

京都大学工学部	学生員	○児玉隆敏
京都大学大学院工学研究科	正員	萬 和明
京都大学大学院工学研究科	正員	Kim Sunmin
京都大学大学院工学研究科	正員	立川康人
京都大学大学院工学研究科	正員	椎葉充晴

1 序論 水の循環には、降水や蒸発散などの水の変化だけでなく、地表面の状態として、地表面温度や植生も大きく関わっている。例えば、Koster et al.¹⁾ は、中国沿岸部など広い地域で、地表面温度が降水量に大きく関与すると報告している。さらに安成²⁾ は、東南アジア・東アジアでは、植生の活性度の変化が降水量に及ぼす影響が大きいと報告している。このような地域で幅広い地表面水文情報を得ることは、降水量予測において大きな助けになりうる。

本研究では、地表面温度の時間的および空間的な変化を把握するため、衛星に搭載されたセンサから得られる地表面温度の推定値に着目する。今回使用した衛星情報は、地球観測衛星 Terra に搭載された MODIS センサを用いて観測される情報である。MODIS センサから得られる地表面温度の推定値は、2010 年現在 2001 年から 2009 年の 9 年分の蓄積があり、年ごとの特色がつかめる情報量になったといえる。そこで本研究では、衛星情報から推定される地表面温度の年々変動を年ごとに分析することを目的とする。なお、本研究での分析範囲はアジアの東部(東経 70–150°、北緯 0–50°)とする。

2 衛星情報 衛星情報から推定される地表面温度の推定値として、Terra に搭載されている MODIS センサから得られる、日単位のプロダクト MOD11C1 を使用した。MOD11C1 の中には、2001 年から 2009 年までの 9 年分の昼(南中時刻に対して 10 時 30 分付近)と夜(南中時刻に対して 22 時 30 分付近)の陸域の地表面温度のデータがあり、昼の地表面温度の推定値を使用する。

MODIS センサからの情報は、1 日のデータだけでは、雲があつたりセンサの観測領域に入っていないかたりするため、地表面の様子が観測できていないことがある。そこで、8 日を 1 期とする、1 年 46 期のコンポジットデータを作成する。その際、地上で測定した地表面温度と衛星から得られた地表面温度の推定値と

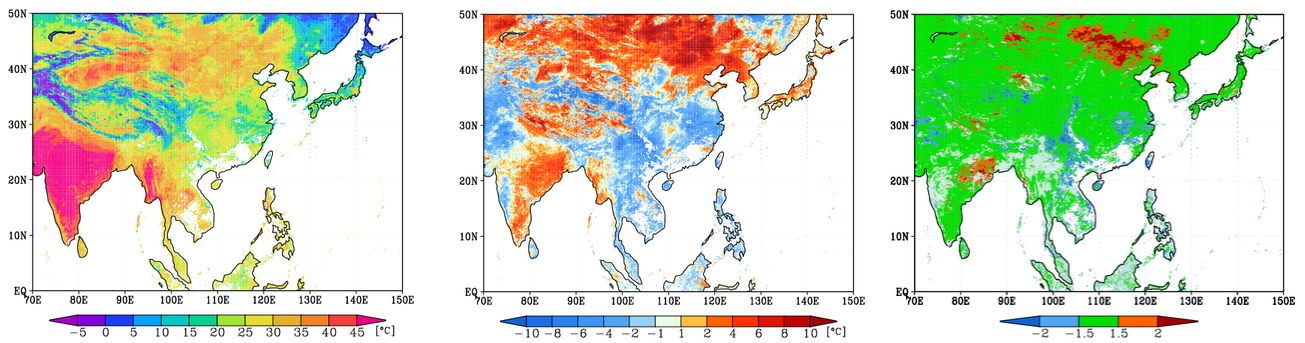
の比較や、観測角別の地表面温度の比較から、地表面温度の低い値は雲を誤って観測したり、斜めの角度から観測した信頼性の低い値であつたりする可能性が高かつたため、期間の最高値を抽出することでコンポジットデータとする。また、1 期の期間は 9 日とし、9 日目を次の期の 1 日目と重複させることで 8 日毎の記録とする。例として図 1(a) に 2009 年 12 期(3 月 30 日–4 月 7 日)における昼のコンポジットデータを示す。ただし、東南アジアやインドで雨季になる 6 月–10 月や、良質のデータと判断されない積雪地帯では、9 日間で 1 日分も値が得られない領域が広く存在する。そのため、9–20 期(3 月 6 日–6 月 10 日)を分析の対象とする。

3 年々変動の分析 年々変動とはある時期の各年ごとの変動のことである。例えば 12 期の年々変動の分析とは、2001 年から 2009 年までの 9 年分の 12 期のコンポジットデータの比較をすることである。

3.1 平均と標準偏差、標準変量 ある年、ある時期の地表面温度が、どのくらいその時期の平均からずれているか、という観点から、地表面温度が例年よりも著しく高いあるいは著しく低い領域の抽出を行う。

