

出水時の阿武隈川における物質輸送の検討

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

日本大学工学部 阿島佳央
東北大学大学院 正会員 真野 明

1. はじめに

出水時の河川における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、その機構を明らかにすることは、水質の維持管理において重要である。本研究はこれまでに阿武隈川を対象として、96 年、98 年の出水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⁾している。

ここでは、96 年出水の窒素輸送を一次元モデルにおき、Kinematic-wave 法を用いて洪水解析した結果を述べる。

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いる。流域面積 5400km²、流路延長 239km であり、面積では全国 11 位、長さでは 6 位の河川である。本川上には、福島市から上流 5km に信夫ダム、15km に蓬萊ダムの発電用低ダムがあり、また県境付近は狭窄部であることが特徴である。流域概要を図-1 に示す。

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、支配方程式の選定、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。支配方程式は、洪水波を弾性波で伝播するとした Kleitz-Seddon の式(1)、(2)を用いた流量計算である。

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

Q:流量(m³/s) t:時間(s) x:流下方向距離(m)

ω:洪水波の伝播速度(m/s) v:平均流速(m/s)

T-N の輸送に関しては洪水波と同時に SS が輸送されるとし、SS から T-N を計算するものと、物質は Manning の平均流速で輸送されるとして SS から T-N を計算するものの 2 つである。阿久津における SS と流量の関係を式(3)、SS と T-N の相関式を式(4)として与え、これが本川、支川の全てに適用できるものと仮定して計算した。

$$SS = 0.0104Q^{0.637} \quad (3) \quad T \cdot N = 3.58SS + 1.58 \quad (4)$$

SS:浮遊物質質量(g/ℓ) Q:支川流量(m³/s)

T-N:窒素濃度(mg/ℓ)

計算は式(1)、(2)を差分化して与え、阿久津における流入を初期条件として、最下流の岩沼における流量、SS、T-N の時系列分布を求めた。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 負荷(式(3)、(4)より)を式(1)に与えている。

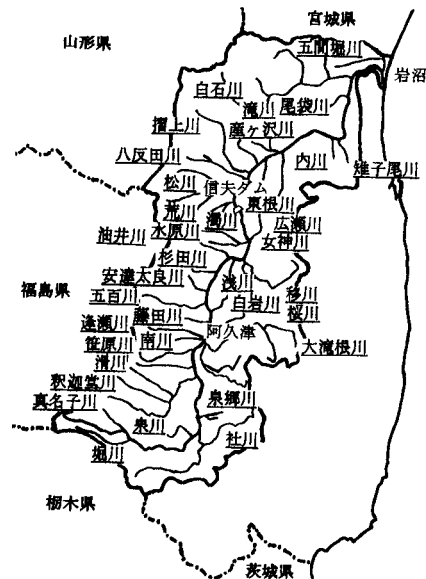


図-1 流域概要図

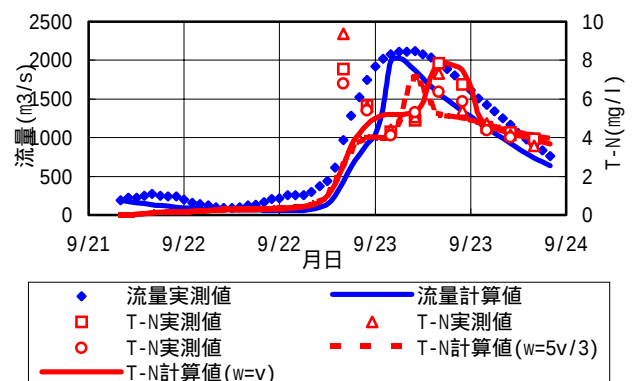


図-2 岩沼における流量と T-N の関係

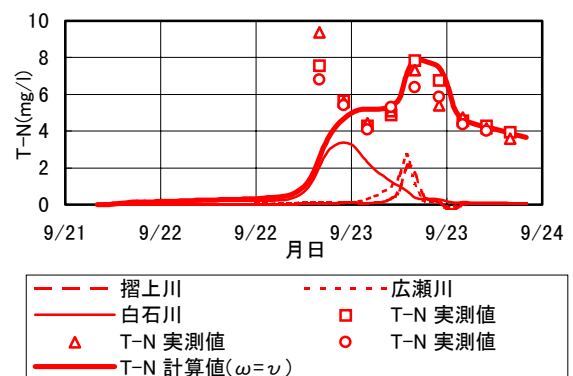


図-3 岩沼の T-N 分布に及ぼす支川の影響

キーワード: 阿武隈川、出水、物質輸送、窒素、現地観測、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)

4. 結果及び考察

Kinematic-wave 法による洪水解析の結果を図-2 に示す。計算流量は流域面積が 20km² 以上の支川を考慮したこと、福島市上流にあるダムの効果福島地点での実測値と計算値との差分として補正したことにより実測値に近い値をとるようになった。しかし本川上の直接流入や中間流出を考慮していないことにより、実測値に比べて瘦せた分布となっている。T-N 計算値は洪水波と同時に物質が輸送されるとして計算したものに比べ、Manning の平均流速で SS が輸送されるとしたもののほうが第 2 のピークをよく表現している。このことから T-N は平均流速によって輸送されることが示された。

