

令和元年6月21日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K05291

研究課題名(和文) 日平均および気候平均気温グリッドデータに対する高地観測データ入力的重要性の評価

研究課題名(英文) Evaluation of increase of observation input over highland Asia on the grid analysis of daily mean and climatological mean surface air temperature

研究代表者

安富 奈津子 (Yasutomi, Natsuko)

京都大学・防災研究所・特定研究員

研究者番号：20548218

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：アジア各国の地上観測データを、現地気象研究者・観測担当官署技術者との交流活動により多く収集することができた。そのデータを用いてモンスーンアジア域(60E-155E, 15S-55N)の0.25度/0.5度日平均気温グリッドデータ(1961-2015年)と0.05度の日平均気温気候平均グリッドデータを作成・公開した。

インド・パキスタン・ブータンなど高地でのデータ増の効果が非常に大きく、ヒマラヤ・チベットの高標高域での地上気温の年々変動を調べたところ、変動は他のデータセットと非常によく一致しており、年間の上昇トレンドが10年で+0.2度であった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ヒマラヤ・チベットなどの高地の地上気温は、氷河などこの地域の水資源管理モデルや気候変動モデルの入力値や検証データとして大きな利用価値がある。この領域の日平均気温データセットはほかにないもので、データ入力数が増加し期間延長したことで、近年の気候変動解析が精度よく実現することとなった。1961年から65年間の日平均気温の解析では、10年間で0.2度の上昇トレンドがあった。観測に基づく他のデータセットと比較して、約1～1.5本データセットのほうが高くなっており、この領域の気候変動解析の結果に大きな影響をもたらすことが予想される。

研究成果の概要(英文)：Gauge-based daily mean gridded temperature data for monsoon Asia, AphroTemp V1808 is published for the period of 1961-2015. A climatological daily mean temperature product AphroClim V1808, is also developed. AphroTemp V1808 is a 0.25/0.50 degree daily gridded product, and AphroClim V1808 is a 0.05 degree product.

Observation records from about 1000 stations through the analysis period are added to the new products. In addition, a topographical effect (TPE) scheme is introduced to the interpolation algorithm for the purpose of improving temperature estimates in steep mountain environments. Increased observation inputs in highland Asia along with this TPE scheme improves the representation of daily and climatological mean surface air temperature in comparison with existing surface temperature products. Significant increasing trend in annual mean surface air temperature in HLA is revealed by AphroTemp, consistent with trends in cognate products.

研究分野：気象・気候学

キーワード：気候平均気温 山岳気候 グリッドデータ

1. 研究開始当初の背景

(1) 気候変動におけるヒマラヤ、チベットの重要性

ヒマラヤ、チベットは急峻な地形が亜熱帯に分布するため、ローカルな大気循環場に大きな影響を及ぼしている。とくにアジアモンスーンのオンセットへ果たす役割が大きい(Ueda and Yasunari, 1998 など)。また、ヒマラヤ・チベット、天山山脈などアジアの高地では温暖化が進み、積雪量が減少し氷河が後退しているため、水資源管理や洪水調節の面で人々に大きな影響を与えている。

この領域での気象観測は GEWEX Asian Monsoon Experiment(GAME; Yasunari Ed., 2001), The Monsoon Himalayan Precipitation Experiment (MOHPREX; Barros and Lang, 2003)などで重点的に行われている。しかし、これらの観測データは短期間で断片的であるために、長期間の気候変動解析には十分に活用されてきたとはいえない。

