

2. 各機関の代表的な調査の概要

【国土交通省】

■北海道開発局

黒岳沢川河床調査（旭川開発建設部）	89
多自然工法の自然環境回復度の事後評価について（石狩川開発建設部）	91
札幌川流域の土砂生産源及び土砂移動（帯広開発建設部）	93
苫小牧川遊砂地検討会運営（室蘭開発建設部）	95

■東北地方整備局

地下水観測手法と地すべりの長期安定性評価検討業務（新庄河川事務所）	97
平成15年度 砂防堰堤施設改良影響調査（福島河川国道事務所）	99
平成15年度 八幡平火山基本計画調査（岩手河川国道事務所）	101
八幡平山系小先達川第1砂防堰堤魚道遡上調査について（湯沢河川国道事務所）	103

■関東地方整備局

榛名山麓の巨石堰堤群調査について（利根川水系砂防事務所）	105
自然環境モニタリング調査（日光砂防事務所）	107
水と緑の溪流づくり調査（渡良瀬川河川事務所）	109
平成15年度野呂川溪流環境モニタリング調査（富士川砂防事務所）	111

■北陸地方整備局

葛葉山腹工の地質調査及び対策工法の検討（松本砂防事務所）	113
砂防溪流における河床変動が水生生物に及ぼす影響（湯沢砂防事務所）	115
タンクモデルを用いた立山カルデラ土砂崩壊危険度予測の検討について （立山砂防事務所）	117
甚之助谷地すべり地下水比抵抗探査について（金沢河川国道事務所）	119
黒部川流砂量観測検討調査（黒部河川事務所）	121
女川自然環境調査（飯豊山系砂防事務所）	123
地すべり防止施設の管理・機能維持手法検討について（阿賀野川河川事務所）	125

■中部地方整備局

平成15年度 砂防施設による最適河床形成に関する検討業務 （天竜川上流河川事務所）	127
平成15年度 安倍川溪流再生手法検討（静岡河川事務所）	129
平成15年度 滑川土石流調査業務（多治見砂防国道事務所）	131
平成15年度 狩野川水系砂防基本計画検討業務（沼津河川国道事務所）	133
平成15年度 板取川流出土砂特性調査業務（越美山系砂防事務所）	135
平成14年度 富士山火山調査業務（富士砂防事務所）	137

■近畿地方整備局

樹林の表面侵食抑制効果に関する基礎的検討	139
田上山の緑化技術（琵琶湖河川事務所）	141
亀の瀬地すべり地3次元地質モデルの作成と活用（大和川河川事務所）	143
真名川砂防自然環境調査（福井河川国道事務所）	145

■中国地方整備局

大山山系砂防基本計画資料作成業務（倉吉河川事務所）	147
平成15年度 砂防自然調査業務（日野川河川事務所）	149
平成15年度 広島西部山系砂防施設検討水理模型実験業務（太田川河川事務所）	151

■四国地方整備局		
微地形航空レーザー計測（四国山地砂防事務所）	.....	153
■九州地方整備局		
川辺川流域における流砂量調査検討（川辺川ダム砂防事務所）	.....	155
平成 15 年度 霧島火山噴火対策調査（宮崎河川国道事務所）	.....	157
平成 15 年度 桜島山腹工効果追跡調査業務（大隅河川国道事務所）	.....	159
溶岩ドームの崩落に対する避難体制のための調査（雲仙復興事務所）	.....	161
【地方自治体】		
ニホンザリガニ生息環境に配慮した砂防事業の実施事例について（北海道）	.....	163
錦城ヶ丘地すべり対策事業（石川県）	.....	165
表層雪崩対策工として採用した雪崩減勢工（中宮温泉地区）（石川県）	.....	167
透過型砂防堰堤の計画（石川県）	.....	169
表層雪崩発生危険度の判定における力学的モデルの適用可能性について（新潟県）	.....	171
藤原岳周辺流域土石流警戒避難実態評価調査（三重県）	.....	173
（砂）薬師谷川環境調査（鳥類）について（愛媛県）	.....	175
【独立行政法人】		
沙流川洪水による緊急流木状況調査（北海道開発土木研究所）	.....	177
2003 年 8 月台風 10 号により発生した額平川流域の崩壊地及びその要因 （北海道開発土木研究所）	.....	179

1. 調査目的

黒岳沢川における土石流監視システムの策定及び、石狩川上流域における土砂管理計画検の基礎資料収集を目的に調査を行ったものである。

2. 調査項目

(1) 河床変動調査

黒岳雨量観測所雨量資料と黒岳沢川に設けた11定点の横断測量結果をもとに、調査期間内の河床変動量を算出し不安定土砂量の規模を推定した。

(2) 堆砂量調査

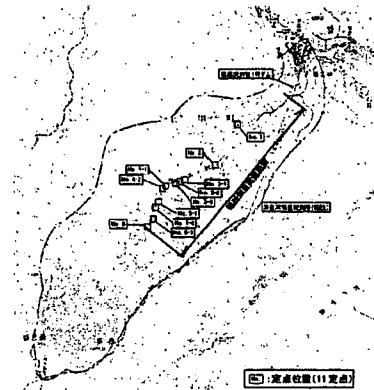
黒岳沢川の基幹えん堤である第1号えん堤の堆砂域において、調査期間内の堆砂形状及び堆砂土量の把握を目的として、GPS測量による連続観測を実施した。

(3) 浮遊砂・掃流砂調査

浮遊砂は黒岳沢川第1号えん堤の上流地点及び下流地点において、採水バケツにより採水し粒度、比重試験を実施した。掃流砂は黒岳沢川第1号えん堤の上流地点に土研式採砂器を小型に改良した器機を用いて採集し、粒度、比重試験を実施した。また、浮遊砂、掃流砂量を算出するため、黒岳沢川第1号えん堤の上流地点で併せて流量観測を行った。



調査位置図 (浮遊・掃流砂、堆砂量)



調査位置図 (河床変動)

3. 調査結果

(1) 河床変動調査

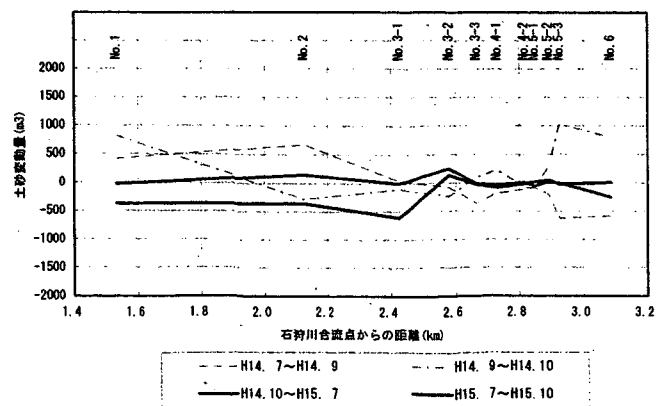
今年度の融雪期 (H14.11~H15.6) における河床変動量は、融雪出水の規模が小粒径の土砂を移動させるに留まった状況で平均変動量も4cm程度の変化であり、土石流による大規模な土砂移動は確認できなかった。

降雨期 (H15.7~H15.10) における河床変動の特徴は、上流域で小さく下流域で大きくなる傾向が見られた。また、8月9日に124mm (最大1時間13mm) 及び23日に52mm (最大1時間10mm) の比較的多い降雨量を観測しているが、河床高の変化は全域で10cm未満であり降雨期の土砂移動も粒径の小さい土砂が支配していたと推測できた。

土砂移動量は融雪期では上流域定点 (no.6) で約250m³の浸食傾向、中流域定点 (no.3-2) では約250m³の堆積状況を呈した。降雨期では下流域 (no.1~no.3-1) で定点平均約440m³の洗掘傾向を呈し、中流から上流域 (no.3-2~no.6) で定点平均約10m³の堆積傾向を示した。

(2) 堆砂量調査

平成15年6月から10月に関わる堆砂調査では堆砂域上流部で若干の堆積傾向が見られたが、堆砂域内総土砂移動量は244m³の洗掘傾向となっ



土砂変動量変化図

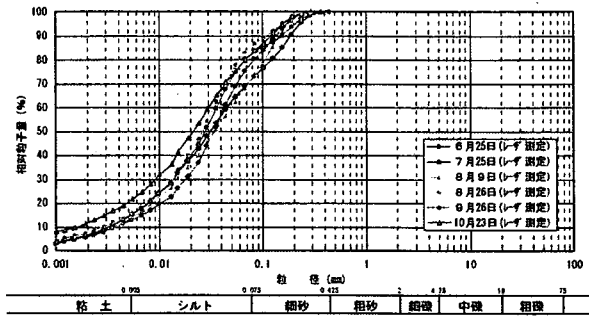
た。例年と比較してえん堤上流域からの土砂供給が少なく、砂礫など粒径の小さい土砂成分が降雨の度に徐々に流下し、えん堤の水抜き孔から流出したものと考えられる。

(3) 浮遊砂・掃流砂調査

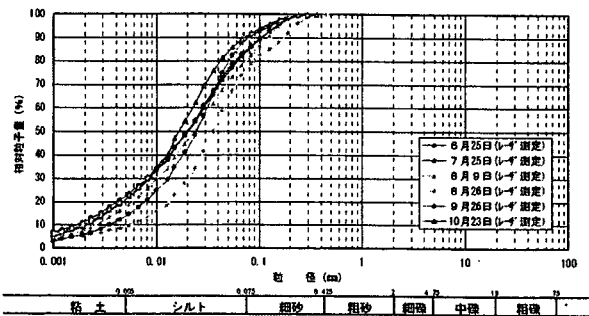
浮遊砂調査（6回）ではえん堤上・下流地点での粒度組成の変化は見られず、細砂（最大粒径0.5mm）から粘土分まで均一に含まれており突出した粒径の出現は見られない。8月23日降雨（累計52mm）後のえん堤下流地点では、若干大きな粒径（細砂）の出現が認められた。これは河床の不安定化が影響したものと考えられる。また、浮遊砂量と流量の関係は正の相関にあることが把握できた。

掃流砂調査の平常時観測結果では最多粒度組成は、細砂分が多く出現する傾向が確認できた。8月の出水後調査では細砂、中礫の出現が多く見られることから、浮遊砂と同様河床に安定していた礫が掃流力の増加により掃流砂に変化したものを捕捉したと考えられる。また、平常時、出水時とも粒度組成では細礫の出現率が低い特徴が認められた。掃流砂量と流量の関係は正の相関が明瞭に確認され、全ての粒径においても明確な相関関係が確認され流量の増加に伴い粗砂、中礫、細砂の順に増加する結果となった。

黒岳沢川第1号えん堤上流

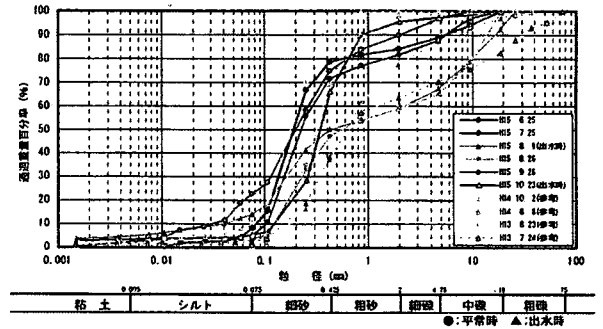


黒岳沢川第1号えん堤下流

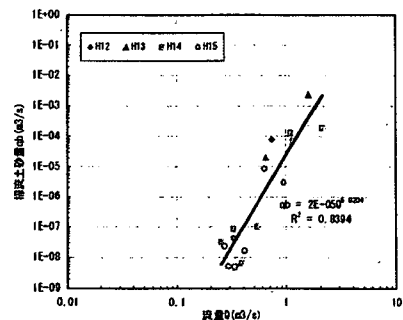


浮遊砂粒径加積曲線

黒岳沢川第1号えん堤上流

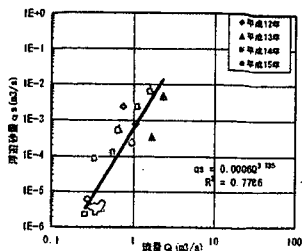


掃流砂粒径加積曲線



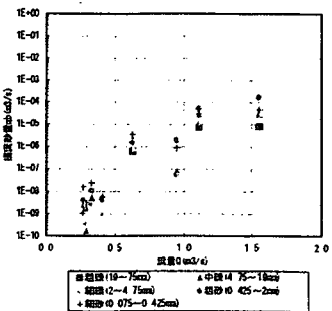
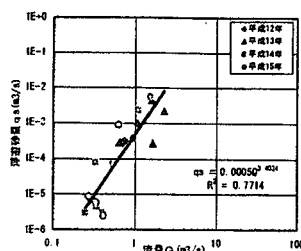
掃流砂量・流量相関図

黒岳沢川第1号えん堤上流



浮遊砂量・流量相関図

黒岳沢川第1号えん堤下流



粒径別掃流砂量・流量相関図

多自然型工法の自然環境回復度の事後評価について

北海道開発局 石狩川開発建設部

1. はじめに

豊平川流域の砂防事業実施溪流は、都市化の影響で砂防指定地の直近まで多くの住民が居住している一方、市街地の直上流部では豊かな自然環境が保全されており、多様な生物の生息が確認されている。

このような貴重な都市・自然環境から、本検討では、過去に整備された砂防施設へのモニタリングから自然環境・環境回復状況について検証を行い、溪流環境の再生・創造の手法について検討をおこなった。

2. 溪流環境の回復要因の把握

直轄砂防事業実施溪流における多自然型工法を対象として現地踏査を行い、自然環境回復度を評価した。その結果、表-1に示す4ケースの自然環境回復要因を把握した。

表-1 溪流環境の回復要因一覧表

No.	ケース	設置した砂防施設(インパクト)	溪流環境回復又は創出項目(レスポンス)	要因
1	設置した砂防施設 の特性により溪流環境 が形成されたケース	床固工 及び 魚道工	淵の形成	床固工の落差を流下する流水エネルギーで、床固工の下流端に淵が形成される。
			縦断移動経路の確保	水中生物の縦断移動を阻害する落差を有する構造物に、容易に閉塞しない(全断面形式など)魚道が設置された。
			植生の進入	魚道内に形成される緩流部に流砂が堆積し、それが基盤となり植生が進入した。
			リター(落葉落枝)の堆積	魚道内の緩流部や床固工下流端に形成された淵に、リター(落葉落枝)が堆積した。
2	環境形成要素の基盤を造成したケース	護岸工	植生の進入	護岸工の素材を多孔質な材料とすることで、それが基盤となり植生が進入した。
3	流水のダイナミズム を活用したケース	水制工	流速流向変化 瀬-淵の形成 河床材料の 多様化	水制工が流水の流下に影響を与え、流速や流向が変化する。また、水制工上流側に生じるせき上げや、前面に生じる速い流速により、瀬-淵構造が形成される。
		置き石	河床材料の 多様化 微地形の形成	置き石の設置が流水の流下に影響を与え、多様な流況が形成される。これが、多様な河床材料の堆積や、岸際微地形の形成に寄与する。
		-	滞筋の蛇行	滞筋の形状は、掃流力、河床材の径、河岸植生の活着度などに応じて自由に形成される。
4	自然の営力に期待したケース	-	水際の抽水 植物群落	流水作用により流出した土砂が河岸沿いに堆積し、植生基盤を形成した。
			溪畔林	流水作用により流出した土砂が河岸沿いに堆積し、植生基盤を形成した。 現存する河岸沿いの河畔林を保全する。

3. 砂防施設設置により生じた問題点および改良方法

調査を行った砂防施設では、その大部分で良好な溪流環境の回復・創出が確認されたが、一部の流路工や透過型砂防堰堤(基幹床固工)で、以下の問題点が認められた。

1) 流路工

- ・計画流路工断面と同等に根固工や護床工が設置されている区間では、滞筋が固定され、低水路断面内に同一の浅水深(或いは瀬切れ)が発生していた。
- ・木杭による水制工が密な等間隔で設置されている区間では、流路工法線を無視した流水の蛇行が確認された。
- ・横工(垂直壁、帯工)の断面形状が直壁となっている箇所では、同工の下流側で段差の発生が多く認められた。

2) 透過型砂防堰堤(基幹床固工)

- ・垂直壁の下流側に設けられる護床工を水平に設置している箇所では、護床工の下流端で段差の発生が多く認められた。
- ・水叩きの天端高さが、垂直壁水通し及びスリット高さと同等となっている箇所では、流水が水叩き上に堆積した流出土砂の中を通り、瀬切れが発生していた。

上記の問題点は、流路工の環境回復力を抑制したり、魚類など水中生物の縦断移動を阻害するものと考えられ、表-2に示すような改良方法を検討した。

表-2(1) 改良方法:流路工

改良点	施工方法	想定される応答や改良効果
滞筋固定・浅水深などの対策	根固工	<ul style="list-style-type: none"> ・流路工線形などに応じて、滞筋が自由に蛇行する。 ・蛇行状況に応じて瀬-淵構造や洲が形成される。 ・水深や勾配に応じて、流向や流速が多様化する。 ・流速の掃流力に応じて河床材の構成が複雑化する。 ・淵の下流端などに置き石を設置すると緩流域が形成され、置き石の下流側に砂質の河床材が堆積する。
	護岸工	
蛇行強制対策	水制工	<ul style="list-style-type: none"> ・フクドジョウ等水生生物の縦断移動経路が確保される。 ・ツルヨシ等の抽水植物やオノエヤナギ等のヤナギ類が進入してくる。
段差対策	横工	<ul style="list-style-type: none"> ・瀬-淵構造の発達、河床材や流速の多様化等により、エソウグイやフクドジョウ等の魚介類、アキアカネ(幼虫)等の生息場・育成場となる。

表-2(2) 改良方法:透過型砂防堰堤(基幹床固工)

改良点	施工方法	想定される応答や改良効果
段差対策	護床工	<ul style="list-style-type: none"> ・流出土砂濃度や流速に応じ、スリットや置き石背面に洲が形成されるが、出水毎に自由に移動する。 ・水叩き上に土砂が堆積しても、池あるいは洗掘作用による流水部として水域が常に確保される。 ・前庭保護工の周辺は、流水作用により流砂が常に移動しているため、前後する溪流と同様の河床材で構成される洲が形成される。
	垂直壁	
	本堤	
瀬切れ対策	護床工	<ul style="list-style-type: none"> ・フクドジョウ等水生生物の縦断移動経路が確保される。 ・ツルヨシ等の抽水植物やオノエヤナギ等のヤナギ類が進入してくる。
	水叩き	
その他	置き石	<ul style="list-style-type: none"> ・緩流部が形成され、モノアラガイ等の生息場所となる。

札内川流域の土砂生産源及び土砂移動

調査機関名 北海道開発局帯広開発建設部

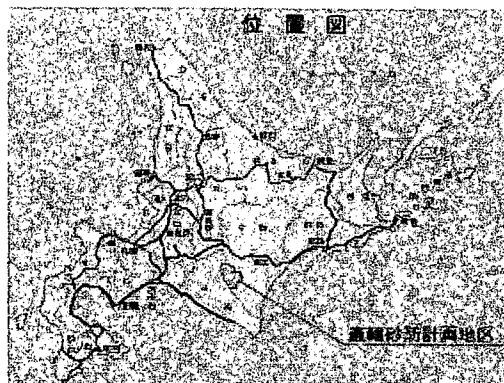
1. はじめに

札内川は北海道の背骨、日高山脈の札内岳（標高1,895.5m）を源とし、帯広市東部において十勝川へ合流する流域面積707km²、流路延長82kmの一級河川である。

札内川流域の58%を山地が占めており、上流の山岳地帯には氷河地形のカーラが見られ、地質的には日高山脈沿いの西部に日高山脈造山期に形成された花崗岩、はんれい岩等を中心とした変成帯が分布し、平野部に至る東部には砂岩、粘板岩等の堆積岩類からなる日高累層群が分布する。

札内川上流域では昭和27年の十勝沖地震発生以降、昭和29年の洞爺丸台風による風倒木被害に続き、昭和30年7月には集中豪雨により山容が一変するほどの大崩壊が各所に発生する等の自然災害が多発した。特に昭和30年の集中豪雨時には土石流が下流部を襲い、完成後間もない発電ダムを約16万m³の土砂で完全に埋没させる等の甚大な被害が発生している。

この災害が契機となり、昭和47年より札内川上流域において直轄砂防事業が進められてきたが、総合的な土砂管理を進めるため現行砂防基本計画を見直すこととなり、これまで十分解明されていなかった土砂生産・移動メカニズムを改めて検討するため、現地調査を行った結果を報告するものである。



2. 現地調査手法



これまでも生産土砂量等を検討するため、崩壊地及び河道の各ポイント毎に現地調査が行われてきたが、調査の範囲・区間が分散していたことから、土砂生産源から河道内の土砂移動の連続性を総合的に検討する基礎資料としては不十分なものであった。

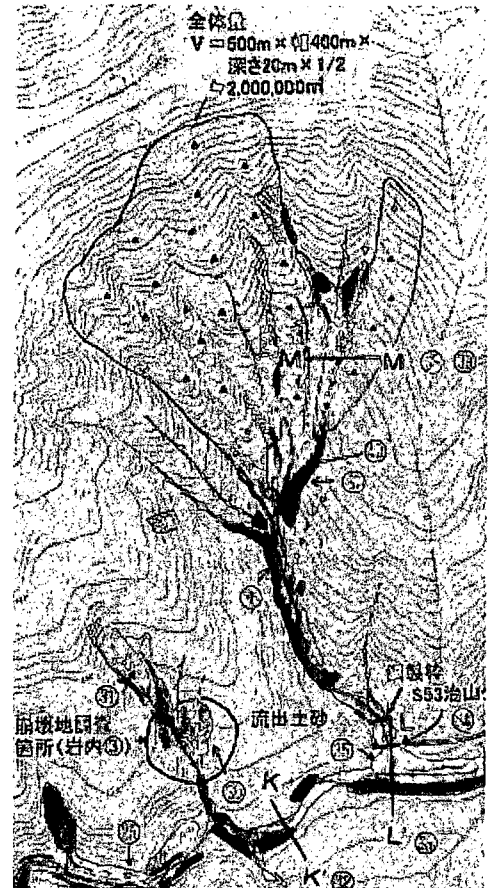
そのため今回現地調査を行うに当たっては、既存資料より流域の各地質を代表すると考えられる区域を流下する9溪流を選定し、崩壊地から本川出合いへ至るまでの河道状況について、以下の点について目視観察を中心に調査を実施した。

- 1) 立木の傷痕、一斉林等による樹木年代情報の確認
- 2) 昭和30年以降の土砂移動履歴を示す堆積物の確認
- 3) 近年の土砂移動痕跡の確認
- 4) 土砂生産域、代表的な土砂流送域、氾濫堆積域の確認

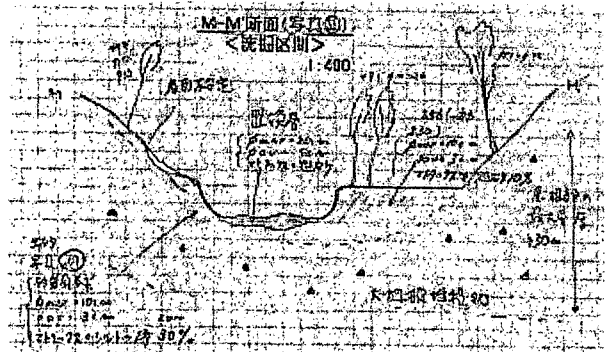
3. 現地調査結果

現地調査の結果については溪流毎に簡易断面図を作成すると共に、ルートマップに取りまとめを行い、以下のような結果を得た。

- 1) 崩壊したのは主に岩盤を覆っていた土砂である。基岩の風化崩壊は認められるが、全体の土砂生産に占める割合は小さい。
- 2) 支川内や源頭部などに分布する土砂からの流出が著しい。
- 3) 土砂生産は周水河性堆積物ならびにその二次移動堆積物が降雨量（流量）見合いで流出する。
- 4) 周水河性堆積物は標高700m以上に分布しており、まだ膨大に残存している。
- 5) 河道内に降雨対応（流量対応）の土砂移動痕跡が認められ、年代を経る毎に河道の洗掘堆積傾向が下流側へ遷移している状況が読みとれた。
- 6) 平成15年十勝沖地震は昭和27年発生のもとの規模、振動波形共にほとんど同じであったが、現状では地震による基岩斜面での緩みはほとんど認められない。



以上のことを踏まえ現地調査結果を総合的に判断すると、崩壊地の主体をなしている斜面堆積物は周水河性堆積物であり、現在の崩壊箇所は斜面堆積物の末端や側方に位置すると考えられ、今後も表流水による侵食力に応じて斜面堆積物からの土砂生産が続くと想定されることから、昭和30年に発生した最大規模の崩壊地分布状況より生産土砂量を推定する現行計画の手法を見直す必要があることが確認された。



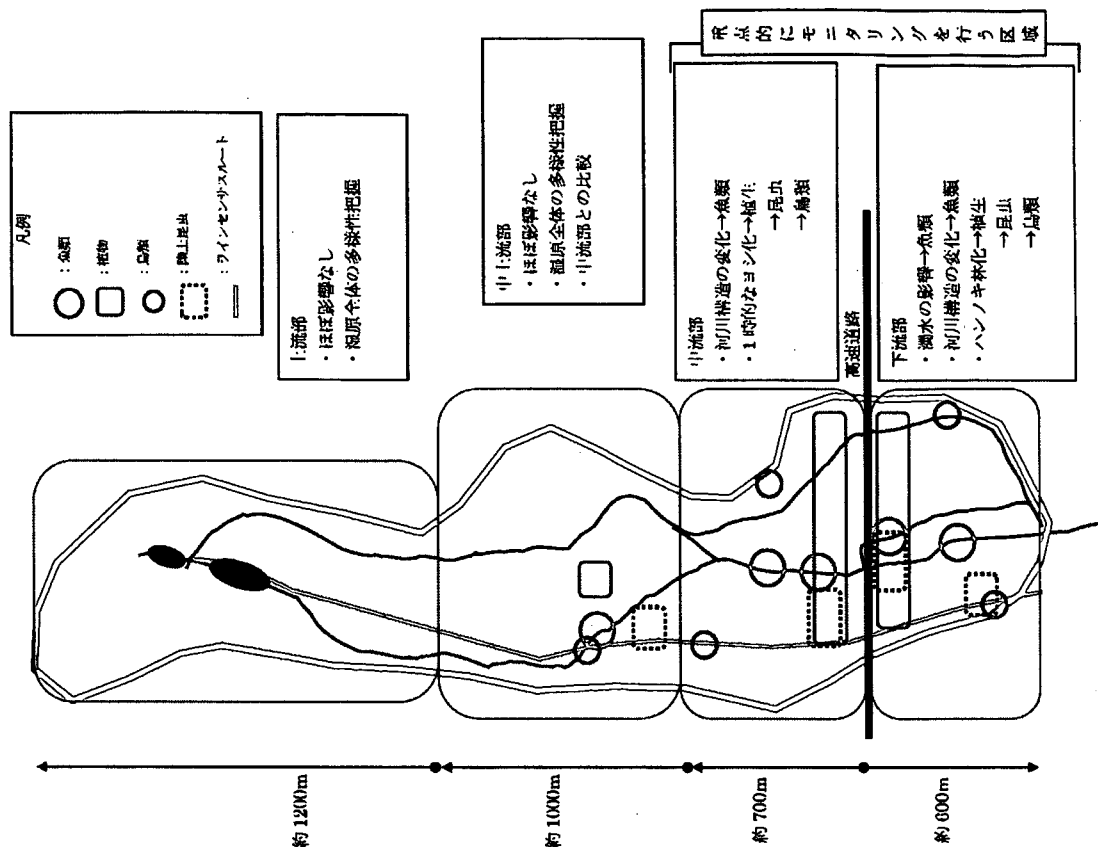
4. おわりに

溪流単位で調査を行った結果、これまで想定されてきた土砂生産モデルの修正が必要になったことが明らかになった。これにより新たな札内川の土砂生産・流出モデルを検討するに当たっては、土砂生産源から保全対象までの土砂移動現象について、その規模と質を把握する必要が認められた。

そのため今回の調査結果を踏まえ、今後、土砂生産域である岩錐堆積物等の特徴・分布、本川河道での土砂移動履歴を精査するため調査対象溪流を広げ現地調査を実施し、札内川流域の土砂生産・移動メカニズムを検討することとしたい。

(4) 自然環境モニタリング計画（案）の作成

苦小牧川の自然環境を把握したうえで、砂防施設の位置・構造等を考慮した自然環境モニタリング計画（案）を作成した。



(5) 検討会の運営

今後の苦小牧川砂防施設計画検討に必要な協議内容を検討し、苦小牧川砂防施設検討会を準備及び運営した。

協議会の運営に関わる作業項目は以下のとおり。

①協議会準備

検討会の運営方法、今後の苦小牧川砂防施設計画検討に必要な検討内容を整理し、検討会の設立・運営に関する準備を行った。

②資料作成

検討内容、既往の検討内容をとりまとめ、検討会に必要な資料を作成した。

③検討会の開催

協議会開催にかかる日程調整、会場設営、協議会の運営を行った。

④検討会の意見・指摘事項の整理

苦小牧川砂防施設検討会の議事録及び議事要旨を作成し、検討会における協議結果や課題をとりまとめた。

地下水観測手法と地すべりの長期安定性評価検討業務

東北地方整備局 新庄河川事務所

1. 調査概要

平成12、13年度において、国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所では、地すべり動態観測における地すべり地の管理基準値について検討してきた。

その結果、地盤伸縮計の変動状況を主に、その他地すべり変動に関わる事象を確認して概成の判断ができるものとの結論が得られた。しかしながら、この結論はあくまで地すべりの現象と動態に着目したものであって、地すべり発生の最大要因である地下水の挙動については触れられていない。

地すべり地を管理する場合、地下水と地すべり活動の相関性が大きいことは周知のことである。こうした状況を踏まえ、地下水の位置づけを明確にするために、既存資料を基に地下水観測・解析の手法を整理し、問題点を抽出・分析して、「地下水状況からみた地すべりの長期安定性の評価に関する管理基準の検討」が計画され、平成14年度より調査を開始した。

2. 調査内容

■地下水調査方法と利用性についての検討

地下水観測データ取り扱い方のポイント

地下水観測データ種別	地下水観測データを評価するポイント	備考
地下水観測データ全般	<p>地下水位計測定レンジと地下水変動幅が適正であること。</p> <p>地下水位計設置深度が適正であること。地下水位計が低下し、センサーが中つり状態になっていないことを確認する。</p> <p>水圧式地下水位計観測孔は、定期的に触針式地下水位計で地下水位を確認し、測定データを検証する</p> <p>水圧式水位計は、電気的なトラブル、落雷、誘導雷によるトラブルに留意する。</p> <p>水圧式水位計は、耐用年数の経過に伴う測定データ異常に留意する。</p> <p>地下水観測孔の目つまり等によるデータ異常に留意する。</p>	地下水観測孔目つまりにより、正常な観測データが得られない場合は、代替孔を設けることを検討する。
全孔ストレナ観測データによる解析でも問題がないケース	<p>地下水位変動と地すべり変動との応答性が高いとみなせること。</p> <p>地下水垂直検層等で、すべり面付近の流動層が確認でき、地下水位はすべり面に作用する間隙水圧と相関性があると見なせること。</p>	新規に全孔ストレナ観測孔を設ける場合でも、地表面下一定区間までの無孔管化、遮水埋め戻しを図る。
全孔ストレナ観測データによる解析が困難なケース	<p>漏水、逸水区間があり、地下水位の応答性に異常がみられる場合。</p> <p>地下水位上昇深度が一定深度で頭打ちになっている場合。これは、特定深度で浅で逸水していることが考えられる。</p> <p>複数存在する流動層のうち、地すべり変動と全く関連性のない地下水流動層存在する場合。</p>	新たに部分ストレナ観測孔を設けることを検討する。

■確率水文量評価手法の現状と適用性

すべりの活動に降水が影響していることは経験上においても理論的にも十分理解できるところである。このことは一般的概念として、降水が地下水の変動とすべり面の間隙水圧に大きく関与していることを含んでいる。

一般に地すべり対策においては、その対策規模を定めるのに目標安全率をクリアするように計画される。しかし、過去において地すべりを発生させた降水イベントが今後とも同じ規模で発生するかどうか、あるいはそれ以上の規模となるかは定かではない。

このように考えると、目標とする安全率に見合う降水量あるいは地下水位は、今後どれくらいの期間で何回発現するかといったことについて検討し議論しておくことが求められる。今後に発生するであろう降水量と降水にともなって上昇する地下水位の大きさは、自然現象に基づく不確実性があり、この問題の解決には確率論的な評価手法の導入が必要である。

しかしながら、降水資料にはそれなりの蓄積があり、時間雨量、日雨量、連続雨量のいずれも極値分布に基づく評価が可能であるが、地下水位の変動に関しては蓄積に乏しく地下水位そのものの極値解析は現状では困難といった実態がある。

■長期安定性評価の概念

一般的用例

〇〇年確率の降水量に対して、安全率がある値以上の場合、長期的に十分に安定を保持している。

地すべり事業を考慮した適用例

既往災害と同程度の豪雨、融雪(超過確率降水量〇〇年)に対する地下水位の変動を見ても、既設の地下水排除工によって、現状の地下水位はさらに〇〇 m 低いため、長期安定性に問題はない。

既往災害と同程度の豪雨、融雪(超過確率降水量〇〇年)に対する地下水位の変動を見ると、地下水位は現状より〇〇 m 上昇するが、地下水排除工を追加することで、〇〇 m 低下が期待でき、長期安定性に問題はない

地すべり変動時の地下水位は〇〇 m であるが、既往災害と同程度の豪雨、融雪(超過確率降水量〇〇年)に対する地下水位の変動を見ても、既設の地下水排除工によって、変動時の地下水位にまで上昇することはなく、長期安定性に問題はない

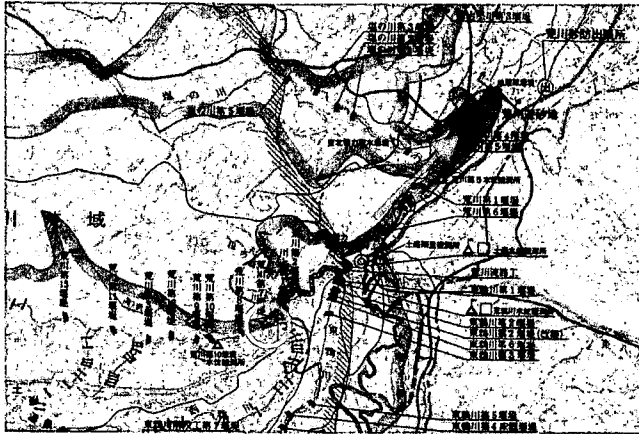
確率水文量を適用した長期安定性評価の概念図

平成15年度 砂防堰堤施設改良影響調査

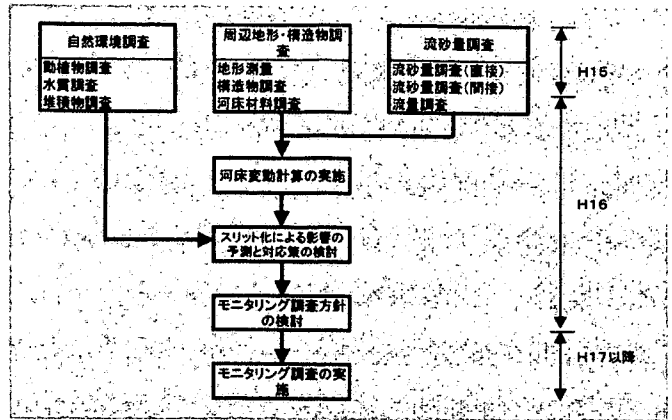
東北地方整備局 福島河川国道事務所

1. 業務目的

本業務は、既設不透過型砂防堰堤（荒川第7堰堤）スリット化への施設改良に伴う、影響内容の調査とその課題について抽出することにより、今後の事業の各種対策の基礎資料とするものである。



位置図



砂防堰堤施設改良影響調査検討フロー図

2. 自然環境調査

2.1 動植物・水質調査

対象施設周辺における動植物・水質について、スリット化に伴い予測される影響を把握するために実施した。

調査範囲は影響が顕著にでるとと思われる荒川第7堰堤周辺と、下流域は他の工事の影響のでない最下流地点である荒川遊砂地上流までとし、各調査の捕獲・採集地点や定線・定点は、調査項目の特性にあわせて設定した。調査時期は今年度冬季の1回である。

動植物調査は「平成9年度版河川水辺の国勢調査マニュアル河川版（生物調査編）」に準じて実施し、水質調査は日本工業規格に従って分析した。

(1) 底生動物

- ・現地調査により確認された底生動物は4綱9目39科68種で、特定種は確認されなかった。
- ・調査地点間で比較すると、荒川遊砂地上流における総個体数、総湿重量および出現種数が全調査地点中最も多い結果となった。これは、上流部でpHが低く酸性傾向を示し、硫化物や鉄など温泉源に由来すると考えられる水質が、これら底生動物の生息環境にあまり適さないためと考えられる。

(2) 付着藻類

- ・現地調査により確認された付着藻類は、5綱10目15科50種となった。
- ・調査地点間で比較すると種数はほぼ同数であるが、量的には荒川遊砂地上流が最も多くなり、底生動物の結果と同様上流部は付着藻類の生息にあまり適していない環境であることが伺える。

(3) 鳥類

- ・現地調査により確認された鳥類は、4目13科21種が確認された。特定種としては希少な猛禽類であるノスリ、オオタカ、ハイタカが確認された。
- ・河川に依存した種としては、セグロセキレイ、カワガラス、ヤマセミが確認された。これらの種は今後スリット化に伴い、影響を受ける可能性がある。

(4) 哺乳類

- ・現地調査により確認された哺乳類は3目4科4種であった。特にノウサギが多く確認され、特定種としては、ニホンザルとツキノワグマが確認された。
- ・全体として哺乳類の痕跡は少なく、河川依存種は今回の調査では確認されなかった。

2.2 水質調査結果

- ・上流に源泉が存在するためか、荒川第7堰堤直下ではpHが6.2と低い値を示した。

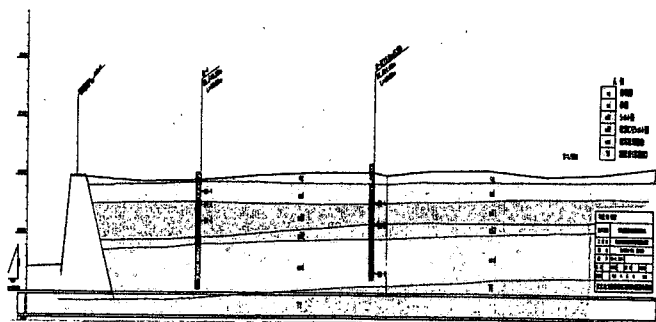
- ・硫化物やヒ素は下流側の値が低くなる傾向があり、支川で希釈されていると考えられる。
- ・水質分析結果より環境基準値を越える数値が検出されたのは、ヒ素、全窒素、全リン、鉄である。
- ・堆積物の結果から、鉛、ヒ素、水銀の存在は今後注意を要するため、溶出試験の実施を検討する必要がある。

2.3 堆積物調査

荒川第7堰堤堆砂地内の2ヶ所でボーリング調査を行い、表層の砂礫層を除くこれらの堆積物から採取した6試料において、下流域へ流下した場合問題となる有害物質が含まれているか分析を行った。

分析結果として有機物は検出されなかったが、一般項目からフッ素化合物が、金属項目から鉄、銅、亜鉛、マンガン、ヒ素、セレン、ホウ素が基準値(目安)の5倍～数100倍検出された。

今後これらの物質が河川水へ溶出する可能性について溶出試験等で検討しておく必要がある。特にヒ素と基準値内の検出量であったが総水銀については十分注意する必要がある。



3. 周辺地形・構造物調査

3.1 河床材料調査

荒川第7堰堤と川上第1堰堤および荒川第8堰堤の堆砂地の計3ヶ所で、容積サンプリング各3地点、線格子法各2測線を行った。

4. 流砂量調査

4.1 間接流砂量観測

間接流砂量観測は、既設砂防堰堤スリット化前後の流砂量の変化を把握するために、連続的な観測が可能な音圧計測による掃流砂量を計測するものである。本年度は、センサーの設置、初期状態の設定、連続的な音圧値の観測を行った。

4.2 観測諸元

観測位置：川上第1堰堤水通し天端

観測間隔：10分間隔

観測項目：音圧(Pa)、周波数(Hz)

4.3 音圧から流砂量への換算方法

音圧から流砂量への換算は、以下の式により行う

$$Q_b = K(P^2 - P_0^2) / d^2$$

ここに、 Q_b ：流砂量 (g/m・sec)

