

気象・積雪・雪崩

の観察と記録のガイドライン

**Observation Guidelines and Recording Standards
for Weather, Snowpack and Avalanches**



Japan Avalanche Network

特定非営利活動法人 **日本雪崩ネットワーク**

2017年10月

序文 (Preface)

本書は、気象、積雪、雪崩について、諸観測を行い、記録をつけるにあたって特定非営利活動法人日本雪崩ネットワーク(以下、日本雪崩ネットワーク)が推奨する用語、方法、技術、記号などについて述べたものです。

本書は、カナダ雪崩協会が雪崩安全対策の現場にいる人々の情報交換を目的に1981年から熟成を重ねてきたガイドラインを基礎としており、雪崩に対する安全確保に必要な諸観測事項について、標準となる方法や技術を説明しています。日本において、高速道路、森林、スキー場などの管理はもちろんのこと、ツアースキー、スノーボード、登山、スノーシューイング、スノーモビル、ヘリスキーなど、バックカントリーに関連する公的、あるいは私的な活動を行うにあたって、雪崩に対する安全確保は必要不可欠な事項となっています。その活動の規模は、高速道路のように多くの人々が働き、きちんと整備された安全対策を施している大規模なものから、プロ山岳ガイドのように顧客数人を連れて雪山の日帰りツアーを行うといった小規模なものまで、千差万別です。

本書の内容は、ある特定の安全対策を実施するにあたって、どのような、または、いかなる観測をするべきかについて述べたものではありません。本書に述べられている用語、方法、技術、記号などを用いることによって、正確な観測記録の作成を行い、日本各地で行われている雪崩に関する多様な安全対策の中での情報交換を容易にしようというのが日本雪崩ネットワークの意図するところです。

スキーテスト、爆薬を使ったテスト、斜面の利用状況、局地的な風の影響、下向きと上向きの放射量、プローブやスキーポールを使ったテスト、積雪の沈降、雪面への荷重、シアテスト、アコースティック・エミッション(acoustic emissions)等の手段については、本書には述べられていません。これらの手段の多くは正式なデータを収集する手だてが確立されていないためです。しかし、それぞれの手段は必要に応じて実践されています。

第1章では、毎日の「雪と気象の観測 (Snowpack and Weather Observations)」について述べています。これらは積雪の安定性の変化を判断するために必要です。この章は、道路と鉄道を雪崩の脅威から守るため、北米で最大規模の雪崩管理を日々行っているRogers PassのSnow Research and Avalanche Warning部門が使用しているマニュアルを基礎とし、これに、気象庁の地上気象観測指針を加味しつつ修正を加えています。これは、WMO (世界気象機関)の基準に準拠しています。

第2章では、「積雪の観測 (Snow Observations)」に必要なテクニックについて述べています。これらは、今日、多くの国々で採用されているスイス連邦雪・雪崩研究所 (Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research)の方法を基礎にして書かれています。分類法や記号類はFierzetal. (IACS 2008)が推奨するものを記載しました。

第2章の第2部、「テストスノープロファイル」では、限られた場所と時間の中で、その時にもっとも必要とされる雪の情報を、いかにして採集するかについて、そのテクニックを簡略的に述べています。これらのテクニックについて、さらに十分な解説が必要な方は『The Avalanche Handbook (McClung and Schaerer, 2006)』を参照されることをお勧めします。

シアフレームテスト(shear frame test)は、スイスのA.Rochによって開発されたものです。積雪安定度を算出するにあたって、Rogers Passにおいて、日々、この方法を実践しているSnow Research and Avalanche Warning部門の方法を参考にしています。本書は、このように研究機関や専門組織によって開発され、標準化されたテクニックについて解説しています。

ショベルシアーテストは、時間もかからず簡単に行えるテストです。これは積雪内にある弱層を確認する手段となります。C.Stethem (under contract with the National Research Council of Canada)とP.Schaerer (National Research Council of Canada)らが行ったフィールド・スタディによって、その有用性が確認されています。

ルッチブロックテストは、カルガリー大学土木工学科のB.Jamiesonによって支持されています。彼らの研究はスイスのP.Föhn博士の研究を引き継いだものです。B.JamiesonとC.Johnston博士にはルッチブロックテストの解説について、その草稿を執筆して頂いています。

第3章では「雪崩の観測 (Avalanche Observations)」について解説しています。これらはカナダのForest Serviceが発行している共通の観測様式 (Perla and Martinelli,1976)に基づいて観測を行っているカナダのスキー場やハイウェイの雪崩安全対策担当の方々の協力によって熟成されたものです。

付録Aの観測サイト(Observation Sites)についての項目は、Rogers Passにおいて雪や天候の観測に適した場所の選択を行ってきたV.Schleissが、自らの経験にもとづいて草稿を執筆し、それを登内道彦氏に気象庁の基準に沿った形式の調整を加えて頂きました。

カナダのAvalanche Centre of the National Research Councilでは、1979年から雪崩で遭難したり、ダメージを受けた人や建築物についての統計をとり始めました。そして1991年、ブリティッシュ・コロンビア州のRevelstokeに開設されたCanadian Avalanche Centreが、その業務を引き継ぎました。この統計を取るために作成された書式を基礎にした見本が本書に掲載されています。日本においても、北海道大学低温科学研究所、新潟大学積雪地域災害研究センターなどを中心に、起こった雪崩の統計が、これまで集められてきています。どんなケースでも、まず速報として、簡易書式を使ったレポートをFAXやメールなどを利用して、できるだけ早く日本雪崩ネットワークに情報提供するようにして下さい。そして、負傷、死亡、その他重大な損失などをもたらす事故の場合は、後の記録のために詳細なレポートを提出するようにして下さい。

観測結果を記録する最良の方法は、ハードカバーを持つ防水の観測ノートを使用することであるのが経験上知られています。正確で完全、そして明瞭に記入された観測ノートは、それらのデータを分析する時に役立つばかりでなく、雪崩事故の原因に関する種々の疑問点を解く重要な手がかりになり得ます。本書には、観測者がよりの確な観測記録をつける際に参考となるような観測ノートの見本を掲載しました。

日本雪崩ネットワークでは、雪崩に関係する産業に従事する人々の間で、雪崩に関する諸事項について、標準を確立するべきであると考えています。そうすることで、各々、別個に収集された雪や雪崩の安全に関する情報を、共通の基準でお互いに交換することができるようになるからです。これらの情報交換にはコンピューターが使われ、デジタルデータでやり取りが行われます。この版では、情報交換のための標準を定義しました。アルファベットで記された略号は、それぞれのデータの送信や保存を随時行うために使用されるものです。これらの略号はその意味の伝達が容易に行われるように、できるかぎり直感で理解できるものにすべきであり、行き当たりばったりの略号の使用は避けるべきです。数を表す略号は数学的に処理されるデータのみに使用します。

日本雪崩ネットワークでは、専門委員会を通して本書を定期的に改訂する予定です。改訂にあたって考慮すべき事柄は、以下の事項に関するものです。

- ・遺漏
- ・曖昧な表現
- ・他の機関(例: 気象庁)と比較して専門用語の用い方に大きな相違点がある場合
- ・観測にあたって、新しく採用されたテクニック
- ・標準的に使われるようになった新しい観測法
- ・観測技術とその適応の明確化

本書を利用される方々からのコメント、内容の変更に関するアドバイス等は随時受け付けています。コンタクトは以下まで。

特定非営利活動法人日本雪崩ネットワーク
横浜市神奈川区西寺尾2-37-14 〒221-0001
TEL.045-430-5736 FAX.045-430-5731
web: www.nadare.jp
e-mail: info@nadare.jp

謝辞 (Acknowledgements)

本書の基礎となっているカナダのガイドライン『Observation Guidelines and Recording Standards for Weather, Snowpack and Avalanches』初版は、1981年、献身的な研究者と実践者たちの手によって完成しました。National Research CouncilのP.Anhornの多大なる協力を得たP.Schaerer、そしてParks Canada at Rogers PassのV.G.SchleissとW.Schleiss、BC Ministry of Transportaion and HighwaysのG.L.Freerの方々がイニシアティブを発揮されました。

その後、プロガイド、スキー場経営者およびParks Canada、BC Ministry of Transportaion and Highwaysの方々が協議を重ね、第2版が1989年に発行されました。改訂にあたっての委員会はH.Bleuer、R.McCarthy、W.Schleiss、J.Johnsonにより構成され、P.Schaererが議事の進行と草案の作製をされています。

そして1995年に完成した第3版は、カナダ西部の雪崩安全対策に関わる産業界およびAtmospheric Environment Serviceから選考された幅広い分野の人々から構成された委員会によって改訂が行われています。委員会はP.Amann、R.Atkins、J.R.Bezzola、T.Geldsetzer、B.Jamieson、K.Little、T.Riley、D.Skjonsberg、G.Thompsonというメンバーで構成されました。

第4版は2002年に出版され、D.Kellyを座長に委員会は次ぎのような方々によって構成されました。J. Goodrich, S. Gould, B. Jamieson, T. Riley, R. Whelan, and D. Wilson. 変更点はD. McClung, B. Sayer and S. Walkerによって確認され、R. Whelan と B. Strandによって完成させられました。

カナダの第5版は2007年に改訂され、JANでは2009年版として発刊されました。そしてこの版はCAA技術委員会から、カナダの雪崩コミュニティのみならず、国際的な関係団体に提供されています。ワーキンググループはカナダ雪崩コミュニティのあらゆる分野の人が参加しています。B. MarkとS. Aitkenを座長にS. Conger, D. Gautier, J. Goodrich, M. Klassen, M. Rubenstein, C. Stethem, I. Storm and S. Walker. そして、改訂版は技術委員会のR. Whelan, B. Jamieson, D. McClung, B. SayerそしてD. Wilsonらによって承認されました。全体コーディネイトはC. Campbellによってなされています。

2014年版はCAA技術委員会のC. Campbell, D. McClung, B. Jamieson, B. Sayer, R. Whelan, J. Floyer and S. Garvinらによって改訂されたものでP. Haegeli, D. Gauthier, and R. Simenhoisらによって重要な項目が加わりました。また、C. Campbellが全体コーディネイトを行っています。JANではこれらを反映させ、2014年版として改訂を行いました。

2017年版はいくつかの訳語の見直しを行い、また、JANの講習を通して雪崩業務の現場で広く利用されている雪崩ハザード評価に係る用語についてアップデートを加えました。

日本版の作成にあたっては、国際パートナーシップ契約に基づくガイドラインの使用について許諾を頂いたCAA技術委員会のメンバーに敬意を表したいと思います。

出川あずさ

特定非営利活動法人 日本雪崩ネットワーク・理事

2017年10月

特定非営利活動法人日本雪崩ネットワークについて

日本雪崩ネットワークは、雪山においてスポーツやさまざまな活動をされる方に対して、雪と雪崩についての正しい知識を啓蒙、普及すること、また同時に雪や雪崩に関する情報提供を行うことで、事故防止に寄与することを目的とした、特定非営利活動法人です。

著作権について

書評などのための簡潔な引用を除き、この本のいかなる部分の複製・配信・利用等も、特定非営利活動法人日本雪崩ネットワークからの許可なくして行うことはできません。この本の基礎となっているカナダ雪崩協会 (Canadian Avalanche Association) の『Observation Guidelines and Recording Standards for Weather, Snowpack and Avalanches』について、特定非営利活動法人日本雪崩ネットワークは、カナダ雪崩協会との国際パートナーシップ契約に基づき、著作権・利用・改変・出版 (デジタルを含む) 等の一切の権利を有しています。

©Japan Avalanche Network

1—雪と気象の観測 Snow and Weather Observations

1.1	目的 (Objectives).....	2
1.2	観測の種類 (Types of Observations).....	2
1.3	観測器具 (Equipment).....	2
1.4	手順 (Procedure).....	3
1.4.1	日付 (Date)	3
1.4.2	時刻 (Time)	3
1.4.3	天気 (Sky condition)	3
1.4.4	降水の種類と強度 (Precipitation Type and Intensity)	4
1.4.5	気温 (Air Temperature)	5
1.4.6	相対湿度 (Relative Humidity: RH)	6
1.4.7	雪温 (Snow Temperatures)	6
1.4.8	降雪深 (Depth of Snowfall)	6
1.4.9	積雪深 (Total Depth of Snowpack)	7
1.4.10	新雪の重さ (Weight of New Snow)	8
1.4.11	降雪水量 (Water Equivalent of New Snow: H2DW or HN24W)	8
1.4.12	新雪の密度 (Density of New Snow: ρ)	9
1.4.13	雨 (Rain)	9
1.4.14	降水量 (Precipitation)	9
1.4.15	雪面貫入度 (Surface Penetrability: P)	9
1.4.16	積雪表面の雪質と粒径 (Form and Size of Surface Snow)	10
1.4.17	風 (Wind)	11
1.4.18	飛雪 (Blowing Snow)	12
1.4.19	観測地点における気圧 (Barometric Pressure at Station)	12
1.5	フィールド気象観測 (Field Weather Observations).....	14
1.5.1	目的 (Objectives)	14
1.5.2	適切な計測 (Relevant Measurements)	14
1.5.3	観測の場所と頻度 (Frequency and Location of Observations)	14
1.5.4	手順 (Procedure)	14
1.6	フィールド気象概要 (Field Weather Summary).....	16
1.6.1	目的 (Objectives)	16
1.6.2	頻度 (Frequency)	16
1.6.3	手順 (Procedure)	16
1.7	記録 (Recording).....	17

2—積雪の観測 Snowpsck Observations

2.1	フルスノープロファイル(Full Snow Profiles).....	•20
2.1.1	目的 (Objectives)	•20
2.1.2	観測場所 (Location)	•20
2.1.3	観測頻度 (Frequency of Observations)	•20
2.1.4	観測器具 (Equipment)	•21
2.1.5	観測手順 (Field Procedure)	•21
2.1.6	積雪水量 (Water Equivalent of the Snow Cover: HSW)	•27
2.1.7	平均密度 (Average Density)	•27
2.1.8	記録 (Recording)	•27
2.2	テストスノープロファイル(Test Snow Profile).....	•29
2.2.1	目的 (Objectives)	•29
2.2.2	観測場所 (Location)	•29
2.2.3	観測頻度 (Frequency of Observations)	•29
2.2.4	適切な計測 (Relevant Measurements)	•29
2.2.5	観測器具 (Equipment)	•29
2.2.6	観測手順 (Field Procedure)	•30
2.2.7	記録 (Recording)	•30
2.3	フラクチャーラインプロファイル(Fracture Line Profiles).....	•31
2.3.1	目的 (Objectives)	•31
2.3.2	観測場所 (Location)	•31
2.3.3	適切な計測 (Relevant Measurements)	•31
2.3.4	記録 (Recording)	•31
2.4	ラムプロファイル(Ram Profile).....	•32
2.4.1	目的 (Objectives)	•32
2.4.2	観測器具 (Equipment)	•32
2.4.3	計測単位 (Unit of Measurement)	•32
2.4.4	計測手順 (Procedure)	•33
2.4.5	計算 (Calculation)	•33
2.4.6	記録 (Recording)	•33
2.5	グラフを使った積雪層の表現 (Graphical Snow Profile Representation).....	•35
2.6	シアーフレームテスト(Shear Frame Test).....	•36
2.6.1	目的 (Objectives)	•36
2.6.2	観測場所 (Location)	•36
2.6.3	観測器具 (Equipment)	•36
2.6.4	計測手順 (Procedure)	•36
2.6.5	結果 (Results)	•37
2.6.6	記録 (Recording)	•37
2.6.7	限界 (Limitations)	•37

2.7	ルッチブロックテスト(Rutschblock Test).....	38
2.7.1	目的 (Objective)	38
2.7.2	場所の選定 (Site selection)	38
2.7.3	道具 (Equipment)	38
2.7.4	手順 (Procedure)	38
2.7.5	結果 (Results)	39
2.7.6	記録 (Recording)	39
2.7.7	限界 (Limitations)	40
2.7.8	図 (Figure)	40
2.8	ショベルシアートテスト(Shovel Shear Test).....	41
2.8.1	目的 (Objectives)	41
2.8.2	場所の選定 (Site Selection)	41
2.8.3	道具 (Equipment)	41
2.8.4	手順 (Procedure)	41
2.8.5	結果 (Results)	42
2.8.6	記録 (Recording)	42
2.8.7	限界 (Limitations)	42
2.8.8	図 (Figures)	43
2.9	コンプレッションテスト(Compression Test).....	44
2.9.1	目的 (Objective)	44
2.9.2	場所の選定 (Site selection)	44
2.9.3	道具 (Equipment)	44
2.9.4	手順 (Procedure)	44
2.9.5	結果 (Results)	45
2.9.6	記録 (Recording)	45
2.9.7	限界 (Limitations)	45
2.9.8	図 (Figures)	45
2.10	ディーブタップテスト(Deep Tap Test).....	46
2.10.1	目的 (Objectives)	46
2.10.2	場所の選定 (Site Selection)	46
2.10.3	道具 (Equipment)	46
2.10.4	手順 (Procedure)	46
2.10.5	結果 (Results)	46
2.10.6	記録 (Recording)	47
2.10.7	限界 (Limitations)	47
2.10.8	図 (Figures)	47
2.11	エクステンディッドコラム・テスト(ECT:Extended Column Test).....	48
2.11.1	目的 (Objectives)	48
2.11.2	場所の選定 (Site Selection)	48
2.11.3	道具 (Equipment)	48
2.11.4	手順 (Procedure)	48
2.11.5	結果 (Results)	48
2.11.6	記録 (Recording)	49
2.11.7	限界 (Limitations)	49
2.11.8	図 (Figures)	49

2.12	プロパゲーション・ソー・テスト(PST: Propagation Saw Test).....	50
2.12.1	目的 (Objectives)	50
2.12.2	場所の選定 (Site Selection)	50
2.12.3	道具 (Equipment)	50
2.12.4	手順 (Procedure)	50
2.12.5	結果 (Results)	50
2.12.6	記録 (Recording)	51
2.12.7	限界 (Limitations)	51
2.12.8	図 (Figures)	51
2.13	破壊の特徴 (Fracture character).....	52
2.13.1	手順 (Procedure)	52
2.13.2	観察 (Observations)	52
2.13.3	記録 (Recording)	53
2.13.4	用例 (Example)	53
2.14	積雪概要 (Snowpack Summary).....	54
2.14.1	目的 (Objectives)	54
2.14.2	頻度 (Frequency)	54
2.14.3	手順 (Procedure)	54

3—雪崩の観測 Avalanche Observations

3.1	目的 (Objectives).....	56
3.2	雪崩道の確認 (Identification of Avalanche Paths).....	56
3.3	個々の雪崩の観測 (Observations of Individual Avalanches).....	56
3.3.1	日付 (Date)	57
3.3.2	時刻 (Time)	57
3.3.3	区域と雪崩道 (Area and Path)	57
3.3.4	方位 (Aspect)	57
3.3.5	斜度 (Incline)	57
3.3.6	規模 (Size)	58
3.3.7	雪崩のタイプ (Type of Snow Failure)	58
3.3.8	含水率 (Liquid Water Content)	59
3.3.9	末端 (Terminus)	59
3.3.10	きっかけ (Trigger)	60
3.3.11	コメント (Comments)	61
3.4	付加的な観測.....	62
3.4.1	爆発物の数量/爆発の回数 (Number of Explosive Charges / Number of Detonations)	62
3.4.2	爆発物のサイズ (Size of Explosive Charge)	62
3.4.3	雪崩が発生した位置 (Location of Avalanche Start)	63
3.4.4	滑り面 (Bed Surface)	63
3.4.5	スラブの幅 (Slab Width)	63
3.4.6	スラブの厚さ (Slab Thickness)	63
3.4.7	道路上の堆積物 (Deposit on Road)	64
3.4.8	堆積物の先端までの距離 (Distance to Toe of Deposited Mass)	64
3.4.9	堆積物全体の寸法 (Total Deposit Dimensions)	64
3.4.10	標高 (Elevations)	64
3.4.11	雪崩走路の長さ (Length of Path Run)	64
3.4.12	道路・鉄道の状況 (Road / Line Status)	64
3.5	複数の雪崩事例 (Multiple Avalanche Events).....	68
3.6	雪崩概要 (Avalanche Summary).....	69
3.6.1	目的 (Objectives)	69
3.6.2	頻度 (Frequency)	69
3.6.3	手順 (Procedure)	69
3.7	記録 (Recording).....	70

4—付録 Appendices

付録A	気象観測の場所と手順	
	(Weather Observation Sites and Procedures).....	72
A.1	降水(降雪)、積雪、および温度を観測するための場所 (Precipitation, Snowpack and Temperature Study Plots).....	72
A.2	ウインドステーション(Wind Stations).....	73
A.3	気象観測に必要な機具の取り扱い方 (Meteorological Instruments Procedures).....	74
A.3.1	温度計の読み取り方(Reading Thermometers).....	74
A.3.2	最高温度計と最低温度計のリセットについて (Resetting Maximum and Minimum Thermometers).....	74
A.3.3	自記温度計の取り扱いと修正について (Thermograph Procedure and Calibration).....	75
A.3.4	自記湿度計の調整について(Hygrograph Calibration).....	75
付録B	雪崩に関するレポート	
	(Reporting Avalanche Involvements).....	76
B.1	目的(Objective).....	76
B.2	レポート様式(Reporting Forms).....	76
B.3	レポートの取り扱い(Filing of Reports).....	76
B.4	簡易様式レポートの作成 (Completion of the Short Form).....	76
B.4.1	日付と時刻(Date and Time).....	76
B.4.2	場所(Location).....	76
B.4.3	雪崩の状況描写(Avalanche Description).....	77
B.4.4	人数(Number of People).....	77
B.4.5	活動内容(Activity of People).....	77
B.4.6	乗り物の数(Number of Vehicles).....	77
B.4.7	建物の被害(Structures Damaged).....	78
B.4.8	埋没深の推量(Estimated Depth of Burial).....	78
B.4.9	埋没時間の推量(Estimated Duration of Burial).....	78
B.4.10	コメント(Comments).....	78
B.5	詳細様式レポートの作成 (Completion of the Detailed Report).....	78
	雪崩発生レポート・簡易版 (Avalanche Involvement Report / Concise form).....	79
	雪崩発生レポート・詳細版 (Avalanche Involvement Report / Detailed form).....	80

付録C	IACSによる積雪の国際分類 (IACS The International Classification for Seasonal Snow on the Ground).....	85
付録D	シンボルと省略形 (Symbols and Abbreviations).....	94
付録E	国際単位系への換算 (Conversion to Standard SI Units).....	95
E.1	密度 (Density)	95
E.2	大気圧 (Barometric Pressure)	95
E.3	応力と強度 (Stress and Strength)	95
E.4	衝撃圧 (Impact Pressures)	96
E.5	風速 (Wind Speed)	96
付録F	雪崩ハザード評価で使用する用語 (Avalanche Hazard Evaluation).....	97
F.1	状況設定 (Establish the Context)	97
F.2	誘発感度 (Sensitivity to Triggers)	97
F.3	空間分布 (Spatial Distribution)	98
F.4	誘発の可能性 (Likelihood of Triggering)	98
付録G	雪崩危険度区分 (Avalanche Danger Scale).....	99
付録H	リファレンス (References).....	100

1—雪と気象の観測

Snow and Weather Observations

1 雪と気象の観測

Snow and Weather Observations

1.1 目的 (Objectives)

雪と気象の観測は、精度が保証された計測機器を備えた観測場所 (付録 A を参照) で、気象、および雪面のデータを採集することです。定期的に採集される観測データは、積雪の安定性の変化を認識させてくれます。

長期的には、これらの観測を続けることにより、統計的、数値的な手法によって行われる雪崩の危険予知の精度を高めることができ、ある特定のエリアにおける気候の特徴について、見識を高めることができるのです。観測にあたっては、全ての要素について、決まった観測方法で、定期的に採集するという心掛けなければなりません。

1.2 観測の種類 (Types of Observations)

毎日、定まった時間に行われる観測を定時観測 (standard observations) と言います。定時観測は 1日に2回、0900 (午前9時) と 1500 (午後3時) に行われることが望ましいのですが、その目的や観測者の都合によって、その頻度や時間が必然的に異なってくる場合もあります。もし、1日に1回の観測しかできないのであれば、その観測は、朝に行うのがよいでしょう。観測機器 (例: 最高最低温度計) のリセットはそれぞれの定期観測の終了時のみ行うようにします。 (補足: カナダでは 7時と 16時)

定時観測の間に行われる観測を中間観測 (interval observations) と言います。中間観測は、大雪の時など、雪の状態が著しく変化していると思われる際に行われます。中間観測には、いくつかの必要と思われる項目を観測する場合と定時観測と同じ全ての項目を観測する場合とがあります。

不定期的に行われる観測は不定期観測 (intermittent observations) と呼ばれます。これらの観測は定期的に訪れることのできない観測地点で行われます。これらの観測は通常 24時間以上の間隔をおいて行われ、定期的である必要はありません (例: ヘリスキー業務)。不定期観測には、いくつかの必要と思われる項目を観測する場合と、定時観測と同じ全ての項目を観測する場合とがあります。

1.3 観測器具 (Equipment)

観測サイトには通常、以下の器具を揃えます。

- 温度計類を収納する百葉箱 (高さ調整機能付き)
- 最高温度計
- 最低温度計
- 降雪板 (約 400mm × 400mm) 24時間降雪用 (24-hour board) と一降雪期間用 (storm board) 各一つずつ
- 雪尺 (cm 目盛り)
- 物差し (cm 目盛り)
- 円筒スノーサンプラーと秤 (g 目盛り)、または雨量計
- 採集した雪のサンプルを切るためのナイフ、あるいはプレート
- 防水紙で作られた観測ノート

以下の観測器具を追加すると便利です。

- 百葉箱に収納された自記温湿度計
- 雨量計
- 数枚の降雪板
- ラム硬度計の先端部
- 自記気圧計(室内)、あるいは気圧計/高度計
- 離れた位置に設置されたいくつかの(風向)風速計。いずれも無線あるいはケーブルによって記録装置につながっていること
- 観測器具を防護する箱
- 小型の箒
- スノーショベル

1.4 手順 (Procedure)

まず、観測ページの一番上の欄、あるいはタイトルページに観測した場所の名称と標高を記録します。次に、以下のリストの順にそれぞれの観測作業を行い、それぞれのデータを記録して行きます。観測器具に触る際には、グローブを着用のこと。

1.4.1 日付 (Date)

年、月、日を記録します(それぞれの数字の間にはスペースやコンマ等を入れないこと)。例:2001年12月1日は011201と記載します。

1.4.2 時刻 (Time)

観測時刻を24時間スケールで記録します(それぞれの数字の間にはスペースやコロロン等を入れないこと)。日本標準時を記録すること。例:午後5時10分は1710と記載します。

1.4.3 天気 (Sky condition)

空を覆う雲量を10分位で観測し、その割合と天気を以下に記したシンボルとデータコードを使って記録します。

程度	記号	データコード	定義
Clear	○	CLR	雲のない状態(雲量0)
Few	⊕	FEW	点在している雲:空のところどころ(1/8から2/8)に雲がある状態(雲量1-3)
Scattered	⓪	SCT	部分的な曇り:空の半分以下(3/8から4/8)が雲で被われた状態(雲量4-5)
Broken	Ⓛ	BKN	曇り:空の半分以上(4/8以上8/8未満)が雲で被われているが、全てではない状態(雲量6-9)
Overcast	⊕	OVC	空が完全に雲で被われている状態(8/8)(雲量10)
Obscured	⊗	X	低空のガス(霧など)、あるいは雲以外(降雪など)により空が見えない状態

