

馬取川流域航空レーザー計測及び砂防施設配置計画検討業務（概要版）

1. 業務の目的

本業務は、堆積土砂量の動態把握や砂防基本計画において精度の高い施設配置計画を行うために必要な地形データについて、最新の航空レーザー計測により取得することで、施設配置計画原案としてとりまとめるとともに、情報処理システム（GIS）を利用し、わかりやすい砂防事業の説明資料の作成を支援する「施設整備優先順位検討システム」を構築するものである。

2. 業務範囲

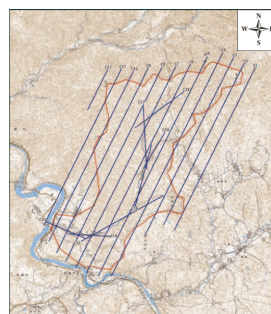
本業務の業務対象範囲は、馬取川流域（L=約 8.0km、S=約 16.3km²）とした。

3. 業務内容

3.1. 航空レーザー計測・図化

3.1.1 地形データ取得

航空レーザー計測システムを搭載した航空機にて計測を行い、対象地域地表面を計測した。なお、計測にあたっては、砂防施設計画及び土砂変動を考慮し、計測パラメータ及び計測コースを設定した。



計測コース図

3.1.2 平面図・縦横断面図の作成

(1) 平面図

航空レーザー計測と同時に撮影する航空デジタルカメラ画像を利用して、等高線を除く道路ならびに主要な施設（馬取川、道路、公共建物（公民館、砂防えん堤）の数値図化計測を行った。数値図化はPCによるデジタルステレオ図化機により数値図化と数値編集を実施し、成果データを3次元DMデータ形式として汎用性を確保した。

(2) 横断面図

横断面図は馬取川の砂防施設計画区間において、おおむね 50m ごとで 50 本作成した。なお、平成 15 年度に作成している馬取川の河川構造物測量成果を縦横断面図に反映させるものとし、横断杭については、携帯電話が通じる馬取川付近までは VRS 測量により、馬取川上流～荒沢～大出戸については GPS とトータルステーションによる多角測量により座標値を取得し国家座標系に関連させた。



測量手法の区分

3.2. 砂防施設計画検討

3.2.1 施設配置計画原案の検討

(1) 施設候補地の抽出

現地調査結果および航空レーザー計測結果等をもとに施設候補地を抽出した上で、施設効果、施設整備の実現性、土砂移動特性と保全対象の関係および自然環境等を考慮して、計画施設の適地の選定を行った。

(2) 施設重要性比較検討

前項までに検討した計画施設について、施設効果量、施設設置箇所の流域諸元、保全対象への影響等を施設設置の重要性を比較検討し、整備の優先順位を検討した。

3.2.2 施設整備優先順位検討システムの構築

施設配置計画結果、土砂流出危険度、現況整備率、保全対象等及び事業実施方針等を踏まえ、施設整備優先順位を効率良く把握することを目的としたデータベースシステムを構築した。

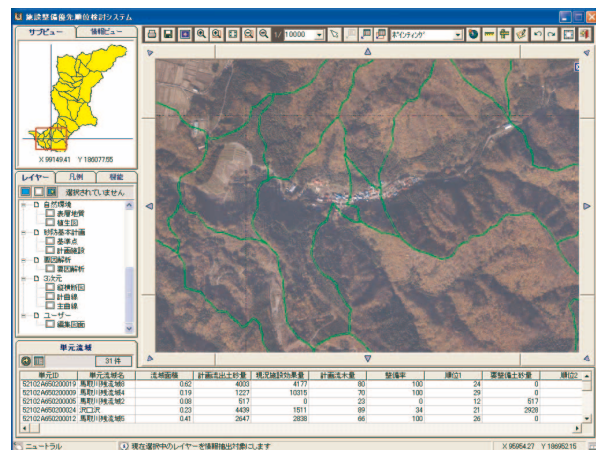
4. まとめと今後の課題

本業務の検討により得られた結果を以下にまとめ、今後の検討課題を示す。

4.1. まとめ

- 1) 施設施工優先順位設定に必要な崩壊発生ポテンシャル評価について、要因解析手法のひとつである「ロジットモデル」を使用し、対象流域において実施した。解析結果については、施設優先順位検討システムで閲覧可能となるようにとりまとめた。
- 2) 要因解析に必要な基礎データの作成時においても、本業務で取得したレーザー計測データを活用し、レーザー計測データを加工した地形メッシュデータの作成、オルソフォトより判読した植生区分データの作成を行った。

- 3) 施設施工優先順位検討システムについては地理情報システム（GIS）を利用したシステムとした。優先順位の設定の他に、砂防施設台帳・土石流危険渓流カルテ等の情報管理機能や、任意地点で縦横断面図を作成可能な機能を実装し、今後の砂防事業の推進を強力にバックアップ可能な、付加価値の高いシステムを構築した。



施設施工優先順位検討システム

4.2. 今後の課題

(1) 施設施工優先順位検討システムの課題

施設施工優先順位検討システムは、Geobase を基本 GIS ソフトとして利用している。このソフトはWEB 上で快適に動作する GIS として、豊富な実績がある。

本業務で構築したシステムをさらにWEB-GIS として発展させ、砂防指定地等の情報管理機能の拡充や、新規要望箇所ヒアリング資料作成支援等の事業計画支援機能を付加することで、さらに使いやすいシステムへの転換が必要である。

(2) 崩壊発生ポテンシャル評価の課題

本業務で実施したロジットモデルは、崩壊発生予測モデルとして発展が可能である。今後、降雨条件の変化に柔軟に対応可能な警戒避難体制の整備を行っていくためには、降雨条件を付加したロジットモデルを構築することが必要である。

掃流区域における流砂量モニタリング

(管内土砂移動モニタリング検討業務)

国土交通省北陸地方整備局湯沢砂防事務所

1. はじめに

合理的な砂防基本計画の立案をはじめ、流砂系の適正な土砂管理を実施していくためには、流域を移動する土砂の量、質を定量的に把握することが重要である。本報告は魚野川上流域において実施している掃流砂観測柵による直接的な計測方法と音響法（ハイドロフォン）による間接的な計測方法を用いた、掃流砂量の連続観測結果を報告するものである。

2. 観測地点の概要

流砂観測施設は、図-1 に示すように信濃川合流点から約 43km 上流の魚野川本川大野原橋付近に設置した。流域面積 97.6km²、河床勾配 1/42 の掃流区間である。万太郎谷（14.3 km²）を主な土砂生産源とし、魚野川上流域における新砂防計画や施設効果の基礎資料を得ることを目的として実施している。

