

周氷河地形研究の地域性

松本 穂高

はじめに

周氷河地形が熱い。自然地理学の主要な分野の一つである地形学の中で、周氷河地形にかかわる研究は確かな地位を築いている。これは驚異的とも思える。なぜなら、日本では周氷河地域がごく限られていること、また周氷河地形にかかわる野外調査には多大な体力、時間、根性を必要とするからだ。この背景には、周氷河地形研究が若手研究者に脈々と受け継がれてきた学術史がかかわっているだろう。

では、若手研究者を周氷河地形研究へと誘う魅力とは何だろうか。これを考えるためには、従来の研究の流れを概観することが近道だ。そこで、この機会に我が国における周氷河地形研究の総括を試みようと考えた。総括するにあたって、二つの方法が考えられる。一つは、周氷河地形プロセス研究に注目して、地形形成営力論からアプローチしていく方法である。もう一つは、周氷河地形の記載学的研究に注目して、地形の地域分布からアプローチしていく方法である。ところが、そのどちらの方法もすでに行われている。前者の例(小疇 1974; 1983; 松岡 1992; Matsuoka 2001)では、地形形成営力を物理的に定量化する目的で従来の研究をレビューする。また後者の例(日本第四紀学会 1987; 小口 1992; 米倉ほか 2001)では、あらゆる周氷河地形を網羅的に把握する目的で従来の研究や報告を列挙する。このような総説はあるものの、地理屋の立場から周氷河地形研究に接するとき、ある種のもどかしさを感じずにはいられない。その原因は、両者の立場を複合した例がないことにある。つまり、「どこにどのような周氷河地形が分布するか」とどまらず、「どこでどのような周氷河地形研究が行われてきたか」が総合的に把握されていないのだ。そこで、周氷河地形研究の地域性を検討するという今までになかった視点から研究の流れをとらえることで、周氷河地形研究の魅力の解明に迫れるのではないかと考えた。

本稿では、まず従来の研究から野外調査をおこなった例を抽出する。その上で、それらの研究例を「対象地域」に着目して分類し、各地域ごとに若干の考察とともに紹介する。その後、地域ごとの研究動向を検討する。ただし、本稿で対象とする研究は著書、原著論文および紀要掲載論文・報告として公表されている文献に限定した。講演要旨集等にも注目すべき報告は多くあるが、一部を除いて割愛した。

周氷河地形とは

「周氷河地形」を次のように定義する:高山や極地などの寒冷な気候環境下にあり、寒冷地特有の作用・現象によって形成された地形。より専門的には、周氷河地域において周氷河作用・現象により生じた地形と言い換えられる。したがって、周氷河地形を論ずる際には、周氷河作用・現象を切り離すことはできない。そこで、本稿では周氷河地形だけでなく、周氷河作用・現象を扱った研究も対象とする。

周氷河地形は、大きく次の三つに分類できる。1)各種の構造土(多角形土, 円形土, 条線土, 階状土, ソリフラクションロウブ, アースハンモックなど)・凍結割れ目・氷楔・パルサなどの比較的小規模な地形, 2)岩塊流・岩石氷河などの岩塊地形, そして 3)残雪凹地・アバランチシュート・非対称山稜・周氷河砂礫斜面などの斜面地形である。これらの地形を作る根本的な作用には主に二つある。一つは地面の凍結融解に伴う機械的風化と剝削に関連するもので、具体的には凍上沈下, 礫の凍結淘汰, ソリフラクション, 岩石の凍結破砕などの現象である。もう一つは積雪の作用に関連するもので、具体的には残雪の諸作用(ニベーション)および積雪の移動(積雪グライド, 雪崩)に伴う斜面侵食作用である。これらのほか、凍土現象や山頂現象も周氷河現象に含まれる。以上のように、周氷河作用の基本は「凍結融解」と「雪」なので、我が国では程度(頻度や強度)の差こそあれ広く働いているといえる。

各地域の研究例

周氷河地形・現象に関連する研究例を各地域ごとに挙げ、若干の私見を述べる。なお地域区分は便宜上、北海道、東北地方、北信越地方、関東・西日本の四区分とした。ちなみに、これは日本雪氷学会の支部の区分と同じである。

1) 北海道

北海道の屋根といわれる大雪山では、古くから記載的研究がおこなわれている。小疇(1965)は標高 2,000 m 内外の山頂部一帯において構造土の分布とその形態を詳細に調査した。これにより大雪山に周氷河環境があることが世に紹介され、その後多くの研究を生んだ。構造土をより詳細に観察報告した例(福田ほか 1976)、ソイルウェッジポリゴンを同定した例(曾根・高橋 1986)、

我が国初のパルサの発見(高橋・曾根 1988),「幻の湖」といわれる白雲岳山頂火口湖の出現と消滅の報告(高橋 1995)などが代表的である。また,斜面プロセス研究には Sato et al.(1997), 曾根ほか(1998), Yamada et al.(2000), Matsumoto et al.(2001), 松本ほか(投稿中)などがある。さらに,残雪凹地の形成に関わる環境条件を扱った例には宮本(1999; 2000)がある。このように多くの研究があるにもかかわらず,その広大さゆえ大雪山ではいまだに記載すらされていない場所も残されている。また,地形形成営力の物理的機構の解明に力が注がれ,地形発達を正面から扱った研究例が不足している現状がある。これは,大雪山が複雑な火山地形で構成され,その形成史すら完全に解明されていないことに関係しているのだろう。

