

非点源汚濁負荷流出の剥離量の評価

長崎大学工学部 学生員○ 野村佐和美
 長崎大学工学部 正人 野口 正人
 長崎大学大学院 学生員 水野 良直

1. はじめに

受水域の水質を清澄に保つためには、流域から未処理で放出される汚濁負荷流出量を極力抑制していかなければならない。主に雨天時に流出される非点源汚濁負荷は、その流出機構の複雑さから目立った規制がなされておらず、近年では全体の汚濁負荷に対する非点源汚濁負荷の割合は高くなってきている。ここで、非点源汚濁負荷流出量を定量化するにあたり、非点源汚濁の流出機構が問題になる。すなわち、非点源汚濁がどのように流域に蓄積し、雨天時に流域から剥離され、受水域へ輸送されるのかを考えなければならないが、本論では非点源汚濁負荷の剥離量の評価について検討した。

2. 剥離量の評価

汚濁物質の剥離量は地表面に作用するせん断応力に比例すると考え、次式で表した。

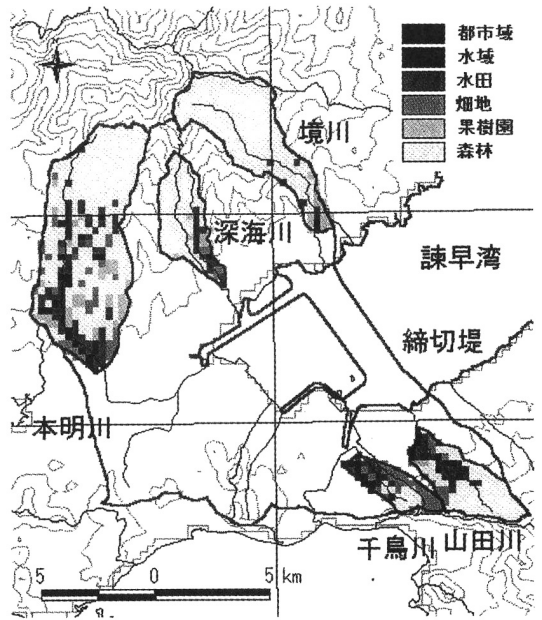
$$q_s = k \tau \tag{1}$$

ここに、 q_s は剥離量($g/m^2/s$)、 τ はせん断応力($g/m/s^2$)、 k は剥離係数(s/m)である。

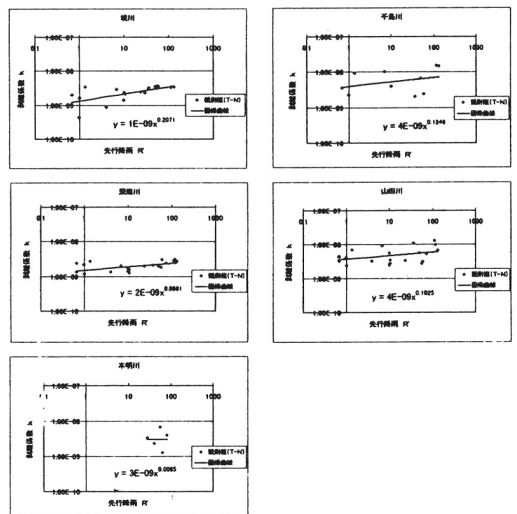
しかし、汚濁負荷流出機構を考えると剥離の現象は降雨時系列や流域の特性等に影響され変化すると考えられる。そのため剥離係数は絶対的な定数にはならない。そこで、アメリカ合衆国土壌保全局(U.S. Soil Conservation Service)の流出量を求める際に用いられるCNの算定りと同様に、流域の影響を定量的に評価して剥離係数を求めることとした。

3. パラメータの評価

全窒素(T-N)の剥離係数を同定するにあたり本明川流域の5つの小流域(境川、深海川、本明川、千鳥川、山田川)を取り上げ、その観測データを用いた。本来はそれぞれの土地利用から汚濁負荷流出量を求めなければならないが、現在、非点源汚濁負荷に関するデータがほとんどないため、今回は公共用水域の水質結果(1998,1999年)を用いて求めた。また、【図-1】にこれら5つの小流域の土地利用分類、【表-1】に5つの流域の特性を示した。(1)式に示されたように、剥離係数はせん断応力の比例定数とし



