

KW法を發展させたモデル による非点源汚濁負荷流出解析

長崎大学工学部 学生員○峰松 睦 長崎大学工学部 フェロー 野口 正人  
長崎大学工学部 正会員 姜 相赫 長崎大学大学院 学生員 水野 良宣

1.はじめに

好ましい水環境を創造するためには、水域のみならず、流域全体での水質管理を行わなければならない。それゆえ、流域に分布した非点源汚濁負荷流出機構を明らかにし、その流出量を精度良く求めることが必要である。本論では基礎方程式を用いてKW法を發展させたモデルにより非点源汚濁負荷流出解析を行うため、各種の資料を用いて、モデルに含まれたパラメータの同定を行う方法について検討した。

2.KW法を用いた汚濁負荷流出量の評価

2-1.汚濁物質の基礎方程式

流域からの雨水流出解析モデルの説明は省略し、以下では非点源汚濁負荷流出量の予測に関連した説明のみを行う。汚濁負荷流出量の計算には以下に示す汚濁物質の保存式を基礎方程式として用いた。

$$\frac{\partial(C_h)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\xi_1 C U h) = q^{(s)} + q^{(b)} \quad (1)$$

ここに、 $h$ :水深、 $C$ :汚濁物質の濃度、 $\xi$ :補正係数、および $q^{(s)}$ 、 $q^{(b)}$ はそれぞれ水面と底面からの汚濁流束であり、流域からの汚濁の剥離のみを考慮して計算が行われた。

上式を用いて非点源汚濁負荷流出量を精度良く評価するためには、流域に分布した非点源汚濁の蓄積、剥離や輸送に関して適切に見積もる必要がある。このようなことから、以下では汚濁の剥離量を流れのせん断応力に比例させて評価する際の係数に関して考察を行った。

2-2.流出曲線指標(Runoff Curve Numbers(CN))の利用

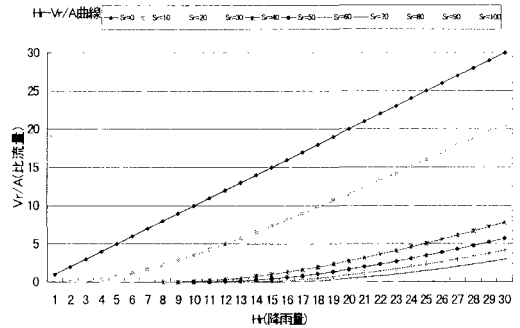
上述された目的を果たすために、ここではアメリカ合衆国土壌保全局(U.S. Soil Conservation Service)により開発された雨水流出の経験的評価方法を参考にし、剥離量の算定をすることとした。

本方法は、雨水流出量を土地利用(L)、先行降雨(R)、土質の違いによる浸透割合(S)の違いにより得られる流出曲線指標(CN)によって求めようとしたものである。以下にその式を示す。

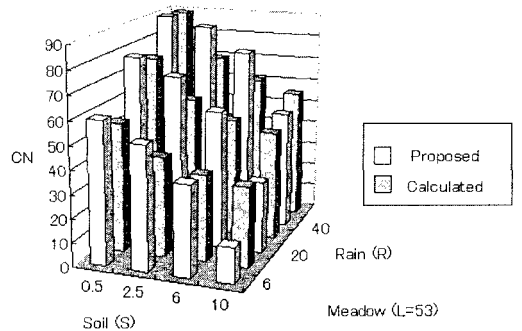
$$V_r = A \frac{(H_r - 0.2S_r)^2}{(H_r + 0.8S_r)} \quad (2)$$

$$S_r = \frac{1000}{CN} - 10 \quad (3)$$

ただし、 $V_r$ :流出量、 $H_r$ :降雨量、 $S_r$ :貯留能、 $A$ :流域面積、である。【図-1】は貯留能 $S_r$ と比流量 $V_r/A$ の関係を示したグラフであり、雨水流出量は降雨量やCNの増加( $S_r$ の減少)に伴って増大することがわかる。なお、単位面積当たりの剥離量を求める目的でCNの定量的評価をすることが望ましいことから、既存のデータを用いて重回帰分析を行った。得られた結果を示せば以下のようである。



