

ピサン氷河を埋め尽くす雪崩、
これにより放牧に上がってきた
山羊が300頭生き埋めになった。

雪崩を学ぶ
ニセコの子どもたちへ

ニセコ雪崩調査所　新谷暁生

雪崩を学ぶニセコの子どもたちへ

ニセコ雪崩調査所　新谷暁生

雪崩は「なだれ」と呼び、英語では AVALANCHE(アバランチ)と言います。雪崩は地震や津波、火山噴火などと共に自然の猛威のひとつです。大昔から人間はこれらの災害に苦しめられ、知恵をしぼって災難に立ち向かってきました。ニセコの山でも雪崩事故によって大切な命が失われてきました。このノートでは雪崩がなぜ起こるか、その被害に遭わないために、ニセコの山では何が行われているかを書こうと思います。

雪は水よりも軽く、その比重は水 1 にたいして 0.01-0.5 です。雪の結晶は降るとすぐに変化し、やがて結晶同士が仲良くつながって固まります。水 1 立方メートルは 1トンですが、同じ体積の雪は 250 キログラム以上の固体になります。人は水の中では動けても、固まった雪の中では動けません。プリンや豆腐の中に閉じ込められることを想像してください。屋根から落ちた雪に埋まれば大人でも動けません。雪崩も同じです。雪に埋まると圧迫されて呼吸ができず、やがて窒息します。雪崩と同じように屋根に積もった雪も突然滑りだします。だから屋根の下で遊んではなりません。また雪おろしをする時は、屋根から落ちないようにロープで体を結ぶことを、大切なお父さんに頼んでください。また屋根の近くで小さな子が遊んでいたら注意しましょう。 (p.15, 図 1)

北海道では毎年大勢が雪下ろしの事故で亡くなっています。私たちは雪に慣れていますが、それでも事故にあいます。除雪した道路の斜面(のり面)も同じようになだれることがあります。「雪庇」と呼ばれる雪のひさしも危険です。いつくずれ落ちるかわからないからです。吹雪で道路が埋められていくのも雪庇発達のひとつです。

積もった雪はやがて板のように固まります。吹雪はスラブをすばやく作ります。これが「ふきだまり」です。ふきだまりや雪庇は時間たてば丈夫になりますが、作られてしばらくの間はもろい状態が続きます。雪崩は吹雪が風下の急斜面に作るふきだまりが、広い範囲であっという間に割れて起こります。 (p.16, 図 2)

ニセコの山では 1980 年代から 90 年代にかけて雪崩の事故が続き、10 人近くが亡く

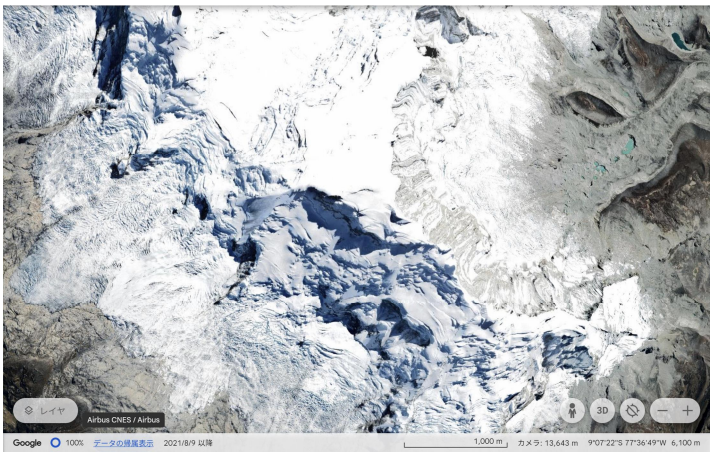
なりました。そこで私は雪崩事故防止の仕事を始めました。アンヌプリは 1308m の低い山です。しかし山頂からふもとまで素晴らしい新雪が積もり、リフトで簡単に滑走を繰り返せるため、大勢のスキーヤーが来るようになりました。そして新雪を滑る人が増えたことで、事故が起こりはじめました。私は事故のたびに救助に行きました。しかし生きている人はほとんどいませんでした。遭難者には家族がいます。突然肉親を失った家族の悲しみはたいへんなものです。私は家族のなげきを見て雪崩事故をなくそうと思いました。楽しいはずの雪山で人が死ぬことがあってはならないのです。

雪崩は自然現象です。ニセコで起こる雪崩の多くは、面発生乾雪表層雪崩と呼ばれる表層雪崩です。表層雪崩とは雪の中にある層をさかいに、その上がなだれ落ちる雪崩です。面発生と呼ばれるのは、点ではなく面で起こるからです。強い風や風雪時の風下側の斜面では、ふきだまりのスラブ化が短い時間で進みます。うっかりスキーで滑ると一瞬で広い面積が同時に割れて、面発生表層雪崩が起こります。

雪崩にはその他にも地面の上がすべて落ちる全層雪崩や、ヒマラヤなどの高山で起こる氷河雪崩などがあります。雪崩の違いは形や速さに表れます。大きな雪崩は時速 100km/h、まれに時速 300km/h 以上の速さで遠くまでなだれます。雪崩による災害を次に紹介します。

1. 世界最大の雪崩災害

南米ペルーアンデスの高峰ワスカラン(6663m)山頂近くで 1970 年 5 月に起こった氷河雪崩はマグニチュード 7.6 の地震直後に起こりました。雪崩は標高差 4000m 距離 16km を時速 300km/h で駆け下り、土石流を伴って山麓のユンガイ市をあっという間に 6m もの厚さに埋めてしまいました。死者は 4 万人に達しました。ユンガイはペルーの観光都市ですが、古来ワスカランからの大雪崩でたびたび破壊され、堆積した土砂の上に再建されてきた町だということがその後の調査でわかりました。(新田隆三著、雪崩の世界から 1985 年引用)



