

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 26 日現在

機関番号：22604

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26560158

研究課題名(和文)山岳氷河のモニタリング - 中国 天山山脈を事例に -

研究課題名(英文)Monitoring of mountain glaciers-A case study in Tianshan Mountains, China-

研究代表者

松山 洋 (MATSUYAMA, Hiroshi)

首都大学東京・都市環境科学研究科・教授

研究者番号：50264586

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：2014年と2015年に中国の天山山脈 ウルムチ河源頭1号氷河と6号氷河を訪問して現状を記録した。1号氷河に関して、1983～1994年は相対的に少降水量かつ低温だったが前者が効いたため氷河は縮小した。1994～2004年は相対的に多降水量かつ高温だったが、前者が効いたため氷河の変化は小さかった。2004～2014年は相対的に少降水量かつ高温だったため氷河は縮小した。また、6号氷河については2003年と2015年の間に氷河は後退したが、氷河前面の高まりの部分の標高も顕著に低下していた。これは、6号氷河前面の高まりがモレーンではなく、この下に氷河が隠されており、それが解けたためだと考えられた。

研究成果の概要(英文)：We visited Glaciers No.1 and No.6 of the head waters of Urumqi River, Tianshan Mountains, China in 2014 and 2015, and recorded their current statuses. As for Glacier No. 1, we had relatively smaller precipitation and lower temperature in 1983-1994, and, the former was responsible for the shrinkage of the glacier. In 1994-2004, we had relatively larger precipitation and higher temperature, and the former was responsible for the stable condition of the glacier. In 2004-2014, we had relatively smaller precipitation and higher temperature, which brought about the shrinkage of the glacier. As for Glacier No.6 in 2003-2015, not only the shrinkage but also the lowering of the elevation of the mound in front of the glacier were apparent. Because we consider that the mound is not a moraine but an old glacier is hidden under the mound, the melting of the hidden glacier brought about the lowering of the elevation.

研究分野：水文気象学，地理情報科学

キーワード：山岳氷河 天山山脈 地球温暖化 現地測量

### 1. 研究開始当初の背景

本研究課題の申請時における背景・動機として、地球温暖化の影響が山岳氷河にも現われていたことが挙げられる。例えば岩田(2004)は、中国の天山山脈ウルムチ河源頭にある6号氷河が1983年と2003年でどのように変化したかを、氷河の測量と写真撮影によって比較した。山岳氷河の融解と後退は明らかであった。

同様の比較を研究代表者も行なった(松山, 2004, 図1a, b)。松山(2004)は1994年8月と2004年8月に天山山脈ウルムチ河源頭にある1号氷河を訪問し、ほぼ同じ位置で撮った写真を並べて比較した。岩田(2004)とは異なり、図1(a), (b)を見る限り、両者に大きな違いはみられなかった。

この理由として、温暖化の「小休止」が考えられた。温暖化の「小休止」とは、1990年代中頃から、世界の平均気温の観測値が、大気大循環モデルによる予測の範囲の下限に近づいていることである。この現象は、IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change, 気候変動に関する政府間パネル)の第5次評価報告書(第1作業部会報告書)によって示されており、その原因として、深海における熱吸収が活発化したことが指摘されていた(Watanabe et al., 2013)。

図1(a), (b)はこの温暖化の「小休止」と調和的であるが、深海での熱吸収による気温上昇の鈍化は一時的な現象であり、この先、平均気温の顕著な上昇がみられるのは確実であるとされていた。山岳氷河についてはIPCCの第4次評価報告書でも、消滅時期に関する誤った記載がなされており、その消長に関する事例を実証的に積み重ねることは重要であると考えた。

研究代表者には過去20年間に渡る蓄積もあった(図1a, b)。以上が、本研究課題の申請時における背景であった。

### 2. 研究の目的

本研究課題の申請時における当初の研究目的は、中国の天山山脈ウルムチ河源頭にある山岳氷河(図2)の現状を記録し、これを約10年前、20年前、30年前の状態と比較することによって、地球温暖化が山岳氷河に及ぼす影響を実証的に示すことであった。

### 3. 研究の方法

本研究課題の申請時における当初の研究方法は以下の通りであった。いずれも、研究協力者である中国科学院 新疆生態与地理研究所のケゼル カダル博士の協力のもと研究を進める予定であった。

(1)2014年8月に天山山脈1号氷河を訪問し、図1(c)の写真を撮影する。この時、岩田(2004)が測量した6号氷河の基準点ほかについて確認し、トータルステーションでの測量が可能かどうか検討する(不可能な場合、巻

