に関する事項	評価
・河川流量 ・流出土砂量	・融雪水流出状況把握 ・融雪による流出土砂量把握 ・土砂流出モデルの検証データ	・ある程度広範囲の現象をとらえることができる。 ・土砂出現現象発生源の直接観測ではないが、データ解析によりある程度発生現象を推測することが可能。 ・砂防計画検討には河川（溪流）への土砂流出が直接的な外力であり、検証項目としての価値がある。	モデル流域および近傍流域下部で水位（融雪流出量の目安）、濁度（浮遊土砂量の把握）観測を実施し、次年度以降のモデル検証データとする。

3. モデル流域の設定

土砂流出量、融雪に伴う崩壊等実績の有無からモデル流域の一次選定を行った。さらに、現地観測の容易性や積雪量の観点からモデル流域候補を設定し、現地踏査を通じてモデル流域を設定した。その結果、大雲谷川をモデル流域として設定した。

4. 協議資料作成

笹生川・雲川合流点下流の「中島」と笹生川の「黒当戸」においてハイドロフォンによる流量観測を行うことを想定し、機器設置諸元、概算費用等について検討した。また、設置に関する課題をとりまとめた。

5. 概略モデルの構築

積雪・融雪に伴う土砂流出を表現できるモデルを構築し、モデル流域である大雲谷川に適用した。検討対象期間は平成17年11月～平成18年10月の1年間とした。

表2 構築したモデル

①積雪・融雪モデル	熟取支法として陸(2001)のモデルに基づいて作成
②水・土砂の流出モデル	江頭モデル(2008)に基づいて作成
③現行土砂生産モデル	現行の砂防基本計画で用いられている土砂生産量算出式を組み込んだ
④積雪・融雪に伴う土砂生産モデル	融雪崩壊、雪崩(全期雪崩)、積雪グラインドに伴う土砂生産を、それぞれ既往調査・研究成果を参考にモデル化

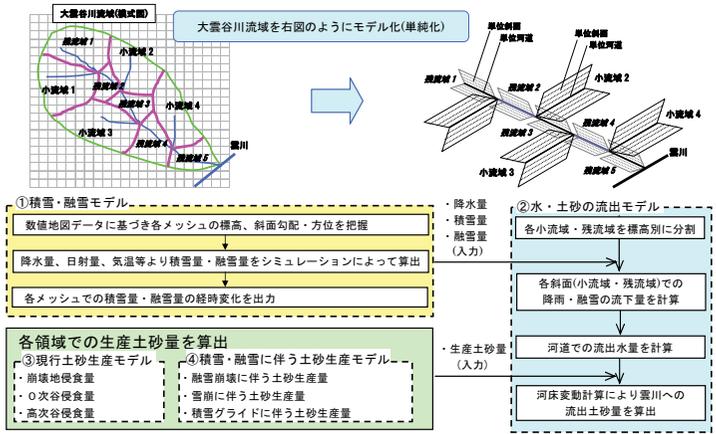


図2 概略モデルのイメージ

積雪・融雪に伴う土砂生産量は既往土砂生産機構による無施設時生産土砂量の約16%（融雪崩壊あり）、あるいは約13%（融雪崩壊なし）であるという結果等が得られた。

6. モデル流域調査

濁度・水位計の設置にあたり調査計画を立案し、現地に機器を設置した。機器は土砂流下等による損傷を避けるため、モデル流域の下部に位置する人工横断構造物直下に設置した。同時に、水理計算により流量の概略値を把握するため、観測機器の設置地点およびその下流溪流にて簡易測量を行い、横断形状や河床勾配を把握した。

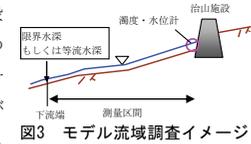


図3 モデル流域調査イメージ

7. まとめ

本業務では、真名川ダム上流域での積雪・融雪期の土砂生産・流出現象を評価し、降雨期を含めた通年の土砂動態を予測するモデルを構築することを想定し、モデル流域を対象に積雪・融雪に伴う土砂流出概略モデルを構築するとともに、その適用性と課題について検討した。また、土砂移動の実態把握のため、ハイドロフォンの設置検討を行うとともに、モデル流域等における代表地点の水位・濁度の現地観測を行った。

当概略モデルを真名川ダム上流域（真名川砂防区域）の合理的な砂防計画立案に資するためには、モデルの精度向上とともに対象範囲を真名川ダム上流域全体に拡張し、同ダムをはじめ笹生川ダム及び雲川ダムを含めたダム堆砂と流域土砂動態を一体でシミュレートできるモデル（全体モデル）とする必要がある。そのためには、今後以下の事項について調査・検討する必要がある。

- ①モデル流域調査結果等に基づくモデルの検証と精度向上
- ②真名川ダム上流域全体を表現する流域・河道モデルの構築
- ③全体モデルにおけるパラメータ同定と適用性の検証
- ④現行の流域土砂生産・流出モデルとの整合性確認
- ⑤砂防計画への適用検討

平成21年度亀の瀬地すべり管理手法策定業務

近畿地方整備局 大和川河川事務所

1. はじめに

亀の瀬地すべり対策事業は平成22年度までに主な対策工事が完了し、完了判定期間を経て地すべり防止区域の管理は大阪府へと移管されることとなる。亀の瀬地すべりは奈良盆地出口の大和川狭窄部に位置し、治水上の要衝であることから、直轄地すべり対策工事の完了後も地すべりの安定を確保し続けることは地域の安全安心確保上の命題である(図-1)。

本業務は、地すべり対策事業完了後においても地すべりの安定を確保するための地すべり防止施設・斜面等の管理手法について策定することを目的とする。平成21年度は平成20年度に作成された「地すべり管理マニュアル(一次案)¹⁾」、「地すべり管理要領(一次案)²⁾」について別途業務で行った試行点検および大阪府への意見照会や国と府のワーキング等を踏まえて、地すべり管理マニュアル(一次案)等の課題対応方針について検討し、それら検討結果について学識経験者等からなる委員会の指導・助言を受けて、地すべり管理マニュアル(二次案)等の策定を行った。また、亀の瀬地すべり土地利用構想に対する地すべり防止上の課題について整理した上で、課題解決を行うための資料を作成した。さらに、地すべり対策事業の完了判定のための観測データの整理を行った。

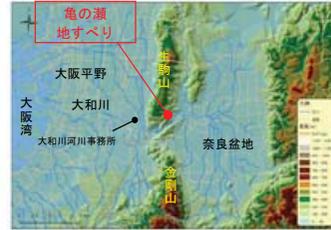


図-1 亀の瀬地すべりの位置

策定することを目的とする。平成21年度は平成20年度に作成された「地すべり管理マニュアル(一次案)¹⁾」、「地すべり管理要領(一次案)²⁾」について別途業務で行った試行点検および大阪府への意見照会や国と府のワーキング等を踏まえて、地すべり管理マニュアル(一次案)等の課題対応方針について検討し、それら検討結果について学識経験者等からなる委員会の指導・助言を受けて、地すべり管理マニュアル(二次案)等の策定を行った。また、亀の瀬地すべり土地利用構想に対する地すべり防止上の課題について整理した上で、課題解決を行うための資料を作成した。さらに、地すべり対策事業の完了判定のための観測データの整理を行った。