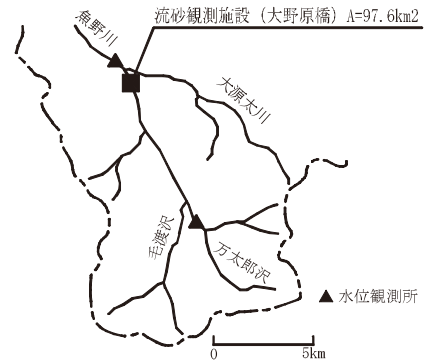


図-1 観測位置図

3. 流砂観測施設の概要

観測施設は図-2 に示すように掃流砂観測柵（底部にロードセルを設置）、ハイドロフォン（音響センサ）、水圧式水位計で構成され、上流から流れてくる河床近傍の移動土砂の衝突音をハイドロフォンで計測し、掃流砂観測柵で捕捉し土砂をひずみ値で計測し重量に変換する仕組みとなっている。

掃流砂観測柵のサイズは 2 m × 2 m × 1.5 m で、捕捉した土砂については、上・中・下層に分けて採取し、それぞれ重量測定および粒度分析を行う。ハイドロフォンは、プリアンプを倍率 10 倍を基準として、1016 倍、256 倍、64 倍、16 倍、4 倍、1 倍増幅の計 6 チャンネルで音の波形をパルスの回数として記録する。

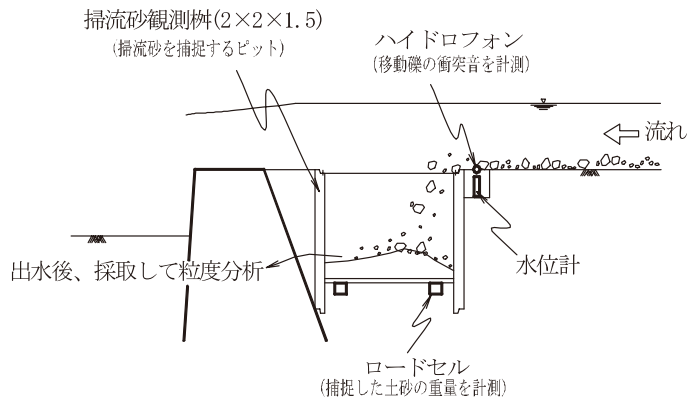


図-2 流砂観測施設

4. 観測結果

2004 年 8 月から観測を開始し、10 月末までの約 3 ヶ月間に、8/31、9/30、10/9、10/21 の計 4 回の出水を観測した。上記出水のうち、9 月 30 日出水時の観測結果を図-3 に示す。掃流砂観測柵による捕捉土砂量とハイドロフォンによるパルス数の時系列をみると、ひずみ値とパルス数の変化は、水位の変化に概ね連動している。なお、水位が急上昇する時点でひずみ値が一時的に低下している。表層の細粒土砂が観測柵から流出したものであると考えられる。

4.1 捕捉土砂量とパルス数の関係

ハイドロフォンの増幅 16 倍のパルス数と掃流砂観測柵によるひずみ値との関係を図-4 に示す。水位上昇に伴って 2 山目と 3 山目のパルス数とひずみ値との関係は相関係数 $R=0.90$ と相関が高い。一方、1 山目の波形は相関が低く、感度の低い増幅 1 倍のハイドロフォンチャンネルが反応していないことから、移動土砂は細かな粒径が支配的であったものと推定される。

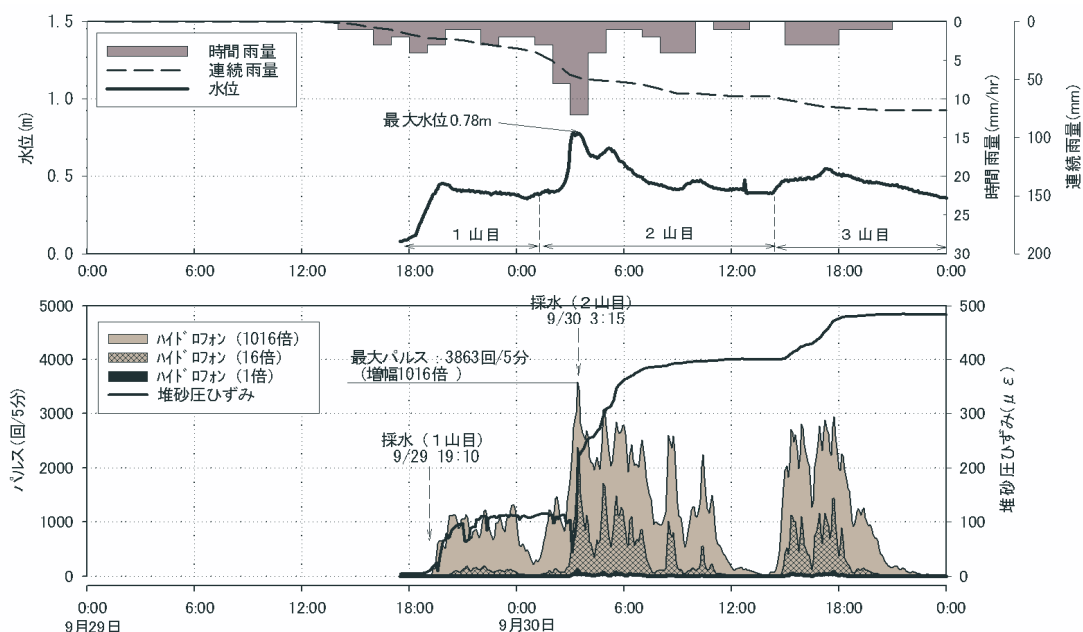


図-3 2004年9月30日出水における流砂観測結果

4.2 粒度分布

掃流砂観測柵の捕捉土砂、表層採水による浮遊砂及び生産源での土石流堆積物の粒度分布を図-5に示す。

1山目の浮遊砂は2山目に比べて細かく、これより移動土砂全体の礫径が小さく、ハイドロフォンで感知しにくかったことが予想される。一方、観測柵で捕捉した土砂は、浮遊砂に比べ2～3オーダー粗いものであり、生産源の残留土砂よりやや細かいものであった。

