

特集「アジアの山岳氷河と山岳永久凍土」の編集にあたって

岩田修二* 平川一臣** 松岡憲知***

Introduction to the Special Issue on “ Mountain Glaciation and Mountain Permafrost in Asia ”

Shuji IWATA *, Kazuomi HIRAKAWA ** and Norikazu MATSUOKA ***

I. 企画・編集の経緯

日本は山国である。したがって、山は地学研究の重要な対象である。山の地形研究の重要な柱として古くから氷河地形研究があり、戦後は周氷河地形研究もさかんである。わが国には、面積の割に氷河・周氷河地形の研究者が多すぎると揶揄されたこともあった。最近では、地球温暖化に伴う山岳氷河の縮小や山岳永久凍土の融解など緊急の研究課題が山積し、いっぽうでは、新しい年代測定技術の開発や、氷河底変形層、永久凍土クリープのような新概念の誕生に刺激されて、山岳氷河・山岳永久凍土の研究は世界的にも盛んになっている。山岳氷河・山岳永久凍土にこだわる理由はほかにもある。山岳氷河は、氷床よりも気候変化に敏感に反応し、気候変化の直接的な指標である。氷河が存在しない日本の高山にも山岳永久凍土は存在する。永久凍土が融解すれば土砂災害をもたらす可能性もある。氷河や永久凍土の変動は、逆に気候にフィードバックされるし、流域の水循環にも影響を与える。地球環境に大きな影響を与える重要な現象である。

日本の研究者は、日本の高山だけではなく、アジアの高山や北極・南極の山地、アルプスなどでも山岳氷河や山岳永久凍土の調査・研究をおこなってきた。しかし、ヒマラヤでの氷河地形研究

など一部を除くと、日本人による、あるいは日本での氷河地形・永久凍土の研究は、外国にはほとんど知られていない。1980年代から、ヨーロッパの研究者によるヒマラヤ・チベットを中心とするアジアの高山の氷河や地形に関する研究が増加し、1990年代後半には、ドイツの研究者が台湾・韓国・日本など東アジアのフィールドで研究を始める動きがあり、飛驒山脈の立山が最終氷期に大きな氷床に覆われていたという論文が出たりした。2001年夏には東京で国際地形学会が予定されていたこともあり、この機会に日本人によるアジアの山岳氷河・山岳永久凍土の研究を総括し、広く世界に紹介すべきだという気運が高まった。そこで、若手の研究者たちは、数年前から山岳永久凍土研究グループと氷河作用研究グループを結成し研究を進めてきた。その結果、日本の山岳を含めてアジアの山地に関する多くの研究成果が蓄積された。このような経緯でこの特集が企画された。

原稿の募集は、上記研究グループや寒冷地形研究グループのネットワークを通じておこなった。19編の原稿が投稿された。その大部分は若手の研究者によるものである。査読には、われわれ3名と、関係分野の専門家、それに東京地学協会編集委員会の担当委員があたった。その結果、12編の論文が掲載されることになった。時間の不足などもあり、修正や推敲に不十分な点が残っており、

* 東京都立大学地理学教室

** 北海道大学地球環境科学研究科

*** 筑波大学地球科学系

* Department of Geography, Tokyo Metropolitan University

** Graduate School of Environmental Earth Science, Hokkaido University

*** Institute of Geoscience, University of Tsukuba

観測事実の不足や、論理の飛躍も皆無ではない。しかし、いずれも、調査が困難な高山で観測・調査をおこなったもので、データとしては貴重なものばかりである。この特集が、彼らの今後の発展の踏み台になり、より若い世代への刺激になり、この分野の発展につながれば幸いである。今年ちょうど国連が提唱する「2002年国際山岳年」にあたり世界的にも山を考える年である。本特集が山岳研究の一部として国際山岳年の活動に貢献できれば幸いである。

この特集を認めてくださった地学雑誌編集委員会、論文の査読を引き受けてくださった査読者、編集実務を担当された担当編集委員・編集書記のみなさんにお礼を申し上げます。

II. 収録論文の内容紹介と意義・評価

1) 山岳氷河

旧ソ連崩壊後の大きな変化は、カムチャツカや東部シベリアの山岳地帯で外国人が研究・調査をおこなえるようになったことである。北海道大学低温科学研究所のグループは、精力的にこれらの地域で調査をおこなっている。白岩・山口の総説は、最近進展した日露共同研究の成果の紹介である。カムチャツカ半島のコゼルスキー氷河とカレイタ氷河の質量収支およびウシュコフスキー火山のクレーター内の氷河のコア解析の結果から、過去200年の氷河質量収支と気候変動との関係を論じている。

乾燥した中央アジアでは氷河は水資源として重要である。このため、旧ソ連や中国では古くから氷河変動の観測が行われてきた。最近、地球温暖化によると考えられる氷河縮小が著しいため、世界中で氷河変動に関するデータの収集が盛んである。奈良間の総説「20世紀の中央アジアの氷河変動」は、これまでわが国では紹介されることが少なかった旧ソ連領中央アジアを中心とした地域での氷河末端変動の観測記録をまとめている。現地調査、氷河の質量収支の記録もあわせて、氷河変動の地域的な違いを明らかにしようと試みた。

最終氷期においても日本アルプスの氷河の多くは小規模であった。しかしながら、雪線（氷河平

衡線）の降下量などを通して、氷期の日本列島のご環境を復元する際には貴重な情報を提供する。しかし、日本アルプスの小さな氷河は、山頂現象や吹き溜まり効果によるもので気候の反映ではないという疑問があった。青木の論説は、中央アルプスと北アルプスの氷河地形について平衡線高度と稜線高度の関係を検討し、稜線高度によって平衡線高度が規定される小氷河群が存在したことを明らかにした。