(2) 高解像度グリッドデータの重要性

近年は局所的、短時間に大きな影響をもたらす豪雨、熱波、寒波などの極端現象が世界各地で頻発している。極端現象を解像しその長期変化傾向を知るためには時間、空間方向にともに高解像度のデータセットが必要不可欠である。高解像度の降水量・気温グリッドデータは、気候変動解析のみならず、農作物収量予測、水資源管理などさまざまなモデルへの入力へと活用されている。収量予測や水資源管理には、空間解像度とともに、時間方向にも細かい分解能を持っているデータがモデル入力として適している。日々の変化が作物の生育モデルやダム貯水量管理のシミュレーションに重要な要素となるからである。研究代表者は、モンスーンアジア域について、「アジアの水資源のための高解像度日降水量グリッドデータセットの作成」プロジェクト(APHRODITE、Yatagai et al., 2012)の活動成果の一端として日平均気温データ(AphroTemp_V1204R1)作成し、公開している(Yasutomi et al., 2011)。アジアモンスーン域の日平均気温データセット他にはないため、世界各国のユーザが研究活動に利用しているが、2007年以降のデータ更新がなく、期間延長を希望する声が多く届いていた。

2. 研究の目的

AphroTemp_V1204R1 を用いた解析によって、アジアモンスーン域において気温グリッドデータを作成するときに、ヒマラヤ・チベットなど高地の気象観測データを新たに入力することによって、その場所の平均気温が上昇する可能性があることが分かった。本研究では、高地の観測データ数の増加が気温の気候平均場へ与えるインパクトを、他のデータセットと比較することで評価する。また入力する観測地点の地勢・標高によって気候値の変化量がどの程度異なるかを解析することで気象観測地点の効率的な配置について考察する。さらに、高地の観測を入力した気候平均値を作成・公開する。

3. 研究の方法

アジア諸国の気象官署の技術者・研究者から気象観測データの提供を受けた。また、アメリカ環境情報研究所等で収集・公開している世界の観測データなどもダウンロードし、開始前に公開していたプロダクト(AphroTemp_V1207R1)と比較して、1000地点を超す地点観測データを収集する。これらのデータのエラーチェックを行い、まずは1981年から2010年のデータから気候値を作成し、0.05度日平均気温気候平均データを作成する。そのデータを新たな気候値として0.50度・0.25度格子解像度の日平均気温グリッド(1961-2015)を作成する。データの範囲は、ヒマラヤ・チベット域、日本、インドネシアを含むモンスーンアジア(60E-155E; 15S-55N)である。

高標高域の入力データの変化によってどの程度地上気温が変化するかを調べる。観測のない場所でのグリッド値の表現を確認し、必要があれば内挿計算手法を改良する。また、長期変化を解析し、既存の地上平均気温データセット(CRU_TS および Delaware 大学地上気温データ(以下 UDel)、ただしいずれも月平均)とその変動と絶対値の違いを比較検証する。

4. 研究成果

(1) データ収集活動

本研究と関連研究活動「極端現象解析のための APHRODITE アルゴリズム改良」では、2016年～2017年にアジア諸国の技術者・研究者を招へい、あるいは現地を訪問して(2017年・ネパール)技術協力とグリッドプロダクトの提供、観測データの供与を受け

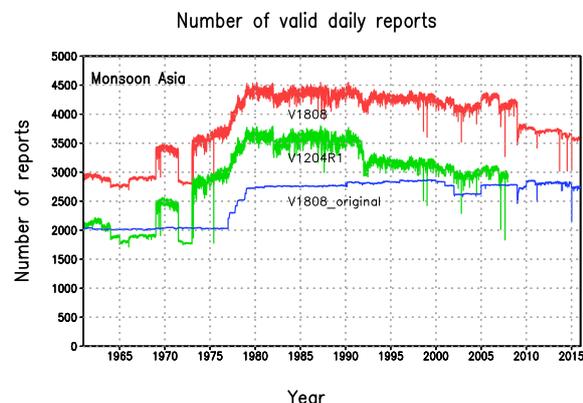


図1: AphroTemp の解析に使用した有効な観測数の変遷。赤: V1808、青: V1808 に使用した独自入手データ、緑: V1204R1。

た。ネパール、ブータン、インド、ミャンマー、パキスタン、タイなどの国から 2007 年以降の更新分あるいは新たに 1961 年からの観測データを入手した。

図 1 に新旧プロダクトの有効データ数の変遷を示した。青線で示した V1808 original が、各国の気象水文機関から提供を受けた独自入手データである(本研究開始前の入手分も含む)。V1204R1 は旧公開データ、V1808 は本研究によって作成したプロダクトである。