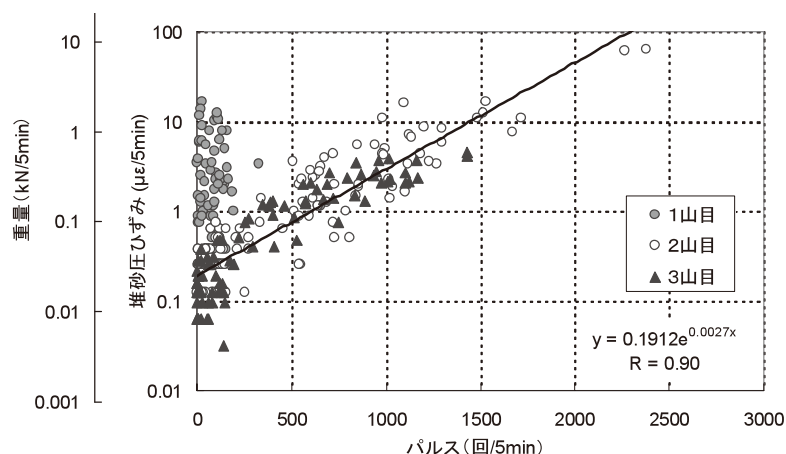


図-4 ひずみとパルスの関係

5. おわりに

本調査流域では、ハイドロフォンと掃流砂観測柵の組み合わせにより、流砂量観測が適用できることが把握できた。今後、データの蓄積を行い、流量規模別の移動礫径範囲と流砂量、融雪時期の移動礫径と掃流砂量及び連続的な浮遊砂量の観測を行って移動土砂量の把握を行っていきたい。

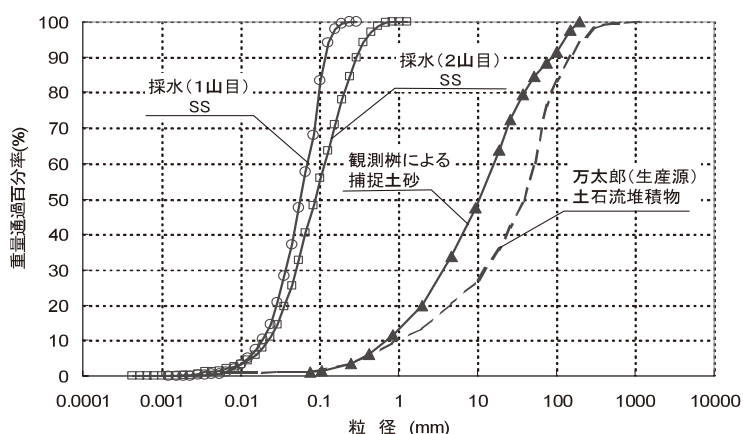


図-5 移動土砂の粒度分布

(参考文献)

- 水山・野中・野中 (1996) : 音響法 (ハイドロフォン) による流砂量の連続計測, 砂防学会誌, Vol. 49, No. 4
 水山・富田・野中・藤田 (1998) : ハイドロフォンによる流砂量の観測 (続報), 砂防学会誌, Vol. 50, No. 6
 水山・野中・藤田 (2002) : 常願寺川津之浦下流砂防堰堤におけるハイドロフォンによる流砂観測, 砂防学会誌, Vol. 55, No. 3
 ※本稿は、平成17年度砂防学会研究発表会概要集に掲載された原稿を引用したものである。

立山カルデラ内における土砂崩壊危険箇所の推定

調査機関名 立山砂防事務所

1. はじめに

立山カルデラは、富山県南東部で北アルプスの北部、雄山を主峰とする立山連峰の西側に位置する。立山カルデラでは安政5年に大崩壊が発生し、鳶泥と呼ばれる崩壊土砂が谷を埋め尽くして多枝原平を形成したと言われている。現在では、その多枝原平の中を多枝原谷、西谷、新谷、泥谷等が刻んでおり、昭和44年には集中豪雨に起因する崩壊が発生し、それまで存在していなかった六九谷が形成された。

本調査では、立山カルデラ内で起きる土砂崩壊発生機構について調査を行い、大規模な土砂崩壊が起きる区域（以下「土砂崩壊危険区域」と称する）を推定することを目的としている。

2. 調査の進め方

調査地は六九谷と同様の崩壊が発生する可能性が高く、流域の基幹堰堤である白岩砂防堰堤の直上流地域である多枝原谷左岸斜面～六九谷形成地付近を選定した。また、六九谷崩壊の既存調査より以下のように本調査項目を選定した。

・排水能力以上の雨が地中に浸透し、地下水圧が一時的に過剰となり、地下水の出口になる斜面が過剰水圧に耐えきれなくなって崩壊が発生した → 地下水賦存状況（位置、水位、経路等）の把握

調査項目：高密度電気探査 ボーリング調査 地下水調査 水質分析 河川水位観測

・崩壊最大深さは約35mであり、崩壊土砂は鳶泥である。このことより、崩壊は透水性の良い鳶泥等未固結堆積物と基盤岩上層部で発生した → 地質状況（未固結堆積物の厚さ等）の把握

調査項目：高密度電気探査 ボーリング調査

3. 調査結果及び考察

調査地は上部をルーズな鳶泥、下部に基盤岩が分布する地質構造のため、その境界では比抵抗値が明確に異なることが推定できる。そこで、未固結堆積物の層厚を把握するため、測線上に広く比抵抗値

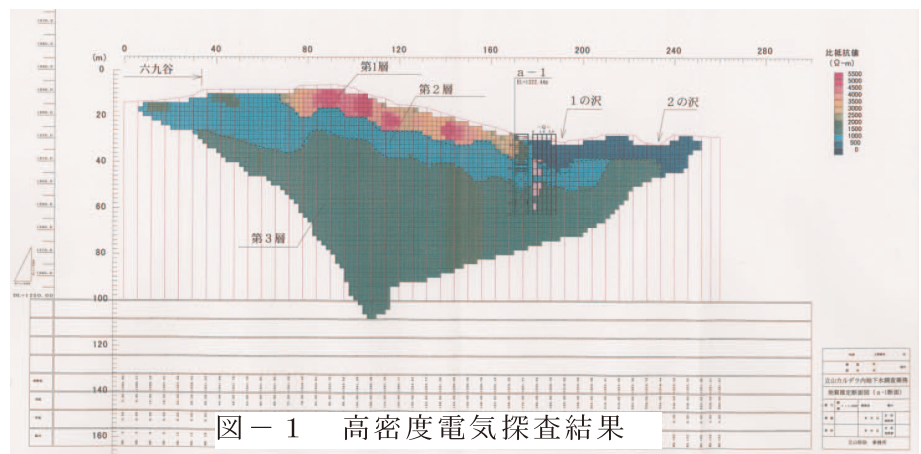
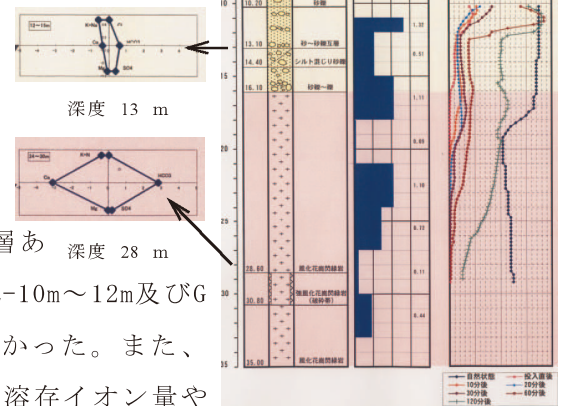


