

流域に分布する非点源汚濁負荷の算定と水域への影響の評価

長崎大学工学部 学生員〇許 聡子 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 長崎大学大学院 学生員 朴 元培

1. はじめに

好ましい水環境を達成するためには、様々な対策が必要とされる。とくに、閉鎖性水域に代表されるような水域での水質を清澄に保つためには、「流域水質管理」を十分に行わなければならない。このようなことから、流域に分布する非点源汚濁負荷を把握し、それらが水域に及ぼす影響を評価することが重要である。

本論では、非点源汚濁負荷の代表的な生成要因の一つである降下粉塵の問題を取り上げる。降下粉塵は大気中の浮遊物質を起源とし、地域性を強く帯びている。また、降雨時系列にも大きく影響される。ここでは、流域からの流出解析をする際に多用されるタンクを大気中に設けて、降下粉塵の定量的評価を試みる。併せて、非点源汚濁負荷が水域に及ぼす影響について若干の考察を行う。

2. 非点源汚濁負荷の評価

流域に分布する非点源汚濁負荷を評価するためには、流域に固有の状態と降雨時系列を考慮することが必要であるので、原単位を用いて一般的に論じるとは難しい。

そこで、【図-1】に示されるような汚濁負荷流出タンクを大気中に設けて、浮遊粉塵量の変化を次式で表す。

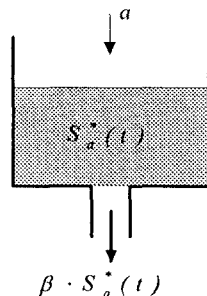
$$\frac{dS_a}{dt} = -\beta S_a + a \quad (1)$$

ここに S_a : 大気中の浮遊粉塵量、 β : 降下の割合(流出タンクの浸透孔乗数に相当する)、 a : 浮遊粉塵の補給割合である。ここでは、 β や a の割合が一定値で表されるとき浮遊粉塵量を示す。

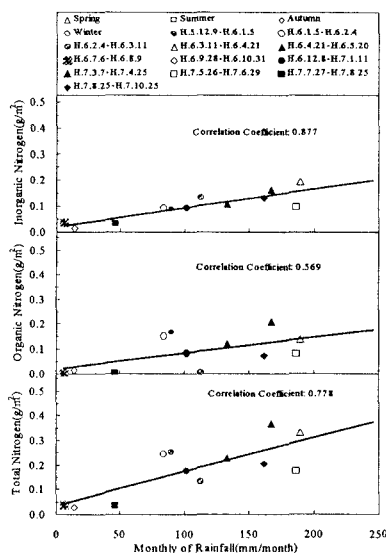
$$S_a = (S_{a,0} - \frac{a}{\beta})e^{-\beta t} + \frac{a}{\beta} \quad (2)$$

上式は、無降雨状態では β の値は小さくなり、浮遊粉塵量は増加傾向にあることが言える。一方、降雨時には β の値は著しく大きくなり、上とは逆に浮遊粉塵はたちまち地上に降下することとなる。上述の基礎式で降下粉塵量を正しく評価するためには、前述された β や a を適切に見積もることが必要になる。

この種の割合を評価する目的もあって、著者らは数年間に渡って長崎県諫早市役所の屋上に降下粉塵の計測器を設置し、非点源汚濁負荷の観測を行った。なお、そのときの観測方法は、一般に降下粉塵を計測する際のもと同じであるので¹⁾、説明を省略し、結果のみを示す。【図-2】から明らかなように、T-Nを初めとする窒素系の汚濁は降雨量と強い相関を有している。また、T-Nの降下量の回帰直線からの変動幅はOrg.-Nの降下量に大きく影響されていることが分かる。なお、季節的に見ても春から夏にかけて降下量が大きくなっていることが理解される。これらの観測結果が、前述された浮遊粉塵の形成と降下に係る諸量を評価する際に役立てられることは言うまでもない。非点源汚濁負荷は降下粉塵のみで形成される訳ではないので、一般的に評価することは難しいが、降下粉塵量を