図 2 に 1 例として 2000 年の入力地点分布を示した。青は、アメリカ環境情報センターでとりまとめ、品質管理の上公開しているデータセットで、気象予報に使う速報データを集める全球気象観測システム(GTS)を含んでいる Global Historical Climate Network(GHCN)の観測地点を示している。緑は GAME や海洋開発機構(JAMSTEC)などで研究活動として収集し公開している観測データセットである。赤が本研究と関連して独自収集した観測地点で、旧プロダクト(図 2(a))と比較して新プロダクトでは南アジアを中心に高標高域のデータが大きく増加した。観測に基づいた地上気温データセットとしてよく利用されている CRU_TS(Mitchel and Jones, 2005)、UDel(Willmott and Robeson, 1995)では、GHCN を主に使用しているため、AphroTemp はそれに比較しても特に高標高域での観測データの入力数が多いことがわかる。

(2) アルゴリズムの改良

グリッドデータの計算にあたっては、まず観測値と気候値との差を距離重み付き内挿し、気候値を足す。以前のアルゴリズムでは地形による影響を気候値との差で排除していることを前提としていた。また、気温の影響半径は降水と比較して広いが、急峻な地形が広がる場所では影響半径が小さくなる。そこで、観測地点とグリッド地点の間に高低差が大きいとき(200m 以上)、あるいは尾根を挟むときには、観測値の距離重みを小さくする地形効果を導入した。図 3 にインド北部のジャンムー・カシ米尔地方を含む高標高域の気温プロファイルを示した。地形効果によって、とくに急峻な地形の場所で、地形効果によって内挿値が最大で約 5 度下方修正されていることがわかる。このアルゴリズム改良によって作成される新たな日平均気温データを、AphroTemp_V1808 と名付ける。