2. 地すべり防止区域管理手法の策定

2.1 地すべり管理マニュアル(一次案)等の主な課題

地すべり管理マニュアル(一次案)等の主な課題は、以下の通りである。

- ①地すべり防止施設や斜面等に多数の変状が見られ、点検時に着目し、管理する変状選定が難しい。
- ②点検結果の評価とその対応において、緊急的に対応が必要なものが不明確である。
- ③集水管・排水管の機能評価について具体的な目安(数値)が定められていない。

2.2 課題への対応とマニュアル(二次案)の策定

(1) 初回点検で整備する管理台帳の作成者(管理する変状の選定方法)

点検結果を記録するための管理台帳の作成に当たっては、地すべり防止施設や防止区域の斜面等に見られる多数の変状の中から、地すべり安定に影響を及ぼす変状を選定し、それらの変状が次回点検でどのように変化しているかを確認した上で施設等の健全度を評価する必要がある。例えば、点検延長の長い水路工や排水トンネル工等では、それらの選定が難しく専門的な技術判断を伴う。初回の点検で作成される管理台帳等の質は今後の点検の精度に大きく影響すると考えられるため、初回の点検

¹⁾ 地すべりを管理するための点検に必要な手順を示した「地すべり防止施設の点検マニュアル」、「地すべり観測施設の点検マニュアル」、「地すべり防止区域斜面の巡視点検マニュアル」により構成される。

²⁾ 上記の3つのマニュアルの概要・手順等を規定したもの。

と管理台帳の整備は地すべりの専門技術者が行うことが望ましいとマニュアル(二次案)へ記載した。

(2) 緊急的に対応する視点を取り入れた点検結果の評価区分

マニュアル(一次案)では、点検結果の評価後の対応方針について「A:現状を継続」、「B:次回点検で注意する」、「C:要対応」の3段階に区分していた。しかし、試行点検で地すべり災害を未然に防ぐためには、点検結果の評価に緊急的に対応する視点が必要である指摘があった。

マニュアル(二次案)では点検結果の評価に緊急的に対応する視点を取り入れるために、点検結果の評価とその対応方針を「A:現状を継続」、「B:次回点検で注意する」、「C:緊急ではないが対応が必要」、「D:緊急的に対応が必要」の4段階に区分するものとした(表-1)。

表-1 点検結果の評価とその対応方針(集水管・排水管を除く地すべり防止施設地下水排除工の場合)

点検結果の評価	A	B	C	D
評価内容	健全な施設。	機能低下が懸念される施設。	機能が低下している施設。緊急ではないが対応が必要。	著しく機能が低下している施設。緊急に対応が必要。
対応方針	現状を継続	次回点検時に注意して点検する。	詳細調査を行った上で補修計画を立案し補修工を行う。	緊急に補修計画を立案し補修工を行う。

(3) 地下水排除工集水管・排水管の機能評価

亀の瀬地すべりにおいては一部の排水トンネルで排水トンネル坑口の年間総排水量と年間総雨量に良い相関が得られていたため、マニュアル(一次案)では、集水管・排水管の機能を評価するための具体的な目安(数値)は定めず、排水トンネル坑口の年間総排水量と年間総雨量の関係により地下水排除集水管・排水管の機能を評価する方針としていた。しかし、試行点検で維持管理を行う上では、排水トンネル坑口の排水量の減少について具体的な目安(数値)が必要である指摘があった。

集水管・排水管の機能評価は、地すべり土塊の地下水位がどの程度変化したかのデータが必要であるが、現状で集水管の機能低下を定量的に判断する地下水データが不足していた。このため、マニュアル(二次案)では、排水トンネル坑口の年間総排水量と年間総雨量の関係で、総排水量が80%未満となった場合に地下水位の変化、集水管・排水管のスライム付着状況調査等の詳細調査を行い、その結果等により集水管・排水管の機能を評価する方針で運用し、今後の運用(試行)で諸データを積み重ねて適宜見直すこととした。

3. 地すべり防止区域整備計画の検討

亀の瀬地すべりにおける土地利用構想(平成21年2月時点)による地すべり防止上の検討課題について整理し、他地すべり防止区域の利活用事例等から課題を解決するための資料を作成した。

4. 概成判定に関する検討

完了判定に用いる観測機種を選定(地盤伸縮計、地下水位計)し、近年の降水傾向と過去の災害時の降水量により完了判定のための観測期間(3年間)を検討した。また、既存資料により完了判定を行うための観測データを整理した。

5. おわりに

亀の瀬地すべりの恒久的な安定確保のために、亀の瀬地すべりの災害履歴や国土保全上の重要性を十分に継承し、地すべりの維持管理なくして大和川流域の安定は図られないという防災意識を持続させることが必要である。今回策定した地すべり管理マニュアル(二次案)等の試行運用を行い、その適用性について検証し、新たな課題等が発生した場合は、適宜改善することが必要である。<以上>

平成21年度 亀の瀬地すべり挙動解析検討業務

近畿地方整備局 大和川河川事務所

1. 業務目的

亀の瀬地すべり地では、大規模地震動に対する挙動を把握するためにこれまで地震応答解析を行ってきた。本業務は、過年度に実施した地震応答解析結果を踏まえ、詳細ブロックにおける大規模地震時の地震時挙動解析及び斜面安定解析を実施した。更に、最終施設配置時における対策工効果予測を行うことを目的に実施した。

2. 最終施設配置における安全率の算出

①既往検討資料整理

亀の瀬地すべり地における対策工検討経緯について整理した。亀の瀬地すべり地では、平成13年度に最終の地すべり防止工事基本計画が策定され、その後、排水トンネル工が鋭意進められ、平成21年度現在では峠下部地区の深礎工が最終段階となっている。

②地下水流動モデルの現況再現解析

最新の観測データを用いて、平成19年度に構築した解析モデルの更新を行った。更新した解析モデルは、実測地下水水位と計算水位の絶対平均誤差=2.24mと求まり、他の直轄地すべり地と同程度の精度にて現況再現することができた。

③最終施設配置時における対策工効果予測

最終施設配置時における対策工効果予測は、計画を含めた全地下水排除工と産廃箇所への覆土工及び矢板工を考慮した最終地形で、100年確率降雨時の三次元安全率を求めた。検討の結果、GブロックではFs=1.09、GHIブロックではFs=1.30となり、最終施設配置計画による対策工が完了すれば100年確率の降雨時においても十分な安定度を確保できるという効果予測結果が得られた。

2. 大規模地震時における斜面安定解析

①解析のながれ

亀の瀬地すべり地におけるこれまでの地震応答解析の流れを図-1に示す。本年度実施した解析は、平成18年度より実施している地震応答解析の最終成果と位置づけられる。亀の瀬地すべり地では、近傍に活動の高い断層があり、直下型地震を想定していることから、周辺で得られている最大規模の地震動として兵庫県南部地震の地震波形を採用することにした。解析ブロックは、詳細地震応答解析結果(図-2)から、対象地震動による影響が相対的に大きいAブロックとGブロックを選定した。



