

第Ⅱ部門 衛星観測と陸面過程モデルを用いた中央アジアの大規模水体の熱・水収支特性分析

京都大学大学院工学研究科 学生会員 ○新 凌太郎 京都大学防災研究所 正会員 萬 和明
 京都大学防災研究所 正会員 田中 賢治 京都大学防災研究所 正会員 峠 嘉哉
 京都大学防災研究所 正会員 Temur Khujanazarov

1 はじめに

中央アジアの主要な大規模水体が水循環に果たす役割は分かっておらず、気象予測精度の向上による最適な水資源の利用のためにも、それらが中央アジアの水循環に与える影響を把握することが求められている。そこで、まず、衛星による観測値を用いて大規模水体およびその周辺の表面温度を分析し、水循環への影響が大きいと推測される水体を抽出する。次に、その水体を対象に陸面過程モデルを用いて水収支を推定し、水循環への影響の推定を試みる。

2 衛星観測による表面温度分析

本稿が対象とする大規模水体は、イシククル湖、バルハシ湖、アイダール湖である。各湖とその周辺域を対象に、MODISの月単位0.05度格子の表面温度データ MOD11C3 version6.1を基に、2001年から2020年の20年間における昼間と夜間の20年平均月表面温度データを作成した。イシククル湖の昼間と夜間の表面温度の空間分布(図省略)を確認したところ、昼間は主に夏季に湖の水面温度よりも周囲の陸面温度の方が高く、夜間では一年を通して、水面温度の方が陸面温度よりも高くなっていた。そこで、表面温度データを各湖で比較し、陸面と水面の表面温度の特徴や違いを調べた。具体的には、水面と陸面を代表する1格子の表面温度を各湖において比較し、陸面と水面の季節変化の特徴や違い、各湖間での温度変化の違いについて調べた。

図1では、イシククル湖、バルハシ湖、アイダール湖の水面と湖周囲の陸面における表面温度を昼夜で比較している。同図(a)-(c)では、水面温度の昼間を青色、夜間を水色、陸面温度の昼間を橙色、夜間を黄色でそれぞれ示している。同図から、昼間は水面温度の方が陸面温度よりも低く、夜間では水面温度が陸面温度よりも高いことが分かる。夜間の水面温度と陸面温度の温度差は各湖で違っており、それぞれの湖における温度差の違いを図1の(d)に示す。同図から、青色で示されたイシククル湖における夜間の水面と陸面の温度差は、橙色や灰色で示される他の湖と比べて明らかに大きく、イシククル湖は湖水の貯熱性が高い湖であることが考えられる。特に、12月から2月では昼間も水面温度が陸面温度よりも高いことが特徴である。したがって、イシククル湖は、バルハシ湖やアイダール湖と比べて冷めにくく、特に冬季に熱源として、また、蒸発散の供給源として周囲の水循環により大きな影響を与える湖であることが推測される。

3 陸面過程モデルを用いたイシククル湖周辺の熱・水収支分析

本稿では、先行研究¹⁾を参考に陸面過程モデルSiBUCを用いて、イシククル湖周辺における熱・水収支特性を分析した。計算範囲は東経75.5度から79.5度、北緯41.5度から43.5度とし、格子サイズは0.05、計算対象は2002年から2016年の15年間である。イシククル湖は世界で有数の水深の深い湖であり、この特徴をSiBUCにおいて表現するために、水体の水深を示す有効深さの設定値を初期設定の4倍の値を与えた。

SiBUCによって計算したイシククル湖周辺における表面温度の空間分布図を確認したところ、夏季や冬季のどちらにおいても、湖の水面温度の方が周囲の陸面温度よりも高くなっていた。また、図2には、イシククル湖の水面と陸面1格子における日最大・最小放射温度を示しており、日最大放射温度は昼間の表面温度、日最小放射温度は夜間の表面温度を表していると考えられる。ここで、図1(a)と比較すると、SiBUCの計算値は観測値と同様の季節変化を示していることが分かる。これらのことから、SiBUCではイシククル湖の熱収支特性を表現できているといえる。

図3には、イシククル湖からの単位面積当たりの蒸発量(青線)と全計算対象領域での単位面積当たりの蒸発量(橙線)と降水量(黄線)の季節変化を示している。同図から、冬季においては、イシククル湖の蒸発量は計算