谷間の霧／雲 (Valley fog/Cloud)

観測地点よりも下に見えるものを谷間の霧／雲と言います。霧、または雲の上部と下部が海拔にして何mの高さにあるのかを推量し、50m単位で記録します。例：晴天ながら標高1050m～1200mの範囲で谷間に霧が掛かる(コード表記:CLR VF 1050-1200)

薄雲 (Thin Cloud)

雲はあるものの、その厚さが極端に薄い場合は、上記の表組に示した分類基準に基本的に従います。thin Scattered,Broken または Overcast cloud layer 等の場合、それぞれを示す記号にダッシュ(-)を付けて表します。例：空全体が薄い雲に完全に被われている場合、記号としては -⊕、データコードとしては -OVCと記録します。

1.4.4 降水の種類と強度 (Precipitation Type and Intensity)

観測時の降水の種類と強度を記録します。雪に関しては1時間当たりの降雪の深さをcmで記録します。雨の場合は1時間当たりの雨量をmmで記録します。

降水の種類 (Precipitation Type) :

記号	解説
NIL	降水はなし (No Precipitation)
R	雨 (Rain)
S	雪 (Snow)
RS	みぞれ (Mixed Rain and Snow)
G	あられ、または、ひょう (Graupel and Hail)
ZR	凍雨 (Freezing Rain)

降水の強度 (Precipitation Rate) :

記号とデータコード	解説
降雪の強度 (Snowfall intensity)	
	補足：積雪量によって数値はいくらでも大きくなる
S-1	1時間当たりの降雪量が1cm未満
S1	1時間当たりの降雪量が約1cm
S2	1時間当たりの降雪量が約2cm
S3	1時間当たりの降雪量が約3cm
S10	1時間当たりの降雪量が約10cm
降雨の強度 (Rainfall intensity)	
RV	急に降りだして急に止む軽い降雨 (Very light rain) : 地表面 (雪面) が濡れない降雨
RL	軽い降雨 (Light rain) : 1時間当たりの降雨量2.5mm程度
RM	中程度の降雨 (Moderate rain) : 1時間当たりの降雨量2.6から7.5mm程度
RH	大雨 (Heavy rain) : 1時間当たりの降雨量7.5mm以上

1.4.5 気温 (Air Temperature)

観測における、気温計、自記温度計、自記湿度計の使用方法は付録Aを参照のこと。

棒状温度計等

百葉箱を開けたら、即座に最高温度計から最高気温を読みとり、次に最低温度計から現在の気温を読みとります。そのあと、最低温度計から最低気温を読みとります。

☞注:0.5℃の単位で読みとるようにします。

自記温度計

自記温度計から現在の気温を読みとり、1℃の単位で記録します。矢印のシンボルを使って過去3時間から見た気温の傾向を記録します。

記号	データコード	解説
↑	RR	急激な気温の上昇 (過去3時間で5度以上の上昇) Temperature rising rapidly
↗	R	緩やかな気温の上昇 (過去3時間で1から5度上昇) Temperature rising slowly
→	S	気温の変化微少; 気温が安定 (過去3時間で1度未満) Temperature steady
↘	F	緩やかな気温の下降 (過去3時間で1から5度下降) Temperature falling slowly
↓	FR	急激な気温の下降 (過去3時間で5度以上の下降) Temperature falling rapidly

気温の観測の最後に:

- 百葉箱の中に吹き込んだ雪や上に積もった雪を払い除けます。
- 定時観測の終了時には最高・最低温度計類をリセットします (付録A参照)。
- 百葉箱に高さ調節機能がある場合は、百葉箱の底部が雪面から1.2mから1.4mの高さになっていることを確認してください。
- もし、調整ができる場合は、百葉箱のドアが北に向いていることを確認してください。設置場所などによる制約のため北に向けられない場合はなるべく直射日光が入らない方向を選択してください。
- 百葉箱内に、たびたび雪が積もる場合は、底板を抜くことで対応してください。

1.4.6 相対湿度 (Relative Humidity: RH)

自記湿度計から相対湿度を1%までの単位で読みとります。

☞注：一般に自記湿度計は、低温において精度が落ちるとされています。さらに、あらゆる機械的な自記湿度計は5%の精度が限度とされていますが、特に高い湿度の場合は、傾向（湿度が上昇しているか、または下降しているか）が重要になる場合があります。付録Aの機器の目盛りに関する情報を参照してください。

湿度の計測にあたっては、谷の底部よりも斜面上部など比較的標高の高い場所で観測したほうが、より適切なデータを得ることができます。

1.4.7 雪温 (Snow Temperatures)

雪面温度 (Snow Surface Temperature: T0)

雪面に温度計を置き、雪面の温度を測ります。日差しを遮るようにします。

10cm雪温度 (10cm Snow Temperature: T10)

温度計を雪面から10cm下の位置で水平に挿入し、その示す温度が平行状態になるまで待ちます。日差しを遮るようにします。

雪温は使用する温度計の精度に見合った精度で計測します。

☞注：デジタル温度計はほとんど0.1°Cの精度まで計測できるので好ましい。

1.4.8 降雪深 (Depth of Snowfall)

物差し (cm目盛り) を使用し、雪面に置いた降雪板に積もった雪の何箇所かの深さを計測します。計測値の平均値を出し、cmの精度で記録します。深さが0.5cm以下の場合は0.1と記録してください。降雪がない場合には「-」、または「なし」と記入してください。降雪板の上に形成された表面霜を積雪と間違わないようにし、観測の度に表面霜は払い除けておいてください。

雪の重さを計測するのに必要なサンプルを採取した後、降雪板の上の雪を払い除け、表面をきれいになります。降雪板が置いてあった場所 (周囲に比べて窪んでいる) に雪を敷き詰めて周囲の雪の高さを同じにし、きれいにした降雪板を再び設置します。

☞注：降雪深は、24時間降雪観測用 (24-hour or HN24) と一降雪期間観測用 (storm or HST) の、少なくとも2つの降雪板を使って計測するようにします。その他、観測の必要に応じて日2回観測用降雪板 (twice-a-day or H2D)、シュート降雪板 (shoot board) を追加することもあります。

降雪板の呼称について

日2回観測 (twice-a-day: H2D):それぞれの定時観測の間に積もった雪の深さを計測するのに使われます。H2D降雪板に積もった雪は、毎回の定時観測が終了した時に払い除けておきます。

☞注:定時観測としての観測が、朝に行われる1回のみに限られる場合は、H2D降雪板は使わずにHN24降雪板を用い、そこから観測するようにします。

24時間降雪観測 (24-hour: HN24):過去24時間の降雪の深さを計測するのに使われるものです。毎朝行われる定期観測の終了時にHN24降雪板の上の雪は払い除けておきます。

一降雪期間観測 (storm: HST):一つの降雪期間が始まった時点から終わるまでの降雪の深さを言います。通常、24時間降雪がない場合、その前と後を別の降雪とみなします。HST降雪板の上の雪は、一降雪期間が過ぎ去り、積雪の安定化に関する計測がなされた後、次の降雪期間が始まる前の定期観測終了時に、払い除けるようにします。HST降雪板上の積雪をきれいに払い除けた場合は、その時に記録した数値にCと書き加えます。

不定期観測 (intermittent: HIT):定期的に訪れることのできない観測地点で使用される降雪板を指します。この降雪板の上に積もった雪は1回の降雪期間だけのものとは限りません。HIT降雪板上の雪は、観測の終了時に払い除けておきます。

シュート降雪板 (shoot: HSB):爆破による雪崩管理があった場合に、その管理作業が行われてからの降雪深を観測するために用いられます。シュート降雪板上の積雪をきれいに払い除けた場合は、その時に記録した数値にCと書き加えます。

1.4.9 積雪深 (Total Depth of Snowpack: HS)

地面からの積雪の深さを定位置に固定した目盛り付の棒を使って、cmの精度で観測します。雪尺の周りの雪が、風や積雪の沈降などで窪んでいる場合は、細いまっすぐな棒などを利用して多方向から読み取って下さい。可能な限り平坦で、建物の影響を受けたり、吹き溜まりにならない場所を選択してください。

☞注:降雪深や積雪深は、常に鉛直方向の深さを観測します。

1.4.10 新雪の重さ (Weight of New Snow)

新雪の深さが4 cm以上を記録した場合、その重さを計測します。円筒サンプラーを使ってH2DあるいはHN24降雪板上の新雪を鉛直方向に採取し、重さを計測してください。計測値は g (グラム) の単位で記録します。

円筒サンプラーの断面積を観測ノートのページの上部、あるいはタイトルページに記録しておくこと。

1.4.11 降雪水量 (Water Equivalent of New Snow: HN24W or H2DW)

降雪によってもたらされた降水量を以下を参照にして計算してください。多くの観測点では、ヒーター付きの雨量計で観測されます。

計測した新雪の重量 (g) を円筒サンプラーの断面積 (cm²) で割り、それを10倍したものが、降雪水量となります。この数値の小数点以下第1位までを mm を単位として記録します。

$$\text{降雪水量 HN24W (mm)} = \frac{\text{重量 Weight (g)}}{\text{断面積 Area (cm}^2\text{)}} \times 10$$

☞注：降雪水量とは、降雪板上の雪が解けた場合の水の深さを表しています。これは降水量に相当する数値です。

降雪水量を求めるにはサンプルとして採取した雪を溶かして、その量を計測 (例：雨量計を用いるなどして) する方法とサンプルとして採取した雪の重量を計測する方法があります。一般的に、雪崩に関連する観測には、その利便性から雪の重量を計測する方法が用いられます。1 cm³ の水の質量は1 g に換算できるという換算の単純さも利便性に一役買っています。

雪の深さは cm の単位で記録されなければなりません、降雪相当降水量は雨量と同じ様に mm で記録されなければなりません。(注：1 cm = 10 mm)

1.4.12 新雪の密度 (Density of New Snow: ρ)

密度とは単位体積あたりの質量を言います。この場合の密度とは国際単位系の kg/m^3 を用いて表されます。ギリシャ文字の ρ (ロー、と読みます) が密度を表すシンボルとして使用されています。

密度は次のようにして計算します: サンプルとして採取した新雪の重さ (g 単位) をその体積 (cm^3 単位) で割り、それを 1000 倍することで、立方メートルあたりのキログラム数を計算します。算出した数値の全ての位を記録します。

$$\rho = \frac{\text{サンプルの重量 Weight of snow sample (g)}}{\text{サンプルの体積 Sample Volume (cm}^3\text{)}} \times 1000$$

一方、もし降雪水量がわかっているならば、その密度は次の方法によっても計算できます: 降雪水量 (mm) をその降雪深 (cm) で割り、それを 100 倍する。算出した数値の全ての位を記録します。

$$\rho = \frac{\text{サンプルの降雪水量 Water equivalent of snow sample (mm)}}{\text{サンプルの降雪深 Height of snow sample (cm)}} \times 100$$

定期観測で得られた数値から新雪の密度を計算するには:

$$\rho = \frac{\text{降雪水量 HN24 W (mm)}}{\text{24 時間降雪 HN24 (cm)}} \times 100$$

1.4.13 雨 (Rain)

雨量計に溜まった雨の量を小数点以下第1位まで計測し、mm を単位として記録します。それぞれの定期観測の終了時に雨量計に溜まった雨を捨てておきます。

☞注: 手動式雨量計は降雨が起こりそうであると判断された場合に雪面、あるいは地表面に設置するようにします。

1.4.14 降水量 (Precipitation)

雨量計に溜まった水の深さを mm の精度で記録します。

☞注: 雨量計は雪、雨、その他による降水を集め、それらの相当水量を継続的に記録するものです。

前回の観測終了後からの降水量は、前回の観測と今回の観測との間の降水量の差で求められます。

1.4.15 雪面貫入度 (Surface Penetrability: P)

ある荷重に対して、その積雪がどの程度まで耐えることができるかを示す指針を雪面貫入度 (P) と言い、次のようなテストによって求めることができます。ラム硬度計による貫入度の計測がスキーや靴を使った貫入法に比べて精度が高いので推奨されています。

ラム貫入法 (Ram Penetration: PR)

標準ラム硬度計のゾンデ (直径40mmの円錐で先端部の角度が60°、質量1kg) を、その自重で、ゆっくりと雪面に貫入させていきます。その際、押し込むようなことは絶対にしないでください。貫入が止まった段階で、その深さをcmの精度で読みとります。

靴底貫入法 (Foot Penetration: PF)

乱されていない雪面に片足を踏み込ませ、徐々に全体重をかけ貫入させていきます。貫入が止まった段階で足を引き抜き、雪面からの凹みの深さをcm (0から5cmの深さの場合は1cmの単位で、それよりも深い場合は5cmの単位で) の精度で計測します。

☞注: 同じ雪の状態でも、靴底による凹みの深さは、それをを行う観測者によって異なってきます。統一性を保つには、同じ業務に参加する観測者を一堂に集めてそれぞれの貫入度を比較しておくといでしょう。観測の際、その平均値と比べて常に10cm以上の誤差のある観測者は靴底硬度法を行うべきではありません。

スキー貫入法 (Ski Penetration: PS)

乱されていない雪面に片方のスキーを踏み込ませ、徐々に全体重をかけ貫入させて行きます。貫入が止まった段階でスキーを引き抜き、雪面からの凹みの深さをcmの精度で計測します。

1.4.16 積雪表の雪質と粒径 (Form and Size of Surface Snow)

IACS 2008の大分類に従って、積雪表面の雪粒の形態とサイズを記録します。経験を積んだ観測者は、それぞれを識別するために小分類を必要とするでしょう。たとえば、新雪は降雪結晶形により9種類に区分され、こしまり雪は降雪結晶形が残ったものと吹雪による破片の2種に区分されるなどです。詳しくは付録Eを参照してください。

記号	基本分類	データコード
+	新雪: Precipitation Particles (New Snow)	PP
/	こしまり雪: Decomposing and Fragmented Particles	DF
●	しまり雪: Rounded Grains	RG
□	こしもざらめ雪: Faceted Crystals	FC
^	しもざらめ雪: Depth Hoar	DH
○	ざらめ雪: Melt Forms	MF
∨	表面霜: Surface Hoar	SH
■	氷板: Ice Formations	IF
◎	人工雪: Machine Made Snow	MM

☞注: 日本雪崩ネットワークIACS 2008システム修正版について
新雪 (新雪の小分類の中のgp、hl、ipを除く) や、こしまり雪の記号の右下に「r」と記されている場合は雲粒付結晶であることを示します。

1.4.17 風 (Wind)

風を目測することと、計測することを区別して考えましょう。計測は、ある決められた場所に設置された計測機器を使って行われるものをいい、目測は、計測機器を用いませんが一般的に一点ではなく、ある程度の範囲における象徴的な風を観測します。

風速の観測

風速の単位はm/sを使い、これは国際単位 (SI Units) です。付録Iに掲載されているMcClung & Schaerer (2006)の国際単位に関する文献が参考になります。参考:カナダでは風速の単位はkm/hrを使います。

風速の目測

樹木、旗、雪などの動きを観察することによって、風速を目測します。ビューフォートの風力階級で代用することもできます。

分類	データコード	相当する風速		
		(km/h)	(m/s)	目安
Calm	C	0	0	静穏: 空気の移動なし。煙が垂直に昇る
Light	L	1-25	1-7	弱風: 旗や小枝が揺れる
Moderate	M	26-40	8-11	軽風: 小樹木が揺れ、旗が伸び、雪が移動し始める
Strong	S	41-60	12-17	強風: あらゆる樹木が揺れ、雪が移動する
Extreme	X	>60	>17	暴風、あるいはそれ以上

☞注: 風速を目測するために使われる目安は一般の経験則をもとにしています。観測者は自らの経験をもとにそのエリアに見合ったそれぞれの目安を見つけておくといでしょう。

風速を観測する際は、事前の10分間以上の平均値を計測するようにします。フィールドなどで、長時間観測できないときは、観測を行った時間も記入してください。最低でも2分以上の観測を推奨します。

観測地点近辺で風向と風速を観測し、記録します。

風速0 (静穏) の場合は風向は記録しないこと。

突風 (Severe Gusts)

突風を観測した場合はコメントの欄にその旨を記載しておきます。

風向の目測 (Estimated Wind Direction)

観測地点において、どの方向から風が吹いているかを目測し、8方位で記録します。

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
---	----	---	----	---	----	---	----

風向の観測 (Measured Wind Direction)

一般的な気象観測では観測地点 (自動記録も含む) で観測される風向は、10度精度 (1の位を四捨五入) の角度で記録されます。例: 計測値184 (南向きを少し越えた角度) の場合は180、計測値45 (北東) の場合は050とコード化して記録します。

1.4.18 飛雪 (Blowing Snow)

飛雪の程度を観察すると同時に、その方向を観察し、どの方角から吹き出しているかを8方位で記録します。もし、雪庇などがあれば、その状況などもコメント欄に記入してください。

飛雪の程度 (Extent of blowing snow)

クラス	コード	代表的な視覚的指標
Nil	Nil	飛雪の兆候なし
Light	L	限定的かつ局所的な飛雪。雪は転がり、浮遊する。
Moderate	M	飛雪により風上で削剥、風下で堆積がある。雪は跳躍で移動し、乱流浮遊モードとなる。視界が悪くなる。
Intense	I	削剥は広範囲になる。風下へ大量の雪が浮遊モードで移動する。多様性ある堆積。

1.4.19 観測地点における気圧 (Barometric Pressure at Station)

気圧の観測には国際単位のヘクトパスカル (hPa) が使われ、小数点以下第1位まで明記します。気圧の計測値を海面更正する必要はありません。海面上 (mean sea level) での気圧は観測地点の標高と気温を知ることにより計算することができます。

気圧を計測するには自記気圧計、気圧計、高度計、電子センサーといったさまざまな計測機器を使うことができます。計測値の単位も計測機器によって、ヘクトパスカル、キロパスカル、ミリバール、ミリメートル、水銀柱のインチ数とさまざまです。これらの異なった単位で計測された数値をhPaに換算するための乗数を付録Gに掲載しました。

気象を予知するには気圧値と気圧変化の傾向が重要ですが、雪崩安全対策においてはしばしば気圧変化の傾向だけで十分な場合があります。

気圧変化の傾向 (Pressure Tendency)

観測の3時間前からの気圧変化の傾向を矢印の記号を使って記録します。

過去3時間の気圧の変化を記録してください。

記号	データコード	解説
↑	RR	急激な気圧の上昇 (1時間あたり 2hPa 以上) Pressure Rising Rapidly
↗	R	気圧上昇 (1時間あたり 2hPa 未満) Pressure Rising
→	S	変化なし (過去3時間で 1hPa 未満) Pressure Steady
↘	F	気圧下降 (1時間あたり 2hPa 未満) Pressure Falling
↓	FR	急激な気圧の下降 (1時間あたり 2hPa 以上) Pressure Falling Rapidly

相対的な気圧 (Relative Pressure)

気圧を観測した際にその観測機器が表示する気圧の単位が不確かだったり、曖昧だったりした場合は「高い」「中程度」「低い」で気圧の程度を分類します。

記号とデータコード	解説
H	気圧が高い (High)
M	気圧が中程度 (Medium)
L	気圧が低い (Low)

1.5 フィールド気象観測 (Field Weather Observations)

1.5.1 目的 (Objectives)

雪崩対策従事者は、日々のオペレーションにおいて、しばしば局地的な気象を観測します。これらの観測は、特徴的な斜面の積雪安定性を評価する際の重要なツールとなり、雪崩ハザードからグループの安全を確保することになります。さらに、他のフィールドや気象定点での観測された要素を束ねることは、フィールド気象観測を安定性評価やハザード分析、そしてオペレーション地域での予報に組み込むことです。

1.5.2 適切な計測 (Relevant Measurements)

フィールド気象観測をする際は、すべての要素を観測する必要はありません。収集する情報の量は種類について、定まった規則はありません。観測者は、上記の目的に沿った重要な情報を選んで観測すべきです。

1.5.3 観測の場所と頻度 (Frequency and Location of Observations)

フィールドでの気象観測の頻度に関する規則はありません。上記に示された目的を遂行するに適した回数を実施します。経験ある雪崩従事者は、フィールドで活動を開始する際に、しばしば気象観測を行います。また、その日の移動で最も高い場所、低い場所、方位あるいは気象コンディションが大きく変わった時などに、しばしば観測を行っています。

1.5.4 手順 (Procedure)

以下は、フィールド気象観測を記録する際の指針です。

日付と時間 (Date and Time)

セクション1.4に従って日付と時間を記録します。

場所 (Location)

緯度・経度、地名もしくは場所の簡略的な記述で、場所を記録します。

標高 (Elevation)

計測もしくは推定で標高をメートルで記録します。

天気 (Sky Condition)

セクション1.4.3に従って、空を覆う雲や谷間の霧を記録します。

もし、谷間の霧の観測において、観測が完全にできない場合は、チルダ(~)を用いてください。(例: 霧の下部が1200mにあることを観測できたものの、その上部がわからない場合は、~ VF 1200 - ~と記録します)

降水の種類と強度 (Precipitation Type and Intensity)

セクション1.4.4に従って、降水の種類と強度を記録します。

気温 (Air Temperature)

日差しを遮り、雪面から1.5mの位置で気温を計測します。乾いた温度計を使用し、5分経った後に数値を読み取り、さらにもう1分待ち、再度、数値を計測します。もし、二つの数値に変化がなければ、その数値を記録します。気温の計測は、使用する温度計がアルコール式かデジタルかによって、それぞれ0.5℃もしくは0.1℃刻みで記録します。

間欠降雪深 (Depth of Interval Snow: HIN)

最も近いフィールド気象観測から、どの程度の降雪があったのか推定します。

一期間降雪深 (Depth of Storm Snow: HST)

ある一定期間の降った雪を推定します (例: 過去36時間で56cmの降雪)

総積雪深 (Total Depth of Snowpack: HS)

その周囲において平均的な深さがあると思われる場所で、プローブなどを使い、総積雪深を計測します。

雪面の雪質と粒径 (Surface Grain and Size)

雪面の雪質と粒径をセクション1.4.16に従って記録します。

風速と風向 (Wind Speed and Direction)

風速と風向をセクション1.4.17に従って記録します。

飛雪 (Blowing Snow)

過去および現在の飛雪の強度と方向をセクション1.4.18に従って記録します。

コメント (Comments)

付加的なコメントあるいは行った観測を記録します。たとえば、靴底貫入やスキー貫入、谷間の霧の程度などです。

1.6 フィールド気象概要 (Field Weather Summary)

1.6.1 目的 (Objectives)

フィールド気象概要は、フィールドで直接的に影響のあった気象状況を簡潔な形で明快にすることに向いています。そして、これはオペレーション地域での最終的な安定性評価やハザード分析、そして予報の作成に関連します。こうしたまとめの作成は、意志決定には関係のないデータをフィルタリングすることにあります。

フィールド気象概要のパラメータは、フィールド気象観測のパラメータとは異なります。それは特定の場所や時間の記録ではなく、たとえば稜線が別け隔てる地形に関連する一般的な概略になるからです。

1.6.2 頻度 (Frequency)

概要は一般的に、フィールドから戻った後、1日に1回作成します。

1.6.3 手順 (Procedure)

フィールド気象概要に記録されるパラメータは以下のようなものです。

日付 (Date)

セクション1.4.1に従って記録します。

時間帯 (Time Period)

フィールド気象観測を行った時間帯です。

場所と標高帯 (Location and Elevation Range)

フィールド気象観測を行った場所と標高帯です。多くのオペレーションでは、大きな谷は一つの場所として記録しています。

観測したエリアの割合 (Percent of Area Observed)

オペレーション地域において、どの程度の範囲の割合で観測を実施したか、パーセンテージで記録します。

天気 (Sky Condition)

平均的な雲量と谷間の霧について記載します。

降水の種類と強度 (Precipitation Type and Intensity)

平均的な降水の種類と強度を記載します。

最高・最低気温 (High and Low Temperature)

最高と最低気温を記録します。

フィールド HN24 (Field HN24)

1日の最後に、24時間降雪深の平均的な値を推定します。

フィールド HST (Field HST)

セクション1.5.4に従って、ある一定時間の降雪の平均を推定します。

フィールド HS (Field HS)

平均的な総積雪深です。もし、観察したエリアで積雪深が大きく異なる場合は、そのエリアを代表し、指針となる深さを記載します。

雪面の雪質と粒径 (Surface Form and Size)

観測したエリアにおける平均的な雪面の状態あるいは雪質を記載します。

風速と風向 (Wind Speed and Direction)

平均的な風速と風向を記載します。

飛雪 (Blowing Snow)

平均的な飛雪の程度の方向を記載します。

コメント (Comments)

必要があれば、コメントを記載します。たとえば靴底貫入やスキー貫入、谷間の霧や以前にあったと思われる飛雪などです。

1.7 記録 (Recording)

常に、観測者の名前 (イニシャルを推奨) を記載し、複数の場合は、優先者を先頭にします。観察をしなかった場合は、チルダ (~) を使用します。コードの「U」は、観察を実施したものの、有意なデータを取れなかった場合に記載します。(例: 飛雪を観察したが、雲や霧あるいは暗くて不可能だった場合など)。空欄を作らないようにします。「0」は、ゼロという記録を読み取った時のみに使用します。(例: HN24降雪板の上に、新雪がまったくなかった場合など)。

図表1:フィールドブックのサンプル

Sampling Tube 42 cm ²	shear frame area 100 cm ²					
場所 Location	snowbound camp, Elevation: 1650m					
観測者 Observer	R.M.	R.M.	K.E.L.	K.E.L.	K.E.L.	K.E.L.
日付 Date	940209	940209	940210	940210	940210	940211
時刻/タイプ(定時・不定期) Time,Type (Std,Int)	0700, S	1600, S	0700, S	1140, I	1600, S	0700, S
天気 Sky	○	⊕	-⊕	⊕	⊕	○
降水の種類と強度 Precip Type / Rate	Nil	S-1	S1	S3	RL	Nil
最高気温 Max Temp (°C)	-2.5	-3	-3	-1.5	1	0
最低気温 Min Temp (°C)	-7	-6	-4.5	-4	-4	-11
現在の気温 Pres Temp (°C)	-6.5	-3	-4	-1.5	0	-10
自記温度計 Thermograph (°C)	-7	-3	-4	-1	0	-10
自記温度計の傾向 Thermograph Trend	↗	→	↗	↗	→	↘
10 cm 雪温 10 cm snow Temp (°C)	-11.2	-7	-5	-4	-3	-7
相対湿度 Rel. Humidity (%)	78	86	96	98	100	67
定時 Standard (cm) H2D	0	0.1	10	12	15	0
24時間降雪 New (cm) HN24	0	0.1	10	12	15	14
一降雪期 Storm cm (C=cleared) HST	0	0.1	10	20	21	19, C
積雪深 Snowpack (cm) HS	223	222	231	239	241	239
新雪の重さ Weight New (g)	~	~	33.6	42	67	~
降雪水量 Water Equ. (mm)			8	10	16	
新雪密度 Density (kg/m ³)			80	83	110	
雨量 Rain gauge (mm)	~	~	~	~	3	~
降水量 Precip gauge (mm)	60	60	67	77	82	82
靴底貫入 Foot Pen. (cm)	37	35	43	52	51	45
ラムゾンデ Ram Pen. (cm)	40	39	47	55	55	48
雪面状態/粒径 Surface Form / size		PP,0.3	PP,0.3	PP,0.3	DF,0.3	DF,0.3
風速/風向 Wind Speed / Dir	L, E	Calm	M, SE	L, S	L, SW	M, E
飛雪/方角 Blow Snow Extent / Dir	Nil	Nil	Nil	M, S	L, S	U
気圧 Barometric Pressure (kpa)	104.5	103	100	99.6	101	102.6
気圧傾向 Pressure Tendency	↘	↘	↓	→	↗	→
シアー・深さ Shear Depth 1 (cm)	~	~	14	24	15	~
シアー・雪の重さ Shear Weight (g)			50.6	92	118	
シアー・剪断力 Shear Force (g)			90	190	400	
シアー・深さ Shear Depth 2 (cm)	~	~	30	40	~	~
シアー・雪の重さ Shear Weight (g)			94.1	136		
シアー・剪断力 Shear Force (g)			245	540		
コメント Comments					Rain	
					gauge	
					frozen	