南米ペルーの最高峰 ワスカランの山頂



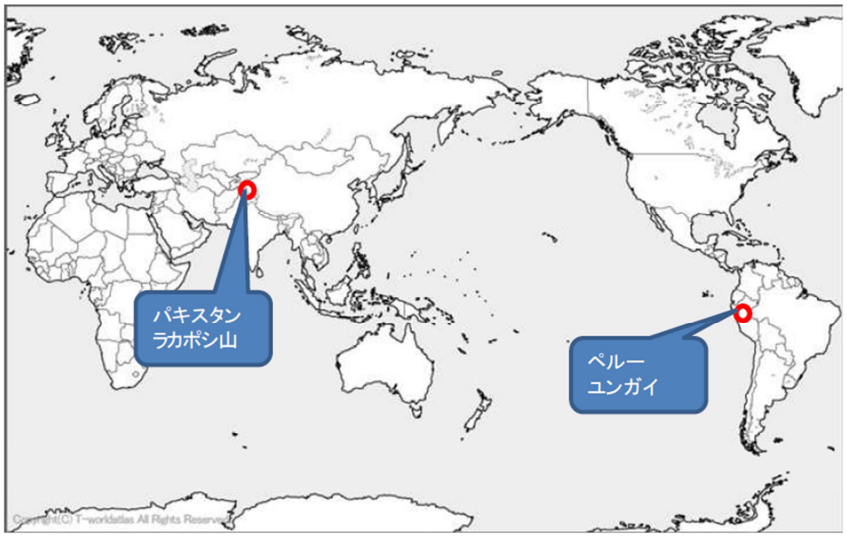
南米ペルーの都市ユンガイとペルー最高峰ワスカランの全景

2. 巨大な氷河雪崩

パキスタン、カラコルム山脈ラカポシ(7783m)の山頂付近で 1992 年 7 月に起きた氷河雪崩はピサン氷河を標高差 4000m 距離 8km 流れ下り、標高 3000m 付近に放牧されていたウシやヤギ、ヒツジを約 300 頭生き埋めにしました。推定速度250km/h。このニュースは世界中に報道されました。私はこの時ラカポシを登っていました。そしてこの雪崩を目撃しました。別の日に私も氷河雪崩に襲われ、岩のすきまに飛び込んで九死に一生を得ました。それは猛吹雪の中で新幹線の屋根にしがみつくような体験でした。

