

II-261

網走湖における塩淡水境界の長期変化に関する研究

中央大学大学院 学生員 高橋克人
北海道開発局 正員 平野道夫
北海道開発局 正員 宮島滋近
中央大学理工学部 正員 山田 正

1. はじめに 北海道道東地方に位置する網走湖は淡水層と塩水層の二成層からなる汽水湖であり、著者らの観測により、近年その塩淡水境界層は13年間(1976~1988)で5m近く上昇していることがわかっている。これに関し著者らは躍層の上昇は降水量の減少に伴う湖への淡水流入量の減少が主な原因と考えている。本研究は塩淡水境界層に関しその将来予測を目的として過去の潮汐や淡水の流入流量を用いて塩淡水境界層の経年変化を計算するモデルを構築し、実測値との比較検討を行ったものである。

2. モデルの構成

モデルの概要は図1に示されている。ここで、外的に与えるデータは湖の上流から湖内に入る淡水流入量と外海の潮位の時系列である。以下にモデルに用いた基本式と記号の定義を示す。

A_i 湖の面積 (h_s, h_f, h_t の関数)
 Q_{fin} 網走川から湖への流入量 (淡水)
 Q_{fout} ... 湖から海への流出量 (淡水)
 Q_{sin} 海から湖への流入量 (塩水)
 Q_{sout} ... 湖から海への流出量 (塩水)
 h_f 淡水層厚
 h_s 塩水層厚
入力データ: 本郷地点日平均流量

$$= Q_{fin} (m^3/s)$$

網走港潮位変化 = $h_s (m)$

$$A_1 \quad \frac{dh_f}{dt} = Q_{fin} - Q_{fout} \quad \text{-----} \quad ①$$

$$A_2 \quad \frac{dh_s}{dt} = Q_{sin} - Q_{sout} \quad \text{-----} \quad ②$$

$$G = h_s + h_f - 1.5 \quad (\text{網走湖水位}) \quad \text{-----} \quad ③$$

$$\Delta H = G - h_s \quad \text{-----} \quad ④$$

$$Q = 8.96 * (G + 1.38)^3 \tanh(5.21 \Delta H - 0.03) \quad \text{-----} \quad ⑤$$

$$\cdot Q \geq 0 \text{ のとき } Q_{sout} + Q_{fout} = Q \quad \text{-----} \quad ⑥$$

$$Q_{sout} = r * Q \quad \text{-----} \quad ⑦$$

$$Q_{fout} = (1 - r) * Q \quad \text{-----} \quad ⑧$$

$$Q_{sin} = 0$$

$$r = \text{GAMMA} * \exp(-C_e * h_f) \quad (\text{連行率}) \quad \text{-----} \quad ⑨$$

$$\cdot Q < 0 \text{ (逆流時) のとき } Q_{sin} = Q$$

$$Q_{sout} = 0, Q_{fout} = 0$$

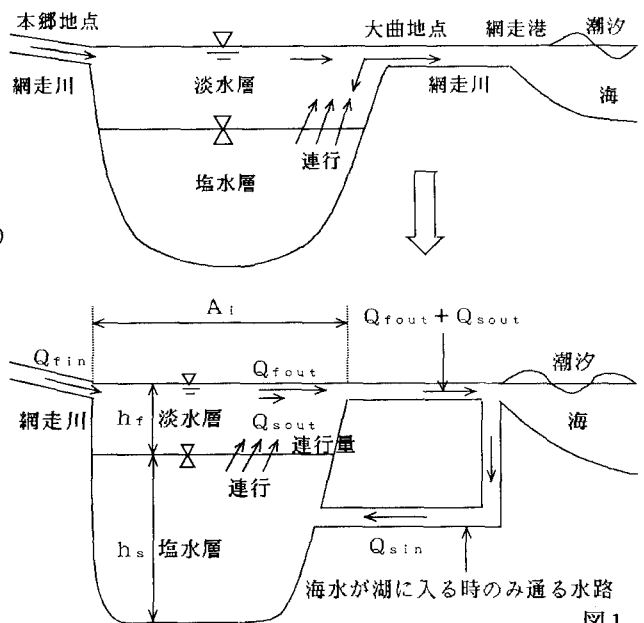


図1

①式②式は淡水と塩水の連続式である。③式中のGは網走湖水位を表す。④式中の ΔH は網走湖水位と網走港潮位との差である。⑤式は湖側の流出口である大曲地点における観測から得られている水位流量関係である。⑤式が正であるとき $Q = Q_{sout} + Q_{fout}$ を表し、負であるときは逆流時であり $Q = Q_{sin}$ を表している。また塩水の淡水層による連行量を決定する連行率は、上層の水深の増加とともに流速が小さくなり連行量が減少するものと考え⑧式のように与えた。①式②式を連立常微分方程式としてRUNGE-KUTTA-GILL法より淡水層厚と塩水層厚の13年間の経年変化を計算した。

