

下水道が整備された都市域での汚濁負荷流出量の定量的評価

長崎大学大学院 学生会員 ○野村佐和美 長崎市役所 正会員 森尾宣紀
 長崎大学工学部 フェロー会員 野口正人 長崎大学工学部 学生会員 古江雅和

1. はじめに

都市河川の流域では下水道が整備され、生活雑排水などは処理されている。しかし、雨天時には流域から放出された汚濁が雨水排水路を経て未処理のまま、水域へと流出している。

本研究では、下水道が整備された都市域での雨天時における汚濁負荷、とりわけ非点源汚濁負荷について流出解析を行い、その結果を検討する。

2. 非点源汚濁負荷流出のモデルと剥離係数

非点源汚濁負荷流出量を精度良く評価するためには、その流出機構である、蓄積・剥離・輸送の現象を適切に評価しなければならない。ここに、1次元の流れに対する汚濁の保存式を示す。

1次元流れに対して

$$\frac{\partial(Ch)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\xi CUh) = q^{(s)} + q^{(b)} \quad (1)$$

ここに、 C : 汚濁物質の濃度、 U : x 軸方向への平均流速、 h : 水深、 ξ : 汚濁の移流に対する補正係数、 $q^{(s)}$ 、 $q^{(b)}$: 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。以下の計算では $q^{(s)}$ を $q^{(b)}$ に含めて考えることにし、 $q^{(b)}$ を流域からの汚濁の剥離量として算定する。

ここでは、剥離量 $q^{(b)}$ を地表面に作用するせん断応力に比例させる形で評価し、次式で表した。①

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

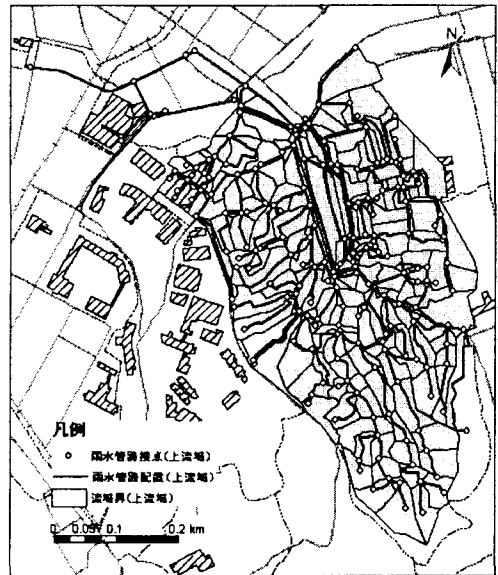
ここに、 τ : せん断応力、 k : 剥離係数である。

(2)式中の剥離係数は、剥離の現象を考えると定数として取り扱うのは難しい。そのため、ここでは【図-1】に示された長崎市の市街地を流れる出島川上流域(流域面積: 24.11ha)を取り上げ、降雨時における剥離係数を降雨の状況を考慮して評価することとした。対象となる流域は急峻な地形で、宅地が多く、下水道整備率は100%である。今回は、2003年の

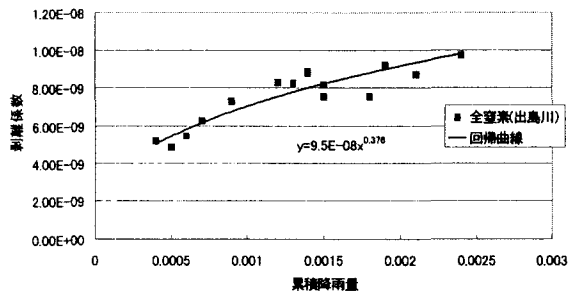
12月11日に対象流域で行われた雨天時における水質観測の全窒素のデータを用いて解析を行った。なお、剥離量は実際に求めるのは困難なので、沈降量と動的平衡となると考え、沈降速度に汚濁濃度を乗算して求めることとした。その結果を【図-2】に示す。