最近では,大雪山の寒冷地に特有な景観についてその成り立ちを科学的に解こうとする研究(例えば高橋 1992; 高橋・佐藤 1994)とともに,永久凍土に関連する研究が増えつつある。福田・木下(1974), Sone et al.(1988), Sone(1990; 1992), Ishikawa and Hirakawa(2000)などにより大雪山の永久凍土分布が明らかになりつつあり,またその分布を規定する環境条件が検討されている。

大雪山での圧倒的な数の研究例に比べ,その他の地域での調査は限られている。点状的永久凍土が北見地方(志保井 1980; 福田・成田 1980),十勝地方(清水ほか 1988),札幌市内(石崎 1992)などの標高 1,000 m 内外に分布することが報告されている。アースハンモックは道東や道北地方の平野で確認されている(佐々木 1979; 天井澤 1997; 曾根ほか 1999)。不淘汰条線土と植被階状土の簡単な報告が東大雪地域にある(松本ほか 1999)。これらのほか,現成ではなく化石化した周氷河地形・現象も観察されている。十勝地方ではインボリューションなど種々の化石周氷河現象が記載されている(小疇ほか 1974a)。また,北海道北部の豊富村(澤口・小岩 1990)や猿払村(小疇ほか 1974b)の露頭では化石氷楔(アイスウェッジカスト)が確認されている。さらに,根釧台地では非対称谷の成因が考察された(岩田 1977)。化石周氷河現象の分布や形態を記載することは,古気候や古環境の復元に役立つという点で重要である(小疇ほか 1974a; 三浦・平川 1995)。

2) 東北地方

東北地方では,日本海側と太平洋側で研究対象テーマが異なる。これは,積雪の多寡が関係している。

日本海側地域では,冬期の積雪が多いことを反映し,主に雪と地形との関係が注目されている。月山では,構造土分布が記載された(田淵・上田 1969)ほか,残雪凹地の成因に関する定量的

研究が行われた。凹地の形成に対する降雨や融雪水の役目を明らかにした例(小林 1969; 1971; Kobayashi 1992), 土壌調査から凹地の形成史を考察した例(狩谷 1994;1995), 地温観測から凹地での斜面プロセスを検討した例(Kariya 1995)など多くがある。残雪凹地に関連する研究例は飯豊山地でも行われている。山中(1979; 1980)は飯豊山地の残雪砂礫地において土砂移動を観測し, 残雪凹地の形成プロセスを論じた。また, 檜垣(1990)も飯豊山地の残雪砂礫地で土砂移動を観測し, 強風砂礫地のものと比較することで斜面プロセスを予察的に検討した。

八幡平では, 雪田の埋没泥炭層から過去の残雪規模を推定する試みがおこなわれた(大丸ほか 1997)。八甲田山では斜面記載により雪食斜面が同定された(川村 1972)。雪田や残雪凹地は多雪山地の景観を特徴づけるものであり, それらを対象とした研究は景観生態学の立場からも重要である。しかし雪が地形形成に与えるメカニズムは複雑であり, いまだ解明されていない点は多い。そのほか東北地方日本海側では, 秋田駒ヶ岳の構造土(井上ほか 1978), 和賀山の構造土(吉田・金子 1978), 船形山のインボリューション(宮城・木全 1982), 男鹿半島の構造土(佐々 1954), 只見川流域のアバランチ・シュート(下川 1980; 1981)など, 多くの周氷河地形が調査されている。

太平洋側地域では, 低温と寡雪の環境を反映し, 地面の凍結融解にともなう現象が注目されている。北上山地では, 風衝地における土砂移動観測(澤口 1987; 小疇・澤口 1988; 澤口・小疇 1998), およびテフクロロジー手法を用いた斜面発達研究(田村・三浦 1971; 檜垣 1987; 吉永・西城 1989; 西城ほか 1993; 西城 1998)が行われ, 現在と過去両方の, 周氷河プロセスと周氷河斜面に関する研究が進んでいる。北上山地での一連の研究を評論した岩田(1998)でも述べられたように, 北上山地でのプロセス的研究の成果は, 他の地域での結果と比較して一般化する上で貴重である。

3) 北信越地方

日本の屋根をなす北信越地方(北陸地方, 長野・新潟県周辺)では, 周氷河地形にかかわる研究事例は特に多い。また研究テーマも多彩である。

北アルプス北部の白馬岳周辺は, 古くから氷河地形研究の模式地として, また斜面プロセス研究の実験地として注目されてきた。白馬大雪溪での積雪グライドによる研磨作用に関する実験(今村 1933; 1935)は特に有名である。1970年代以降, 高山帯に働く地形形成作用とそれに関連する環境を総合的に把握する研究がおこなわれた(小疇ほか 1974c; 高山地形研究グループ 1978; 相馬ほか 1979; 岩田 1980)。近年, 高山地形研究グループの元メンバーによる一般向け

