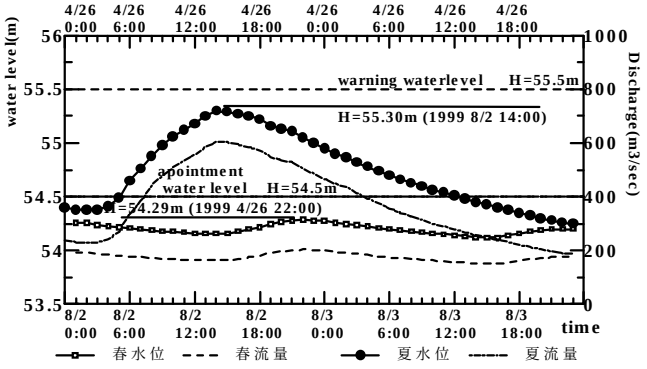
平成 11 年　鵡川洪水観測による水理特性と河床波の考察

開発土木研究所　　正　員　喜澤　一史・横山　　洋
北海道大学大学院　正　員　長谷川　和義

1.　はじめに

北海道胆振支庁の一級河川鵡川の穂別橋地点における洪水観測は、本観測を含めて 5 回目となる。平成 11 年は気温上昇に伴う融雪洪水（春洪水）・降雨による洪水（夏洪水）の 2 回でそれぞれ Q=204, 606m³/sec（計画流量 Q=2,000m³/sec）とこれまでの洪水観測に比して小規模なものだった(図－1)。



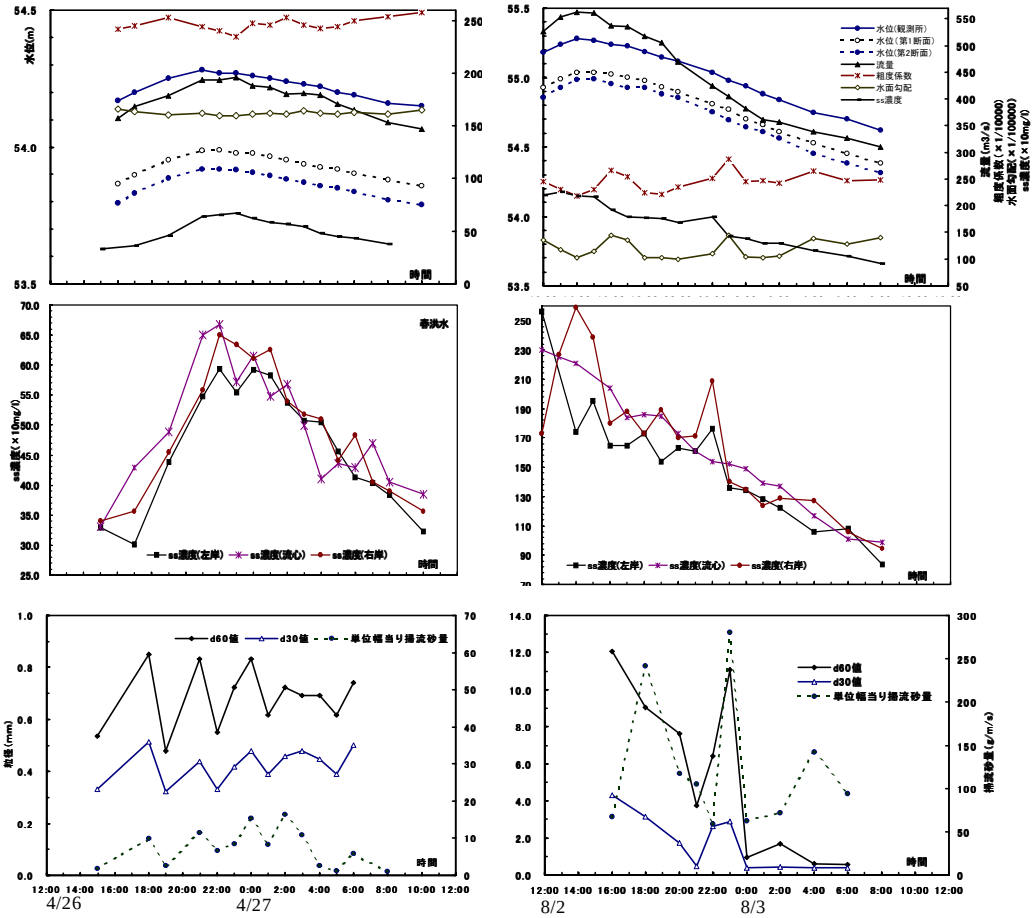
図－1　穂別橋地点洪水ハイドロ

2.　観測方法と結果

観測の項目・方法を表－1、観測結果を図－2,3に示す。図上段の水面勾配は夏洪水では 8/2　16:00,23:00 に極大値を取り粗度係数との同調が見られるものの、春・夏ともに時間変化が見られない。小規模洪水のため洪水波の振幅が小さかったことが原因である。よって掃流力は水深の変化に従うこととなり、同図中段に示した浮遊砂濃度と水位のピーク時間はほぼ一致しており、浮遊砂濃度ピークの先行性は見られない。粗度係数の変化は減水とともに大きくなる傾向にある。同図下段は平均・60・30%の掃流砂粒径及び量の時間変化を示している。春洪水では規則的に 3 時間周期の増減が繰り返されている。平成 10 年度の観測 [1] でも同様な周期変動が観測されており、河床波の通過を示唆している。夏洪水は春洪水より粒径が大きくなり、最大値は図上段の水面勾配・粗度係数とともに 16：00,

