

平成19年度 堆積土砂の粒度分布調査業務の成果概要

中国地方整備局 倉吉河川国道事務所

1. 業務の目的・概要

天神川水系直轄砂防区域において、砂防計画や土砂管理計画の精度向上を図るための基礎資料を得ることを目的として、砂防河川における土の粒度分布調査を実施した。平成19年度の調査は、天神川水系小鴨川・三徳川流域のうち倉吉市関金町外の砂防堰堤堆積土砂の粒度分布調査を行った。

2. 調査対象砂防堰堤

調査対象とした砂防堰堤は27基である。この内、26基が小鴨川流域の砂防堰堤であり、残り1基が三徳川流域である。各砂防堰堤の位置を図-1に示す。同図中に示すように今回調査範囲の地質は、小鴨川流域では凝灰角礫岩・安山岩を主体とする範囲と花崗岩を主体とする範囲とが存在する。一方、三徳川流域においては、調査対象の砂防堰堤付近では花崗岩を主体とするが、上流部では安山岩が主体である。

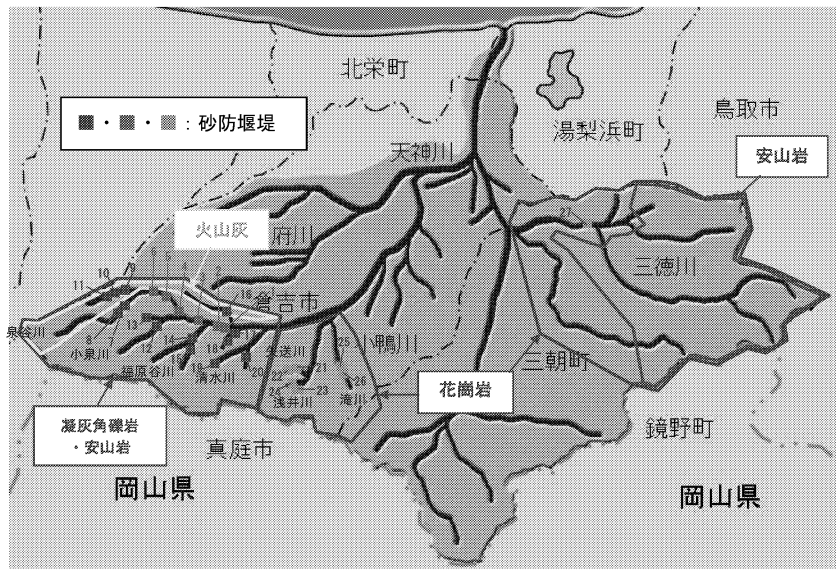


図-1 調査対象とした砂防堰堤の位置

3. 平成19年度の成果概要

3.1 試料採取地点

粒度試験に供する試料の採取は、“堆砂が有る”砂防堰堤では、堆砂部で2箇所（堰堤直上流1箇所（A）、堆砂部分上流部1箇所（B））、地山部（河床部分：C）1箇所の3箇所／堰堤を基本とした（図-2）。なお、“堆砂が無い”あるいは“堆砂が少ない”砂防堰堤では、地山部（河床部分：C）のみの1箇所／堰堤を基本とした（図-3）。

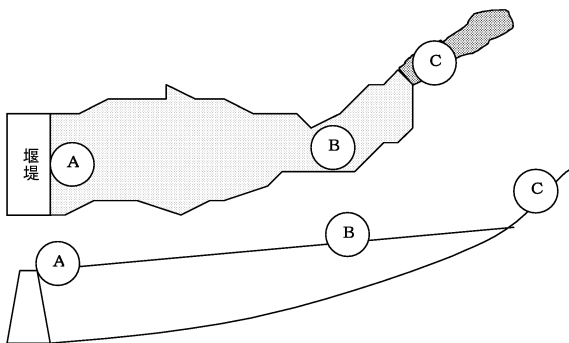


図-2 試料採取地点（堆砂有り）

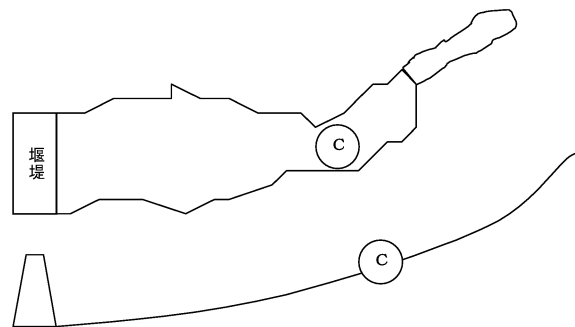


図-3 試料採取地点（堆砂無し）

3. 2 粒度試験

採取した土の粒度試験は、JIS A 1204 によって実施した。なお、この試験法で対象となる最大粒径は 75mm である。

3. 3 調査結果

粒度試験の結果に基づいて、各砂防堰堤毎に採取試料の粒径加積曲線の作成と代表粒径などの算定を行った。また、今後の追跡調査を行うことを想定して、試料採取地点を各砂防堰堤の台帳に整理した。今回の調査では、砂防堰堤の堆積土砂の粒度に以下のような傾向が見られた。

(1) 各試料採取地点の代表粒径

図-4 および図-5 に各試料採取地点の代表粒径 (d_{25} , d_{75}) を示す。図-4 に示すように d_{25} は、堰堤の位置や堰堤内の採取地点に関わらず、概ね 0.25~2mm (中砂~粗砂) の範囲にあった。 d_{75} については、次のように、堰堤の位置や堰堤内の採取地点によって異なった傾向を示す。

- ・ 小鴨川本川の堰堤 (図-1 の 1~6 の堰堤) では、堰堤内の各採取地点での d_{75} の値は同程度であった。
- ・ 小鴨川の支川の内、図-1 の 7~20 の堰堤の堰堤直上流 (A) の d_{75} の値は、図-1 の 1~6 の堰堤と同程度であった。一方、堆砂部分上流部 (B) と地山部 (C) での d_{75} の値は、図-1 の 1~6 の堰堤に比べて大きい。また、堆砂部分上流部 (B) と地山部 (C) の値は同程度であった。
- ・ 同じく小鴨川の支川の堰堤である図-1 の 21~27 の堰堤の地山部 (C) の d_{75} の値は、図-1 の 1~6 の堰堤の値に比べて小さな値であった (地質の違いによるものと推察される)。

(2) 地質による粒度組成の違い

図-6 は、小鴨川流域における地山部 (C) の試料の各粒径区間毎の含有率の分布を示したものである。図中の赤は凝灰角礫岩・安山岩を主体とする堰堤のデータの平均値であり、緑は花崗岩を主体とする堰堤のデータの平均値である。なお、小鴨川本川のデータ (図-1 の 1~6 の堰堤) は除いている。図から、凝灰角礫岩・安山岩では粗礫~中礫が多く、花崗岩では細礫~中砂が多い傾向が見られる。

4. まとめ

周知のことであるが、流域から生産される土砂の粒度組成は、その流域の地質や風化の程度と深い関わりがあると考えられる。

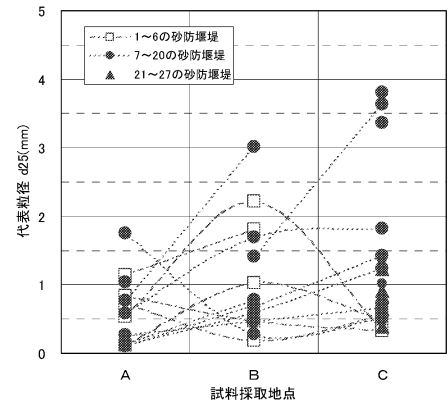


図-4 各試料採取地点の代表粒径(d_{25})

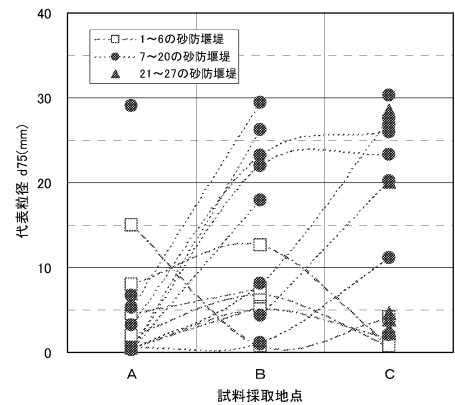


図-5 各試料採取地点の代表粒径(d_{75})

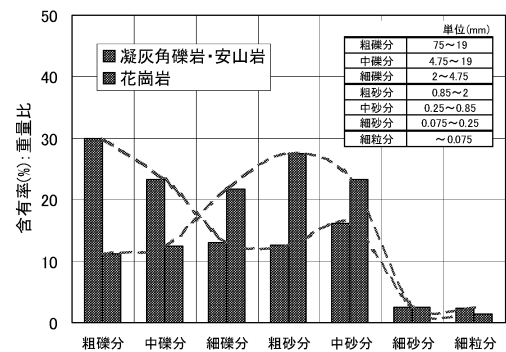


図-6 地質による粒度組成

大山砂防日野川流域土砂流出モニタリング調査業務 平成19年度業務の概要

2008年5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する。

当業務は4ヶ年計画で実施し、観測機器を設置した調査試験サイトにおいて、前年度から引き続き設置済の機器を使用して、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。

| 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) |
| 谷部 | K-1 | 地盤傾斜計 | i-SENSOR地盤傾斜計 | H18.12 | |
| | 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 |
| 谷出口 | 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 |
| | 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 | マルチ水質計 | H18.3 | H18年12月移設 |