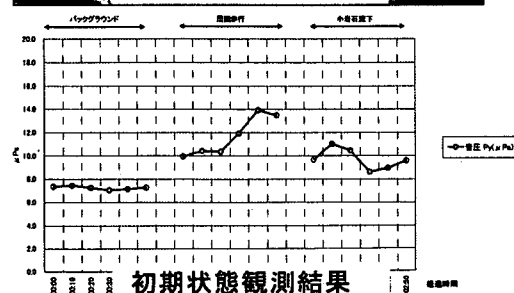
P ：音圧観測結果 (μPa)

P_0 ：初期状態における音圧値 (μPa)

K ：流砂量換算係数 ($10^{-4} \sim 10^{-2} \text{cm}^2 / \text{sec} / \mu \text{Pa}^2$)

4.4 初期状態の観測結果

音圧値から流砂量を求める基本式は上記のとおりであり、出水時の音圧値から初期状態の音圧を引いた値をもとに算出される。そのため、出水が発生する前にあらかじめ平常時の音圧を観測しておく必要があり、センサー設置後の音圧および周波数の計測を行った。また、出水時等に音圧および周波数が変化するか確認するために、「周辺歩行時」、「小岩流下時」の値の計測も行った。観測結果は上図に示すとおりであり、平常状態における音圧値は安定していた。また周辺に異常があるときの方が音圧が高い値を示しており、計測器が正常に作動していることを確認した。



平成15年度 八幡平火山基本計画調査

東北地方整備局
岩手河川国道事務所

1. 調査目的

八幡平山系には、岩手山、秋田駒ヶ岳、八幡平及び秋田焼山の4火山が存在し、これら火山からの噴出物が広範囲に分布しているが、この4火山の中で八幡平だけが火山噴火被害氾濫想定図を作成していない。

このため、八幡平山系火山砂防の一環として、火山活動の確認を行い火山防災対策の必要性を検討したうえで、被害想定図を作成し施設配置計画を立案するものである。

なお、専門家の助言を受けて火山噴火に伴う新たな火口や断層地形を調査するため航空レーザー測量を実施し、計測データを基に作成した赤色立体地図から微地形解析を行った。

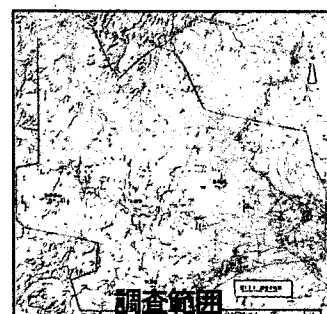
2. 航空レーザー測量

2.1 計測方法

(1) 設定

計測範囲は、八幡平火山を中心に、東西17km、南北11.5kmの195.5km²に設定した。

また、スキャン密度が1m²/点を確保できるように、コース間隔を37コース、飛行高度（海拔高度）を2,100～2,500mとした。



(2) データ処理

計測データより、地表に照射された地点の座標を計算し、コース間接続処理及びノイズ除去処理を行い、地形や地物等を示す点群データ（一次計測データ）を作成し、データ処理後の全データから樹木や建物等の地物データを除去した（フィルタリング処理）。

(3) 標高メッシュデータ(Digital Elevation Model)及び等高線図作成

データ処理で得られたランダムな地盤データから、地盤の1m間隔メッシュデータ及び等高線データを作成した。

(4) デジタル画像取得及びオルソフォト作成

高解像度のカラーデジタルカメラ（1,600万画素）で位置情報を持った画像を航空レーザー計測と同時に取得した。

この画像とDEMを基に、コース間接続処理・画像の歪み処理を行い、オルソ画像を作成した。

(5) 微地形解析（赤色立体地図作成）

レーザー計測で得られた1mDEMデータを用い、各種地形フィルタの計算結果を画像に変換・合成し、疑似カラー画像である「赤色立体地図」を作成した。

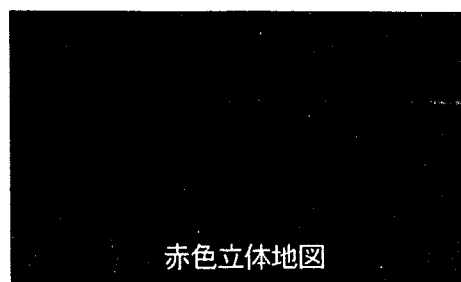
2.2 計測結果

(1) 実施日

全37コースをH15年10月27日・11月15日の2日間実施し、データを取得した。

(2) 作成図面

計測及び処理によって作成した成果は、1)DEMデータ、2)オルソ画像、3)等高線+オルソ画像図（10m間隔）、4)赤色立体地図、である。



赤色立体地図

3. 噴火履歴調査

3.1 資料収集整理

八幡平火山及びその周辺火山、並びに周辺地形等に関する資料の収集及び取りまとめを行った。

3.2 八幡平周辺詳細調査

現地調査及び試料分析の結果から、約6,000年前の噴火による八幡平火山灰を追跡し、分布範囲を特定することができ、他の縫層火山灰の形状や化学的性質を把握することができた。

3.3 地形解析

1mDEMから作成した赤色立体地図を用いて、火口や断層地形等の微地形を解析した。

その結果、八幡平山頂付近等で小火口群らしき地形を確認した。

4. 防災特性調査

噴火に伴う土砂移動現象に対応するハード・ソフト対策の必要性を検討するために、周辺地域の防災特性を調査した。

5. 土砂移動実績図の作成

八幡平火山を起源とする火山灰について、土砂移動実績図を作成した。

噴火様式は、爆発力の高い「水蒸気爆発」で、給源は八幡沼やガマ沼等の複数の火口群と考えられる。

6. 想定する噴火規模と現象の設定

6.1 噴火の規模、噴火のタイプ、位置の検討

想定する噴火は、約6,000年前に発生した最大規模の実績を基にした結果、想定される火口は八幡沼を含む周辺の火口群であるとし、噴火様式は水蒸気爆発となった。

噴出量は約93万 m^3 で、噴石、降灰、融雪型火山泥流、降灰後の土石流を対象となる現象に設定した。

6.2 噴火による土砂移動現象の検討

噴火に伴う発生する土砂移動現象のひとつとして「火山泥流」を想定し、規模が最も大きくなる「積雪期に発生する泥流」を対象として泥流規模を試算した。

6.3 降雨による土砂移動現象の検討

降灰後の降雨により土石流を引き起こす可能性がある範囲について、15度以上の斜面で火山灰が5cm以上堆積している流域に設定し、河床縦断勾配が15度以上の区間の流域とした。

6.4 「融雪型火山泥流」及び「降灰後の土石流」の発生流域

火山泥流及び土石流の発生が想定されるのは、松川流域、兄川流域及び玉川流域、土石流は安比川流域で発生すると予想される。

7. 火山防災対策の必要性検討

7.1 ハード対策の必要性

松川、兄川、玉川、安比川の各流域で発生する「融雪型火山泥流」及び「降灰後の土石流」について、ハード対策の必要性を整理した。

対象流域毎に泥流・土石流の土砂量に対する既往施設効果量を比較した。

7.2 ソフト対策の必要性

噴火した場合、住民や観光客を安全かつ迅速に避難させる必要がある。

八幡平火山で避難活動を行う際に問題となる点を確認し、その内容について整理した。

(1) 八幡平で想定される現象及び被害

八幡平で想定される現象毎（噴石、降灰、泥流、降灰後の土石流）の噴火・現象の「発生のタイミング」と「特徴」、被害予想エリアと地域特性及び想定される被害について取りまとめた。

(2) ソフト対策の必要性

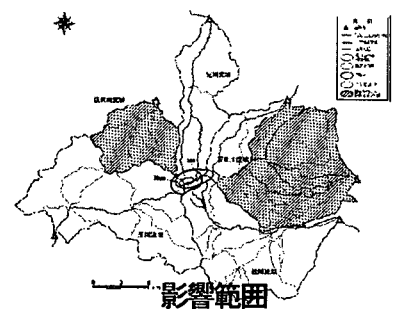
八幡平火山は、想定火口及びその周辺地域が観光地となっており、多くの人が集まる（火口まで人が近寄れる）場所であることから、火山性の異状に備えてソフト対策について対応していく必要がある。

◆防災・普及活動：ハザードマップの整備、住民及び観光客への防災・普及教育等

◆火山防災体制づくり：火山防災ガイドライン整備等

◆警戒・避難機器の整備：初期活動を捉えるための機器（高感度地震計等）整備等

◆初期活動による被害軽減のための対策：避難場所の整備等



八幡平山系小先達川第1砂防堰堤魚道遡上調査について

東北地方整備局 湯沢河川国道事務所

1. 調査目的

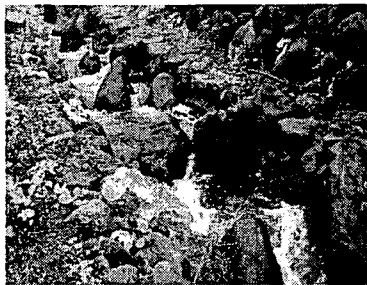
魚類は、産卵・成長・種の保存を目的とし河川内を活発に移動するものであり、魚道は堰堤の上下流を移動する際の重要な通路の役割を担うものである。

本調査では、イワナを用いて魚道の利用状況を調査することによりその機能性を検証し、今後の魚道設計に活用できる資料を収集することを目的とした。

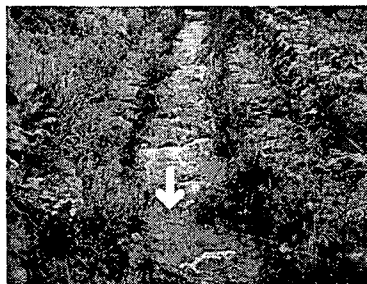
2. 調査箇所

調査箇所である小先達川第1砂防堰堤は、雄物川水系玉川の支川となる小先達川の流路 延長4.6 kmのうちおよそ3.2 km地点に位置する。

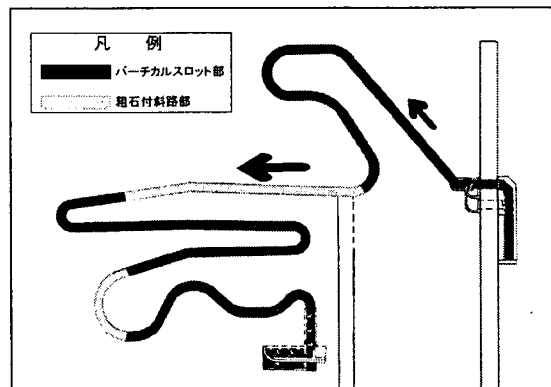
魚道は、自然石を用いたパーチカルスロットと粗石付斜路の2タイプが混合した魚道で延長は260 mとなっている。



パーチカルスロット



粗石付斜路



魚道平面図

魚道諸元表	
対象魚	イワナ・ヤマメ等
設計流量	$Q=0.25\sim0.55\text{m}^3$
型式	パーチカルスロット(自然石)・粗石付斜路
勾配	$I=1/18\sim1.71\text{m/秒}$
設計流速	$0.62\text{m/秒}\sim1.71\text{m/秒}$
延長	260 m

3. 調実施日

春期調査：平成15年 6月10日～13日

秋期調査：平成15年11月 7日～13日

4. 調査手順

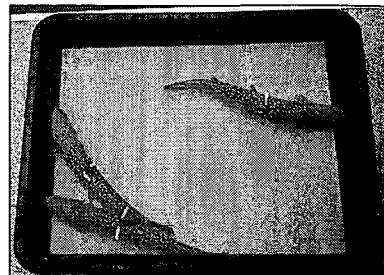
1. 堰堤の上下流に生息する魚類は、主としてイワナ・ヤマメであることより、本調査でイワナ・ヤマメを供試魚として用いた。供試魚の総数は春期250尾、秋期230尾(天然魚5尾)で実施した。

魚放流群は、供試魚の背びれに有色のビニールリボンで標識を付けること、及び無標識群を加えることで識別した。

(1) 調査は、魚道入口周辺に供試魚の滞留が懸念されるため、調査開始3日前には放流場所の下流側に水質等に適応させるため準置した。

(2) 放流後は、調査員10名で目視および水中ビデオ・陸上ビデオを用いて遡上経路、遡上行動の記録を行った。

2. 魚道出口に遡上魚を捕獲するトラップ（捕獲網）を設置し、3時間毎に引き上げて遡上魚の確認を行い、引き上げと同時にトラップ直下流において水深・流速・水温等また、秋期調査時は照度測定も合わせて測定し物理的なデータ収集に努めた。



リボン付きイワナ

5. 調査結果

1. 遡上率について

春期は、放流した250尾の内、30尾が魚道出口のトラップで捕獲され遡上率は11.5%であった。

秋期は、放流した230尾の内、19尾が魚道出口のトラップで捕獲され遡上率は8%であった

2. 照度との関係

遡上魚の内、夜間(0.0lx)の遡上率は5%であった。

3. 遡上個体と体長について

春期は、体長15～25mm未満の個体が100%でありそれ以上の大型魚の遡上確認はない。

秋期は、体長15～25mmが全体の78%を占めており250～450mm未満の個体も7尾放流の内3尾の遡上(43%)が確認された。

4. 魚道通過時間について

春期調査時は、放流から46時間で76%が到達した。秋期は、放流から144時間で86%であった。春期と秋期では遡上時間に違いがみられた。

遡上通過時間の最短は、8時間で最長144時間であった。

5. 天然魚と養殖魚について

放流個体に、両種を混入させ同時に放流した結果、特異な行動は認められない。

6. 遡上経路について

魚道内の遡上経路は、どの個体も概ね同じ遡上経路であった。それは、魚道隔壁から剥離しない場所(隔壁と水脈間に空洞がない)水脈層の厚い所を遡上経路として選出していた。

6. 考察

本調査結果から、小先達川砂防堰堤に付帯している魚道は十分に機能していることが明らかとなった。その根拠を下記に列記する。

・供試魚に用いたイワナは、養殖魚であるが短期間での遡上が認められること。

・体長の差異に係わらず遡上が認められること。

さらに、人為的影響が大きい条件の中で供試魚・天然魚の遡上が同時に確認されたことより魚道は良好に機能しているものといえる。

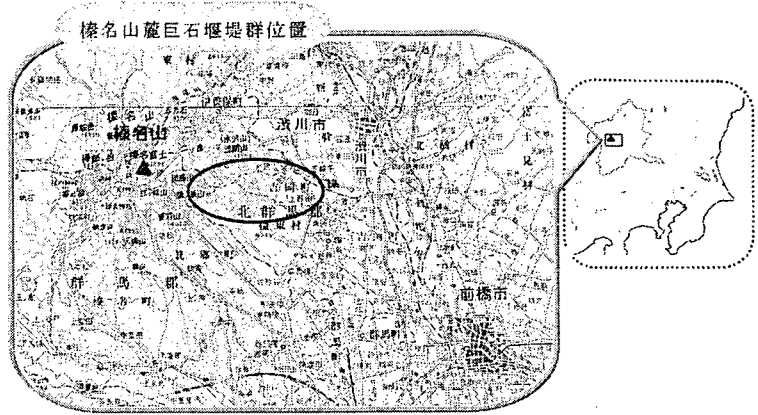
榛名山麓の巨石堰堤群調査について

調査機関名：利根川水系砂防事務所

1. 地域の概要

榛名山麓は、群馬県を中心に（前橋市）よりやや北西に位置し、南東には関東平野が広がっている。

榛名山は、山頂を中心に放射状の谷が発達した開析（風化・侵食などの外部からの働きによって地表面が削られて封雑な起伏をもつようになること）の進んだ第四紀の複合火山である。山麓からいくつも流れ出す河川により侵食・分断され、急傾斜で囲まれた舌状の盛り上がった地形となっているが、山麓は全体的に平坦である。現在の河川はさらにこの地形面を侵食しながら流れている。



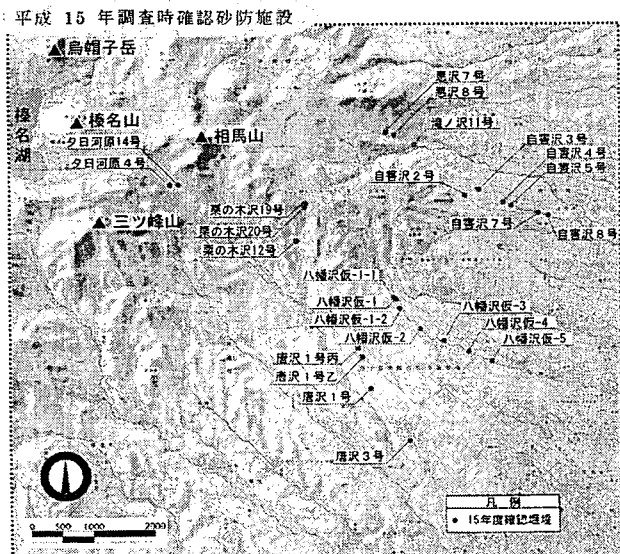
巨石堰堤群は榛名山麓の東麓にあり、工事は明治15年2月頃に開始され、明治15年から17年に大部分が建設された。

2. 調査の目的

本調査は、榛名山麓に残されている巨石堰堤などの歴史的砂防施設について、既往施設における歴史的経緯の調査や、各施設の実測調査などをもとに、その歴史的な目的・意義・構造・施工経緯等の調査を行い、今後の保存・活用の基本的考えかたを検討することを目的とした。

3. 巨石堰堤の整備経緯と構造及び配置

利根川はこれまで幾度となく大洪水を繰り返し、多くの災害をもたらしていたため江戸時代から河川改修がされていた。榛名山東麓で砂防事業がされるようになったのは、複数の理由があるが、主にその利根川治水上重要な区間のひとつであった吾妻川合流点から烏川合流点にかけて、多量に土砂を供



利根川治水上重要な区間のひとつであった吾妻川合流点から烏川合流点にかけて、多量に土砂を供



給する溪流が数多く榛名山麓に集中していたことによると考えられる。

全体的な施設配置の特徴として、源頭部に施設が配置されているものと堆積区間に多く施設が配置されているものの2つに大別できる。巨石堰堤は、直径2 m前後の巨石を谷積したもので、榛名山麓に総数120基建設され、本調査時には25基確認されている。

堰堤の特徴として、

①天端は縄だるみ形状、②平面形は緩アーチ状、③現地で採取した巨石ということが確認された。

4. デ・レイケとの関わり

明治維新後、日本政府は国の近代化を目指して、科学技術や工学の分野に新しい技術を導入しようと、諸外国から多数の外国人を招いた。ヨハネス・デ・レイケもそうした外国人土木技師として、明治6年にオランダから来日した。彼らが最初に取り組んだのは淀川流域の河川改修で、日本初の近代的河川工事と言われている。

デ・レイケは、内務省で各地の事業に関係し、淀川水系の治水事業のほか、木曾川、常願寺川、利根運河計画改訂などの調査、計画、工事などに従事した。

デ・レイケは、他のオランダ人技師が次々帰国するなかで、1人日本にとどまり、日本の近代化に欠かせない安全な河川の実現を目指して、実に30年間にわたり情熱的に難事業に取り組み続けた。

榛名山砂防事業とデ・レイケをはじめオランダ技師との関係を直接示した資料は、今のところ発見されていない。しかしながら、デ・レイケに関する既往の資料のうち、デ・レイケが先に帰国したエッセイに宛てた手紙の文面等から、断片ではあるが、榛名山砂防とデ・レイケとの係わりについて推定できる。

【榛名山砂防事業とデ・レイケとの係わりに関する資料の要約】

- ・デ・レイケは内務省の石井土木局長から利根川砂防の必要性を聞いた。(明治13年4月3日付手紙)
- ・松方は石井の話聞いて水源地での砂防の必要性を理解するとともに、利根川上流域でも砂防が必要であることを石井と話し合った。(明治13年4月3日付手紙)
- ・松方は綺田山(京都・不動川)の視察により砂防の有効性を確信した。(明治13年4月12日付手紙)
- ・大阪でデ・レイケから砂防技術を学んだ内務省技師の米倉と宇佐見は、利根川で工事を実施する計画である。(明治14年7月19日付手紙)
- ・宇佐見と米倉が明治16年7月に関宿の利根川出張所に着任した(上林好之論文)
- ・デ・レイケが利根川の工事のため、前橋に出張する。その工事は清水が担当する。(明治17年2月26日付手紙)
- ・ルムデル設計による邑楽郡地先の利根川改修工事完成。(明治21年9月16日付上毛新聞記事)

5. まとめ

榛名山麓に今も現存する明治10年代に建設された巨石堰堤群は、歴史的砂防施設として、高く評価されるべきものと考えられるが、未だに未解明の点も多くある。

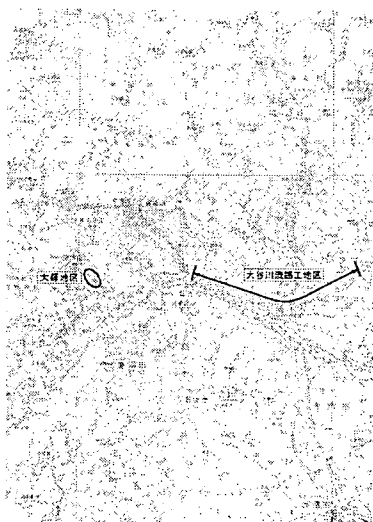
今後さらに、榛名山巨石堰堤群に関する調査や研究が進み、これらの価値の認識が深まり、またそれにふさわしい保全がとられ、より多くの人にその価値が理解されることが望まれる。

自然環境モニタリング調査

【日光砂防】

○調査の目的

本調査は、大谷川流域にて実施している砂防施設（床固群、山腹工）について、動植物のモニタリング調査の実施することにより、砂防施設を設置することによる自然環境への影響把握を行うものである。



○調査範囲

大薙地区（大薙山腹工）
大谷川地区（大谷川床固群）

○調査項目

既往文献
植物調査（植生図作成調査、植物相調査）
鳥類調査（ラインセンサス法、定点観測法）
両生類・爬虫類調査（捕獲確認）
ほ乳類調査
（目撃法、フィールドサイン法、トラップ法）
陸生昆虫類等調査（
見つけ取り法、ビートイング法、スウィーピング法、ベイトラップ法、ライトアップ法）

○平成14年度～平成15年度の調査結果

大薙地区（山腹工）

大薙地区は、山腹工の緑化に用いたヤシヤブシが年数を経て群落を形成し、陸上昆虫類の生息環境を形成しており、山腹工の施工による植生の再生や動物相の変化がみられ、多数の陸上昆虫類が確認されている。

調査項目	確認種数	特 定 種	
植 物	87科411種	29種	オビランジ、イチドリなど
鳥 類	8目26科61種	5種	ハクマ、オオソ、オオカ、ハブサ、サンショウクイ
両 生 類	2目 3科 4種	0種	
爬 虫 類	1目 1科 1種	0種	
哺 乳 類	6目11科17種	1種	カモシカ
陸上昆虫類	14目161科685種	0種	

モニタリング指標種

（植物）オビランジ、イチドリなど
（鳥類）ハクマ、サンショウクイなど
（哺乳類）カモシカなど

代表生物群相

陸域植物相（ブナ群落、ミズナラ群落、ヤシヤブシ群落等）
陸域動物層（鳥類群集、ホトジカ個体群、陸上昆虫類）

大谷川地区（床固群）

大谷川地区は、床固群の整備により河岸が比較的安定しているため、多様の植物種が生息し、河岸にはイワナやヤマメなどの溪流魚が生息しているとともに、カララノギクやカワラニガナといった現在の生息環境に適応した希少な植物種も確認されている。

調査項目	確認種数	特 定 種	
魚 介 類	4 目 6 科 1 3 種	1 種	ホトケトシヨウ
底 生 動 物	16 目 6 7 科 126 種	2 種	モリアカガイ、カガメ
植 物	128 科 834 種	5 種	ノダ イウ、カワジ シヤ、カララノギク、カララニガナ、ミクリ
鳥 類	11 目 3 1 科 8 8 種	6 種	チュウサギ、オオカ、ハイカ、チュウヒ、ハヤブサ、ノジコ
両 生 類	1 目 4 科 7 種	0 種	
爬 虫 類	1 目 2 科 5 種	0 種	
哺 乳 類	6 目 1 1 科 1 8 種	1 種	カモシカ
陸上昆虫類	15 目 234 科 1431 種	3 種	ギンイチモンジセリ、トモロキチヨウ、シヤマシギミ

モニタリング指標種

- （魚介類）ホトケトシヨウ、イナ、カジカ、アユなど
- （底生動物）モリアカガイ、エモンヒラカゲトウなど
- （植物）カララノギク、カララニガナ、カワジシヤなど
- （鳥類）オオカ、カルトリ、ヤマセミ、カガラス、ノジコなど
- （両生類）カシカガエル
- （哺乳類）カネズミ、ニホンサル、イタチ
- （陸上昆虫類）ダビトサエ、ツマクロキチヨウ、コムサキなど

代表生物群相

- 水域動物相（底生動物群集）
- 陸域植物相（オオイタダ-オオササギ群落、ヒメカシヨモギ-オオアチノギク群落、ヤサギ群落）
- 陸域動物層（鳥類群集）

○今後の調査の予定

平成15年度業務にて選定されたモニタリング指標種について、平成16～17年度にかけて定量的なモニタリング調査を実施し動植物の生息状況を把握するとともに、代表的生物群の生息状況について簡易的なコドラート調査等により生息構造の把握をおこなうことにより、砂防施設による自然環境への影響把握を行う。

水と緑の溪流づくり調査 ～松木山腹工における緑化効果の把握～

関東地方整備局 渡良瀬川河川事務所

1. はじめに

松木地区は、渡良瀬川の最上流域の松木川流域に位置しており、1610年の銅山発見以来、開発が進められてきたが、足尾銅山の精錬に伴う煙害や山火事により一時は無立木地帯となる程の被害を受け、大量の土砂が流出した地域である。

このため砂防事業の最重点箇所として山腹工等の整備が進められ、近年では土砂の流出防止や植生の回復、そこに生息する生物の回復がみられるようになった。

今回の調査は、松木地区の山腹工施行箇所において、砂防事業による土砂拵止効果と土壌の回復状況の把握を行ったものである。

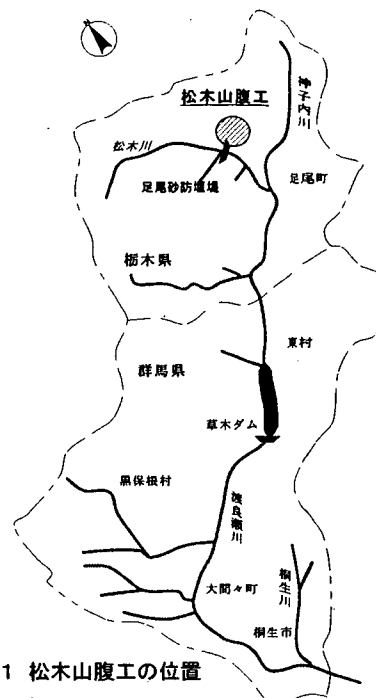


図1 松木山腹工の位置

2. 調査内容・結果

2.1 土砂拵止量調査

松木地区では、複数の基礎工および植生工が施され、一部ではボランティアによる植栽が実施されている。これらの効果を把握するため、松木地区ボランティア植栽ゾーンにおいて土砂拵止量調査を実施した。

(1) 調査方法

H10-14年実施の緑化地区において、施工年の異なるエリアから典型的地点（各1～2地点）と対照区（未緑化地から2地点）を選定した（図2）。調査は土砂受け箱を各調査区の斜面下部に設置し、堆積土砂量を定期的（2003年8月-2004年1月）に測定した。

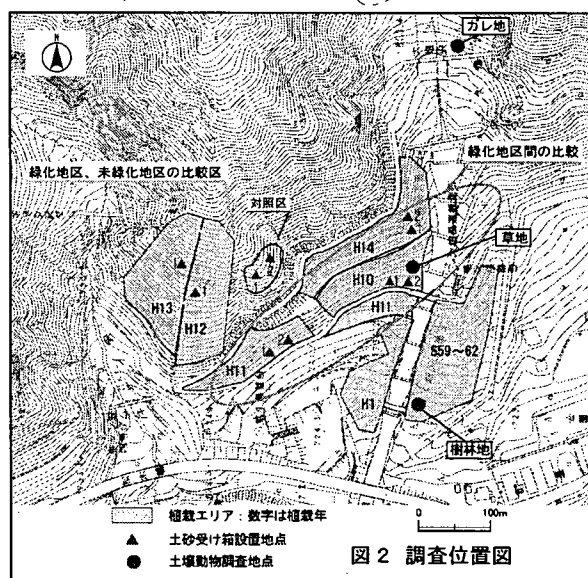


図2 調査位置図

(2) 調査結果

・緑化地区と未緑化地区の比較

同じ斜面に位置する緑化地区 H12-1、H13-1 と対照区との堆積土砂量を比較した。その結果、緑化地区は未緑化地区に比べ、堆積土砂量が数百分の1であった（図3）。

・施工時期の異なる緑化地区間の比較

H10、H11、H14年の緑化地区は同じ斜面上に位置し基礎工として木柵工と筋工が敷設されている。土砂受け箱を木柵工の直下に配置し、箱より上方の斜面距離と箱の幅から1㎡あたりの土砂移動量を算出した。図4より、施工年代にかかわらず何れも一定の土砂拵止効果がみられた。ただし、H11-1のみ突出して大きな値を示しているが、これは当該箇所の基礎工に一部損壊があり、土砂受け箱に

礫が多く流入したことに起因する。

また、H14 地区（草本優占）と、H10 地区（低木優占）との差が小さいことから、今回調査期間中に発生した程度の降雨（日最大降水量約 150mm）に対しては、基礎工が安定していれば施工後間もない場合でも土砂扞止機能を発揮しているといえる。

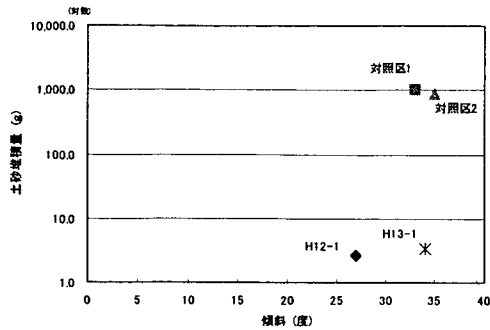


図3 緑化地区と未緑化地区の土砂堆積量

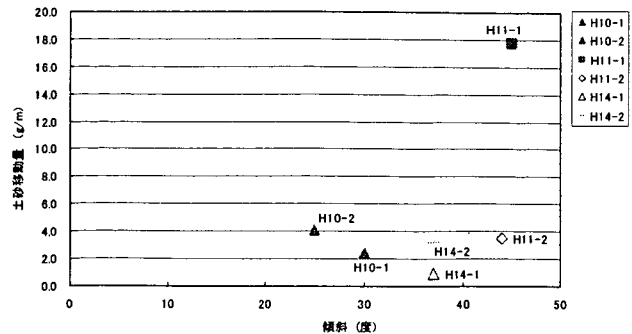


図4 各緑化地区の土砂移動量

2.2 土壌動物調査

(1) 調査方法

調査は環境の異なる3地区（ガレ場 [未緑化、直径 20-40cm の礫]、草地 [H10 年緑化、ススキ・イタドリ群落]、樹林地 [S60 年頃緑化、20m 前後のヤマハンノキ・ケヤキ群落]）で表土を採取し、大型土壌動物（ミミズ、コウチュウ等）とササラダニ類について分析を行った。

(2) 調査結果

大型土壌動物とササラダニ類の出現状況より、各地区の自然性の回復状況を評価した。評価手法としては、健全な環境からどの程度隔たっているかを、土壌動物の群集組成によって評価する「自然の豊かさ評価（青木、1989）」を用いた。

各地区の土壌動物群による自然の豊かさ評価の結果を図5に示す。大型土壌動物、ササラダニ類とも「ガレ場」の評点が最も低く、「樹林地」が最も高い結果となった。これは「草地」では植栽後3年と日が浅いため土壌動物からみた環境は安定しておらず（特に大型土壌動物）、「樹林地」では植栽後18年が経過することで土壌が成熟し、評点が高くなったと考えられる。

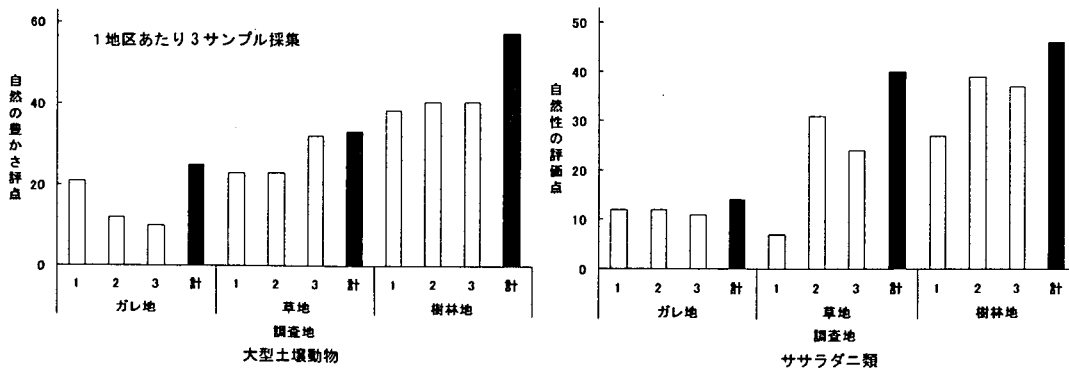


図5 自然の豊かさの評価

3. 今後の課題

今回の調査では階段工の施工区でのみ調査を行ったため、吹付工など工種の異なる緑化地区間で土砂扞止効果を比較することも重要である。さらには、周辺の自然林地区等にも調査地点を設置し、土砂移動量や植生、土壌の状況を比較することにより、山腹緑化による土砂扞止効果や生態系の回復効果の評価が可能になると考えられる。

平成15年度野呂川溪流環境モニタリング調査【概要】

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

本業務は、野呂川において自然環境の調査（マニュアルでいう魚介類調査、底生動物調査、植物調査、鳥類調査、両生類・爬虫類・哺乳類調査、陸上昆虫类等調査並びにマニュアル（案）でいう水域の調査、流量・水質の調査）を行い、自然環境実態を把握する。また、従前の調査成果、今回調査の結果から選定したモニタリング種についての追跡調査を行う。

2. 調査結果（平成13年度及び平成14年度調査結果も含む）

モニタリング候補種の選定：これまでに実施した調査結果と、アドバイザーの助言を踏まえて、モニタリング種を選定した。また、モニタリング種の影響要因、影響・変化予想及びそれに対する解析事項について、検討した。

表 2-1 モニタリング種の選定理由

モニタリング種	選定理由
【魚類】 イワナ・アマゴ	濁水・アルカリ溶出による生息環境の悪化、供用後における河川形態や河床の変化により、繁殖環境の変化、個体数の増減、生息域の移動が考えられることから選定した。
【底生動物】 底生動物全種	濁水・アルカリ溶出による生息環境の悪化、供用後における河川形態や河床の変化により、繁殖環境の変化、個体数の増減が考えられ、また、魚類の餌となる観点から、魚類の餌環境にも関連することから選定した。
【植 物】 ・ミヤマヤシャブシ （先駆性木本類代表） ・ミヤマハタザオ(草本類代表) ・移入種(外来種、逸出種、 依存種、吹付種)	ミヤマヤシャブシ：砂防堰堤の設置により、河道周辺の河川敷が安定する可能性がある。ミヤマヤシャブシは安定した河川敷に生育する先駆的植物であることから、その安定の指標として選定した。 ミヤマハタザオ：環境の変化が少なく、陽当たりの良い環境に生育するため、ミヤマヤシャブシとの分布範囲が相反する場所になる場合が多い。したがって、草本類と木本類（ミヤマヤシャブシ）の遷移変化の代表として選定した。また、ミヤマハタザオは、クモツマキチョウの食草であり、その分布状況でクモツマキチョウの生息分布に影響する。 移入種：外来種等の移入は、調査区域の在来種の植生分布に変化を与えるおそれがあることから選定した。
【両生類】 カジカガエル	濁水・アルカリ溶出による生息環境の悪化、供用後における河川形態や河床の変化により、繁殖環境の変化、個体数の増減、生息域の移動が考えられることから選定した。
【陸上昆虫類】 クモツマキチョウ	溪流を代表するチョウ類で、ミヤマハタザオに産み付けられた卵や幼虫は、比較的確認しやすいため選定した。

表 2-2 モニタリング種の影響要因、影響・変化予想及びそれに対する解析事項（案）

モニタリング種	影響要因	影響・変化予想	解析事項(案)	解析事項(案)に対する課題等
【魚 類】 イワナ・アマゴ	①濁水 ②アルカリ溶出 ③河川形態・河床材 料の変化	・エラ呼吸阻害→個体数減少 ・pH 耐久性→個体数の減少 ・ザラ瀬の増加、淵の減少等 →産卵場所の消失、餌・生息環境 の変化→個体数の減少	・調査地点別の分布状況 ・調査地点別の捕獲個体数の 変化 ・肥満度の計測による成長状 況	・魚類の捕獲個体数は多くない。個 体数の増減による影響評価及び肥 満度による施工中・施工後のデー タと比較できるか疑問が生じる。更 なるデータの蓄積が必要？ ・工事の影響(濁水・アルカリ溶出 等)を把握するため、施工中・施工 後の各段階で、河川形態や水質調査 と関連付けて実施することが必要。
【底生動物】 底生動物全種	①濁水 ②アルカリ溶出 ③河川形態・河床材 料の変化	・水質変化による耐久性→個体数 の減少 ・ザラ瀬の増加、淵の減少等 →繁殖・生息環境の変化→相構成 の変化・個体数の減少又は増加	・生活型及び食性の区分 ・調査区間別の底生動物相の 分布状況 ・調査区間別の個体数の変化 ・季節別の底生動物相の分布 状況 ・季節別の個体数の変化 ・類似度指数 ・多様度指数 ・水質汚濁指数	・定量的なデータが取りやすく、類 似度等の数値解析には適しており、 今後、施工中・施工後の結果と比較 して、その動向を把握することは有 効的である。 ・工事の影響(濁水・アルカリ溶出 等)を把握するため、施工中・施工 後の各段階で、河川形態や水質調査 と関連付けて実施することが必要。
【植 物】 ・ミヤマヤシャブシ (先駆性木本類代表) ・ミヤマハタザオ (草本類代表) ・移入種 (外来種、逸出種、依 存種、吹付種)	①改変 ②河川敷の安定 ③外来種等の移入・ 拡大 ④吹付け種の拡大	・生育場所の消失→個体の消滅 ・「河川敷の安定」 →ミヤマヤシャブシ分布拡大 →ミヤマハタザオ分布縮小 ・「通常の溪流攪乱」 →土砂堆積 →ミヤマハタザオ・ミヤマヤシャ ブシ分布→(遷移)→攪乱→土砂 堆積 ・外来種の移入→在来種の縮小 ・吹付け種の拡大→在来種の縮小	・各種の生育の分布状況 ・ミヤマヤシャブシの樹林 高・樹冠植被率 ・ベルトトランセクトによる 河川断面の植生変化 ・(帰化率)	・樹林高、樹冠植被率の変化及び植 生分布の変化を把握するためには、 長期的なスパンでの追跡していく ことが必要である。
【鳥 類】 猛禽類 (イヌワシ、クマタカ)	①工事騒音	・繁殖放棄 →個体数の減少、種の保存に影響	・営巣の確認(営巣地の特定) (行動圏、高頻度利用域、計 画地周辺の利用行動)	・地形的、気象的な要因から、イヌ ワシ、クマタカ等の営巣地の特定は 非常に困難である。 ・砂防工事が猛禽類に与える影響 について、その判断が非常に難しく いため、調査、アドバイザーの指導を 受ける必要がある。
【両生類】 カジカガエル	①濁水 ②アルカリ溶出 ③河川形態・河床材 料の変化	・水質変化による耐久性 →個体数の減少 ・繁殖・生息環境の変化 →個体数の減少	・産卵・生息分布の状況 ・生息個体数の状況 ・類似度指数の算出	・出水状況や成体までの生存率によ り、特に幼生の確認はバラツキが出 てくる可能性があるため、個体数の 増減による影響評価と同時に生息 環境別による解析も必要になって くる。
【陸上昆虫類】 クモマツマキチョウ	①ミヤマハタザオ の改変・縮小	・ミヤマハタザオの減少 →個体数の減少	・産卵・生息分布の状況 ・個体数の状況 ・ミヤマハタザオの生育分布 との照合 ・類似度指数の算出	・クモマツマキチョウの確認個体数 は多くないため、個体数の増減によ る影響評価は困難である。

姫川流域

1. 目的

長野県小谷村葛葉地区の山腹斜面は、近年崩壊地は拡大しており、現在のままでは、さらに溪岸崩壊が拡大すると想定されることから、早急な対策が必要と考えられる。特に、姫川本川の床固工、護岸工などの対策工を施行する場合において、施工時の山腹斜面の安全性を確保することが不可欠であり、とりわけ左岸山腹工の土砂生産源対策は最優先で実施するべきと考えられる。

