

学 位 論 文 題 名

Late Quaternary Glaciation in the Hidaka Mountains,
Hokkaido, Northern Japan

(北海道日高山脈における第四紀後期の氷河作用)

学位論文内容の要旨

日高山脈の氷河作用は、従来から主として氷河の消長について議論されてきた。最終氷期には2回の氷河前進期があり、旧期の氷河が大きく発達したのに対し、LGMを含む新期の氷河は小規模で、17-18 ka BP頃には縮小しつつあったことが明らかにされていた。しかし、詳しい層序学的・編年学的知見は不十分であった。いっぽう、近年の氷河作用研究では、デフォーメーションティル（氷河下変形地層起源の地層）に基づく氷河底環境の復元が最も重要なトピックとなっており、変形構造の特徴や形成順序、形成プロセスが議論されている。しかし、これまでの研究で注目されたのは、大規模な氷河・氷床によって形成されたデフォーメーションティルであり、氷期の日高山脈に発達したような小規模山岳氷河によるデフォーメーションティルは全く研究されていない。そこで本研究では、氷河の消長と氷河底環境の2つの側面から、日高山脈の氷河作用を明らかにすることを目的とした。

本論文は、以下の5章で構成されている。

第1章では、日高山脈における氷河の消長に関する従来の研究と、近年の氷河作用研究の動向を概観し、本研究の目的および本論文の構成を記述した。第2章では、研究対象地域である日高山脈エサオマントッタベツ河谷とトッタベツ河谷の地形・地質概観を記載した。

第3章では、氷河の消長を議論した。現地調査と空中写真判読によって氷河地形・氷河堆積物・指標火山灰 (Ta-d, En-a, Spfa-1, Kt-3, Kt-6, RP3, Toya) を記載し、それらの層序を確立した。その結果、最終氷期の酸素同位体ステージ (OIS) 2, OIS-3, OIS-5a および、一つ前の氷期の OIS-6 の氷河について新たな知見を得た。

トッタベツ谷頭部では、トッタベツA・Bカールのカール底 (標高 1600 m) から標高 1300 mにかけて4列のターミナルモレーンが分布し、その下流側にアウトウォッシュ段丘 (標高 1250~1150 m) が隣接する。アウトウォッシュ段丘構成層の融氷河流堆積物中に恵庭a火山灰 (En-a, 17-18 ka BP) を、モレーン群を覆う腐植土中に樽前d火山灰 (8-9 ka BP) を認めた。これらの事実は、モレーン群の形成期がLGM~晩氷期であることを示す。また、風成のEn-aと、上下の層準の非氷河性堆積物の層序、およびその産出地点は、OIS-2の氷河の最大拡大範囲が、カール周辺に限られたことを示す。

エサオマントッタベツ谷底部では、標高 850 m 付近にターミナルモレーンが分布する。これらモレーンに連続するトリムライン(氷食谷壁上端の遷急部)は、ここより下流側には分布しない。ここでは、モレーンを構成するティルと、それに覆われる融氷河流堆積物が露出し、その層理境界に支笏降下軽石 1 (40-42 ka BP) が挟在する。したがって、このモレーンの形成期、すなわち最終氷期の氷河最大拡大期は、OIS-3 中期の 40 ka BP 頃であることが明らかとなった。

エサオマントッタベツ谷頭部のカール底直下(標高 1450-1000 m)には、最大層厚 30 m 以上の堆積物が広く分布する。その堆積物の大部分は融氷河流堆積物であり、クッタラ 6 火山灰(80 ka BP)が混入する。したがって、OIS-5a の 80 ka BP 頃には、カール周辺を分布域とする氷河が発達していたと考えられる。

トッタベツ河谷では、基盤岩に掘り込まれた広い U 字状の横断形を持つ埋没谷があり、それを氷食谷と認めた。この谷は、ティルおよび風化の進んだ砂礫層に埋積され、その中には洞爺火山灰(100-107 ka)が挟まれる。この氷食谷は、最終氷期の氷食谷よりも下流側にまで分布している。したがって、この氷食谷が形成されたおそらく OIS-6 には、最終氷期におけるよりも大きな氷河が発達していたと考えられる。

第 4 章では、最終氷期の最大拡大氷河によって形成されたデフォーメーションティル(T8 ティル・T9 ティルと呼ぶ)を詳細に記載し、その形成順序を明らかにした。ティル露頭の記載は、縮尺 10 分の 1 で行った。

T8 ティルは、層相の異なる A・B・C の 3 つのユニットから成り、融氷河流堆積物を覆っている。これらのうちユニット B と C には、“選択配向性を示す破断面”、“褶曲”、“角礫を挟む破断面”、“一列に並ぶダナイトの破碎礫”などの変形構造が認められることから、それらをデフォーメーションティルと解釈した。また、ユニット C は厚さが約 1 m もある泥質層であり、主に底面氷からロジメント・メルトアウプロセスで付加されたものと結論した。層序、層相および変形構造に基づけば、T8 ティルは 2 回の氷河前進-後退に伴って生じたと考えられる。