図-1 地震解析検討フロー

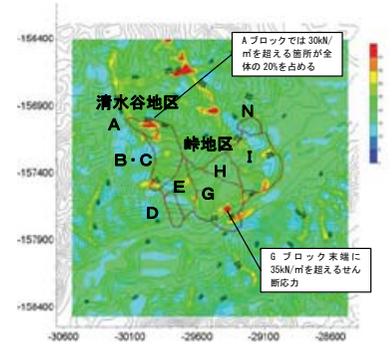


図-2 詳細地震応答解析結果(最大せん断応力)

②解析結果

図-3にGブロックの地震時斜面安定解析断面を示す。Gブロックにおける対策工は、深礎工が2段階設置されている。また、図-4に地すべり土塊重心上の地表面における水平変位量と、地表面の地震波変化を示す。尚、地すべり水平変位量は、工学的基盤面からみた地表面での絶対変位量である。地震波は32秒付近で大きく揺れが開始し、概ね55秒で終了する。地すべりの動きは32秒付近の揺れ開始とともに変位が累積するが、概ね40~45秒にはその累積せず、変位が収束する結果が得られた。深礎工の有無による変位量の差は、深礎工がある場合で最終的な変位量=44cm程度であるのに対し、深礎工がない場合は50cm程度であり、深礎工によって6cm変位が低減することが判明した。

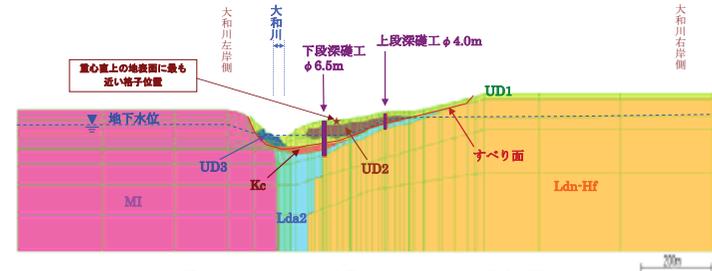


図-3 Gブロックの地震時斜面安定解析断面図

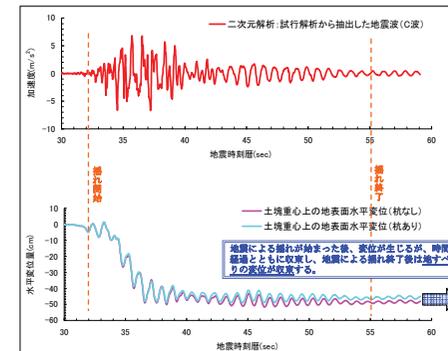


図-4 Gブロック地すべり土塊重心上の地表面変位量(水平変位は斜面下方が一)

亀の瀬地すべりにおける地震解析については、技術的に高度であり、且つ、社会的に重要な課題と考えられるため学識経験者から意見聴取を行った。主たる評価内容を下記に示す。

- 現時点で取得・設定できる解析前提条件にて地震時斜面安定解析を実施した結果、兵庫県南部地震相当の地震波が作用した場合、亀の瀬地すべりは変位が生じるものの、地すべりの動きは継続せず、収束することとなる。
- 対策工によって変位量が減少する結果が得られた。亀の瀬地すべり地では、地震力を考慮して対策工を設計されているわけではないものの、2次元動的FEMで実施した地震時斜面安定解析結果によれば兵庫県南部地震相当の地震動が作用しても、対策がされていることにより、地すべりのカタストロフィックな(破滅的な)滑動は生じないものと考えられる。

天神川砂防自然環境調査業務

中国地方整備局 倉吉河川国道事務所

1. 調査の目的

天神川において、砂防事業による自然環境への影響を把握することを目的とする。

2. 調査の方法

対象 砂防堰堤名	調査区分	業務項目			備考
		経年変化調査		鳥類調査 (猛禽類)	
		特定種 分布調査	代表生物群 調査		
吉田砂防堰堤	工事前		○(H21)		
堀3号砂防堰堤	工事後2回目	○(H21)	○(H21)		
穴鴨砂防堰堤	工事後2回目		○(H21)		
大河原砂防堰堤	工事後2回目		○(H21)		
木地山砂防堰堤	工事前			○(H21)	
小泉砂防堰堤	工事中			○(H21)	
田代砂防堰堤	工事前			○(H21-H22)	
大谷砂防堰堤	工事前			○(H21-H22)	

<調査対象>

業務項目	調査対象
経年変化調査	特定種分布調査 オオサンショウウオ
代表生物群調査	魚類、底生動物、植物、陸上昆虫類(チョウ・トンボ類)、両生類
鳥類調査(猛禽類)	主にクマタカ、その他の重要な猛禽類

3. 調査結果の概要

<鳥類調査>

- 田代砂防堰堤：クマタカの繁殖を示唆する行動が確認された。当該地又はその周辺に営巣地があり繁殖している可能性が高い。
- 大谷砂防堰堤：クマタカの繁殖を示唆する行動は確認されなかった。当該地又はその周辺において、クマタカが繁殖する可能性は低い。
- 木地山砂防堰堤：既往調査で営巣地が確認されている。営巣地付近で雌雄の成鳥と共に幼鳥が出現したことから、平成21年の繁殖は成功したことが確認された。平成22年は、繁殖を示唆する行動は確認されなかった。
- 小泉砂防堰堤：既往調査で繁殖の可能性が示唆されていたが、7月以降の調査で本種の出現がほとんどなく途中で失敗した可能性が高い。ただし、既往調査結果におけるクマタカの出現傾向を踏まえると、工事の影響によるものではないと考えられる。

<経年変化調査>

○吉田砂防堰堤

スプタ属の一種・ミズオオバコ、オオサンショウウオについては、保全措置の検討・実施が必要であるが、その他については、周辺の樹林地等での生息や堰堤設置後も周辺の水路・水田等を移動経路として利用可能であるため保全措置の必要はないものと判断。

- ・魚類、底生生物、陸上昆虫類：重要種の確認なし
- ・植物：マルバノホロシ、スプタ属の一種・ミズオオバコ(保全措置の検討・実施が必要)
- ・両生類：イモリ、オオサンショウウオ(保全措置の検討・実施が必要)、ツチガエル、カジカガエル

○堀3号砂防堰堤

重要種については、工事前後での継続的な生息の確認や周辺の樹林地等に生育を確認しているため保全措置の必要はないものと判断。

- ・特定種：オオサンショウウオ
工事後の調査において、砂防堰堤の上流側・下流側の両方で成体の生息を確認。

- ・魚類：カジカ
- ・底生生物：重要種の確認なし
- ・植物：マルバノホロシ、カワヂシャ、ナツエビネ、エビネ
- ・陸上昆虫類：ヒメアカネ

○穴鴨砂防堰堤

重要種については、周辺の樹林地等に生育しているため保全措置の必要はないものと判断。

- ・底生生物、陸上昆虫類：重要種の確認なし
- ・植物：マルバウマノスズクサ、ナツドウダイ

○大河原砂防堰堤

重要種については、工事後での新たな生息の確認や周辺の樹林地に生育を確認しているため保全措置の必要はないものと判断。

- ・魚類：カジカ
- ・底生生物：重要種の確認なし
- ・植物：エビネ
- ・陸上昆虫類：ヒメアカネ、ツマグロキチョウ
- ・両生類：イモリ、ニホンヒキガエル

以上

広島西部山系小規模崩壊対応型施設検討業務

中国地方整備局 太田川河川事務所

1. 調査の目的

平地が少ない都市部では山間部まで宅地開発が進み、土砂災害の危険性が高い山地・山裾部にも住居が建ち並んでいる。そうした都市砂防ならではの住宅地に近接した小規模渓流への特性を把握するために対策施設の配置の課題を整理するものである。