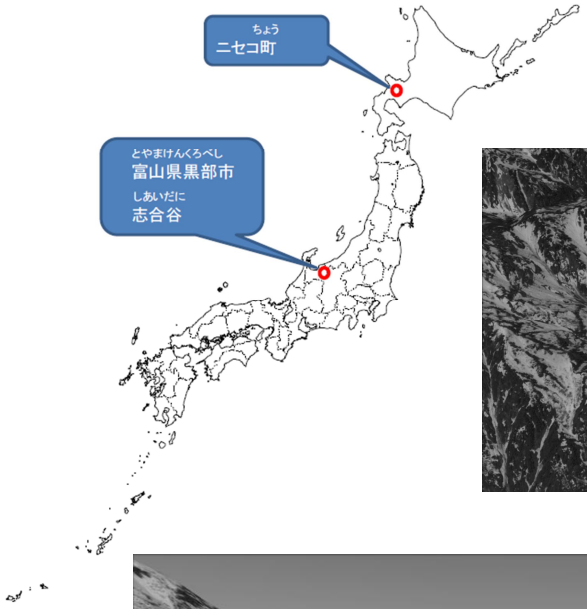


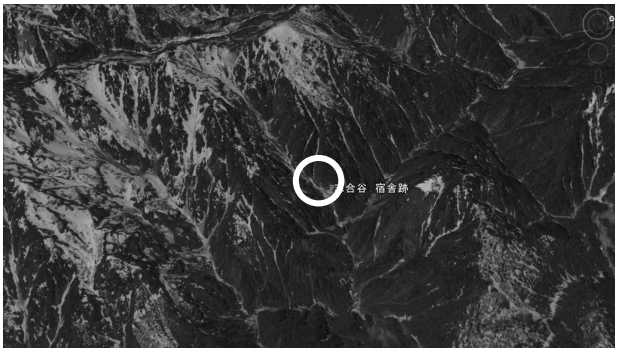
パキスタン北部カラコルム山脈西部にあるラカポシ山



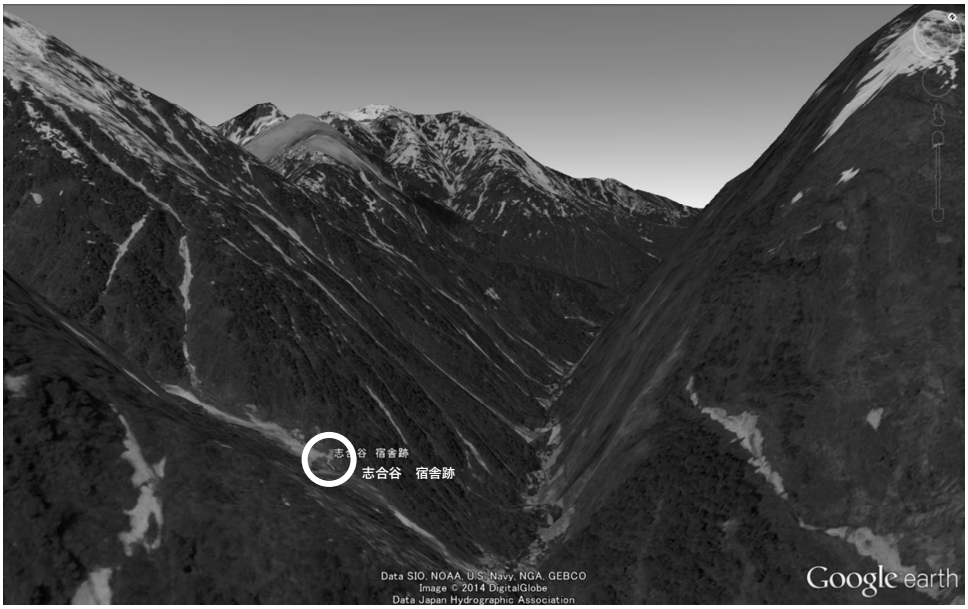
3. 黒部川の雪崩災害

1938 年 12 月、日本アルプス黒部川志合谷の黒部第三ダム建設工事現場で宿舎の木造部分 3,4 階が雪崩で飛ばされ、その後 600m 離れた谷をはさんだ対斜面にその残骸が見つかりました。84 名が亡くなりました(吉村昭、高熱隧道1967 年参照)。この雪崩は富山や新潟に古くから言い伝えられる泡雪崩(あわなだれとも言う)によるものとされ、厳冬の吹雪の日に起こると言われています。このような雪崩の爆風は時速 300km/h に達すると言われています。



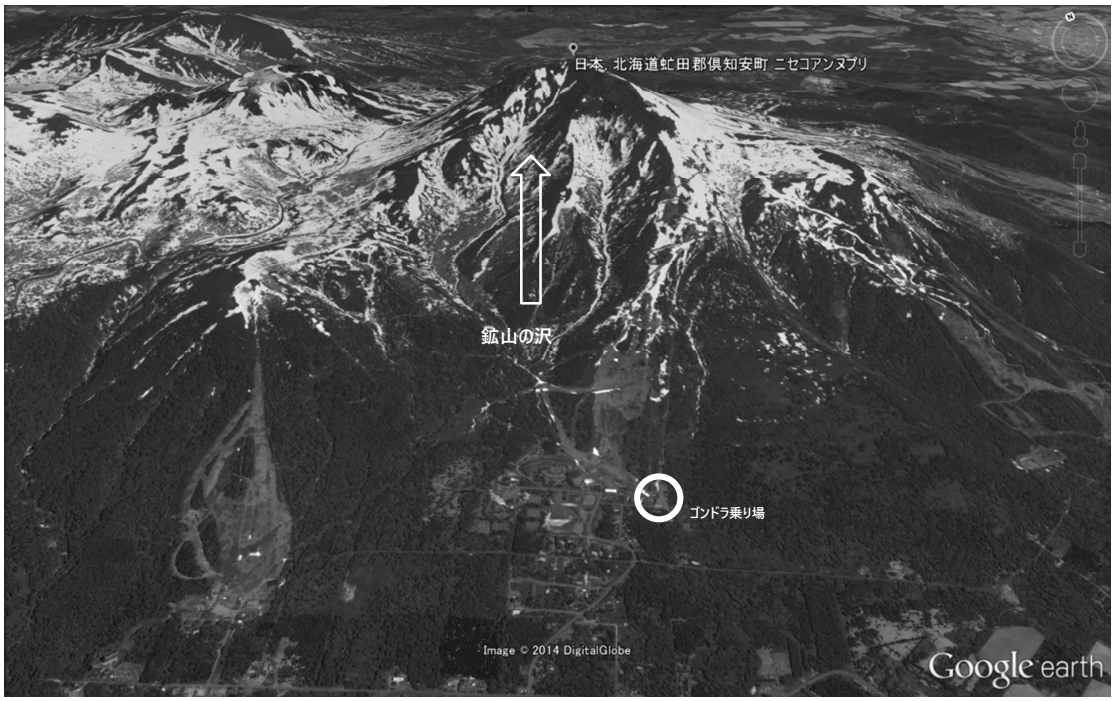


富山県黒部市の志合谷



4.　ニセコアンヌプリ鉱山の沢雪崩事故

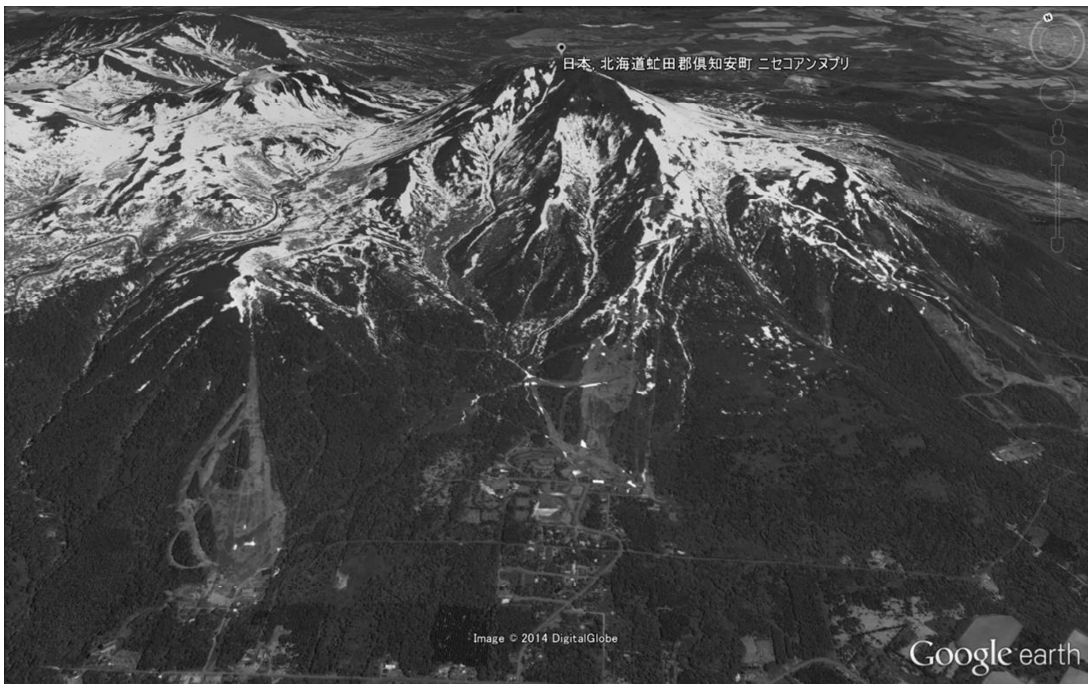
1985 年 1 月 7 日、山頂南側鉱山の沢で起きた雪崩により 1 名が亡くなりました。発生は山頂下南西斜面、幅 100m 距離 2000m、推定速度150km/h。雪崩発生の瞬間はモイワスキー場事務所で確認されていました。前日までの吹雪の後、晴れた翌朝に事故が起こりました。これらの沢はスキー場管理区域外であり、今も雪崩コントロールやパトロールは行われていません。