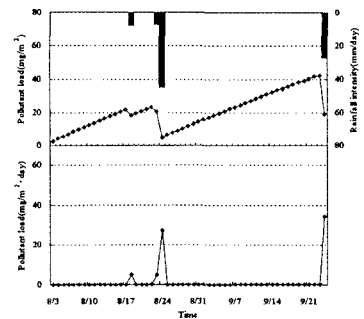


【図-1】 浮遊粉塵流出タンク



【図-2】 降下粉塵と月間降雨量との関係

評価しようとする試みは、都市域の屋根負荷や道路負荷の計測などが上げられる²⁾。ここでは、T-Nの汚濁負荷発生量として14.5g/ha/dayが示されていることのみを記す。これは具体的な数値として貴重なものである。しかし一方では、前述されたような問題を含んでいることも当然のことであろう。ここに示されたことを考慮して、本明川での降雨・無降雨時系列に対する浮遊粉塵量ならびにその降下量を示せば、【図-3】のようになる。なお、計算を行うにあたっては、 $\beta = \beta_c = 0.008 \text{ day}^{-1}$ (無降雨日), $\beta = \beta_r = kr$ (降雨日) とされた。ただし、 r は日雨量(mm/day)であり、変換係数の k は、 $k = 30 \text{ m}^{-1}$ と置かれた。一方、補給割合の α は地域性を強く有しているが、今回 $\alpha = 1.45 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ とした。【図-3】の結果は、降下粉塵の多寡が降雨の有無に大きく左右され、1ヶ月間の平均量を求めようとする際には、月間の降雨量や降雨の頻度に影響されることを示している。



【図-3】ハイエトグラフならびに浮遊粉塵と降下粉塵のポリュートグラフ

3. 非点源汚濁負荷が水域へ及ぼす影響の評価

前節では、降下粉塵の形成について述べられた。降下粉塵等により流域には、主として無降雨期間に非点源汚濁負荷が形成されるが、これらが降雨時にすべて水域へと運ばれる訳ではない。そのため、降雨に伴う汚濁の水域への流送を考えた場合、前述された汚濁の剥離と輸送について定量的な評価をせねばならない。

【図-4】には、諫早湾干拓事業により建設された潮受け堤防で閉め切られた流域を対象にして、土地利用分類を行った結果が示されている。



LANDUSE
 URBAN AREA
 FOREST
 FRUIT FARM
 WATER
 PADDY FIELD
 CROP A FIELD

【図-4】本明川流域の土地利用状況

また、それぞれの土地の面積が【表-1】に示されている。前述されたように水域に到達する汚濁量($Q_{pol.}$)を計算するためには、無降雨期間に生じた単位時間、単位面積あたりの汚濁量(f)に、分類された土地の面積(A_i)とともに、剥離の割合(C_i)を乗じればよい。ここに、添字の i は、分類された土地を表している。これらのことを式で表せば、以下のようになる。

$$Q_{pol.(t)} = \sum_{i=1}^n Q_{p,i}(t-t_i) = \sum_{i=1}^n C_i f(t-t_i) A_i \quad (3)$$

諫早湾干拓事業で造られる調整池の良好な水環境の達成を目指せば、冒頭に述べられたように流域水質管理が不可欠である。(3)式により流入汚濁負荷量を正しく見積もるためにも、個々の地点の汚濁が水域へ到達する時間遅れ(t_i)の評価とともに、式中含まれた各係数を適切に評価しておかなければならない。

4. おわりに

本論では、流域の非点源汚濁負荷の形成機構について検討し、流域に分布する汚濁が水域へ輸送される量を流域の土地利用状態との関連で求めようとした。今後は、降下粉塵と並んで非点源汚濁負荷の代表的な生成要因である、水田・畑からの余分な肥料の流出量についても評価していきたい。

参考文献:

- 1) 野口正人, 西田誠, 喜井浩, 碓真一(1994):都市域における点源・非点源汚濁負荷の水域への影響, 長崎大学工学部研究報告, 第24巻, 第43号, pp. 225-229.
- 2) 和田安彦, 三浦浩之(1991):都市化した中小河川の水質に及ぼす下水道整備効果のモデル解析, 土木学会論文集, No. 429/II-15, pp. 97-105.

	面積(km ²)
都市域	21.2
山林	116.2
果樹園	13.9
水域	40.6
水田	49.1
畑地	23.7
合計	264.7

【表-1】土地利用別面積