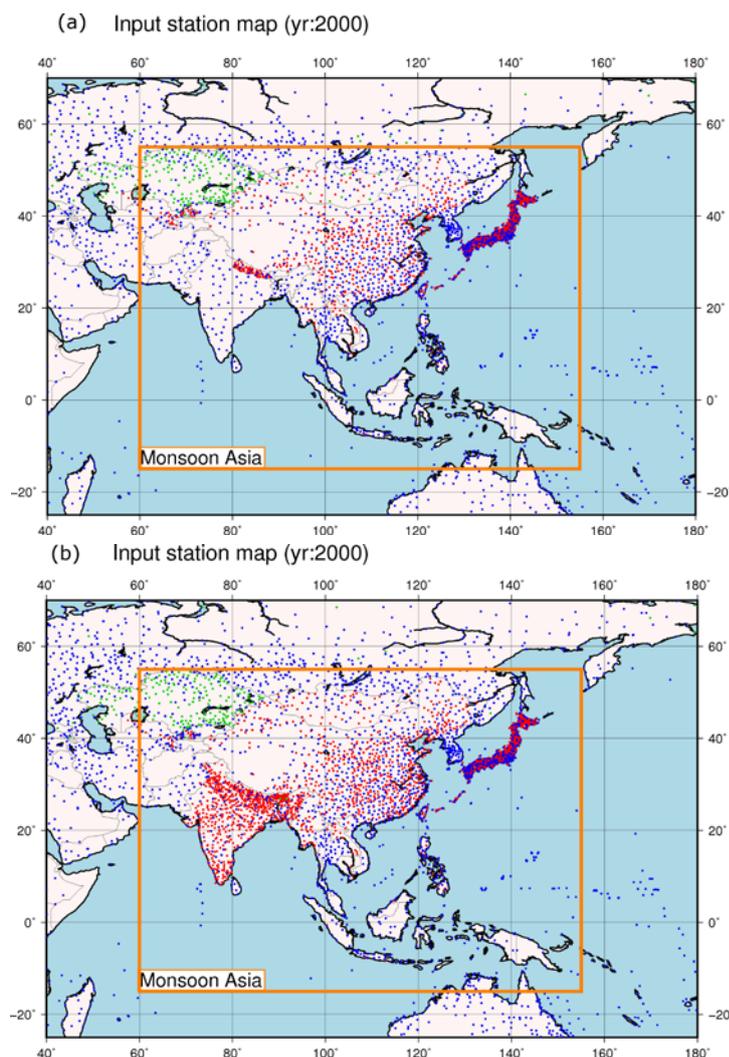


図 2 : AphroTemp の 2000 年の入力地点分布。(a) V1204R1 (b) V1808。赤が独自入手データ、青は GTS データ、緑は GTS 以外のインターネット入手データ。

(3) 日気候平均気温データの作成と公開

日平均気温グリッドデータの作成にあたっては、観測値と日気候平均との差を内挿計算する。そのため、気候平均の精度は特に観測値のない場所でのグリッド値の精度に影響する。本研究では、特に高地で多くの観測データを入手したので、その入力増の気候値への影響を評価した。旧プロダクト AphroTemp_V1204R1 では、WorldClim(Hijmans et al., 2005)を気候値として利用した。WorldClimは、GHCN など、公開データの月平均観測データをもとに作成した、高解像度(30arcsec)の気候平均データセットである。AphroTemp_V1204R1 は月平均データであるWorldClimを空間方向には0.05度に変換し、時間方向に線形内挿して気候平均としている。本研究では、まず日平均気候平均気温計算のもととなるグリッドデータを旧プロダクトと同じ気候値を用いて1981年から2010年の30年計算した。その後30年の各暦日について平均を計算し、9日移動平均を求めて日平均気温の気候平均とした。このようにして求めた新しい気候値を、AphroClimと名付けて公開している。図4はAphroClimとWorldClimとの差を示している。沿岸～平野部では大きな差がないが、ヒマラヤ・チベット高地、パミル、天山山脈と標高の高い場所でAphroClimが正偏差を示している。1月については、中央アジアやロシア南部でも差が大きい。

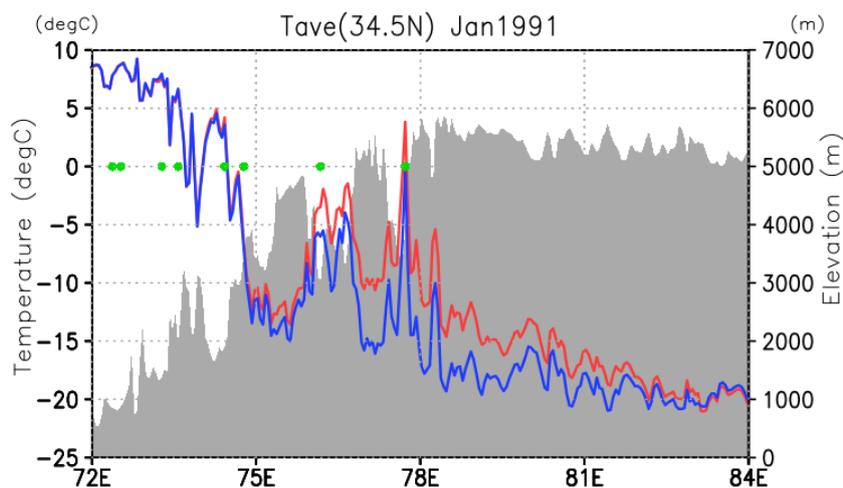


図3. 1991年1月平均の34.5Nの気温断面(左軸、単位は℃)。赤は地形効果なし、青は地形効果有。緑点は、34-35Nの間にある観測地点を示す。灰色の影は34.5Nの標高分布(右軸、単位はm)。

