

ダム下流の河床低下・河床構成材料の粗粒化防止策
—三春ダムにおける土砂投入実験例—

浅見和弘・齋藤 大・三浦義征

Countermeasure against degradation and armoring
of the stream bed in the lower reaches of dams
—an example of experiment putting sediment
into the lower reaches of the Miharu Dam—

Kazuhiro AZAMI, Hiroshi SAITO and Yoshitada MIURA

Abstract

The Miharu Dam is a multipurpose dam which was constructed on the Ohtakine River by Tohoku regional construction bureau, the Ministry of Construction. The first filling of water started October, 1996, and dam management started April, 1998. On the lower reaches, the effect of the dam-erosion and armoring of the stream bed caused by a decrease in sediment supply was recognized. As a countermeasure for environmental conservation, sediment was put into right under the body of the dam. It was recognized that the sediment had washed down about 3.3km from the putting site for one year.

キーワード：ダム下流，河床侵食，河床構成材料の粗粒化，土砂投入

1 まえがき

ダムは自然に流下する河川をせき止め、流水域を止水域へ変えるため、周辺の河川形態や生態系に大きな影響を及ぼすと考えられる。ダムの下流河川では、上流からの土砂供給の減少に起因して、河床低下が起こると想定される。さらに、河床表層物質の粗粒化が起き¹⁾、生息環境の変化による影響を受ける水生生物も存在すると考えられる。

本報告では、試験洪水開始後におけるダム下流河川の河床侵食および河床構成材料の変化、また、その保全措置として三春ダム管理所により実施された土砂投入実験の結果を報告する。なお、その概要を、図-1のフローに示す。

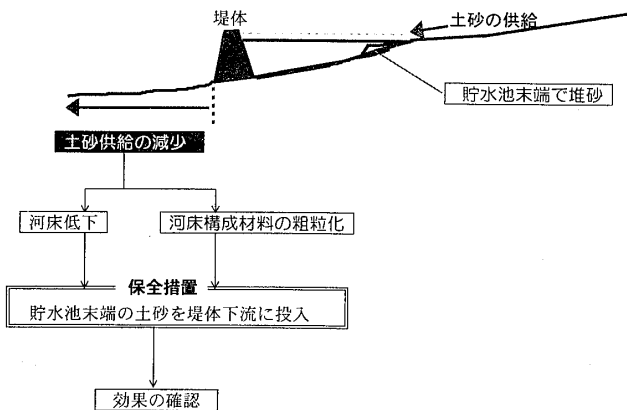


図-1 土砂投入実験の流れ

Figure 1 Flowchart of the experiment

2 調査地の概要

調査地は、福島県田村郡常葉町、滝根町と双葉郡川内村の境に位置する大滝根山(標高1,192.5m)を源とする大滝根川の中流域から下流域に該当する。大滝根川流域は、阿武隈高地の西側に位置し、この流域の地質は、阿武隈花崗岩類と呼ばれる花崗岩および花崗閃緑岩であり、花崗岩丘陵地の特徴である深層風化が進んでいる²⁾。このような地域を流れる河川河床堆積物の特徴は、河床礫の堆積が乏しいことと言われており、大滝根川についても例外ではなく、若干の砂礫は認められるものの、同規模の非花崗岩地域の河川に比べれば少ない³⁾。三春ダムは大滝根川(流路延長49km)のうち、阿武隈川との合流点から約10km上流に位置している。

調査地点は、ダムによる土砂供給減少の影響が想定される堤体下流側に2地点、また、ダムの直接的影響がな

い上流に1地点設定した。さらに、土砂投入実験時は、この他に下流の赤沼地点を調査地点に追加した(図-2)。

3 試験湛水後のダム下流の変化

3・1 河床低下

河床低下の実態把握は横断測量により実施し、試験湛水前の平成7年、8年、試験湛水開始後の平成9年、ダム供用開始後の平成10年に、堤体下流200m地点および斎藤地点において行った。横断測量は、各地点毎に5~6本20m間隔で計11測線を対象に行った。

その結果、数本で河岸の侵食が認められ、さらに河床侵食のみられた測線も存在した。変化がみられた測線の例を、図-3および図-4に示す。

3・2 河床構成材料の変化

河床構成材料の調査は試験湛水開始後から実施し、平成9年、10年、11年の早春に計3回行った。調査は各地点毎に行い、流路長約50m、流路幅約20mの河床構成材料分布図を作成し、経年的な変化を追跡した(図-5)。河床構成材料分布図の作成にあたっては、河川横断方向に5m間隔の測線を配置し、測線上を1m間隔に河床構成材料の区分を行った。なお、河床構成材料の区分は底生動物の生息環境としての観点を取り入れるため、谷田・竹門(1993)³⁾の区分(表-1)を参考とした。谷田らは500mm以上の粒径は「岩」としているが、ここでは河床侵食に伴う基盤岩の露出にも着目するため、500mm以上のうち基盤岩の露頭部もしくは一枚岩が広く河床を覆っているものを、「露頭」として「岩」とは別に区分した。

