

II - 50

鵜川における洪水時の河岸堆積に関する調査

開発土木研究所環境研究室 ○正会員 渡邊康玄  
 正会員 新目竜一  
 正会員 斎藤大作

1. はじめに

河川的环境における生態系の基盤である窒素・リンの移動は、非洪水時の総負荷量に比べ洪水時に移動する負荷量が極めて大きい。洪水時の窒素・リンは砂粒子に吸着された形態で移動しており、洪水時の砂粒子の挙動解明は河川環境を考えていく上で極めて重要な事項である。1998年の鵜川における融雪出水時の観測において、河岸堆積物と洪水時の浮遊物質とが極めて強い関係にあることが把握された<sup>1),2),3)</sup>。本研究は、窒素・リンを吸着している浮遊物質に着目し、河岸や高水敷への堆積について、1998年鵜川融雪出水における浮遊物質観測、1998年8月鵜川洪水における観測事項および8月洪水前後に実施した堆積物調査の結果について報告するものである。

2. 鵜川流域の概要

調査の対象とした鵜川は、流域面積 1,270km<sup>2</sup> で河道長 135km の一級河川である。図-1に鵜川流域の概要を示す。流域の形状は南北に細長く、大きな支川としては穂別川があり河口から41.5km 上流の穂別町内で鵜川に合流している。他の支川は短く本川にほぼ直角に合流している。



図 - 1 鵜川流域概要図

3. 洪水時観測の概要と観測結果

3.1. 融雪出水

1998年4月13日に生じた融雪出水時に、河口から2.6kmに位置する鵜川橋において、表面採水および浮子による流量観測を行なった。水位上昇開始直前の13日18時からほぼ一時間毎に14日8時まで計14回観測を行った。表面採水位置は通常の水位における左右岸と融雪出水時の流心近傍の3地点である。採水された流水中の浮遊物質を分離し、粒度構成を把握した。図-2に出水の状況、採水地点および観測結果を示した。観測結果として、流心および左岸の採水中に含まれる浮遊物質の10%粒径、30%粒径、60%粒径、90%粒径( $\mu\text{m}$ )および濃度(mg/l)について時系列で表した。また、採水地点の水深を用いて求めた摩擦速度および、浮遊物質の横断方向拡散現象を支配する流心と左岸での濃度の差についても時系列で表している。

3.2. 8月洪水

1998年8月28日に生じた洪水は、鵜川橋観測所において28日23時にピーク水位4.81m ピーク流量1781.09m<sup>3</sup>/sを記録した既往第3番目の規模の洪水であった。高水敷が水没し始めたのは28日17時、高水敷から水が引いたのは29日12時頃であった。洪水時の観測は、融雪出水時と同様に浮子による流量観測、表面採水を実施したが、その他に河床砂サンプラーによる低水路河岸近傍の河床材料の採取を橋上から実施した。表面採水位置は通常の水位における左右岸と洪水時の流心近傍の3地点とし、採砂箇所は左岸の採水箇所近傍で行なった。流量観測、表面採水を28日15時から29日の18時までの1~2時間毎に計23回、河床砂の採取を28日18時から29日18時までの概ね1~3時間毎に計16回と31日12時に実施した。採水された流水および採砂された河床材料を粒度分析し、粒度構成を把握した。観測結果を図-3に、図-2

Field observation of sedimentation on the flood plain during the 1998 flood in the Mukawa river  
 by Yasuharu WATANABE, Ryuichi SHIMME and Daisaku SAITO

