

1991-1992年冬のニセコ雪崩

Avalanche Accidents at Mt. Niseko in Winter 1991-1992

北海道大学低温科学研究所

秋田谷英次・成瀬 廉二・福沢 卓也

Institute of Low Temperature Science,

Hokkaido University

Eizi AKITAYA, Renji NARUSE and Takuya FUKUZAWA

Abstract

On December 29, 1991 and February 23, 1992, two skiers were killed by dry slab avalanches triggered by themselves at Mt. Niseko, Hokkaido. The avalanche on December 29 started from an elevation of 900 m on the western slope (Fig. 1, A), and it was 100 m wide and 150 m long. Two back-country skiers were buried and one of them was killed. Another avalanche on February 23 was larger in its scale, being 100 m wide and 1000 m long. It started from an elevation of 700 m on the southern slope (Fig. 1, B) and one skier, who took a route in a steep valley out of normal ski courses, was found to be dead on the next day.

Figures 2 and 3 show the meteorological data which were used for the present study. The dates of formation and the types of weak layers, which were considered as sliding surfaces of these avalanches, were analyzed based on the meteorological data. It was estimated that the weak layer of depth hoar which caused the avalanche on December 29 was developed during the night time of December 25-26, near the snow surface under the condition of calm weather with a rapid temperature decrease (Fig. 2, A). The weak layer with a very low density snow which caused the second event was formed in the morning of February 21, over the snow surface during the calm weather condition (Fig. 3, A).

キーワード：雪崩, 表層雪崩, ニセコ, 弱層, しもぎらめ雪

今冬期（平成3～4年）北海道後志地方のニセコアンヌプリで2件の雪崩災害があり、2名が死亡した。ここでは新聞報道と事故報告書を基にした雪崩事故の概要と、アメダスデータによる気象概況から雪崩の原因に関する考察を報告する。

