

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年6月24日現在

機関番号：82109

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2010～2012

課題番号：22310016

研究課題名（和文） チベット高原における地表面の熱・水収支の長期変動とそれに気温上昇が及ぼす影響

研究課題名（英文） Long-term variation in surface heat and water exchange in the Tibetan Plateau and its effects on temperature increases

研究代表者

萩野谷 成徳 (HAGINOYA SHIGENORI)

気象庁気象研究所・物理気象研究部・主任研究官

研究者番号：40150255

研究成果の概要（和文）：

本研究ではチベット高原地域における湖沼を含む地表面の熱・水収支が最近30年間の気温上昇に伴いどのように変化しているのかを気象台データのほか、衛星データと再解析データを用いて地表面の熱・水収支の評価を行い定量的に明らかにした。その際、気象台の気象データを観測環境の変化の影響を考慮して再評価することで、チベット高原上の気温上昇の実態を正確に把握すると共に、土壌面や積雪面以外に湖沼も含む地表面の熱・水収支の新たな評価手法を開発・利用した。

研究成果の概要（英文）：

In this study, we present a quantitative evaluation of the changes in the heat and water budgets of the Tibetan Plateau induced by the increase in atmospheric temperature over the last several decades. First, climate data obtained from meteorological observatories was re-evaluated by considering the influence of changes in the local observed environment. As a result, we obtained the actual increase in atmospheric temperature over the Tibetan Plateau. Next, we developed a new method for evaluating the heat and water budgets of the earth's surface, including lakes and marshes as well as soil and snow cover. Finally, using satellite data and the reanalysis and meteorological observatory data, we evaluated the heat and water budgets of the Plateau and elucidated trends in their long-term changes induced by the increase in atmospheric temperature.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	6,700,000	2,010,000	8,710,000
2011年度	4,300,000	1,290,000	5,590,000
2012年度	3,300,000	990,000	4,290,000
総計	14,300,000	4,290,000	18,590,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境動態解析

キーワード：地球温暖化・大気-地表面間の熱水交換過程・放射観測・湖面積拡大・土壌水分・再解析データ・気候湿潤度・長期変動

## 1. 研究開始当初の背景

チベット高原は、陸面と大気との相互作用を通して水蒸気や熱を大気へ供給すること

で、アジアモンスーン地域の気候の形成と維持に大きな役割を担い、全球的な大気循環にも影響を与えている。また、チベット高原は

凍土や氷河の形で多くの水が貯留されており、内陸の乾燥地帯では水源として利用され、揚子江や黄河、メコン河などのアジアに流れる多くの大河川の源流にもなっている。そのため、チベット高原は、アジアモンスーン地域の水資源有効利用や水災害軽減を考える上でも重要な地域である。

ところが、そのチベット高原において、最近 30 年間で気温が大きく上昇していることが指摘されている(Liu and Chen, 2000: Int. J. Climatol., 20, 1729-1742.)。地球温暖化による急激な気温の上昇は、同地域における大気-地表面間の熱・水交換量の収支(地表面の熱・水収支)を変化させ、周辺地域の気候循環や水資源に大きな影響をもたらす恐れがある。しかしながら、これまでチベット高原における地表面の熱・水収支を長期的に評価した研究例はなく、その詳細は不明であった。

我々のグループでは、当該地域における地表面の熱・水収支を長期間にわたって評価するために、既存の気象観測所(気象台)の気象データを用いた解析手法を開発し(Xu et al., 2005: J. Meteor. Soc. Japan, 83, 577-593.)、そのための準備を進めてきた。その過程で、新たに 2 つの問題点を解決する必要があることが明らかになった。

その 1 つは、解析手法に関する問題である。従来の研究では、土壌面(積雪も考慮)のみを対象とした解析を基に議論が行われてきた。しかしチベット高原上には湖沼が多数存在するため、地表面の熱・水収支を議論する上で、その影響は無視できない。最近の我々の研究により、湖面と土壌面の熱・水収支特性が、季節変化パターンを含めて全く異なることが示された(Haginoya et al., 2009: SOLA, 5, 172-175.; Xu, et al., 2009: Hydrological Research Letters, 3, 1-5.)。

