

学位審査報告書

(ふりがな) 氏名	おがわ ひろし 小川 弘司
学位（専攻分野）	博士（生物資源環境学）
学位記番号	論共生博第 号
学位授与の日付	令和 5年 9月 日
学位授与の要件	学位規程第3条第2項該当
研究科・専攻	生物資源環境学研究科 自然人間共生科学専攻
(学位論文題目)	白山・千蛇ヶ池雪溪の消長とニホンジカの越冬環境評価に関する研究
論文審査委員	主査 藤原 洋一 准教授 副査 大丸 裕武 教授 一恩 英二 教授 皆已 幸也 准教授

生物資源環境学研究科

備考 1 学位記番号は、課程博士の場合「論」を削除する。

2 学位記番号の〇〇には、共生又は開発を記入する。

(論文内容の要旨)

石川県最高峰の白山（標高2,702 m）において、雪は生息・生育する動植物にとって重要な環境要因であり、地形の形成とも深い関わりがある。しかし、地球温暖化の進行によって、積雪量の減少、融雪の早期化が引き起こされ、こうした積雪環境の変化が生態系や地形の形成・維持に大きな影響を与えることが懸念されている。そこで、本論文では、白山における積雪環境の変動、雪と地形および動植物との関係について明らかにすることを目的として研究を進めている。各章の要旨は以下の通りである。

第1章では、白山を対象とした雪と地形・動植物との関係解明に関する既往研究を分析している。そして、周氷河地形と多年性雪渓およびニホンジカの越冬環境を題材として、積雪環境の変動とその地形、動植物への影響を明らかにすることを目的に設定している。

第2章では、山頂部における周氷河地形の階状土・ロウブ状地形（以下、階状土）の分布特性を調べている。33箇所の階状土の分布地を特定した結果、約85%が残雪凹地に立地し、標高2,400 m 以上2,500 m 未満、南向き斜面、傾斜10度以上20度未満の斜面に多く分布していることを明らかにした。

第3章では、千蛇ヶ池雪渓に関する歴史史料から、人々がこの雪渓をどの様にとらえていたかを調べている。収集した歴史史料は、江戸後期・明治期を中心に37点に及んだ。これらの史料の中で白山山頂部が紹介される際には、千蛇ヶ池雪渓がほぼ必ず取り上げられていた。また、「池の雪は神代から消えることなく」といった記述があり、常に雪が堆積している特別な場所として、この雪渓は古くから認知されていたことが明らかになった。

第4章では、千蛇ヶ池雪渓の長期変動を検討している。雪渓の現地測量をおこない、長期的な規模データ（面積・体積・雪面高）を整備した。データは、融雪期中期（8月10日前後）については、最も古いデータが1969年で合計44年分、融雪期末期（10月10日前後）については、最も古いデータが1961年で合計53年分となった。その結果、雪渓の年々変動は大きく、拡大と縮小を繰り返していることが明らかになった。また、長期的なトレンドについては、面積および体積には減少傾向が現れていることを明らかにしている。

第5章では、千蛇ヶ池雪渓の夏期における雪面熱収支を検討している。3夏期間にわたって雪面低下量の計測と気象観測をおこない、雪面熱収支の特性を分析した。その結果、雪面熱収支の平均値は、純放射量： 156 Wm^{-2} （短波放射量： 103 Wm^{-2} 、長波放射量： 53 Wm^{-2} ）、顕熱輸送量： 45 Wm^{-2} 、潜熱輸送量： 60 Wm^{-2} 、降雨熱輸送量： 15 Wm^{-2} であった。また、降雨時と無降雨時にわけて融雪熱量を求め、降雨時が $349 \sim 560 \text{ Wm}^{-2}$ 、無降雨時が $157 \sim 246 \text{ Wm}^{-2}$ となっており、降雨時の熱量が大きいことが明らかになった。

