

北アルプス大日岳の巨大雪庇調査

飯田 肇 (立山カルデラ砂防博物館)

横山 宏太郎 (中央農業総合研究センター北陸研究センター)

川田 邦夫 (富山大学極東地域研究センター)

1. はじめに

大日岳(標高2501m)は、北アルプス立山連峰の一角を占め、国内有数の多雪地帯で山頂付近には巨大な雪庇が発達する。2000年3月、この雪庇が崩壊し二人の尊い命が失われた¹⁾。雪庇に関する調査研究はこれまできわめて少ない。大日岳の事故について検討する中で、雪庇について、特に大日岳のような巨大雪庇の規模や形成・崩壊・消滅の過程などについてほとんどわかっていないことが明らかになった。そこで、この問題に強い関心を持つ登山家、山岳ガイド、雪氷研究者らが、大日岳の巨大雪庇の実態を調査し、形成・崩壊・消滅過程を解明すべく、現地調査を計画・実施した²⁾。著者らもその調査に参加したので、結果の概要を報告する。

2. 現地調査

大日岳の巨大雪庇の現地調査を2005年4月17日から27日の間に実施した。雪氷研究者、登山家、山岳ガイドら総勢51名が参加して現地調査を行ったが、悪天候の日もあり、調査活動は71人日であった。雪庇の形をレーザー距離計で測量するため、反射板を持った人には、万一に備えてロープで確保しながら、雪庇先端に2m位まで近づいてもらった。雪庇の断面を見ようと、チェーンソーやスノーダンプで掘り進めたが、全体の断面を作るには相手が大きすぎて、幅2m、深さ3m位のトレンチになった(写真1)。長さは37mもあった。いったん掘ったトレンチが雪で埋められ

掘りなおしたこともあった。

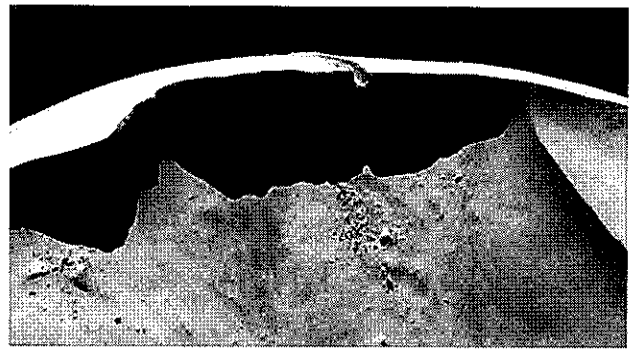


写真1 大日岳山頂の雪庇の調査トレンチ
(撮影 立山砂防事務所)

さらに深いところを調べるため、トレンチの底に堅穴(ピット)を4カ所掘り、また2カ所では手回しドリルでピット底から2.8m、9mのコア(円筒形)試料を採取した。こうして、層構造や密度などを調査した。

物資約2トンのうち、大部分の調査機材、食料などはヘリコプターにより輸送した。また、地表面の形状測量のため、10月にも現地調査を実施した。大勢の参加と各方面のご協力によりはじめて可能になった調査であった。

3. 巨大雪庇の形状

現地調査の結果、これまで写真等での推測が主だった大日岳山頂付近の巨大雪庇の形状を正確に実測することができた。図1に雪庇の表面形状測量結果と地表面測定結果を重ね合わせて3次元で表現した。図2には雪庇の断面形状を示す。また、写真2には観測当時の雪庇前面の形状を示す。

