

洪水時の河道内における浮遊物質の挙動

開発土木研究所 正会員 佐藤 耕治
開発土木研究所 正会員 渡邊 康玄

1. はじめに

河川環境を考慮した河川改修や河道維持を行なう場合、そこに生息している生物の状況を把握することは非常に重要なことである。一方、生物の生息は河川生態系の基盤を形成する土砂や栄養塩類等に制約を受けていることから、これらの現状や河道の変化に伴う挙動についての確に把握する必要がある。

河道に蓄積される栄養塩類は、その大半が洪水時に浮遊物質に吸着された形で河道内を移動・堆積していることが指摘されている¹⁾。しかし、河川における流水と土砂の流域一貫した管理が重要視されているにもかかわらず、栄養塩類を吸着している浮遊物質の洪水時の挙動については十分解明されていない。

本研究では、洪水観測および洪水前後の河岸堆積物調査を基に浮遊物質の挙動について考察を行った。

2. 調査対象河川概要

浮遊物質の河岸や高水敷への堆積等河道内の物質輸送を把握するためには、ある程度長い区間における変化を把握する必要がある。このため、対象区間において大きな支川流入が無く物質収支がある程度閉じた領域での観測が必要である。また、ダム等の構造物が存在する場合、その影響が観測結果に反映されるため、できる限りそのような構造物が存在しない必要がある。このような条件を考慮し、調査対象河川を鵜川とした。調査区間は穂別橋(Kp.40.7)から鵜川橋(Kp.2.6)までの区間である。図-1に調査対象区間の概略位置図を示す。同図からわかるように、穂別橋から鵜川橋にかけては大きな支川が存在せず流域も河道に対して細長いため、この区間の流域で生じる河道への物質の負荷は河道内を流下してくる上流からの流入に比較して、小さいものと判断できる。

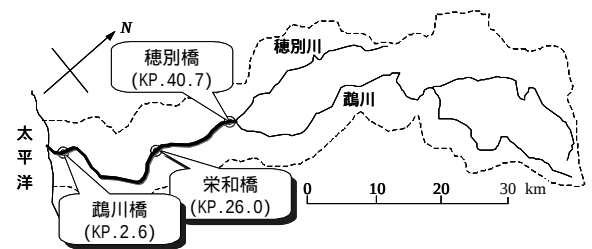


図 - 1 鵜川流域図

3. 浮遊物質の河岸への堆積

1998年4月13日に生じた融雪出水時に、浮遊物質観測を目的として穂別橋および鵜川橋において採水を行った。採水は、両観測地点とも流心部および左右岸近傍の3箇所、橋上からバケツにより表面の流水を対象として行われた。採水時間は、概ね1時間毎に実施されている。採取された浮遊物質について粒度分析を実施し、粒径毎の濃度を把握した。現地観測の結果、浮遊物質の時間変化の特徴は、両観測地点とも水位ピーク生起前に濃度のピークが生じていることが挙げられる。

また、左右岸近傍と流心における浮遊物質の濃度差については、鵜川橋において洪水極初期には濃度差が認められないが水位上昇とともに左右岸の濃度が流心の濃度に比較して大きくなり、水位上昇速度が低下すると逆に流心の濃度が高くなる傾向が見られた。

この現象を検討することにより、浮遊物質が河岸から流れに供給されることが想定された²⁾。次に河岸からの供給浮遊物質がどの程度の量であるかを把握する目的で、およそ10km間隔で洪水前後に河岸堆積物調査を行った。その結果、洪水観測で採取された浮遊物質の粒径と一致する0.1mm以下の河岸堆積物は、全地点の平均で、洗掘が1.3cm程度であり、堆積が0.9cm程度となった。これらの値は、全粒径による洗掘・堆積量の10%程度であり、河床には0.1mm以下の粒径の材料が存在しないことから、河岸堆積物と浮遊物質との交換が出水の度にかなりの量で行われていると判断される。

4. 不定流計算による浮遊物質の挙動

穂別橋から鵜川橋までの間において、浮遊物質がどのような挙動をしているかを把握するため、1次元不定流にCIP法³⁾を用いて河床変動計算^{4),5)}を行なうこととした。その結果及び前項までで述べてきた現象を用いて、浮

遊物質の挙動について考察を行なう。

4.1. 不定流河床変動計算基礎式

流れの計算は、開水路 1 次元不定流の運動方程式および連続の式を用いた。

河床変動計算は、浮遊物質の挙動を見ることから掃流砂と浮遊砂について考慮することとし、流砂の連続式により河床変動量を算出する。

掃流砂量式には、芦田・道上の式⁶⁾を、粒径別の限界摩擦速度は、Egiazaroff・浅田の式⁷⁾を使用した。

浮遊砂については、粒径別の浮遊砂濃度の連続式および板倉・岸の浮遊砂浮上量式⁸⁾を用いた。

4.2. 穂別橋 - 鵜川橋における計算結果

計算の対象に使用した洪水は 1998 年 4 月 13 日に鵜川で発生した融雪出水である。流量は $500\text{m}^3/\text{sec}$ 程度で、対象区間は穂別橋から鵜川橋までとし、穂別橋の観測結果(水位・流量・SS 濃度)を既知として、下流方向に計算を行った。河床材料は計算区間において一定とし、6 分割($d=0.05, 0.30, 1.25, 3.50, 7.5, 30\text{mm}$)して、掃流砂及び浮遊砂量を計算した。