2 ——— 積雪の観測

Snowpack Observations

2 積雪の観測

Snowpack Observations

2.1 フルスノープロファイル (全積雪断面観測: Full Snow Profiles)

2.1.1 目的 (Objectives)

フルスノープロファイルとは、積雪の層構造、および、それぞれの雪層の性質を観測、記録することです。雪崩対策において、その目的は、次のようになります。

- 積雪を構成している弱層と強い層のそれぞれを確認する。
- 層の間にある弱い結合部を確認し、その強度を確かめる。
- 積雪内の温度を調べる。
- 積雪の状態や安定度の変化を監視、確認する。
- 発生しうる雪崩の厚さを判断する。
- 雪の変態状態を判断する。

加えて、得られた情報は気候学、融雪流出の予知、積雪が植生や野生生物、建築物に与える影響などを研究するのに役立ちます。

積雪の観察のうち、いくつかの重要な観測だけを行うものをテストプロファイル(test profiles)と言い、その詳細については後に述べてあります。

2.1.2 観測場所 (Location)

定点: フルスノープロファイルは定点内で少しずつ場所をずらしながら観測用ピットを掘って行われます。それぞれの観測用ピットは、その積雪の深さと同じくらいの距離を空けて掘るのが望ましいのですが、少なくとも最後に掘ったピットから1mは離れた場所に掘りましょう。観測の終了後、使用したピットの両端にポールを立ててその場所がわかるようにしておきます。

定点は冬になって雪が降り積もる前に選んで印をつけておくようにしましょう。地面に観測の障害になるような藪や大きな石があれば取り除いておきましょう。

斜面: 雪崩の発生区での積雪断面観測から得られる積雪の安定性に関する情報が、最も有用なものです。しかし発生区に必ずしも近づけるとは限りません。そのような場合は、発生区と同じような様相を持っていて荒らされる心配がなく、アクセスが容易かつ安全な他の斜面を選ぶようにします。観測用の斜面は、定点でやったのと同じ要領で事前に選んでおくともよいかもしれません。しかし、目印として立てるポールは積雪のクリープによって傾いてしまうので、定期的に立て直さなければならぬでしょう。

2.1.3 観測の頻度 (Frequency of Observations)

どの程度の頻度でフルスノープロファイルを行うかについての明確なルールはありません。その頻度はそれぞれの地域の気候、地形、そして雪崩対策の目的などによって異なってきます。通常、その観測は定期的に行われ、それに加えて雪の状態の変化が察知された場合に行われます。

2.1.4 観測器具 (Equipment)

積雪の観察には以下の器具が使われます。

基本的な器具

- スノーショベル
- 折り畳み式プローブ
- 雪温計
- 物差し (cm目盛り)
- ルーペ
- 結晶観察用スクリーン (粒径ゲージ)
- 密度サンプラーと秤
- ハードカバーを持ち防水紙でできた観測ノート
- 鉛筆2本
- コンパス
- 斜度計
- スノーソー

あると便利な器具

- 刷毛 (ハケ)
- GPS
- カメラ

温度計類は定期的に氷点検査をしておくべきです。水銀やアルコールを使った温度計は、使用する前に水銀柱やアルコール柱が切れていないかをチェックして下さい。

観測ノートは観測場所に行く前に使い易い状態にしておきましょう。

2.1.5 観測手順 (Field Procedure)

観測器具 (Equipment)

観測器具は全て日陰に置くようにします。

観測器具を操作する際には手袋をして下さい。

積雪深の確認 (Check the Snow Depth)

定点で観測を行う場合を除いて、積雪深を観測用ピットを掘る前にプローブを使って計測します。それと同時にこれから掘ろうとするピットの下に大きな石や雑木、または窪地がないことも確認してください。プローブを差し込む際の雪の感触から弱層の 置を大まかに知っておくようにします。

ピットの掘り方 (Digging the Pit)

多様な観測を行い、なおかつ余裕を持って地表まで掘り進むのに十分な広さの穴を掘ってください。2m以上の積雪がある場合には、最初に1.5mまで掘ってそこまでの観察を行い、その後に必要な深さまで掘り進み観測を行うとよいでしょう。観測を行うための積雪断面は、日陰になっていなければなりません。観測面が垂直に、そしてスムーズになるように整えます。傾斜地ではピット内の観測面をフォールライン (最大傾斜線) と平行にすると都合がよいでしょう。

記録の仕方 (Recording)

1人がピットを掘っている間に、もう1人が観測を開始します:

- a) 日付、時刻、観察者の名前、場所、標高、斜面方位、斜度、雲量、降水、風、雪面貫入度を記録します。
- b) 雪面から1.5mの高さで日光を避け気温を 0.5°C の精度で計測します。濡れていない温度計を使用し計測開始から5分後に気温を読み取り、再び1分後に読み取ります。1回目と2回目の数値に変化がないことを確かめて、その数値を記録します。

積雪内部の雪温 (Snowpack Temperature: T)

雪温を使用する温度計精度に見合った精度で計測します。

☞注: デジタル温度計は、 0.1°C の精度まで計測できるので好ましい。

雪面に温度計を置き、日射を避けて(場合によっては日よけを置いて)雪面の温度を計測します。

温度計を、その全長の分だけ積雪表面に平行になるように挿入します(ピットの日陰になっている側面を使います)。少なくとも1分待ってから、温度計の球部が雪の中にある状態で温度を読みとります。日射による影響を抑えるため温度計は常に日陰で使うようにします。雪面下30cmまでの雪温を計測する際は、その上の雪面の日射も遮るようにしてください。

まず、雪面下10cmの雪温を計測します。次からは雪面下1.4mの深さまで10cmの間隔で1.4mより下から地面までは20cmの間隔で計測します。温度勾配が大きな場合や雪温が 0°C に近い場合は、計測する間隔を必要に応じて狭めるようにします。

積雪内部の雪温を計測、記録している間に次の観測を始めます。

☞注: 2つ以上の温度計を同時に使う場合は、それぞれの温度計の誤差を比較しておいてください。

温度計を差し込もうとする雪が非常に硬い場合や地表面の計測を行う場合は、金属の棒やナイフで雪面に穴をあけるとよいでしょう。

それぞれの温度計の精度を定期的にチェックしておくことは大切なことです。水と氷を混ぜてつくったスラッシュ状の混合物の中に温度計を入れ、それぞれが 0°C を示していることを確認しましょう。可能ならば、目盛りを刻み直すか、それぞれの温度計の 0°C からの誤差の範囲を温度計に記しておくようにしましょう。

層の境界 (Layer Boundaries)

主だった層の境を見きわめます。弱層、あるいは層同士のつながりが弱く破壊が起こりうる場所を見つけます。各層の境を地面もしくは雪面からの距離で示し、観測ノートの手前の欄に記入してください。

層の日付 (Layer Dating)

重要もしくは表層での形成が理解できる有益な層は、それが埋没した日の名前を付けます。最も一般的なものは、レインクラストや表面霜などです。

硬度 (Snow Hardness: R)

それぞれの層の硬度をハンドテストで観測します。各層の境に対して平行な方向に穏やかな力で押し込むことができた手の状態、もしくは物を観測ノートのRの欄に記入します。

記号	ハンドテスト	用語	グラフィックシンボル
F	手袋をつけたこぶし	とても低い (Very low)	
4F	手袋をつけた指4本	低い (Low)	/
1F	手袋をつけた指1本	中 (Medium)	X
P	鉛筆の削っていない側	高い (High)	//
K	ナイフの先端	とても高い (Very High)	⌘
I	ナイフも刃が立たない	氷 (Ice)	■

☞注：日本雪崩ネットワークの基準では、以上のそれぞれの手、鉛筆、ナイフを雪に押し込む力の大きさは10から15N (1から1.5kg-force) となっています。これはColbecketal., 1990の基準である50N (5kg) の力と異なります。いずれのテストを行う際にも手袋は着用するようにしてください。

ハンドテストの結果をさらに細分化するには、P+、P、P-のように+と-を書き加えます。この際、4F+は1F-よりも柔らかいということになります。










雪質 (Grain Form: F)

本書に用いている基本的な積雪分類は積雪の国際分類IACS 2008が示している分類と同じです。積雪の国際分類が示しているさらに細かい小分類は一般には経験を積んだ観測者にしか使われません (付録E参照)。

記号	基本分類	データコード
+	新雪: Precipitation Particles (New Snow)	PP
/	こしまり雪: Decomposing and Fragmented Particles	DF
●	しまり雪: Rounded Grains	RG
□	こしもざらめ雪: Faceted Crystals	FC
^	しもざらめ雪: Depth Hoar	DH
○	ざらめ雪: Melt Forms	MF
∨	表面霜: Surface Hoar	SH
■	氷板: Ice Formations	IF
◎	人工雪: Machine Made Snow	MM

☞注：日本雪崩ネットワークIACS 2008システム修正版について
新雪 (新雪の小分類の中のgp、hl、ipを除く) や、こしまり雪の記号の右下に「r」と記されている場合は雲粒付結晶であることを示します。

積雪の国際分類では大分類によって分類されたそれぞれのグループにおいて、さらに小分類によって細かい分類がなされます。新雪 (Precipitation Particles) は以下に示した小分類によってさらに細分化されます。

記号	解説	データコード
	角柱 (Columns)	PPco
	針 (Needles)	PPnd
	角板 (Plates)	PPpl
	星状、樹枝状 (Stellars and Dendrites)	PPsd
	不規則結晶 (Irregular Crystals)	PPir
	あられ (Graupel)	PPgp
	ひょう (Hail)	PPhl
	凍雨 (Ice pellets)	PPip
	着氷 (Rime)	PPrm

暖かい気象状況では、観察用に採取した雪粒は観察用スクリーンの上ですぐに融けて形を変えてしまいます。そのような場合には、同一層内においても高さを変えて複数のサンプルを採取し、素早く判断を下さなければなりません。

☞注：日本雪崩ネットワークIACS 2008システム修正版について

新雪 (新雪の小分類の中の gp、hl、ip を除く) や、こしまり雪の記号の右下に「r」と記されている場合は雲粒付結晶であることを示します。

同一の積雪層内においても、しばしば、変態段階の異なった雪粒が見受けられます。そのような場合、分類はその層内において多数を占める雪粒に従って行われるべきですが、異なったタイプの雪粒が、ほぼ同量ずつ含まれているという場合もあります。1つの層について表示するのは、最大2種類の雪粒にとどめておく方が良いと思われまます。小分類の中には幾つかの種類の雪粒が混在した雪質を示す分類もあります。それらの小分類は経験を積んだ観察者が異なった分類の雪粒に変態する過程にある雪粒を区別する際に使うことができます。

次に示した出版物において、さまざまなタイプの雪粒の形に関する説明がなされています。(LaChapelle,1969; Perla,1978; Colbeck and others,1990; McClung and Schaerer, 2006)

粒径 (Grain Size: E)

観察用スクリーンの升目を参考にして、それぞれの層から採取した雪粒の大きさを判断してください。その際、極端に小さな雪粒は無視し、その層の大部分を占めていると思われる各雪粒の長径の平均を目測します。観察ノートのエの欄にその大きさ、あるいは大きさの範囲をmmの単位で記録します。0.5mmの精度で記録してください。ただし、0.1、0.3、あるいは0.5mmと記録される fine や Very Fine の範囲の雪粒に限ってはこの限りではありません。

☞注:IACSの分類では雪粒と雪の結晶についての明確な境界線は示されていません。

同じ層の中に2つの異なった大きさの雪粒が存在する場合は、丸括弧 () を用いて記録します。前には卓越する粒径を書きます。例:0.3 (2.5)

ある範囲の中に異なった大きさの粒子が存在し、特に際立ったものがない時は、それらの平均サイズと、それらのうちの一番大きなサイズをハイフン (-) を使って記録します。例:0.5-1.5

上記の2つの記録方法を合わせて用いることもあります。例:0.5-1.0 (2.5)

以下に雪粒の大きさを説明する表を掲載します。ただし、ここで使われている“用語”は観察ノートには使わないでください。雪粒の大きさは常に数字で記録してください。

用語	大きさ (mm)
Very fine	<0.2
Fine	0.2-0.5
Medium	0.5-1.0
Coarse (粗い)	1.0-2.0
Very Coarse	2.0-5.0
Extreme	>5.0

含水率 (Liquid Water Content: θ)

雪温が0°Cとなる各層において体積比による含水率を観測します。採取した雪をそっと握ってみて、その様子を観察し観察ノートの θ (theta:シータと読みます)の欄に記録します。

分類	含水率(体積比)	記号	データコード	定義
Dry	0%	なし	D	通常、雪温 (T) は0°C以下ですが、0°Cより低ければ何°Cであっても乾いた雪は存在し得ます。バラバラの雪粒を雪玉を作る時のように一緒にして圧力をかけても粘着しあう傾向がほとんどありません。
Moist	<3%	I	M	T=0°Cの状態。10×のルーペで見ても水は確認できない状態。軽く握るととくつき合う傾向があります。
Wet	3-8%	II	W	T=0°Cの状態。10×のルーペで見ると雪粒と雪粒の間の窪み(懸垂領域)に水が確認できるが、その雪を穏やかに握りつぶしても水は出てこない状態。
Very Wet	8-15%	III	V	T=0°Cの状態。雪を穏やかに握った時に水が滲み出してくるが、その中(網目領域)には空間(空気)が明らかに認められる状態。
Slush	>15%	III	S	T=0°Cの状態雪は水浸しであり、空気をほとんど含んでいない。

☞注:山岳での雪が計測可能な水分を含んでいるのは雪温が0°Cの時にのみです。

密度 (Density: ρ)

密度サンプラーが使用可能な厚さの層において雪の密度を計測します。小さなサンプラーは薄い雪層の密度を計測するのに向いており、大きめのものはしもごらめ雪等の密度計測に向いています。密度サンプラーを調べようとする層の中心部に水平に差し込みます。層の厚さがサンプラーの太さを越える場合は、サンプラーを雪層に対して垂直に差し込んでサンプルを採取します。サンプルの端の部分を整えてから重さを量ります。コメント欄に重量を記録しておき、密度はあとで計算するか、またはその場で計算し、観察ノートの ρ の欄に記録します。

下記に従って密度を計算します: 採取した雪のサンプルの重量 (g) をその体積 (cm³) で割り、1000倍してkg/m³に換算します。

$$\rho = \frac{\text{サンプルの重量 Weight of snow sample (g)}}{\text{サンプルの体積 Sample Volume (cm}^3\text{)}} \times 1000$$

500 (cm³) サンプラーを使った場合にはサンプルの重さを2倍すれば簡単に計算できます。

強度、および安定性テスト (Strength and Stability Tests)

ルッチブロック、あるいは強度と安定性を調べるその他のテストを適宜行ってください。テスト等は、セクション2.6から2.10を参照。

観測地点に目印をつける (Marking the Site)

観測が終わったら、ピットを雪で埋め直します。もし、その近辺で再びピットを掘るようであれば、埋めたピットの端に棒を立てておきます。

2.1.6 積雪水量 (Water Equivalent of the Snow Cover: HSW)

※場合によって必要な計算

積雪水量は、その積雪が融けて水になった際の水深を示すものです。積雪水量はいくつかの情報を得る際に必要となります。

積雪水量の近似値は各層の密度から算出することができます。それぞれの層の厚みにそれぞれの密度をかけ、得られた数値を合計すれば全積雪の相当水量が得られます。

$$\text{積雪水量 HSW (mm)} = 0.01 * \sum (\Delta H * \rho)$$

ここで: HSW = 積雪水量 (単位はmm)

ΔH = それぞれの雪の層の厚さ (cm) にそれぞれの密度 (ρ) をかけたもの

2.1.7 平均密度 (Average Density)

※場合によって必要な計算

積雪の平均密度 $\bar{\rho}$ は、積雪水量 HSW (単位はmm) に100をかけて、さらにそれを積雪深 HS (単位はcm) で割ることによって求められます。

$$\text{積雪の平均密度 } \bar{\rho} = \frac{100\text{HSW (mm)}}{\text{HS (cm)}}$$

2.1.8 記録 (Recording)

常に、観測者の名前 (イニシャルを推奨) を記載し、複数の場合は、優先者を先頭にします。観察をしなかった場合は、チルダ (~) を使用します。コードの「U」は、観察を実施したものの、有意なデータを取れなかった場合に記載します。(例: 飛雪を観察したが、雲や霧あるいは暗くて不可能だった場合など)。空欄を作らないようにします。「0」は、ゼロという記録を読み取った時のみに使用します。(例: HN24 降雪板の上に、新雪がまったくなかった場合など)。

図表2:スノープロファイル用のフィールドブックのサンプル

Snow Profile 所属 (Organization) Heliguides Inc. 観測者 (Observer) P.M., A. LeB. タイプ (Type) Full								
日付 (Date) 060328 時刻 (Time) 1420 天気 (Sky) ☉ 風速・風向 (Wind) M, SE								
観測場所 (Location) Mary Lake 標高 (Elevation) 1810m 降水状況 (Precip) S-1 気温 (Air Temp) -2.0								
斜面方位 (Aspect) W 斜度 (Incline) 10 靴底貫入 (Foot pen) 35 cm 雪面 (Surface) -2.5								
H (cm)	R	F	E (mm)	θ	ρ (kg/m ³)	コメント (Comments/shears)	H (cm)	T (°C)
138		+ r	1	~	~		128	-0.5
	F	+	1	dry	80		120	0
130							110	0
	F	/	0.5	moist	160		100	-1
112						112 cmでRb3、星状結晶	90	-2
	4F	/ ●	0.3-0.5	dry	220		80	-4
80							70	-5.5
	F	∨	4	~	~		60	-5
78						78 cmで、ショベルテストが	50	-4
	1F	□ ●	0.5	~	260	easy	40	-3
45							30	-2.5
	I	■		~	~	氷板	20	-2
44							10	-1
	K	=	1-2	~	~	クラスト	0	0
35								
	P	□	1	~	330			
18								
	1F	^	3-5	Dry	290	部分的に球形化している		
0								

2.2 テストスノープロファイル (簡易積雪観測: Test Snow Profile)

2.2.1 目的 (Objectives)

テストスノープロファイルの第一の目的は、積雪の安定性を評価することです。テストスノープロファイルは定点での観測から得られたデータを補うかたちで行われます。斜面の向きや標高などの相違による積雪状態の差異が記録され、また定点での観測結果との相関を見ることがもできます。テストスノープロファイルを繰り返し行うこと (他の多くのテストを行うことも含めて) によって、観測者は場所の違いによる積雪の差異や時間の経過による積雪の変化を知る手がかりを得ます。

2.2.2 観測場所 (Location)

テストスノープロファイルを行う場所を選ぶ基準は、その目的によって異なってきます。一般にテストスノープロファイルは雪の状態が雪崩の発生区に類似している場所で行われます。場所を選ぶにあたっては、その斜面に吹きつける風、照りつける太陽光、そして標高、これらが変化に富んだ積雪状態をつくる最大の要因になるということを覚えておいてください。

さらに、テストスノープロファイルを行う場所は樹木の枝から5m以上離れているべきであり、窪地でなく、以前の雪崩によるデブリやスキー、乗り物、あるいは動物の移動した跡が無いこと確認しなければなりません。安全面に係わる配慮は場所を選ぶにあたって、最優先しなければならないことです。上部からの雪崩の可能性、および避難路について十分に考慮してください。

2.2.3 観測頻度 (Frequency of Observations)

テストスノープロファイルの頻度について、特にルールを設ける必要はありません。試みられたテストスノープロファイルは、雪の安定性に係わる他の観測に追加していきます。

2.2.4 適切な計測 (Relevant Measurements)

テストスノープロファイルを行う際には、積雪に関する全ての項目を観測する必要はありません。集めるべき情報の種類や量について、ルールは存在しません。その観測が、弱層の確認と他の層との関係についてのみに集中するものになるかもしれませんし、ただ単に雪温の計測だけで終わるのかもしれませんが (たとえば融雪時)、あるいはフルスノープロファイルのように全ての観測を行う (たとえば調べようとする場所の積雪が浅い時) こともあるかもしれません。観測者は、それぞれの場所や時間に応じて、積雪の安定性に関して重要な情報を選択し、収集しなければなりません。

テストスノープロファイルを行うピットは弱層を観察し、関連する雪温を計測するのに十分な深さを有していなければなりません。おおよその積雪の深さは、フルスノープロファイルやプローブによる観測によりシーズンを通しての積雪の形成過程を把握することによって知ることができます。

テストスノープロファイルの結果は他の積雪観測の際と同様の書式にて記録されます。

2.2.5 観測器具 (Equipment)

テストスノープロファイルには、セクション2.1.4で示した器具が使われます。

2.2.6 観測手順 (Field Procedure)

- a) プローブかスキーポールを使って、弱層の大まかな位置を確認し、必要なピットの深さを決めると同時に全積雪の深さを計測します。
- b) 日付、時刻、観測者名、観測場所、標高、斜面方位、斜度、天気、降水状況、風向と風速を書き込みます。
- c) 雪面から約1.5m上で日陰を作り気温を計測します。
- d) 靴底貫入法による値を計測します。
- e) 観測用ピットを掘り、日陰になる側面にそれぞれの層が確認できるスムーズな観測面を削り出します。
- f) 必要に応じて、各雪温を計測してください。
- g) 主要な積雪層を見きわめ、地面からのそれぞれの高さを記録します。地面まで掘らなかった場合、あるいはプローブによって地面を確認できなかった場合は、積雪表面からの深さを記録します。
- h) 主要な層の硬度、雪質、雪粒の大きさ、含水率を観測します。
- i) コメントの欄には、斜面の特徴、植生、太陽光と風の影響、および積雪の状態に影響を及ぼすと考えられる過去の雪崩の形跡等を書き記しておきます。

適当な場所で積雪の強度と安定性を確かめるテストを実施してみます。

2.2.7 記録 (Recording)

セクション2.1.8と同様の点に注意する。

図表3: テストスノープロファイル用のフィールドブックのサンプル

Test Profile								
所属 (Organization)		patrol		観測者 (Observer)		N smith		
タイプ (Type)		Test						
日付 (Date)		080328		時刻 (Time)		1045		天気 (Sky) ⊕
風速・風向 (Wind)		M, N						
観測場所 (Location)		Skiers Delight		標高 (Elevation)		1750 m		降水状況 (Precip) Nil
気温 (Air Temp)		-12.0						
斜面方位 (Aspect)		NE		斜度 (Incline)		25		靴底貫入 (Foot pen) 40
雪面 (Surface)		-15.0						
H (cm)	R	F	E (mm)	θ	ρ (kg/m ³)	コメント (Comments/shears)	H (cm)	T (°C)
0						雪面	10	-14
	F	~	~	~	~		30	-11
6						クラストとその上の雪の	64	-8.5
	P	~	~	~	~	結合が弱い		
8								
	4F	/	~	~	~			
63								
	~	∨	2-3	~	~	63cmでRB3, SH3		
64								
	1F	□•	~	~	~			
97						プロファイルは		
	~	~	~	~	~	稜線風下斜面にて。		

2.3 フラクチャーラインプロファイル (雪崩破断面観測:Fracture Line Profiles)

2.3.1 目的 (Objectives)

フラクチャーラインプロファイルは、面発生雪崩の破断面あるいは側部破断面で行われるスノープロファイルです。スラブ、その下の弱層、そしてさらにその下の滑り面を確認することが第一の目的です。弱層の強度や上載積雪荷重、弱層を形成している雪粒の形や大きさ、それに各層の雪温を情報として収集します。実際に雪崩が発生した積雪の状態を知ることにより、雪崩という現象をより理解することができます。

2.3.2 観測場所 (Location)

フラクチャーラインプロファイルを行う場所を選ぶにあたっては、安全を最優先してください。次の雪崩が起こる可能性、起きた場合の状況などを熟慮してください。ピットは破断面もしくは側部破断面で掘られますが、もし雪崩発生から間もないのであれば、そこから1m程度離れた位置で掘り、弱層と滑り面が起こった雪崩と一致するようなプロファイルの面を作ります。破断面上で破断面高の低い場所と高い場所の両方で観測を行います。破断面から離れた場所で、強度や安定性に関する補足的な情報が得られるかもしれません。

その場所の状況を説明するためにスケッチをしておきます。地形、植生、日射や風などの積雪への影響など慎重に書き記しておきます。積雪に影響を与えた過去の雪崩の形跡等も書き記しておきます。

2.3.3 適切な計測 (Relevant Measurements)

フルスノープロファイルやテストスノープロファイルと同様の手順で行うことができます。その他、特に注意すべき点を以下に述べておきます。

- a) 雪崩による破断面よりも、少なくとも1.5mほど奥まで掘り進み、積雪構造が乱されていない場所で観測面をつくります。滑り面よりも下まで掘ってください。
- b) 破壊した層や滑り面の位置、それらの雪質、粒径、雪温を記録しておきます。
- c) 地面まで掘り進めなかったり、プローブを用いても地面がはっきりしない場合は、積雪表面からの深さでそれぞれの層の位置を計るようになります。
- d) 傾斜計でその斜面の斜度を計測します。
- e) 観測を行った地点を雪崩の破断面上での位置関係に留意して正確に記録しておきます。

2.3.4 記録 (Recording)

セクション2.1.8と同様の点に注意する。

2.4 ラムプロファイル (Ram Profile)

2.4.1 目的 (Objectives)

ラムプロファイルとは、ラム硬度計を用いることによって積雪各層の相対的な硬度を計測するものです。これによって得られた計測値は積雪の強度を知るのには好都合ですが、積雪の安定性を確認するには勧められません。スノープロファイルと併せてこれを行う場合は、スノープロファイルが終わった後に、ピットから約0.5m離れた場所で行ってください。また、ショベルテストを行う予定がある場合には、ラムプロファイルは、その前に実施してください。

☞注：ラムプロファイルは基本的に積雪内の強い層の硬度を示すものです。積雪の安定性を確認する観察においては以下の2つの欠点が明らかになっています。

- 積雪内の薄い層を見落とす場合が、しばしばあります。
- その感度は用いられるハンマーの重量によって大きく左右されます。柔らかい、あるいは非常に柔らかい雪に対しては特にそのことが顕著になります。

『The Avalanche Handbook』(McClung and Schaerer, 2006)に掲載されている関連事項を参照してください。

2.4.2 観測器具 (Equipments)

ラム硬度計はラムゾンデとも呼ばれ、以下のものからなっています：

- 底面直径が40mmで頂角が60°の円錐形の先端部分を持った先端チューブ
- 延長用のチューブが1つ、あるいは2つ
- ガイド用の棒
- 質量2kg、1kg、0.5kg、0.2kg、あるいは0.1kgのハンマー