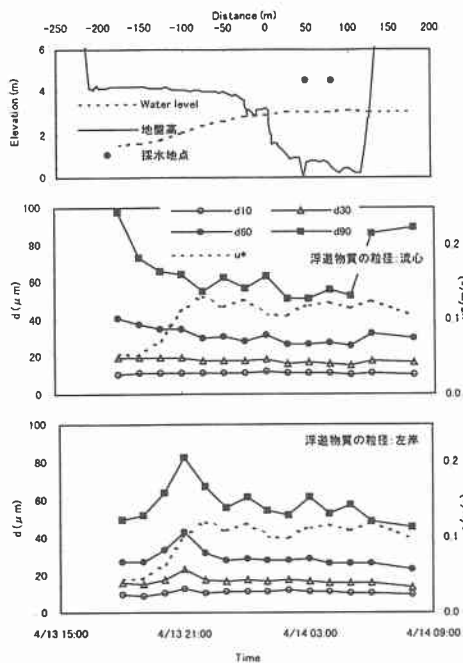


図 - 2 融雪出水の観測結果

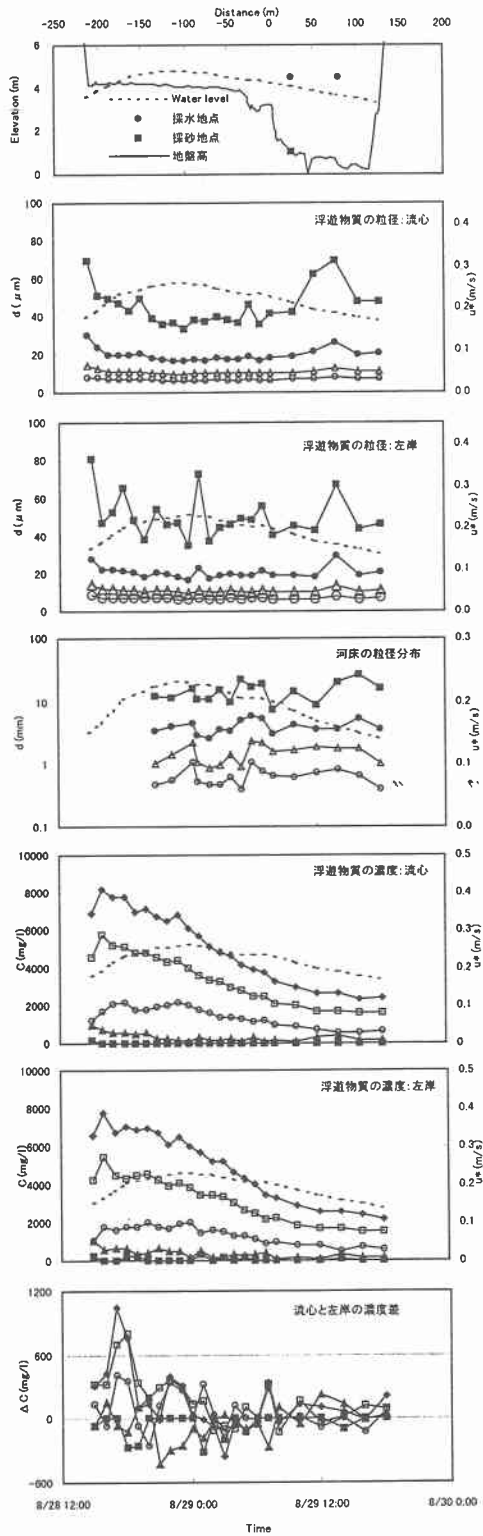


図 - 3 8月洪水の観測結果

と同様に整理した。なお、河床サンプラーにより採砂された河床砂の10%粒径、30%粒径、60%粒径、90%粒径( $\mu\text{m}$ )についても併せて記載した。

### 3.3. 浮遊物質の粒径と濃度の時間変化

図-2 および図-3 における浮遊物質の濃度の時間変化を見ると、濃度のピークが両洪水とも水位のピーク前に発生している。また、その粒径の内訳を見ると、濃度の変化は0.01~0.05mmの粒径が大部分を占めている。また、8月洪水の場合は、さらに0.01mm以下の粒径のものもある程度の割合で存在している。この0.05mm以下の粒子の濃度により粒径分布が変化している。すなわち、洪水初期から水位のピークまでは、融雪出水時の左岸を除き、浮遊物質の粒径が全体的に小さくなる傾向を示している。さらに、8月洪水においては、小さくなった粒径が減水期のある時刻まで維持されている。しかし、融雪出水時の左岸においては他と異なり、洪水初期には粒径が小さく水位上昇とともに大きくなるがその後細粒化に転じている。この現象は、0.05mm以上の粒子の存在割合が他の時間に比較して高く、この結果全体的な粒径が大きくなっているものと判断される。