2 つめは、気象台における観測環境の長期的な変化に関する問題である。気象台の周辺で地物が建て込んでくると、日だまり効果(近藤, 2008, <http://www.asahi-net.or.jp/~rk7j-kndu/kenkyu/ke40.html>)によって、郊外に比べて気温が高めに観測される。我々の研究においても、観測所周囲の土地利用の変化による局所的な気温上昇が、中国の気象台における長期の気温変化を考える上で無視できないことが示された(石郷岡ら, 2009: 農業環境工学関連学会 2009 年合同大会講演要旨集 (CD-ROM))。

以上のように、今後のアジアモンスーン地域の気候変動や水資源の変化を考える上では、地表面の熱・水収支の長期変化を正確に把握する必要があり、そのためには、湖沼の影響を含む様々な陸面を考慮した解析手法により、十分に精査した気象台データを用いて評価することが不可欠である。

## 2. 研究の目的

チベット高原の地表面の熱・水収支はアジアモンスーン地域の熱・水循環と水資源に大きな影響を及ぼしている。本研究では同地域における地表面の熱・水収支が最近 30 年間の気温上昇に伴いどのように変化しているのかを定量的に明らかにする。はじめに、気象台の気象データ(気象台データ)を観測環境の変化の影響を考慮して再評価し、気温上昇の実態を正確に把握する。次に、土壌面、積雪面以外に、湖沼も含む地表面の熱・水収支の新たな評価手法を開発する。最後に気象台データのほか、衛星データと気候モデル出力(再解析データ)を用いて、高原における地表面の熱・水収支の評価を行い、気温上昇に伴うその長期変化の特徴を明らかにする。

## 3. 研究の方法

### (1)気象台データを使用した気象要素の長期変動解析

チベット高原上の気象観測所(気象台)の最近 50 年程度の気象データを用いて、気温やその他の気象要素(湿度、降水量、日射量など)の長期変動を地域・季節特性も含めて定量的に評価する。その際、地形や建物の状況、地上風速と上空の風速との関係などを考慮して、観測所周囲の局所的な土地利用の変化が、気温データなどに及ぼす影響をできる限り補正する。また観測所の移転などの情報も参考にする。なお、チベット高原上には 90 地点余りの常設の気象台があるが、可能な限り多くの地点の情報と気象台データを収集する。

### (2)湖沼を考慮した地表面の熱・水収支の評価手法の開発

#### (2-1)気象台データを用いた評価手法の開発と詳細観測地点データと衛星データを用いた検証

地表面(土壌面)を対象とした評価手法の開発: 気象台データを用いて大気と地表面(土壌面)との間の熱・水収支を評価する手法を開発する。これまで適用してきた多層土壌モデル(Xu et al., 2005: 既出)を現地の観測結果に基づいて改良し、チベット高原全体に適用する。ここで開発した手法は、乾燥域(西チベットのガイゼ)や半湿潤域(中央チベットのナチュ)などの詳細観測地点データを用いて検証する。

地表面(湖面)を対象とした評価手法の開発: チベット高原中央部最大の湖であるナム湖を対象に、現地観測データを用いて大気と湖面との間の熱・水収支を評価する手法を開発する。現地観測データには、近隣の気象台の気象データのほか、中国科学院が実施している詳細観測のデータ(日射量、大気放射量、湖面温度、凍結深など)を利用する。具体的には、はじめに混合層を考慮した湖面の熱・水収支

モデルを構築し、気象データを用いてナム湖の熱収支・水収支を計算する。次に、その計算結果を衛星の表面温度ならびに詳細観測のデータを用いて検証する。湖面熱収支モデルには冬季の凍結過程を組み込む必要があり、その計算結果については衛星観測データで検証する。

機器校正：ナム湖での精密な観測データは湖面の熱・水収支モデルの開発・改良に不可欠である。しかし、ナム湖の詳細観測の放射データ(日射量と大気放射量)を調べたところ、非現実的な測定値が頻繁に見出された(Haginoya et al., 2009: 既出)。それらの測定値は機器の校正が不十分なために発生している可能性が高い。そこで、データの品質を一定に保つため、現地観測で使用している放射計(上下短波放射計と上下長波放射計)の校正実験を実施する。校正実験は中国科学院の研究協力者に依頼する。