【図-1】Hr-Vr/A 曲線



【図-2】CNのグラフ

$$CN = 0.258S^{-0.159}L^{1.201}R^{0.262} \quad (4)$$

上式で求められる  $CN$  の値を US-SCS により提案された値と比較すれば、【図-2】のようである。ただし、本図は、土地利用に関する変数  $L$  を固定したものであり、各々の土地利用においても、類似の図が得られる。図より明らかなように、両者の値は比較的良く合っている。後述の問題に対処するためには、わが国の資料でこの種の検討がなされねばならないことは言うまでもない。

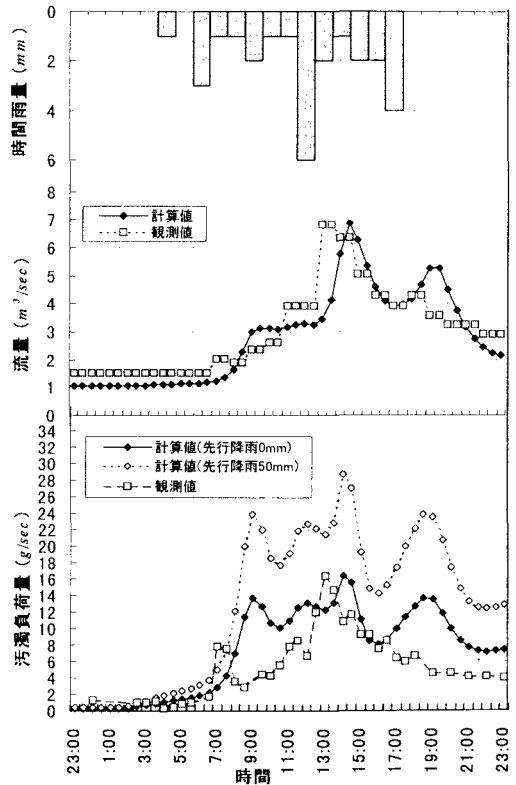
### 3.剥離量の評価

剥離を引き起こす原因としては流れにより地表面に作用するせん断応力が考えられるが、それと同時に、土中浸透量や、土地利用の違い、あるいは先行降雨等にも影響される。したがって、剥離量を流れのせん断応力に比例させて評価するとしても、その係数は絶対的な定数にはならない。そのため、ここでは、上述された  $CN$  との関連で汚濁負荷流出量を評価することとした。

本目的を果たすためには、上述された係数を  $CN$  の関数として表す必要があるが、ここでは簡単に  $CN$  に比例させる形で係数の評価を行った。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、これらの関数形についてもさらに検討の必要があると考えている。

### 4.適用例と結果の考察

上述のモデルの妥当性を評価するために、本論では、長崎県諫早市を流れる一級河川である本明川の裏山橋流域を対象にして実際に計算を行った。計算は全流域を 29 個の小流域に分割し、更に各流域を左右の斜面に分割しKW法を適用することにより行われた。図中の観測値は、1998年に本明川の基準地点である裏山橋において得られたデータであり、観測が行われる前の約1ヶ月間は無降雨状態であった(Rain=0mm)。【図-3】に示されたポリュートグラフ



【図-3】ハイトグラフ、ハイドログラフ  
ポリュートグラフ(本明川、裏山橋)

においては、計算値は観測値と比較的類似しているが、細部において異なっている。この理由としては、モデルに含まれるパラメータの値が十分には同定されていないことが考えられる。しかし、時間的変化の形がそれなりに似かよっていることから、上述の係数評価をさらに検討することにより、予測精度の向上が図れるものと思われる。また、参考のために、ある程度の先行降雨があった場合(Rain=50mm)の計算値も同図中に示された。この種の計算結果の妥当性については、さらに観測を行い検討していく必要がある。

### 5.おわりに

本論では非点源汚濁負荷流出解析を行うために、各種の資料を用いて、モデルパラメータの同定を行った。汚濁負荷流出には様々な要因が絡み、簡単には求められないが、上述された係数等を適切に評価することにより予測精度の向上を図っていきたい。

### 参考文献

- 1)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