

雪崩から身を守るために

秋田谷 英 次

雪崩は突如として斜面の雪が一斉に落下する現象であるが、天候や傾斜、斜面の向き等から確実に危険を予知できる手法はまだない。斜面に積もっている雪の状態により安全であったり、危険であったりする。雪の状態は絶えず変化するのでどんな状態の雪が危ないか、この危ない雪はなぜできるかを知ることは危険を知る早道である。現場で雪の状態を判断するには科学的知識以外に経験が必要なことは言うまでもない。

1. 雪崩事故の実態

- ① 山岳での雪崩事故の統計によるとその97%は表層雪崩である。
- ② 事故雪崩の62%は登山者自身の行動によって誘発されたものである。

春先に多い「全層雪崩（底雪崩）」は雪割れ目（クラック）や割れ目下方の「こぶ状起伏」等の明瞭な前兆現象が現れ、危険な状態は遠くからでも判断できる。一方、表層雪崩には目立った前兆現象がなく、そこに入り込んだ登山者等の刺激により積雪が一瞬に破壊して引き起こされる。雪崩から身を守るには危険な斜面を回避する以外に方法はない。危険な斜面かどうかを判断するには安全な場所で雪を調べ、これから入ろうとする斜面の雪の状態や、今後の天候の推移を予想する必要がある。そのためには科学的知識と経験や勘、適切な判断力がなければならない。

2. どんな雪の状態が危ないか

登山者等は表層雪崩を最も警戒しなければならない。表層雪崩は次の様な経過をたどって雪が積もったとき発生しやすい。

- ① ある時、積雪の表面に弱い層ができる〔弱層の形成〕。
- ② 弱層の上に大量の雪が積もる〔上載積雪の急増〕。「どか雪」や「吹き溜まり」には警戒が必要。
- ③ 上の状態のとき斜面に人が入ると弱層を刺激し破壊が起こる〔誘発雪崩〕。

典型的な弱層として5種類が知られている。それらは山岳ではしばしば見ることが出来る。また、「どか雪」などによる「上載積雪の急増」も珍しくはない。しかし、弱層形成直後に上載積雪が急増加することはそれほど多くない。いったん形成された弱層も上載積雪の重さで圧縮され強度が増加し、やがて弱層は消滅し危険は解消される。雪崩に遭わないためには、危険な状態（場所と時刻）を見極めなければならない。

3. 弱層にはどんな種類があるか

これまで5種類の弱層が知られている。これらの弱層が表面にある時は容易に見分けることができる（日が当たるとキラキラ輝いたり、さらさらであったり）。弱層が表面にある間は雪崩の危険はない。

しかし、この弱層の上に雪が積ると〔上載積雪〕、表面から弱層があるかどうかは判断できない。雪を掘って調べる以外に危険を知る方法はない。

4. 雪の成層構造と雪崩

- ① 積もった雪（積雪）の性質は降雪結晶の形・気温・風速で最初の状態が決まる〔低温でひらひらと舞い降りた雪は弱く、吹雪で積もった雪は緻密で丈夫〕。
- ② 積もった後の気象条件で丈夫になったり弱くなったりする〔寒気が続くと弱いしもぎらめ雪、いったん融けたあと凍ると硬いぎらめ雪ができる〕。
- ③ 積雪は色々な性質の雪が層状に重なっている。
- ④ 表層に厚い丈夫な雪が、下層に薄い弱い層があるときは、典型的な表層雪崩が起きやすい。