表-1 観測機器設置数量

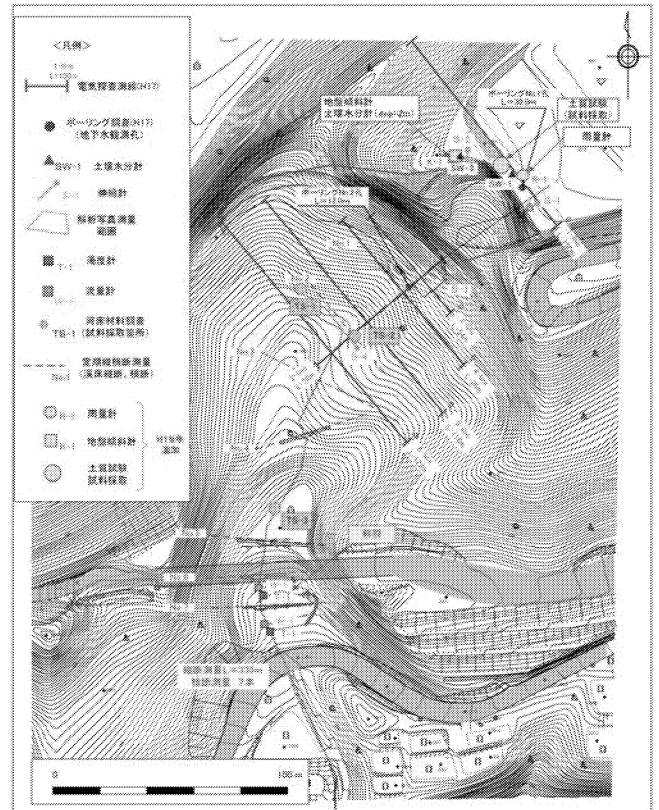


図-1 観測機器設置位置図

3. 流量及び濁度計の観測結果

平成19年度の観測結果について、流量、濁度の観測結果を図-2に示す。

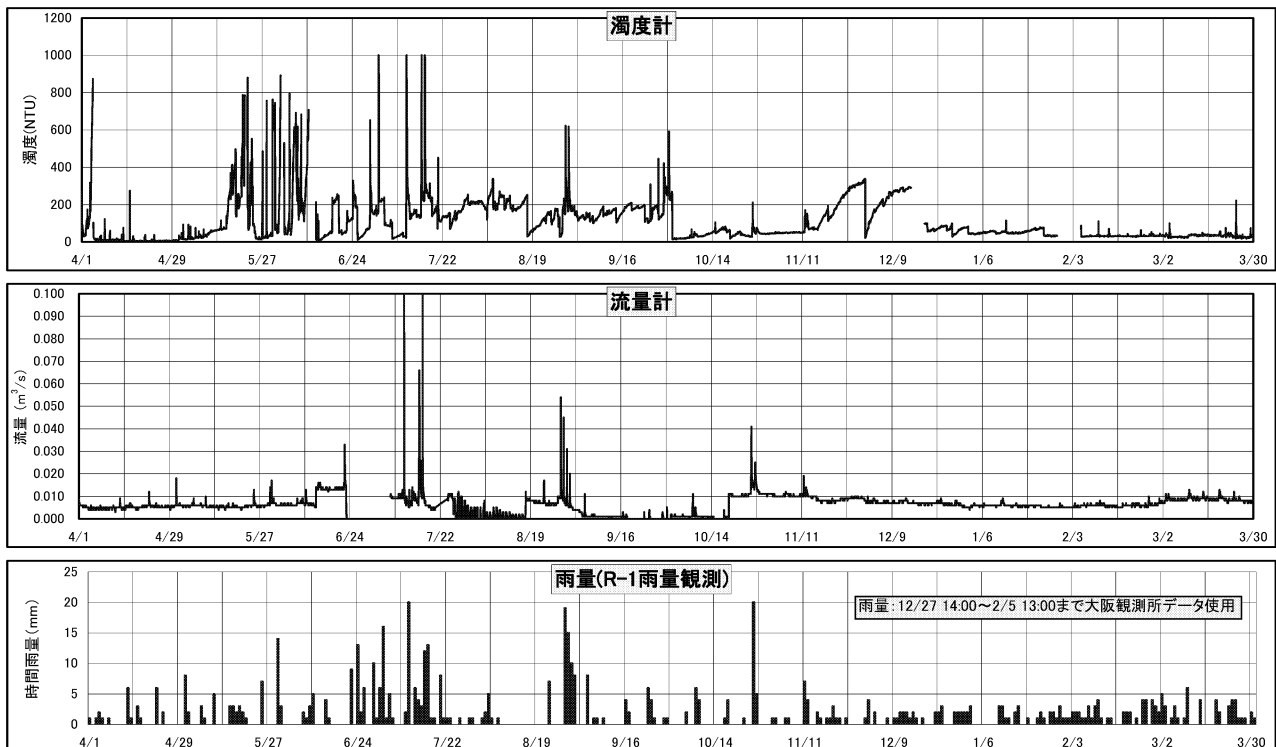


図-2 流量計・濁度計観測結果

4. 現地調査（河床材料調査）

試験サイトの地点毎の粒径加積曲線を図-3に示す。試料採取は既往調査と同様の位置とし、斜面上部・中部・下部の3地点(TS-1~TS-3)とした。平成18年度は、7月豪雨による土砂流出により、TS-1、TS-2では上流から大量の礫が供給され、下流のTS-3では逆に礫が堰堤に捕捉されたため細粒分が増加している。平成19年度は、大きな土砂流出がなかったために、いずれの地点でも細粒分が増加傾向で、粗粒な礫の供給がなく、降雨時に溪床上流部に堆積した土砂が再移動して試験地点に堆積したことにより、細粒土が多くなり粒径加積曲線が細粒側にシフトしたと推察される。

5. 地形・河床状況の変化

大坂第2砂防堰堤における河床材料調査地点を図-4に、調査結果を図-5に示す。

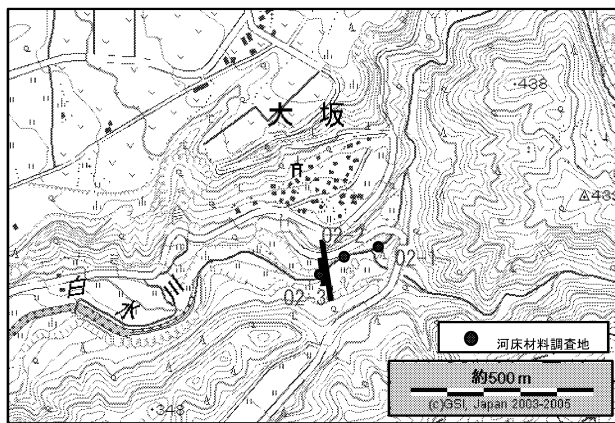


図-4 河床材料調査地点(大坂第2砂防堰堤)

