

鵜川洪水における水位変化と水理量の関係について

北海道開発局開発土木研究所 正会員 横山 洋
 正会員 喜澤 一史
 北海道大学工学部 正会員 長谷川和義

1 はじめに

洪水時における流れや土砂の挙動を把握することは、河川の物質移送の機構を明らかにし、河川の土砂管理を行う上で非常に重要である。著者らは1997年より北海道の1級河川である鵜川において洪水観測を行ってきた。本論は1999年夏洪水での鉛直流速

表-1 検討対象洪水

分布から洪水現象を考察するとともに、現在までの洪水観測について水位と水面勾配、粗度係数の関係及び流量とSS濃度の関係を考察した。

2 観測箇所・観測方法

観測は鵜川中流部に位置する穂別橋地点で行った。観測方法については1998年に喜澤ら¹⁾が行った方法と同様である。また各洪水の最大流量と観測時の状況について表-1に示す。

3 流速分布について

図-1は1999年夏洪水時にADCPにより測定した流速の鉛直分布である。流速分布が対数分布から中折れに変形し、再び対数分布に戻る様子がわかる。なお1997年夏洪水に示されたような流速分布の中膨らみ²⁾は見られず、流速分布形は同様な流量規模である1998年春洪水に類似していた¹⁾。また流速分布の変形の周期はいずれも30分程度であり、小規模な砂堆が通過していることが推定できる。

今中折れ分布に着目し、これが砂堆による後流によって生じているものと考え、山岡ら³⁾の椀形粗度流れのモデルを適用すると、底面近傍で式(1)の流速分布が成り立つ。またそれより上で式(2)が成り立つ。

$$u = U_1 \left[1 - 0.526 \sqrt{\frac{C_D k_s}{C_2 x}} \left\{ \left(\frac{y}{b} \right)^{\frac{3}{2}} - 1 \right\}^2 \right] \quad (0 < y < b) \quad (1)$$

$$u = u_* \left(8.5 + 5.75 \log \frac{y}{k_s} \right) \quad (b < y) \quad (2)$$

ただし U_1 : 後流と対数分布の接続点の流速、 b : 後流幅、 C_D : 抗力係数、 k_s : 砂堆波高、 C_2 : 係数、 x : 仮想原点からの距離である。一例として22時50分の分布を取り上げ、 U_1 と b を読み取り、 $C_D=1$ 、 $k_s=33.6\text{cm}$ 、

| 洪水 | 最大流量 (m ³ /s) | 観測時の状況 |
|----------|--------------------------|-------------|
| 1997年夏洪水 | 1300 | 増水期～ピーク～減水期 |
| 1998年春洪水 | 534.7 | 増水期～ピーク～減水期 |
| 1998年夏洪水 | 1407.6 | ピーク～減水期 |
| 1999年春洪水 | 204.08 | 増水期～ピーク～減水期 |
| 1999年夏洪水 | 606.43 | ピーク～減水期 |

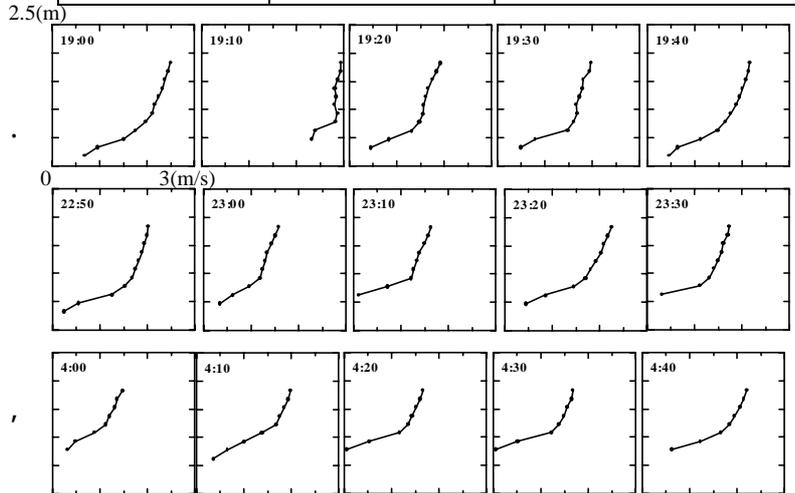


図-1 洪水時鉛直流速分布 (1999年夏洪水)

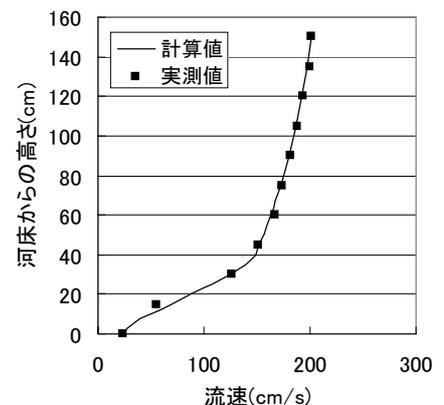


図-2 後流対数則の接続

キーワード：洪水計測，流速分布，水面勾配，粗度係数，SS濃度

連絡先：〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1-3 Tel(011)841-1111 Fax(011)820-4246