その結果、調査開始1年後から下流2地点で粗粒化が

表-1 河床構成材料の区分

Table 1 Classification of materials composing the stream bed

底質の名称	粒径(mm)
露頭	500<
岩	500<
巨石	250~500
石	50~250
砂利	4~50
粗砂	1~4
細砂	0.125~1
泥	<0.125

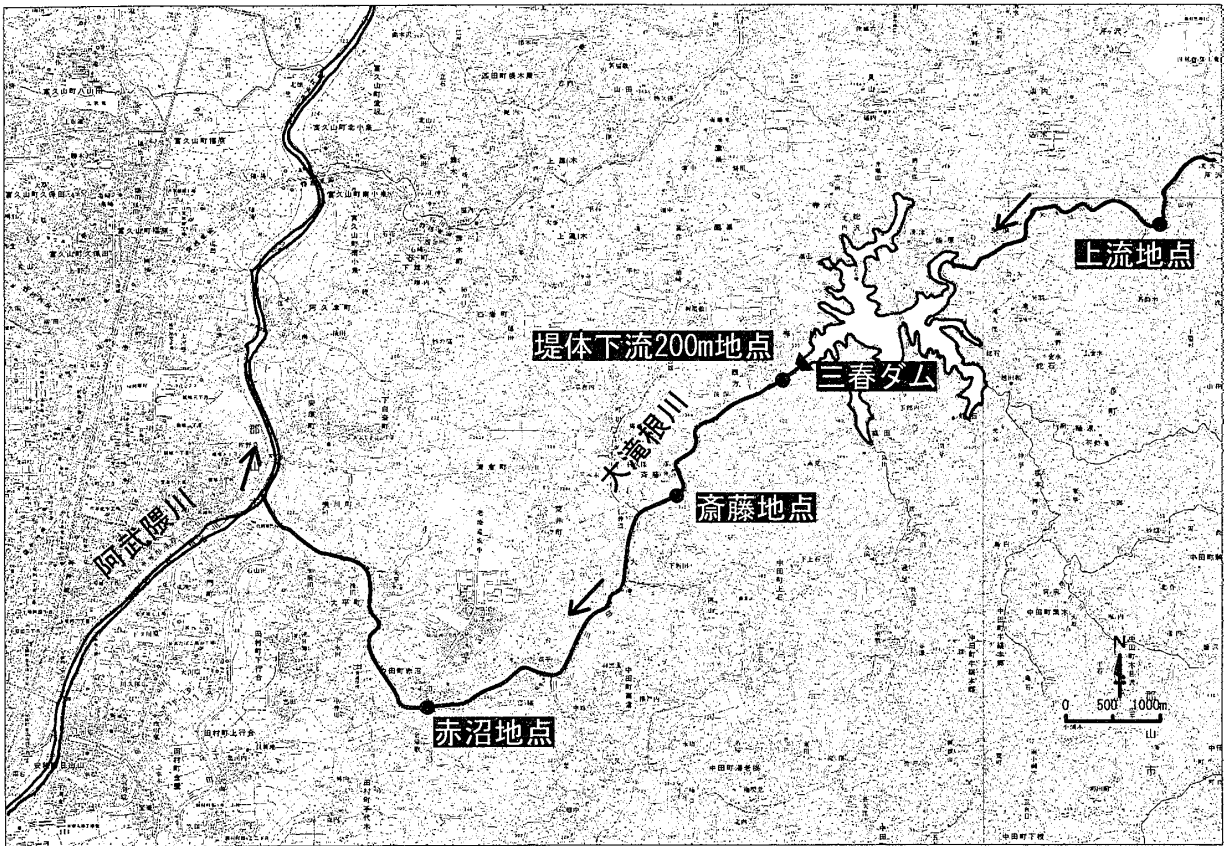


図-2 調査地
Figure 2 Study area

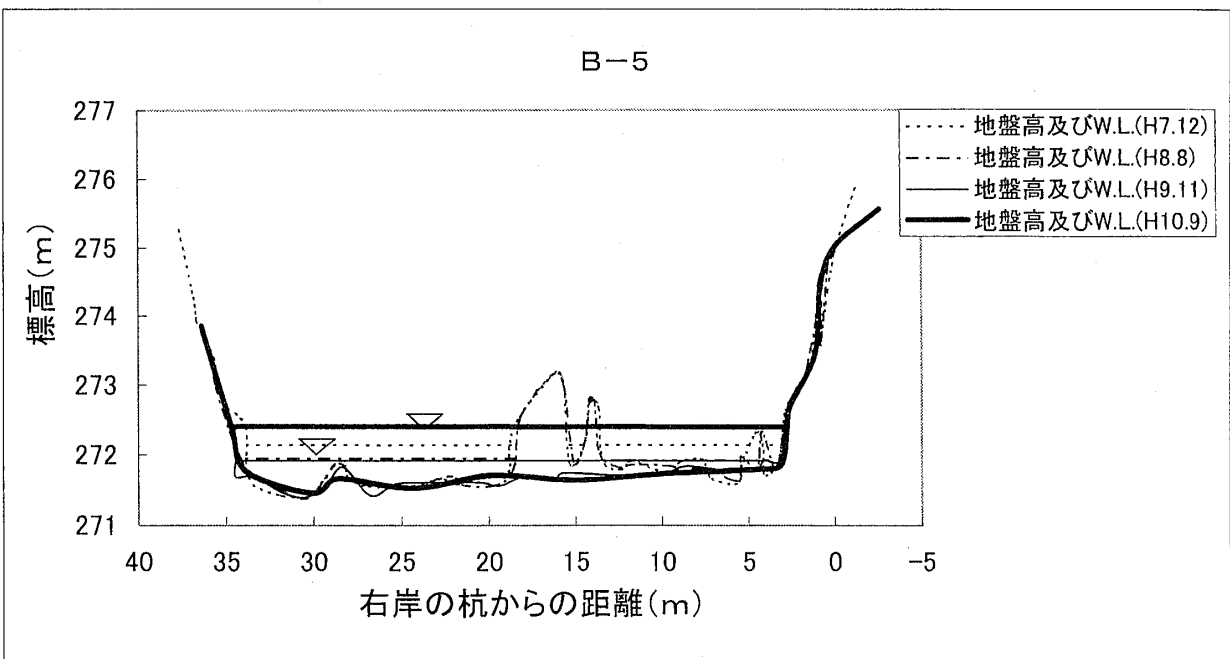


図-3 堤体下流200m地点の河床の変化