1. 雪崩概況

1) 12月29日雪崩（図-1，A地点）

発生日時：1991（平成3）年12月29日午後2時50分頃

発生場所：ニセコアンヌプリ西斜面、標高900m付近（通称：碑の沢）。

事故概況：スキー登山中（8人パーティー）の2人が雪崩に巻き込まれる。1人はすぐに救出，他の1人は1時間半後に深さ約1mの雪の中から遺体で発見，死因は窒息。

雪崩規模：長さ150m，幅50m，新雪の面発生表層雪崩と判断される。

天候：ニセコ山系は雪時々吹雪で大雪・風雪・雪崩注意報が出ていた。

※雪崩注意報の基準—24時間降雪の深さ30cm以上（気象庁予報部1987）

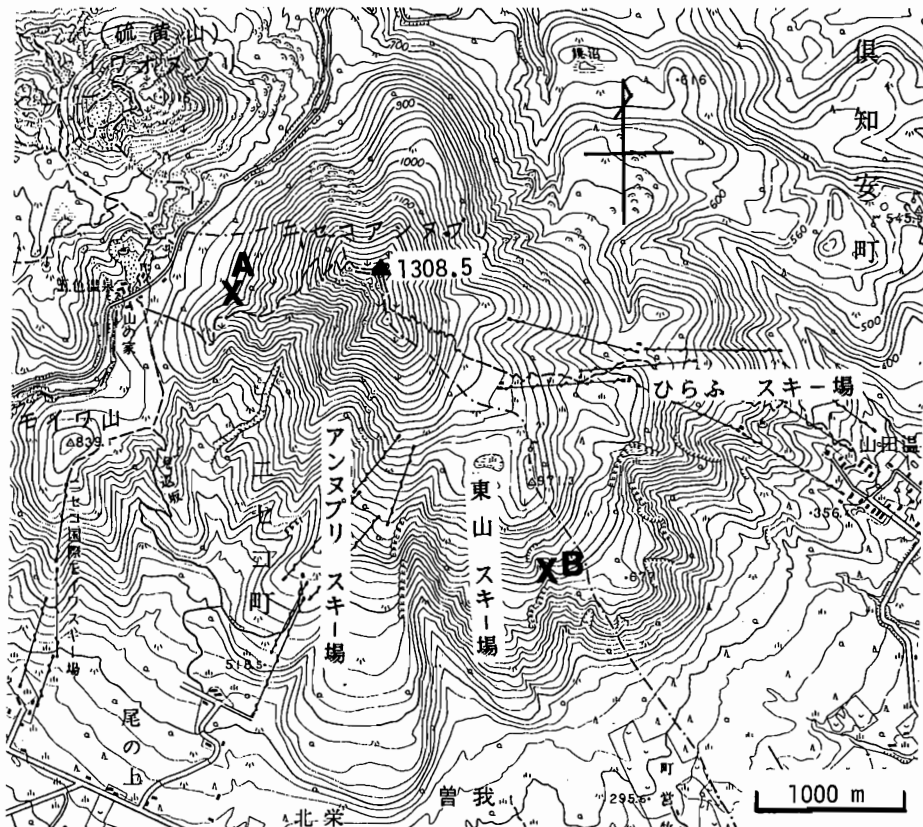


図1 事故雪崩の発生地点

A：1991年12月29日の雪崩（通称、碑の沢）

B：1992年2月23日の雪崩（通称、水野の沢）

2) 2月23日雪崩(図-1, B地点)

発生日時：1992(平成4)年2月23日午後0時20分頃

発生場所：ニセコアンヌプリ南斜面の立ち入り禁止区域内, 標高700m付近(ニセコ東山スキー場東側, 通称：水野の沢)。

事故概況：2人で滑降を始め, 20m程滑ったところ, 足元で亀裂が発生し雪崩となり先頭の1名がまきこまれた。その日の捜索では発見されず, 翌24日午前9時15分深さ1.5mの雪の中から遺体で発見, 死因は窒息。

雪崩規模：長さ450m, 幅80m, または長さ1000m, 幅100m(新聞により数値に違いがあるが, 雪崩発生地点と遺体発見地点の標高から計算すると後者の数値に近いと思われる)。新雪の面発生表層雪崩と判断される。

天候：21日午後から風雪模様であった。

2. 気象概況

1) 表層雪崩の発生機構

この2つの雪崩は, 登山者(スキーヤー)自身の行動が刺激となって発生した誘発雪崩と考えられる。この様な誘発雪崩は, 積雪内に特に弱い層(弱層)があり, 人間の行動がきっかけでこの弱層が破壊し, その上の雪が一斉に斜面を滑落して雪崩となることが多い。これまでの研究(秋田谷・清水1987, 清水・秋田谷1987, 秋田谷他1990)により, 弱層の成因として主に次の2つの場合が指摘されている。

①雪の結晶の形や雪の積もり方により降雪中に弱層が形成される場合。

②一旦積もった雪が特殊な気象条件で積雪表面付近が脆弱になる場合。

①の弱層は無風または弱風で静かに雪が積もる場合で, 降雪結晶としては雲粒が付かない大きな六角状結晶の時に特に顕著な弱層となる。弱層が数mmの厚さでも容易に剪断破壊が起こる。

②の弱層には表面直下のしもぎらめ雪と表面にできる霜(表面霜 surface hoar)の場合とがあり, いずれも夜間の放射冷却の強い時に一晩で形成される。

弱層の上に短時間で大量の雪が積もると, 上に積もった雪の荷重や登山者の荷重, さらに人間の行動に伴う衝撃等により弱層の一部で破壊が起こり, その破壊が広範囲に伝わり雪崩が発生すると考えられている。一般に, 形成直後の弱層は密度も強度も小さいが, その上に大量の雪が積もり時間が経過すると, 上に積もった雪の荷重で弱層は圧密され強度が増し雪崩は発生しにくくなる。したがって, 最も雪崩の危険が高い時期は, 弱層が圧密され強度が増加する前の, 降雪中または降雪直後と言われている。

弱層が形成されるか否かは気象条件に依存するので, 数日前からの各気象要素を調べること

により、積雪構造や弱層の種類・雪崩の危険度の予想がつくことがある。図-2に12月29日の雪崩について、図-3に2月23日の雪崩について、倶知安におけるアメダスの毎時データを示した。アメダス地点の標高は174 m、雪崩発生地点はそれぞれ、900 mと700 mと高いので、アメダスデータよりは過酷な気象であったと考えられるが、現在のところ他に精度の高い気象情報がないのでアメダスデータで解析を試みた。