T9 ティルは、層相の異なる A'・B'・C'・D' の 4 つのユニットから成り、支流性堆積物を覆っている。このうちユニット B'・C'・D' は“選択配向性を示す破断面”、“泥質化した破断面”、“葉状構造”、“部分的に発達する破断面”などの変形構造を伴うことから、それらをデフォーメーションティルと判断した。ユニット B' と C' は共に粗粒角礫だけから成る礫支持層であるが、構成礫の大きさはユニット C' の方がはるかに細粒である。またユニット B' 中の“泥質化した破断面”はユニット C' にスムーズに連続する。これらの特徴から、ユニット C' はユニット B' の基底が強く変形されて生じたものと結論した。ユニット D' の層相は、部分的に破断面を伴う以外は、支流性堆積物(砂礫層)と同様である。したがって、支流性堆積物の変形の程度の弱い最上部がユニット D' である。以上の事実から、T9 ティルは 1 回の氷河前進-後退に伴って生じたと考えられる。

これら 2 つのデフォーメーションティルの検討から、1 回目の前進時の氷河は、ユニット C によって示される泥質物質を多量に含む底面氷を伴っていたが、2 回目の前進時の氷河は、氷河底に泥質物質を伴わなかったことが示唆された。したがって、その氷河の底面氷における岩屑含有状態は、空間的にも時間的にも変化していたと考えられる。

第 5 章では、本研究で得られた成果をまとめ、結論を列挙した。

学位論文審査の要旨

主査 教授 平川 一 臣
副査 教授 岩田 修 二 (東京都立大学)
副査 教授 小野 有 五
副査 助教授 渡邊 悌 二

学位論文題名

Late Quaternary Glaciation in the Hidaka Mountains, Hokkaido, Northern Japan

(北海道日高山脈における第四紀後期の氷河作用)

日高山脈の氷河作用は、日本の第四紀学における主要な研究課題のひとつで、1950年代以降相当数の調査・研究が続けられてきた。それにもかかわらず、日高山脈の氷河の消長については、最終氷期に新旧2回の氷河前進期があったこと、旧期の氷河が最大前進したこと、いわゆる極相期 (LGM) の氷河は小規模な谷氷河であったことなどがおおよそ明らかにされていたにすぎず、詳しい層序学的・編年学的な野外調査・研究が待たれていた。また、最近の氷河作用に関する研究では、氷河の流動とともに生成する氷底での変形堆積物 (デフォーメーションティール) とその意義が最も重要な課題であり、デフォーメーションティールの記載的特徴や形成順序、形成プロセスが議論されている。しかし、これらの研究は、大規模な氷河・氷床によるデフォーメーションティールについてであり、氷期の日高山脈に発達したような小規模な山岳氷河のデフォーメーションティールに関する研究は皆無であった。

この研究は5章からなり、従来の研究の検討と研究課題の指摘 (第1章)、調査地域の記載 (第2章) に続いて、徹底的な野外調査資料に基づいて、日高山脈の氷河作用を氷河の消長 (第3章) とデフォーメーションティール (第4章) の2つの課題について論じている。

第1の課題については、調査地域に選定された日高山脈中央部のエサオマントツタベツ河谷とトツタベツ河谷において、空中写真判読によって氷河地形・氷河堆積物の分布の概要を把握し、現地野外調査によって火山灰編年学的に正確な層序・編年が確立された。その結果、日高山脈の氷河作用は海洋酸素同位体ステージ2 (OIS-2)、OIS-3、OIS-5a、および最終氷期以前 (OIS-6) に位置づけられた。すなわち、①OIS-2の氷河はカール周辺に限られる小規模なものであったこと、②LGM末期～晩氷期にかけて氷河は少なくとも4回の停滞・再前進を伴いつつ縮小したこと、③OIS-3中期の40 ka BP頃に最終氷期の氷河は最大拡大したこと、④OIS-5aの80 ka BP頃にカール氷河ないしは小規模な谷氷

河が発達したこと、⑤最終氷期におけるよりも大きな谷氷河が発達したことがあり、その時期はOIS-6の可能性が高いことが明らかにされた。

第2の課題については、最終氷期の氷河末端付近で形成された2地点のティル（T8ティル・T9ティル）によって、詳細な記載を基に形成プロセスと形成過程が明らかにされた。まず層相の違いから、T8ティルはA・B・Cの3つのユニットに、T9ティルはA'・B'・C'・D'の4つのユニットに区分された。ユニットB・C・B'・C'・D'には、“水平方向に引きずられたダナイトの破碎礫”、“褶曲”、“選択配向性を示す破断面”、“角礫を挟む破断面”、“泥質物質を挟む破断面”などの変形構造が発達することから、それらユニットはデフォーメーションティル、それらを直接覆うユニットAとA'は氷河上・氷河中起源のティルと解釈された。また、ユニットCが主にロジメント・メルトアウトプロセスにより堆積した含岩屑底面氷起源の細粒物質から成ると考えられること、ユニットB'の変形構造はユニットC'に漸移すること、ユニットD'の変形の程度は小さいことなどに基づいて、T8ティルは2回、T9ティルは1回の氷河前進-後退サイクルで形成されたと解釈できることが示された。これら2つのデフォーメーションティルの層序・層相、発達過程から、当時の氷河はポリサーマルな性質であり、その底面氷における岩屑含有状態は空間的にも時間的にも大きく変化していたことが示唆された。

以上のように、この研究は、第一に精度の高い野外データに基づいて日高山脈の氷河の消長を正確に復元し、古気候復元など今後の研究に重要な基礎資料を提示したこと、第二にデフォーメーションティルの研究に基づいて小規模山岳氷河の氷河底環境を世界で初めて詳しく検討したことにおいて極めて重要な成果をもたらした。

審査員一同は、これらの成果を高く評価し、また大学院課程における研鑽や取得単位なども併せ、申請者が研究者として誠実かつ熱心であり、博士（地球環境科学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと判定した。