

# 天竜川水系与田切川における流砂計測業務

中部地方整備局 天竜川上流河川事務所

## 1. はじめに

天竜川支川与田切川の坊主平堰堤に設置された流砂観測施設では、2000年9月から流砂観測を開始し、主に出水時の流砂量と流砂の粒度分布の時系列変化の観測を行っている。2009年11月までの約9年間の計測により、とくに掃流砂量については比較的多くの計測データが蓄積されてきたのではないかとと思われる。本報告では、これまでの流砂計測・分析結果を総括し、先ず水深別及び粒径別の流砂量の計測結果を整理し、水深・掃流力と掃流砂量の関係を調べた。また、同程度の水深時の掃流砂量・質の経年変化から、上流域での土石流の発生や観測期間中の2006年2月に完成した大規模な飯島第6砂防えん堤（堤高40m、未満砂）の影響などの与田切川上流の土砂生産・流出環境の変化が下流域の流砂特性に与える影響について考察した。

## 2. 流砂計測結果

### 2. 1 水深と掃流砂量の関係

これまでの観測結果をもとに、水深と掃流砂量の関係を図-1にプロットした。掃流砂量は水深の増加に伴って増加する傾向がみられるが、概ね0.7m以下の水深でばらつきが非常に大きい。観測年に着目すると、2004年と2007年に計測された土砂濃度は同水深でも2～3オーダーの大きな差異があることがわかる。観測日に着目すると、2004年8月20日及び2007年9月6日より前の計測では、水深と掃流砂量の関係が他の観測年とほぼ同じ傾向にあるのに対し、両日以降の計測では、明らかに同程度の水深に対して掃流砂量が2～3オーダー程度増大していることが分かる。また、この両日の流水は、通常の出水時が灰色系の色調であるのに対し、これとは明らかに異なる細粒な土砂成分を多量に含んだような赤茶色の色調であったことが観察されている。

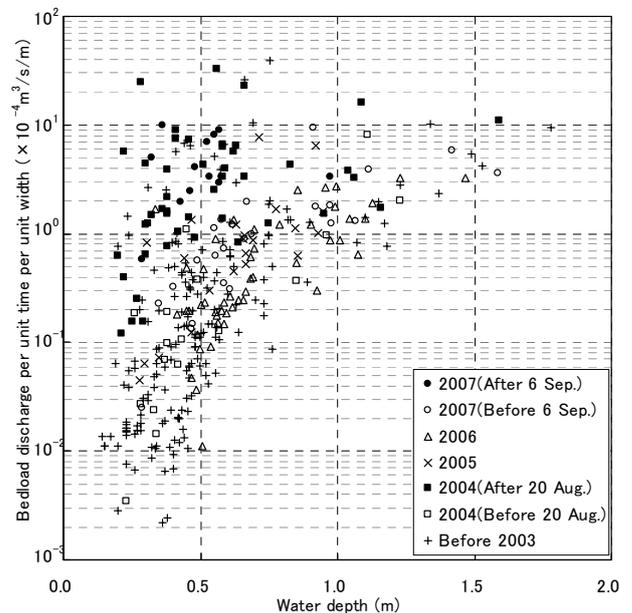


図-1 水深と掃流砂量の関係

### 2. 2 掃流力と掃流砂量の関係

次に、掃流力と掃流砂量の関係を考察するため、計測データをもとに無次元掃流力( $\tau^*$ )と無次元流砂量( $\Phi$ )を求めその関係を図-2に示した。図には、参考として比較的良く用いられている掃流砂量式による計算値も示した。与田切川において掃流力と流砂量の関係は図-1と同様に、2004年8月20日～10月及び2007年9月6日～10月の掃流砂量が増加した期間と、それ以外の2系列に大きく分けられる。掃流砂量の増加が見られた期間では、ATM式などの $\Phi$ が $\tau^*$ の2/3乗の関数で表される掃流砂量式の計算値に近い値が計測されている。それ以外の期間の計測では、 $\tau^*$ に対する $\Phi$ の値は、既往の掃流砂量式よりかなり小さい値を示しており、土砂は観測地点直上流の河床材料よりも上流域の土砂供給条件に

支配されて下流へ流送されていると考えられる。

### 3. 流砂特性の変化要因に関する考察

2007年に掃流砂量が増大する直前の8月22日に、与田切川上流支川のオンボロ沢に設置されている流量観測用のビデオカメラが、小規模な土石流の通過を撮影している。流砂観測地点では、同時期に対応する水深変化は観測されていないが、8月23日には与田切川本川で流水に濁りが確認され、翌8月24日のオンボロ沢での定点観察でも直径1m程度の礫の移動を確認している。したがって、オンボロ沢で土石流が発生した直後に流砂量が増大し、2007年9月6～7日の降雨による流出でこの増大を計測したことになる。一方、2004年当時は上流域での流量観測が実施されていないが、観測期間中に実施しているオンボロ沢の定点観察写真の比較から、2003年と2004年の間には最大径1.5m程度の礫の移動痕跡と最大2m程度の河床上昇が認められる。このことから、2004年8月20日以降の掃流砂量の増大前に上流域で土石流が発生していたと推定される。

以上の流砂計測結果と現地観察結果とを総合的に考えると、少なくとも上流域支川のオンボロ沢で土石流が発生すると、掃流砂量が1～2オーダー程度増大するような流砂特性の変化が生じている可能性が極めて高いと考察される。また、図-3からは、飯島第6えん堤完成後に、粒径2mm以上の比較的粗粒な成分の流砂量が減少してきている可能性が指摘される。

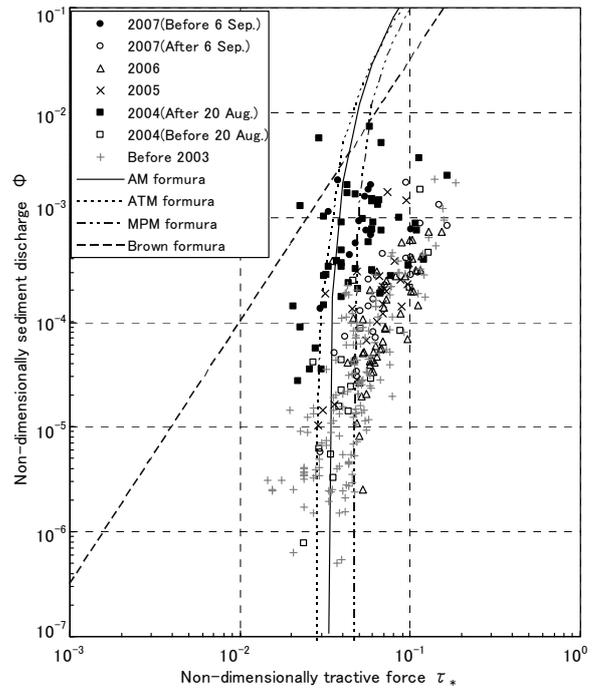


図-2 無次元掃流力と無次元流砂量の関係

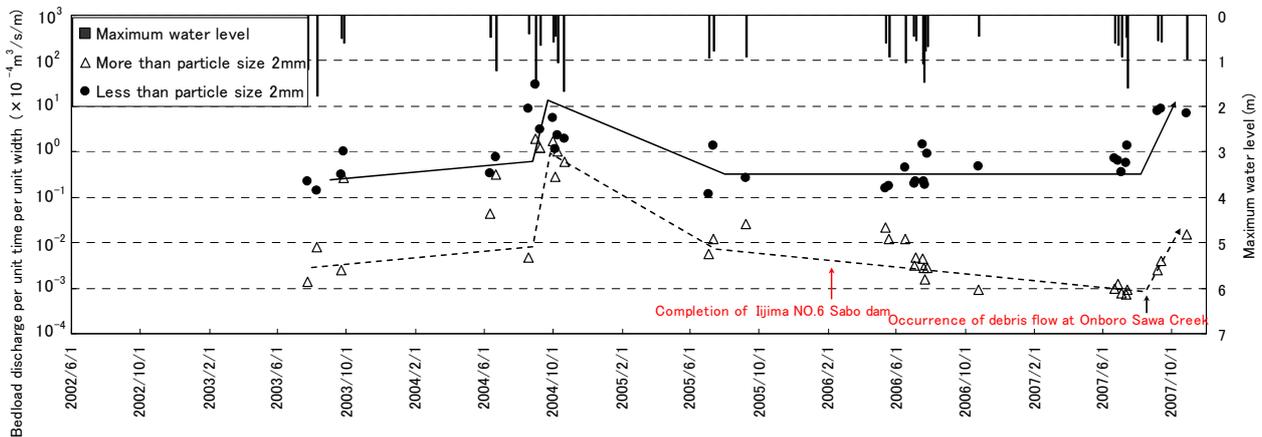


図-3 水深0.4～0.6mの時の掃流砂量の経年変化

### 4. おわりに

流砂観測結果から、与田切川流域での流砂特性の変化要因として、上流域支川のオンボロ沢での土石流の発生が関係していることが明らかになった。今後も観測を継続し、砂防施設が流砂特性に与える影響や、観測精度の向上についても検討を進める予定である。



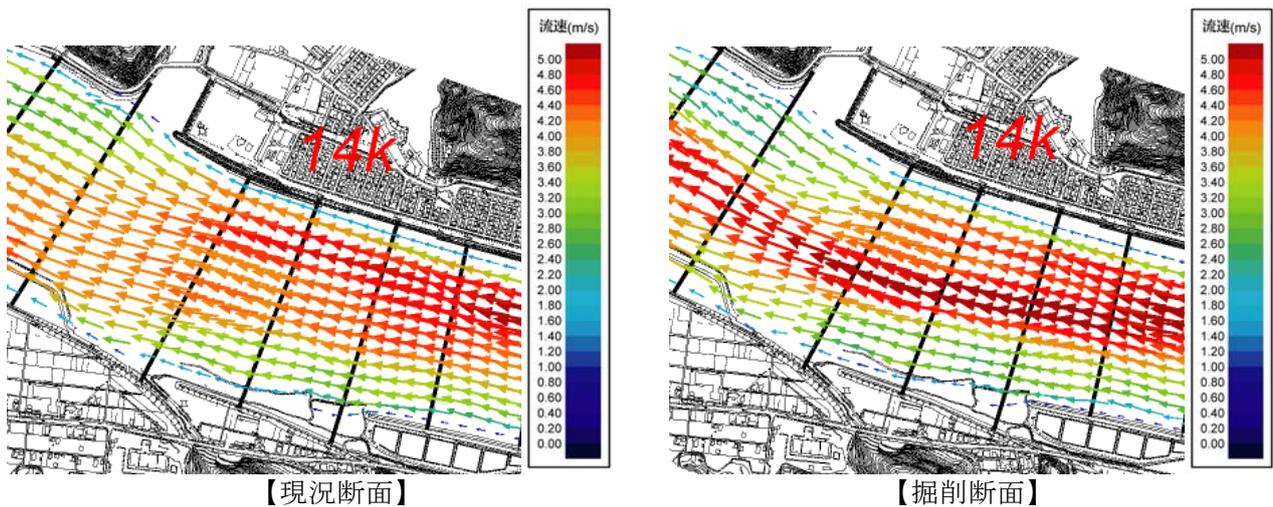


図 2 平面二次元河床変動計算結果：流速ベクトル図（13.75k～14.25k 付近；ピーク流量時）

削箇所での流速は増大するが、その他の箇所では、流速が低下する傾向が見られる。掘削なしの場合、左岸に向かっていった流れを河道中央に誘導し、河岸付近の流速を緩和する効果も認められる。

以上より、河道中央の掘削により流れを河道中央に誘導し、河岸付近の流速が緩和されることから、河岸侵食対策（水衝部対策）としての効果も期待できる。

## 2. 3 海岸侵食、砂浜回復への対応策検討

既往検討で構築した海浜変形モデル（等深線変化モデル）について、新たに実施した海岸底質材料調査結果の反映、精度向上した1次元河床変動計算により得られる供給土砂量の反映等により、モデル精度の向上を図った。そのモデルを用いて、養浜ありなしでの海浜変形予測を行い、養浜の効果を検証した（図3参照）。

養浜なしの場合、静岡海岸では堆積が、清水海岸では侵食が進行し、今後50年では安倍川からの堆積波は清水海岸へ到達しない。一方、養浜（清水海岸6.6万 $m^3$ /年）を実施した場合、現状汀線を維持することができる。しかし、50年後に静岡海岸からの土砂によって将来海岸全体が回復傾向に転ずる傾向は見られない。

## 3. まとめ

本業務では、流砂系を通した1次元河床変動モデルと等深線変化モデルの接続モデル、平面2次元モデルを構築し、各領域における土砂動態の分析と対策の方向性を検討した。今後、水面形観測等によりモデル精度の向上を図るとともに、流砂系の土砂管理目標や具体的な土砂管理対策を検討し、総合土砂管理計画を策定する必要がある。

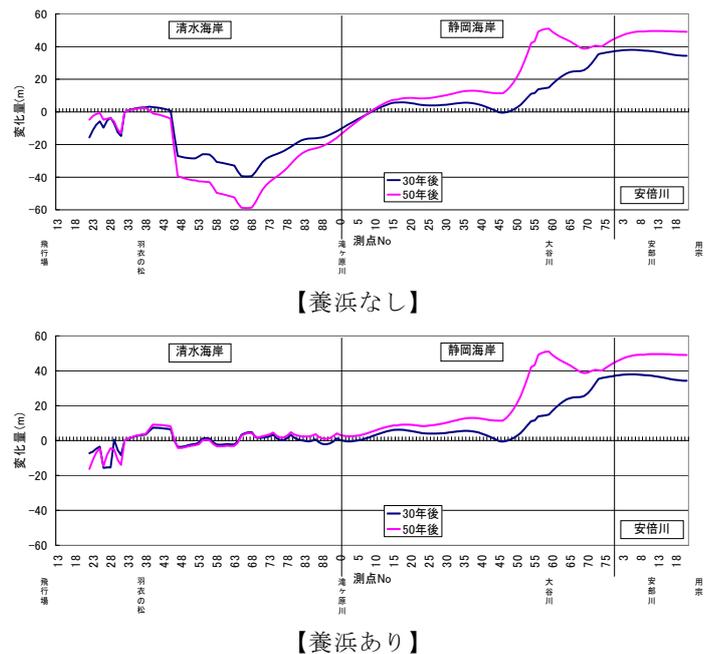


図 3 海浜変形予測結果

# 土岐川流域グリーンベルト整備事業実施検討業務

中部地方整備局 多治見砂防国道事務所

## 1. はじめに

土岐川流域（岐阜県多治見市・土岐市；図-1）では、過去に薪炭材の採取や陶土の採掘等が行われ、禿敷地となった。昭和初期に山腹工が施工され、概ね植生が回復したものの、土壌が未発達であるため、樹林の生育が悪い。近年は、里山としての管理不足による樹林の荒廃化が問題となっている。また、本地域は、名古屋圏のベットタウンとして発展しており、市街地の拡大に伴う土砂災害危険箇所の増加が懸念されている。一方、市街地近郊の樹林は、レクリエーション等の場として近年重要性が増し、住民の関心が高まっている。

こうした背景のもと、当事務所では、平成12年度より、土砂災害防止や自然環境保全等の多様な機能をもつ“都市山麓の樹林”の面的な保全・創出を目的として、地域との協働による「土岐川流域グリーンベルト整備事業」を実施している（図-2）。ここでは、事業の一環として「樹林の整備、維持管理」の推進を目的として実施した①地域との協働による樹林整備活動の支援、②樹林整備効果検討調査、③ハンドブック作成の概要について報告する。

## 2. 地域との協働による樹林整備活動の支援

### 2.1 樹林整備活動の支援

地域との協働による樹林整備活動は、図-1に示す8地区で実施している。これらの協働整備を円滑に進めるために、①地域への趣旨説明や広報活動、②活動運営支援（組織間調整、運営方法・支援体制の検討）、③技術支援（整備方法等の指導、情報提供）を実施した。

各地区の活動

実施状況を写真-1に、活動内容を表-1に示す。

表-1 樹林整備活動内容（8地区）

市	地区	森の名称	開始年度	面積(km <sup>2</sup> )	活動主体	主な活動内容
多治見市	笠原	笠原の森	H12	0.26	笠原中学校生徒(2年生90人) 住民有志	樹林整備、ベンチ・階段・看板の作成・設置
	市之倉	おりべの森	H15	0.35	住民有志	歩道および周辺整備 枯木伐採
		どんぐりの森	H15	0.08	市之倉保育園保護者会 老人クラブ、住民有志	歩道および周辺整備 階段整備
		やすらぎの森	H15	0.14	市之倉小学校PTA、住民有志	枯損木伐採・処理(広域)
		筒小屋の森	H16	0.06	住民有志	歩道および周辺整備
	虎溪山	虎溪山	H17	0.13	地域NPO	自然環境講習、巣箱の作成・設置
多治見	三ッ池の森	H19	0.12	多治見中学校生徒(1年生200人) PTA、住民有志	樹林整備	
土岐市	土岐津	土岐津の森	H17	0.16	土岐津中学校生徒(1年生90人) 住民有志	フィールドマップ作成、樹林整備



図-1 対象流域位置図

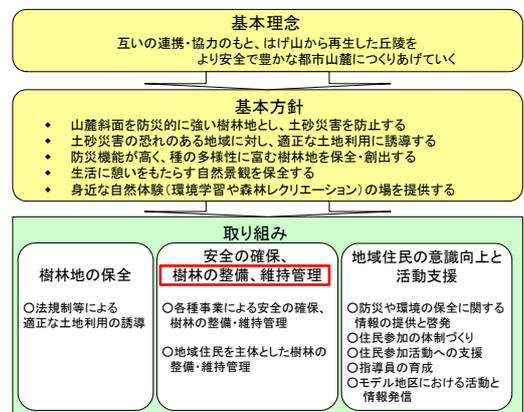


図-2 土岐川流域グリーンベルト整備事業(基本構想)



写真-1 樹林整備活動の状況

## 2. 2 グリーンベルト技術講習会の開催

関係自治体職員および樹林整備活動を実施している地域住民を対象として、樹林整備に関する知識・技術の習得、地域のリーダー育成を目的とした技術講習会を開催した。具体的には、活動時の注意点、応急処置方法等の講習の後、チェーンソー講習、ベンチ作成方法の講習、間伐体験や樹種の見分け方観察などの体験講習を実施した。



写真-2 講習会の様子

## 2. 3 グリーンベルト担当者会議の開催

各地区の主要メンバーおよび活動を支援している自治体職員（実務レベル）を対象として、情報共有・意見交換を目的とした担当者会議を開催した（平成16年度より毎年1回継続）。会議では、①樹林整備計画・活動ルールの周知、②各地区の代表者による活動進捗報告、③活動上の課題等に関する自由討論、④整備に関する知識講習（伐採木を活用した人形作り）を行った。

## 3. 樹林整備効果検討調査

樹林整備による砂防上の効果は定性的には把握されているものの、定量的な評価方法は確立されていない。そこで、地域との“協働”で進める樹林整備が樹林および樹林の機能に与える効果を定量的に把握することを目的として、樹林整備効果検討を実施した。検討は、「整備前調査」→「樹林整備」→「整備後調査」→「効果検討」の流れで進めるものとし、ここでは、本地域の代表的な樹林である「アカマツ林（笠原の森）」「コナラ林（どんぐりの森）」を対象として、整備前調査（植生調査・林内環境調査）を実施した。植生調査では、①植生断面調査（ベルトトランセクト区画：幅10m×斜面長40m）、②毎木・群落組成調査（10m×10mのコドラート区画を設定（以下、コドラート））、③実生調査（コドラート）、④落葉量調査（コドラート）の4項目について実施した。林内環境調査では、照度・気温をそれぞれ林内・林外で計測した。

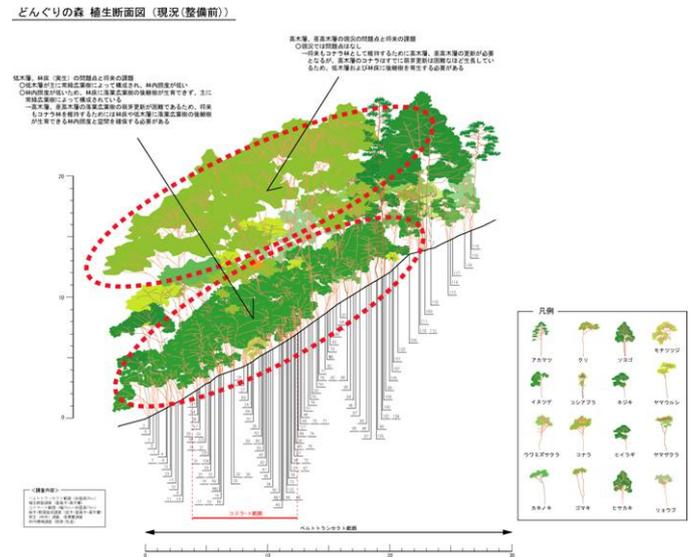


図-3 植生調査結果(植生断面図)

以上の調査結果をもとに、各地区の植生および林内環境について考察し、目標樹林形成に向けて必要となる具体的な樹林整備内容を検討した。これらの検討結果は、今後の整備や整備後の調査における地域との協働を見据え、図表等を用いて、地域住民にわかりやすい資料として整理した（図-3）。

## 4. ハンドブック作成

中学生、地域住民等を対象とし、安全かつ適切に、また自然に親しみをもって整備活動に携わることができるよう、「植物ハンドブック（伐採種、保護・育成種、カブレル種等を掲載）」および「動物ハンドブック（地域に生息する鳥類・昆虫類・哺乳類、有毒種等を掲載）」を作成した。



図-4 植物ハンドブック

## 5. おわりに

今後は、こうした地域との協働により進めている樹林整備活動を継続するとともに、樹林整備効果検討調査を継続し、樹林整備が樹林やその機能に与える効果を長期的に検討していく予定である。

# 平成 20 年度 越美砂防既存施設活用検討業務

中部地方整備局 越美山系砂防事務所

## 1. はじめに

越美山系砂防事務所管内では、事務所設立（昭和43年）以前に内務省及び岐阜県によって施工された砂防施設が数多く現存している。これらの施設は、今現在も施設機能を発揮しているが、中には、度重なる土砂流出や災害等により破損し、補修・補強等が求められているものもある。