ハンマーの質量は、予想される雪の硬度、および期待する感度によって選択します。

2.4.3 計測単位 (Unit of Measurement)

ラム硬度はラム硬度計が雪の中に沈下する際の力を基に示されます。チューブの重量、ハンマーの重量、そして落下するハンマーの動的荷重によってこの力が生み出されます。

重さ(力)はその質量に重力加速度をかけることによって算出されます。重力加速度の値は一般的には 9.81 m/s^2 を用いますが、ラム硬度を求める際にはその概数の 10 m/s^2 で十分です。

以上の力と力学的関係により、ラム硬度計による硬度はニュートン(N)の単位で表されます。1kgの質量は $1\text{ kg} \times \text{重力加速度の力}$ を持っており、それは $1\text{ kg} \times 10\text{ m/s}^2 = 10\text{ N}$ という値になります。

補足：物体に作用する重力の大きさをその物体の重さという。重さはその物体の質量と重力加速度 g との積に等しい。(理化学辞典より)

2.4.4 計測手順 (Procedure)

- a) 観測ノート一番上にラム硬度計とそのハンマーの種類と重さを記録します。その質量に10をかけることによって、その重さを算出します。
- b) 二人一組になり計測します。一人がラム硬度計を垂直に保ち、ハンマーを落下させ、その落下回数を数えます。もう一人が沈下した深さを観測し、ノートに記録します。
- c) 先端チューブを、それ自体の重さでゆっくりと雪に沈下させます。チューブの質量を観測ノートのT+Hの欄に記録しておきます。沈下深さ (cm) を読みとり、観測ノートのpの欄に記録します。
- d) ガイド棒とハンマーを慎重に取り付け荷重します。観測ノートのT+Hの欄に先端チューブとハンマーの質量の合計を記録します。新たな沈下の深さを読みとり、pの欄に記録します。
- e) 1cmから5cmの間の一定の高さからハンマーを落下させ沈下した深さを記録します。沈下の度合いが変化するまで、同じ高さからハンマーを落下させ続けます。落下させた高さをfの欄、落下の回数をnの欄、そして沈下の度合いが変化する前の段階の沈下した深さをpの欄に記録します。同じようにして、ハンマーの落下を繰り返します。1回の落下で1cm程沈下するようにハンマーの落下の高さを調整してください。
- f) 必要に応じて延長用のチューブを追加し、新しいT+Hを計測、記録してください。

2.4.5 計算 (Calculation)

- a) それぞれの落下による沈下の深さの増加分 Δp を算出します。
- b) ラム硬度Rを以下の計算式で算出します。

$$R = \frac{n \times f \times H}{\Delta p} + T + H$$

ここで:

R=ラム硬度 (N)

n=ハンマーの落下回数

f=ハンマーの落下の高さ (cm)

Δp =ハンマーの落下回数毎の沈下深さの増加分 (cm)

T=ガイド棒を含めた円錐形チューブの重さ (N) = 10×質量 (kg)

H=ハンマーの重さ (N) = 10×質量 (kg)

- c) 雪の深さに対するラム硬度をグラフ用紙にプロットします。

2.4.6 記録 (Recording)

セクション2.1.8と同様の点に注意する。

図表4: ランプロファイル用のフィールドブックのサンプル

Ram Profile 所属 (Organization) Wilderness Tours 観測者 (Observer) P.M., A.L.											
日付 (Date) 040126						場所 (Location) Mary Lake, Upper Waterfall					
時刻 (Time) 1510						貫入タイプ (Penetrometer Type) Skipole T=10N H=5N					
T+H	n	f	p	Δp	R	T+H	n	f	p	Δp	R
N		cm	cm	cm	N	N		cm	cm	cm	N
10	~	~	32	~	~	25	1	50	123	2	150
15	~	~	36	4	15		4	30	128	5	145
15	4	5	43	7	29		2	30	132	4	100
15	6	5	49	6	40		6	20	137	5	145
15	9	10	57	8	71						
15	1	10	62	5	25						
15	6	10	65	3	115						
15	8	20	72	7	129						
15	7	30	78	6	190						
15	4	30	83	5	135						
15	10	30	91	8	202						
25	5	30	94	3	275						
25	9	40	96	2	925						
25	6	40	98	2	625						
25	10	50	103	5	525						
25	10	50	112	9	303						
25	7	50	117	5	365						
25	7	50	121	4	462						

2.5 グラフを使った積雪層の表現 (Graphical Snow Profile Representation)

積雪観測の結果は見やすくするため、あるいは記録の保存のために標準フォーマットを用いたグラフで表現することができます。

- a) それぞれの層の雪温を曲線を描くようにプロットします。雪面上の気温もマークします。
- b) スケールに合わせてそれぞれの雪の層の高さをプロットします。
- c) 記号を用いて硬度、雪質、含水率を書き込みます。硬度や含水率が不明なときは(～)を書き込んでおいてください(空欄にすると、それぞれ硬度がとても低い、あるいは含水率がDryであるということになってしまいます)
- d) 雪粒の粒径と雪の密度をフィールドで観測した通りに書き込みます。
- e) コメントがあれば、適宜書き込んでおきます。もし可能であれば、重要な層に目印を付け、その層が形成されたと思われる日付を記載しておきます。

適宜行った強度、あるいは安定性のテストの結果もコメントの欄に記載しておきます。テストにより破壊された層の雪質や粒径も記録します。破壊が発生した高さに矢印を付け、テストの結果を簡潔に記録してください。

例:CTMI7 (SC) down 34 on SH 8mm Jan 22

- f) ラム硬度計のデータがとれない時は、ハンドテストにより得られた雪の硬度の結果を横棒グラフで示します。グラフの左上にHand Hardnessと書き込んでおきます。棒グラフ作製のための、それぞれの棒 (bar) の長さは以下の通りです。

ハンドテストの結果	バーの長さ (mm)
手袋をつけたこぶし	5
手袋をつけた指4本	10
手袋をつけた指1本	20
鉛筆の削っていない側	40
ナイフの先端	80
ナイフも刃が立たない(氷)	100

2.6 シアーフレームテスト (Shear Frame Test)

2.6.1 目的 (Objectives)

ティルトボード (傾斜板) とシアーフレームを使ったテストは、新雪やこしまり雪などを含むほとんどの弱層において、その弱層の安定性の指標を観測するに有効な方法の一つです。

2.6.2 観測場所 (Location)

シアーフレームテストは、定点において積雪および気象観測と一緒に行われます。観測場所は水平でなければなりません。また、テストの結果が意味を持ちかつ再現性があるように、雪面が風などの影響を受け不均一になっている場所は避けるようにします。

2.6.3 観測器具 (Equipment)

シアーフレームテストには以下の器具が必要となります。

- 300 mm × 300 mm 程度の雪べら
- シアーフレーム、一般的には剪断有効面積が 100、または 250 cm² のもの
- 張力計。最大測定範囲が 10 から 25 N (1 から 2.5 kg) のもの
- 円筒スノーサンプラー
- 秤
- 物差し
- ティルトボード (任意)

2.6.4 計測手順 (Procedure)

弱層の特定 (Locating the Weak Layer)

弱層を探し当てるには、いくつかの方法があります。ここで説明するのは、定点でティルトボードを用いて行う方法です。

- a) 風などの影響を受けていない雪面で雪べらを使い、0.3 m × 0.3 m、深さ 0.3 m から 0.4 m の雪のブロックを切り出します。もし、疑わしい層がそれより下にあると思われる場合は、さらにその下から同じ大きさのブロックを切り出さなければなりません。
- b) 雪べらで上記のブロックを水平なティルトボードの上に乗せます。
- c) ティルトボードを 15° まで傾け、雪のブロックに剪断破壊が起こるまでティルトボードを軽く叩いてやります。
- d) 剪断破壊が起きた面の深さをブロックの表面からの深さで測り、Shear Depth の欄に記録します。
- e) ティルトボード上のブロックに、雪面に対して垂直に円筒スノーサンプラーを差し込み、破断面の深さまでの雪を採取します。採取したサンプルの重量を計測し、その正味重量を Shear Weight として記録します。
- f) ティルトボード上で計測した Shear Depth を基に積雪内で弱層の位置を確認します。

剪断の実行 (Applying the Shear Test)

- a) 着目した弱層の上に2～3 cmの雪を残して、その上の雪を雪べらを用いて取り除きます。
- b) シアーフレームを親指と人差し指を使い、弱層の上2～3 mmの位置に慎重に押し込みます。
- c) 張力計が0を指しているのを確認し、シアーフレームに引っかけ、弱層に対して平行に引っ張りま
す。剪断破壊が起こるのに必要とした力の値を読み取り、記録します。
- d) 同じ手順を数回繰り返し、測定値のバラツキが少ないことを確認します。

2.6.5 結果 (Results)

シアーフレームテストは、雪と気象観測の一部です。ですから、フィールドブックの気象観測の最下部に記録されるか、あるいは別の独立したページが必要になるかも知れません。

安定度 (Stability Ratio)

シアーフレームの有効面積 (cm²) で剪断破壊した時の力 (g) を割ることによって、剪断強度 (Shear strength) を求めます。サンプルチューブで採取した雪の重量 (g) を円筒サンプラーの断面積 (cm²) で割ることによって、単位面積当たりの雪の重量を求めます。

剪断強度を単位面積当たりの雪の重量で割ることによって、安定度を算出します。

$$\text{安定度 Stability ratio} = \frac{\text{剪断強度 Shear strength}}{\text{単位面積当たりの雪の重量 Weight per unit area}}$$

2.6.6 記録 (Recording)

セクション2.1.8と同様の点に注意する。

2.6.7 限界 (Limitations)

信頼できるデータを採取するには経験が必要となります。テストの成功には以下の要素が重要です。

- テストされるべき雪の層に影響を与えることなく、その上の雪を取り除くこと
- シアーフレームを弱層の間近に平行に差し込むこと、そして、その際に余分な力を掛けて弱層を破壊しないこと
- シアーフレームを一定の速度で引くこと

計測単位 (Unit of Measurement)

安定度 (先に述べた安定比率に関する要素) には単位はありません。けれども、その算出には他の単位系よりもSI単位系 (International system of units of measurement: 国際単位系) が使われるのが望ましいのです。

SI単位系では、剪断力はニュートン (N)、剪断強度指数はパスカル (1 Pa = 1 Newton per square metre) で示されます。張力計に使われているバネの強度はそれ以外の単位系で調整されているかもしれませんが、剪断強度指数と単位面積当たりの雪の重量の両者には、グラム (g) と平方センチメートル当たりのグラム (g/cm²) が使われます。

2.7 ルッチブロックテスト (Rutschblock Test)

2.7.1 目的 (Objective)

ルッチブロックテストは、1960年代にスイスで開発されたスロープテストの一種です。ここではスイスにおけるルッチブロックの分析 (Föhn,1987) とカナダの研究 (Jamieson and Johnson, 1993) を元にして解説をします。

2.7.2 場所の選定 (Site Selection)

テストを行う場所は安全であり、積雪が荒らされてなく、その雪崩地形を代表する場所でなければなりません。たとえば、風によって雪が堆積した斜面についての情報を得たい場合には、それに類似した安全な斜面を選び、テストを行います。テストを行う積雪に、以前のスキーシュプールやデブリなどが埋もれていないこと、そして、風の作用や枝から落ちた雪塊で積雪に影響を与えうる樹木から5m以上離れていることを確認します。また、P. Föhn 博士 (1987) は、少なくとも斜度30度の斜面で行うことを勧めています。25～30度の斜度を持つ斜面で行われるルッチブロックテストも、それなりに有用な情報を提供してくれます (詳細は後述)。斜面の頂上近くと下部とは積雪層の構成が異なっているため、ルッチブロックテストの結果が異なる可能性があることを認識しておいてください。

2.7.3 道具 (Equipment)

8m の長さを持つ4～7mm のロープに、20～30cm間隔でオーバーハンド・ノットの結び目を作ることで、ブロック後面や側面の壁を同時にカットすることができます。ただし、硬いクラストがない場合です。ルッチブロック用の長いスノーソーは硬いクラストをカットするのに便利です。

2.7.4 手順 (Procedure)

スノープロファイルによって弱層 (および始動する可能性のあるスラブ) を確認した後、そのピットを幅2mになるまで広げます。(積雪の層構造を既に把握している場合以外は、スノープロファイルを省略しないように)。

ブロックの幅と奥行きを、スキーや物差し、プローブなどを使って測り、雪面に印を付けます。ブロック側面をショベルで掘る場合は、ブロック幅は前面、後面共に均一に2mにします。しかし、ブロック側面をスキー、ポール、ロープあるいはスノーソーでカットする場合は、ブロック前面は約2.1m、後面は約1.9mの幅になるように調整します。このようにブロックの裾を広げることで、側面が引っかかることを防ぎます。ブロックの両側は奥行きが1.5mになるように、斜面上方向に掘り進めます。

ブロック前面はショベルを使って鉛直かつ平滑な面になるように削ります。ブロックの両側面と後面を、すべての弱層もしくはアクティブであると考えられる弱層の下まで掘るか、カットします。もし、ブロック両側面をショベルで掘り出す場合は、ルッチブロックテストを行うのに2人で作業しても、20分以上の時間が必要になるでしょう。

もし、疑わしい弱層が雪面から60cm以内の深さにあるなら、両側面と後面をスキーポール (バスケットを取り外したもの) かスキーのテールなどを使ってカットすることで、時間を節約することができます。疑わしい弱層が雪面から60cm以上の深さに存在する場合でも、その積雪内にナイフも通らないような硬い層がなければ、スキーポールかプローブをブロックの後面の両端に立て、そこに結び目をつけた紐をかけて鋸のように交互に引っ張ることによって両側面と後面をカットしブロックを作ることができます。

ブロックを周囲の積雪から完全に独立させたら、スキーもしくはスノーボードを付けた人が乗ることで徐々に荷重掛けていきます。荷重の段階は別表の通りです。

2.7.5 結果 (Results)

次の表はルッチブロックテストで徐々に荷重する段階 (1~7) の要点です。

フィールドスコア	明らかな剪断破壊が起こるまでの荷重段階	データコード
1	掘る、カットするもしくはブロックが完全に独立する以前に、ブロックがスライドする。	RB1
2	テスターは上方からアプローチし、ブロック上部 (後面から 35 cm 以内) に静かに乗り込む。	RB2
3	テスターは踵を上げず、膝を上下することによって下方に向かって荷重をかけ、表層の雪を圧縮するようにする。	RB3
4	テスターはジャンプを行い、同じ場所に着地する。	RB4
5	テスターは再びジャンプを行い、また同じ場所に着する。	RB5
6	<ul style="list-style-type: none"> • 硬いあるいは厚いスラブの場合は、スキーやスノーボードを外してから、同じスポットでジャンプする。 • 柔らかいあるいは薄いスラブのため、スキーを外してジャンプすると、そのスラブを踏み抜いてしまう場合は、スキーを着けたまま、さらに 35 cm 下方、ブロックのほぼ中央まで降り、膝の上下による荷重をもう一度行った後、3回のジャンプを試みる。 	RB6
7	以上のいかなる荷重を試みても斜面に平行かつ滑らかな破壊が起こらない。	RB7

リリースタイプ (Release type)

ルッチブロックテストをする際、それぞれの弱層からどの程度の大きさのブロックが動いたのか、下記の表に従って観察します。

用語	説明	データコード
ブロックすべて	ブロックの 90~100%	WB
ブロックの大半	ブロックの 50~80%	MB
ブロックの端	ブロックの 10~40% が平面でスライド	EB

2.7.6 記録 (Recording)

ルッチブロックのスコア、リリースタイプ、弱層、そしてコメントを記録します。もし関連があるなら、コメント欄にリリースしたブロックの正確な割合を記録してもいいでしょう。

<データコード><(リリースタイプ)><基準点><プロファイルの場所><弱層の特徴(雪質、粒径、もし分かるなら埋没日)><コメント>

破壊した箇所が分かる基準点を表記します。雪面からの場合はdown、地面からはupになります。破壊した箇所を計るための初期値は、雪面です。雪面から測り、プロファイルに破壊した場所を記録します。地面から破壊した場所を計る場合は、基準点が地面であることをコメント内で明記します。

例:ルッチブロックは最初のジャンプでリリースした。破断面は足元に現れ、おおよそ 60% のブロックが動いた。弱層は、雪面から 75 cm の位置にある表面霜 (4 mm、1月22日埋没)。

記録:RB4 (MB) down 75 cm on SH 4.0 Jan 22

2.7.7 限界 (Limitations)

ルッチブロックテストは優れたスロープテストの一つですが、そのみで積雪安定性の評価を下してはいけません。ルッチブロックテストは、スノープロファイルやその他、注意深く行われる諸観察事項を不要にするものではありませんし、スキーカットや爆発物を使ったテストのようなその他のスロープテストにとって代わるものでもありません。

ルッチブロックテストは、スキーやスノーボードによって踏み抜かれる雪の深さよりもさらに深い位置にある層をテストする方法に過ぎません。たとえば、スキーが20 cm以上の深さにまで潜ってしまう場合、雪面から20 cmの深さにある弱層をテストすることはできないのです。また、斜面頂上部でルッチブロックテストを行った場合、積雪構成が異なるため、斜面中間部や下部で行った場合に比べて、そのスコアはしばしば大きなものになるか、バラエティに富んだものとなるとの報告もあります (Jamieson and Johnson, 1993)。この場合、大きなスコアは誤った判断をもたらすことになりかねないのです。

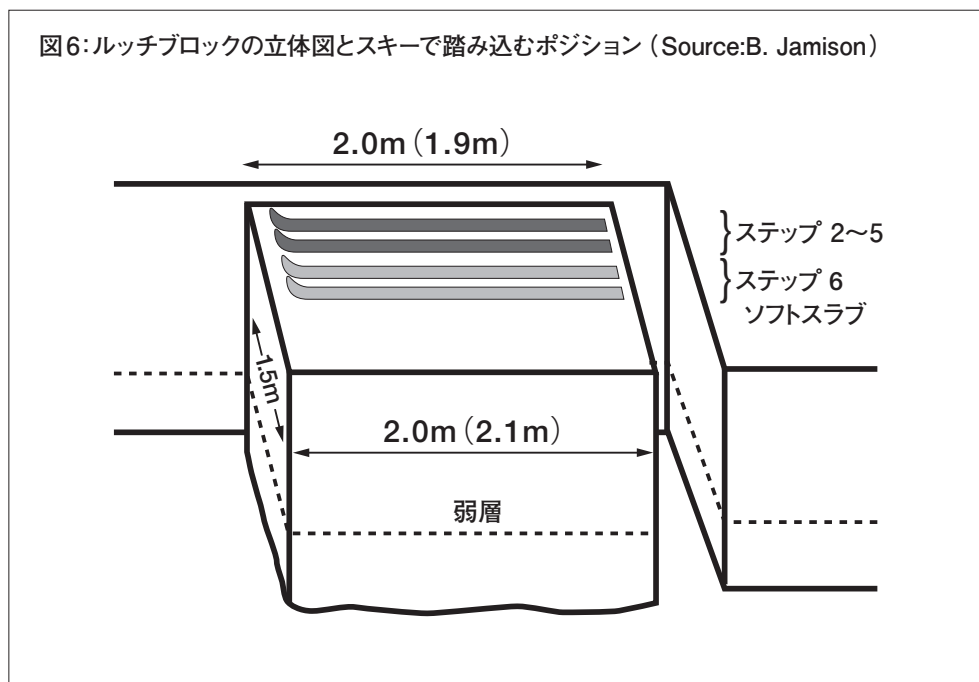
斜面傾斜の影響 (Effect of Slope Angle)

雪崩発生区でルッチブロックテストが行われた場合、その結果を解釈することはそれほど難しいことではありません。また、一般的にルッチブロックテストのスコアは、斜面の斜度が10度減少する毎に1ずつ増加する傾向があると言われていています (Jamieson and Johnson, 1993)。これを応用すれば、安全な、より傾斜の少ない斜面 (斜度25度程度) を使ってテストを行い、その結果から目的の斜面の安定性を推測することも可能です。

注記: 斜度30度以下の斜面でルッチブロックテストを行う場合には、ブロック前面を平滑に仕上げる必要があると同時に、そこに生じるわずかな破壊 (しばしば1 cm以下のこともあります) を観察するもう1人の協力者が必要になることを覚えておいてください。

2.7.8 図 (Figure)

図6 ルッチブロックの寸法とテスターの位置。ブロック両側面をスノーソーやロープ等でカットするだけの場合は、括弧内の数値のように僅かに裾広がり形状にする。



2.8 ショベルシアーテスト (Shovel Shear Test)

2.8.1 目的 (Objectives)

ショベルシアーテストは、積雪内のどこで積雪が剪断破壊するか、またその弱層の強度の質的評価に関する情報を提供してくれます。このテストは積雪中にある弱層を確認するのに最適の手段ですが、通常、弱層が雪面からとても近い深さにある場合には、有用な結果をもたらすとは言えません。

2.8.2 場所の選定 (Site Selection)

対象となる斜面を代表し、荒らされていない安全な場所を選びます。

2.8.3 用具 (Equipment)

テストに必要な用具はスノープロファイルの時と同じです。スノーソーがあれば、雪のブロックを切るのに便利でしょう。

2.8.4 手順 (Procedure)

- a) フルスノープロファイル、あるいはテストプロファイルで使用したピットの側壁を、後方にさらに0.2mほど削って新鮮な壁面を露出させます。
- b) テストを実施しようとする積雪の上部にある非常に軟らかい雪 (F:こぶしが通る硬さ) と軟らかい雪 (4F:4本指が通る硬さ) を全て取り除きます。
- c) テスト用に作る四角柱の横断面を雪面に描きます。横の長さ (フォールラインに対して直角に) 0.25m、奥行き0.35~0.45mの四角形に調整してください。横の長さは後ろ側よりも手前側を少し多めに取り、いくぶん台形気味になるようにするとよいでしょう (通常、手前側を0.28m、後ろ側を0.22mにします。図7を参照してください)。
- d) 作ろうとする四角柱の両側の雪を煙突状に切り出し、取り除きます。一方は四角柱の後面を切るためのスノーソー (または、それに類する用具) が入る程度の大きさに、他方はそれよりも狭く切り出してください。
- e) 柱の後面を垂直に切り、それに使ったスノーソー (または、それに類する用具) は切り込みを入れた深さの目印として、切り込みの一番深い部分にそのまま放置しておきます。後面の切り込みの深さは最大0.7mまでにしておき、もし可能であれば切り込みの下端は、中程度に硬い~硬い雪の層にしておきます。
- f) 後面の切り込みにショベルを慎重に差し込みます。ショベルを両手で持ち、斜面方向に力を加えるように引っ張ります。
- g) 後面の切り込みの最下部よりも上で、柱がスムーズな面を伴って剪断破壊したならば、その破断面の位置を後部の壁にマークしておきます。

- h) 柱がスムーズな面を作って破壊した場合、後面の切り込みの最下部近くで不規則に破壊した場合、あるいはいずれの部分にも破壊が起きなかった場合のいずれの場合でも、後面の切り込みの最下部から上の柱を取り除きます。そして、その下部に残った四角柱に対して e) から g) にかけての作業を繰り返してください。
- i) 2回目の作業では、1回目で確認した疑わしい弱層の上部0.1mから0.2mの位置にショベルを差し込むようにします。
- j) 1回目、2回目、いずれのテストでも同じ位置で破壊が生じた場合には、その深さを計測し、記録します。もし、破壊が生じる位置が一致しない場合は上記の c) から h) にかけての作業を再び行ってください。
- k) 繰り返して行ったテストでも破壊が起きない場合は、四角柱を傾けて軽く叩いてみます。
- l) 破壊を生じさせるのに要した労力を以下に示した表を元に記録してください。
- m) 破断面の雪質と粒径を観察し記録します。しばしば、破断面の下側にサンプルとして最高の結晶があります。

2.8.5 結果 (Results)

用語	解説	破壊に要する力 (N/m ²)	データコード
Very easy	四角柱を作成中あるいはショベルを差し込む際に破壊した	<100	STV
Easy	最小の力を加えただけで破壊した	100-1000	STE
Moderate	中程度の力を加えた時に破壊した	1000-2500	STM
Hard	強い力を加えた時に破壊した	2500-4000	STH
Collapse	柱をつくる際に面を伴った破壊でなく崩れた		STC
No Shear	破壊は起きなかった		STN

2.8.6 記録 (Recording)

セクション2.1.8と同様の点に注意する。

2.8.7 限界 (Limitations)

ショベルシアーテストは、積雪中の弱層の位置を確定することと、その強度の質的レートを理解するために使用されています。ショベルシアーテストは、積雪の安定性テスト (stability test) ではありませんが、この強度の質的レートは安定性評価の推定を助けます。破壊強度のレート付けは、観察者の加えた力に対する主観、ショベルの大きさ、ブレードやハンドルの形状や長さ、また雪柱の後ろに入れる切れ目 (70 cm 以上にすべきではありません)、さらにはスラブの硬さなどの影響を受けています。

2.8.8 図 (Figures)