### 3.4. 浮遊物質の横断方向の移動

図-2 に示した融雪出水時の浮遊物質濃度について、流心と左岸の濃度差について詳しく見てみることにする。水位上昇期のうちの極初期4月13日20:00から22:00において、流心に比べ左岸の濃度が高くなり、その後14日1:00まで流心の濃度のほうが高くなっていることがわかる。これは、左岸における浮遊物濃度の時間的な上昇率が流心に比較して大きいことに起因している。また、このことは粒子の拡散現象として、洪水立ち上がり初期に砂粒子が左岸から流心に向かい、その後流心から左岸側に向かって移動していることを示唆するものである。浮遊物質の粒径分布の変化とも考えあわせると、河岸から0.01~0.1mmの砂粒子が供給され、その内の0.05mm以下の粒子が流心に移動しているとも考えられる。

長谷川ら<sup>4)</sup>によれば、摩擦速度  $u_*$  と粒子の沈降速度  $w_f$  の比  $u_*/w_f$  と浮遊砂フラックスの移動方向  $Q$  の関係が式(1)で表されている。

$$\frac{u_*}{w_f} < 6.5 : \text{河岸から流心方向}, \quad \frac{u_*}{w_f} > 6.5 : \text{流心から河岸方向} \quad (1)$$

融雪出水時の流心での摩擦速度から、融雪出水時の  $u_*/w_f$  が1、2、10、50となる粒径を調べたものが図-4である。融雪出水時の浮遊物質の拡散方向が逆転する時刻の  $u_*/w_f$  の値は、粒径  $d$  が0.05mmの場合、50程度である。この値は、式(1)の6.5と比較すると1オーダー大きな値となっているが、6.5という値が不確定要素のある横断方向の拡散係数の定数に由来するものであり、横断形状や横断方向の粒径分布の変化等の効果も考慮する必要があるため、妥当な値であるかの判断は、今後の課題となる。

一方、8月洪水における浮遊物質の左岸と流心における濃度差は、図-3によると、観測開始時点で流心の方が高く、その後左岸と流心の濃度差が無くなる傾向を示している。このことは、観測開始時点での水位がすでにピーク水位近くになっていることおよび、図-4に併記している8月洪水時の  $u_*/w_f$  と粒径との関係から  $u_*/w_f$  の値が50を超えていることを考えると、融雪出水で観測された流心よりも河岸の濃度が高い時期をすでに過ぎていたと判断される。

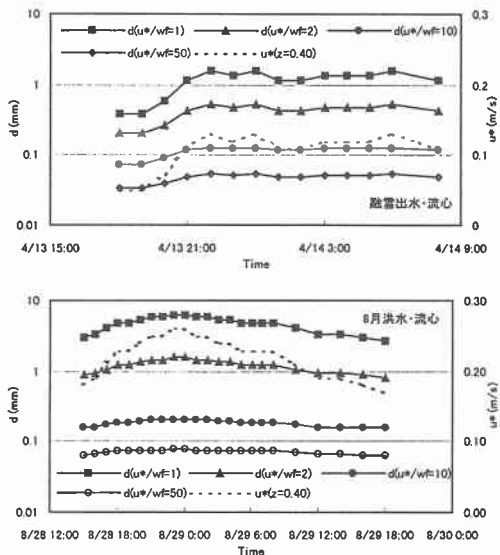


図-4 洪水時の摩擦速度の変化

#### 4. 堆積物調査

##### 4.1. 8月洪水前後における堆積物調査

洪水前後において河道の堆積物の構成材料について粒度構成の違いを見るために、8月洪水生起直前の8月26,27日と洪水直後の9月7,9,10日に鶴川橋から穂別橋にかけての約40kmについて概ね2km毎計19断面について、左右岸と流心部の構成材料を採取し粒度分析を行なった。左右岸における土砂の採取は堆積物のみとし、表層の土砂を採取するようにした。調査日の水位の関係上、河岸における採砂が洪水前後で全く同一の個所での調査はできなかったが、堆積物の性状の違いは確認できるよう前後での採砂の仕方是一になるよう努めた。8月洪水前後の堆積物の調査位置および結果を、それぞれ図-5、6に示した。洪水前の堆積物のd60は左右岸とも概ね0.1~1.0mmの範囲にあり、河床材料のd10と同等あるいはやや細かい粒径となっていることがわかる。一方、洪水後の堆積物のd60は、0.01~1.0mmの範囲で場所的に大きく異なっている。さらに、d10が0.001mm以下の個所もあり、全体的に洪水前の堆積物に比較して小さい粒径で構成されている。

