

F4 琵琶湖における全層混合評価のための流動場・水質モデルの構築

Hydrological model and water quality model in Lake Biwa for evaluating of vertical mixing

指導教員 近藤明教授・共生環境評価領域

28H10043 田上愛子 (Aiko TANOUE)

Abstract: For Lake Biwa a 3-dimension hydrodynamic model (water flow and temperature) and water quality model (phytoplankton, zooplankton, inorganic nitrogen, organic nitrogen, inorganic phosphorus, organic phosphorus, DO, particulate COD and dissolved COD) were developed. These models are carried out for 1 year by using the climate data in 2007. About the temperature and the flow-field simulation generally represented the seasonal variations. In water quality model, several water qualities represented the measured data. But some parameters should be improved to correctly predict. From the hydrological model simulation, it was found that the vertical mixing in January and February was induced by the density difference between the surface and the bottom of the lake. Moreover, it was found that the vertical flow especially on January was diminished by the global warming based on A1B scenario and that nitrogen and phosphorus concentrations were increased and DO concentration was decreased at the bottom of the lake. From these results the declination of the water qualities by the global warming is apprehended.

Keywords: lake Biwa, hydrological model, water quality model, vertical mixing, global warming

1. はじめに

近年、琵琶湖北湖の湖底近傍において栄養塩濃度の上昇と溶存酸素濃度の低下が観測されている。例年では厳冬期に琵琶湖の水が鉛直方向に循環することによって表層の酸素が低層にまで供給され、低層での酸素不足は解消されている。しかし近年、この鉛直方向の混合の弱体化が観測され¹⁾、湖底での水質悪化の要因として考えられている。現在混合についての詳しいメカニズムはわかっておらず、その解明が急務となっている。本研究では、琵琶湖を対象とした流動場・水質モデルを構築し、全層混合の評価と水質に与える影響を考察する。

2. 琵琶湖モデルの概要

Fig.1 にモデルの計算領域と琵琶湖の水深を示す。水平計算領域は琵琶湖全体を含む 36km×65.5km である。水平格子は 500m×500m、格子数は 72×131 とした。鉛直方向の格子幅は、表層から 20m までを 0.5m 毎、20m 以深は 0.1m 毎に格子幅を大きくし、最大 2.5m に設定している。これは夏場の温度躍層を詳細に表現するためであり、格子数は

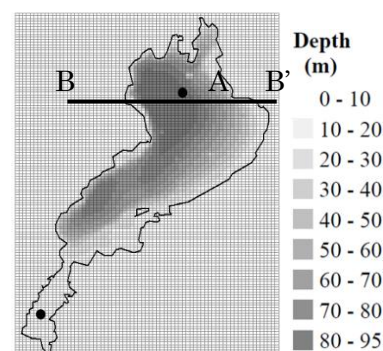


Fig.1 Lake Biwa model mesh

全 87 である。入力データに使用した風速、気温、日射量の気象条件は、2007 年の気象庁客観解析データを内挿によって各メッシュに適応させ、一時間毎に更新した。さらに本研究では、淀川流域圏水系モデルによって琵琶湖に流れ込む 56 の河川について河川流量、水温を計算し、その結果を境界条件として与えた。水質モデルでは琵琶湖流動場モデルの計算結果（流向、流速、水温）と移流、拡散、生態系過程による変化を考慮し、「植物プランクトン」「動物プランクトン」「有機窒素」「無機窒素」「有機リン」「無機リン」「溶存酸素」「溶解性 COD」「SS 性 COD」の 9 つの物質濃度を計算した。

3. 流動場モデル結果

3.1 表層の流れ場

琵琶湖には主に3つの環流が生じる。北から反時計回り・時計回り・反時計回りであり、常に3つが生じているわけではない。環流は夏場にピークを迎え、その流速は10cm/s~30cm/s程度である。Fig.2に8月22日9時の水平断面図を示す。2つの環流が生じており、流速についても実測値³⁾と一致している。また冬季には環流が消滅しており、モデルによって表層の流れ場を良く再現できている。