5. 雪の基本的な性質

雪（氷）の基本的性質を知ることは、弱層の形成過程や積雪の変化を理解し、雪崩から身を守る上で参考になる。

- ① 積もった雪は縮む〔積もった直後の比重は0.1程度であるが、上に積もった雪の重さで圧縮され次第に比重が大きくなる、比重が0.4程度になるとかなり丈夫である〕。この現象を「圧密」という。
- ② マイナスの温度の雪粒が接触すると、やがて粒同士が強固に結合する。「焼結」という。雪を踏み固め時間が経つと、融けたり凍ったりしなくても硬くなるのは焼結のため。レンガや焼き物は土を練り固めて熱を加えたもので、土の粒子同士が強固に結合し非常に硬い。土の粒子が融けるまで温度を上げなくても灼熱状態にただけで土粒子は結合する。−5℃や−10℃は融点0℃の氷にとっては、まさに灼熱状態である。
- ③ 雪（氷）はマイナスの温度で蒸発もし、凝結もする〔昇華蒸発・昇華凝結〕。タンスにいれる防虫剤（樟脳）が融けていないのに次第に小さくなるのは「昇華蒸発」のためである。
- ④ 氷の尖った部分は蒸発し、凹んだ部分では凝結がおこる〔六花状のきれいな雪の結晶も積もって日が経つと次第に丸い形となる、蒸発・凝結・圧密によりしまり雪ができる〕。
- ⑤ 周囲より温度の高い氷は蒸発し、温度の低い氷に凝結する〔凝結して霜の結晶ができる〕。冷蔵庫内の冷却板につく霜は、野菜などから蒸発した水蒸気が一番温度が低い冷却板に凝結したもの。
- ⑥ 放射冷却で積雪の表面が冷却されると、空気中の水蒸気が表面に凝結し「表面霜」ができる。晴れた冬の夜、屋外の車の窓に付く霜は表面霜と同じ。
- ⑦ 放射冷却で積雪の表面が冷却されると、内部の温度の高い粒子は蒸発し、表面の冷えた粒子に霜ができ、やがて「しもぎらめ雪」になる。

6. 雪崩に遭わないために

- ① 積雪内に弱層があるときは表層雪崩の危険が高い。弱層は表面からでは判断できないので雪の

4. 論文

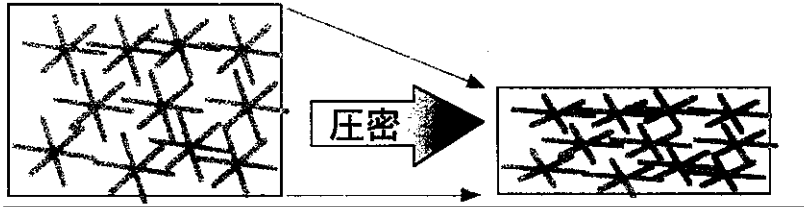
内部を調べなければならない〔弱層テスト：経験が必要〕。

- ② 内部に弱層があり、上載積雪も十分にある時は雪崩の危険が高いため要警戒。
- ③ 雪を調べた場所と、これから登る斜面の雪の状態が同じという保証はない（弱層テストが万全ではない）。地形、気象、経験からこれから登る斜面の雪の状態を判断しなければならない。判断し決断するのは自分自身である。
- ④ 明瞭な弱層が無くても表層雪崩が起こることがある。どか雪全体が雲粒のついていないきれいな結晶からなる場合は非常にさらさらしていて、どこからでも崩れ落ちる。全体が弱層ということもできる。人間は自然のことをまだほんの少ししか理解していない。
- ⑤ 小さな雪崩でもあなどってはいけない。運が悪ければごく小さな雪崩でも死ぬことがある。
- ⑥ 「今の時期」、「こんな場所で」雪崩が起こるなどとは全く予想をしていなかったという事例が多い。雪があれば、何時でも、どこでも雪崩に警戒を。
- ⑦ 冬山に入る時は、「自分の安全は自分で守る」しか方法はない。

（北海道大学低温科学研究所）

雪の基本的性質

* 雪の層は縮む 圧密という



* 接触している氷は結合する (氷点下で)