岩沼の T-N 分布に及ぼす支川の影響を図-3 に示す。T-N 実測値の第 1 ピークは最下流の支川のピーク前に濃度の減少を向かっており、また福島下流の摺上川、広瀬川は T-N の第 2 ピークの立ち上がり合致していることから、それより上流部は第 2 ピーク以降に影響を及ぼすことになる。従って、出水初期の T-N の高濃度は 1000m³/s 以下の流量による本川河道上の負荷であると推定される。

図-4 に阿久津における 96 年出水時の SS と T-N の関係を示す。図中の実線は空間的に配置された計測点から得られたピーク時の相関式であり、阿久津では出水初期もこの関係に従っている。

図-5、図-6 に阿久津における河床土砂に含まれる SS と T-N、T-N と溶存態 T-N の関係を示す。河床土砂の採取は 1999 年 8 月から 12 月までの約 2 週間隔に行った。図-5 の図中の実線は図-4 と同様に '96 年出水から得られた河川水の相関式である。そして図-6 の実線は '98 年出水でもたらされた郡山上流部の河岸堆積物土砂の T-N に含有される溶解性窒素の実験分布であり、本川上の多くの地点がこの式に合致する事¹⁾が認められている。従って、平水時の河床に堆積する土砂に含まれる栄養塩は、SS に対する窒素の含有量の変化が大きく、溶存態 T-N の割合が小さい。即ち、粒子態の窒素量が多い場合には、窒素濃度が高いことが示される。これより、出水初期における 1g/l 程度までの SS に含まれている窒素量は大きいことが推定される。

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。ここで、本研究で得られた結果を以下に示す。

- ・ 窒素は平均流速によって輸送されると推定される
- ・ 出水初期の高濃度の T-N は流量が 1000m³/s 以下のものに対応しており、出水初期の負荷機構の検討が必要である効果と推定される

【参考文献】

- 1) 長林・真野：阿武隈川における流水時の水質特性に関する検討、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

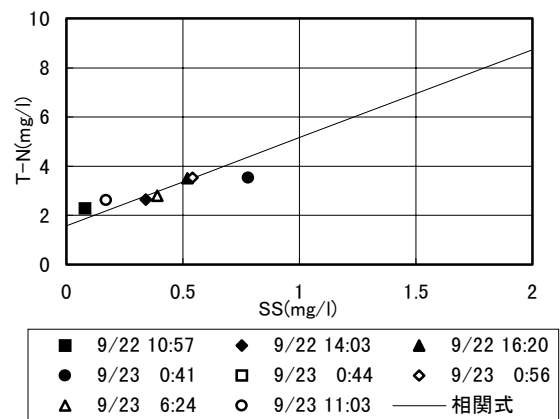


図-4 阿久津における 96 年出水の SS と T-N の関係

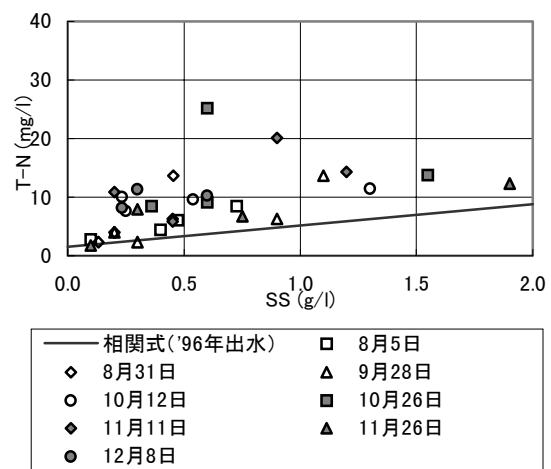


図-5 阿久津の河床土砂に含まれる SS と T-N の関係

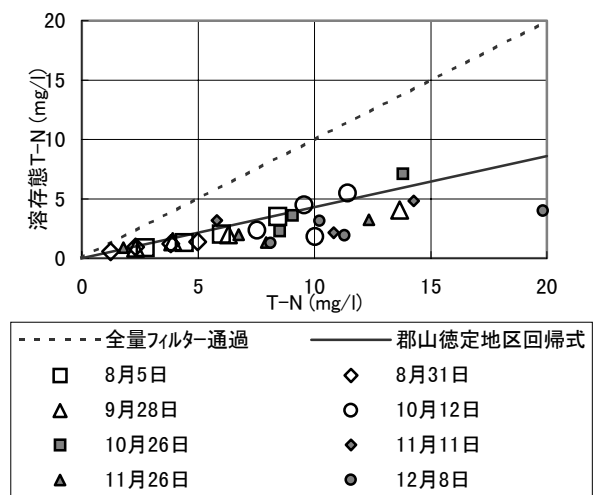


図-6 阿久津の河床土砂の T-N 溶存態比率の関係