第6章では、ニホンジカの越冬環境の評価をおこなっている。生息確認情報をもとに越冬環境を調べ、標高400 m 未満の南向き斜面、傾斜20度以上の丘陵・山地のスギ植林地が好適な越冬環境であることを明らかにした。また、Maxent（Maximum Entropy Method）によって生息地を推定し、積雪が多い内陸山間地では河川沿いが好適な越冬地となることを示している。

第7章では、明らかとなった知見を要約し、今後取り組むべき研究課題を例示している。

氏名	小川 弘司
----	-------

(論文審査の結果の要旨)

本論文では前述のように、白山における積雪の変動だけでなく、積雪環境の変動と地形、動植物との関係を説明することを試みており、評価できる主な点は以下の通りである。

(1) 階状土と積雪期間との関係を検討することによって、積雪期間が長いほど、階状土が形成されることを明らかにしている。つまり、白山の階状土の形成には雪が密接に関係し、白山が日本海側に面した多雪山地であることが重要であると指摘している。また、積雪の減少によって階状土の生成作用が弱まり、周氷河地形であったものが化石化する可能性があることを指摘している点は、極めて興味深い。

(2) 江戸期を中心とする歴史史料に記された千蛇ヶ池雪溪の夏期の大きさを調べ、最大で三百間(約545 m)、最小で四十間(約73 m)、平均で328 mであったことを推定している。さらに、これらを現在の平均的な大きさ(約77 m)と比較することによって、江戸期においても残雪が越年する多年性雪溪であったことを指摘している点が高く評価される。

(3) 千蛇ヶ池雪溪の面積や体積の長期トレンドに、減少傾向が現れている要因を分析している。融雪期初期(5月1日)の雪面高を推定したところ、融雪期初期の雪面高に変化傾向はみられなかったが、融雪期初期と中期および融雪期初期と末期の雪面高の差(消耗量)には増加傾向が現れていることが示された。このため、雪溪の面積および体積が減少傾向にあるのは、消耗量の増加に起因している可能性があることを指摘している点が高く評価される。

(4) 千蛇ヶ池雪溪の雪面低下量が大きい日の気象条件を分析し、日積算雨量50 mm以上、日平均風速7 ms⁻¹程度以上の悪天候イベントが発生すると融雪が大きく進むことを示している。このことから、悪天候イベントの発生頻度次第で、年ごとの雪面低下量に違いが生じうることを明らかにしている。さらに、日本の他の雪溪や温暖湿潤な気候下にある山岳氷河においても、このような悪天候イベントの発生頻度が消耗量に大きな影響を及ぼしている可能性があることから、この新知見は学術的価値が非常に高いと評価できる。

(5) 千蛇ヶ池雪溪については、歴史的な背景から始まり、長期変動の特徴、および、融雪期の雪面熱収支の特性を明らかにしている。多年性雪溪について、これだけ長期にわたりデータを整えた研究事例は皆無であり、この点に極めて高い独自性があると認められる。

(6) 多雪年と少雪年におけるニホンジカの越冬場所を比較した結果、多雪年は越冬場所が限定され、少雪年は越冬場所の範囲が広がることが示された。すなわち、積雪量の減少によって、ニホンジカの越冬地が拡大する可能性が明らかになった。このように生息適地モデルを用いることによって、積雪の減少は冬期のニホンジカの生存率を高め、生息域の拡大、個体数の増加につながることを指摘している点が高く評価される。

よって、本論文は博士(生物資源環境学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、令和5年8月9日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

学術領域及び外国語の試問の結果

氏名 小川 弘司

（試問の科目・方法・判定）

	（科 目）	（方 法）	（判 定）	（備 考）
専攻学術	環境科学	口 頭	合 格	

外 国 語	英 語	筆 答	合 格	
-------	-----	-----	-----	--

（試問の結果の要旨）

上記のとおり、専攻学術及び外国語の学力に関する試問の結果、本研究科の課程を修了した者と同等以上の学力を有することを確認した。

令和 5年 8月 9日

試問担当者氏名

藤原洋一、大丸裕武、一恩英二、皆已幸也