の著書も多く出されており(小泉 1993; 1998; 岩田 1997; 小疇 1999), 白馬岳周辺は周氷河地形研究を世に紹介する上で重要なフィールドとなっている。

北アルプス中部の薬師岳は, 特別天然記念物にも指定されているカール群があることからわかるように, 古くから立山とともに氷河地形の殿堂として知られる。周氷河地形研究としては, 小泉(1982; 1989)や高田(1992)が周氷河性平滑斜面に注目して斜面形成環境の変遷を検討した例がある。周氷河性平滑斜面を対象とした一連の研究は小泉(1992)に総説されている。最近, 立山内蔵助カールにおいて永久凍土が確認された(福井・岩田 2000)。

北アルプス南部の槍・穂高連峰では, 周氷河地形はある程度分布するもののアプローチが簡単でないため, 研究例は意外に少ない。その中で, ごく最近では岩石氷河が脚光を浴びてきた。南岳や槍ヶ岳周辺に分布する岩塊の舌状の高まりが, 従来いわれてきたモレーンやプロテラスランパートではなく, 岩石氷河ではないかとして再検討されている(松岡 1998)。岩石氷河は, その活動度により永久凍土存在の指標になりうるとされている。

乗鞍岳では, その山頂部に構造土などの周氷河地形が分布し, また周氷河環境が広く存在することは古くから知られており, その記載もある(西村 1928; 藤原 1928)。しかし, 周氷河地形・現象にかかわる詳細な地形学的観測は近年始まったばかりであり, 今後の成果発表が待たれる。乗鞍岳には標高 3,000 m 付近まで自動車道路が付けられているので, 大がかりな野外実験も可能である。このような恵まれたフィールドは本州では少なく, したがってより多くの調査が今後おこなわれてよいだろう。

南アルプスでは, 3,000 m 級の稜線部に広がる風衝裸地で調査がおこなわれている。鳳凰山周辺では, 構造土の形成メカニズムを明らかにする目的の研究がある(小疇 1964; 樋口 1990)。また, 間ノ岳周辺では斜面プロセスを明らかにする目的で, 土砂移動や土壌環境の詳細な観測がおこなわれている(松岡 1985; Matsuoka 1990; 1994; 1996; 1998)。このうち, ソリフラクションを扱った研究(Matsuoka 1994; 1996; 1998)は, 一日～短日周期の凍結クリープの重要性とそのメカニズムを明らかにした成果として世界的によく引用される。

霧が峰とその近くの蓼科山には様々な周氷河地形が分布し, 調査も多岐にわたる。構造土の観察(中島 1938; 奥舎 1969), 非対称山稜の記載(羽田野・馬部 1963), 岩塊流の流動観測(松本 1978)などがおこなわれたが, 霧が峰でもっとも多く取り組まれているのは階状土の研究である(岩塚・守屋 1965; 奥舎 1970; 中山・麻生 1973)。霧が峰における階状土研究では, 階状土の形成に対する風の役割が大きいことが強調されている。

白山でも階状土が調査された。今井(1984)は階状土を詳細に記載するとともに, 階状土の形

成営力としてのソリフラクションに注目した。白山には階状土の他にもソリフラクションロウブなど多様な周氷河地形が分布するので、今後の調査が待たれる。

4) 関東・西日本

三国山脈平標山では、残雪凹地の形成を明らかにする目的で、残雪分布や土壤環境が調査された(小林 1966)。この調査により提示されたデータは、その場所の山深いこととその時代の貧しい研究事例から考えて貴重なものであり、その後の周氷河地形研究の発展にも大きな貢献となった。平標山周辺では、その後も周氷河性平滑斜面や残雪凹地の形態および土壤構造を鍵として気候変化を探る研究(小泉ほか 1984; 高田 1986; 佐々木・荻谷 2000)、風食裸地による階段状地形の形成メカニズムを明らかにする調査(原田・小泉 1997)などがおこなわれた。

足尾山地では、地面の凍結融解による土砂移動の観測がおこなわれ(石井 1976)、斜面プロセスがソリフラクションとの関連で詳細に検討された。さらに、土砂移動プロセスと斜面の微地形形成が関連づけて検討された(Ishii 1981)。足尾山地では、周氷河現象に限らずあらゆる方向から斜面形成を明らかにする研究が進められており(町田ほか 1975; 石井ほか 1992)、周氷河作用も斜面プロセスの一部として位置づけられている。

富士山では、永久凍土が確認されている(藤井・樋口 1972)。現時点で永久凍土が確認されているのは、北海道と北アルプス立山カールを除いては富士山だけである。富士山が現在の高度となったのは後氷期なので、その永久凍土は現成のものである。したがって、現在の永久凍土の分布条件などを知る上で重要なフィールドであろう。