図7-A: ショベルシアーテストの実際図

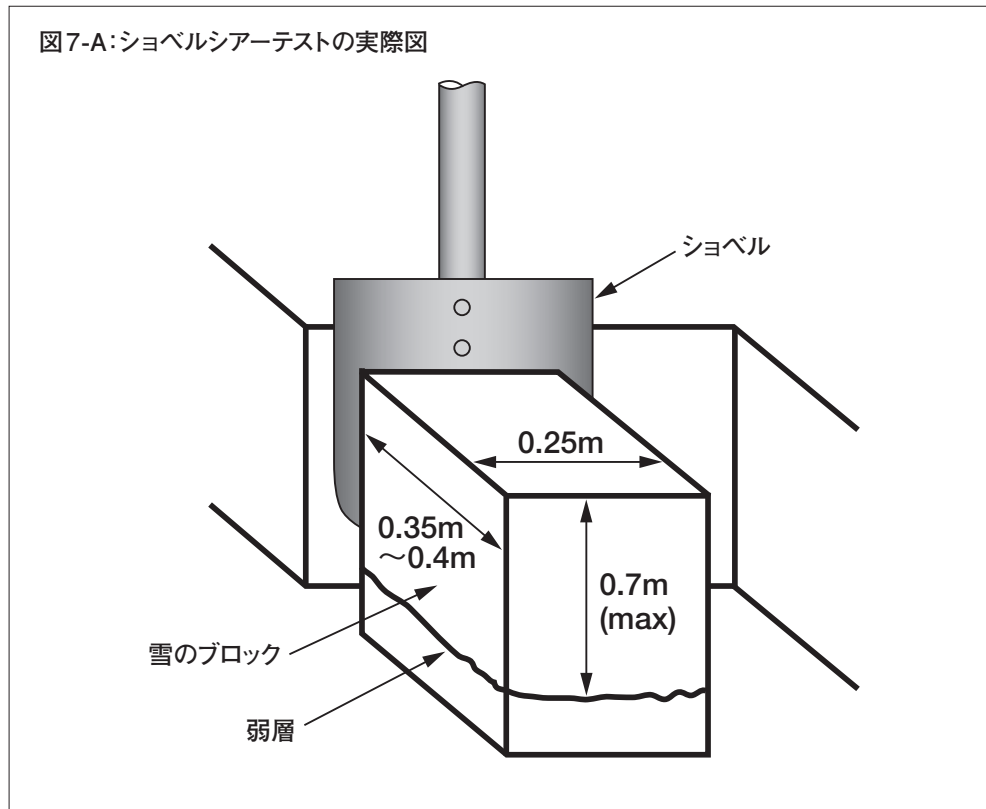
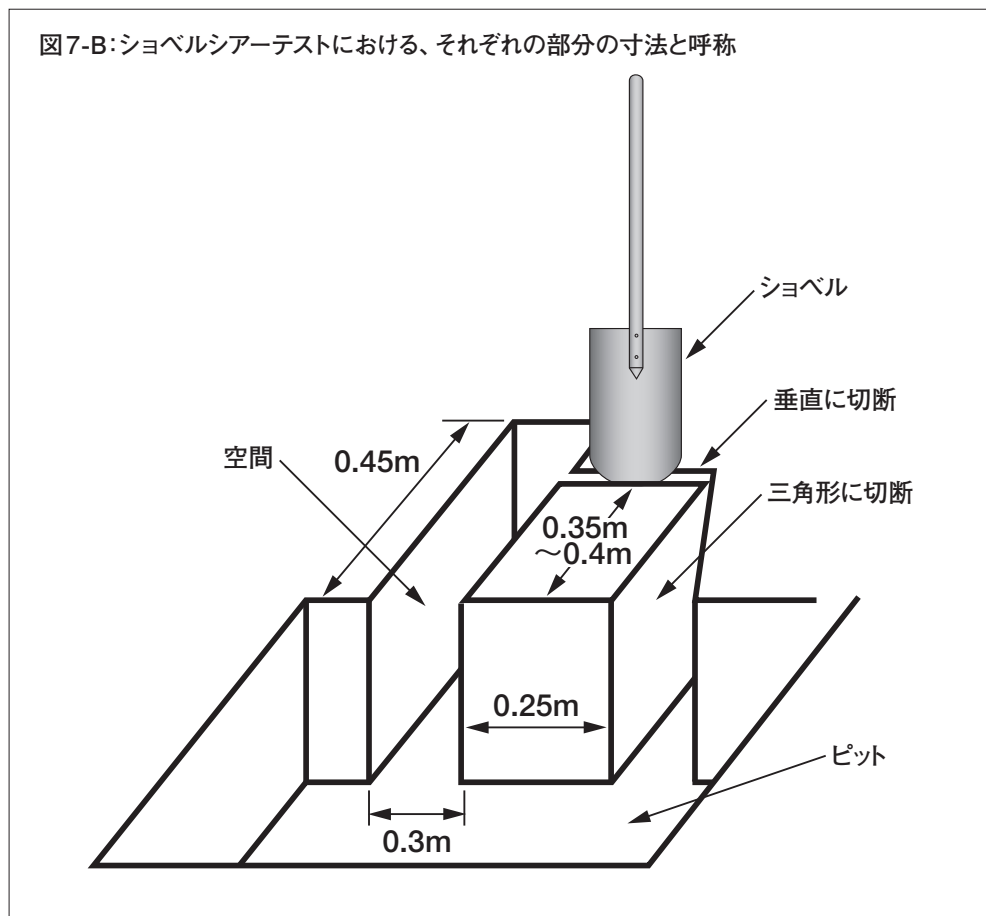


図7-B: ショベルシアーテストにおける、それぞれの部分の寸法と呼称



2.9 コンプレッションテスト (Compression Test)

2.9.1 目的 (Objective)

コンプレッションテストは、カナディアンロッキーの公園管理に従事する人々が、1970年代に最初に使い始めました。以下に説明する内容は、カルガリー大学の雪崩研究プロジェクトが1990年代後半に発展させた手順です。似たようなテストは各地で開発されています。

このテストは積雪内の弱層を確認するためのものであり、特に雪面に近い深さにある弱層を見つけ出すのに効果を発揮します。雪柱の上面にショベルのブレードを乗せ、手で軽く叩くことによって、雪柱内に存在する弱層を破壊させるのです。この破壊は、雪柱の側面を綺麗に仕上げしておくことで確認できます。テストは、平地あるいは傾斜地で実施することが可能です。

コンプレッションテストの目的は、表層の積雪内（おおよそ1m）にある弱層の位置を確認し、似たような積雪状態にある隣接斜面の誘発可能性の兆候を得ることにあります。

2.9.2 場所の選定 (Site selection)

積雪が荒らされておらず、知りたい斜面を代替できる安全な場所を選びます。

2.9.3 道具 (Equipment)

テスト・スノープロファイルと同様の道具が必要です（セクション2.2.5を参照）。スノーソーは雪柱を作るのに使います。

2.9.4 手順 (Procedure)

1. 弱層となりうる層が余裕をもって含まれる深さ（高さ）の30cm×30cmの独立した四角柱の雪柱を作り、その側面を平滑に整えます。雪柱の奥行き（斜面方向）は、斜面と平行に寸法を測ります。コンプレッションテストでは、稀に弱層より深い位置で破壊が起こることがありますが、雪柱の高さは通常100～120cmあれば十分でしょう。また、高い雪柱はタップの最中にぐらつく傾向がありますので、深い位置にある弱層について、誤った結果を導く可能性があります。
2. 雪柱を独立させようとしている時に破壊が起これば、それがどのようなものであれ、very easy (CTV)と評価します。
3. ショベルのブレードを雪柱の上に置きます。手首から先の部分を使って、指先で軽く10回叩いてみます。この時に破壊が起きればeasy (CTE)と評価します。
4. もし、斜面で行うなら、雪柱のトップの角を取り除きます。
5. もし、タップしている最中に、雪柱の上部が滑り落ちてしまうか、均一な力が加わらなくなってしまうのなら、壊れてしまったところを雪柱から取り除き、雪柱の上を平にして、タップを続けます。
6. 弱層のすぐ上にある層は取り除かず、その後のタップで均一に力が加わるようにします。そうすることで、薄い弱層が存在すれば、その後のタップで破壊するかもしれないからです。
7. 肘から先の部分を使って、指先もしくは拳で10回叩きます。破壊が起こればmoderate (CTM)と評価します。このmoderateのタップはeasyよりも強く叩きますが、拳で強く叩くのは適当ではありません。
8. 最後に、肩から先の腕全体を振るようにして、手のひらもしくは拳でブレードを10回叩きます。この時に破壊が起こればhard (CTH)と評価します。また、moderateのタップが強すぎる場合、テスターはしばしばより大きな力で叩こうとしがちになります。これでは手を痛めてしまいます。
9. 確認している各弱層において破壊がなければ (CTN)と評価します。

2.9.5 結果 (Results)

以下の表に従ってスコアを記録します。

用語	解説	データコード
Very easy	四角柱を切り出している最中に破壊する	CTV
Easy	指先だけで10回軽く叩くと破壊する。	CTE
Moderate	肘から先を振り、指先で10回叩くと破壊する。	CTM
Hard	腕全体を使い、手のひらかこぶしで10回しっかりと叩くと破壊する。	CTH
No Failure	破壊が起こらない。	CTN

破壊の特徴 (Fracture character)

セクション2.13 に沿って、破壊の特徴を区分します。

2.9.6 記録 (Recording)

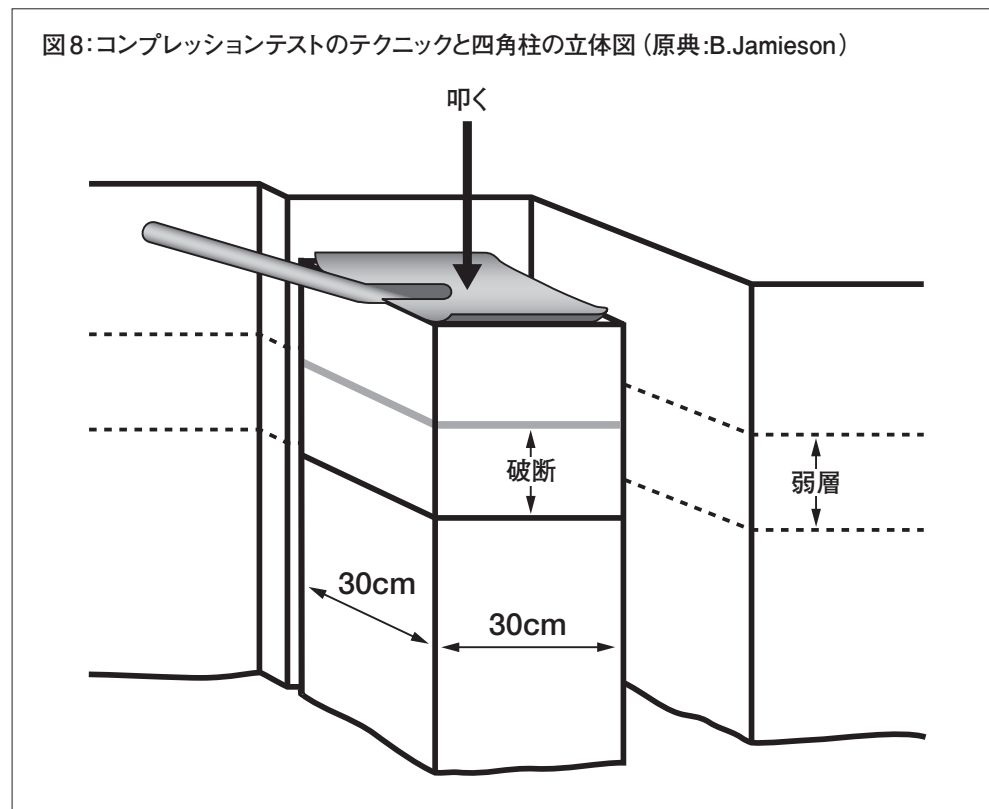
セクション2.13.3に沿って結果を記録します。破壊した時のタップ数はデータコードと一緒に記録します。

2.9.7 限界 (Limitations)

コンプレッションテストでは雪面に非常に近い位置にある弱層に対して、有益な結果を得られないかもしれません。より深い位置にある弱層では、ショベルのタップに対して反応が鈍くなるため、一般的に強い評価となります。

2.9.8 図 (Figures)

図8 コンプレッションテストとディープタップテストおよび雪柱の寸法



2.10 ディープタップテスト (Deep Tap Test)

2.10.1 目的 (Objective)

ディープタップテストの第一の目的は、コンプレッションテストを行うには深すぎる位置にある弱層の破壊の特徴を特定することです。加えて、弱層が破壊するのに、どの程度のタップが必要であるか観察することです。

2.10.2 場所の選定 (Site Selection)

対象とする斜面を代表し、荒れていない安全な場所を選びます。

2.10.3 道具 (Equipment)

スノープロファイルと同様の道具が必要となります。

2.10.4 手順 (Procedure)

- a) スノープロファイルか他の手段を使い、コンプレッションテストを行うには深すぎる位置にあり、1Fかそれ以上の硬度の層が載る積雪内の弱層を特定します。
- b) 30 cm×30 cmのコンプレッションテストと同様の四角柱を切り出します。コンプレッションテストを実施した四角柱を使用する場合は、ターゲットである弱層がまったく壊れていないことが必要です。目的の弱層よりも下にある積雪下層のしもぎらめ雪などの層が破壊する可能性を下げるため、四角柱の後ろを切る際、目的の弱層から数センチだけ下まで切るに留めておくことは有益な方法です。
- c) 弱層から上15 cmまでの雪を取り除きますが、これは四角柱の後ろの面での厚さです。後面で15 cmの厚さを残すことは、斜度に寄らず、常に同じで行います。
- d) ショベルのブレードをセットし、コンプレッションテストのように各10回ずつタップします。

2.10.5 結果 (Results)

以下の表に従ってスコアを記録します。

用語	解説	データコード
Very easy	四角柱を切り出している最中に破壊する	DTV
Easy	指先だけで10回軽く叩くと破壊する。	DTE
Moderate	肘から先を振り、指先で10回叩くと破壊する。	DTM
Hard	腕全体を使い、手のひらかこぶしで10回しっかりと叩くと破壊する。	DTH
No Failure	破壊が起こらない。	DTN

破壊の特徴 (Fracture character)

セクション2.13に沿って、破壊の特徴を区分します。

2.10.6 記録 (Recording)

セクション2.13.3に沿って結果を記録します。

2.10.7 限界 (Limitations)

深部にある弱層に対する非常に効果的なテストではありますが、タップ数とスキューの誘発あるいは特定斜面の雪崩発生との相関は認められません。しかしながら、コンプレッションテストにおける破壊の特徴の観察は、検証されつつ (van Herwijnen, 2005) あります。

2.10.8 図 (Figures)

四角柱の大きさ等は図8を参照のこと。

2.11 エクステンディッドコラム・テスト (ECT:Extended Column Test)

2.11.1 目的 (Objective)

ECTは、積雪表層 (1mより浅い) におけるスラブと弱層のコンビネーションが示唆する破壊の伝播傾向を特定することを目的としています。

2.11.2 場所の選定 (Site selection)

積雪が荒らされておらず、知りたい斜面を代替できる安全な場所を選びます。

2.11.3 道具 (Equipment)

テスト・スノープロファイルと同様の道具 (セクション2.2.5) が必要です。8mの長さを持つ4～7mmのロープに、20～30cm間隔でオーバーハンド・ノットの結び目を作ることで、ブロック後面や側面の壁を同時にカットすることができます。ただし、硬いクラストがない場合です。長いスノーソーは硬いクラストをカットするのに便利です。

2.11.4 手順 (Procedure)

1. 斜面横方向に90cm、斜面上方向に30cmの四角柱を独立させます。深さは、弱層を含みつつも、100cm以上としないようにします。タップで負荷を与える際、稀に深い部分に影響を与えることがあります。
2. 四角柱を独立させている時に、破壊が端から端まで伝播した場合、ECTPVと評価します。
3. もし、積雪表面が硬く傾斜している場合は、四角柱の角を取り除き、上面を平坦にします。
4. ショベルのブレードを四角柱の端に置き、コンプレッションテストに準ずる方法 (セクション2.9) で各10回ずつ叩きます。

2.11.5 結果 (Results)

以下の表に従ってスコアを記録します。

データコード	観察結果
ECTPV	四角柱を独立させている間に破壊が四角柱の端まで伝播した
ECTP##	##回目のタップで破壊が端まで伝播した、あるいは##回+1回のタップで破壊は四角柱の端まで伝播した
ECTN##	##回目あるいは##回+1回で破壊が起きたが四角柱の端まで破壊は伝播しなかった
ECTX	破壊は観察されなかった

☞注：破壊は四角柱の途中まで伝播することもあります (よく観察される) し、あるいは追加の1回のタップで端まで破壊が伝播することもあります (比較的珍しい)。

2.11.6 記録 (Recording)

テスト結果は以下に沿って記録します。

<データコード+##><記録の方向><弱層の深さ><雪質><コメント>

記録の方向とは、スノープロファイルを全層の観察をしているのか、表層のみの観察をしているのかで変わります。downを用いる場合は積雪表面からの観察、upを用いる場合は地面まで全層の観察の場合です。

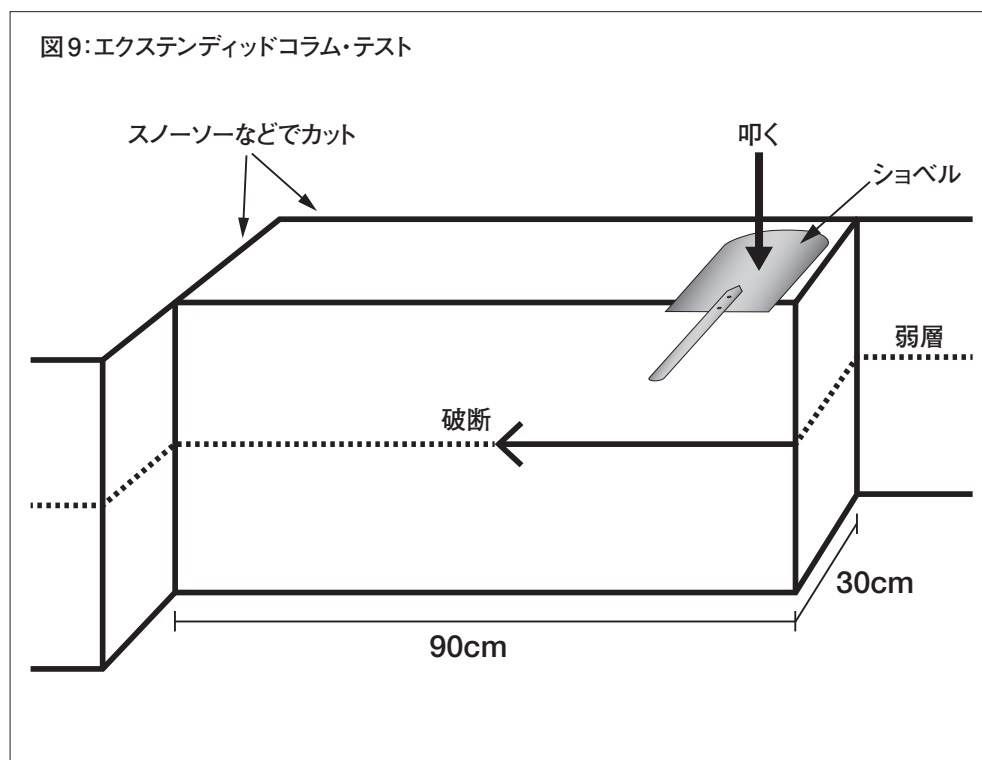
例1:ECTを実施すると13回目のタップで弱層は完全に端まで破断した。弱層は、地面から35cmの位置にある11月22日に埋没した粒径6-10mmのしもぞらめ雪であった。記録は:ECTP13 up 35 on DH 6.0-10.0 Nov. 22

例2:ECTを実施すると25回目のタップでスラブが崩れ、それが弱層まで届くことで弱層の破壊の伝播が始まった。そして、破壊は四角柱の端まで伝播した。弱層は、積雪表面から65cmの位置にある2月14日に埋没した粒径8mmの表面霜であった。記録は:ECTN22 down 65 on SH 8.0 Feb. 14 WLの破壊はスラブが崩れることで始動。

2.11.7 限界 (Limitations)

ECTは、表層の軟らかい積雪層 (F+あるいはそれ以下) 内に脆弱性が存在する場合、あるいは荒天の積雪内の脆弱性などを評価するには良い方法とは言えません。このようなケースでは、ショベルのブレードが弱層の連続性を切ってしまうからです。また、概ね80cm～100cm以上深い位置にある弱層の破壊の伝播傾向を評価するにも良い方法とは言えません。

2.11.8 図 (Figures)



2.12 プロパゲーション・ソー・テスト (PST: Propagation Saw Test)

2.12.1 目的 (Objective)

PSTは、事前に特定されている伝播性ある弱層とスラブの破壊の傾向を特定することを目的としています。

2.12.2 場所の選定 (Site selection)

積雪が荒らされておらず、知りたい斜面を代替できる安全な場所を選びます。

2.12.3 道具 (Equipment)

テスト・スノープロファイルと同様の道具 (セクション2.2.5) が必要です。8mの長さを持つ4～7mmのロープに、20～30cm間隔でオーバーハンド・ノットの結び目を作ることで、ブロック後面や側面の壁を同時にカットすることができます。ただし、硬いクラストがない場合です。長いスノーソーは硬いクラストをカットするのに便利です。スノーソーの刃は少なくとも35cm以上の長さがあり、2mm以上の厚みのないものを使います。

2.12.4 手順 (Procedure)

1. 斜面横方向に30cm、斜面上方向に100cm以上の四角柱を独立させます。深さは、弱層を含みつつも、100cm以上としないようします。弱層の位置が1mよりも深い場合、斜面上方向のコラムの長さは、弱層の深さと同じにします。
2. グローブ、ブラシあるいはクリスタルカードなどを使って弱層を明瞭に露出させます。
3. スノーソーの刃の背の部分を使い、10-20 cm/sの速度で破壊の伝播が始まるまでスノーソーを引きます。破壊が始まった時点でスノーソーを停止させます。
4. 完全に破壊現象が終わったことを確認したら、四角柱を取り外し、スノーソーが弱層のどの位置まで入っているのかを記録します。もし、スノーソーが弱層から逸脱していたら、テストはやり直します。

2.12.5 結果 (Results)

弱層の破壊が伝播したら、以下の評価から結果を記録します。

観察結果	定義	データコード
端まで伝播	スノーソーの前方での破壊は、四角柱の端まで伝播した	End
スラブの破壊	スノーソーの前方での破壊は、上に載るスラブが壊れることで、四角柱の途中で停止した	SF
自然停止	スノーソーの前方での破壊は、四角柱の途中で自然停止した	Arr

2.12.6 記録 (Recording)

テストの結果を以下に沿って記録します。

<"PST" x/y><破壊停止の条件><記録の方向><弱層の深さ><雪質><コメント>

xは破壊が始まった位置、yは四角柱の斜面方向への長さ

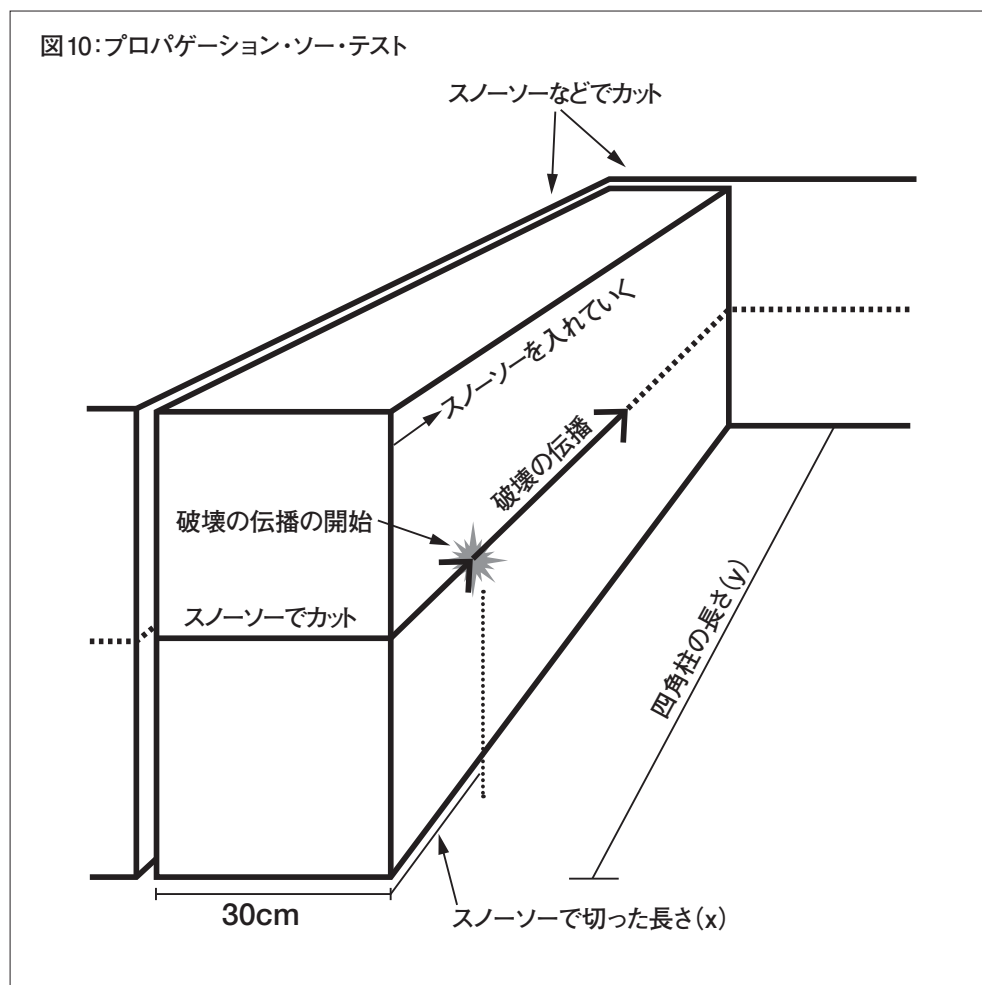
記録の方向とは、スノープロファイルを全層の観察をしているのか、表層のみの観察をしているのかで変わります。downを用いる場合は積雪表面からの観察、upを用いる場合は地面まで全層の観察の場合です。

例:PSTを実施すると23cmまで切り込みを入れたところで破壊は四角柱の端まで伝播した。四角柱は、積雪表面から135cmの位置にある11月22日埋没の粒径6-10mmのしもざらめ雪でリリースしていた。記録は:PST 23/135 End down 135 on DH 6.0-10.0 Nov. 22

2.12.7 限界 (Limitations)

PSTは、弱層がスノーソーの背でカットしにくい、軟らかく薄いスラブについては、誤った安定性の結果を得る傾向があります。テストに影響を与える層を事前を選別し、特定しておくことは難しい作業です。切り込みの長さ(x)は、斜面傾斜に依存します。

2.12.8 図 (Figures)



2.13 破壊の特徴 (Fracture character)

テストにおける「破壊の特徴」を観察することで、安定性に関連する解釈を改善することができます (van Herwijnen, 2005; van Herwijnen and Jamieson, 2004; Johnson and Birkeland, 2002)。破壊の特徴はショベルシアーテスト、コンプレッションテスト、ディープタップテスト、そして破壊するまで雪を雪柱に載せていくような他のテストでも観察しておくことが、経験的に推奨されています。破壊の3つの大分類はsudden fractures、resistant fracturesそしてbreaksとなります。大分類は、破壊の特徴の小分類を直接観察できないようなテスト状況において雪崩予報をする際、テスト結果の情報交換や条件付けとして使ってきました。

2.13.1 手順 (Procedure)

破壊の特徴は、四角柱に雪を載せていくことで破壊 (もしくは破壊しない) を観察するために用意された孤立した雪柱で観察するのが最善です。典型的な雪柱は50 cm×50 cmの横断面を持ちます。

テストする雪柱の前面と側面は、可能な限り平滑にしておくべきです。観察者は、前面と片方の側面が同時に観察できる位置に立ちます。スノープロファイルもしくは従前のテストで把握している破壊が起こると思われる弱層もしくはインターフェイスに注意を向けます。

傾斜の緩い斜面での破断の場合、注意深くブロックの両側を支えてそっと引いてみることは、その面が抵抗を持つかどうか確認するのに役立つでしょう。

2.13.2 観察 (Observations)

以下の破壊の特徴の区分を使用します。

大分類	データコード	小分類	データコード	破壊の特徴
Sudden	SDN	Sudden planar (サドン・プレナー)	SP	ある1回のタップで破断が雪柱に一気に入り、ブロックはたやすく前に出てくる。
		Sudden collapse (サドン・コラプス)	SC	ある1回のタップで破断が雪柱に入り、その層が明瞭に潰れる。
Resistant	RES	Progressive compression (プログレッシブ・ コンプレッション)	PC	通常はある1回のタップで、明瞭な厚さのある層の破壊 (しばしば1 cm以上で平面ではない) が雪柱に起こり、その層は、それに継続するタップで徐々に圧縮されていく。
		Resistant planar (レジスタント・ プレナー)	RP	ある1回もしくはそれ以上のタップで、平面もしくは概ね平面の破断が起こるが、ブロックはたやすく前に出てこない。
Break	BRK	Non-planar break (ブレイク)	BRK	凸凹した不規則な破壊。

※ SPはpopとも呼び、クリーンで瞬間的な破壊が起こる。SCはdropとも呼び、ブロックがストンと沈む。PCは徐々に厚みある層が押しつぶされる。

※破断とは、直線的な破壊線が雪柱の正面と側面に走ることを指す。

※傾斜が緩ければ、ブロックが前に出てくるには抵抗が増していることに留意する。

2.13.3 記録 (Recording)

