

令和 2 年 6 月 3 日現在

機関番号：32675

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01235

研究課題名(和文) 平衡線高度決定モデルを用いた多年性雪渓とニッチ氷河の維持・形成機構の解明

研究課題名(英文) Development of an equilibrium line altitude model to determine the transitional mechanism from perennial snow fields to niche glaciers.

研究代表者

澤柿 教伸 (Sawagaki, Takanobu)

法政大学・社会学部・准教授

研究者番号：70312410

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)：日本で新たに「御前沢」、「三ノ窓」、「小窓」の3つの雪渓が氷河と確認され、さらに本科学研究費を実施中に「カクネ里」、「池ノ谷」、「内蔵助」の三つが追加された。これらの質量収支特性について、独自に開発した平衡線高度決定計算モデルを適用した解析を実施したモデル計算の結果、カクネ里雪渓では、合流型で表面形状などの実態と整合したフラックスパターンが得られた。一方、池ノ谷雪渓では、雪崩による涵養が氷体の形態を維持するのに不可欠であることを示唆する結果が得られた。内蔵助雪渓はフラックスの絶対値そのものが小さく、かろうじて氷河としての特性を維持しているものと判断される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本で新たに「内蔵助雪渓」、「池ノ谷雪渓」、「カクネ里雪渓」の3つの雪渓が氷河であることが確認され、さらに本科学研究費を実施中に「御前沢雪渓」、「三ノ窓雪渓」、「小窓雪渓」の三つが追加された。これらの質量収支特性について、独自に開発した平衡線高度決定計算モデルを適用した解析を実施したモデル計算の結果、カクネ里雪渓では、合流型で表面形状などの実態と整合したフラックスパターンが得られた。一方、池ノ谷雪渓では、雪崩による涵養が氷体の形態を維持するのに不可欠であることを示唆する結果が得られた。内蔵助雪渓はフラックスの絶対値そのものが小さく、かろうじて氷河としての特性を維持しているものと判断される。

研究成果の概要(英文)：In Japan, three perennial snows, "Gozen-sawa", "San-no-mado" and "Komado" were newly confirmed as glaciers, and three more perennial snow, "Kakune-sato", "Ikenotan", "Kuranosuke", were added during this research period. As a result of the model calculation, the flux pattern in the Kakune-sato Glacier is consistent with the actual conditions such as the confluence type surface morphology. On the other hand, the results suggest that snow accumulation fed by avalanche is essential to maintain the morphology in the Ikenotan glacier. It is suggested that Kuranosuke Glacier barely retains its glacial characteristics by a small absolute value of flux itself.

研究分野：自然地理学

キーワード：氷河 平衡線高度 雪渓 質量収支

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

北アルプス北部・立山周辺に存在する多年性雪渓のいくつかは現成の氷河である(福井・飯田 2012, 福井ほか 2018)。氷河であると認定されたとはいえ、これらの氷体に関しては、氷厚測定や GPS 流動測定などの現地観測による結果がようやく出そろった段階であり、涵養・消耗機構や流動機構については未解明な点が残されている。特に、当該氷体に年間 20 m を超す多涵養/多消耗の質量収支特性や底面剪断力の大きな季節的変動が認められるなど、従来の研究では注目されてこなかった新しい課題も浮かび上がってきた。

### 2. 研究の目的

これまでに地形と氷河流動のカップリングによる ELA 決定モデル(澤柿ほか 2014a,b)を開発してきたところであるが、本研究では、これを北アルプス北部の多年性雪渓に適用させて、多年性雪渓から氷河への遷移機構や氷体の形成・維持に関する物理的・気候的メカニズムを明らかにすることを目的とした。

### 3. 研究の方法

#### 3-1. ELA 決定モデル

本研究で用いる ELA 決定モデルは、3 次元数値地形モデルで復元された氷河の動力学的妥当性を、客観的・解析的に吟味できるように開発したものである。これにより、氷河地形と涵養域面積比(AAR)に基づいて決定される過去の平衡線高度(paleo-ELA)が抱える問題点を解決するとともに、モデルで算出される解析結果を客観的根拠として地形学的な氷河復元にフィードバックすることも可能である。

計算モデルの基本的コンセプトは、3 次元形状を与えた氷河においてある程度の期間一定の形状を維持していることを仮定し、あるボックスにおける流動場の収支を算出することで、表面質量収支の符号を推定する計算モデルである。その特質から、このモデルを"Shape Retaining (SR) Model"と呼んでいる(澤柿ほか 2014b)。