西日本では石槌山、阿蘇山(小口 1986; 1992)、霧島山、久住連山大船山などで構造土が見つかっている。これらの地形は潜在的な森林限界の高度より低いところに位置しており、したがって規模はさほど大きくない。これらの地域のほかにも、山火事や多量の火山灰降下により森林が破壊された場所では周氷河地形の立地に好都合であることが指摘されており(小口 1992)、実際に岩塊流やインボリューションと疑われる地形の報告が散見される(今村 1963; 小口 1988)。

地域性の考察

ここまで挙げてきた研究例をもとに、周氷河地形研究の地域性をごく簡単に検討する。周氷河地形を野外調査からアプローチした研究はもっと多くあり、ここに挙げた文献が決してすべてではない。したがってかなり無理はあるものの、いずれもおのおのテーマでは代表的なものを挙げた

つもりなので、大ざっぱな議論には有用と考えた。

まず、それぞれの文献を特定の地形種あるいは現象を扱ったものと(半ば強引に)判断し、地域ごとの各テーマ別文献数をまとめた(表1)。その上で、各文献の調査対象地を日本の縦断面図にプロットした(図1)。これらの図表をもとに、地域ごとの研究動向をみていく。

	北海道	東北	北信越	関東・西日本	計
小地形	9	5	10	3	27
斜面地形・斜面プロセス	8	15	12	3	38
岩塊地形	0	0	2	0	2
永久凍土	11	0	1	1	13
古環境復元	3	6	4	3	16
計	31	26	29	10	96

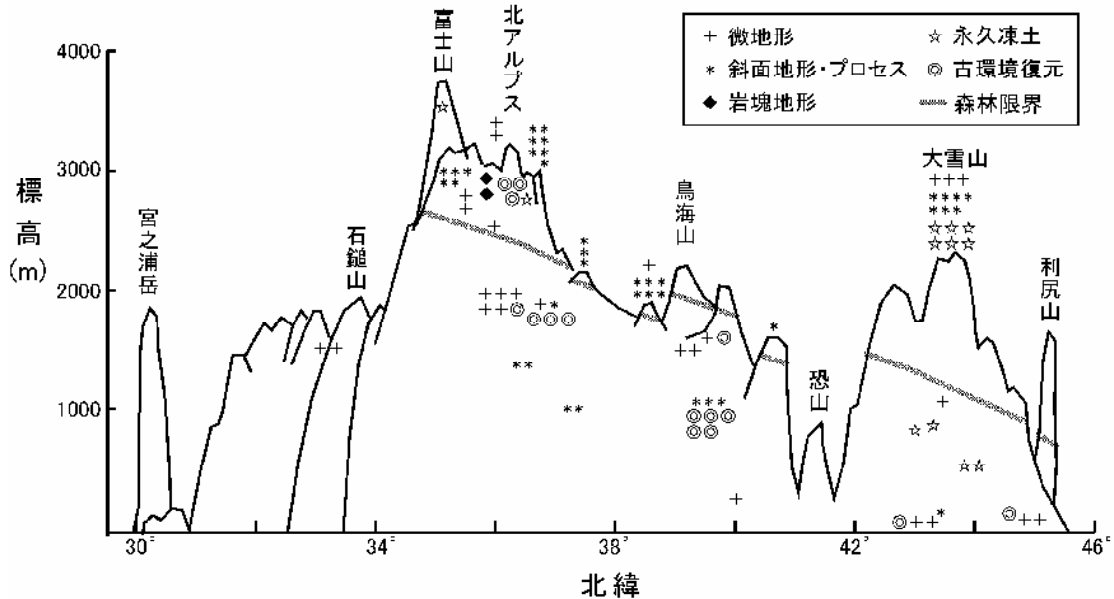


図1 各研究の対象地の位置

まず、北海道では永久凍土および微地形(主に構造土)を扱った研究が多いことが分かった。北海道では平野部でも周氷河環境下にあるといえるので、この結果は納得できる。しかし、斜面プロセス研究が少ないのは意外だ。本州ではふつう高山に調査地を求めなければならないことと比べると、北海道では調査地にアプローチしやすいという点で恵まれている。林道の法面などではかなり大がかりで詳細な観測も可能なので、今後もっと取り組まれてよいと思う。また、道南地域での調査例は今のところないので、今後の調査が待たれる。

次に、東北地方では数はいずれも少ないながら、テーマ別ではまんべんなくある。日本海側地域には盾状火山の独立峰が多く、そのような山ではなだらかな斜面が卓越する。また独立峰の山頂部では風が強く、森林限界は山頂現象のため強制的に低められている。さらに、多雪の条件が加わる。これらの環境の複合により、積雪の作用が地形形成の主因となる特徴的な地形が発現する。このため、残雪凹地に代表される「積雪—地形」の研究が盛んなのだろう。この地域は世界的にもまれな豪雪地帯なので、多雪山地特有のこれらの地形を扱った研究は我が国独自のものといえ、たいへん意義がある。ただし、岩木山、岩手山、鳥海山など多くの山では調査がおこなわれておらず、地形の記載学的研究の余地さえ大いに残されていることには注視したい。一方、太平洋側地域では北上山地北部(葛巻町上外川)のフィールドにおける斜面プロセス研究を除いては、特筆するものがない。これは、早池峰山などごく一部を除いて森林限界を超える場所がほとんどないことを反映している。北上山地の実験フィールドも、裸地化の原因は人為的なものであり、本来の高山帯ではない。しかし、地温や土砂移動の観測結果によれば周氷河環境には違いないことがわかっているので、斜面プロセス研究の手軽な実験地として今後ますます活用されてよい。

