

気候変動による閉鎖性水域の水温への影響予測

東北大学大学院 学生会員 ○志田 孝之
東北大学大学院 正会員 風間 聡
(独) 寒地土木研究所 正会員 山本 潤

1. はじめに

近年、気候変動に伴う水資源や水環境の危機が懸念されている。地球温暖化の影響が水資源に及んだ場合、質的、および量的な変化から水不足が生じるおそれがある。

貴重な淡水資源の中でも、閉鎖性水域は領域の性質上気候変動による影響を受けやすいと考えられる。一般的に、閉鎖性水域の水温は流入水の水温や湖面の熱収支に支配され、これらに気候変動の影響が及んだ場合、水温の変化から水質の低下を招くおそれがある。また、水質を決定づける要因の一つとして、水温躍層の形成が挙げられる。この水温躍層の破壊による湖水の鉛直混合循環により、水質が改善される過程が知られている。気候変動によりこの水温躍層の形成に変化が生じた場合、これに伴う水質の変化が予測される。

本研究ではGCMの出力結果を用いて、仮想の閉鎖性水域における将来の水温の変化を予測する。現在と将来の気象条件下における水温の変化を再現することで、閉鎖性水域の水温への影響を評価する。

2. データセット

本研究の解析では気象条件として、IPCCに地球温暖化実験結果を提出した数値気候モデルMIROCの出力結果を用いる。この詳細について、表1に記す。

3. 解析手法

本研究では水温の再現の際、三次元海水流動シミュレーションモデルに静水圧近似を適用した海洋MECモデルを用いる。水理流動の計算における基礎方程式は、静水圧近似を施し、鉛直方向のみの密度変化を考慮したBoussinesq近似を適用し、コリオリ力を考慮した湖水の運動方程式と連続の式である。水温計算の支配方程式はNavier-Stokes式である。

対象領域は、貯水池を想定して作成された仮想の閉鎖性水域である。表2にこの領域の詳細について記す。この領域の、現在と将来の気象条件かにおける水温変化を

再現する。ケッペンの気候区分を用い、各気候区分の代表として8地点を選定した。図1は、選定した地点を示した世界地図である。これらの地点における数値気候モデルの出力値を用いて、将来の閉鎖性水域における水温への影響を予測した。

現在と将来の水温の変化を把握するため、水温躍層の形成される夏期における湖水の鉛直密度勾配の値を算出した。この際、水温成層の発達する平均水深より上方を解析の対象とした。鉛直密度勾配値は、湖沼の特徴を表

表1. 気象データの詳細

気象データ	
数値気候モデル	MIROC
排出シナリオ	A1B(SRESシナリオ)
期間 現在気候	2001年1月1日-2005年12月31日
将来気候	2046年1月1日-2050年12月31日
使用データ	地表面気温, 降水量

表2. 仮想の閉鎖性水域の詳細

仮想の閉鎖性水域	
計算領域	4000×4000 m
表面積	$2.8 \times 10^6 \text{ m}^2$
最大水深	30 m

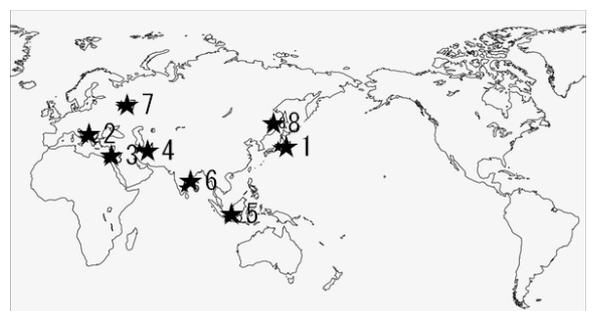


図1. 選定した地点を示した世界地図

<1. 東京 (Cfa), 2. ローマ (Cs), 3. カイロ (BW), 4. テヘラン (BS), 5. ジャカルタ (Am), 6. チェンナイ (Aw), 7. モスクワ (Dfb), 8. ハバロフスク (Dwb)>

キーワード 閉鎖性水域 水温予測 GCM

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-08 東北大学大学院環境科学研究科 TEL022-795-7453

すりチャードソン数の算出に用いられ、閉鎖性水域における水温躍層の強さを示している。夏期の閉鎖性水域における鉛直密度勾配値を各選定地点で算出し、これらを比較した図を作成した。

4. 解析結果と考察

図2は、現在の気候を用いた解析による、夏期の閉鎖性水域における鉛直密度勾配の値を、選定した地点毎に比較した図である。ここで、IPCCの報告によると、A1Bシナリオを用いた場合、2050年には現在より地球の平均気温が1.5°C程度上昇することが予測されている。よって、この結果は平均気温が約1.5°C上昇した場合の、気候変動に対する湖水の鉛直密度勾配の値を示しているといえる。これを見ると、気候区分により異なる水温の変化が見られることが分かる。

