

諫早湾調整池流域からの非点源汚濁負荷流出量の評価

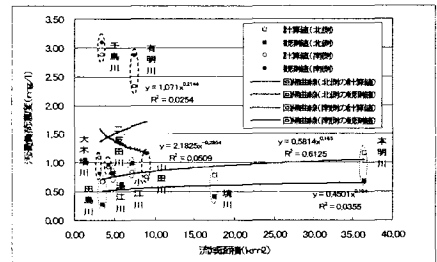
長崎大学工学部 学生員 ○菊竹加良子 長崎大学工学部 フェロー 野口正人
 長崎大学大学院 学生員 瀧上雄作 長崎大学工学部 正会員 川池健司

1. はじめに

近年、諫早湾調整池の水質悪化が問題視されている。良好な水質を達成するためには、流域からの汚濁負荷流出を極力抑制せねばならない。調整池に流れ込む各河川の非点源汚濁負荷流出量を求める方法については、既にいくつかの側面での検討を行っている¹⁾。本研究では、より詳細な結果を求めるために、本明川流域を取り上げ、流域からの汚濁負荷流出を剥離現象の側面から評価する際のパラメータを同定し、合理的に非点源汚濁負荷流出量を算定する手法について検討した。

2. 諫早湾調整池流域の非点源汚濁負荷の概要¹⁾

諫早湾調整池流域の河川を北側と南側とに分け、汚濁負荷濃度(T-N)の計算値と観測値を比較した。【図-1】より明らかなように、北側の方が南側より汚濁負荷濃度の値は小さくなっている。北側の土地利用状態は森林といった自然的要因が多く、南側は都市域、水田、畑といった人為的要因が多いためであろう。汚濁物質の剥離現象は、土地利用の状態に大きく影響され、特に人為的影響を受けやすいことが理解できる。



【図-1】各流域における汚濁負荷濃度(T-N)

3. 本明川流域からの非点源汚濁負荷流出

【図-3】のように、本明川流域を9つの小流域に分け、非点源汚濁負荷流出による剥離係数のパラメータを同定した。その際に、観測地点富川、昭和橋、彦城橋、平松橋の流域(【図-2】)は上流域部分に他の小流域を含んでいるため、その小流域を省いた残りの流域においてパラメータを同定した。

流域からの汚濁負荷流出量を算定するために、汚濁物質の保存式を、一次元の流れに対する基礎方程式で表せば、次式ようになる。

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

ここに、 U は x 軸方向への平均流速、 h は水深、 C は汚濁負荷濃度、 ζ は汚濁の移流量に対する補正係数、 $q^{(s)}$ 、 $q^{(b)}$ は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。

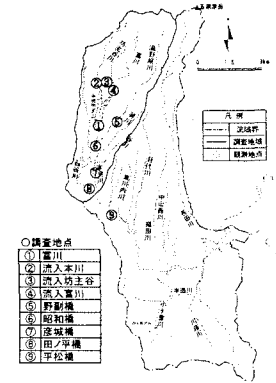
汚濁物質の剥離量は雨水の流れによって発生するせん断応力に比例すると考えられるので、次式で表した。

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

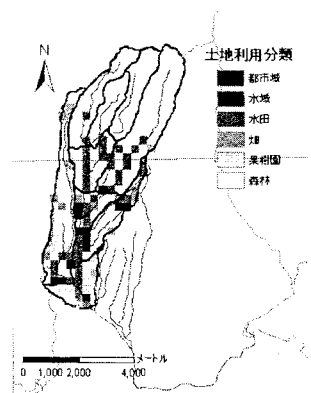
ここに、 $q^{(b)}$ は剥離量($g/m^2/s$)、 τ はせん断応力($g/m/s^2$)、 k は剥離係数(s/m)である。また、剥離量 $q^{(b)}$ は、長時間で考えると動的平衡となり、汚濁負荷濃度と沈降速度を掛け合わせたもので表すことができる。

