

II-45

岩沼における1996年9月出水の栄養塩推移に関する検討

日本大学大学院 ○牧 友子

日本大学工学部 長林 久夫

東北大学工学部 真野 明

1. はじめに

河川における濁質や栄養塩の物質輸送は、広範囲の領域における水質特性を特徴付けるものであり、物質輸送を定量的に評価するシステムの構築は、水質の維持管理及び制御において重要である。本研究は出水時の河川における水質特性を、流域に面的配置した計測点の結果より検討¹⁾²⁾を行ってきた。ここでは阿武隈川本川の流れに対して Kinematic-wave 法を適用し、出水時の岩沼における流量、栄養塩の時間的推移を計算し、検討を行った。

2. 流域概要

阿武隈川は福島県西白河郡西郷村の旭岳を源流とし、白河市、須賀川市、郡山市、二本松市、福島市、角田市を貫流し、宮城県亘理の仙台湾に注いでおり、流域面積 5400km²、流路延長 239km である。本川上には、福島市から上流 5km に信夫ダムがあり、河口から 10km 上流には阿武隈大堰がある。

3. 解析手法

出水時の物質輸送を計算するには、河道のモデル化、支配方程式の算定、各支川流量の算定が必要である。大流域の解析には全ての流路における負荷発生と輸送、変体の過程を分流型モデルとして与え検討することが必要であるが、ここでは簡略化したモデルとして、本川河道上のみ負荷と輸送のモデル化を行った。河道は広長方形を仮定し、水路勾配と水路幅を場所の関数におき、粗度係数を $n=0.03$ とし、洪水波を弾性波で伝播するとした Kritz-Seddon の式(2)に従い、支配方程式である式(1)に与えた。

$$\frac{1}{\omega} \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (1) \quad \omega = \frac{5}{3} v \quad (2)$$

v : 流速 (m/s)、 x : 流下距離 (m)、 t : 時間 (s)、 Q : 流量 (m³/s)、 ω : 洪水波の伝播速度 (m/s)

支川流量の算定は、東北大学が作成した阿武隈川擬河道網解析プログラム³⁾によって行った。また、各支川の T-N、T-P については、洪水時の計測から得られた阿久津における SS と流量の関係を式(3)、SS と T-N、T-P の相関式¹⁾

を式(4)、(5)として与え、これが阿久津及び支川の負荷に適用できるものと仮定して計算を行った。

$$SS = 0.0104 Q^{0.687} \quad (3) \quad T-N = 3.58SS + 1.58 \quad (4) \quad T-P = 1.76SS + 0.0808 \quad (5)$$

Q : 流量 (m/s)、 SS : 浮遊物質質量 (g/l)、 $T-N$: 窒素濃度 (mg/l)、 $T-P$: リン濃度 (mg/l)

計算は式(1)を差分化して与え、阿久津における流量、栄養塩を初期条件とし、最下流の岩沼における流量、T-N、T-P の時系列分布を求めた。T-N、T-P の輸送に関しては洪水波と同時に SS が輸送されるものと、物質は Manning の平均流速で輸送される 2 種について検討した。また本川上の支川合流点では、東北大学が作成した擬河道網モデルのプログラムを用いて得た支川流量と T-N、T-P 負荷(式(3)、(4)、(5)より)を式(1)に与えている。

4. 結果及び考察

Kinematic-wave 法による洪水解析の結果を図-1、図-2 に示す。T-N 計算値は、洪水と同時に物質が輸送されるとしたものに比べ、Manning の平均流速で輸送されるとしたもののほうが、流量低減期の第 2 ピークをよく示している。T-P の計算値においては、T-N のときほどではないが、同様に平均流速で輸送されたもののほうが実測値に近い分布を示した。しかし、この解析においては 9 月 22 日 20 時頃に生じた高濃度の値は表現できていない。