ここでは、斜面の安定化を図り、姫川への土砂生産を抑制するとともに、河川内の砂防工事施工時の安全確保を目的として、葛葉山腹工の検討を行った。

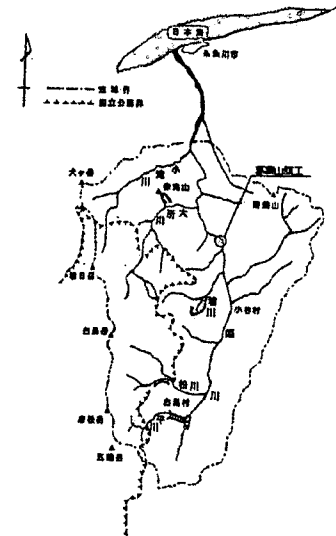


図-1 位置図

2. 検討方法

姫川本川の葛葉地区に床固工と護岸の工事を行ってきたが、葛葉上流2号床固工及び左岸側の護岸を施行するにあたって、施工時の左岸斜面の崩落が懸念された。当初計画の基本的考え方は、切土工を主体として斜面を安定させるものであった。しかしこの工法では大きく斜面を削ることになり、工期が長期化し、また莫大な費用が必要となる。そこで斜面の地質調査（ボーリング調査、弾性波探査、亀裂調査）を行い、施工時の安全性やコスト削減の観点から、工法の見直しを行った。

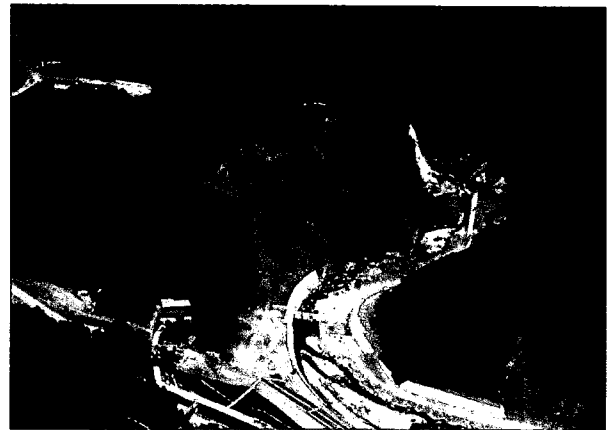


写真-1 葛葉地区（上流より）

3. 検討結果

3.1 地質調査結果

葛葉左岸斜面は大規模な岩盤崩壊堆積物からなり、岩盤崩壊堆積物は上位に分布する土砂状地山（厚25~30m）と下位の岩盤状地山から構成される。左岸斜面内部にはほとんど地下水は存在しない。斜面の安定勾配は、土砂状地山で1.2割、岩盤状地山で0.8~1.2割であり、岩盤状地



図-2 葛葉地区の平面図

山の斜面が0.8～1.0割で自立していることから、局所的な不安定要因を除けば、斜面はほぼ安定状態といえる。斜面には広範囲において同一構造を有する亀裂系が見られるが、大規模崩壊堆積物があると思われる範囲では亀裂の構造が非調和である。また、岩盤面の亀裂調査では、岩盤崩落が予測される箇所を中心として流れ目亀裂が存在した。

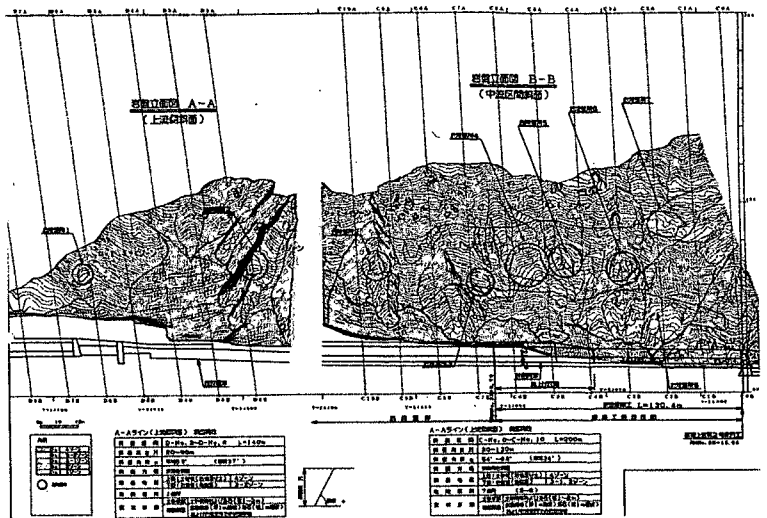


図-3 斜面状況図

3.2 対策工法の検討結果

斜面上位の土砂状部分は、この箇所で崩壊・落石が発生すると通常の待ち受け工では対応できないため、危険要因を除去する切土工法とした。斜面下位の岩盤状部分は、脆弱化した岩盤表面の崩壊や剥離型落石の発生を抑止するために、切土工法、吹付法砕工法、モルタル吹付工法から検討した。切土工法では斜面の安定度に対する確実性は高いもののコストが高く、大量の掘削残土の処分が問題となる。モルタル吹付工法は切土工より安価であるが、崩壊防止効果が低く安全性・耐久性に問題がある。吹付法砕工法は経済的にも優れ、崩壊の抑止効果も期待できるが、施工に手間が掛かる。総合的に評価した結果、土砂状部分は切土工法、岩盤状部分は吹付法砕工法にすることとした。

表-1 危険内容と対策工

区分	危険内容 (崩壊形態)	対策工法
土砂状部分 (斜面上位)	・土砂崩壊 ・落石 (抜け落ち落石径1～2m)	切土工
岩盤状部分 (斜面下位)	・小崩落 (脆弱化した表層の崩壊) ・落石 (剥離型落石、浮き石の落下)	切土工
		吹付法砕工
		モルタル吹付工

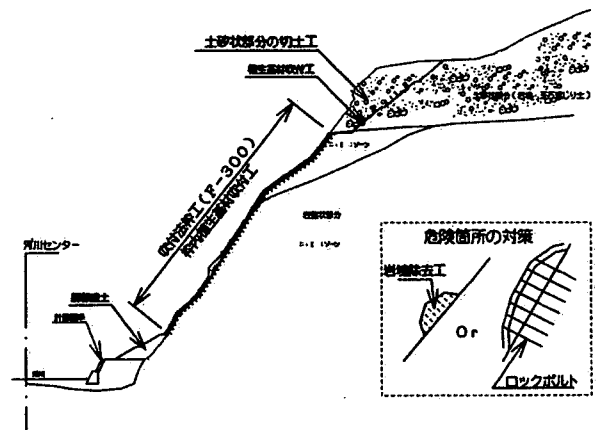


図-4 対策工案 (切土工+吹付法砕工)

4. まとめ

左岸川の斜面は地すべり移動岩体であることが判明したが、崩壊斜面の岩盤部分は、大規模な岩盤崩壊の要因は少なそうである結果が得られた。このことから、左岸側崩壊斜面の対策工は、岩盤状部分を吹付法砕工法とし、土砂状部分を切土工法にするものが妥当であると考えられる。

左岸側の対策工の最適案は示されたものの、崩壊斜面全体の亀裂の詳細が不明であるほか、崩壊地上流斜面の地質性状が不明であるので、山腹工の施工前には調査が必要であると考えられる。

砂防溪流における河床変動が水生生物に及ぼす影響

(河床変動に伴う水環境影響調査業務より)

国土交通省湯沢砂防事務所

1. はじめに

溪流は多種多様な生物が生息する場として流域の中でも重要な役割を担っている場である。溪流における具体的な環境影響に関する実態把握は今後の防災対策上必要不可欠となっている。特に、溪流では上流からの土砂生産や河床侵食によって、土砂移動に伴うディスタージョ（攪乱）が発生している。そこで、防災と環境を両立させる上で、このディスタージョをどのように考慮するかが重要である。

本研究は、砂防施設がある流域とない流域において、中小出水を対象とした土砂に伴う変動をとりあげ、河床変動が水生生物に与える影響について実態を把握することを目的とした。

2. 調査範囲及び調査内容

表1 調査内容と調査時期

調査流域は、砂防施設の有無による違いを比較するために、隣接している流域で流域面積などが同様な流域として、信濃川支川魚野川の右支流である水無川及び宇田沢川を選定した。水無川の流域面積は 50.2km²、流路延長 19.1km、平均河床勾配 1/19 であり、宇田沢川の流域面積は 37.8km²、流路延長 8.7km、平均河床勾配 1/10.1 である。水無川には本支川に 9 基の砂防堰堤と 2 基の床固工、溪流保全工が配置されている。水無川の調査区間は溪流保全工（護岸工、帯工）設置区間の内

調査項目	調査内容	調査年月日							
		H13年	H14年			H15年			
		冬期	春期	洪水時	洪水後	秋期	早春	春期	秋期
①測量	縦断測量	12/4~5	5/29~6/5		8/21~27	10/15~18		5/30~31	10/21~22
	横断測量	11/22~23	5/29~6/5		8/21~27	10/15~18		6/1~3	10/23~27
②河床材料	線格子法	11/20	6/5		8/27	10/11		6/5	10/20
	垂直写真	11/20	6/5		8/27	10/11		6/5	10/20
③水質	溶存酸素、全窒素、硝酸性及び亜硝酸性窒素、アンモニア性窒素、全リン、リン酸イオン総リン、pH、水温	12/5	5/22			10/17	5/6	6/17	10/16
④魚類	現地観測	12/5	6/5			9/20	4/28	6/4	9/29
⑤水生昆虫	現地採取及び同定	12/5	5/22			10/17	5/6	5/26	10/17
⑥水際植生	コラード調査、写真	11/22	7/3			10/11		5/26	10/17
⑦付着藻類	付着藻類の採取及び解析	12/5	5/22			10/17	5/6	6/17	10/17
⑧定点写真撮影	地上2.9mからの写真撮影	11/22	6/5		8/27	10/11		6/5	10/20
⑨流量観測	水位、流速			7/10, 10/2					

の約 500m 区間（河床勾配 1/56）とした。宇田沢川の調査区間は砂防施設が配置されていない流路区間の約 350m（河床勾配 1/46）とした。調査項目及び調査時期を表 1 に示す。なお、調査期間中には、平成 14 年 7 月、10 月に中小出水が発生した。各出水規模は、7 月出水が約 2 年超過確率日雨量、10 月出水が約 8 年超過確率日雨量であった。

3. 調査結果及び考察

縦横断測量からは以下の点が把握された。水無川では平成 14 年 7 月出水によって、右岸側に形成されていた砂礫堆が消滅し、平成 14 年 10 月出水後に砂礫堆が再度形成された。平成 15 年春期調査時には、融雪出水の影響により、下流側の砂礫堆が消滅した。宇田沢川では平成 14 年 10 月出水後時に調査区間中央部付近の滞筋が大きく右岸側に移動した。平成 15 年春期には融雪出水の影響により、調査区間の滞筋は右岸側への流れと左岸への流れの 2 方向に分かれた。このように、溪流保全工が配置されている水無川でも滞筋は移動しているが、その移動範囲は小さい。宇田沢川では水無川よりも河床変動が顕著であった。

魚類調査結果を図 1 に示す。水無川と宇田沢川の調査結果を比較すると、魚類種数及び魚類数とも宇田沢川の方が多く確認できた。ただし、水無川では、漁協へのヒアリングにより魚野川と通水が確保されている期間はマス、イワナ等が多数遡上するとのことであったが、現在は魚野川との合流点付近の横工（テトラポット）による落差により魚類の遡上が不可能な状況であった。早春期における水無川の早瀬の流速は約 0.8m/s、平瀬・淵で約 0.4m/s であり、宇田沢川の早瀬の流速 0.6~0.8m/s、平瀬・淵の流速 0.3~0.5m/s とほぼ同値である。平成 15 年 3 月~5 月の大倉水位観測所（水無川）の水位データから最大流速を推定すると約 3m/s であり、流速 1.0m/s を記録した期間は、3 月下旬から 5 月下旬である。融雪期は 2 ヶ月程度と長いことから、水無川に生息している魚類は下流側に移動し、融雪出水期が終了する頃に再び戻ってくる事が考えられる。このことは早春期調査と春期調査を比較すると、早春期の魚類数は少なく、融雪出水が終わった頃（春期）には魚類数が増加していることから想定できる。水無川

と宇田沢川の状態の違いは、魚類が留まることができる場所（淵など）の数である。現在の水無川の調査区間では魚類が留まる場所（淵など）が少ないことから、同区間は魚類の通過区間であると想定される。水無川調査区間外にあるS型淵では多くの魚類を確認できたことから、今後は、魚類が留まりやすい淵が形成されやすい環境を創出することが可能であれば、魚類が留まりやすくなり、多数の魚類が生息できる環境になると考えられる。水無川で捕獲されたヤマメ、イワナの胃の内容物を調査した結果、陸上昆虫類及び水生昆虫類が確認された。ヤマメでは陸上昆虫類と水生昆虫類の割合が50%ずつであり、イワナでは陸上昆虫類が66.2%、水生昆虫類が33.8%であった。水無川で計測された水生昆虫の湿重量は最大で2.84g/0.25m²であり、少なめであるが、水無川の水際植生は安定していることから、陸上昆虫類も多いと想定される。水無川で確認できたニジマスやカジカも肉食性の魚類であることから、水無川では魚類の餌の環境としては問題ないと考えられる。

水生昆虫の調査結果を図2に示す。水生昆虫の出現種類数は両流域で大きな違いはない。平成14年の出水後では宇田沢川の出現種類数は半減したが、水無川では大きく減少することはなかった。ただし、水生昆虫の種類数は早春期が最も多く、春から夏にかけて羽化することから秋期～冬期が少なくなる傾向はある。水生昆虫の湿重量については、水無川、宇田沢川とも平成14年出水後の調査では激減したが、平成15年早春期調査ではほぼ前年並みに回復している。このように、平成14年出水規模であれば、1年程度で元の状態に戻ると想定される。

付着藻類の調査結果を図3に示す。クロロフィルa量は宇田沢川が水無川よりも多い結果となった。これは、水質結果から勘案すると、有機態窒素・有機態リンの値は宇田沢川が水無川より大きく、河川間に差が生じていることも関係があると考えられる。平成14年出水後では宇田沢川のクロロフィルa量は減少しているが、水無川では出水の影響は受けずに増加していることは興味深い。また、水無川は通年を通して増水による剥離等の影響で増減はあるが、宇田沢川に比べ安定している。水無川は宇田沢川よりも河道を変えるほどの土砂移動が少なく、変化率（増減率）が低いものと推察される。

4. おわりに

本研究では、水無川と宇田沢川において、3カ年にわたり、中小出水を対象とした土砂に伴う変動をとりあげ、河床変動が水生生物に与える影響を把握した。その結果、毎年の融雪出水は土砂移動を発生させるとともに、水生生物にも影響を及ぼしているが分かった。融雪出水は毎年同時期に、同規模の出水が繰り返されるものであることから、定期型ディスタートバンスが発生しているといえる。この定期型ディスタートバンスの状況下では、水生生物は繁殖場所や生息場所などを学習していると考えられる。特別大きな融雪出水が発生しない限り水生生物は元に復元する力を持っている。一方、台風や集中豪雨などの降雨による出水の発生は不定期であり、出水回数や出水規模も同一でないため、水生生物の学習効果を生じづらいと考えられる。我が国では不定期型ディスタートバンスが発生する回数が多い河川ほど、河床変動が大きく、水生生物にも変化を及ぼしていることが想定される。今後は、融雪出水がない流域における河床変動が水生生物に与える影響についても把握していく必要がある。

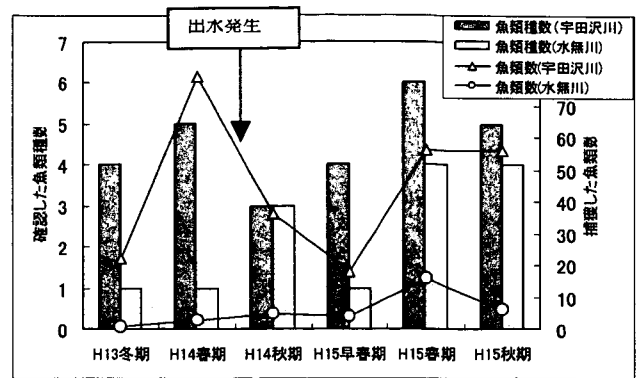


図1 魚類調査結果

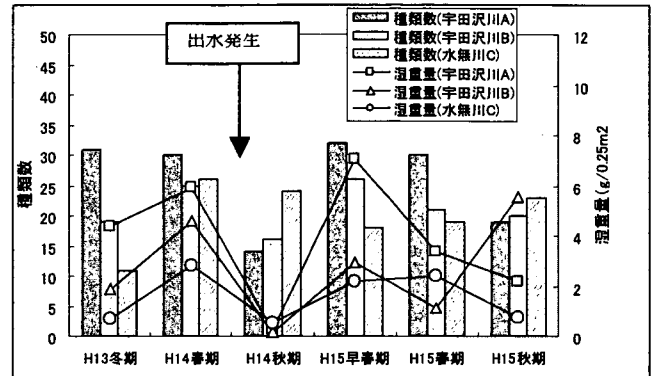


図2 水生昆虫調査結果

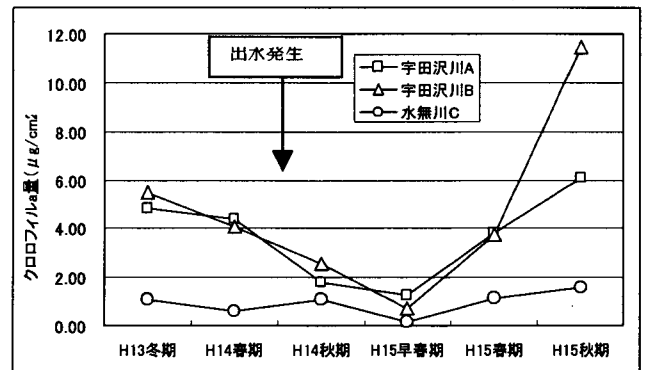


図3 付着藻類調査結果

タンクモデルを用いた立山カルデラ土砂崩壊危険度予測の検討について

北陸地方整備局 立山砂防事務所

1. はじめに

立山カルデラは、非常に脆い地質で覆われている。降雨の際には土砂崩壊、土石流等が発生する可能性があり、そこで働く工事関係者やカルデラ内の視察者の安全確保が重要な課題である。土砂崩壊の災害発生危険度の予測ができれば、危機管理体制を確立するうえでの一助となると考えられる。

本論は、立山カルデラ内における危険度の予測を行うにあたり、現地調査、タンクモデル作成、データ解析、問題点の抽出を行い、土砂崩壊危険度予測システム（以下、システム）の導入について、概要を紹介するものである。

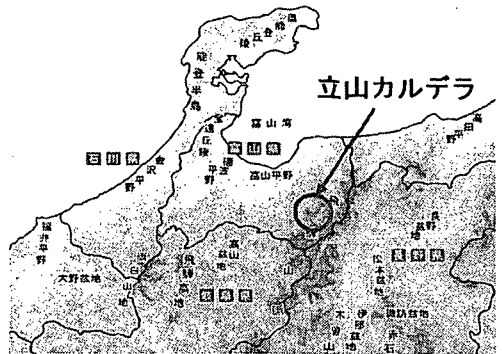


図-1 立山カルデラ位置図

2 現地調査

土壌雨量指数の算出にあたり、タンクモデル係数を正しく設定することが重要である。そこで、カルデラ内の土壌水分量を実際に観測し、第1タンクの係数を決定した。また、実測雨量と河川への流出量によりモデル全体の補正を行った。

以上の調査から、流域内における水の流出を正確に表現できるようタンクモデル係数を以下のように設定した。

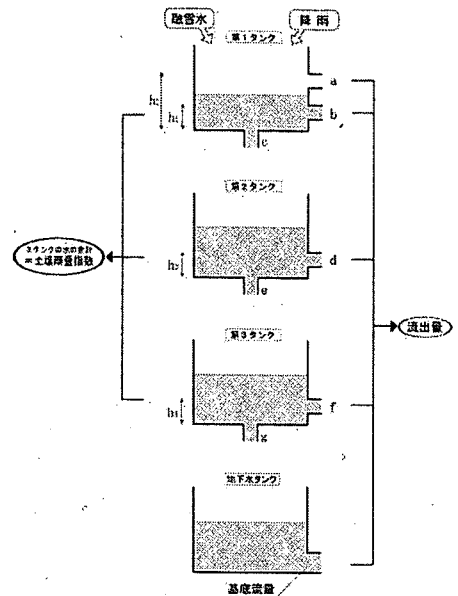


図-2 タンクモデル構造図

タンク係数	a	b	c	d	e	f	g	h1	h2	h3	h4
確定値	0.15	0.12	0.15	0.06	0.05	0.01	0.01	5mm	60mm	10mm	15mm

表-1 タンクモデル係数

3 土壌雨量指数警戒値の設定

システム運用にあたり、土壌雨量指数の警戒等基準が必要である。立山砂防事務所管内における昭和44年からの災害事例を参考に当時の土壌雨量指数を再現（図-3）し、再現された土壌雨量指数を基に警戒等の基準を設定した。大災害は土壌雨量指数が200以上で発生している為、嚴重警戒値を200とした。中災害は120以上の指数で発生しているが、実際には指数100あたりから危険な状態になっていると考え、この値を警戒値とした。注意値についても大災害と同様に70とした。

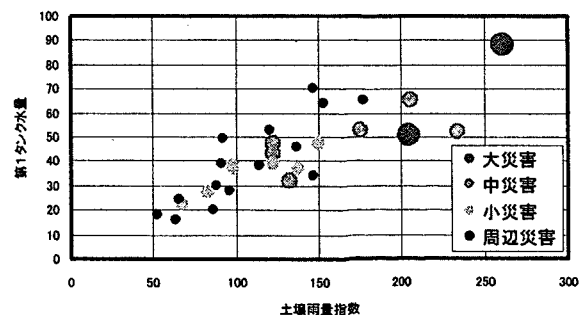


図-3 災害の規模と土壌雨量指数の関係

	注意値	警戒値	嚴重警戒値
土壌雨量指数	70	100	200

表-2 土壌雨量指数の警戒値

4 システム運用にむけて

実況雨量の把握について、常願寺川流域をメッシュ分割（約 5km × 5km）し、局地的な土壤雨量指数を算出することとした。

立山砂防事務所管内において、オンラインで利用できる雨量観測所は水谷と千寿ヶ原の 2 箇所のみのため、過去の全観測データから算出される各メッシュの雨量実測値と水谷・千寿ヶ原雨量の実測値との相関式を作成し、2 箇所の雨量実測値から各メッシュの雨量を推定した。また、水谷・千寿ヶ原のどちらかが欠測の場合、レーダーアメダス解析雨量データを補完的に利用してメッシュ雨量を推定した。

雨量推定の方法として、各観測所のデータをティーセン分割により各メッシュでの割合（表-3）

係数1	地点1	係数2	地点2	係数3	地点3	係数4	地点4
(1,1)	0.6	小見	0.4	千寿ヶ原			
(2,1)	0.3	千寿ヶ原	0.7	総股			
(3,1)	0.7	雑股	0.3	松尾峠			
(4,1)	0.9	松尾峠	0.1	五色ヶ原			
(1,2)	0.7	小見	0.3	千寿ヶ原			
(2,2)	0.6	千寿ヶ原	0.3	樺平	0.1	雑股	
(3,2)	0.5	松尾峠	0.2	水谷	0.2	樺平	0.1
(4,2)	0.4	松尾峠	0.6	五色ヶ原			
(1,3)	0.3	小見	0.1	千寿ヶ原	0.6	雑股	
(2,3)	0.1	雑股	0.4	岩井谷	0.1	千寿ヶ原	0.4
(3,3)	0.1	樺平	0.3	岩井谷	0.3	多枝原上流	0.3
(4,3)	0.3	五色ヶ原	0.7	多枝原上流			
(1,4)	1	雑股					
(2,4)	0.4	雑股	0.1	太郎平	0.5	岩井谷	
(3,4)	0.5	岩井谷	0.5	太郎平			
(4,4)	0.3	太郎平	0.7	多枝原上流			

表-3 メッシュ雨量値係数

を算出する。割合より算出したメッシュ雨量と水谷・千寿ヶ原両雨量との重回帰分析により、メッシュ雨量の推定式

$$(\text{メッシュ雨量}) = a \times (\text{水谷雨量}) + b \times (\text{千寿ヶ原雨量})$$

を作成した。

土壤雨量指数と土砂崩壊危険度の予測に必要な雨量予測は、気象庁が6時間先まで発表する降水短時間予測を用いた。雨量の予測は1時間毎に更新・再計算を自動的にを行い、危険度の予測をリアルタイムに実施できる機能を付加した。

5 今後の課題

現時点で、システムが対象とする災害は、主に地表近くで発生する崩壊（深さ約 1.6 m 程度：※1）であり、地中深くで発生する地すべりや降雨との影響が少ない落石（：※2）には対応していない。また、風による斜面の肌落ちや融雪水にも対応していない。

今後、第2、第3タンク、風、気温、融雪等の条件を加味した危険度の予測が必要と考えられる。

6 おわりに

システム運用に関しては平成 15 年 8 月に水谷出張所で施行に至ったばかりであり、現時点で危険度の指標とするにはまだ、試験的としか言わざるを得ない。今後、雨量データ等を蓄積し、システムの補正を継続的に実施していく必要がある。立山砂防事務所では、引き続き土砂崩壊危険度予測システムの調査検討をしていきたい。

参考文献：※1「土砂工学と気象」土質工学会編、1990 ※2「地すべり 崩壊 土石流 予測と対策」武居有恒監修、鹿島出版会、1983

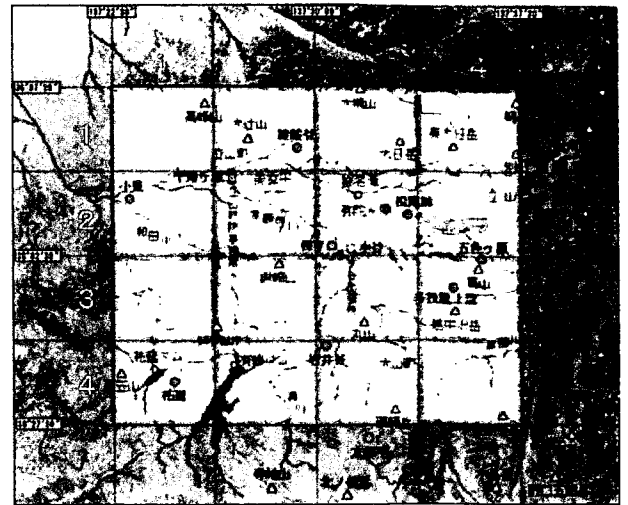


図-4 各メッシュのティーセン分割

	a(水谷)	b(千寿ヶ原)		a(水谷)	b(千寿ヶ原)
(1,1)	0.09	0.85	(1,3)	0.49	0.45
(2,1)	0.26	0.75	(2,3)	0.74	0.19
(3,1)	0.56	0.45	(3,3)	0.94	0.03
(4,1)	1.09	0.00	(4,3)	1.15	0.00
(1,2)	0.11	0.81	(1,4)	0.75	0.20
(2,2)	0.26	0.70	(2,4)	0.81	0.10
(3,2)	0.69	0.09	(3,4)	0.90	0.06
(4,2)	1.33	0.00	(4,4)	1.00	0.04

表-4 推定式係数

甚之助谷地すべり地下水比抵抗探査について

北陸地方整備局

金沢河川国道事務所流域対策課

1. 調査目的

手取川源流域に位置する甚之助谷地すべりでは、これまで砂防堰堤の移動や破損に大きく影響を与えている左岸ブロックを主対象として地下水排除工を実施している。また、甚之助谷右岸側の中間尾根ブロック(推定土塊量約2,100万 m^3)は、近年の測量結果から地表移動量が最も大きいことが明らかとなり、「甚之助谷地すべり機構解析検討委員会」でも、その機構を明らかにすることの必要性が指摘されている。

このため、左岸ブロックの対策工の効果の把握、中間尾根ブロックの地下水分布状況の把握を目的に地下水比抵抗探査を実施したので、結果を報告する。



図-1 ブロック区分図

2. 地すべりの概要

甚之助谷地すべり周辺には、中生代白亜紀手取層群の砂岩頁岩互層、新生代第四期火山噴出が分布している。地すべりは主に手取層群砂岩・頁岩互層の流れ盤斜面で発生しており、貫入や火山活動による変質作用により地すべりの規模が大規模なものとなっている。地すべりは測の結果、年間数 cm ～15 cm の地表移動量を観測しており、地すべり末端部では頻繁に小規模崩壊を繰り返している。

地すべり対策工は、甚之助谷の両岸に位置する左岸ブロック、右岸上・下流ブロックの小規模ブロックを対象に実施してきている。しかし、平成11年度にブロック区分の見直しを行った結果小規模ブロックを包括する複数の大規模地すべりブロック(左岸大規模、中間尾根、別当谷、当大崩)の存在が確認されている。

3. 調査方法について

1) 目的

- ・左岸ブロック：地下水位分布状況を把握し、対策工の効果を判断する。
- ・中間尾根ブロック：地下水位分布状況を把握し、地すべり機構解明の資料とする。

2) 調査方法

比抵抗探査は、地盤の持つ電気抵抗の違いに着目した探査方であり、地盤の比抵抗分布2次元構造としてとらえ、測線直下の解析対象断面内の比抵抗分布を探査する物である。

測定方法概要図と測線配置図を、図-2、3に示す。また、電極の設置間隔は、A測線10m、B測線は5mと設定し、7月と10月の2回実施した。

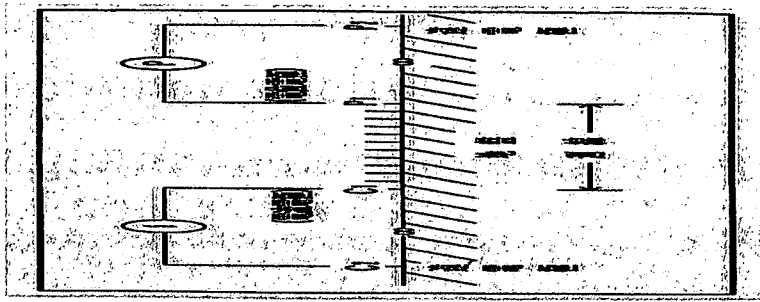


図-2 測定方法概要図

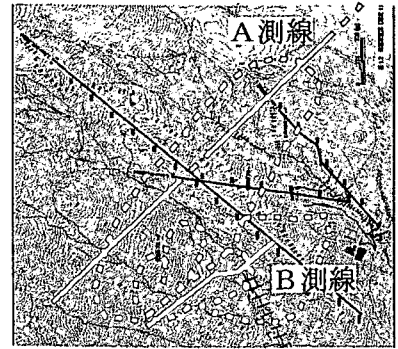


図-3 測線配置図

4. 調査結果

各測線毎の地下水変動を評価するために2回の測定差分をとり変化率として整理した。

1) A測線 (図-4)

距離程300~500m付近の深度30~80m付近にかけて、+の変化率が大きい(比抵抗値が上昇)ゾーンが顕著に認められ、斜面上方(始点側)に向かうにつれて地表に近づいている。これは、この箇所が滑落崖付近に相当するため、頂部陥没帯の開口割目の形状を示している可能性がある。

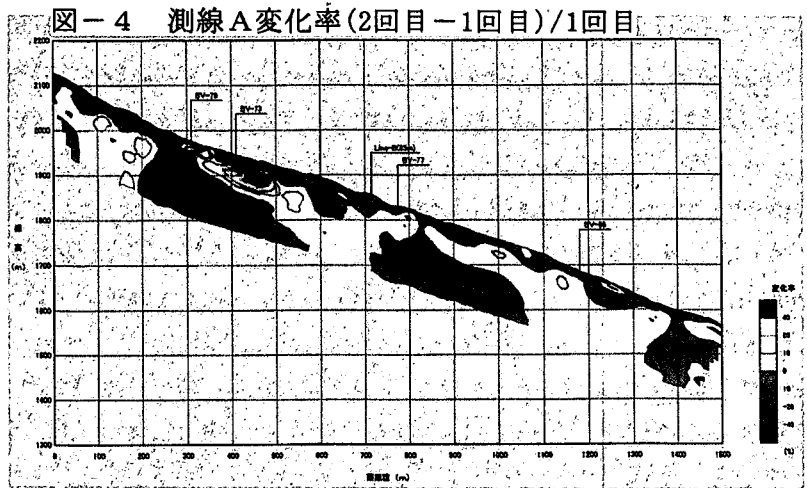


図-4 測線A変化率(2回目-1回目)/1回目

また、ボーリング孔BV-79でも45m付近まではコアに褐色の酸化変色が認められており、水位の上下が顕著であることを伺われる。

2) B測線 (図-5)

距離程100~200m付近の深度20m程度の区間、距離程260m付近の深度40m程度までは+の変化が大きい。これは集水井、排水トンネル群により水位低下が促進されているものと判断される。また、距離程0~100mにかけての+の赤ゾーンがみられるが、これは柳谷導流落差工の構造物による観測誤差の可能性が高い。

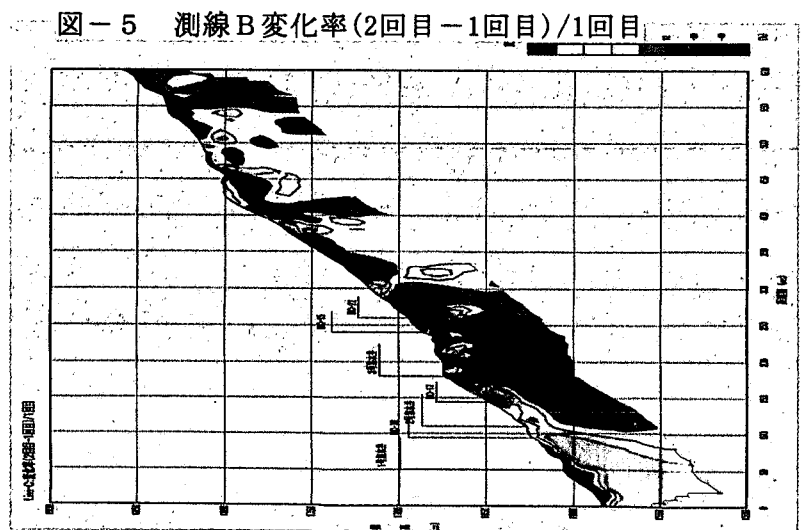


図-5 測線B変化率(2回目-1回目)/1回目

5. 今後の課題

今回の比抵抗探査結果や孔内傾斜計データ、地表移動量データなどを併せた解析を行い、地すべり地ブロックの機構解明、効果的な対策工計画につなげる必要がある。

黒部川流砂量観測検討調査

黒部川河川事務所

1. 調査の目的

黒部川は日本有数の急流河川で、上流域は土砂流出が著しい全国屈指の荒廃地を有している。この為、上流部ではダム貯水池堆砂の課題を抱えており、宇奈月・出し平の両ダムによる連携排砂を実施している。併せて、下流域では河床低下及び海岸浸食による問題がある。このような背景から、黒部川の安定した河道等の維持を行うべく、水系一貫の総合的な土砂管理計画の策定に向けて、流砂系の土砂動態を明らかにするための土砂動態モニタリングを実施している。流砂量の観測手法には、流下する土砂を直接採取する方法と、音響や超音波濃度計などの観測値から間接的に求める方法等があるが、土砂流出量を正確に把握する方法は未だ確率されていない為、流砂量（掃流砂・浮遊砂）採取装置を用いて直接採取することにより、実測の流砂量と掃流砂音響測定装置及び浮遊砂濃度計測システム（SMDP）による測定値との相関関係の確立とデータ蓄積を目的として調査実施するものである。

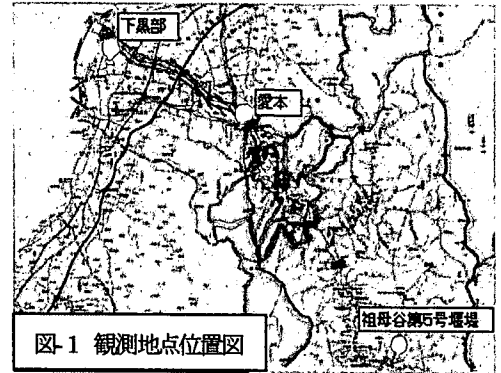


図-1 観測地点位置図

2. 調査の概要

- (1) 観測日時：平成 15 年 6 月 28～30 日（宇奈月・出し平ダム連携排砂時）
- (2) 観測地点：黒部川本川の愛本、下黒部と上流支川の祖母谷の 3 地点（図-1 参照）。
- (3) 観測項目：①掃流砂の直接採取
②浮遊砂鉛直方向の直接採水
③水深、流速測定

(4) 観測手法：掃流砂・浮遊砂の直接採取は（写真-1,2）に示すバックホウ取付け式の流砂量観測装置を用いた。鉛直方向に 0, 20, 45, 70, 95, 120 cm の高さで採水管が設置されており、河床に着床させ 0cm の高さの採取管（直径 25 cm）で掃流砂、その他の高さの採取管（直径 5 cm）で浮遊砂を採取した。また、水深は水位標、流速は浮子により観測した。

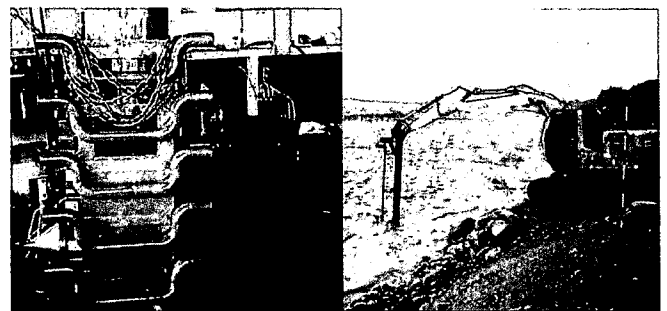


写真-1 凹型円筒形採取装置

写真-2 流砂量採取状況

(5) 試料の分析および解析

採取した掃流砂はフルイ分け試験を行い、観測時刻の流量と粒径別の流砂量を解析した。浮遊砂は S S 分析と粒度分析を行い、流量と粒径別浮遊砂量を解析した。

3. 観測結果と考察

(1) 掃流砂の量と質の時間変化

掃流砂音響測定装置による音圧値と、直接採取値との相関が良い愛本地点を例に挙げる（図-2 参照）。

①流量が $900 \sim 700 \text{ m}^3/\text{sec}$ 時には、粒径 $4.75 \sim 19 \text{ mm}$ の中礫が移動しており、採取土砂量の $70 \sim 80\%$ を占めている。排砂土砂が到達した流量 $400 \text{ m}^3/\text{sec}$ 時には粒径 0.425 mm 以下の細砂、シルト、粘土が 90% 以上を占めている。

②粒径 $4.75 \sim 19 \text{ mm}$ の土砂が採取された

時の音圧値と直接採取土砂量の相関は比較的良好だが、粒径 0.425 mm 以下が大半を占める場合には採取量は多くても、音圧値は低くなっている。

(2) 音圧からの土砂移動の確認

愛本地点平常時水位 124.5 m と出水時水位 127.0 m 程度（流量 $400 \text{ m}^3/\text{sec}$ に相当）間の水位 124.5 m 、 125.5 m 、 126.0 m 、 127.0 m に対する音圧値を解析した。既往の研究成果では、流砂の発生音の固有周波数は 1000 Hz 付近で発生していると報告されていることから（水工学論文集、第 46 巻：桑村ら）、これら各水位の 1000

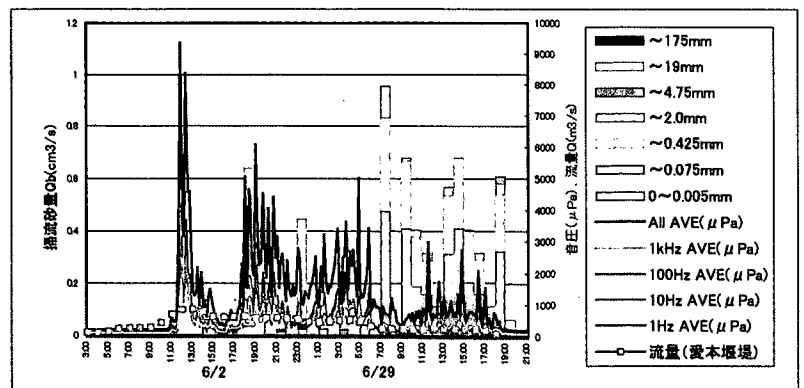


図-2 音圧値と直接採取による掃流砂量の時間変化（愛本地点）

H z の音圧値との関係について解析をおこなうと (図-3 参照)、水位が 124.5m、125.5m、126.0m の音圧値が 100 μ Pa 付近ではほぼ一定であるのに対し、水位が 127.0m では音圧値が 100~500 μ Pa に増加していることから、水位が 127.0m 付近では音響測定装置に反応するような土砂移動が生じているものと考えられる。