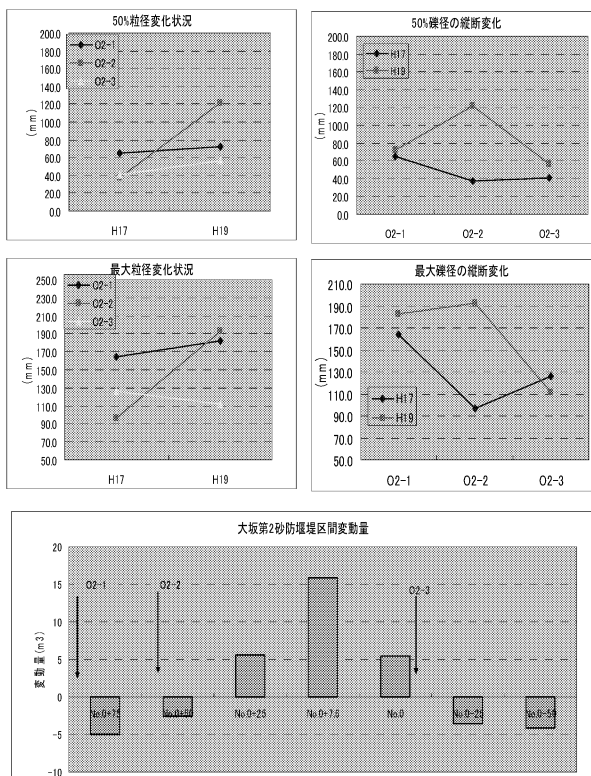


図-5 大坂第2砂防堰堤の変動量・代表粒径変化状況

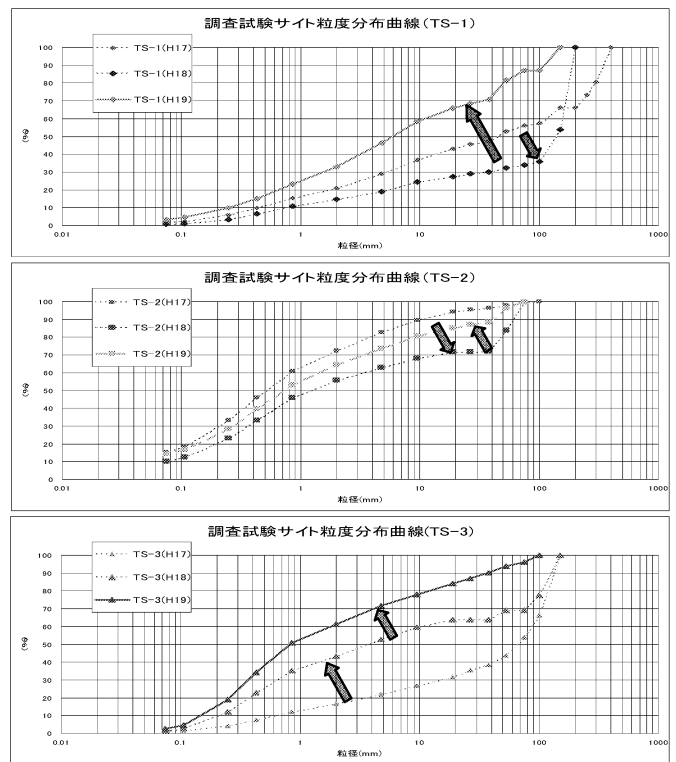


図-3 採取地点毎の粒径加積曲線

粒径の縦断分布は、50%粒径・最大粒径とも平成17年度は凹型分布であったが、平成19年度の計測結果では凸型に変化している。平成18年度調査ではこの際との砂州は短期的に消滅傾向にあり、平成17年度からの2ヶ年にわたって細粒分多くが流失したと考えられる。

河床変動状況については、土砂堆積傾向が伺えるO2-3では細粒化が進行し、逆に浸食傾向にあるO2-1、O2-2では粗粒化傾向にある。

このまま、上流域からの土砂供給がなければ今後はO2-3での細粒分流出の進行が予想される。

以上の結果より、大坂第2砂防堰堤は透過型として平常時の機能が適正に発揮しているが、今後大規模な出水が発生し、上流部の堆砂が進行した際には、機能の変化が考えられる。

6. 今後の検討

観測結果を取りまとめた上で、警戒避難基準の高度化に関する検討、砂防堰堤の効果判定に関する検討を行う必要があるが、土砂流出に関わる事象を捉えているのは平成18年7月豪雨時のみであり、今後も継続した観測を実施し、データを蓄積していく必要がある。

広島西部山系における現地発生土砂の積極的活用について

中国地方整備局太田川河川事務所

1 はじめに

広島西部山系砂防の対象地域は、山裾まで宅地化が進み人口や資産が集中しているとともに、山陽自動車道等の主要な交通網が横断しているなど、社会経済的に重要な地域である一方、脆弱なマサ土と呼ばれる砂質土に覆われていることなどから、過去から土砂災害が多発している地域である。

砂防施設の構築にあたってコスト削減はもとより、山裾まで宅地化が進んでいることから、少しでも工事用車両の出入りを減らすなど合理化施工が必要である。このためには現地発生土砂を有効活用することが求められるが、施設規模が大きくないこと、仮設ヤードや土砂の仮置き場を確保しにくいことなどから、従来のような砂防ソイルセメント（INSEM 工法及び ISM 工法）の構築方法によることが困難であると考えられる現場が多い。

このようなことから比較的狭い仮設ヤードであっても、より容易に砂防ソイルセメントが構築できる合理化施工を目指して検討及び試験施工を行った。以下にその結果を報告する。

2 砂防ソイルセメントの試験施工結果

砂防ソイルセメント（INSEM 工法, ISM 工法）の適用にあたり上記のような施工条件を踏まえ、課題を抽出し、同工法の適用方針等について検討した。

2.1 INSEM 工法

INSEM 工法における効率的な施工方法、品質管理方法を決定するために、工期やコストに影響を及ぼす以下の項目について試験を行った。

(1) 練混ぜ時間が強度に及ぼす影響の確認

【試験条件】

攪拌・混合用アタッチメント：通常バケット，スケルトンバケット

攪拌・混合時間：1分/m³，2分/m³，3分/m³

【試験結果】

- ・目視では、スケルトンバケットの方が極め細やかな練混ぜができることが確認され、通常バケットよりも大きな圧縮強度が期待されたが、実際は大きな強度の差はみられなかった。（図-1）
- ・2分/m³以上の練混ぜを行わなければ発現強度を期待できない。

(2) 転圧回数，転圧層厚が強度に及ぼす影響の確認

【試験条件】

転圧層厚：30cm，40cm，50cm

転圧回数：8回（有4,6），10回（有6）

【試験結果】

- ・コアの様子から、30cmは緻密であるのに対して40cm，50cmのコアは下部に空隙が見られ、十分な転圧が行われていないと判断できる。（写真1）
- ・圧縮強度試験結果は全て目標強度（3N/mm²）以上の値が得

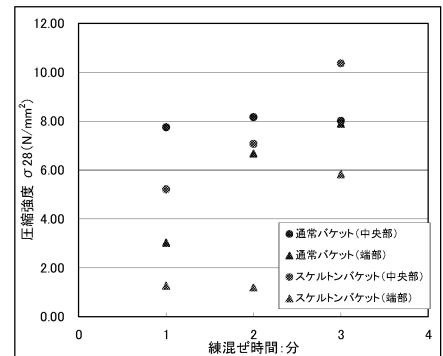


図-1 アタッチメントの相違による圧縮試験結果

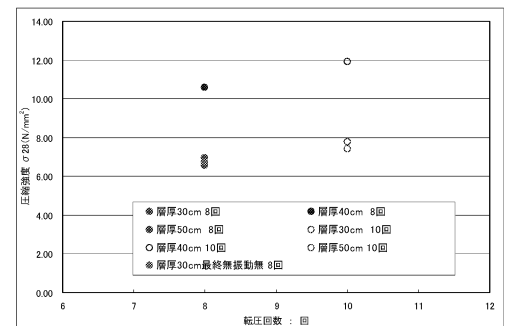


図-2 転圧回数・厚さによる圧縮試験結果

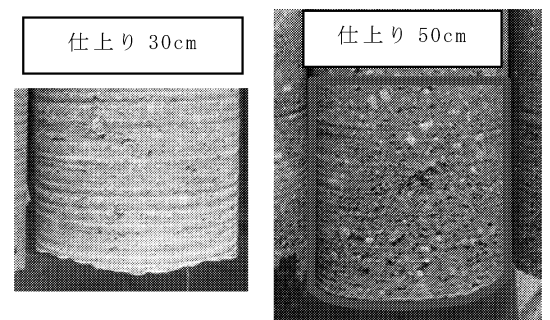


写真1 コア写真

られている。(図-2)

(3) 含水比が施工性や強度に及ぼす影響の確認

- ・含水比が 16%を超えた場合、振動ローラの走行に支障をきたすことがわかった。
- ・コアの様子から含水比の差による明瞭に見られない。
- ・圧縮強度試験の結果、全てのケースで目標強度は確保される。

(4) 打継目処理方法がせん断強度に及ぼす影響の確認

【試験条件】

打継ぎ目処理方法：清掃・散水，モルタル敷均し，セメント散布

【試験結果】

せん断破壊点におけるせん断応力と垂直応力より、せん断強度の大きさは、モルタル敷均し>セメント散布>清掃・散水の順となり、処理方法のレベルが上がるにつれてせん断強度が大きくなる結果が得られた。(表-1)

2.2 ISM 工法

広島西部山系砂防の施工条件により適合すると考えられるセメントミルク製造用プラントを用いない方法、具体的には混合コンテナを使って粉体セメントと土砂及び水を攪拌して ISM を製造する方法によって現地試験施工を実施した。

【試験条件】

攪拌・混合用アタッチメント：通常バケット，スケルトンバケット，ツインヘッダー

攪拌・混合時間：1分/m³，2分/m³，3分/m³

【試験施工結果】

- ・練り混ぜ1時間経過後の状態をみると、ツインヘッダーは、ブリーディングが生じていないが、スケルトンバケットはブリーディングが生じていた。(写真-2)
- ・ツインヘッダーは、攪拌混合時間による顕著な変化が認められなかった。また、他の方法と比較して最も高い圧縮強度が得られた。(図-4)

3 おわりに

管内の砂防施設は比較的規模が大きいことから、構造物内部で建設機械が作業をする必要のない ISM 工法の積極的活用が望まれる。但し、ISM はスラリー状であるので攪拌後の運搬方法(ポンプ打設等)等について今後、検討が必要である。