ニセコアンヌプリ　鉱山の沢

5. ニセコモイワスキー場管理区域外（かんりくいきがい）見返りの沢（みかえりさわ）雪崩事故

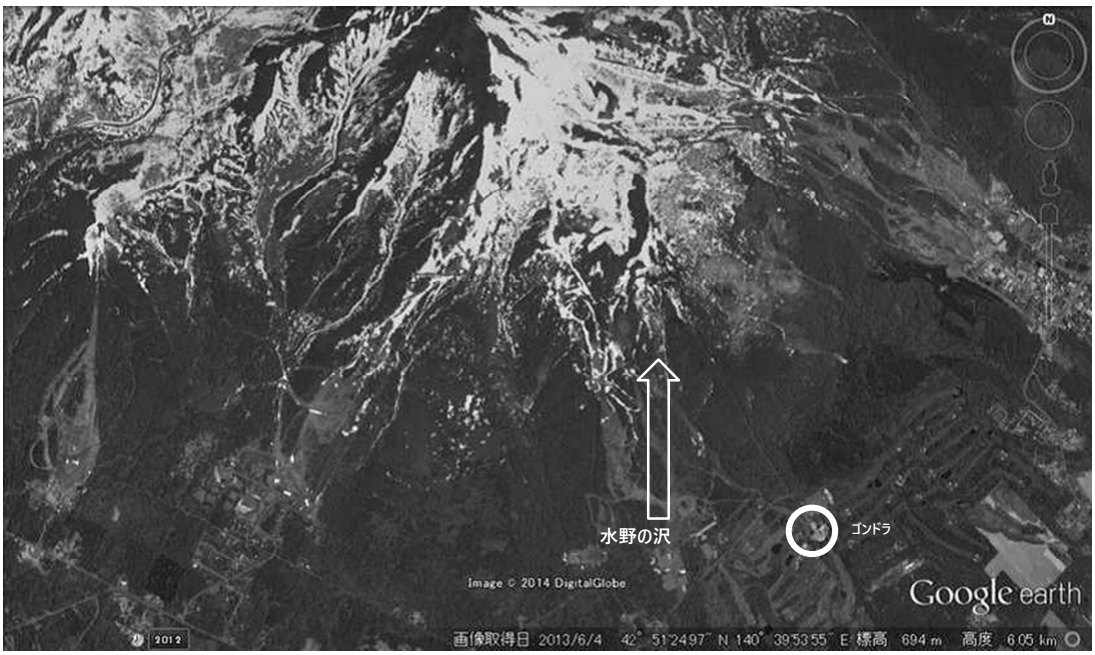
1991 年 1 月 19 日、ニセコ中学生徒 4 名がモイワスキー場からアンヌプリスキー場に行こうとして雪庇崩落（ほうらく）による雪崩が発生、約 50m 流され埋没、モイワスキー場青山哲也らによって救出されました。生徒 1 名は低体温症（ていたいおんしょう）で心肺停止（しんぱいていし）の危険があり、アンヌプリスキー場から倶知安厚生病院へ救急搬送（きゅうきゅうはんそう）されましたが助かりました。当日の降雪はなく朝まで強い西風が吹き、雪庇が急激（きゅうげき）に発達していました。