(3) 流砂量と音圧の相関

愛本地点で直接手法により得られた掃流砂量 Q_b と、間接手法で得た計測値 P との相関関係を検討した。音圧観測値から流砂量へ換算する既往の定式 (水工学論文集 第 46 巻: 桑村ら) は以下の通り。

$$\sqrt{Q_b} \cdot D = K1 \cdot \Delta P$$

Q_b : 掃流砂量 (cm^3/sec)、 D : 代表粒径 (cm)、 $K1$: 流砂量換算係数、 ΔP : 音圧変動値 (μPa)

ただし、 ΔP は、計測値 P から砂礫を含まない流水バックグラウンド値 P_w を差し引いたものである。そこで、(2) で考察した水のみ音圧計測値 100 μ Pa を P_w とし、横軸に ΔP (μPa)、縦軸に $\sqrt{Q_b}$ (cm^3/sec) をとって、音圧センサーが感知しやすい 2mm 以上の土砂のみを対象とした場合の相関 (図-4 参照) と宇奈月ダムの排砂によって流出した 0.425mm 以下の細粒砂を含んだ場合の相関 (図-5 参照) について解析を行った。

- ① $\sqrt{Q_b} \geq 0.2$ については赤色の線で囲んだ範囲において ΔP との相関がみられる。音圧センサーは粒径が 2mm 以上に対して反応しやすいと言われているが、宇奈月ダムから排砂された高濃度の土砂が到達した時間帯 (青色の線で囲んだ範囲) では、0.425mm 以下の粒径にも反応している。
- ② $\sqrt{Q_b} = 0$ のデータは、音圧センサーで計測された移動土砂が採取装置で直接採取出来なかったことを示している。実河川での流れは均等ではなく、河床幅のある一部分を通過する掃流砂を数秒間採取したものであることや、流量によっては主流の位置が変わる等、採取データには変動幅があることを前提に、有効なデータの蓄積が必要と考えられる。

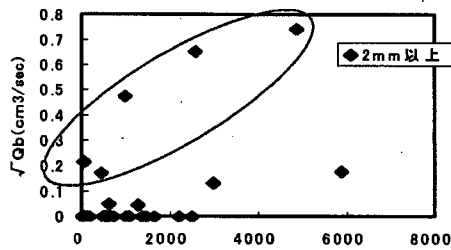


図-4 粒径 2mm 以上の掃流砂と音圧値の関係

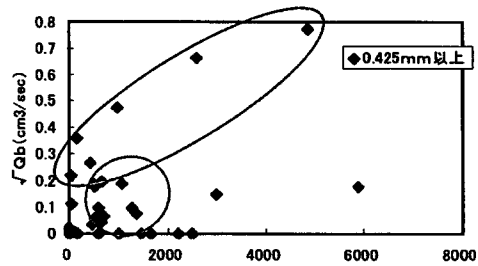


図-5 粒径 0.425mm 以上の掃流砂と音圧値の関係

(4) 浮遊砂濃度計と実測値の SS との比較

図-6 は、愛本地点の浮遊砂濃度計 (SMDP) と SS の比較を示したものである。SMDP の値は、バケツで表面採水 (赤三角) した値の 1/3 程度、流砂量採取装置で鉛直方向に採水 (緑丸) した平均値の 1/2 程度の値となっている。流砂量採取装置の表面採水 (赤丸) とバケツ採水の値は比較的一致しており、相関性が高いことが確認され、今後のデータ蓄積により、SMDP の値から平均の SS への換算の可能性が高いと考えられる。

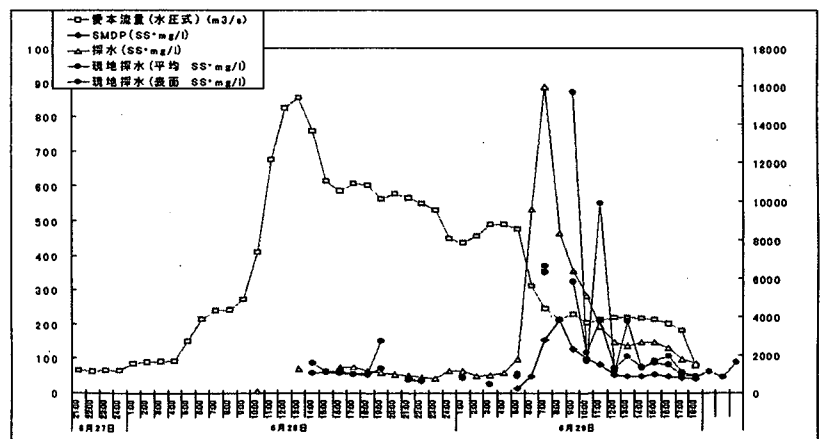


図-6 SMDP と実測の SS の比較 (愛本地点)

4. 今後の課題・予定

- ① 掃流力 (流量) によって掃流砂から浮遊砂に変化する現象を流砂量採取装置で計測することは可能であるが、この現象を間接手法の音響測定装置と濃度計との組み合わせで、どのような相関をとれるかについて検討を行う。
- ② 間接手法と直接手法の双方の相関関係の確立の為と中長期の土砂移動実態の把握の為、出水ケース毎 (融雪期、梅雨期、排砂時、台風期) に観測データを蓄積することが必要であり、同時に精度向上に繋がると考える。
- ③ 目標として、黒部川の特性を活かした土砂移動予測モデルを検討し、土砂流出及び移動実態の把握を目指す。

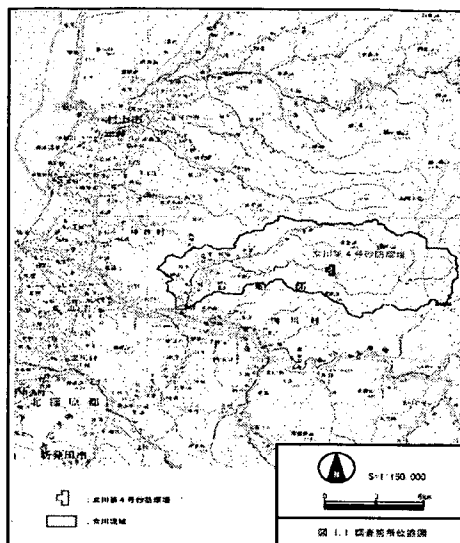
女川自然環境調査

調査機関名

飯豊山系砂防事務所

1. はじめに

女川は新潟県と山形県の県境付近にその源流を發し、延長18.7km・流域面積が約43.7km²の中河川であり、小和田より藤沢川と合流し本川である荒川に注ぎ、川幅は狭く、兩岸は切立った急崖を形成している。また、脆弱な地質であり、多くの土砂が発生するため重点的な砂防事業を必要とする河川であり、現在までに3基の砂防堰堤を設置し、H13年度より進入路工事を開始し、H15年度より第4号砂防堰堤の本体工事を進めようとしている地点である。



2. 調査内容

当初H15年度からの女川第4号砂防堰堤の本体着工に向けて、工事前および、工事中、工事後の周辺への影響軽減を目的とし、モニタリングを行うこととした。

H13、14年度は、工事完成後までのモニタリング計画を作成するための、現状把握を行うため、周辺の魚類、鳥類（猛禽類に重点を置いて）、植物、昆虫、ほ乳類、河床、溪床の状況について調査を行った。これを基に工事前・工事中・工事後の環境モニタリング計画を作成した。

H13年度は、周辺の現況の環境調査として、多様性調査を実施し、これをもとに、工事前、工事中、工事後と段階毎の予測対象生物（指標生物）の抽出・選定を行うとともに、ここで選定した指標生物を対象とした施工前定量調査のうち冬季に実施可能な調査を実施し、今後影響手法を検討するとともに、モニタリング計画を策定した。

14年度はH13年度に調査できなかった春先の調査及び、H13年度作成したモニタリング計画に則して調査を進めた。また、年度途中で工事範囲内でハヤブサの営巣が確認され、急遽生息範囲調査を実施した。

調査で確認された結果を元にアドバイザー会議を設けて今後の保全対策手法の検討を行った。対策についてはハヤブサの巣立ち（7月上旬）まで工事の開始を遅らせる配慮をとるとともに、近傍に代替巣を設けることと提言をうけ、これを元に事務所としての対策方針とした。

H15年度はモニタリング計画に則り調査を行うと伴に、前年度確認された、ハヤブサへの影響把握調査を実施する。また、H15年度より河床での進入路の工事が本格化する

ため、モニタリングと合わせて工事による河床への影響把握調査を実施する。

H15年11月に第3回アドバイザー会議を設け、H15年のモニタリング結果、代替巣の構造・設置位置について、話し合った。その結果第1案、第4案（表-1）が良いと選定され、この2案について詳細設計を実施し、H16年度関係官庁と調整を進め設置する。ただし、H16年初春の調査で、ハヤブサの営巣が確認されなかった場合、代替巣設置は見合わせてかまわないとアドバイザー会議で提案をうけている。

モニタリングについてはH13からH15までの調査結果を基にH13年に作成したモニタリング計画を見直し、効率的且つ、現状に適した、調査を行うこととする。

	第1案 標形形式	第2案 突出形式（床版のみ）	第3案 突出形式（床版+屋根、側壁）	第4案 突出形式（床版+屋根、側壁、軽集積構造）
概要図				
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・岩盤を掘削し人工巣穴を構築する手法である。 ・掘削は、静的破砕剤を用い人力により行う。 ・人力掘削であるため、施工性に欠ける。 ・他所での施工、築地の実績がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリートの突出床版により人工巣を構築する手法である。 ・屋根、側壁がないことから風雨の影響を受けける。 ・積雪、グラインドに対し抵抗することが困難である。 ・コンクリートを用いるため施工性に欠ける。 	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリートの突出床版及びコルゲートフリュームにより人工巣を構築する手法である。 ・着色が可能である。 ・風損、樹液を有するが、降雨時に雨音が発生する。 ・積雪、グラインドに対し抵抗することが困難である。 ・コンクリートを用いるため施工性に欠ける。 	<ul style="list-style-type: none"> ・軽集積構造材（ガラス繊維強化プラスチック樹脂）により突出形式の人工巣穴を構築する。 ・着色が可能である。 ・軽集積材（比重0.6）であるため、資材搬入は容易である。 ・現地での切断加工が容易である。 ・積雪に対しては、天版を傾斜させ対応する。 ・他案より施工性に優れる。
施工性	人力掘削であり、施工性に欠ける	△	△	△
耐久性	耐久性に優れる	○	△	△
特長	他所での実績もあり、風雨による影響も受けにくい。	○	△	○

表-1 代替人工巣穴の構造検討表

地すべり防止施設の管理・機能維持手法検討について

北陸地方整備局阿賀野川河川事務所 調査課

1. はじめに

近年、一部の地すべり防止施設（以下「施設」という）において損傷等の機能低下が認められており（図1）、地すべり対策が講じられた箇所において再度安定度低下を招くことが懸念されている。本検討では、施設の管理、及び機能維持の手法確立が課題となっていたため、施設諸元や点検項目、及び点検結果を踏まえた施設機能の評価手法について検討を行った。



図1 集水管閉塞例

2. 施設管理の現状と課題

2.1 施設管理の現状と課題

地すべり地の管理には、地すべり防止区域、施設諸元、工事履歴、施設点検履歴、観測機器情報等を整理する必要がある。現行法令上では、地すべり防止区域台帳が定められているが、項目が限られており実務的な施設管理に必要な情報が満たされていない。

2.2 施設管理に関わる情報の整理の必要性

地すべり防止施設には、目的や施工条件により様々な工法があるため、施設諸元等施設管理に要する情報は多岐に渡る。また、施設機能の維持には定期的な点検、及びメンテナンスを要し、それらの情報を蓄積していかなければならない。そのため、まず施設維持管理に係る情報を体系的に整理（図2）した。

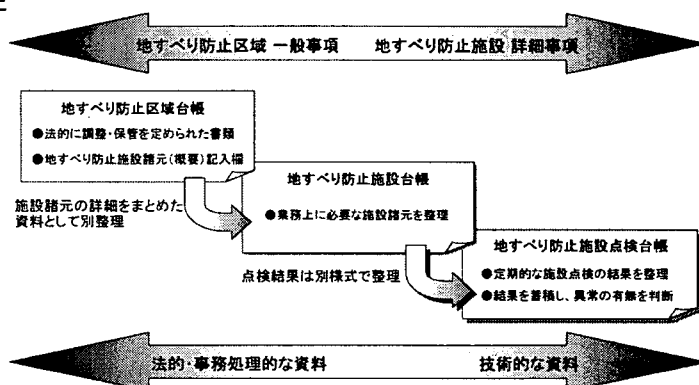


図2 地すべり地管理に伴う情報の体系的整理

3. 地すべり防止施設台帳の検討

地すべり防止区域台帳上で整理可能な施設情報には限界があるため、施設諸元の詳細、施工履歴等について補完する位置づけとして「地すべり防止施設台帳」を検討した。検討には、各施設の特徴・構造・留意点及び施設管理に必要な情報項目整理及び各直轄事業実施事務所の施設管理状況を参考にした。表1の構成により、様式を作成し、施設管理に必要な情報を整理することが可能となった。

様式構成		各様式整備意図
様式-1	施設諸元	施設に関する全般的情報
様式-2	施工履歴	施設整備、工事等の情報の整理
様式-3	補修履歴	施設補修履歴の整理
様式-4	施設写真	対策前後の状況整理
様式-5	構造図	構造・数量・配置等の整理
様式-6	平面、縦断図	詳細な構造・配置等の整理

表1 地すべり防災施設台帳の構成

4. 地すべり防止施設点検台帳及び評価手法の検討

地すべり防止施設台帳により、施設に管理に必要な情報を整理可能にしたが、地すべり防止施設（特に集水ボーリング等）がメンテナンスを要する性格上、今後、定期点検スパンや改善対策の方針を決める上で、点検情報の蓄積は非常に重要である。点検情報は、多種多様さらにデータ量も大きいこと

から、施設台帳を補完する位置づけとして「地すべり防止施設点検台帳」を検討した。

4. 1 点検項目の検討

事務所所管地すべりで多くの実績のある抑制工を対象として点検項目の検討を行った。

維持管理（改善対策）について、容易に状況把握・判断が可能となるよう表2のとおりとした。

＜ 表2 地すべり防止施設点検項目検討概要 ＞

	工夫要点	目的・工夫を要した課題	効果
①	設機能状況を3段階に区分した評価を実施する 図3、4、6	施設機能の評価は、点検項目評価（数値や写真）だけでは、施設の障害の程度が容易に把握し難い	3段階評価により、改善対策および継続的な点検の要否確認を容易にする
②	各施設の部位毎の機能評価を総合的に施設そのものの評価判断手法を検討 図4	部位毎に細かく評価が必要な施設であるため、総括的な判断手法の確立が必要がある	点検項目が多数ある施設において、改善対策および継続的な点検の要否確認を容易にする
③	点検及び評価の項目は集水・排水・安全機能の3つに集約 図6	施設改善対策を講じることを前提に施設評価をする必要がある 対策工の優先度判断を一定の判断で容易に実施する	「排水機能の低下対応は最優先で実施」等、対策工の優先度判断を容易にする
④	集水機能の評価判断方法・基準を検討 図5	季節、気象条件、点検（評価）者の違いにより、評価にバラツキが生じる懸念がある	一定の評価基準による集水機能の評価を実施

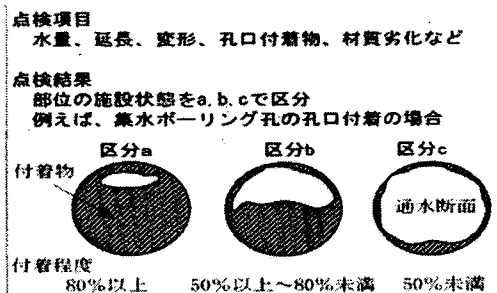


図3 部位評価例

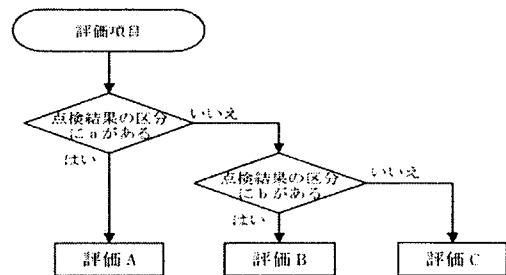


図4 評価フロー

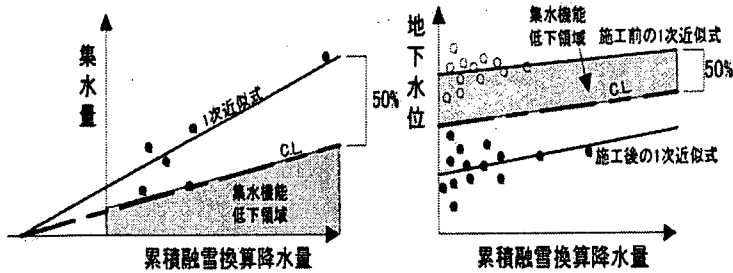


図5 集水機能の評価判断基準検討イメージ

4. 2 施設機能改善箇所の優先度の選別

施設機能点検・評価検討に加え、要改善箇所の優先度判断の検討を行った。排水機能、施設位置づけ、投資効果（集水量）により優先度を評価することができるよう、選別マニュアル（案）の検討を行っている。さらに、重要度の他にコスト、作業安全性にも留意し、実施の判断をすることとしている。

5. 今後の展望

今回検討した内容以外にも工事履歴や観測情報の整理手法の検討も必要であり、さらに、GISを導入した総合的なデータ管理による適性かつ効率的な地すべり地の管理が望まれる。

機能	部位	点検結果の区分	評価項目	評価	評価A対応	
安全	フェンス	変形	侵入	C		
		材質劣化				
	壁	変形	侵入・陥落	C		
		材質劣化				
	井筒	変形	強度低下	C		
		材質劣化				
集水	点検路	変形	強度低下	C		
		材質劣化				
	井筒	漏水	漏水	C		
		孔口付着物	目詰まり	C		
		水量				
		延長	漏水	C		
		孔口変形				
		水量				
	排水	排水管	延長	目詰まり	C	
			孔口付着物			
			水量			
		貯水槽	貯水位	排水断層不足	C	
変形			漏水	C		
土砂堆積率			貯水量低下	C		

図6 点検評価事例(点検台帳より)

平成15年度 砂防施設による最適河床形成に関する検討業務

調査機関：天竜川上流河川事務所砂防調査課

調査費目：砂防調査費—基本計画調査—

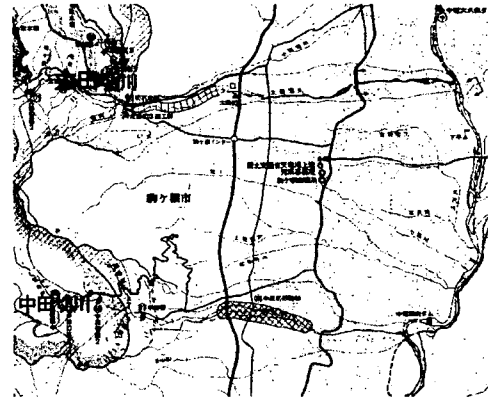
調査期間：平成14年～平成15年

1. 業務目的

本業務は、天竜川上流河川事務所管内の天竜川右支川である太田切川および中田切川をモデルとして、生態系までを含めた流域特性を把握し、砂防施設が河床形成機構に及ぼす影響評価を行い、その結果を踏まえて中田切川について治水安全度を保ちつつ生態系保全や親水性確保の視点から見た最適河床の形成・保全を可能とする具体的な砂防配置計画の検討を行うものである。

2. 業務内容

- 1) 流域の特性に関わる検討
- 2) 河床特性に関わる検討
- 3) 最適河床のあり方の検討
- 4) 施設配置計画の検討



3. 調査結果

1) 流域の特性

- ・ 中田切川では、山間地に比較して扇状地により多くの不安定土砂が堆積している。
- ・ 氾濫計算結果から、上流域での整備に加えて下流域での砂防林により流域内の氾濫は抑えられる。
- ・ ゾーン3、4を中心に中央アルプスから続く豊かな自然が残されており、渓畔林はゾーン2まで続いている。渓流整備にあわせて保全を図る必要がある。
- ・ 緑化目的で導入されたハリエンジュが繁茂し、郷土種を駆逐している。
- ・ 0.7km地点に設置された取水堰が生態系を分断しており、課題である。
- ・ ゾーン1、2を中心に親水利用がされている。
- ・ 駒ヶ根市側で1カ所、飯島町側で5カ所、計6カ所から農業用水の取水がされている。

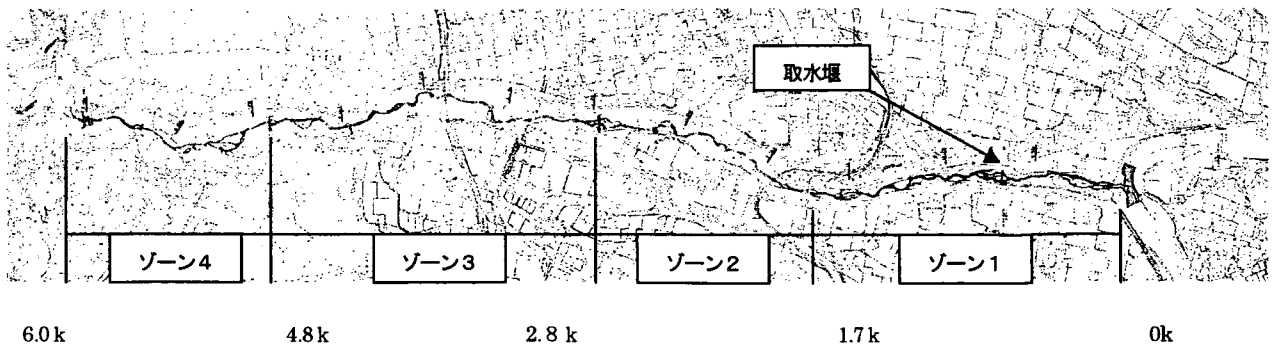


図1. 中田切川の平面図・ゾーン分け

2) 河床特性

- ・太田切川、中田切川ともに自然の状態では、河床は交互砂州（河口付近ではやや複列となる）が卓越する河床特性をもつ。
- ・太田切川では、太田切床固工群区間における流路の網状化、県床固工群設置区間における交互砂州の規模の縮小化、JR橋～農道橋間の流路の直線化と流路幅縮小に伴う河床形態の準砂州化がみられ、これらは床固工群や護岸工等の施設配置の影響がある。
- ・中田切川では、河床低下に伴う流路の固定化が進行している。固定化には流路の直線化を伴う場合（ゾーン2）と蛇行形状を保ったままの場合（ゾーン3）が見られる。
- ・現地調査結果から、網状河床での河原荒れ地の広がりや流路の固定に伴う河畔の森林化など、河床形態の違いやその安定性に応じた溪畔林が形成されていることが確認された。河床の安定性と河床の森林化の関係についてある程度定量的に現象を表現することができた。
- ・河床の安定性と侵入する樹種の間関係を洪水による砂州の冠水頻度から調べた。冠水頻度が高い方から低い方に向かってヤナギ類、ハリエンジュ、アカマツ・コナラのみとまった林が分布しており、それらの立地箇所の冠水頻度はそれぞれ15年以下、15～30年、30年以上と考えられる。

3) 最適河床のあり方

- ・最適河床について座談会や地元聞き取りの結果

- ① 防災第一であるが、必要最小限の整備とし、現況の自然を極力残し、後世に残す。
- ② 在来種主体の溪畔林を育成管理することで災害の役立つ砂防林、溪畔林をつくる。
- ③ 生態系の連続性、土砂移動の連続性を確保する。生態系保全のための河床形態保全を図り、河床低下に対し現況河床の維持を図る。施設配置による河床の平坦化を極力避ける。
- ④ 生態系への配慮を行った上で親水性の確保を図る。

- ・自然保護の観点から、親水性を確保するゾーン（ゾーン1、2）と親水性は現況程度として自然の保全を主目的に考えるゾーン（ゾーン3、4）に分けることとした。

4) 施設配置計画の検討

ゾーン1：余裕のある断面を利用して、本川に流出する流下土砂のバッファゾーンとしての機能を期待する区間と位置づけ、必要により計画的な除石等で流出土砂量の調節を図る。

ゾーン2：生態系保護・保全のためにある程度の砂州の形成を認めつつも、氾濫抑止の観点から水制工を配置し、砂州を制御しながら土砂の流下を図る。

ゾーン3：最小限の帯工の配置と砂防林の配置により、下流への土砂の流出抑制、流木の流出抑止を図る。

ゾーン4：現況砂防施設の機能を生かし、流下する土砂のバッファ（一時貯留）ゾーンと位置づける。

4. 今後の課題

ゾーン1にある取水堰の具体的な撤去方法の検討、計算のみで設定した。

ゾーン2の水制工配置に対しての水理模型実験の実施等別的手法による安全性の確認など引き続き検討を進める必要がある。

平成 15 年度 安倍川溪流再生手法検討業務

調査機関：静岡河川事務所調査課

調査費目：直轄砂防事業費 測量及試験費

調査期間：平成 14 年～15 年

1. 調査目的

安倍川・大谷川最上流には、日本三大崩の一つである大谷崩があり現在も侵食を続けている。また、安倍川中下流域は河床上昇傾向にあり、流下能力不足による治水安全度の低下がそれぞれ懸念されている。海岸域においては清水海岸が侵食傾向にあり水系全体として土砂に関する問題を抱えている。そこで、本川上流に位置する大河内・金山・孫佐島砂防えん堤をスリット化することで安倍川流砂系の土砂問題がどの程度解消するか、スリット化の基本方針について検討した。

2. 調査方法

大河内・金山・孫佐島砂防えん堤のスリット化について、土砂調節面・環境面・施工性に着目することとし、土砂調節面については施設効果が現況効果量を下回らないことを前提に中小出水で閉塞しない形状、えん堤高を最大限活用した形状、スリット幅を最大とした形状を検討し、環境面や施工面での制約条件も考慮して表-1 に示す 3 案を設定した。そして、各スリット化案について一次元河床変動計算を行い、流砂系の土砂問題の解消度および構造物等への影響を検討した。

表-1 各えん堤のスリット化案

えん堤名	I 案	II 案	III 案
大河内砂防えん堤	スリット幅 4.0m スリット高 14.0m	スリット幅 7.0m スリット高 14.0m	スリット幅 16.0m スリット高 6.5m
金山砂防えん堤	スリット幅 2.0m スリット高 14.0m	スリット幅 5.0m スリット高 14.0m	スリット幅 13.5m スリット高 6.0m
孫佐島砂防えん堤	スリット幅 2.0m スリット高 9.0m	スリット幅 7.5m スリット高 9.0m	スリット幅 8.5m スリット高 8.0m

3. 調査結果の概要

各案において現況およびスリット化案で顕著な差が見られたのは大河内砂防えん堤からの年平均流出土砂量のみで、その他の項目については顕著な差は生じなかった。このため、最適案には、大河内砂防えん堤下流区間（約 2km 区間）と金山砂防えん堤下流において、他の案に比べわずかに河床が高くなり下流の河床低下対策に効果が高く、大河内砂防えん堤からの流出土砂量が最も多かった II 案を選定した。II 案の将来予測縦断図を図-1 に示す。

砂防領域では、大河内砂防えん堤下流の河床上昇は大河内砂防えん堤からの流出土砂の多い I 案、II 案が大きかった。大河内砂防えん堤下流の護岸設置箇所における河床上昇区間は III 案が最も短かった。

河川領域では、各案における最大変動幅の差は 0.1m 程度しか生じなかった。

海岸領域については、各案における年平均の流出土砂量の差が 1,000m³/年程度しか生じなかった。

また、各案ともスリット部を切り下げて河床を 50m 上流ですりつけており、現在砂防えん堤で貯砂されている土砂が下流に急激に流出し直下流（約 200m 区間）の河床が 10m 前後上昇するため、周辺に対して悪影響を及ぼすものと推測される。このため堆積土砂を流出するならば段階的に流出させる検討が必要である。

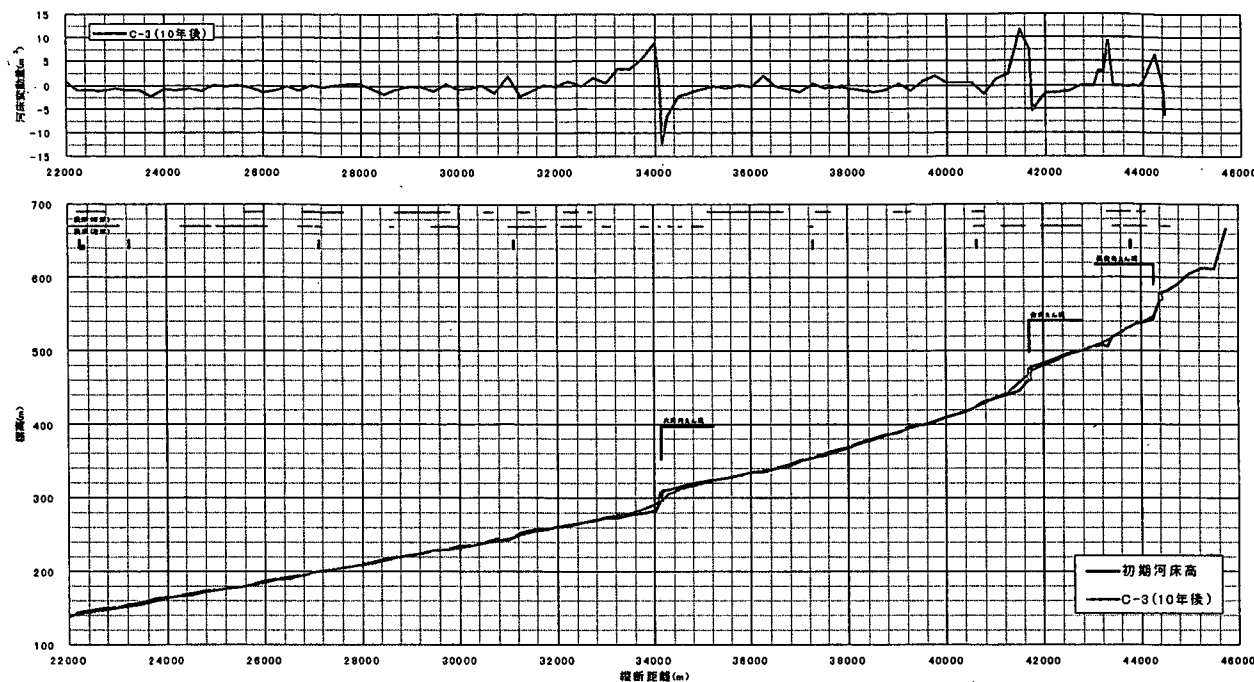


図-1 最適案による将来予測縦断図（Ⅱ案）

本スリット化は安倍川流砂系で生じている土砂問題に対し、平常時の流砂量の増大を目的とし、本川上流に位置する大河内、金山、孫佐島砂防えん堤を対象に現況の施設効果量を確保するとともに環境に配慮し行うものである。最適案のスリット諸元は表-2に示すとおりである。

表-2 スリット諸元

	大河内砂防えん堤	金山砂防えん堤	孫佐島砂防えん堤
スリット総幅(m)	7.0	5.0	7.5
スリット高(m)	14.0	14.0	9.0
スリット本数	2本以上	2本以上	2本以上

4. 今後の課題

本検討の結果、3基の砂防えん堤をスリット化することで各砂防えん堤直下流の河床低下に対しては多少効果が得られるものの、流砂系全体の土砂問題を解消する効果は小さいことがわかった。

今後、3基の砂防えん堤をスリット化するならば、周辺構造物の改良が必要となり、その経済的な評価や堆積土砂の処理（堆積土砂を流下させた場合の環境への影響）、砂防えん堤直下の河床上昇（えん堤直下で急激な河床上昇を生じさせない段階的な土砂の流下）、維持管理（計画流出調節土砂量の確保）、魚道の設置（副えん堤で生じる落差の解消）、流木対策、スリット化時の堤体の安定化（老朽化対策も含む）などに留意する必要があると考えられる。

平成 15 年度滑川土石流調査業務

調査機関：多治見砂防国道事務所砂防調査課

調査費目：砂防事業調査費—基本計画調査—

調査期間：平成 15 年～平成 16 年

1.調査目的

滑川右支川北股沢は、現在までに土石流の発生が 12 回確認されている。このように北股沢では土石流が頻発する事から昭和 58 年から土石流観測を実施し、土石流の発生源や流下・堆積状況、土石流発生の降雨条件の把握、降雨等のデータの蓄積を進めてきた。

本業務は、滑川右支川北股沢においてこれまでに観測された個々の土石流の発生条件、発生形態等を総括的に整理し今後の土石流対策の為の基礎資料を作成する事を目的とする。

2.調査項目

本業務の調査項目は以下の通りである

- (1) 地形調査
- (2) 既往調査成果のデジタル化
- (3) 降雨資料整理
- (4) 流域の土砂生産・流出状況調査
- (5) 土砂移動実態の把握
- (6) 既往調査成果の総括整理
- (7) 流量観測施設設置の検討

3.調査結果

(1) 地形調査

平成 12 年以降の流域内の土砂移動状況が把握されていないこと、現時点での崩壊地の位置や土砂の流出状況を把握するために、滑川第 1 砂防ダムから上流の北股沢全体を対象に空中写真撮影（縮尺 1/8,000・カラー・GPS/IMU 利用）によるデジタルオルソ画像を作成し、これと共に、平成 13 年～平成 15 年における流域内の土砂侵食・堆積状況を把握するために、航空機搭載型（固定翼・回転翼）レーザー計測による地形調査を実施した。

(2) 既往調査成果のデジタル化

土石流発生条件解明の基礎資料とするために、空中写真判読図（判読項目：崩壊地、河床堆積土砂、土砂流出部、流路、礫、崖、露岩部、溪岸侵食、滝等）、源頭部 BC 地盤高データ、横断図、既往土石流の観測 VTR 映像をデジタル化した。

(3) 降雨資料整理

降雨・積雪等の気象データを収集・解析し、基礎データを蓄積するとともに、実効雨量—有効雨量、実効雨量—1 時間雨量を用いた土石流発生／非発生の境界条件の評価、融雪水量推定を実施した。雨量データより発生降雨条件として 10 分間雨量 7mm 以上、1 時間雨量 20mm 以上、連続雨量 70～100mm 程度であることが把握され、実効雨量—有効雨量、実効雨量—1 時間雨量による、土石流発生／非発

生の境界条件の評価を実施し、その結果、土石流発生降雨と非発生降雨との間に幅の広い境界があるのが確認された。

(4) 土砂生産・流出状況

平成 15 年度現在の流域状況について空中写真判読、レーザ計測、現地調査より発生区間斜面では大きな変状が見られないものの河床においては土砂の蓄積が進行していること、流下区間では標高 1550m よりも上流の河床の上昇が顕著であり、また、第 10 号堰堤堆砂域左岸斜面の崩壊の拡大・再崩壊が確認されている。一方、堆積区間では治山第 11 号堰堤～第 4 号堰堤、及び、第 11 号堰堤直下流で河床侵食が発生し、これまで埋没していた第 3 号堰堤、並びに、平成 11 年土石流で埋没していた第 11 号堰堤が露出した。

(5) 土砂移動実態の把握

土砂生産源である源頭部右岸斜面、並びに、滑川第 1 砂防ダム堆砂域～源頭部の河床を対象に、土砂の侵食・堆積状況の時間的変化を整理し、土砂の移動実態を把握した。これより花崗岩の風化による崩壊発生、不安定土砂の蓄積・河道閉塞という素因と、ある規模以上の降雨条件という誘因より土石流が発生していることが確認された。

(6) 既往調査成果の総括整理

既往調査成果の総括的な整理として土石流の発生条件の一つである降雨条件、土砂移動実態（土石流発生・流下・堆積形態、土砂収支、降雨諸量等）について整理するとともに、既往土石流の概要をとりまとめた土石流カルテを作成した。

(7) 流量観測施設設置の検討

北股沢流域の道路及び既存通信インフラ状況、土石流観測施設配置状況、溪流状況等を勘案し、「滑川第 1 砂防ダムの下流部」と「北股沢第 4 号堰堤の下流部」の 2 箇所水位計（超音波水位計）、流速計（電波流速計＋オプティカルフロー流速計）を配置するとともにデータ伝送、処理方法、監視局・観測機器の概略設計、滑川流量観測全体システム構成図、概略機器仕様書（案）を作成した。

(8) 今後の課題

滑川における土石流調査の最終的な目的は「土石流の実態」の把握であり、土石流の発生・運動機構（メカニズム）を解明する事であり、これら土石流の発生・運動に関わる因子として考えられる事象について、①水文調査、②地形計測、③河床状況調査、④観測データの整理等の継続的なモニタリング調査の実施が望まれる。また、土石流の発生時には上記調査に加えて①流出土砂量調査、②現地調査、③VTR 解析等の調査が求められる。

一方、流量観測施設の概略設計については次工程の詳細設計に当たって機器のメンテナンス性及び取付アームの安定性等を考慮した取付アームの設計、既存カメラ架台の強度計算、工事施工方法についての検討、オプティカルフロー解析に関する検討、滑川第 2 雨量観測局データ伝送についての検討等が必要となる。

平成 15 年度 狩野川水系砂防基本計画検討業務

調査機関：沼津河川国道事務所工務第二課

調査費目：砂防事業調査費－基本計画調査－

調査期間：平成 15 年 10 月～平成 16 年 3 月

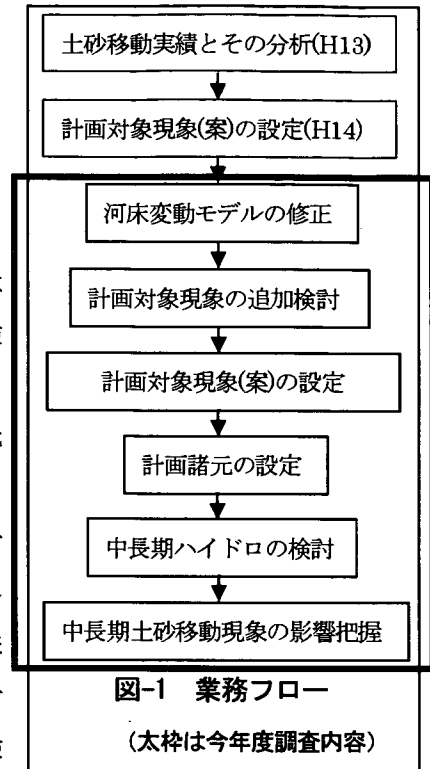
1. 調査目的と経緯

現行の砂防基本計画（昭和 46 年度）の策定から約 30 年が経過し、情報公開法の施行、説明機会の増大等を背景にして国民へのアカウンタビリティを果たす新たな砂防基本計画を検討することとなった。平成 13 年度より検討を開始し、本年は 3 年目となる。

平成 13 年度は、昭和 33 年の狩野川台風などの既往災害に対し土砂移動実績の分析を行い、これに基づき計画シナリオの基礎的な検討を行った。

平成 14 年度は、前年度に設定した計画シナリオ（案）を 1 次元河床変動計算により評価し計画対象現象の素案を検討した。

平成 15 年度は、河川計画との整合を考慮した計画シナリオ・計画対象現象の追加検討および 1 次元河床変動計算モデルの見直し等を行い、短期出水を対象とした計画対象現象を立案し、計画対象現象時の被害を防護するための土砂処理の目標である計画諸元（計画流砂量等）を検討した。さらに、中期、長期の流量ハイドロを検討し、中長期の土砂移動現象による影響を把握した。



2. 調査内容

2.1 河床変動モデルの修正

河口までの土砂移動を把握するために、狩野川放水路下流区間を含むよう 1 次元河床変動計算モデルを見直した。

2.2 短期計画シナリオの追加検討

河川計画における検討成果（水文・流量等）との整合を図る水系砂防の計画シナリオを追加検討した。

2.3 短期計画対象現象の設定

1 次元河床変動計算モデルを使用して、水系砂防および支川対応の計画シナリオを評価し、災害影響度の観点から計画対象現象を設定した。

2.4 短期計画諸元の設定

計画対象現象時に発生する被害を最小限にする計画諸元（計画流砂量等）を検討した。

2.5 中長期ハイドロの検討

狩野川水系での降雨、水文データを基とし、中期、長期の土砂移動現象を検討する際のハイドログ

ラフを設定した。

2.6 中長期土砂移動現象の影響把握

短期後の残存土砂量、および平年流砂量による土砂移動現象の影響を1次元河床変動計算により把握した。

3. 調査結果

(1) 計画シナリオと計画対象現象

水系砂防計画の降雨・流量のシナリオは、河川計画で検討対象となっている著名洪水から設定した。計画規模は大仁地点 1/100・48時間雨量 544.9mm とし、流量は貯留関数法により算定した。大仁地点より下流の流量は、狩野川放水路施行規則、計画高水流量配分を考慮して設定した。生産土砂の量と質、崩壊タイミング等のシナリオはH14 成果を採用した。