【参考文献】

現位置攪拌混合固化工法 (ISM 工法) 設計・施工マニュアル 第1回改訂版, 平成19年3月

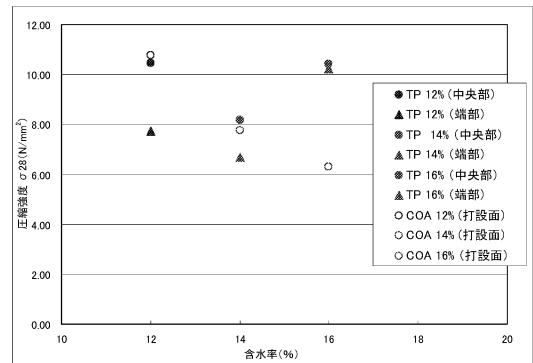


図-3 含水比の相違による圧縮試験結果

表-1 せん断試験結果

| ケース名 | 摩擦係数 (内部摩擦角) | 純せん断強度 (KN/m ²) |
|---------|-----------------|--------------------------------|
| 清掃・散水 | 1.851 (61) | 218 |
| モルタル敷均し | 1.729 (60) | 511 |
| セメント散布 | 1.320 (53) | 815 |

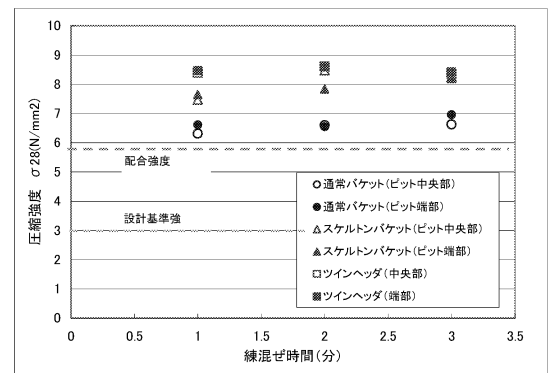


図-4 アタッチメントの相違による圧縮試験結果

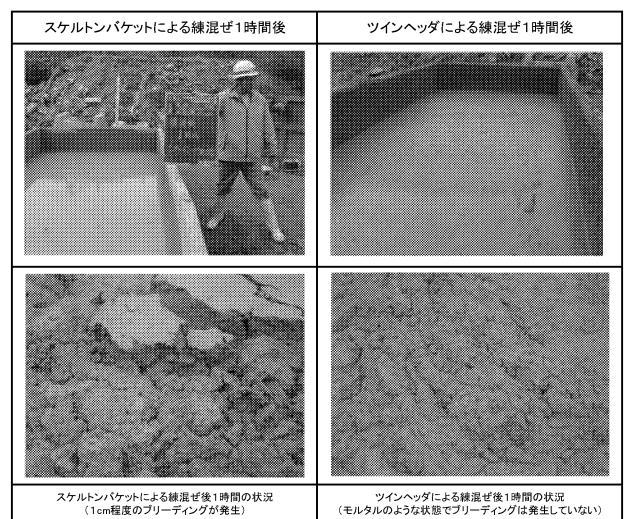


写真-2 ブリーディング状況

大規模崩壊地を有する流域における

土砂動態モニタリング手法の検討

四国地方整備局 四国山地砂防事務所

1. 目的

大規模崩壊地を抱える早明浦ダム上流域を対象として、現地観測データおよび衛星リモートセンシングデータを用い、濁度物質を含めた土砂の生産と流出機構の解明とそのモニタリングシステムを構築および植生進入に伴う土砂生産の変化を把握することを目的として研究を実施する。

2. 対象流域の概要

対象地は、高知県大川村の吉野川上流域の朝谷川流域に位置する。朝谷川流域は、流域面積 7.11km² であり、標高差が 500 m 程度の中起伏地に属する、急峻な地形となっている。

地質は、三波川変成岩類に属し、石英変岩・緑色変岩・黒色変岩が多くみられる。

表-1 流域の概要

| | D 流域 | F 流域 |
|-------------------------|-------------------------|----------------|
| 流域面積 (km ²) | 0.028 (崩壊地: 0.00304) | 0.15 |
| 標高 | | |
| 最高標高 (m) | 1090 | 1210 |
| 最低標高 (m) | 870 | 800 |
| 流域内比高差 (m) | 220 | 410 |
| 主流路長 (m) | 260 | 900 |
| 主流路の方向 | 東 | 東 |
| 山腹斜面の向き | 北東主体 | 北東主体 |
| 斜面の形状 | 開析斜面 ～開析急斜面 | 開析斜面 ～開析急斜面 |
| 基盤地質 | 黒色片岩 主体 | 黒色片岩 主体 |
| 崩壊地の有無 | 有 | D流域に崩壊有 |

3. 対象流域の設定

対象流域は、朝谷流域にある D, F 溪流 (図-1) を対象溪流とした。概要を (表-1) に示す。

4. 観測体制の概要

平成 17 年 8 月より、雨量計を朝谷第2堰堤、B溪流、尾根部の3箇所に設置し、パーシャルリユームを崩壊地の存在する D 溪流、崩壊地のほとんど存在しないB溪流及びE溪流の 3 箇所、濁度計をB, Dのパーシャルリユーム箇所及びD溪流及びE溪流の合流部に当たるF溪流の 3 箇所に設置した。その後、18 年度に観測精度向上のためB, D, F溪流へ雨量計を3箇所、F溪流へパーシャルリユームを 1 箇所、19 年度に朝谷第2堰堤上流に濁度計を2基追加し観測を行った(図-1)。

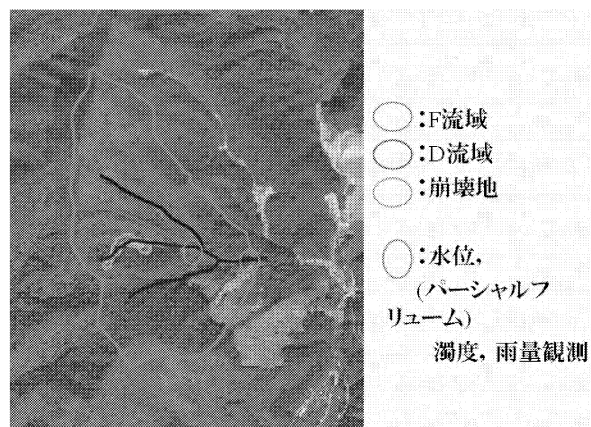


図-1 観測体制の概要

5. 解析結果と考察

濁水観測の既設置機器によるデータ取得は平成 19 年 6 月から 9 月に実施されたが、これまでの観測結果から比流量と濁度との明瞭な関係は認められない。また、パーシャルリユームの水位がマイナスになることも多々あり、降雨との対応がつかない。また、ウォシュロード量は比流量との関係が認められるが、大規模な崩壊地を抱えた D 溪流のウォシュロード量が F 溪流のウォシュロード量より小さく観測されており、このような関係は理論的には納得しがたいものである。

大規模崩壊の予測において、今回開発した物理水文モデルにより、基岩内部の浸透現象、地下水位の増減の計算が可能となったが、実際の基岩層内地下水位の再現精度に関しては課題が残されている。

本モデルによる計算水位は、実測水位よりも鋭敏な反応を示し、再現精度は高くない (図-2、図-3)。主な原因として、基岩の割れ目の影響が考慮されていないこと、三次元の浸透現象を二次元モデルで解析していることが考えられる。

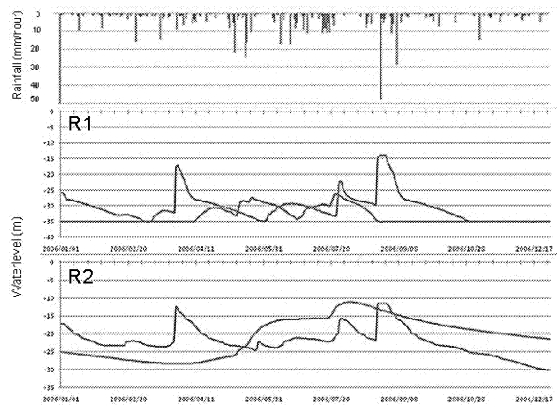


図-2 入力ハイトグラフとボーリング孔の実測値と計算値

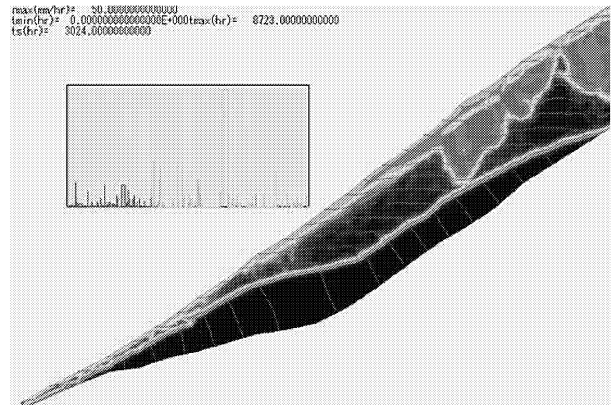


図-3 シミュレーション結果

SPOT、ASTER 画像を用いて急傾斜崩壊の分光反射特性を計測した結果、斜面勾配を組み合わせることで、森林・植生系・水域・裸地系土地被覆の相互において区別が可能であることが判明した。土地被覆分類と斜面勾配を組み合わせた崩壊地の抽出手順を図-4、崩壊可能性マップを図-5 に示す。