尺とコンパスを用いた測量になる)。

(2)2015年8月に天山山脈6号氷河を再訪し、6号氷河の現状に関する測量を行なう(大学院生の補助1名を日本から連れていく)。中国科学院は現地に宿泊施設を有しており、ここを利用させてもらう。Iwata et al. (2005)には1983年と2003年の6号氷河の分布図が掲載されており、これらとの比較により過去30年間の6号氷河の消長に関する議論が可能になる。

### 4. 研究成果

#### (1)2014年度

2014年8月26日～9月4日の日程で1号氷河を訪問して写真撮影を行ない、2004年以降の縮小傾向を確認した(図1c)。ただし、2004年、2014年と同じ角度で写真を撮影することができなかった。この時、6号氷河の測量基準点ほかについて確認し、2015年夏にトータルステーションでの測量が可能かどうか検討した。しかしながら、それ以前の問題として、中国では近年外国人による測量が許可されていないことが判明した(中華人民共和国国土資源部令 第38号)。

2014年9月29日～10月10日の日程で、ケゼル博士に首都大学東京に来ていただき、1号氷河の現状に関する調査結果、および過去20年間の変化に関して意見交換を行なった。また、2015年に予定していた6号氷河の測量について、善後策を検討した。その結果、測量はケゼル博士の知り合いの中国の会社に依頼することにし、必要な費用を本科学研究費補助金から支出することにした。

#### (2)2015年度

図1(a)と図1(b)を同じ角度で撮影できたのに、前年度、なぜ図1(c)を同じ角度で撮影できなかったのかを明らかにするために、2015年8月2日～9日の日程で1号氷河を再訪した。現地調査には、研究協力者である山本遼介(首都大学東京 都市環境科学研究科 博士後期課程)が同行した。

現地調査の結果、2004～2014年の間に、中国科学院寒冷地乾燥地環境工学研究所によって気象観測用の鉄塔が設置され、2014年はこれを避けるように氷河の写真を撮影したことが原因であることが判明した(図1d)。また、鉄塔の設置に伴い、この付近の地形も変更されていたことが分かった(松山, 2015)。

ケゼル博士の知り合いの測量会社に依頼して、2015年現在の6号氷河の地形図を作成してもらった。成果は図としてのみ提供されたため(公表不可)、これを元に1983年、2003年の地形との違いについて解析を行なった。

また、過去30年間における1号氷河の変遷と気候変化との関係について考察を行なった(図3)。1983～1994年においては相対的に少降水量かつ低温であったが、前者が効いたために氷河は縮小した。1994～2004年に

