

# 塩水遡上制御による汽水湖沼の水質改善対策

(株)建設技術研究所 鶴田 泰士、劉 銘環

## 1. はじめに

地球温暖化に伴う気象・海象条件の変化は、汽水域の水環境にも大きな影響を及ぼし得る。本報では、近年著しい水質変化が見られる汽水湖（以降、〇湖と呼称）の水質変化のメカニズムと、その対策手法を報告する。

## 2. 〇湖の概要

〇湖は湖面積 63.2km<sup>2</sup>、最大水深 25m の汽水湖である。湖水位と潮位の関係によっては、河道延長 6.5km の流出河川から遡上した塩水が湖内に流入する。湖内に到達した塩水は、下げ潮時には再び湖外へと後退するが、湖底勾配の急変地点（以降、プランジングポイントと呼称）を越えると、下げ潮となっても湖外へは後退せずに湖内の深部へと侵入する。

## 3. 〇湖における近年の水質変化

湖心における上層および中層の水質経年変化を図-1に示す。近年はCODやクロロフィルaは上昇、透明度は低下傾向であり、全体的に水質が悪化する傾向が見られる。

また、図-2に示すのは湖心の塩分プロファイルから推定した湖内の塩分量と、塩淡水界面標高の変化である。平成14～15年以降、湖内の塩分量は増加傾向にあり、塩淡水界面標高も平成初期にTP. -20m程度であったものが、近年ではTP. -15m以浅まで上昇してきている。

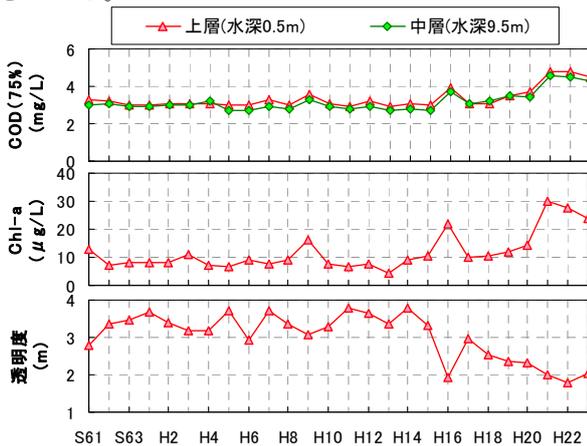


図-1 水質の経年変化

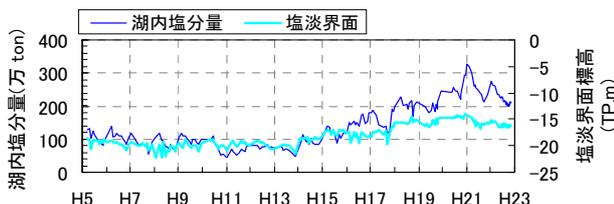


図-2 湖内塩分量と塩淡水界面深度の変化

## 4. 水質変化メカニズムの分析

〇湖の水質変化のメカニズムとして、図-3に示すフローを想定した。この中で①, ③は仮定であり、以降(1)および(2)で検証を行った。

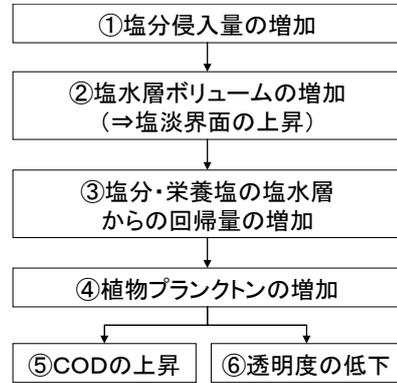


図-3 湖内水質悪化のメカニズム

### (1) 塩水侵入頻度の解析

図-3に示すフロー中の「①塩分侵入量の増加」について、近年の湖内に侵入塩分量がどの程度増加しているかを検証した。

流出河川でモニタされている流量・塩分データに基づき、流出河川から遡上する塩分フラックスを算定した。欠測等の場合には、流出河川の流量・塩分の経験的なモデルにより補完した。この方法により整備した流量・塩分により、湖内塩分量の変化を良好に再現できることを確認した上で、塩水侵入イベントの規模と頻度を整理した。

