

II-21

小川原湖の水温及び塩分量の季節変化に関する考察

東北大学大学院 学生員○板井雅之
 東北大学工学部 正 員 石川忠晴
 東北大学工学部 学生員 小沢康彦

1. はじめに： 青森県小川原湖を対象にして、深い汽水湖の成層シミュレーションモデルを検討したので報告する。小川原湖は、湖面積64.6km²、平均水深約11m、最大水深約25mの、かなり深い汽水湖である。湖水回転率は約1回/年で、海水流入量の淡水流入量に対する比率は約4%と推定されている。洪水期は3～5月の融雪期と8～9月の台風シーズンの2回である。湖水位の低い非洪水期には、大潮の前後に海水が流入する。流入した海水は底層密度流となって湖心部に達し、水深20m付近に塩分躍層を形成する。また夏期には水深5～10m付近に水温躍層が形成され、3成層の状態となる。このため底層からの塩分拡散が抑制され、表層の塩分が減少する。

本研究では、モデル開発の基礎的段階としてモデルの枠組みを検討するため、問題の少ない範囲で極力簡単化した鉛直1次元モデルを作成し、その適合性を調べた。

2. モデルの構造： 紙面の制約から、本報ではモデルのアウトラインのみを述べる。

湖の状態をコントロールする基本外力は、淡水流入、潮位変動、及び日射、気温、風などの気象因子である。これらの変化に伴って、湖水位の変化、海水侵入、成層化等の内力が発生する。塩分循環はこれら内外力の時間変動に規定されている。図1は現象のつながりを概念的に示したもので、は基本外力を、は塩分循環の過程を表わしている。今回作成したモデルは一点鎖線で囲んだ範囲である。a) **熱収支：** 湖水と外部の熱移動は表層（2m厚さ）でのみ生じるものとした。熱移動量を日射による部分（H₁）とその他（H₂）に分け、前者は観測データから与える。後者は、取り扱いを簡単にするために、次式に従うものと仮定する。

$$H_2 = \alpha \cdot (T_{air} - T_{water})$$

ここに、T_{air}は気温、T_{water}は表層水温、 α は定数である。ただし、熱量の単位は（℃・m/day）、温度の単位は℃としている。

b) **混合層の連行：** 室田、道典⁽¹⁾に従って、次の連行則を用いる。

$$E(\sigma) = 0.45 / R_i(\sigma)$$

$$\sigma = (\alpha_H g H^2 h_m + 2.9^3 u_*^3)$$

ここに、E(σ)、R_i(σ)は、代表速度として乱れ強度σを用いた連行係数とリチャードソン数である。また α_H は熱膨張係数、h_mは混合層厚さ、u_{*}は風の摩擦速度である。

c) **侵入塩分の成層化：** 小川原湖での現地観測⁽²⁾とEllison & Turner⁽²⁾の実験結果から、次の連行則を用いて混合希釈過程を計算する。

$$E(V) = 0.005 / R_i(V)$$

ここに、E(V)、R_i(V)は、代表速度として底層密度流の平均流速を用いた連行係数とリチャードソン数である。上層流が静止している場合、R_i(V)は次式の根として求まる。

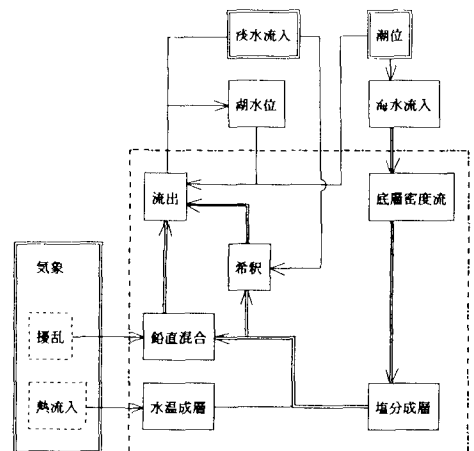


図1 概念図

$$S_2 \cdot i_0 R_1^2 - (C + S_1 \cdot c_1 / 2) R_1 - c_1 = 0$$

ここに、 S_1 、 S_2 は底層密度流の密度分布から求まるパラメータで、ここでは $S_1=3/8$ 、 $S_2=3/4$ としている。また i_0 は湖底の勾配、 C は底層密度流の湖底面摩擦係数で、ここでは0.03としている。 c_1 は連行則の係数(0.005)である。