#### (2-2)再解析データを利用した面的な評価手法の開発と衛星データによる高度化

チベット高原上には90地点余りの常設の気象台があるが、広大なチベット高原の地表面の熱・水収支を面的に評価するには不十分である。そこで、(2-1)で開発した土壌面と湖面における評価手法を統合・改良し、気象庁より得られる再解析データ(気候解析を目的とした気象要素の長期再解析データ、JRA-25およびJCDAS(<http://jra.kishou.go.jp/>))、水平格子間隔約110km、期間:1979年-現在)を利用した面的な評価手法の開発を行う。

さらに、衛星データを活用して、モデルパラメータの最適値の決定(土壌種類、湖の混合層の厚さ、湖の最大凍結深など)や初期値の検討(湖の面積など)、空間分解能向上などの高度化を図る。

#### (3)地表面の熱・水収支の長期変動の定量的評価

(3-1)気象台データを用いた地点ごとの評価  
長期的な気温やその他の気象要素の変動が、チベット高原上における地表面の熱・水収支に与える影響を地点ごとに評価する。具体的には1で収集したデータと2.(1)で開発した手法を用いて、気象台の各地点において以下のa)とb)の項目について調べる。

a)地表面の熱・水収支長期変動の地域・季節ごとの特徴

b)地表面の熱・水収支の変化がチベット高原上の土壌水分並びに氷河や湖の面積に及ぼす影響

a)によって得られた熱収支・水収支の長期解析結果を、年々の気候変動や地球温暖化との関連で整理する。またb)に関連してナム湖流域を対象に解析を行い、熱・水収支の変化がナム湖の面積変動に与える影響について検討する。

#### (3-2)再解析データを利用した面的な評価と評価結果の検証

チベット高原上における地表面の熱・水収支の長期変動の地域・季節ごとの特徴を正しく理解するためには、90余地点の地点観測データを用いた解析のみでは不十分である。そこでa)とb)の高原全域での広域的な特徴について、(2-2)で開発した再解析データを利用した手法を用いて調べる。ここで得られた結果を検証するために、地点ごとの地表面の熱・水収支の評価結果(3-1)を利用する。また土壌水分、地表面温度、湖の凍結面積などを対象にした衛星データによる検証、ならびに河川流量データを用いた検証も実施する。

(3-1)~(3-2)において得られた地表面の熱・水収支の長期変動に関する特徴を、(1)で得られた気象要素の長期変動に関する特徴と比較/検討することによって、気温やその他の気象要素の長期変動が、チベット高原上における地表面の熱・水収支に与えている影響について評価する。

#### 4. 研究成果

##### (1)気象台データを使用した気象要素の長期変動解析、地表面の熱・水収支の評価手法の開発および長期変動の定量的評価

チベット高原上の気象台(チベット自治区、青海省、四川省および雲南省)72箇所の最近50年程度の気象データを用いて、気温やその他の気象要素(湿度、降水量、日射量など)の線形トレンドを観測環境の変化の影響を考慮して評価した。このうちチベット自治区の気象台データ(38箇所)は日々のデータの精査も実施した。

長期的な気温やその他の気象要素の変動が、チベット高原上における地表面の熱・水収支に与える影響を評価するために、これまで筆者らが用いていた多層土壌モデルを現地の観測結果に基づいて改良した(学会1、引用番号は5。主な発表論文等の文献番号に対応)。更にチベット高原上の気象台の観測データを用いて、熱収支計算を実施した。その際、日射量の地形補正と日平均相対湿度から日平均水蒸気圧を求める補正を行った。ここで改良した手法は、乾燥域(西チベットのガイゼ)や半湿潤域(中央チベットのナチュ)などの詳細観測地点データを用いて検証した。更にナム湖に近いバンゴイ気象台周辺で得られた衛星搭載のマイクロ波放射計(AMSR-E)による土壌水分データ(2002年~2007年)(学会5)を用いて計算結果を検証し、月平均値の季節変動が良く対応していることを確認した。