図-4は〇湖への塩水侵入イベントの発生頻度分布を、平成14年以前と平成16年以降と比較したものである。4万トン規模以上の大規模なイベントを含め、近年は塩水侵入イベントの発生頻度が増加している。

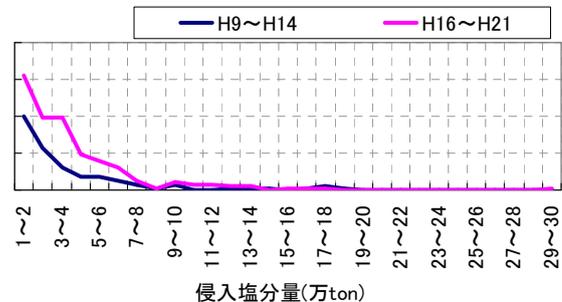


図-4 侵入規模ごとのイベント数の変化

### (2) 塩水層からの回帰と水質変化の関連性

図-3に示すフロー中の「③塩分・栄養塩の塩水層からの回帰量の増加」について、既往調査結果に基づき、大循環が生じる冬季に注目して「A. 底層（高濃度の塩水層）から連行される塩分・栄養塩量（図

-5)」と「B. 上層（低濃度塩分層）での塩水層由来の栄養塩変化量（図-6）」の関係を整理することにより、塩淡界面の上昇と水質悪化の関連性を検証した。

図-7に示すように、上記AとBは、互いにほぼ一致する結果となり、湖内の水質悪化に塩水が大きく影響しているものと推察された。

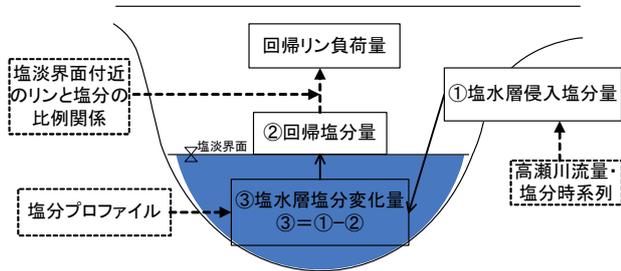


図-5 塩水層からの回帰リン算出イメージ

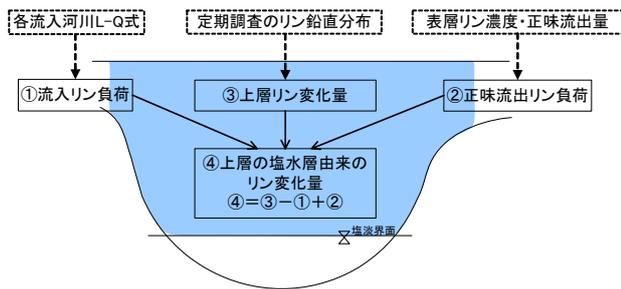


図-6 上層の塩水層由来のリン変化量算出イメージ

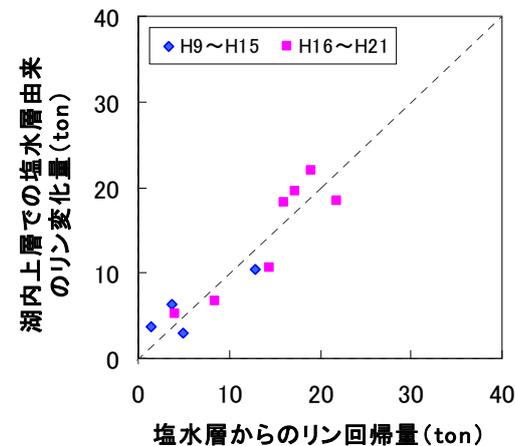


図-7 塩水層からのリン回帰量と上層での塩水層由来のリン変化量の関係

### 5. 塩水遡上制御による水質改善対策

前述の検討で示したように、〇湖の近年の顕著な水質変化には塩水が大きく影響しているものと考えられている。塩水遡上イベントの発生頻度が増加している要因は、未だ明確ではないが、水質状況の急変が著しいため、早急に塩水侵入量を抑制すべく、塩淡界面深度を低下させることで水質の顕著な変化を抑制する対策の検討が進められている。