3. 計算結果及び考察

図2は網走港潮位及び本郷地点日平均淡水流入量を用いて計算した1976年から1988年までの淡水層厚と塩水層厚の経年変化である。図2より塩淡計算値の経年変化は実測値と同様の傾向を示していることがわかる。すなわち1976年に-10mに位置していた塩淡境界は13年間で5m近くの上昇を見せている。

図3は1984年における塩淡境界計算値である。この図から塩淡境界は4・5月の融雪出水により、下層の塩水が湖外へ吐き出されることにより低下し、その後は4ヶ月程かかって回復していることがわかる。

図4は淡水層厚 h_f と塩水層厚 h_s の初期値を変えて計算を行った結果である。この図から初めの塩淡境界位置がどこであっても1980年まで(約4年間)に初期の影響はなくなり、いずれも計算値が一致している。このことから塩淡の躍層位置は過去4年間の流入流量の記憶を有していることがわかる。

図5は過去13年間(1976~1988)の流入流量の経年変化が1993年以降の13年間にも繰り返すとして1993年から2005年までの塩淡境界位置の予測を行ったものである。図中には図2における流量時系列に0.8と1.2をかけたものを示している、この図より将来、降雨量(流入量)が2割減少すると塩淡境界は現在の水位-5m付近から水位-2m付近まで増加する結果となる。一方、降雨量が2割増加になるとある時期には全水深にわたって淡水化が生じている。以上の結果から網走湖は降雨-流入流量の時系列とその値の大小に敏感に反応している湖であると言える。

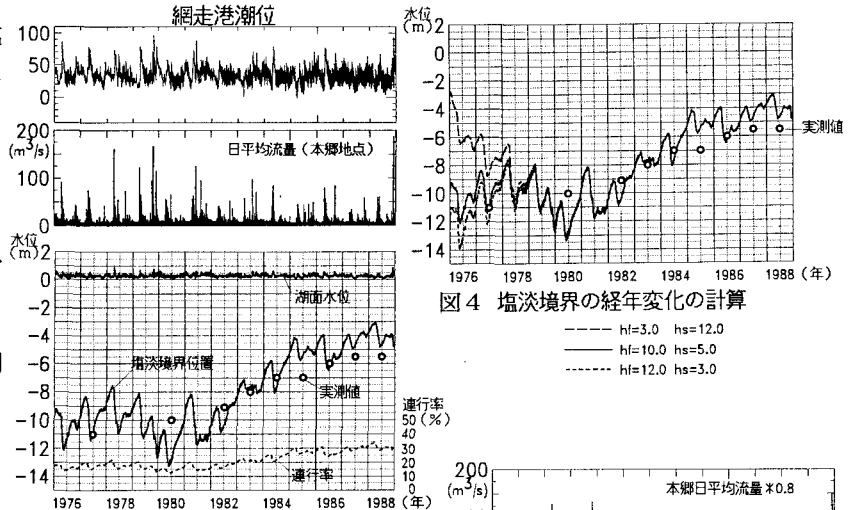


図4 塩淡境界の経年変化の計算

図2 塩淡境界・湖面水位の経年変化の計算

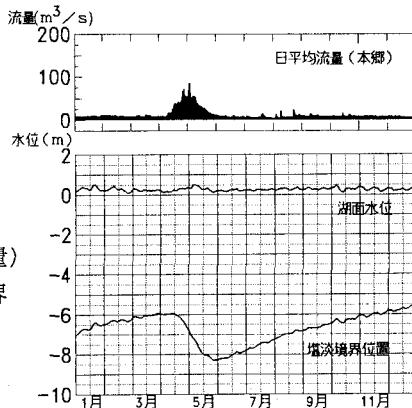


図3 湖面水位・塩淡境界計算値 1984

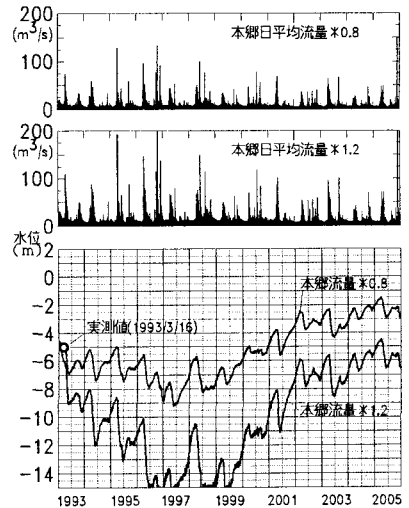


図5 塩淡境界経年変化の計算 (1993~2005: 予測値)

参考文献 1) 平野道夫・高橋克人・桑嶋知哉・山田正: 網走湖の長期変動傾向に関する研究, 水文・水資源学会要旨集, pp. 50-53, 1992. 2) 高橋克人・平野道夫・宮島滋近・山田正: 網走湖の塩淡層厚の長期変化を予測するモデルに関する研究, 第20回関東支部講演概要集, pp. 90-91, 1993. 3) 桑嶋知哉・高橋克人・宮島滋近・平野道夫・山田正: 塩淡二成層を形成している網走湖の塩水の流出入に関する研究, 水工学論文集第37巻, pp. 305-312, 1993.