1次元河床変動計算により計画シナリオを評価した結果、狩野川水系の計画対象現象は、以下の条件で発生するものとした。

- ①降雨・流量：狩野川台風型（48時間雨量 544.9mm（大仁上流域）、大仁地点ピーク流量 4000m³/s）
- ②土砂生産：S54 委員会における計画生産土砂量(990 万 m³)
- ③土砂移動形態：土砂流、掃流、浮遊状態
- ④土砂生産のタイミング：流量見合いで洪水当初より供給
- ⑤土砂の質：現地での材料調査結果を踏まえ設定

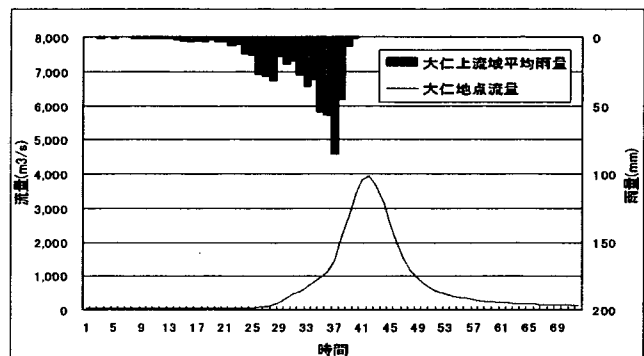


図-2 ハイート・ハイドログラフ (S33 狩野川台風型)

(2) 計画諸元

各流域の計画土砂量（基本流砂量、計画流砂量）は表-1のように設定した。

表-1 基準点毎の計画土砂量

支川名	基本流砂量(m ³)	計画流砂量(m ³)
筏場川	148,595	88,540
菅引川	312,236	255,408
徳永川	59,180	48,409
城川	8,702	8,588
年川	4,128	4,128
大見川	377,960	351,153
本谷川	293,814	213,162
持越川	210,236	149,671
吉奈川	269,122	66,877
長野川	131,396	117,868
皆川	29,734	27,515
船原川	92,598	85,690
深沢川	1,570	1,458
柿木川	16,878	15,618
修善寺川	1,680	1,560

4. 今後の課題

(1) 土砂処理方針の検討

H16 年度以降の検討項目として、短中期を含む現況施設の効果を考慮したうえで計画諸元の精度向上を図り、基本計画の土砂処理方針として取りまとめる。

(2) 氾濫要因について

直轄砂防流域では、超過土砂の抑止のみで安全が確保される箇所、または土砂抑止に加え河道計画（河積拡大等）を伴う箇所があり、これを明確にし、土砂処理方針に反映する必要がある。

(2) モニタリング体制の確立

主要河川に対する定期的な縦横断測量や流砂量モニタリング体制を確立し、得られたデータを基本計画に反映させるとともに、総合土砂管理の基礎的データとして蓄積していくことが望まれる。

平成 15 年度 板取川流出土砂特性調査業務

調査機関：越美山系砂防事務所調査課

調査期間：平成 15 年度

1. 調査目的

平成 14 年 7 月の台風 6 号による災害では、越美山系砂防事務所内および隣接する長良川水系板取川流域（流域面積 314km²）で、斜面崩壊、土石流が多数発生した。また、崩壊土砂が河床に堆積し、これらの土砂により長期濁水が発生し、アユ釣りや観光にも多大な影響をもたらした。本業務は、板取川流域における台風 6 号災害の被害状況の整理等を行うとともに、新砂防基本計画の検討手法に基づき、板取川の流出土砂特性について検討したものである。

2. 調査内容

調査内容および手順を、図-1 に示す。

3. 調査結果

(1) 台風 6 号災害被害状況の把握

平成 14 年台風 6 号により、対象流域では 9～10 日にかけて激しい雨となり、上流域に位置する川浦谷流域の平均雨量のピークは 62.7mm/hr で、総雨量は 417.4mm であった。この豪雨により、大ツゲ谷で崩壊が拡大し、土砂が河床に堆積した。これが降雨毎に流出することにより、川浦谷や板取川が濁り、キャンプ場利用客や遊魚者の減少等、経済的な被害をもたらした。

(2) 土砂移動実態とその分析

板取川流域では、平成 14 年台風 6 号における被害のほか、以下の災害が記録されている。

- 昭和 51 年 9 月 8～14 日豪雨災害：主に板取川下流域で土石流等の土砂移動が発生
- 昭和 56 年 7 月 11～13 日豪雨災害：主に板取川板取川上流域で土石流等の土砂移動が発生

なお、平成 11 年撮影の航空写真をもとに板取川流域内の崩壊地を判読した結果、板取川全流域面積に対する崩壊地面積の割合は 0.10% であり、大ツゲ谷流域のみでは 3.8% であった。

また、流出特性の予測に用いる 1 次元河床変動計算モデルは、過去の河床変動状況の記録がないことから、平成 14 年 6 号における定性的な河床変動状況を基に検証を行い、妥当性を確認した。

(3) 計画対象現象の設定・計画規模の検討

計画対象現象に資する計画シナリオは、流砂系の特性等を踏まえ、短・中期 4 シナリオ、長期 2 シナリオを設定した。ここで、生産土砂量、土砂の質については板取川における資料が得られなかったため、同水系である揖斐川流域の値を参考にした。計画対象現象は、土砂移動実績の分析、短・中期シナリオを対象とした 1 次元河床変動計算結果および 2 次元氾濫シミュレーションにもとづく被害規模、設定根拠の明確さ等を総合的に勘案し、昭和 56 年 7 月実績降雨とし、計画規模は、昭和 56 年 7 月実績降雨における板取川上流域流域平均 2 日間雨量より 年超過確率 1/69 とする。

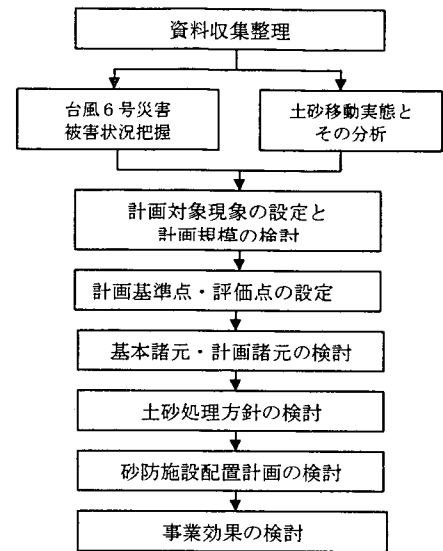


図-1 調査フロー

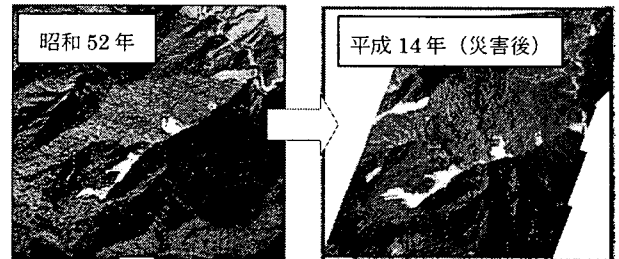


図-2 大ツゲ谷における崩壊地の拡大状況

表-1 短期計画シナリオ

	降雨	流量	生産土砂量	土砂の質	土砂生産の タイミング
1	S51.9 災害実績降雨	中安総合単位図法により算出	揖斐川上流域で用いられている式より算出	根尾川における値を採用	S51.9 災害実績より全降雨期間を想定
2	S56.7 災害実績降雨				
3	H14.7 災害実績降雨				
4	S56.7 災害の100年確率引延(2日雨量)降雨				

表-2 長期計画シナリオ

	降雨・流量	生産土砂量	土砂の質	土砂生産の タイミング
1	年超過確率5年を上限とした日平均流量	昭和52年～平成11年の横山ダム年平均堆砂量	根尾川における値を採用	全期間を想定
2	過去数十年の実績流量の日別平均流量			

(4) 計画基準点・評価点の設定

計画基準点：板取川の長良川合流地点に設定

補助基準点(砂防基準点)：板取川本川河道の勾配変化点であり、山地河川から沖積河川の境界付近にあたる上ヶ瀬付近に設定

評価点：保全対象上流にあたり、土砂生産の多い柿野川合流点の下流で、水位・流量観測所も設置されている地点に設定

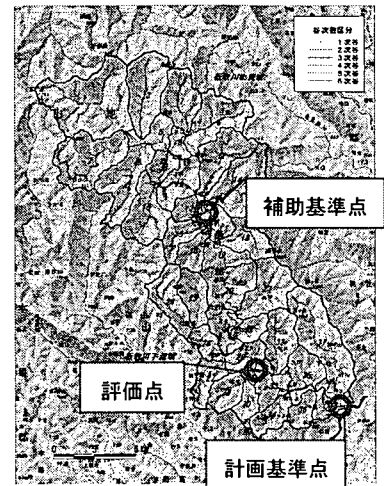


図-3 基準点・評価点位置図

5) 基本諸元・計画諸元の検討

計画対象現象における生産土砂量を基本生産土砂量とし、基本流砂量および基本最高・最低河床高は、無施設時を対象に実施した1次元河床変動計算により求めた。計画生産土砂量は、補助基準点(砂防基準点)の基本生産土砂量を50、70および90%減じた場合について、1次元河床変動計算を実施し、氾濫箇所、超過水位の状況等を踏まえ、基本生産土砂量を90%減じた値とした。他の諸元は河床変動計算により求めた。

表-3 基本・計画諸元一覧

		生産土砂量 (m ³)	流砂量 (m ³)	最高河床高 (m)	最低河床高 (m)
基本諸元	短期	1,769,200	728,800	61.5	60
	中期	331,900	118,900	60.3	60
	長期	1,827,800	4,425,800	60.7	60
計画諸元	短期	396,400	728,000	61.5	60
	中期	870,100	119,000	60.3	60
	長期	1,827,800	4,425,800	60.7	60

(6) 土砂処理方針の検討

- ・流域内の良好な自然条件を踏まえ、回遊魚の生育環境である主要支川の本川は、砂防ダム計画を最小限にし、魚道の設置を検討する。

- ・災害時に多量の生産土砂が見込まれる1次谷・2次谷に砂防ダムを重点配置する
- ・生産土砂の見込まれる既崩壊地に山腹工を計画する

(7) 砂防施設配置計画の検討

土砂処理方針にもとづき、砂防施設配置計画を立案した。その結果、板取川上流域の現況整備率(既設砂防・治山施設32基)は15%で、今後149基の施設整備が必要となる。

(8) 事業効果の検討

板取川流域における砂防事業の費用対効果(B/C)について算定した結果、事業費478.4億円に対し、被害額630.8億円であり、B/Cは1.319となる。

4. 今後の課題

板取川流域の流出土砂特性を詳細に把握するためには、対象流域における崩壊地調査、生産土砂量調査、河床縦横断測量等を実施するとともに、長良川本川への影響についても検討する必要がある。

平成15年度 富士山活火山調査業務

調査機関：富士砂防事務所調査課

調査費目：砂防事業調査費—基本計画調査—

調査期間：平成14年～平成15年

1. 調査目的

本業務は、富士山火山砂防基本計画として、ハザードマップを元にしたゾーンごとの土砂処理方針を検討し、平常時および緊急時の砂防施設の工種の検討をハード対策の検討として行う。また富士山におけるリアルタイムハザードマップを試作すると同時に、監視観測やデータの共有など中心的な役割を果たす火山監視センター（仮）について位置づけや必要な機能を明確にし、ソフト対策としてとりまとめる。

2. 調査内容

(1) 富士山火山砂防基本構想の検討

富士山ハザードマップ検討委員会で検討された噴火・土砂移動現象の中から、ハード対策で技術的に対応可能な対象現象・規模および効果的な対策を、過去の対策事例を基に設定するとともに、対策を実施する範囲についても調査した。また、各対象現象による被害エリアの重複および資産分布の両面から各保全対象の被災度を求め、保全対象の被災度に応じた火山砂防対策方針（案）を提案した。

(2) リアルタイムハザードマップの検討

富士山の噴火時に必要な防災対策について災害対策基本法等を元に整理し、平常時や噴火直前など場面ごとの防災対策を行う上で必要な情報を検討し、リストを作成した。さらに情報を作成するためのシステムについて富士山の噴火シナリオを元に方式を提案し、また不足している火砕流と融雪型火山泥流のマップをシミュレーション計算により新たに作成した。これらの検討結果からリアルタイムハザードマップ作成システム運用のために必要な入力条件や機能等を仕様としてとりまとめ、富士山における試作版を作成した。

(3) 火山監視センターの検討

富士山火山監視の拠点となる火山監視センターについて検討した。

3. 調査結果

(1) 富士山火山砂防基本構想の検討

ハード対策は、対象現象を溶岩流（小規模）、融雪型火山泥流、土石流とし基本対策と緊急対策に分け、基本対策は静穏期に優先的に整備すべき一次対策と現段階での整備は難しいが、火山の活動状況や自然環境・社会条件を考慮して必要かつ実施可能と認められた場合に順次対応していく二次対策に分けた。溶岩流（小規模）と融雪型火山泥流に対する基本対策は火山砂防計画で新たに検討する必要があるが、土石流に対しては、通常降雨対応の土石流対策



図-1 保全対象の被災度と対策エリア

を進めることで代替し、状況に応じて緊急対策およびソフト対策で対応する。ハード対策は、図-1に示す保全対象の被災度と保全対象の被災度に応じた対策エリア（A～Cランク）を提案した。ランクごとの対策方針を表-1に示す。

表-1 対策エリアのランクと対策方針 ○：実施する

ランク	基本対策		緊急対策・ソフト対策
	一次対策	二次対策	
A	○	—	○
B	実施しない	○	○
C	実施しない	実施しない	○

(2) リアルタイムハザードマップの検討

火山防災対策上必要な情報を、平常時～緊急時のそれぞれの場面で提供できるように、リアルタイムハザードマップ作成システムを試作した。なお富士山では既にシミュレーション計算等により噴火シナリオに応じたハザードマップが多数作成されているため、条件に応じて適切なマップを選択するプレ・アナリシス・システム方式を用いるものとした。

富士山で想定される噴火シナリオは、火口位置→現象種類→規模→二次災害と観測できる状況に応じて絞り込みができる論理ツリーとして整理されているため、試作したシステムも同様の入力条件を与えることにより対応した現象レイヤーを表示できるものとした。また地形や交通網などの基図、砂防施設や避難路など対策に関する地図情報を重ね合わせて、具体的な対策を検討することができるように、Windows上で動作するArcGISを用いたハード・ソフト構成とした。

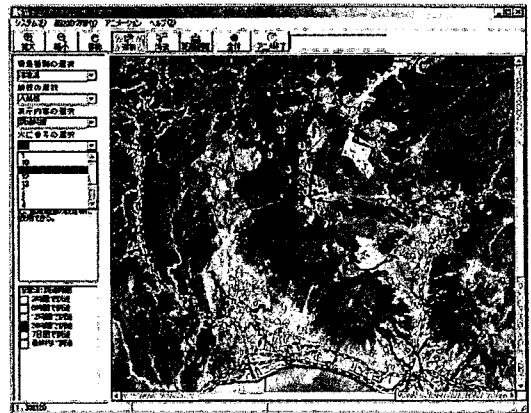


図-2 リアルタイムハザードマップ作成システムのイメージ図

(3) 火山監視センターの検討

以下の検討を行った。

- ・火山監視センターの位置付け
- ・必要な機能
- ・具体的な設備の検討
- ・火山監視センターの建設候補地

樹林の表面侵食抑制効果に関する基礎的検討

近畿地方整備局六甲砂防事務所

key word: 樹林の防災効果、土砂生産、表面侵食、定量化、計測観測

1. はじめに

六甲山系では、平成7年の阪神淡路大震災を契機に、新たに土砂災害の防止に加え無秩序な市街化の防止や自然環境の保全などを目的とした、グリーンベルト整備事業により積極的に樹林帯の整備を実施している。しかし、樹林が回復、維持されることによる防災上の効果については、多くの調査研究が実施されているが、未だ樹林の効果は定量的に評価されていない。また、これを定量評価するには、樹林の樹種や林相だけでなく地形、地質、土壌等の影響が複雑に関係しており、現地における経年的なモニタリング調査は不可欠である。そこで、樹林の効果を定量的に把握・予測することを目的に、六甲山系で表面侵食土砂量・表面流量等の観測を試みたので紹介する。

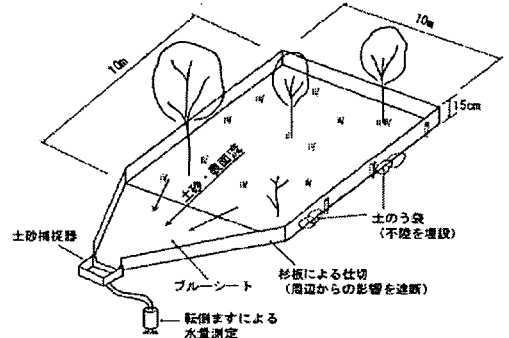


図-1 計測イメージ

2. 試験地及び観測方法の概要

六甲山系内に①林分②表土層の状況③斜面勾配④林床植生等を勘察し試験地(コドラート)を12箇所設置した(図-1計測イメージ)。コドラートに関する基本情報は右の表に示すとおりである。コドラートでの観測は、集水した表面流量を転倒マスを用いての1時間あたりの水量で記録するとともに、土砂捕捉器に堆積した土砂を月1回サンプリングし、乾燥重量及び粒度特性を把握している。

表-1 コドラート基本情報一覧

調査地点	林分名	立地録元				林況				コドラート面積		特記事項			
		標高	方位	傾斜	地盤層	立木密度	平均樹高	下層植生	照度	面積(m ²)	面積(m ²)				
1	裸地・崩壊地	660	NE	40	5.0	A0層有	谷部	-	-	少ない	明るい	4×4	16	植生はほとんどなく、シダ類が生育。落葉層は下部に一部確認された。深い窪みをつくるようなガリが確認され、土砂が安定していない。	
2	裸地・崩壊地	490	NE	38	13.3	A0層有(硬多)	尾根部	やや疎	2以下	5	やや少	明るい	6×6	36	樹木は少ない(45本、1.2m以上)が、実生が斜面全域で確認される。マツの根元の落葉や土がたまるところではススキ草木が生育する。露頭が斜面所々あるが、転石はあまりない。侵食跡は深いものも浅いものもあり、斜面全域で確認された。
3	ヤシロノ木林	360	NE	31	5.0	A0層有	斜面上部	やや密	10	20	密	やや明	10×10	100	斜面全体に落葉層が広がる。1.2m以上の樹木が多い。木の根が露出している箇所がある。侵食跡は浅い深、ガリ状をなし、その周辺部で落葉層が流出する。
4	スギ・ヒノキ林	300	SE	25	3.7	A0層有	斜面中部	やや密	18	20	少ない	やや暗	8×6	48	斜面全体に落葉層が広がる。シダ類や樹木の実生は落葉層のあるところで多い。セキトウ、アガタシ、樹高50~100cm、侵食跡は斜面下部で多く、西方に流れる傾向がある。
5	ニセアカシア林	430	NE	38	4.0	A0層有	斜面下部	疎	15	25	密	やや明	10×10	100	高木はセキトウのみで下層にはネズギが密生し、後述・傾度は5・5、植生高は0.8m、メッシュ調査は不可視。調査区内にニセアカシアの樹木が多量あり(直径20~30cm)、地形の傾斜は不明、小堀が点在。
6	アカマンナ林	340	SE	33	8.3	A0層有(薄)	斜面中部	やや密	10	20	少ない	やや明	8×8	64	落葉層が広がっており、腐木や枯れ枝が多量確認される。点在する崖の上部に落葉がたまるところがある。侵食跡は斜面上部で広く確認され、下部では少ない。深い水路のような形状が多い。
7	アカマンナ林	810	NE	35	5.0	A0層有	斜面中部	やや疎	15	30	密	やや暗	8×10	80	下層植生にスギが密生する。後述・傾度は4・4であり、全体の約70%を占める。植生高は1.2m、土砂又は崖地に生息しており、ほとんどが倒伏する。侵食跡は深く、多量の土砂の流出が確認された。
8	ヤシロノ木林	710	SW	38	3.7	A0層有	斜面下部	疎	12	20	やや密	明るい	10×6	60	斜面中部にスギが生える。後述・傾度は3・3で全体の約50%、植生高は1m、露頭にはコケが生える。侵食跡は浅く、露頭になっており、土壌は母岩が風化した硬質リソソである。表層のA層は流出したものと考えられる。
9	コナラ2次林	260	NW	41	7.0	A0層有	尾根部	やや疎	15	30	少ない	明るい	10×10	100	落葉層が斜面下部に分布。斜面上部では木の露出が多く、表層土壌が安定していないとみられる。全木に転石が多く、侵食跡は深い形状である。
10	コナラ2次林	680	SW	38	8.7	A0層有	斜面上部	やや密	12	20	密	やや明	10×10	100	落葉層が斜面下部に分布。実生や草本類(スギ、シメツクシ)が生育。落葉が見える。斜面全体に転石が多い。侵食跡は深い形状で、斜面全域で確認された。
11	森林整備跡地	340	SE	23	4.3	A0層有	斜面中部	やや疎	12	20	密	明るい	10×10	100	高木はなく、樹木は植栽された50センチメートルの幼木である。下層にはネズギが密生。後述・傾度は5・5、植生高は0.5m、石積み以外は地形に大きな差異はない。植生もネズギが優占一帯である。
12	常緑林	160	NW	31	14.3	A0層有(薄)	斜面中部	やや密	11	30	少ない	やや暗	10×10	100	落葉層は傾斜が緩やかな斜面上部で多く、まわって分布するが、傾斜が異なる斜面下部にはラシに分布する。侵食跡は斜面全体に点在し、木根の露出がみられる。

※1 傾斜は、コドラートの縦断方向の仕切板の傾斜をクリノメータで計測し、平均した値である。

3. 検討の結果

観測は、平成15年2月より開始^(*)し、現在も継続中である。本報告では、平成16年1月までの1年間のデータを用いて整理解析を行った。

①表面流量について

観測結果から、林分により発生する表面流量に差異が生じていることが確認された。表面流量は、林内降雨に樹冠が影響していると考え、時間雨量(以下雨量)に照度を乗じた補正雨量を用いると比較的相関の高い結果を得られた。観測結果の一例として示した樹冠考慮時の雨量と表面流量の関係図(図-2)より、No.7の例のように相関係数(R²)は概ね0.6以上を示すがNo.6, 8, 9では相関は悪い。No.8は発生している流水

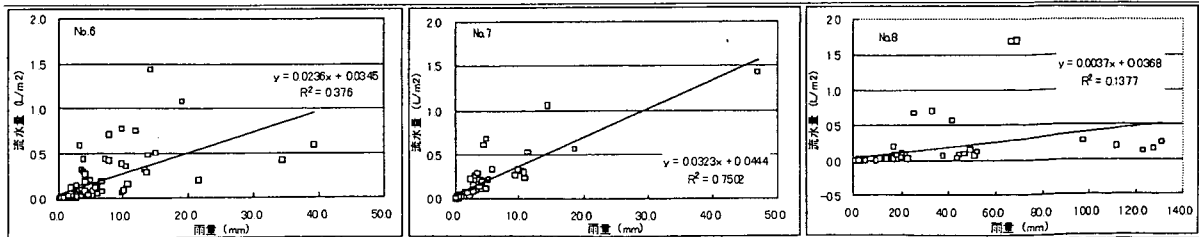


図-2 雨量と表面流量関係図

量が非常に微量であり、観測精度上の課題がある。No. 6, 9は照度による樹冠の評価法や落葉層の発達など林分の特徴が影響している可能性などが考えられる。また、全体に関係がばらつくのは、地表面の土壌水分状態も表面流量に影響していると考えられる。

①表面侵食土砂量について

斜面での侵食は、雨滴による侵食や流水による侵食が一般的であるが、ここでは侵食土砂がどちらの現象による発生かは考慮せず、侵食土砂はトラップまで表面流により流送されたと判断した。そこで土砂捕捉器にトラップした土砂と表面流量の関係について検討した。また、表面流量は、観測実測値を用いている。侵食土砂量は、コドラート設置時や動物や人的な踏み荒らしなどの影響とみられるデータは除外した上で、解析に用いた。

図-3には、表面流量-表面侵食土砂量の関係図の一例を示す。データのばらつきはあるがNo. 4の例のようにトラップされた土砂量が、相対的に多い箇所については正の関係が確認できる。しかし、No. 5の例のように1ヶ月の単位面積1㎡あたりの侵食土砂量が10g以下となった箇所については、相関関係は確認できない。これは主に下層植生が発達している斜面や表面流量が微量な斜面にみられる。

データがばらつきを示す要因としては、林分特性の他に自然な斜面表面の凸凹が関係していると考えられる。また、斜面が急傾斜になると土砂量が増加するなどの勾配が侵食土砂量の差異に影響する結果は、確認できなかった。

4. 考察

観測データをもとに行った回帰分析より、表-2、図-4に示すような結果が得られた。コドラート12箇所の内、比較的相関の高い式を得られたのは、表-4に示すとおり5地点、4林分であった。それ以外の1ヶ月の侵食土砂量が10gを下回る斜面については雨量と表面侵食量との相関は見いだせなかった。図-5より、裸地・崩壊地とスギーヒノキ林の侵食土砂量が多く、スギーヒノキ林を除く被植地の侵食土砂量は、相対的に少ない(1/4~1/5程度)。また、ニセアカシヤ林や森林施業地のように下層植生が発達しているコドラートでは、侵食土砂量が非常に少ないことが観測結果から明らかとなった。

以上の結果をもとに平成15年度の雨量を用いて、住吉川流域(面積約11km²)の植生区分と表-2の相関式の林分を対応させ、流域全体の年間表面侵食量を算出すると約140m³という結果が得られる。

5. おわりに

今回、樹林の効果として、平時の表面侵食土砂量に着目した現地観測を六甲山系で行った。観測結果から小規模降雨時の表面流及び表面侵食の発生と斜面環境(植生の分布等)による差異があることが明らかとなったといえる。しかし、今回1年間の観測においては、連続雨量の最大が127mmで、連続雨量が50mmを超えた回数が8回、降雨強度も最大28mm/hと1年を通してあまり規模の大きな降雨は発生しなかった。このため大きな降雨でのデータが乏しく、用いた観測データが規模の小さな降雨の場合となっていることから、十分な表面侵食量の定量把握のため、観測の継続によるデータの蓄積に期待するところが大きい。

今後も表面侵食現象の定量化のため、今後の継続的な観測を行い、より詳細な解析検討を行っていく予定である。また、下流への土砂流出の観点をふまえると、表面侵食現象により生産されている土砂が斜面形状による貯留や集水による流出などの供給過程について、現地観測によるデータの取得と解析を試みたいと考えている。

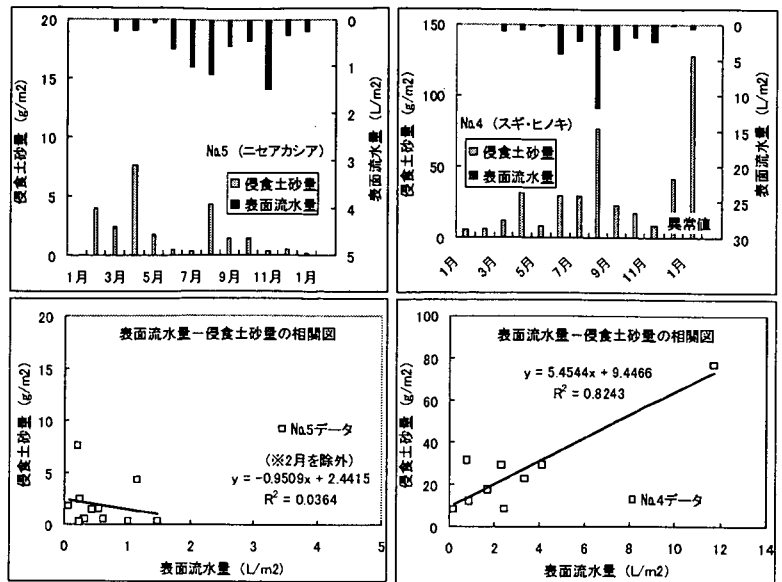


図-3 観測結果と関係図

表-2 林分別相関式一覧解析結果一例

林分名	相関式		侵食土砂量平均値 (g/m ² /月)	摘要
	照度補正後の雨量 (x)と表面流量(y)	補完の 表面流量(x)と 侵食土砂量(y)		
裸地・崩壊地	$y = 0.0875x - 0.3581$	$y = 26.991x + 39.79$	-	※No.1-2
ヤシヤブシ林	$y = 0.4717x - 0.0305$	-	7.4	No.3
	$y = 0.0294x - 0.0605$	$y = 14.806x + 13.874$	-	No.8
スギーヒノキ林	$y = 0.4375x + 0.0082$	$y = 5.4544x + 9.4466$	-	No.4
ニセアカシヤ林	$y = 0.1433x + 0.0152$	-	2.1	No.5
アカマツ林	$y = 0.0323x + 0.0444$	-	1.4	※No.6-7
コナラ2次林	$y = 0.0259x - 0.0054$	$y = 8.3473x + 14.14$	-	No.9
	$y = 0.0179x + 0.0321$	-	3.8	No.10
森林整備施業地	$y = 1.5712x - 0.2825$	-	4.7	No.11
常緑林	$y = 0.0582x - 0.0018$	-	9.0	No.12

※裸地・崩壊地の雨量と表面流量の相関式は、No.1地点の式を採用した。

※アカマツの雨量と表面流量の相関式は、No.7地点の式を採用した。

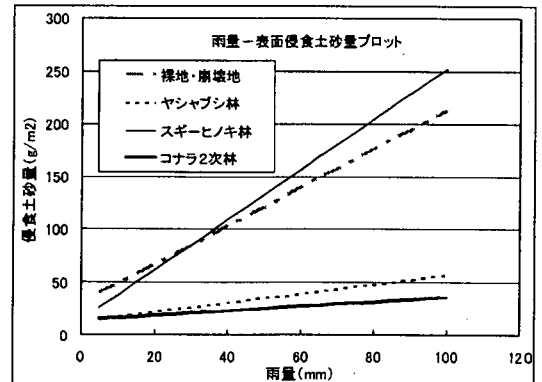


図-4 雨量-表面侵食土砂量関係図
(相関式をもとに作成)

*)参考文献：柳澤ら：樹林の防災効果の定量化に関する現地計測の試み、平成14年度砂防学会研究発表会概要集

田上山の緑化技術

調査機関名 近畿地方整備局琵琶湖河川事務所

1. はじめに

瀬田川流域の田上山は、数千年前はスギの美林であったが、奈良時代以降、都造営や陶器製造の燃材料のため乱伐され、荒廃・はげ山になっていった。また、表面浸食を受けた土砂は下流に流亡し、多くの被害をだした。このため、田上山では1878年（明治11年）より、直轄砂防事業を着工し、階段工施工後のクロマツとヒメヤシャブシの混交植栽とヒメヤシャブシの間伐を行う保育A工法で成果を挙げ、大部分の植生が回復した。しかし、田上山でもマツ枯れの被害が広がったため、クロマツに代わっての新規植栽樹種として、アラカシ、コナラなどの広葉樹の試験植栽を行うようになった。そして、大規模な禿敷地については平成13年度でほぼ概成し、今後5年程度の保育工が必要なまでに至った。しかし今なお、小規模な禿敷地や再荒廃地が多く存在し、これらの地域における緑化技術についても検討していかなければならない時期にある。

このため、今回は①広葉樹の試験植栽の追跡調査（山腹植栽試験調査）結果と②新たな緑化工法と行った航空機による山腹緑化の追跡調査（山腹緑化工事追跡調査）結果について報告するものである。

表-1 調査種類(平成15年度)

種類	施工方法	新規/継続	試験地の選定	1箇所当りの面積
弱間伐 + 補植試験	1,000本/ha間伐区	継続	-	100㎡ (10m×10m)
	1,500本/ha間伐区			
	1,000本/ha間伐 + 1,500本/ha補植区			
	対照区(未作業区)			
強間伐 + 補植 + 剪定試験	500本/ha間伐区	継続	-	100㎡ (10m×10m)
	500本/ha間伐 + 補植区			
	500本/ha + 剪定区			
	対照区(未作業区)			

2. ①山腹植栽試験調査

山腹工により施工された砂防造林地を永続的に維持していくために、造林樹木の経年変化等を勘案した補植等の保育技術を開発する基礎資料として、平成7年度より弱間伐での調査を開始し、平成10年度からは強間伐での調査も開始した。調査の種類、施工方法等に関しては表-1に示すとおりとし、以下に調査結果を示す。

間伐を行うことにより入光量が大きくなり、かつ多くの実生が発生する(図-1)。しかし、間伐だけでは周辺に母樹がないことも加え、コナラ等の後継樹の発生が少なく、二次林への移行に時間がかかることがわかった(表-2)。そこで、補

表-2 後継樹の発生状況

	後継樹 実生発生数	%	全実生発生数
間伐(1500本/ha)区	11	6.1	180
間伐(1000本/ha)区	16	6.1	263
間伐(1000本/ha)区 + 補植区	23	5.1	453
対照区	7	4.2	167

データは平成15年時のもの

注) xxx本/haとは、植栽木の単位面積当りの成立本数を示す。
 ・「間伐」；山腹工施工後10年林以上の試験区において、母樹(クロマツ)を間伐し、ha当りn本にすること。
 ・「補植区」；上記間伐区において、広葉樹を補植した区域。
 ・「剪定」；母樹(クロマツ)を地上2mで剪定したもの。
 ・「対照区」；比較対照のため、間伐を行わない区域。

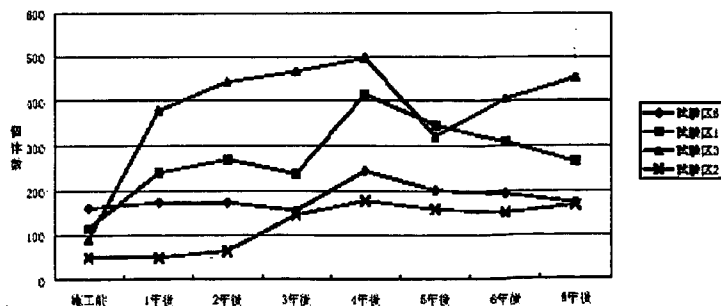


図-1 実生の発生状況

- ・試験区1：間伐(1000本/ha)区
- ・試験区2：対照区
- ・試験区3：間伐(1000本/ha) + 補植
- ・試験区4：間伐(1500本/ha)区

植を行った結果（図-2、図-3）、植栽樹種によっても異なり、また照度の確保、植栽密度等の再

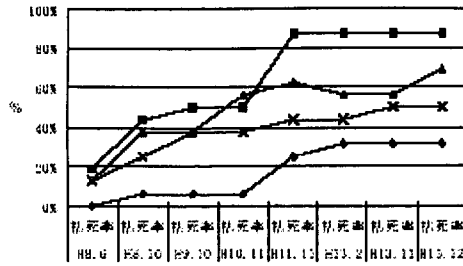


図-2 補植木の枯死率の変化

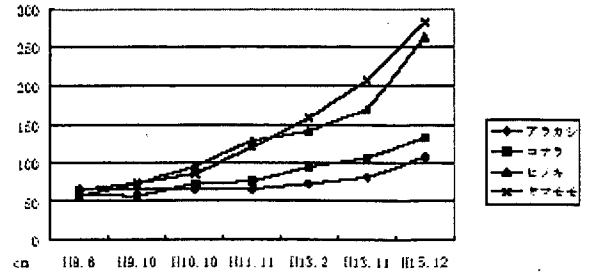


図-3 樹高の変化

検討は必要なものの、補植は二次林移行促進の有効な手法のひとつであるといえる。

これらの結果、マツの単相林から二次林へ移行促進させるための提案として、補植あるいは種子まき等（後継樹の導入）を行うこと。補植木の生育を促すため（照度を確保するため）間伐を行うことの2つが挙げられた。

3. ②山腹緑化工事追跡調査

機械や人力による緑化資材の運搬等が困難な箇所等を安価に緑化する方法として航空緑化工法がある。今回は当地域においても航空緑化工法が緑化方法として有効か否かを判断するための、植生回復状況の追跡調査結果を示す。

施工後1年8ヶ月後、施工範囲全体としての被覆率は80%程度（図-4）であるが、洋芝のウィーピングラググラスの被圧が目立ち、在来種のイタドリ、ススキ、ヤシヤブシはわずかしみられない（図-5～7）。結果、現時点ではウィーピングラググラスの生育が旺盛なため、他の植物の成長、侵入の可能性が低いと思われる。

現状、表面被覆という点においては、施工後の経過時間が短く、評価の判断は困難であるが、概ね成功しているといえる。しかし、洋芝（外来種）を中心とした航空実播緑化工法の採用のため、外来種の繁茂により、現存植物の衰退、河川等を伝い外来種の逸出、遺伝子の攪乱といった周囲の自然植生への悪影響や、在来種の侵入の妨げといった問題がある。また、植生基材（土壌、肥料）の散布による一時的な水質悪化や、植生基材の流失の問題もある。

4. おわりに

長年にわたって砂防事業が行われ、田上山に緑が取り戻されてきたが、今後小規模禿敷地についての施工方法を決定していかねばならない。今後も追跡調査を継続するとともに検討していきたい。

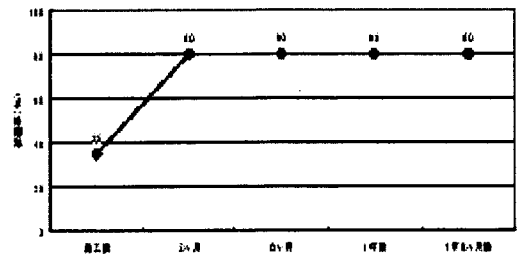


図-4 全体（施工範囲）被覆率

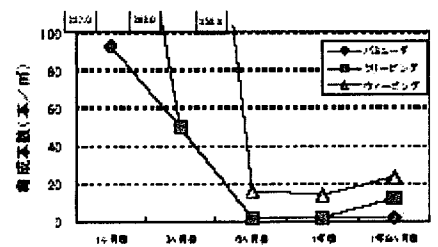


図-5 草本植物の育成本数の移行①

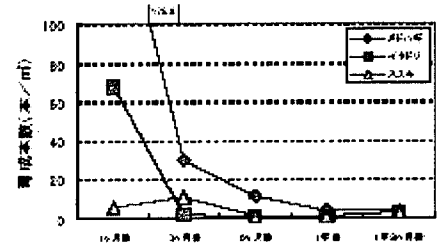


図-6 草本植物の育成本数の移行②

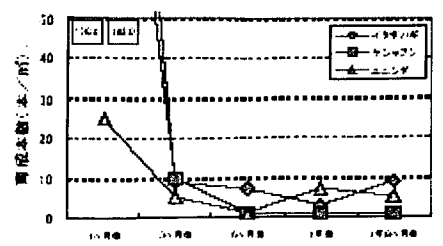


図-7 木本植物の育成本数の移行

※試験区：1m×1m

1. はじめに

昨今のパーソナルコンピュータ性能の向上と CALS などによる電子国土情報基盤の整備に伴って、地理情報の3次元化が急速に進展している。本報告では、地図データに比較し情報量が飛躍的に大きい地下地質情報や地すべり計測結果などについても3次元化し、パーソナルコンピュータのレベルで閲覧、解析できるシステムを用いて、地すべり対策や維持管理の基礎資料として有効利用した事例を紹介する。

2. 3次元地質モデルの作成と運用方法

3次元モデル作成では、ボーリング調査結果と工事資料をもとに、約100haある地すべり地の地質を24層に細分し、3次元kriging¹手法を用いて、全体の基本モデルを作成した。作成にあたっては、ボーリングの地層境界深度を直接読み取っているため、今後の新しい調査データ追加・モデルの変更が容易であるという利点もある。通常このような広範囲の地質を詳細に補間し、モデル化するシステムは複雑な3次元表示を行うため、ハイスペックのコンピュータが必要である。しかし、多くの職員が利用するためには、费用的な問題や操作の熟練が必要なため、機能を限定した簡易な3次元モデルを目的別に作成し、フリーのビューワーで断面移動や地質状況を3次元で閲覧できるものとした。これ