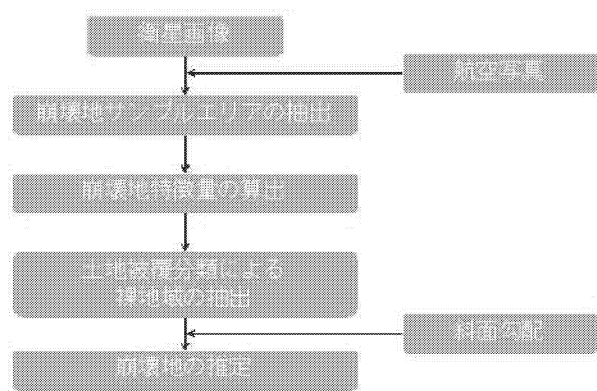


図-4 土地被覆分類と斜面勾配を組み合わせた崩壊地の抽出手順

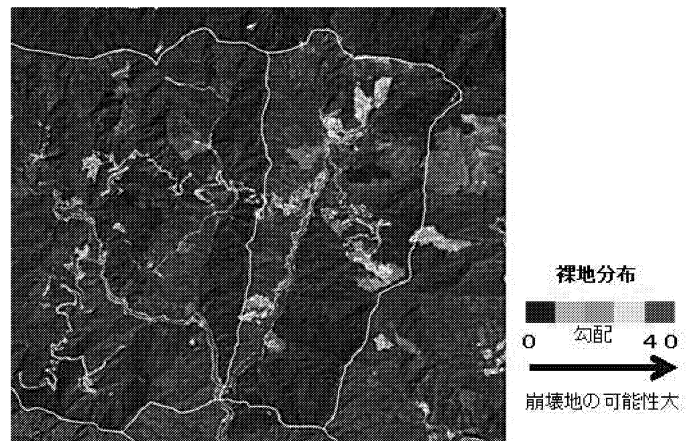


図-5 崩壊可能性マップ

6. 今後の課題と検討

大規模崩壊地からの濁度物質生産と流出機構については、観測データにおいて降雨ピークと濁度・流量・ウォッシュロード量ピークの時間差が確認されることから、現在の観測データの精度があまり良くないと考えられる。その原因解明が必要であり、流域の規模を変えて観測するために、新たな観測機器を12月末に朝谷川第2堰堤付近に設置した。そこから得られるデータにより既設置機器のデータの精度を検証する必要がある。

基岩層内の雨水流動過程については、物理水文モデルによって、基岩内部の浸透現象、地下水位の増減の計算が良好に行えることが示されたが、実際の基岩層内地下水位の再現精度に関しては課題が残されており、モデルの改良、基岩水分特性データの収集が必要である。また、大規模崩壊の予測においては、基岩内部の深層地下水の形成、流動過程の解析が不可欠であることから、今後、朝谷川流域を対象とした調査ボーリングを実施し、本モデルを用いた解析を行っていくことが重要である。

大規模崩壊地の変化に関する衛星リモートセンシング技術の適用については、今回検討した手法を実際に現地で検証し、改良を加えていくとともに、現地調査を踏まえた崩壊地抽出手法を確立し、早明浦上流域の崩壊地の変遷調査を行うこと、SAR (ALOS 画像) の利用可能性 (朝谷川流域を用いた SAR 画像と崩壊地との関連調査) の検討を行う必要がある。

砂防えん堤堆砂量調査業務

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、近年見られる集中豪雨により土砂災害や山腹崩壊が度々引き起こされてきた。これらの直接的な土砂災害及び下流河川の河床上昇に伴う洪水災害を防止するためには、流域内における土砂移動現象（生産・流出・堆砂）の時間的な連続性、量と質、近年の降雨現象との関連性を把握し、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計画の再整理を行うため、河床変動調査により近年の土砂移動現象の実態を把握し、近年の降雨現象を踏まえた流域内の総合的な土砂収支の検討を行うものである。

2. 調査方法

川辺川本川(28/200～48/200)の定期横断測量を200m間隔に実施し、既往（平成12年）と今回（平成19年）の横断図を重ねることで、近年の土砂の流出量及び堆砂量を算出した。

また、川辺川本川(28/200～48/200)と砂防えん堤上下流（朴木砂防えん堤、樅木砂防えん堤）において河床材料調査を実施し、各地点の粒度分布の把握を行った。

3. 調査結果

1) 川辺川上流域における近年の降雨現象の傾向

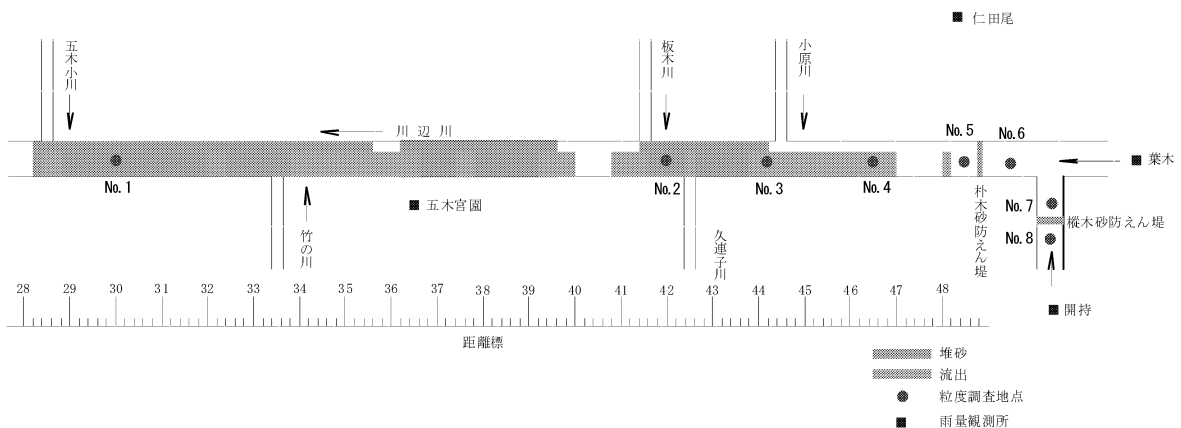
川辺川上流域における近年の年降水量は、H12年からH19年にかけて約500mm程度多くなっており、また平成12年から平成15年までは大きな出水（五木宮園観測所：約200m³/s）はないが、平成16年から19年にかけては大きな出水（上記観測所：約1,300m³/s）が発生している。

これらより川辺川上流域においては、年降水量の増加そして集中豪雨による短時間での降雨量の増加が、近年の降雨現象の特徴として挙げられる。

2) 土砂の流出・堆砂量

川辺川(28/200～48/200)における近年の堆砂量は合計約68万m³、流出量は合計約44万m³であった。流出は上流域（44/000～48/200）から中流域（33/800～36/400）にかけて顕著にみられ、堆砂は中流域（36/400～39/800）から下流域（28/400～33/800）に多く見られる結果となった。（図-1）

図-1 調査結果概要図



3) 縦断特性から見た土砂移動現象の傾向

川辺川本川における土砂の流出・堆砂の縦断図を見ると、36/400（五木宮園観測所）を境に上流に大量の堆積（約30万 m^3 ）、下流側に流出（約29万 m^3 ）が確認できた。更に、36/400～39/800付近に堆積した約30万 m^3 の土砂は、その上流域の流出土砂が9万 m^3 と少ないことから、調査外本川（50/000以上の上流）と支川の板木川、久連子川、小原川の流出土砂が合流したものと推測できる。

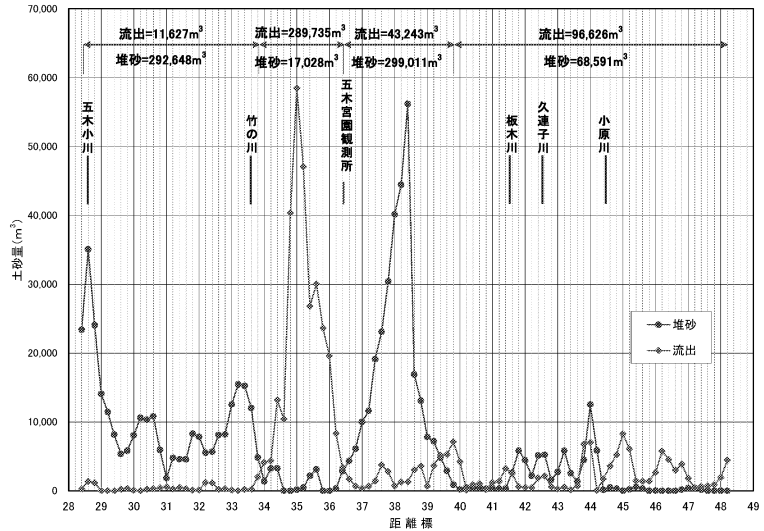


図-2 川辺川における土砂の流出・堆砂量の縦断図

4) 川辺川河床材料調査結果

今回の調査範囲において最大粒径は70～190mm程度あり、粒度分布は礫分(粒径2mm～75mm)が65%～95%、砂分(粒径0.075mm～2mm)が5%～33%、石分(粒径75mm以上)が3%～27%を占めており、全体的に礫の分布が大きい結果となった。

