

大濠公園池における水質汚濁改善対策の検証に関する研究

福岡大学工学部 学生員 ○樋口 明
福岡大学工学部 正会員 渡辺亮一

福岡大学工学部 正会員 山崎惟義
福岡大学工学部 正会員 手計太一

1. はじめに

都市のため池などの湖沼は貴重な水辺であり、福岡市の中央に位置し市民の憩いの場となっている大濠公園もその一つである。そこで本研究では、大濠公園池を研究対象とし、水質浄化のための工学的手法の可能性について数値実験を利用して検討した。本研究の目的は現在実施されている各浄化手法の有効性の検証を行うことである。

2. 大濠公園池の概要

大濠公園池と定期的な水質観測を実施している箇所を図1に示す。公園面積は約39.8ha、公園内にある池は周囲約2km、面積約21ha、平均貯水量350,000 m³と西日本でも有数の都市水辺空間である。

3. 大濠公園池水質浄化の歴史

大濠が整備されて以来、昭和40年頃から水質悪化が顕在化してきた。これを受け、底泥の固化や浄化施設の設置による大規模な大濠公園池浄化事業が実施された。処理施設の規模は日処理量15,000 m³であり、約23日間で大濠池の平均貯水量を処理する能力である。

4. 大濠公園池の水質状況

大濠公園池では、平成元年より福岡県が定期的に水質観測を実施している。図2に平成元年から平成18年までの池水の全窒素の経年変化、図3に平成元年から平成18年までの池水的全リンの経年変化、図4に平成元年から平成4年までの池水の浮遊物質質量(SS)の経年変化、図5に平成14年から平成19年までの池水のクロロフィル-a濃度の経年変化を示す。図2、図4、図5からわかるように、平成18年8月に全窒素、SS、クロロフィル-a濃度が突然悪化した。福岡県の調査によると、平成19年夏の気温や藻類の状態は平成18年と比較してほとんど違いがない状況であるにもかかわらず、平成19年の大濠公園池の水質は悪化しなかった。このように、平成18年の水質悪化の原因説明には至っていないのが実情である。

5. 大濠公園池におけるリンの収支

本稿ではリンの収支を把握することにより、大濠公園池において現在実施されている各浄化手法の有効性の検証を行った。図6は大濠公園池における各浄化手法によるリンの収支をまとめたものである。現在大濠公園池では浄化手法として海水導入や水草の除去、浄化施設の運用などが用いられている。なかでも浄化施設運用に伴うリン除去量が最も大きく、浄化施設の運用が大濠公園池の水質浄化に非常に有効であるということがわかる。また、海水の導水に伴うリンの流入量は、他の浄化手法によるリンの除去量と比較して無視できるほど少なく、海水の導水が大濠公園池の水質浄化に及ぼす影響は小さいと考えられる。