によって、職員のみでなく、地すべり地を見学しに来た方々など、地すべり防止事業の説明や普及などにも寄与できるものとなった。

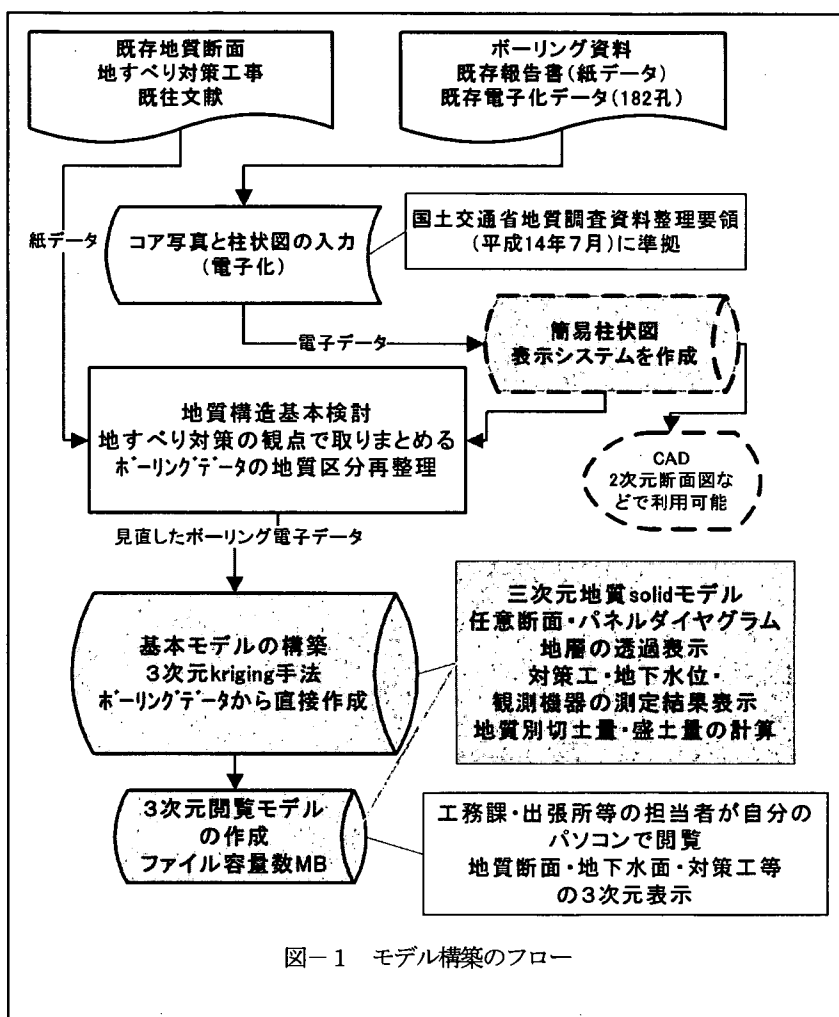


図-1 モデル構築のフロー

¹ 南アフリカの鉱山技師が開発した地下資源モデリング手法であり、本システムではこれに加えて、水平方向の異方性の考慮と地質区分に沿った3次元メッシュ区分が自動的にできるようになっている。

3. 3次元地質モデルの活用

作成したモデルは次のような用途で活用している。

- ・地すべり活動の解析
- ・地すべり対策の検討
- ・地すべり監視結果の表示
- ・プレゼンテーション

図-2は、排水トンネル沿いの地質をトンネルの中心から半径 25m の円筒状の断面で表示したものである（半径は任意に指定可能）。通常排水トンネルからは 40m 程度の集水ボーリングを行い、地

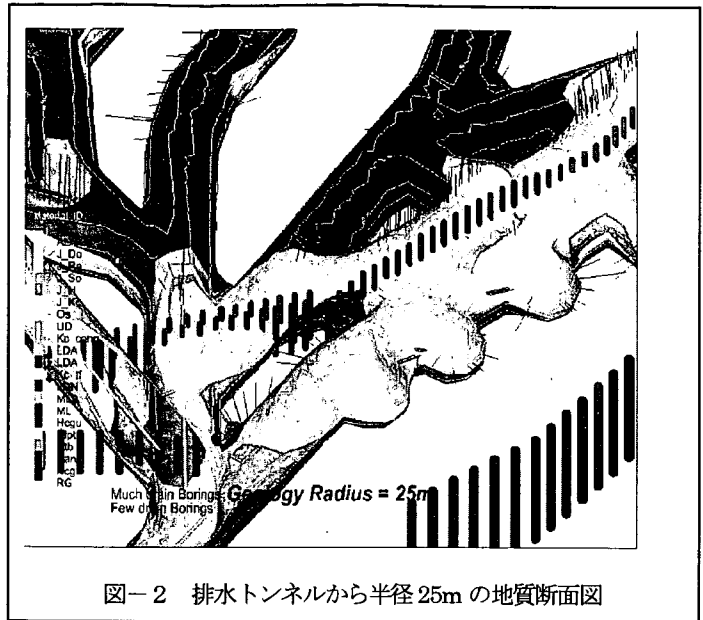


図-2 排水トンネルから半径25mの地質断面図

すべり土塊から地下水を排除する。この図を活用すれば、効率的に地下水を排除できる位置と方向及び集水ボーリングの長さを検討することができる。また、維持管理では、どの区間を優先して実施したらよいかの判断資料となる。

図-3は、地すべりで発生した亀裂図を基図として、地すべり移動方向に沿って作成した地質断面を表示したものである。断面位置は地形図上で正確に指定でき、彎曲した断面も可能で標高線を表示できる。図はこれに、すべり面と地下水面を追加した

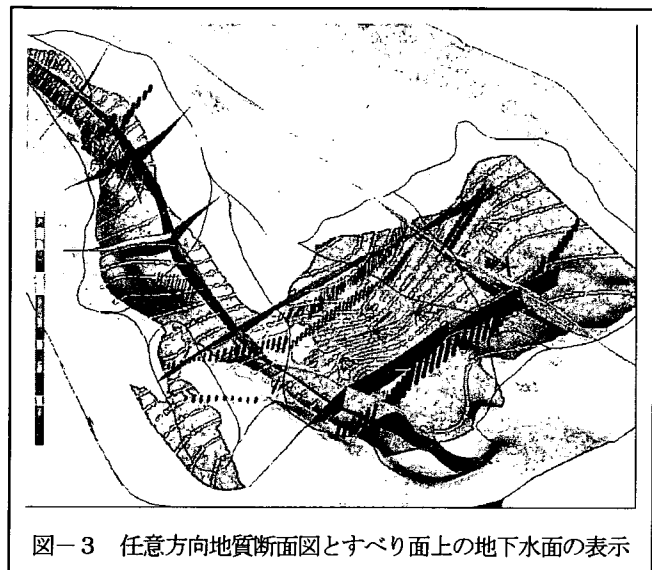


図-3 任意方向地質断面図とすべり面上の地下水面の表示

たものである。これにより地すべり土塊の中で何処に地下水が多いか把握でき、現在の地下水排除工位置との関連や今後の地下水排除計画の基礎資料として活用可能である。さらに、DXF出力が可能で設計にも利用できる。また地形図は2次元DXFを地表面に貼り付ける方法を用いており、煩雑な3次元DXF図面を作成する必要がなく、建物や道路・法面記号などがスムーズに3次元表示される。

4. まとめ

本システムの拡充を行えば、河川計画や、大深度地下開発、ダム維持管理計画、最終処分場管理、地質・地下水汚染問題にも利用可能であり、広く地盤全般の3次元可視化やGISシステムへの利用が可能であると思われる。

真名川砂防自然環境調査

国土交通省 近畿地方整備局 福井河川国道事務所 工務第一課

1. 目的

本業務は、真名川ダム上流域における自然環境の現況を把握し、砂防事業による生物相の変化について検討を行うことにより、自然環境に配慮した砂防事業を展開する際の基礎資料とすることを目的とする。

2. 調査概要

調査は、「水と緑の溪流づくり調査マニュアル（案）」および「平成6年度版河川水辺の国勢調査マニュアル〔河川版〕生物調査編」を参考に、過去の調査方法を踏まえながら、各生物相が十分に把握できるような方法を用いた。なお、その際、定量的な把握が行えるように調査方法を設定した。

表2-1 調査時期等一覧

調査対象	過去調査									今回調査			調査方法	
	H4			H5			H6			H15				
	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋		
魚介類			○									○	○	捕獲調査、遡上調査
底生生物			○									○	○	定量採取、定性採取
植物			○		○			○			○	○	○	植物相調査、群落組成調査等
鳥類					△	△		△	△		○		○	ラインサス法、定点記録法
両生類・爬虫類・哺乳類					○	○		○	○		○		○	目撃法、捕獲法、トラップ法等
陸上昆虫類					○	○		○	○		○		○	任意採取法、ライトトラップ法等

※△は個別に実施せず、他調査時に同時に実施した補足的な調査

3. 調査結果

3.1 確認数

過去の調査結果の累計（3ヶ年、重複除く）と、今回調査結果は下表に示すとおりである。調査範囲や調査時期、調査方法に差異があり一概に比較は出来ないが、概ね今回の調査の方が確認種数は多くなっている。

表3-1 確認種数一覧

調査対象	確認種数		
	過去調査(累計)	今回調査	(うち特定種数)
魚介類	4目 4科 7種	2網 6目 9科 15種	(4科 5種)
底生生物	12目 44科 79種	4網13目 66科 152種	(4科 4種)
植物	93科345種	117科 676種	(3科 3種)
鳥類	7目 17科 30種	9目 26科 66種	(6科11種)
両生類・爬虫類・哺乳類	7目 18科 27種	10目 22科 36種	(4科 4種)
陸上昆虫類	16目121科219種	17目202科1308種	(10科10種)

※陸上昆虫類については比較のためクモ類を除く(クモ類込みの今回確認種数は17目202科1308種)

魚介類：過去の魚介類の確認種数が少なかったのは、調査が秋季の終わりに行われており多くの魚類の活動が活発でなかったためと考えられる。対象流域内に生息する魚類は回遊魚ではないことから、調査頻度の違いよりも調査時期の違いによる差が現れていると考えられる。

底生動物：底生動物は、その生活史（寿命）の短さから季節的な変動が激しいため、調査回数が多かった今回の調査が確認種数も多い結果となったと推察される。

- 植 物： 植物は調査頻度の違い（特に春季調査の有無）が大きく影響しており、春季の調査を行わなかった過去の調査よりも多くの種が今回確認できた。
- 鳥 類： 鳥類については過去の調査が補足調査だった事もあり正確な比較が出来ないが、猛禽類も確認されており、少なくとも減少傾向にはない事が分かった。
- 両 生 類 等： 一方、両生類・爬虫類・哺乳類はほとんど確認種数に違いはみられなかった。これは元々種群全体の種類が少なく、比較的普遍的に生息しているためと考えられる。
- 陸上昆虫類： 陸上昆虫類は植物と同様に春季調査の影響が大きく、多くの種数が確認できた。

3.2 遡上調査

表3-2 魚道遡上調査結果

雲川床固魚道については夏季、秋季ともアジメドジョウの遡上が確認されている事から、河床を這うようにして移動する魚の遡上も可能である事が確認できた。

	雲川床固魚道	温見堰堤魚道
夏季調査	2個体 アジメドジョウ×1 ニッコウイワナ×1	0個体 ※魚道内で魚影は確認
秋季調査	9個体 アジメドジョウ×2 ニッコウイワナ×3 ウグイ×1 アマゴ×3	1個体 アマゴ×1

温見堰堤魚道で捕獲されたのはアマゴのみであるが、魚道内の流速は他の堰堤に比べて速くないため、遊泳力の強いアマゴのみが遡上できたという事ではないと思わる。

両魚道ともにサケ科（アマゴとイワナ）の産卵期にあたる秋季における遡上の割合が高い結果になっており、産卵期にはこれらの魚道を利用して河川を遡上していることがうかがえる結果となった。

4. 考察

- 魚 介 類： 魚介類の調査結果から全体的には良好な環境と考えられるが、砂防堰堤の上流側では確認種数が低下する傾向がみられたことから、影響の大きい砂防堰堤については魚道を設置し、魚類相が多様化するような措置をとる必要が考えられる。
- 底 生 動 物： 河川勾配が急になるにつれて底生動物自体の出現率は低くなるが、飛沫帯を生息場所とする（と考えられる）種の出現率が高くなっていた。河川上流域を特徴づける種が多く生息していたため、底生動物の生息環境が乱れていないことがうかがえた。
- 植 物： 過去に施工した砂防堰堤の影響と思われる帰化植物の率が、15年ほどすると未施工箇所と同レベル（未施工箇所でも帰化率が2~3%ある）まで回復しており、植物環境の悪化はないと考えられる。
- 鳥 類： 鳥類は水辺環境を利用する鳥類から陸域の鳥類まで大きな偏り無く確認されており、騒音に敏感な猛禽類が今回の調査でも確認されていることから、鳥類にとって好適な生息環境であると考えられる。
- 両 生 類 等： 比較的移動能力の低いと思われる両生類も数多く見られ、それを補食する爬虫類にも良好な環境と考えられる。
哺乳類の確認種数は過去から大きな増減はなく、連続した樹林地が大部分を占める良好な生息地と考えられる。
- 陸上昆虫類： 陸上昆虫類は数多くの種数が確認されており、特定種の数も多かったことから、様々なタイプの環境を有していると考えられる。

5. 今後の調査

今回実施した調査は、管内の自然環境の現況把握と砂防事業による生物相の変化を検討するため密度の濃い調査となっており、コスト的に毎年の実施は困難である。

今後は河川水辺の国勢調査のように各調査項目を数年サイクルで調査を行う方法や、流域毎に調査を行うなどの方法を検討し、引き続き管内の自然環境について調査、把握していく。

大山山系砂防基本計画資料作成業務 成果概要書

中国地方整備局 倉吉河川国道事務所

1. 業務目的

天神川水系周辺で発生が予想される種々の土砂移動現象による災害を防止、軽減するために、ハード・ソフト対策の両面からなる総合的な対策として、平成 12 年度に策定された「大山山系砂防基本計画」に基づいた事業計画が実施されている。平成 12 年計画は、大山を中心とした砂防計画であること。その一方で、溪流環境・中長期的な土砂移動特性を考慮した砂防基本計画策定指針(案) (未定稿) の策定が始まったことを受けて、平成 13 年度からは、天神川水系での新砂防計画の検討が行われているところである。

本業務は、大山山系砂防基本計画の方針および天神川水系での新砂防計画の検討結果を踏まえ、計画時点の違いによる諸条件及び計画規模等の相違点等を抽出・整理し、整備計画策定に向けての資料作成を行った。

2. 検討内容および検討結果

2.1. 砂防基本計画の整理

天神川水系において検討が進められてきた砂防基本計画である昭和 46 年計画、昭和 55 年計画、平成 12 年計画、現検討計画を対象に、その策定方針や算出資料の根拠等について整理した。以下に、主要な項目について表記する。計画規模は概ね 100 年超過確率を対象としているが、生産土砂量は算出方法等の変化により、年次毎に変わっている。

表-1 計画の主な特徴

項目	昭和 46 年	昭和 55 年	平成 12 年	現検討
計画規模	100 年超過確率	100 年超過確率	100 年超過確率	100 年超過確率等
計画雨量	318mm/day 75mm/hr	73.1mm/hr	448.7mm/day 61.5mm/hr	383.4mm/day(1/100 時)
生産土砂量(千 m ³)	6,355.5	総量は算出されていない	3,879	4,815(1/100 時)
流出土砂量(千 m ³)	5,092.8	5,639	792	4.5
特徴	1回の洪水を流域の不安定土砂の総量のうち、0.85 が流出する現象を対象とした計画	比流出土砂量曲線により、降雨から流出する土砂量を対象とした計画	流域の不安定土砂と降雨による流出土砂量の比較から、対象土砂が決まる計画	既往の災害豪雨等から計画シナリオを作成し、シナリオに対する安全性を確保する計画

2.2. 基本計画書のとりまとめ方針

(1) 基本事項の整理

天神川水系における砂防計画を策定する上で必要な資料の収集・更新を行った。収集資料は、毎年更新される統計資料、数年間隔で調査されるような環境調査を社会環境資料として収集し、砂防計画に深く関わる法規制範囲確認や砂防関連技術指針の改訂、土石流危険溪流調査について収集・整理した。更新情報については情報を更新し、砂防計画上で重要な H12 年調査の土石流危険溪流調査結果から既設堰堤情報の更新と、土石流危険溪流の情報の更新を行った。土石流危険溪流の推移を表に既設堰堤の追加分を図に示す。

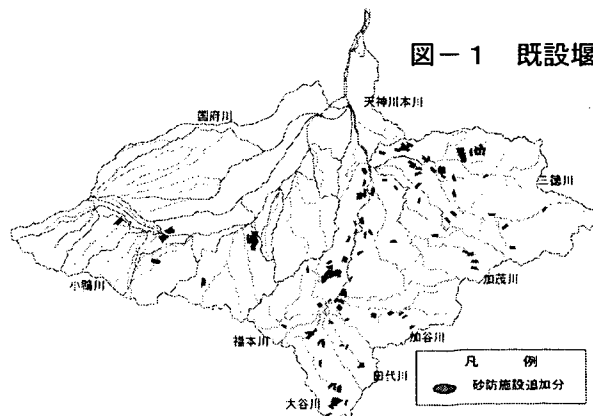


図-1 既設堰堤の追加

表-2 土石流危険溪流調査結果

直轄域（小鴨川・天神上流域）				補助域（小鴨下流・国府川・天神下流域）			
H元調査	渓流数	H11調査	渓流数	H元調査	渓流数	H12調査	渓流数
危険渓流	132	危険渓流Ⅰ	144	危険渓流	74	危険渓流Ⅰ	90
準ずる渓流	70	危険渓流Ⅱ	77	準ずる渓流	33	危険渓流Ⅱ	38
—	—	準ずる渓流	9	—	—	準ずる渓流	6
計	202	計	230	計	107	計	134

（２）とりまとめ方針の検討

土石流危険渓流対策と水系砂防基本計画の差異を整理し、水系砂防基本計画に土石流危険渓流対策をどのように取り込んでいくかを検討した。

- ・水系計画との流域界を一致させる
- ・土石流危険渓流の不安定土砂量を土石流危険渓流調査に一致させる
- ・計画降雨量（対象降雨量）や流送土砂量については、水系全体と局所的な特性の違いから、それぞれの計画を尊重するものとした。

2.3. 流域整備計画のとりまとめ方針の検討

（１）とりまとめ方針の検討

土石流危険渓流との整合性をとることにより、平成12年計画時に作成した流域区分が変更され、土石流危険渓流の生産土砂量については、土石流危険渓流調査結果に一致させる方針としたため、流域区分・生産土砂量が変更となった。水系全体をみる調査よりも土石流危険渓流に着目した方が対象土砂量を多く見積もる傾向にあるため、生産土砂量が増加した。同時に、無施設時及び現況時において土砂収支図を作成した。

表－3 生産土砂量比較表

流域	土石流危険渓流数(Ⅰ,Ⅱ)	H12生産土砂量(×10 ³ m ³)	見直し土砂量(×10 ³ m ³)	増減
小鴨川	99	3,879	5,137	↑
天神川本川	164	8,773	14,715	↑
三徳川	94	4,677	7,196	↑
国府川	49	3,557	3,933	↑
計	406	20,886	30,981	↑

（２）土砂整備率の整理

1) 土石流危険渓流調査結果により、既設堰堤の位置、およびその諸元が明らかになった。このため、追加した施設について整理を行った。また、直轄施設についても平成12年以降に完工した施設を追加した。

2) 天神川水系における土石流危険渓流の分布や既設堰堤の分布、保全対象のうちでも特に災害弱者施設について整理し、天神川水系での災害弱者施設の有る渓流が11渓流、砂防施設のない渓流が121渓流存在することを確認した。災害弱者施設が有り、かつ砂防施設のない渓流が2渓流であった。

3) 直轄砂防堰堤のうち、完工年の古い堰堤や、近年耐震補強等を実施した堰堤について施設効果量の算定方法について整理した。

4) 天神川水系における施設の整備状況について「要整備土砂量に対する施設効果量」「流出土砂を指標とする方法」「許容河床変動高を指標とする方法」について整理を行った。

調査の概要

大山山系日野川水系直轄砂防区域内の 26 地点において、砂防自然環境調査の一環として魚類の捕獲調査及び潜水観察調査を夏季に行った。また、砂防堰堤計画地 4 箇所において、事業による環境影響を把握するための自然環境モニタリング調査を行った。

調査項目は以下のとおりである。

調査内容と数量

項 目			数 量	
現地調査	魚類調査		26 地点・回	
	モニタリング調査	須郷地区	植物調査(植物相)	4 ha・回
			魚介類調査	1 地点・回
			底生動物調査(定性採集)	2 地点・回
			両生類調査	1 地点・回
			陸上昆虫類調査	2 地点・回
			オオサンショウウオ調査	2 昼夜
		真野地区	両生類調査	1 地点・回
			ムサシアブミ移植	1 式
		大坂地区 (3号堰堤)	植物調査(植生図)	4ha・回
			植物調査(群落組成)	12 コドラート
			鳥類調査(定点観察)	2 地点・回
			底生動物調査(定性採集)	4 地点・回
			底生動物調査(定量採集)	4 地点・回
			両生類調査	1 地点・回
			陸上昆虫類調査	1 地点・回
			オオサンショウウオ調査	2 昼夜
		大坂地区 (4号堰堤)	河川調査	1 km
			底生動物調査(定性採集)	1 地点・回
			植物調査(植物相)	1 ha・回
		希少猛禽類	6 地点・回	

調査結果の概要砂防自然環境(魚類)調査

調査はアドバイザー(鳥取県立博物館:安藤副館長)の指導により、投網・たも網による捕獲、潜水観察に加え、各溪流の最下流部で延縄を設置した。調査の結果、7科18種の生息を確認した。この

うち、特定種としてゴギ、ニッコウイワナ、ヤマメ、カジカ、オオヨシノボリの 5 種が確認された。また、過年度の調査結果との比較では大きな変化は認められなかった。

モニタリング調査

須郷地区

多様性調査を行い、植物 90 科 323 種(特定種 6 種)、両生類 3 科 5 種(特定種 1 種)、陸上昆虫類 121 科 550 種(特定種 5 種)、底生動物 26 科 46 種(特定種 2 種)、魚類 2 科 2 種(特定種 2 種)の生息・生育を確認した。

大坂地区 (3号砂防堰堤)

経年変化調査として、工事前の状況を調査した。植物は溪流沿いのミゾソバ、オニグルミ等の群落構造を調査するとともに、植生図を作成した。鳥類はサシバの営巣確認を行い、付近での営巣がないことを確認した。両生類は、ツチガエルの生息状況を調査したが確認されなかった。陸上昆虫類はチョウ類 17 種、トンボ類 6 種の確認、カワトンボ類 53 個体、ゲンジボタル 24 個体を確認した。底生動物は堰堤計画位置の下流で 52 種、上流で 50 種を確認した。

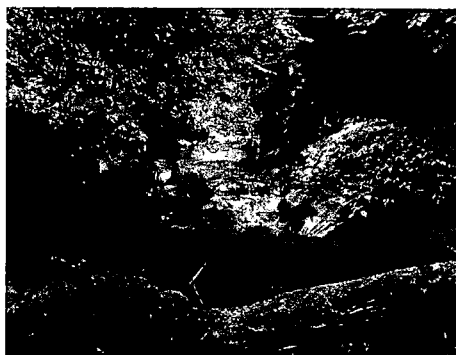
大坂地区 (4号砂防堰堤)

多様性調査の一部を行い、植物 60 科 152 種(特定種 1 種)、底生動物 14 科 15 種(特定種 1 種)、希少猛禽類 1 科 5 種(特定種 5 種)の生息・生育を確認した。

真野地区

工事によって消失する貴重植物ムサシアブミのうち、本年度は先行工事区域内の約 60 株を試験移植した。地上部が枯れたあとの 12 月に塊茎を掘り出し、取得用地内の竹林を間伐して移植した。

また、ニホンアカガエルの繁殖場所を確認するため春季に現地を踏査した。繁殖が確認された場所は、計画地より下流側の放棄耕作地内であった。



1. 業務目的

本業務は、広島西部山系直轄砂防事業の区域の土石流危険渓流の溪流特性に基づく土石流等の土砂移動現象をより正確に把握するため、水理模型実験において大部分が細粒土砂（まさ土）で構成された土石流に対して砂防えん堤の土砂捕捉効果および構造要件について検討することが主たる目的である。

2. 実験条件

- ・模型縮尺は 1/30 とし、フルードの相似則を用いた。
 - ・実験水路は、現地の溪流から平均値を算出し、各区間の設定を行った。
 - 土石流発生区間：勾配 1/1.4、1/2.5、1/3.7、長さ 180m
 - 土石流流下区間：勾配 1/5、長さ 210m
 - 土石流氾濫区間：勾配 1/12.7、長さ 120m
 - さらに、側岸勾配は 1 : 0.7 とし、底面と側面に粗度付けを行った。
 - ・対象施設は、不透過型及び透過型砂防えん堤（スリットのみ、スリット+横棧、スリット+メッシュの 3 タイプ）とした（写真-1）。
 - ・その他の条件については、以下に示す流下条件で実施した。
- なお、数値は全て現地量で示しており、以下も同様とする。

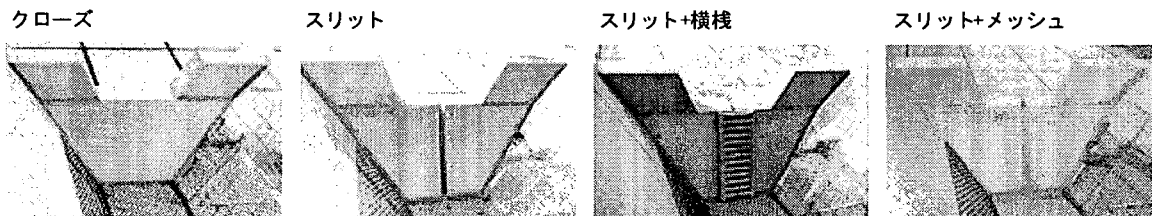


写真-1 えん堤模型

表-1 土石流発生の流下条件

	流下条件 (A)	流下条件 (B)
流量	5.53m ³ /sec	31.2m ³ /s
流下方法	溪岸崩壊による土砂がそのまま土石流化する状況を想定し、定常流に土砂を一定の時間・間隔で投入する。	河道・溪床内に堆積した土砂が降雨等により土石流化する状況を想定し、土石流発生区間に土砂を敷き詰めて定常流で流下させる。
通水時間	約 30 分	約 1 分 30 秒
実験砂	まさ土 100%（以下、まさ土と呼ぶ。）、まさ土 95%+巨礫 5%（以下、巨礫 5%と呼ぶ。）、まさ土 90%+巨礫 10%（以下、巨礫 10%と呼ぶ。）の 3 種類	
土石流濃度	先端部も後続流もほぼ一定（25%）	先端部（33%）>後続流（10%）

3. H. 14 年度と H. 15 年度の実験結果の比較

実験結果、実験水路の相違点を以下に示す。なお、両者ともえん堤模型はスリット(1.0d₉₅)+横棧(0.2d₉₅)、流下条件 (B) で実験砂は巨礫 5%である。

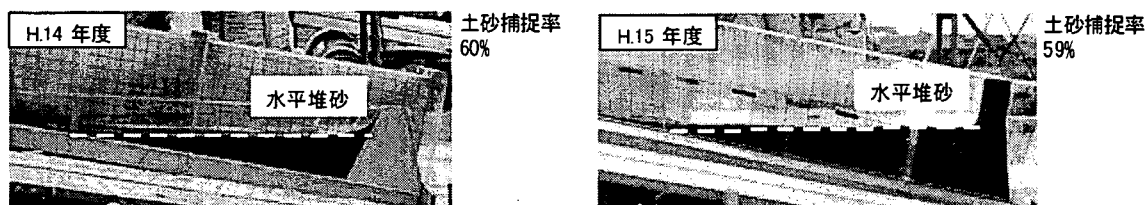


写真-2 H. 14 年度と H. 15 年度の実験結果の比較

H. 14 : 矩形断面
 H. 14 : 粗度なし n=0.028s/m^{1/3}
 H. 14 : 勾配変化点修正なし

H. 15 : 台形断面 (1:0.7)
 H. 15 : 粗度有り (水路底面と側面) n=0.034s/m^{1/3}
 H. 15 : 勾配変化点修正あり (中間勾配を設定している)

4. 不透過型えん堤の堆砂勾配

流下条件 (A) で土石流を発生させると、不透過型えん堤の堆砂勾配は元河床勾配の約 1/2 倍となる。一方、流下条件 (B) では、水平堆砂となる (写真-3)。



写真-3 流下条件の違いによる堆砂勾配の比較

実験水路の改良を行っても、流下条件 (前頁に記載) が同じであれば堆砂勾配、スリット部の閉塞状況、土砂捕捉率に大きな違いは見られない。そこで、H. 15 年度は現地の堆砂状況を考慮して実験条件の検討を行った。その結果、実験条件 (A) であれば、現地と同様に勾配がついて堆砂することが確認できたため、以下、H. 15 年度は実験条件 (A) で実施した。

5. 不透過型及び透過型砂防えん堤 (スリットのみ、スリット+横棧、スリット+メッシュ) 土砂捕捉率

- 不透過型砂防えん堤の土砂捕捉率は、85%程度である (図-1、3)。
- 土砂捕捉率はスリットまたは横棧間隔に依存しており、横棧間隔を狭くすると土砂捕捉率は増加する (図-1)。
- 土石流特性値 (土石流流速、土石流濃度) は土石流流下区間に依存しているため、土石流発生区間の違いによる傾向は得られない (図-1)。
- スリット $1.0d_{95}$ のみ (横棧なし) と比べて $0.2\sim 0.4d_{95}$ の間隔の横棧を設置すると土砂捕捉率は大きく増加する (図-1)。
- 横棧の間隔を一定にしてスリット幅を広げると、土砂捕捉率は低下する。ただし、巨礫 10% の条件はスリット $1.0d_{95}$ を設置した場合でもある程度捕捉が見込まれるので (土砂捕捉率 40%)、礫 5% と比べると大きな違いは見られない (図-2)。
- 土砂捕捉率は、メッシュ間隔 ($1.0\sim 7.0D_m^*$) に依存しない (75~80%) (図-3)。
- スリット幅 (メッシュ設置面積) を広げると ($1.0d_{95}\rightarrow 8.0d_{95}$) 土砂捕捉率は低下する (75% \rightarrow 19%)。しかし、さらにスリット幅を広げると ($8.0D_m\rightarrow 16D_m$) 氾濫台の堆積土上の影響で土砂捕捉率が增加する (図-3)。

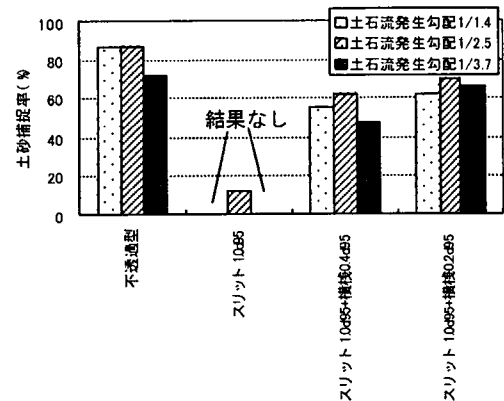


図-1 各えん堤の土砂捕捉率 (巨礫 5%)

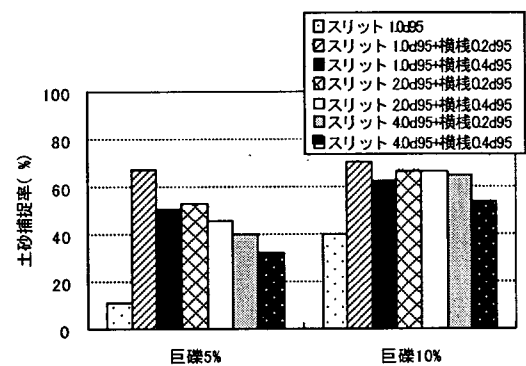


図-2 スリット幅、横棧幅の違いによる土砂捕捉率

6. まとめ

- 水路底面、側面に粗度の設置、矩形断面から台形断面等の改良を行っても流下方法が同じであれば、土砂捕捉率、堆砂勾配、閉塞状況に大きな違いは見られない。
- 流下方法の違い (土石流の発生状況の違い) により、えん堤の堆砂勾配が水平から元河床勾配の 1/2 倍程度まで変化する。
- 従来のスリットえん堤の閉塞条件は、95%粒径に対するスリットまたは横棧間隔の比の 1.5 倍以下であるが、大部分がまさ土で構成された土石流については、その比率をさらに小さくする必要がある。
- しかし、まさ土のみで構成された土石流については、スリットえん堤で完全に捕捉し難い。

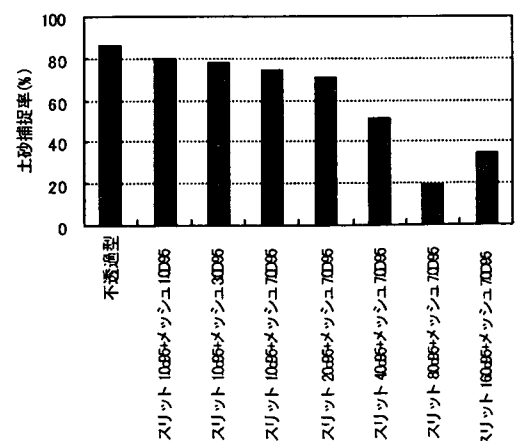


図-3 不透過型とメッシュタイプの土砂捕捉率 (まさ土)

微地形航空レーザー計測

1. 目的

本業務は、四国山地砂防事務所管内の善徳地区、井尻地区、下中切地区、つえ谷地区において最新の測量技術を用いて、地表面の微地形を反映した等高線図等を作成し、斜面对策検討の基礎資料を得ることを目的とする。

2. 実施方法

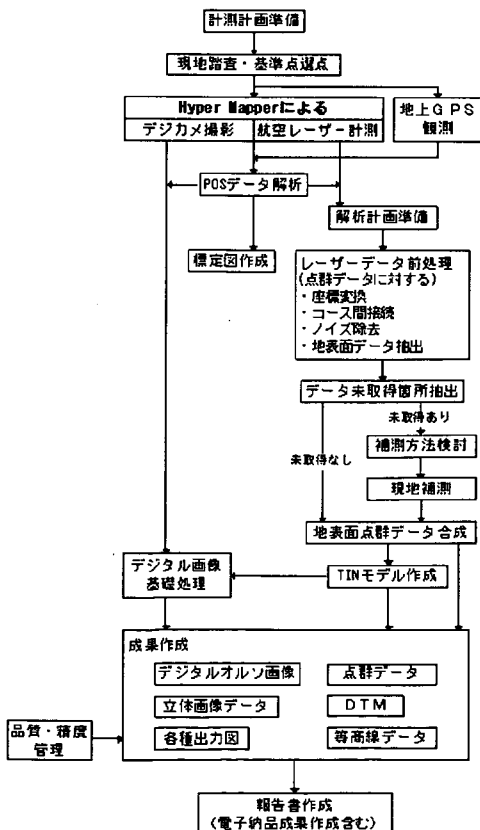
(1) 仕様

航空レーザー計測にあたっては、地すべり機構解析に必要な微地形を反映させるため、出力する等高線図の縮尺を考慮し下記のような仕様とした。

出力等高線図縮尺	1/2,500
計測精度	地形情報レベル2,500に準拠
測地系座標	測地成果2000の座標系
スキャン密度	地表面データが2.5m×2.5mに1点程度(平均)となるようなスキャン密度
計測コースの重複(サイドラップ)	20~30%を標準とする
標高単位	10cm単位

表-1 微地形航空レーザー計測の仕様

(2) 作業フロー



(3) 計測計画

- ① 樹木等のノイズ除去工程を考慮し、スキャン密度を1.0m×1.0mに1点以上とする。
- ② 植生の繁茂した箇所でも、できる限り地表面にレーザーが到達できるように、クロスコースの飛行コースとした。
- ③ レーザ点間隔が均一になるように、クロスコースのうち一方向は、斜面に平行になるようなコースとした。
- ④ データの欠落を防ぐためサイドラップを40%に設定。
- ⑤ 実施時間帯は、最新のGPS暦を用い衛星配置の最適な時間帯とした。

(4) 使用機器

本業務で使用した機器は下記のとおりである。

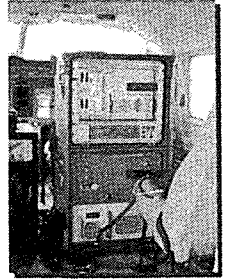
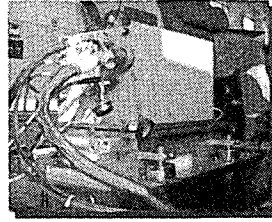
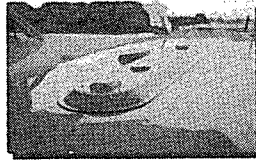
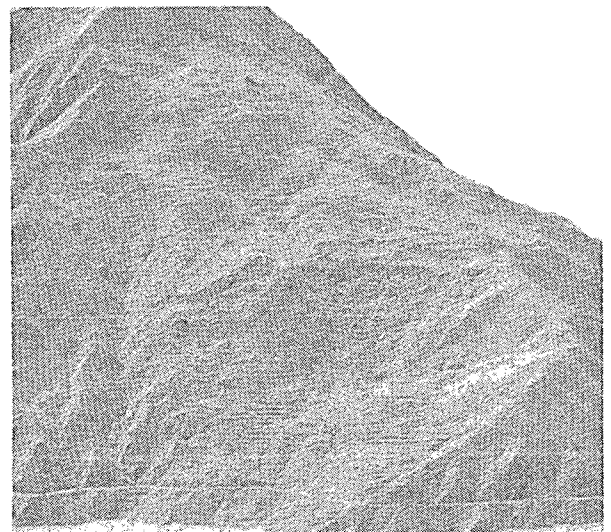
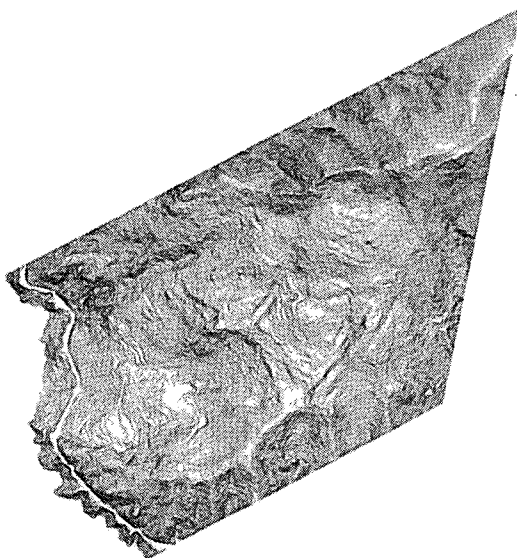
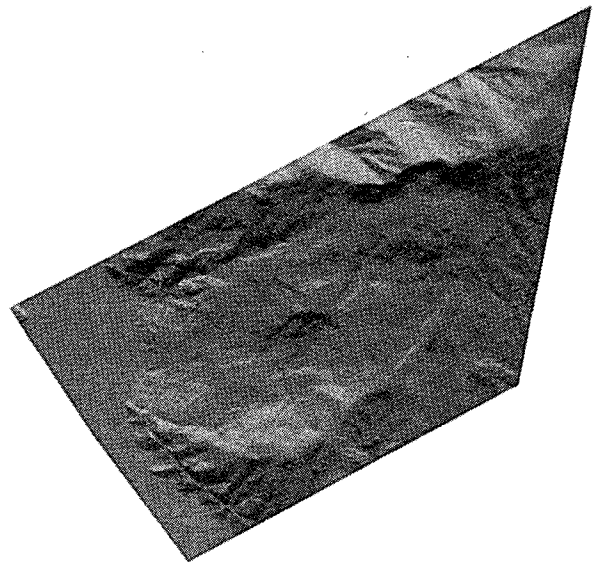
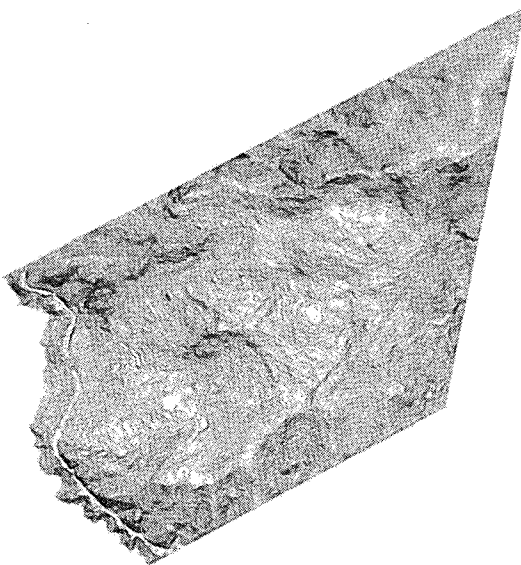


写真-1 使用した機器

3. 結果

本業務の成果として下記の微地形図を作成した。代表として、井尻地区の図面を下記のとおり示す。



川辺川流域における流砂量調査検討

九州地方整備局 川辺川ダム砂防事務所

1. 目的

総合的な土砂管理計画及び新砂防計画策定の調査の一環として、前年度実施された土砂移動モニタリング調査の浮遊砂観測結果から、土砂動態特性を把握するには掃流砂もとらえる必要があった。

しかし、大きな出水がなかったことから、川辺川全域の砂防えん堤堆砂量に関する既存調査資料を収集整理し、今後の土砂移動モニタリング調査について検討した。

2. 調査方法

土砂移動モニタリング調査に用いる資料として、過去約 30 年にわたり実施された 93 基の砂防えん堤の既往堆砂測量調査資料（数量計算書、測量手簿、図面）を収集し、現存状況を整理した。