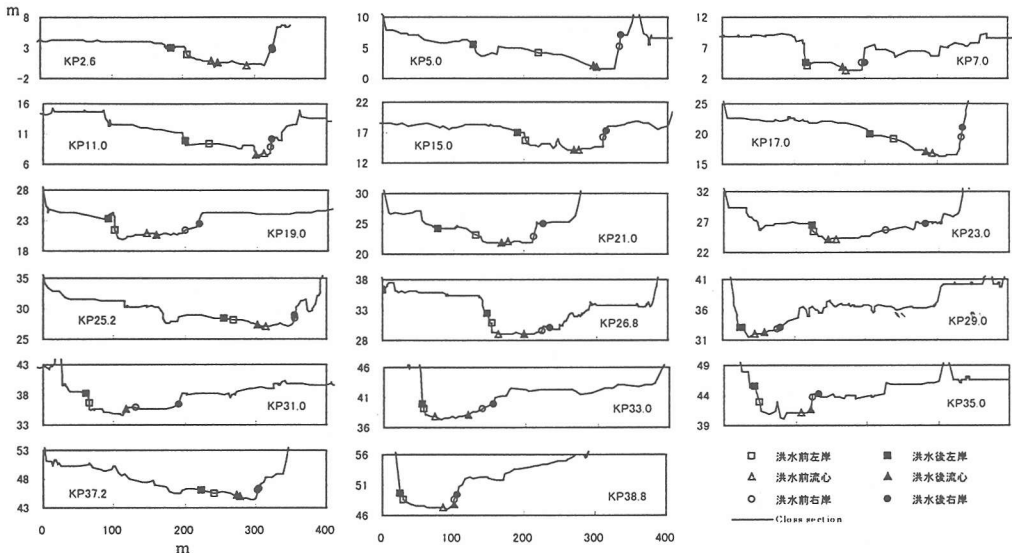


図 - 5 8月洪水前後の河岸堆積物調査箇所

表 - 1 堆積物調査位置近傍の状況

Kp	洪水前						洪水後					
	左岸			右岸			左岸			右岸		
河道 線形	横断位置	砂州の 存在	河道 線形	横断位置	砂州の 存在	河道 線形	横断位置	砂州の 存在	河道 線形	横断位置	砂州の 存在	
2.6	内岸	上位	砂州	外岸	法中(護岸)		内岸	上位	砂州	外岸	法上(護岸)	
5.0	内岸	中位	砂州	外岸	法中(護岸)		内岸	中位	砂州	外岸	法上(護岸)	
7.0	直線	法下		直線	法下	楕生	直線	法下		直線	法下	
9.0	内岸	法下		外岸	法下(布団籠)		内岸	法下		外岸	高水敷	
11.0	直線	中位	砂州	直線	法下		直線	上位	砂州	直線	高水敷	
13.0	内岸	法下		外岸	低位	砂州	内岸	法下		外岸	高水敷(護岸)	
15.0	直線	低位	砂州	直線	法下		直線	法上	砂州	直線	法上	
17.0	内岸	中位	砂州	外岸	法下		内岸	上位	砂州	外岸	法上	
19.0	外岸	法下		外岸	低位	砂州	外岸	高水敷		外岸	上位	
21.0	内岸	低位	砂州	外岸	法下		内岸	上位	砂州	外岸	高水敷	
23.0	直線	中位	砂州	直線	中位	砂州	直線	上位	砂州	直線	高水敷	
25.2	直線	低位	砂州	直線	法下		直線	上位	砂州	直線	法下	
26.8	直線	法下		直線	法下		直線	法中		直線	法中	
29.0	外岸	法下		内岸	中位	砂州	外岸	法中		内岸	中位	
31.0	外岸	法下		内岸	中位	砂州	外岸	高水敷		内岸	中位	
33.0	外岸	法下(根固工)		内岸	中位	砂州	外岸	法中		内岸	上位	
35.0	直線	法下		直線	法下		直線	法上(護岸)		直線	高水敷	
37.2	外岸	中位	砂州	内岸	法中		外岸	上位	砂州	内岸	法中	
38.8	外岸	法下	砂州	内岸	法下	砂州	外岸	上位	砂州	内岸	上位	