テスト結果は以下のように記録します。

<データコード><(破壊の特徴)><基準点><プロファイルの場所><弱層の特徴(雪質、粒径、もし分かるなら埋没日)><コメント>

例:CTM17 (SC) down 34 on SH 4.0 Jan 22

破壊した箇所が分かる基準点を表記します。雪面からの場合はdown、地面からはupになります。破壊した箇所を計るための初期値は、雪面です。雪面から測り、プロファイルに破壊した場所を記録します。地面から破壊した場所を計る場合は、基準点が地面であることをコメント内で明記します。

2.13.4 用例 (Example)

もし複数のテストを同じ場所で行い、同じ層から結果を得たならば、以下のように記録します。

<データコード#1><(破壊の特徴#1)><データコード#2><(破壊の特徴#2)><データコード#3><(破壊の特徴#3)>……以下同、<基準点><プロファイルの場所><弱層の特徴(雪質、粒径、もし分かるなら埋没日)><コメント>

例:CTM14 (SP) , 17 (SP) , 19 (RP) down 45 on SH 4.0 on SH Feb 12, コメント:SHは球形化しつつある。

用例1

コンプレッションテスト: 斜度36度、雪面から45cm下に1月12日に埋没した弱層 (SH, 3 mm)

結果: 雪柱は45cmのところで、肘からの2回目のタップ (CTM12) で破断。破壊は、雪柱で瞬間的に起こり (pop)、ブロックは雪柱から滑り落ちた。

記録:CTM12 (SP) down 45 on SH 3.0 Jan 12

用例2

ショベルシアーテスト:25度の斜面、地面から45cm上に弱層 (DH 6mm)

結果: 雪柱は moderate の力で地面から45cmの位置で破断した。破壊は、雪柱で瞬間的に起こり、ブロックは弱層のところから壊れた。

記録:STM (SDN) up 45 on DH 6.0, 地面からの計測。HS = 135

用例3

隣接した場所で行った2つのコンプレッションテスト:20度の斜面。20cmの荒天の雪があり、風の影響でPPとDFが吹き溜まっている。

結果: 最初のテスト…雪柱は、22cmのところで、手首からの3回目のタップで破断 (CTE3)。柔らかい雪の層が潰れたが、ブロックが垂直に動くようなことはなかった。その後のタップで柔らかい雪の層はさらに潰れた。

2回目のテスト…雪柱は、22cmのところで、手首から7回目のタップで破壊した (CTE7)。柔らかい雪の層が潰れたが、ブロックが垂直に動くことはなかった。その後のタップで柔らかい雪の層はさらに潰れた。

記録:CTE3 (PC) , 7 (PC) down 22 on PP 4.0

2.14 積雪概要 (Snowpack Summary)

2.14.1 目的 (Objectives)

積雪概要は、オペレーション地域での安定性やハザード分析、そして予報を補助し、積雪コンディションの全体概略を明快にするために行います。こうした概要の目的は、データを整理することです。

積雪概要のパラメータは、スノープロファイルのパラメータとは異なります。それは特定の場所や時間の記録ではなく、たとえば稜線が別け隔てる地形に関連する一般的な概略になるからです。これは平均的なコンディションを含むだけでなく、潜在的な特異な状況についても含みます。

2.14.2 頻度 (Frequency)

概要は、一般的に1日に1回、その日の最後に作成します。

2.14.3 手順 (Procedure)

以下のパラメータを積雪概要として記録します。

日付 (Date)

日付をセクション2.1.5に従って記載します。

時間帯 (Time Period)

積雪観測をした時間帯を記載します。

場所と標高帯 (Location and Elevation Range)

積雪観測を行った場所と標高帯です。多くのオペレーションでは、大きな谷は一つの場所として記録しています。

観測したエリアの割合 (Percent of Area Observed)

オペレーション地域において、どの程度の範囲の割合で観測を実施したか、パーセンテージで記録します。

スノープロファイル (Snow Profile)

セクション2.2.4での記述に沿って、適切に概略を記載します。これには、スラブの特性、弱層の性格、温度勾配などを含みます。

安定性テスト (Stability Test)

ルッチブロックテストはセクション2.7.6、コンプレッションテスト等は2.11.5の記載に沿って、安定性テストの結果を記載します。

コメント (Comments)

必要なら追加のコメントを記載します。これらには、不安定性の兆候、沈降、そして風の影響や気温、日射などを含みます。

3 雪崩の観測

Avalanche Observations

3—雪崩の観測

Avalanche Observations

3.1 目的 (Objectives)

雪崩の発生を観測、記録することにより、以下の事項に役立てることができます。

- a) 雪崩が発生した、しなかったか、という情報はその他の観測情報と合わせて積雪の安定性を評価するのに役立ちます。
- b) 冬の早い時期に発生した雪崩のエリアを確認、観察することにより、それらのエリアと周囲の発生していないエリアでは、積雪の安定性に差があるということを知ることができます。
- c) 雪崩の観察データは、雪崩の被害を防止するための作業や建設物を計画する時に、それらの効果を評価するのに役に立ちます。また過去の天候や雪のコンディションと雪崩の発生の相関性を知ることによって、雪崩予知のためのモデルを発展させることができます。

自分の行おうとする作業や行為に影響を及ぼすであろう雪崩は全て記録するようにします。また、雪崩の未発生に関する記録も積雪の安定性を推測するためには重要なデータとなります。

3.2 雪崩道の確認 (Identification of Avalanche Paths)

雪崩道は、その場所のキーになる名称、番号、方角、あるいは過去のリストや地図、写真等を参照することによって確認します。道路、鉄道、送電線等の近くでは、基点からの距離などを利用すると確認が容易になります。雪崩道の名称は、簡略でわかりやすいものにします。

雪崩を発生させる雪崩発生区は、それ自体が独自に雪崩を発生させる場合といくつかのサブゾーンから雪崩が発生する場合があります。このようなサブゾーンを爆薬によってコントロールする場合にはそれぞれを識別して名前を付けておく必要があります。

3.3 個々の雪崩の観測 (Observations of Individual Avalanches)

このセクションでは、個々の雪崩を分類する方法を解説します。全てのケースについて、ここに述べるガイドラインに沿って進めてください。

3.5のセクションでは類似した事例や特定の場所で発生した雪崩をグループ化して記録する方法を説明してあります。

主要な観測事項は観測ノート (サンプルページ参照) の左ページ、あるいは写真に記録しておくのがベストです。右ページは、その他のコメントや追加して行った観測を記録するのに使います。

3.3.1 日付 (Date)

雪崩が発生した年月日を記録します (各数字の間は開けず、コンマ等も用いないように)。例:2001年12月1日は011201と記載します。

3.3.2 時刻 (Time)

雪崩が発生した時刻を推定し、それを時、分で記録します。

雪崩が発生した時刻を24時間スケールで記録します (各数字の間は開けず、コロン等も用いないように)。例:午後5時10分は1710と記載します。

日本標準時に従います。

雪崩の発生した正確な時刻がわからない場合は、それが発生したと思われる範囲 (時間の単位で) を推定します。

0、0.5、あるいは1から99時間までの範囲で記録して下さい。0は発生した時刻が正確にわかっている場合にのみ使われます。

☞注: +/-0と記載すれば、その時刻に間違いなく発生したということになります。

3.3.3 区域と雪崩道 (Area and Path)

オペレーション名あるいは雪崩道が位置する区域の名称を記入します。

☞注: 複数の区域にまたがって観測ノートを使用しないのであれば、観測毎に区域名を記入する必要はありません。

雪崩道を識別する手段となる名称や番号を記載します。

補足: カナダのいくつかの道路保安作業では、その通過した地点のキロメートル表示を雪崩道の名称として使っています。キロメートルの小数点以下第2位までを、その場所を特定する数値としているのです。

3.3.4 方位 (Aspect)

雪崩の発生区の斜面方位を8方位で表します。以下のように1つか2つの文字を使ったコードを使います。

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
---	----	---	----	---	----	---	----

3.3.5 斜度 (Incline)

雪崩発生区の斜度を記録します。

3.3.6 規模 (Size)

堆積した雪の状態から、その雪崩の破壊力を推定し規模を表す数値を選定します。以下のリストにある対象物（人間、自動車、樹木）が雪崩の走路や堆積区の始まる場所にあった場合を想定し、それらの対象物が受けるであろうダメージの様子で判断します。

規模&データコード	雪崩の潜在的破壊力	質量	走路の全長
1	人間への危害はなし	< 10t	10m
2	人が埋まったり、怪我をしたり、死ぬ可能性あり	10 ² t	100m
3	乗用車を埋めたり、壊したり、トラックにダメージを与えたり、小規模な建物を破壊したり、木々を折ったりする可能性あり	10 ³ t	1.000m
4	列車、大きなトラック、数棟の建物、あるいは4ヘクタールまでの森林を破壊する可能性あり	10 ⁴ t	2.000m
5	知りうる限りの最大の雪崩。村や40ヘクタールの森林を破壊する可能性あり	10 ⁵ t	3.000m

☞注：上記、それぞれの規模の中間的な大きさは1.5から4.5で表されます。

雪崩の潜在的な破壊力はその質量、スピード、密度、並びにその走路の全長と全幅に依存しています。それぞれの規模における衝撃圧は McClung&Shaerer (1981) により与えられています。

上記の表組で0という数字を使った場合は、雪崩コントロール（爆破等）を行った後も雪崩の発生がなかったことを示しています。

3.3.7 雪崩のタイプ (Type of Snow Failure)

発生した雪崩のタイプを記録します。

シンボル&データコード	破壊の種類
S	面発生 (Slab Avalanche)
L	点発生 (Loose-snow Avalanche)
LS	点発生+面発生 (Loose-snow + Slab)
C	雪庇の崩落 (Cornice fall)
CS	雪庇の崩落+面発生 (Cornice fall + Slab)
I	氷塊崩落 (Ice fall)
IS	氷塊崩落+面発生 (Ice fall + Slab)

☞注：実際に記録する際にはデブリの状態から判断し、ハードスラブ雪崩かソフトスラブ雪崩かを付記することがあります。デブリの中の角張った雪のブロックの大きさと、その割合を判断材料とします。

3.3.8 含水率 (Liquid Water Content)

雪崩発生区における積雪の含水状態

雪崩が発生した際、発生区の雪の含水状態はどれほどであったかを判断します。

シンボル&データコード	発生区における雪の含水状態
D	乾いた雪 (Dry snow)
M	湿った雪 (Moist snow)
W	濡れた雪 (Wet snow)

雪崩堆積物の含水状態

雪崩が堆積した時の雪の含水状態はどれほどであるかを判断します。

シンボル&データコード	堆積物中の含水状態
D	乾いた雪 (Dry snow)
M	湿った雪 (Moist snow)
W	濡れた雪 (Wet snow)

3.3.9 末端 (Terminus)

雪崩のデブリの先端が最終的に達した位置をコードに従って記録します。

シンボル&データコード	末端
SZ	発生区で停止 (The avalanche stopped in the Start Zone)
TK	走路の途中で停止 (The avalanche stopped in the Track)
TR	堆積区の上部で停止 (The avalanche stopped at the Top part of the Runout zone)
MR	堆積区の間中部で停止 (The avalanche stopped in the Middle part of the Runout zone)
BR	堆積区の下部で停止 (The avalanche stopped in the Bottom part of the Runout zone)

雪崩道が短い場合

TP	雪崩道の上部で停止 (The avalanche stopped near the Top part of the Path)
MP	雪崩道の間中部で停止 (The avalanche stopped near the Middle part of the Path)
BP	雪崩道の下部で停止 (The avalanche stopped near the Bottom part of the Path)

☞注：TP、MP、BPといったコードは、雪崩道が短く、発生区、走路、堆積区の違いが容易にできない場合に用いられます。

その特徴が明瞭に説明できる場合は、追加的なコードを適応することもあります。

シンボル&データコード	末端
1F	堆積区の扇状部分の1/4で停止
2F	堆積区の扇状部分の半分で停止
3F	堆積区の扇状部分の3/4で停止

3.3.10 きっかけ (Trigger)

雪崩を発生させた「きっかけ」を基本的なコードで記録します。もし可能であるならば、さらに詳細な分類も記入します。

シンボル&基本コード	雪崩発生の原因
N	自然発生 (Natural triggers)
X	爆発物 (Explosives)
S	スキーヤーなど (Skier etc.)
M	スノーモビル (Snowmobiles)
V	雪上車等の乗り物 (Over-snow Vehicles)
O	その他 : コメント欄に記入 (Other)

さらに詳細なきっかけの分類を下記に示します。

シンボル 雪崩発生の原因	
自然発生 (Natural Triggers) : N	
Na	自然要因 : 降雪、風、気温など、気象によるもの (Natural)
Nc	雪庇の自然落下 (Cornice fall, natural)
Ne	地震 (Earthquakes)
Ni	氷の落下 (Ice falls)
Nr	岩の落下 (Rock falls)
人為、爆発物 (Artificial Triggers, Explosive) : X	
Xa	大砲 (Artillery)
Xc	爆発物で管理された雪庇 (Cornice controlled by explosives)
Xe	手で投げた、あるいは配置した爆発物 (Hand-thrown or hand placed explosive charge)
Xg	ガゼックス等のガス砲 (Gas exploder)
Xh	ヘリコプターによる爆発物投下 (Helicopter bomb)
Xl	ランチャーを使った爆発物の投てき (Avalancher nad other types of launcher)
Xp	事前に配置してある爆発物の遠隔操作による爆破 (Pre-placed remotely detonated explosive charge)
Xt	トラムかロープウェイなどで爆発物を移動 (Tram or ropeway felivery system)
Xr_m	爆発地点から多少離れた場所での雪崩の発生 (A remote avalanche occurring at some distance from an explosion)
Xy_m	爆発によって発生した雪崩が別の場所の雪崩を誘発 (An avalanche occurring in sympathy with one released by explosives)

人為発生、ヘリコプター (Artificial Triggers, Helicopters) :H	
Ha	ヘリコプターのランディング時に故意でなく発生 (Helicopter, accidental on landing)
Hc	ヘリコプターによるコントロール。たとえば慎重に斜面上部にランディングして発生させた場合 (Helicopter, controlled)
Hr_m	ヘリコプターの着地地点から多少離れた場所での発生 (A remote avalanche occurring at some distance from helicopter landing)
Hy_m	ヘリコプターによって発生した雪崩が別の場所の雪崩を誘発 (An avalanche occurring in sympathy with one released by a helicopter)
雪上の乗り物、スノーモビル以外 (Over-snow vehicles) :V	
Va	雪上の乗り物 (雪上車、整備車両等) による故意でない発生 (Over-snow vehicles, accidental)
Vr_m	乗り物から多少離れた場所で発生 (A remote avalanche occurring at some distance from a machine)
Vy_m	乗り物によって発生した雪崩が別の雪崩を誘発 (An avalanche occurring in sympathy with one released by a machine)
人為発生、スキーヤー (Artificial Triggers, Skiers, etc.) :S	
Sa	人 (スキーヤー、スノーボーダー、ハイカー、クライマー) が故意でなく (Person, accidental)
Sc	人が故意に。たとえば斜面や雪底に対して行うスキーカッティングなど (Person, controlled)
Sr_m	人から多少離れた場所で発生 (A remote avalanche occurring at some distance from a person)
Sy_m	人によって発生した雪崩が別の雪崩を誘発 (An avalanche occurring in sympathy with one released by a person)
人為発生、スノーモビル (Artificial Triggers, Snowmobiles) :M	
Ma	スノーモビルによる故意でない発生 (Snowmobile, accidental)
Mc	スノーモビルによる故意の発生。たとえば雪崩を発生させるために斜面上部を故意にカットなど (Snowmobile, controlled)
Mr_m	スノーモビルから多少離れた場所で発生 (A remote avalanche occurring at some distance from a snowmobile)
My_m	スノーモビルによって発生した雪崩が別の雪崩を誘発 (An avalanche occurring in sympathy with one released by a snowmobile)
人為発生、その他 (Artificial Triggers, Miscellaneous) :	
O	その他、コメント欄に記入 (Other)

☞注：ヘリコプター、その他の航空機が上空を飛んだことによって雪崩が発生した場合は、自然発生と考えます。

「多少離れた場所」とは、きっかけとなる刺激が加えられた場所から一般的に5m以上離れた場所を意味します。きっかけとなる刺激が加えられた場所の雪には変動がない状態です。「誘発」と「多少離れた場所」の距離 (m) による違いを認識してください。

3.3.11 コメント (Comments)

雪崩によって引き起こされたダメージや事故についての情報や、その他重大な事態についての情報をコメント欄に記入しておきます。人為的に発生した雪崩については、その旨を記録しておきます。コメント欄のスペースは十分にとって記録します。

3.4 付加的な観測

さらにこのセクションで示した観測項目を加えることもあります。付加的な観測は雪崩のコントロールが行われている場合や交通網や通信網に影響を与える場合に有用です。

爆発物を使った雪崩のコントロール作業においては以下の項目について記録します：

- 爆発物の数量
- 爆発物のサイズ (kg)
- 目標
- 雪崩が発生した位置
- 雪崩の滑り面

爆薬を使ったものの、雪崩が発生しなかったり、爆発に失敗した場合は、以下の項目について記録します：

- 爆発物の数量
- 爆発物のサイズ (kg)
- 標的
- 爆発物を置いた位置

道路、鉄道、鉱山および林業用道路等の管理の場合は以下の項目について記録します：

- 雪崩によって埋没した道路の長さ
- 道路のセンターライン、あるいは中央部に堆積した雪の深さの平均、および最大値
- 道路や線路の山側の端から雪崩の堆積物の先端部分までの距離

スキー場では、以下の項目について記録します：

- 標的
- 雪崩が発生した位置
- 雪崩の破断面と滑り面の状態（可能であれば、その面が積雪層中に埋没したと思われる日付と雪質）
- 雪崩の破断面におけるスラブの幅と厚さ

3.4.1 爆発物の数 / 爆発の回数

(Number of Explosive Charges / Number of Detonations)

目標に発射した砲弾、あるいは爆発物の数量を記録します (1から9の数で)。

確認した爆発の数を記録します (1から9の数で)。

注：上記の両者の数の差が不発の回数になります。

3.4.2 爆発物のサイズ (Size of Explosive Charge)

爆発物ごとの爆薬の量を記録します (0.5から99キログラムまで0.5刻みで)。

3.4.3 雪崩が発生した位置 (Location of Avalanche Start)

発生区内での位置 (Position in Start Zone)

破断が起きた位置を以下のコードを使って記述します。物理的な特徴や標高、有用ならば、発生区内のサブゾーンや標的についても記録しておきます。

シンボル&データコード	発生位置
T	発生区の上部 (At the top of the starting zone)
M	発生区の間 (In the middle of the starting zone)
B	発生区の下部 (At the bottom of the starting zone)

発生区の斜度 (Incline of Start Zone)

雪崩の発生区の斜度を記録しておきます (0から90度の範囲で)。

3.4.4 滑り面 (Bed Surface)

滑り面の位置を記録します。

シンボル&データコード	滑り面
S	新しく降り積もった積雪層内、あるいは新しく降り積もった雪と古い雪の境から発生 (The avalanche started sliding within a layer of recent storm snow or at the base of the storm snow on an older snow surface)
O	古い積雪層の中 (The avalanche released within the old snow)
G	地表 (The avalanche released at the ground)

弱層の雪質とその形成時期 (Form and Age of Failure Plane)

雪崩の原因となった弱層の雪質を記録します。可能な場合には、その弱層が埋没したと思われる日付を確認しておきます。複数の層において破断が起こっている場合はそのことをコメント欄に記入しておきます。

3.4.5 スラブの幅 (Slab Width)

面発生雪崩の場合、破断面近くのスラブの幅を (m) で記録します。その幅を巻き尺等により実際に計測した場合にはその数字にMを付記します。

☞注: サイズにMが付記されていない場合は、その数値は推量値であると考えます。

3.4.6 スラブの厚さ (Slab Thickness)

可能であれば、雪崩の破断面におけるスラブの厚さの平均値を0.1mの精度で推量、あるいは計測してください。実際に計測した場合は、その数字にMを付記しておきます。

3.4.7 道路上の堆積物 (Deposit on Road)

雪崩による堆積物で埋没した道路、鉄道、スキーコース、送電線、あるいはそれに類するその他の施設の全長 (m) を記録します。

それぞれのセンターライン、または中央部における堆積物の平均値と最深値を0.1mの精度で記録します。全長、深さ、それぞれの数値が実測値である場合は、その数字にMを付記しておきます。

3.4.8 堆積物の先端までの距離 (Distance to Toe of Deposited Mass)

道路やその他の施設の山側の端から雪崩の堆積物のもっとも遠くまで達している部分までの距離を計測、あるいは推測してください。上記にあげた施設に雪崩が達していない場合はその数値を負の数にして記録します。

注：関わる作業によっては、道路に達した雪塵についての記録が必要になるかもしれません。雪塵とは雪崩から発生する雪煙に由来するものです。それは主にドライバーの視界不良をもたらします。

3.4.9 堆積物全体の寸法 (Total Deposit Dimensions)

雪崩がもたらした堆積物全体の幅、および長さの平均値をメートル単位で記録します。

同様に、その深さの平均値をメートルの単位で0.1mの精度で記録します。テープやプローブを使って実測した場合は、それぞれの数字にMを付記しておきます。

3.4.10 標高 (Elevations)

等高線が記載されている地図を参照し、以下の標高 (m) を記録します。

- 発生区における破断面、あるいは雪崩発生地点
- 堆積区における堆積物 (デブリ) の位置

3.4.11 雪崩道の長さ (Length of Path Run)

関わる作業によっては、雪崩が走った雪崩道の全長を推測値で記録する必要があるかもしれません。

- その全長が300m以下の規模ならば、その全長を25mの精度で推量します。
- その全長が300m以上の規模ならば、その全長を100mの精度で推量します。

3.4.12 道路・鉄道の状況 (Road / Line Status)

輸送・運搬に関わる作業では、雪崩が発生した時間における道路や鉄道の状況 (開通か、閉鎖かについて) を記録しなければなりません。

図表9: 基礎的雪崩観測用のフィールドブックのサンプル

Avalanche Observations					観測者 (Observer) B.A.			
観測場所 (Location) Backcountry, West					発生区 (Start zone)			
日付 (Date)	時刻 (Time)	雪崩道 (Path)	方位 (Aspt)	規模 (Size)	タイプ (type)	標高 (Elevation)	末端 (Term)	コメント (Comments)
940209	~	Moose	E	2.5	S	1700	MP	
940209	1500	km 18	ES	2		1600	TR	
940210	1500	Bear 2	E	4	S	1850	BP	沢状地形の木々が いくつか折れており、 10m以上デブリが堆積。
940211	1110	Dans	NE	1.5	1	1750	TR	

図表 10: 道路管理用の雪崩発生フィールドブックのサンプル

Avalanche Observations (Road)	区域 (Area) TCH Nth		観測者 (Observer) A.D.	
日付 (Date)	040112	040112		
時刻 (Time)	900	1320		
時間誤差 (Time ± Hours)	4	0		
雪崩道 (Path)	22.3	21.5		
道路開通/閉鎖 (Road open / closed)	O	C		
規模 (Size)	2	2.5		
タイプ (Type)	S	S		
堆積物の含水率 (Lqd water - deposit)	W	W		
末端 (Terminus)	MR	BR		
きっかけ (Trigger)	Na	Xh		
堆積物先端までの距離 (Toe distance mass)	-25	10		
雪塵先端までの距離 (Toe distance dust)	~	~		
埋没道路の長さ (Length Rd Buried)	0	20		
道路上の堆積物の平最大深 (Max depth on road)	0	3.5		
道路上の堆積物の平均深 (Avg depth on road)	0	1.2		
堆積物の平均の長さ (Avg length road)	50	120		
堆積物の平均の幅 (Avg width deposit)	35	30		
堆積物の平均の深さ (Avg depth deposit)	4	5		
被害 (Damage / Incident)	Nil	Nil		
コメント (Comments)		グライド		
		クラック		
		目撃		

図表 11: 雪崩管理をするスキー場用のフィールドブックのサンプル

Avalanche Observations (Ski Area)	場所 (Location) Pine Acres		観測者 (Observer) J.S.	
日付 (Date)	040211	040211	040211	040211
時刻 (Time)	400	530	820	910
時間誤差 (Time Range ± Hours)	4	2	0	0
雪崩道 (Path)	Black Jack	Betty	Jim's	Granite
規模 (Size)	1.5	3	2	3
タイプ (Type)	L	S	S	S
発生区の含水率 (Lqd water in start z.)	D	D	D	D
堆積物の含水率 (Lqd water in deposit)	D	D	D	D
末端 (Terminus)	TP	BP	MP	BR
きっかけ (Trigger)	Na	Na	Xe	Sc
標的数 (Target)			3	
爆発物の未使用数 (No of charges)			1	
使用サイズ (Charge size)			1	
不発数 (No of detonations)			1	
発生区 (Start location)	T	T	T	T
滑り面 (Level of bed surface)	S	S	O	G
破断した層の粒子 (Grain from fail. pl.)	SH3.0-8.0	SH3.0-5.0	SH5.0-10.0	DH10.0
破断した層の形成時期 (Age of failure plane)	040121	040121	040121	031120
スラブの幅 (Slab width)	90	60	120	
スラブの厚さ (Slab thickness)	0.8	0.5	1.6	
方位 (Aspect)	NE	NE	E	N
標高 (Elevation)	1900	1900	1750	1800
コメント (Comments)		段丘状部の		パトロールの
		端で停止。		マークが部分埋没。

3.5 複数の雪崩事例 (Multiple Avalanche Events)

雪崩対策の形態によっては、多くの雪崩事例の中から類似したもの等をグループ化して記録したり、報告したりすることが必要になることがあります。その情報が中央の情報交換作業のために送信されるような場合が最たるものです。グループ化は、特定のフィールド毎の数値、あるいはデータをひとまとめにすることによって行います。(最小値と最大値をハイフンで結び、1.5-3のように示します)。レポートは雪崩のタイプ別に作成することもあります(例、自然発生と人為的な発生)。

観測項目 (Parameter)	標準的な記録法 (Criteria)	記載例 (Examples)
日付 (Date)	発生した(したと予測される)年月日	040212
時刻 (Time)	0から9までの数字を用いて	0900
時間帯 (Time range)	同上(±0から99時間まで)	48
場所 (Area, location)	文章(簡潔に)	南西レクリエーションエリア
発生回数 (Number of occurrences)	数字、あるいは慣用句	1から99の数字、数回(2から9回)、多くの(10回以上)
規模 (Size)	規模1.5以上の報告に限る	1.5-3.0
きっかけ (Trigger)	該当コード(自然と人為的を区別して)	Xe, U
タイプ (Type)	該当コード(スラブとルースを区別して)	S, L, U
発生区の斜面方位 (Aspect)	該当コード、方位計の8方位で	All, W, SW-NW
破断面の標高 (Elevation)	600mの誤差範囲で	1800-2400m
破断面の斜度 (Incline)	20度の誤差範囲で	32-42度
滑り面の位置 (Level of Bed surface)	該当コード	S, O, G、あるいはU
弱層の雪質 (Grain Form at failure plane)	該当コード (ISCI1990)	SH
弱層の形成時期 (Age of failure plane)	積雪層中に組み込まれたと思われる日付	14 Jan
スラブの幅 (Slab width)	範囲 (mで)	60-110m
スラブの厚さ (Slab thickness)	範囲 (cmで)	10-30cm
雪崩道の全長 (Length of paths run)	範囲 (mで)	500-1500m
コメント (Comments)	1行につき80文字で最大5行まで	