ニセコモイワスキー場の管理区域外　見返りの沢

6.　ニセコ東山スキー場(現ニセコビレッジ)
水野の沢雪崩事故

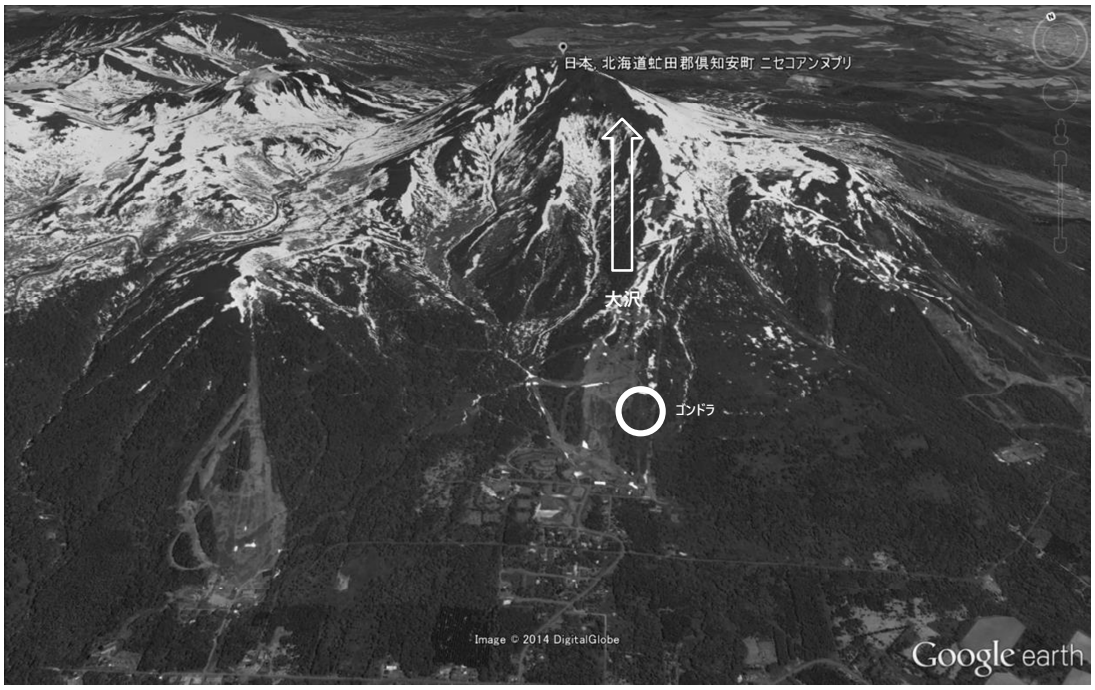
1992 年 2 月 28 日、東山水野の沢標高 900m 付近で起きた雪崩により 1 名が亡くなりました。発生は水野の沢落ち口、標高差 400m 距離 1500m、推定速度 150km/h、雪崩はホテル近くのカラマツ林まで達しました。風の強い吹雪の中で事故は起こりました。水野の沢では 1990 年 1 月 15 日にも雪崩で二人が亡くなっています。当時ここは立ち入り禁止区域と定められていましたが常習的(じょうしゅうてき)に滑る人が多く、その結果、事故が起こりました。現在ここはスキー場により雪崩コントロールが行われ、2015 年からはゲートが設置されパトロールの監視(かんし)のもと滑走できるようになりました。



ニセコビレッジスキー場の水野の沢

7. ニセコアンヌプリスキー場横
管理区域外大沢雪崩事故

1995 年 2 月 20 日、アンヌプリ大沢標高900m 付近で雪崩が発生、規模は標高差 350m 距離 1000m、推定速度 100km/h、1 名が亡くなりました。これは日本初のスノーボーダーによる雪崩死亡事故です。当日は吹雪いていましたがアンヌプリゴンドラは運転していました。遭難者は経験者の滑った跡をたどって大沢に入り事故にあいました。



ニセコアンヌプリスキー場(管理区域外)　大沢

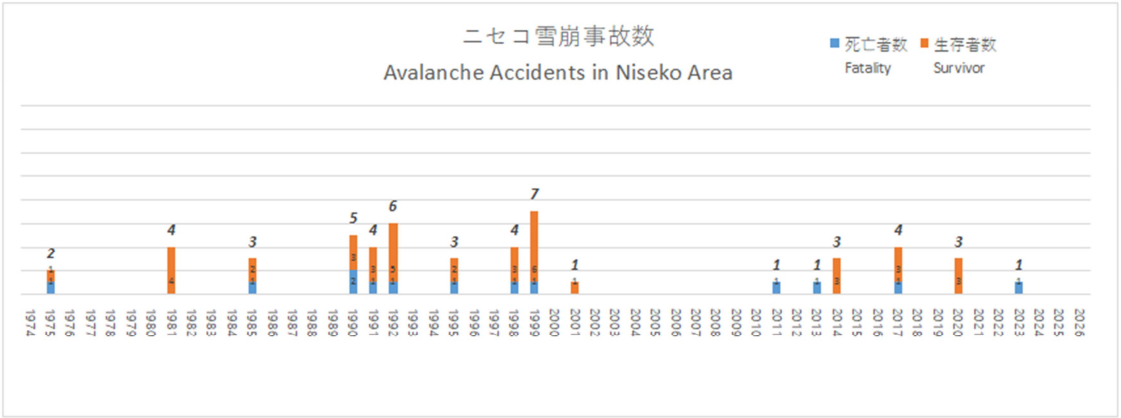
以上いくつかの雪崩災害を紹介しました。雪崩にあって助かるのはまれです。猛速で襲いかかる雪崩から逃げる方法はありません。もし生き残れたら、それは運が良かったからです。幸運に感謝すべきです。ではどうすれば雪崩被害を避けられるのでしょうか。死んだ人はそれを知っているかもしれません。しかし何も語れません。

雪崩には様々な種類があります。ペルーアンデスのワスカラン峰の雪崩のように何万人もの命を奪う雪崩もあります。わずか数十メートルの小さな雪崩でも窒息して死ぬ人がいます。雲仙普賢岳の火砕流や三陸大津波でも逃げ遅れて大勢が亡くなりました。何も知らない子どもたちも幼い命をなくしました。雪崩の事故現場で私はいつも自分の無力を痛感します。そして怒りを覚えます。何でこんな日に山に入るのか、なんで逃げなかったのかと。山には入ってはならない時があるのです。

大きな雪崩は白い火砕流のようなものです。予想を超えた猛スピードで迫ってきます。不幸にも出あってしまったら何よりも逃げるべきです。もし巻き込まれたら助かる努力をすべきです。木につかまる、深く埋められないよう泳ぐなど、とっさの行動で助かった例は数多くあります。しかし結局は運が生死をわけます。私たちは自然の猛威にはかなわないということを肝に銘じ、用心深く謙虚であるべきです。