これまでの SR モデルの構築の経緯を述べておくと、まず第 1 段階として、観測データが豊富な欧州の典型的氷河でモデルの妥当性を検証・確認した(澤柿ほか 2014a)。さらに第 2 段階として、SR モデルを後期更新世の日高山脈に発達した山岳氷河に適用して、その paleo-ELA を算出する試みも実施した。

#### 3-2. 立山の氷体への適用

本研究では、上記の SR モデルを、立山東面に分布する「内蔵助雪渓(氷河)」, 劔岳西面に分布する「池ノ谷雪渓(氷河)」, および後立山連峰の東面に分布する「カクネ里雪渓(氷河)」の 3 つに適用した。

SR モデルは、地形と氷河流動のカップリングを基本原理としており、これまでの現地調査で概要が判明している基盤地形と表面形状について、モデル計算に適用可能とするための数値化作業を行った。また、氷体底部の基盤地形は、アイスレーダー探査の結果を用いて数値化し、カクネ里・池ノ谷・内蔵助の各雪渓の断面を台形近似して SR モデルを適用させた。

### 4. 研究成果

モデル計算の結果,カクネ里雪渓では,合流型で表面形状などの実態と整合したフラックスパターンが得られた。これはいわば「氷河らしい氷河」である。

一方,池ノ谷雪渓では,本来涵養域であるはずの氷体上流部のフラックスは負となり,上流部で融解しなければますます氷体が太ってしまう,という結果となった。逆に消耗域であるはずの下流部では,氷体の形状を維持するには上流からの流入フラックス以上の表面涵養が必要となる,という結果となった。これは,雪崩による涵養が氷体の形態を維持するのに不可欠であることを示唆している。

内蔵助雪渓は,氷体全域にわたってフラックスの絶対値そのものが小さく,かろうじて氷河としての特性を維持しているものと判断される。

#### 今後の課題

北アルプス北部には,これらの他にも現成氷河であるとされる氷体があり,これらについても同様の解析をすすめていくことが,日本の氷河特性をより詳細にあぶり出していく上で必要であろう。

#### 参考文献

- 1) 澤柿教伸, 山口悟, 阿部洋祐 2014a: 氷河の形状復元と流動モデルの融合による平衡線高度決定モデルの構築。雪氷, 76, 19-32.
- 2) 澤柿教伸, 山口悟, 阿部洋祐 2014b: 平衡線決定モデルを用いた後期更新世日高山脈の氷河の平衡線高度の再現。雪氷, 76, 33-44.
- 3) 福井幸太郎, 飯田 肇 2012: 飛騨山脈, 立山・劔山域 の 3 つの多年性雪渓の氷厚と流動—日本に現存する 氷河の可能性について—。雪氷, 73, 213-222.
- 4) 福井幸太郎, 飯田肇, 小坂共栄 2018: 飛騨山脈で新たに見出された現存氷河とその特性。地理評, 91, 43-61.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 福井幸太郎・飯田肇・小坂共栄	4. 巻 91
2. 論文標題 飛騨山脈で新たに見出された現存氷河とその特性	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 地理学評論	6. 最初と最後の頁 43-61
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 澤柿教伸, 福井幸太郎, 山口悟
2. 発表標題 平衡線決定モデルを用いた立山周辺の現成氷河および多年性雪渓の質量収支特性
3. 学会等名 雪氷研究大会 (2018・札幌)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福井幸太郎・飯田肇・澤柿教伸
2. 発表標題 飛騨山脈の現存氷河の特性
3. 学会等名 日本地理学会春季学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 澤柿教伸・福井幸太郎・山口悟
2. 発表標題 平衡線決定モデルを用いた立山周辺の現成氷河および多年性雪渓の質量収支特性の解析
3. 学会等名 日本地理学会春季学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 澤柿教伸, 福井幸太郎, 山口悟
2. 発表標題 立山周辺の現成氷河および多年性雪渓の質量収支特性の解析
3. 学会等名 雪氷研究大会 (2019・山形)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	福井 幸太郎  (Fukui Kotaro)  (10450165)	公益財団法人立山カルデラ砂防博物館・学芸課・学芸員   (83208)	
研究分担者	山口 悟  (Yamaguchi Satoru)  (70425510)	国立研究開発法人防災科学技術研究所・雪氷防災研究部門・主任研究員   (82102)	