

二・三の雨水流出解析法を用いた非点源汚濁負荷流出量の評価

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 正員 姜 相赫

1. はじめに

受水域の水質を清澄なものに保つためには、流域からの非点源汚濁負荷を極力抑制する必要がある。非点源汚濁負荷の影響を合理的に評価するためには、“physically based”な立場での考察が必要である。同時に、同定すべきパラメータを差ほど多く含まない汚濁負荷流出モデルの確立が望まれる。

本研究では、3種類の雨水流出解析法を取り上げ、降雨時における非点源汚濁負荷流出量の予測精度を向上させることを試みた。

2. 数種の方法による汚濁負荷流出解析

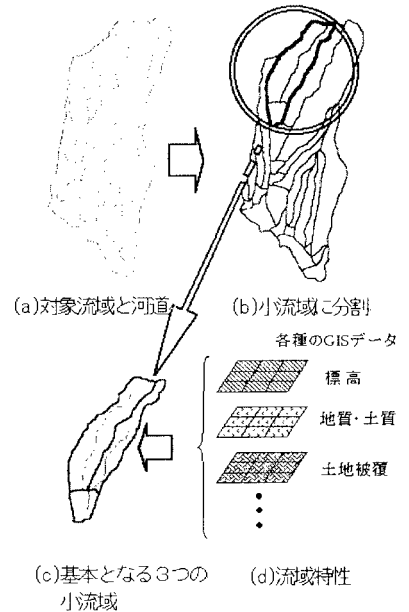
上述されたことから、最初に汚濁負荷流出タンクを用いた解析が試みられた。流域情報を考慮するため、図・1に示されたように、対象流域をいくつかの小流域に分割し、個々の小流域からの流出量ならびに汚濁負荷流出量を基準点まで追跡計算せねばならない。なお、流出量計算では2段式タンクモデルを用い、非点源汚濁負荷流出量が雨水流出量と共に求められている。¹⁾

流域に分布する非点源汚濁の流出の問題を取り上げれば、開発されるべきモデルの普遍的な利用を考慮すれば、モデルの構造が“physically based”であることが望まれる。このようなことから、雨水流出解析法として良く知られたKW法(Kinematic Wave法)を用いて、汚濁負荷流出量の算定が試みられた。すなわち、この場合には、図・1に示された小流域をさらに河道と左右の斜面に分割し、次式により計算することとした。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = r \tag{1}$$

$$h = kq^n \tag{2}$$

$$\frac{\partial Ch}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\zeta Cq) = q^{(s)} + q^{(b)} \tag{3}$$