地点別に見ると、桂橋付近 (No.4)～小原川合流点下流 (No.3) 区間において石分が22%～27%と多く、この区間の上下流においては石分が3%～7%と小さい。また、流出・堆砂量を見てみると、小原川合流点下流 (No.3) では堆砂量の方が大きく、桂橋付近 (No.4) では流出量の方が大きい。

以上より、小原川から粒径の大きい土砂の流出が顕著であることが推測できる。

5) 砂防えん堤河床材料調査結果

朴木及び樺木砂防えん堤の直上下流の堆積土砂の粒度分布を比較すると、石分、礫分は上流が多く、砂分は下流の方が多いとの傾向が双方に見られた。これは、洪水時に粒径の小さな砂分が水抜き穴から流出したり、上澄みとして水通し部から流出し、比較的大きな粒径は上流に残ったと考えられる。

4. おわりに

今回の調査結果では、近年にかけて川辺川流域本川(28/200～48/200)への大量の土砂流入が確認され、これは川辺川流域本川（50/000以上の上流）や板木川、久連子川、小原川等の支川からの土砂流出が原因であると推測できた。さらに、各支川からの本川への流入土砂の粒度分布は支川によって大きく異なることが確認できた。

今後は、各支川から本川への土砂流入量さらに近年の出水による山腹崩壊箇所における土砂移動現象（生産・流出）の実態を把握することで、近年の降雨現象を踏まえた流域内の総合的な土砂収支の検討を行っていく。

高崎川水系砂防計画検討業務

九州地方整備局 宮崎河川国道事務所

1. 調査の目的

大淀川水系高崎川流域は、土砂生産が盛んな大幡、矢岳、高千穂川を抱え、ひとたび土砂災害が発生したら、大量の土砂が一気に大淀川へ流入する。大量の土砂が流入した大淀川では河道閉塞を引き起こし浸水被害といった二次、三次災害とその被害は連鎖的に拡大し、大きな被害をもたらすことが想像できる。高崎川水系において洪水時の土砂掃流量を解析モデルにより予測することは、今後の砂防計画を策定する上で、経済的、効果的な対策を可能にする。そこで、今回は平成12～19年までに観測によって求められた流量-流砂量の関係式と構築した高崎川の洪水時における河床変動を考慮した土砂掃流量のモデルを比較検討するものである。

2. 調査対象の概要と過去の観測データ

観測は、高千穂川の下川原橋から花堂橋の間において行い、それぞれ粒度分析、濁度、SS濃度を測定した。観測結果より、高千穂川の水位と流量の関係は、 $Q = 28.185 \times (H - 0.034)^2$ となる。これらの観測データを元に、高千穂川における流量-浮遊砂量の関係は両対数グラフで図-2の様に表される。これより求められる式は

$$Q_s = 4.15 \times 10^{-6} \times Q^2 \quad (1)$$

となる。これを高千穂川花堂橋付近における流砂量式とする。建設省河川砂防技術基準(案)による、全国の河川における実測浮遊砂量と流量の関係からみると、全国的な平均地としては、 $Q_s = (4 \times 10^{-8} \sim 6 \times 10^{-6}) Q^2$ 程度である。高崎川の上記の式は、全国平均地に近い値となっている。

3. モデルの構築(高崎川への適用)

本モデルは土砂の掃流量を①、②断面からの流入量、浮遊砂量を地面への閃光・剥離と考え、一次元の土砂流出モデルとし、 Manning則と土砂の連続方程式を解くことによって求めることとした。

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \quad \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{1}{(1-\lambda)B} \cdot \frac{\partial(Q_v)}{\partial x} = 0 \quad \text{ここに、}$$

Q : 流量, A : 断面積, v : 流速, n : Manningの粗度係数, I : エネルギー勾配, λ : 河床の空隙率, Q_v : 流砂量, B : 河幅

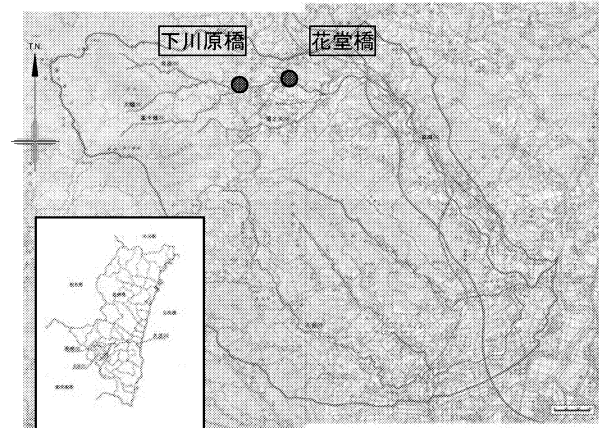


図-1 高崎川流域図

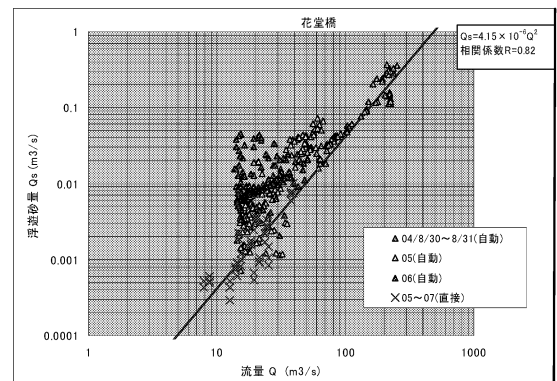


図-2 花堂橋流量-浮遊砂量

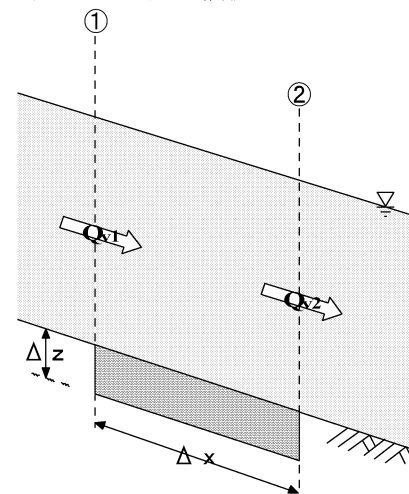


図-3 土砂流出モデル

用いる掃流砂、浮遊砂量式は下記の通りとする。

<掃流砂量式>

$$\Phi = 12\tau_*^{3/2} \left(1 - 0.85 \frac{\tau_{*C}}{\tau_*} \right) \left(1 - 0.92 \frac{u_{*C}}{u_*} \right)$$

ここに、 $\Phi = q_B / \sqrt{(\sigma/\rho - 1)gd^3}$: q_B : 単位幅掃流砂量, σ : 砂礫の密度, ρ : 水の密度,
 $I = \tan \theta$: 河床勾配 θ : 河床勾配, τ_* : 無次元掃流力, τ_{*C} : 無次元限界掃流力,
 u_{*C} : 限界摩擦速度

4. 調査結果

一次元河床変動計算モデルでの境界条件として19年7月11日に行った観測時での洪水実績流量と浮遊砂量を与え、花堂橋地点において(1)で提案した流砂量式から得られた浮遊砂量の比較を行った。

花堂橋地点での計算結果を図-4に示す。その結果、現在のモデルにおいて、実測結果と解析結果はかなり整合性がとれており、このモデルの妥当性が検証された。

さらに、上記の解析モデルを用いて、平成10年の河床高を初期条件として、過去6年間に発生した洪水流を与え、平成16年の定期縦横断測量による河床高と、解析によって得られた河床高との比較を行った。その結果を図-5に示す。

河床高について現モデルの計算結果は、概ね現地盤線の再現はできているが、一部再現できていない区間もみられる。この理由として、現在採用している掃流量式や、大きな土石による洗堀、堆積があげられる。

5. まとめ

今回の解析により、土砂の掃流砂量及び浮遊砂量のモデル化が可能となった。今後は、掃流砂観測データを積み上げ、現在採用している掃流砂量式を補正し、モデルに反映させる必要がある。

<浮遊砂量式>

$$\frac{q_S}{q \cdot \Delta F(w_o)} = c_B \left[\left(1 + \frac{1}{k} \frac{n\sqrt{g}}{h^{1/6}} \right) \Lambda_1 + \frac{1}{k} \frac{n\sqrt{g}}{h^{1/6}} \Lambda_2 \right]$$

ただし、

$$\Lambda_1 = \left(\frac{a}{h-a} \right)^Z \int_{a/h}^1 \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right)^Z d\eta$$

$$\Lambda_2 = \left(\frac{a}{h-a} \right)^Z \int_{a/h}^1 \ln \eta \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right)^Z d\eta$$

$$Z = w_o / 1.2ku_*$$

ここに、 q_S : 単位幅浮遊砂量, q : 単位幅流量 c_B : 基準点濃度, n : マニングの粗度係数, k : カルマン定数, h : 水深, $\Delta F(w_o)$: 河床において沈降速度 w_o の粒子の占める割合

なお、 c_B : 基準点濃度の下限値は 0.036 とした。

$c_B = 0.025 [g(\xi_o) / \xi_o - G(\xi_o)]$ ただし、

$$g(\xi_o) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\xi_o^2\right)$$

$$G(\xi_o) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\xi_o}^{\infty} \exp\left(-\frac{1}{2}\xi^2\right) d\xi \quad \xi_o = \frac{w_o}{0.75u_{*e}}$$