3. 調査結果

1). 既往堆砂測量調査資料の整理

事務所書庫にある堆砂関係資料の現存状況を調査した結果、数量計算書、測量手簿とも昭和 51 年度以降のデータが現存していた。以下の砂防堰堤は現存データが 15 年以上と特に充実しているものである。

表-1 堆砂量のデータが特に充実している砂防堰堤

No.	名称	データ現存期間	累計年数
32	樺木砂防堰堤	S51～H2、H4～H14年	26年
56	朴木砂防堰堤	S55～H2、H4～H14年	22年
41	椎葉第2砂防堰堤	S54～S61、H4～H12、H14年	18年
57	裾川砂防堰堤	S57～H2、H4～H14年	20年
59	大谷谷川第2砂防堰堤	S58～H2、H4～H14年	19年
61	宮目木砂防堰堤	S58～H2、H4～H14年	19年
62	藤田谷川第2砂防堰堤	S59～H2、H4～H14年	18年

2). 堆砂縦断形からみた堆砂状況とその推移

現存する測量手簿の横断データから各断面の最深河床高を抽出し、堆砂縦断面図を作成して堆砂状況の推移を調査した結果、川辺川流域の特徴は次のとおりである。

- ・多くの未満砂の砂防えん堤は、水抜き穴からの土砂流出によって、その堆砂縦断面が水抜き穴標高付近で規制されている。
- ・多くの満砂（水通し天端まで堆砂面が到達）の砂防えん堤での堆砂形状の縦断形は、 $(1/2)i$ 勾配の直線形ではなく、上流が急勾配下流が緩勾配の指数関数的な線形状で、堆砂縦断が計画堆砂勾配線まで達していない。
- ・同一溪流に存在するえん堤は、一般に上流側のえん堤の方が下流側のえん堤より堆砂縦断の変動は相対的に大きい。

4. 今後の課題

今後は、収集整理した既往堆砂量調査資料から、降雨等との関係や掃流砂も含めた土砂の動態を把握するにあたって次のような検討を行う。

- 1) 既往堆砂測量調査結果について、堆砂量及び堆砂変動量の算出方法の相違等を精査し、各えん堤の堆砂量を同レベルで比較できるようにする。
- 2) 整理した堆砂量データは、各砂防計画流域の降雨観測所雨量データとの関係を検討する。

掃流砂については、汎用性のある観測手法が確立されていないため、観測による的確な評価が今のところ困難である。今後も、土砂移動モニタリング調査を継続的に行い土砂移動モデルを確立するとともに、流域特性の変化を把握し、総合土砂管理計画に必要な基礎資料の充実を図る必要がある。そのための課題として以下のものが挙げられる。

1) 降雨量に関連した堆積土砂量、水抜き穴からの流出土砂量の把握

流域の土砂移動特性を把握するためには、降雨量に関連した堆積土砂量、ならびに水抜き穴からの流下土砂量をとらえる必要があるが、そのためのモニタリング調査として、以下の測量を出水後できるだけ速やかに実施し、出水直後の堆積状況を記録する。

- ・ 出水直後の横断測量
- ・ 出水直後の堆砂段丘面の縦断測量
- ・ 平面的な堆砂状況の把握

また、出水中、出水直後の定点写真もしくは監視カメラ画像から堆砂ピーク時の堆積面を確認し、出水直後の測量結果から堆積断面を復元することで、水抜き穴からの流下土砂量を推定し、該当降雨に対する堆積土砂量に加えることとする。

併せて、砂防堰堤から下流へ流下する掃流砂、浮遊砂を直接的に計測することで流下土砂量をとらえることも必要である。

2). 堆砂測量の実施タイミングの特定

堆砂測量実施のタイミングは、降雨と堆砂量の関係からは土砂流出が活発となる明瞭な降雨量をとらえることができなかつたが、すくなくとも大きな日雨量については目安となる可能性があつた。そのため、まずは日雨量もしくは連続雨量が 100mm、150mm、200mm 等の各段階の降雨を記録した際は、できるだけ早い時期に砂防堰堤堆砂敷で定点写真を撮影することとする。その結果、降雨前と比較し顕著な土砂堆積が生じた降雨を特定して、次年度からの出水直後の堆砂測量実施のタイミング雨量とする。

平成 15 年度 霧島火山噴火対策調査

九州地方整備局 宮崎河川国道事務所

1. 目的

霧島火山群は宮崎県－鹿児島県の県境に位置し、北西～南東方向に長い 20×30km の楕円形の地域を占めており、加久藤カルデラの南縁付近にあたる古い火山体からなる基盤地質の上に、大小 20 あまりの若い火山が噴出している。

霧島火山群においては、平成 2 年度より「霧島山火山砂防基本計画」が旧建設省および宮崎県・鹿児島県により検討され、平成 7 年度より「霧島山火山噴火警戒避難対策計画」が両県により検討されている。一方、2000（平成 12）年に相次いで発生した 2 つの噴火活動（有珠山および三宅島）においては、ハザードマップの整備と防災情報の周知・徹底、および火山監視・観測体制の整備が火山防災対策上極めて重要であることが改めて認識された。また、各行政機関相互の連絡体制の整備・連携体制の確立も重要であることも改めて認識された。

霧島山火山防災マップ以降、霧島火山群における火山学的研究が進み、現在想定されている噴石、降下火山灰の他、火山性地すべりの発生実績が報告されており、従来の火山防災マップに災害因子を追加する必要性も明確になりつつある。

本業務は、上記の事項及びこれまでの火山砂防事業を踏まえ、霧島火山群における火山防災のあり方について検討を行うものである。

2. 業務概要

2.1. 防災体制・情報インフラの現状把握

霧島山噴火に対する火山防災体制の現状および防災情報インフラの整備状況を把握するため、霧島火山麓に位置する 10 市町および鹿児島県、宮崎県の防災担当者に対して対面式のアンケート調査を実施した。アンケートは「警戒避難体制」、「情報伝達体制」、「周知・広報・防災教育」、「望まれる霧島火山噴火防災対策」、「その他」からなっている。アンケートの結果から、それぞれの現状及び課題が明らかになった。

2.2. 防災啓発の現状把握

霧島火山周辺自治体においては、平成 8 年に作成した火山防災マップが配布されているが、それ以降火山防災マップを活用した防災教育等の活動は行われていない。ヒアリング調査において、火山災害等防災教育の実施の有無を尋ねたところ、全ての市町において、防災教育が行われていない現状が明らかになった。しかし、周辺市町の防災教育の必要性は、強く感じており、現状では、予算等の問題から困難な環境である実態が明らかになった。

2.3. 火山噴火シナリオの検討

1) 火山噴出物及び古文書調査

これまで調査実績の少ないえびの高原周辺及び大幡山を中心として調査を行い、これまで知られて

いる硫黄山の溶岩流に加えて、小規模水蒸気爆発、ベースサージ等も、えびの高原周辺で想定されることが分かった。大幡山周辺でも、えびの高原周辺と同様の活動をしていることが現地調査から推察されたが、テフラ等の特定ができなかったため、課題として残った。

また、噴火シナリオを作成するにあたって、新燃岳 1716/17 噴火及び御鉢明治噴火を対象として、より詳細な調査を行った。新燃岳では 1716-17 の噴火の詳細な時系列を主に古文書から整理した。御鉢では、明治～大正の噴火の記録が、それ以前より詳細に残されていた。そこで、日本噴火史等の文献から、明治～大正の噴火の時系列を整理した。

2) 噴火シナリオ、火山災害予測図の検討

過去の火山活動実績を参考に、御鉢を対象として噴火シナリオを作成し、検討結果を火山噴火確率樹(Probability Tree)として評価した。その上で大規模と小規模の2つのシナリオを対象として数値シミュレーションを実施し、災害影響範囲、到達時間等について評価した。また、数値シミュレーション結果等を用いて、御鉢(大規模、小規模)の火山災害予測図を作成した。

2.4. 現況施設の評価

御鉢(小規模)の土石流を対象として現況施設の評価を行った。現況施設の効果量は、①調節量のみを対象、②調節量+効果量の2パターンについて検討した。

火山噴火により土砂流出があった場合の砂防堰堤の効果は調節量のみであり、その効果量は流出土砂量に対して非常に小さく、整備率(効果率)にして2~24%であった。

また、現況施設で除石を実施して、空き容量を十分に確保した場合の効果量を算定した。その結果、整備率(効果率)は21~60%となった。これらの結果から除石を実施すると有効な溪流を示した。

2.5. 危機管理上の問題点の把握

2003年12月の御鉢の火山性異常時に、行政がどのような対応をとったか、また2.1で実施したヒアリングの結果を踏まえて、2.3で検討した小規模及び大規模時の課題を抽出した。それぞれのシナリオから抽出された課題は「市町の対応の違い」「情報連携」「住民観光客等への説明」「防災訓練等による住民への周知」「火山情報等の公開」「マップ等情報の整備」(以上、小規模・大規模時)、「両県の調整情報の共有」「気象庁の情報の遅れ」「1市町では対応できない」「自主避難等に関する防災教育」「長期的な土砂流出に関する課題」(以上、大規模時)である。

2.6. 対策メニューの検討

2.5にて御鉢の噴火シナリオに対する危機管理上の問題点を抽出した。また、2.1~2.2においても、それぞれ霧島周辺での防災体制の問題点が明らかになってきた。そこで、そうした問題点を解決するためには、今後どのような対策を実施していくべきかを整理した。主な項目は「①ハザードマップの見直し」「②協議会立ち上げと地域防災計画の改定」「③防災担当者への分かりやすい情報提供」「④住民への防災教育」「⑤情報の共有」「⑥火山の専門家の取り込み」「⑦緊急対策に備えた準備」「⑧火山に関するモニタリング補助」となった。

平成15年度 桜島山腹工効果追跡調査業務

九州地方整備局 大隅河川国道事務所

1-1 場所 桜島引ノ平岳山腹

1-2 目的

野尻川は桜島島内で最も土砂流出の多い河川であり、上流側の荒廃度も大きい。また、桜島周辺は立入禁止区域がある。今回、昨年度実施した追跡調査及び実験等により資材配合、施工方法の検討を実施した。その結果、火山ガスが多くて、植生の阻害要因が多かったため、見直しの必要が生じた。このため、配合の見直しを行い、新しい配合等により、再度、航空緑化工法を行った。

有人ヘリコプター施工

野尻川上流の土石流対策と山腹斜面の緑化（地上から斜面緑化の不可能箇所）

無人ヘリコプター

立入禁止区域での山腹斜面緑化

有人緑化工資材配合表

品目	品名	1ha当数量(kg)	品目	品名	1ha当数量(kg)
種子	トルフェスク	78	有機質繊維材	ミドリナルF	3,520
	バミユダグラス	8	養生材	オーヨーファイバー	1,100
	ウーピングラブグラス	10	浸食防止剤	クリコートC-720G	2,200
	ススキ	41	化成肥料	溶性燐肥	660
	イチハギ	556	化成肥料	15-15-15	880
	ヤシャブシ	22	緩効性肥料	ハイコントロール360	1,760
	シャリンバイ	164	緑化促進剤	ミドリナルA	4,620
	ネム	11	微生物促進剤	光合成きらり	220
	クロマツ	5	培養土	ソイルマックス	5,500
計		895	緩効性中和剤	貝化石	660
			清水		20,900
			合計		42,915

1-3 結果

本工法は、パイロット事業として数回の実績があり、地上作業及び散布作業は問題なく実施することが出来た

施工完了直後



施工後約3ヶ月



2-1 場所 鹿児島市黒神町地先及引ノ平岳山腹斜面

無人緑化工資材配合表

品目	品名	1ha当数量(kg)	品目	品名	1ha当数量(kg)
種子	トールフェスク	12.70	有機質繊維材	ミトリナルF	824.00
	ハミユウダグラス	1.20	養生材	オーヨーファイバー	257.00
	ウイピングラブグラス	1.60	浸食防止剤	クリコートC-720G	475.00
	ススキ	6.70	化成肥料	溶性燐肥	154.00
	イチハキ	65.00	化成肥料	15-15-15	206.00
	ヤシバシ	2.60	緩効性肥料	ハイコントロール360	412.00
	シヤリンハイ	38.00	緑化促進剤	ミトリナルA	1,081.00
	ネム	2.60	微生物促進剤	光合成きらり	51.00
	クロマツ	0.64	培養土	ソイルマックス	1,287.00
計		131.04	緩効性中和剤	貝化石	154.00
			着色剤	マラカイトグリーン	2.30
			清水		3,300.00
			合計		8,334.34

2-2 結果

今回の施工は、ヘリポートから試験フィールドまでは約200mの距離で行ったが、粒材及び液剤ともに問題なく散布することが出来た。散布のバラツキはあったものの実際の施工において誤差の範囲内であろうと思われる。実斜面（引ノ平斜面）でも、300m位の操縦範囲で行ったが問題なく、飛行が出来た。

施工完了直後

施工後約3ヶ月



2-3 問題点と今後の対策

有人化施工では、桜島は活火山であり、引ノ平岳周辺は特に火山性ガスの通り道ということもあって植物の生育には、不向きな酸性土壌である。今回の基盤材には、上記のことを考えて中和剤等の土壌変化を促進する肥料を使って施工を行った。

無人化施工では、粒材が実斜面において転がり落ちる事があるのではないかと考え、形状をもっと検討すべきと思う。それに粒材にとられず有人緑化工のようなスラリー状での施工もできるのではないかと考えられる。今後は、生育にどのような効果が得られたかを追跡調査し、生育状況を確認する必要があると思われる。

溶岩ドームの崩落に対する避難体制のための調査

九州地方整備局 雲仙復興事務所

1 目的

雲仙・普賢岳において依然として不安定な溶岩ドームの規模を予め想定し、これに起因する土砂災害に対処する緊急避難体制を確立するため、溶岩ドームの現況調査として溶岩ドームのブロック区分、安定度評価を行う。

2 溶岩ドームのブロック区分

溶岩ドームの状況を把握するためにヘリコプターによる調査及び空中写真の判読を行った。またオルソフォトデータ、レーザープロファイラに基づく地形図の作成により、亀裂の分布を確認した。以上により溶岩ドームを17のブロックに分けた。

各ブロックの名称は、崩壊時の流下方向によって、おしが谷側：O1～O4、水無川側：M1～M3、赤松谷側：A1～A4、および中央：C1～C6とした。(図-3)

3 溶岩ドームの安定度評価

3.1 地表面形状による安定度評価

表面の観察結果から見た不安定性と既往の光波測距観測結果からみた変位の程度についてそれぞれのブロックごとに整理し、安定度を評価した。

3.2 安定解析による安定度評価

各ブロックの斜面安全率を相対的に比較する目的より、安定解析を行った。

溶岩ドームの地質構造について、ロープ形成時の写真解析から大まか構造が把握されているものの、ボーリング調査等の内部地質構造を把握する調査は行われておらず、すべり面深度を推定するのに十分なデータは得られていない。ここでは、地形形状から斜面の安全率を概略的に比較することを念頭に、自由すべり面円弧により最小安全率を求める方法で解析した。解析結果を表-1に示す。

3.3 ブロックの位置による安定度評価

溶岩ドームの縁辺に位置するブロックでは、ドームの外側への応力解放による影響が予想される。また、溶岩ドームの周辺斜面ではガリー等の斜面新緑の影響や風化が促進されやすい状況にあり、これらの縁辺部のブロックは将来的にも不安定になると考えられる。これらのことから次に示すブロックは位置的な観点から他のブロックより安定度が低いと考えられる。

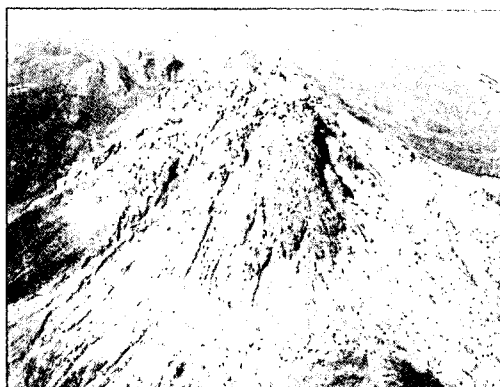


図-1 雲仙・普賢岳溶岩ドーム現況

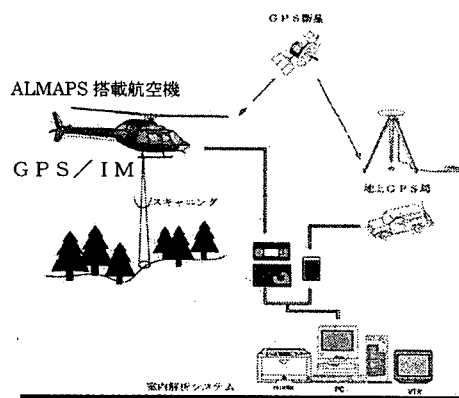
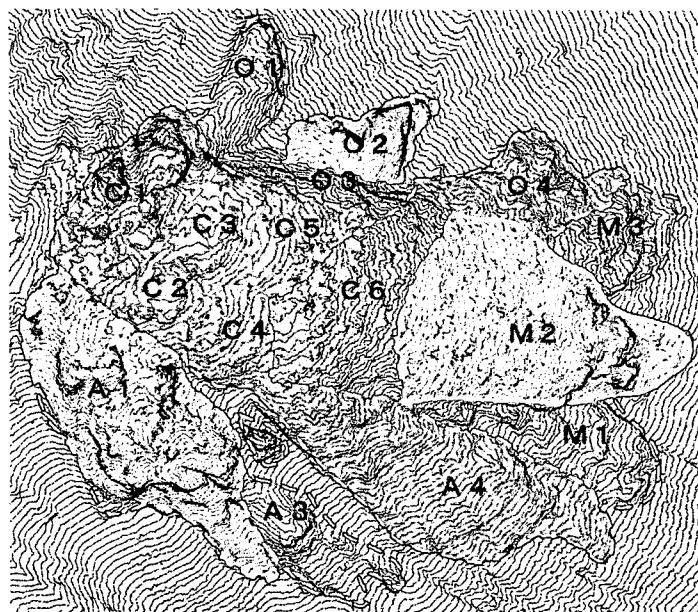


図-2 空中レーザー計測の概要図

3.4 総合評価

3.1～3.3 の各項目ごとに検討してきたブロックの安定度をとりまとめると図-3 のようになる。



総合評価

- A・・・相対的にみて著しく不安定
- B・・・相対的にみて不安定
- C・・・相対的にみて不安定性は低い

図-3 溶岩ドームのブロック区分と安定度総合評価結果

表-1 安定解析結果

ブロック名	安全率	評価※
A1	1.03	1
A2	1.19	2
A3	1.29	3
A4	1.24	3
M1	1.20	3
M2	1.00	1
M3	1.18	2
O1	1.13	2
O2	1.05	1
O3	1.03	1
O4	1.44	3
C1	1.10	2
C2, C3	1.30	3
C4, C5		
C6	1.00	1

評価 1;安全率 1.00～1.09

評価 2;安全率 1.10～1.19

評価 3;安全率 1.20 以上

※危険性 (大)←1, 2, 3→(小)

4 今後の課題

現況調査によるブロック区分、安定度評価を行った。この評価結果を用いて、溶岩ドームの崩壊に起因する土砂災害に対処する緊急避難体制確立のため、以下の課題について検討する。

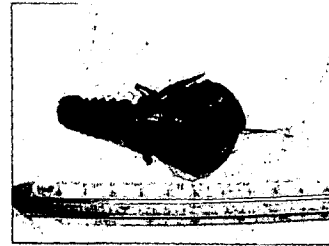
- (1) 施工の安全管理への適用方法に関する検討
 - ・ 工事中止の判断基準の検討(クリープ・降雨など、閾値)
 - ・ 大規模崩壊の予兆に関する検討→地震計のデータなどの利用
- (2) 計測機器設置計画・優先度の詳細検討
 - ・ 観測機器の基本設計・実施設計
 - ・ 機器整備の年次計画→どのような機器をどのような順序で配置・整備していくか。
- (3) 情報発信の方法に関する検討
 - ・ 誰に、いつ(どの段階で)、どのような情報(どこまでの情報)を、どのような手段で発信するか。

1.はじめに

調査対象溪流は土石流危険溪流として、保全対象である人家も近く緊急度の高い事業対象地であった。これより、砂防事業として2基の砂防ダムの建設が計画されていた。(Fig-1)しかし、事業の実施計画段階において「ニホンザリガニ」(Pho-1)(環境省レッドリスト絶滅危惧種Ⅱ類 VU)1)の生息が確認され、事業計画の変更を含めた検討のため各種環境調査を実施してきた。



Fig-1 全体平面図



Pho-1 ニホンザリガニ

その結果を受け、保全対象である人家が近く緊急度が高い1号砂防ダムについては、施設規模が小さく影響範囲が少ないため、学識経験者と協議し上流への個体移殖を保全対策とすることで建設を行なった。工事は平成13年～平成14年に実施され完工している。工事後も移殖先の個体生息状況については継続的に調査を行なっている。

もう1基の2号砂防ダムについては施設規模が大きく堆砂域の延長も170mと長いことから、事業実施に対する影響評価を詳細に実施する必要があった。そこで、学術的にも不明な生態が多い「ニホンザリガニ」が生息するために、どのような環境条件を必要とするのか、事業地周辺の生息が予想される箇所について生息の有無と環境について調査を行なった。これより判断される「ニホンザリガニ」の生息環境の特徴と、それを考慮した保全対策について紹介を行ないたい。

2.調査目的

「ニホンザリガニ」の生息の可否を左右する環境条件を調査し、事業を実施した場合に生じる環境の変化と対比して保全対策を検討することを目的とする。

3.調査方法

環境条件と生息の相関を調査するため、事業地を含む置戸町全域の複数の溪流に対し調査を行なう計画とした。調査溪流は土石流危険溪流の既存調査カルテの内容から以下の見地にて(Tab-1)生息の可能性を推定し、選出を行なった。これに地形図・林班図から読み取った小沢について現地で流水の有無を確認し調査に加えた。現地にて生息情報の聞き取りにより調査に加えた溪流もある。

項目	選定基準
水源	湧水の有無・常時の流水
谷地形	小規模な沢・沢幅が狭い
流況	川幅1m程度・石が多い
溪畔林	広葉樹が50%以上である
水辺植生	多様な植生が繁茂

Tab-1 カルテ選定基準

調査溪流は流路延長100m～1,000mで、43溪流につき実施した。各溪流ごとに特色のある地点を抽出し計98地点の調査を実施している。(Fig-2)環境条件については、多数の調査箇所に対し一元的な評価を行う意味で、環境要因をモデル化しランクを数値的に設けて各得点の合計値で調査地点の環境を評価する手法とした。(Tab-2)合計値が高く生息が認められない地点については、栄養塩類と硬度・重金属の有無を対象とした水質底質試験を行い、原因の特定に努めることとした。

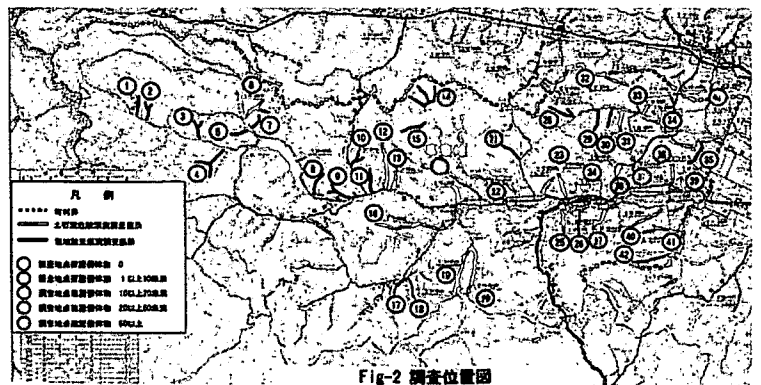


Fig-2 調査位置図

また、事業実施後の環境変化の予測調査として既設1号砂防ダム下流の水面開放範囲(P1)と生息箇所である(P2)との水温を熱伝対とデータロガーを使用して連続観測を、生息に適した流速を推定すべく河床材料と流速を変化させ遡上成功率を調査している。

大項目	項目	ランク	
		基準のみ	1～広葉樹80% 5
植生	樹種	開放	1～開放なし 5
	密度	単一	1～多様 5
	多様性	平地	1～小規模V字谷 5
地形	谷形状	狭い	1～狭い険険 5
	河床材料	25℃以上	1～16℃以下 5(6～8月)
水質	水温	pH	酸性・アルカリ 1～中性(7.0) 5
	濁度	濁度	不透明 1～透明 5
	湧水	湧水	なし 1～全体に多数 5
流況	流速	1.0m以上	1～0.4m以下 5
	川幅	4m	1～1m以下 5
	河床高さ	河床高さ	素手で入らない 1～容易に入る 5
その他	堆積物	なし	1～広葉樹落葉多数 5
	伏流状況	50%以上	1～なし 5

Tab-2 モデルとランク区分

錦城ヶ丘地すべり対策事業

石川県南加賀土木総合事務所

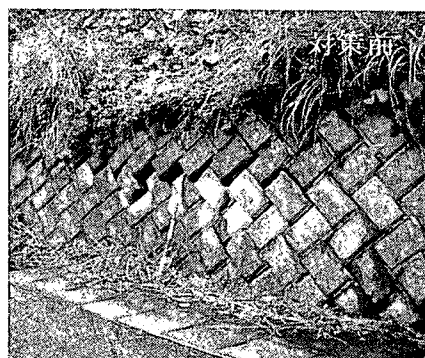
1. はじめに

錦城ヶ丘地すべりは、石川県加賀市大聖寺の市街地西端に位置し、大聖寺城址となっている丘陵地の西側斜面である。

当地すべり地域では、比較的大きな地すべりが昭和55年と平成3年の2回発生している。昭和55年の豪雨では、住宅地に面する斜面が滑動し、滑落崖の形成、末端部擁壁の押出し、道路の隆起、水路の破損、水道管の破裂が発生し、地すべり規模が幅70m長さ60mと記載されている。

平成3年には、累積日雨量123mmの豪雨で、旧地すべり箇所が再度活動した履歴がある。また、平成12年4月の小松沖地震の際には泥水が噴出し、前後して市道を横断する亀裂が生じた。市道山側の擁壁は、平成12年度～15年度の対策工事で土留工が施工されている。当地すべりでは、平成7年度から調査が開始され、翌年度から対策工事を実施しており、平成15年度で概成の運びとなった。

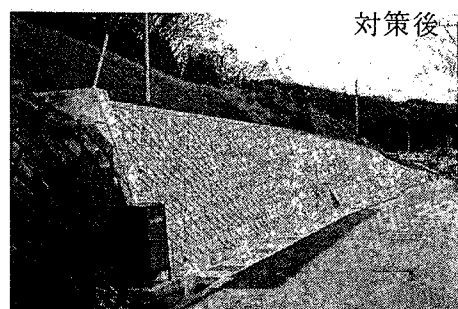
今回は、地すべり対策工の効果と観測結果について報告するものである。



2. 対策工の概要

対策工事は、地下水位が浅く、豪雨によって発生した地すべりであることから、地下水排除工及び水路工の対策を実施し、住宅地に近接するブロックを優先して調査・工事が行われた。

地下水排除工は、集水井3基（H=13.5, 14.5, 20.0）、井内集水ボーリング延1660m、地表横ボーリング300mが地下水流動域に向けて実施された。水路工は主要ブロック山側を囲むように承水路、末端部の市道側溝を兼ねた排水路を整備した。（写真2）



(↑写真1, 2)

図-1の平面図に対策工の配置をしめす。

3. 調査結果

地すべり観測として、パイプ歪計観測と地下水位（孔内水位）観測を継続的に行っており、水位観測は水圧センサーとICカード記録機による自動観測としている。

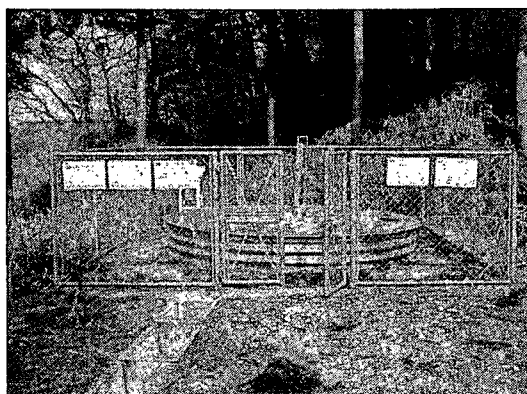


写真3 集水井

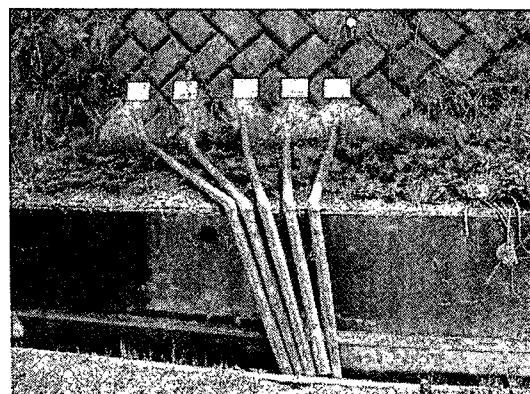


写真4 排水横ボーリング

水位観測の結果、図2に示したように、地下水排除工により、地すべり頭部方は4.5～10mの水位低下があり、末端部においてもわずかではあるが水位の低下が認められた。

表層雪崩対策工として採用した雪崩減勢工（中宮温泉地区）

調査機関名：石川県石川土木総合事務所

1. はじめに

白山ろくの中宮温泉地区（図.1）では、平成8年初頭に大雪に見舞われ、その際大規模な表層雪崩が発生した。温泉旅館街は直撃を間一発で免れたが、一部で壁が破れるなどの被害を被っている。また、近傍の石川県白山自然保護センター中宮展示館では、別の表層雪崩により、幸い人の被害はなかったが半壊状態に陥った。中宮温泉地区は、過去にも多数の雪崩が発生し、その対策として雪崩予防柵が設置されてきているが、平成8年初頭に発生した表層雪崩は、比高差約500mの斜面を滑り落ちてきた相当に規模の大きい雪崩であるため、走路区域に雪崩減勢工2基を設置するものとし、その計画について報告するものである。

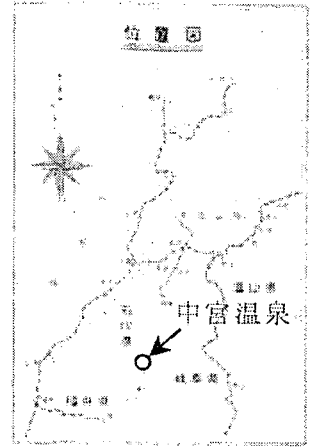


図.1 位置図

2. 雪崩減勢工の計画概要

雪崩対策工として、発生域に設けられる雪崩予防柵が一般的であるが、平成8年初頭に発生した表層雪崩の場合は、発生斜面の形状が頭部が大きい瓢箪型をしており、また斜面の面積も大きく、走路が特定可能であるため、経済性及び下記に示す特徴を考慮して雪崩減勢工を採用した。

- ① 主に表層雪崩に対して効果を発揮する。
- ② 走りだした雪崩のエネルギーを減少させる。
- ③ 多量の雪崩流に対しても処理出来る。
- ④ 雪崩衝撃力のピークを下げる。
- ⑤ 防護壁等の壁がないため、圧迫感がない。
- ⑥ 景観への影響が小さい。

雪崩対策工の計画条件については「集落雪崩対策工事技術指針（案）」（社.雪センター）に準じ、対策工の規模は、雪崩運動解析を行い2基設置する計画とした。また、雪崩減勢工の計画位置は、斜面勾配、植生状況及び既設砂防堰堤の位置を考慮して決定した。

表.1 に雪崩対策工の計画概要を示し、図.2～図.3 に標準断面、図.4 に完成予想図を示す。

表.1 雪崩対策工の計画概要

項目	内容
準拠指針	「H8 集落雪崩対策工技術指針」（案）（社.雪センター）
計画規模	50年確率
対策工法及び施設規模	雪崩減勢工2基（横バー式、20%減勢） （上流側）施設幅 39m×施設高 12.7m、（下流側）施設幅 45m×施設高 13.7m
計画位置	<ul style="list-style-type: none"> ・ 想定される全雪崩ルートに有効な位置 ・ 斜面勾配が比較的緩い走路区域（20°以下） ・ 既設砂防堰堤に影響しない位置

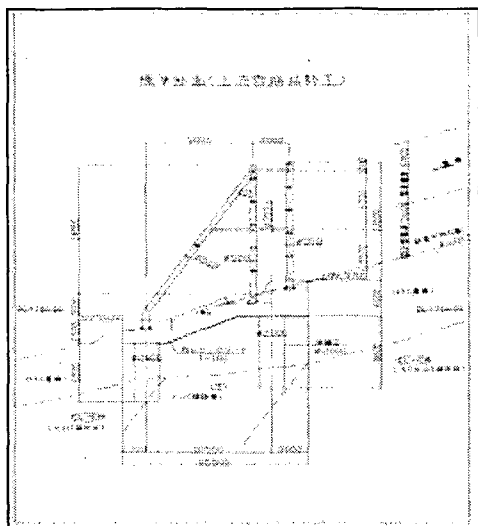


図. 2 標準断面（上流雪崩減勢工）

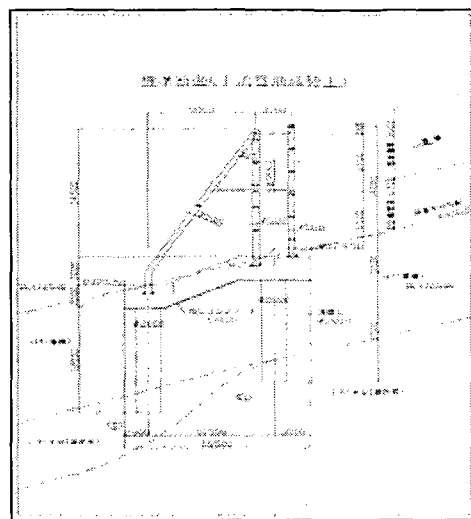


図. 3 標準断面（下流雪崩減勢工）

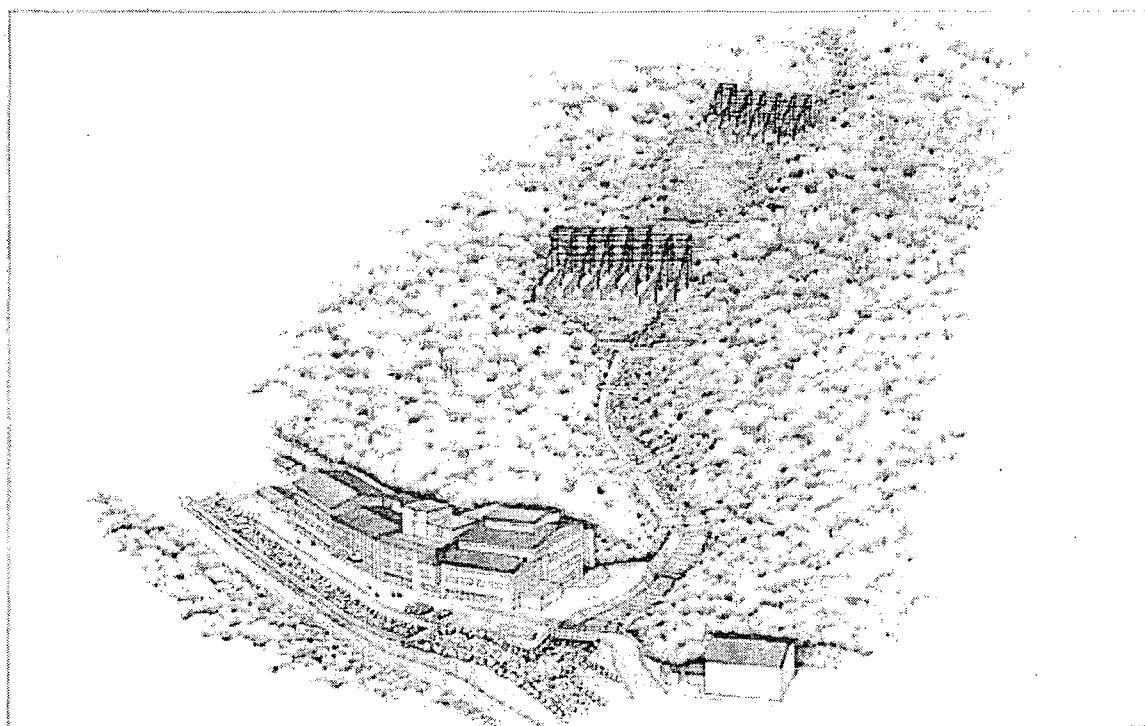


図. 4 完成予想図

3. おわりに

雪崩減勢工による雪崩対策工は、昭和 61 年 1 月に新潟県能生町柵口地区において発生した雪崩による大惨事をきっかけとして研究が進められてきたものであり、いまだ実績の浅い工法である。

雪崩減勢工は、滑りだした雪崩に対して効果を発揮するもので、多数の雪崩発生箇所が存在する場合や走路が特定できる場合には経済的な工法であるが、施設規模が比較的大きく、また無雪期には施設だけが目立つことになるため、景観的に重要な箇所については、植樹等を行うことで周辺との調和を図ることが必要である。

透過型砂防堰堤の計画

石川県中能登土木総合事務所

1. はじめに

土石流危険渓流である江泊川（流域面積 0.81km²）について土石流対策として透過型砂防堰堤の計画を行った。

江泊川流域には、上流部にコンクリートスリット式の砂防堰堤 1 基が設置されているが、土砂整備率が 58% であり、依然土砂災害の危険性が懸念される流域である。

また、水と緑の渓流作り調査により当該流域では、特定種ではなが、石川県内では分布が少ない両側回遊魚である、ルリヨシノボリ、クロヨシノボリが数多く確認されている。

通常、砂防基準点となる最下流部では、確実な土砂の捕捉のため、不透過型と呼ばれるコンクリート堰堤が設置されるが、本渓流では、流域特性を考慮した結果、最下流部であっても透過型砂防堰堤を計画したものである。

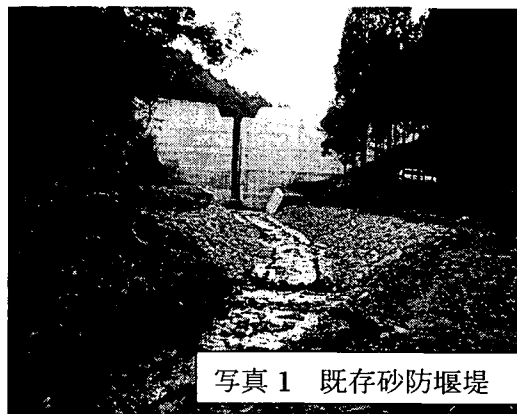


写真1 既存砂防堰堤

2. 土石流対策施設計画

江泊川における計画流出土砂量は $V=23,788\text{m}^3$ である。流域内には既存砂防堰堤としてコンクリートスリット式の透過型堰堤（ $H=14.50\text{m}$ ）が 1 基整備されているが、土砂整備率は 58% である。

そこで本計画では、計画基準点での土砂整備率が 100% となるよう、砂防堰堤の配置計画の検討を行った。配置計画に際しては、土砂災害に対する安全性の確保はもちろんのこと、施工性、経済性、景観性および環境性に優れた砂防施設となるよう留意した。

特に環境性については、同流域で実施された環境調査（水と緑の渓流作り調査）から、河口から既設堰堤上流までの広範囲で生息が確認されたハゼ科の底生魚であるルリヨシノボリやクロヨシノボリの生息環境保全を考慮した。この種は川で孵化後、海へくんだり幼魚期を過ごし、再び川へ戻り成魚となる種（両側回遊魚）であり、渓流の連続性の確保が重要である。したがって、計画する砂防堰堤によって渓流の連続性が断たれることのないよう配慮したものである。



写真2 環境調査

一般的に土石流対策施設計画では、計画基準点周辺に確実な土砂の捕捉を目的とした不透過型の砂防堰堤を計画し、不足する土砂整備量については、上流域での発生抑制工や捕捉工等により処理するよう計画される。しかし最下流部に不透過型砂防堰堤を設置した場合、完全に渓流の連続性が断たれるため、魚類への配慮を考えた場合、魚道の設置が必要となる。今回対象となる魚種は遊泳力の弱い種のため、一般的な魚道形式では遡上不可能であり、現況の河床勾配程度の移動経路を確保する必要があった。

また堰堤構造形式では、砂防施設の効果量（土石流処理能力）で見ても、平常時には土砂を流下させるため、土石流発生時にはポケット容量相当の大きな効果量が見込める透過型堰堤の方が堰堤規模の縮小が図れるため、施工性、経済性で有利であり、かつ溪流の連続性も確保され、環境性において有利となる。ただし、計画土石流以下の土砂流が流下してしまうことや、土石の確実な捕捉、土石流後の二次流出に対する安全性の確保から、最下流部については従来から不透過型堰堤が計画・設置されているのが現状である。

