

猪苗代湖水の pH の簡易推定モデルを用いた仮想実験とシナリオ分析

蓮沼遼 (福島大学共生システム理工学類)

横尾善之 (福島大学共生システム理工学類)

1. はじめに

猪苗代湖は長瀬川上流の桧原湖、小野川湖、秋元湖と湖周辺を起源とする中性の河川水と、酸川上流に位置する硫酸川の強酸性の河川水が長瀬川に流入し、湖水は硫酸酸性の栄養状態となっている (長林ら, 2009). 湖水の水質は化学的酸素要求量 (COD) の値が低く, 平成 14 年から平成 17 年まで 4 年間連続で水質日本一であった. 最近の 20 年間に猪苗代湖の pH が上昇し, 平成 5 年からは湖岸付近で黒色浮遊物の発生が報告され始めた. 猪苗代湖の中性化が進むと, 化学的・生物学的な環境変化が水質を悪化させることが懸念されている. 長林ら(2009)は pH 推定式を提案・利用してこれまでの pH 上昇の原因を検討したが, 将来の pH の変化に関する検討は示されていない. 本研究では, 主要流入河川である長瀬川からの水と硫酸イオンの流入を考慮した猪苗代湖の水収支と硫酸イオン収支を計算し, それを基に pH の簡易推定モデルを作成した. また, 簡易推定モデルを用いて湖水の将来シナリオの分析を行った.



図-1 猪苗代湖概要図

2. 方法

図 1 に猪苗代湖流域の概要図を示す. 本研究では, 福島県環境センター, 福島県水質年報と猪苗代湖水環境保全対策調査報告書 (福島県, 2007) を使用して, 水収支, 硫酸イオン収支を用い, pH の推定式を求めた. まず, 水収支式は長林ら (2009) の式(1)より猪苗代湖の水収支を月単位で計算する. この時, 水温成層期による混合層の変化を, 7 月から 11 月までを表層から 20 m まで, 12 月から 6 月までを表層から 50 m として求めた. また, 式(2)より湖内における硫酸イオンの収支を計算する. この時, 湖への酸性雨の直接降雨, 長瀬川からの流入負荷量は一定値を与えている.

$$\frac{dV}{dt} = Q_{in} + RA_s - Q_{out} \quad (1)$$

$$\frac{dV}{dt} = Q_{Nin} S_{in} + L_R - Q_{out} S \quad (2)$$

3. 結果

水収支式の計算結果を図 2 に示す.

長期的な平均値はゼロであるため, 本モデルは猪苗代湖の水収支を適切に計算できていることが分かる.

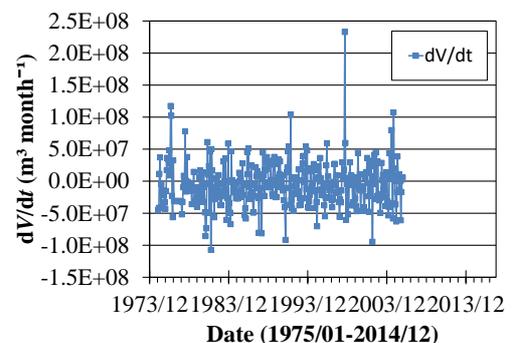


図-2 水収支式の計算結果

福島県の観測データに基づいて猪苗代湖における pH と硫酸イオン濃度の関係を求めて作成した pH の推定式を式(3)に示す。

$$\text{pH} = 374.23(\text{SO}_4^{2-})^{-1.218} \quad (3)$$

この推定式を用いて推定した pH 推移を図 3 および 4 に示す。本モデルは硫酸イオンのみを考慮して計算したが、長林ら(2009)よりも実測値に近づいていることが分かる。

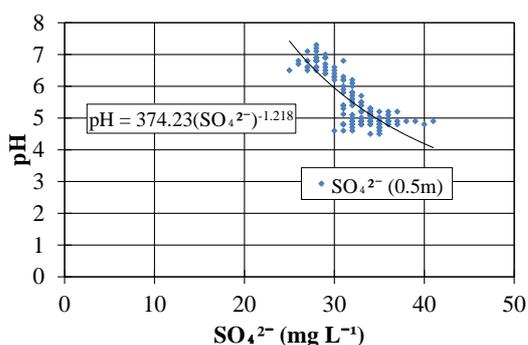


図-3 pH と硫酸イオン濃度の関係

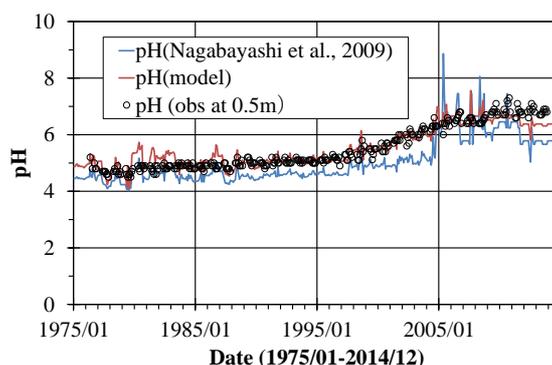


図-4 pH の実測値と計算結果の比較

次に、今後の pH の推移を福島県による過去の硫酸イオン濃度の観測データを指数近似して、硫酸イオン濃度の将来変化を推定した結果を図 5、図 6 に示す。これまでの傾向が続くとすると硫酸イオンが今後も減少し、それに伴って pH の値は上昇し続けると推定され、酢谷ら (2013)より安達太良山からの硫酸イオン濃度の上昇の可能性が考えられ猪苗代湖に流入硫酸イオン濃度が増加すれば図 6 に示すような変動を見せる可能性があると考えられる。

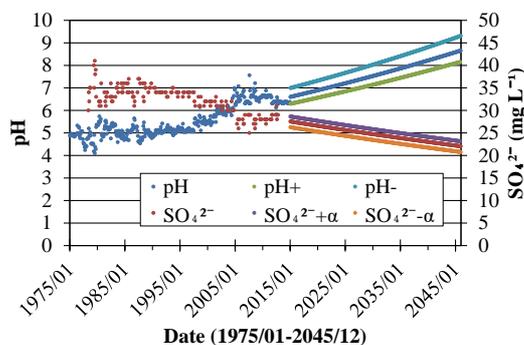


図-5 減少傾向の SO_4^{2-} と pH 推定

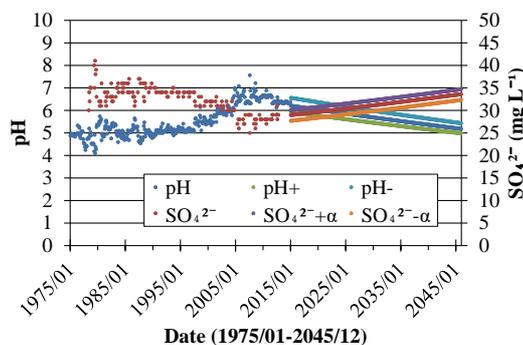


図-6 増加傾向の SO_4^{2-} と pH の推

参考文献

- 長林久夫・平山和雄・山田泰正 (2009) 猪苗代湖における pH の長期的推移に関する検討, 水工学論文集, 第 53 巻, 1327-1332.
- 福島県 (2007) 福島県水質年報/平成 19 年度, 福島県生活環境部, 316p.ほか
- 酢谷大輔・加藤善盛・内海真生・杉浦則夫 (2013) 安達太良山から湧出する硫酸酸性水の硫酸イオン濃度の将来動向推定, 土木学会論文集 G(環境) Vol.69(7), pp.III_265-274.