

II - 148

出水時における阿武隈川の水質特性に関する検討

日本大学工学部 正会員 長林 久夫, 木村喜代治

東北大学大学院 正会員 真野 明

1. はじめに

出水期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を構築することを目的として、阿武隈川において 1996 年 9 月の台風 17 号による出水時の計測を行った¹⁻²⁾。これより、本川と支川における水質項目間の関係を検討し、さらに kinematic-wave 法による洪水解析を行い、下流の岩沼までの流量と T-N の時系列分布を推定してその特性を検討した。

2. 結果および考察

(1) 測定概要：計測は出水の増水期から低減期までを測定する定点観測と、ピーク流量時の水質の空間分布を計測する移動観測である。橋梁上から深度計付きの採水機にて水深を変え 2, 3 点で採水をし、下水道試験法により水質分析を行った。項目は T-N, T-P, BOD, SS で、さらに EC と pH を計測した。計測地点は建設省の流量観測点が配備されている本川上の 9 測点とそれに合流する 10 支川とした¹⁾。

(2) 阿武隈川の出水特性：台風 17 号による降雨は福島観測所で 22 日 76mm であり、阿武隈川における本川と支川の流量の推移は図-1 のようである。上流の白河では水位は 22 日 19 時から低減傾向となるが、その他の観測点においては同日 22 時頃に同時にピークとなり、福島から八幡までの流量の立ち上がり早いのが特徴である。

(3) 負荷特性と水質項目間の相関検討：阿久津と岩沼の定点における流量と T-N 及び T-P の時系列分布を図-2 に示す。阿久津の物質濃度は減水期に比べて増水期が高く、一般河川の洪水期の SS や濁度の負荷特性と同様な傾向である。一方、岩沼は出水初期に高い濃度を示すが、流量増加につれて一時的に減少して、減水期に第 2 の濃度ピークを持つ特徴的な分布傾向を示している。次に水質項目間の相関関係を検討する。これらは河川の周辺環境により固有の関係を有することが期待され、洪水期の特徴を示すものとして重要である。本川の SS と T-N 及び SS と T-P には高い相関が認められ、それぞれに回帰線が求められた²⁾。さらに、支川の水質項目間の関係をこの回帰線により検討する。図-3 のように須賀川上流（杜川、釈迦堂川）と郡山（大滝根川、谷田川、逢瀬川、五百川）そして福島下流（荒川、摺上川、広瀬川、白石川）の 3 地域に区分することが可能であった。SS と T-N, T-P は須賀川上流と郡山が本川の関係式に適合している。しかし福島下流はこの関係を下回る傾向が認められた。また、SS と BOD では須賀川上流と福島下流が本川の下回るのに対し、郡山は本川のそれを上回っており、SS に対して BOD 濃度が高い都市河川の傾向を示し、土地利用形態による出水時の水質特性の差異が認められた。

キーワード：阿武隈川、出水計測、洪水追跡、栄養塩、時系列分布

連絡先：日大工学部土木工学科(郡山市田村町徳定中河原 1 TEL 0249-56-8724 FAX 0249-56-8858)

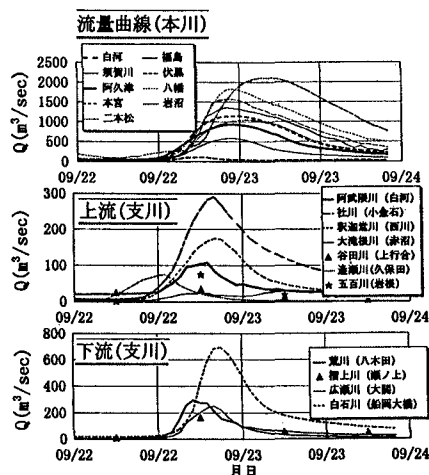


図-1 台風 17 号による出水特性

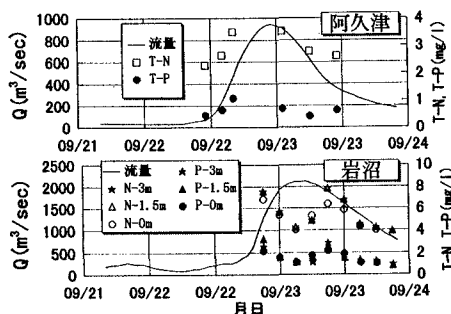


図-2 流量と T-N, T-P の時系列変化

(4) Kinematic-wave 法を用いた水質時系列分布の検討: 本出水の岩沼における栄養塩の時系列分布は特徴的な傾向を示している。これは、流域の負荷状況と河道特性によるものであるが、この分布を特徴づける直接的な要因は見あたらない。そこで、河道を簡略な形状にモデル化して Kinematic-wave 法による T-N 分布の解析を試みた。河道断面に広長方形を仮定して、洪水の移動速度 ω を Kleitz, Seddon に従い $\omega=5/3v$ で与えた。支配方程式を次式に示す。