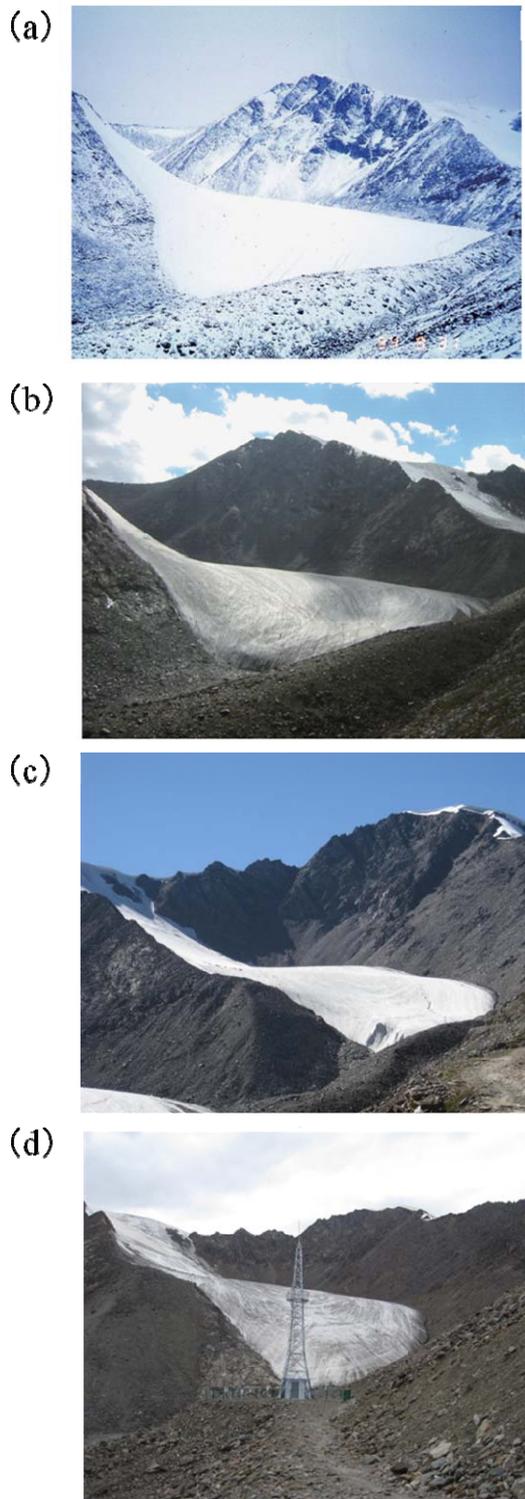


図1 1994～2015年における天山山脈1号氷河の変遷  
 (a) 1994年8月31日, (b) 2004年8月5日, (c) 2014年8月28日, (d) 2015年8月4日。

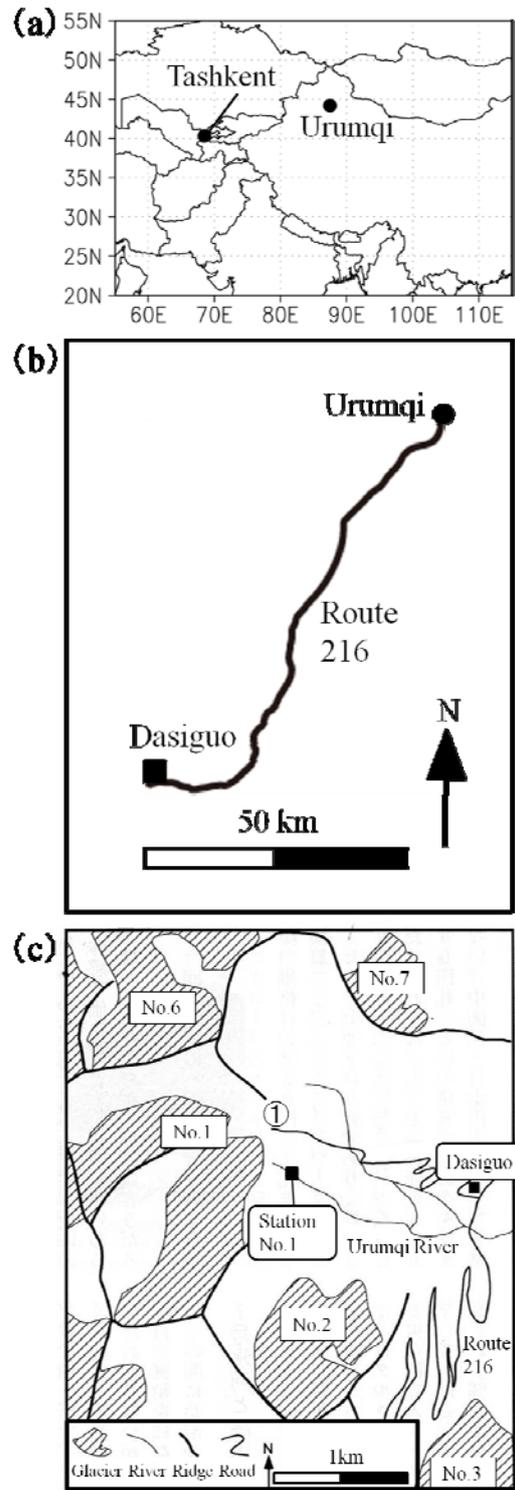


図2 研究対象地域

(a) ウルムチ (およびタシケント) の地球上の位置, (b) ウルムチと天山山脈ウルムチ河源流部 (Dasiguo 観測地点) との位置関係, (c) 天山山脈ウルムチ河源流部における氷河の分布。(c) において, ①は図1の撮影地点。Dasiguo は気象観測地点, Station No. 1 は流量観測地点である。

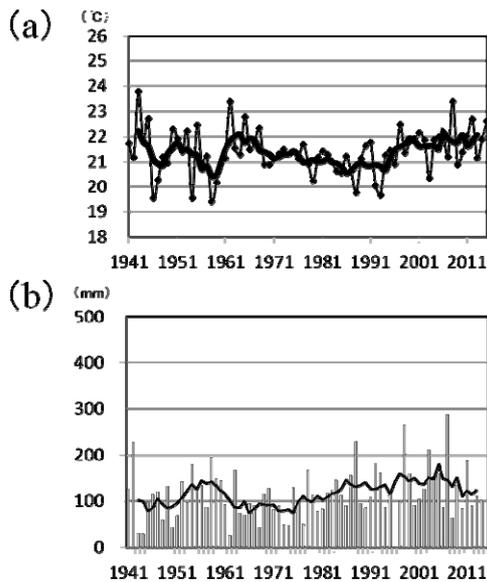


図 3 山麓のウルムチ(Urumqi)における年平均気温(a)と年降水量(b)の経年変化(太線は5年移動平均値)