次に、北信越地方では微地形と斜面プロセスを扱った研究が多く、これらは北海道での事例数に匹敵するほどであることがわかった。特に北アルプスでの事例が圧倒的である。その背景には、高山帯の広がり比較的大きいこと、狭い地域内で地形や景観がモザイク状に構成されること、などが挙げられるだろう。高山帯で見られるモザイク状の景観の成因を明らかにすることが、周氷河地形研究のきっかけとなった面があるからだ。このように、北アルプスでの研究は常に周氷河地形研究の最前線であった。最近とみに盛んになりつつある岩石氷河研究および永久凍土研究も、北アルプスでの調査による成果を抜きにしては語れない。なお中央アルプスでも、文献は挙げなかったものの地生態学的調査が近年おこなわれていることに注目したい。冬期にもロープウェイにより手軽に高山帯にアクセスできる環境は、我が国では木曾駒ヶ岳のほかない。通年にわたる詳細な観察や野外実験をおこなうには、北アルプス以上に適していよう。

最後に、関東・西日本では雪食研究がなく、その他のテーマもいずれも少ないことがわかった。これは、周氷河環境下の砂礫斜面がごくわずかしかなく、山の景観を構成する要素としては不十分なためだろう。しかし、火山活動や山頂現象により砂礫地が広がる場所では、規模は小さくとも周氷河地形が眠っている可能性はある。今後もっとたくさんの山に登り、知られざる周氷河地形を確認していきたい。

おわりに

これまで見てきたように、我が国では周氷河地形の広がりにはさほど大きくないにもかかわらず、多くの地域で調査がおこなわれている。これはなぜだろうか。ヨーロッパアルプスでは、高山帯にロープウェーなどの観光施設を設ける場合に、その維持管理上の理由から地形プロセスの把握は欠かせない。さらに、永久凍土融解による土石流から集落を守るという必要からも、同様のことがいえる。いわば、周氷河地形プロセス研究は経済活動や人命に結びついた工学的研究分野として重要である。それに対して、我が国では周氷河地形研究はむしろ研究者個人の知的好奇心から始まった側面があるのではないだろうか。挙げてきた研究例をながめてみると、北上山地でのプロセス研究などを除けば、そのほとんどどれもが登山を楽しめる山を対象としていることに気づく。北海道では周氷河現象が平野でも普遍的であるにもかかわらずその研究例が少ないという事実が、この推測の妥当性を裏付ける。つまり、趣味としての登山をとおして、換言すれば高山へのあこがれや非日常的景観への興味などが、研究者に寒冷地形研究を意欲づけるのだろう。否、むしろ啓蒙された登山者がそれらの対象に触れることにより、研究者となると言い換えた方がいいかもしれない。その意味で、常に探求心を持って山を歩かれ、我が国の周氷河地形研究に先鞭をつけられた諸先輩方には、敬意を表さずにはいられない。

小林詢先生がご退官されるにあたり拙稿をまとめてわかったことは、小林先生が多くの地域で調査をされているということだ。しかも、本稿は周氷河地形をテーマとした文献に限ったものであり、小林先生には他にも構造地形、地形発達史など多くのテーマを扱った論文・著作がある。これより、「微に入り細を穿つ」研究にとどまらず、より多くの地域に接し、その中で各地域の実態に応じてその地域に特有の現象を追究する姿が読みとれる。この姿こそ、まさに地理学者として普遍の理想像だろう。小林先生にとってこられたこのような方針による研究の成果が、自然地理学の発展にもたらした貢献は大きいことを、拙稿をまとめて再確認できた。なお、本稿をまとめるにあたり北海道大学大学院地球環境科学研究科の宮本昌幸氏にご協力をいただきました。記して感謝いたします。

文 献

天井澤暁裕(1997):根室半島におけるアースハンモックの形成環境と分布形態. 国士舘大学地理学報告, 6, 27-33.

石井孝行(1976):足尾山地北部の山地斜面における凍結・融解による斜面物質の移動. 地理学評論, 49,

523-537.

