

流域情報を考慮した非点源汚濁負荷汚濁負荷流出量の評価法

長崎大学大学院 学生員○水野良宣 長崎大学工学部 フェロー 野口正人  
 長崎大学工学部 正員 西田 渉 長崎大学工学部 学生員 野村佐和美

1. はじめに

水域での水質を清澄に保つためには、水域の後背地である流域全体での水質管理が望まれる。それゆえ、流域からの非点源汚濁負荷流出機構を明らかにし、汚濁が未処理のままに水域に放出されることを極力抑制する必要がある。

そのため、本研究では、非点源汚濁負荷流出機構における剥離量を流域情報を考慮して評価し、流域からの汚濁負荷流出量を精度良く算定することを試みた。

2. 汚濁負荷流出モデルと剥離係数

非点源汚濁負荷流出量を精度良く評価するためには、その流出機構に関係した、流域に分布した非点源汚濁の蓄積、雨天時における流域からの剥離、受水域までの輸送を適切に見積もる必要がある。非点源汚濁負荷流出を、2次元平面流として流れを解析する際の汚濁に対する基礎方程式を次に示す。

$$\frac{\partial Ch}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\xi_1 CVh) + \frac{\partial}{\partial y}(\xi_2 CVh) = q^{(a)} + q^{(b)} \quad (1)$$

ここに、 $U, V, x, y$  軸方向への平均流速、 $h$ :水深、 $C$ :汚濁物質の濃度、 $\xi_1, \xi_2$ :汚濁の移流量に対する補正係数、 $q^{(a)}, q^{(b)}$ :それぞれ水面と底面から流入してくる単位時間、単位面積あたりの汚濁量である。すなわち、 $q^{(b)}$ は流域からの汚濁の剥離量を表している。

ここでは、(1)式の剥離量  $q^{(b)}$  を流れのせん断応力に比例させる形で評価し、次式で表した。

$$q^{(b)} = k\tau \quad (2)$$

ここに、 $k$ :剥離係数、 $\tau$ :流れのせん断応力である。

(2)式中の剥離係数  $k$  は、剥離の現象を考えると定数として取り扱うことは難しい。そのため、ここでは【図-1】に示された諫早湾調整池に流入する5つの河川を取り上げ、剥離係数を流域状態を考慮して評価することとした。今回は非点源汚濁負荷に関するデータがほとんどないため、汚濁として公共用水域で測られている全窒素を取り上げ、観測データ(1998,1999年)を用いて解析を行った。その結果、剥離係数は、先行降雨、土地利用に高い相関が見られ、次式が求められた。<sup>1)</sup>

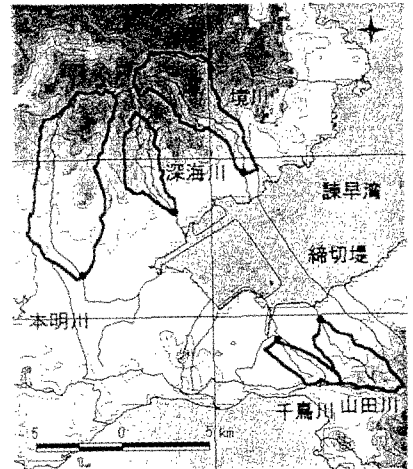
$$k = a \times R^b \times L^c \quad (3)$$

ここに、 $k$ :剥離係数、 $R$ :先行降雨、 $L$ :土地利用、 $a, b, c$ :パラメータであり、その値を【表-1】に示す。

3. 剥離係数の妥当性と汚濁負荷流出量の予測

上述された剥離係数の妥当性について検討するため、【図-1】に示された小流域での、2000年(3月~10月)における観測データから求めた剥離係数と(3)式を用いて求められた剥離係数を比較した。観測データの少ない本明川(鉄道橋)に関しては、今回は除外した。その結果を【図-2】に示す。

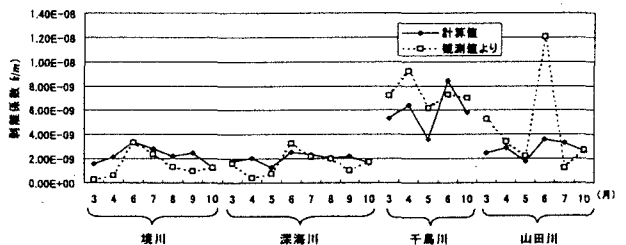
両者の剥離係数の値は完全に一致しているとは言えないが、かなりの精度で予測されて



【図-1】 諫早湾調整池に流入する5つの河川とその流域

【表-1】パラメータ値

	境川	深海川	本明川(鉄道橋)	千鳥川	山田川
a	3E-27				
b	0.2071	0.0981	0.0065	0.1246	0.1025
c	9.923				



【図-2】 2000年(3月~10月)における剥離係数

いることがわかる。今回は剥離係数を先行降雨の状況、土地利用の状態の2つで評価しているため、剥離係数の値にばらつきが見られることは容易に推察できる。今後はさらに剥離に影響する要因を取り上げ、剥離を評価していく必要がある。しかしながら、剥離を先行降雨・土地利用で評価することの妥当性は十分に読み取ることが出来る。