d) 流入による希釈及び流出： 上流からの流入水はすべて混合層に入り、完全混合するものと仮定する。また下流への流出は混合層から生じるものとする。

3. 計算条件： 計算にあたって、海から遡上する塩分の時系列データを作成しなければならない。ここでは、平成元年4月21日から12月21日の河口水位と湖水位を用いて、文献(1)の方法で算定した。(1月1日から4月19日と12月22以降の河口水位が得られなかった。) 気象因子と淡水流入量は、過去8年間の観測記録をもとに年変化パターンを求めて使用した。

同じ入力データのもとで5年分を計算し、最終年の出力を平均的な年変化パターンとみなした。

4. 計算結果： 図2に計算結果と観測結果(6年間の毎月観測の平均)を比較して示す。塩分濃度の計算値がやや小さいが、これは12月22から4月19日までの塩分流入量を与えていないためであろうと思われる。しかし、全般的には、塩分躍層の位置や水温成層の消長の様子がうまく再現されていると判断できる。

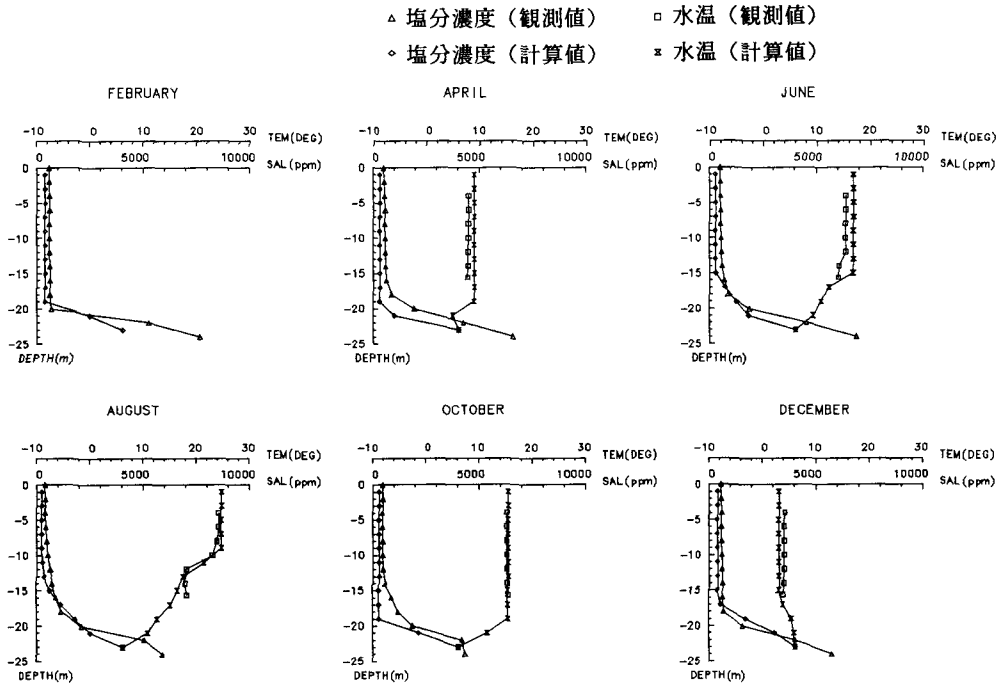


図2 塩分濃度及び水温の鉛直分布

おわりに： 本計算モデルは、パソコンでできる簡単な鉛直1次元モデルであるが、小川原湖の年変化をある程度表現できることがわかった。今後は細部をつめてより精度の高いモデルとして行きたい。

本研究を行うにあたり、建設省高瀬川総合開発事務所からデータを提供された。記して謝意を表する。

参考文献：(1) 室田明、道奥康治：土木学会論文集、369号、1986-5

(2) 建設省高瀬川総合開発工事事務所：小川原湖塩分変化予測検討業務報告書、1987

(3) Ellison T.H., Turner J.S. : JFM, Vol.6, 1960