図-1 高密度電気探査結果

が測定できる高密度電気探査を行った（図－ 1）。図より、比抵抗値は3区分に大別され、ボーリング結果を踏まえて判別すると、第1層：表土、土石流堆積物等、第2層：崩壊堆積物、第3層：基盤岩であり、未固結堆積物（第1層及び第2層）の深度は最大約30mに達することがわかった。

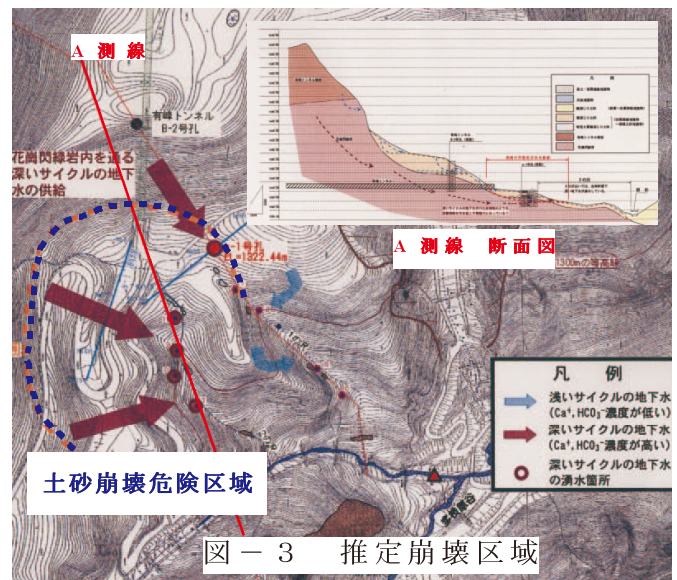
ボーリング孔を利用して、地下水賦存状況を把握するため地下水検層、簡易揚水試験等を行った（図－ 2）。簡易揚水試験結果では、GL-18m～21mの上下で揚水量や回復水位が大きく異なること、地下水検層結果では、自然状態の比抵抗値がGL-17m～19mを境に異なることから帯水層が2層あることが推定できる。また、比抵抗値の回復具合より、GL-10m～12m及びGL-20～23m付近に流動性の富んだ地下水帯があることがわかった。また、ボーリング孔内水の水質分析を行ったところ、深さにより溶存イオン量や成分構成が明らかに異なることがわかった。



図－ 2 地下水調査結果

本調査結果より、調査地付近の地下水は、上部と下部の2層に分かれていると推定できる。上部地下水は溶存イオンが少なく電気伝導度も低いことから、降雨等が地下に浸透し、浅層を通して短時間で地表に出るような浅い地下水と考えられる。一方、下部地下水は基盤岩の中層部以下まで浸透して再び地表に出るような経路をたどる深い地下水と考えられる。この深い地下水は六九谷にも湧水として見られており、六九谷崩壊の原因となった地下水である可能性がある。したがって、この深い地下水が湧出している斜面は崩壊の危険性が高いと推定した。

そこで危険性の高い斜面について地質断面図を作成した（図－ 3）。地形的に緩斜面を形成している箇所には、未固結堆積物が厚く堆積しており、その層厚は上段緩斜面約30m、中段緩斜面約15mと推定できた。前述のように九谷崩壊は、崩壊深度より未固結堆積物～花崗閃緑岩上層部で崩壊しているため、今後同様の崩壊が発生する場合、最大深度は約30m程度と推定できる。また、斜面における浅層地下水、深層地下水の湧出箇所を考慮することにより、調査地付近における土砂崩壊危険区域はこの通りに推測した。



図－ 3 推定崩壊区域

4. 今後の進め方

現段階での結論は、ボーリング調査や湧水等、点のデータの解析が主であり、それらのつながりは推測にすぎない。

今後は「地下水の経路や分布状況の把握」及び「気象条件との関連性の解明」を進めて地下水の平面的な解析を行うことにより、土砂崩壊危険区域推定の精度を上げる。最終的には、土砂崩壊前の対策を可能にして、砂防工事の安全性向上につなげたい。

手取川上流部掃流砂量調査解析

金沢河川国道事務所 流域対策課

1. はじめに

当事務所では、手取川上流域で実施される白山砂防事業計画に用いられる掃流砂量式の検証と土砂流出状況の監視を目的として、リアルタイムでの掃流砂観測を実施した。

2. 調査手法

これまでの掃流砂観測は流水中でサンプラーを用いて掃流砂を採取する方法などの直接採取法が主体であったが、作業に危険が伴うこと、短い時間間隔での計測が困難なこと、流れを阻害するため計測値の妥当性が低いことなどが問題となっていた。こうした問題点を踏まえ、本調査では継続的に安定して測定でき、実績が重ねられつつある音響センサー等を用いて掃流砂を観測する間接測定法を採用した。ただし、間接測定法では、間接的に掃流砂を測定するため、校正（キャリブレーション）のための詳細な調査解析を初期に実施しなければならないことが課題となる。

ハイドロフォンによる観測は、鉄パイプに衝突する砂礫の音をマイクロフォンで採り、その回数（パルス数）を数える方法で、同時に水位や移動土砂量を計測することにより、砂礫衝突パルス数－水位－移動土砂量（礫径）の関連付けをさせるものである。移動土砂の波形を時系列的に観測できるので、縦断的にハイドロフォンを配置すれば、ハイドロフォン設置間の土砂の到達時間から土砂移動速度の推定が可能である。