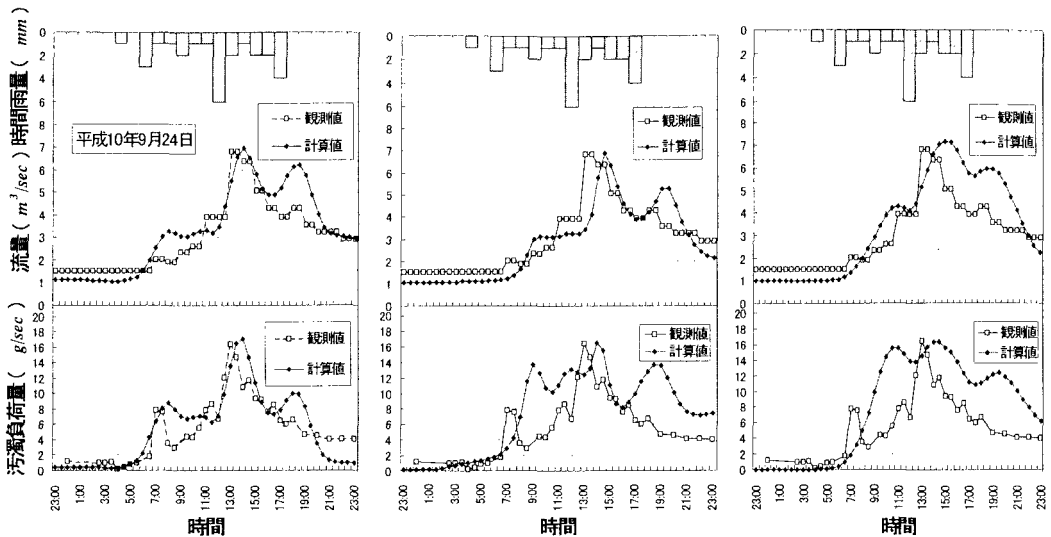
図・1 対象流域の小流域分割

ただし、基礎式の表示は斜面に対して行われており、 h :水深、 q :単位幅流量、 r :降雨強度であり、 p, k は $p=3/5=0.6$ 、 $k=(n/\sqrt{i})^p$ と表された。ここに、 n :マンニングの粗度係数、 i :斜面勾配である。また、 C :汚濁物質の濃度、 $q^{(s)}, q^{(b)}$:それぞれ、表面と底面とで流れに取り込まれる汚濁負荷であり、 ζ :補正係数である。この方法は上述された汚濁負荷流出タンクを用いて汚濁量を計算する方法と比較して、非点源汚濁の剥離、輸送の機構を実際の現象に基づいて表現することができる利点を有している。

また、非点源汚濁の流出機構は、図・1(d)に示されたような流域特性に大きく影響されるため、これらの流域情報をいかに評価するかが重要な問題になってくる。そのため流域をメッシュで覆い、国土数値情報の標高データにより流域の幾何形状を表現し、汚濁負荷流出量を算定することが試みられた。²⁾本方法では、流域がメッシュで覆われることにより、GIS等で得られた流域データの取り扱いが容易になり、流域情報を詳しく考慮しながら降雨・流出解析が実行できる特徴を有している。

3. 適用例と結果の考察

上述された3種類のモデルを用いて、長崎県の諫早市を流れる本明川の裏山橋を対象にして、実際の雨に対する雨水流出量と汚濁負荷流出量の予測を試みた。なお汚濁としては、全窒素(T-N)を取り上げた。ここに、裏山橋は本明川の基準点とされる場所であり、河口から6.0kmの位置にある。裏山橋を基準とした



(a)タンクモデルによる計算結果 (b)KW 法による計算結果 (c)落水線図による計算結果
 図-2 ハイエトグラフ、ハイドログラフ、ポリユートグラフ(本明川, 裏山橋)

流域面積は 36.8km²である。

図-2 には、上述された 3 種類のモデルにより求められた雨水流出量のハイドログラフ、全窒素の流出量のポリユートグラフがハイエトグラフと共に示されている。雨水流出量では、3 種類のモデルとも観測値と比較的似かよっているが、17 時頃の降雨による流出量で観測値とのずれが見られる。これは、3 種類のモデルすべてにあてはまるため、降雨観測値の信頼性等に問題があるためではないかと考えられる。

汚濁流出量では、まず図-2(a)について考えると、観測値とある程度一致しているが、19 時以降での観測値とのずれが顕著である。これは、用いるパラメータが多く、特に堆積量に関するパラメータの同定が十分でないためではないかと考えられる。KW法を用いて算定された結果が図-2(b)に示されている。図-2(b)と図-2(a)を対比させると、比較的類似していることがわかる。勿論、細部においては、雨水流出量と汚濁負荷流出量の両者において絶対値の開きは歴然としている。しかし、図-2(b)において、非点源汚濁負荷流出の時間的変化は計算値と観測値とで比較的、似通っていることがわかる。また、落水線図を用いて計算された結果を図-2(c)に示す。図-2(c)は、図-2(b)と類似している。これはモデルに含まれる汚濁の剥離量の評価を、剥離量(g/m²/s)=C(s/m)*せん断力(g/m²/s)と評価しているためであると考えられる。Cは剥離係数であり、Cの値をそれぞれ示すと、KW法では 2.5×10^{-9} (s/m)、落水線図を用いた汚濁負荷流出モデルでは 1.9×10^{-9} (s/m)であることからわかる。これは、計算に用いられた剥離量の算定において係数の妥当性を示唆するものであり、流域からの非点源汚濁負荷流出量の評価を定量的に行っていくことを可能にするものである。

4. おわりに

本研究では二三の流出解析モデルを汚濁負荷流出予測のモデルに発展させ、基準点での雨水ならびに汚濁の流出量を求めた。計算値と観測値との比較を行ったところ、モデルの特性の違いにより、とくに汚濁負荷流出量の予測精度に違いがあることが示された。これは、モデルに含まれるパラメータの同定の難易によっていることが推察された。併せて、剥離係数の評価について若干の考察がなされ、KW法と落水線図による方法の両者で同様な結果が得られた。今後、予測精度をさらに向上させるために、降雨の影響を考慮した水質観測が望まれている。

参考文献

- 1) 水野良宣, 野口正人, 西田涉, 姜相赫: 物理モデルを用いた非点源汚濁負荷流出量の評価, 土木学会西部支部年講, pp. 190-191, 2000.
- 2) 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.