

II-66

阿武隈川中流域における出水時の窒素・リン動態の解析

日本大学大学院 学生員 ○湯田 純一

日本大学工学部 正会員 長林 久夫

1. はじめに

出水時の河川では、流域からの土砂や汚濁物質の負荷に加えて河道内堆積物の浮遊、掃流、沈降の過程を経て沿岸域まで輸送されていく。このため、出水時の河川における物質輸送は、海域を含む広範囲における水質特性を特徴づけるものであり、水質の維持、管理及び制御において重要である。

これまでの研究¹⁾において、出水時の阿武隈川における汚濁負荷特性を汚濁負荷量と流量との関係より検討を行ってきた。ここでは阿武隈川本川の流れに対して kinematic wave 法を適用し汚濁負荷量と流量との関係式を用いて検討する。

2. 流域概要と出水概要

対象河川は阿武隈川（流域面積 5400km²、流路延長 239km）で、計測を行った出水は 1996 年 9 月、1998 年 8 月、2000 年 7 月、2001 年 8 月・9 月、2002 年 7 月・10 月の計 7 回である。尚、解析対象とした出水は 2001 年 8 月出水で 2001 年 8 月 22~23 日にかけての集中豪雨である。

3. 汚濁負荷量と流量との関係

図-1 に阿久津における汚濁負荷量と流量との関係を示す。2000 年 7 月出水の窒素の輸送については特異なものであったことから除いてある¹⁾。図中の式は①が全出水データでの相関式、②が出水ごとの相関式で流量に対する負荷量が大きなもの、③は小さなものを示している。一般に負荷量と流量との関係（L-Q 式）は式(1)で示される。ここで L は物質の負荷量、Q は河川流量である。

$$L = kQ^n \quad (1)$$

アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素、オルトリン酸は流量に対してばらつきが少ないが、全窒素、全リンでは流量に対して比較的ばらつきが大きくなっている。

4. 解析方法

出水時の物質輸送を計算するには、流域における流量の算定、汚濁負荷発生・輸送モデルの検討、計算システムの構築が必要である。ここでは上流域からの各

支川における流入負荷を与え、阿久津における出水時の栄養塩の推移を再現するモデル化の検討を行った。各支川の流量は阿武隈川流域の疑河道網モデルを用いて算出している。河道は広長方形を仮定し、水路勾配と水深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 Kritz-Seddon の式(3)に従い、支配方程式である式(2)に与えた。

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

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

v: 流速 (m/s) x: 流下方向距離 (m) t: 時間 (s)

Q: 流量 (m³/s) ω: 洪水波の伝播速度 (m/s)

栄養塩は本川上を沈降も再浮遊もせずに Manning の平均流速式で輸送されると考え、途中の支川における負荷を加算している。L-Q 式は白河と各支川の境界条件の栄養塩の算出に用いている。

5. 結果および考察

kinematic wave 法による出水解析結果を図-2 に示す。ここでは白河観測所を計算の出発点とし、白河からの移流と支川からの流入のみで計算を行っている。実測値と計算値の比較については定点計測を行っている郡山市阿久津地点で検討を行う。

計算に関して全窒素、全リンは出水ごとに有機態のものが影響を及ぼしているため、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素の濃度の合計を全窒素、オルトリン酸を全リンとしている。また、L-Q 式について基本的には図-1 の①式を使用しているが、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素については都市域がある白河地点で図-1 の②式を、釈迦堂川では都市域が少ないことから③式を使用している。硝酸性窒素では従来の研究で溶存態がほぼ 8 割をしめることから降雨によるものと考え全地点において③式を使用している。オルトリン酸では釈迦堂川で②式を使用している。

各濃度について比較すると、全窒素、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、オルトリン酸については比較的良好な再現が出来たが硝酸性窒素は濃度のピークが早

い時間に現れている。これは阿久津地点からの距離が近い釈迦堂川の影響であると思われる。また全リンでは過大評価になっている。これは測定時にオルトリン酸の濃度が全リンの値より高いことが原因である。

