

鉛直一次元モデルを用いた塩淡二成層湖沼における塩淡界面の長期挙動計算

(株)建設技術研究所 鶴田 泰士

1. はじめに

明瞭な塩淡二成層を有する汽水湖沼では、塩水層が栄養塩の負荷源の1つとなっており、その界面位置の変化が、上層の栄養塩や塩分濃度に影響を及ぼすとともに、アオコ等の藻類増殖を助長したり汽水性生物の再生産を阻害したりする。湖水利用に大きな影響を及ぼす界面挙動の要因を把握することは、こうした湖沼の管理・計画には重要であるが、塩淡界面の挙動には塩水侵入、風、洪水など複数の影響要因が考えられ、実績データだけから読み解くのは必ずしも容易ではない。本研究は、このような背景から、比較的簡易な数値解析により塩淡二成層湖沼における塩淡界面の長期的な変動の再現を試みたものである。

2. モデルの概要

検討に用いたのは鉛直一次元モデルであり、河川流入・海水流入出と湖内での鉛直方向の移流・拡散、湖内へ侵入した塩水が湖水を連行しながら等密度層へと流入する現象を考慮した。これにより、塩淡界面の塩水侵入による上昇や風等による湖内の乱れに伴う拡散による下降を表現する。湖内の乱れについては、尹ら¹⁾の考え方にに基づき、風による湖内の鉛直拡散係数の深度方向分布を、風速や密度成層の影響を考慮して表現した。また、湖内に侵入した塩水が湖底を流下する過程で湖水を連行する現象については、長尾の塩水プルームの連行則に関わる研究²⁾を参考として、湖水の連行量を算定した。

3. 国内湖沼への適用

上記 2. のモデルを国内の2つの湖沼に適用した。検討に際しては、境界条件の設定において湖内外の塩分・水収支の整合を図ることに留意し、流出河川や流入河川の流量(実績値)の補正を行った。

(1) O湖での検討事例

東北地方に位置するO湖では平成15年頃より塩水侵入量の増加により塩淡界面が上昇し、塩水層由来の栄養塩回帰に伴う藻類異常増殖等、顕著な水質悪化が生じた。平成15~28年を対象として計算を実施した結果、実績の塩淡界面標高(塩分5psuとなる位置)や表層塩分等について、季節変化を含めて概ね良好に再現することができた。特定の2ヶ年のみ冬期の再現が十分でなかったが、これらの年が近年のO湖では珍しく全面結氷していたことを踏まえ、結氷期間の風の影響がないものとして計算したところ、より良い再現性が得られた。

(2) A湖での検討事例

北海道地方に位置するA湖では、ヤマトシジミの正常な繁殖と青潮・藻類増殖(塩水層由来の栄養塩で増殖)の抑制の両面から塩淡界面の管理を潮止堰により実施している。A湖は毎年全面結氷するため12~3月は風応力の影響はない条件で検討した。平成10~30年を対象として計算を実施した結果、O湖と同様に実績の塩淡界面標高(塩分10psuとなる位置)や表層塩分等について季節変化を含めて概ね良好に再現することができた。A湖では遡上塩水が界面上に侵入しては風によって混合される現象が頻繁に生じているが、風の影響の及ばない冬期だけは界面が明確に上昇する傾向が見られた。今回対象とした湖沼については、塩淡界面の挙動には、特に風の影響が大きいという傾向が見られた。

4. おわりに

塩淡二成層湖沼の塩淡界面挙動については、内部セイシュに起因するイベント的な現象(青潮など)の解明も重要であり、それにはより高度な数値解析が必要となる。本研究で用いたようなモデルでは内部セイシュなどは考慮できていないが、塩淡界面の季節変化や長期的な挙動を比較的良好に再現できたことから、塩淡界面の長期的な挙動に関わる要因分析や対策の長期的効果などには十分に活用できるのではないかと考える。

参考文献

- 1) 尹, 中辻, 伊藤, 村岡(1977): 閉鎖性水域における一次元水温成層モデルに関する一考察, 水工学論文集、第37巻, pp.325-330.
- 2) 長尾(1999): 小川原湖の塩水傾斜プルームに関する研究 東北大学位論文