【図-1】本明川での5つの流域の土地利用分類



【図-2】先行降雨での評価

て定義されているため、現行降雨の影響は既に考慮されていると考えられる。そのため、剥離係数は主として流域の特性との関連で考察されねばならない。

【図-2】に境川等での全窒素(T-N)の剥離係数と先行降雨の関係を示した。ここで、先行降雨は観測前7日間の降雨量にそれぞれに重みをつけ考慮した。また、公共用水域の水質結果には点源・非点源汚濁負荷の両方が含まれているため、今回は点源汚濁の原単位を差し引いて非点源汚濁負荷量を求めた。この図からばらつきはあるものの、剥離係数と先行降雨には高い相関が見られた。【表-2】に5つの流域の結果を示した。観測データの少ない本明川の場合を除いて、先行降雨 R' のべき乗は0.1~0.2の範囲にあることが予測された。

【図-3】に剥離係数から先行降雨の影響を取り除いたものと土地利用の関係を示した。

【図-3】において、横軸の値は土地利用の比率を考慮して評価したものであり、縦軸の値は先行降雨の影響を取り除いたものとして評価された。横軸と縦軸の値はお互いに独立に求められたが、相互に高い相関が見られた。

また、剥離係数から先行降雨と土地利用の影響を取り除いたものを【図-4】に示した。この図を参考に、流域からの汚濁の剥離に関する季節的変化を検討することができる。

4. おわりに

非点源汚濁負荷流出量を適切に求めるため、流水のせん断応力に比例させて剥離係数を定義し、その値を流域の特性や降雨時系列との関連で検討し、次式が求められた。

$$k = a \times R'^b \times L^c \times S^d \quad (2)$$

ここに、 k は剥離係数(s/m)、 R' は先行降雨、 L は土地利用、 S は土壌特性、 $a \sim d$ はパラメーターであり、各パラメーターの値に関してはこれまでの図表に示されたとおりである。今後はより多くの流域のデータに対して剥離係数の特徴を調べるとともに、数値解析により基準点での汚濁負荷流出量を求めていきたい。

参考文献

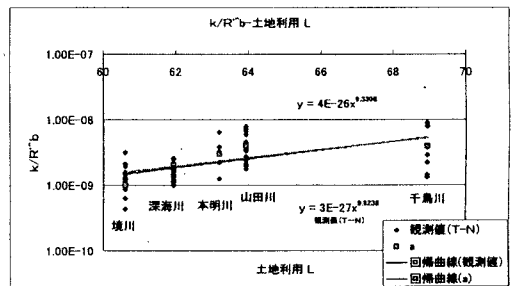
- 1) Reible, D.D.: Fundamentals of Environmental Engineering, Lewis Publishers, 1999.

【表-1】5つの流域の特性と土地利用分類の割合

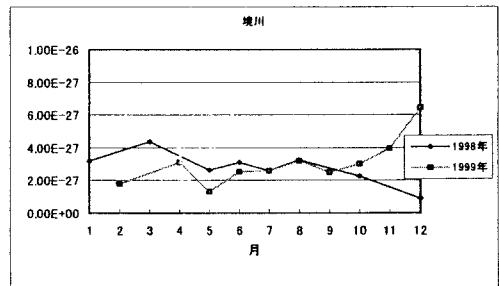
/河川	境川	深海川	本明川(鉄道橋)	千鳥川	山田川
流域面積(km ²)	18.6	9.3	36.6	5.0	10.0
高(m)	862.0	742.0	832.0	191.0	592.0
低(m)	26.0	21.0	16.0	3.0	13.0
距離(m)	8869.92	6128.92	10986.44	4206.81	5846.16
勾配	0.094	0.118	0.074	0.045	0.099
土地利用					
都市域	2(1)	1(1)	24(4)	10(14)	12(8)
水域	2(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
水田	5(2)	18(13)	77(14)	14(19)	27(18)
畑地	1(0)	5(4)	46(8)	31(41)	14(9)
果樹園	17(6)	12(9)	44(8)	0(0)	4(3)
森林	249(90)	102(73)	352(66)	19(26)	91(62)
計	276(100)	138(100)	543(100)	74(100)	148(100)

【表-2】先行降雨のパラメーター

係数/河川名	境川	深海川	本明川	千鳥川	山田川
a	1.00E-09	2.00E-09	3.00E-09	4.00E-09	4.00E-09
b(べき乗)	0.2071	0.0981	0.0065	0.1246	0.1025



【図-3】5つの流域での土地利用の評価



【図-4】境川における剥離の季節変化