

諫早湾調整池に流出する T-N 負荷量の評価と削減方策

長崎大学大学院 学生会員 ○浦 里実 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 西田 渉 長崎大学大学院 学生会員 末光優一

1. はじめに

諫早湾調整池に代表されるような閉鎖性水域では、流域に分布している点源・非点源汚濁に対して適切な対応策が取られなければならない。本論では、諫早湾調整池とその周辺を対象にし、流域からの汚濁負荷流出量について評価し、その削減方策について検討する。

2. 非点源汚濁負荷の空間分布

諫早湾調整池流域からの汚濁負荷流出に関して、全窒素(T-N)を取り上げて検討した。ここでは、調整池流域を北側と南側とに分割し、それぞれの流域の代表河川として、境川(北側)と千鳥川(南側)を取り上げ、それぞれの L-Q 曲線を図-1 に示した。図-1 から、調整池の北側は森林主体の土地であり、T-N 負荷流出量は小さい。他方、南側は水田や畑が広がり、市街化された地域も多いため、T-N 負荷流出量が大きくなっていることがわかる。

3. 調整池へ流出する点源・非点源 T-N 負荷量

諫早湾調整池の水質保全を取り上げた場合、調整池流域全体からの汚濁量を把握することが重要になる。そこで、各河川の点源・非点源 T-N 負荷量を見積もることにした。一級河川である本明川は、平成 13 年から平成 14 年 7 月末のデータを用いて作成した L-Q 曲線が既に求められている¹⁾。一方、他河川は、平成 14 年から 17 年のデータを用いて L-Q 曲線を求めた。

上述の方法から図-2 は、2003 年の本明川の流量時系列を基に、ハイトグラフから各流域の流量ハイドログラフを求め、T-N 負荷量に対するロードグラフを求めたものである。さらに、各流域の T-N 負荷流出量を、点源・非点源の内訳がわかる形で図-3 に示した。