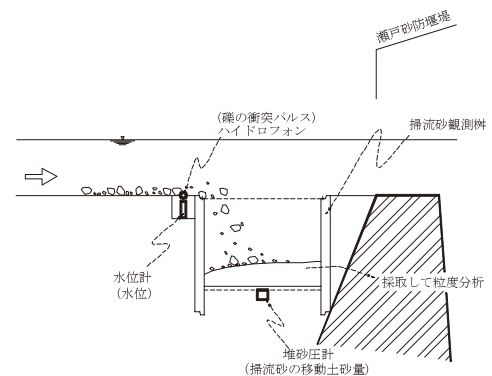


図-1 ハイドロフォンと掃流砂観測樹

観測箇所の設置位置は、①観測結果を検証するために周辺に既存の水位計、流速計、濁度計、監視カメラ等が設置されている箇所、②特殊な土砂移動状態でない箇所（施設で土砂移動をコントロールしてしまうスリット堰堤や大暗渠堰堤などの下流を避けた。）、③縦断勾配が一樣な箇所、とし、掃流区間については、手取川の支川尾添川の最下流にある瀬戸砂防堰堤、土砂流区間については手取川本川筋の細谷第1号砂防堰堤及び細谷第10号砂防堰堤を選定した。土砂流区間では、移動土砂量が多いことが予想され、観測樹の設置は困難と考えられるため移動土砂量の観測を行わず、ハイドロフォンを縦断的に配置して、土砂移動速度についての観測を実施することとした。

3. 調査結果

洪水の観測結果を、パルスの増幅値毎にパルス1分間隔の観測データを1時間間隔の平滑化データとし、水位と平滑化したパルスを時系列的に整理した。パルスの増幅値が高いチャンネルほど鉄パイプに衝突する砂礫の粒径が細かく、増幅値が低いチャンネルほど鉄パイプに衝突する砂礫の粒径が粗いと解釈される。

増幅値 1024 倍（細かい粒径）は底層の土砂移動を示す。掃流区間では、出水初期には水位上昇に伴ってパルスはほぼ同時に増加するため、水位・流量と対応する。水位上昇後になると、パルス変動は水位波形とは異なった挙動をし、特に融雪期においては水位・流量と一対一に対応していない(図-2)。水位が高い時には、1024 倍（細かい粒径）でも 16 倍（粗い粒径）でもいったんパルスが減り、移動量が減って、減水期に再度増加する傾向がある。これは、下流では洪水ピーク時に土砂移動が減って河床洗掘をおこし、洪水後半に埋め戻すという経験的な知見が今回の観測によって確認されていると考えられる。

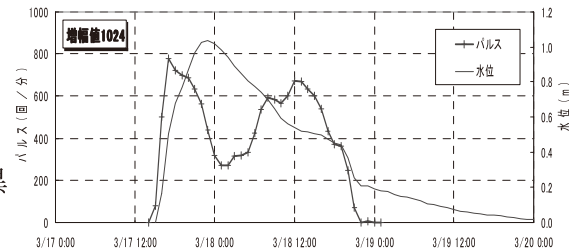


図-2 パルスと水位の関係(瀬戸)
(増幅値 1024 倍)H17.3.17 融雪出水

図-3、図-4は水位とパルスの関係を表したものである。増幅値 1024 倍（細かい粒径）の図-3では、融雪期初期にパルスを多く観測しており、融雪期が進むとパルスの観測は少ないという流出特性を示した。一方で、増幅値 16 倍（粗い粒径）の図-4では、融雪出水後期は洪水出水期よりもパルスを多く観測している。これを実現象に当てはめると、融雪期初期には、斜面や河道内に堆積していた細粒分が先に流出していると推測され、大粒径は細粒分より流出に時間がかかると言える。

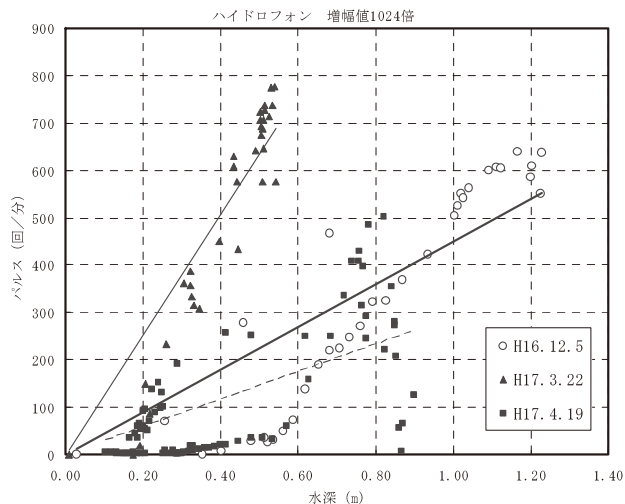


図-3 水位とパルスの関係(瀬戸)
(増幅値 1024 倍)

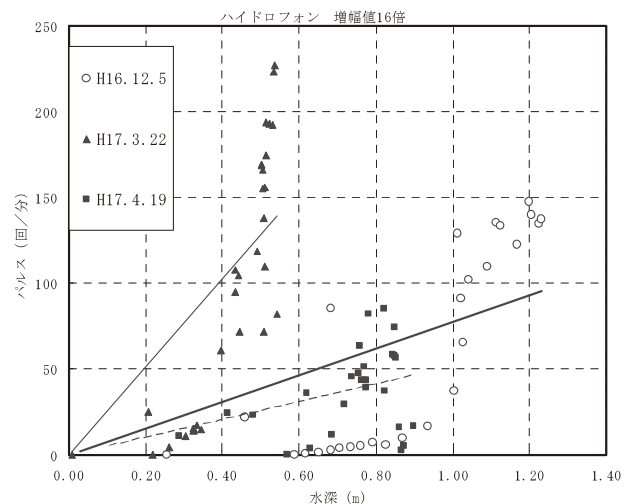


図-4 水位とパルスの関係(瀬戸)
(増幅値 16 倍)

5. 結論

本調査において、現段階で明らかになったこととしては、①出水時の土砂の出方として、一山の流量であっても、水位上昇に伴う初期と水位低下時に伴う後期とからなる二山の土砂流出パターンがある、②水と土砂の移動が時間的にずれていることから、それぞれ独立した観測として掃流砂観測が必要である、③季節別あるいは出水期間中に河道内を移動する土砂の粒度分布が変化する特性がある。

このため、融雪期や大規模土砂流出後の河道形成過程を把握するため、音響エネルギーを用いた粒径判別手法を確立していく必要がある。今後はモニタリング資料を蓄積し、手取川での季節別・出水パターンの土砂流出パターンを類型化していきたいと考えている。

「飯豊山系砂防GISポータル」の取り組み

北陸地方整備局飯豊山系砂防事務所

1. はじめに

砂防GISの目的は、基礎資料や施設台帳などをデータベース化し、データを加工運用して、計画や管理においてそれを利活用することにある。また、来るべき管理社会にむけ、誰もが容易に素早くデータを利用できることも求められている。