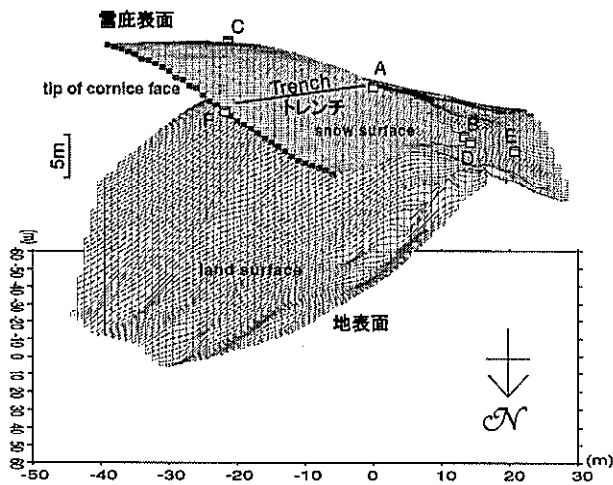


図1 大日岳山頂の雪庇の3次元形状

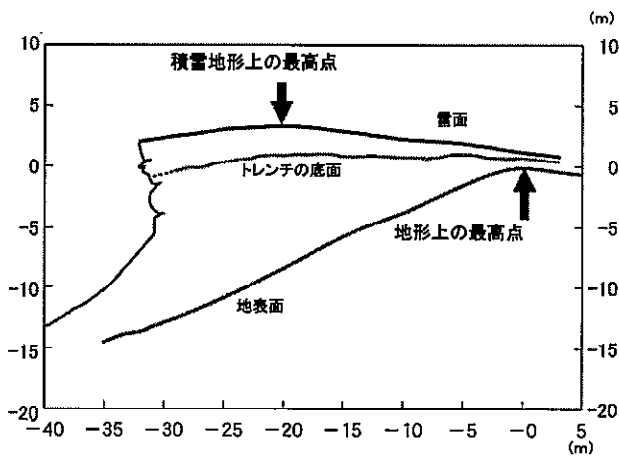


図2 大日岳山頂の雪庇の断面形状



写真2 大日岳山頂の雪庇前面の形状
(撮影 荻野和彦)

雪庇という言葉からは長くのびた庇を想像しやすいが、大日岳の雪庇はほとんど庇状を呈さず

ロック状となっていて垂直に近い前面を持ち、山稜より風下側に発達した巨大な吹きだまりと見てよい。調査時には、尾根からの張り出しは約32m、先端の高さは9.2mもあった。雪面は、尾根から風下に向かって高まってゆき、最高点は尾根から約20mも谷側に寄った尾根より3m高い地点であった。冬期は雪面の勾配はもっと急で、最高点はさらに谷側であったと推測される。融雪期に入ると積雪の変形が進み、先端部全体が低下した結果として調査時の形状になっているものであろう。雪面の最高点は無雪期の尾根からずっと谷側上部にある点に注意が必要である。

先端部より2～3m山側にクラックが見られ、そこから先端まで雪庇表面はさらに傾斜を増して下降している。このクラックが広がると、やがて先端部の雪庇ブロックが崩壊する危険がある。

4. 積雪地形

欧米の研究者たちは、風下側が急斜面で、その上に鋭く突き出した庇を持つものを「典型的な雪庇」と考えてきたようである。この種の雪庇は、庇部分が1m程度とそれほど大きくない³⁾。風下側の傾斜が緩くなると、庇の張り出しは短くなりしだいに吹きだまり状となる。大日岳の雪庇は、さきに述べたように、緩傾斜面の雪庇が豊富な降雪量のもとで大きく発達したもの、いいかえれば巨大化した吹きだまりと見ることができる。

山地では、地形と風の影響により、雪が一様に積もることは少ない。また、いったん積雪が形成されると、その表面が地形と同じような働きをして、また様々な形の積雪を作っていく。これらを広く含む言葉として、地表面上に積雪が形成されたときの表面形状、またその積雪部分の形状を「積雪地形」と称し、「雪庇」「吹きだまり」などはその特殊なものとして位置づけることにした。

1. 登山技術に関する調査研究

り、そこを埋めるようにさらに堆積が進むので、垂れ下がりには重みに耐えきれずに部分的に落下し、断面を垂直に近い断崖にする。さらに表面低下した後、激しい吹雪などでこの断崖もすっかり埋められ、再び吹き溜まりが前進することもある。

雪庇の先端部はその厚みも大きくなり、内部には大きな力が働いて滑りや変形を起こすと考えられる。その結果、表面には現れない内部クラックが発生していることがあるので注意を要する。融雪期になると、融雪水が入り込んで積雪全体にざらめ化が進んで強度は弱くなっている。自然状態で大きく崩壊する例はほとんど見かけないが、人為が加わった場合には注意が必要である。

6. おわりに

これまで、典型的な雪庇として想像されてきたのは、山稜から庇状に張り出した積雪構造であろう。しかしそれとは大きく異なる巨大雪庇、あるいは積雪地形と呼ぶべきものの存在が明らかになった。すなわち、山稜から数十mも風下側に発達する吹きだまり状の積雪構造である。それが成長する過程では、庇ができるが、やがて垂下あるいは崩落して、張り出しのない形状に変化する。実際にはこの過程が繰り返し起こっている可能性がある。

その破壊様式は、先端部の崩落だけではない。積雪構造内部で破壊が起こりそれが引き金となって破断崩落する場合がある¹⁾。破壊が起こる位置、逆に言えば先端（その位置がもし認識できたとして）からどれくらい風上側に離れば安全かは、