本業務は、根尾川直轄砂防管内に位置している内務省及び岐阜県施工の砂防施設90基を対象として、老朽化の程度、安定性や流域の荒廃・土砂整備状況等を調査し、既設砂防施設の具体的な活用方法を検討して有効活用優先流域を抽出し、優先流域の施設計画の作成を実施した。



図－1 調査位置

## 2. 既存施設の評価及び有効活用検討

### 2. 1 補修必要性の評価

既存砂防施設について、クラックの状況、堤体の風化度、前庭部の洗掘状況等を現地を確認し、定性的に【補修対応】、【カルテ対応（点検対応）】、【対応不要】の3区分にランク分けした（表－1）。

表－1 外観調査結果

項目	基数
補修対応	24
カルテ対応	32
対応不要	34
合計	90

また、現行の技術基準に従い設計流量を算出し、水通し断面の水理計算、前庭部構造計算、堤体の安定計算を行うとともに、シュミットハンマーによる反発係数からコンクリート圧縮強度を計測し、現行の設計基準と比較して、既設堤体の補強、水通し部や前庭部の改修の必要性を判定した。

さらに、以上の外観調査結果及び安定検討結果について得点化を行い、補修優先順位付けを行った。

### 2. 2 既存施設の機能評価

現地での土砂生産・流出状況と既存施設の位置関係等から、施設機能を山脚固定、河床生産抑制、土砂流出調節に分類した。また、各施設が有している施設効果量を簡易式により算出した。

### 2. 3 既存施設の活用内容の検討

【補修対応】の既存施設の中から以下の2タイプを考慮して、既存施設の活用内容を検討した。

#### ①効果を改修により高める方法（嵩上げ・スリット化）

地形的な条件（河床勾配や粒径等）、基礎地盤条件、構造型式、上流の既存施設の位置、施設の機能等の観点から、嵩上げやスリット化により効果の増大を図ることができる施設として8基を抽出した。

#### ②効果が大きく土砂整備上これを維持する方法（腹付けによる補強）

現況施設の土砂・流木整備量が大きい施設、流域の基幹施設となっている施設の観点から、補強により施設機能や効果を維持する必要がある施設として7基を抽出した。

### 2. 4 既存施設の有効性評価

既存砂防施設の有効活用では、土砂処理計画上也有効であることを位置づける必要がある。そのため、既存砂防施設の設置されている流域について、新規砂防施設の適地の有無及びその効果量を整理

し、既存施設の有効活用と新規砂防施設整備とのコストの比較検討を行った。

その結果、2. 3①で活用施設として抽出した8施設の中の1施設では、既存施設を有効活用するより、新規施設を整備した方が効率的であることが判明した。

### 3. 有効活用優先度の検討

補修順位（外観調査や安定状況）、整備効果（現況整備率や活用効果量等）、荒廃状況（崩壊地面積率や異常堆砂の有無等）、施工条件の評価項目（アプローチのし易さや流量規模等）について得点化を行い、順位付けを行った（表-2）。この結果から、表-3のように【補修ランク】⇒【整備効果・荒廃状況ランク】⇒【施工状況】の順に、重み付けを行いながら、有効活用優先ランクを5段階に区分した（図-1）。

表-2 有効活用順位

流域名	流域面積 (km2)	施設番号	所管	活用内容	補修順位	整備効果順位	荒廃状況順位	施工性順位
427-I-01	0.10	6-1	内務省	嵩上げ	8	15	15	6
2-81	1.27	6	岐阜県	スリット化	12	4	8	12
2-90	1.35	12	岐阜県	嵩上げ	13	7	14	13
K3-14-3	7.42	14	岐阜県	嵩上げ	4	3	2	15
K4-5-3	21.24	17	岐阜県	嵩上げ	6	1	5	10
427-II-10	2.80	21	岐阜県	新規	2	1	11	14
4-6-12	0.52	24	岐阜県	嵩上げ	7	8	13	6
K3-25-1	3.09	25	岐阜県	嵩上げ	11	6	12	2
K4-6-22	71.72	29	岐阜県	維持管理(補強)	14	5	7	11
K4-4-1	15.10	4	岐阜県	維持管理(補強)	1	9	2	6
K4-4-3	18.45	2-6	内務省	維持管理(補強)	10	9	4	9
K3-13-1	2.18	2-7	内務省	維持管理(補強)	8	11	8	1
K3-11-6	10.37	2-10	内務省	維持管理(補強)	3	13	1	5
K3-11-4	7.18	2-11	内務省	維持管理(補強)	5	13	6	4
427-II-14	2.84	22	岐阜県	維持管理(補強)	15	12	10	3

表-3 有効活用優先度ランク

流域名	施設番号	活用内容	補修ランク	整備効果・荒廃状況ランク	施工状況	順位	優先ランク
K4-4-1	4	維持管理(補強)	上位	上位	上位	1	A
K3-14-3	14	嵩上げ	上位	上位	下位	2	
K3-11-6	2-10	維持管理(補強)	上位	中位	上位	3	
427-II-10	21	新規	上位	中位	下位	4	B
K3-11-4	2-11	維持管理(補強)	上位	下位	-	5	
K3-13-1	2-7	維持管理(補強)	中位	上位	上位	6	C
K4-5-3	17	嵩上げ	中位	上位	下位	7	
4-6-12	24	嵩上げ	中位	中位	上位	8	
K4-4-3	2-6	維持管理(補強)	中位	中位	下位	9	
427-I-01	6-1	嵩上げ	中位	下位	-	10	D
K4-6-22	29	維持管理(補強)	下位	上位	上位	11	
2-81	6	スリット化	下位	上位	下位	12	E
K3-25-1	25	嵩上げ	下位	中位	上位	13	
427-II-14	22	維持管理(補強)	下位	中位	下位	14	
2-90	12	嵩上げ	下位	下位	-	15	

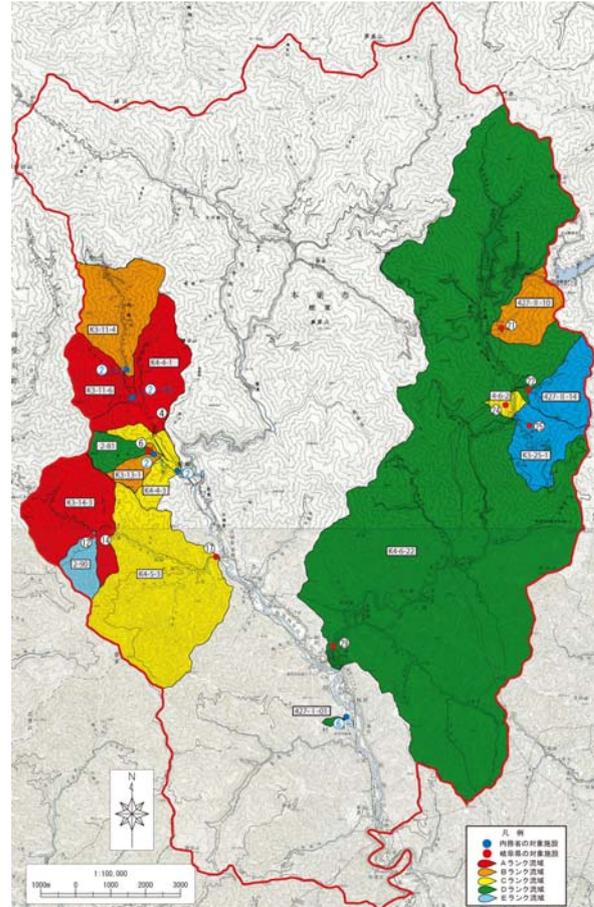


図-1 有効活用優先度ランク

続いて、有効活用優先Aランクとして抽出した3流域について、概略の施設計画を行った。その際、補強による維持管理対応施設については、再度活用内容の見直しを行った。

### 4. おわりに

本業務では、内務省や岐阜県の既存砂防施設の老朽度の程度、安定性や流域の荒廃・土砂整備状況等について得点付けを行いながら、客観的に活用優先度の高い3流域を抽出し、施設計画を作成した。

今後の課題としては、破損の進行や傾向に関するデータを蓄積しながら、事務所管内における点検手法のマニュアル化を図り、外観調査を行った技術者判断の差異を減らすことや、レーザー測量資料や砂防基礎調査等の最新データを用いて、より精度良く施設諸元を把握することが重要と考える。これにより、より客観的に精度良く既存施設の活用検討が行えるものとする。

# 平成 20 年度 富士山スラッシュ雪崩解析業務

中部地方整備局 富士砂防事務所

## 1. 業務概要

本業務では、富士山で発生するスラッシュ雪崩について、その発生判断、発生検知、情報提供について、検討を行った。

判断指標の検討では、主に高層天気図を用いた発生時の特徴や、気象データを用いた発生閾値の検討を行った。発生検知の検討では、スラッシュ雪崩等に伴う地震波形の解析から、自動雪崩検知システムを構築する検討を行った。さらにハイドロフォン等の音響センサーをはじめとする観測機器の活用を検討した上で、発生溪流・規模・時間を把握するための検知方法を検討した。これらの結果を踏まえて、スラッシュ雪崩の発生に関する情報提供の検討では、気象台との連携による発表や事務所独自による発表等において、公表内容・表現内容について、気象台との検討会結果も十分考慮し検討を行った。

## 2. 検討結果の概要

### 2.1 スラッシュ雪崩発生時の判断指標の検討

スラッシュ雪崩発生時の判断指標として、地上天気図、高層気象データを含めた高層天気図を利用した判断指標の検討、気象データを用いた発生閾値の検討、さらに、富士山に設置されている地温計やレーダ雨量計データのスラッシュ雪崩発生時の特徴を検証した。

発生時の事例を整理した結果、700hPa 高層天気図に表 1 のような特徴が見られた。

表 1 発生時の特徴(700hPa 高層天気図)

<b>等温線</b>
[700hPa 高層天気図] 0℃線の北上域が富士山西側に位置しているとき、または富士山を通過することが予想されるとき。
<b>風向</b>
南～西方向からの風が富士山に吹き込んできているとき。 富士山北側に低圧部が位置し、そこから伸びる気圧の谷が朝鮮半島付近から富士山の間に位置しているとき。
<b>湿潤域</b>
富士山の西側に位置していて、富士山を通過することが予想されるとき。
<b>高層天気図の特徴</b>
低圧部を中心とした同心円状の等高度線が西から東にかけて北上し、0℃等温線の上昇域が富士山周辺に位置しているとき。

#### 2.1.1 スラッシュ雪崩発生時の気象状況による分類

スラッシュ雪崩は主として、気圧が低下するとともに、まとまった雨が降り、なおかつ気温の上昇と南寄りの風が吹いている気象状況下で発生するタイプが大半を占めていることが分かった。そこで、このタイプの気象状況下で発生したスラッシュ雪崩を対象として、発生日の日雨量・最大 1 時間雨量、日平均・最高・最低気温の変化、日最大風速・日最多風向、気圧の変化、及び水位の変化状況を観測所毎に整理し、その結果から閾値の検討を行った。

このタイプにおけるスラッシュ雪崩発生日の気象特性は次のようになる。

### 【スラッシュ雪崩発生条件（単一気象条件）】

日雨量	: 50mm 以上
最大1時間雨量	: 10mm 以上
平均・最高・最低気温差	: 0℃～10℃の上昇
日最大風速	: 御殿場; 5m/s 以上
日最多風向	: 御殿場; S～SW
気圧変化	: 2hPa 以上の低下
水位変化	: 有り

## 2.2 スラッシュ雪崩発生判断の活用マニュアル（案）の作成

スラッシュ雪崩の活用マニュアル（案）の構成は、利用者が比較的簡単に把握できるようにするため、内容をできるだけ簡潔にして、すばやく判断できるような構成にする必要がある。そのため、スラッシュ雪崩の概要や発生メカニズムを最低限記載し、スラッシュ雪崩の特徴と判断に必要な着目点を理解した上で、発生の判断を行えるよう活用マニュアル（案）を作成した。

## 3 スラッシュ雪崩発生検知に関する検討

### (1) 地震計等の既存の計測機器を用いた検知手法の検討

地震計を用いてスラッシュ雪崩の発生の検知と、スラッシュ雪崩発生域の推定が可能な自動雪崩検知システムの構築に関する検討を行った結果、スラッシュ雪崩と通常の地震の波形の特徴が異なることから、波形解析によりスラッシュ雪崩の発生を検知することが可能である。

### (2) 音響センサー(ハイドロフォン)等の活用

本検討では、検知に有用と考えられている土石流検知センサー、CCTV、水位計、また大沢川橋に設置されているハイドロフォンについて、スラッシュ雪崩発生時の観測実態を確認し、現状と課題を整理した。

各機器における発生検知における比較検討結果を踏まえ、下記に示す検知のレベルごとに配置計画（案）を設定した。

#### スラッシュ雪崩発生検知機器の配置方針

##### ■ レベル1：ハイドロフォン・振動センサーによる発生箇所・相対的な規模の把握

スラッシュ雪崩が発生・通過するような高標高域において、ハイドロフォンあるいは振動センサーを用いて発生箇所および相対的な規模を特定する。

##### ■ レベル2：CCTVによる発生箇所・規模の把握

スラッシュ雪崩が発生・通過するような高標高域において、CCTVを用いて発生箇所・規模を特定する。

## 4 スラッシュ雪崩に関する情報提供（案）の作成

スラッシュ雪崩に関する情報提供として、予報に係る気象業務法について整理するとともに、段階的な情報提供手法を検討した。静岡地方気象台、甲府地方気象台との合同検討会の検討結果も踏まえ、気象台との連携による発表、事務所独自による発表について、それぞれ公表内容、表現方法について検討を行うとともに、情報提供（案）を作成した。

# 平成20年度狩野川水系土砂移動監視装置検討業務

中部地方整備局 沼津河川国道事務所

## 1. はじめに

本流域は、多雨特性や崩壊が発生しやすい狩野川上流域（直轄砂防流域、流域面積約270km<sup>2</sup>）の地形・地質条件等をふまえて、土砂災害発生時の緊急対応の迅速化、素早い避難情報の提供、砂防基本計画のための基礎資料の蓄積・解析などを目的として、流域内で発生する崩壊や土石流の前兆現象を観測するために、既存の情報通信設備や近年の技術を活かし、コスト縮減を考慮した上で水系や土石流危険渓流の土砂移動現象の監視手法を検討した結果について報告するものである。



図-1 調査位置

## 2. 調査上の課題

### 2. 1 狩野川上流域における土砂災害に関する特徴

狩野川上流域は、年間平均総雨量が3,000mmを越える多雨地帯であり、また、急峻な地形条件と火山砕屑物等を基盤とする脆弱な地質条件であること、流域内に多くの活断層が分布していることなどから崩壊が発生しやすい地域となっている。既往の主な災害のうち最も甚大な被害が発生した昭和33年9月の狩野川台風では、狩野川直轄砂防管内の湯ヶ島観測所で、時間雨量120mm、総雨量739mmを観測した。この豪雨により上流域で約1,200箇所の山腹・溪岸崩壊が発生し、土石流・土砂流となって多大な被害を与えた。中下流部では狩野川の破堤・決壊22箇所、流域全体での死者・行方不明者853人、家屋被害6,775戸という大災害が発生した。近年においても、相次ぐ台風や集中豪雨により、流域内に多数の崩壊や風倒木被害が発生している。

また、流域内には土石流危険渓流(I)が220渓流分布し、かつ流域面積が小さい渓流も多いため、土石流を検知してからの避難は十分なリードタイムを確保することが困難であり、基本的には土石流発生前の予兆現象等を把握して避難を行う必要性が求められる。

### 2. 2 本調査に求められる課題

本調査を行うに際し、上述した本流域の土砂災害に関する特徴を踏まえ、崩壊の発生や土石流の前兆現象を迅速に検知するために、①砂防管内全域を網羅した監視網の整備、②監視の効率化（現実的な監視体制・人員を考慮した観測手法）、③緊急対応の迅速化（検知情報の入手や行政や住民の判断支援のための素早い避難情報の提供）、④設置・運用にかかるコストの縮減（個々の土石流危険渓流に土砂移動検知機器を整備することは数量からみて非現実的）の解決が求められた。

## 3. 課題への対応

砂防管内全域を網羅した監視網の整備（①）については、監視の効率化（②）やコスト縮減（④）等も考慮し、管内の渓流について渓流の位置関係・地形分類・崩壊履歴・降雨特性・集落分布状況な

どから点数化により客観的に少数のブロックに集約し、各ブロック単位での「斜面の崩壊発生」と土石流の前兆現象として「流水の濁り」を指標として観測することで管内砂防流域全体を効率的に網羅する案とした（図-2、図-3）。

検討の結果、管内全体を13ブロックとし、斜面の崩壊発生は各ブロック毎に代表地点を選定して斜面崩壊検知センサを用いて観測し、流水の濁りは各ブロックの下流端付近で濁度を観測することとした。

また、流量変化（水位計）や斜面崩壊観測地点の静止画像（簡易カメラ：将来）などを用いることとした。緊急対応の迅速化（③）については、観測情報を既設の光ファイバーケーブル回線等により事務所および出張所においてリアルタイムに収集・処理し、現況をモニタ画面等で確認することで、緊急的な巡視や調査箇所設定の効率化や関係自治体への切迫性のある情報の提供（避難判断への支援）などが可能であると考えられる。

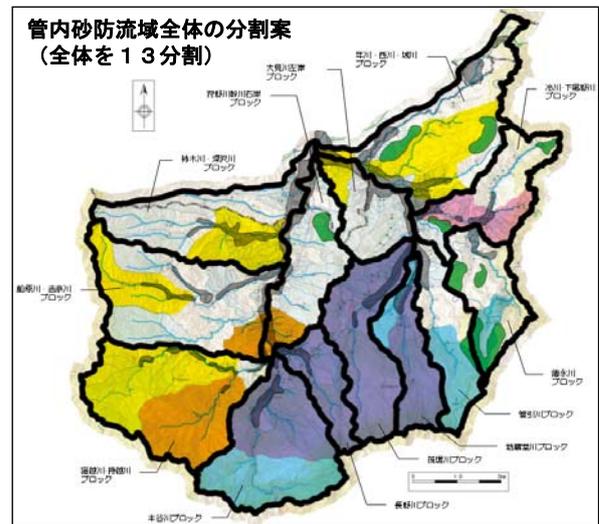


図-2 管内の集約結果（13ブロック化）

#### 4. おわりに

本調査では、管内をブロック単位で監視することにより、少ない観測点で管内全域を網羅的に監視し（全域網羅、低コスト）、異常の生じたブロックを特定することで対象を絞った重点的な巡視（監視業務の効率化）などを目指したものである。今後は、現地において具体的な観測機器設置地点の設定、機器精度等の検証（現地での仮運用）、情報提供手法の検討等を実施していく予定である。

本調査の実施に際しては、（独）土木研究所火山・土石流チームのご指導、ご助言を頂いた。ご指導、ご助言を頂いた関係各位に深く感謝する次第であります。

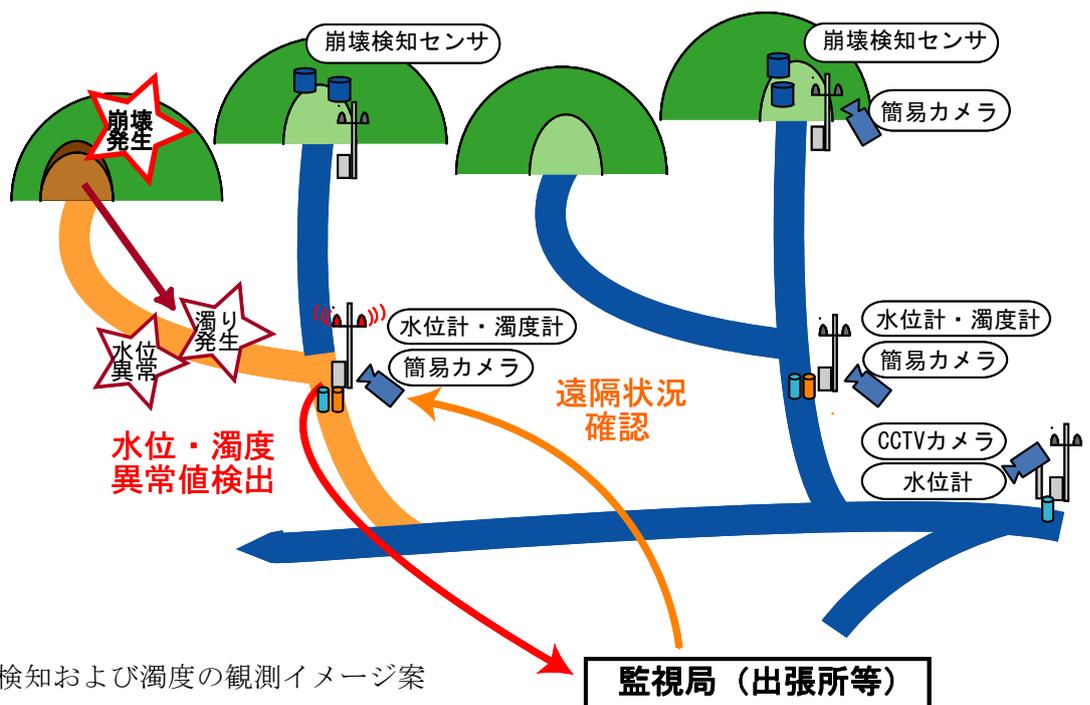


図-3 崩壊検知および濁度の観測イメージ案

# 平成 20 年度六甲山系土砂動態調査検討業務

近畿地方整備局 六甲砂防事務所

## 1. 業務概要

六甲山系では、総合的な土砂管理計画の策定に資する土砂生産・流送モデルの構築を目的として、都市山麓グリーンベルト整備事業による樹林整備効果の評価も念頭に、林相の違いが土砂生産に及ぼす影響把握のための代表的林相における斜面侵食土砂量観測や住吉川・西滝ヶ谷をモデル流域とした流砂の量や質の把握のための流砂量観測が実施されてきた。