- 石井孝行・小林詢・辻本英和(1992): 森林で覆われた山地における岩屑斜面. 地学雑誌, 101, 193-204.
- 石崎武志(1992): 北海道定山溪で発見された地下水について. 雪氷, 54, 429-430.
- 井上克弘・富岡成悦・千葉斐子・吉田稔(1978): 秋田駒ヶ岳の植被構造土. 東北地理, 30, 215.
- 今村学郎(1933): 白馬岳付近の雪蝕現象. 地質雑誌, 41, 738-740.
- 今村学郎(1935): 白馬岳の雪蝕擦痕. 地質雑誌, 42, 722-724.
- 今村外治(1963): 西中国地方の岩海(Felsenmeer)の数例について. 広島大学地学研究報告, 12, 257-275.
- 岩田修二(1977): 根釧原野, 上春別付近の周氷河非対称谷. 地理学評論, 50, 455-470.
- 岩田修二(1980): 白馬岳の砂礫斜面に働く地形形成作用—移動様式とその強度. 地学雑誌, 89, 1-17.
- 岩田修二(1997): 『山とつきあう』 岩波書店
- 岩田修二(1998): 北上山地での周氷河プロセス研究の特徴. 地形, 19, 265-271.
- 岩塚守公・守屋以智雄(1965): 霧が峰高原の無土器文化遺跡とそれに関連した若干の古気候地形学的問題. 地学雑誌, 74.
- 今井典子(1984): 白山山頂の階状土. 石川県白山自然保護センター研究報告, 10, 113.
- 奥舎憲雄(1970): 霧が峰高原の構造土. 地理学評論, 43.
- 奥舎憲雄(1969): 蓼科高原亀甲池と鏡ヶ池の構造土. 東北地理, 21, 218-219.
- 小口高(1986): 阿蘇カルデラ壁の斜面形成過程—周氷河作用の影響の可能性—. 地形, 7, 185-196.
- 小口高(1988): 松本盆地および周辺山地における最終氷期以降の地形発達史. 第四紀研究, 27, 101-124.
- 小口高(1992): 関東以西の低所における化石周氷河地形の形成環境. 地理学評論, 65A, 195-212.
- 狩谷愛彦(1994): ¹⁴C年代とテフクロノロジーからみた月山の亜高山帯に分布する埋没黒泥層の生成期. 第四紀研究, 33, 269-276.
- 狩谷愛彦(1995): 月山の残雪凹地における礫の風化皮膜の厚さの空間変化. 地理学評論, 68, 260-272.
- 川村正(1972): 南八甲田の雪食地形・周氷河現象. 東北地理, 25, 153-156.
- 小疇尚(1964): 鳳凰山における構造土の観察と実験. 駿台史学, 15, 53-75.
- 小疇尚(1965): 大雪火山群の構造土. 地理学評論, 38, 179-199.
- 小疇尚(1974): 凍結・融解作用がつくる微地形. 科学, 44, 708-712.
- 小疇尚(1983): 周氷河地域における物質移動. 地形, 4, 189-203.
- 小疇尚(1999): 『大地にみえる奇妙な模様』 岩波書店
- 小疇尚・澤口晋一(1988): 人為がまねいた氷期の景観—北上山地の荒廃裸地. 科学, 58, 548-556.
- 小疇尚・野上道男・岩田修二(1974a): ひがし北海道の化石周氷河現象とその古気候学的意義. 第四紀研究, 12,

177-191.

小疇尚・野上道男・岩田修二(1974b):北海道東部のIce-wedge casts. 地学雑誌, 83, 48-60.

小疇尚・杉原重夫・清水文健・宇都宮陽二郎・岩田修二・岡沢修一(1974c):白馬岳の地形学的研究. 駿台史学, 35, 1-86.

小泉武栄(1982):化石周氷河斜面, 雪食凹地ならびに山地貧養泥炭地の形成からみた晩氷期以降の多雪化について. 第四紀研究, 21, 245-253.

小泉武栄(1989):北アルプス薬師岳における斜面発達と強風地植物群落. 日本生態学会誌, 39, 127-137.

小泉武栄(1992):日本における周氷河性平滑斜面の研究. 地理学評論, 65A, 132-142.

小泉武栄(1993):『日本の山はなぜ美しい 一山の自然学への招待』古今書院

小泉武栄(1998):『山の自然学』岩波新書

小泉武栄・山川信之・原篤・坂本里美(1984):上越平標山の埋没泥炭層からみた完新世後期の気候変化. 地理学評論, 57A, 739-748.

高山地形研究グループ(1978):『白馬岳高山帯の地形と植生』

小林詢(1966):上越平標山頂付近における残雪の分布と凹地形との関係. 地理学評論, 39, 75-83.

小林詢(1969):雪田の融解水による斜面浸食について —1964年,月山における観測—. 信州大学志賀自然教育研究施設研究業績, 8, 1-15.

小林詢(1971):雪田の融解出水の日変化に関する二・三の結果. 信州大学志賀自然教育研究施設研究業績, 10, 1-10.

西城潔(1998):北上山地における最終間氷期以降の地形形成. 地形, 19, 209-219.

西城潔・吉永秀一郎・小岩直人・澤口晋一(1993):北上山地北部における最終間氷期以降の斜面物質移動期. 第四紀研究, 32, 219-225.

佐々保雄(1954):男鹿半島寒風山における構造土. 地質学雑誌, 60, 533-534.

佐々木明彦・苅谷愛彦(2000):三国山地平標山の垂高山帯に分布する泥炭質土質の生成開始期. 東北地理, 52, 283-294.

佐々木清一(1979):北海道北部における Earth Hummock について. 第四紀研究, 18, 31-37.

