

閉鎖性水域に流入する非点源 T-N 負荷量の削減方法の検討

長崎大学大学院 学生会員○末光優一 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

1. はじめに

汚濁流入による閉鎖性水域の水質悪化は非常に深刻な問題となっている。この問題に対処するため、BMPs手法の一つである人工湿地を用いて閉鎖性水域に流入する汚濁負荷量を削減することを目指し、流域毎の人工湿地の配置計画を検討することで、より効率的な目的の達成を図る。

2. 対象流域の概要

諫早湾調整池は、潮受け堤防の締切りにより典型的な閉鎖性水域となり、図-1 に示す B1、B2 地点における表層の T-N 濃度は環境基準値を大きく上回っている。なお、土地利用は、森林が広く分布しているが、都市域や水田、畑が集中するところも見られる。本研究では、諫早湾調整池流域を本明川流域、北側流域、南側流域の3流域に分けて汚濁流出の削減方策の検討を行う。

3. 非点源 T-N 負荷量の算出

流域からの T-N 負荷量を算出するため、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、累積降雨量の多寡に応じて流出係数の値を変化させた。次に、本明川では L-Q 曲線がすでに求められており¹⁾、北側流域と南側流域ではいくつかのデータを用いて L-Q 曲線を求め、T-N 負荷量を算出した。さらに、晴天が続いた時の観測値²⁾を点源 T-N 負荷量とし、全 T-N 負荷量との差により非点源 T-N 負荷量を求めた。さらに、結果の検証を目的にして調整池内の T-N 負荷濃度を算出したが、完全混合型モデルを用い、季節変化による汚濁物質の沈降効果などを考慮した。

図-3 に上述した算出方法により求めた 2003 年の計算値および観測値を示した。ロードグラフではファーストフラッシュや降雨による希釈効果が考慮されなかったため、多少の誤差はあるものの、十分な結果が得られたといえる。さらに、表-1 には年間流量および年間 T-N 負荷量の計算値を示す。流量では本明川流域が最も多く、T-N 負荷量では南側流域、本明川流域、北側流域の順で多い結果となった。

4. 水質浄化効果の定量的評価

一次元流れでの質量保存式において、移流項、拡散項を省略し、生成項を消滅の効果； $-k'C$ で表すと次式が求められる。

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

ここで、 T : 滞留時間(day)、 k' : 一次反応係数($k'=k/h$ 、 k : 分解速度定数(m/day)、 h : 水深(m))、 $C_{in} \cdot C_{out}$: 流入・流出濃度(mg/L)である。

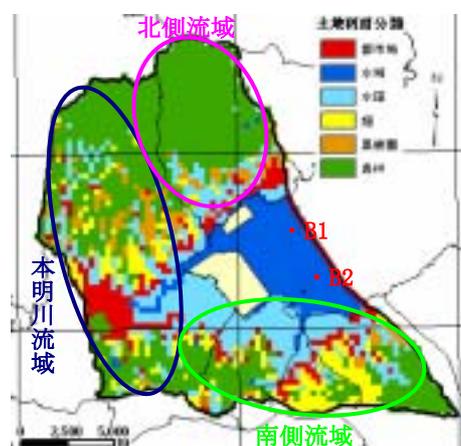


図-1 諫早湾調整池流域図

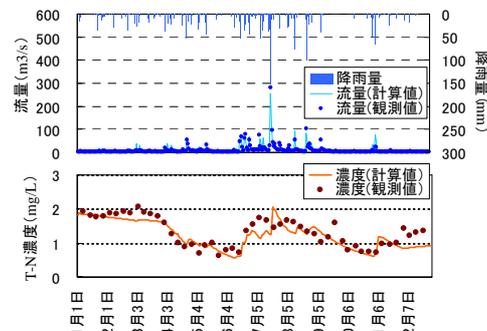


図-2 ハイドログラフ・ロードグラフ

表-1 年間の流量・T-N 負荷量の計算結果

	本明川流域	北側流域	南側流域	合計
流量 × 10E6 (m³/y)	132.5	100.9	93.3	326.8
全T-N 負荷量 (t/y)	189.0	92.7	199.9	481.6
点源T-N 負荷量 (t/y)	46.3	2.0	31.6	80.0
非点源T-N 負荷量 (t/y)	142.8	90.6	168.3	401.7

キーワード；水質浄化，人工湿地，非点源汚濁，ヨシ，諫早湾，全窒素

連絡先：長崎大学工学部社会開発工学科 末光優一 〒852-8521 長崎県長崎市文教町 1-14

E-Mail suemitu@stu.civil.nagasaki-u.ac.jp TEL 095-819-2626

5. 非点源 T-N 負荷量の削減

削減方法としては、流域から流入する非点源汚濁物質が調整池に流入する直前に河川水の一部を人工湿地に流入させることにより、調整池への非点源 T-N 負荷量を削減するものである。なお、人工湿地の条件としては、(1)式における分解速度定数を 0.18 m/day、水深を 0.1m とした。