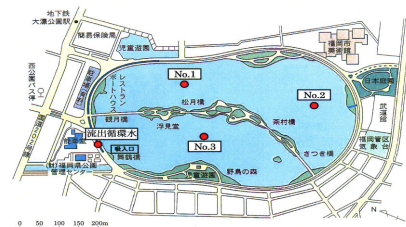


図1 大濠公園池調査地点図

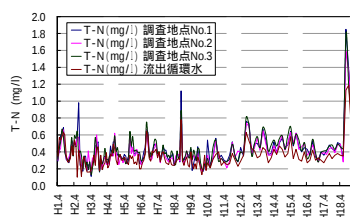


図2 全窒素の経年変化

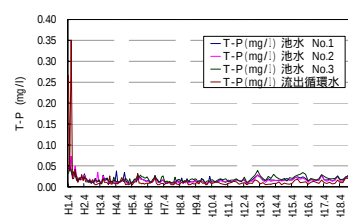


図3 全リンの経年変化

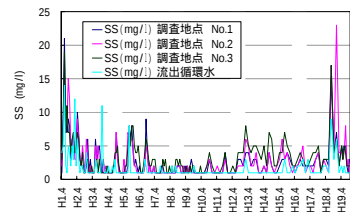


図4 浮遊物質質量の経年変化

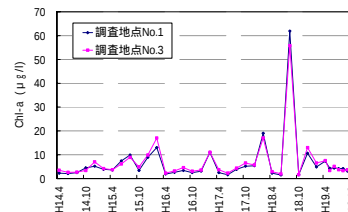


図5 クロロフィル-aの経年変化

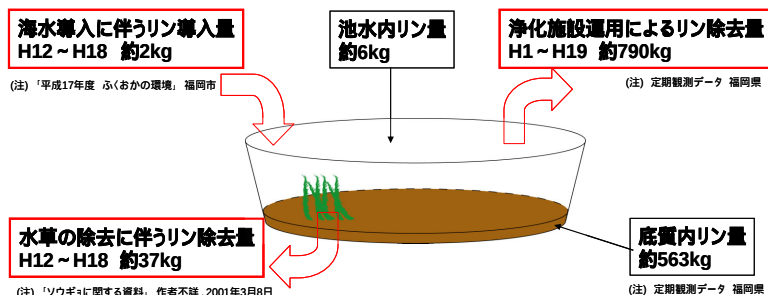


図6 大濠公園池リン収支

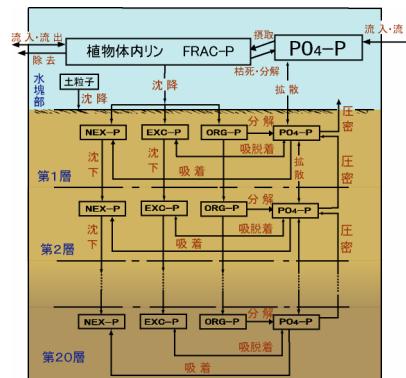


図7 水-底泥間富栄養化モデル

6. 数値計算による池水の水質シミュレーション

(1) 数値計算手法

本研究では、山崎が提案した「水-底泥間富栄養化モデル」¹⁾ (松岡の水界生態モデル²⁾、細見らの底泥からのリン溶出モデル³⁾を結合させたモデルを用いた。モデルの概念図を図7、支配方程式と境界条件を図8に示す。数値実験に使用した日射量は、大濠公園に近接する福岡管区気象台のデータを利用した。また、リン負荷は図6より池の1 m²あたり0.9 mg/dとした。藻類の除去では、環境阻害要因である藻類の除去と藻類に蓄積された栄養塩の除去が同時に行われる。そこで、これを藻類と藻類に蓄積されたリンの除去として検討した。浄化施設の藻類除去率は明らかでないため、除去率0%、50%、100%として数値実験を行った。

(2) シミュレーション結果の考察

図9にクロロフィル-a濃度の数値実験結果を示す。数値実験結果より、浄化施設の除去率0%の結果では12 μg/lに、50%では4 μg/lに、100%では2.5 μg/lに収束するとみなせる。除去率50%の数値実験結果が図5に示すクロロフィル-aの経年変化の平均値6.7 μg/lに最も近い値を示していることから、池水内クロロフィル濃度の数値実験結果からは大濠公園内の浄化施設における藻類除去率は50%に近いと考えられる。図10に底泥内リン濃度の数値実験結果を示す。また、各図中に大濠公園池の底泥各層の全リン濃度の分析結果を示す。底泥各層のリン濃度の数値実験では、除去率0%が最も大きな値を示し、ついで除去率50%、そして除去率100%が最も小さな値を示した。すべての調査地点において、底泥表面からの深さが3cmまでは、表層が最も高い値を示し、下層に従って減少している。図-10より、数値実験を行った除去率0%、50%、100%のなかでは、除去率100%の数値実験結果が底泥各層の全リン濃度に最も近い値を示している。このことから、底泥内リン濃度の数値実験から大濠公園内の浄化施設における藻類除去率は100%に近いと考えられる。

7. 結論

大濠公園池において実施されている既存の各浄化手法の有効性の検証を目的にリンの収支計算と数値シミュレーションを行った。リンの収支計算から、浄化施設運用に伴うリン除去量が最も大きいことや、シミュレーションの結果から、浄化施設の運用が大濠公園池の水質浄化に非常に有効であると考えられる。また、海水の導水に伴うリンの流入量は他の浄化手法によるリン除去量と比較して無視できるほど少なく、海水の導水が大濠公園池の水質浄化にはほとんど影響ないと考えられる。さらに、除去率0%、50%、100%を仮定した数値実験を行った結果、池水内クロロフィル濃度の数値実験結果からは大濠公園内の浄化施設における藻類除去率は50%に近いと考えられる。また、底泥内リン濃度の数値実験結果からは大濠公園内の浄化施設における藻類除去率は100%に近いと考えられる。このようにクロロフィル濃度の数値実験と底泥内リン濃度の数値実験から異なる結果が得られた。今後、この原因を明らかにしたい。