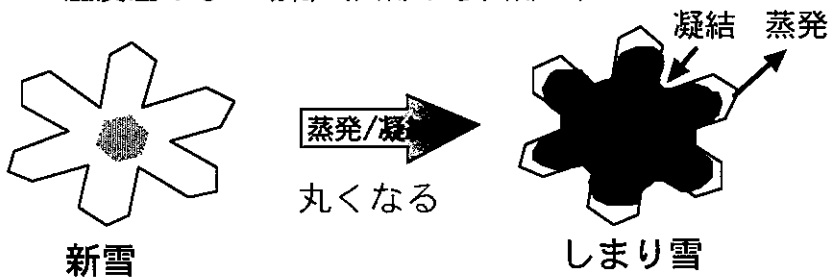
焼結という



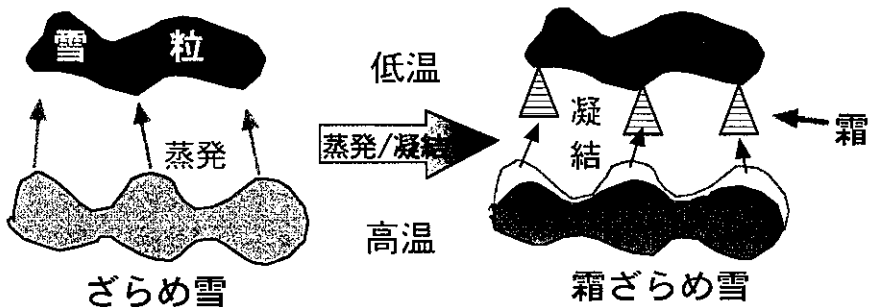
−5℃や−10℃は灼熱状態
踏み固めた雪はやがては丈夫になる

* 氷は蒸発/凝結する (氷点下で)

温度差のない場合 (凸部から凹部へ)



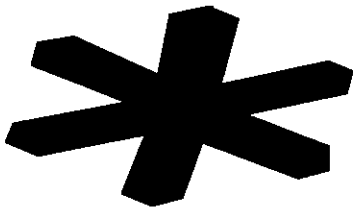
温度差のある場合 (高温部から低温部へ)



弱 層 の 種 類

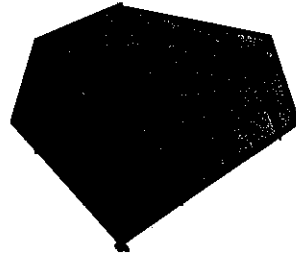
種 類	結晶の形	形成条件または特徴
新 雪	雲粒なし広幅六花	無風、水平に積もる
表面霜	しだ状	夜放射冷却、弱風
しもざらめ	骸晶、 コップ状	表面に新雪、昼日射、 夜放射冷却、無風
あられ	固い球状	時間が経ってもぼらぼら 対流性の雲から
ざらめ雪	丸い大粒	表層日射融解、結合弱い

新雪 (雲粒のない結晶)



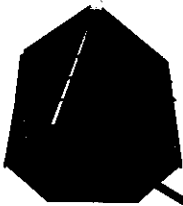
キラキラ輝く

表面霜



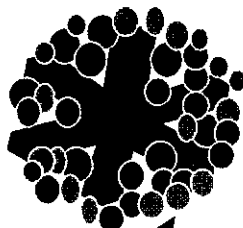
キラ
キラ
輝く

しもざらめ



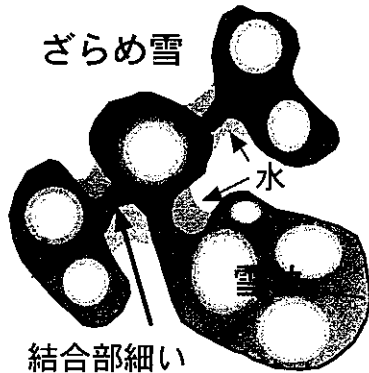
中空

あられ



雲粒

ざらめ雪



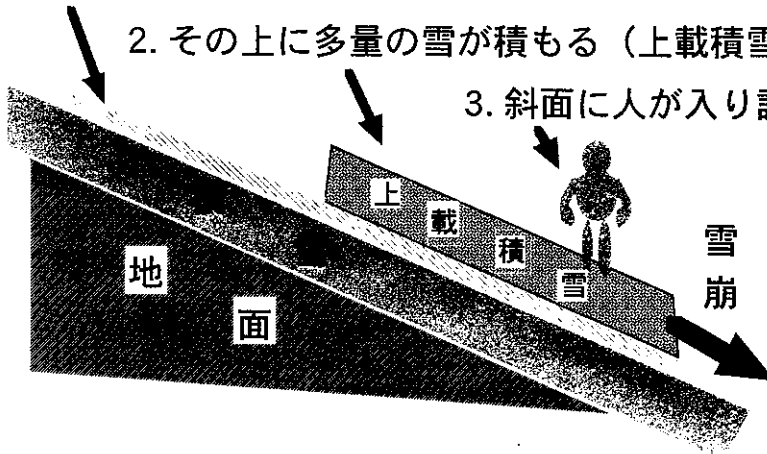
結合部細い

事故雪崩の実態

雪崩事故の大半は表層雪崩、自分達が誘発
表面から判断できない、前兆現象がない
原因は積雪内部にある「弱層」

どんな雪の状態が危ないか

1. 表面に弱層ができる
2. その上に多量の雪が積もる（上載積雪）
3. 斜面に人が入り誘発



雪崩に遭わないために