ニセコルール

約 80 パーセントの事故は、吹雪やそのすぐ後に起こっています。事故にあわないためには「吹雪の日には雪崩が起こりやすい」ということを常識としなければなりません。吹雪や風の強い日に山の急斜面を滑ってはなりません。そこは雪崩の巣です。ニセコではニセコルールというきまりによって、吹雪が強まればコース外に行くゲートを閉じます。そして吹雪がやんで時間がたてばゲートを開けます。不用意に雪崩の巣に飛び込む人がいないようにするためです。はじめはみんなルールを守りませんでしたが、今ではほとんどの人がこのきまりを守ります。その結果、事故は減りました。しかし山に 100 パーセントの安全はありません。ルールは最低限の約束です。コース外へは必ずゲートから出ること、ロープをくぐってスキー場の外に出ないこと、一人がくぐれば大勢が真似をして、事故が起こる確率を高めます。ゲートが開いていればコース外滑走は誰でも自由です。しかしそこはスキー場ではなく山です。雪崩以外にもたくさんの危険があることを忘れないでください。



雪崩の原因

なぜ吹雪の日に雪崩が起こるのでしょうか。私は科学者ではありませんが、雪崩の原因を考え、科学的態度で事故防止に取り組んでいます。事故はそこに人がいるから起こります。

晴天の多い内陸の山では雪の降る間隔が長く、放射冷却による寒冷と、太陽反射の熱で、表面とその近くの雪の結晶がどんどん変化します。そこに次の雪が降ると、雪と雪との温度のちがいで、シモザラメという層ができます。シモザラメ層は氷の粒の集まりで、隣同士がくっつかずに仲が悪く、時にはさらに発達して雪の中に長いあいだ残ります。やがて上の雪が増えればその重さで突然層がつぶれ、雪崩が起きます。寒い内陸の山で天候に関係なく起こる雪崩の多くには、このシモザラメがかかわっています。雪の少ない海岸の急斜面でもシモザラメが発達することがあります。シモザラメ層はわかりやすい層です。

雪の中にはシモザラメ以外にも色々な層があります。低気圧が近づけば特有の雪が積もって層になります。アラレもそのひとつです。中国大陸から運ばれる黄砂や油煙も層になります。表層雪崩は雪のふりかたのちがいによってできる層から起こります。このように雪崩が起こる層を弱層といいます。今日の雪崩学では表層雪崩の発生理由を、この水平な層構造の弱層で説明します。

ニセコの雪崩被害防止

しかし事故を見続ける中で、私はこれに疑問を持ちました。雪崩の危険は吹雪が始まると高まり、収まると低くなります。私は現実的な事故防止の方法として、雪の降り方の変化に注目しました。弱層で判断するのではなく、降り方から雪崩が起こりやすい時間帯を特定できないかと考えたのです。

ニセコではこの考えに基づいて危険をはかり、成果を上げています。集めるデータは様々です。断面観察による弱層の確認、ふきだまりの破壊試験、雪の結晶の観察、前日からの天気図と高層天気図、衛星写真、気象レーダー画像、日本海の灯台の風向風速と波高の変化、ニセコアンヌプリ山頂の風向風速と気温など、また各山麓の朝の気象データや現況をスキーパトロールや圧雪車のオペレーターからもらいます。人の動きもゲート開閉には大事なので、雪崩情報などで繰り返し危険を軽視しないよう呼びかけます。

吹雪の最中やその直後に雪崩が起こりやすい理由は何でしょうか。私はふきだまりの脆さに原因があるように思います。吹雪によって作られるふきだまりは硬く、無風で積もる雪の何倍もの重さがあります。急激にふきだまりが発達し、そこになんらかの刺激が加われば、急斜面ではまたたくまにその衝撃が伝わり、広い範囲が一瞬で割れます。そして雪崩が起こります。発達中のふきだまりはとても不安定です。観察からニセコでは秒速18m/s を超える風雪の中でそれが顕著です。これは一般的に、スキー場のリフトが風感知システムで自動停止する風速です。また秒速 12m/s 以下ではふきだまりはゆっくりと発達し、同時に安定していきます。

私は吹雪によって発達するふきだまりの不安定な要素を、弱線と呼んでいます。そしてニセコの雪崩事故は、この弱線の破断によっておこるのではないかと考えています。弱線は弱層とちがい、水平な層ではありません。あらゆる方向に走る線です。層になる前の、新雪のふきだまりの不安定な時期を見極めることが、ニセコのような多雪地帯の雪崩予測には重要です。層は積雪安定の結果できるものと思います。したがって層だけで危険判断をすることは、現実的な危険回避の方法ではありません。降雪推移とい

う、雪の降り方の変化にも同時に目を向けるべきです。いずれにしてもふきだまりの急激な発達は、急斜面の雪崩の危険を一気に高めます。発達するふきだまりの構造とその変化についての、研究者の科学的考察が待たれます。（p.16 図 3）

観察の「観」という字は、フクロウをあらわす大昔の甲骨文字からできたそうです。フクロウは首を自在にまわして注意深くあたりを見わたします。「観察」という言葉には、虫眼鏡で雪の結晶を見るように狭い範囲を見ることとともに、広く物事を見るという意味も含まれているのでしょう。人生でもっとも素晴らしい時間をニセコで過ごす皆さんが、フクロウのような広い視野と、あたたかな心をもつ人になってくれることを願っています。