まず、熱帯地域について考察する。現在から将来にかけて、密度勾配の値はジャカルタにおいて0.021Kg/m³/mから0.023 Kg/m³/mとなる。またチェンナイでは0.013 Kg/m³/mから0.014 Kg/m³/mとなり、密度勾配の値は現在から将来にかけて大きく変化しないことが分かる。これに対し、冷帯地域では水温の変化に伴う急激な密度成層の強化が予測される。モスクワでは密度勾配値は0.059 Kg/m³/mから0.069 Kg/m³/mへと推移し、変化率は17.6%となる。同様にハバロフスクでは0.049 Kg/m³/mから0.066 Kg/m³/mと変化し、変化率は35.0%にも上る。これは、極域において顕著な気温上昇が予測されることや、低層の水温が低く安定性が高いことにより表層部のみが温められるといった原因が考えられる。次に、温帯の地域を見ると、東京では現在気候で0.052 Kg/m³/mとなり、将来気候で0.053 Kg/m³/mと大きな変化はない。一方、ローマでは現在気候で0.053 Kg/m³/m、将来気候で0.064 Kg/m³/mと若干の変化が見られた。また、乾燥地域における解析によると、現在の気候を用いた解析においても密度勾配値が大きな値を示しており、カイロで0.063 Kg/m³/m、テヘランでは0.078 Kg/m³/mにもなる。将来の気候では、カイロで0.064 Kg/m³/m、テヘランで0.086 Kg/m³/mと変化はさほど大きくないものの、このような地域における一日の気温の高低差は強固な密度躍層を形成すると考えられる。したがって、今後このような地域における閉鎖性水域にさらなる影響が及んだ場合、水資源の水質の低下が危惧される。

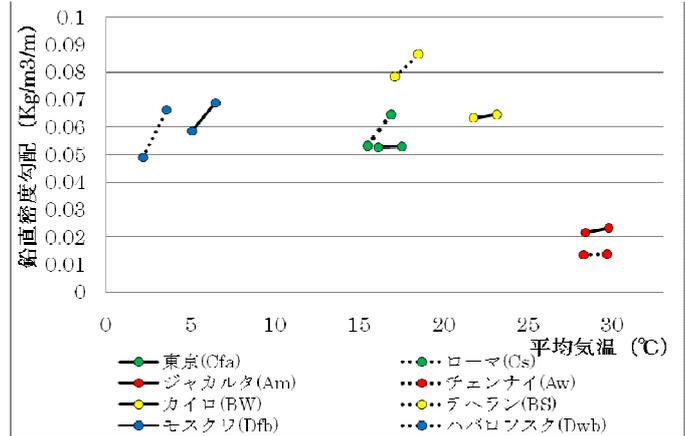


図2. 選定地点における鉛直密度勾配値の比較

5. おわりに

本研究では、GCMの出力値を用いて、夏期の閉鎖性水域における鉛直密度勾配の変化を示した。今後はMECモデルを拡張し、同様の解析から水域内の溶存酸素濃度の将来変化、あるいは水質基準項目の将来変化の解析も行う必要がある。全球における水温の将来変化から水質の変化の予測ができ、さらには閉鎖性水域の生態系の変化についても予測ができると考えられる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、「環境省の地球環境研究総合推進費 (S-4) : 温暖化の危険な水準及び温室効果ガス安定化レベル検討のための温暖化影響の総合評価に関する研究」から援助を受けました。また、寒地土木研究所の山本潤氏に助言をいただきました。ここに記して謝意を示します。

参考文献

- 1) Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Forth Assessment Report, 2007.
- 2) 風間聡, 沖大幹: 温暖化による水資源への影響, 地球環境, Vol.1, No.1, pp59-65, 2006.
- 3) 山本潤, 時吉学, 佐伯信哉, 上野成三: 閉鎖性内湾における秋季の水止まり現象に関する現地観測, 海岸工学論文集, 第50巻, pp941-945, 2003.
- 4) Toru Sato, Kenzo Tonoki and Yoshihiro Tsuchida: Numerical and hydraulic simulations of effect of density current generator in semi-closed tidal bay, Coastal engineering, 53, pp49-64, 2006.
- 5) 荒井正: 地域分析のための熱・水収支水文学, 古今出版, pp70-111, pp176-217, 2004.
- 6) 地球温暖化と日本 第3次報告 —自然・人への影響予測—, 古今書院, 2003.