「建設に伴う周辺環境への影響が大きい河川横断構造物に頼らない、自然的な力を利用した手法」「今後の水質変化の動向が定かではないため、状況に応じて調整が容易な手法」を条件として、流出河川および湖内のそれぞれで手法を検討した。

流出河川での対策では、河道の狭窄部において河積の40%程度を阻害する水制工のような施設を2箇所設置する。これにより流出河川の流量を無対策時の87%程度に抑制することができる。ただし、洪水期の治水安全度の低下やヤマトシジミの産卵環境への影響を考慮し、11~3月の冬期のみ集中して実施するものとしている。また、湖内の対策では、塩水が進入する滞筋を1箇所閉め切り、湖内まで遡上した塩水を湖口部の浅瀬に迂回させ、プランジングポイントを超えて湖内深部へ侵入する塩水の量を減少させる。図-8に示すのは、ある塩水遡上イベントにおける湖口部での塩水挙動について、対策の有無による違いを3次元数値シミュレーションにより検討したものである。プランジングポイントを超えて湖内深部へ流下する塩水量の減少が見て取れる。

より長期的な効果で見ると、同対策により、平成19~21年の3ヶ年の塩水遡上量を、無対策時の75%程度に抑制できると試算されている。対策後の湖内水質の変化を鉛直1次元水質モデルで予測したところ、図-9に示すようにCOD3.5mg/L程度と、〇湖でアオコによる水質障害が発生しない水質レベルにまで改善することが期待される。

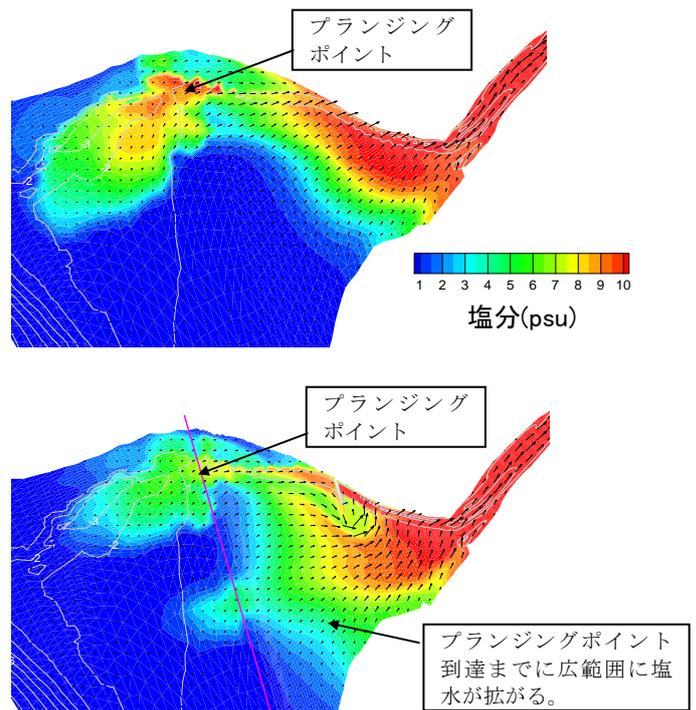


図-8 湖内対策の有無による塩水侵入状況の違い（上段：対策なし、下段：対策あり）

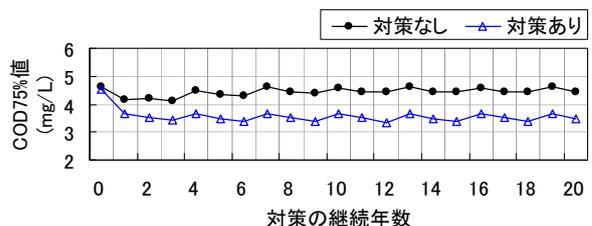


図-9 塩水対策の有無による水質変化の違い