はじめに、各流域に小江干拓地と同じ容積 91,000m³ の人工湿地を用いて、人工湿地の滞留時間と非点源 T-N 負荷削減量の関係を図-4 に示す。また、各流域において、人工湿地への流量の関係により非点源 T-N 負荷削減量は、滞留時間が 6 時間から 10 時間でピークの値に近づき、その後は減少することから、滞留時間は 7 時間前後が望ましいといえる。

次に、滞留時間 7 時間のときの、容積と非点源 T-N 負荷削減量の関係を図-5 に示す。削減量は容積が大きくなるほど増加するが、平衡状態になるとわかる。ここで、表-1 を参照することにより各流域において年間 T-N 負荷量の 10%削減に必要な容積は、本明川流域 60,000m³、北側流域 56,000m³、南側流域 52,000m³ とわかった。なお、図-4、図-5 において、三流域の削減量に差が出た主要因は、流入水量および図-2 で見た流入濃度の違いによるものだと考えられる。

しかし、流域毎に 10%削減するのではなく、各流域への容積の配分を変えることで同じ合計容積でも効率的に削減できるのではないかと考えた。そこで、滞留時間 7 時間、3 流域の容積の合計を各流域の 10%削減に必要な容積の合計値に等しい 168,000m³ としたときの、容積の配分と非点源 T-N 負荷削減量の関係を図-6 に示す。濃い青色で示した削減量 40t/y 以上の領域は 10%削減を満たしており、その領域は、北側流域への配分容積が小さい方に集中している。なお、最も効率的な容積の配分は本明川流域が 71,000m³、北側流域が 0m³、南側流域が 97,000m³ で、その削減量は 43.3t/y となり、3 流域への容積の配分を考慮することで削減量を 3.2 t/y 増やすことができた。

6. おわりに

諫早湾調整池を対象とした非点源 T-N 負荷量の削減方法として、人工湿地の最適滞留時間および T-N 負荷量の削減目標に必要な人工湿地の容積を基に、同じ合計容積でもより効率的に浄化するための容積の配分割合が明らかにされた。

今後、T-N 負荷濃度および今回の評価で概算値を用いた部分の解析を進めるとともに、今回の流域区分を細かくした各河川流域に着目した、人工湿地の滞留時間や容積の配分割合を評価することで、さらに効率的な削減手法を確立できるのではないかと考える。

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) 渕上雄作, 野村佐和美, 野口正人, 西田渉, 川池健司(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、土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集、CD II-182。

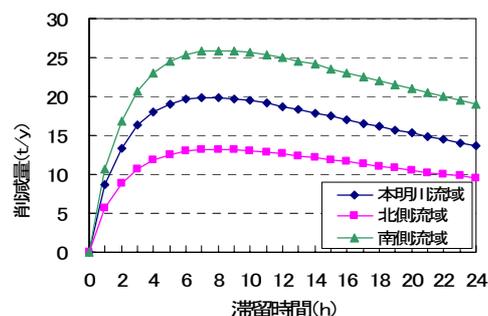


図-4 滞留時間と非点源 T-N 負荷削減量の関係

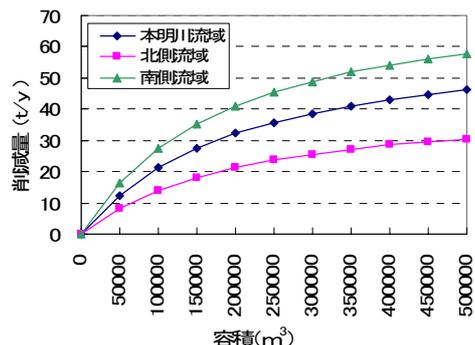


図-5 容積と非点源 T-N 負荷削減量の関係

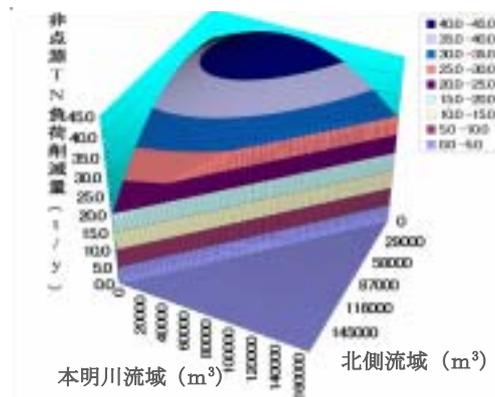


図-6 容積の配分と非点源 T-N 負荷削減量の関係