チベット自治区内で代表的な気候条件の地点を抽出し1950年代から2005年までの長期の熱・水収支を評価した。青蔵公路沿いの南北ライン(ラサ~ナチュ~アムド)と湿潤

域から乾燥域の東西ライン（ニンチ～ラサ～バンゴイ～シーチョワンホー）である。個別の要素のトレンドを見ると、気温上昇、湿度増加、降水量増加(Pr)、日照時間減少、全天日射量減少、下向き長波放射量増加、土壌水分増加、顕熱減少、潜熱(IE)増加、正味放射量減少、ポテンシャル蒸発量(Ep)減少、気候湿潤度(Wetness Index、WI=Pr/Ep)増加、無次元蒸発量(E/Ep)増加であった。これらの結果からチベット高原は温暖化と湿潤化のトレンドであることがわかる。

気温上昇傾向を細かく見ると、上昇率の高い順に日最低気温の年平均値、日平均気温の年平均値そして日最高気温の年平均値である。これから日較差は小さくなる傾向である。気候湿潤度と無次元蒸発量の増加率を比較すると気候湿潤度の方が大きく、降水量と蒸発量の差である流出量(Pr-E)が増加傾向であることを示唆している。

ナム湖は1950年から2009年の間に93km<sup>2</sup>（ナム湖全体の4.8%相当）の面積が増加し、それと共に水位の上昇も確認されている。シーリン湖はかつてはナム湖に次いで2番目の広さの湖であったが急激な面積増加により2009年の調査ではナム湖の面積を超えた。熱・水収支から得られた流出量の増加は高原上の湖（ナム湖やシーリン湖）の面積が1950年代から拡大傾向であることと整合している(学会8)。一方、氷河の熱・水収支解析から、地表面のエネルギー収支に対しては放射の影響が支配的、質量収支は降水量の変動にもっとも敏感であることがわかった(論文1)。温暖化に伴いチベット域の氷河の減少が報告されていることも踏まえこれらの知見は湖面積拡大が降水量の増加に氷河の融解が重なったものであることを示唆している。

## (2)湖面の熱収支評価

チベット高原中央部最大の湖であるナム湖（東西70km、南北40km、面積約2000km<sup>2</sup>）を対象に、混合層を考慮し冬季の凍結過程を組み込んだ大気と湖面との間の1次元熱・水収支を評価する手法を開発した。本手法に現地の観測データ（中国科学院ナム湖多層圏総合観測研究拠点：N）および最寄のバンゴイ気象台のデータを用いて湖面熱収支を計算した。なお、冬季凍結時の湖面アルベドは極軌道衛星TERRA/AQUAに搭載されたMODISセンサの観測値（8日間合成値、空間分解能500m）を活用した。結果の検証には同じくMODISで観測した表面温度（空間分解能1km）を用いた。極軌道衛星の表面温度は1日4回の観測データしかないが、湖面温度の日較差は1～2℃程度であり陸面温度の20～30℃に比べて格段に小さいので4回平均値を日平均値とみなすことができる。

放射精密観測(学会7)：熱・水収支モデル

の開発・改良には精密な観測データが欠かせない。特に入力エネルギーを与える放射データ(全天日射量と大気放射量)は重要な要素である。そこで本研究においては2010年9月から2013年3月まで現地で放射の精密観測を実施し(2010年12月10日～2011年7月19日欠測)、チベット高原上において精密な放射データセットを作成した。解析の結果、従来の快晴時の大気放射量の実験式が大気中の水蒸気量が極域並みに少ない地域でも有効であることを確認すると共に、日平均の大気放射量を推定する実験式で実用上10分～1時間程度の放射量の推定が可能であることを確認した。雲のある時の大気放射量の実験式では雲量の効果を表すパラメータを用いている。ナム湖では日平均データを用いて求めた雲量の効果を表すパラメータが日本などで得られている関係に比べて過小評価傾向であった。その結果、雲のある場合の日平均大気放射量の計算値が過小評価傾向になった。雲量の効果を表すパラメータを従来の関係よりも過大傾向に修正すると観測値とよく一致した。