W.L.は調査時の水位を示す。
Figure 3 Changes in stream bed 200m downstream from the dam
W.L. indicates the water level at time of surveying.

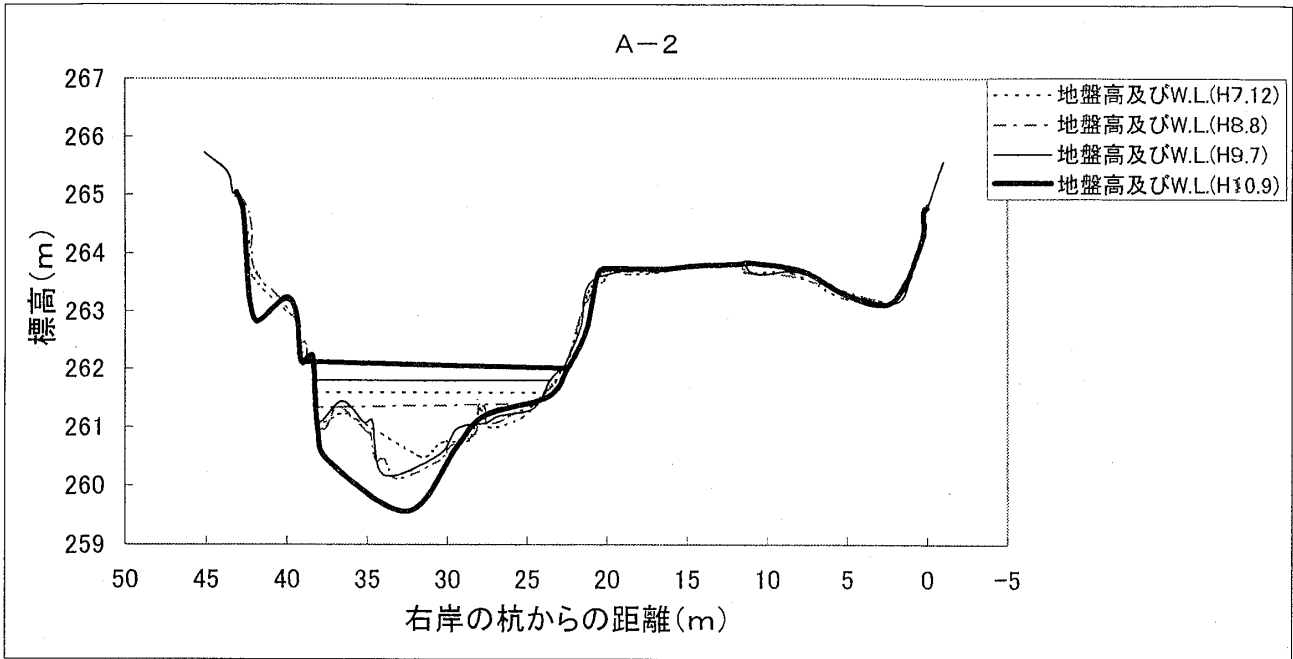


図-4 斎藤地点の河床の変化
W.L.は調査時の水位を示す。

Figure 4 Changes in stream bed on site of SAITO
W.L. indicates the water level at time of surveying.