澤口晋一(1987):北上山地山稜部の荒廃裸地における凍結・融解による斜面物質移動. 地理学評論, 60A, 795-813.

澤口晋一・小疇尚(1998):北上山地山稜部における斜面物質移動と凍上に関する野外実験. 地形, 19, 221-242.

澤口晋一・小岩直人(1990):北海道宗谷地方徳満付近において観察されたアイスウェッジカスト. 第四紀研究, 29, 151-153.

- 志保井利夫(1980):北見地方の異常低温地点と地下水. 北見大学論集, 3, 141-152.
- 清水長正・山川信之・鈴木由告(1988):ひがし大雪地域における夏期凍結層の確認(I). 上士幌町ひがし大雪博物館研究報告, 10, 1-9.
- 下川和夫(1980):只見川上流域の雪崩地形. 地理学評論, 53, 171-188.
- 下川和夫(1981):アバランチ・シュートにおける雪崩侵食量の調査—御神楽岳を中心として—. 雪氷, 43, 217-223.
- 相馬秀広・岡沢修一・岩田修二(1979):白馬岳高山帯における砂礫の移動プロセスとそれを規定する要因. 地理学評論, 52, 562-579.
- 曾根敏雄・高橋伸幸(1986):北海道大雪山北海平における凍結割れ目多角形土の冬期観測. 地理学評論, 59-11, 654-663.
- 曾根敏雄・白岩孝行・北原智之(1998):大雪山白雲岳における礫質ソリフラクションロウプの表面礫の移動. 季刊地理学, 50, 201-207.
- 曾根敏雄・原田鉦一郎・田中静幸(1999):別海町ケネヤウシュベツ川沿いのアースハンモック. 北海道地理, 73, 1-9.
- 高田将志(1986):三国山脈主稜線周辺の化石周氷河性平滑斜面.化石雪食凹地. 地理学評論, 59A, 729-749.
- 高田将志(1992):北アルプス薬師岳周辺の周氷河性平滑斜面. 地学雑誌, 101, 594-614.
- 高橋伸幸(1992):大雪山における湿原の成立. 季刊地理学, 44, 1-17.
- 高橋伸幸(1995):凍土の融解期における大雪山白雲岳火口湖の消滅. 北海道地理, 69, 49-55.
- 高橋伸幸・佐藤謙(1994):高山風衝砂礫地にみられる冬季卓越風指標としての“しっぽ状”植生. 季刊地理学, 46, 136-146.
- 高橋伸幸・曾根敏雄(1988):北海道中央高地, 大雪山平ヶ岳南方湿原のパルサ. 地理学評論, 61-9, 665-684.
- 田淵洋・上田茂春(1969):月山の現成および化石周氷河地形. 東北地理, 21, 216-221.
- 田村俊和・三浦修(1971):北上山地北縁地域の斜面堆積物. 第四紀研究, 10, 21-30.
- 大丸裕武・池田重人・斎藤武史・梶本卓也・岡本透・関剛(1997):奥羽山地北部笹森山の雪田土壤にみられる中世温暖期の雪溪の縮小. 雪氷, 59, 101-110.
- 中島盛男(1938):蓼科山亀甲池の亀甲形礫堆に就て. 地学雑誌, 50, 91-94.
- 中山正民・麻生学(1973):霧が峰における階状土の形成過程. 東北地理, 25, 179.
- 西村健二(1928):飛騨山脈に於ける構造土の新紹介. 地球, 9-6, 447-448.
- 日本第四紀学会編(1987):『日本第四紀地図』東京大学出版会
- 羽田野誠一・馬部正久(1963):霧が峰の周氷河地形について. 地理学評論, 36, 744-.

