

はじめに

湖と陸では大気との熱交換が異なることが知られている。数値気象予測モデル中で湖—大気間の熱交換を考慮すると気温や降水量の予測誤差が小さくなったとの報告もあり (Bonan et al., 1995; Balsamo et al., 2012), 湖における大気との熱交換を予測することは、湖周辺の大気状態を理解・予測するうえで重要である。本研究では LAKE2.0 モデル (Stepanenko et al., 2011; Stepanenko et al., 2016) を諏訪湖に適用することにより、諏訪湖で観測した水温と乱流フラックスを LAKE2.0 モデルが再現できるか明らかにすることを本研究の目的とした。

モデルと観測データ

LAKE2.0 モデルは、気象データ、流入・流出河川による熱の流入出量のデータをインプットとして、湖内の湖水混合と熱拡散、そして湖表面の乱流フラックスを計算する鉛直一次元の流体力学モデルである。顕熱・潜熱フラックスは、バルク式によって計算している。

前述のモデルを諏訪湖に適用するために諏訪湖沿岸の棧橋上で測定した気象データをモデルに入力した。また、測定した水温をモデルの初期値としてのみ与えた。湖水の吸光係数は観測平均値の 2.6 m^{-1} とした。ただし、本研究では、河川から湖へ流入する水量のデータが不足していたため、河川から湖への熱の流入を無視してシミュレーションした。モデルの適用期間は 2015 年 9 月 19 日から 2016 年 8 月 2 日である。

結果と考察

全シミュレーション期間におけるモデルの湖表面層水温の観測値に対するバイアスは -0.62°C 、RMSE は 1.19°C となり、湖表面層水温を過小評価した。異なる湖に LAKE2.0 モデルを適用した先

行研究 (Stepanenko et al., 2013; Stepanenko et al., 2014) と比較してバイアスの値は大きな値であった。また、先行研究では湖表面層水温の正のバイアスが報告されており、本研究は先行研究と異なる結果となった。RMSE の値に関しては先行研究と同等の値であった。湖表面層水温の過小評価は河川から湖への熱の流入を無視していることが影響しているかもしれない。

水温プロファイルに注目すると、モデルは観測値よりも日中の水温差を過大評価し、夜間の水温差を過小評価する傾向がみられた。モデルの水温プロファイルの計算に影響する運動量フラックス (τ) の再現性を検証すると、モデルは τ を約 24% 観測値よりも過小評価していた。 τ の再現性を高めるためにドラッグ係数を観測から推定した一定値 (0.0032) に設定すると、モデルは τ を約 9% 過小評価する結果となった。また日中の水温差も観測した値に近づいたが、夜間の水温差は依然として過小評価していた。

モデルの顕熱フラックス (H) と潜熱フラックス (λE) の観測値に対するバイアスと RMSE の値はそれぞれ H で 0.49 W m^{-2} , 13.51 W m^{-2} , λE で 0.28 W m^{-2} , 34.95 W m^{-2} となった。前述の先行研究では、正のバイアス (両者の平均で H が 6.7 W m^{-2} , λE が 23.9 W m^{-2}) が報告されており、本研究のバイアスは先行研究よりも小さかった。先行研究と比較して本研究の H の RMSE の値は同等であり、 λE の RMSE の値は減少した。

結論

LAKE2.0 モデルは諏訪湖における大気—湖間の熱交換を良くシミュレーションしたと考える。一方で、水温プロファイルの再現には改善の余地が残されており、 τ と湖内部の熱伝達の再現に関して更なる研究が必要である。