

閉鎖性水域に流入する T-N 負荷量の削減方法の検討

長崎大学工学部 学生会員 ○末光優一
長崎大学大学院 学生会員 渕上雄作

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

1. 序論

流域における土地利用の変化により、水域の環境問題は多様化し、中でも、閉鎖性水域での水質悪化が問題になっている。そこで、本研究では長崎県の諫早湾調整池を対象に、T-N 負荷量の削減手法を検討する。

2. 諫早湾調整池流域の概要

諫早湾調整池は諫早湾干拓事業のため、1997 年 4 月の潮受堤防締切りにより閉鎖性水域となった。調整池面積は 36 km^2 、その流域面積は 249 km^2 である。本研究では、その流域を流れる **図-1** 中の河川を本明川流域、調整池北側流域(深海川、小江川、田島川、湯江川、境川)、調整池南側流域(二反田川、有明川、千鳥川、山田川、大木場川)の三流域に分けて検討する。

ここで、それぞれの河川の T-N 負荷量および T-N 負荷濃度を見てみる¹⁾(図-2)。本明川流域は下流に都市域が広がるものの、調整池北側流域と同様に森林が多くを占めるため、T-N 負荷量、T-N 負荷濃度とも、低い値を示している。一方、調整池南側流域は田畑が多く、河川によっては高い値を示している。

3. 非点源 T-N 負荷流出量の算出

調整池の水質を改善するにあたり、調整池流域から流入する T-N 負荷量を把握する必要がある。そのため、10 日前までの先行降雨を考慮して単位図法により流量を求めた。計算にあたっては、累積降雨量の多寡に応じて流出係数の値を変化させた。

T-N 負荷量の算定では本明川においての L-Q 曲線がすでに求められている²⁾。一方、調整池の北側と南側においてはいくつかのデータを用いて³⁾、L-Q 曲線で T-N 負荷量を算定した。さらに、本明川の点源汚濁負荷量はすでに求められているので、調整池流域から流入する点源 T-N 負荷量に換算し、全体の T-N 負荷量から差引くことで、非点源 T-N 負荷量を求めた。

さらに、調整池内の T-N 濃度変化の算出においては、調整池をタンクとみなした完全混合モデルと考え、季節変化による T-N 負荷量の沈降や吸着などを考慮した生成項を変化させ求めた。

2003 年の計算結果を示したものが図-3 である。ポリュートグラフにおいて降雨量が多い時に計算値が観測値より大きな値をとるのは、L-Q 曲線より T-N 負荷量を求めたため、過大、過少に評価されたためである。

4. 水域浄化効果の定量評価

一次元流れで考えた場合、質量保存式は次式のように表される。

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

ここに、 C ：汚濁物質の濃度(mg/L)、 u ：流速(m/s)、 K ：分散係数(m²/s)である。(1)式に対して移流項、拡散項を省略し、生成項に対しても生成・消滅の効果で表すと、



圖-1 諫早灣調整池

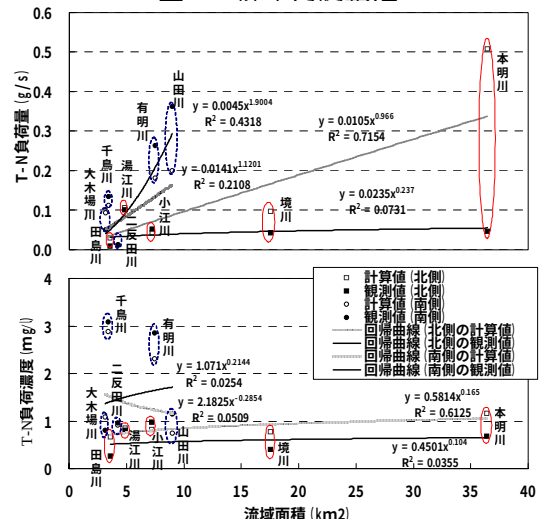


図-2 各河川におけるT-N負荷

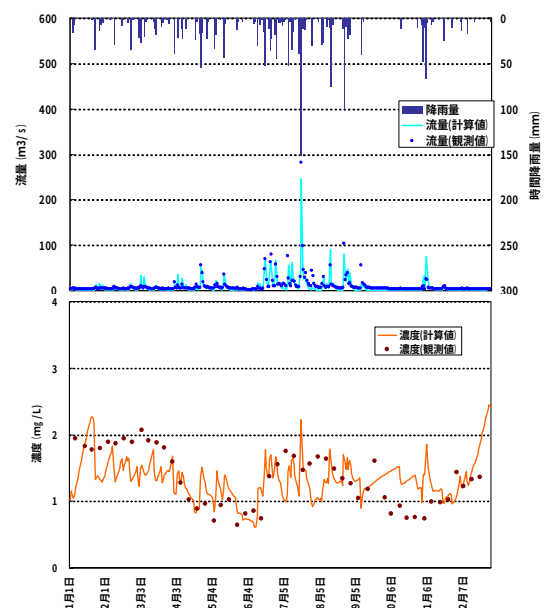


図-3 ハイエト, ハイドロ, ポリユートグラフ

$$\frac{\partial C}{\partial t} = P - k'C \quad (2)$$

ここに、 P ：単位時間、単位体積あたりの生成量(mg/L/s)であり、一次反応係数は $k' = k/h$ (k ：分解速度定数(m/s)、 h ：水深(m))と見なされる。ここでは $P=0$ とし、次式が算出される。

$$T = \frac{1}{k'} \ln \frac{C_{in}}{C_{out}} \quad (3)$$

ここで、 T ：滞留時間(t)、 C_{in} ：流入濃度(mg/L)、 C_{out} ：流出濃度(mg/L)である。

5. T-N 負荷流出量の削減方策の結果

流域からの汚濁物質の流出量を削減するため、欧米諸国では点源汚濁に対する下水道システムの整備を受けて、非点源汚濁に対して効率的な浄化システム手法の確立として Best Management Practices (BMPs) の取り組みが始まっている。その中で、本論では特に人工湿地に着目して滞留時間や容積の変化による非点源 T-N 負荷削減率および削減量の変化について検討する。