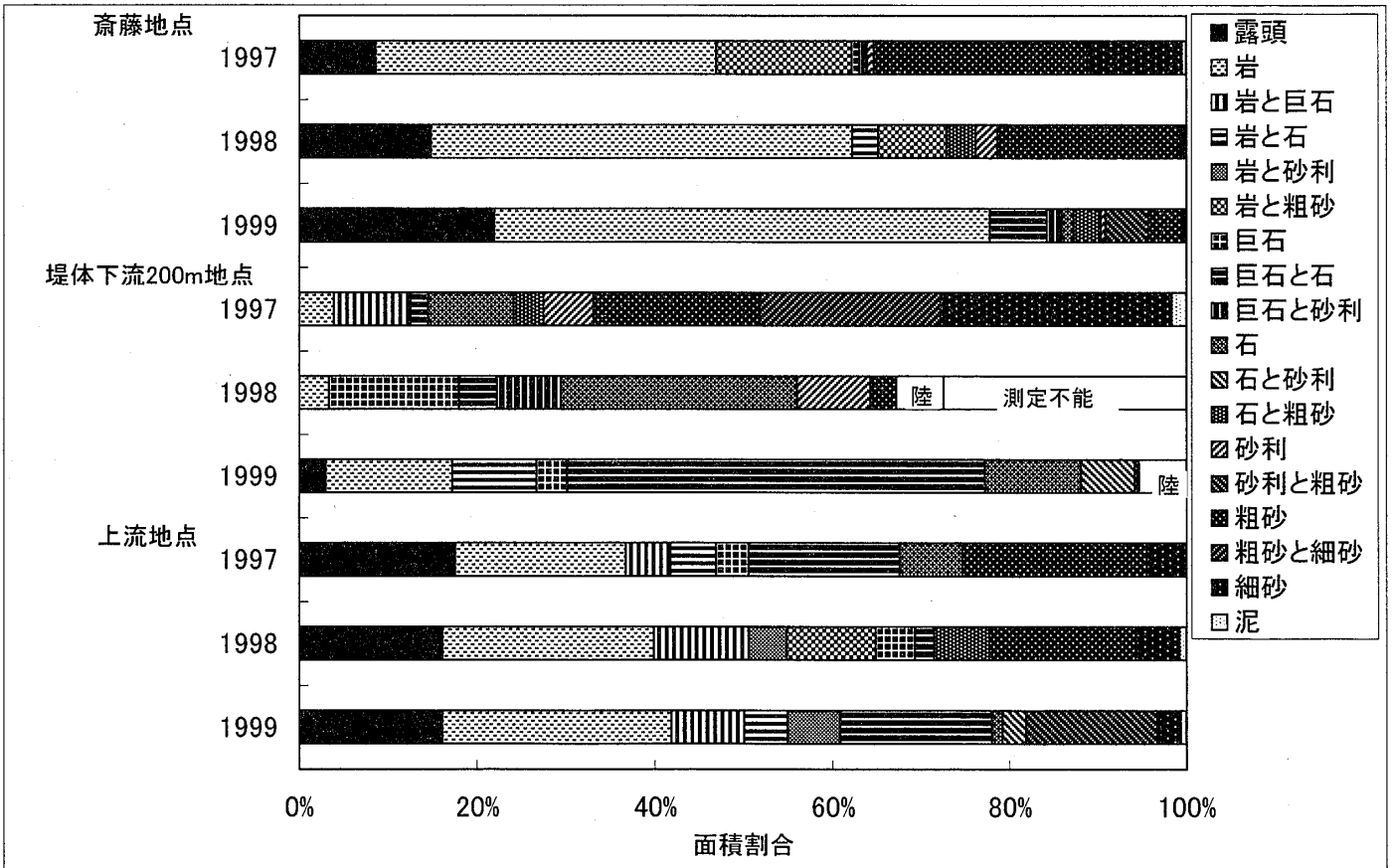


図-5 河床構成材料の変化
Figure 5 Changes in materials composing the stream bed

確認され、年々細砂や粗砂の割合が減少する傾向が示された。露頭や岩等の、粒径が250mmを越える河床構成材料の割合は増加し、細砂や粗砂の割合が減少した。一方、ダムの影響を受けない上流地点では、3回の調査を通じて、河床構成材料の面積割合はほとんど変化しなかった。そのため、ダム建設による影響として、一般的に言われている土砂供給の減少による下流河川の河床表層の粗粒化が、三春ダム下流でも起こったと推察した。

4 土砂投入実験

4・1 実験の準備段階

下流河川において、測量結果から一部で河床侵食も認められ、また、河床構成材料の変化が生じた。そのため、河床低下防止、河床構成材料の粗粒化防止を目的に、貯水池上流端に堆積した土砂を浚渫し、堤体直下に投入した。