図-2 において、栄和橋(Kp.26.0)においてはピークの時間及び流量が一致しているが、下流の鵜川橋においては実測値に比べて流量の増加が早く、ピーク時間にずれが生じている。

次に、鵜川橋における流量と浮遊物質濃度変化について、実測値と計算値を時間的に比較した。浮遊物質濃度は観測の結果によると、粒径 0.05mm 程度であることから、計算上は 0.05mm の浮遊砂の値を浮遊物質として扱った。図-3 において、実測値の流量及び濃度に注目すると、洪水上昇期に濃度のピークが現われている。これに対し、計算結果では実測値に比べ流量の上昇が早く、結果として濃度のピークが遅れて現われていることが確認できる。この現象は浮遊物質の横断方向の濃度変化とも考え合わせると、鵜川橋において観測された浮遊物質が上流から流下してきたものというよりは、河道内に蓄積されていた物質が水位上昇に伴い巻き上がったものを捕えている⁹⁾可能性を示すものであると考えられる。

5. おわりに

今回は鵜川における洪水観測の結果を検証することを目的として、1 次元不定流河床変動計算を行なった。その結果、流量に関しては下流の鵜川橋では洪水の立ち上がり時期やピーク時間が早まる傾向が見られた。また、浮遊砂濃度についてはピーク値や波形に関しては、ある程度の値の一致を見ることができた。しかし、実際には洪水の流量ピークの前に訪れるはずの濃度のピークが、計算では全体的に遅れているということがわかった。

これらの原因としては、計算には考慮してはいない区間内に存在する河岸堆積物が少なからず影響しているものと考えられる。今後の計算精度向上のためには、河岸堆積物を考慮したモデルを開発することで、より再現性のある計算を行なうことができる。

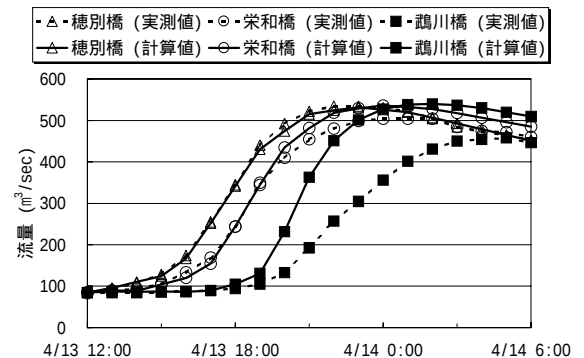


図 - 2 流量比較

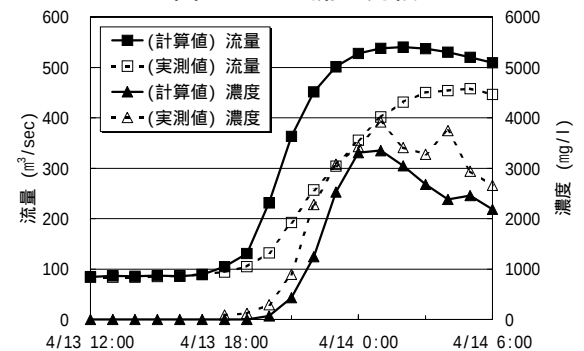


図 - 3 計算と実測の比較(鵜川橋)

- 1) 渡邊康玄、新目竜一、齋藤大作、玉川尊;鵜川 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,1999.2
- 2) 渡邊康玄、長谷川和義、橋本識秀;洪水時における浮遊物質の横断面内輸送と河岸堆積微細砂の堆積状況,水工学論文集,第 44 巻,2000.2
- 3) 矢部孝、観山正見、桜島成治;パソコンによるシミュレーション物理,朝倉書店,pp.41~47,1992.2
- 4) 清水康行;沖積河川における流れと河床変動の予測手法,開発土木研究所報告,第 93 号,1991.2
- 5) 北海道開発局土木試験所河川研究室;現場のための水理学,北海道開発局土木試験所月報, No.411~415,1987.8~12
- 6) 芦田和男、道上正規;混合砂礫の流砂量と河床変動に関する研究,京都大学防災研究所年報,第 14 号 B,1971
- 7) 浅田宏;山地河川の流砂量と貯水池の堆積過程に関する研究,電力中央研究所報告総合報告 No.2,1976
- 8) Itakura,T. and Kishi,T.;Open Channel Flow with Suspended Sediments, Jour.Hyd.Div., Proc.ASCE,Vol.106,No.HY8,1980
- 9) 三宅洋、渡邊康玄;洪水時における SS 輸送量推定について,第 43 回北海道開発局技術研究発表会発表概要集(3),2000.2