

旭川中流部における洪水流の観測と解析

岡山大学環境理工学部	正員	名合宏之
岡山大学環境理工学部	正員	○大久保賢治
建設省中国地方建設局	正員	川島明昌

1. はじめに 旭川中流 10～15 km 付近の河道は概ね直線的であるが、百間川放水路、支川合流、取水施設の他、11 km 地点より上流は大小の寄州・中州が存在し、低水時は複雑な平面流況を示す。洪水時は中州の大半は水没するが、砂州上の流れは浅く、そこに繁茂した樹木群が水面に露出して流れの抵抗特性に影響を及ぼしている可能性がある。ここでは、とくに、百間川分流量に及ぼす砂州や樹木群の影響の程度を検討するため、1995 年 7 月の洪水の流況を平面流モデルで解析し、痕跡調査及び不等流解析の結果と比較した。

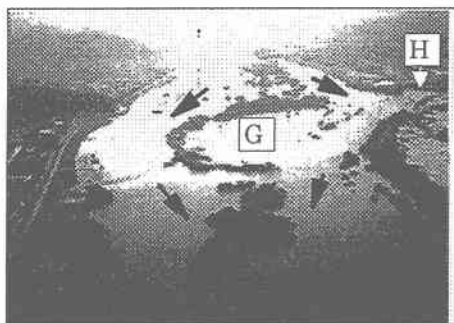


図1 洪水の状況(1995.7.3 17:12)

G:中州 及び H:一の荒手

2. 1995 年 7 月出水の痕跡調査 95 年 7 月 3 日、旭川は 15 年振りの出水となり、13 時のピーク流量は上流の下牧(19km)で $2,195 \text{ m}^3/\text{s}$ 、下流・出石(10 km)では $2,042 \text{ m}^3/\text{s}$ が観測された。

百間川放水路にも約 $150 \text{ m}^3/\text{s}$ が流れたことになり、15 時頃の視察で一の荒手に約 0.3 m の越流が確認され、17 時の写真では樹木群が半ば水没し一部の堰は露出する寸前の状態であったが、越流は停止していた(図 1)。

洪水後の痕跡調査から、対象区間について図 2 のような水面形が得られピーク流況ではどの堰も 2m 以上潜っていたことがわかる。洪水の流況を解析するための不等流解析は Manning 粗度係数 $n=0.017 \sim 0.033$ (上流向きに増加) の範囲で試行され対象区間の最適値として $n=0.027$ が選ばれた。ただし、計算は長方形断面を仮定して、中島及び鳥城周辺の並行流路の流量配分を考慮し、また堰の投影面積を無効河積とした上で、大型樹木群及び橋脚の背後は死水域とし、これらの河道要素の影響は予め除いた粗度係数が求められている。痕跡勾配と流量流速から計算した擬似等流水深は約 3m であって、これが砂州などを含めた平均水深に近いことからみて、この区間における対象出水については砂州の影響が最も大きいと予想される。

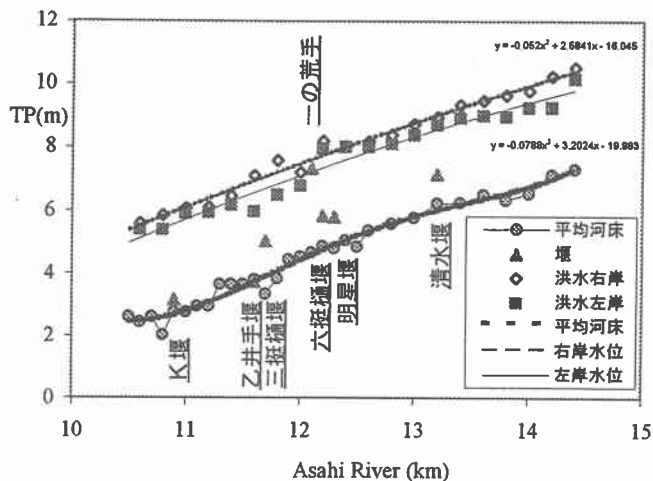


図2 痕跡調査による水面形と平均河床

3. 平面流解析 洪水流解析を平面流れに拡張する際の手法としては河道線形効果を再現するため曲線座標を導入する場合、非定常流の水位変化に伴う越流や時間拡張を考慮する氾濫解析、複断面河道の水利をみる準三次元モデルなどが考えられるが、ここでは、比較的直線的である 10.5～14.6 km 区間(図 3)においてピーク流量相当の定常流に対する粗度の平面分布を考慮する目的で直交座標系の平面二次元流解析を行った。流下方向 $dx=100\text{m}$ 、横断方向 $dy=20\text{m}$ の計算格子を図 4 のように作成し、主要河道要素を表現した。さらに本川の下流端条件は通常のように実測水位(痕跡)を与え、一の荒手の越流量は上述の流量差としている。

