

論文名：飛驒山脈の雪崩涵養型の小規模氷河と多年性雪渓の質量収支に関する研究
Title of Doctoral Thesis: Study on the mass balance of "avalanche accumulate type" very small glaciers and perennial snow patches in the northern Japanese Alps

新潟大学大学院自然科学研究科

氏名 有江 賢志朗

Name: Kenshiro Arie

2012 年以降、飛驒山脈の六つの雪崩涵養型の多年性雪渓が小規模氷河であることが確認された。国内の多年性雪渓の質量収支観測は、「吹きだまり涵養型」多年性雪渓でおこなわれており、「雪崩涵養型」氷河・多年性雪渓の質量収支観測はおこなわれておらず、飛驒山脈の氷河と多年性雪渓の維持メカニズムや世界の氷河との違いは明らかでない。また、飛驒山脈における氷河分布の全貌は示されていない。

地球温暖化により世界の山岳氷河の縮小が報告されており、気候変動の指標の一つとされる山岳氷河の動向が世界的に注目されてきた。特に、小規模氷河は気候変動への応答が速く、今後数十年間でその多くの消滅が予想されており、乾燥地域での水不足や海面上昇への影響が危惧されている。一方、一部の小規模氷河は、温暖化環境下で存続できることが指摘されているが、その具体的な観測事例は少なく、存続する氷河の維持メカニズムは明らかでない。飛驒山脈に存在する小規模氷河の維持メカニズムの解明は、将来存続する氷河の理解や将来の氷河分布予測に関する情報の提供につながる。また、中緯度の多雪かつ低標高で存在する飛驒山脈の小規模氷河は、これまで報告されてきた世界の氷河とは異なる環境で維持されていると考えられ、飛驒山脈に存在する小規模氷河の維持メカニズムの解明は、氷河学のさらなる知見の獲得という点でも研究の意義がある。

そこで本研究では、1) 飛驒山脈の雪崩涵養型の小規模氷河と多年性雪渓の質量収支観測、2) 氷河の可能性が高い多年性雪渓での氷厚および流動の調査を実施し、定常状態の場合の年間表面質量収支の高度プロファイルを算出した。この成果は日本の小規模氷河の理解はもとより、将来的な世界の氷河分布予測の理解にも資する。

飛驒山脈の雪崩涵養型の小規模氷河における 2015～2022 年の年間質量収支、涵養深、消耗深の観測の結果、飛驒山脈の小規模氷河は、消耗深の年々変動は小さいのに対し、涵養深および年間質量収支の年々変動は大きく、小規模氷河の年々変化はその年の積雪深に依存することが示された。また、飛驒山脈の小規模氷河の涵養深、消耗深は 20m を超え、その質量収支振幅は、世界で観測されている氷河 (WGMS 氷河) の中で最大であった。加えて、質量収支振幅と年間質量収支の標準偏差には正の相関関係が確認され、飛驒山脈の小規模氷河は、WGMS 氷河の中で最も年間質量収支の年々変動が大きいことが示された。以上のことから、飛驒山脈の小規模氷河は WGMS 氷河の中で最も積雪、融雪が多く、かつ年々変動が大きいことが示唆された。

また、唐松沢雪渓、杓子沢雪渓、不埒沢雪渓で実施した現地調査の結果、これまで確認された小規模氷河と同程度以上の氷厚および流動が観測され、定義上の現存氷河であることが示された。加えて、唐松沢雪渓の融雪末期の約一ヶ月間および一年間の測定期間で測

【別紙2】

定された流動速度を比較すると、融雪末期の約一ヶ月間の流動速度のほうが速かったため、飛驒山脈の小規模氷河の流動メカニズムとして底面滑りの寄与が示唆された。

さらに、本研究の質量収支観測において、飛驒山脈の小規模氷河の年間質量収支は、多雪年に全域が涵養域、少雪年に全域が消耗域になる特徴に加え、氷河の沈降・浮上速度が0と仮定して算出した年間表面質量収支の高度プロファイルにおいて正の勾配を持たない年が存在することを定量的に示した。しかしながら、観測した年間質量収支からは、飛驒山脈の小規模氷河の氷河平衡線が定義できない課題があった。そこで本研究では、実測された氷厚と流動速度、イメージマッチング解析による岩屑堆積域の水平移動および氷河流動の連続の式から、杓子沢雪渓とカクネ里氷河の定常状態の場合の年間表面質量収支の高度プロファイルを算出した。その結果、飛驒山脈の小規模氷河は、気候的な氷河平衡線高度以下に存在するが、雪崩や吹き溜まりなどの地形効果による積雪によって長期の平均表面質量収支がわずかに正となる涵養域を局所的に作ることで形成・維持していることが示唆された。