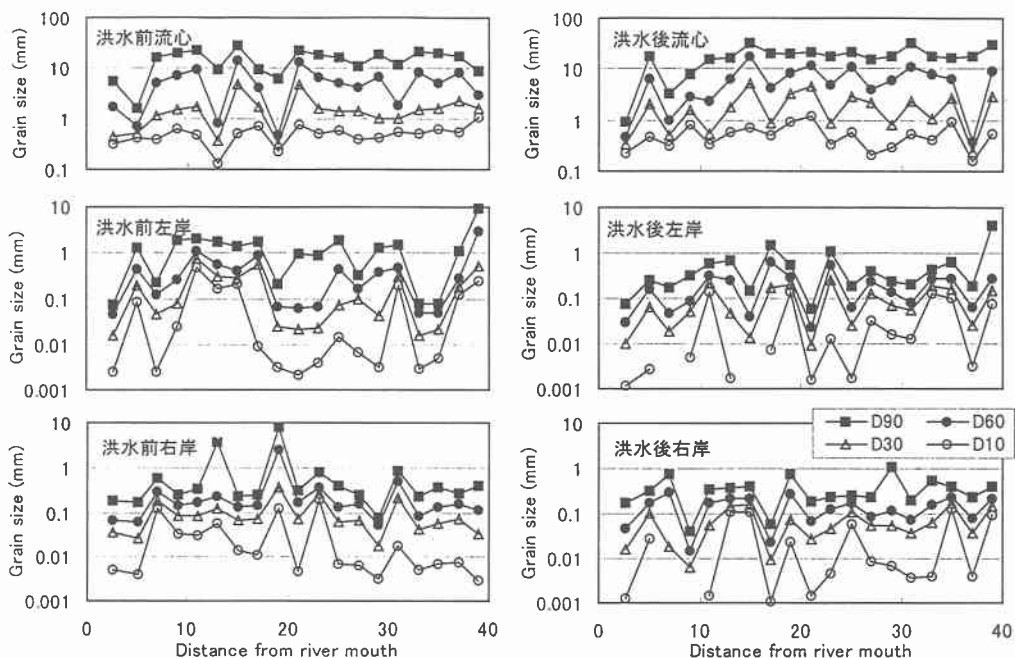


図 - 6 高水敷堆積物調査結果

粒径の大きさが場所的にある程度ばらつきを見せていることから、粒径の大きさと採取位置の状況とを比較することとした。土砂の採取位置付近の特性として、河道湾曲の内外岸別、砂州の有無、植生の有無、および河道横断形状における位置を用いることとし、これらを表-1 にまとめて記した。なお、表-1の横断形状における位置の表現は図-7に示すものを用いることとした。なお、法上、

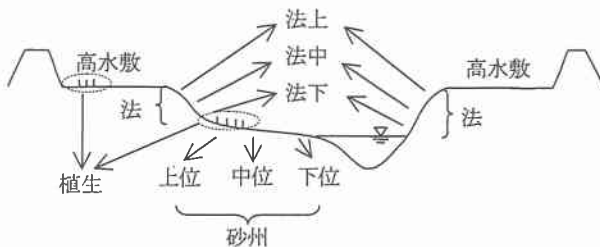


図 - 7 堆積物採取位置の定義

法中、法下はそれぞれ斜面部の上部、中部、下部を指し、上位、中位、下位は砂州における水際からの距離の程度で上位が最も離れた箇所を意味している。その結果、概略的な採砂箇所の状況だけでは、堆積物の粒径との関係は見出せず、洪水時の流れの状況やより詳細な周囲の状況すなわち微地形や局所的な植生の有無による流れの状況を十分に検討する必要があると考えられる。

#### 4.2. 鵜川橋近傍の河岸堆積物調査

同一箇所近傍での堆積土砂の粒度構成の違いを検討するため、鵜川橋近傍の左岸水際部における堆積物の粒度構成を横断的に詳しく見ることにした。鵜川橋橋下の左岸において高水敷から一段下がった箇所から水際までの約35m区間8地点について12月1日に堆積物を採取し、粒度分析を行なった。この地点は、蛇行の内岸側であり、砂州が存在している。調査箇所は全てこの砂州上である。また、高水敷には草が生えているが、対象地点周辺は植生は存在していない。採取方法は、表層より3~5cm程度の厚さで粒径の細かいものが存在する箇所を選んで採砂することとした。採砂箇所および粒度分析結果を図-8に示した。なお、8月洪水前の堆積物調査における同じ断面の粒度分析結果も併記した。