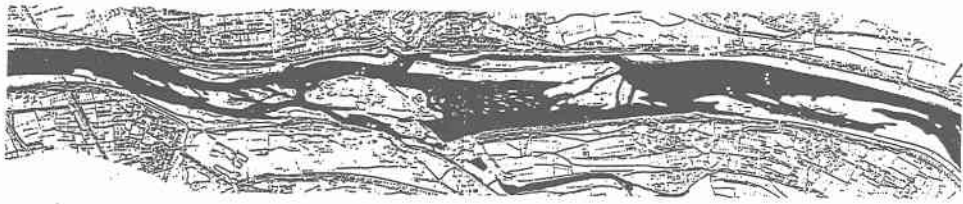


図3 計算対象区間 (10.5~14.6 km) における砂州の状況

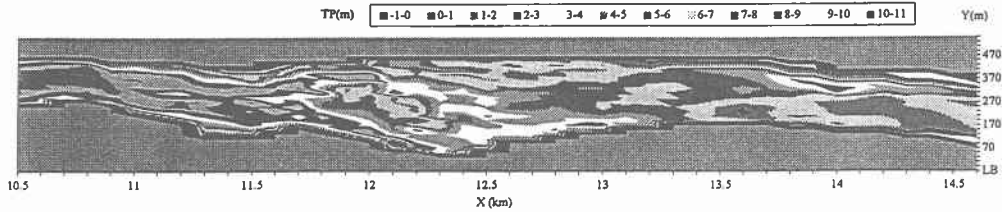


図4 モデルで与えた計算対象区間の格子系の標高

4. 解析結果 粗度係数は上述 $n=0.027$ の値を一様に与えて解析するが、格子の抵抗係数 f で表示すると

$$\tau_b / \rho = \frac{1}{2} f (WU / h^2) = \frac{gn^2}{h^{1/3}} (WU / h^2) \quad U, V: x, y \text{ 方向単位幅流量、} W = \sqrt{U^2 + V^2}$$

であるから、砂州に相当する浅い格子で抵抗係数を大きく取る条件になり、具体的には $h=1\text{m}$ で $f=0.0143$ 、洗掘部の $h=8\text{m}$ でその $1/2$ 倍程度の抵抗係数を与えたことになる。図5に水深及び主流速の分布を示す。

モデル直上流の河道は彎曲し右岸痕跡は左岸より 0.5m 高く、強制渦の発達が見える。計算上は清水堰の上流左岸に連続した2つの寄州（樹木あり）の水制機能で流れが偏る。平水時は市の上水が清水堰（斜堰）で右岸に寄せられるが、ゴルフ場までの直線漸拡河道ではこの上水流路を固定する右岸砂州（樹木無し）も作用して、兩岸水位差は緩和される。ゴルフ場中州は洪水流を左右に振分け $11.5 \sim 12\text{km}$ 区間の水位差は基本的に一の荒手の越流に伴うものとみなせる。一の荒手の越流水深 0.63m 、越流幅 60m であるから約 4m/s ($Fr=1.6$) の流速で $150\text{m}^3/\text{s}$ を分流したことになる。この流況でゴルフ場樹木帯の主流速は計算上 1m/s 以下となり洗掘部の $1/5$ まで落ちる。すなわち計算区間は樹木群が砂州に分布し、植生粗度は付加していないが、平均河床より高い砂州については、その減速域が再現されたと考えられる。

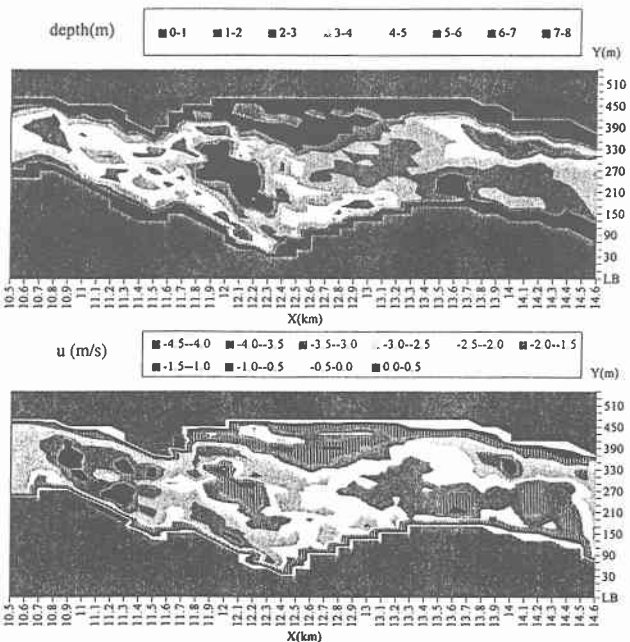


図5 計算結果 上: 水深; 下: 主流速の分布

5. まとめ モデルの砂州は、一次元解析で考慮された河積減少効果によって、洪水で一定の機能を果たす。今後、樹木群の抵抗を表示し、低水流況も含めて河道要素の影響を検討していくつもりである。