出水初期の高濃度の値を知るために、阿武隈川河口から 10km の本川上にある大堰の岩沼での影響を検討した。

岩沼と大堰の流量実測値を図-3に示す。大堰において9月22日18時頃のゲート開放により急激に流量が増加している。大堰から岩沼まで約10kmなので、流量に約一時間の遅れがある。そのことを加味すれば、岩沼における出水初期の流量の立ち上がりにはほぼ合致している。物質輸送が流量より少し遅れることを考えると、出水初期のT-N、T-Pの高濃度の値は大堰の影響があるのではないかと考えられる。

地点は異なるが、阿久津における平水時の河床土砂に含まれるSSとT-N、T-Pの関係を図-4、5に示す。SSに含まれるT-N、T-Pは、出水時のものに比べ高い値を示している。このことからT-N、T-Pとも平水時に蓄積され、それが出水時にファーストフラッシュとともにこの高濃度に影響を与えていると推定される。

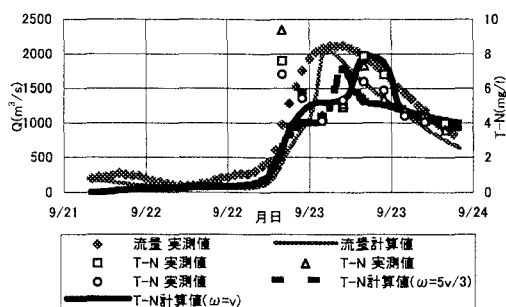


図-1 岩沼における流量とT-Nの関係

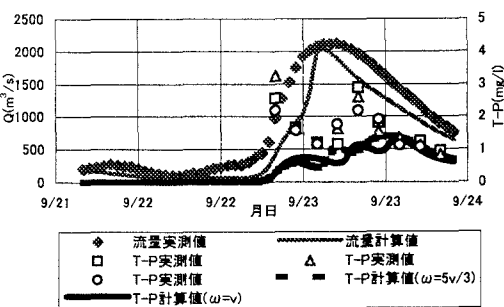


図-2 岩沼における流量とT-Pの関係

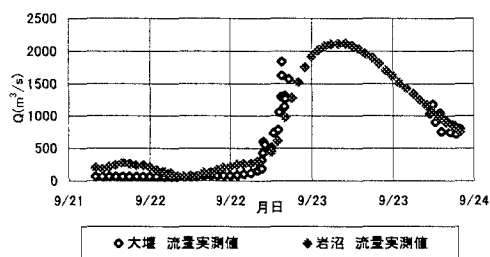


図-3 岩沼と大堰の実測流量

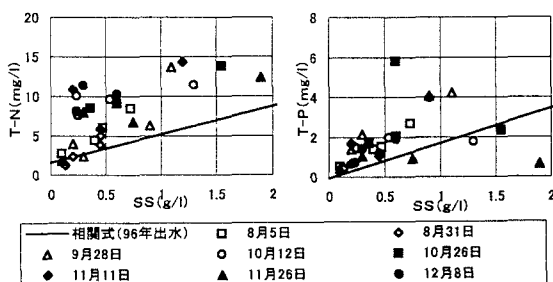


図-4、5 阿久津の河床土砂のSSとT-N、T-Pの関係

5. おわりに

出水時における物質輸送を Kinematic-wave 法を用いて検討した。本研究で得られた結果を以下に示す。

- ・窒素・リン等の物質は平均流速で輸送される。
- ・岩沼における出水初期の高濃度のT-N、T-Pは流量が $1000\text{m}^3/\text{s}$ 以下のものに対応しており、平水時に阿武隈大堰に蓄積されたものが出水初期のファーストフラッシュとして流出していると考えられる。

【謝辞】

本研究を行うにあたり福島工事事務所、阿武隈川下流からは貴重な資料を御提供頂いた。記して感謝致します。

【参考文献】

- 1) 長林・真野：阿武隈川における出水時の水質に関する検討、第4回河道環境に関するシンポジウム、pp.231-236、1998.6
- 2) 小林・長林・真野：阿武隈川の河道内堆積物に含有する栄養塩量の調査、東北地域災害研究、第36巻、pp.153-158、2000.3
- 3) 八代、杉木、真野：河道特性を考慮した阿武隈川流域の流出解析、土木学会第51回年次学術講演会（平成8年9月）、pp.704-705