

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 砂子宗次朗

論 文 題 目

ネパール・ヒマラヤにおける高標高域に位置する氷河の質量収支と気候条件に関する研究

(Mass balance and climatic condition of a high altitude glacier in the Nepal Himalaya)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学大学院環境学研究科 教 授 藤田耕史

副 査 名古屋大学大学院環境学研究科 教 授 山口 靖

副 査 名古屋大学大学院環境学研究科 准教授 坂井亜規子

## 論文審査の結果の要旨

## 別紙 1 - 2

本論文は、ネパールヒマラヤにおける現地観測と数値モデルから、大型氷河の過去四十年間にわたる質量収支を再現すると共に、複数の独立手法によって推定した氷河の動力学的特徴から、氷河の定常状態を実現する気候条件を見積もり、近年の氷河縮小をもたらしている気温と降水の変化を定量評価した研究である。現地観測における空間代表性についての課題を克服するとともに、氷河の流動や規模から気候変化を定量評価する新たな手法を提示した点が大きな特徴である。

アジア高山域に広く分布する氷河の変動は、海水準変動への影響や、地域水資源に与える影響の重要性から、様々な手法による研究が進められている。特に、現地観測による質量収支データは、数値計算モデルや衛星解析による研究の検証データとして重要である。その一方で、現地観測は比較的低標高の氷河でおこなわれることから、広域を網羅する衛星観測の結果との差異が問題となっており、高標高まで広がる大型氷河での現地観測が望まれている。

本研究では、ネパールヒマラヤ・ロールワリン地域にある大型氷河であるトランバウ氷河にて、2016年春シーズンから2018年秋シーズンにかけて計4回の現地観測をおこない、標高6,000 mまでの質量収支をはじめとするデータを取得した。観測結果に対して質量収支モデルを用いることで、質量収支を最もよく再現できる降水と気温の高度勾配を絞り込み、観測データのない6,000 m以上の高標高域の質量収支を推定し、氷河全体の質量収支を明らかにした。さらに、現地で観測した気象データによって客観解析データを補正した上で過去四十年間の質量収支を復元し、この氷河がほぼ一貫して縮小状態にあることを明らかにした。

次に、三つの独立した手法によって氷河流動の鉛直成分の空間分布を見積もった。具体的には 1) 氷厚と流動の観測データから氷河を10区画に分けたボックスモデルによる推定、2) 質量収支ステークの流動と質量収支からの推定、3) 衛星観測による氷河表面低下速度と質量収支モデルの結果との差分からの推定であり、いずれも同様の高度分布を示した。これらの流動の鉛直成分は、質量収支が正(涵養)である高標高では沈み込み成分、負(消耗)である低標高では上昇成分を持ち、これを打ち消す質量収支がもたらされていれば氷河は定常状態となる。ここから現在の氷河について、流動の鉛直成分と規模(面積標高分布)の両方を満足する質量収支をもたらす夏季気温と年降水量を推定し、氷河を縮小させている近年の気候条件が氷河に定常状態をもたらす気候条件に対して+0.5 °Cの温暖化、+50 mmの湿潤化であることを明らかにした。

本研究は、ヒマラヤにおいて観測例の少ない高標高における質量収支データを取得することで氷河学・気候学に大きく貢献すると共に、新たな視点によって気候変化を定量化した点で学術上寄与するところが大きい。よって、本論文の提出者砂子宗次朗君は、博士(理学)の学位を授与される資格があるものと判定した。