

Ⅱ－74

kinematic-wave 法を用いた阿武隈川における T-N 輸送の検討

日本大学工学部 学生員 ○牧 友子  
日本大学工学部 正会員 長林 久夫  
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海域をも含む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、物質輸送現象を定量的に評価するシステムを構築することは、水質の維持管理およ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濁質や栄養塩の輸送過程を定量的に評価するシステムの構築を目的としている。そこで阿武隈川の 96 年出水を対象に kinematic-wave 法を用いた洪水解析を行った。さらに阿久津における SS と流量の関係、SS と T-N の相関式を用いて、岩沼における T-N の時系列分布を推定し検討を行った。

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へと注いでいる。流域面積 5400km<sup>2</sup>、流路延長 239km であり、流路延長において全国第 6 位の河川である。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、また県境付近では狭窄部となっている。図-1 に概要図を示す。

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。河道は広長方形断面を仮定した。支配方程式(1)は、洪水波を弾性波で伝播するとした Kleitz-Seddon の式(2)を用いた流量計算である。

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

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

$v$ : 平均流速 (m/s)  $x$ : 流下方向距離 (m)  $t$ : 時間 (s)

$Q$ : 流量 (m<sup>3</sup>/s)  $\omega$ : 洪水波の伝播速度 (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(手法①)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(手法②)の 2 つである。SS と流量の関係式を式(3)、T-N と SS の関係式を式(4)に示す。

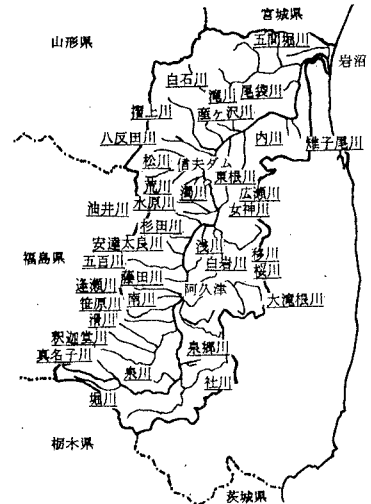


図-1 阿武隈川流域概要図

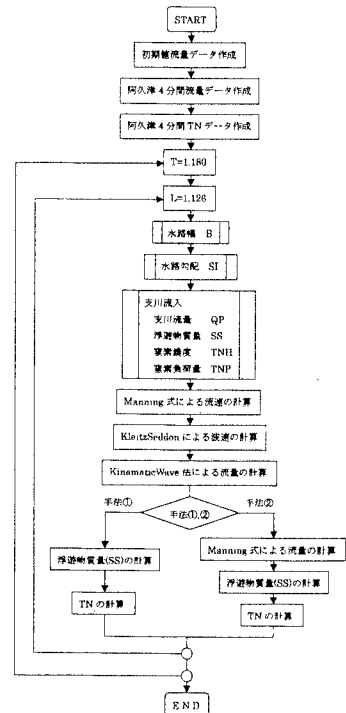


図-2 計算のフローチャート

$$SS = 0.0104 \times Q^{0.637} \quad (3)$$

$$T-N = 3.58 \times SS + 1.58 \quad (4)$$

SS:浮遊物質質量(mg/ℓ) Q:支川流量(m³/s) T-N:窒素濃度(mg/ℓ)

各支川の流量の算定は東北大学が作成した擬河道網の計算プログラムを用いて計算した。

上記の計算手順を図-2 に示す。

#### 4. 結果および検討

kinematic-wave 法による洪水解析の結果を図-3 に示す。T-N 計算値は実測値に比べ小さい値となった。これについてはダムの影響を加えていないことがひとつの原因であると推定される。そこでダムの T-N を加え、同様の手順により計算を行った。計算値を図-4 に示す。ダムの T-N を加えたことにより実測値に近い分布が得られた。特に手法①に比べて手法②で求めたもののほうが第2のピークの増加傾向が表された。このことからT-Nは流量の移流に対応して物質も同時に輸送されるのではなく、物質は平均流速によって輸送されると推定される。しかし出水初期における高濃度のT-Nについては表現することができなかった。出水初期のT-Nのピークは今まで福島から下流の負荷によるものと考えられていたので、今回流量が150m³/s以上の支川について、岩沼のT-Nに及ぼす影響を検討した。図-5はダムの影響を考慮したT-N計算値と支川の影響である。出水初期におけるT-Nの高濃度の値は、本川河道内の堆積物負荷によると推定される。T-Nは9/22の20:00頃から急激な減少傾向にあり、岩沼における白石川の影響がT-Nの濃度減少の時期と重なることから、白石川がこの濃度減少に少なからず関わっていると推定される。

#### 5. おわりに

今回T-N計算値は、実測値に近い値を得ることができた。しかし出水初期におけるT-Nのピーク等、まだ表現しきれていない部分も多い。今後は広長方形で行っている計算を放物線形で行い、流速についても、不定流の基本式から平均流速を出して計算する等改良を加え、より実際の河川に近いものにしていく必要がある。また、流入支川のT-Nは阿久津のデータに対応させて求めているため、支川毎の特性が考慮されていない。そのため、支川毎の河床堆積物調査より得られた特性を組み込んでいくことが望まれる。

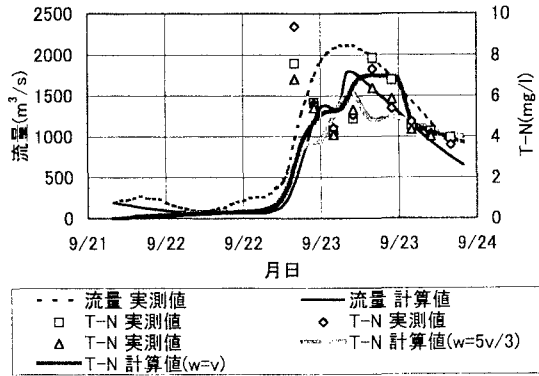


図-3 岩沼における流量とT-Nの関係

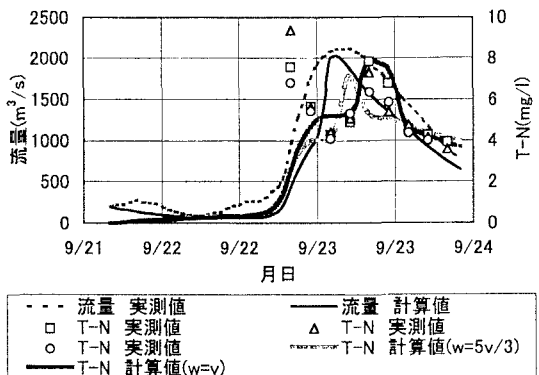


図-4 岩沼における流量とT-Nの関係(信夫ダム追加)

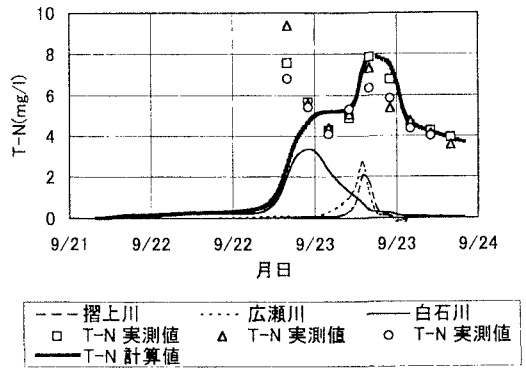


図-5 岩沼における各支川のT-Nの影響