土砂の設置範囲は、河道状況から長さ100m、幅は流路を塞がないよう10mとし、高さはダム最大放流量 $100\text{ m}^3/\text{s}$ でも河川管理区域外への越流がないよう1mとした。土砂投入は濁水の発生が懸念されたため、投入に用いた土砂は、堆砂土砂のうち粒径の粗い砂(95%以上が1~4mm)とした。投入時期は、貯水位を常時満水位(EL326m)から制限水位(EL318m)へと下げるため

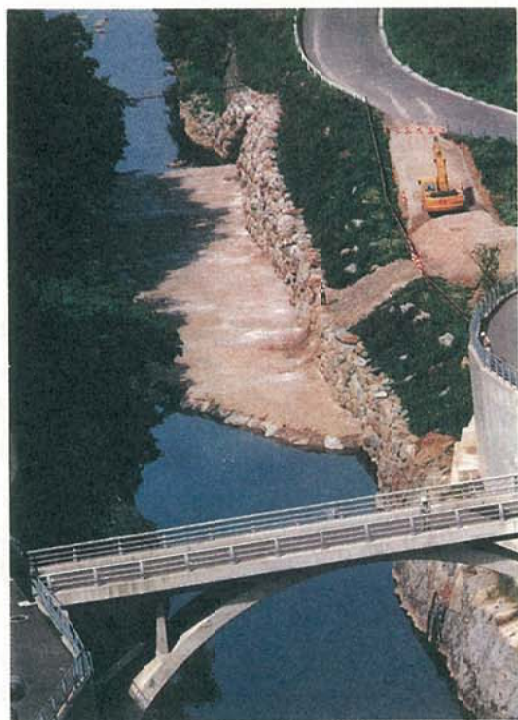


写真-1 土砂の設置状況
Photo.1 Installed sediment

の放流の前とし、5月下旬に設定した。

また、投入した土砂の流下範囲を追跡するため、投入土砂にトレーサーとして方解石を混入させた。なお、方解石を選定した理由は以下の通りである。

- ・方解石は、大滝根川上流の鉾山に存在するが、三春ダム下流河川にはほとんどみられないため、追跡しやすい。
- ・身近な鉱物であり、入手が容易かつ安価である。
- ・石英、長石とは比重において近似しているが、他の特性(物理的・化学的)は全く異なり、判別が容易である。方解石の真比重は2.71、石英は2.65、長石(正長石)は2.56である。
- ・化学成分が同様なアラレ石とは産出頻度、物理特性が異なり、両者の判別は可能である。
- ・通常の水質では溶解が少なく、水質に影響を与えない。

4・2 放流量

堤体直下に土砂を設置した後、平成11年5月31日に $20\text{ m}^3/\text{s}$ 放流(一次放流)、6月3日に $100\text{ m}^3/\text{s}$ 放流(二次放流)、6月6~10日に $20\text{ m}^3/\text{s}$ 継続放流(三次放流)を行った(図-6)。

4・3 実験結果

(1) 投入土砂の流下

一次放流から三次放流の各々の放流後、土砂設置地点から赤沼地点まで詳細に方解石を追跡した(表-2)。その結果、肉眼で観察できる最小レベル(約1~2mm)の方解石は、設置地点から約1.2kmまで流下したことが確認された。また、粗粒分(約4~20mm)は、二次放流後少量ではあるが1.05km下流に到達し、三次放流後は1.15km下流付近で層をなして堆積していた。二次放流から三次放流にかけてのトレーサーの最下流部の移動は0.1kmであったが、トレーサーの多くが移動したため、継続的な $20\text{ m}^3/\text{s}$ 放流も土砂移動には有効であったと考えられた。なお、細粒分については三次放流後に1.2km下流付近に大部分が沈降していた。

実験後は通常のダム運用となり、平成11年7月14日には出水に伴い、日平均で $60\text{ m}^3/\text{s}$ の放流等があった。その後、実験から約1年後の平成12年5月27日に方解石を追跡したところ、設置地点から約3.3km地点まで到達していた。