6. おわりに

阿武隈川本川の流れに対して kinematic wave 法を適用し汚濁負荷量と流量との関係式を用いて検討した

結果、栄養塩は平均流速で輸送され、阿久津より上流域では白河、社川、釈迦堂川の3地点の負荷が大きく影響していると考えられる。

【参考文献】

- 1) 湯田・長林：阿武隈川中流域における出水特性の検討、第46回日本大学工学部学術研究報告会講演要旨集、pp.46-49、2003年

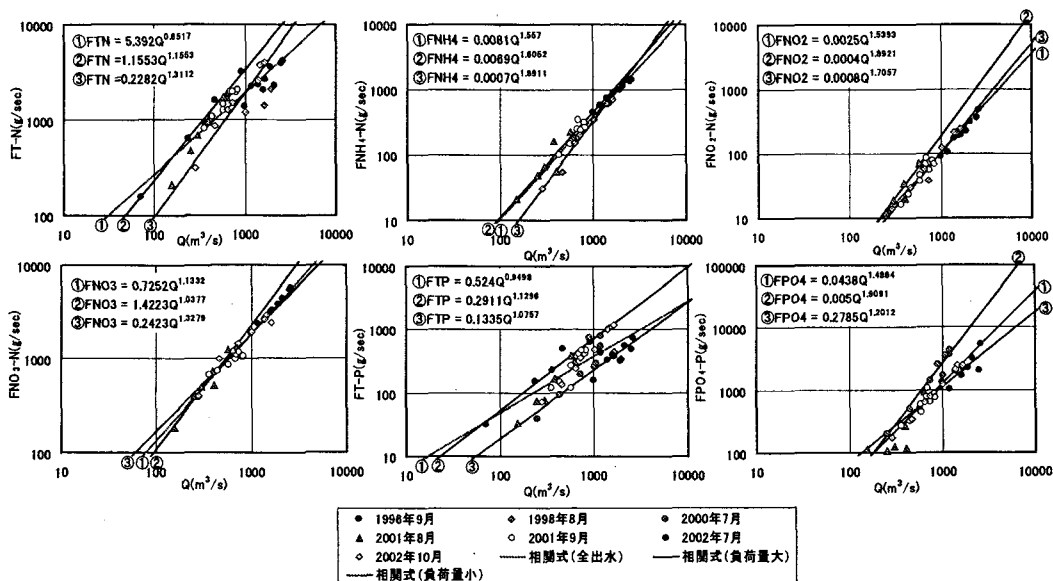


図-1 阿久津における汚濁負荷量と流量との関係

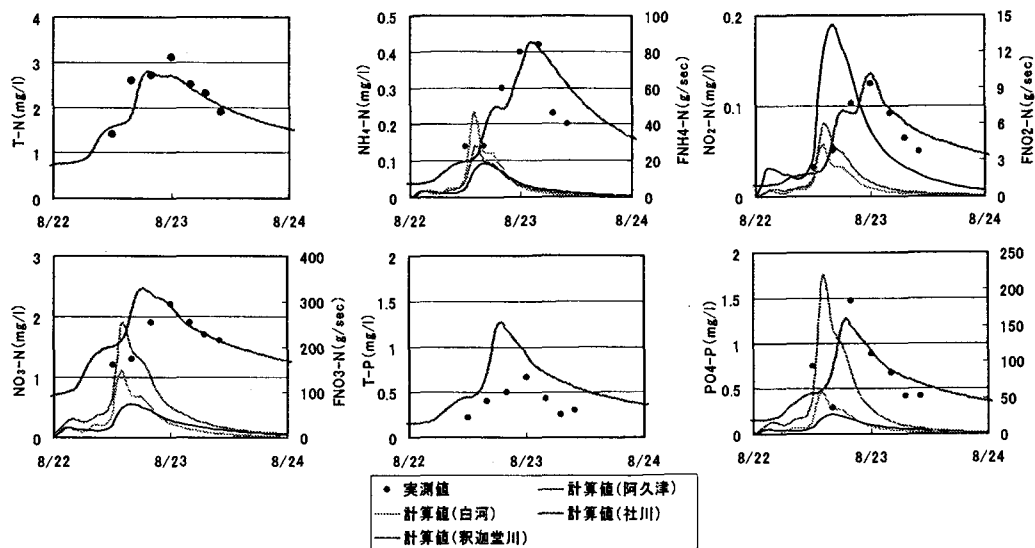


図-2 阿久津における2001年8月出水の栄養塩解析