図１

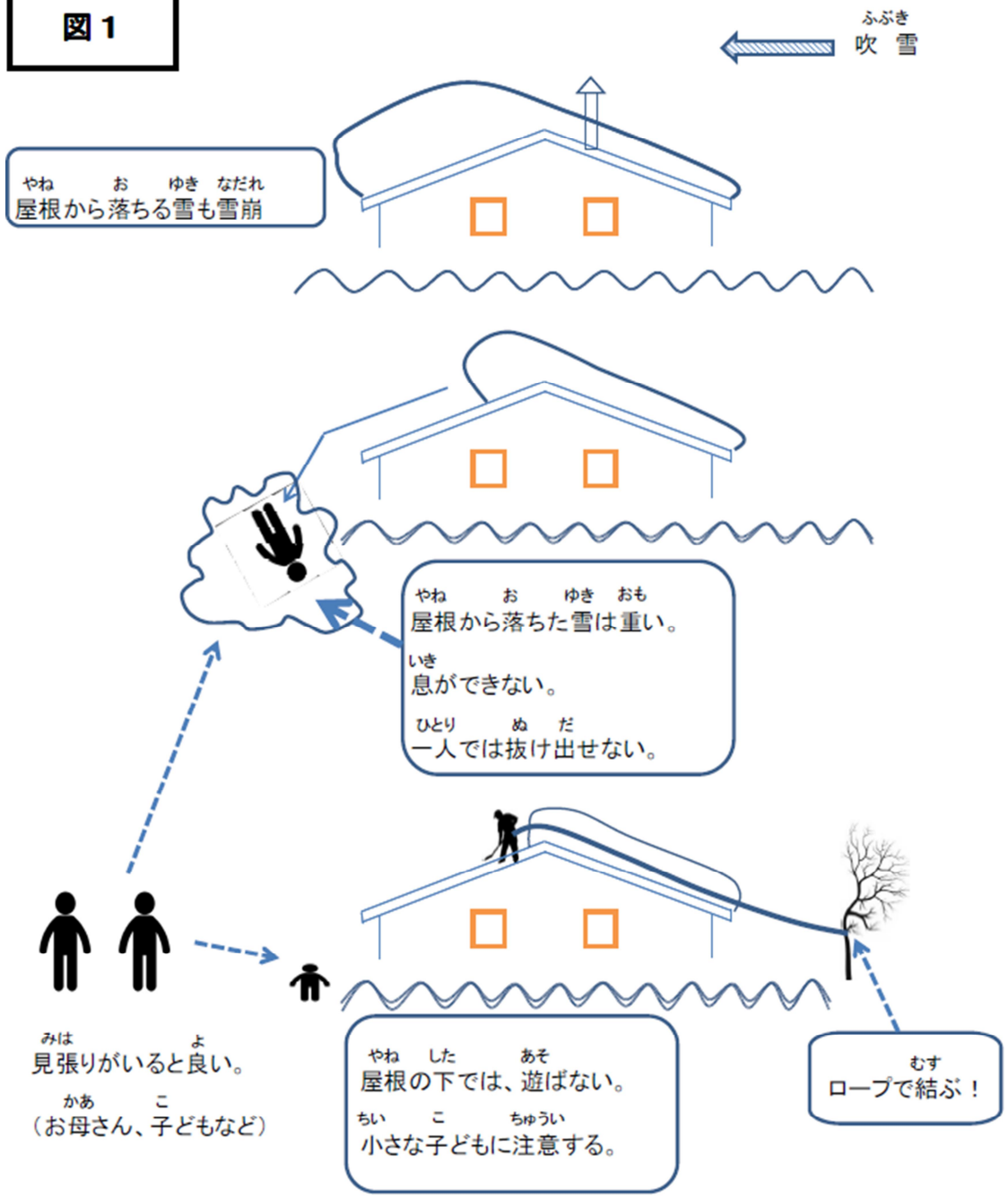

ふぶき
吹　雪
やね　お　ゆき　なだれ
屋根から落ちる雪も雪崩
やね　お　ゆき　おも
屋根から落ちた雪は重い。
いき
息ができない。
ひとり　ぬ　だ
一人では抜け出せない。
みは　よ
見張りがいると良い。
かあ　こ
（お母さん、子どもなど）
やね　した　あそ
屋根の下では、遊ばない。
ちい　こ　ちゅうい
小さな子どもに注意する。
むす
ロープで結ぶ！