(2) 河床変動

実験前および一次から三次放流後の計4回、三春ダム堤体直下から阿武隈川合流点までの約10km区間を対象

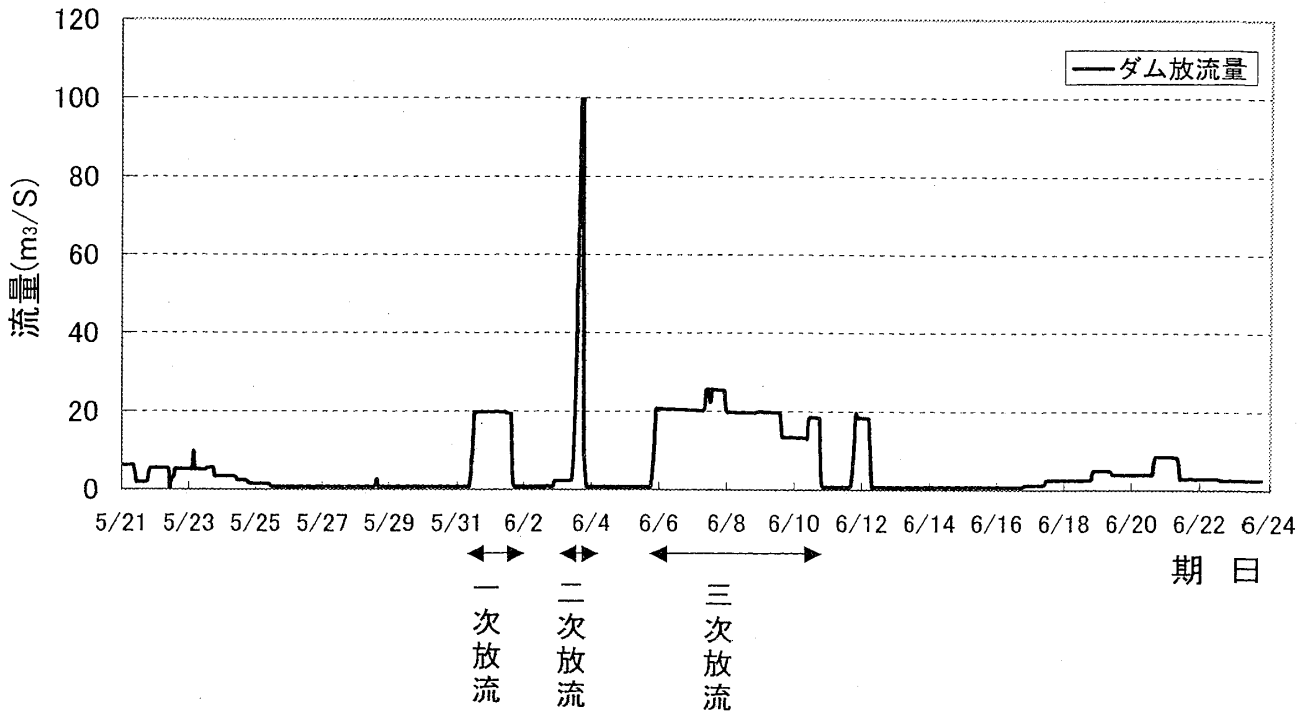


図-6 ダムからの放流量
Figure 6 Water discharge at the Miharu Dam

表-2 方解石の流下状況 (投入地点からの移動距離)
Table 2 Calcite movement toward downstream

調査	粒 径	粗粒分 (4~20mm)	細粒分 (1~2 mm)
	一次放流後調査		0.2km
二次放流後調査		1.05km	1.2km
三次放流後調査		1.15km	1.2km
1 年 後		3.3km	3.3km

に、約1kmの間隔で、横断測量を実施した。その結果対象区間の最下流域 (阿武隈川合流点から0.4~2.2km) で、河床侵食の傾向が認められたが、それ以外の測線では大きな変化はなかった

また、河道状況、河床構成材料の状況、測量結果、流況等の資料を基に河床変動計算を行い、堤体から下流河川全域の侵食・堆積の傾向を再現させた。その結果、堤体直下から下流まで全体的に侵食される傾向が示された。測量は局地的な現象を扱うため、全域を扱う河床変動計算結果と必ずしも一致しないが、今回の実験では、投入土砂量が少なく、侵食される傾向が強かったと考えられた。

(3) 河床構成材料の変化

実験前および三次放流後の計2回、堤体下流200m地点、斎藤地点、赤沼地点において、流路長40~50m、流路幅15~20mの範囲の河床を対象に、河床構成材料分布図を作成した。実験前後の面積割合の変化を図-7に示した。

実験後、堤体下流200m地点は方解石を含む投入土砂が若干分布していたが、露頭や岩の面積割合はやや増加し、投入土砂 (95%が1~4 mm) の粒径区分に該当する粗砂の面積割合は増加しなかった。すなわち、投入土砂は堤体下流200m地点に一時的に堆積した可能性があるが、3回行った全ての放流後には、さらに下流に流下したと考えられた。

方解石は実験後に斎藤地点 (7.6K) の800m程度上流



写真-2 放流後の土砂設置箇所
Photo.2 Installed sediment downstream after draw-off experiment



写真-4 方解石の堆積状況①
Photo.4 Calcite after draw-off experiment①



写真-3 放流実験後の流下した方解石
Photo.3 Calcite that moved toward downstream after draw-off experiment