- 原田経子・小泉武栄(1997): 三国山脈・平標山におけるパッチ状裸地の形成プロセスと侵食速度. 季刊地理学, 49, 1-14.
- 桧垣大助(1987): 北上山地中部の斜面物質移動期と斜面形成. 第四紀研究, 26, 27-45.
- 樋口雅夫(1990): 鳳凰山の頂稜部砂礫地における凍結・融解期の気温および地温の変化. 地理学評論, 63A, 154-165.
- 福井幸太郎・岩田修二(2000): 立山, 内蔵助カールでの永久凍土の発見. 雪氷, 62, 23-28.
- 福田正巳・井上正則・武田一夫(1976): 大雪山北海平における大型構造土の観察. 低温科学物理篇, 34, 257-260.
- 福田正巳・木下誠一(1974): 大雪山の永久凍土と気候環境. 第四紀研究, 12, 192-202.
- 福田正巳・成田英器(1980): 置戸町で発見された地下水氷について. 低温科学物理篇, 39, 201-205.
- 藤井理行・樋口敬二(1972): 富士山の永久凍土. 雪氷, 34, 12-22.
- 藤原咲平(1928): 乗鞍岳亀ヶ池付近の亀甲形礫堆に就いて. 地理学評論, 4, 815-819.
- 松岡憲知(1985): 赤石山脈主稜部における線状凹地の分布と岩石物性. 地理学評論, 58A, 411-427.
- 松岡憲知(1992): 凍結融解作用の機構からみた周氷河地形. 地理学評論, 65A, 56-74.
- 松岡憲知(1998): 岩石氷河—氷河説と周氷河説—. 地学雑誌, 107, 1-24.
- 松本繁樹(1978): 霧が峰高原における rock creep 現象の継続観測とその流動速度. 静岡大学教育学部研究報告(自然科学篇), 29, 1-12.
- 松本穂高・澤田結基・森 淳子(1999): 大雪山系丸山火山における不淘汰条線土と植被階状土. ひがし大雪博物館研究報告, 21, 17-24.
- 松本穂高・山田周二・平川一臣: 大雪山熊ヶ岳における土砂移動とその発生要因. 地学雑誌.(投稿中)
- 三浦英樹・平川一臣(1995): 北海道北・東部における化石凍結割れ目構造の起源. 地学雑誌, 104, 189-224.
- 宮城豊彦・木全令子(1982): 奥羽山脈中部, 船形山北麓・尾花沢氏東方における更新世末の化石周氷河現象. 東北地理, 34, 246-249.
- 宮本昌幸(1999): 大雪山小泉岳北東の残雪凹地における雪田消失過程. 季刊地理学, 51, 134-144.
- 宮本昌幸(2000): 大雪山小泉岳北東の残雪凹地における破砕礫の分布. 地理学評論, 73, 448-458.
- 山中英二(1979): 飯豊山地御西岳付近の雪窪. 東北地理, 31, 36-45.
- 山中英二(1980): 残雪砂礫地の表面礫の移動—飯豊山地における1977~1979の測定. 東北地理, 32, 81-85.
- 吉田・金子(1978): 奥羽山脈和賀山の構造土. 東北地理, 30, 60-.
- 吉永秀一郎・西城潔(1989): 北上山地北部の完新世における百年・千年オーダーの斜面変化. 地形, 10, 285-301.

米倉信之・貝塚爽平・野上道男・鎮西清高編(2001):『日本の地形1総説』東京大学出版会.

Ishii, T. (1981): Microforms and slope processes of the Ashio Mountains in central Japan. *Transactions, Japanese Geomorphological Union*, 2-279-290.

Ishikawa, M. and Hirakawa, K. (2000): Mountain permafrost distribution based on BTS measurement and DC resistivity soundings in the Daisetsu Mountains, Hokkaido, Japan. *Permafrost and Periglacial Processes*, 11, 109-123.

Kariya, Y. (1995): Ground temperature observations at Mt. Gassan in Northern Japan: A comparison between a wind-swept slope and a snowpatch hollow. *Geographical Review of Japan*, 68B, 75-85.

Kobayashi, M. (1992): Preliminary study of the effect of rain wash on the evolution of nivation niches. *Journal of the faculty of education, Shinshu University*, 76, 133-141.

Matsuoka, N. (1991): The rate of bedrock weathering by frost action: field measurements and a predictive model. *Earth Surface Processes and Landforms*, 15, 73-90.

Matsuoka, N. (1994): Continuous recording of frost heave and creep on a Japanese alpine slope. *Arctic and Alpine Research*, 26, 245-254.

Matsuoka, N. (1996): Soil Moisture Variability in Relation to Diurnal Frost Heaving on Japanese High Mountain Slopes. *Permafrost and Periglacial Processes*, 7, 139-151.

Matsuoka, N. (1998): The relationship between frost heave and downslope soil movement: field measurements in the Japanese Alps. *Permafrost and Periglacial Processes*, 9, 121-133.

Matsuoka, N. (2001): Solifluction rates, processes and landforms: a global review. *Earth-Science Reviews*, 55, 107-134.

Matsumoto, H., Kurashige, Y. and Hirakawa, K. (2001): Soil moisture conditions during thawing on a slope in the Daisetsu Mountains, Hokkaido, Japan. *Permafrost and Periglacial Processes*. 12, 211-218.

Sato, T., Kurashige, Y. and Hirakawa, K. (1997): Slow Mass Movement in the Taisetsu Mountains, Hokkaido, Japan. *Permafrost and Periglacial Processes*, 8, 347-358.

Sone, T. (1990): The permafrost environment of the Daisetsu Mountains, central Hokkaido, northern Japan. *Environmental Science, Hokkaido University*, 13, 1-28.

Sone, T. (1992): Permafrost environment of the Daisetsu Mountains, Hokkaido, Japan. *Permafrost and Periglacial Processes*, 3, 235-240.

Sone, T., Takahashi, N. and Fukuda, M. (1988): Alpine permafrost occurrence at Mt. Taisetsu, central Hokkaido, in northern Japan. *Permafrost; Proceedings vol. 1, Fifth International Conference on Permafrost in Trondheim*,

Norway, August 1988, 253-258.

Yamada, S., Matsumoto, H. and Hirakawa, K (2000): Seasonal variation in creep and temperature in a solifluction lobe: Continuous monitoring in the Daisetsu Moundains, Northern Japan. *Permafrost and Periglacial Processes*, 11, 125-135.