☞注: 重大な雪崩(規模3以上)、事故などの状況、被害や負傷などはこの様式ではレポートしません。それらは、それぞれ個別にレポートしなければなりません。

3.6 雪崩概要 (Avalanche Summary)

3.6.1 目的 (Objectives)

雪崩概要の目的は、安定性評価やハザード分析、そしてオペレーション地域での予報を補助し、雪崩が発生するコンディションを概観、整理することにあります。このような概要により、過剰なデータを減らし、整理することができます。

3.6.2 頻度 (Frequency)

概要は、1日の終わりに1回作成します。

3.6.3 手順 (Procedure)

以下は、記録が必要となる基本的な要素です。

場所と標高帯 (Location and Elevation Range)

雪崩観測を行った場所と標高帯です。多くのオペレーションでは、大きな谷は一つの場所として記録しています。

観測したエリアの割合 (Percent of Area Observed)

オペレーション地域において、どの程度の範囲の割合で観測を実施したか、パーセンテージで記録します。

発生日 (Date of Occurrence)

セクション3.3.1に沿って発生した日を記載します。もし、発生日が不明の場合は、事前の気象や破断面や堆積物の状態から、それを推定します。

時間帯 (Time Period)

セクション3.3.2に従って雪崩が発生した時間帯を記載します。

数 (Number)

それぞれの日に起こった各雪崩のタイプやきっかけの数を整理して記載します。

サイズ (Size)

セクション3.3.6に従って平均的な雪崩のサイズを記載します。

きっかけ (Trigger)

セクション3.3.10に従って雪崩を発生させたキッカケを記載します。

タイプ (Type)

セクション3.3.7に従って発生した雪崩の破壊の種類を記載します。

斜度 (Incline)

発生区の斜度を、タイプやキッカケ、発生日を含めて記載します。

方位 (Aspect)

発生区の方位を、タイプやキッカケ、発生日を含めて記載します。

標高 (Elevation)

発生区の標高を、タイプやキッカケ、発生日を含めて記載します。

深さ (Depth)

平均もしくはスラブの厚さの幅を、キッカケや弱層、発生日を含めて記載します。

幅 (Width)

スラブの幅を、キッカケや弱層、発生日を含めて記載します。

長さ (Length)

セクション3.4.11に従って流下した雪崩の長さを、タイプ、キッカケ、弱層、発生日を含めて記載します。

弱層 (Failure Plane)

セクション3.4.4に従って雪崩を起こした滑り面や弱層などを記載します。

コメント (Comments)

必要なら追加のコメントを記載します。これらには、ワッフ音、破壊の伝播、スラブの特性、弱層の特徴などを含みます。

3.7 記録 (Recording)

常に、観測者の名前 (イニシャルを推奨) を記載し、複数の場合は、優先者を先頭にします。観察をしなかった場合は、チルダ (~) を使用します。コードの「U」は、観察を実施したものの、有意なデータを取れなかった場合に記載します。(例: 飛雪を観察したが、雲や霧あるいは暗くて不可能だった場合など)。空欄を作らないようにします。「0」は、ゼロという記録を読み取った時のみに使用します。

4

付録

Appendix

降水、温度、風、に関する計測値や積雪の状態は、観測サイトの状況に大きく左右されるものです。通常、雪崩の発生区でありながら安全が確保されており、毎日の定期的な観測に便利な位置にあるというような場所を見つけるのは不可能であると言ってもよいでしょう。そこで我々は気象、積雪等に関する諸計測の利便性と積雪の安定性という2つの要素の兼ね合いを見ながら観測サイトを選ばなければならないのです。これは、その観測データが雪崩が起こりうる斜面のコンディションを知るための参考であるに過ぎないということを意味しています。

観測サイトを選ぶ際には、そのエリアに関する豊富な知識と前述の諸条件のバランスをいかに取るかという手腕が必要になってきます。常設の観測場所を選ぶ際には、その前の1シーズンを費やし、数カ所の候補地で試験的な観測が行われることがあります。また、雪崩の観測について、不相当と判断された観測場所は変更する必要があります。

降水（降雪）の観測のためのサイトと風速の観測のための場所は両立しません。しばしば最も重要なパラメーターとなる降水（降雪）に関するデータは、風の影響を受けないような場所で集められなければならないからです。その一方で、風に関する観測は、吹きさらしの場所で行わなければならないからです。実用的な理由から、温度に関する観測は一般的に降水（降雪）に関する観測と一緒に行われています。風の観測が別の場所で行われる場合は、観測機器の配置を明確にし、その旨を補足しておくことが望まれます。

以下に、観測場所の選択についてのガイドラインを記します。

A.1 降水（降雪）、積雪、および温度を観測するための場所 （Precipitation, Snowpack and Temperature Study Plots）

観測場所は雪崩の発生区に可能な限り近くなければなりません。

風の影響を受けないロケーションでなければなりません。風を防ぐことができない場合には、吹雪の影響が最小限の場所（広い尾根の風下側）を選ぶようにします。森林限界の上のロケーションでは、こういったケースがよくあります。

風の影響を受ける観測サイトに設置した雨量計は、実際の降水（降雪）量よりもかなり少ない値を示すものです。そのような場合には、雨量計の受水口に助炭（整流版）取り付けると捕捉率を20%までは向上させることができます。

AESでは樹木や建物等から観測場所までの理想的な距離関係を明記しています。それによると、観測場所の雨量計、および百葉箱の位置から障害物までは、その物体の高さの約2倍の距離を離れていることが望ましいとされています。

降雪量の多いエリアでは百葉箱を高さ調節用のタワーに装着し、雪面から常に1.2～1.4m高い位置に保持するようにします。百葉箱の扉は北向きに開くようし、温度計のセンサーを日照から防ぐようにしなければなりません（設置場所の関係で北側に扉を向けられない場合でも、可能な限り直射日光が当たらないように配慮してください）。電子温度計のセンサーが百葉箱内に格納されていない場合は、通気に優れたシェルターで被っておく必要があります。一般にルーバード・バップル・システム (louvered baffle system: 陽射しは防ぐが通気に優れた「よろい扉」のようなもの)が使われています。

観測場所はデコボコのない水平な地面に設置するようにします。地表面は、芝生で覆われているのが理想ですが、草地でも良いでしょう。コンクリートなどの輻射熱を持つ場所に設置するのは、避けなくてはなりません。

いかなる天候下でも、アクセスが容易で、なおかつ安全であることが望まれます。そのような理由から、毎日の定期観測を行う観測サイトは、それを司る作業本部の近くに設置するべきです。

部外者の侵入を防ぐために防護柵やその旨を示した標識を設置します。野生動物の侵入によって計測機器に被害が出そうな場所には動物よけのフェンスが必要になるかもしれません。

A.2 ウインドステーション (Wind Stations)

ウインドステーションに求められる諸条件のうちで最も重要なものは、雪崩の発生区における風速や風向の相関関係が的確に把握できるということです。山頂直下に位置する尾根筋にウインドステーションを設置することは、多くのメリットをもたらしますが、それらは少なくとも雪崩の発生区に近接していなければなりません。ウインドステーションを設置する前に、その場所の吹きだまり状況をチェックしておいた方がよいでしょう。また、風速計への雷害を考慮し、可能ならば避雷設備のある場所に設置するのが良いでしょう。

風速計は振動のない、高さ10mの塔、またはポールの頂点に据え付けます。AESでは、樹木や建物といった周囲の垂直な障害物と風速計との間隔は、風速計の高さの約10倍が望ましいとしています。風速計の半径100mにはいかなる障害物も存在しないというのが理想です（難しいかもしれませんが）。

風を観測するための機器には、ときどき点検が必要となってくるので、ウインドステーションにはシーズン中、歩いて、あるいはスノーモビルやヘリコプターでアクセスできなければなりません。また、春先の湿った雪が、機器に付着する着氷が問題になることもあります。このような場合、雪を落とす作業が必要になります。また、景観等の問題から、風速計に着色を求められることもあります。

A.3 気象観測に必要な器具の取り扱い方

(Meteorological Instruments Procedures)原典:AES Manobs,1977

A.3.1 温度計の読み取り方 (Reading Thermometers)

温度計を読み取るにあたっての主なステップは:

- a) 体温が及ぼす温度計への影響を防ぐために、温度を読み取る際は、正確に読み取れる範囲でできるだけ温度計から離れること。また、息を温度計に直接吹きかけないよう、留意してください。
- b) 視差による誤読を防ぐため、その指し示す液柱(水銀、あるいはアルコールなど)の先端を真横から、温度計に対して90度の視線から読み取るようにしてください。温度は小数点以下1桁まで読み取るようにします。
- c) 5度とか10度とかの読み間違いがないように、数回チェックします。

A.3.2 最高温度計と最低温度計のリセットについて

(Resetting Maximum and Minimum Thermometers)

最高温度計は毎回の定期観測の終了時にリセットします。リセットを行うには、最高温度計を支えから外し、球部ではない方の端の部分をしっかり握り、球部を下にして保持します。次にそのままの姿勢で球部が水平よりも上にあがらないようにしながら最高温度計を弧を描くように振り水銀糸を現在気温付近まで下げます。球部を水平まであげないようにすることによって温度計へのダメージを防ぐことができます。

☞注:百葉箱の中では、最高温度計はほぼ水平な状態で保持されます。その球部が反対側の端に比べて多少下に来るように調整してください。

最低温度計も毎回の定期観測の終了時にリセットします。リセットを行うには、最低温度計の球部を支えから外し、球部を上にして保持します。指標がアルコール糸の上面に接するまで下降すれば、リセット完了です。もとの支えに球部を慎重に戻します。

最高温度計と最低温度計の作動をリセット毎にチェックします。水銀糸に途切れはないか、空気が入り込んでいないかなどをチェックし、その指し示す数値が周囲の気温を正確に反映しているかを確かめます。

☞注:日本ではU字型の最高・最低温度系が、その価格の安さから、頻繁に使われています。この温度計では、指標が水銀(またはアルコール)糸の上面に接するまで下降させれば、リセットは完了します。指標の下降には、一般に磁石を使いますので、この磁石を紛失しないように気をつけてください。

A.3.3 自記温度計の取り扱いと修正について (Thermograph Procedure and Calibration)

多くの観測ステーションには自記温度計が設置されています。自記温度計とは気温の経時変化を記録する装置で、これにより時間の経過による気温の連続的な変化を知ることができます。自記温度計は観測ステーションに必要な標準的基本装備とは考えられていませんが、気温に関するデータを採取する際の目安(定期観測の際の最高気温と最低気温を知る手段)として広く使われています。最高気温と最低気温が、それぞれの温度計によって得られなかった場合、以下の手順に従うことによって、自記温度計をその代役として使うことができます。また、最近価格の安い携帯温度計も販売されていますが、シーズンに3回程度は、標準の観測機器とのキャリブレーションを行い、精度が落ちていないか確認してください。

- a) それぞれの温度計を設置してあるシェルター(百葉箱など)からあまり離れていないシェルターに自記温度計を設置します。場合によっては、温度計類と自記温度計は同じシェルターに設置することも可能です。
- b) 記録紙を交換の時の注意
 - 新しい記録紙に交換したならば、現在の気温が新しい記録紙の始まりの部分に正確に記録されるように自記温度計を調整します。
 - 回収した記録紙に記録されている気温の記録線の終了点の上に現在の気温・日時・観測地点名を1°C単位で書き込んでおきます。
- c) 毎回の定期観測の度に、その時刻における記録線にペンで線を書き込み、日時を記入し、それをタイムチェックマークとしてそれぞれの観測の間隔がわかるようにしておきます。
- d) 自記温度計が指し示す気温が1.5°C以上の誤差を示すようならば、速やかに調整するようにします。調整した作業内容を、記録紙の上にメモするようにしてください。

A.3.4 自記湿度計の調整について (Hygrograph Calibration)

ひと冬に少なくとも2回、シーズンの初めと中頃に自記湿度計の調整を行うようにします。乾湿計(Assmanタイプ)を用い、その常用表に観測サイトの標高を照らし合わせて相対湿度を決定し、それを基準に調整を行います。自記湿度計の調整は、気温が氷点、あるいはそれより高い状態の時に行うようにしてください。

電子湿度センサーも乾湿計を基準にして修正を行うようにします。電子センサーは長期間の使用による劣化と変移を、しばしば被ることがあります。

Reporting Avalanche Involvements

B.1 目的 (Objective)

雪崩による事故や被害を報告することの目的は、雪崩が引き起こす種々の問題について、それらのデータを集積することにあります。また、こうしたレポートは、雪崩の危険性の啓蒙や安全対策の発展に役立ちます。

B.2 レポート様式 (Reporting Forms)

雪崩による事故や被害を記録し、レポートにするには簡易版と詳細版の2つの様式があります。

簡易様式は、雪崩に遭遇した人間や建物などについての事実をレポートするためのものです。この種のショートレポートは雪崩に人間が巻き込まれたり、建物が被害に遭ったという事実がある毎に提出されるものです。

詳細様式は、発生した雪崩についてその特徴を記録すると同時にその雪崩がもたらした種々の状況の詳細についてレポートをするためのものです。この種のレポートは、その雪崩によって死者や重傷者、あるいは建物などに被害が出た場合、あるいはその雪崩の特徴が学術的に価値があると判断された場合、まず第1に、その雪崩の被害に関わった事業所（スキー場、道路、鉄道、ヘリスキー、他）の記録として作成されるものです。なにかの都合で雪崩による事故やその際のレスキュー作業の詳細を説明しなければならない時に、これらのレポートが役立つことがあります。

B.3 レポートの取り扱い (Filing of Reports)

簡易様式のレポートは、事後、できるだけ素早く日本雪崩ネットワーク事務局に提出するようにしてください。

個々のレポートの機密は保持され、その結果の要約のみが報告として公的に人々に伝えられます。レポートされた事実のうち、興味深い事例があれば、その報告者や事故に関わった人々、および会社の了解を得た後、雪崩事故に関するケーススタディとして出版物に掲載されることもあります。この場合、その報告者と事故の犠牲者の名前は公表されません。

B.4 簡易様式レポートの作成 (Completion of the Short Form)

B.4.1 日付と時刻 (Date and Time)

雪崩の発生した日付と時刻を記載します。

B.4.2 場所 (Location)

雪崩が発生した山域、ハイウェイ、あるいはスキー場の名称、および雪崩の走路について、その名称、あるいは数などの解説を記入します。

B.4.3 雪崩の状況描写 (Avalanche Description)

持てる知識を総動員して、その状況を適切に描写してください。

B.4.4 人数 (Number of People)

被害に遭ったパーティの合計人数、そのうちの雪崩に遭遇した人数、部分的に埋没した人数、および完全に埋没した人数をそれぞれ記入してください。死傷者の数も明記します。

その下に雪崩によって埋没したり、ダメージを受けた建物や自動車などの乗り物の中にいた人々の数を記入してください。

☞注：雪崩に遭遇した人数、部分的に埋没した人数、埋没した人数には死傷者の数も含まれ、またそれぞれについて死傷者の数を併記しなければなりません。この場合：

雪崩に遭遇した人とは、雪崩に巻き込まれたものの、雪崩が停止した時点ではどの部分も雪に埋没していなかった人を言います。

部分的に埋没した人とは、雪崩が停止した時点で体のどこか一部が雪面に出ている人のことを言います。人が乗り物に乗っていた場合で、その乗り物の一部が雪面に露出している場合もこの状況にあてはまります。

完全に埋没した人とは、雪崩が停止した時点で全身が雪の中、雪面よりも下にある人を言います。その人のスキーやポールといった用具が見えるかもしれません。人が乗り物に乗っていた場合で、その乗り物が完全に埋没した場合もこの状況にあてはまります。

B.4.5 活動内容 (Activity of People)

雪崩に遭遇、部分的に埋没、あるいは埋没した人々が、そこで何をしていたかについて記入してください。たとえば、スキー、登山、雪崩のコントロール作業、車でドライブ中、除雪作業…というようにです。

B.4.6 乗り物の数 (Number of Vehicles)

その雪崩によって何台の乗り物が行く手を塞がれたのか、あるいは部分的に埋没したのか、または埋没したのかを明記してください。その他被害にあった乗り物の数も記入してください。

☞注：乗り物とは、道路上、線路上、あるいは雪上を人を乗せて移動するものを指します。また、飛行機やヘリコプターなども含みます。

行く手を塞がれた乗り物とは、雪崩による堆積物でその前後の行く手を塞がれた乗り物、あるいはその堆積物を横切ろうとして立ち往生してしまった乗り物を言います。

部分的に埋没した乗り物とは、雪崩が停止した時点で、そのどこか一部が雪面に出ている乗り物のことを言います。

埋没した乗り物とは、雪崩が停止した時点でその全体が完全に雪の中、雪面よりも下にある乗り物を言います。

B.4.7 建物の被害 (Structures Damaged)

雪崩によって被害を受けた建造物の種類と数を記入します。たとえば、その建造物の役割、構造様式、鉄塔の数、電話線や送電線の長さ、リフト支柱の種類、橋などです。可能であれば、その被害額も見積もってみてください。

B.4.8 埋没深の推量 (Estimated Depth of Burial)

人間や乗り物が埋没してしまった場合、それらの一番浅い位置にある部分から雪崩の堆積物の表面までの深さを記入してください。

B.4.9 埋没時間の推量 (Estimated Duration of Burial)

雪崩が発生した時刻から、その雪崩に埋まった人間や乗り物などが掘り出されるまでの時間を記入してください。

B.4.10 コメント (Comments)

雪崩に遭遇した原因と思われる事項について手短かに記述します。例としては、気象状況 (降雪、風、気温などの様子)、積雪のコンディション、立入禁止区域に侵入したスキーヤーがきっかけとなって雪崩が発生、などです。

その他、重要であると思われる事柄も追記してください。たとえば、その周辺の積雪が不安定であることを警告する情報が行き届いていたかどうか、ビーコンによる捜索の状況、そしてより詳細なレポートがある場合は、それを参照の旨などです。

B.5 詳細様式レポートの作成 (Completion of the Detailed Report)

詳細様式レポート用紙のそれぞれの欄に該当事項を記入します。また、いくつかの事項から該当事項を選ぶ場合には、該当事項にチェックマークを入れます。

ある種の情報を得ることが不可能だったり、得られた情報が不適切であった場合には、その欄にN/Aと書いてください。たとえば、その雪崩の発生区を見に行くことが不可能な場合などです。

これら (簡易、詳細) レポート様式で使われている用語の定義は、本書の第3章「雪崩の観測 (Avalanche Observations)」に記載してある通りです。

雪崩発生レポート (簡易版) Avalanche Involvement Report (Concise form)



日時 (Date / year, month, day) _____
時間 (Time) _____ : _____ (24時間表示で / 24hr clock)
場所 (Location) _____

雪崩概況 (Avalanche Description)

規模 (Size / 1.0 ~ 5.0) _____ 標高 (Elevation) _____
方位 (Aspect) _____ 斜度 (Incline) _____
タイプ (Type) 点発生 (Loose) 面発生 (Slab)
スラブ幅 (Slab Width) _____ スラブの厚さ (Slab Thickness) _____
デブリの含水率 (Liquid Water in Deposit) ドライ (Dry) モイスト (Moist) ウェット (Wet)
きっかけ (Trigger) _____
滑り (Sliding Layer / If known) _____

人について (People)	人数 (Number of People)		ビーコン装備人数 (Number of People wearing transceivers)	
	People	457 kHz	2.275 kHz	Dual
パーティの総人数 (Total in party)	_____	_____	_____	_____
遭遇のみ (Caught Only)	_____	_____	_____	_____
部分埋没 (Partially buried)	_____	_____	_____	_____
完全埋没 (Completely buried)	_____	_____	_____	_____
怪我 (Injured)	_____	_____	_____	_____
死亡 (Fatalities)	_____	_____	_____	_____

活動内容 (Activity of People) _____

装備の喪失 (Equipment Lost) _____
乗り物の数 (Vehicles / Number)
遭遇 (Trapped) _____ 部分埋没 (Partially buried) _____
完全埋没 (Completely buried) _____ 損傷 (Damaged) _____
乗り物の種類 (Type of Vehicles) _____
建物の被害 (Structures Damaged) _____

被害額の推定 (Estimated total property loss) ¥ _____, _____, _____
推定埋没深 (Estimated Depth of Burial / m) _____ . _____ . _____ . _____
推定埋没時間 (Estimated Duration of Burial / hrs, min) _____ : _____ : _____ : _____
コメント (積雪、埋没状態、捜索救助の詳細など。必要であればページを追加してください)
(Comments / Snowpack, Burial, Search and Rescue detail, please attach additional pages if necessary) :

報告者の名前と連絡先 (詳細について雪崩ネットが連絡することが可能ですか)
(Name and Address of Reporter / Can the JAN contact you for further information?)

できるだけ早く下記へお送りください。(Please send as soon as possible to:)
特定非営利活動法人 日本雪崩ネットワーク (Japan Avalanche Network)
横浜市神奈川区西寺尾2-37-14 〒221-0001 Fax.045-430-5731 phone.045-430-5736
2-37-14, Nishiterao, Kanagawa-ku Yokohama 221-0001 Fax.045-430-5731 phone.045-430-5736
注: 報告された内容は、一般向けの啓蒙教育と情報提供のために利用されます。また、内容は要約され、日本雪崩ネットワークから公開されます。その際、報告者の名前は公開されません。(Note: This information will be used for public education and information. It may be summarized and published by the JAN. The reporter's name will not be published by the JAN)

雪崩発生レポート(詳細版)
Avalanche Involvement Report (Detailed form)



日時 (Date / year, month, day) _____
時間 (Time) _____ : _____ (24時間表示で / 24 hr clock)
場所 (Location) 区域 (Area) _____
斜面、雪崩道 (Slope, Avalanche path) _____

発生区 (Starting Zone)

標高 (Elevation / m) _____ 方位 (Aspect / e.g., NW) _____
斜度 (Incline / degrees) _____

場所の様子 (Ground Cover prior to event)

- スムース (smooth)
- 岩場 (rocky)
- 氷河 (glacier)
- 密な樹林 (dense forest)
- 疎林 (open forest)
- 不明 (not known)

雪崩発生場所 (Avalanche started at)

- 稜線 (ridge)
- 雪庇 (cornice)
- 斜面途中 (middle slope)
- 斜面途中 / 状部 (middle slope, convex)
- 岩場 (rocks)
- 不明 (not known)

走路 (Track)

局所的要素 (Confinement)

- 開放斜面 (Open Slope)
- 沢状地形 (Channel)

方位 (Aspect / e.g., NW) _____
斜度 (Incline / degrees) _____

堆積区 (Runout Zone)

標高 (Elevation / m) _____ 斜度 (Incline / degrees) _____

場所の様子 (Ground Cover prior to event)

- スムース (smooth)
- 密な樹林 (dense forest)
- 疎林 (open forest)
- 沢底 (creek bed)
- その他 (other)
- 不明 (not known)

雪崩の発生 (Start of Avalanche)

雪崩のタイプ (Failure type)

- 点発生雪崩 (loose snow)
- 面発生 (slab)
- 不明 (unknown)

滑り面 (Bed surface)

雪質 (Grain form) _____
粒径 (Grain size) _____
埋没日 (Date buried) _____

滑り面 (Bed surface)

- 新しい雪 (now snow)
- 古い雪 (old snow)
- 地表 (ground)
- 氷 (ice)
- 不明 (unknown)

破断面の規模 (Fracture dimensions)

平均の厚さ (Thickness, Average / 0.1m) _____
最大の厚さ (Thickness, Maximum / 0.1m) _____
幅 (Width / m) _____

雪崩の動態 (Motion of Avalanche)

運動形態 (Motion)

- 流れ型 (Flowing)
- 煙型 (Powder)
- 混合型 (Mixed)
- 不明 (Not known)

雪崩 / 堆積物 (Avalanche Snow in Deposit)

密度 (Density / kg/m³) _____

含水率 (Liquid water content)

- ドライ (Dry)
- モイスト (Moist)
- ウェット (Wet)

堆積の様子 (Roughness)

- なめらかで柔らかい (Fine, soft)
- なめらかで固く/パックされている (Fine, hard packed)
- 小山のように盛り上がっている (Rounded lumps)
- 尖ったブロックがある (Angular blocks)

混合物 (Contamination)

- 岩 (rocks)
- 木・小枝 (trees / branches)
- 施設等の破片 (debris from facilities / buildings)
- 特になし (clean)

雪崩の規模 (Size of Avalanche)

規模 (Size / 1.0 ~ 5.0) _____

堆積物の総量 (Amount of deposited snow / enter measurements)

長さ (Length / m) _____ 平均深 (Average Depth / m) _____
 幅 (Width / m) _____ 最大深 (Max Depth / m) _____
 体積 (Volume / m³) _____

雪崩発生時の天候 (Weather at the time of the avalanche)

気温 (Temperature) _____
 天気 (Sky conditon) _____ 降水の種類と強度 (Precipitaion) _____
 風向 (Wind direction) _____ 風速 (Wind speed) _____

最も近い気象観測所で記録された雪崩発生以前と発生日のデータ

(Weather observation at closest station on days prior to and on the day of the avalanche.)

日付 (Date)				
時間 (Time)				
最高気温 (Max.Temp / °C)				
最低気温 (Min Temp / °C)				
降水量 (Precipitation/mm)				
降雪量 (Snowfall / cm)				
積雪深 (Snowpack HS/cm)				
風速 (Wind Speed,km/hr)				
風向 (Wind Direction)				

積雪の状態 (Snow Conditions)

雪崩を発生させた層構造について重要と思われることを描写してください。

雪崩発生にもっとも近いタイミングでとったスノープロファイルを添付してください。

もし可能であれば、フラクチャープロファイル (破断面プロファイル) を添付してください。

(Note feature of the snowpack layering significant for avalanche release.

Append a snow profile taken closest to the time of the avalanche. If possible, append a fracture line profile.)

