

阿武隈川における 1996 年、1998 年出水時の負荷と物質輸送の検討

日本大学大学院 学生員 ○牧 友子
日本大学工学部 正会員 長林 久夫
東北大学工学部 正会員 真野 明

1. はじめに

河川における資質を管理、制御するためには、流域内で発生する濁質や栄養塩の負荷とその輸送を定量的に評価するシステムの構築が必要である。平水時の汚濁負荷は点源負荷を主要因としており、流量が少なく、流速が遅い場合には負荷源周辺に沈降し蓄積される。出水時にはこれらの堆積物質は下流へと輸送される。さらに、山地斜面からの土砂の供給が加わるにより、濁質負荷の特性は平水時と大きく異なることになる。

本研究は河川における汚濁物質の輸送を定量的に評価することを目的にしており、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を行ってきた¹⁾²⁾。本論文では出水時における汚濁物質の負荷と輸送に関する検討を行うため、1996 年 9 月と 1998 年 8 月の出水を対象とした輸送解析を行った。

2. 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。河道は広長方形を仮定した。水路勾配と水路幅を場所の関数に置き、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。

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

$$\omega = \frac{5}{3} v \quad (2)$$

v : 流速(m/s)

x : 流下方向距離(m)

t : 時間(s)

Q : 流量(m^3/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擬河道網モデルのプログラムを用いて行った。支川と阿久津の SS、T-N、T-P については、96 年出水時における流量と SS の相関式(3)、SS と T-N、T-P の相関式(4)、(5)を用いて算出した。

$$SS = 0.0104 Q^{0.687} \quad (3)$$

$$TN = 3.58 SS + 1.58 \quad (4)$$

$$TP = 1.76 SS + 0.0808 \quad (5)$$

計算は(1)式を差分化して与え、阿久津における流入を初期条件とし、流下とともに本川上支川合流点において支川の流入流量と物質輸送を加え、最下流の岩沼における流量を求めた。物質は式(2)で $\omega=v$ として平均流速で輸送させ、各点で負荷量を算出し SS、T-N、T-P の時系列分布を求めた。

3. 結果及び検討

Kinematic-wave 法による洪水解析の結果、96 年、98 年岩沼における流量の時系列変化を図-1、2 に示す。両年とも流量計算値は実測値に近い値を示しており、波形も近いものになっている。また 96 年の流量計算値は、信夫ダムによるダム効果を福島地点と二本松地点での実測値と計算値の差分として補正したことで、実測値に近い値を示している。しかし 98 年はダム効果を加えていないため、計算値が実測値よりも早く現れている。SS の時系列変化を図-3、4 に示す。SS 計算値は 96、98 年とも実測値に近い値を示したが、96 年は出水初期における高濃度の値が表現しきれていない。これは出水初期の負荷機構の相異によることが検討されている³⁾。T-N、T-P の時系列変化を図-5、6 に示す。96 年は T-N、T-P とともに SS 同様に第 2 ピークの分布に従っている。98 年の T-N、T-P の実測値は計算値より低い値になっている。この要因を調べるために式(4)、(5)で用いた

キーワード：出水、物質輸送、窒素、リン、数値計算

連絡先：〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1

日本大学工学部土木工学科水理学研究室 0249-56-8724 (TEL、FAX)

SS と T-N、T-P の相関式と岩沼における 2 回の出水のデータとの比較を図-7、8 に示す。98 年は式(4)、(5)の相関式を下回る結果となっている。96 年の岩沼でも相関式を下回る値が見られる。これはいずれにしても流量の低減期に相当している。相関式は 96 年の全流域における増水期からピーク時のものを使用しており、流量低減期の負荷機構は増水期と異なることが示された。

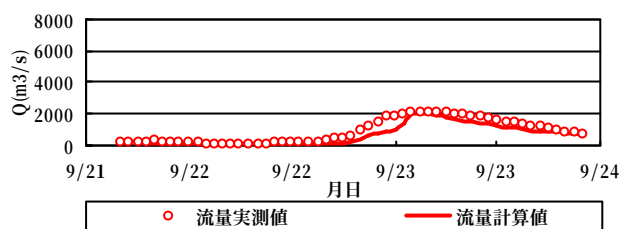


図-1 岩沼における流量 (96 年)