謝辞

福岡県、西鉄グリーン、西鉄ロードサービスの方々にお世話になりました。

参考文献

- 1) 山崎惟義：池水の浄化対策シミュレーション，福岡大学工学集報，第55号，pp.1-14，1990。
- 2) 松岡譲：霞ヶ浦の富栄養化モデル，国立公害研究所NO54，pp.53-242，1984。
- 3) 細見正明他：湖沼底泥からのリンの溶出モデルに関する研究，土木学会衛生工学研究論文集，第23巻，pp.15-28，1987。

支配方程式

藻類量の収支

$$\frac{dP}{dt} = (G_p + R_p - W_p - DIS - R_{emp}) \cdot P$$

藻類内リンの収支

$$\frac{dF_p}{dt} = U_p \cdot P - (R_p + W_p + DIS + R_{emp}) \cdot F_p$$

利用可能なリンの収支

$$\frac{dS_p}{dt} = R_{em} \cdot S_p - (U_p + DIS) \cdot P + \alpha_p \cdot R_p \cdot F_p + DIF + LOAD$$

P 湖水単位表面積当たりの藻類量(gDS/m²)
 G_p 藻類増殖速度係数(1/day)
 R_p 藻類呼吸速度係数(1/day)
 W_p 藻類沈降係数(1/day)
 DIS 藻類流出係数(1/day)
 R_{emp} 藻類除去係数(1/day)
 U_p リンの取り込み速度係数(gP/gDS/day)
 F_p 湖水単位表面積当たりの藻類体内リン量(gP/m²)
 S_p 単位湖水表面積当たりの利用可能なリン量(gP/m²)
 R_{em} リン除去速度係数(1/day)
 α_p 体外放出リン中の利用可能なリンの割合(-)
 DIF 底泥からのリンの溶出フラックス(gP/m²/day)
 $LOAD$ 単位面積当たりのリン負荷(gP/m²/day)

図8 支配方程式

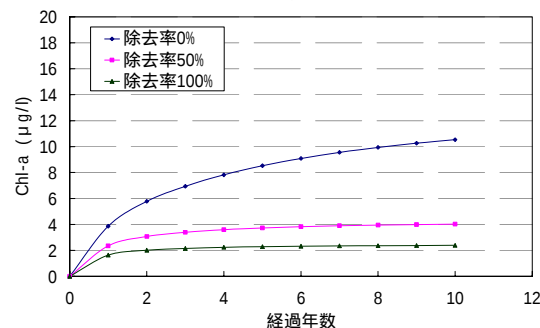


図9 クロロフィル-aの数値実験結果

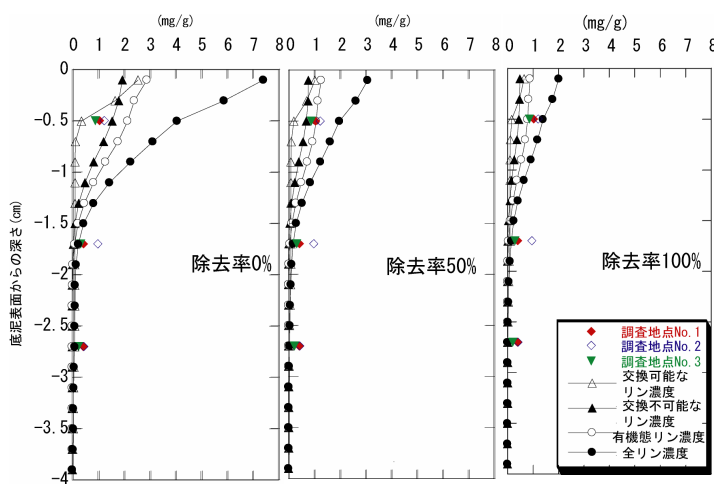


図10 底泥内リン濃度の数値実験結果