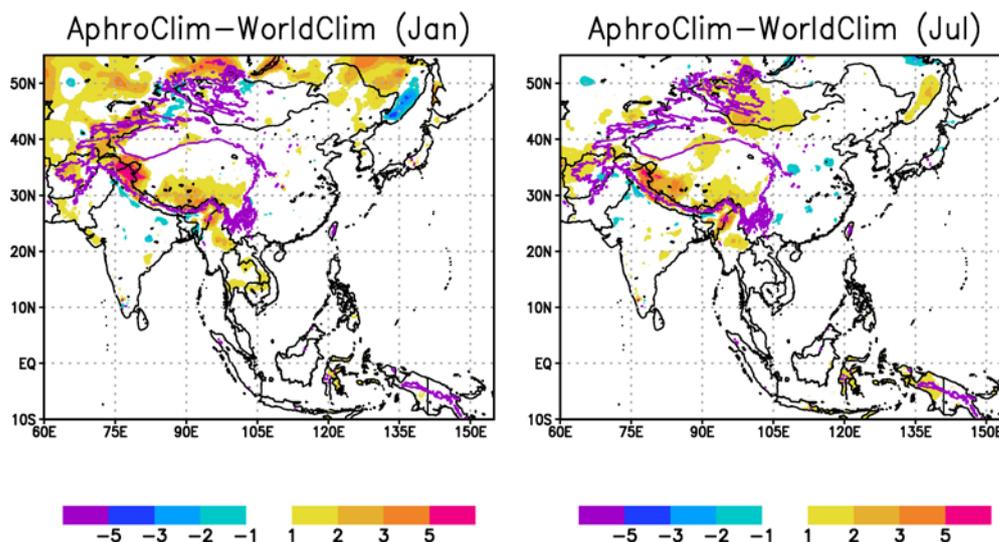


図4. AphroClimとWorldClimの差。右)1月、左)7月の平均値。単位は℃。紫の等高線は2000mの標高を示す。

(4) ヒマラヤ域の気候変化

図5にヒマラヤ・チベット域を含む(73E-96E; 26N-35N)の領域の各データセットの年平均気温変動を示した。年平均気温の絶対値は、AphroTemp_V1808は他のデータセットCRU_TS4.01、UDel4.01と比較してそれぞれ約1度、約1.5度上昇している。1963年からの10年についてAphroTemp_V1204R1は平均気温が小さくなっているが、これはこの期間の主にインドの当該領域のデータが非常に少ないことと対応しており、高地での入力データ増が平均気温の上昇に貢献していることがわかる。長期変化傾向は、1961年から2015年の10年あたりの気温上昇率はAphroTemp_V1808が0.201°C、CRU_TS4.01が0.213°CでUDel4.01は0.205°C(1961-2014年)と、3つのデータセットでほぼ結果が一致した。

