

○集中的な観測と2つのモデルを用いて塩津湾の北湖への影響を把握

「琵琶湖塩津湾の水質が北湖の生態系に及ぼす影響に関する研究」(2005年－2007年)

研究リーダー: 焦 春萌

焦 専門研究者らのグループは、塩津湾の水質が北湖の水質・生態系に及ぼす影響を把握するため、物理・化学・生物の総合的な調査研究を実施し、塩津湾の栄養塩類の北湖への移流を量的に把握しました。また、「琵琶湖の流れ数値モデル」と「塩津湾の生態系モデル」からなる統合モデルを構築し、塩津湾の水質が北湖に及ぼす影響範囲を把握しました。

研究の目的

琵琶湖の最大の湖湾である塩津湾では、外部負荷による水質悪化や、局部富栄養化が進行(写真 1)し、湾内で増殖した藍藻類は北湖に拡散しており、琵琶湖北湖の水質・生態系に深刻な影響が生じています。



写真 1 西野放水路から塩津湾に流入する外部負荷(濁水)

塩津湾が北湖の内部負荷に寄与する機構の究明、量的評価に関する研究は、急務であり、今後の琵琶湖水質に対する将来予測や対策の提案を実施する上で重要であると考えられます。

本研究では、最新の観測機器を用いて集中的な湖流観測を展開し、同時に水質や植物プランクトンを分析、計測し、得られるデータのもとに、塩津湾から北湖への栄養塩類などの移流を量的に把握し、塩津湾水の北湖への拡散範囲を「琵琶湖の流れ数値モデルと塩津湾の生態系モデルの統合数値モデル」でまとめ、塩津湾の水質が北湖の水質・生態系に及ぼす影響を把握することを目的としました。

結果

1. 塩津湾における内部波は、琵琶湖北湖主湖盆から貫入した内部ケルビン波および塩津湾内の風による強制振動であることが分かりました。
2. 成層期における、塩津湾と琵琶湖北湖との水交換フラックスの計算に通用できる水温分布構造を利用した方法である等温面法を提示しました(適応範囲の条件は、Wedderburn Number が 1 より高いことです)。この方法により水温の鉛直分布を連続的に測定するだけで、水交換フラックスの計算ができるようになりました。
3. 湖体の乱流状況は植物プランクトンの増殖に強く影響します。安定した成層状態では藍藻類が優占

種になりやすく、高い乱流状況が長く続けば(台風など強風が多い時)、湖沼の生物生産が著しく減少し、溶存酸素濃度も高くなる傾向が見られました。

4. 冬期における塩津湾と琵琶湖北湖との流動機構の解明するため、シグマ座標系、乱流モデル(渦動粘性係数、渦動拡散係数は乱流モデルで計算する)を含む琵琶湖の POM 流体力学モデルを構築しました。風、冷却効果、湖底地形、風の渦度が冬期流動場に対する影響を明らかにするため、それぞれ数値実験を行いました。冬期環流が形成されるには、風と湖底地形が必要不可欠の因子であることがわかりました。また、冷却効果がなければ、この冬期環流を維持することができないことが明らかになりました。

5. 塩津湾と琵琶湖北湖との年間有効交換水量は約 100×10^8 m³ であり、そのうち、成層期ではその 75%、非成層期では 25%を占めています。北湖との水交換による湾内水の滞留時間は、成層期では平均 15day で、非成層期では平均で約 32day となることがわかりました。

6. 塩津湾から琵琶湖北湖への年間物質交換負荷量は、窒素では約 400t で、リンは約 13t です(図 1)。この年間物質交換負荷量は、姉川の年間流入負荷量と相当し、塩津湾由来(塩津湾の外部・内部負荷および塩津湾経由の北湖内部負荷)の寄与は大きく、無視できない存在であることが明らかになりました。

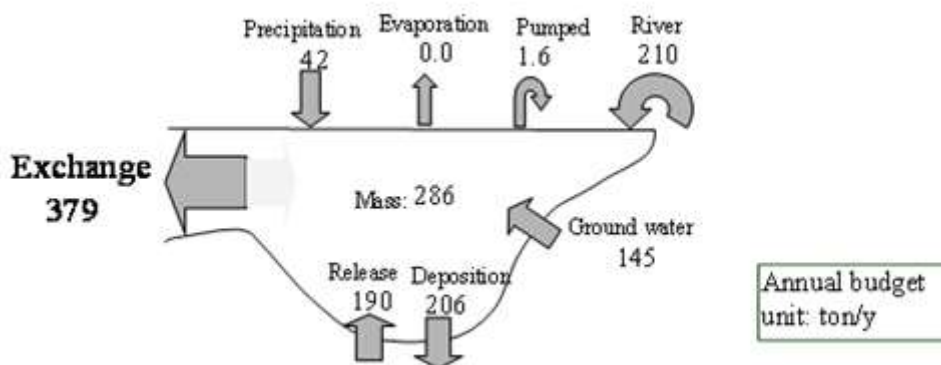


図 1 琵琶湖北湖と塩津湾との年間窒素収支

7. 得られた知見・手法をモデル化にし、琵琶湖の流れ数値モデルと塩津湾生態系モデルの汎用性のある統合モデルを完成させました。このモデルで、琵琶湖北湖と塩津湾との水交換混合率は 0.2~0.5 の値域であること、河川水の鉛直流入位置が変わると、塩津湾の生態系への影響範囲も変わること、北湖ケルビン波のスロッシングなどのイベントによる底泥の再懸濁・再浮上により栄養塩が溶出することは、塩津湾の生態系へ影響が大きいことがわかりました。

8. この流れおよび生態系統合モデルは、塩津湾における化学的および生物的な年間季節変動特徴をよく再現されたことにより、本モデルの有効性が検証されました。このモデルは湖沼現状の把握において、有用性が高く、また、他水域でも応用できることにより、本モデルの汎用性が十分にあることがわかりました。

まとめ

本研究では、塩津湾の水質が北湖の水質・生態系に及ぼす影響を把握するための、物理、化学、生物の総合的な調査研究ができました。塩津湾は琵琶湖北湖にとって、特別な存在であり、そこから得られるデータ・知見をもとに、塩津湾の栄養塩類が北湖への移流を量的に把握し、また、塩津湾水の琵琶湖北湖への拡散モデルを構築し、塩津湾の水質が北湖に及ぼす影響範囲の把握ができました。この研究結果は、塩津湾の適切な水質保全対策の提言に有用であり、将来、琵琶湖全体の生態系モデルの構築、琵琶湖の深湖底低酸素化問題のメカニズムの解明に有効な知識基盤になると考えられます。