図２

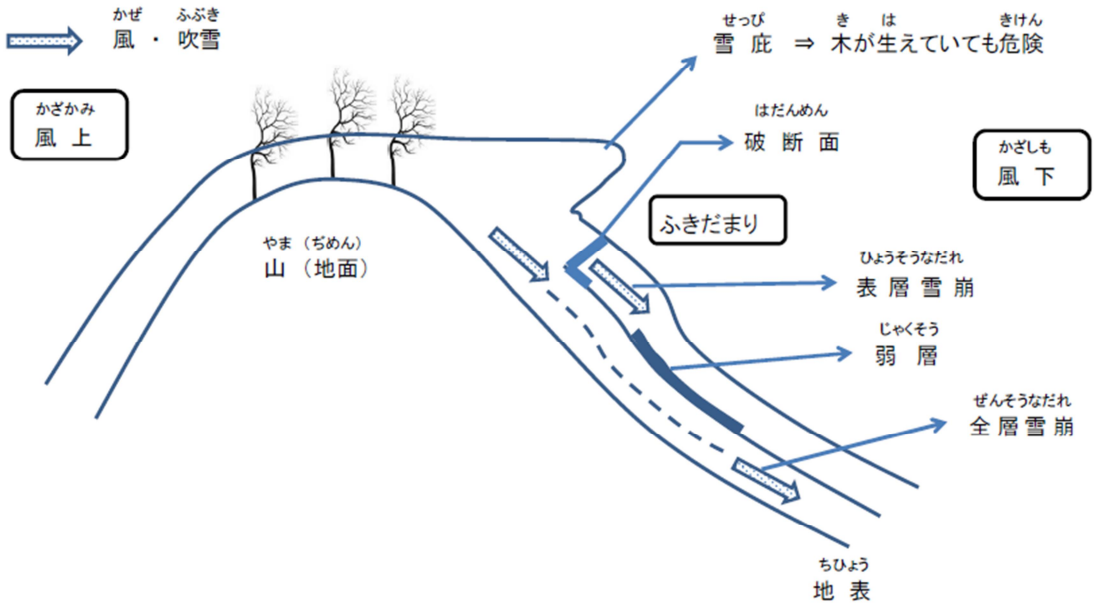
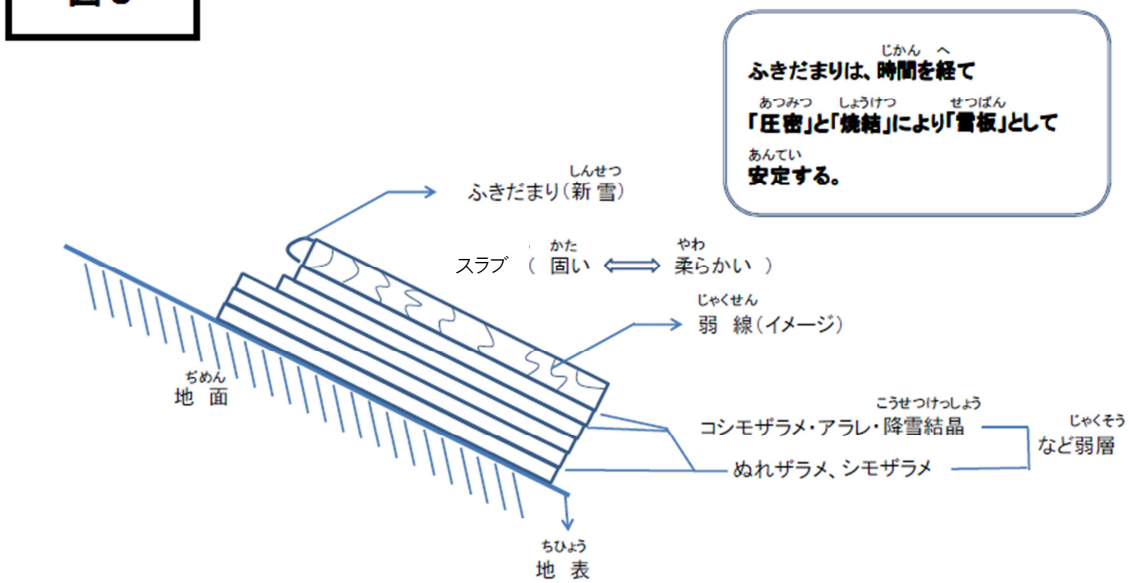

風・吹雪
雪庇 ⇒ 木が生えていても危険
風上
破断面
風下
ふきだまり
山（地面）
表層雪崩
弱層
全層雪崩
地表

図３


ふきだまりは、時間を経て
「圧密」と「焼結」により「雪板」として
安定する。
ふきだまり（新雪）
スラブ（固い ⇔ 柔らかい）
弱線（イメージ）
地面
コシモザラメ・アラレ・降雪結晶
ぬれザラメ、シモザラメ
など弱層
地表

補足【お父さんお母さんへ】

吹雪で風下側に堆積するふきだまりはその発達中、構造的に不安定な時間帯があります。ニセコではふきだまりの不安定さを仮に「弱線」と呼び、事故防止に役立てています。

雪崩事故の多くは悪天候時、新雪が多量に降り積もる日に起きています。ニセコではそのような時に斜面の向きや標高からふきだまりの発達とその安定度合を予測し、ゲートの開閉や人々への呼びかけなどでコース外の事故を防いでいます。日本の雪は素晴らしく良いです。そして人々にはそこを滑る自由があります。

事故の多くが吹雪などの悪天候時に起きていることからも、新雪滑走者は「弱層」と同時に、この「弱線」仮説にも目を向けてくれることを願っています。

多くの事故は悪天候の中で起こる。そんな時にみんなが用心すれば事故は減らせます。雪崩は自然現象だが雪崩事故はそこに人がいるから起こります。

現在、防災科学研究所（雪氷防災科学研究所・新潟長岡）はこの仮説の科学的証明に取り組んでいます。知識、技術を過信しないようにすることです。

まとめ【子どもたちへのお願い】

① 屋根の下で子どもが遊んでいたら注意する。

② 山で遊ぶ時はきまりを守る。

③ ひとりで山に行かない。

④ 仲間はずれにしない。

⑤ 困っている人がいたら助ける。

⑥ 雪崩は吹雪の日に起こる。

ニセコルール

①！ スキー場外へは必ずゲートからでなければならない。

②！ ロープをくぐってスキー場外を滑ってはならない。

③！ スキー場外では、安全に滑走するために、ヘルメットと雪崩ビーコンの装着が最低限必要と考える。

④！ ゲートが閉じられている時はスキー場外に出てはならない。

⑤！ 立入禁止区域には絶対に入ってはならない。

⑥！ 小学生のみのスキー場外滑走を禁止する。

＜補 足＞

・スキー場外での救助捜索には（最低 10 万円）が請求される。

・上記ルール違反者はリフト券の没収、販売停止などでスキー場利用を拒否される場合がある。

・事故は吹雪など悪天候時に多く起こる。知識や技術、道具を過信しないこと。常に用心すること。パトロールの指示に従うこと。亀裂転落、立木衝突に注意。雪山に 100 パーセントの安全はない。

・ニセコ雪崩情報は地域の公式情報でありニセコ雪崩調査所が独自の手法で当日の危険を予測している。

・雪崩ビーコン、プローブ、ショベルの携行を強く勧める。これらの道具は万が一の時にあなただけではなく仲間の命も救えるかもしれない。