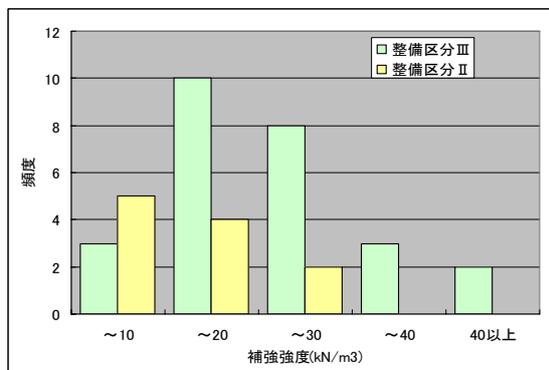
上述の観測により、現象を空間的・時間的に把握し、流域の土砂移動メカニズムを解析することが必要である。しかし、気象条件等により短期間に有用なデータを得ることが難しく、長期間のデータ蓄積が必要不可欠である。

そこで、本業務では全国における水文、流砂観測事例を参考に六甲山系の気象、水文特性を踏まえた最適な流砂観測手法を検討し、その結果に基づいて観測施設の設計を行った。また、樹林の土砂動態への影響を把握するため、昨年度に引き続き斜面土砂観測所を追加設置するとともに、根系の土砂緊縛力などの物理特性調査を行った。

## 2. 樹林の根系の物理特性調査

過年度実施した調査の課題を整理し、改善策を検討した上で、観測項目、手法、実施候補地を決定した。現地調査では、実施の適性を評価し、物理特性調査を実施した。

整備区分	植生	調査地点	面積当の補強強度(kN/m <sup>2</sup> )
Ⅱ	スギーヒノキ群落	21	19.0
		66	8.7
	ニセアカシア群落	1	16.5
		2	18.6
		3	17.1
		4	20.8
		5	27.7
		26	7.2
		36	4.5



整備区分	植生	調査地点	面積当の補強強度(kN/m <sup>2</sup> )
Ⅲ	アカマツ・モチツツジ群落	31	6.6
		48	23.5
		53	18.2
		62	31.6
		72	23.9
		75	15.3
		82	31.2
		85	10.9
		85	39.1
		85	10.4
	アラカン群落	65	39.1
	エノキ・ムクノキ群落	34	10.4
	コナラ・アベマキ群落	27	19.9
		40	12.7
		41	16.1
		44	2.4
		45	23.2
		52	11.6
54		14.6	
56		20.9	
76	43.1		
77	47.5		
80	20.9		

調査結果の分析によって、林相毎の補強強度の差異を検討した結果として、六甲山系グリーンベルト整備事業で良好な植生として評価されている整備区分Ⅲの植生を保全することは、斜面安

定に寄与することが明らかになった。

根系による土壌緊縛力は、ここまでの分析で想定しているように、単根の引き抜き抵抗力に本数を乗ずることによって推定することができるが、引き抜き抵抗力は太さによって大きく異なり、本数は土層深さや土層内の水分分布によって異なる。

したがって前述のような整備区分毎の補強強度の差異が生じている原因は、整備区分Ⅱと比較して整備区分Ⅲの方が単根の引き抜き抵抗力が大きい、もしくは根系の分布量が多いことが考えられる。ただし補強強度の差は単根の引き抜き抵抗力の差よりも、分布本数によるところが大きいものと考えられる。

### 3. 斜面土砂観測施設の詳細設計及び設置

収集した既存の水、土砂動態に関するデータや、別途実施される観測の現状を把握し、構造形式、設置候補地について改善の必要性を検討し、観測所の施設の詳細設計、機器の作成、現地設置を実施した。

主要な課題としては以下のとおりである。

- ・ 表面流出観測施設の集水プレート上に土砂が滞留してしまう。
- ・ 土砂受箱のロードセルや樋の固定が弱い。
- ・ 作業スペースが小さく、作業が困難である。



新規設置斜面土砂観測施設の設置状況

### 4. おわりに

六甲山系における総合的な土砂管理に向けて、長期的に土砂動態観測を実施していく必要がある。今回考案した施設は、斜面～溪流までの土砂動態を把握するために必要な仕様を綿密に検討しているが、これまでに前例の無い新しい観測施設であるため、実際に観測していく中で、構造や運用方法などを改善する必要が生じることが考えられる。

今後は、実際に施設を一定期間運用した上で、構造や運用方法について修正、改善すべき点を把握し、より安定的、効率的にデータを蓄積する必要がある。

また、長期的な運用を経ての課題を踏まえて、施設の簡略化を進めるなどの対応を行っていくことが必要である。

# 平成20年度歴史的砂防施設等の保存・維持管理に関する検討業務

近畿地方整備局 琵琶湖河川事務所

## 1. はじめに

本業務は、瀬田川砂防管内の田上山の砂防事業の歴史的変遷を踏まえ、田上山及び砂防施設の歴史的価値、文化財的価値を評価検討し、その価値に相応しい保護・管理のあり方を検討するとともに、当該地に展開された砂防事業の歴史と効果・役割を理解・啓発するフィールドとして、また個々の砂防施設が持つ砂防技術の価値の伝承と公開を図る活用のあり方を検討する事を目的としたものである。

## 2. 現地調査

田上山に現存する歴史的砂防施設の周辺及びアクセスルートについて、ルート案内、危険性の告知、樹木の伐採状況（平成18、19年度に一部実施）などを調査し、文化財としての利用上適切な安全管理、施設管理が行われているかどうか把握して、管理上の課題（整備内容、頻度等）を抽出するために実施した。

## 3. 歴史的砂防施設の利用管理方針の検討

田上山の歴史的砂防施設の持つ文化的な価値を一般住民に対して公開・発信する手法に関する検討や、地域住民との連携を考慮した利用管理体制の構築に関する検討を行った。



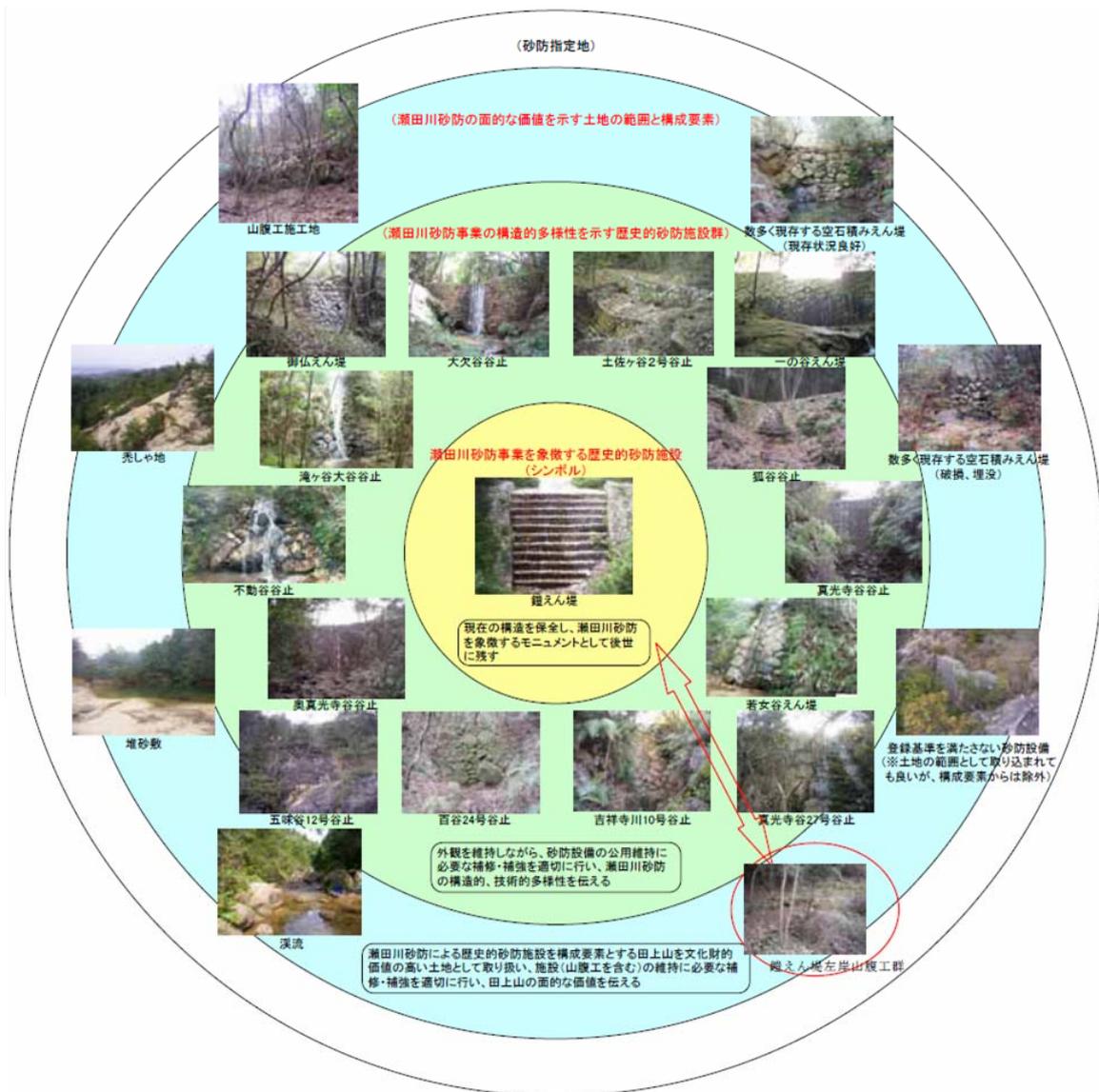
田上山の複合的な活用イメージ

#### 4. 総合的な管理に向けた検討

田上山における砂防指定地、施設等の管理は、文化的価値の活用を含めて多岐にわたる管理が求められる。ここでは、下記に列挙する課題を踏まえ、小規模な石積み砂防施設群の管理、山腹工の樹木管理、田上山の登録記念物の必要性等を含め、総合的な管理に向けた検討を行う。

「管理課題」

- ①利用の促進と安全確保
- ②歴史的砂防施設の保護の促進（施設の特徴の把握・評価）
- ③地域及び関係機関との連携



田上山における文化財指定・登録のイメージ

#### 5. おわりに

歴史的砂防施設の活用と適切な管理体制の構築のため、管理上の様々な課題を提示してきたが、今後、歴史的砂防施設の活用の促進及び関係機関、民間等の組織と連携した管理について、検討会を開催し、適切な管理体制の構築を目指す必要がある。

# 平成20年度砂防管内流送土砂調査業務

近畿地方整備局 木津川上流河川事務所

## 1. はじめに

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

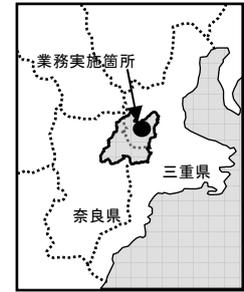


図-1 位置図

## 2. 観測方法

### 2.1 流砂量観測

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

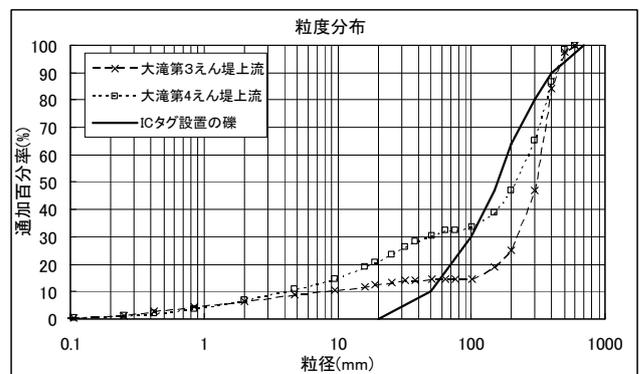


図-2 調査用河床礫の粒度分布

### 2.2 土砂移動観測調査

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

ICタグを用いた土砂移動観測調査では、ICタグを現地で採取した河床礫に埋め込み、出水後の移動状況をセンサーにより追跡することで、出水規模毎の移動限界粒径を把握した。ICタグにはTexasInstruments製RI-TRP-RR2Bを用い、調査用河床礫としてICタグの埋め込み可能な粒径3cmから50cm程度の範囲で100個選定した。調査用河床礫の粒度分布を図-2に示す。

掃流砂観測柵を用いた調査では、流砂の最大粒径及び流砂量を把握するため、大滝第3砂防えん堤の水通し上流に内径1.5m×1.5m×1.0mの鉄製柵を設置した。出水後に掃流砂観測柵に堆積した土砂を採取し、総重量を計測し、粒度試験を行った。掃流砂観測柵の概要を図-3に、出水後の堆積状況を図-4に示す。

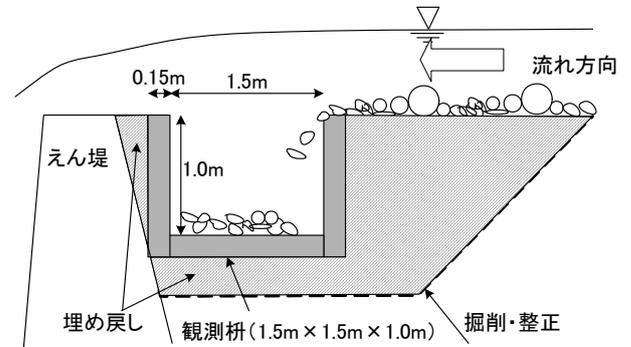


図-3 掃流砂観測柵の概要



図-4 掃流砂観測柵の堆積状況

### 3. 観測結果

#### 3.1 流砂量観測の結果

平成20年9月19日台風第13号での観測より、長瀬地点の粒度分析結果を図-5に示す。表層での粒度分布は時系列変化が小さいが、固定式採水器では粒度が大きい。これは、採水が河床付近で行われていること、細粒成分が常時の流水により採水器内を通過することが原因と考えられる。

過去2年間の観測より得られた流量と浮遊砂量との関係を図-6に示す。全ての地点で流量と浮遊砂量の間には正の比例関係が認められる。流量に対し浮遊砂量のばらつきが大きい傾向にあるのは、観測が限られた流量階で実施されたものであり、かつ有意差の判定に十分な採水サンプル数を得ていないことによる影響が大きい。

#### 3.2 土砂移動観測調査の結果

土砂移動観測調査結果を図-7に示す。ICタグの追跡結果より、水深0.35m（流量2.0m<sup>3</sup>/s相当）で20cm程度の礫まで移動することを確認した。一方、掃流砂観測柵では、最大で7.5cmの礫が水深0.3m程度で移動し、ICタグでは確認できない3.0cm以下の礫は0.1~0.2m程度の水深で移動することがわかる。掃流砂観測柵で採取した土砂の粒度分析結果を図-8に示す。最大ピーク流量を記録した9月22日の粒度分布が最大であるが、えん堤堆砂敷の堆積土砂と比較すると粒度分布は明らかに小さい。出水後の周辺地形の攪乱が明瞭でなかったことから、観測柵上流の比較的細かい土砂が流入したものと考えられる。

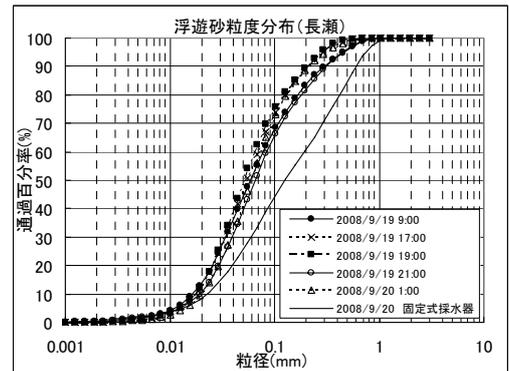


図-5 浮遊砂の粒度分布(長瀬地点)

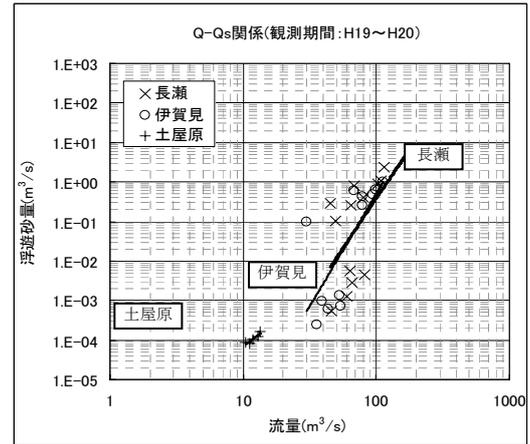


図-6 流量-浮遊砂量関係

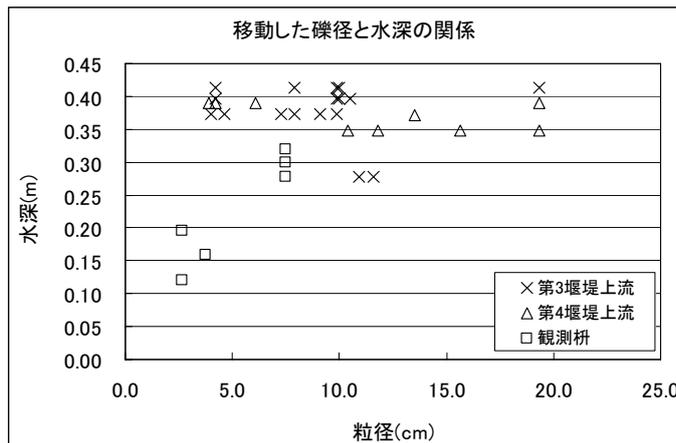


図-7 移動礫径と水深の関係

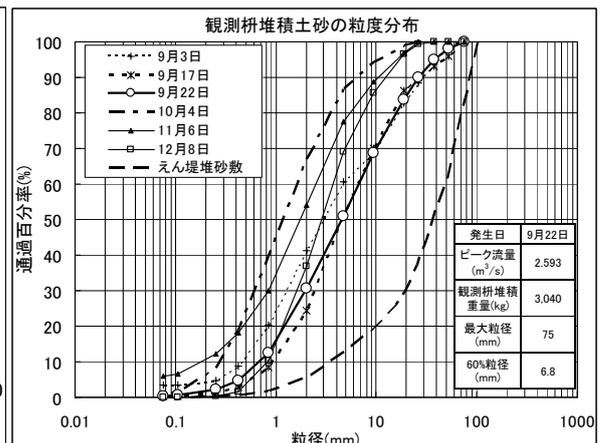


図-8 掃流砂観測柵の採取土砂の粒度分布

### 4. おわりに

流砂量観測により精度の良い流量-浮遊砂量関係式を作成するためには、幅広い流量階で浮遊砂観測を実施し、浮遊砂量データを蓄積する必要がある。土砂移動観測調査では、さらに大規模な出水後の観測データを得ることで、砂防施設が流砂に与える影響がより明確になるものとする。

# 真名川砂防融雪土砂流検討業務

近畿地方整備局 福井河川国道事務所

## 1. 業務概要

真名川ダム上流域では、平成17年～18年にかけての豪雪に伴い斜面崩壊や地すべり性の崩壊の発生が多く確認された。一般に、砂防基本計画や整備計画は、降雨に伴う土砂生産・流出等の土砂移動現象を対象としているが、積雪・寒冷地域では、これらの土砂移動現象に加えて、積雪や融雪に伴う土砂移動現象を考慮することが、流域の土砂移動現象を適切に表現しているものと考えられる。

本業務では、積雪・寒冷地域で生じる土砂移動現象について、その種類や発生メカニズムを整理するとともに、砂防基本計画に適用するための方策、具体的なパラメータを設定するための調査手法、一連の調査・検討を実施するためのスケジュール等について検討したものである。

## 2. 積雪・融雪に伴う土砂移動現象

既往文献等に基づき、積雪・融雪に伴う土砂移動現象について体系的に整理した結果、「積雪・融雪に伴う崩壊・地すべり」、「雪崩・積雪グライドによる表面侵食」、「融雪出水に伴う土砂移動」に集約することができ、表1に示す発生メカニズムとして整理した。

表1 積雪・融雪に伴う土砂移動現象と発生メカニズム

対象現象	融雪崩壊	融雪地すべり	積雪グライドに伴う表面侵食	全層雪崩に伴う表面侵食	融雪出水に伴う土砂移動
メカニズム	融雪による水の浸透することに加え、凍結・融解作用、積雪荷重が斜面に作用することにより、急斜面の表層が薄く滑落、もしくは崩落する。	既存の地すべり地形内において、融雪等により地表面から水が浸透し、地下水水位の上昇や間隙水圧の変化等によって地盤内で内部崩壊に生じる。	クラックの上方では上縁部のグライドにより表土が削り取られ、斜面上に土砂が堆積する。クラックの下方においては雪しわの形成により土砂の堆積が起こる。	上縁部・側方部の崩壊により、崩壊地では板状の土塊が斜面下方または溪床まで落下し、一部の土砂は斜面上に不安定土砂として堆積し、堆積した土砂は全層雪崩・降雨・融雪水によって流出する。	河道内に堆積している土砂が、流出した融雪水により移動する現象である。融雪水量は、積雪と大気・積雪内部・地表面との熱交換により発生し、地中への浸透過程を経ながら、河道等に流出する。

## 3. 真名川砂防基本計画における位置づけ

真名川砂防基本計画は、貯水池上流砂防計画であり、一般的な水系砂防計画に対して、下記の点に着目する必要がある。

- ① 貯水池内に流入する全ての土砂（とくに細粒分）を対象とする。
- ② 計画規模の出水だけでなく、中小規模の出水や平常出水も対象とする。
- ③ 貯水池内に流入した土砂の堆積区間（有効貯水容量）を考慮する必要がある。

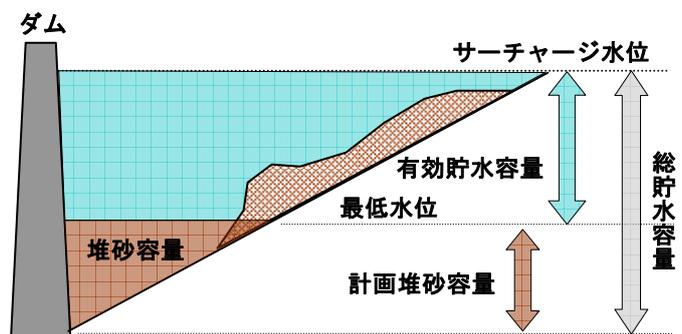


図1 貯水容量のイメージ

一方、積雪・融雪に伴う土砂移動現象には、崩壊・地すべり、表面侵食、融雪出水があり、このうち、表面侵食と融雪出水は毎年発生する現象であり、かつ、細粒分の多い土砂移動現象である。また、