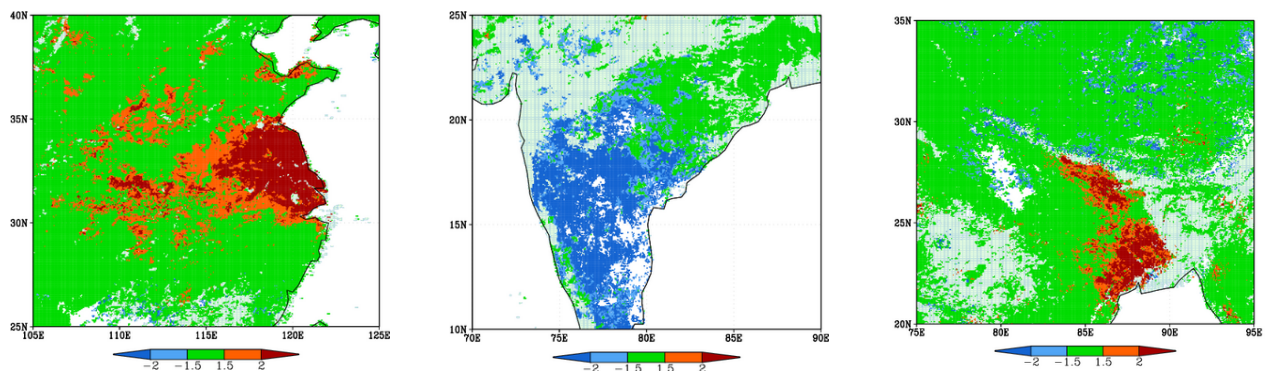
まず、各期ごとに地表面温度の平均を求め、各年の地表面温度とその期の地表面温度の平均との差を算出する。例として図 1(b) に 2009 年 12 期における昼の地表面温度と 12 期の平均との差を示す。さらに、標準変量 $s_{ij} = (T_{ij} - \bar{T}_j) / \sigma_j$ を求め、平均とのずれが著しく大きい領域を抽出する。ただし、標準変量は分母である標準偏差が小さな値になると、極端に大きな値になってしまうため、標準偏差が 2℃以上の領域に限り標準変量を指標に抽出をする。例として図 1(c) に 2009 年 12 期における昼の地表面温度の標準変量を示す。ただし、標準偏差が 2℃以下の領域は薄緑色で着色している。

3.2 抽出結果 抽出の結果、2005 年 11–13 期における上海付近(図 2(a))や、2008 年 11–12 期におけるイ



(a) 地表面温度 (コンポジットデータ)。 (b) コンポジットデータと9年分の (c) 地表面温度の標準変量。標準偏差が2℃以下の領域は薄緑色で着色している。

図1 2009年12期(3月30日-4月7日)における昼の地表面温度の各データ。



(a)2005年12期(3月30日-4月7日)における上海付近 (b)2008年11期(3月21-29日)におけるインド周辺 (c)2009年17期(5月9-17日)におけるバングラディッシュ周辺

図2 地表面温度の標準変量の絶対値が高い領域が広く抽出できる領域での標準変量。標準偏差が2℃以下の領域は薄緑色で着色している。

インド周辺(図2(b))、2009年13-17期におけるバングラディッシュ周辺(図2(c))など、複数個所において、標準変量の絶対値が2を超える、平年に比べて異常な地表面温度を記録した領域が抽出できる。

2005年の上海付近の地表面温度は平年と比べ11期では著しく低いのにに対して、12期(図2(a))、13期では逆に著しく高い。2008年のインド周辺の地表面温度は11期(図2(b))、12期に広い領域で平年よりも著しく低い。2009年のバングラディッシュ周辺の地表面温度は13期から17期(図2(c))まで、平年よりも著しく高い。

4 最後に 本研究では、衛星情報から推定される地表面温度の推定値を用いて8日毎のコンポジットデータを作成し、年々変動の分析を行った。標準変量を指標に例年と比べて異常な地表面温度を記録している領域を抽出したところ、2005年の上海付近と2009年の

バングラディッシュ周辺に例年に比べて著しく高い地表面温度を記録している領域を広く抽出でき、2008年のインド周辺に例年に比べて著しく低い地表面温度を記録している領域を広く抽出できた。

特に本研究で地表面温度の変動が大きかったと分析された上海とインド、バングラディッシュは、ともに Koster et al.¹⁾ が降水量に地表面温度が深くかかわっている場所として挙げた領域である。本研究は、地表面温度と異常気象との関連は分析していないが、今後の進展に期待をしたい。

参考文献

- 1) Koster, R. D. et al.: GLACE: The Global land-atmosphere coupling experiment. part I: overview, *J. Hydrol.*, Vol.7, pp.590-610, 2006.
- 2) 安成哲三: 地域・大陸スケールでの植生・機構相互作用, 天気, 54巻, 11号, pp.929-932, 2007.