

数値解析による琵琶湖南・北湖の交流に関する研究

京都大学工学部 正 員 岩佐 義朗
 建設省 正 員 広瀬 昌由
 京都大学大学院 学生員○佐竹 康孝

1. はじめに：本報は、湖水の汚染が問題となっている琵琶湖において、汚染の進んだ南湖水の北湖への輸送に関わる、南北湖間の冬季密度流の数値解析を行い、その挙動を明らかにすることを目的としている。計算法として、研究の対象となる南北湖の境界領域を詳しく解析するために、対象領域では細かい格子を用い、またそれ以外の領域では計算規模を膨大にしないため粗い格子を用い、両者の境界で両者を組み合わせる細粗格子法¹⁾を用いて解析を行った。

2. 計算条件：琵琶湖の南湖および北湖では、水深が著しく異なるために、秋から冬にかけての冷却期になると、冷却速度の差によって両湖の境界に水温の不連続帯が生じ、密度流が発生する。現実の琵琶湖では、風、日射、気温などさまざまな要因がこの密度流に影響していると思われるが、本報では、その基本的な特性を考察するため条件を単純化し、以下の2つの場合について数値計算を行った。

(1) CASE 1：初期条件として全湖の水位が基準面に一致する水位で静止した状態を想定する。水温は南湖では11℃の一樣水温、北湖では表層が13℃の弱成層した状態を想定する。流入、流出流量はいずれも0とし、風の吹送も考えない。つまり密度差のみに起因する流れの特性を把握しようとしたものである。

(2) CASE 2：CASE 1と同じ初期条件で、瀬田川および琵琶湖疏水の流出流量をそれぞれ100 m³/s、22 m³/sとし、その合計が流入河川から流入するとする。ただし、流入河川は、5河川想定しているので、それぞれの流量は、流域面積比で配分した。流出入が、CASE 1の密度流に及ぼす影響を考察したものである。

3. 計算結果：

(1) CASE 1：琵琶湖大橋付近の、計算開始後12時間および48時間の、等温線と流速分布を合わせて示したものが、図1および図2である。計算開始直後は、流れは南北湖の境界のみで卓越しているが、時間の経過とともにその流れが南北両湖に拡がっていく様子がうかがえる。また、琵琶湖大橋付近の長軸方向の鉛直面内の等温線と流速分布を合わせて示したものが、図3である。上層では北湖から南湖に、下層では南湖から北湖に向けて

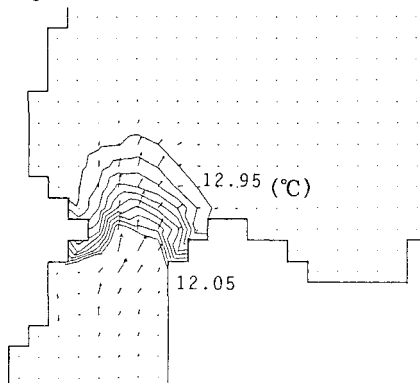


図1

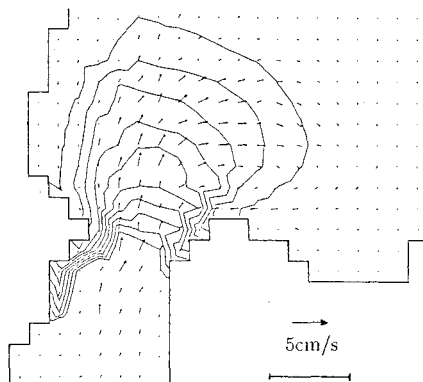


図2

Yoshiaki IWASA, Masayoshi HIROSE, Yasutaka SATAKE

流れており、典型的な密度流による南湖および北湖の水交換がみられる。また、この流れには地球の自転の影響つまりCoriolis力の影響が大きいといわれているとおり、図1にくらべ、図2の方が流れが東に転向している様子がみられ、Coriolis力の影響が現れている。

(2) CASE 2：琵琶湖からの流出河川は瀬田川と琵琶湖疏水である。これによって発生する流れは恒流と呼ばれ、水深の浅い南湖では、とくに顕著にみられる流れである。したがって、琵琶湖大橋付近では恒流成分は南流であるが、密度流が発生している場合には、南湖水の北流が恒流としての南流より大きくなることがあり、北湖に進入していくことが知られている。琵琶湖大橋付近の長軸方向の、鉛直面において、計算開始後12時間および48時間の、等温線と流速分布を合わせて示したものが、図4および図5である。計算開始直後は、下層に北流がみられるが、時間の経過とともに恒流によって引きもどされ、流れは南流になっている。

このような密度流による流量は、観測によると約200万 m^3 /日程度といわれている²⁾が、今回の計算では、CASE 1で約330万 m^3 /日、CASE 2で約50万 m^3 /日とCASE 2でかなり小さくなっており、恒流成分の影響がうかがえる。これは、観測値に比べかなり小さい値であるが、観測では密度流は極めて底に近い範囲をはうようにして北湖に進入する³⁾とされているのに対し、今回計算に用いた格子の高さが、2.5mであるため、湖底近くを進行する様子を十分に再現できなかった点に問題があるとも考えられる。

4. おわりに：恒流成分が密度流の進行に大きく影響を与えていることがわかった。今後は、複雑な自然外力を取り入れるとともに、格子をさらに鉛直方向に細分化して、密度流のより現実に近い再現をはかっていくことが課題となろう。

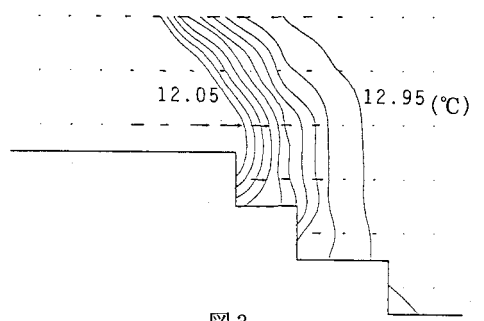


図3

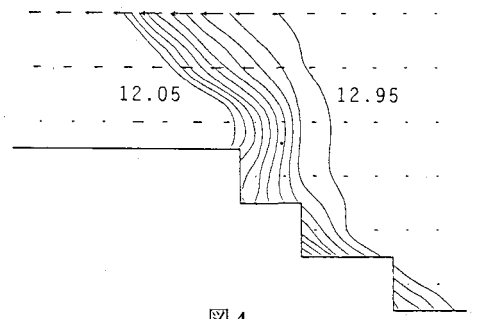


図4

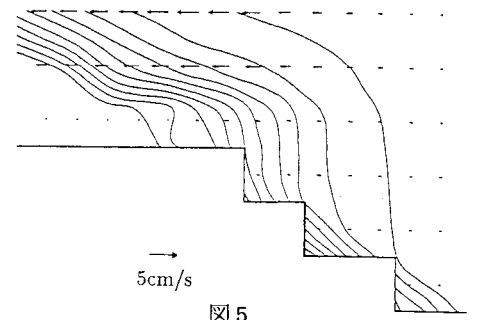


図5

〈参考文献〉

- 1) 広瀬昌由；細粗格子を用いた湖流の数値解析法の研究、京都大学大学院修士論文、1990
- 2) 村本嘉雄、道上正規；琵琶湖南北湖の交流特性、京都大学防災研究所年報、第21号 B-2、PP. 263-276、1979
- 3) 大久保賢治；湖における吹送流と密度流の発生・流動機構に関する研究、京都大学博士論文、1989