融雪崩壊も毎年発生しているものと推測されることから、貯水池上流砂防計画では、積雪・融雪を伴う土砂移動現象のうち、全層雪崩・積雪グライドに伴う侵食、融雪崩壊、融雪出水に伴う土砂移動を評価すべき現象として位置づけた。なお、地すべりは砂防計画で対象としない現象であることから、融雪地すべりについても砂防基本計画では対象としない土砂移動現象とした。

#### 4. 真名川砂防基本計画への適用方針

砂防計画にこれら土砂移動現象を適用するためには、積雪グライド、全層雪崩、融雪崩壊の各土砂移動現象に関する土砂生産モデルを構築するとともに、生産された土砂の掃流力となる流出量を算出するための融雪出水を表現した流出モデルを構築することが重要となる。また、これらのモデルを組み合わせることで河床変動モデルを構築することにより、下流（貯水池）への土砂移動実態を物理的に把握することが可能となる。このため本業務では「積雪・融雪に伴う土砂移動現象」を考慮するための基本的な流れについて整理する（図2）とともに、積雪・融雪に伴う土砂移動現象を定量的に把握するための具体的な手法（モデル化の方法）について検討した。

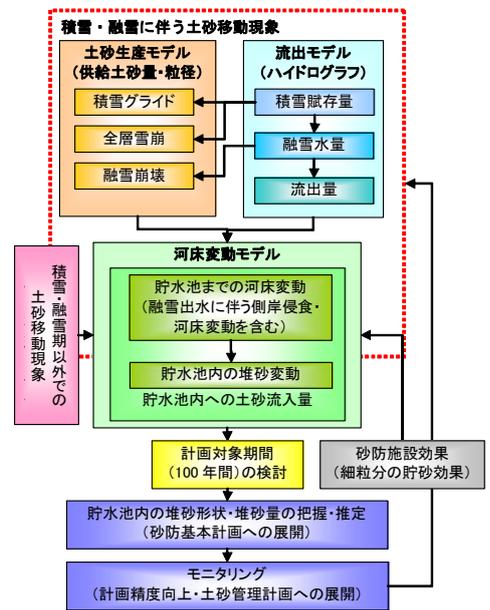


図2 調査検討の流れ

#### 5. 調査手法の検討

本検討では、積雪・融雪に伴う土砂移動現象（積雪・融雪に伴う崩壊（融雪崩壊）、グライド・全層雪崩による表面侵食、融雪出水に伴う土砂移動）を対象とし、構築した土砂生産モデル、河床変動モデルに必要なパラメータ等を設定するための具体的な調査方法について整理・検討した。

図3は融雪崩壊に関する調査項目、調査内容等を示したものであり、これら調査内容に対する調査方法に事例的にとりまとめた。

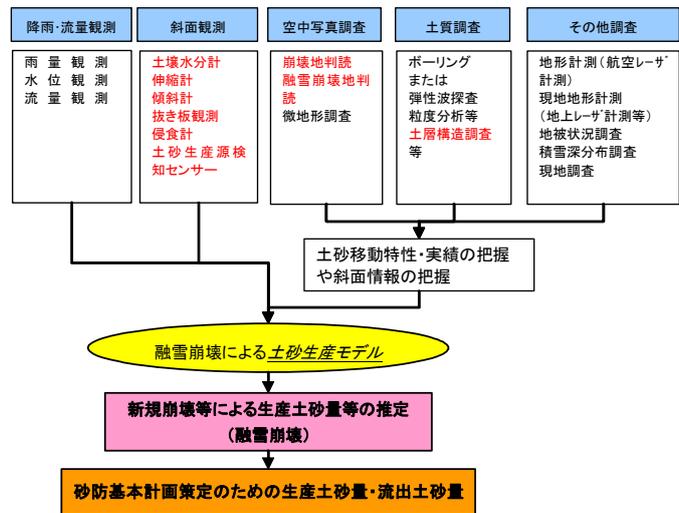


図3 土砂生産量等把握のためのフロー

#### 6. まとめ

本年度の検討は、積雪・融雪に伴う土砂移動現象の整理や積雪・融雪に伴い生産される土砂を真名川砂防基本計画に反映するための方針や考え方、調査・検討の流れ、課題などについて整理したものであり、本検討結果を踏まえて、次年度以降に具体的な計測・調査・解析を進めることになる。そこで、計測・調査・解析のための概略のスケジュールについて検討した。とくに、本業務で対象とする土砂移動現象は、融雪期（3月～4月）に生じるものであることから、当該期間での空中写真撮影やレーザ計測、観測・調査が必須であり、実施計画を十分に検討することが重要となる。

# 平成20年度亀の瀬地すべり地土壌汚染浸透拡散解析検討業務

近畿地方整備局 大和川河川事務所

## 1. はじめに

本業務は、亀の瀬地区の廃棄物埋立地（図-1）で確認された有害物質に対し、以下の2点を検討した。

### ① 対策工の効果

汚染物質の拡散を抑制するため、覆土による対策を実施する計画である。降雨浸透を含めた地下水の廃棄物層への流入は、覆土により抑制される。そこで、覆土の効果とその拡散の有効性を検討した。

### ② 地下水水質のモニタリング位置

覆土による対策が十分に機能しているかどうかについてはモニタリングにより検証する必要がある。そこで、3次元モデルによる地下水汚染解析を実施し、適切な地下水水質観測孔の位置を選定した。



図-1 亀の瀬地区と廃棄物埋立地

## 2. 3次元地下水流動モデルの構築

亀の瀬地すべり地のうち峠地区を対象として3次元地下水流動モデルを作成した。亀の瀬地すべり地の水理地質構造は3層構造である。最上層の第1帯水層は地すべり面上の移動岩塊からなり、廃棄物埋立地はこの帯水層の東に位置する。地すべり地の地層構造と地下水排除施設を忠実にモデルに組み入れることにより、地すべり地内にある地下水流動を再現することができた。

## 3. 地下水汚染解析

### 3.1 移流分散モデルと検討ケース

3次元地下水流動モデルに分散係数他汚染物質パラメーターを入力して、予測計算を実施した。解析ケースは、対策工を施工しない場合(ケース1)、表層の地下水流向を考慮し拡散を最大とした場合(ケース2)、拡散を周囲一定幅とした場合(ケース3: 拡散なし、拡散3m、5m、7m、10m)を設定した。

### 3.2 拡散効果の評価

まず、代表地点の濃度の経時変化から、拡散効果を判定した。これらの結果によると濃度の経時変化は、以下の順に濃度が低下する傾向がみられた。

ケース1 > ケース3シリーズ > ケース2

すなわち、ケース1の覆土を施工しないケースは、常に他のケースよりも濃度が高くなる傾向がみられ、覆土による対策効果が認められた。しかし、拡幅長さによる濃度経時変化の差はわずかであり、拡幅長さによる効果の違いは判定できなかった。そこで、廃棄物層へ向かう流速ベクトルの分布から拡幅長さによる効果の違いを評価した。その結果、①拡幅することにより、廃棄物層に流入する水量が抑制される効果が認められた。②ただし、拡幅3mと10mとしたケースで、流速ベクトルの平面分布に差異は認められないことから、3m程度の拡幅でその効果は発揮されていると考える。

### 3.3 覆土の拡幅範囲

覆土の拡幅範囲は、廃棄物層周囲の地下水流向に基づき決定した。流速ベクトルの平面分布において、廃棄物層の外側（自然地山）から内側（廃棄物）への流れが存在する個所に対して、拡幅対策を施工する方針とした。廃棄物埋立地は谷地形であり、谷の内側の斜面の区間に拡幅する結果となった。

### 3.4 モニタリング位置の選定

モニタリング位置の選定は、①100年確率降雨に対する汚染物質の平面濃度分布、および②最近10年の降雨に対する汚染物質の平面濃度分布から決定した。

これらの予測計算による濃度分布からみると、廃棄物から外部への移流分散の可能性が高い地点として、①地下水排除工により地下水が深部へと浸透する埋立地上流端付近、②埋立地が谷であるために地下水が集中する埋立地下流端付近が挙げられた。そこで、埋立地下流端付近については、深度方向のみならず水平方向にも汚染が進行し易いと予想されるため、2本（東西）の地下水の水質観測孔を新設することを提案した(図-2)。

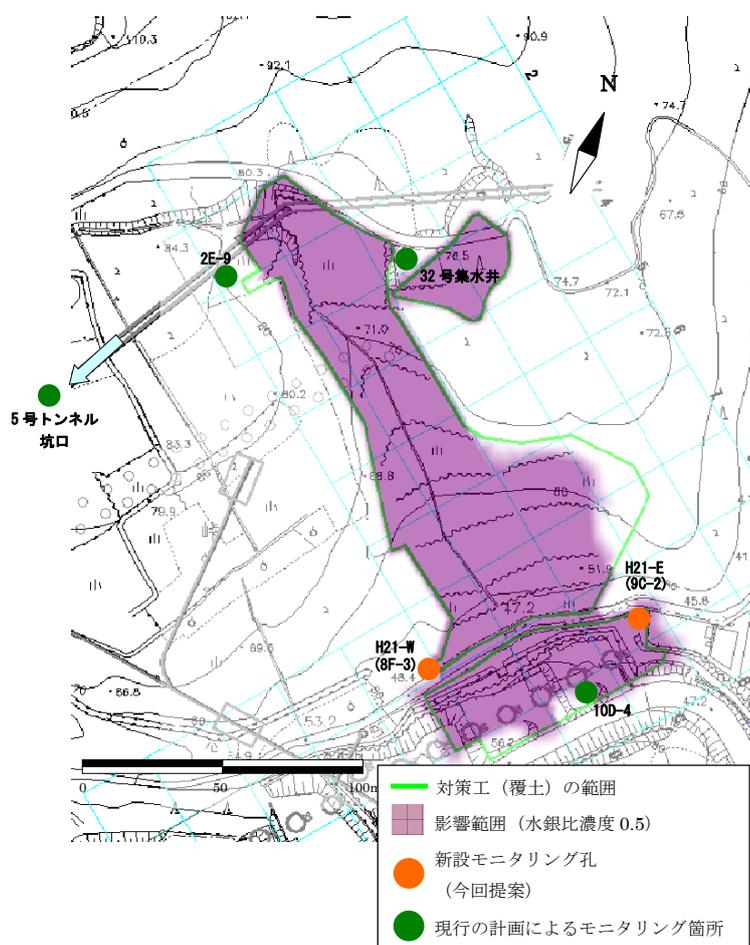


図-2 地下水水質モニタリング体制

## 4. まとめ

最高地下水位の状態(100年確率の豪雨時を含む1年)と今後10年間の地下水位を想定して予測解析を行った。これらの予測結果によれば基準値を超える濃度の範囲が地下水位に広がることはなく、公共用水域にまで達しないと推測される。ただし、解析モデルの適用性に限界があることも考慮し、長期間の安全性を担保、検証するため、モニタリングを実施することにより、将来の有害物質拡散状況を評価する。

# 平成20年度亀の瀬地すべり概成移管に伴う管理手法検討業務

近畿地方整備局 大和川河川事務所

## 1. はじめに

亀の瀬地すべり対策事業は平成22年度までに主な対策工事が完了し、完了判定期間を経て地すべり防止区域の管理は大阪府へと移管されることとなる。亀の瀬地すべりは奈良盆地出口の大和川狭窄部に位置し、その上下流域は高度に都市化が進んでいる治水上の要衝となっていることから、直轄地すべり対策工事の完了後も地すべりの安定を確保し続けることは地域の安全・安心確保上の至上命題である（図-1）。



図-1 亀の瀬地すべりの位置・概況

本業務は亀の瀬地すべり地対策事業における現状の管理上の課題を整理し、地すべり対策事業完了後に大阪府へ移管する具体的な資料や施設の選定、移管後の施設・管理手法の検討及び地すべり防止区域の利活用計画（整備計画）を策定することを目的とするものである。

平成20年度は防止施設、観測施設及び斜面についてそれぞれの維持管理手法を定めるため、地すべり管理マニュアル（一次案）と地すべり管理要領（一次案）を作成した。また、地すべり防止施設の維持点検結果、施設台帳等の管理データを一元管理し、効果的且つ効率的な調査、計画、運営、管理を行うためにデータベースシステム化を検討した。

## 2. 地すべり管理手法の検討

### ○ 地すべり防止区域管理要領（一次案）の作成

亀の瀬地すべり防止区域の地すべり安定を保持すること等を目的として、地すべり防止施設、地すべり管理施設及び地すべり斜面の適正な管理を行うために必要な事項を定めるものである。管理要領では、その総則、基本的な維持管理の考え方、全体の流れ、並びに管理マニュアルの関連性や位置づけについて規定している。（図-2）

### ○ 地すべり防止施設管理マニュアル（一次案）の作成

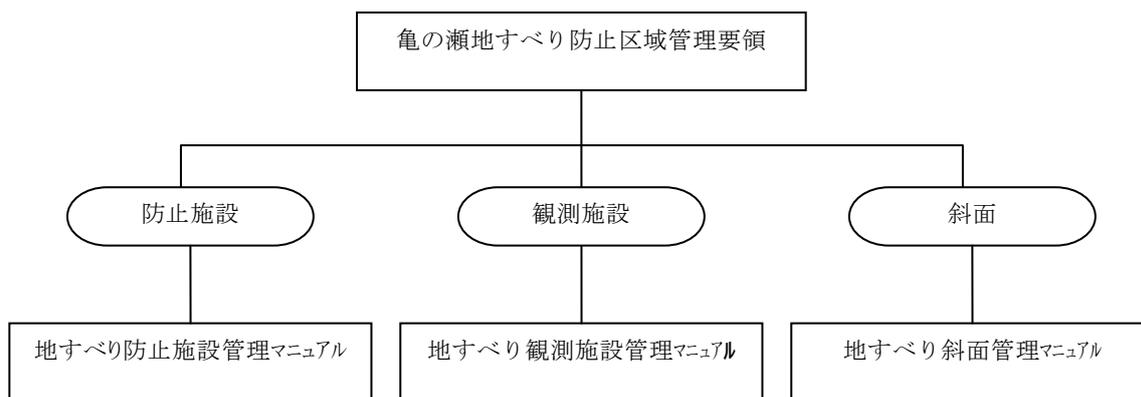
亀の瀬地すべりの再活動を防止することを目的として、亀の瀬地すべり防止区域の地すべり防止施設について効果的かつ効率的に管理するための標準的方法を示したものである。

### ○ 地すべり観測施設管理マニュアル（一次案）の作成

地すべり地の計測データを的確に取得することを目的として、地すべり観測施設を正常に維持するための標準的管理手法を示したものである。

### ○ 地すべり斜面管理マニュアル（一次案）の作成

亀の瀬地すべり防止区域内の斜面に対する巡視点検により地すべり災害に至る可能性のある要因等を早期に発見し、適正な地すべり防止区域の管理を行うために作成したものである。



図一2 管理要領と関連するマニュアルの構成と方向性

### 3. 管理台帳等のデータベース化検討

地すべり防止施設の維持点検結果、施設台帳、地すべり観測機器の点検結果、観測機器台帳、斜面巡視点検結果等の管理データを一元管理し継続的にデータを蓄積するためにデータベース化の検討を行った。

### 4. 地すべり防止区域整備計画の検討

柏原市において検討される直轄地すべり対策工事完了後の地すべり防止区域内斜面利活用計画が地すべりの安定性に及ぼす影響について、法的・技術的観点から検討を行い、必要な改善事項について整理・助言するための資料を作成した。

### 5. おわりに

亀の瀬地すべり地の恒久的な安定確保のために、亀の瀬地すべりの災害履歴や国土保全上の重要性を十分に継承し、地すべり地の維持管理なくして大和川流域の安定は図られないという防災意識を常に向上・持続させることが必要である。

今回作成した管理要領・管理マニュアル（一次案）を試行的に運用し、適用性について今後確認する。新たな課題等が考えられる場合は、適宜改善することが必要となる。

# 平成20年度 亀の瀬地すべり挙動解析検討業務

近畿地方整備局 大和川河川事務所

## 1. 業務目的

本検討は、亀の瀬地すべり地における大規模地震動に対する挙動を把握するために地震応答解析を行うと共に、既往の地すべり観測結果から地すべり移動状況及び地下水低下状況を分析し、既設対策工の効果を評価することを目的として実施した。

## 2. 地震応答解析

### ①既往検討資料整理

亀の瀬地すべり地において、大規模地震の影響や地震解析手法について既往検討内容を整理した。また全国的な既往地震検討資料を抽出し、既往地震、各分野での基準等の流れについて整理した。

### ②広域地震応答解析モデル妥当性評価

平成19年度作成した広域地震応答解析モデルについて、既往地震動を対象とした検証を行い、物性値設定等を見直すことで、モデルの妥当性評価を行った。

### ③広域地震応答解析

広域地震応答解析は、地すべり地を中心とした比較的広範囲(7.5km×7.5km)において、大規模地震動が作用した場合に、地形的にどのような力が作用するかを大局的に把握する目的で実施した。想定した地震動は、兵庫県南部地震相当の規模とした。解析結果は、亀の瀬地すべり地で15~35kN/m<sup>2</sup>程度の最大せん断応力が作用すると想定された。(図-1：左図)

### ④詳細地震応答解析

詳細地震応答解析は、亀の瀬地すべり地(2.26km×2.26km)において、大規模地震動が作用した場合に、地形的に地すべり地内のどの領域にどのような力が作用するかを詳細に把握する目的で実施した。想定地震動は、広域解析と同一とした。解析結果は、Aブロック右側部、Gブロック末端部の斜面において、一部35kN/m<sup>2</sup>を超える最大せん断応力が作用すると想定された。(図-1：右図)

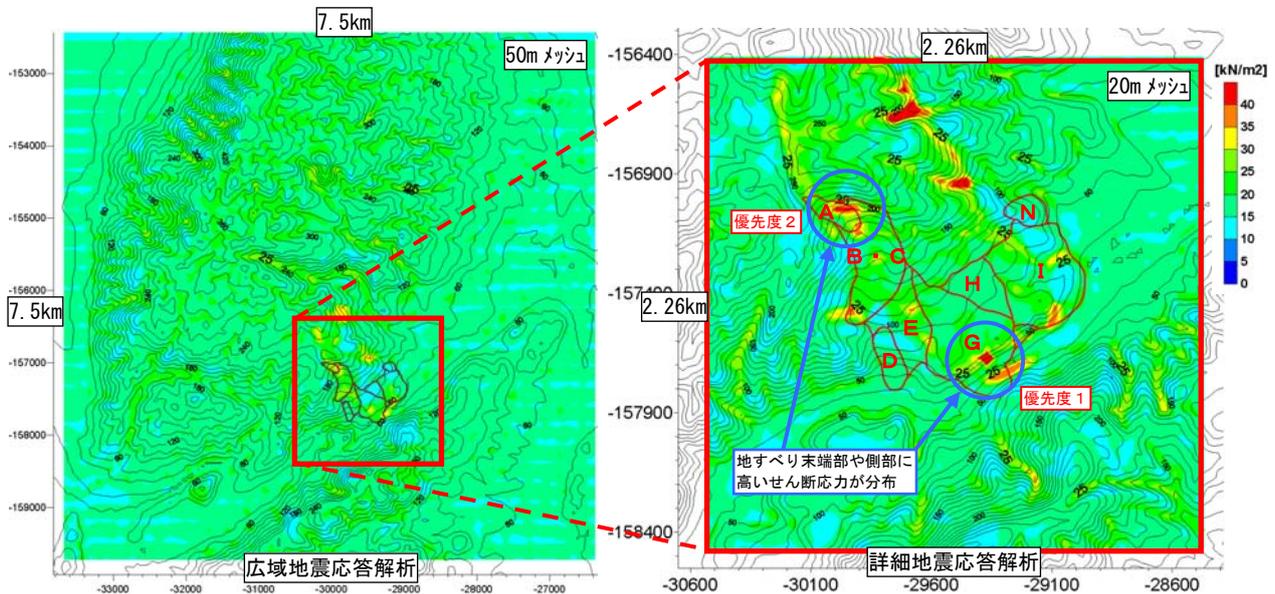


図-1 地震応答解析による最大せん断応力度分布図

### ⑤解析結果評価

芋川流域地すべりでの地震応答解析では、地すべり発生事例との比較で、地すべり頭部に約800gal以上の水平加速度が、地すべり末端域に約30kN/m<sup>2</sup>以上のせん断応力が作用する場合、地すべり発生の可能性が高い結果が得られている(図-2)。あくまで芋川流域での検討事例ではあるが、このような結果をもとに、大規模地震動が、亀の瀬地すべりの安定度に与える影響について評価した。その結果、最大

せん断応力分布と保全対象の重要度から、以下の様に着目すべき優先度を設定した。

- 1) Gブロック：末端部に  $35\text{kN/m}^2$  以上のせん断応力が分布。大和川が位置する。
- 2) Aブロック：地すべり右側部に  $35\text{kN/m}^2$  以上のせん断応力が分布。

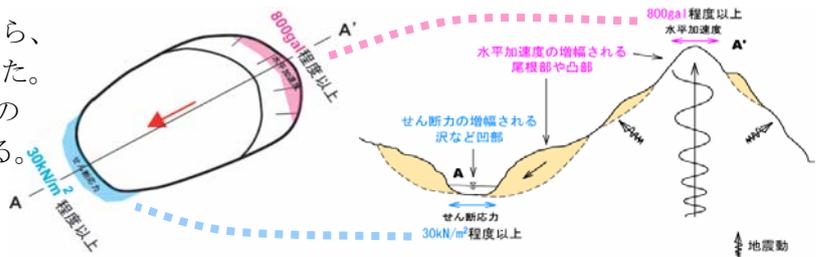


図-2 地震応答解析による地すべり発生度評価の目安(芋川流域検討事例)

⑥地すべり地震解析手法(案)の検討

他の直轄地すべり地における既往地震解析について、検討内容のとりまとめを行った。

既往検討結果をもとに地震応答解析手法を用いた地震災害リスク分析及び評価手法について検討を行った。これらを取りまとめて地震時の地すべり斜面の安定度解析手法として、具体的な解析手順を「地すべり地震解析フロー」(図-3)として整理した。