各地点の今回の洪水での堆積厚は不明であったが、細粒の堆積状況は次のとおりである。最も水際から遠い6.5m地点は、高水敷から一段下がったところであり、粘土状の堆積物が固まっていた。粘土状の堆積物

が存在していたのは8地点のうちこのみであった。10m地点は細砂が9cm程度の厚さで堆積し、15m地点は表層1cm程度に火山灰混じりのシルトおよびその下層に5mm程度の厚さでシルトが堆積していた。20m地点では、表層数mmに細砂が堆積していた。25m地点および30m地点はほぼ同様の堆積物であり、シルトが5mm程度存在し、その下層に1cm程度の火山灰砂が存在した。35m地点は、所々にシルト混じりの砂の塊が存在するが表層極薄く存在するのみであった。最も水際に近い39m地点は、2cm程度の厚さでシルトが堆積していた。粒径の構成で見ると、水際から最も遠い6.5m地点が最も細かく、 $d_{60}$ が0.1mm程度となっている。また10m地点から35m地点にかけては、 $d_{60}$ が1.0mm程度で6.5m地点と比較して1オーダー大きな値となっている。また、水際の39m地点では $d_{60}$ が0.25mmとなっている。

洪水前後で粒径分布と比較すると、39m地点では $d_{60}$ には変化が無いが0.1mm以下の粒子の割合の増大と1mm以上の粒子の割合の減少による細粒化が生じ、また6.5m地点では0.1mm以上の粒子の割合の増加により粗粒化が生じている。さらに、図-3に示した洪水中に採砂を行なった河床砂の変化と、同地点である25m地点の堆積物とを比較すると、洪水中に1mm以下の粒子が堆積したと判断される。

以上の現象は、左右岸での浮遊物質の粒径分布の変化や濃度の変化の違いから想定された、河岸から0.01~0.1mmの砂粒子が供給され、その内の0.05mm以下の粒子が流心方向に移動しているという現象とも符合する。

## 5. おわりに

鶴川の1998年に生じた融雪出水および8月洪水の浮遊物質観測および8月洪水前後での堆積物調査の結果、鶴川橋地点において洪水中に河岸から0.01~0.1mmの砂粒子が供給され、その内の0.05mm以下の粒子が流心方向に移動しているという現象が想定された。また、河岸における堆積物は、堆積個所の概略的な状況だけでは整理されず、微地形や局所的な植生の有無による流れの状況等、より詳細な検討を十分に行なう必要があると判断された。

本研究は、基礎的なデータからの概略的な検討に留まっており、現象の解明に向けてこれらのデータのより詳細な解析が必要となる。

## 参考文献

- 1) 渡邊康玄・新目竜一・斎藤大作・玉川尊：鶴川1998年融雪出水時の物質輸送に関する現地調査、水工学論文集、第43巻、1999年2月
- 2) 新目竜一・渡邊康玄：鶴川における洪水時の物質輸送に関する現地調査、北海道開発局開発土木研究所月報第547号、1998年12月
- 3) 新目竜一・渡邊康玄・斎藤大作：鶴川における洪水時の栄養塩類の挙動、土木学会北海道支部論文報告集第II部門、第55号(B)、1999年2月
- 4) 長谷川和義・望月明彦：シルト・細砂からなる流路の浸食過程、第31回水理講演会論文集、1987年2月
- 5) 長谷川和義・望月明彦：浸食・堆積過程にある流路の浮遊砂底面濃度について、第32回水理講演会論文集、1988年2月

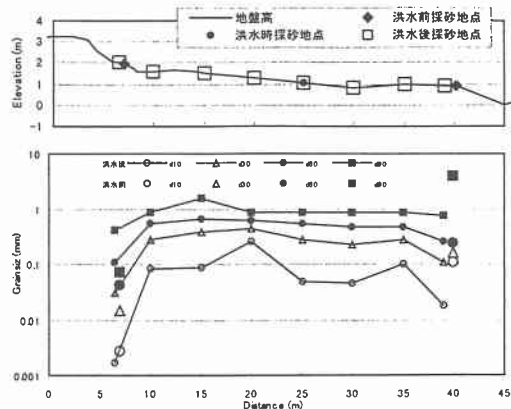


図-8 鶴川橋橋下における堆積物の横断方向変化