

$$pH = -\log \left\{ \frac{2[SO_4^{2-}]}{96} - \frac{2[Ca^{2+}]}{40} - \frac{[Na^+]}{23} - \frac{2[Mg^{2+}]}{24} - \frac{[K^+]}{39} \right\} \times 10^{-3} \quad (1)$$

$$pH = 3.6 + \frac{28}{SO_4^{2-} - 17} \quad (2)$$

硫酸負荷量の変動を検討するため、図4に酸川におけるL-Q式を示す。この図より、次式が得られる。

$$Q < 4.3 m^3/s \text{ のとき、} L_{SO_4} = 184.87 \times Q^{1.2803} \quad (3)$$

$$Q \geq 4.3 m^3/s \text{ のとき、} L_{SO_4} = 1100 \quad (4)$$

5. 湖内 pH モデルの検討

(5)~(7)式に水温成層を考慮した pH 計算モデルを示す。

$$\frac{dVS}{dt} = Q_{in}S_{in} + L_R - Q_{out}S_{out} \quad (5)$$

$$V_{i+1} = V_i + (Q_{in} + RA_S - Q_{out}) \Delta t \quad (6)$$

$$S_{i+1} = (V_i S_i + (Q_{in} S_{in} + L_R - Q_{out} S_i) \Delta t) / V_{i+1} \quad (7)$$

(2)式は湖内における硫酸濃度と pH の推定式である。(3)(4)

式より硫酸負荷量の変動を考慮する。(6)式は湖内水量の保存式である。過去の水温データから季節ごとの交換層厚算定モデルをつくり、水深 1m ごとに pH を算出する鉛直一次元ボックスモデルを作成した。まず、交換層厚まで 1m ごとの硫酸濃度を合計し現存イオン量を求め、硫酸負荷量が層内で一様に拡散、希釈するものとして加え、これから流出イオン量を差し引いたものを残存イオン量とし、これを流量で除し硫酸イオン濃度を算出した。交換層厚以下の硫酸濃度は変化しないものとしている。混合層における完全混合は日単位で完了するものとして、計算を行っている。計算結果の一例を図5に示す。10m、50m共に長期的な経年変化を概ね表現しているが、2000年以降の pH の急激な上昇傾向に対しての応答が不十分であるため今後さらに検討が必要である。

5. 猪苗代湖における pH 推移の要因検討

図6に湖の約50年間の平均水位高を、図7に約30年間の流入量と本流域における降水量の推移のデータを示す。水位高は83年以降513.0mを保っているが、流入量は70年以降から漸増傾向が見られる。また、図7より降水量も増加傾向を示していることがわかる。これが80年以降の流入量の増加と対応しており、このことは交換層厚における希釈量の増加を与え、pH 上昇の要因となることを示唆している。

6. おわりに

本研究では湖の硫酸イオン負荷量から pH の長期的推移を検討したが計算値と実測値が一致しない部分があるので、さらに検討が必要である。また、降雨量の増加による流入量の増加が湖内の pH 上昇の主要な要因であると考えられる。

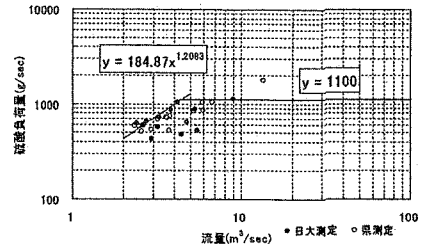


図4 酸川におけるL-Q式

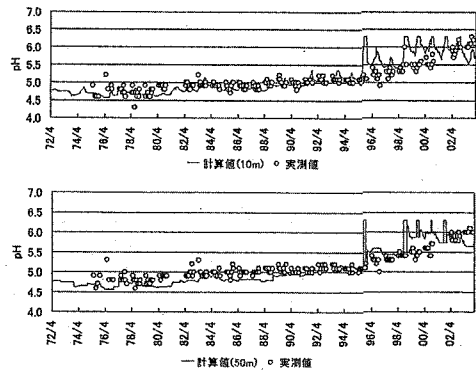


図5 湖内 pH の推定結果の検討

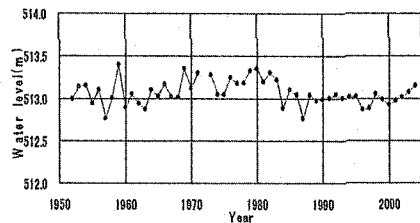


図6 年間水位の推移

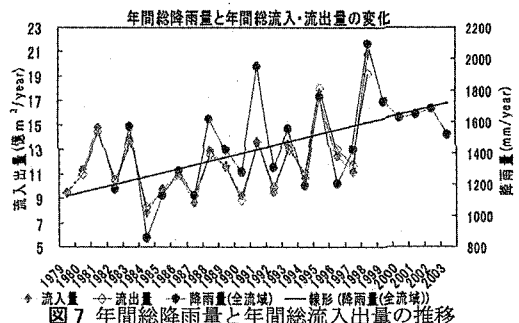


図7 年間総降雨量と年間総流入・流出量の推移