

令和元年6月20日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01215

研究課題名(和文) 現地観測値と数値標高モデルを用いた日本アルプスの氷河・周氷河地形の発達史研究

研究課題名(英文) Historical geomorphology on glacial and periglacial slopes in the Japanese Alps using field data and digital elevation models

研究代表者

池田 敦 (Ikeda, Atsushi)

筑波大学・生命環境系・准教授

研究者番号：60431657

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本州中部において、最終氷期の氷河分布と、現在の永久凍土帯下限を検討した。まず氷河堆積物と崩壊堆積物の粒子形状を、数学的に分別できるか検討したが、有意な差はなかった。一方、数値標高データを用い、氷食谷の縦断・横断形から氷河の最拡大範囲を抽出したところ、飛騨山脈北部では、旧来の主観的な判読結果に比べ、実際の氷河分布ははるかに狭かったことが示唆された。また、富士山の永久凍土分布下限の気温を求め、それを北海道大雪山と比較したところ、現在の気候下では台風に伴う豪雨が、永久凍土下限線を本州で高標高側に定めていることが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

一般に古環境研究は、試料採取と分析能力の専門性が高まることで大きく発展しているが、本研究の場合、古気候を代替する試料に乏しい山岳地について、現在の観測研究(例えば、現成氷河の運動や永久凍土の観測結果)を背景に推定していくことで新規性のある古環境復元を試みた。そうして得られた山岳地の古環境情報は、低地で得られた定量的な古環境指標や、いずれコンピュータシミュレーションによって詳細に復元されるであろう過去の気候値と対比可能なデータとなる。そのうえで山岳地の生態系変動などを議論するとき有用な情報となると考えられた。

研究成果の概要(英文)：In the central Honshu, the glacier distribution during the last glacial period and the lower boundary of the present permafrost were examined. First, we examined whether the particle shapes of glacial and landslide deposits could be mathematically distinguished, but there was no significant difference. On the other hand, the maximum distribution of glacial valleys, which were extracted from digital elevation models, is much smaller in the northern Hida Range than the results of conventional subjective interpretation. In addition, the temperature on the lower boundary of permafrost on Mt. Fuji was higher than that of Mt. Daisetsu, Hokkaido. Typhoon rainfall shifted the lower boundary upward in Honshu.

研究分野：地形学

キーワード：氷食谷 形状解析 最終氷期 永久凍土 地温観測 岩石氷河

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

日本の高山景観に関する研究史を概観すると、1970年代に当時の若手研究者らが実践した地形学の手法や考察(議論の枠組み)の多くが、90年代まで大きな影響を及ぼしていた。そのなかで後進研究者の多くは、70年代の概念を多くの地域で検証することを選び、概念提示型よりも地域研究型の研究が盛んになった。しかし、2000年代に入ると研究は停滞する。新たな手法や視点の導入に成功した研究は、大雪山での永久凍土研究や日高の氷河堆積物の研究などわずかとなる。一方、氷河地形分布を空中写真判読・現地観察から整理し、古環境を論じる旧来型の研究に対して、70年代に確立されたその地形分類基準に疑義が提示されている。とくに00年代以降、日本アルプスで、氷河もしくは融氷河起源とされていた地形について、その起源を否定する堆積学的特徴や数値年代が相次いで報告されていた。

2. 研究の目的

過去の氷河拡大範囲については大幅な見直しが必要とはいえ、日本アルプスの主稜線付近に氷食谷が存在する事実には変わりがない。そこで本研究の第一の目的を、70年代発祥の客観性に難のある氷河地形分類によらずに、氷食地形を一義的に抽出する方法を確立することとした。くわえて、氷河堆積物と地すべり(または深層崩壊)堆積物を、新たな手法で定量的に分類可能かを検討する。第二に、過去の寒冷期(氷期)に、氷河には覆われずに、地盤の凍結融解が卓越して形成された(と考えられている)平滑斜面と、当時の永久凍土分布の関係を検討することを目的とした。過去の永久凍土下限を議論するために、2011年から継続している富士山頂の永久凍土観測を拡張し、現在の気候下での永久凍土下限の確定をまず図った。

3. 研究の方法

(1) 氷食地形を従来とは異なる方法で抽出するために、航空レーザ測量で得られた詳細な(5mメッシュ)数値標高モデル(DEM)を用いた。そのDEMからGISソフトウェアを用いて、谷の縦断形と横断形を系統的に抽出し、とくに2000年代に海外で盛んに議論されていた氷食地形の定量的知見に照らして、矛盾の少ない範囲を特定した。次に横断形を検討した全ての測線で、その範囲における氷河の厚さを氷河の流動則に基づいて復元し、最拡大した氷河の平面分布を求めた。そのうえで氷河の質量収支を考慮し、当時の氷河平衡線を算出した。また、スイスアルプスの氷河堆積物と、赤石山脈の大規模崩壊堆積物のそれぞれから石英の砂粒子を採取し、その表面の凹凸や角の出方を数学的に処理して、比較した。