カムチャツカ半島ウシュコフスキー火山のビルチェノック氷河では、山縣ほか火山灰編年学によって完新世の氷河変動を明らかにした。第1著者の山縣耕太郎は火山灰編年学が専門であるが、この研究はロシアの火山灰研究も利用している。この氷河末端変動の解明は、貴重な成果であるが、単一の事例だけで地域の気候変化を論じるのは難しいかもしれない。日本アルプスや日高山脈でも、最終氷期の氷河地形の編年が火山灰編年学やAMS炭素年代測定、宇宙線照射年代測定などによって進展している。しかし、今回はそれらの研究結果を収録することができなかった。

1980～90年代に氷河地形学でもっとも進展したことのひとつは、氷河の底面すべりに氷河底の未固結物質の変形が大きく貢献していることが明らかになった点である。岩崎ほかの論説「日高山脈トッタベツ谷における氷河底変形地層について」は、谷氷河においても氷河底変形層が存在することを発見し、その形成過程を論じたものである。変形層をおおう層が細粒な充填物質に乏しいことから、崩壊堆積物が関与している可能性もあるが、何らかの引きずりによって氷河底で変形が起こったことは確実であろう。

2) 山岳永久凍土

アジアの高山には山岳永久凍土が広範に分布しており、旧ソ連や中国の研究者はそれらを精力的に研究してきた。しかしながら、地形学的観点からアジアの広い範囲について、山岳永久凍土と、それに関連する地形を総合的にあつかった研究展望はなかった。松岡の総説「アジアの山岳永久凍土と周氷河環境」は、既存の文献と最新の研究成果に基づいて、中央アジアから東アジアの高山に

おける山岳永久凍土の分布と周氷河環境の垂直構造について総括したものである。永久凍土下限線の地理的变化、凍土帯の垂直分布の地域差、周氷河プロセスと気候環境との関係などについて論じている。

北海道の大雪山では1970年代から永久凍土の存在が知られており、そこにはバルサとよばれる凍結丘が発見されていた。曽根の論説「大雪山平ヶ岳南方湿原のバルサの内部構造」は、バルサをボーリングすることによって、バルサ内部の構成物質、析出氷などに関する詳細な分析をおこない、形成年代、発達過程について考察したものである。わが国で最初の詳細な研究であるだけでなく世界的にみても貴重な報告である。

山間や山麓で、積み重なった岩塊の隙間から、夏に冷風が吹き出す現象がある。累石風穴と呼ばれている。北海道東部の山麓には累石風穴の岩塊のすき間に氷が存在するものがある。氷が過去の寒冷な時代の遺物であると信じられている場合もある。澤田・石川の論説「北海道中央部、西ヌブカウシヌブリにおける岩塊斜面の永久凍土環境」はこのような風穴における地温と地下水の形成に関する従来にないくわしい観測結果を示した。ここでは、冬季の空気対流、融雪水の再結氷によって地下水が形成され、年平均気温がプラスの環境下にもかかわらず永久凍土となっていることが明らかにになった。

永久凍土は、2年以上連続して地温が0℃より低い場合と定義される。1980年代後半から、軽量のデータロガーが開発され、高山での地温の通年観測がきわめて容易になった。そのため、山岳永久凍土の新発見が続出している。石川ほかの「日高山脈ポロシリ岳周辺における山岳永久凍土環境」は、地温観測結果から、これまで全く議論されてこなかった北海道日高山脈の山岳永久凍土についてはじめて言及した報告である。かぎられた

観測データから大胆な推測を述べており、いろいろ問題はあるが、貴重な観測データとしては評価できる。

本州ではかつては富士山頂にしか永久凍土は存在しないと思われていたが、現在では日本アルプスにも永久凍土が存在することが判明している。福井は、永久凍土の存在が確認されている立山、内蔵助カールのプロテラスランパートにおいて、ピット調査、通年地温観測、二次元電気比抵抗探査と測量による地表面移動量の観測をおこない、プロテラスランパートで永久凍土クリーブが生じている可能性を論じた。日高山脈で石川は凍土形成の主原因として岩塊の間を移流する冷気を考えているのに対して、立山で福井は冷源としての残雪を重視しているようである。

山岳永久凍土の存在を示す地形が岩石氷河であるという主張がアルプスの周氷河地形研究者によって古くからおこなわれていた。わが国でも近年、岩石氷河の研究が盛んになっている。日本アルプスの岩石氷河を広く見てきた青山は、飛騨山脈の槍穂高連峰の岩石氷河の活動状態の評価をおこなった。岩石氷河の形態・植被状態の観察とともに地表面温度観測によって岩石氷河に永久凍土があるかないかを推定した。ひとつの岩石氷河で1地点、しかも1年間だけの観測からの結論には無理があるが、従来データがなかった調査困難な地点での研究という点は評価できる。

岩石氷河の形成プロセス、活動史は、高山の環境復元にとって重要である。苅谷ほかの報告は、赤石山脈仙丈ヶ岳、藪沢園谷の氷河堆積地形と考えられてきた岩屑丘において、相対編年のために礫の風化皮膜厚を測定したものである。岩屑丘は古い地形だが、背後の岩塊被覆斜面は過去数千年以内に形成された可能性が高く、完新世後半に岩石氷河流動が起こっていた可能性を指摘した。