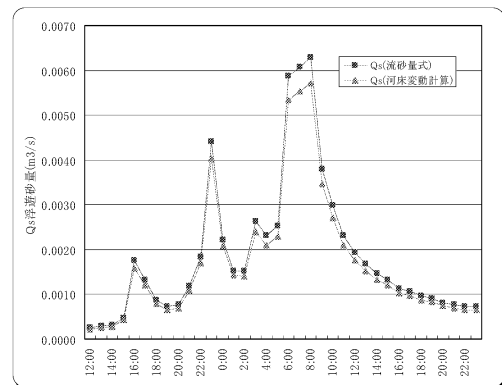


図-4 花堂橋のQsの再現結果

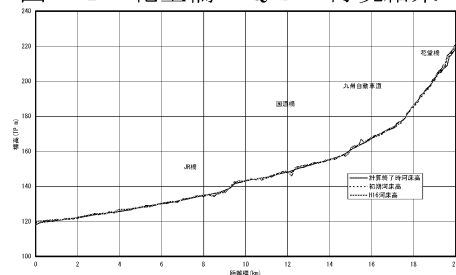


図-5 花堂橋のQsの検証計算結果

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. はじめに

桜島では、現在発生している断続的な噴火だけでなく、大正・文明・安永・昭和噴火など大規模な噴火も発生している。近年、火山噴火に対する緊急時の対応や火山活動の長期化による影響を踏まえて、大規模な噴火も想定し広域的な連携も考慮した各種対策や対応及び緊急減災火山砂防基本計画ガイドラインに基づいた噴火対応火山砂防計画を検討した。

2. 検討内容

2.1 桜島噴火に対応した総合的な防災対策の検討

平成18年度に作成した噴火対応ドリルに基づき、円滑かつ迅速な防災行動を実現するために必要となる情報共有の方策について、噴火対応時に関係機関で共有が必要となる情報の整理、関係機関における情報取得・伝達に関する現状の把握、各自治体及び関係機関における情報共有を実現するためのネットワーク構築とシステム構築の必要性を検討した。また、現実的で早期実現可能な情報共有手段として図-1のように「WEBによる情報共有システム」を提示した。また、現状の地域防災計画の避難計画において、避難時間の試算及び最短距離での島外避難の検討を行い噴火対応ドリル上の課題について今後の地域防災計画書策定に対応すべき事項及び記載内容について整理・検討を行った。

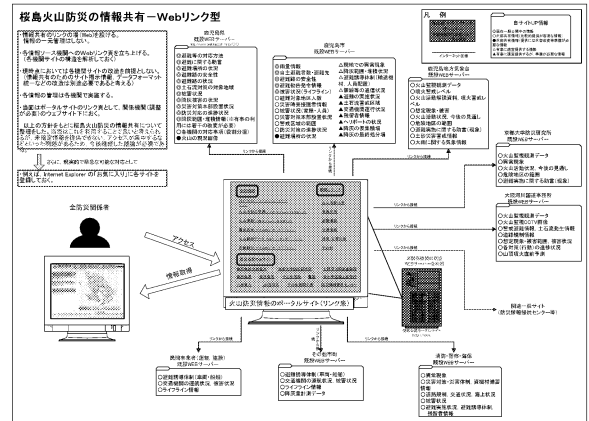


図-1 「WEBによる情報共有システム」イメージ図

また、現状の地域防災計画の避難計画において、避難時間の試算及び最短距離での島外避難の検討を行い噴火対応ドリル上の課題について今後の地域防災計画書策定に対応すべき事項及び記載内容について整理・検討を行った。

2.2 火山防災啓発手法の検討

周知啓発の実施状況を整理した結果、島外住民への周知をおこなうため戦略的な防災啓発や広域的な影響に対する防災啓発を行う必要があるため周知啓発方針の見直しを行った。周知すべき情報は前兆期以降リアルタイムで必要になる情報については情報共有を図るが当面は平常時の周知啓発を対象として、ハンドブックなどの捕捉資料の配付、火山防災マップ広域版の公表、地方自治体の広報誌やホームページへの掲載、マスメディアの活用、最低限の情報として掲示板や観光ガイドブックへの防災情報の掲載や観光施設を活用した観光客への防災情報の提供が必要であると図-2に示すように検討を行った。

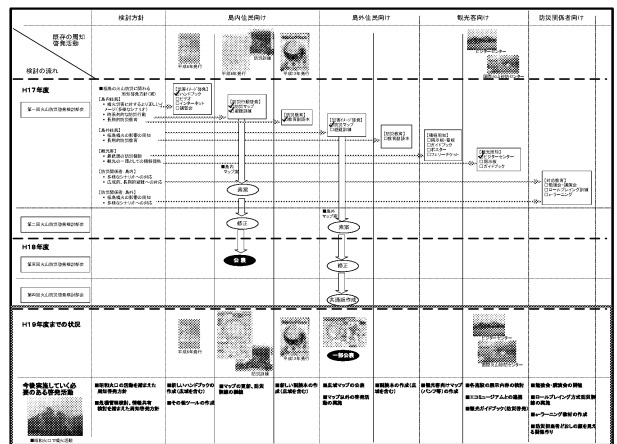


図-2 「対象毎の火山防災啓発手法の流れ」

2. 3. 桜島噴火対応火山砂防計画の検討

基本対策の実施場所や処理方針案を設定するため、桜島島内の自然特性や社会特性及び緊急減災対策計画ガイドラインを参考に減災に向けた対策方針の検討を行った。ハード対策の基本対策の対象とする現象は主に溶岩流と土石流であるが、後者は降雨対応計画で対応できるため前者について検討した。

また、対策方針として導流堤による整備を図-3のように設定した。基本対策整備の進捗状況に応じ限られた時間の中で効率よく対策を実施するため桜島島内の保全対象を分類し重要度を加味しエリアを作った。基本対策の途中で大規模噴火が発生する可能性も十分に考えられるため応急的に減災対策に取り組めるように図-4のように優先度と施工可能性を考慮した整備方針案を作成した。

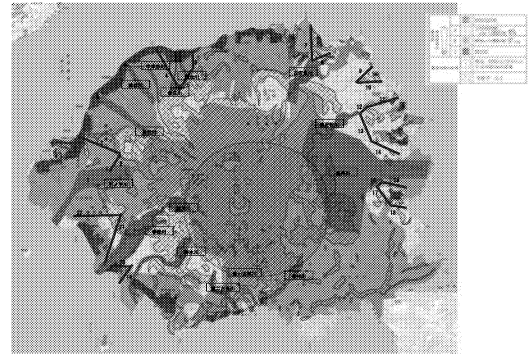


図-3 「溶岩流基本対策整備図」

| | | 保全対象の区分 | | | | |
|---------|----------|---------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | A | | B | | C |
| | | ブロック1 | ブロック3 | ブロック4 | ブロック2 | ブロック5 |
| 総合評価 | 位置 | A | B | B | B | B |
| | 優先性 | A | B | B | B | B |
| 評価 | 整備可能性 | B | A | C | C | C |
| | 完全保護 | | 完全保護策 図イメージ | 完全保護策 図イメージ | 完全保護策 図イメージ | 完全保護策 図イメージ |
| 保全する度合い | 軽減 | | 軽減対策策 図イメージ | 軽減対策策 図イメージ | 軽減対策策 図イメージ | 軽減対策策 図イメージ |
| | 緊急対策準備のみ | | 緊急対策準備 図イメージ | 緊急対策準備 図イメージ | 緊急対策準備 図イメージ | 緊急対策準備 図イメージ |

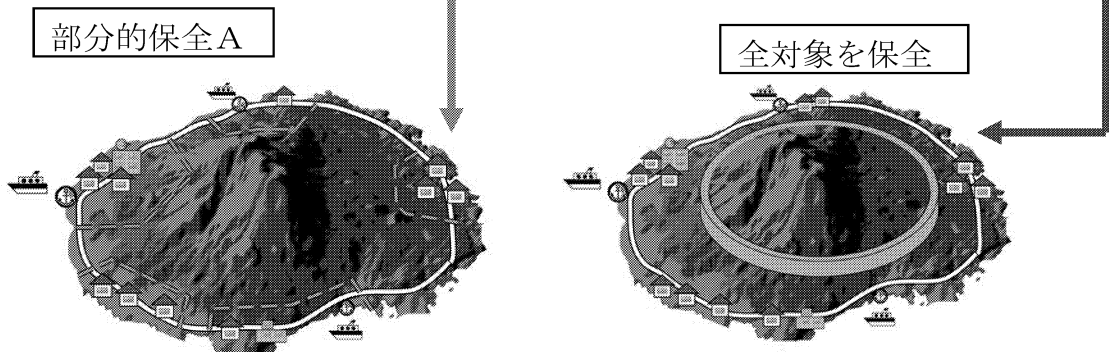


図-4 「保全対象の整備イメージ」

3. まとめ

平成19年度は、昨年度までに検討した噴火災害シナリオと行政向け災害予想区域図集を活用して火山防災対策の実施方法を整理し広域を含めた周知啓発方針の検討や噴火災害軽減に向けた危機管理面からの防災関係機関の行動整理について検討し成果を得た。