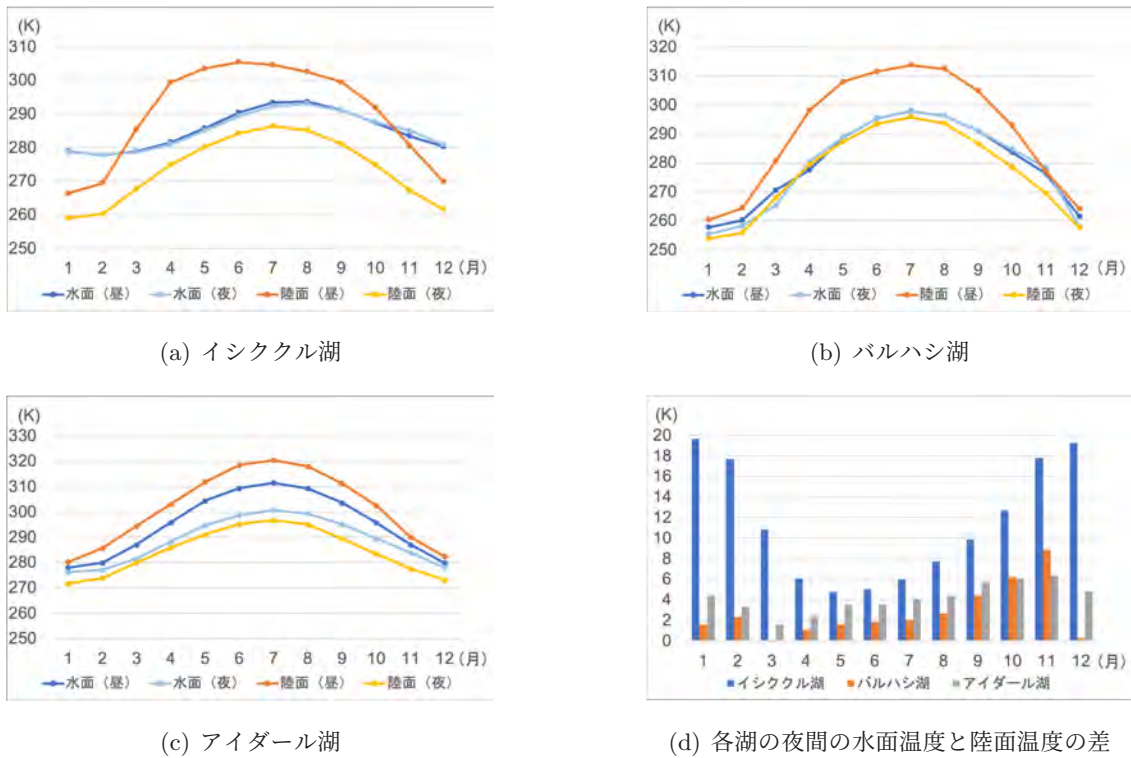


図 1 各湖の水面と陸面の表面温度の比較 ((a)-(c)) と各湖の夜間の水面温度と陸面温度の差 (d)。

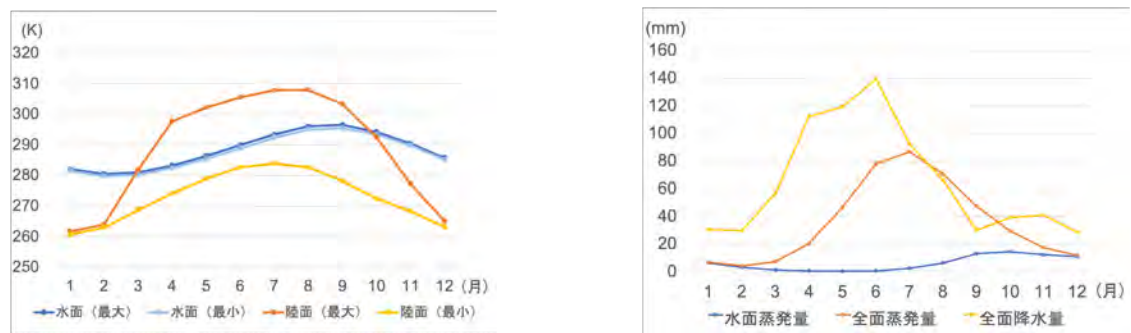


図 2 イシククル湖の水面と陸面の日最大・最小放射温度 (K)。

図 3 イシククル湖周辺の蒸発量 (mm) と降水量 (mm)。

領域における蒸発量とほぼ同等であることが分かる。したがって、冬季においては、イシククル湖の水面蒸発が周囲の水循環に大きな影響を与えていることが推定できる。

4 おわりに

本稿では、MODIS の表面温度観測値を用いて、イシククル湖、バルハシ湖、アイダール湖における熱収支分析を行った。各湖で熱特性を比較すると、イシククル湖は、冬季において水面温度が周囲の陸面温度よりも高いという特徴が顕著であり、もっとも貯熱性が高い湖であると分かった。また、SiBUC を用いて、イシククル湖周辺の熱・水収支を調べた。SiBUC の計算においても、イシククル湖の水面温度は周囲の陸面温度よりも高く、イシククル湖の貯熱性の高さを表すことができていた。また、イシククル湖は湖水面では年間を通して一定の蒸発があることが分かった。さらに、冬季においては、イシククル湖周辺全体の蒸発のうち、湖水面の蒸発がその多くを占めており、イシククル湖が周囲の水循環に大きな影響を与えていることが推定できた。

参考文献

- 1) Sadyrov Sanjar: Integrated Hydrological Modeling in Glaciated Mountain Basins: A Case Study in the Tien-Shan Mountains of Kyrgyzstan, *Doctoral Thesis*, 118p, Kyoto University, 2024.

キーワード：イシククル湖、表面温度、蒸発、MODIS、SiBUC