2. 実施内容

2. 1 資料整理

土石流危険渓流のデータを整理し、現地概査による確認を行い、対象渓流の整理を行う。

小規模渓流の特性を把握するために土石流危険渓流における既往災害事例や発生源対策を含めた対策工の事例等を収集し整理する。整理規模は砂防堰堤の設定が困難あるいは不適当と判断される渓流とした。

2. 2 現地調査

管内の小規模渓流の特徴を代表する渓流を抽出し、河道や保全対象等の状況を把握するため現地調査を行う。

2. 3 基本事項の検討

2. 3. 1 地質条件の検討

対象渓流流域の荒地地や溪岸の代表的地質、目視により風化程度等の区分検討を行う。

2. 3. 2 設計条件の検討

計画流量、設計定数、設計に使用する外力等の検討を行い、設計に必要な基本事項の決定を行う。

2. 4 小規模崩壊型施設の基本的な考え型（案）の作成

検討した内容を「小規模崩壊型施設の基本的考え方（案）」として取りまとめる。取りまとめは、小規模崩壊型施設に適用する際の指針等の解釈等を項目毎に整理する。

2. 5 配置計画

2. 5. 1 形式の選定

砂防基本計画（土石流・流木対策）及び諸基準との適合性を考慮して形式を選定する。

2. 5. 2 基本形状、構造比較案の作成

選定された形式を適用し、位置・規模・効果量について基本形状、構造を比較検討する。

3. 検討の結果

小規模な表層滑りは谷筋に集中せず、谷出口方向に幅広く土砂を供給し、水が起因となる土砂移動現象でも、移動距離が短いため、土砂・岩石と水の混合が不完全であることがわかった。また、花崗岩の風化区分に従い、急傾斜崩壊に近い表層崩壊が推定できた。そのことからモデルケースを複数案選定し、「小規模崩壊対応型施設の基本的考え方（案）」を整備した。

広島西部山系砂防堰堤工事発生土有効活用検討業務

中国地方整備局 太田川河川事務所

1. 調査の目的

広島西部山系管内において、砂防ソイルセメントの活用之际し、近年明らかとなった課題及び対応策について検討し、管内における「砂防ソイルセメント活用の手引き（案）」の改訂を行うものである。

2. 検討課題及び対策

2. 1 現地発生土砂の採取及び材料特性調査

2. 1. 1 現地発生土砂の採取に関する検討

土砂の採取位置、採取時点の土砂の質、採取のタイミングを検討し、採取時の作業状況を確認・監視する。

2. 1. 2 現地発生土砂の材料特性調査方法の検討

現地発生土砂の材料特性調査方法および必要な数量を検討し、その際、砂防ソイルセメントの品質に影響を与える要素に留意する。

2. 2 材料特性変化の影響評価方法の検討

2. 2. 1 現地発生土砂を用いた材料特性変化の品質への影響評価方法の検討

現地発生土砂の材料特性が変化した場合における砂防ソイルセメントの品質評価方法を検討する。

2. 2. 2 材料特性変化の品質への影響要因の検討

材料特性の変化が品質に与える影響要因のうち、著しい影響を与えると考えられる要因について、その傾向を明確にするための検討手法を検討する。

2. 3 現地発生土砂の変化特性評価及び品質への影響評価

前項までの検討に基づき別途実施する土質試験結果を整理し、現地発生土砂の変化特性とその把握手法、および品質への影響について評価する。

2. 4 室内試験の技術管理

室内試験が適切に実施されるように作業の技術管理方針を検討し、その方針に沿って技術管理をおこなう。

3. 検討の結果

砂防ソイルセメントは現地発生土砂を主材料とすることから、現地発生土砂の質的变化がその品質に大きな影響を及ぼすことがわかった。特性としては粒度分布、細粒分の含有率、細骨材および粗骨材の密度及び吸水率などが影響し、土質試験を行うときは適切な資料採取時期・場所を選定する必要があることが確認できた。また、施工においても敷均しから締固めまでの時間や、仕上がり厚に必要な振動ローラーの転圧回数の整理を行った。

平成21年度 吉野川・重信川流域調査外業務委託

四国地方整備局 四国山地砂防事務所

1. はじめに

本業務では、過疎化・少子化に伴う林業衰退を招き、土砂・流木災害増大の一因となっている背景(図-1)を踏まえ、流域の支障木整備と一体となった砂防工事(里山砂防事業)を試行的に実施するための検討を行い、支障木除去による砂防上の効果及び評価手法の検討を行う。この里山砂防事業は、防災上及び支障木の利活用を通して地域活性化を目的とするものである。

2. 事業箇所の調査検討

砂防事業実施予定箇所において、流域の森林状況、法規制の有無、地形条件等の各要因から里山砂防の実現可能性の検討を行い、実施対象箇所を選定した。本報告では、先行して試験的に実施している吉野川上流域に位置する高知県土佐町洞ヶ谷流域の事例を中心に紹介する(図-2)。

3. 支障木の除去計画の検討

支障木の選木は、①枯木・倒木、②形成目的外木、③過密林の内悪木、④過密林のうち劣勢木、介在木、準優劣木の順で行う。また、各市町村が策定している森林整備計画との整合を考慮して決定した。

支障木除去の作業方法としては、作業の効率性及び2回目以降の作業時の利便性を考慮して、作業路網整備による車両系作業システムを基本とした。また、急峻で作業路が設置できないような場所は、索道系作業システムとした(図-3)。

4. 利活用事例

里山砂防で得られた支障木を使用することによって林業の振興や森林の回復が図ることができる。また、砂防堰堤においても県内産の支障木を利用して堰堤の残存型枠や山腹工の柵工や擁壁工にも使用可能であり、砂防施設への有効利用も期待できる(写真-1)。

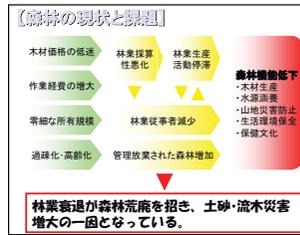


図-1 森林の現状と課題



図-2 洞ヶ谷流域の位置図

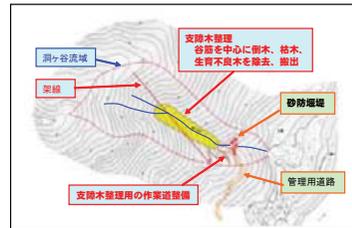


図-3 洞ヶ谷流域の作業内容



写真-1 支障木の利活用事例

5. 砂防上の効果検討

5. 1 将来的な流木量の増加検討

将来的に流木増加の要因として、①樹木成長に伴う立木材積量の増加、②自然枯死による倒木の発生があり、将来流木増加量は両者の和として算出した。

立木の成長予測は、「収穫表作成システム」により行った。このシステムは、独立行政法人森林総合研究所により、人工林の適切な間伐計画の指針を提供する目的で開発されたプログラムである。