4. 今後の検討

噴火対応計画として、基本対策及び緊急減災対策の処理方針案を検討したが桜島は緊急対策の実施期間が噴火前兆から噴火警戒レベル3までとなるので、砂防施設の効果量は限定されるなど、基本対策向上のための一定の効果の発現が必要になる。また、火山噴火緊急減災対策検討に基づいて桜島噴火対応火山砂防計画を検討することが肝要となる。また、総合的防災対策として地域防災計画書の改訂及び情報共有化に関して関係機関のHPをリンクするなどの具体化方策の協議が必要である。火山防災啓発については観光客への情報提供や防災関係者の教育が不十分であるので各機関の対応が望まれる。

雲仙普賢岳植生回復全体計画構築検討業務

九州地方整備局 雲仙復興事務所

1. はじめに

平成2年から始まった雲仙普賢岳の噴火活動は、山麓の森林約1,600haを焼失させた。平成7年に噴火活動はほぼ停止し、荒廃地の自然緑化が進みつつあるものの、山麓には依然として約1億7千万m³もの火砕流堆積が存在し、上流域ではガリーが発達するなど、火山噴火による影響は未だに残っている。本業務は、植生遷移の阻害状況を面的に捉え、砂防事業による植生回復の位置づけを明確にし、植生の管理方針を定める植生回復全体計画を作成することで、植生遷移を助長し、雲仙普賢岳を安全でみどり豊かな空間に回復することを目的とした。

2. 検討内容

2. 1. 植生の現況

水無川及び中尾川の砂防指定地内上流部について、空中写真判読、植生群落組成調査を行い、現存植生図（図-1）を作成した。

植生遷移の初期にあたるイタドリ-ススキ群落（図中小麦色）が水無川・おしが谷合流部一体を占有しているなど、噴火堆積物が多い地区で植生回復の遅れが見られた。また、クズ（図中桃色）、竹林（図中紫色）、オオバクサといった遷移の阻害要因となる植生の生育範囲を把握した。

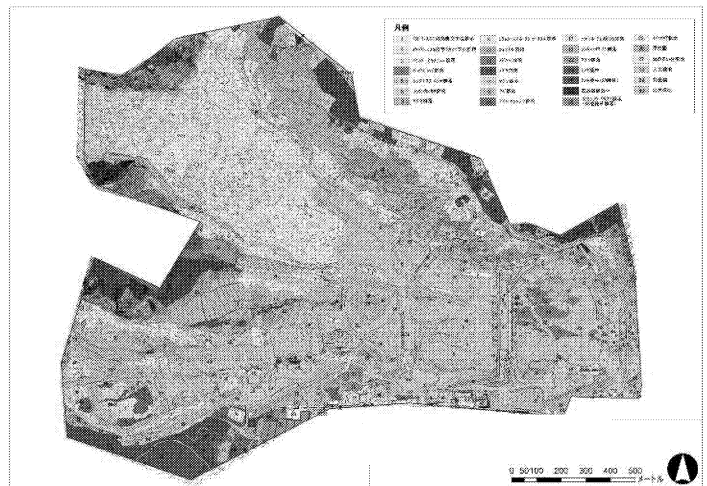


図-1 「現存植生図（水無川）」

2. 2. 植生回復の経年変化

火砕流や土石流が沈静化した頃の空中写真（平成5年9月撮影）と現存植生図を比較することで、植生の回復状況を面積で比較したものが図-2である。

水無川上流域は火砕流等により、植生の多くが焼損し、無植生化したが、本調査により無植生地の減少が確認された。これは水無川本流とおしが谷の合流部でみられるように、無植生地の多くが疎生草地にまで自然回復したためである。

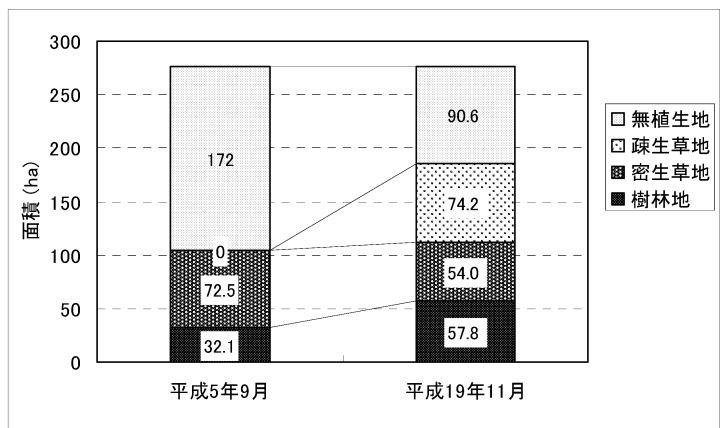


図-2 「植生区分の面積変化（水無川）」

2. 3. 植生回復試験施工の検討

植生回復において抽出された課題と砂防施設計画との位置関係を考慮し、植生回復に資する砂防事業による対象区域を検討した。植生回復試験施工地の選定位置が図-3である。

植生遷移の遅れが目立つ水無川・おしが谷合流部一体は、今後砂防施設の設置計画もあることから、自然遷移の観察区間として手を加えないものとした。一方、クズや竹林の侵入が目立つエリアから水無川で3箇所、中尾川で2箇所の計5箇所を選定し、植生回復試験施工地としてとりあげた。

各エリアでは、「警戒区域」、「噴火堆積物による自然回復の困難さ」、「視認性の高さ」等を考慮した上で自然回復手法を検討した。この際、必要に応じ図-4に示すような計画図を作成するとともに、無人化施工、民間参加の可能性、工程計画等を検討した。

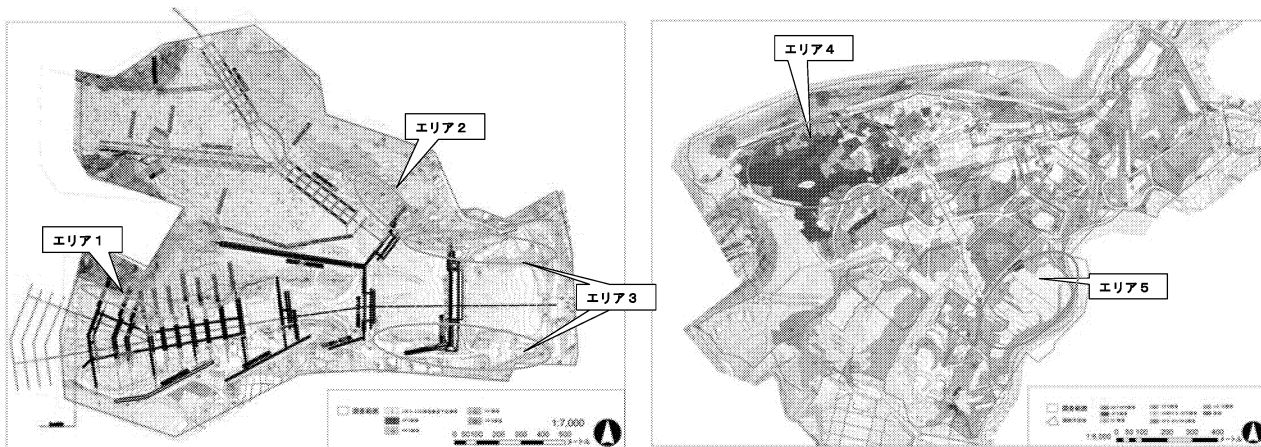


図-3 「植生回復試験施工地の選定位置図（左：水無川 右：中尾川）」

3. 今後の検討

3. 1. 砂防事業による植生回復試験施工と維持管理モニタリングの実施

植生回復試験施工区において試験施工を実施し、維持管理モニタリングを継続的に行うことで、雲仙普賢岳の山麓に適した維持管理手法を見つけ出す必要がある。

3. 2. 雲仙普賢岳みどりの連絡会の開催

現在の植生回復状況とその課題、国土交通省における取り組み等を環境省、林野庁、関係地方自治体に連絡し、場合によっては「雲仙普賢岳みどりの連絡会」を開催し、意見の交流を図る必要がある。

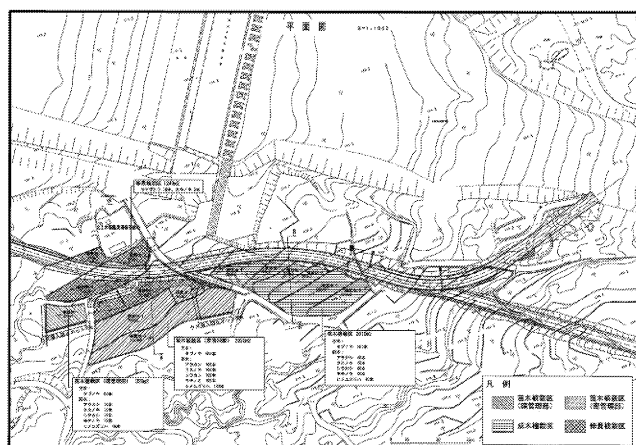


図-4 「試験施工地計画図（案）【農業研修所跡地周辺】」