湖畔観測(学会3)：ナム湖の熱収支推定精度向上のために湖岸から14m 棧橋を伸ばし気象要素（風向、風速、気温、湿度、気圧、降水量および水温）の観測を2011年10月から2013年3月まで実施した（風向・風速は2012年1月30日～2012年6月22日欠測）。湖畔データと1.5km内陸に位置する観測研究拠点Nのデータの差違（2地点間の風速差や気温差・湿度差）が明らかになり、熱収支計算の精度が向上した。風速は地表面粗度の小さい湖畔の方が強く、気温は湖畔の方が湖面温度の影響をより強く受けた結果となった。その結果、湖面蒸発量は1.5km内陸のデータを用いた結果に比べて大きくなった。

## (3)衛星データの活用と高度化

チベット高原中央部上において面積が大きい4つの湖（ナム湖、シーリン湖、ザーリナム湖およびタングラユン湖）を抽出した。これらの湖についてMODISデータを活用して、湖面の平均表面温度が零度以下になる期間（凍結期間）を求めその年々変動を調べた。また個々のピクセル（0.002°グリッド）の温度が零度以下の総数（凍結面積）の時間変化を調べた。解析期間は2000年以降である。統計的に平均表面温度が零度の時は凍結面積は湖の半分を占めている。8日間のアルベド合成データから判定した湖面凍結期間を2つの湖で比較した。シーリン湖（最大水深33m以上）は年々変動が小さいが、ナム湖（最大水深95m以上、平均水深40m程度）は年々変動が大きい。この差異はナム湖がシーリン湖に比べて深い湖である影響が関係している可能性がある。一般に深い湖は浅い

湖に比べて貯熱量が大きいので凍結し難い。アルベードから求めた湖面凍結期間は平均表面温度から求めた凍結期間と整合している。凍結期間はザーリナム湖を除いて年々減少傾向を示し、特にシーリン湖では95%の有意水準で減少していた(学会6.)。

表面温度が零度以下である面積を湖全面積で割った凍結率 A と1次元の湖面熱収支から計算した凍結深を最大凍結深で割った凍結率 B を比較し、両者が良く対応していることを確認した。A は観測から得られる値、B は熱収支計算から得られる値である。凍結過程を1次元でモデル化した結果が妥当であることを示している。最大凍結深度は凍結期間に影響する。熱収支計算で使用する最大凍結深度を一定(0.6m)とした場合、表面温度から求めた凍結期間は混合層深度の年々変動を考慮すると再現できる。凍結時の湖面アルベードは凍結時の湖面熱収支に大きな影響を与えている。混合層深度は湖が凍結していない時の水温の季節変化の振幅と位相および凍結開始時期に影響を与える(論文2.)が、解氷時期には影響しない。

1日4回の放射温度データによる地表面温度データから日平均値の推定手法を開発した。推定式は乾燥地帯の裸地面、湿潤地帯の草地面および湖面上に対して同じ式で表すことができ、普遍性が示唆された。本手法は、太陽同期極軌道衛星(Terra/Aqua など)による陸面の表面温度データへの適用が可能である。

ナム湖における地上の放射観測と衛星雲量データから、湖面上の対流活動の日変化が夜間活発化、日中沈静化していることを観測データから明らかにした。同様の解析をチベット高原上のシーリン湖、ザーリナム湖およびタングラウン湖の3つの湖でも実施し、湖面上の対流活動の日変化についてナム湖と類似の結果を得た。これらの成果は従来のチベット高原の研究ではほとんど得られていなかった(学会4.)。

#### (4)再解析データを利用した面的な評価手法の開発と評価

チベット高原における広域スケールでの気候湿潤度 WI の変動特性を明らかにするために、NCEP(National Centers for Environmental Prediction)による全球再解析データ NNRP を用いて、熱収支式に基づくポテンシャル蒸発量を計算した。これと GPCCC(Global Precipitation Climatology Centre)の雨量格子点データを用いて、月平均値の WI を算定した。解析期間は1951-2010年である。その結果、チベット高原上では南西域を除いて WI が増加傾向で湿潤化していることが分かった(学会2.)。これは(1)で述べた気象台地点における結果と整合し、再解析データから面的に