4. 非点源汚濁負荷の抑制手法

1) 人工湿地を用いた水域浄化

非点源汚濁流出抑制の手法として各種の方法(BMPs)が考えられるが、ここでは様々な利点を考慮して人工湿地を取り上げることにする。

2) 水質浄化の定量的評価

一般に、水域での水質浄化を考えた場合、質量保存式は次式で表される。

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + Source \quad (1)$$

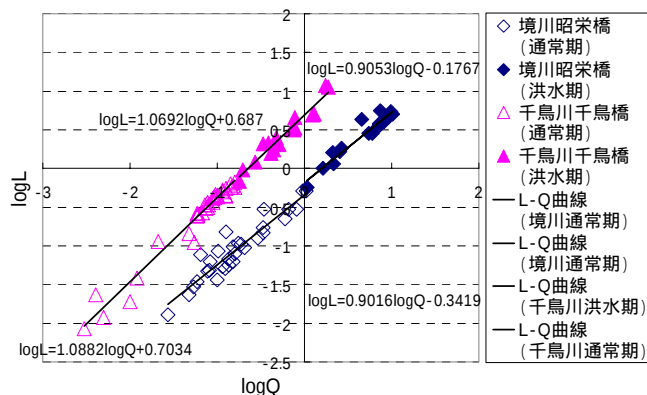


図-1 各河川における T-N 負荷量

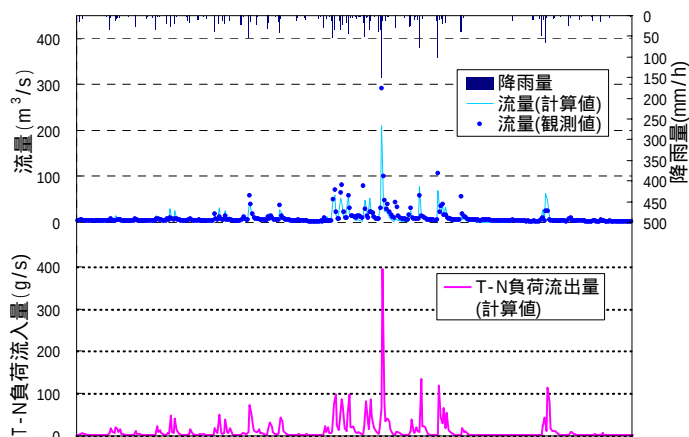


図-2 ハイトグラフ、ハイドログラフ、ロードグラフ

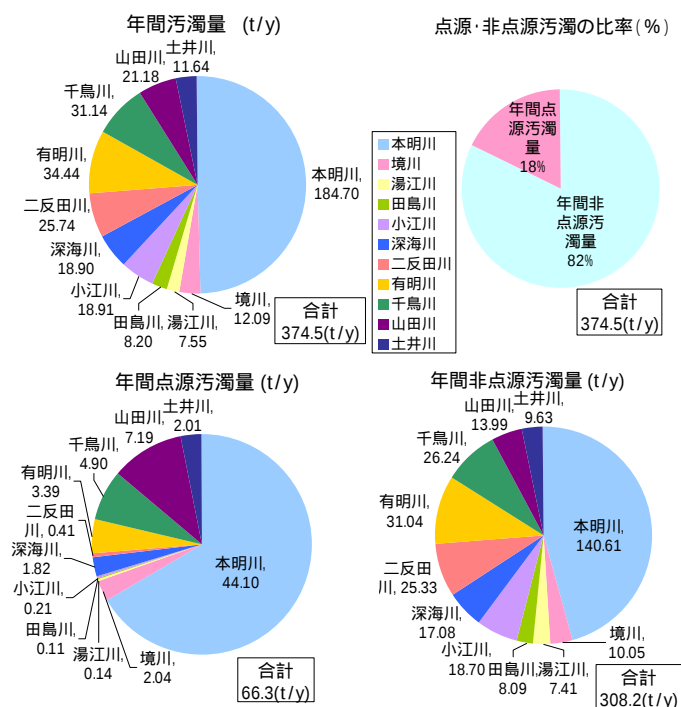


図-3 年間 T-N 負荷流出量

ここに、 C ：対象物質の濃度(mg/l)、他の記号は慣用のものである。ここでは、移流項、拡散項を省略し、生成項も単純に生成・消滅の効果で表せば、(1)式は以下のように書き改められる。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = P - k_1 C \quad (2)$$

ここに、 P は単位時間、単位体積あたりの生成量であり、消滅量は一次反応式 (k_1 ：一次反応係数) で表現できるものとした。湿地内の流れによる水質浄化の効果を汚濁が沈降する形で評価すれば、一次反応係数は $k_1 = w_0 / h$ と表される。ここで、 w_0 ：沈降速度(m/s)、 h ：水深(m)である。(2)式で $P = 0$ とすれば、次式が求められる。

$$C_{out} = C_{in} e^{-k / HLR} \quad (3)$$

ここに、 $k = k_1 h$ と置かれており、分解速度定数と呼ばれる。また、 $HLR = h / t_{det}$ は面積負荷速度である。

3) 分解速度定数

前述された分解速度定数は、しばしば、人工湿地の水域浄化効率の評価に用いられる。全国に存在する水生植物を活用した水質浄化施設を取り上げて²⁾、分解速度定数の違いによる流入水と流出水の T-N 濃度の比を示せば、図-4 のようである。図-4 より、流入水と流出水の T-N 濃度の比は面積負荷速度(HLR)や分解速度定数(k)により変化している。ここで注目すべき点は、面積負荷速度の値が同じであっても水質浄化の程度はそれぞれの水域で異なることである。

著者らは、水生植物による水域浄化効率を調査するため、1)本明川不知火橋地点(長田地区)、2)諫早湾調整池の内部堤防前面、3)長崎大学構内の植栽水路、を対象にしてヨシ植栽の水質浄化の程度を調べ、図-4 に示した。種々の理由から、季節変化が必ずしも正確に定量的に評価されていないが、大凡の分解速度定数の値について理解することができる。