3. 観測結果分析・評価

観測結果分析・評価では、既往の地すべり観測結果を整理し、各地すべりブロックやブロック間の移動状況、並びに地下水位低下状況等を分析し、既設対策工の効果を評価した。なお観測データについては、その妥当性について確認を行った。

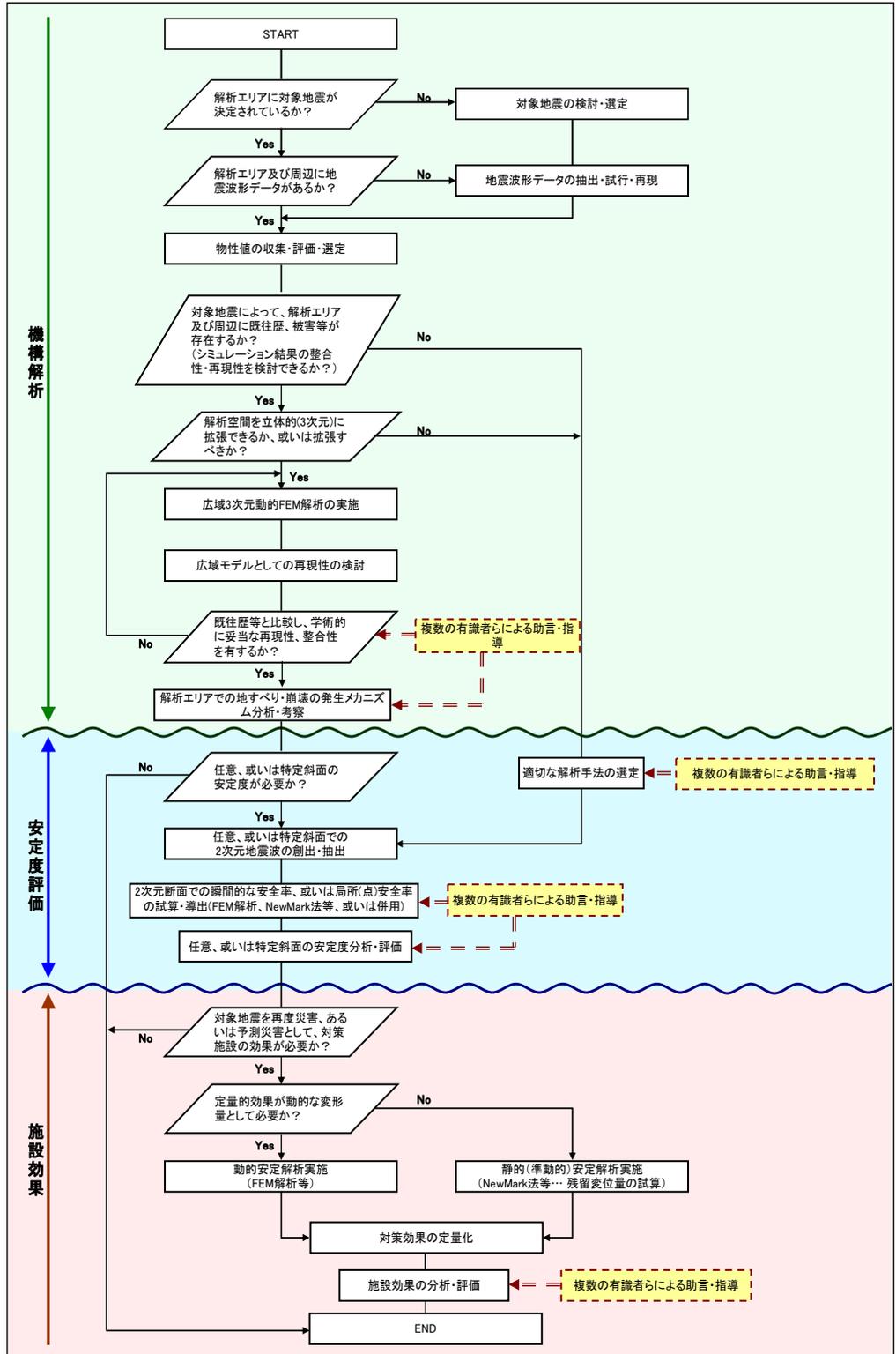


図-3 地すべり地震解析フロー

# 大山砂防土砂流出調査業務 平成 20 年度概要

2009 年 7 月 中国地方整備局日野川河川事務所

## 1. 業務概要

日野川水系白水川中流域山腹斜面において、土砂生産・流下実態と既設砂防施設の効果発揮状況を把握し、今後の適正な土砂管理計画の方向性を検討するとともに、土砂災害の警戒避難基準の高度化に資することを目的とし、平成 17 年度に観測機器を設置し、継続観測を実施している。

平成 20 年度も含め過去 3 カ年の間、期待された斜面崩壊や出水が確認されなかった。そのため、観測機器を設置した調査試験サイトにおいて、引き続き地形及び河床状況の変化を把握するための観測・計測を実施した。

## 2. 観測機器の配置

調査試験サイトにおける計測機器の配置・数量は、図-1 および表-1 に示すとおりである。

表-1 観測機器設置数量

設置場所	地点名	機器名称	製品名	設置時期	備考
崖上	S-1	ワイヤセンサー	i-SENSOR伸縮計	H18.3	
	S-2	ワイヤセンサー	i-SENSOR伸縮計	H18.3	
	B-1	地下水位計	プレッシャメータ	H18.3	
	SW-1	土壌水分計	プロファイルプローブ	H18.3	多深度(1m)
	R-1	雨量計	転倒升式	H18.12	
	SW-3	土壌水分計	プロファイルプローブ シートプローブ	H18.12	多深度(1m) 単深度(2m)
	K-1	地盤傾斜計	i-SENSOR地盤傾斜計	H18.12	
谷部	S-3	ワイヤセンサー	i-SENSOR伸縮計	H18.3	
	S-4	ワイヤセンサー	i-SENSOR伸縮計	H18.3	
	B-2	地下水位計	プレッシャメータ	H18.3	H18年7月豪雨で破損
	SW-2	土壌水分計	プロファイルプローブ	H18.3	H18年7月豪雨で破損
谷出口	W-1	流量計	プレッシャメータ	H18.3	H18年12月移設
	T-1	濁度計	マルチ水质計	H18.3	H18年12月移設

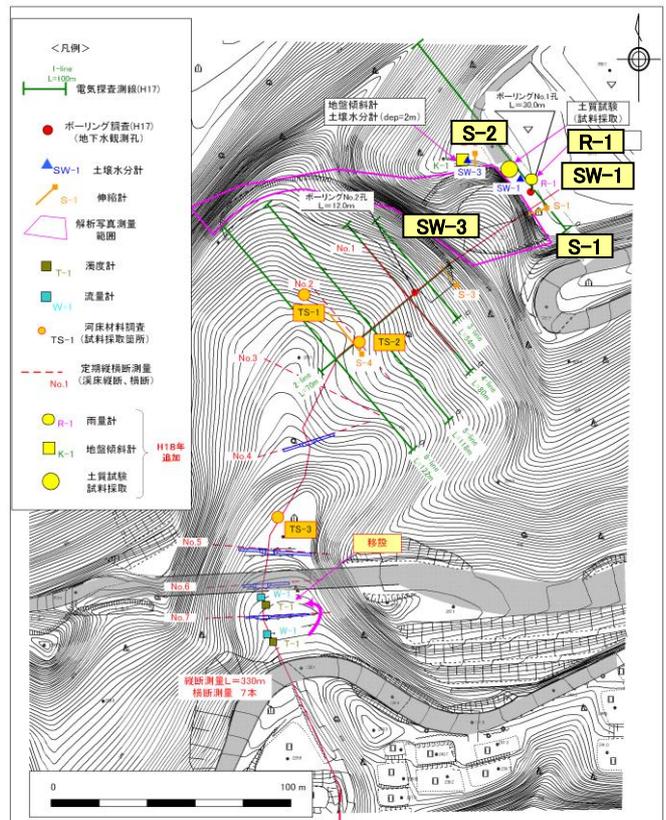


図-1 観測機器設置位置図

## 3. 観測結果

平成 20 年度の主要な観測結果を図-3 にまとめた。伸縮計は S-1、S-2 とともに、伸び縮みを繰り返すものの、巨視的には伸張方向の変位が見られる。崩壊地頂部に位置し、崖面肩部の緩みの進行が継続していることが伺える。

土壌水分に関しては、最も浅い GL-0.2m の土壌水分量の変化が顕著で、降雨に敏感に反応しているが、GL-0.4m および GL-1.0m では土壌水分の変化が相対的に小さく、降雨によって供給された水が地下に浸透する量はわずかであったと考えられる。

図-2 に平成 20 年 4 月 16 日～20 日にかけての降雨時における伸縮計 S-1 と土壌水分計 SW-3 との相関図を示した。いずれの深度においても、土壌水分の増加に伴い伸縮計の変位が増加する関係が確認された。なお、土壌水分の変化量は、深くなるにつれて小さくなっている。

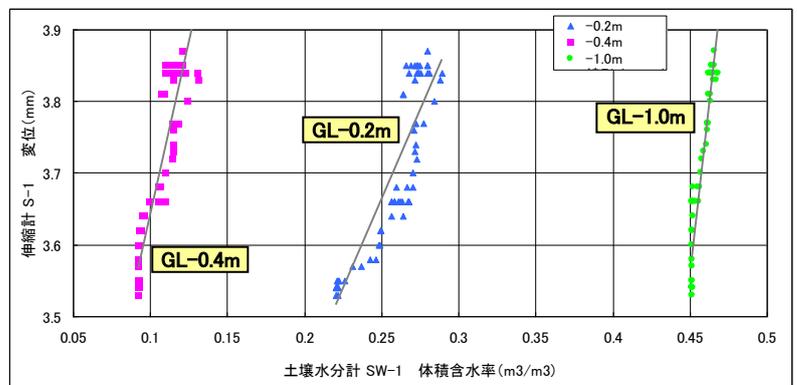


図-2 伸縮計 S-1 と土壌水分計 SW-1 の関係

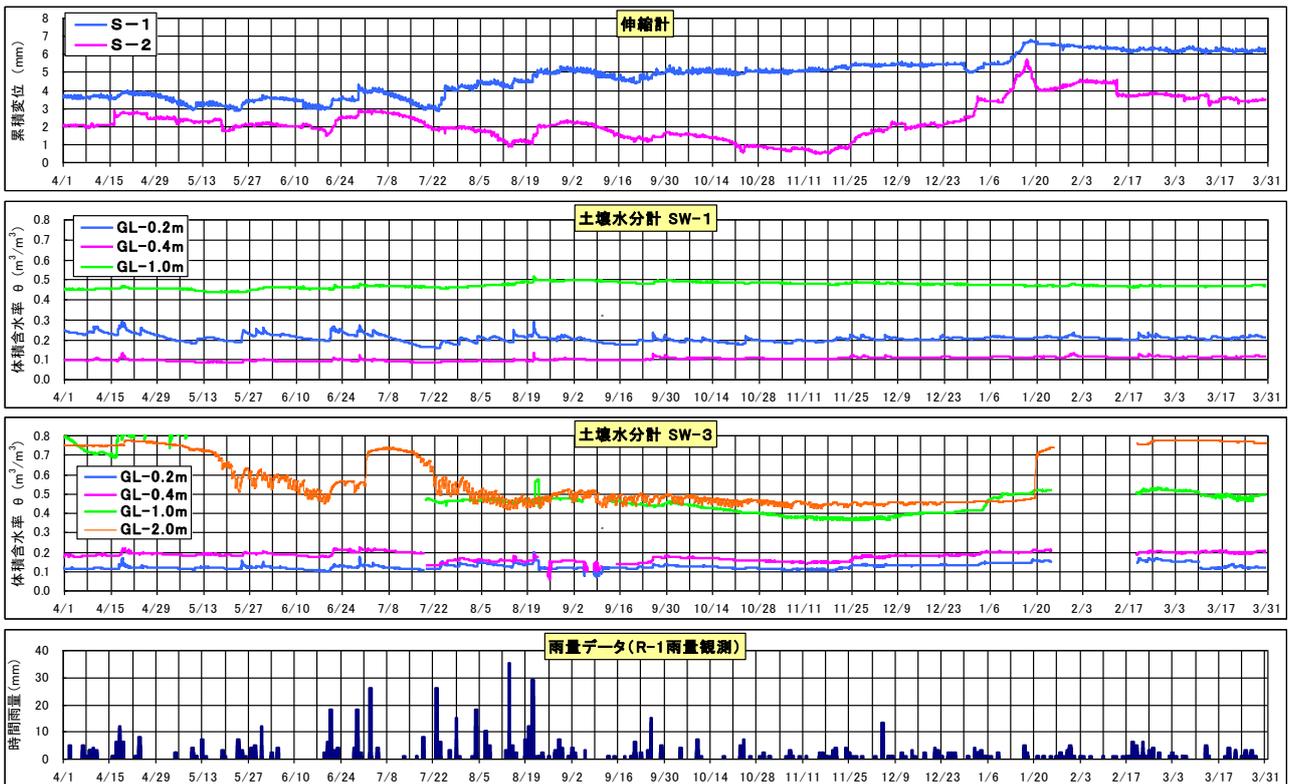


図-3 伸縮計、土壌水分計、雨量計観測結果図

#### 4. 河床状況の変化

各種計器観測を実施している試験サイトと、白水川の大坂、大坂2号堰堤の河床変動調査結果を図-4に示す。

試験サイトでは、これまでの堆積傾向にあったものが、H20年度は侵食傾向に転じている。ここ最近は土砂生産が発生せず、細粒分が流出して河床の侵食が進んでいるようである。

白水川本川の砂防堰堤では、いずれの地点でも過去の調査結果と逆の傾向が現れており、変動量が少ないこともあって、平常時の出水状況下では、この程度の河床変動を定期的に繰り返し、現状の河道を維持していることも考えられる。

#### 5. 今後の検討

4年間の調査期間での、大きな降雨は平成18年7月豪雨時のデータのみであり、十分な観測データが得られていない。今年度も継続して観測データの蓄積を行い、警戒避難基準の高度化、砂防堰堤の効果判定に関する検討に向けた基礎資料の収集を実施する。

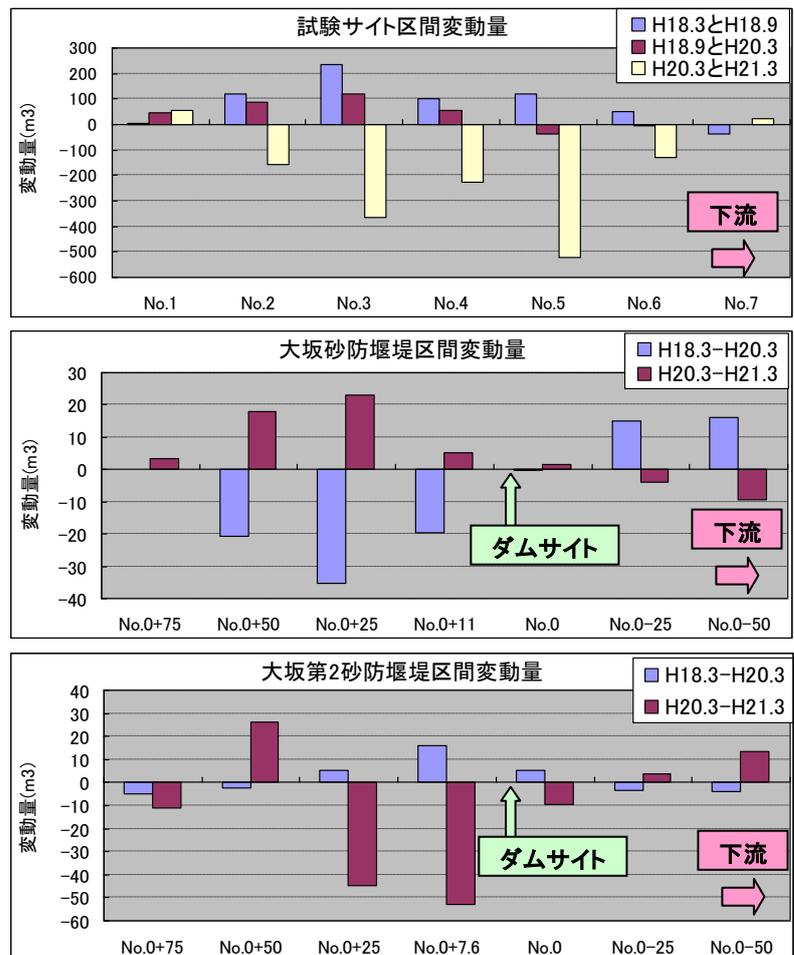


図-4 縦断測量による河床変動量調査結果

# 砂防ソイルセメント工法におけるマサ土の強度特性に関する調査

中国地方整備局 太田川河川事務所

## 1 調査目的

広島西部山系の砂防事業の対象とする溪流は、市街地に近接した土石流危険溪流のため、周辺住民への住環境などに配慮しつつ効率的に砂防工事を実施することが要求されている。そこで、平成19年度は、砂防ソイルセメント(INSEM工法、ISM工法)の適用にあたり、比較的狭い仮設ヤードでも、より容易に砂防ソイルセメントができる合理化施行のための検討を行った。今年度は供試体作成方法、吸水率、粒度特性におけるソイルセメント強度などへの影響を検討した。

以下にその結果を報告する。

## 2 合理化検討

### 2.1 計画・設計の合理化検討

#### (1) 供試体作成方法と発現強度の適合性検討

実際の現地施工で得られる圧縮強度をより適切に評価しうる供試体の作成方法について検討した。

#### 【試験方法】

- ・室内試験では、締固め機械にバイブレーションダンパ<sup>®</sup>(振動)と電動ハンマ(打撃)の2種、締固め時間を10、20、30秒/層の3種と変化させて、3層で供試体を作成しその圧縮強度 $\sigma_{28}$ を把握した。この結果と、現地打設コア供試体強度を比較し、標準供試体作成方法別に現地再現性を確認した。

#### 【試験結果】

- ・バイブレーションダンパ<sup>®</sup>、電動ハンマを用いて室内で作成した標準供試体の圧縮強度 $\sigma_{28}$ は、締固め時間にかかわらず、同じ配合条件で打設した現地強度より10%以上小さい。
- ・電動ハンマを使用した場合の方が、バイブレーションダンパ<sup>®</sup>に比べて、現地打設したコア供試体強度の再現性が1.2倍程度良い。
- ・いずれの締固め機械でも締固め時間に比例して圧縮強度が大きくなる傾向がみられるが、20秒以上ではほとんど差はみられない。

#### (2) 吸水率の影響評価

広島西部山系砂防管内におけるマサ土の特性を踏まえて、吸水率が発現強度に及ぼす影響の評価方法について検討した。

表-1 吸水率の影響評価試験結果

#### 【試験方法】

- ①細粒なマサ土、粗粒なマサ土、及び粒度調整土砂それぞれについて、試料をモールドに3層に分けて投入し、層毎に締固めを行った。

締固め方法は、昨年度

と同様にバイブレーションダンパ<sup>®</sup>を用いて1層あたり10秒とした。

- ②供試体(3本)を材齢28日までモールド毎に湿潤養生し、その後圧縮強度試験を行った。

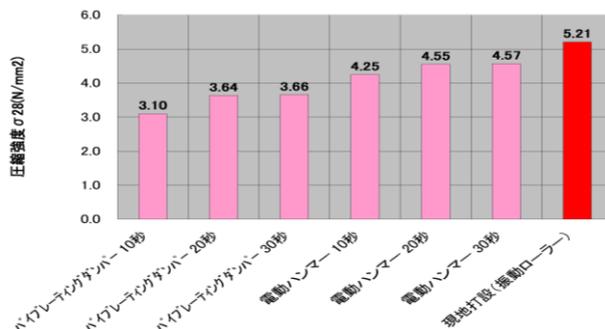


図-1 締固め機械・締固め時間が異なる供試体強度 (室内試験) と現地打設コア強度の比較 (圧縮強度)

土砂種類	吸水率 (%)	セメント量 (kg/・)	wopt (%)	見かけ密度 (kg/・)	平均圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
大町 (細粒)	3.62	175	12.4	2,150	6.78
	8.76		14.4	1,830	1.80
宮内 (粗粒)	4.32	175	12.4	2,150	4.15
	6.59		14.0	1,970	3.42
四季が丘 (標準)	4.78	175	14.0	158	5.01
	1.29		10.6	173	7.93

※四季が丘(標準)と粒調(標準)はH19年度試験結果を示している。

【試験結果】

- いずれの粒度についても吸水率と強度は反比例している傾向が確認できる。
- 四季が丘（標準）、大町（細粒）については、現地発生土砂+c175kg/m<sup>3</sup> で配合強度 4.5N/mm<sup>2</sup> を上回る。
- 宮内（粗粒）は、最適含水比で作成した供試体の圧縮強度が配合強度を上回らない。この原因は、有機不純物等の可能性があり、今後の確認が必要である。

(3) マサ土の粒度特性を踏まえた強度特性に関する検討

ソイルセメント強度における細粒分の含有率の影響は大きいことから、管内の細粒分及び粗粒分を多く含むマサ土について室内試験を行い、含水比と圧縮強度の関係を把握することにより、適正な配合設計について検討した。

【試験方法】

試験は、3種類の試験土砂について、単位セメント量3種類（100、150、200kg/m<sup>3</sup>）、含水比6種類（INSEM wopt-4、-2、±0、+2、+3、+4）の54パターンについて供試体を3本ずつ作成し、圧縮強度試験を行った。