(2) 永久凍土分布に関する研究では、富士山の南北斜面に既設の表層地温観測網にくわえて、西面に地温測器を設置した。とくに表層の地温のみでは永久凍土有無の評価が難しいために、西面の標高約3200mに深さ2mの観測孔を掘削した。実測された表層地温の空間分布を標高(気温の代替)と斜面方位・傾斜(日射量の代替)で表す経験式を作成した。そのうえで、山頂に既設の永久凍土観測孔で得られた表層と永久凍土上面の地温差を用いて、永久凍土下限高度を示す表層地温を特定した。なお、当初目的としていた過去の永久凍土分布については、研究期間内に検討できなかった。

4. 研究成果

(1) GISソフトウェアを用いた地形解析に関しては、谷の縦断、横断方向それぞれの形状を定量的に分析する手法を築き、過去の氷河拡大範囲を特定することに(詳細については議論の余地があるが)概ね成功した。その方法で、飛騨山脈の劔沢流域に復元した氷河分布から、最終氷期の氷河最拡大期の平衡線は標高2350m付近にあったと推定できた。本研究が復元した氷河分布は、1960~70年代に提案され90年代まで定説となっていた氷河(地形)分布よりはるかに狭く、推定した平衡線もより高い位置にあった。その結果は、最終氷期の本州中部は、寒冷だけでなく現在よりも乾燥した環境にあったことを示しており、先行研究の氷河分布よりも他の古環境指標との整合性も高いものであった。一方、石英粒子の表面形状には、氷河堆積物と大規模崩壊堆積物に、有意な差はなかった。

(2) 永久凍土分布に関する研究では、2017年に富士山西面に設置した地温測器からデータを2018年に回収することができた。データを得られたのが1年間分のみであり、地温の年々変動について今後検討していく必要があるが、西向き斜面における永久凍土帯の下限がおおよそ3500m付近にあると推定できた。残念なことに以前から観測を継続していた山頂部では、冬の異常降雪と夏の落雷によって測器が破損しており、斜面方位の差による地温差は、直接比較することができなかった。2017年までに取得した山頂の地温データから、サーマルオフセット(永久凍土上端の年平均地温から年平均地表面温度を引いた値)を求めたところ、富士山では異常に大きな正のオフセットがあることが判明した。その結果に基づくと、年平均の表層地温約-1~-2が永久凍土帯の下限に相当していた。北向き斜面でその地温になる標高の年平均気温は、約-2.5であった。

研究課題終了後も引きつづき観測は継続する予定であり、過去の永久凍土分布をデータに基づき、議論できる目処はついた。また2016年に日本アルプスの地温観測結果も得ており、空間的に比較可能なデータが揃ってきた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Fuse, T., Ikeda, A., Shape of sand particles transported by glaciers or through rock avalanches: A preliminary trial for discriminating the origin of coarse deposits, Tsukuba Geoenvironmental Sciences, 査読無し, 14 巻, 2018, 31-36.

〔学会発表〕(計 10 件)

池田 敦, 日本アルプスの氷河地形認定法の見直し. 日本地理学会 2019 年春季学術大会, 2019.

池田 敦, 空中写真判読によらない日本アルプスの氷河地形認定の試み. 日本地形学連合 2018 年秋季大会, 2018.

Ikeda, A., Permafrost distribution under monsoon climate in mid-latitudes: the gap between Mt. Fuji and Hokkaido, and its future. Mountain Science Center, University of Tsukuba: The 2nd international symposium of mountain sciences, 2018.

池田 敦・岩花 剛・福井幸太郎, 富士山頂の永久凍土上で観測された特徴的な地温断面について. 雪氷研究大会(2018・札幌), 2018.

池田 敦, 日本列島の永久凍土環境 富士山頂の凍結融解プロセスからわかること. 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 2018.

布施智瑛・池田 敦, 砂粒子を用いた氷河堆積物・崩壊堆積物の判別可能性の予察的検討 スイスと日本の山岳地の事例. 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 2018.

土志田正二・池田 敦・苅谷愛彦・小林 浩・井上公夫, 小武川上流ドンドコ沢の巨大崩壊における土砂堆積量の推定 -電気探査と詳細地形解析を用いて-. 平成 30 年度砂防学会研究発表会, 2018.

Ikeda, A. and Nishikawa, E., Debris supply as a control on the millennial development of rock glaciers in the Swiss Alps. 2nd Asian Conference on Permafrost, 2017.

池田 敦, 造山帯と大地形 数値標高モデルを用いた再検討. 日本地球惑星科学連合 2016 年大会, 2016.

青木慎弥・池田 敦・田中健太・小林 元, 木曾山脈の森林限界移行帯において相観植生を支配する地形的要因. 日本地球惑星科学連合 2016 年大会, 2016.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年:

国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名:

ローマ字氏名:

所属研究機関名:

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

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。