洞ヶ谷流域では、支障木を除去することによって、約16m3の発生を抑制する結果が得られた(図-4)。



図-4 流木量の推移予測結果

5. 2 流木対策施設の効果境界の検討

支障木除去をした場合としない場合について、設計時の施設が何年間機能するかを検討した(図-5)。洞ヶ谷流域は、試験的にを行っている地域であり、効果が少ないが、他の地域では、約30~50年は、計画流木捕捉量を上回る流木発生を抑制できると試算結果が得られている。

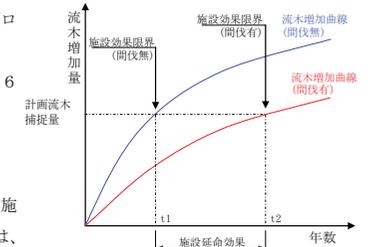


図-5 施設の延命効果イメージ

6. 土砂生産に関する調査及び評価手法の検討

6. 1 短期的土砂生産に関する検討

過去の崩壊事例を統計的に処理し、流域単位で支障木除去による土砂生産抑制効果を評価する。資料収集(支障木除去の有無、斜面勾配、林相、樹種等)及びデータ分析、崩壊判別式の作成を行い、支障木除去を実施している場合と実施していない場合の土砂量を求め、効果を評価する。

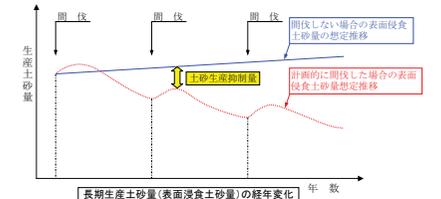


図-6 長期土砂生産抑制効果イメージ

6. 2 長期的土砂生産に関する検討

表面侵食土砂量を直接観測する他、斜面勾配、土壌構成、流出水量、粒度分布の調査結果をもとに、表面侵食土砂量と堆砂進行速度の関連を検討する。砂防堰堤の平常時の堆砂の進行速度の差として、堆砂土砂の除石管理費の差を砂防上の効果として検討する(図-6)。

7. おわりに

今後も流木災害防止の観点とともに地域に根ざした事業をするため、地域の声を取り入れながら実施したいと考えている。平成22年度以降も、四国山地砂防事務所管内で里山砂防の実施が可能な箇所を選定していき、順次整備を行う予定である。

川辺川流域土砂収支検討業務

九州地方整備局 川辺川ダム砂防事務所

1. 調査の目的

川辺川流域では、平成16年の台風16号・18号、および、平成17年の台風14号により大規模な山腹崩壊が発生し、大量の土砂が流出した。本業務は、近年の川辺川流域における土砂移動現象の実態を整理し、さらに近年の川辺川流域における土砂収支について検討を行ったものである。

2. 調査方法

平成15～20年度における直轄砂防えん堤の堆砂測量結果、および、平成12年度、平成17年度、平成19年度における川辺川本川33k000～44k000の河床変動測量結果をもとに、平成16年～17年出水、ならびに、その後現在までの土砂移動状況について考察した。

また、既定計画（昭和57年川辺川砂防事業基本計画）の契機となった昭和38～40年の出水と平成16・17年出水の降雨や崩壊土砂量を比較し、土砂生産・流出特性の違いを明らかにした。さらに、これらの結果をもとに、土砂収支を整理し、既定計画の課題を抽出した。



図-1 調査対象流域図

3. 調査結果

(1) 流域別の土砂生産・流出状況

本川を除く各流域の平成16～17年、および、平成18～20年の年平均比堆砂量を図-2に示す。図-2より、平成16～17年の比堆砂量は、久連子川で約3,600m³/km²/年、葉木川、樺木川、竹の川で約1,000m³/km²/年と高い値を示している。これに対して、出水後の平成18～20年では、平成16～17年に比べて全体的に比堆砂量は少ない。

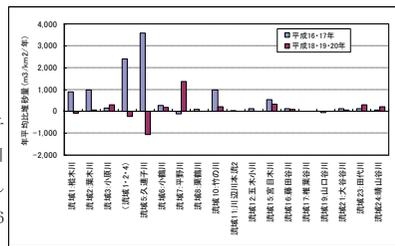


図-2 年平均比堆砂量

特に、久連子川では約1,000m³/km²/年の土砂流出となっている。これは、平成16・17年の出水で砂防えん堤に堆積した土砂が、徐々に下流へ流出している可能性を示唆している。また、逆に平野川では平成18～20年の比堆砂量が他流域に比べて高く、平成16・17年の出水後も流域内での土砂移動が活発であったことがうかがえる。

一方、航空写真より推定された平成16・17年出水時の崩壊土砂量は図-3に示すとおりである。

図-3より、平成16年～平成17年出水時に土砂堆積が多かった樺木川、久連子川、竹の川では、崩壊土砂量も多かったことがわかる。

これに対して、昭和38年～41年では竹の川、小川など中流域で崩壊土砂量が多い。これは、昭和38～40年の出水における降雨が中流域で多かったのに対し、平成16～17年出水では上流域に降雨が集中していたことが一因であると考えられる。

(2) 川辺川本川の河床変動状況

平成12～17年、平成17～19年の川辺川本川(33k000～44k000)の河床変動量(区間別の堆積量)を図-4に示す。図-4より、平成16・17年出水を含む平成12～17年の期間は全体的に堆積傾向にあり、区間全体で約223千m³の堆積量となっている。また、勾配変化点となる38k400～36k600付近で堆積傾向が著しい。一方、平成17～19年では、39k400上流の急勾配区間では土砂が流出する傾向にあり、勾配変化点となる38k400～36k600付近でやはり堆積傾向がみられる。また、平成18年7月に竹の川発電所取水堰が全壊した影響により、下流へ堰の堆積土砂が流出しているようである。

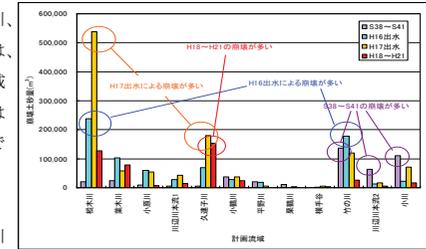


図-3 崩壊土砂量の比較

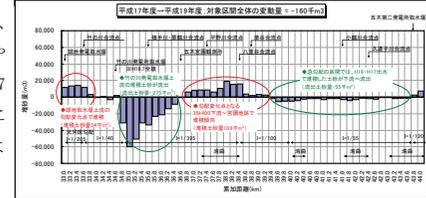
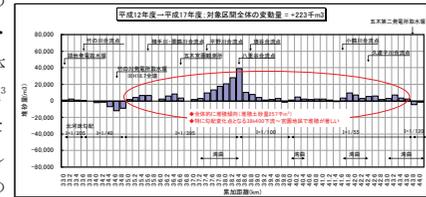


図-4 川辺川本川河床変動状況

(3) 既定計画との比較

既定計画と平成16・17年出水とで降雨の規模を比較すると、計画規模が日雨量で1/100であるのに対して、平成16・17年出水は上流で1/20～1/35、下流で1/3～1/16と小さい。一方、平成16・17出水による崩壊土砂量は2,391,541m³であり、既定計画(3,001,760m³)の80%に達している。