また、水質結果より剥離係数を算出した性質上、(3)式で剥離係数を算定することにより汚濁負荷流出量の予測にも役立てられる。2000年(3月～10月)における公共用水域の観測データの河川流量を用いて、全窒素の流出量を算定し、観測値と比較し、その結果を【図-3】に示す。両者は多少のばらつきがあるものの、計算値は観測値をよく説明している。計算値と観測値が一致しているところでは、剥離係数の値も一致していることから、汚濁負荷流出量を精度良く予測するためには、剥離を適切に評価することが重要であることがわかる。

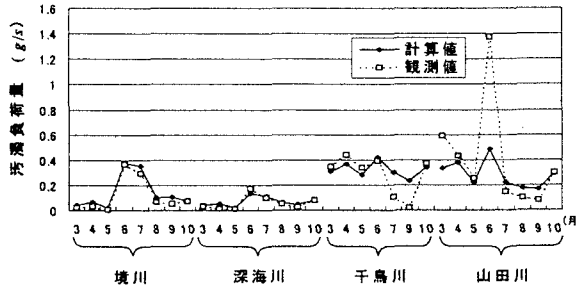
主に、雨天時に非点源汚濁負荷は受水域へ流出する。そのため、上述された剥離の評価を汚濁負荷流出解析に役立てる必要がある。そのため、雨天時で観測<sup>2)</sup>が行われている本明川の裏山橋に対し、落水線図を作成し<sup>3)</sup>、(1)式を簡略的に解析する方法で、汚濁負荷流出量の予測を行った。裏山橋は鉄道橋より約500m程下流に位置する。本明川(裏山橋)流域における落水線図を【図-4】に示す。この際、パラメータ $b$ としては、【表-1】の4つの流域の値を平均したものを用いた。計算値と観測値の比較を行ったものが【図-5】である。図中には上から、1998年9月24日のハイドログラフ、ハイドログラフ、汚濁負荷量(全窒素)のポリユートグラフが示されている。観測値と計算値とが厳密に一致している訳ではないが、ハイドログラフ、ポリユートグラフ共に良く予測されており、剥離係数の評価の有用性は十分に窺える。

#### 4. おわりに

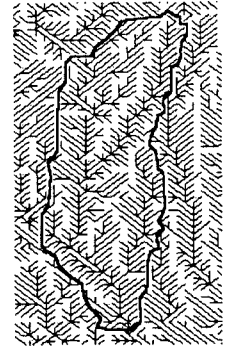
本研究では、非点源汚濁の剥離の現象を、先行降雨、土地利用を考慮して評価し、流域からの汚濁負荷流出量を精度良く予測することを試みた。先行降雨、土地利用より評価された剥離係数を用いて数値モデルにより求められた非点源汚濁負荷流出量は、観測値と比較して妥当なことが示された。今後は、雨天時における水質観測を行うことによりデータの整備をはかるとともに、雨天時における非点源汚濁負荷流出量の予測精度の向上を図っていく必要がある。

#### 参考文献

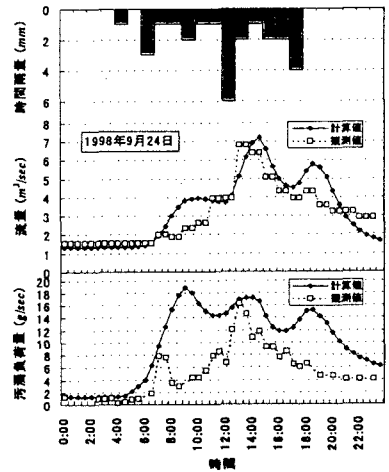
- 1) 野村佐和美, 野口正人, 水野良宣: 非点源汚濁負荷流出の剥離量の評価, 土木学会西部支部年講, 2002.
- 2) 伊藤嘉徳, 野口正人, 西田渉, 朴元培: 流域から河川に流出する栄養塩類の評価とその対策, 土木学会西部支部年講, pp156-157, 1998.
- 3) 野口正人, 樋渡智則, 大石真伸, 脇坂辰也, 朴元培: 落水線図を用いた非点源汚濁負荷流出量の予測と受水域に及ぼす影響の評価, 長崎大学工学部研究報告, 第31巻, 第56号, 2000



【図-3】2000年(3月～10月)における全窒素



【図-4】本明川(裏山橋)流域における落水線図



【図-5】ハイドログラフ、ハイドログラフ、ポリユートグラフ(本明川、裏山橋)