2) 12月29日の雪崩

図-2によると雪崩の発生した29日の日中は気温がマイナス1℃前後と高く、平均風速は4～6 m/sと強い。雪は前日の28日午後からほぼ連続的に降っている。この28日からの連続降雪中には弱層が形成される要因は見あたらない（上に述べた弱層の成因①、②に該当しない）。弱層が形成された可能性が最も高いのは12月24日夜から25日早朝（図-2のA）で、気温の急降下から放射冷却していたことが予想できる。即ち、25日16時の-5.7℃から25日3時には-18.1℃と1時間に約1℃の割合で気温の低下が起こっている。25日の日中は弱風で降雪があり、その後短時間であるが日が照っている。この日射で表面直下が昇温し、その後放射冷却で表面が冷やされて表層付近に大きな温度差（温度勾配）が生ずることになる。このような条件では急速にしもぎらめ雪の弱層が形成されること（弱成層因②）が観測と実験により確かめられている（福沢・秋田谷，1991 a, b）。次に弱層形成の可能性が高いのは、26日の日中（9～12

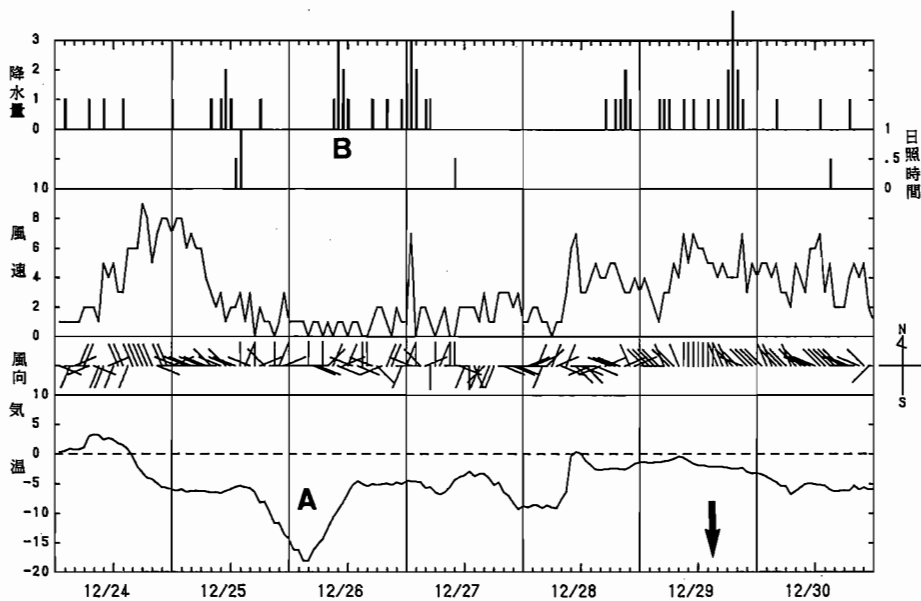


図2 倶知安のアメダスデータ（1991年12月24日～12月30日）
矢印は雪崩発生時刻

時)の降雪(図-2のB)で、この降雪時は低温・弱風($-10.7 \sim -6.6^{\circ}\text{C}$ ・ $0 \sim 1 \text{ m/s}$)なので、低密度の弱い層を作る可能性がある(弱層成因①)。この様にして形成された弱層の上に28日午後からの風を伴った、しかも高温下での降雪により、新雪としては比較的密度の大きな雪が積もった事が考えられる。この気象データから、積雪は、表面が比較的硬くその下に弱層がある、表層雪崩の起き安い典型的な構造をしていたことが考えられる。事故報告書に、ラッセルは $10 \sim 20 \text{ cm}$ と浅かったと書かれていることから、積雪表層は比較的硬かったとする上記の考察は妥当であると考えられる。

3) 2月23日の雪崩

図-3の気温について見ると12月29日の雪崩の様に放射冷却による気温の急激な低下がないので、しもざらめ雪からなる弱層形成の可能性は少ない。降雪についてみると、雪崩のあった4日前の2月19日から毎日降雪がある。この期間の降雪時の風速をみると21日5時に風速 0 m/s で 1 mm の降雪があるが、他の降雪時の平均風速は約 3 m/s で、最大は 7 m/s となっている。風がなく静かに積もった雪は密度が 0.05 g/cm^3 以下のことが多い。この密度を用いると21日5時の水量 1 mm の降雪は 2 cm の厚さとなり、この無風下での降雪(図-3のA)が弱層になった可能性が大きい(弱層成因①)。