そこで飯豊山系砂防事務所では、誰でもウェブサイトを使うような手軽さで操作が可能なウェブGIS、「飯豊山系砂防GISポータル（以下、「飯豊ポータル」という）」の構築に取り組んだ。

2. GIS整備の現状

GIS（地理情報システム）とは、デジタル化された地図データと、統計資料や位置情報などの関連した情報とを、統合的に扱う情報システムである。砂防GISにおいては、各種データをその中に取り込み、業務を進める上での支援システムとするため構築してきた。

ところが、実際の運用にあたって以下のような問題点が出てきた。

- そもそも、GISがどういう物か職員があまり理解できていない
- データの整備や状況把握が難しい
- 操作が複雑で、全員が手軽に操作できる環境となっていない

そこで、このような問題を解決するため、現在各自が使っているクライアントPCとウェブブラウザさえあれば全ての操作が簡単に可能となるポータルサイトを整備中である。

3. ポータルサイトについて

ポータルサイトとは、複数のコンテンツの「入り口」となる総合的な巨大ウェブサイトの事である。本来の意味としては、各種コンテンツやリンクをとりまとめ、その最初の入り口としての機能を持ったサイトということになる。一般的によく利用されているインターネットの検索サイトなどもポータルサイトの一種である。

飯豊ポータルでは、GIS上の膨大なデータの閲覧や操作を統合・共有し、それを一般的な「ポータルサイト」のように扱えるよう機能することを目的としている。各自のデスクにあるクライアントPCとブラウザを起動しさえすれば、普通のサイトをクリックするような感覚で簡単に操作することが可能である。

4. 飯豊山系砂防GISポータル

飯豊ポータルは、現在北陸地方整備局で整備済みのクライアントサーバーシステムと、専用のGISサーバを利用して構築されている。GISサーバにGISソフトほか必要なシステムをインストールし、ファイアーウォールを介して供用LANと接続している。これにより、現在使っているクライアントPCをそのまま使ってGISを操作することが可能とすることを目的としている（図-1）。

このシステムの最大の特徴は、GIS関係のシステムを、すべてサーバ内に内包する点である。サーバ内にウェブ基本ソフトウェア、GISソフトウェア、ウェブコンテンツソフトウェアを全て備えているため、クライアントPCとウェブブラウザさえあればどのPCからでも操作ができる。また、単に「操作が可能」というだけではなく、実際に使いやすくてなじみの良い操作手段を目指して「ポータルサイト」という形をとった。これにより、操作に熟練を必要とせず、インターネットで画面をクリックしながらサイトを見るのと同じ感覚での操作ができるようになる。図-2に飯豊山系砂防GISポータルの構成を示す。

5. GISポータルの現状と課題

飯豊山系砂防事務所では通常の砂防ポータルのURLを入力し、事務所内すべてのPCで作動することを確認した。その際、全く説明がなくとも普通のポータルサイトと同じような感覚で直感的に操作を行うことができた（図-3）。GISに関係するソフトは全てサーバ内にあり、クライアントPCは「通信で情報を得る」だけなので、各クライアントPCでの負担が

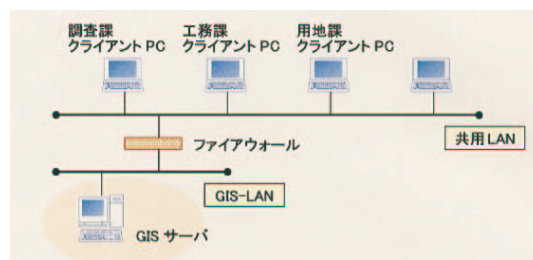


図-1 飯豊山系GISポータルのLANイメージ

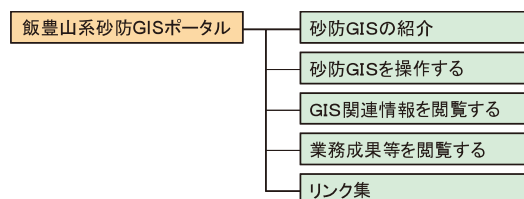


図-2 飯豊山系GISポータルの構成

軽くなり、業務支援効果が大きいと期待される。

最後に、今後に向けた取り組みを挙げる。

- ① 各種台帳、設計書等のデータベースを順次追加充実させる。
- ② 従来の供用 LAN を使用するため、情報通信技術課等との調整をはかる必要がある。
- ③ データの更新等の維持管理手法の検討。データの量・質によって取扱が異なるため、ガイドラインの作成が必要。
- ④ 飯豊山系砂防ポータルにおいては、今のところ同時アクセスを 2 アクセスと設定している。今後必要に応じて増減を検討する。

以上をふまえ、計画及び管理の業務支援システムとして活用するべく、今後も砂防 GIS ポータルの整備を進めていく計画である（図-4）。



図-3 飯豊山系砂防 GIS ポータルサイトの利用イメージ



図-4 飯豊山系砂防 GIS ポータルの全体イメージ

姫川管内魚道調査について

調査機関名 国土交通省 松本砂防事務所

1 目 的

松川流路工は、白馬岳を主峰とする白馬連峰より流れる北股入川と南股入川との合流点から、姫川に流入するまでの約5kmの区間に建設され、20基計画された床固工のうち16基が設置済みである。

本業務は、松川流路工に設置した魚道の効果を把握すべく、現地調査を実施し、魚類の移動が良好に行われた魚道の特性を整理した。

2 調査実施状況及び調査結果

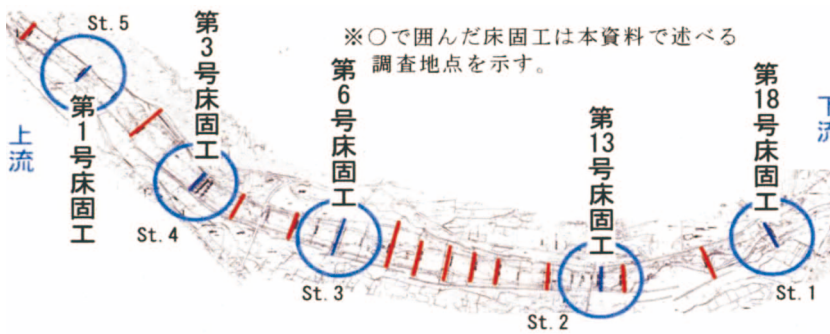
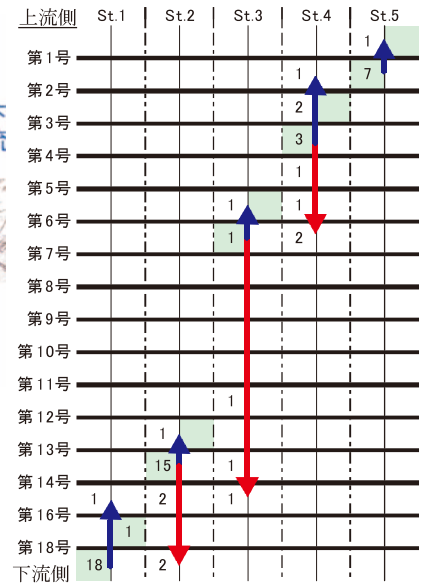