一定の容積 112,500m³ において、人工湿地の滞留時間の違いによる非点源 T-N 負荷削減率の変化を図-4 に示す。もっとも、それぞれの流域での曲線において、負荷削減率がピークの値に近づいて、その後の数時間は削減率がさほど変化していないことがわかる。いずれにしても、滞留時間は 10 時間前後が望ましいといえる。

また、滞留時間を 9 時間にした場合において、容積の違いによる非点源 T-N 負荷削減率の変化を図-5 に示す。各流域において年間 T-N 負荷量の 1 割削減に必要な容積は、本明川流域で約 140,000 m³、調整池北側流域で約 110,000m³、調整池南側流域で約 90,000 m³ となった。これは、水深 10 cm の人工湿地で考えた場合、その面積は本明川流域面積および北側流域面積の約 1.6%、南側流域面積の約 1.0% であるということを示している。

さらに、図-6 では T-N 負荷削減量について検討した。同じ容積で見た場合、調整池南側流域の T-N 負荷削減量が他の 2 流域に比べておよそ 2 倍になっている。これは、図-2 でみたように、T-N 負荷濃度が高かったためだと考えられる。

6. おわりに

諫早湾流域における最適滞留時間、および、T-N 負荷量の 1 割削減に必要な人工湿地の面積が明らかになった。ただし、T-N 負荷削減率、削減量とも調整池南側流域において最も高い値を示した。これにより、調整池南側流域に人工湿地を作ることによって効率よく調整池内の T-N 負荷濃度の低下させることができるといえる。

今回の評価では、T-N 負荷量を L-Q 曲線により求めたため、T-N 負荷濃度が一時的に高くなるファーストフラッシュなどは考慮されなかった。今後、T-N 負荷濃度の解析を進めることで、さらに効率よく削減できる手法を確立できるのではないかと考える。

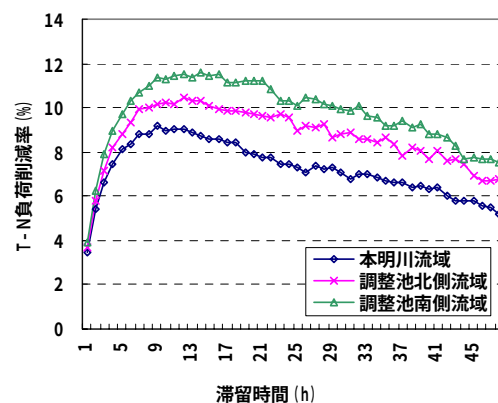


図-4 滞留時間の違いによる削減率の変化

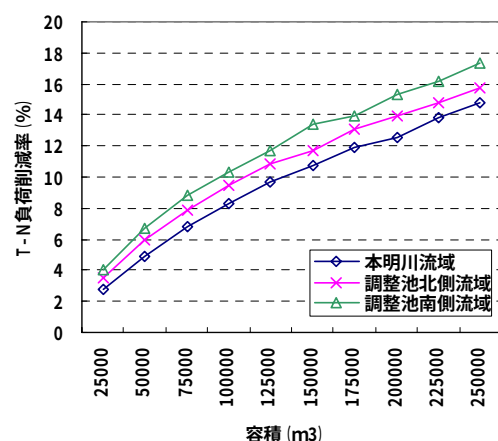


図-5 容積の違いによる削減率の変化

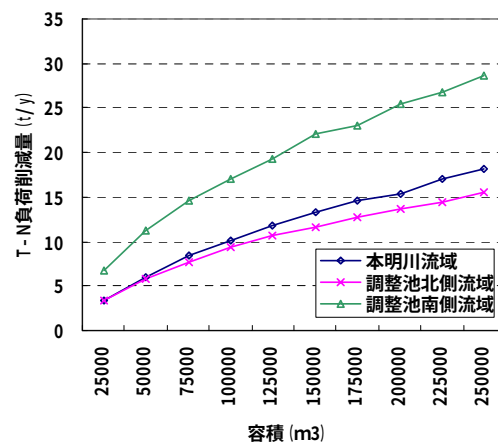


図-6 容積の違いによる削減量の変化

参考文献) 1) 野口正人、西田渉、川池健司、野村佐和美、洲上雄作(2003)：流域からの汚濁負荷流出抑制，平成 15 年度長崎大学公開講座、未来指向型の水環境整備，pp.135-149。

2) 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

3) M.Noguchi、N.Morio and S.Nomura(2004):Estimation of Diffuse Pollution at Urban Area Completely Installed by Sewer System、CD Proc. 8th Int. Conf. Diffuse Pollution, pp.341-348。