$C_{2x}=13.2\text{cm}$ として式(1)、(2)を計算してプロットすると図-2 になる。実測値との一致は良好である。このようにこの種の中折れ分布は後流対数則分布でかなり説明が付きそうである。

4 水理量の関係

続いて水位と水面勾配，粗度係数についてその関連を考察する。

図-3 は水位と水面勾配の関係を示している。夏洪水に着目すると，流量が大きい 97 年夏洪水では水面勾配のピークが水位のピークに先行しており，また水位下降時の勾配の変動は上昇時に比べ小さくなっている。流量規模がさらに大きい 98 年夏洪水も同様な傾向である。一方春洪水に注目すると 98 年，99 年ともに水面勾配はほとんど変化していない。また流量規模が小さい夏洪水である 99 年は，水位下降時に水面勾配が大きく振動している。

図-4 は水位と粗度係数の関係を示している。夏洪水を見ると，98 年，99 年ともに減水期における粗度係数の変動が大きい。一方春洪水の粗度係数は変動が小さくほぼ一定値をとっている。

図-5 は 1997 年から 99 年までの 5 つの洪水について SS 濃度と流量の関係を示している。いずれの洪水においても SS 濃度ピークが流量ピーク

クに先行しており，時計回りのループを描いている。これらの現象は流量が大きいと顕著である。また流量上昇期と下降期で傾きは異なるものの，SS 濃度は流量に比例していることがわかる。

水位と水面勾配及び粗度係数の結果を合わせて考えると，夏洪水の減水期に水面勾配・粗度係数ともに変動が大きい。これは河床波が大きく発達・変化していることを示している。また 99 年夏洪水は他の夏洪水に比べ流量規模が小さく河床波の影響が水面形に現れやすかったと考えられる。

5 まとめ

今回の検討をまとめると以下のとおりである。

- (1)水面勾配，粗度係数より夏洪水時の減水時に河床波の発達・変化が著しいと推定できる。
- (2)SS 濃度のピークは流量のピークに先行しており，流量が大きいほど著しい。また流量と SS 濃度は比例している。
- (3)流速分布の中折れ形状は、後流対数則の接続モデルによって説明できる。

今後は洪水時の河床形状を連続的に計測し，河床波と流速分布の関係及び時間変化を明らかにすることが必要である。

参考文献

- 1)喜澤一史，馬場仁志，川邊和人，長谷川和義：水位変動の大きな洪水における水理構造の変化について，土木学会北海道支部論文報告集第 55 号，pp308-313，1999
- 2)喜澤一史，山下彰司，長谷川和義：洪水流における水理構造の変化について，土木学会第 53 回年次学術講演会概要集，1998
- 3)山岡勲：水理学演習(2)岸力編、第 3 章：自由な乱れ（不連続面），学献社，1975

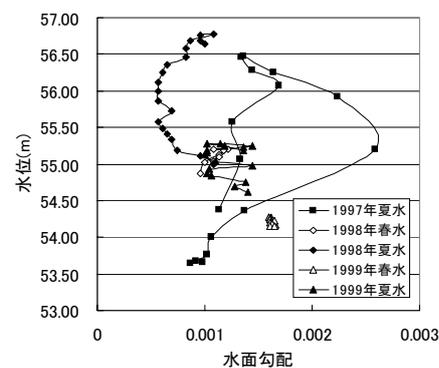


図-3 水位と水面勾配の関係

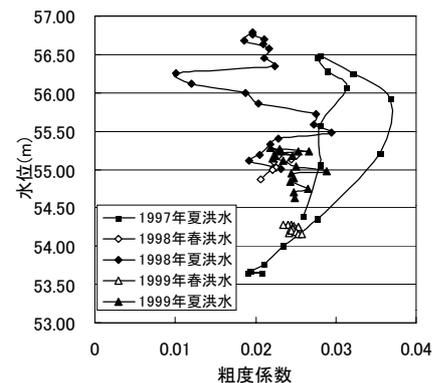


図-4 水位と粗度係数の関係

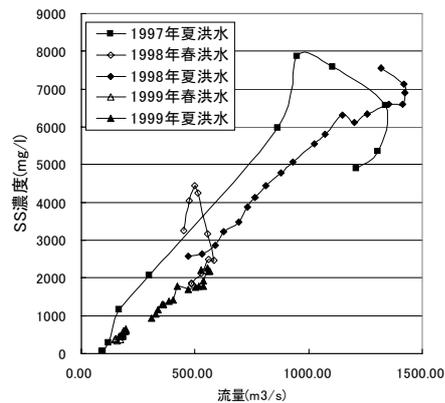


図-5 流量と SS 濃度の関係