江泊川流域では、直接海へ流入する砂防河川であり、また既設の流路断面により、理論式による土石流ピーク流量の約9割（余裕高無し）が流下可能であるため、計画土石流以下の土砂流や、土石流後の二次流出に対しては安全性が確保できると判断した。したがって、施設規模の縮小が図れ、かつ溪流の連続性が確保可能な透過型砂防堰堤を計画基準点に設置することで、土砂災害に対する安全性の確保と自然環境への保全を両立した土石流対策施設計画を立案したものである。

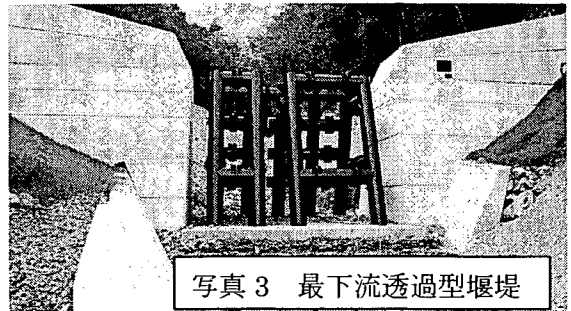


写真3 最下流透過型堰堤

透過型砂防堰堤の形式については最下流に設置される施設であることを考慮し、より確実な土石の捕捉を目的として、鋼製スリットのうち鋼材の間隔を最大礫径に合わせた最下流透過型砂防堰堤を採用した。

3. 終わりに

江泊川流域では、流路の状況や生態系への配慮から最下流型透過砂防堰堤を計画した。土石流対策施設は、土砂災害から尊い人命や財産を守る重要な施設である一方、溪流の環境や景観への影響が大きい施設である。また近年では、環境保全に関心が向けられてきており、環境保全と防災の両面が求められてきている。今後も流域特性を見極めながら、自然環境の保全と土砂災害の防止を両立できるような砂防施設の計画を行っていききたい。

1 調査の概要

本調査は、表層雪崩に関して、斜面積雪の駆動力と支持力の釣り合いの関係から雪崩発生危険度を予測する手法（以下「力学的モデルによる予測手法」という。）について、過去の雪崩発生事例を用いて検証し、警戒避難体制の支援に向けた予測手法への適用可能性について評価を行った。

2 調査（検証）の方法

一連の降雪中に形成された積雪層に作用するせん断応力（ τ ）とその層のせん断破壊強度（ σ_s ）の比（ τ/σ_s ）を力学的モデルによる予測手法における雪崩危険度指数と定義した。

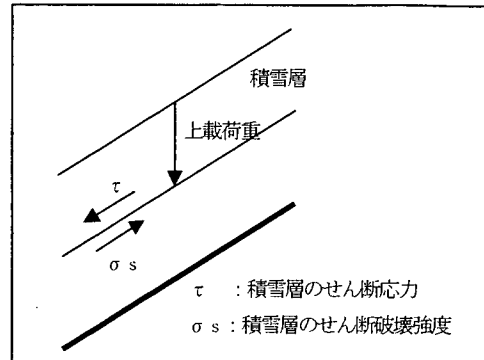
雪崩危険度指数の表層雪崩発生・非発生における境界値を地区ごとに設定し、過去の雪崩発生事例を用いて検証を行った。

また、過年度において検討してきた統計的手法に基づく判別分析法による予測との比較も行った。

調査対象とした地区は、過年度において観測を継続してきた次の2地点とした。

- ・新潟県西頸城郡能生町柵口（調査期間 平成元年度～平成14年度）
- ・新潟県南魚沼郡塩沢町蟹沢新田（調査期間 平成元年度～平成14年度）

図-1 力学的モデルイメージ図



3 雪崩危険度指数の算出方法

本調査における雪崩危険度指数の算出は以下の方法で行った。

①新雪による積雪層形成期間を判定するための降雪期間と無降雪期間の判別方法

(ア) 降雪期間 : 積雪深が連続で3時間以上増加した期間から (イ) の無降雪期間に達するまでの期間。

(イ) 無降雪期間 : 積雪深が3時間以上連続で増加しない期間が X 時間続いた場合。

X は 12 時間、24 時間、36 時間、48 時間の 4 パターンを設定。

降雪期間と次の降雪期間の間の無降雪期間において、3°C以上気温が上昇しなかった場合は、その期間を降雪期間とした。

②積雪層のせん断応力（ τ ）の算出方法

せん断応力は、毎日又は毎時の降積雪重量から求め、具体的には遠藤（1986a,b）により以下の式で算出した。

$$\tau = W \times \cos \theta \sin \theta \quad W = \rho_0 \times h$$

W : 積雪層の水平単位面積あたりの重量、 θ : 斜面の斜度 (=45度として計算)

ρ_0 : 積雪層の降雪の密度 (=0.07g/cm³として計算)、h : 積雪層の深さ (斜面に垂直)

③積雪層のせん断破壊強度 (σ_s) の算出方法

せん断破壊強度は積雪の圧密による密度増加によって決まるものとして、具体的には渡辺(1977)により以下の式で算出した。

$$\sigma_s = \sigma_0 \exp(m\rho)$$

σ_0 : 0.75g/cm²、 m : 15.3 cm³/g、

ρ : 新雪層の圧密による密度増加を考慮した密度(g/cm³)

4 調査結果

平成4年度柵口地区における雪崩危険度指数の計算結果と表層雪崩発生状況を図-2に、全観測データの検証結果を表-1に示す。

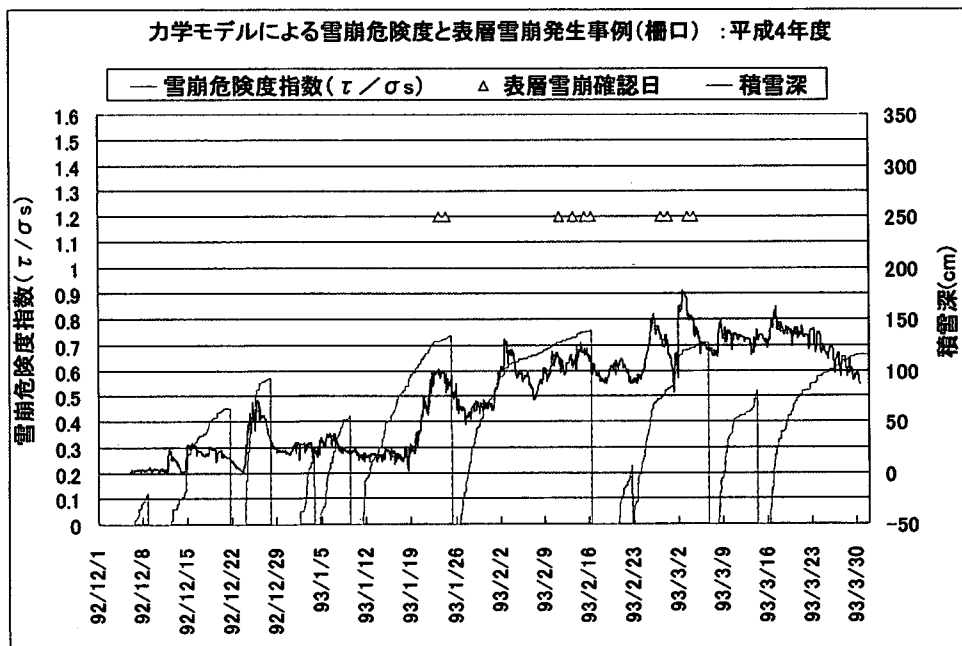
雪崩危険度指数が上昇しているときに表層雪崩が発生し、判別分析法と比較した場合、力学的モデルによる予測手法は的中率が高く空振り率及び見逃し率は低い、という結果となった。

表-1 予測手法の検証結果

地区名	τ/σ_s	的中率(%)	空振り率(%)	見逃し率(%)
能生町柵口地区	0.6	45	34	41
	0.5	52	41	18
	0.4	54	40	15
	(DI=1.0)※	(19)	(79)	(23)
塩沢町蟹沢新田	0.6	24	70	46
	0.5	31	67	15
	0.4	31	69	0
	(DI=1.0)※	(6)	(94)	(8)

※(DI=1.0)欄の各値は、判別分析法(統計手法)による検証結果。判別分析法は、雪崩発生事例と気象因子の相関を統計的に解析する手法である。

図-2 雪崩危険度指数と表層雪崩発生状況



5 今後の課題

本調査結果により、表層雪崩発生危険度の判定における力学的モデルの適用可能性はある、と考えられる。また、当手法では雪崩発生時の積雪層を推定することから、雪崩到達範囲の予測と組み合わせることにより、雪崩発生危険度と予想到達範囲を同時に推定することも可能である。

本調査においては、斜面の斜度等について、現地調査に基づく値ではなく、ある仮定のもとでの値を設定した。この予測手法の適用可能性をさらに検証するため、各斜面における適切な定数の設定手法等について検討していく必要がある。

藤原岳周辺流域土石流警戒避難実態評価調査

調査機関名 三重県土整備部桑名建設部

1. 調査目的

平成15年8月8日、三重県いなべ市（旧 藤原町）の藤原岳を源頭とする西之貝戸川、小滝川で平成14年に引き続き土石流が発生した。平成14年度には藤原岳周辺流域（西之貝戸川、小滝川、鳴谷川、小部原谷川）を対象に土石流対策計画と警戒避難基準を検討した。本調査では、今回発生した土石流の実態の把握、藤原町における警戒避難実態の評価を実施した上で、平成14年度検討委員会のメンバーを中心とした学識経験者や行政関係者から構成される検討会を設置し、平成14年度成果の妥当性を検証し、今後引き続き土石流災害を未然に防ぐために必要な対策方針について検討した。

2. 調査内容・手法

- ① 現地調査
- ② 2003年8月8日土石流の実態解析
- ③ 警戒避難実態の評価
- ④ 施設構造の技術指導
- ⑤ 藤原岳周辺流域土石流対策計画検討会の開催

3. 調査結果の概要

(1) 2003年8月8日土石流の実態解析

空中写真判読ならびに現地調査により今回の土石流の移動実態を把握した結果、土石流は平成14年7月17日土石流の堆積物の二次流出と小規模崩壊の発生によって発生したものと推定された。土石流の全量は砂防えん堤と遊砂地により捕捉されている。

一方、現地調査により流域内の移動可能土砂量（＝不安定土砂量）を調査した結果、西之貝戸川では新たな土砂生産が発生していることから若干増加し、小滝川では溪床堆積土砂が多量に流出したために若干減少している。これにより計画流出土砂量を再検討した結果を表-1に示す。なお、今後土石流が発生するたびに計画流出土砂量を見直すと事業目標が定まらなくなるため、当面は表-1の土砂量を対象に事業を進めることとした。

表-1 計画流出土砂量一覧表

		計 画 流 出 土 砂 量 (m^3)	計 画 流 出 土 砂 量 H14 (m^3)	移 動 可 能 土 砂 量 H15.11 (m^3)	移 動 可 能 土 砂 量 H14.7 (m^3)	運 搬 可 能 土 砂 量 (m^3)
西之貝戸川	本 川	87,308	87,308	124,647	98,340	87,308
	左支川	19,134	18,984	19,134	18,984	43,872
	全流域	106,442	106,292			
小 滝 川	全流域	101,530	117,715	101,530	117,715	163,514

(2) 警戒避難実態の評価

藤原町においては、平成14年度に検討した警戒避難基準の運用とともに、町長の適切な判断により土石流発生前に避難は完了していたことから、現行基準は妥当と評価できた。しかし、緊急体制開始（第1段階）の基準が藤原岳観測所で10mm/hrとタンク合計貯留高50mmが観測された時点の二本立

てであること、避難勧告準備（第2段階）の基準がタンク合計貯留高 70mm が観測された時点で空振りが多く、運用しづらいために、緊急体制開始（第1段階）の基準を藤原岳観測所で 10mm/hr が観測された時点で一本化し、避難勧告準備（第2段階）の基準をタンク合計貯留高 90mm が観測された時点に変更した（表-2）。

(3) 整備計画と施設構造の検討

平成 14 年度に検討した土砂処理方針について土石流の移動実態に基づいて検証した結果、妥当であると判断できた。また、これに基づき別途業務で検討された整備計画を図-1 に示す。西之貝戸川では新たに 5 基の砂防えん堤を、小滝川では新たに 1 基の砂防えん堤と土石流発生抑制工を整備することにより、計画流出土砂量に対する土砂整備率が 100% となる。各えん堤とも土砂処理方針に従って除石をすることを考えるが、西之貝戸川の上流 2 基 (③, ④) は溪床堆積土砂と溪岸部の侵食防止を図るために除石は実施しない。

整備計画で検討された砂防えん堤工と土石流発生抑制工の施設構造について、えん堤工は、土石流の流体力/衝撃力に対する安定性および摩耗や損傷に対する耐久性を有する構造を基本とした。計画地の溪床勾配が 1/3 と急峻であり資機材運搬が困難なために、現地発生材を砂防ソイルセメントとして活用し、堤体の表面を保護する構造として「砂防ソイルセメント (内部材) + ダブルウォール型式 (外部材)」を検討した。

土石流発生抑制工についても同様に、溪床勾配が急な区間での施工となるため、溪床堆積土砂の掘削、仮置き、埋戻し作業が少なく工事中の安全が確保でき、かつ現地発生材を利用できる構造にしていくこととした。

表-2 警戒避難基準

フェーズ	基準
第1段階 緊急体制開始 (職員参集・警戒配備)	藤原岳観測所で1時間雨量 10mm を超過し、今後の気象情報によりまとまった降雨が予想されるとき
第2段階 避難勧告準備	タンク貯留高合計が 90mm を超過し、今後も降雨の継続が予想されるとき 土石流発生の前兆を確認したとの目撃情報が寄せられたとき 土石流発生基準雨量を超過したとき (10分雨量 17mm を超過)
第3段階 避難勧告	または タンク貯留高合計が 110mm を超過 巡回中の職員が土石流の前兆を確認したとき
第4段階 避難指示	検知センサーや監視カメラにより土石流を検知したとき 土石流発生基準雨量を超過し、降雨の継続や増加など状況の悪化が見込まれるとき
避難解除	【解除の検討開始】 余裕をもった解除を行なう場合：土石流発生基準雨量を下回り、降雨が終了したとき 早期解除や一次帰宅が必要な場合：2 段目タンク貯留高が減少し転じるとき。ただし、3 段合計貯留高が上昇傾向にあるときは除く。 【解除の決定】 現地確認の結果、土石流発生の危険性がないと判断され、また、今後の気象情報によりまとまった降雨が予想されていないとき

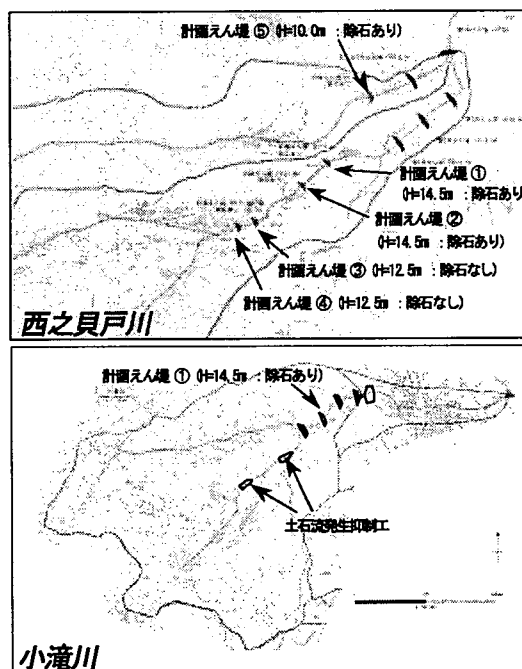


図-1 施設整備計画図

(砂) 薬師谷川環境調査 (鳥類) について

愛媛県砂防課

(沿革)

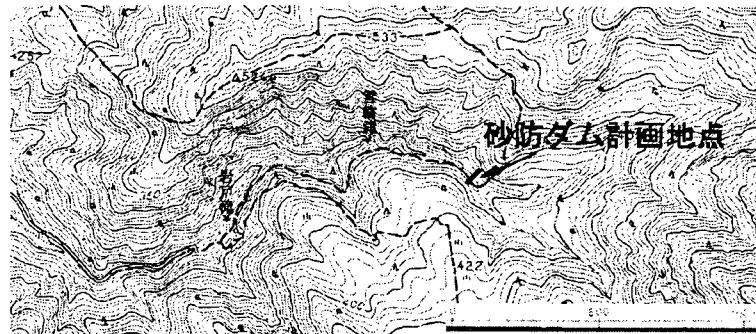
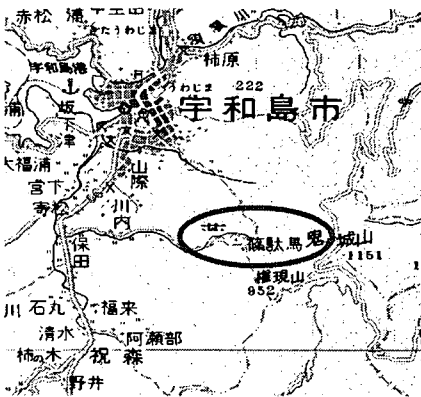
(一) 来村川水系の (砂) 薬師谷川は、宇和島市南東の鬼が城山 (1,151m)、権現山 (952m) に源を発する流路延長 3.3km、流域面積 5.30 k m²の土石流危険溪流である。

平成 9 年 9 月には台風 19 号に伴う出水により、渓谷に土石が堆積し、遊歩道が寸断されるなどの被害が生じている。

このため、平成 11 年度より砂防ダムの調査計画を開始し、関係機関等との調整を行い、現在、工事に進入道路の工事を進めているところである。

砂防ダムの計画位置周辺は、多数の滝を有する渓谷であり、景観にすぐれ、また生態系の頂点である猛禽類のうち、ハヤブサの飛翔が確認されるなど豊かな自然環境を有している。

これらのことから平成 12 年度より環境調査 (魚介類・植物・鳥類・底生動物・水質等) に着手し周辺環境の把握に努めている。



(業務概要)

本業務は、薬師谷川の上流部に計画している砂防事業の実施にあたり、ハヤブサの繁殖・営巣活動に与える影響を最小限に止めるため調査を実施しているものである。

(調査方法)

調査は「猛禽類保護の進め方 (環境庁自然保護局野生生物課編)」により実施した。

期間は、非繁殖期として平成 14 年 11 月、繁殖期として平成 15 年 1 月～8 月とした。

方法は、前述の「猛禽類保護の進め方」に基づいて 3 日連続調査を 11 月、1 月、2 月と実施した。3 月以降は営巣地が特定されていることと観察が繁殖に影響を及ぼさないことを考慮して、できるだけ短い時間の調査を頻繁に実施する方法を採用した。

調査期間	調査方法と期間	位置づけ
11 月	非繁殖期の薬師谷での行動を把握するため、非繁殖期に 3 日連続で調査を実施する。	非繁殖期調査
1、2 月	繁殖期としてクマタカと兼ねた調査を 3 日連続で行った。調査範囲は、薬師谷上流域を含む範囲とした。	繁殖期調査 (繁殖前期)
3 月以降	繁殖に影響がないように短時間の調査を高頻度で実施した。3 月は延べ 3 日、4 月～8 月は月平均述べ 2 日を原則とした。	繁殖期調査 (抱卵、育雛等の営巣期)



平成 14 年 6 月に飛翔が確認された幼鳥

(調査結果)

項目	分析結果
生息状況	<p>薬師谷に生息しているハヤブサは1つがいで、1年を通して薬師谷に生息しているようである。</p> <p>営巣地周辺では、とまりの場所（木）がほぼ確定しており、巣棚より標高が高いものがほとんどである。これらの場所は巣の監視、繁殖地の見張り、休息に使われているものと考えられるが、時折急降下して獲物を攻撃している。</p>
繁殖	<p>繁殖のためのディスプレイは2月あたりから盛んになり、4月あたりまで続くが、この期間は繁殖が順調かどうかは左右されると推測される。このディスプレイは、巣棚の近辺に執着して行われる。</p> <p>昨年度は、幼鳥及び巣棚への餌運びが見られないことから、繁殖に失敗したようであるが、5月あたりまでは繁殖への執着があったものと推測される。</p> <p>巣棚としては3ヶ所の候補地を有していると考えられる。</p>
行動圏	<p>ハヤブサの行動範囲は広く、どこまでがこのつがいの行動圏かは不明である。しかし、地形条件から考えると、海まで行動圏を持っているものと考えられる。</p> <p>また、巣棚の対岸の尾根において、侵入したノスリを攻撃していることから、薬師谷全域が執着エリアとなっている可能性がある。</p>
狩り、餌場	<p>薬師谷以外から餌運びが確認されているが、薬師谷においても失敗することが多いものの狩りを行っていることが確認されている。</p>

(その他)

前述したように現在工事用進入道路の工事中であり、引き続いてモニタリングを行っている。

沙流川洪水による緊急流木状況調査

(独) 北海道開発土木研究所 河川研究室 阿部修也
渡邊康玄

1. 調査経緯、目的

北海道胆振地方にある沙流川（流域面積は 1,345km²、流路延長 104km）において、2003年 8月 3日、台風 10号及び前線により強い降雨に見舞われ、沙流川流域の山間部では、一日の降雨量が年平均の 1/3にも迫る地点や総雨量が 400mmを越える地点が出現し、また上流域では時間雨量が 3時間連続で 30mmを越え、上流域平均総雨量が約 330mmになるなど記録的な豪雨となった。

この豪雨により沙流川では計画高水位を超過する大洪水となり、更に山間部等から大量の流木が発生し、河道内や橋梁の橋脚等に堆積し、沙流川支川額平川では橋梁の流失、橋脚の傾斜等の被害が発生した。

近年、河川環境に配慮した河川整備を行う必要性が高まり、河畔林の再生あるいは保存が積極的に行われている。その一方で、河畔林

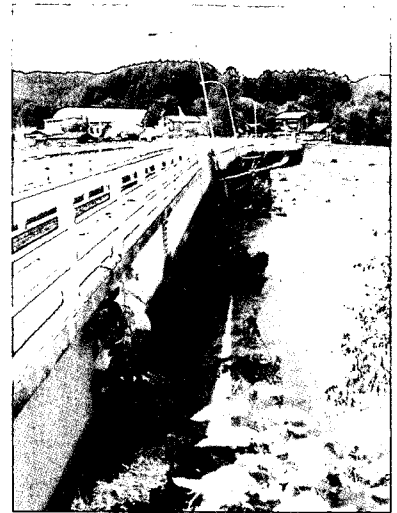


図-1 傾斜した貫気別橋(額平川)

は洪水時に流木の発生源の 1つとして考えられ、洪水時の河畔林の挙動を分析して流木の流出対策を行うことは、洪水被害の低減につながるため、今後の河川環境を踏まえた河川整備や河川管理を行う上で必要不可欠な要件である。以上から、洪水直後に下記の調査・検討を行った。

2. 調査方法、内容

沙流川の河道内本川 33.3 km、支川額平川 34.7 kmの河道内で以下の調査を実施。

a) 河畔林の倒伏状況～定期河川横断測量が行われている区間は樹種や構成、倒伏の程度、洪水痕跡等を断面毎(0.2km間隔)に調査。他の区間については、倒伏林の範囲や分布を調査。

b) 流木堆積状況～調査範囲全体を踏査し、地形特性を踏まえ流木堆積地の分布状況や形態を調査。また、堆積量は、流木の大きさが長さ1.8m以上、末口径10cm以上のもの全てについて、長さ、径、樹種及び今回の洪水で流木化したものかどうか等詳細な調査(毎木調査)を実施。

c) 河道内からの流木発生状況～航空写真及び現地踏査から、発生源の位置や大きさ、洪水痕跡からの洪水時の河幅、流向、土砂堆積状況及び流木化した状況等を調査。

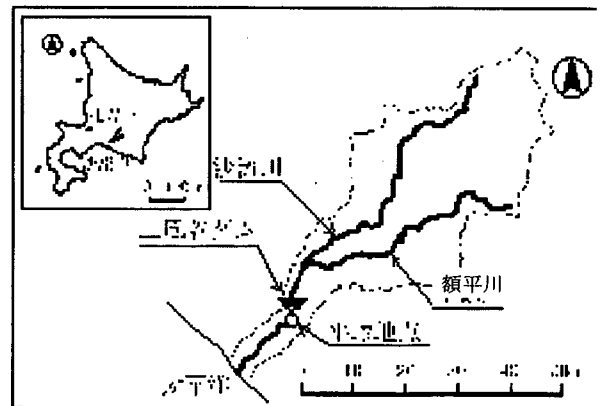


図-2 調査対象河川位置

3. 調査結果

a) 河畔林の倒伏状況～洪水の影響を強く受けた低水路沿いで倒伏木が多く、高木の場合は根系ごとの

倒れ、低木は根本からの曲がり・折れとなる傾向があった。堤防沿いの河畔林は洪水による影響が低水路沿いより少なかったことや高木が多いこともあり、倒伏しているものは少ない。

b) 流木堆積状況～調査区域内で確認された堆積量は約8,600m³に及び、上下流の連続性のある3つのエリア「二風谷ダム下流」「二風谷ダム上流」「支川額平川」に分類して堆積状況を見ると、上流ほど単位面積当たり堆積量が多い傾向が見られる。(図-4) また、堆積した場所について「ダム下流」において調査した結果、9割近くが河畔林などの樹木により、捕捉され



図-3 根系ごと倒れた倒伏の例

ていた。(図-5) 樹種については、当該河川の河畔に多く見られるヤナギ類、ケヤマハンノキ等を「河畔性樹種」、それ以外を「山地性樹種」とした場合、山地性は上下流による変化は見られず、河畔性は下流ほど多い傾向にあった。また、堆積木の新旧の状況から、5～6割が今回の洪水を契機とした新規の流木であると考えられる。

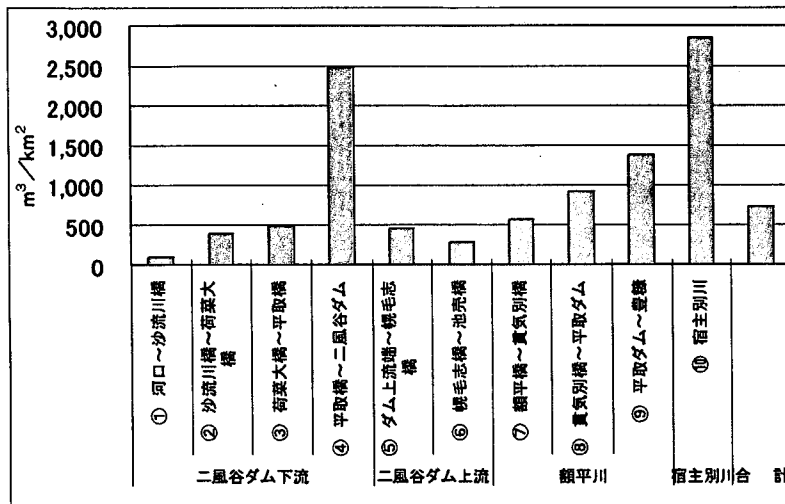


図-4 河道内単位面積当たりの堆積量

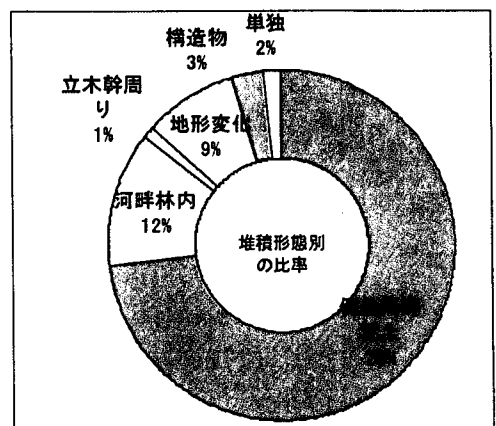


図-5 堆積箇所の分類(ダム下流)

c) 河道内からの流木発生状況～河畔林の流出面積及び流出量は、約220万m²、1,700m³ (支川額平川の一部が過去の航空が無いため欠測) である。

○まとめ

- ・ 河道内河畔林自体の流木発生量1,700m³に対し、河畔林による流木捕捉量8,600m³であり、河畔林による流木捕捉効果が高い。
- ・ 洪水後、二風谷ダム貯水池内には、24,000m³もの流木が滞留しており、ダムによってもかなりの捕捉効果が発揮されていた。(ダム下流の流木による橋梁被災は無かったことから裏付けられる。)

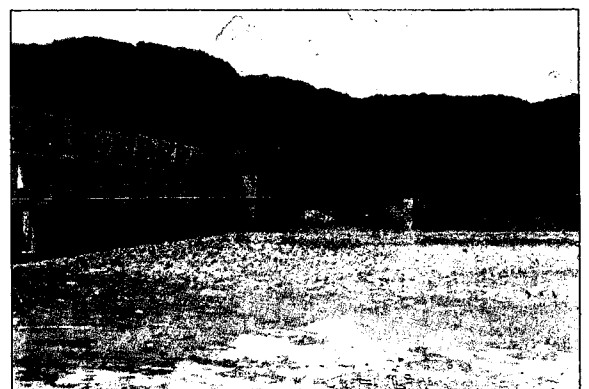


図-6 流木の滞留した二風谷ダム

2003年8月台風10号により発生した額平川流域の崩壊地及びその要因

調査機関名 独) 北海道開発土木研究所 環境研究室

1. はじめに

2003年8月9日から10日にかけて、停滞前線及び台風10号による豪雨が北海道太平洋沿岸に大きな被害をもたらした。なかでも、一級河川沙流川水系の額平川流域 (A=384km²) では、4,000箇所を超える崩壊地が発生 (写真-1, 写真-2) するとともに、膨大な量の土砂や流木が河道やダム貯水池に流出し、大きな社会的関心が寄せられた。環境研究室ではリモセン画像から判読された崩壊地、水文要因、地形要因に基づき、崩壊地発生要因を検討した。

2. 2003年8月洪水の概要

2003年8月7日～12日までの総降雨量を北海道開発局およびアメダス観測所毎に集計し、図-1に雨量観測所毎に濃淡の円でプロットした。100mm以上の強い雨域は概ね南西から北東方向に帯状に連なっており、とりわけ日高沿岸域から内陸側に300mm以上を示す濃い灰色部分が局所的に集中した事が分かる。この豪雨により、一級河川沙流川水系の平取基準点 (1,253km²) において観測された48時間流域平均降雨量は306.2mm (速報値) を記録し、これは、1962年に観測開始以来、既往最大であった。二風谷ダム (A=1,215km²) ではピーク流入量約6,400m³/s (ピーク比流量5.26m³/s/km²) を記録し、貯水池内には5万m³に及ぶ流木が堆積した。

3. 崩壊地の量的変遷

額平川流域の崩壊地の実態については、既往調査において1955年、1978年、1993年の3世代の崩壊地面積の読み取りが行われている。筆者らはこれらに加え、1998-1999年の林野庁の航空写真、2001-2002年の人工衛星画像 (IKONOS) および2003年8月出水直後に撮影した航空垂直写真の額平川流域の崩壊地読み取りを行った。計6世代の額平川流域の崩壊地面積の変遷を図-2に示す。これによれば、直近年の崩壊地面積の傾向や、2002年に大きな出水が無かったことから見て、本イベントによって急激に崩壊地が拡大 (前年比約3.6倍) した、と考えるのが妥当と言える。なお2003年8月出水後の額平川の崩壊地の分布と本イベントによる等雨量線図を図-3に示す。

4. 崩壊地発生の要因分析

崩壊地の発生要因として、地質、植生、地形、降雨の4つが主に考えられる。ここではまず、額平川の崩壊地と隣接する厚別川の崩壊地の量的な比較を行い、さらに各要因と崩壊地の関係について整理した。

4. 1. 額平川流域の崩壊地の読み取り

崩壊地は航空写真を図化上で読み取った上で、GISに入力し、崩壊地を多角形 (ポリゴン) データとして整理した。下流への土砂・流木流出に大きく関わると考えられる河道まで到達した新規・拡大崩壊地は、箇所数にして1,104箇所 (26.5%)、崩壊地面積にして

2003年8月出水の総雨量分布

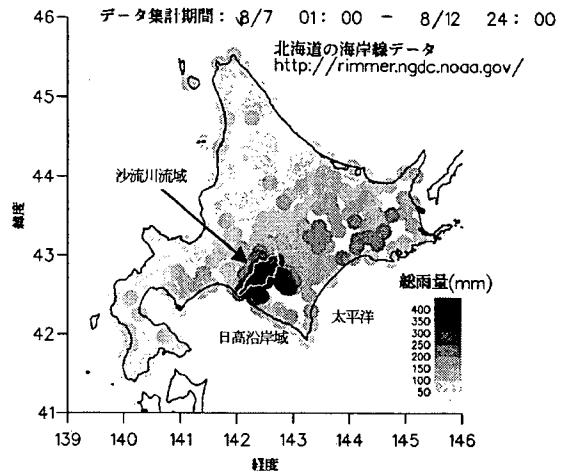


図-1 台風10号による全道降雨状況 (国土交通省、アメダスの降雨データ使用)

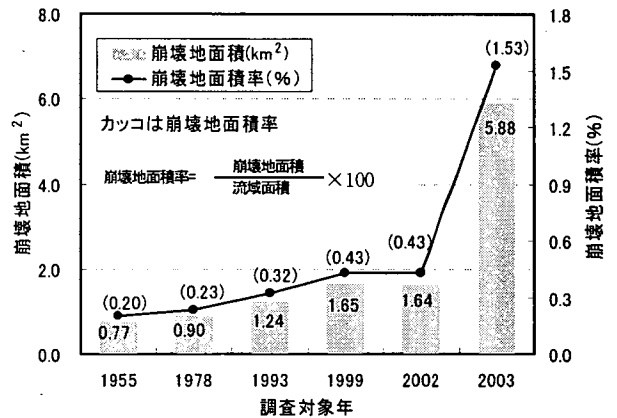


図-2 額平川流域の崩壊地面積の変遷

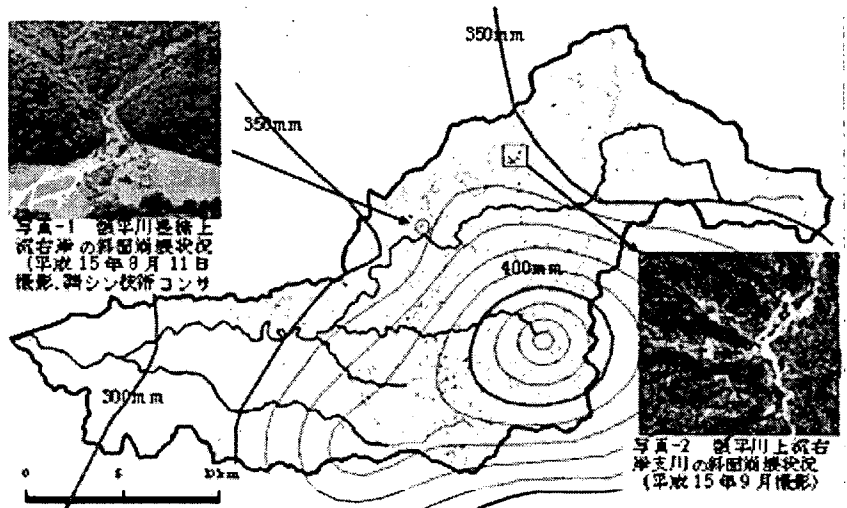


図-3 台風10号直後の額平川流域の崩壊地分布及び等雨量線図

1.589km²(31.4%)となった。また、洪水後に読み取られた崩壊地箇所数の85%、崩壊地面積の84%(=1.589km²/1.881km²)が新規、もしくは既往の崩壊地が拡大したものであった。次に、額平川流域の南側に隣接する厚別川の崩壊地面積(北海道開発局)を比較した結果、額平川の崩壊地面積率は厚別川の約1.7倍(=1.53%/0.89%)であることが分かった。

4. 2. 崩壊地と地質の関係

額平川流域の地質割合と地質区分毎の崩壊地の割合を地質図幅を用いて分類した。これによれば、中生代-古第三紀堆積岩類、蝦夷層群、蛇紋岩において崩壊地の分布が多い傾向を示している。参考まで、中生代-古第三紀堆積岩類はプレートの運動に由来する付加体堆積物からなり、緑色岩、チャート、凝灰岩などを含み、比較的急峻な地形を形成している。現地踏査では基盤岩上層の表土及び基盤岩由来の堆積物が崩壊した印象を受ける。蝦夷層群は白亜紀の浅海堆積物であるが固結度の低い泥岩、砂岩を主としている。崩壊土砂は表土と基盤岩が主であり、崩壊から1年経過した現在、泥岩・砂岩は数ミリ程度に細かく風化(スレーキング)している。蝦夷層群の区域は比較的なだらかな斜面を形成している印象を受ける。

4. 3. 崩壊地と植生の関係

額平川の植生分布を環境省の現存植生図を用いて分類した。これによれば、主な植生は天然林(針広混交林が約32%、広葉樹林が約25%、針葉樹林が約6%)が63%、人工林(植林地(針葉樹))が約19%を占める。また、植生分類別に崩壊地を整理すると、額平川流域では針広混交林が約35%、広葉樹林が約35%、植林地が約14%を占めることが把握された。これによれば、額平川流域での崩壊地発生は天然林で約75%を占めており、人工林で特に多い傾向は見られない。しかし、植生分布は斜面勾配や標高に影響され、崩壊地発生の主な要因として考えるのは現段階では困難と思われる。

4. 4. 崩壊地と斜面勾配の関係

本イベント直後の平成15年9月に撮影された額平川流域の航空写真を用い、オルソフォトを作成する過程でDSM(Digital Surface Model)と呼ばれる20mメッシュの擬似地表面3次元データが得られている。崩壊地の重心と近接する4点のDSMメッシュ標高と関連付け、斜面の傾斜度、斜面方向、標高などの地形特性値を求めた。崩壊地面積、崩壊地箇所数と斜面傾斜(度)を整理した結果、崩壊地面積は斜面の傾斜が30度~70度までが多く、50度~60度付近にピークがある。また、斜面傾斜が70度を超えると崩壊地が減少しているが、これは傾斜の急な箇所では逆に崩壊に結びつく不安定土砂が少ない事を示唆しているものと考えられる。崩壊地箇所数について見ると、斜面傾斜が40~50度でピークを迎え、それ以降は崩壊地面積に比べ箇所数が減っている。このことは、斜面傾斜が50度から70度まででは、急傾斜になるほど一箇所当たりの崩壊地面積が増える傾向を示すものと考えられる。

4. 5. 崩壊地と総雨量、一時間最大雨量との関係

ここでは、総雨量の崩壊地へのインパクトを捉える為、総降雨量の等雨量線図を30mm毎にランク分けし、ランク毎の崩壊地面積・箇所数を集計した結果、総雨量が330mmを超えると単位面積当たりの崩壊地面積が増加し、かつ雨量が増えるほど崩壊地箇所数も増加する傾向がみられる。

短時間降雨の崩壊地へのインパクトを見るため、8月8日~8月10日までのレーダー・アメダス解析雨量データ(2.5kmメッシュ)を用い、メッシュ毎の1時間最大雨量を抽出し、それに基づいて等雨量線図を作成した。さらに、10mm毎にランク分けされた等雨量線範囲に存在する崩壊地の面積と箇所数を集計した結果、1時間最大雨量(降雨強度)が増大するにつれ、単位面積あたりの崩壊地面積、崩壊地箇所数が増加する傾向が明瞭に認められた。これは1時間降雨といった短時間の降雨が崩壊地の発生に強く関与することを示すものとして注目される。

5. 崩壊地とその発生要因

最後に崩壊地の発生がどういった要因に強く関連しているのかを総合的に評価するために、目的変数や説明変数が数値ではなく項目分類的なデータである場合の解析として数量化理論Ⅱ類を用いた。解析の結果、レンジの順位から1時間最大雨量、地質、斜面角度、斜面方向、総雨量の順番に崩壊地の分布が影響されていると考えられる。

6. おわりに

額平川流域では本イベントにより、前年比3.6倍(面積)の崩壊地が発生した。崩壊地発生の要因として、地質、植生、降雨、地形と個別に分析した結果を次のようにまとめた。①地質:中生代-古第三紀堆積岩類、蝦夷層群、蛇紋岩で崩壊地が多い傾向を示した。②植生:崩壊地全体の3/4を天然林、1/4を人工林その他が占めた。しかしながら、植生分布は地形条件との関連が大きいため、崩壊地発生に植生が寄与した程度は現段階では未評価。③地形:斜面傾斜が40~60度で崩壊地面積・箇所数がピークを示す。④降雨:総雨量では330mmを超えると単位面積当たりの崩壊地面積・箇所数が増加傾向を示し、最大1時間雨量では雨量強度の増加とともに単位面積あたりの崩壊地面積・箇所数が増加傾向を示す。また、数量化理論Ⅱ類による分析でも1時間雨量が崩壊地発生に最も大きく関与するといった結果を得た。

額平川流域で発生した土砂量は崩壊面積に地質別平均崩壊深を乗じ、約800万m³と見積もられ、同様に発生流木量も約8万m³と推定した。H16年度現在、二風谷ダム流域全体の土砂・流木動態の解析と崩壊地・河道の土砂動態調査を実施中。