においては相対的に多降水量かつ高温であったが、前者が効いたため氷河の変化は小さかった。2004～2014年においては相対的に少降水量かつ高温であったために氷河は縮小した。以上の内容を、2016年3月に首都大学東京で行なわれた International Science Conference on MAHASRI でポスター発表を行なった。

### (3)2016年度

前年度に作成した6号氷河における2015年の地形図を2003年のそれ(Iwata et al., 2005)と比較した。この期間に氷河が後退しているのはもちろんであるが、氷河前面の高まりの部分の標高も顕著に低下していた。これは、Iwata et al. (2005)で指摘されているように、6号氷河前面の高まりがモレーンではなく、この下に氷河が隠されており、それが解けたためであると考えられた。

過去30年間における1号氷河の変遷と気候変化との関係について、2016年5月に首都大学東京で行なわれた TMU-TSU Joint Symposium 2016 においても発表した。この研究成果を Bulletin of Glacier Research (BGR) に投稿したが、すでに、同様のデータを用いて2014年までの1号氷河の変遷について示した論文(Wang et al., 2016)が公表されていることが、査読者の指摘によって判明した。本研究における2000年代以降の1号氷河付近の気象データは、山麓のウルムチ(図2)のデータから推定したこともあり、BGR に投稿した論文は取り下げた。

### <引用文献>

- ① 岩田修二, 天山山脈, ウルムチ河源頭6号氷河の20年間の変化の研究, 地学雑

誌, 113巻, 2004, 430-433.

- ② Iwata, S., Kuroda, S. and Kezer, K., Debris-mantle formation of Wrputu Glacier, the Tian-shan Mountains, China, Bulletin of Glacier Research, 22巻, 2005, 99-107.
- ③ 松山 洋, 10年ぶりの1号氷河, 地理, 49巻11号, 2004, 76-80.
- ④ 松山 洋, 続・10年ぶりの1号氷河, 地理, 60巻12号, 2015, 88-91.
- ⑤ Wang, P., Li, Z., Li, H., Yao, H., Xu, C., Ahou, P., Jin, S. and Wang, W., Analysis of recent observations of Urumqi Glacier No. 1, Chinese Tianshan Mountains, Environmental Earth Sciences, 75巻, 2016, DOI: 10.1008/s12665-016-5551-3.
- ⑥ Watanabe, M., Kamae, Y., Yoshimori, M., Oka, A., Sato, M., Ishii, M., Mochizuki, T. and Kimoto, M., Strengthening of ocean heat uptake efficiency associated with the recent climate hiatus, Geophysical Research Letters, 40巻, 2013, 3175-3179.

### 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1件)

- ① 松山 洋, 続・10年ぶりの1号氷河, 地理, 査読なし, 60巻12号, 2015, 88-91. DOI: なし.

[学会発表] (計2件)

- ① Matsuyama, H. and Kezer, K., Different roles of temperature and precipitation on the shrinkage of No. 1 Glacier of the Urumqi River, Tianshan Mountains, China for recent 30 years, TMU-TSU Joint Symposium 2016, 2016年5月16日, 首都大学東京南大沢キャンパス(東京都八王子市).
- ② Matsuyama, H. and Kezer, K., Different roles of temperature and precipitation on the shrinkage of No. 1 Glacier of the Urumqi River, Tianshan Mountains, China for recent 30 years, International Science Conference on MAHASRI, 2016年3月2～3日, 首都大学東京南大沢キャンパス(東京都八王子市).

[図書] (計0件)

[産業財産権]

- 出願状況(計0件)  
○取得状況(計0件)

[その他]

ホームページ等：なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

松山 洋 (MATSUYAMA, Hiroshi)

首都大学東京・都市環境科学研究科・教授

研究者番号：50264586

### (2) 研究分担者：なし

### (3) 連携研究者：なし

### (4) 研究協力者：

ケゼル カダル (KEZER, Kader)

中国科学院・新疆生態与地理研究所・

副研究員

研究者番号：なし

山本 遼介 (YAMAMOTO, Ryosuke)

首都大学東京・都市環境科学研究科・

大学院生(博士後期課程)

研究者番号：なし