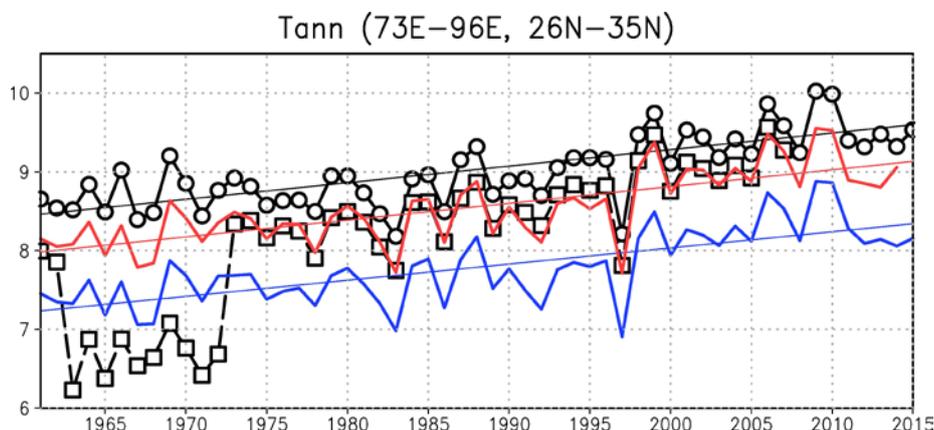


図5 ヒマラヤ・チベット域を含む(73E-96E; 26N-35N)の領域の年平均気温変動。黒実線に円はAphroTempV1808、破線に正方形はAphroTempV1204R1、赤線はUDel4.01、青線はCRU_TS4.01を示している。細実線はそれぞれのデータの線形回帰直線(ただしAphroTempV1204R1については示さない)。気温の単位は°C。

<引用文献>

- ① Hijmans, R. J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones, A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25, 1965-1978.
- ② Mitchell, T. D. P. D. Jones. 2005. An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids. *International Journal of Climatology*, 25, 693-712.
- ③ Ueda, H. and T. Yasunari, 1998. Role of warming over the Tibetan Plateau in early onset of the summer monsoon over the Bay of Bengal and the South China Sea. *J. Meteor. Soc. Japan*, 76, 1-12.
- ④ Willmott, C. J., S. M. Robeson. 1995. Climatologically aided interpolation (CAI) of terrestrial air temperature. *International Journal of Climatology*, 15, 221-229.
- ⑤ Yasutomi, N., A. Hamada, A. Yatagai. 2011. Development of long-term daily gridded temperature dataset and its application to rain/snow judgment of daily precipitation, *Global Environmental Research*, 15, 165-172.
- ⑥ Yatagai, A., A. Kitoh, K. Kamiguchi, O. Arakawa, N. Yasutomi, A. Hamada. 2012. APHRODITE: Constructing a Long-term Daily Gridded Precipitation Dataset for Asia Based on a Dense Network of Rain Gauges. *Bulletin of American Meteorological Society*, 93, 1401-1415, DOI:10.1175/BAMS-D-11-00122.1

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 7 件)

- ① Natsuko Yasutomi, Effects of surface observation input in highland Asia on gridded analysis of daily mean temperature and its climatology, American Geophysical Union Fall Meeting 2018, Washington DC, USA (2018)
- ② 安富奈津子, 地上観測に基づく日平均気温グリッドデータ AphroTemp の気候気温平均場 AphroClim の概要、水文水資源学会 2018 年大会、三重大学 (2018)
- ③ Natsuko Yasutomi, Estimated changes in climatological mean temperature in highland region of South Asia by increasing observational data input, Japan Geoscience Union,

Annual meeting 2018, Chiba (2018)

- ④ 安富奈津子、雨量計観測データがアジアの高地の気候平均場の再現性に及ぼす影響、平成29年度京都大学防災研究所研究発表講演会 (2018)
- ⑤ 安富奈津子、観測データに基づく気候気温平均場、日本気象学会 2016 年秋季大会、名古屋大学 (2016)
- ⑥ 安富奈津子、地上気温気候平均場における高地観測データ入力の影響評価、日本気象学会 2015 年秋季大会、京都市 (2015)
- ⑦ Natsuko Yasutomi, Estimated changes in climatological mean temperature in highland regions of South Asia by increasing observation data input, 12th Annual meeting of Asia Oceania Geoscience Society, Singapore (2015)

[その他]

ホームページ等

<http://www.chikyu.ac.jp/precip> 本研究と APHRODITE プロジェクトの紹介

<http://aphrodite.st.hirosaki-u.ac.jp/japanese/products.html>

AphroTemp_V1808 と AphroClim_V1808 の公開ページ (ユーザ登録が必要)

6. 研究組織

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。