また、計画では生産土砂として8,077,100m³の河道堆積土砂(渓床不安定土砂)が見込まれ、その50%が下流へ流出するとされているが、現時点では特に支川の渓床不安定土砂に関する調査が不足しており、土砂収支の実態を把握するうえでの課題となっている。

4. おわりに

本検討では、既定計画の課題として、① 本川や久連子川にみられるような中・長期的な土砂移動現象が考慮されていないこと、② 計画で想定している降雨や崩壊の分布が近年の実績と大きく異なること、③ 渓床不安定土砂が計画流出土砂量の多くを占めるのに対して支川の渓床不安定土砂に関する調査が不足していること等が明らかとなった。このため今後は、渓床不安定土砂の調査や、支川からの土砂流出モデルの構築、中長期的な視点や実態に則した外力条件に基づく土砂移動シミュレーション等を実施し、適切に施設配置を行っていく必要がある。なお、土砂流出モデルの構築においては、近年実施された航空レーザー測量データを有効に活用することが可能と考えられる。

霧島火山噴火緊急減災対策砂防計画の検討

九州地方整備局 宮崎河川国道事務所

1. 調査の目的

霧島周辺（大淀川水系）における砂防事業は、昭和48年から降雨時に発生する土砂移動現象等を対象として鋭意対策を実施しているところであるが、近年の他地域での火山噴火に対する緊急かつ長期化する対応事例を踏まえると、霧島火山群の火山噴火を想定した広域的な連携を考慮した各種対策や対応を考える必要がある。このような背景のもと、霧島火山では、平成19年度までに霧島火山防災検討委員会を設置し火山災害予測図、火山噴火時の危機管理体制、火山防災啓発の検討を実施した。

本業務は、これまでの検討成果を基に、火山活動が活発化した際に想定される土砂災害から、人命や資産への被害を可能な限り軽減するために、緊急時に実施する緊急対策とそのために必要な平常時から実施する対策からなる緊急減災対策砂防計画を平成20年21年の2ヵ年で検討した。

2. 調査の方法

霧島火山では過去の活動履歴や地下構造の特徴から、今後噴火の可能性の高い火口として、新燃岳、御鉢、えびの高原周辺、大幡池の4箇所を想定している。そのうち、気象庁の噴火警戒レベルが導入された新燃岳と御鉢を対象として、緊急減災検討分科会を設置して検討を行い、霧島火山防災検討委員会で計画案をとりまとめた。

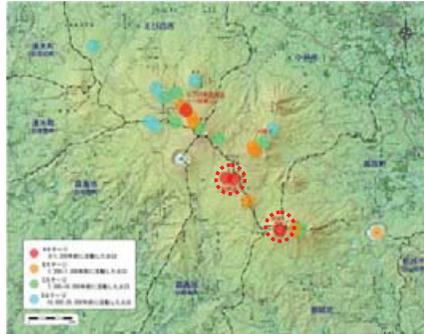


図1. 霧島火山と想定火口位置

3. 結果

噴火シナリオの整理結果から、霧島火山が活発化した場合、小規模の降雨でも降灰の影響等による土石流の頻発や、大規模噴火で想定される火口湖決壊型火山泥流により、居住区域にまで甚大な被害が発生することが想定された。このような砂防施設で被害の軽減が期待できる現象に対して緊急ハード対策を実施し、噴石や火砕流等その他の噴火による現象も併せて、工事の安全確保や避難対策を支援するための情報提供など緊急ソフト対策を火山活動の推移に応じて実施する方針を定めた。

火山噴火時の土砂災害に対する対策は、時間や資機材の制約条件の中で実施する必要があるため、緊急ハード対策では仮設的暫定的な構造で早期に効果が得られる既設えん堤の除石、保全対象上流側での掘削やコンクリートブロックなどによる遊砂地空間の確保、保全対象への氾濫軽減のための仮設構造による導流堤を配置した。緊急ソフト対策は、既設の監視観測機器の設置状況を踏まえ新たに監視カメラ、土砂移動検知センサーの配置を計画した。また、緊急時に効果的な緊急減災対策を実施す

るための平常時からの準備事項として、緊急資機材の備蓄、土地使用や手続きなど調整事項の整理と実施、関係機関での顔の見える関係作りと情報共有など必要な項目を検討した。

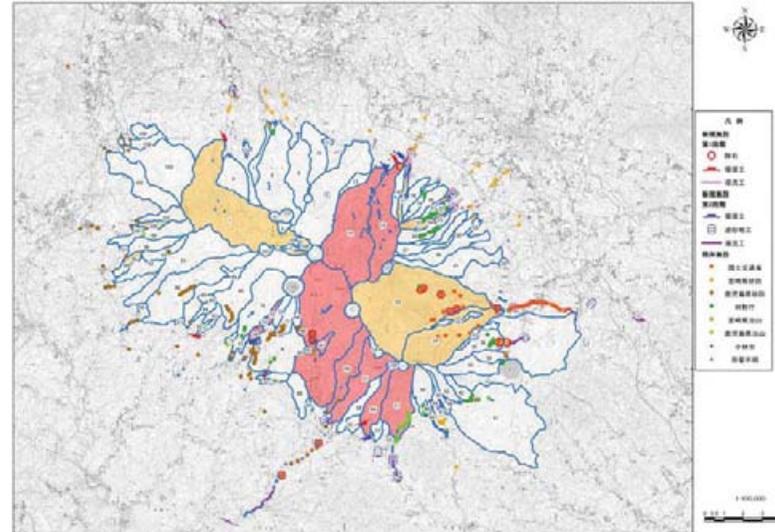


図2. 霧島火山の新燃岳が噴火した際に災害が発生するおそれが高い溪流と緊急ハード対策計画図

4. 今後の課題

新燃岳と御鉢の2火口を対象にとりまとめた緊急減災計画をふまえ、残る2火口（えびの高原周辺、大幡池）での検討を行うとともに、緊急対策の詳細検討、関係機関との調整、資機材の備蓄、砂防事業の進捗や社会環境の変化にあわせた計画の継続的な見直しを実施し、来るべき霧島火山の噴火による土砂災害に備える必要がある。

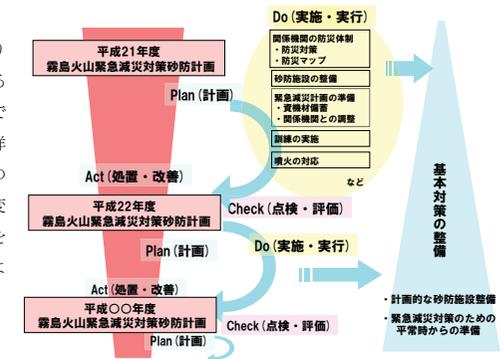


図3. 緊急減災対策砂防計画の継続的な検討のイメージ

土石流検知センサー高度化に向けた調査検討業務

九州地方整備局 大隅河川国道事務所

1. 概要

本業務は、それぞれの土石流検知方法1つに頼ることについて限界があることから、複数の検知方法を組み合わせることにより、確実かつ効率的な土石流検知方法を検討し、円滑な土石流防災対応を図ることを目的としたものである。調査検討フローを図1に示す。