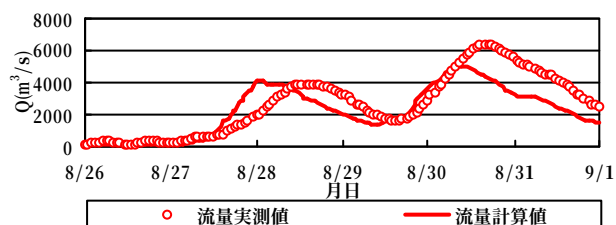


図-2 岩沼における流量 (98 年)

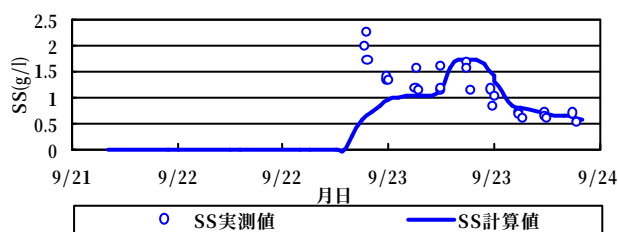


図-3 岩沼における SS (96 年)

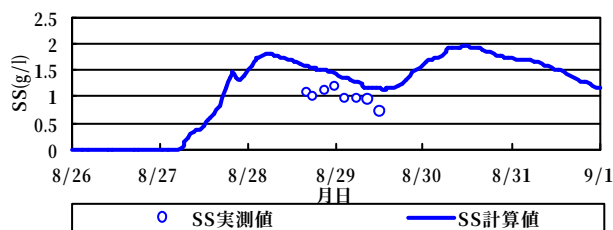


図-4 岩沼における SS (98 年)

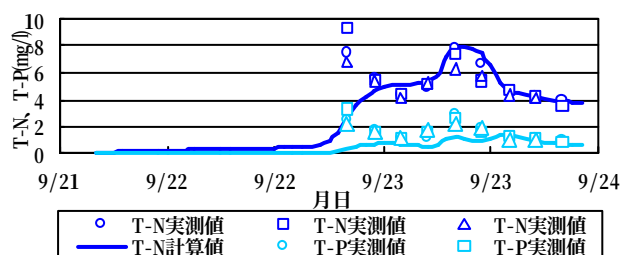


図-5 岩沼における T-N、T-P (96 年)

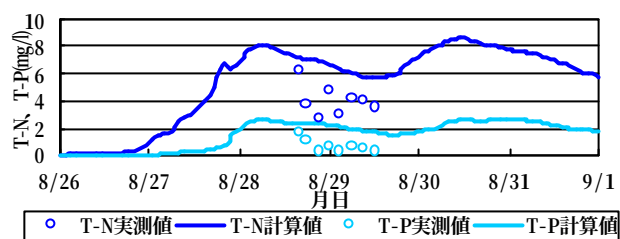


図-6 岩沼における T-N、T-P (98 年)

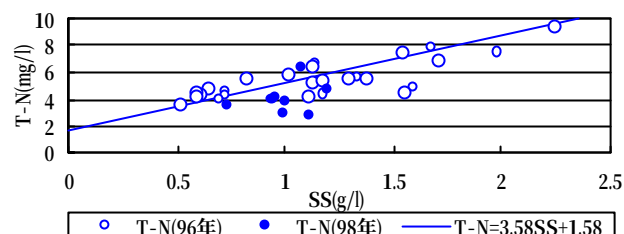


図-7 岩沼における SS に対する T-N (96 年、98 年)

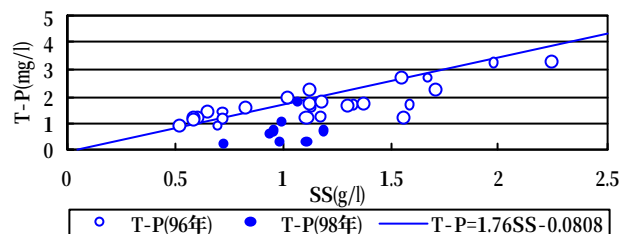


図-8 岩沼における SS に対する T-P (96 年、98 年)

4. おわりに

出水時における物質輸送を検討した。ここで、本研究で得られた結果を以下に示す。

- ・ 2つの出水における物質輸送は平均流速である。
- ・ 出水初期のファーストフラッシュと増水期及び低減期では、負荷機構が異なる。

【参考文献】

- 1) 長林・真野：阿武隈川における出水時の水質特性に関する検討、第4回河道の水理と河川環境に関するシンポジウム、pp.231-336、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) 牧・長林・真野：岩沼における1996年9月出水の栄養塩推移に関する検討、平成12年度東北支部技術研究発表会、pp.194-195、2001.3