

第II部門

陸面過程モデル SiBUC による水表面温度の衛星データとの比較

京都大学大学院工学研究科 ○稲垣 智也

京都大学防災研究所 田中茂信・田中賢治

1. はじめに

近年の世界的な人口増加や産業の進展, および気候変動により, いくつかの水循環システムは, 河川水量・湖沼水量の変化や水資源の減少, 劣化, 干ばつ, 渇水等の影響が出ると懸念される. 適切な水資源管理を行うためにも, より正確な水資源量把握をすることが極めて必要である. 地表面温度は直接観測が可能でありモデルの計算結果を観測値や衛星データと容易に比較することが可能であり, かつ水熱収支解析において重要なパラメータである. 本研究では, 陸面過程モデル SiBUC¹⁾による, ミャンマーやタイを含む範囲における地表面温度と, 衛星データ MODIS の地表面温度プロダクトの比較を行い, モデル内のいくつかの入力データの改善を試みた.

2. 研究手法

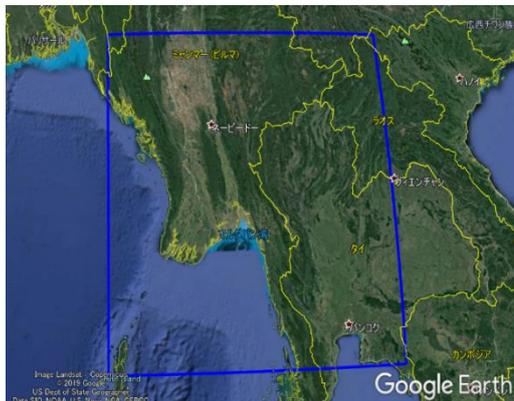


図1 研究対象エリア

本研究では, ミャンマー南部からタイ中部を含む北緯 12.5°~22.5°, 東経 92.5°~102.5°を対象とし, さらにその地域の中でも土地利用ごとにいくつかのグリッドをピックアップして詳しく分析を行った. 用いた衛星データは MODIS の MOD11C1, MYD11C1 プロダクトであり, 0.05 度メッシュでの 1:30, 10:30, 13:30, 22:30 における全球の地表面温度を観測している. 対象期間は 2015 年 1 月 1 日から 2018 年 12 月 31 日までの 4 年間とし, MODIS が観測している 1:30, 10:30, 13:30, 22:30 の地表面温度を SiBUC の解析結果と比較した. 解析に用いた気象強制力は JRA55 であり, 気温, 比湿, 風速, 気圧は 6 時間ごと, 下向き短波放射と下向き長波放射は 3 時間ごとであるため, それぞれ 1 時間ごとに時間内挿を行っている.

3. 対象エリア全体における解析結果

2015 年の 1:30, 13:30 における SiBUC と MODIS の地表面温度の RMSE の空間分布を図 2 に示す. 1:30 のような深夜では SiBUC と MODIS の誤差は比較的小さく, 一方で 13:30 には誤差が非常に大きい. 土地被覆に注目すると, 都市や水田で特に誤差が過大となっている. また最も誤差の大きい 13:30 の SiBUC と MODIS の地表面温度の差を見ると, 大きいところでは年間で 4 度以上 SiBUC が過大評価している.

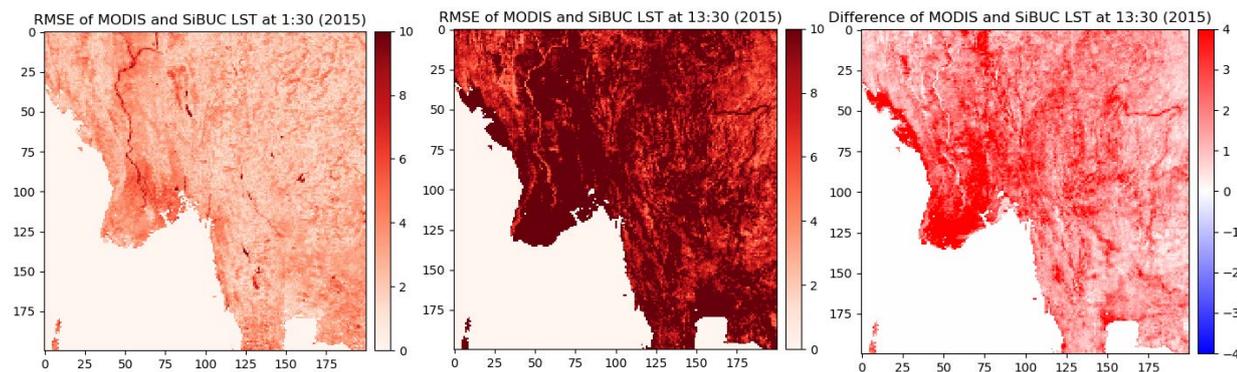


図2 1:30, 13:30 の MODIS と SiBUC の RMSE

図3 13:30 の SiBUC と MODIS の差

4. 水面における解析結果

SiBUC では地表面状態を緑地・都市・水体の 3 つのカテゴリーに分類している. 本研究では対象エリア内の様々な地表

面状態における地表面温度の比較を行っているが、都市や緑地においては様々な地表面パラメータの影響があるため、ここでは地表面パラメータの考慮の必要性が比較的小さい水体における解析結果を示す。図4は13:30のヤンゴンから北東に位置するため池におけるSiBUCとMODISの表面温度である。乾季末期である1月から4月にかけてSiBUCとMODISの値はおおよそ一致しているが、乾季の始まりにはSiBUCが表面温度を過大評価しており、4月と同程度まで上昇している。短波放射や気温の年間ピークは4月ごろに訪れ、10月から12月は4月に比べれば比較的短波放射も気温も低いいため、4月と同程度まで表面温度が上昇するとは考え難く、SiBUCによる解析結果が不正確であるといえる。