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

ここで x : 流下方向距離, t : 時間, Q : 流量, ω : 洪水波の伝播速度である。流量計算は阿久津の実測データを初期条件として、流れに等流を仮定して Mannig 式より平均流速を求めて、式(1)により計算を行った。支川合流部では時間に対応して実測流量を加えたが、時間流量のない五百川、摺上川等の支川には近似的な流量分布を与えた。流量の計算値を図-4(a)に示す。小さな支川や河道への直接流入は考慮していないので、図-1 に比較して福島県のピーク流量が約 300 m^3/sec , 岩沼で約 600 m^3/sec 程度不足しているが、ピークの発生時間は良好に対応している。次に流量の移流に対応して物質も同時に輸送されるものと仮定して、T-N の時系列特性を推定した。T-N の初期濃度は阿久津の分布を補間して求めた。各支川の T-N の時間分布は得られていないので、移動観測の流量に対する濃度の割合を求めて流量ピークまでの時間差により、阿久津の無次元分布に対応させて換算した。T-N の推定結果を図-4(b)に示す。移流に伴う濃度変化が示されており、八幡では分布形の変形が見られ、岩沼では明瞭な 2 つのピークを持つ分布となる。岩沼における流量と T-N の実測値と推定値との比較を図-5 に示す。推定値の流量が量的に小さなために T-N の推定値も小さい。しかし、そのピーク時刻は実測を再現しており、さらに流量の増加に対応して濃度が減少する特有の分布を与えている。これより、本出水の岩沼における栄養塩の分布特性には福島から下流の支川における負荷の影響が大きいことが推定された。

3. おわりに

台風 17 号の阿武隈川の出水に対応する水質項目間の相関関係から支川の水質特性を 3 地域に区分した。そして、Kinematic-wave 法により阿久津から岩沼までに至る流量と T-N 濃度の推定を行ない、その時系列的な変化を検討した。しかし、量的な差異は大きくモデルの改善が必要である。本研究を行うにあたり建設省仙台工事事務所、福島工事事務所そして福島県からは貴重な資料をご提供いただいた。本研究は日本大学総長指定研究地球環境と人間との調和「水環境と人間」の補助を受けた。記して感謝致します。

参考文献 1) 長林・木村・真野ら: 平成 8 年度土木学会東北支部, 2) 長林・真野・木村ら: 東北地域災害科学研究, 33 巻, 平成 9 年 3 月

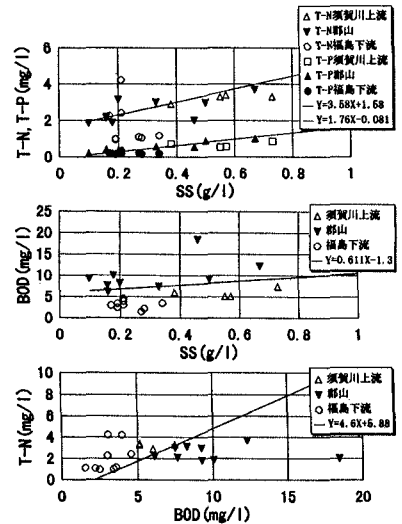


図-3 支川における水質関係

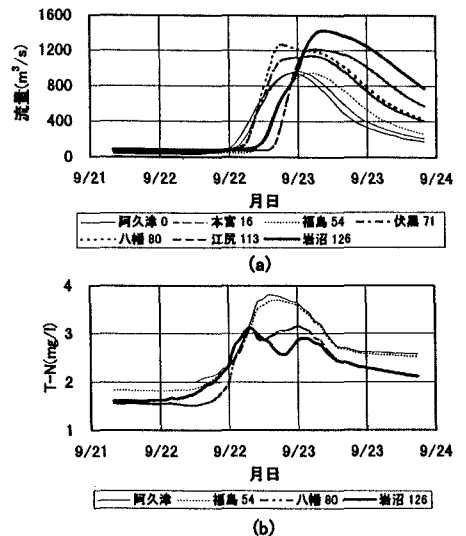


図-4 (a) 流量と (b) T-N の推定値

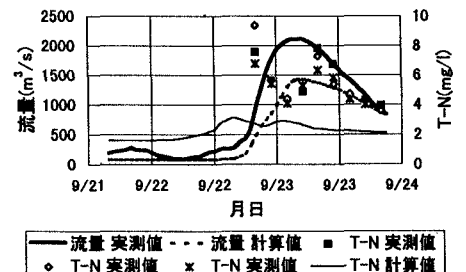


図-5 岩沼における流量と T-N の実測値と推定値の比較