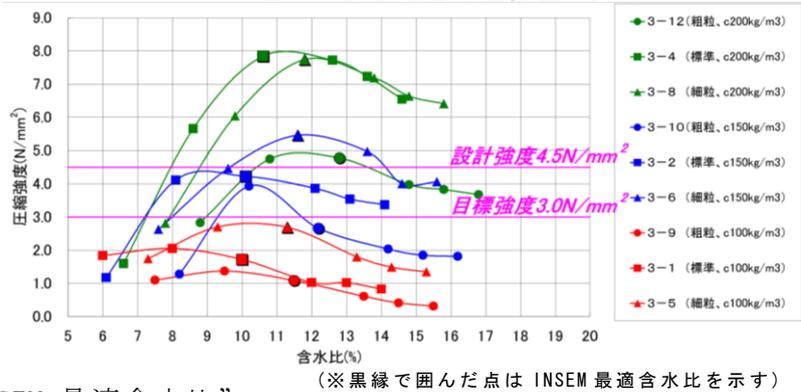
【試験結果】（表-2、図-2 参照）

- 粗粒、標準、細粒の土砂のいずれにおいても c=100kg/m<sup>3</sup> では目標強度 3.0N/mm<sup>2</sup> を上回らない。
- 粗粒、標準、細粒の土砂のいずれにおいても c=150kg/m<sup>3</sup> では含水比 9.5～11.5%の範囲で目標強度 3.0N/mm<sup>2</sup> を上回る。
- 粗粒、標準、細粒の土砂のいずれにおいても c=200kg/m<sup>3</sup> では、含水比 9.0～14.5%の範囲で目標強度 3.0N/mm<sup>2</sup> を上回る。
- 粗粒、標準、細粒の土砂のいずれにおいても c=200kg/m<sup>3</sup> では、含水比 10.5～13.5%の範囲で設計強度 4.5N/mm<sup>2</sup> を上回る。
- 単位セメント量が c=100kg/m<sup>3</sup> に近いほど、“INSEM 最適含水比” > “最大強度が発現する含水比” となる。
- 単位セメント量が c=200kg/m<sup>3</sup> に近いほど、“INSEM 最適含水比” ≒ “最大強度が発現する含水比” となる。

表-2 マサ土の粒度特性を踏まえた強度特性に関する検証試験結果

土砂と単位セメント量	目標強度 3.0N/mm <sup>2</sup> を上回る含水比	設計強度 4.5N/mm <sup>2</sup> を上回る含水比
粗粒 c100 kg/m <sup>3</sup>	なし	なし
粗粒 c150 kg/m <sup>3</sup>	9.5～11.5%	なし
粗粒 c200 kg/m <sup>3</sup>	9.0～16.5%	10.5～13.5%
標準 c100 kg/m <sup>3</sup>	なし	なし
標準 c150 kg/m <sup>3</sup>	7.5～14.0%	なし
標準 c200 kg/m <sup>3</sup>	7.5～14.5%	8.0～14.5%
細粒 c100 kg/m <sup>3</sup>	なし	なし
細粒 c150 kg/m <sup>3</sup>	8.0～15.5%	9.5～14.0%
細粒 c200 kg/m <sup>3</sup>	8.0～16.0%	8.5～16.0%

図-2 含水比と圧縮強度の関係



3 おわりに

ソイルセメントにおける細粒分の含有率、有機物が強度に及ぼす影響は大きいことが知られており、今後は以下の方法等によりそれらの強度への影響について確認が必要である。

- ① 細粒分が多い場合は、土砂の性状把握試験や強度特性試験を行い、データを蓄積し、管理対象とする粒度分布の幅の設定を見直す。
- ② 試験前の有機不純物の試験(JIS A 1105)を行うことについても検討する予定。

# 風化花崗岩山地における生産土砂量推定手法に関する調査

中国地方整備局 太田川河川事務所

## 1. 調査目的

本業務は、広島西部山系管内において斜面観測システム  
の維持管理を行い、今後これらの観測結果を活用し、風化花  
崗岩山地に適用可能なタンクモデルの構築を行うとともに構  
築したタンクモデルを用いた土砂災害危険度把握手法を検討  
することで風化花崗岩山地における土砂災害発生予測の高度  
化を図ることを目的とする。

## 2. 斜面観測システムの維持管理

### 2. 1 観測機器の設置

広島西部山系管内の観測地区に林外雨量計、流量観測機器  
(量水堰・水位計)、高精度傾斜計(以下、FAA)を新規に  
設置した。新規設置した観測機器の数量および設置箇所をそ  
れぞれ表-1、図-1に示す。各地区に設置  
されている観測機器の数量および観測機  
器位置図の一例(荒谷地区)をそれぞれ表  
-2、図-2に示す。また、点検作業写真を  
図-3に示す。

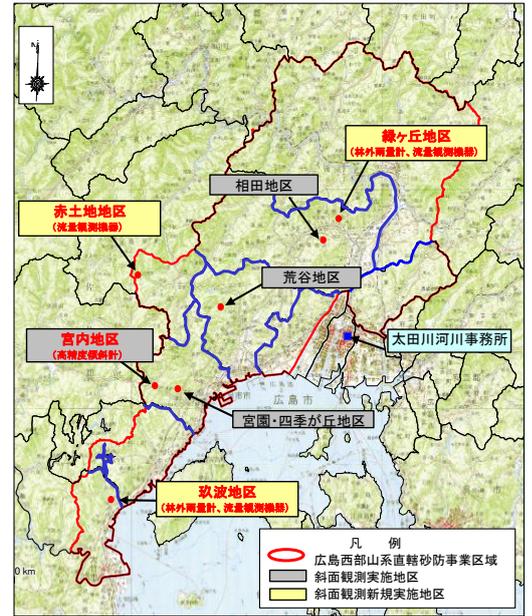


図-1 観測機器の設置位置

表-1 観測機器の調達数量および設置箇所

観測機器	調達数量	設置箇所
林外雨量計	2基	玖波地区、緑ヶ丘地区
流量観測機器(四角堰・水位計)	3基	赤土地区、玖波地区、緑ヶ丘地区
高精度傾斜計(FAA)	1基	宮内地区

表-2 観測機器の数量

観測機器	既設置地区				新規設置地区			計
	荒谷地区 ARA	相田地区 AID	宮内地区 MIY	四季が丘 地区 SIK	赤土地区 AKA	玖波地区 KUB	緑ヶ丘地区 MID	
パンダフォーム		1	1	1				3
テンソメーター	16		12					28
TDR	3		6	4				13
流量観測機器 (量水堰)	1	1	1	1	1	1	1	7
地下水水位計		1	8	4				13
伸縮計	2		4	2				8
傾斜計	2		12	6				20
高精度傾斜計			1					1
データーロガー	2	1	1	1				5
ソーパネル	1			1				2
林内雨量計	1	1	1	1				4
林外雨量計	1		1	1		1	1	5
計	29	5	48	22	1	2	2	109

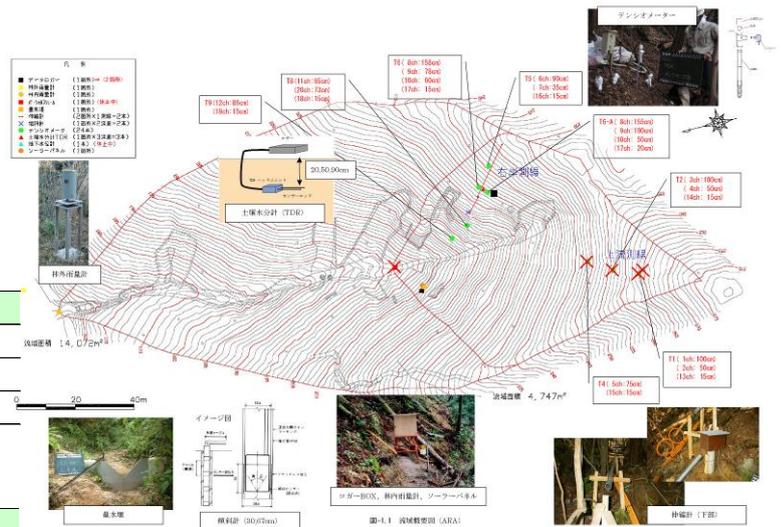


図-2 観測機器設置位置図(荒谷地区)



作業前 作業後  
図-3 点検作業写真

## 2. 2 観測機器点検・データ回収

各観測地区における点検・データ回収作業項目を以下に示す。

- (a)メインデータロガーのバッテリー交換
- (b)メインデータロガーのデータ回収
- (c)雨量計・水位計・地下水位計のデータ回収
- (d)清掃（量水堰の土砂撤去等）

## 3. 斜面観測データの収集・整理

平成 20 年度（4 月～10 月）に観測した 7 地区の斜面観測データを収集し、全ての観測項目（雨量、流量、土壤水分吸水水頭、地下水位、伸縮変位量、傾斜角度、体積水分率）を時系列で整理した。整理した時系列データの一部(宮内地区)を図-4 に示す。

また、各図の概要を以下に述べる。

### (a) パーシャルフリウム流量

図の上側に「10 分間雨量」を示している。降雨がある毎にパーシャルフリウム流量が発生していることが判る。

### (b) 傾斜計

当該期間では、降雨による傾斜計角度の変動はほとんどなかった。

### (c) TDR

TDR 式土壤水分計は、誘電率水分計の 1 つで誘電率と水分率の間の較正曲線から体積水分率を求めるものである。

降雨により水分率が上昇し、その後低減していく現象がとらえられている。

### (d) テンシオメーター

降雨により、土壤中の水分が多くなり土壤水分吸水水頭が低下している。地表面に近いほど、土壤水分吸水水頭の変化が大きく、異なる設置深度のテンシオメーターの変化時は降雨の土中への浸透の変化をうまくとらえている。

## 4. 今後の展開

- ① 流量、土壤水分吸水水頭、体積水分率、地下水位においては、降雨により変化する現象がとらえられたが、傾斜角度、伸縮変位量においては明確な変化が見られなかった。今後とも更なるデータの蓄積を行う予定である。
- ② 複数地区の流出特性の比較を行うと共に風化花崗岩山地に適用可能なタンクモデルの構築を行い、土砂災害発生予測の高度化を進めていきたい。

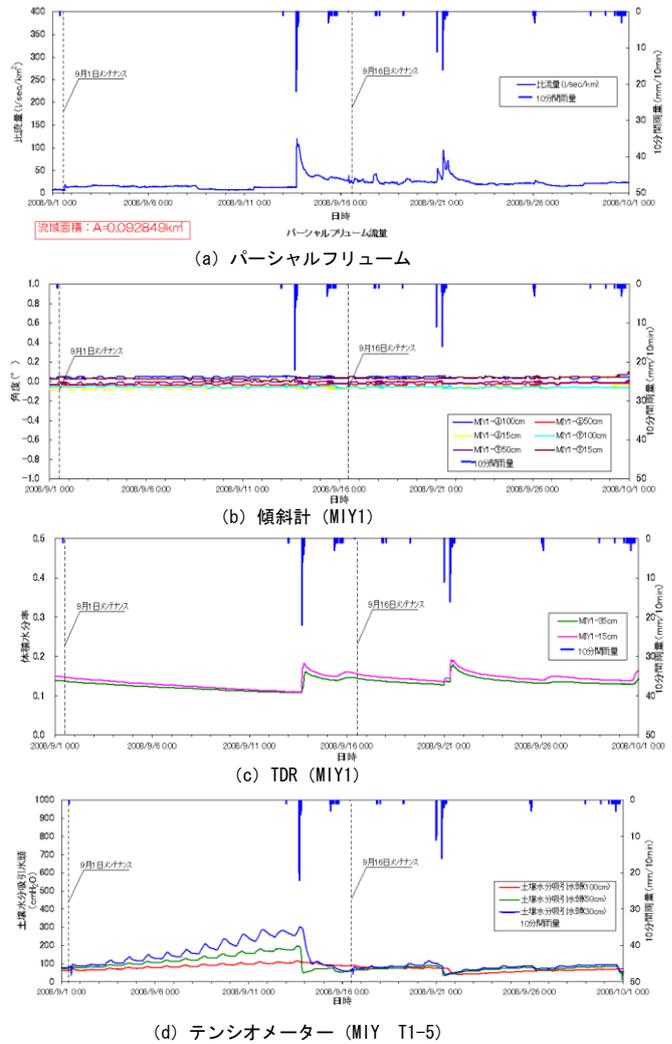


図-4 整理した時系列データの一部  
(宮内地区 9/1～10/1)

# 平成20年度 地すべり物理探査検討業務委託

四国地方整備局 四国山地砂防事務所

## 1. はじめに

当事務所管内の善徳及び怒田・八畝地区において、これまでに直轄地すべり対策事業として主に地下水排除工を主体とした対策を進めてきているところであり、今後も引き続き地下水排除工による対策を予定している。地下水排除工の構造及び設置位置にあたっては効果的で経済的な計画の立案が必要であり、そのためには出来る限り正確な地下水及び地質状況の把握が不可欠である。

これまでもボーリング等による地質調査や地下水位の観測など数多くの調査・観測を実施してきたが、地すべり防止区域が広大であることから区域全体について十分な数の調査・観測が実施困難であることから、今回、空中物理探査法による測定結果を基に善徳地すべり防止区域を対象に解析を行い、地すべり防止区域周辺を含めた広範囲における地下水位及び地質構造について3次元的に把握し、今後の地すべり対策事業の事業展開のための基礎資料とするものである。

## 2. 空中物理探査の概要

空中物理探査とは、空中から地中内部を非破壊で物理的に計測する探査方法であり、資源調査や土木調査、地質構造調査などの様々な分野で実績がある。空中物理探査には、測定する物理事象に応じて空中電磁探査、空中磁気探査、空中放射能探査、空中重力探査等々、多様な探査手法が存在する。

今回の善徳地すべり防止区域においては平成19年度にヘリコプターを用いて空中電磁探査及び空中磁気探査による測定を行っており、急峻な地形にとらわれることなく2日間のフライトにて約6.5km<sup>2</sup>の範囲（延測線長133.8km）について測定を実施した。

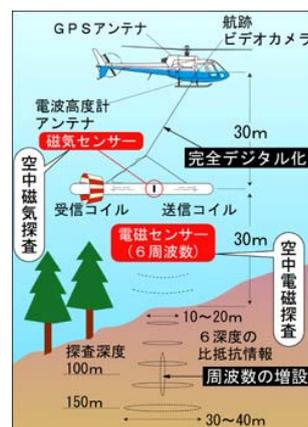


図1 測定概念図

### 2. 1 空中電磁探査

空中電磁探査法は地下の電気比抵抗を測定する電磁探査の一種で、ヘリコプターを用いて空中から人工的に発生させた交流磁場が地中を透過する際に生ずる電磁誘導現象を利用し、地盤の比抵抗を測定する調査手法である。(図1) 得られた比抵抗情報は、断層破砕帯や風化層及び変質帯などの地質異常箇所に関する情報や、地下水に関する情報を反映する。

## 3. 物理探査解析・断面図作成

測定により得られたデータから、測定データの0レベル設定、ドリフト補正、見掛比抵抗計算、各周波数・測線における比抵抗プロファイル図作成、各周波数の比抵抗基本図の作成といった作業を順次実施し、数値標高モデルと重ね合わせることで比抵抗3次元モデルを作成した。(図2)

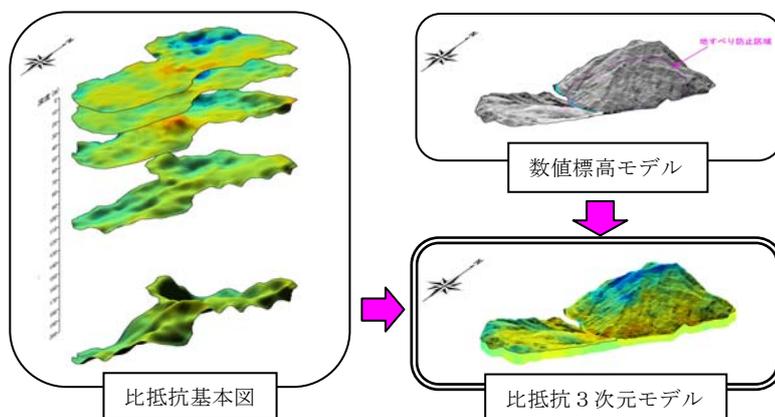


図2 比抵抗3次元モデル概念図

#### 4. 地盤特性検討

作成した比抵抗3次元モデルを基に既存調査観測資料を参考に比抵抗構造の土木地質的意味を検討し、善徳地区の地盤特性（地下水・地質状態）を検討した。

##### 4. 1 比抵抗構造の土木地質的意味

空中電磁法の解析で得られた比抵抗値は地質・土質区分と等価ではなく地山の粘土鉱物含有量及び体積含水率の状態を反映する性質（表1）があることからこれを利用し、個々の地質・土質に着目することで、任意地点の地質・地下水状態が推定できるが、連続した地点の比抵抗構造はマクロ的な地盤状況（図3）を示すと考えられることから、地質・地下水状態の変化点（例えば飽和・不飽和領域の区分、風化深度など）を、比抵抗値の連続的な急変部に該当すると考え、特に、水平方向の低比抵抗領域は地下水位を、鉛直方向の低比抵抗領域は、断層破碎帯などの割れ目密集ゾーンを反映するものとして整理した。

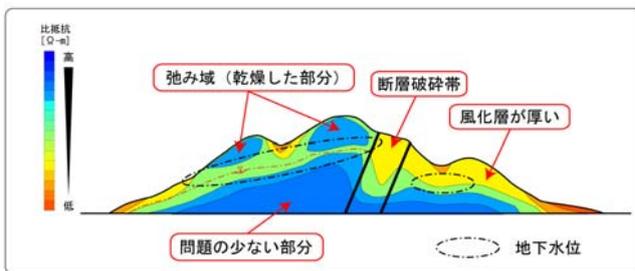


図3 比抵抗構造と地盤状況の関係

要因	地盤の比抵抗の高低 低い ← → 高い		地盤の関連現象
	間隙率	飽和状態	
乾燥状態		小さい ← → 大きい	
飽和度 (間隙率一定)	大きい ← → 小さい	地下水位	
体積含水率 (間隙率×飽和度)	大きい ← → 小さい	風化、破碎帯	
粘土鉱物含有量 (導電性鉱物)	多い ← → 少ない	風化、変質	
地下水の比抵抗	低い ← → 高い	塩水模など	
温度(地温)	高い ← → 低い	地熱、温水	

表1 比抵抗が反映する地質・地下水状態

##### 4. 2 比抵抗構造解析

比抵抗3次元モデルは、グリッド（格子）データとして作成されており、ある着目点を中心に近傍値との関係を簡易に計算することができることから、着目点の比抵抗値が周辺より高い傾向なのか、もしくは低い傾向なのかを解析し、着目点がマイナスとなる部分(相対的に低比抵抗側)を赤く、プラスとなる部分(相対的に高比抵抗側)を青く着色し取りまとめた。

解析にあたっては各地すべりブロックの主測線において、既往地質断面図と比抵抗構造解析断面図の対応性を検討した。(図4) 特に比抵抗構造解析による相対的低比抵抗領域の分布範囲とボーリングコアの岩質区分、岩種区分、測定時の地下水位及び計器観測による変位箇所注目して実施した。

その結果、善徳地区の地下水は表層の地すべり移動土塊内部と、すべり面付近の基盤岩上面に分布するが、比抵抗構造解析による相対的低比抵抗領域は、これらの地下水位とよく対応することが分かった。

#### 5. 総合解析取りまとめ

従前からの地すべり機構データについて比抵抗構造を加味して再度検討を実施し、地すべり防止区域外を含めた機構解析及び地下水分布状況についての取りまとめを各地すべりブロック毎に実施した。

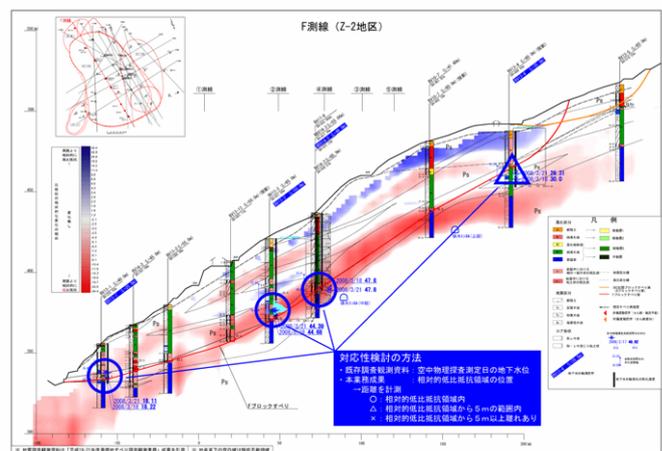


図4 比抵抗構造解析図の例

# 川辺川砂防管内河床変動調査業務

九州地方整備局 川辺川ダム砂防事務所

## 1. 調査の目的

川辺川流域では、近年集中豪雨等による山腹崩壊や土砂災害が度々発生している。これらの土砂災害を防止するためには、流域内における土砂移動現象の時間的な連続性、量と質、降雨との関連性等を把握し、総合的な土砂管理を適切に行っていくことが重要である。

本業務は総合的な土砂管理に資するため、河床変動調査結果等をもとに、近年の土砂移動現象の実態を把握し、流域内の総合的な土砂収支の検討を行うものである。

対象流域では、平成16年の台風16号・18号、および、平成17年の台風14号により大規模な山腹崩壊が発生し、大量の土砂が流出した。本検討では平成16～17年出水時、および、その後現在までの土砂移動現象に着目し、流域内の土砂動態について分析を行った。

## 2. 調査方法

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

## 3. 調査結果

### (1) 流域別の土砂生産・流出状況

砂防えん堤堆砂量（流域別合計値）の経年変化を図-2に示す。図-2より、平成16年～平成17年における土砂の堆積は、本川の樺木砂防えん堤と朴木砂防えん堤を含む流域4で最も顕著であり、2ヵ年で425千 $m^3$ の土砂が堆積している。次いで、久連子川（172千 $m^3$ ）、竹の川（137千 $m^3$ ）、樺木川（99千 $m^3$ ）、葉木川（85千 $m^3$ ）の順に堆積量が多い。

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

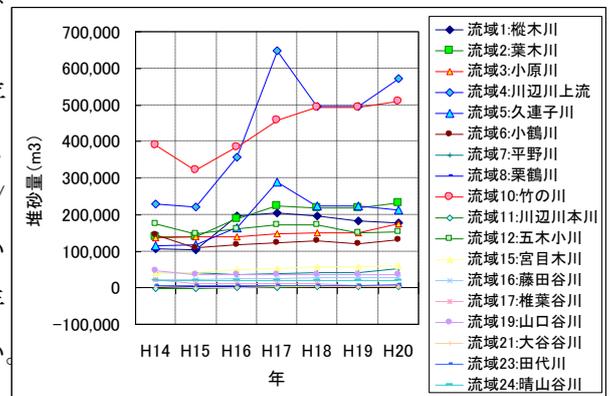


図-2 流域別砂防えん堤堆砂量の経年変化

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

一方、航空写真より推定された平成16・17年出水時の崩壊土砂量は図-4に示すとおりである。図-4より、土砂堆積が多かった縦木川、久連子川、竹の川では、崩壊土砂量も多かったことがわかる。また、縦木川では崩壊土砂量が約776千 $m^3$ であるのに対して、砂防えん堤の堆砂量は約99千 $m^3$ であった。したがって、崩壊土砂量の大部分は河道や流域内に残土として残るか、本川河道へ流出したことが考えられる。