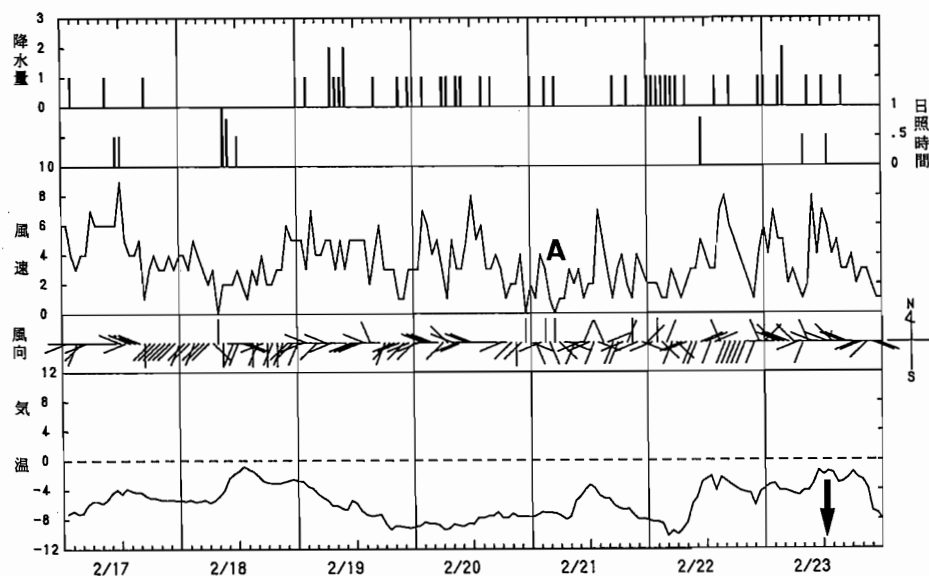


図3 倶知安のアメダスデータ (1992年2月17日～2月23日)
矢印は雪崩発生時刻

3. 雪崩事故防止のために

図-4に2つの雪崩が起こった沢（碑の沢、水野の沢）の断面図を示す。いずれも部分的には傾斜が急なところもあるが、全体として20~30°程度の斜面が600~800m続く広い沢である。2つの雪崩事故記録に記されている雪崩発生地点の斜度を調べてみると、22°と25°であり、乾雪表層雪崩の発生地点としてはむしろ緩やかな斜度である。積雪の状態が良ければ、深雪を求め中・上級スキーヤーにとって絶好のスロープとなろう。しかし、2章で述べた弱層が積雪内部に存在するときは、積雪は不安定となり雪崩の危険性が高くなる。