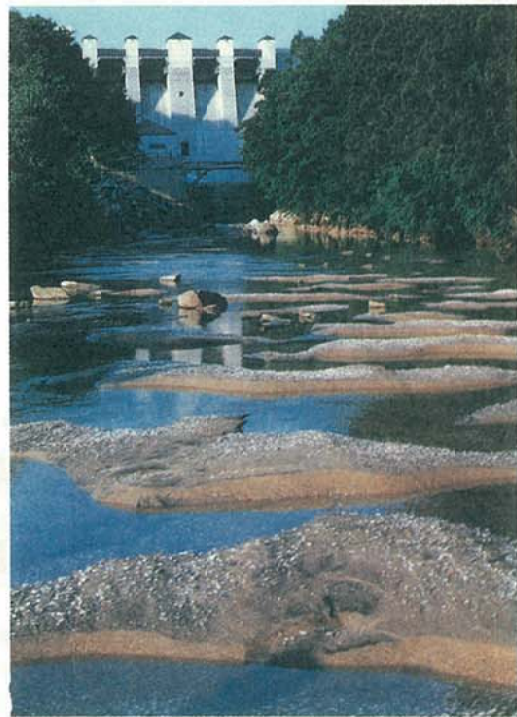


写真-5 方解石の堆積状況②
Photo.5 Calcite after draw-off experiment②

までは到達していたが、斎藤地点では確認できなかった。斎藤地点では、河床構成材料のうち露頭の面積割合は増加したが、岩は減少した。また、それより細かい粒径区

分の巨石や石は増加したが、粗砂の割合に顕著な変化はみられなかった。赤沼地点(3.4K)も方解石は確認されず、河床構成材料の面積割合に大きな変化はなかった。

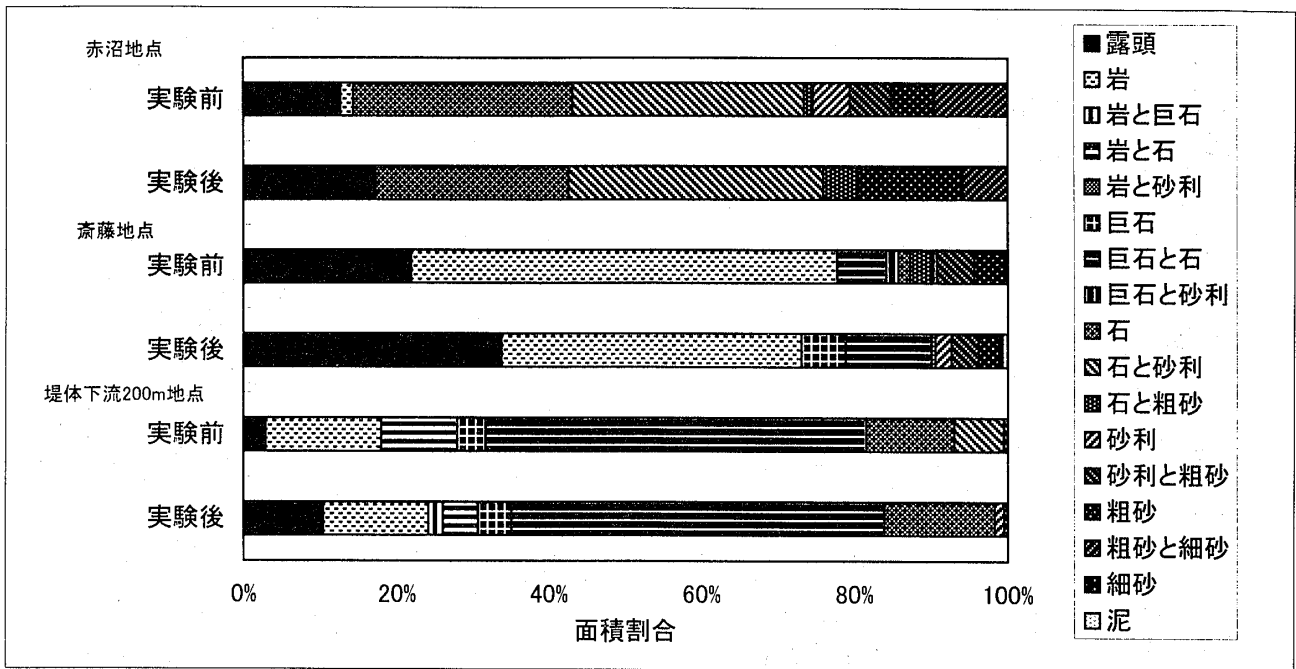


図-7 土砂投入実験前後の河床構成材料の変化
 Figure 7 Changes in materials composing the stream bed before and after the experiment