## (2) 川辺川本川の河床変動状況

平成12～17年、平成17～19年の川辺川本川（33k000～44k000）の河床変動量（区間別の堆積量）を図-5に示す。

図-5より、平成16・17年出水を含む平成12～17年の期間は全体的に堆積傾向にあり、区間全体で約223千 $m^3$ の堆積量となっている。また、勾配変化点となる38k400～36k600付近で堆積傾向が著しい。

一方、平成17～19年では、39k400上流の急勾配区間では土砂が流出する傾向にあり、勾配変化点となる38k400～36k600付近でやはり堆積傾向がみられる。また、平成18年7月に竹の川発電所取水堰が全壊した影響により、下流へ堰の堆積土砂が流出しているようである。

## 4. おわりに

今後は、平成16～17年出水やその後の流域内における土砂収支について検討を行う予定である。その際には、現在明らかとなっていない各支川の河床堆積土砂の量を把握することが重要である。これには、航空レーザ測量成果等を活用して網羅的に堆積土砂量を評価する方法等が考えられる。

また、土砂生産・流出特性と、降雨、場の条件、地形・地質、河床材料との関連についても、検討を行っていく必要がある。

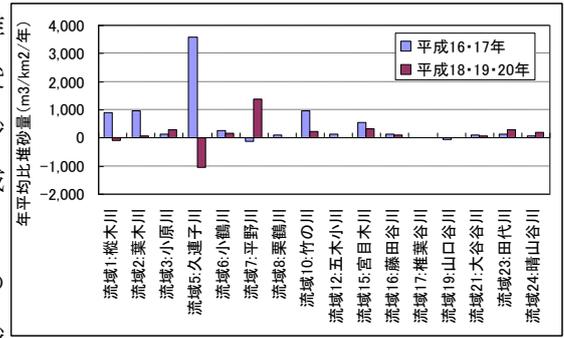


図-3 年平均比堆砂量

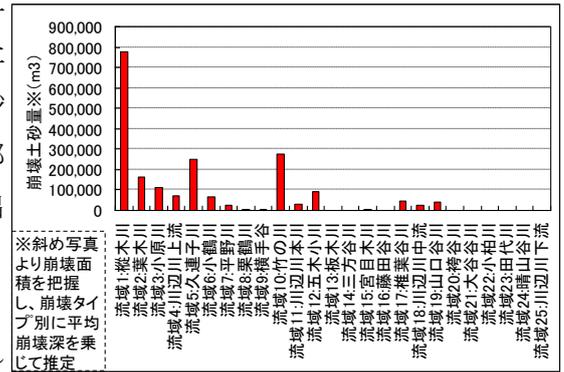


図-4 崩壊土砂量 (H16+H17, 新規+拡大)

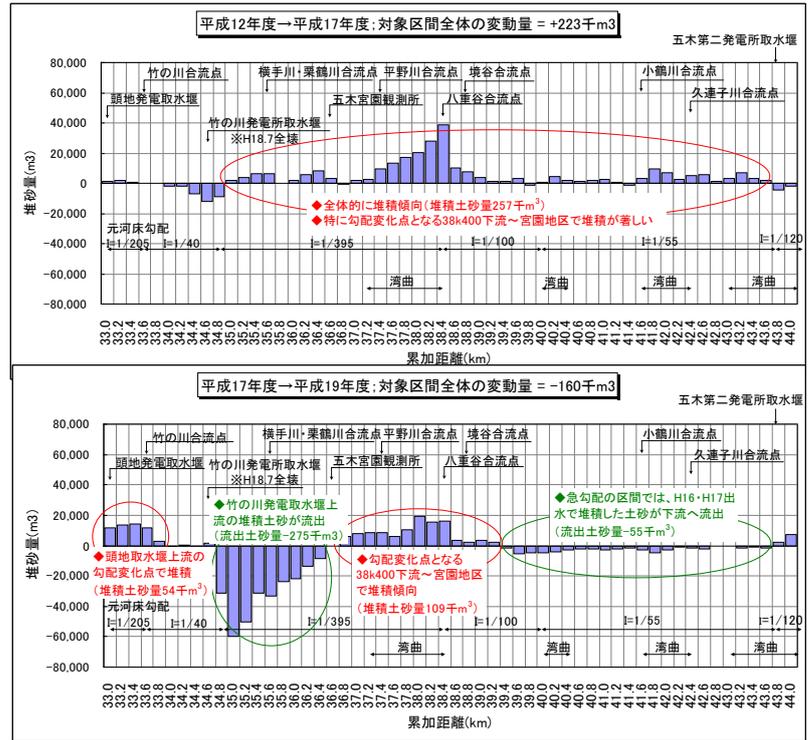


図-5 川辺川本川河床変動状況

# 霧島火山噴火緊急減災対策砂防計画の検討

九州地方整備局 宮崎河川国道事務所

## 1. 調査の目的

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

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

## 2. 調査の方法

霧島火山では過去の活動履歴や地下構造の特徴から、今後噴火の可能性の高い火口として、新燃岳、御鉢、えびの高原周辺、大幡池の4箇所を想定している。そのうち、気象庁の噴火警戒レベルが導入された新燃岳と御鉢を対象として、緊急減災検討分科会を設置して検討を行った。検討の流れを図1に示す。

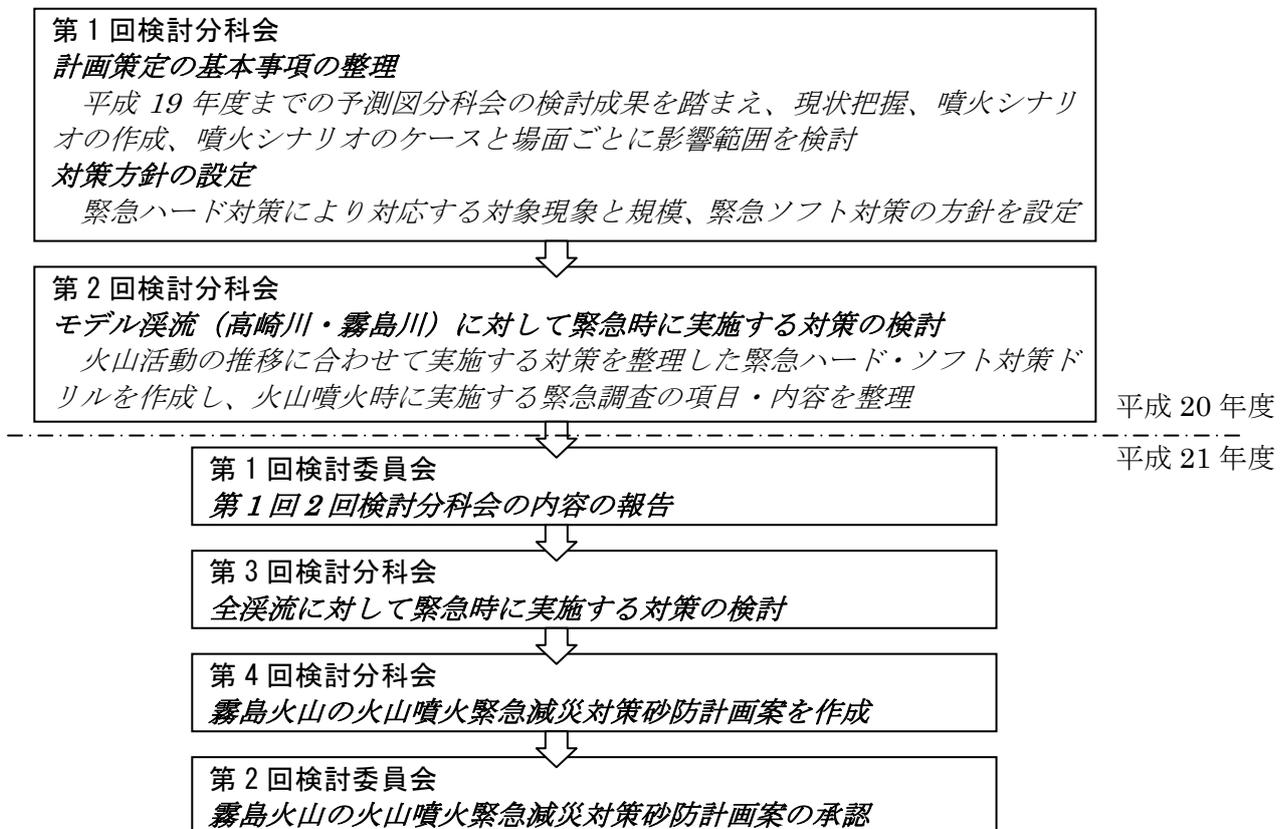


図 1. 検討の流れ図

### 3. 結果

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

平成 20 年度は霧島川と高崎川をモデル渓流として、緊急時に実施するハードソフト対策を検討した。ハード対策は緊急時であるため、制約条件が少なく、早期に効果が得られる既設えん堤の除石、保全対象上流側での遊砂地空間の確保、保全対象への氾濫軽減のための仮設構造による導流堤を配置した。ソフト対策は、既設の監視観測機器の設置状況を踏まえ新たに配置を計画した。これらの観測情報とともに、火山監視機器や気象情報など霧島火山が活発化したときに必要となる情報共有体制やシステムについて検討を行った。

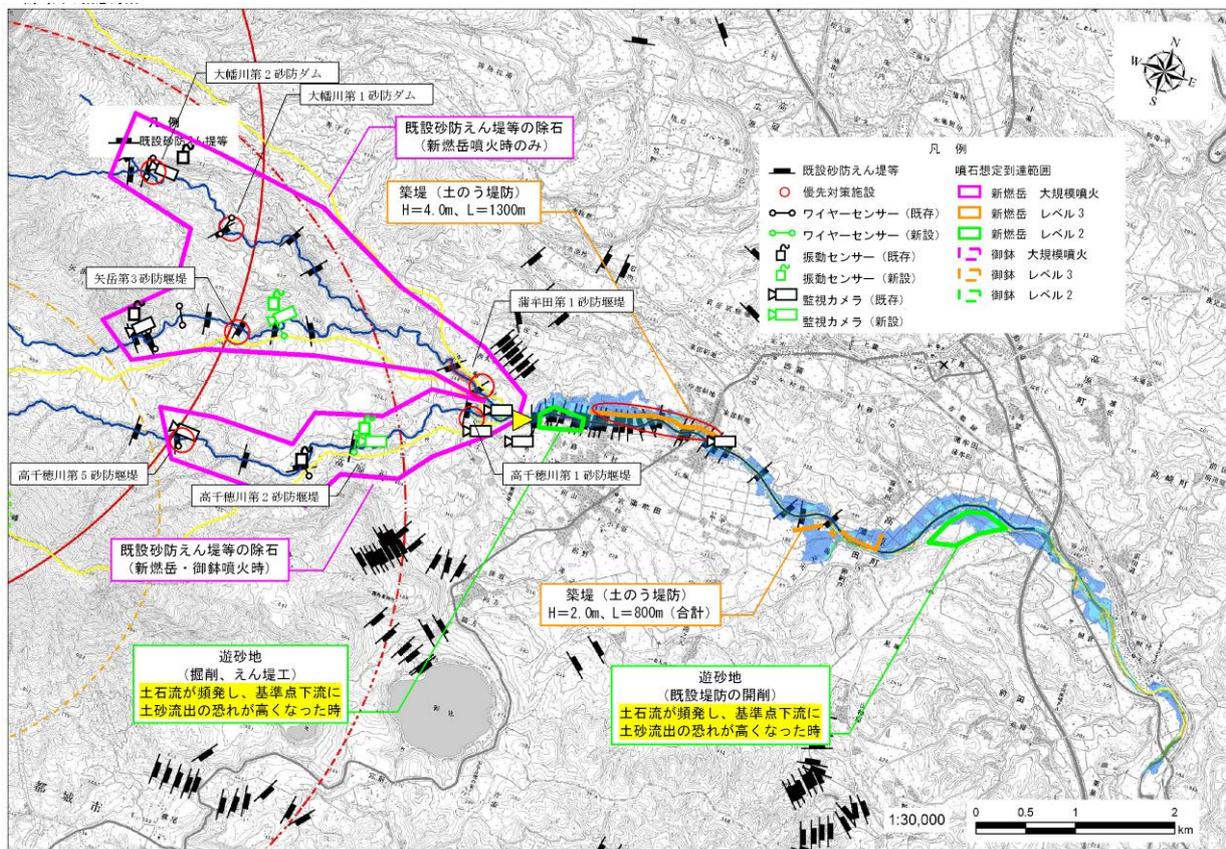


図 2. モデル渓流（高崎川）での緊急対策計画平面図

### 4. 今後の課題

平成 21 年度はモデルケースでの検討成果を踏まえ、霧島火山全体での緊急対策、平常時からの準備事項の検討をすすめ、霧島火山の緊急減災計画をとりまとめる予定である。計画策定後は、資機材の備蓄や関係機関との調整・連携など平常時からの準備事項の具体的な計画の実行、砂防事業の進捗や社会環境の変化にあわせた計画の継続的な見直しを実施し、来るべき霧島火山の噴火による土砂災害に備える必要がある。

# 桜島火山砂防噴火対応計画検討業務

九州地方整備局 大隅河川国道事務所

## 1. 業務概要

桜島火山噴火対応砂防計画を策定するため、平成19年度に示された「火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン」を踏まえつつ、平成4年度に定められている「火山砂防計画策定指針（案）」に基づき、噴火対応計画の対象となる計画噴火災害規模についての方針設定及び対策検討を行うものである。

## 2. 溶岩流の対策規模の検討

### 2.1 既往成果に基づく溶岩流諸元等の整理

桜島全島を網羅的に計算している災害予想区域図集作成時の計算結果を基本として、桜島全体として想定される溶岩流の諸元を把握することを試みた。（図-1）

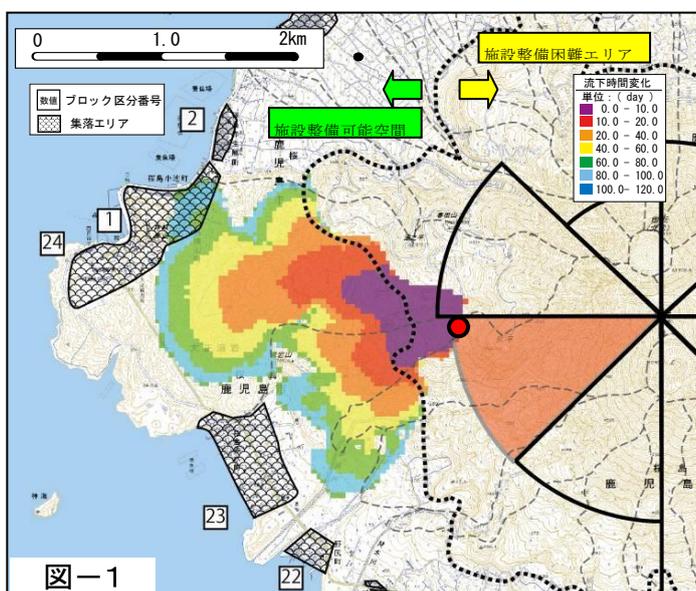
### 2.2 適用可能なハード対策の整理

溶岩流に対応したハード対策について、桜島において想定される50mを超えるような流動深や1000℃近い高温を考慮して、素材や構造を検討した。その結果として、適用可能な素材としてはコンクリートブロックと土砂であり、コンクリートブロックの場合は高さ20m、土堤の場合は2～3割勾配の断面を確保できる施設敷があれば計算上はそれに応じた高さの施設が作成できることが明らかになった。（表-1）

### 2.3 地形条件等に応じたハード対策の対応限界の検証

溶岩流のハード対策を検討する上で想定すべき溶岩流の規模や火口位置について学識者にヒアリングし、その結果に基づき新たに数値シミュレーションを実施し、溶岩流量の収支等の詳細諸元の把握を行った。

環境、景観面への影響も検討し、経済性や物理的な制限による検討結果で、2億 m<sup>3</sup> の溶岩流に対しても一定の効果を発揮する施設を整備できる可能性がある」と評価された引ノ平方面の施設は景観や環境への影響が大きい箇所であることが明らかになった。



1) 溶岩流対策施設で使用可能な建設材料		表-1
鉄	×	■800℃で強度20%以下に低下 ■鋼製施設は一部の部材の強度低下で施設機能が著しく低下する可能性がある
コンクリート	△	■600℃で強度30-40%以下に低下 ■しかし一部の部材の強度が低下しても施設機能が維持できる可能性がある ■高熱への耐性の高いガラスコンクリートを使用することが望ましい
土・砂	○	■土や砂による施設については、施設全体が乗構造物であると考えられることから、熱による強度低下は問題とならない。 ■複数素材を組み合わせた場合も考慮する。
2) 土（フィラダム）構造に対する検討		
①基本構造のり面の勾配は3割を基本（フィラダムの実績等より）		
②のり面の安定検討 堤高60mの土構造堤を対象に、円錐すべりによるのり面の安定について検討した結果、のり面の勾配を割とすることで、のり面の安定は確保できるものと考えられる。※使用する土の土質状況によっては2割も可能		
③全体構造に対する安定検討 溶岩流による荷重を作用させた結果、のり面勾配3割の基本形状で構造物の安定を確保することができた。		
3) コンクリートブロックに対する安定検討		
①最大積み上げ層 通常流通するコンクリートブロックを溶岩流に利用した場合、最大積み上げ層数は19層（高さおよそ18m）となった。コンクリートブロックを利用して溶岩流を構築する場合には、堤高18mを最大とする。		
②最大まで積み上げた場合における基本形状の検討 コンクリートブロックを最大まで積み上げ、溶岩流による荷重を作用させた結果、天端幅およそ4m、底面幅およそ32m、上流のり面勾配およそ1割で構造物の安定を確保することができた。この形状を基本形状とする。		

### 3. 緊急減災対策砂防計画の対策方針の設定

桜島の噴火シナリオや現行各種防災計画、社会条件などに基づき、昨年度の検討結果をもとに減災計画を作成する際の前提条件をまとめ、砂防部局での現実的な対応を大まかに考えた上で、前提条件と噴火シナリオより緊急減災対策の方針を検討した。(表一2)

### 4. 土砂処理方針の整理

既往成果に基づき土砂処理方針を整理した結果をとりまとめた。とりまとめにあたっては、土石流、火砕流については平成2年度に策定した基本計画書案に基づいた方針を示すこととし、溶岩流については、最新の検討成果として桜島火山防災検討委員会における検討の流れを踏まえた平成19年度の方針を整理した。(表一3)

### 5. 今後の課題

今後、溶岩流ハード対策として、数値シミュレーションを用いた詳細な施設配置の検討を実施し、具体的な施設配置計画を策定していく必要がある。

また別途検討されている緊急減災対策の緊急ハード対策の対応時系列を考慮すると、緊急時のみに実施できる対策は限定的であり、一定の効果を発揮させるためには、平常時からの事前施工を実施しておく必要がある。次年度以降具体化される緊急減災対策検討結果を踏まえて、上述の具体的な施設配置計画との調整をはかる必要がある。

表一2

噴火区分	緊急減災対策に对应した火山活動シナリオ	砂防部局としての緊急減災対策方針
(1) 休止期を挟む活動期における緊急減災対策方針	1) 警戒期	● 情報の収集 ● 警戒の徹底に依り緊急減災対策の準備および実施
	2) 噴火開始期	● 警戒への対応
	3) 噴火継続期	● 以降の緊急減災対策の円滑実施に向けて、火山活動、土砂移動状況についての連携監視体制の実施、 ● 災害予想区域の更新 ● 緊急減災対策の進捗状況による緊急対応の実施。
	4) 噴火末期	● 火山口、溶岩流噴出量が少ない頃(噴火)における緊急減災対策を実施する。終息までは無人化施工が主体となる。 ● 火山口下方以外の状況において、無人、無人を併用して土砂対策を実施する。 ● 災害予想区域の更新 ● 緊急減災対策の進捗状況による緊急対応の実施。
	5) 噴火終息後	● 噴火後1年程度の間は効果を発揮する土砂対策を実施。 ● 溶岩流の二次移動による被害が想定される場合には緊急減災対策を実施。 ● 土砂対策実施に際して安全を確保するための監視体制を実施する。
(2) 継続的活動期における緊急減災対策方針	1) 警戒期	● 情報の収集 ● 警戒の徹底に依り緊急減災対策の準備および実施
	2) 噴火開始期	● 警戒への対応
	3) 噴火継続期	● 以降の緊急減災対策の円滑実施に向けて、火山活動、土砂移動状況についての連携監視体制の実施、 ● 災害予想区域の更新 ● 緊急減災対策の進捗状況による緊急対応の実施。
	4) 噴火末期	● 火山口下方における緊急減災対策を実施する。無人化施工が主体となるが活動状況に応じて無人化施工の導入も行う。 ● 火山口下方以外の状況において、無人、無人を併用して土砂対策を実施する。 ● 災害予想区域の更新 ● 緊急減災対策の進捗状況による緊急対応の実施。
	5) 噴火終息後	● 溶岩流が頻発する状況に際して、噴火後1年程度の間は効果を発揮する土砂対策を実施。 ● 溶岩流の二次移動による被害が想定される場合には緊急減災対策を実施。 ● 土砂対策実施に際して安全を確保するための監視体制を実施する。
(3) 継続的火山口の活動に対する緊急減災対策方針	1) 警戒期	● 継続的火山口の継続的噴火、火砕流噴出量に依り土砂対策 ● 緊急減災対策の準備および実施
	2) 噴火開始期	● 無人、無人を併用した緊急減災対策の実施 ● 土砂対策実施に際して安全を確保するための監視体制を実施。 ● 以降の対策の円滑化のため火山活動、土砂移動状況についての監視体制の実施。
	3) 噴火継続期	● 無人化施工を中心とした緊急減災対策の実施 ● 土砂対策実施に際して安全を確保するための監視体制を実施。 ● 火山活動、土砂移動状況についての監視体制の実施。
	4) 噴火末期	● 無人、無人を併用した緊急減災対策の実施 ● 溶岩流が頻発する状況に際して、噴火後1年程度の間は効果を発揮する土砂対策を実施。 ● 溶岩流の二次移動による被害が想定される場合には緊急減災対策を実施。 ● 土砂対策実施に際して安全を確保するための監視体制を実施する。
	5) 噴火終息後	● 溶岩流が頻発する状況に際して、噴火後1年程度の間は効果を発揮する土砂対策を実施。 ● 溶岩流の二次移動による被害が想定される場合には緊急減災対策を実施。 ● 土砂対策実施に際して安全を確保するための監視体制を実施する。