WI を推定する手法が妥当であることが示された。

#### (5)ナム湖集水域の水収支解析

陸面と湖面の熱収支解析結果を用いてナム湖集水域の水収支解析を試みた。この地域にはバンゴイ気象台がある。解析には2000年~2005年のデータを用いた。この期間のバンゴイ気象台の年降水量は  $Pr_B = 365\text{mm/y}$  である。熱帯降雨観測衛星 TRMM データ( $0.25^\circ$  グリッド)からバンゴイ気象台と集水域それぞれの年降水量の空間分布を比較し、降水量比(集水域/バンゴイ気象台) = 1.21 を得た。これから集水域の降水量を  $Pr = Pr_B \times 1.21 = 442\text{mm/y}$  と見積もった。湖面熱収支からナム湖の年蒸発量  $E = 950\text{mm/y}$ 、水位変動  $dh/dt = 172\text{mm/y}$ 、集水域からナム湖へ流入する量 R、とする。 $dh/dt$  は2000年~2009年のナム湖の面積増加率と水深地形データ等から推定した。地下水などへの流出はないと仮定すると水収支式  $Pr - E + R = dh/dt$  が成り立つ。解析の結果、 $R = 680\text{mm/y}$  となった。

一方、集水域陸面では Pr 以外はバンゴイ気象台のデータを用いて陸面熱収支計算を行った。年蒸発量  $E_1 = 298\text{mm/y}$ 、土壌水分の変動から見積もられる土壌中の貯流量  $dS/dt = 1\text{mm/y}$ 、更に陸域の流出量  $R_1$  とする。上記と同じく地下水などへの流出はないと仮定すると、水収支式  $Pr - E_1 - R_1 = dS/dt$  が成り立つ。これから陸域の流出量  $R_1$  は  $143\text{mm/y}$  となった。集水域面積はナム湖の4.63倍であるので集水域陸面からナム湖へは  $R_1 \times 4.63 = 662\text{mm/y}$  の流入があると見積もられる。

仮定が成り立てば湖面熱収支から見積もった流入量と陸面熱収支から見積もった流入量は等しくなるが、上記からほとんど等しい( $R - R_1 \times 4.63 = 18\text{mm/y}$ )結果を得た。なお、降水量にバンゴイ気象台の  $Pr_B$  をそのまま用いた場合は、 $R = 757\text{mm/y}$ 、 $R_1 \times 4.63 = 306\text{mm/y}$ 、両者の差は  $451\text{mm/y}$  であった。TRMM データによる降水量の空間分布の見積もりが妥当であると考えられる。

#### (6)3年間の研究の取りまとめと総括

以上述べてきたように、本研究ではチベット高原地域における地表面の熱・水収支が最近30年間の気温上昇に伴いどのように変化しているのかを定量的に明らかにした。はじめに、気象台の気象データ(気象台データ)を観測環境の変化の影響を考慮して再評価し、気温上昇の実態を正確に把握した。次に、土壌面、積雪面以外に、湖沼も含む地表面の熱・水収支の新たな評価手法を開発した。最後に気象台データのほか、衛星データと気候モデル出力(再解析データ)を用いて、高原における地表面の熱・水収支の評価を行い、気温上昇に伴うその長期変化の特徴を明らか

にした。それぞれの結果を論文にまとめているところである。

未達成の項目は以下の通り。

・気象台の地点毎の解析は主な代表地点のみを実施した。今後は他の地点の解析も進める。  
・今後、地点毎に気候湿潤度 WI と無次元蒸発量 E/Ep の関係を求め、～10 年毎の流出量のトレンドを求める必要がある。

今後の課題は以下の通り。

・チベット高原上の湖面積拡大の原因が流入水量の増加によることが明らかになったが、それに対して降水量と氷河の融解のそれぞれの寄与の割合を特定する。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