5. 諫早湾調整池への T-N 流出負荷量の削減方策

上述したことを基に、諫早調整池における T-N 流出負荷量の削減方策を検討した。今回は、下水道の普及により、点源 T-N 負荷量が段階的に削減されることや、調整池内での植物または藻類による生産量が減少させられることを考慮して、年間非点源 T-N 流出負荷量の 1 割(30.8 (t))を削減目標にした。また、人工湿地の水深を 0.1m とした場合、1 割削減に必要な合計施設面積は 137.2km² となる。ここで、人工湿地の大きさによる非点源 T-N 負荷削減量の変化を図-5 に示す。本明川は流域面積が大きく、非点源 T-N 負荷流出量も大きいこ

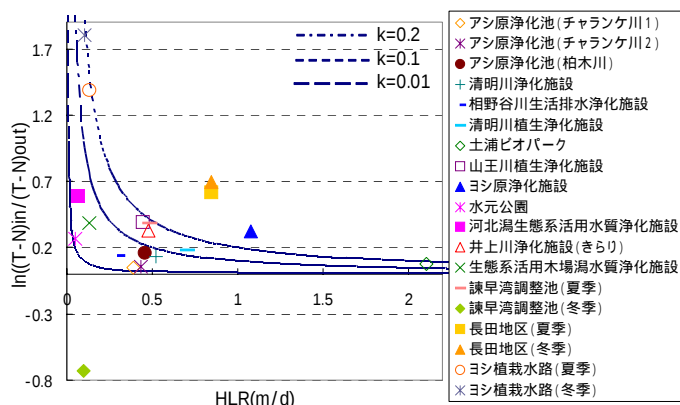


図-4 分解速度定数

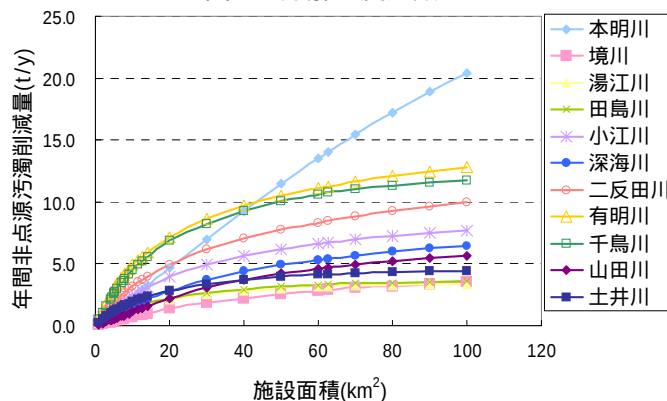


図-5 年間非点源 T-N 負荷削減量

とから、その削減量も他河川と比較して大きくなることは容易に推察できる。しかし、南側流域の千鳥川・有明川においては 40km² 以下の施設面積では、汚濁削減量が本明川を上回っている。これは、前述した土地利用の違いから、非点源 T-N 負荷流出形態が異なり、削減量にも影響していることがわかる。

6. 結論

本論では、諫早湾調整池流域からの汚濁負荷流出の状況を、各河川の全窒素(T-N)を例に取り上げて検討した。併せて、人工湿地により非点源由来 T-N 流出負荷量の抑制を図ることを目指し、人工湿地を用いた汚濁物質除去効率について検討するとともに、想定された規模の施設で、どの程度の汚濁物質の削減が可能かを調べた。上述した観点から、流域面積の大きさだけでなく、千鳥川や有明川など汚濁負荷流出量の大きい流域の施設配分を大きくすることで、効率的に汚濁が削減できることがわかる。今後は、さらに費用などの制約条件を基に、最適な施設配分計画を行う必要がある。謝辞：最後に本研究を進めるにあたり、調整池の水質資料等の提供を受けた農林水産省諫早湾干拓事務所の関係各位に深甚の謝意を表します。

参考文献 1)諫早湾干拓地域環境調査委員会資料(2002)：流入負荷量の算定結果。2)(財)河川環境管理財団・河川環境総合研究所(2000)：植生浄化施設の現状と事例，pp.1-91