$$q^{(b)} = C \times w_0 \quad (3)$$

剥離の現象が、降雨時系列や流域の土地利用の状態によって影響される



【図-2】水質調査地域及び調査地点



【図-3】本明川流域の土地利用分類

ことが考えられるので、剥離係数 k は次式で表すことができる。

$$k = a \times R^b \times L^c \quad (4)$$

ここに、 R は先行降雨量、 L は

土地利用の程度を表すパラメータ、 $a \sim c$ はパラメータである。(4) 式の結果を【表-1】、【図-4、5】に示す。

4. パラメータの評価

【図-4、5】は横軸に土地利用の指標の値 L を、縦軸に剥離係数から先行降雨の影響を取り除いた値を表示したものである。前述されたように、対象流域を細分割して(4) 式中のパラメータを同定すれば、【表-1】のようになる。表中の値より明らかなように、最上流部に位置しない小流域に相当する。富川、昭和橋、彦城橋、平松橋を表示したものは、流れがほぼ平衡状態になっていることを立証するかのように、流入汚濁量と流出汚濁量との関係は、必ずしも流域の状態のみでは十分に表せないことがわかる。これらの観測地点での値を含んで、先行降雨の影響を取り除いた剥離係数と土地利用の指標の値 L との関係を示したのが【図-4】である。図中には、一応回帰曲線が示されているが、前述された理由によりその意味は大きくない。なお、ここには示していないが、前述された4地点での流域全体を考えれば、 $a \sim c$ のパラメータは従来から示している値の範囲にあることを確認している。

上述されたことから、上の4地点での b の値を除外して【図-4】に相当する図を作成すれば、【図-5】を得る。【表-1】より明らかなように、先行降雨量に対するべきの b の値は、一部の例外を除いて 0.1~0.3 の範囲にある。これは、従来から求められている値の 0.1~0.2 に対しては、若干大きな値を含んでいる²⁾。ところで、流出汚濁量の概算には、汚濁負荷量 (L) と流量 (Q) との関係を示した $L-Q$ 曲線がしばしば参照される。有明海に流入する一級河川の流域を対象にしてまとめられた結果によれば、 $L=aQ^b$ の b は T-N で大略、通常時で 0.62~1.24、洪水時で 0.85~1.39 の値が求められている³⁾。本論で取り上げている剥離係数の k は、汚濁負荷流出量を求めるためにせん断応力の τ に比例するパラメータとして定義されていることや、Manning 則で τ と Q との関係を求めれば、 $\tau \propto Q^{0.6}$ となることを考慮すれば、これらの値は、 k に対するべきとしては、0.02~0.64 (通常時)、0.25~0.79 (洪水時) となり、前述された b のオーダーと十分に符合するものである。なお、文献3)で取り上げられた河川に対するべきを単純に平均すれば、0.98 (通常時)、1.18 (洪水時) であり、 k に対してそれぞれ 0.38、0.58 となることを考えれば、上述されたことが妥当なことが推察される。

5. おわりに

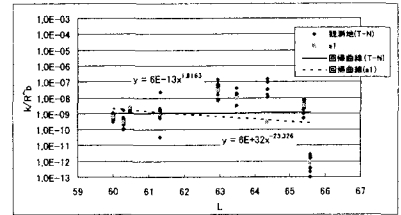
諫早湾調整池に流出する非点源汚濁負荷流出を抑制するためには、まず各流域における汚濁負荷量を把握する必要がある。今後は、降雨時における剥離現象についても詳しく検討し、降雨時、無降雨時の両評価を基に非点源汚濁負荷量の算定を行う必要がある。

最後になりましたが、本研究で用いられた水質観測結果は、本明川ダムの建設計画に沿って国土交通省九州地方整備局長崎河川国道事務所により実施された環境影響評価に係るものであることを記し、関係各位に深甚なる謝辞を表します。

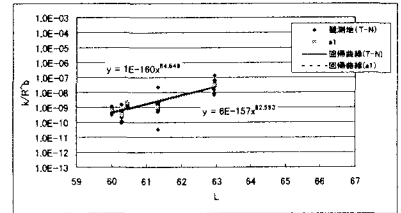
参考文献 1) 洲上雄作、野口正人、野村佐和美(2003)：諫早湾調整池流域からの非点源汚濁負荷流出量の予測と評価、平成 15 年度土木学会全国大会概要集、pp.363-364。 2) 野村佐和美、野口正人、西田渉、水野良宣(2003)：GIS データを用いた非点源汚濁負荷流出の予測と評価、水工学論文集、第 47 巻、pp.1021-1026。 3) 九州農政局(2003)：短期開門総合調査運営会議資料

【表-1】パラメータ値

観測地点名	富川	流入本川	流入坊主谷	流入富川	野副橋	昭和橋	彦城橋	田ノ平橋	平松橋
a	6.00E-13								
b	-0.0696	0.0616	0.3097	0.1641	0.0341	1.7652	0.0933	-0.1315	0.7353
c	1.8163								



【図-4】9つの小流域での土地利用の評価



【図-5】9つの小流域での土地利用の評価