図-1 松川流路工 平面図

2.1 遡上確認調査

5地点で各100尾づつを放流した。標識は、放流地点を特定するために、切る鰭を変えることにより5パターンの標識を施した。その後、放流地点の上下流で投網等による捕獲調査を行なうことにより、標識個体の移動の状況を把握した。調査の結果、標識個体が遡上して通過したことが確認された床固工は6基あり、一方、標識個体が降下（又は流下）したことが確認された床固工は、13基であった。遡上した区間の延長と降下（又は流下）した延長を比較すると、遡上した区間の延長のほうが短かく、床固工2基を通過・遡上したものが最長であった（図-2）。よって、松川流路工に設置した魚道が、松川に生息する魚類の移動性を確保していることが確認できた。



↑：遡上移動
↓：降下移動
■：マーキング個体放流箇所
注) 1. 図左側数字は床固工の番号を示す。
2. 図中の数字は標識個体の捕獲箇所及び捕獲数を示す。

図-2 遡上確認調査の結果(H16)

延長と降下（又は流下）した延長を比較すると、遡上した区間の延長のほうが短かく、床固工2基を通過・遡上したものが最長であった（図-2）。よって、松川流路工に設置した魚道が、松川に生息する魚類の移動性を確保していることが確認できた。

2.2 遡上実験調査

調査対象魚道の上下流で流路を仕切る実験レーンを設置し、魚道下流側レーン内に供試個体を放流後一昼夜放置し、個体の移動状況を確認した。計3回実施した遡上実験調査の結果の概要を、表-1に示す。5基の実験対象魚道のうち、供試個体の遡上が確認されたのは、St.1、St.3及びSt.4であり、同じ粗石付階段式魚道であっても、遡上機能に差がみられた。

表-1 遡上実験調査概要結果

調査対象 床固工	魚道構造	供試 個体数	確認個体数			
			不明	下流	途中	上流
St.1 (第18号)	粗石付 階段式魚道	164	119	44	0	1
St.2 (第13号)	粗石付 階段式魚道	158	106	52	0	0
St.3 (第6号)	粗石付 斜路式魚道	155	114	36	1	4
St.4 (第3号)	粗石付双扇型 階段式魚道	157	98	47	7	5
St.5 (第1号)	粗石付 階段式魚道	164	65	99	0	0

2.1.3 繁殖状況調査

サケ・マス科魚類の繁殖期である秋季に、産卵床及び産卵床として利用されそうな箇所（産卵床適地）の状況を調査した。調査結果によれば、実際に産卵が確認された産卵床は4箇所、産卵床適地は8箇所であった。実際に卵が産み付けられた産卵床は松川本川内にはみられず、全て支流又は沢からの合流部であった。産卵床適地は本川内にもみられたが、産卵は確認できなかったことから、松川本川内においてサケ・マス科魚類の再生産が行われている確証は得られなかった。さらに、確認された産卵床についても卵数は少なく、松川の魚類生息個体が漁協により例年行われている放流によって維持されている可能性が考えられる。

表－2 魚道形式と遡上機能の整理

魚道の構造区分	バックグラウンド調査に基づく流況パターン		遡上成績
	水深分布パターン	流速分布パターン	
粗石付 扇形 階段式魚道 第3号 St.4			◎ 複数の個体の遡上を確認し、かつ魚道内においても複数の個体が確認されている。
粗石付 斜路式魚道 第5号 St.3			○ 複数の個体の遡上を確認し、魚道内においても個体が確認されている。
粗石付 階段式魚道 第13号 St.2 第18号 St.1			△ St.1, St.2でそれぞれ1個体の遡上を確認している。
粗石付 階段式魚道 (粗石が脱落) 第1号 St.5			× 遡上した個体は確認されていない。

は、遡上を試みる魚類にとって遡上ルートを選択の幅が広いことを示している。粗石付扇形階段式魚道では、魚道の途中で休息しながら遡上できる状況が、好成績につながっているものと考えられる。松川流路工における魚類の再生産性（繁殖）の状況について整理すると、1)サケ・マス科魚類の産卵床は4箇所のみ発見され、さらに卵数が少なかった。2)夏季から初冬季にかけてイwana捕獲個体数の急激な減少が見られた。3)平成15年度の放流個体が一切確認できなかった。4)捕獲されたイwanaの体長分布が2つのピークをなしており、漁協が放流する稚魚放流及び成魚放流と対応すると考えられる等から、松川に生息する魚類の現存量は、漁協により毎年実施されている放流によって維持されている可能性が高く、放流された個体も生存が難しい状況である可能性が示唆される。

4 まとめ

遡上確認調査により、床固工に設置した魚道が魚類の移動性を確保している状況が確認できた。遡上実験調査により、各魚道形式毎の遡上機能を確認するとともに、遡上成績が良好な魚道、良くない魚道の特徴を把握することができた。魚道の設置効果を確認するにあたって、これらの調査手法の有効性が確認できたと考えられる。しかしながら、一連の調査を通じて、松川に生息する魚類の現存量は、漁協により毎年実施されている放流によって維持されている可能性が高く、放流された個体も生存が難しい状況である可能性が示唆された。このことは、魚道設置の目標設定に係る事項であることから、松川が本来、魚類が生息・定着していくことが可能な河川であるかどうかの確認を行うとともに、本事例を通して得た知見の一般化・共有を図っていく。

3 調査結果のまとめ

3.1 松川流路工における魚類の移動性の評価

各魚道形式について、魚道内及び上下流の流況を複数点で測定した結果を、遡上実験調査結果に基づく遡上機能とともに整理したものを、表－2に示す。遡上成績が良くない魚道には、「(落差部に)剥離流が生じている」「粗石が脱落しており、勢いのついた流れが剥離し噴流状になっている」といった傾向がみられた。一方、遡上成績が良い魚道には、「水深、流速等の流況の幅が広い」、「下流側、魚道内、上流側の流況に極端な変化がない」、「魚道の段面積が大きい」といった傾向がみられた。これらの傾向