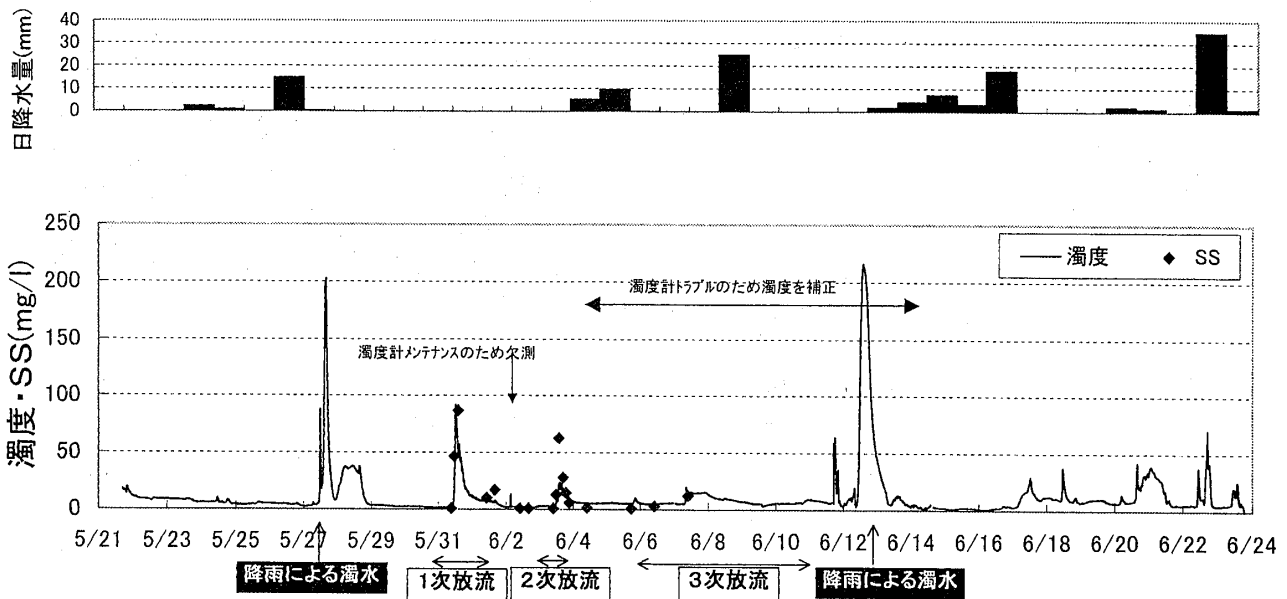


図-8 土砂投入実験前後の水の濁り
 Figure 8 Turbidity of water before and after the experiment

(4) 濁水の発生

実験開始前の平成11年5月22日から、実験終了後の6月24日までの濁度を、斎藤地点(7.6K)において自動記録型の濁度計により測定した。さらに、適宜、採水を行い、室内にてSS濃度を分析した。濁度・SSの調査結果を図-8に示した。

本実験期間中の濁度の最大値は92mg/lであり、これは実験前の5月28日および実験後の6月12日にみられた降雨時の半分程度の濃度である。そのため、濁水の発生期間が短く、かつ降雨時より低濁度である土砂投入実験に伴う濁水が、水生生物等に与える影響は少ないと推察した。

(5) まとめ

三春ダム建設による下流河川への土砂供給の減少に伴い、堤体下流の河川では試験湛水開始後、河床構成材料が粗粒化し、一部で河床侵食も認められた。そのため、三春ダム管理所では、平成11年5月に、下流河川の河床低下、河床構成材料の粗粒化防止を目的に、貯水池上流端に堆積した土砂を堤体直下へ1,000m³設置し、下流へ流下させた。

投入土砂は100m³/s放流や、6月6～10日にかけての20m³/s継続放流等で流下し、放流実験後は設置地点から1.2kmまで到達した。また、投入土砂の移動は、一時的な100m³/s放流の他、継続した20m³/s放流でもが効果的であった。さらに、実験約1年後には設置地点から約3.3kmまで到達していた。ただし、1,000m³の土砂では投入量が少ないと考えられ、河床低下や河床構成材料の粗粒化防止等に対する効果は小さいと示唆された。また、今回の投入実験による濁水は、実験前後の降雨で生じた濃度の半分程度であり、水の濁りに関する影響は少ないと判断した。

5 あとがき

三春ダム本川前貯水池への土砂流入量は、試験湛水を始めた平成8年10月から平成11年3月までの約2年半で約60,000m³であり、今回投入実験に利用した土砂1,000m³は、その1/60である。土砂投入は堆砂土砂の処理としてはわずかであるが、濁水の発生が少なく投入の頻度と設置箇所によっては、河床回復の有効な手段となると期待できる。今後さらに、以下の①～③の検討を加え、下流河川の保全措置として、より有効かつ合理的な管理手法を見いだしていきたい。

- ① 土砂投入の頻度
- ② 投入箇所数
- ③ 水生生物への効果の検証

謝 辞

本業務は建設省三春ダム管理所の委託業務、および応用地質(株)の自主研究により実施しました。三春ダム管理所の方々には、資料提供をはじめ、調査の際、便宜を図っていただきました。ここに感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 辻本哲郎：ダムが河川の物理的環境に与える影響—河川工学及び水理学的視点から—，応用生態工学，

Vo.2 No.2, pp.103-112, 1999.

- 2) 三春町：三春町史 第1巻 自然・原始・古代・中世（通史編1），三春町，1982.
- 3) 谷田一三：水生昆虫と河川形態，第2回建設環境技術セミナー資料，1993.