5. 解析結果の改善と考察

水面温度に関係するパラメータとして風速が挙げられる。風速が大きいほど乱流輸送が活発になり潜熱、顕熱フラックスが増加し、結果として水面温度は低下する。JRAの風速が実際と異なるために表面温度が正しく解析されていないのではないかと考えた。ヤンゴンにおける月平均風速の観測値とJRA55再解析データを表1に示す。年間を通してJRAの風速が観測値よりも小さく、特に表面温度差の大きい9月から11月にかけてJRAの風速の観測値とのずれも大きい。JRAの風速を観測値に合うよう補正して再度解析を行った結果が図5である。乾季の始まりにおける表面温度の異常上昇がやや改善されMODISの値に近づいた。風速が0.7m程度観測値よりも低い場合でも表面温度は2度近く低下しており、水表面温度やそれに伴い蒸発量を求める際に風速の入力データの精度が極めて重要であることを示している。また、水面では周囲との温度差により局地風が吹き、他の土地被覆と比べてより強い風が吹いている可能性がある。一方JRAの再解析データは元の解像度が1.25度であり、地形等による局地的な風速の影響は考慮できていない。すなわち、より正確な地表面温度解析、ひいては水収支解析のために、JRAのような広範囲の代表的な風速に局地性を加えてダウンスケールする必要があるということを示している。

表1 JRA, 観測の平均風速

Wind speed at Yangon (m/s)	JRA55	Obs. (NCDC)	ratio
Jan	1.42	1.78	1.25
Feb	1.48	1.83	1.24
Mar	1.78	2.34	1.31
Apr	2.03	2.62	1.29
May	1.98	2.05	1.04
Jun	1.91	2.60	1.36
Jul	2.33	2.53	1.09
Aug	1.74	2.33	1.34
Sep	1.61	2.26	1.40
Oct	1.17	1.82	1.56
Nov	1.13	1.90	1.68
Dec	1.40	1.75	1.25

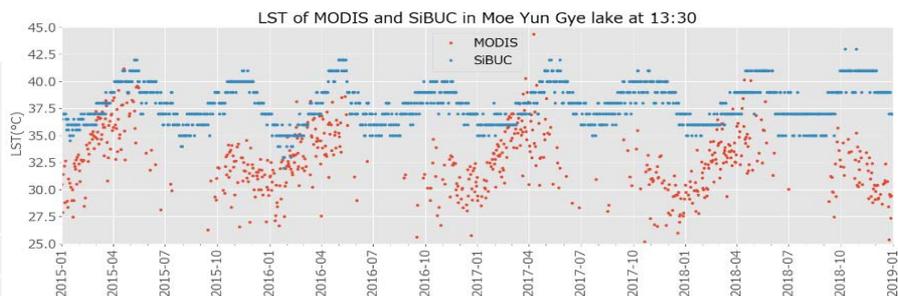


図4 13:30の水体におけるSiBUC, MODISの表面温度

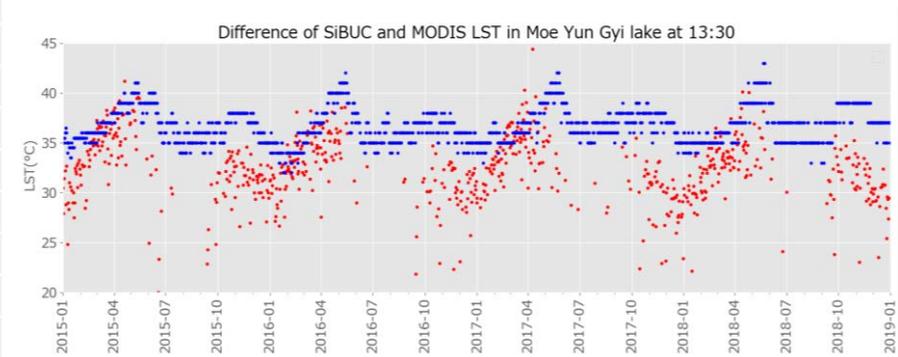


図5 風速補正後の13:30の水体におけるSiBUC, MODISの表面温度

6. おわりに

各地表面状態におけるSiBUC及びMODISの地表面温度を比較し、誤差の原因について考察を行った。どの土地被覆においても比較的SiBUCが地表面温度を過大評価しており、特に水体においては風速の入力データが局地的な風の変化を表現できていないため地表面温度が正しく解析できていないことが明らかとなった。今後はメソモデルを用いるなどして局地風についてさらなる考察を行い、風速のよりよい補正、ダウンスケール手法についても考えていきたい。

1) Kenji Tanaka : Development of the new land surface model scheme SiBUC commonly applicable to basin water management and numerical weather prediction model, doctoral dissertation, Kyoto University, 2004