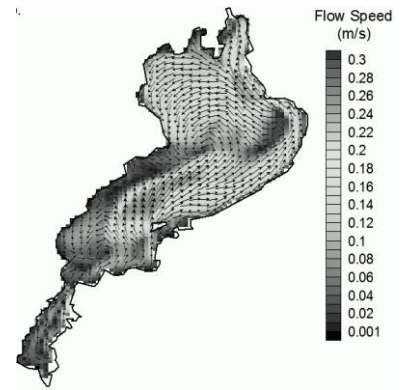


Fig.2 Flow speed and current direction

3.2 鉛直方向の流れ場

Fig.1のBB'における水温の鉛直断面図を作成した。1年を通して表層が暖められ、また徐々に冷やされていく季節変動が確認できた。1月~2月には表層と湖底で密度差が生じ、温度の低い表層の水が湖底へと沈みこむ様子が見受けられた。Fig.3には1月22日午前9時の流速の鉛直断面図を示す。夏季には見られない鉛直方向の流れが活発になっており、混合が生じていることが確認できた。

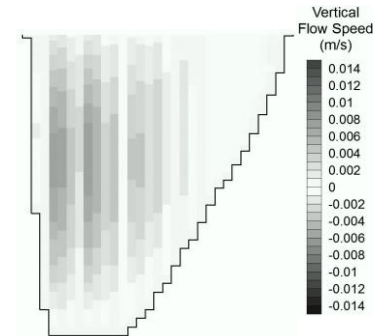


Fig.3 Vertical flow speed

4. 水質モデル結果

Fig.4にFig.1のA地点表層における観測値と計算値の比較を示す。

溶存酸素では非常に良く一致し、窒素やリン、CODでは10月以降の計算値が過大に評価されている。季節変動は概ね再現できているが、更にモデルの精度を向上させるためには今後もパラメーターの検討が必要である。

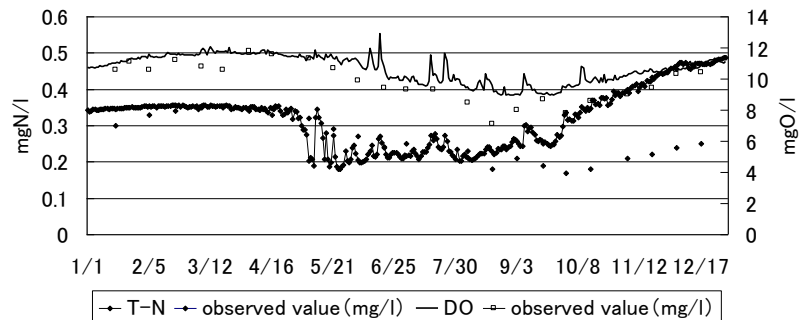


Fig.4 Time series of DO and T-N concentration

5. 将来予測シナリオ結果

2050年~2054年におけるWRFモデルの気象計算結果⁴⁾をもとに、琵琶湖流域の地球温暖化シナリオを仮定した。Fig.5に水深50mでの鉛直方向流量の比較を示す。地球温暖化仮定シナリオで流量が減少している。

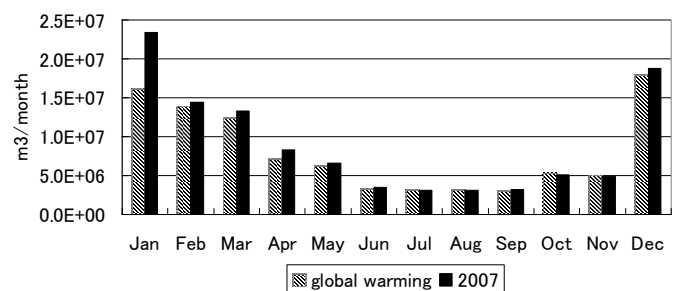


Fig.5 Vertical flow volume

6. 結論

流動場モデル・水質モデルの再現性を検証した。鉛直混合は水の密度差によって表層から湖底へと生じる。地球温暖化によって混合の弱体化が生じることが確認できた。

参考文献

- 1)財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構, BYQ 水環境レポート, 平成 21 年度
- 2)秋友和典, 黒木聖夫, 大久保賢治, 熊谷道夫: 3次元数値モデルで再現された琵琶湖の熱循環, 琵琶湖研究所所報 21号, 28-42, 2002
- 3)Kundan Lal Shrestha, Water Resource Assessment of Yodo River Basin Using Coupled Hydrometeorological Modeling, Approach, Doctoral Thesis, 2010