2. 主な成果の概要

2.1 現状に基づいた課題の抽出

既設方法のメリット、デメリットのまとめ及び改善点・課題など現時点での知見を文献資料収集等により整理した。既設方法として、ワイヤーセンサー、ハネルセンサーに代表される接触型機器と振動センサー、カメラに代表される非接触型機器に大別し、整理した。結果を表1に示す。また、既存の報告書等資料に基づき、各種検知センサーの検知実績を取りまとめ、センサーの活用仕分けを実施した。その結果、ワイヤーセンサー、振動センサー、CCTVカメラ、水位計・流速計、ハネルセンサーがセンサーとして活用されていた。

2.2 土石流検知システムの高度化検討

(1) 土石流検知指標の検討

土石流検知センサーとして有望視された振動センサーのデータを用い、土石流検知の高度化を検討するものとした。対象溪流は野尻川と有村川とし、野尻川の振動データは、(独)土木研究所土砂管理研究グループ火山・土石流チームより借用した。

平成21年度に発生した土石流における振動センサー観測状況を確認すると、連続的に土石流に伴う振動を検知していることが分かった。また、野尻川に設置してあるCCTVカメラで撮影された土石流中

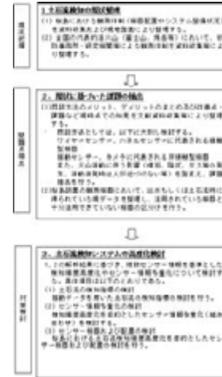


図1 調査検討フロー

表1 土石流観測手法の取りまとめ

接触型センサーの観測			
観測項目	観測手法	観測対象	観測結果
水位計	水位計	水位計	水位計
流速計	流速計	流速計	流速計
ワイヤーセンサー	ワイヤーセンサー	ワイヤーセンサー	ワイヤーセンサー
ハネルセンサー	ハネルセンサー	ハネルセンサー	ハネルセンサー
非接触型センサーの観測			
観測項目	観測手法	観測対象	観測結果
振動センサー	振動センサー	振動センサー	振動センサー
CCTVカメラ	CCTVカメラ	CCTVカメラ	CCTVカメラ
カメラ	カメラ	カメラ	カメラ
センサー機器の活用仕分け			
観測項目	観測手法	観測対象	観測結果
水位計	水位計	水位計	水位計
流速計	流速計	流速計	流速計
ワイヤーセンサー	ワイヤーセンサー	ワイヤーセンサー	ワイヤーセンサー
ハネルセンサー	ハネルセンサー	ハネルセンサー	ハネルセンサー
振動センサー	振動センサー	振動センサー	振動センサー
CCTVカメラ	CCTVカメラ	CCTVカメラ	CCTVカメラ
カメラ	カメラ	カメラ	カメラ

の画像データを用いて、土石流の流量を求めた。野尻地点の流量と振動の関係と比較したところ、両者には正の相関性が認められた(図2参照)。また、平成20年度と21年度における振動と流量の検討結果より、振動加速度から換算した流出量とカメラ判読で推定した流出量の対比を実施した。図3に示すように流出量の大きい箇所でも過小評価となる可能性もあるが、両者において、概ね調和的な結果が得られているものと考えられた。さらに、振動センサーによる土石流検知基準として、比較的シンプルな基準を確立することを目的とし、加速度最大振幅値と振動継続時間の2つのパラメータに着目し検討した。

(2) センサー情報の多重化検討

土石流検知センサーの設置目的と重要視される点から、①土石流規模把握や流況を目的とした場合および②警戒避難や二次災害防止を目的とした場合について、センサーの適切な組み合わせを比較検討した。その結果、土石流の流下規模や流れの状況把握を目的とした場合は振動センサーとカメラの二重化、警戒避難や二次災害防止を目的とした場合(表2参照)はワイヤーセンサーと振動センサーの二重化が望ましいと考えられた。

(3) センサー機器および配置の検討

土砂災害関連情報をリアルタイムかつ的確に収集し、防災危機管理体制を早期に構築するとともに、被害状況等もいち早く把握し、復旧対策の早期対応に役立てることを念頭におき、センサー機器配置計画を検討した。基本方針として、迅速な土石流検知や土石流規模の把握や保全区での状況確認、また、確実な土石流検知として、同程度位置に複数センサーの配置として、前節の検討に基づくセンサーの多重化を行うものとした。

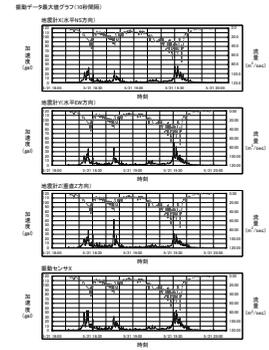


図2 振動データ(下)と流量データ(上)の対応関係

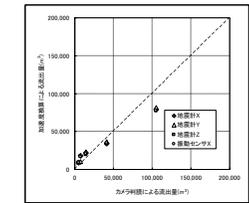


図3 カメラ判読と加速度換算による流出量の比較

表2 センサーの組み合わせ比較検討例

観測項目	観測手法	観測対象	観測結果	観測結果	観測結果	観測結果
水位計						
流速計						
ワイヤーセンサー						
ハネルセンサー						
振動センサー						
CCTVカメラ						
カメラ						

雲仙普賢岳溶岩ドーム地質構造検討業務

九州地方整備局 雲仙復興事務所

1. はじめに

雲仙普賢岳には1990年(平成2年)に始まった噴火において形成された、総体積約1億 m^3 (総溶岩噴出量の約半分)の溶岩ドームが、1996年の活動停止時とほぼ変わらぬ姿で現存している。溶岩ドームは図-1に示すように35°以上の急勾配斜面を呈し、表層にはクラックも認められ、潜在的に崩壊の危険性を有しており、直下で実施している砂防工事従事者の

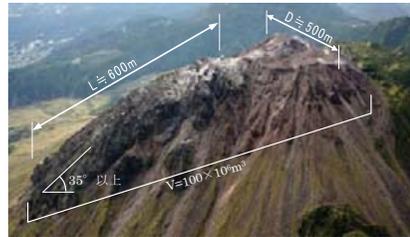


図-1 溶岩ドーム(北側より望む)

安全確保のためには、溶岩ドームの安全性把握が必要不可欠となっている。

溶岩ドームは「発生時期と位置の異なる複数の溶岩ロープ」と「ロープの崩落と火砕流による堆積物」とが複雑に重なりあって構成されていると考えられるため、溶岩ドームの安全性の把握に際しては、溶岩ドームの内部構造を考慮する必要がある。以上のことより、本業務では溶岩ドームの内部構造を過去の各種データから解析・推定したものである。

2. 溶岩ドーム内部構造検討手法

溶岩ドームは急勾配で不安定な状況にあり、安全性の面からボーリング等の直接的観測手法を採ることが困難な状況にある。従って、内部構造の把握は噴火時の資料を用いて、代表的な8つのステ