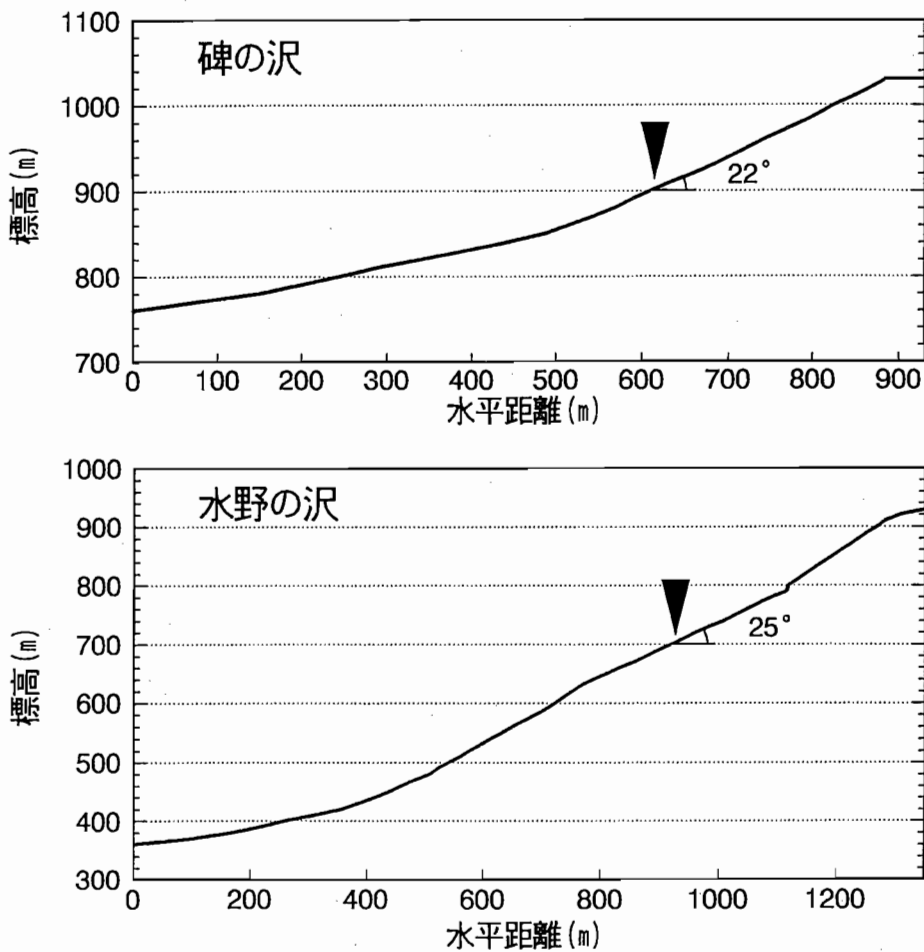


図4 事故が起こった沢（碑の沢・水野の沢）の断面図
矢印は雪崩発生地点

12月29日の雪崩発生場所の傾斜はあまり急でなく特に雪崩の危険地帯とは考えにくく、山スキーヤーによく利用されているコースである。したがってこの様な雪崩災害を防止するには、積雪・雪崩についての知識の習得と現場での雪崩に対する警戒が必要である。現場での表層雪崩の危険の判定には、弱層の確認が有効な手段の一つである。

2月23日の雪崩斜面は、過去にも雪崩事故が発生した場所で、スキー場ではロープ、ネットを張り立ち入り禁止にしている雪崩危険斜面である。スキー場におけるこの種の雪崩事故再発防止のために、現存の問題点を指摘すると、次の3つに集約される。

①立ち入り禁止区域に入るスキーヤーが多いこと。一般のスキーヤーは、過去にもこの斜面でスキーをしたが雪崩が起きなかったので今回も安全であると考えがちである。しかし、積雪状態は絶えず変化するので、いつも安全、またはいつも危険ということはない。ゲレンデ内は圧雪車で踏みかためているので、雪崩の危険は非常に少ないが、それ以外の斜面では積雪の状態によっては雪崩の危険が大きくなることがある。スキーに適した深雪斜面は、時として雪崩にも恰好の斜面となりうることをスキーヤー自身が知り、スキー場のルールを守る以外に防止法はない。

②大規模スキー場が各地に完成し、大勢のスキーヤーが簡単に高山地帯へ行く機会が増えたこと。そのため冬山・積雪や雪崩の経験や知識のない人が、雪崩の危険を知らずにスキーコース外へ出る機会が多くなっている。スキーヤー自身の雪崩に対する知識やマナーの向上とスキー場の安全管理、監視、雪崩に対する啓蒙活動が必要である。

③雪崩予知、または雪崩危険度判定の簡易で的確な手法がないこと。気象や積雪の観測がその基になるが、一般にアメダス観測地点は山間部にはなく、標高の高い気象観測点が必要である。

終わりにアメダスデータの利用にあたっては日本気象協会北海道支部・金田安弘氏のお世話になったことを記し謝意を表します。

参考文献

- 秋田谷英次・清水弘 (1987). 積雪内の弱層形成に関する観察事例. 低温科学, A, 46, 67-75.
 秋田谷英次・他 (1990). 1990年1月15日ニセコスキー場の雪崩. 北海道地区自然災害科学資料センター報告, 5, 93-101.
 気象庁予報部 (1987). 全国注意報・警報基準一覧表. 注意報・警報に関する資料, 20, 3-30.
 清水弘・秋田谷英次 (1987). 日勝峠雪崩の発生機構. 低温科学, A, 46, 77-90.
 福沢卓也・秋田谷英次 (1991). しもぎらめ雪層の急速形成過程の観測. 低温科学, A, 50, 1-7.
 福沢卓也・秋田谷英次 (1991). 大きな温度勾配の下でのしもぎらめ雪成長実験 (I). 低温科学, A, 50, 9-14.