表－1　観測概要

項　目	春洪水	夏洪水
流　速	ADCP、プロペラ	ADCP、浮子
浮遊砂	バケツ表面（左右岸・流心）、MTS（流心）	
掃流砂	土研式掃流砂採取器	



図－2　春洪水時系列変化図

図－3　夏洪水時系列変化図

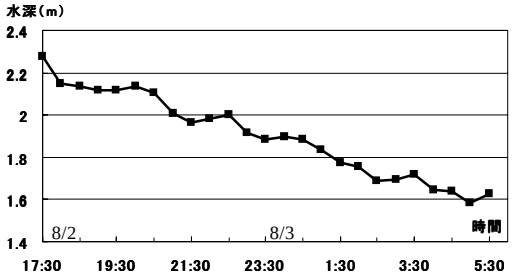
キーワード：洪水観測，河床波，流速分布，掃流砂，水面勾配
連絡先：〒062-8602 札幌市豊平区平岸１条３丁目　開発土木研究所　河川研究室　℡ 011-841-1111(273) Fax 011-820-4246

23:00 に発生している。つまり水面勾配、粗度係数、掃流砂はともに７時間間隔で変動している。この現象は長波長の河床波の通過によるものと判断できる。河床波の規模については、ADCP（超音波 3 次元ドップラー流速計－固定観測）による水深測定、また河床波の移動速度から考察を加えることとする。

3.河床波の規模に関する考察

3－1. ADCP による考察

著者[1)2)]らは平成 9,10 年度に同河川の洪水流速分布から非定常流解析を行った。また本洪水の流速分布には横山ら[3)]が考察を加えている。夏洪水の流速分布は、平成 10 年夏洪水（Q_{max}=1407.6m³/sec）のような顕著な非定常変形（中膨み分布）は見られないものの、洪水規模がほぼ同じ同年春洪水（Q_{max}=534.7m³/sec）に類似した中折れや直立分布形状が見られる。明確に確認できるその生起時間は 8/2 19:00,23:00,4:10 付近である。流速分布の変形は河床波のクレスト近傍で顕著になり、その通過後は背面部に位置することで収まっていく[2)]ことから、この時間帯に河床波が通過したと考えられる。一方、ADCP で計測した水深の変化が**図－4**である。この間の dh/dt はほぼ一定なので、図に見られる波動は河床高の変位と見ることができる。**図－4**の変動頂部、つまり水深の浅い時刻と流速分布の変形生起時刻はほぼ一致している。図に見られる変動周期は概ね 2 時間程度である。この変動は短波長の砂堆の通過を示唆している。水面勾配や粗度係数に見られる変動周期と異なっていることから、本洪水では波長の異なる 2 種類の河床波が混在していたと考えられる。



図－4　河床高の変化（ADCP 計測）

3－2. 河床波の移動速度算定からの考察

流下に伴う単位幅当り掃流砂量を式（1）として河床の移動速度を算出する。

$$q_b = 1/2 \times H \times C \times (1-\lambda) \qquad (1)$$

$$C = 2q_b / \{H(1-\lambda)\} \quad (2)$$

q_b: 単位幅当り流砂量　C：河床波移動速度

H：河床波高　λ：空隙率

8/2 23:00 における $q_b = 280(g/m/s)$ を代入し、**図－4**から $H = 0.15m$、$\lambda = 0.5$ と仮定すると C　$5m/h$ となる。変動周期２時間を乗ずると河床波長は 10.2m となり水深の 5 倍と通常の砂堆規模となる。

3－3. 斐伊川との比較考察

出雲地方斐伊川は平常時に典型的なうろこ状砂州が発達することで知られている。上野ら[4)]によれば洪水時の斐伊川には規模の異なる四重階層構造の河床波が形成され、砂堆・小規模砂州の移動速度はそれぞれ 5～10，1.8～2.8m/h とされている。鵡川との比較では砂堆移動速度Cが斐伊川とほぼ一致している。一方水面勾配や粗度係数の変動は、ADCP の流速分布や河床測定結果が示す局所的な河床変動というより流下断面に広範囲にかかる現象である。したがってその長周期の変動は砂州規模の河床波と考えるのが妥当である。しかしながら斐伊川とは河川･洪水規模が異なるため小規模砂州の規模･移動速度に違いがあるようである。

4.　おわりに

水面勾配・粗度変化、掃流砂粒径・量の時系列変化と ADCP による水深計測の結果から、鵡川穂別橋における河床波の存在・形状の算定を行ってきた。その結果波長 10m 程度の砂堆と小規模砂州と推測される２重構造の河床波の存在が推定された。今後は河床波の面的な直接観測を行うことで、これらについて検証していく予定である。

---

1) 喜澤一史他；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，Ⅱ-66，1999.2
2) 喜澤一史他；洪水流における水理構造の変化について，土木学会第 53 回年次学術講演会講演概要集，Ⅱ-327，1998.10
3) 横山　洋他；鵡川洪水における水位変化と水理量の関係について，土木学会第 55 回年次学術講演会講演概要集，投稿中
4) 上野鉄男；洪水時の乱流構造の非定常特性に関する研究，平成 7,8 年度　科学研究費研究成果報告書，1999