表一3

保全地区	土砂処理方針案		
	溶岩流対策 (H19 桜島火山砂防噴火対応計画検討業務より)	大規模噴火時土石流対策(H2基本計画より)	火砕流対策(H2基本計画より)
1.小池町	○溶岩流溶岩流により、溶岩流被害の軽減を図る(基本対策最小) ○溶岩流溶岩流により、溶岩流被害の防止を図る(重要対策を保全、積極的な基本対策)	○土石流氾濫の拡大防止を目的として、想定氾濫区域域内で土石流の流向制御を行う。 ○崩落する土石流による流域の土砂災害に対する一時的な安全度を高めるための除石工を行う。	○火砕流対策は現段階では技術的に難しいので、ハード対策は実施しない。ソフト対策による対応が基本となる。
2.赤生町	○総合評価の結果及び溶岩流整備によって他集落での被害拡大等が予想されることから、施設整備は行わない。		
3.武町			
4.藤野町	○溶岩流溶岩流により、溶岩流被害の軽減を図る(重要対策を保全) ○溶岩流溶岩流により、溶岩流被害の防止を図る(積極的な基本対策)		
5.松浦町	○総合評価の結果及び溶岩流整備によって他集落での被害拡大等が予想されることから、施設整備は行わない。		
7.二俣町			
8.白浜町			
9.古河良			
10.高免	○総合評価の結果は低いが、用地取得、施設整備に伴う他集落への影響を考慮すると溶岩流の整備が可能と判断できる。溶岩流溶岩流により、溶岩流被害の軽減を図る(積極的な基本対策)。		
11.園山			
12.涌之前			
13.宇土			
14.塩屋ヶ元			
15.-	○総合評価の結果から、施設整備は行わない。		
16.-			
17.有村町	○総合評価の結果及び溶岩流整備によって他集落での被害拡大等が予想されることから、施設整備は行わない。		
18.湯之元			
19.古里町			
20.東桜島町	○総合評価の結果は高いが想定火口と保全対象までの距離が短い等対策候補地がないため、施設整備は行わない。		
21.持木町	○総合評価の結果及び溶岩流整備によって他集落での被害拡大等が予想されることから、施設整備は行わない。		
22.野尻町	○溶岩流溶岩流により、溶岩流被害の軽減を図る(基本対策最小、重要対策を保全) ○溶岩流溶岩流により、溶岩流被害の防止を図る(積極的な基本対策)		
23.赤水町			
24.横山町	○溶岩流溶岩流により、溶岩流被害の軽減を図る(基本対策最小) ○溶岩流溶岩流により、溶岩流被害の防止を図る(重要対策を保全、積極的な基本対策)		

# 雲仙普賢岳危機管理計画策定業務

九州地方整備局 雲仙復興事務所

## 1. 目的

本業務は、雲仙復興事務所管内において大規模土砂災害が発生した場合の対応を円滑に実施するための危機管理計画に関する基礎検討を行うことを目的とする。

## 2. 検討内容

### 2. 1 大規模土砂災害時に関連する防災計画等の整理

大規模土砂災害が発生した場合における危機管理に関する法体系並びに関係法令について整理するとともに、国土交通省・九州地方整備局・雲仙復興事務所の防災業務計画、関係機関(他省庁等)の防災業務計画、関係自治体の地域防災計画等について大規模土砂災害発生時を想定した際の所掌事務等の相互関連性や整合性について整理したうえで、課題等を明らかにした。

### 2. 2 大規模土砂災害事例の調査整理

平成2年～平成7年までの雲仙普賢岳噴火に関して初動体制から終息宣言まで行政の対応状況の事実経過（取り組み活動）について時系列的なとりまとめ（火砕流発生等との相関時系列対応整理表）を行い、課題等の整理を行った。事実経過のとりまとめに関する関連資料についてはデータベース化を行った。また、平成20年岩手・宮城内陸地震など近年の大規模土砂災害6事例について、災害対応の内容について資料収集整理（防災関係機関の動きと雨量データ、災害事例カルテ）を行った。

### 2. 3 大規模土砂災害発生シナリオの検討

雲仙普賢岳周辺で発生する可能性がある災害現象（溶岩ドーム崩壊、大規模崩壊、大規模土石流等）に関して、発生予測地域、発生現象の規模等を検討するとともに（表1）、現象に関するシミュレーション検討等による影響範囲の検討・時系列的分析等を行い、災害発生シナリオ（図）を検討した。また、上記3現象については、シミュレーション結果に基づく可視化を行い、「大規模災害時の対策マニュアル」の基礎資料を作成した。

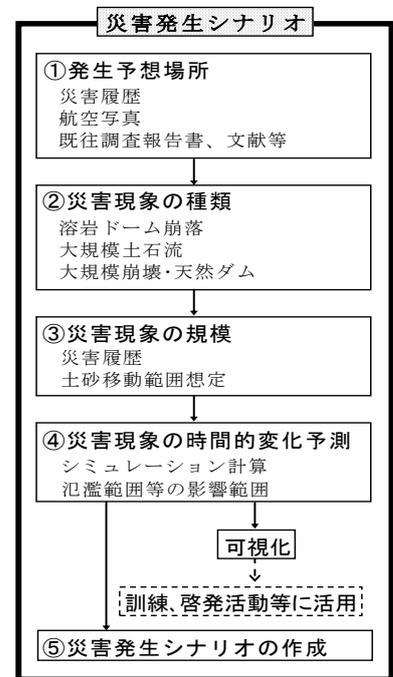


図1 災害発生シナリオの検討手順

表1 大規模土砂災害発生シナリオのための災害現象の種類・発生位置・想定規模

種類	雲仙普賢岳の発生位置	想定規模
溶岩ドーム崩壊	溶岩ドーム末端部（通称：第11溶岩ローブ）の崩壊	1,000万m <sup>3</sup> と500万m <sup>3</sup> の2タイプを想定
大規模崩壊とそれに伴う天然ダムの形成	南東麓火砕流斜面の崩壊と赤松谷川上流での天然ダム形成	崩壊土砂量 720万m <sup>3</sup> 天然ダム諸元 高さ72m、湛水量170万m <sup>3</sup>
大規模土石流	複数溪流（おしが谷川、水無川、赤松谷川）からの同時	土石流の総移動量 367万m <sup>3</sup>

# 地震に係る土砂災害対策検討業務

岩手県県土整備部砂防防災課

## 1. 調査の目的

本調査は、地震に伴う土砂移動実態を把握した上で今回の土砂災害の発生原因や特性について検討し、これまでに進められた緊急対策・応急対策を考慮しつつ、今後のハード対策・ソフト対策の両面からみた恒久的な土砂災害対策を検討することを目的に実施した。

## 2. 調査方法と結果概要

### 2. 1 土砂移動実態の把握

空中写真判読、現地調査により、地震による崩壊・地すべりの発生状況、崩壊深等について把握した。特に大規模崩壊については、LPデータを活用して崩壊土砂量の算出を行った。

その結果、岩手・宮城両県において、約3,500箇所の崩壊・地すべりが発生し約1億3千万m<sup>3</sup>の不安定土砂が発生するとともに、河道閉塞（天然ダム）も15箇所が発生が確認された。

表 地震による生産土砂量等

県名	流域名	流域面積 (km <sup>2</sup> )	斜面崩壊		地すべり		生産土砂量 (千m <sup>3</sup> )	斜面上の 土砂量(※) (千m <sup>3</sup> )	河道上の 土砂量 (千m <sup>3</sup> )
			個数 (個)	面積 (m <sup>2</sup> )	個数 (個)	面積 (m <sup>2</sup> )			
岩手県	胆沢川	219.69	890	748,567	16	277,897	7,940	6,688	1,252
	衣川	176.59	537	292,556	14	56,121	1,558	1,340	218
	磐井川	269.93	785	861,568	25	444,268	19,512	14,450	5,062
	計	666.21	2,212	1,902,690	55	778,286	29,010	22,478	6,531
宮城県	三迫川	44.90	282	629,965	6	176,371	9,791	6,433	3,358
	二迫川	20.38	167	226,465	4	910,322	9,671	6,960	2,711
	追川	92.63	749	1,450,438	5	115,758	13,722	9,344	4,379
	計	157.91	1,198	2,306,868	15	1,202,451	33,185	22,737	10,448
全域合計	824.12	3,410	4,209,558	70	1,980,737	62,194	45,215	16,979	

※斜面上の土砂量は河道に流入する可能性のある土砂量

※荒砥沢ダム上流地すべり(二迫川)の移動土塊量は含んでいない。  
(社)地すべり学会 荒砥沢上流地すべり調査報告によると 約7000万m<sup>3</sup>  
岩手・宮城内陸地震に係る山地災害対策検討会によると 約6,700万m<sup>3</sup>

### 2. 2 今後想定される土砂移動現象

#### ①天然ダムの決壊

大規模な洪水時には、越流・侵食による河道閉塞（天然ダム）決壊の可能性は残っていることから、市野々原地区河道閉塞（天然ダム）が決壊した場合の被害想定を数値シミュレーション（二次元氾濫解析）にて行った。

その結果、河道閉塞が決壊した場合、決壊により発生した段波が40分程度で厳美溪に到達し、厳美溪の上下流及び一関市街地で氾濫する可能性があることが分かった。

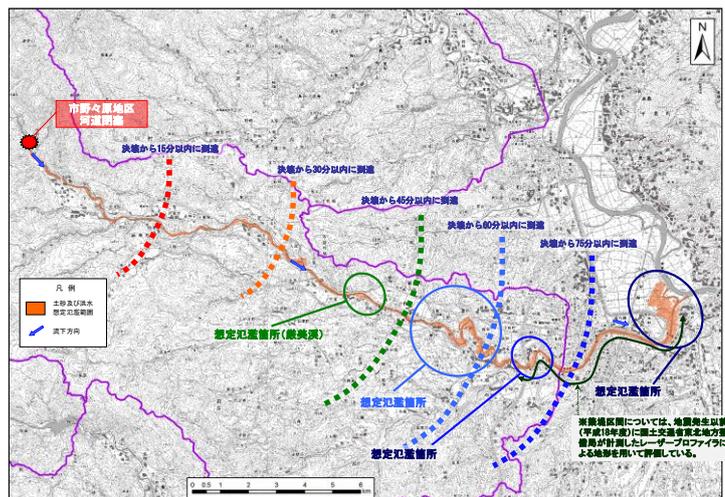


図 天然ダムの決壊による影響

## ②豪雨等による大量の土砂流出

地震により生産され不安定な状態で河道内や斜面上に大量に堆積している土砂は、今後、豪雨時だけでなく日常的に下流に流出することが予想される。これらの土砂流出による下流の河床上昇に伴い、河積の不足しているところから洪水氾濫等の被害が懸念される。そのため、今後10年間の平均的な出水の後、100年超過確率規模の豪雨が発生すると想定して土砂移動現象の予測計算を行った。

その結果、既設の矢櫃砂防えん堤等に土砂を堆積させるものの、産女川から流出する土砂の影響により産女川合流地点から市野々川合流地点までの間の河道に約53万m<sup>3</sup>の土砂が堆積し、景勝地「巖美溪」上下流の河床を2～3m程度上昇させ氾濫被害が生じる可能性があることが分かった。

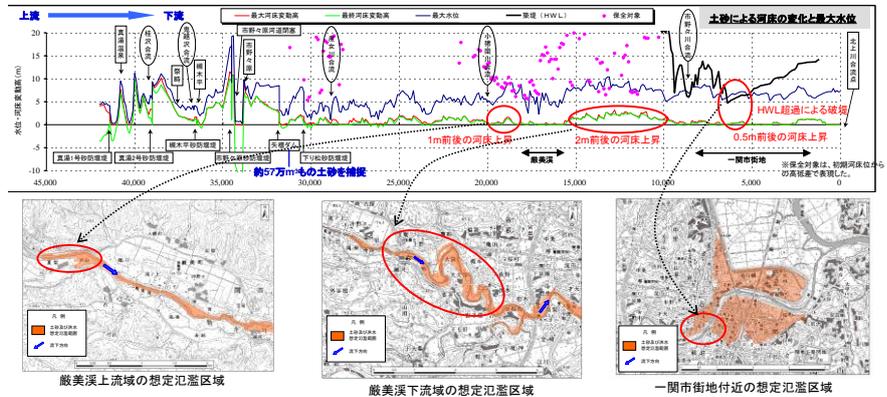
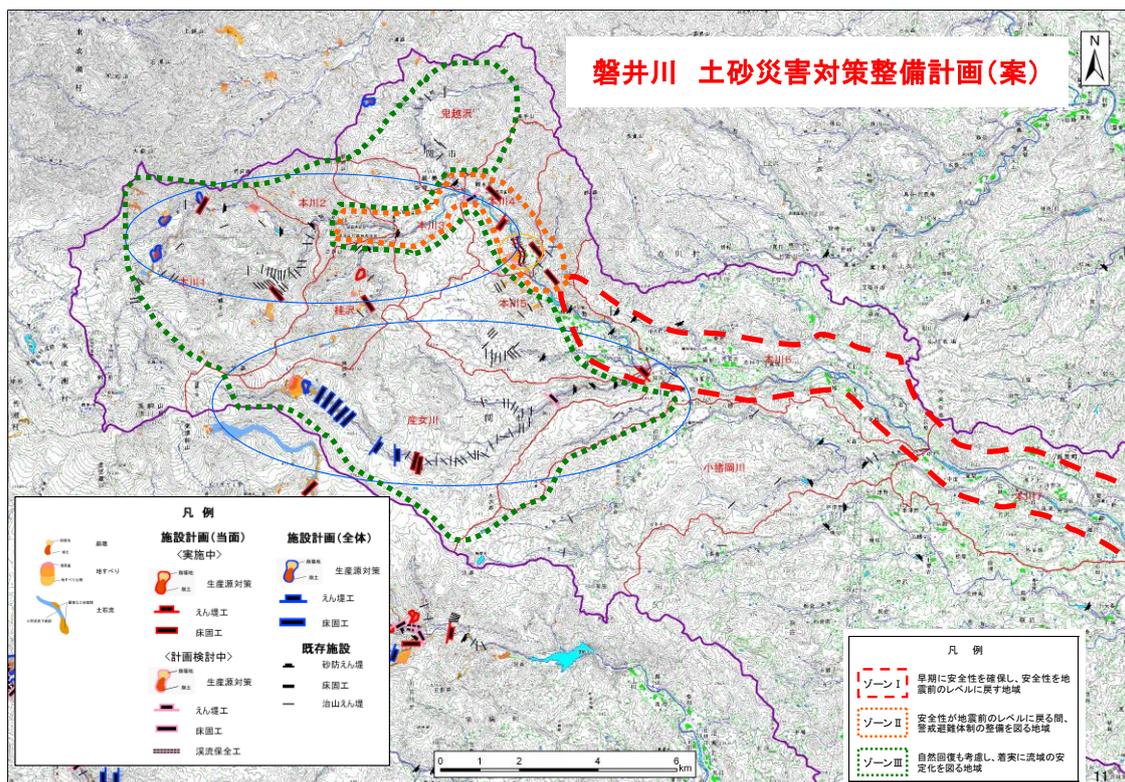


図 豪雨等による影響

### 2. 3 土砂災害対策整備計画案

土砂災害対策の基本方針について、流域内のゾーニングを行い検討した。この基本方針を踏まえ、また進行中の緊急・応急対策を踏まえつつ、土砂災害対策計画案を検討した。

基本方針：脆弱化した水源地域の復旧を図り、磐井川沿川及び下流一ノ関市街を保全するため、大規模崩壊地の安定化、河道閉塞（天然ダム）の通水路の確保と埋塞土砂の安定化、不安定土砂の流出に対するえん堤工等の整備により、土砂災害に対する安全性を地震前のレベルに戻すことを目指す。



# 地震に係る土砂災害対策検討業務

宮城県土木部防災砂防課

## 1. 調査の目的

本調査は、地震に伴う土砂移動実態を把握した上で今回の土砂災害の発生原因や特性について検討し、これまでに進められた緊急対策・応急対策を考慮しつつ、今後のハード対策・ソフト対策の両面からみた恒久的な土砂災害対策を検討することを目的に実施した。

## 2. 調査方法と結果概要

### 2. 1 土砂移動実態の把握

空中写真判読、現地調査により、地震による崩壊・地すべりの発生状況、崩壊深等について把握した。特に大規模崩壊については、LPデータを活用して崩壊土砂量の算出を行った。

その結果、岩手・宮城両県において、約3,500箇所もの崩壊・地すべりが発生し約1億3千万 $m^3$ の不安定土砂が発生するとともに、河道閉塞（天然ダム）も15箇所発生が確認された。

### 2. 2 今後想定される土砂移動現象

#### ①天然ダムの決壊

大規模な洪水時には、越流・侵食による河道閉塞（天然ダム）決壊の可能性は残っていることから、湯浜及び湯ノ倉地区河道閉塞（天然ダム）が連鎖的に決壊した場合の被害想定を数値シミュレーション（二次元氾濫解析）にて行った。

その結果、河道閉塞が決壊した場合、決壊により発生した段波が10分程度で温湯集落に到達し、温湯下流から花山ダム上流にかけて氾濫する可能性があることが分かった。

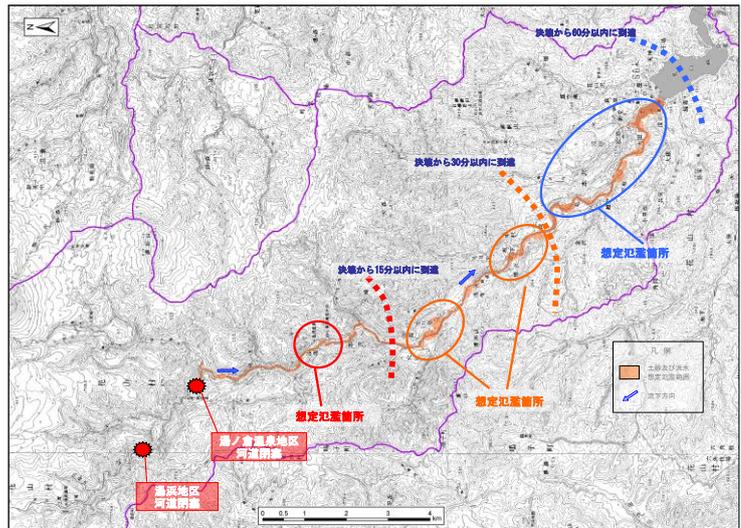


図 天然ダムの決壊による影響

#### ②豪雨等による大量の土砂流出

地震により生産され不安定な状態で河道内や斜面上に大量に堆積している土砂は、今後、豪雨時だけでなく日常的に下流に流出することが予想される。これらの土砂

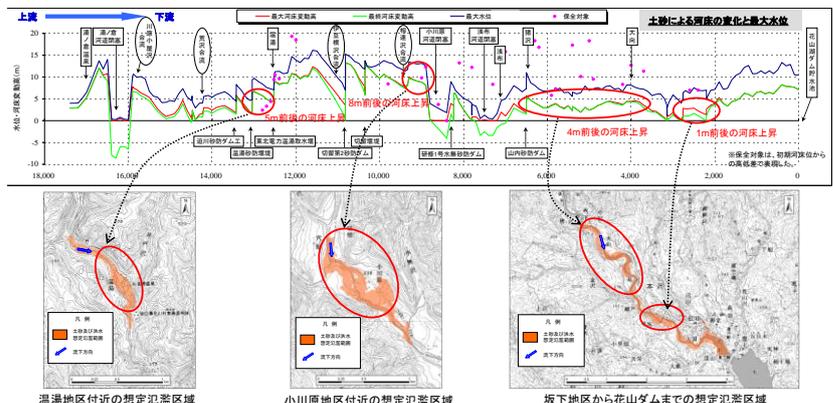


図 豪雨等による影響

流出による下流の河床上昇に伴い、河積の不足しているところから洪水氾濫等の被害が懸念される。そのため、今後10年間の平均的な出水の後、100年超過確率規模の豪雨が発生すると想定して土砂移動現象の予測計算を行った。

その結果、荒沢合流地点から花山ダムまでの間の河道に約175万m<sup>3</sup>の土砂が堆積し、この間の河床を3～5m程度上昇させることから、下流域で氾濫被害が生じる可能性があることが分かった。

### ③土砂流出によるダムへの影響

中長期的な土砂流出は、花山ダムや栗駒ダム等の貯水池に堆砂し、貯水容量の減少等の影響を及ぼす。花山ダム（迫川）では、適切な対策を講じない限り、今後10年間に約100万m<sup>3</sup>の土砂が流入する可能性があり、また、同じく栗駒ダム（三迫川）でも、約150万m<sup>3</sup>の土砂が流入する可能性があることが分かった。

## 2. 3 土砂災害対策整備計画案

土砂災害対策の基本方針について、流域内のゾーニングを行い検討した。この基本方針を踏まえ、また進行中の緊急・応急対策を踏まえつつ、土砂災害対策計画案を検討した。

基本方針：脆弱化した水源地域の復旧を図り、迫川沿川の集落を保全するため、大規模崩壊地の安定化、河道閉塞（天然ダム）の通水路の確保と埋塞土砂の安定化、不安定土砂の流出に対するえん堤工等の整備により、土砂災害に対する安全性を地震前のレベルに戻すことを目指す。また花山ダムに流入する過大な土砂量については、土砂災害対策を進めていく中で低減を図るものとする。