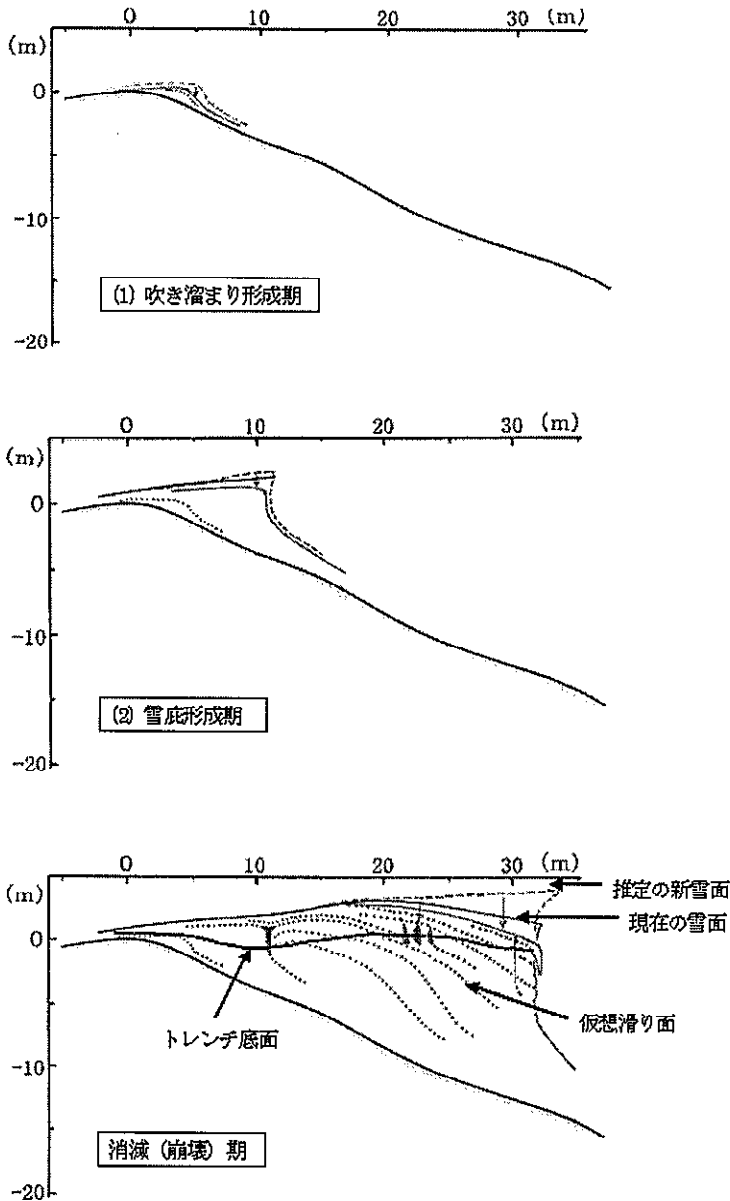


図3 雪庇の形成過程の推定図

5. 巨大雪庇の形成・消滅過程

雪庇の形成や消滅過程については、以下のように考えている(図3)。まず山稜の風下側では風が弱まるため、そこで吹きだまりができはじめる。柔らかい雪は変形して表面が下がり、そこに雪が溜まり、次々と堆積が進んで、風下側へ吹きだまりが成長していく。前面の傾斜は次第に急になり、やがてスムーズだった斜面に段差が生じる。するとそこに雪の庇が形成されるが、自重で垂れ下が

内部構造にもよるため、現場での推定は困難である。

今回の調査により、大日岳の積雪地形の形成過程は解明できると考えていた。しかしトレンチの深さはせいぜい3メートルで、山稜付近を除けば比較的最近に形成されたところが見えたにすぎない。さらにピットを加えても、断面を観察できたのは積雪地形のうち一部に限られる。本稿ではそれをもとに形成・消滅過程を推論したが、まだ未解明の部分は多い。それに迫るためには、定期的な写真撮影や、シミュレーションなど、様々な方法を検討しなければならない。なにより実際にその過程を観察したいところであるが、実現はなかなか難しい。今回の調査で、積雪地形研究の新たな一歩を印すことはできたが、ほんとうの積雪地形の解明はこれからであり、さらに研究を進めたい。

この調査は、大勢の山岳ガイドや登山家の参加により実施できました。また調査にあたっては、各方面から多大なご協力をいただきました。記して感謝申し上げます。

最後になりましたが、2000年3月の事故で亡くなられた内藤三恭司さんと溝上国秀さんのご冥福を謹んでお祈り申し上げます。

本稿の内容は、文献2)第5章ならびに文献4)をもとに構成したものです。

参考文献

- 1) 北アルプス大日岳遭難事故調査委員会 (2001) : 北アルプス大日岳遭難事故調査報告書、pp78
- 2) 斎藤惇生 (編) (2007) : 北アルプス大日岳の事故と事件、pp175、ナカニシヤ出版
- 3) Seligman, G (1936) : Snow Structure and Ski Fields, pp. 555, McMillan, London
- 4) Kawada K., K. Yokoyama, H. Iida, K. Yamamoto, G. Iwatsubo and K. Ogino (2006) : Gigantic Snow Cornice on Mt. Dainichi Northern Alps, Japan, Japanese Alpine News, 7, 317-328