溪流再生試験工（人工産卵場の設置）について

北陸地方整備局 神通川水系砂防事務所

1. はじめに

付近に溪流魚の有効な産卵場がなく、魚道の設置が困難な既設の砂防堰堤下流において、イワナ・ヤマメの産卵環境の復元を検討している。溪流本川に流入する沢の表流水などを利用して支溪流の流れを復元してさらに人工の産卵場を造成するもので、溪流魚の自然増殖に資するとともに、産卵場がある溪流において砂防施設を設置せざるを得ない場合のミチゲーションの手法の一つとして有効なものになると考えている。なお、河川内に人工産卵場を設置するのは全国で初めての試みであることから、平成16年度より学識経験者および高原川漁協関係者等を交えた現地検討会を開催して、問題点等について協議を行っている。

溪流再生試験工（以下、試験工）の位置を図－1に示す。試験工は、昭和34年に完成した堤高20m・延長144mの神坂砂防堰堤の下流左岸に位置し、低位段丘上に湧水起源の水により形成された流路延長180m、幅0.5～1.0m、勾配は段丘上で約1/40、本流に合流する最下流部は約1/5の支溪流を復元するものである。なお、昭和20年代後半以前は豊富な水量があり、イワナ・ヤマメが遡上して産卵したとされている。また、人工産卵場の設置の効果については、学術研究の中でイワナの産卵床が多数確認されるとともに繁殖成功率も高くなることが確認されている。

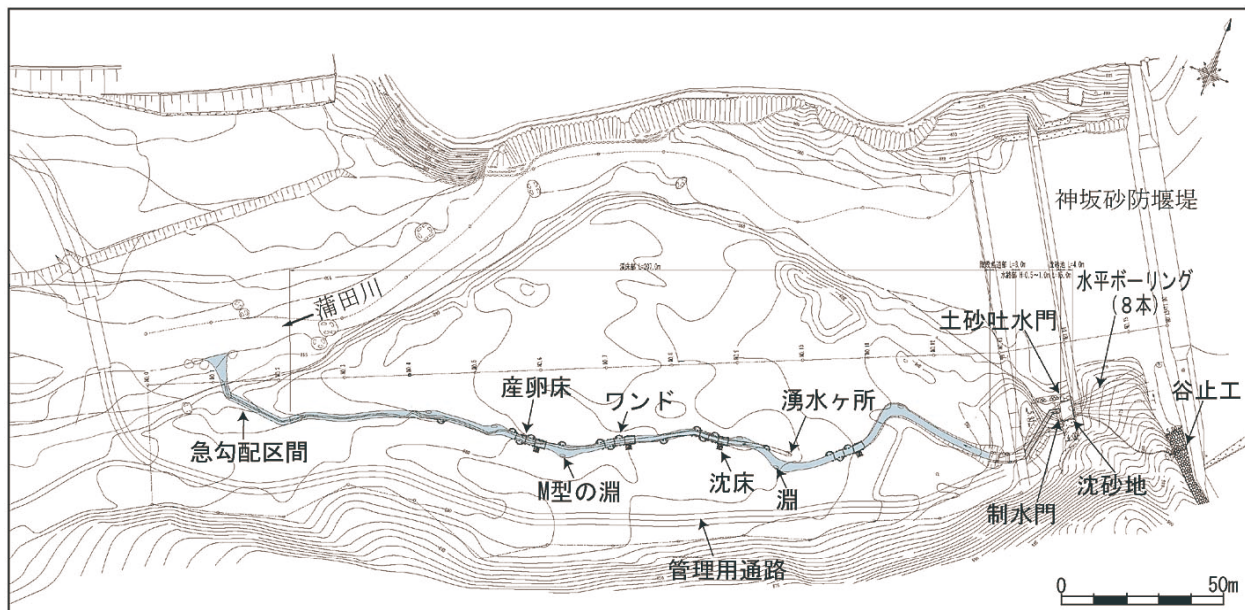


図－1 溪流再生試験工位置

2. 試験工の計画のポイント

溪流再生試験工の全体平面図を図－2に示す。また、計画のポイントを下記に示す。

- ①現状の支溪流の流量は湧水量 $0.001\sim0.005\text{m}^3/\text{s}$ と少なすぎるので、神坂堰堤直下の浸透水（水平ボーリングにより取水）と堰堤直下流左岸に流入する沢の表流水を取水する。
- ②人工産卵場は自然の産卵床の水深、流速、底質、河床形態を再現するように新たに造成するが、自然の状態を生かした配置および形状とし、河床材料として導入する礫（中間粒径 $18\sim24\text{mm}$ ）も掘り起こさずに投入して均すのみとする。
- ③ヤマメの当歳魚は8月頃まで、イワナは11月頃までは支流内に止まることから、稚魚が成長できる環境が必要となる。そこで、小さなワンドやM型の淵、隠れ場所となる転石（浮き石）等を多数設置する。



図－2 全体平面図

3. 必要な調査等の実施

(1) 周辺環境調査

本計画は小規模ながらも環境改変を伴うものであることから、影響の及ぶ可能性のある項目等について、改変前の事前調査を実施した。その結果、環境省レッドデータブック、岐阜県レッドデータブック等に該当する注目すべき種は確認されなかった。なお、改変面積を最小化する等、周辺環境へ配慮した施工となるよう努力を行っている。

(2) 試験導水

河道における浸透量が多い場合には遮水シート等による浸透対策が必要であるが、改変が大きくなるために慎重に検討すべきであることから、ポンプを用いた試験導水を行って流況を確認した。その結果、浸透量は小さく浸透対策は必要のないことが確認され、また導水する流量も計画よりも小さい $0.032\text{m}^3/\text{s}$ 程度でよいことが確認された。



写真－1 試験導水状況 ($0.032\text{m}^3/\text{s}$)

4. 問題点および課題等

平成17年度には取水した水を導水して、人工産卵場も造成する予定である。しかし、下記に示す問題点および課題が残っており、現地検討会等を通じて解決していく予定である。

- ① 水平ボーリングおよび左岸沢水より取水できる量は約 $0.032\text{m}^3/\text{s}$ より少ない可能性が高く、また、試験工には満たすべき水温等の条件があることから、年間を通じての流量や水温を把握する。
- ② 試験工は自然の状態を生かした計画としているが、少ない流量に見合うものに再検討するとともに、急勾配の本川との合流点も流路を一本化する等、形状を決定する。
- ③ 完成後には効果を確認するための遡上、孵化、稚魚の分散に係わるモニタリング調査、また維持管理が必要となることから、事前にその手法や作業分担等を決定する。