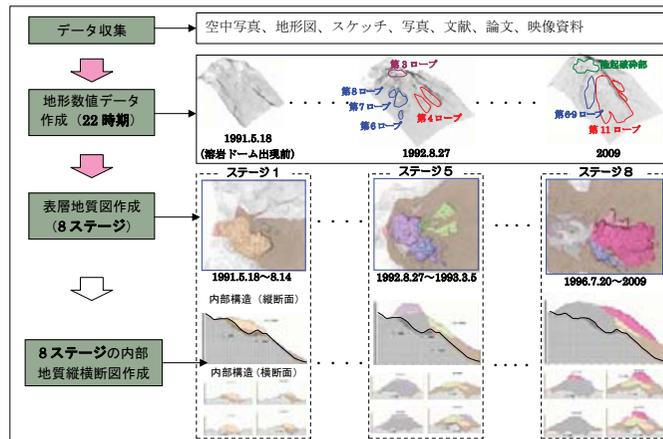


図-2 内部構造把握手法

ジに分け、図-2のフローのように実施した。各ステージの内部地質縦横断面図は、ステージの始まり、終わり及びその間の地形データをベースとし、溶岩ドームの形成メカニズムを考慮した上で、内部の地層境界ラインを推定して作成した。

3. 溶岩ドームの内部構造

解析の結果得られた溶岩ドーム内部構造を図-3に示す。溶岩ドーム内部は測線NO.5付近より西側ではマグマ上昇に伴う火道周辺の隆起・破砕により明瞭な重なりが保存されていない。内部構造として確認されるのは東側に見られる第2、第4ロープとその間に挟む崩落堆積物の重なりであり、第4ロープは、崩落堆積物をほとんど挟みせず第11ロープに直接覆われる。崩落堆積物は最も厚い部分で約250mと想定される。

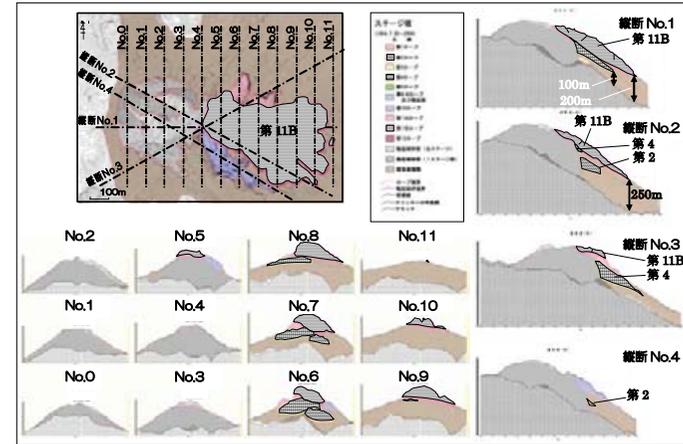


図-3 溶岩ドーム内部構造縦横断面図

4. 三次元内部構造の可視化

溶岩ロープや崩落堆積物の重なり方や、空間的分布を容易に把握できるように、溶岩ロープや崩落堆積物を透過表示やメッシュ表示する機能を有する三次元モデルを構築し内部構造の可視化を行った。

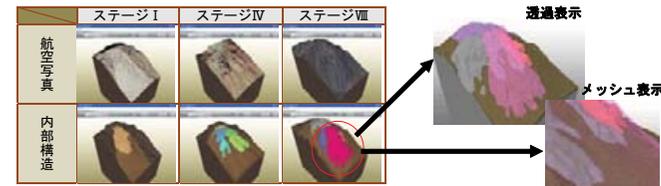


図-4 溶岩ロープ三次元表示状況

5. おわりに

本検討で内部構造をある程度推定することが出来、溶岩ドームの安定性検討に利用できると考えられる。また、事業説明や住民啓発といった多方面での活用が考えられる。

福岡県土砂災害関連施設調査業務

1. 調査目的

1.1 目的

本業務は、ハード対策とソフト対策が一体となった砂防事業(土砂災害対策)を推進するため、県下の土砂災害危険区域における保全対象と警戒避難体制の整備状況を把握し、実状に即した事業優先度等の整備プランを策定し、効率的な砂防事業推進のための基礎資料を作成することを目的とする。

2. 調査方法

(1) 現況の把握

① 法指定状況の把握

既往資料を基に、保安林、及び、国有林の指定状況について把握する。

② 土砂災害危険箇所内の保全対象の把握

既往資料と最新の住宅地図等を基に、土砂災害の被害の恐れのある区域に含まれる以下の保全対象の位置を把握する。

③ 警戒避難体制の整備状況の把握

土砂災害の恐れがある地域について、避難所の有無、土砂災害防止法に基づく警戒区域等の指定状況について把握する。

以上の①～③の結果を元に、土砂災害危険箇所にかかわる災害時用援護者施設を抽出する。

(2) 整備プランの策定

① ハード対策プランの策定

前項までの調査結果と「中長期の事業のアウトカム指標に関する調査の作業要領(平成 18 年 12 月)」を基に、対策施設の整備の優先度を決定するための有効な指標を検討する。検討結果に基づき、すべての土石流危険渓流、急傾斜地崩壊危険箇所、地すべり危険箇所について市町村別に事業優先順位を設定する。

② ソフト対策プランの策定

前項までの調査結果と「中長期の事業のアウトカム指標に関する調査の作業要領(平成 18 年 12 月)」を基に、土砂災害防止法に基づく基礎調査実施の優先度を決定するための有効な指標を検討する。

また、優先指標の検討結果に基づき、すべての土石流危険渓流、急傾斜地崩壊危険箇所、地すべり危険箇所について土木事務所別、市町村別に事業優先順位を整理する。

3. 調査結果

(1) 現況の把握

土砂災害危険箇所にかかわる災害時用援護者施設の抽出経過を以下に示す。

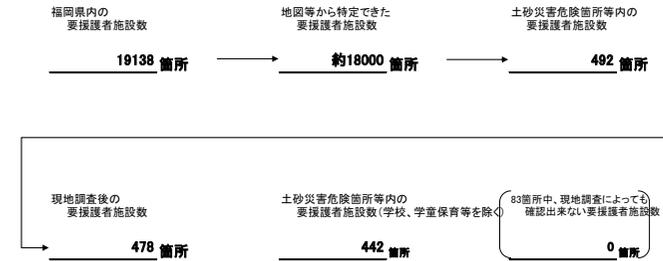


図-1 災害時要援護者施設抽出の各段階における施設数

(2) 整備プランの策定

上記の「(1) 現況の把握」で抽出された災害時要援護者施設にかかわる土砂災害危険箇所の内訳を以下に示す。

表-1 災害時要援護者施設にかかわる土砂災害危険箇所の内訳

都道府県名/ 直轄砂防関係 事務所	①土石流危険渓 流 に位置する施設数		②地す べり危険 箇所 に位置す る施設 数	③急傾斜地崩壊 危険箇所 に位置 する施設 数		(ア) ①②③ 合計施 設数	(イ) ①②③ の重複 施設数	(ウ) 重複無し 施設数 (ア)- (イ)
	I	II		I	II			
福岡県	149	0	75	257	11	492	50	442

上記の災害時要援護者施設 442 箇所について、以下の項目をヒアリングおよび現地調査を行った。

- 平成 16 年度調査結果との比較
- 24 時間稼働の有無:24時間稼働の場合は重要施設で、そうでない場合は一般施設
- 施設構造の確認:木造、鉄筋コンクリート、鉄骨、その他・不明
- 施設階層および1階に居住スペースの有無
- エレベータの有無:有る場合は基数
- 収容定員

以上の結果を元に、災害時要援護者施設 442 箇所にかかわる土砂災害危険箇所のハード対策の優先順位を策定する。また、施設へのソフト対策を資する資料として、施設ごとの調査票を作成し、関係市町村へ配布する。