1. Zhang G, S. Kang, K. Fujita, E. Huintjes, J. Xu, T. Yamazaki, S. Haginoya, Y. Wei, D. Scherer, C. Schneider, T. Yao, 2013: Energy and mass balance of the Zhadang Glacier surface, central Tibetan Plateau, J. Glaciology, 59, 137-148. doi:10.3189/2013JoG12J152
2. Haginoya, S., H. Fujii, J. Sun and J. Liu, 2012: Features of Air-Lake Interaction in Heat and Water Exchanges over Erhai Lake, J. Meteor. Soc. Japan, 90C, 55-73. doi:10.2151/jmsj.2012-C04
3. 安成哲三・徐健青ほか 10 名, 2012: 「ユーラシア・アジアモンスーン地域の気候-陸域相互作用研究会」の報告, 天気, 59, 381-391.
4. Xu, J., 2011: Estimation and verification of daily surface shortwave flux over China, J. Meteor. Soc. Japan, 89A, 225-238.
5. B.Y. Lee and S. Haginoya, 2011: The latent heat exchange on the ground, 20, 1061-1068, Journal of the Environmental Sciences (Korea).

[学会発表] (計 30 件)

1. 滝本貴弘・桑形恒男, 日本の農耕地における地温と土壌水分推定モデルの評価, 日本農業気象学会 2013 年全国大会, 2013 年 03 月 27 日, 石川県立大学 (野々市)
2. 高田久美子・徐健青ほか, 気候湿潤度による地表面熱水収支の広域変動特性の解析, 日本気象学会 2012 年秋季大会, 2012 年 10 月 03 日, 北海道大学 (札幌)
3. 萩野谷成徳, チベット高原ナム湖畔の気象観測, 日本気象学会 2012 年度春季大会, 2012 年 05 月 27 日, つくば国際会議場 (つくば)
4. 萩野谷成徳, チベット高原ナム湖域の雲量日変化, 日本気象学会 2011 年度秋季大会, 2011 年 11 月 16 日, 名古屋大学

5. 藤井秀幸, チベット高原におけるマイクロ波放射計 AMSR-E による土壌水分観測, 日本気象学会 2011 年度秋季大会, 2011 年 11 月 16 日, 名古屋大学
6. 萩野谷成徳, チベット高原上の湖の衛星データ解析, 日本気象学会 2011 年度春季大会, 2011 年 5 月 21 日, 国立オリンピック記念青少年総合センター (東京)
7. 萩野谷成徳, チベット高原ナム湖における放射観測, 日本気象学会 2011 年度春季大会, 2011 年 5 月 20 日, 国立オリンピック記念青少年総合センター (東京)
8. 徐健青, チベット高原 Siling 湖における熱・水収支, 日本気象学会 2011 年度春季大会, 2011 年 5 月 20 日, 国立オリンピック記念青少年総合センター (東京)

[その他]

モンスーンアジア熱・水収支データ情報  
[http://www.jamstec.go.jp/drc/fintan/j/product/month\\_ea.html](http://www.jamstec.go.jp/drc/fintan/j/product/month_ea.html)

#### 6. 研究組織

##### (1)研究代表者

萩野谷 成徳 (HAGINOYA SHIGENORI)

気象庁気象研究所・物理気象研究部・主任  
研究官

研究者番号：40150255

##### (2)研究分担者

桑形 恒男 (KUWAGATA TSUNEO)

独立行政法人農業環境技術研究所・大気環境  
研究領域・上席研究員

研究者番号：90195602

徐 健青 (XU JIANQING)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境  
変動領域・主任研究員

研究者番号：50344304

藤井 秀幸 (FUJII HIDEYUKI)

独立行政法人宇宙航空研究開発機構・宇宙  
利用ミッション本部地球観測研究センタ  
ー・主任研究員

研究者番号：60293247

(H23→H24：連携研究者)

##### (3)連携研究者

石郷岡 康史 (ISHIGOUOKA YASUSHI)

農業環境技術研究所・大気環境研究領域・  
主任研究員

研究者番号：50354006

北村 祐二 (KITAMURA YUJUJI)

気象庁気象研究所・物理気象研究部・研究  
官

研究者番号：40455275

(H24)