【図-2】より剥離係数と累積降雨には相関がみられ、次式が求められた。

$$k = a \times cR^b \quad (3)$$



【図-1】出島川流域



【図-2】累積降雨量と剥離係数

ここに、 k : 剥離係数、 cR : 累積降雨量、 a 、 b : パラメータであり、 $a=9.5E-08$ 、 $b=0.376$ である。

3. 雨天時における汚濁負荷流出量の予測

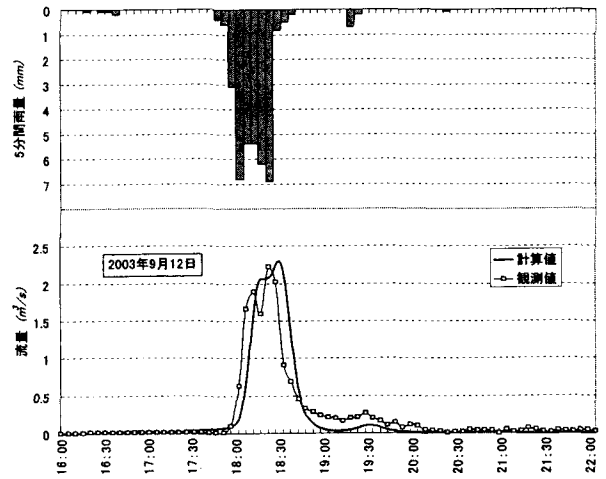
上述された剥離係数の妥当性を検討するために、対象流域でKW (kinematic wave) 法を用いた雨水・汚濁負荷流出解析を行った。雨水流出量の観測値と計算値を比較したものを【図-3】に示す。図中には上から、2003年9月12日のハイトグラフ、ハイドログラフが示されている。計算値と観測値はほとんど一致しており、流出解析手法がこの流域に対して適切であることが読み取ることができる。また、汚濁負荷量の計算値と観測値を比較したものが【図-4】である。図中には上から、2003年7月11日のハイトグラフ、ハイドログラフ、汚濁負荷量(全窒素)のポリュートグラフが示されている。なお、この日の観測では流量を測定することができなかつたため、KW法で求めた雨水流出量の値を汚濁負荷流出解析に用いた。ポリュートグラフの計算値にはパラメータ a の値を10倍にしたものが示されている。これらのグラフから累積降雨量のみで剥離係数を正確に評価するのは難しいが、ピーク時の汚濁負荷などの時間的な変化は再現できたものと考えられる。また、観測値と計算値の汚濁負荷量の差は、累積降雨量以外にも剥離現象に係わる因子があることを示している。

4. おわりに

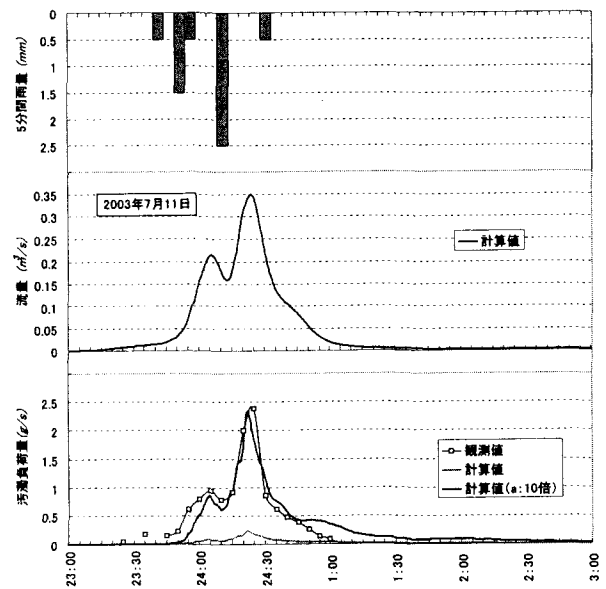
本研究では、都市域における降雨時での非点源汚濁の剥離の現象を累積降雨量を用いて評価し、流域からの汚濁負荷流出量を求めることを試みた。累積降雨量より評価された剥離係数を用いて数値モデルにより求められた非点源汚濁負荷流出量は、汚濁の時間的な変化を顕著に表していた。今後、非点源汚濁負荷流出量の予測精度を向上させていく上で、剥離係数を累積降雨量とともに、流域の状態や降雨強度の関数として評価する必要がある。また、様々な降雨時系列で水質観測を行うことによりデータの整備を目指し、降雨時における汚濁負荷流出量の予測精度の向上を図っていく必要がある。

参考文献

- 1) 野村佐和美, 野口正人, 西田渉, 水野良宣: GIS データを用いた非点源汚濁負荷流出量の予測と評価, 水工学論文集, 第47巻, pp. 1021-1026, 2003.



【図-3】ハイトグラフ・ハイドログラフ
(出島川上流域 2003年9月12日)



【図-4】ハイトグラフ・ハイドログラフ・
ポリュートグラフ (出島川上流域 2003年7月11日)