人について (People in Avalanche)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
遭遇のみ (Caught Only)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
部分埋没 (Partially buried)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
完全埋没 (Completely buried)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
怪我 (Injured)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
死亡 (Fatalities)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
救出方法 (Recovery Method)							
救出時刻 (Time of Recovery)							
埋没深 (Burial Depth)							
発生時の位置 (Position in avalanche)							
ビーコンの装着 (Wearing transceiver)							

移動形態 (Mode of Travel)

- スキー (Ski)
- スノーボード (Snowboard)
- 歩行 (On foot)
- スノーモビル (Snowmobile)
- 車両 (Road vehicle)
- その他 (Other) _____

活動内容 (Activity)

- スキー (Skiing)
- スノーボード (Snowboarding)
- ヘリスキー&スノーボード (Helicopter skiing)
- スキーツアー (Ski touring)
- 登山 (Mountain climbing)
- スノーモビル (Snowmobiling)
- その他のレクリエーション (Other recreation)
- 雪崩管理 (Avalanche control)
- 建物の内部にいた (Inside building)
- 道路を走行中 (In transit on road)

パーティの総人数 (Total number of people in party) _____

ビーコンを装着していた総人数 (Total number of people with rescue transceivers) _____

雪崩に巻き込まれた乗り物、スノーモビルを含む (Vehicles in Avalanche, include snowmobiles)

	V1	V2	V3	V4	V5	
種類 (Type)						
遭遇 (Trapped)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
部分埋没 (Partially Buried)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
埋没 (Buried)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
損傷 (Damaged)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

乗り物の損害の総額を推定してください。 _____, _____, _____ 円

建物の破損 (Structures Damaged)

建物 (Building Function)	B1	B2	B3	B4	
構造 (Construction Type)					
破損 (Damaged)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
破壊 (Destroyed)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

施設 (Facility)	リフト支柱 (Lift towers)	橋 (Bridge)	機械類 (Machinery)	燃料タンク (Fuel Tanks)
種類 (Type)				
破損数 (Number Damaged)				
破壊数 (Number Destroyed)				
落ちたケーブル長 (Length of cable down/m)				

公共物 (Utilities)	送電線 (Power line towers)	電話線 (Telephone poles)
種類 (Type)		
破損数 (Number Damaged)		
破壊数 (Number Destroyed)		
落ちたケーブル長 (Length of cable down/m)		

建物、施設、公共物の損害額を推定してください。 _____, _____, _____ 円

森林 (Forest)

破壊された森林面積 (Area of forest destroyed / ha) _____

植生 (Tree species) _____

その他の損害 (Other Damage) _____

事故の原因 (Cause of Accident)

どのようにして人や車両が雪崩に巻き込まれたのか描写してください。どのようにして事故が発生したのかも描写してください。雪崩れた斜面を、人と車両、そして目標物を入れた絵に描いて、添付してください。

(Describe how the people or vehicles come to be involved with the avalanche, i.e. how the accident happened. Add a sketch of the avalanche slope showing location of the people, vehicle and or objects.)

救助 (Rescue)

死亡者の発見 (Facilitated by)

- セルフレスキュー (Self rescue)
- 遭遇しなかったパーティ (Survivors of the party)
- その区域にいた人 (Others in the area)
- レスキュー隊 (Organized rescue)

位置の特定 (Means of location)

- 雪面にでていた (Object on surface)
- ビーコン (Transceiver)
- プローブ (Probing)
- ショベル (Shoveling)
- 犬 (Dog)
- 機械 (Machines)
- その他 (Other) _____

捜索開始時刻 (Time when search started) _____ :

捜索者数 (Number of searchers) _____

レスキュー隊 (Organized Rescue)

レスキュー隊名 (Name of Organization) _____

捜索リーダー (Rescue Leader) _____

現場での隊員 (Accident Site Commander) _____

報告者の名前、連絡先 (Name and Address of Reporter) _____

同封物 (Enclosures)

可能であれば、下記のような補足的資料を同封してください。(Include additional information that is available, such as)

- 詳細な気象観測データ (Weather observation in greater detail)
- スノープロファイル (Snow profiles)
- 雪崩が書き込まれた地図 (Map with the location of the avalanche)
- 雪崩と、人の位置、目標物がわかる絵 (Sketch map of the avalanche path showing the location of people, objects and defense structures before and after the avalanche)
- 写真 (Photographs)
- レスキュー隊が作成したレポートのコピー (A copy of the report of the rescue organization)

できるだけ早く下記へお送りください。(Please send as soon as possible to:)

特定非営利活動法人 日本雪崩ネットワーク (Japan Avalanche Network)

横浜市神奈川区西寺尾2-37-14 〒221-0001 Fax.045-430-5731 phone.045-430-5736

2-37-14, Nishiterao, Kanagawa-ku Yokohama 221-0001 Fax.045-430-5731 phone.045-430-5736

注: 報告された内容は、一般向けの啓蒙教育と情報提供のために利用されます。また、内容は要約され、日本雪崩ネットワークから公開されます。その際、報告者の名前は公開されません。(Note: This information will be used for public education and information. It may be summarized and published by the JAN. The reporter's name will not be published by the JAN)

付録C—IACSによる積雪の国際分類

IACS The International Classification for Seasonal Snow on the Ground

基本分類 Basic classification	形態分類 (Morphological classification)			物理過程および強度に関する付加情報 (Additional information on physical processes and strength)			
	副分類 Sub class	形状 Shape	コード Code	形成場所 Place of formation	物理過程 Physical process	最も重要なパラメーター Dependence on most important parameters	強度への一般的な影響 Common effect on strength
新雪 (Precipitation Particles) +			PP				
	角柱 (Columns) □	角柱状の結晶、中身が詰まっているか、もしくは中空 Prismatic crystal, solid or hollow	PPco	雲、気温逆転層 (快晴) Cloud; temperature inversion layer (clear sky)	-3°Cから-8°Cおよび-30°C以下の水蒸気中で成長 Growth from water vapour at -3 to -8°C and below -30°C		
	針 (Needles) ↔	針状、おおむね円柱に近い Needle-like, approximately cylindrical	PPnd	雲 Cloud	-3°Cから-5°Cおよび-60°C以下の水蒸気中で成長 Growth from water vapour at high super-saturation at -3 to -5°C and below -60°C		
	角板 (Plate) ⬠	角板状、ほとんどが六角形 Plate-like, mostly hexagonal	PPpl	雲、気温逆転層 (快晴) Cloud; temperature inversion layer (clear sky)	0°Cから-3°Cおよび-8°Cから-70°Cの水蒸気中で成長 Growth from water vapour at 0 to -3°C and -8 to -70°C		
	星状、樹枝状 (Stellars, Dendrites) ✳	六方の星状、平面もしくは立体 Six-fold star-like, planar or spatial	PPsd	雲、気温逆転層 (快晴) Cloud; temperature inversion layer (clear sky)	0°Cから-3°Cおよび-12°Cから-16°Cの水蒸気中で成長 Growth from water vapour at high supersaturation at 0 to -3°C and at -12 to -16°C		
	不規則結晶 (Irregular crystals) ⌘	とても小さな結晶が集まったもの Clusters of very small crystals	PPir	雲 Cloud	変化の激しい環境下で成長する多結晶体 Polycrystals growing in varying environmental conditions		
	あられ ✱	多量の雲粒が付着した粒子、球形、円錐形、六角形、もしくは不規則な形状 Heavily rimed particles, spherical, conical, hexagonal or irregular in shape	PPgp	雲 Cloud	過冷却水滴の付着によって多量の雲粒が付着した粒子 粒子径: ≤ 5mm Heavy riming of particles by accretion of supercooled water droplets Size: ≤ 5mm		

形態分類 (Morphological classification)		物理過程および強度に関する付加情報 (Additional information on physical processes and strength)					
基本分類 Basic classification	副分類 Sub class	形状 Shape	コード Code	形成場所 Place of formation	物理過程 Physical process	最も重要なパラメーター Dependence on most important parameters	強度への一般的な影響 Common effect on strength
	ひょう (Hail) ▲	半透明もしくは白濁した薄い層構造を持ち、ガラス状の表面 Laminar internal structure, translucent or milky glazed surface	PPI	雲 Cloud	過冷却水滴の付着によって成長する 粒径 > 5 mm Growth by accretion of supercooled water Size: > 5 mm		
	凍雨 (Ice pellets) △	透明、たいていは小さな球形 Transparent, mostly small spheroids	PIp	雲 Cloud	雨滴の凍結もしくは、大部分が融解した雪片(みぞれ)の再凍結したもの: あられもしくは、が薄い氷板に覆われたもの(小さなひょう); 大きさ: ≤ 5 mm Freezing of raindrops or refreezing of largely melted snow crystals or snowflakes (sleet) Graupel or snow pellets encased in thin ice layer (small hail) Size: both ≤ 5 mm		
	ライム (Rime) ▽	不規則に付着もしくは、風上側に細く広がって突き出た長い円錐や針状 Irregular deposits or longer cones and needles pointing into the wind	PPm	露出した物体の表面 Onto surface as well as on freely exposed objects	過冷却状態にある霧の小さな雲粒が付着し凍結する 形成過程が十分に長く続けば、積雪表面において薄く積れやすいクラストが形成される Accretion of small, supercooled fog droplets frozen in place. Thin breakable crust forms on snow surface if process continues long enough	霧の密度の増加および風への暴露 Increase with fog density and exposure to wind	

注意: -ダイヤモンドダストは、降水形態の更に進んだもので、しばしば極地で観測される。

-硬いライムは、柔らかいライムに比べて小さく不定形であり、ガラス状の円錐または水の羽毛を作る(AMS)。

-上記の副分類は、大気中で観測されるすべての粒子と結晶の種類を含んでいない。より包括的な範囲については以下の参考文献を参照。

参考文献: Magono & Lee, 1996; Bailey & Hallett, 2004; Dovgalko & Pershina, 2005; Libbrecht, 2005

人工雪 (Machine Made snow) ◎	丸みのある多結晶の粒子 (Round polycrystalline particles) ◎	小さな球形の粒子、しばしば典型的な突起を持つ、凍結過程の結果；部分的に中空 Small spherical particles, often showing protrusions, a result of the freezing process; may be partially hollow	MM	MM/rp	大気中、地表面付近 Atmosphere, near surface	機械で作られた雪、小さな水滴が表面から内部へ凍ったもの Machined snow, i.e., freezing of very small water droplets from the surface inward	含水率は主に気温と湿度に依存するが、雪の密度および粒径にもまた依存する Liquid water content depends mainly on air temperature and humidity but also on snow density and grain size	乾燥した状況において、急速な焼結は急速な強度の増加をもたらす In dry conditions, quick sintering results in rapid strength increase
	砕かれた氷粒子 (Crushed ice particles) ①	破片のような氷の皿 Ice plates, shard-like	MM/cp	MM/cp	製氷機 Ice generators	機械で作られた氷、粉砕と空気による散布により製造された氷の薄片 Machined ice, i.e., production of flake ice, subsequent crushing, and pneumatic distribution	すべての気象条件で製造可能 All weather safe	

参考文献: Fauve et al., 2002

こしり雪 (Decomposing and fragmented precipitation particles) /	部分的に分解した降雪結晶 (Partly decomposed precipitation particles) /	降雪結晶の形状の特徴がまだ識別できない；しばしば部分的に丸みを帯びている Characteristic shapes of precipitation particles still recognizable; often partly rounded.	DF	DF/c	積雪内、積雪表面付近の積雪直後の雪、通常は乾燥 Within the snowpack; recently deposited snow near the surface, usually dry	表面自由エネルギーを減少させるための表面積の減少や、ときには弱い風による破片化もまた、初期の分解をもたらす Decrease of surface area to reduce surface free energy; also fragmentation due to light winds lead to initial break up	分解速度は、雪温と温度勾配の減少と共に減少する Speed of decomposition decreases with decreasing snow temperatures and decreasing temperature gradients	初期強度の低下の後の焼結による結合力の回復は、分解の過程による。 Regains cohesion by sintering after initial strength decreased due to decomposition process
	風により砕かれた降雪結晶 (Wind-broken precipitation particles) /	降雪結晶の破片 Shards or fragments of precipitation particles	DF/bk	DF/bk	積雪表面の層、大部分は降雪直後の雪 Surface layer, mostly recently deposited snow	跳躍粒子は、風によって砕かれ緻密化される。しばしば密に緻密化される；破片化はしばしば球形化（しまり雪化：rounding）によって起こる Saltation particles are fragmented and packed by wind, often closely; fragmentation often followed by rounding	破片化と緻密化は、風速の増加と共に増加する Fragmentation and packing increase with wind speed	急速な焼結は、急速な強度の増加をもたらす Quick sintering results in rapid strength increase

形態分類 (Morphological classification)		物理過程および強度に関する付加情報 (Additional information on physical processes and strength)					
基本分類 Basic classification	副分類 Sub class	形状 Shape	コード Code	形成場所 Place of formation	物理過程 Physical process	最も重要なパラメーター Dependence on most important parameters	強度への一般的な影響 Common effect on strength
しまり雪 (Rounded Grains)	小さな丸みを帯びた粒子 (Small rounded particles)	丸みを帯びている、しばしば細長い、粒径 < 0.25 mm 十分に焼結している Rounded, usually elongated particles of size < 0.25 mm; highly sintered	RG	積雪内、乾雪 Within the snowpack; dry snow	粒子数の緩やかな減少および、平均粒径の増加によって比表面積が減少する。小さな平衡成長形態 Decrease of specific surface area by slow growth rate due to increase of mean grain diameter. Small equilibrium growth form	成長速度は雪温の増加と共に増加する、空隙の小さな密度の高い雪ほど、成長は遅い Growth rate increases with increasing temperature; growth slower in high density snow with smaller pores	雪粒子の焼結による強度 [1] 強度は時間や沈降、粒径の減少によって増加する Strength due to sintering of the snow grains [1]. Strength increases with time, settlement and decreasing grain size
	大きな丸みを帯びた粒子 (Large rounded particles)	丸みを帯びている、しばしば細長い、粒径 > 0.25 mm 十分に焼結している Rounded, usually elongated particles of size > 0.25 mm; well sintered	RGlr	積雪内、乾雪 Within the snowpack; dry snow	小さな温度勾配による粒子間の水蒸気の拡散、超過水蒸気密度は、キネティック成長を引き起こす臨界値以下にとどまることを意味する。大きな平衡成長形態 Grain-to-grain vapour diffusion due to low temperature gradients, i.e., mean excess vapour density remains below critical value for kinetic growth. Large equilibrium growth form	同上 Same as above	同上 Same as above
	ウインドパッキング (Wind packed)	小さい、破壊されているか、もしくは摩擦されている、密に緻密化された粒子; 十分に焼結している Small, broken or abraded, closely-packed particles; well sintered	RGwp	積雪表面の層、乾雪 Surface layer; dry snow	風による輸送によって緻密化および破片化された、跳躍層の中で互いの相互作用によって丸みを帯びた雪粒子。硬く、しかし通常は壊れやすいウインドクラスタか、より厚いウインドスラブのどちらかに成長する Packing and fragmentation of wind transported snow particles that round off by interaction with each other in the saltation layer. Evolves into either a hard but usually breakable wind crust or a thicker wind slab. (see notes)	硬度は風速の増加、粒径の減少、適度な気温によって増加する Hardness increases with wind speed, decreasing particle size and moderate temperature	多数の接触や、小さい粒径は、焼結によって急速に強度が増加する原因となる High number of contact points and small size causes rapid strength increase through sintering
	角張った丸みを帯びた粒子 (Faceted rounded particles)	こしもざらめ雪へ成長中の丸みを帯びた、たいていは楕円形の粒子 Rounded, usually elongated particles with developing facets	RGxf	積雪内、乾雪 Within the snowpack; dry snow	超過水蒸気密度の平均値が、キネティック成長の臨界値を超えた場合に、成長形態は変化するため、この成長途中の形態は、温度勾配の増加によって、こしもざらめ雪へと成長する Growth regime changes if mean excess vapour density is larger than critical value for kinetic growth. Accordingly, this transitional form develops facets as temperature gradient increases	粒子は、温度勾配の増加に応じて、変化する Grains are changing in response to an increasing temperature gradient	結合部の数の減少は、強度を減少させる Reduction in number of bonds may decrease strength

注意: ウインドクラスタおよびウインドスラブともに、小さく、破壊または摩擦され、密に緻密化され、十分に焼結した粒子からなる層である。ウインドクラスタは、薄い不規則な層に対して、ウインドスラブは比較的厚く、しばしば密度が高い積雪層で、通常は風下斜面で見られる。
- 両方の積雪層は、適切な粒径、硬度、および/または密度に従って、副分類のRGwpまたはRGsrとして表されることができ。
- もし、粒径が約1mm以下であれば、観測者はRGxfとFCxrとの形成過程の違いについて考慮する必要がある。
参考文献: [1] Colbeck, 1997

<p>こしもぢらめ雪 (Faceted Crystals)</p> <p>□</p>	<p>中身の詰まった角張った粒子 (Solid faceted particles)</p> <p>□</p>	<p>中身の詰まった角張った結晶; 通常は六角柱 (Solid faceted crystals; usually hexagonal prisms)</p>	<p>FC</p>	<p>積雪内; 乾雪 Within the snowpack; dry snow</p>	<p>十分に大きな温度勾配によって、粒子間の水蒸気拡散が駆動される。このことは、超過水蒸気密度が、キネティック成長の臨界値を越えることを意味する Grain-to-grain vapour diffusion driven by large enough temperature gradient. i.e., excess vapour density is above critical value for kinetic growth</p>	<p>成長速度は、温度や温度勾配の増加、密度の減少によって増加する; 高い密度では空隙が小さいため、大きな粒子へは成長しない Growth rate increases with temperature, increasing temperature gradient, and decreasing density; may not grow to larger grains in high density snow because of small pores</p>	<p>強度は、成長度および粒径の増加により減少する Strength decreases with increasing growth rate and grain size</p>
<p>表面付近の角張った粒子 (Near surface faceted particles)</p> <p>☑</p>	<p>表面の層にある角張った結晶 (Faceted crystals in surface layer)</p>	<p>積雪表面付近の大きな温度勾配により、新雪 (PP) または、こしめり雪 (DFdc) から直接成長したもの [1] を参照) の、成長の初期段階 (PP) or Decomposing and Fragmented particles (DFdc) due to large, near-surface temperature gradients [1] Solid kinetic growth form (see FCso above) at early stage of development</p>	<p>FCso</p>	<p>積雪内; 乾雪 Within the snowpack but right beneath the surface; dry snow</p>	<p>中身の詰まったキネティック成長形態、鋭い輪郭や角だけでなく、ガラス状で滑らかな面を持つ中身の詰まった結晶 Solid kinetic growth form, i.e., a solid crystal with sharp edges and corners as well as glassy, smooth faces</p>	<p>温度勾配の正負は周期的に変化するが、絶対値は大きな値を持つ Temperature gradient may periodically change sign but remains at a high absolute value</p>	<p>強度が低い雪 Low strength snow</p>
<p>丸みをおびている角張った粒子 (Rounding faceted particles)</p> <p>Ⓐ</p>	<p>丸みをおびている面や角をもった、角張った結晶 (Faceted crystals with rounding facets and corners)</p>	<p>FCsf</p>	<p>積雪内; 乾雪 Within the snowpack; dry snow</p>	<p>温度勾配の減少によって比表面積が減少している過渡的な形態の傾向を持つ; 結晶の角および輪郭は丸みをおびている Trend to a transitional form reducing its specific surface area; corners and edges of the crystals are rounding off</p>	<p>温度勾配の減少は、成長度および粒径の増加により減少する Strength decreases with increasing growth rate and grain size</p>	<p>強度が低い雪 Low strength snow</p>	<p>強度が低い雪 Low strength snow</p>

注意: 観測者が積雪の時間発展を熟知していない限り、FCsfは一度埋没すると、FCsoとはっきりと区別することは困難である。
 - FCxrは通常、1mmよりも大きい結晶として、明らかに特定することができる。しかしながら、比較的小さな粒子において、観測者はRGxtとFCxrとの形成過程の違いについて考慮する必要がある。
 参考文献: [1] Birkeland, 1998

形態分類 (Morphological classification)		物理過程および強度に関する付加情報 (Additional information on physical processes and strength)					
基本分類 Basic classification	副分類 Sub class	形状 Shape	コード Code	形成場所 Place of formation	物理過程 Physical process	最も重要なパラメーター Dependence on most important parameters	強度への一般的な影響 Common effect on strength
しもざらめ雪 (Depth Hoar) ∧	中空のコップ (Hollow cups) ∧	筋のある、中空で骸晶状の結晶； 通常はコップ状 Striated, hollow skeleton type crystals; usually cup-shaped	DH	積雪内；乾雪 Within the snowpack; dry snow	十分に大きな温度勾配によって、粒子間の水蒸気拡散が駆動される。このことは、超過水蒸気密度が、キネティック成長の臨界値を越えていることを意味する。 Grain-to-grain vapour diffusion driven by large temperature gradient, i.e., excess vapour density is well above critical value for kinetic growth.	FCsoを参照 See FCso.	通常は脆いが、強度は密度の増加とともに増加する Usually fragile but strength increases with density
	中空の角柱 (Hollow prisms) □	角柱、ガラス状の面を持つが少しだけ筋のある中空で骸晶状の結晶 Prismatic, hollow skeleton type crystals with glassy faces but few striations	DHcp	積雪内；乾雪 Within the snowpack; dry snow	中空または部分的に自身の詰まったコップ状のキネティック成長の結晶の形態 Formation of hollow or partly solid cup-shaped kinetic growth crystals [1]	長い期間における高い再結晶速度および低い密度は、形成を促進する High recrystallization rate for long period and low density snow facilitates formation	結合はとても乏しい May be very poorly bonded
	連鎖したしもざらめ雪 (Chains of depth hoar) ∧	鎖状に配列された、中空で骸晶状の結晶； Hollow skeleton type crystals arranged in chains	DHch	積雪内；乾雪 Within the snowpack; dry snow	雪は完全に再結晶化されている；粒子間の鎖状の配置；大部分の横方向の列との結合は、結晶の成長中に消滅する Snow has completely recrystallized; intergranular arrangement in chains; most of the lateral bonds between columns have disappeared during crystal growth	長い期間における高い再結晶速度および低い密度は、形成を促進する High recrystallization rate for long period and low density snow facilitates formation	とても脆い雪 Very fragile snow
	筋のある大きな結晶 (Large striated crystals) A	大きく、しっかり筋がついた結晶、中身の詰まった状態か、骸晶状のどちらか Large, heavily striated crystals; either solid or skeleton type	DHla	積雪内；乾雪 Within the snowpack; dry snow	上記で示した初期段階から成長したもの、新しい結晶としての結合が発生し始める[2] Evolves from earlier stages described above; some bonding occurs as new crystals are initiated [2]	他の雪の結晶よりも長い時間を必要とする；低い密度の雪における、長い期間の大きな温度勾配を必要とする Longer time required than for any other snow crystal; long periods of large temperature gradient in low density snow are needed	強度は回復する Regains strength
	丸みを帯びたしもざらめ雪 (Rounding depth hoar) ∧	鋭い輪郭や角、筋が丸みを帯びた、中空の骸晶状の結晶 Hollow skeleton type crystals with rounding of sharp edges, corners, and striations	DHxr	積雪内；乾雪 Within the snowpack; dry snow	温度勾配の減少によって比表面積は減少する変態の傾向を持つ；結晶の角や輪郭が丸みを帯びる；表面は、筋状や階段状の凹凸を失う Tend to a form reducing its specific surface area; corners and edges of the crystals are rounding off; faces may lose their relief, i.e., striations and steps disappear slowly. This process affects all subclasses of depth hoar	温度勾配の減少に応答して結晶は丸みをおびていく Grains are rounding off in response to a decreasing temperature gradient	強度は回復する May regain strength

注意：DHおよびFCの結晶は、極地の積雪中やウインバドスラブのような、密度が300kg m⁻³よりも大きな雪においても成長する。これは、“かたいしもざらめ雪”もしくは“かたしもざらめ雪”と呼ばれる[3]。
参考文献：[1] Akitaya, 1974; Marbouty, 1980; Fukuzawa & Akitaya, 1993; Baunach et al., 2001; [2] Strum & Benson, 1997; [3] Akitaya, 1974; Benson & Strum, 1993

表面霜 (Surface Hoar) ▽		SH		SHs		SHc		SHr			
表面霜結晶 (Surface hoar crystals) ▽	筋のある、通常は平らな結晶、時に針状 Striated, usually flat crystals; sometimes needle-like	SHs	一般に、気温よりも冷たい積雪表面: 時に、表面から露出た物体 (注意書きを参照) Usually on cold snow surface relative to air temperature; sometimes on freely exposed objects above the surface (see notes)	積雪表面における、大気から積雪表面への急速な水蒸気移動による、急速なキネティック成長の結晶; 放射冷却によって周囲の気温よりも冷やされた積雪表面 Rapid kinetic growth of crystals at the snow surface by rapid transfer of water vapour from the atmosphere toward the snow surface; snow surface cooled to below ambient temperature by radiative cooling	積雪表面の、気温以下への冷却の増加および、大気の相対湿度の増加は、井小川の近くのような水蒸気勾配の高い場所において、大きな羽毛のような結晶は成長する Both increased cooling of the snow surface below air temperature as well as increasing relative humidity of the air cause growth rate to increase. In high water vapour gradient fields, e.g., near creeks, large feathery crystals may develop	SHc	空洞霜は、積雪中の大きな空間で見つかる。例えば、樹幹付近や、埋没した灌木 [1]、クレバス霜は、クレバスや低温室、ボリーングによる穴などのような大きく冷たい空間で見つかる。 Cavity hoar is found in large voids in the snow, e.g., in the vicinity of tree trunks, buried bushes [1] Crevasse hoar is found in any large cooled space such as crevasses, cold storage rooms, boreholes, etc.	キネティック成長による結晶は、穂やがで静かで水蒸気が付着することができるような、大きな冷やされた空間が形成されるか、存在する場所であれば、どこでも形成される [2] kinetic growth of crystals forming anywhere where a cavity, i.e., a large cooled space, is formed or present in which water vapour can be deposited under calm, still conditions [2]	積雪表面の減少する変態の傾向をもつ; 結晶の角や輪郭が丸みを帯びる; 表面は、筋状や階段状の凹凸を失う Trend to a form reducing its specific surface area; corners and edges of the crystals are rounding off; faces may lose their relief, i.e., striations and steps disappear slowly	脆弱、極端にせん断強度が低い; 冷たい乾雪中に埋没した場合、強度の低い状態が持続する期間が延長される Fragile, extremely low shear strength; strength may remain low for extended periods when buried in cold dry snow	強度は回復する May regain strength
丸みを帯びた表面霜 (Rounding surface hoar) ▽	鋭い輪郭や角、筋が丸みを帯びた、表面霜の結晶 Surface hoar crystal with rounding of sharp edges, corners and striations	SHr	積雪内、乾雪 Within the snowpack; dry snow	比表面積が減少する変態の傾向をもつ; 結晶の角や輪郭が丸みを帯びる; 表面は、筋状や階段状の凹凸を失う Trend to a form reducing its specific surface area; corners and edges of the crystals are rounding off; faces may lose their relief, i.e., striations and steps disappear slowly	温度勾配の減少にตอบสนองして結晶は丸みをおびていく Grains are rounding off in response to a decreasing temperature gradient						

注意: 板、コップ状、渦巻状、針、柱、樹枝状または混合型と呼ばれる、より正確な表面霜の形状について注意することは重要である [3]。複数日における成長もまた明記すべきである。

- 露出した物体に付着する表面霜は、南極の島において堆積の實質的な部分を形成する。この霜の種類は、エアホア (air hoar) と呼ばれる [12] および AMS を参照。
- クレバスにある霜の結晶はしもざらめ雪と、とても類似している。

参考文献: [1] Akitaya, 1974; [2] Seligman, 1936; [3] Jamieson & Schweizer, 2000

形態分類 (Morphological classification)		物理過程および強度に関する付加情報 (Additional information on physical processes and strength)				
基本分類 Basic classification	副分類 Sub class	形状 Shape	形成場所 Place of formation	物理過程 Physical process	最も重要なパラメーター Dependence on most important parameters	強度への一般的な影響 Common effect on strength
ざらめ雪 (Melt Forms)						
○	クラスタ化した丸みを帯びた粒子 (Clustered rounded grains)	氷同士の大粒が結合によって保持された、クラスタ化した丸みを帯びた結晶。水は、3つの結晶の間、または2つの粒子の境界の内部の網目状の部分に存在する Clustered rounded crystals held by large ice-to-ice bonds; water in internal veins among three crystals or two grain boundaries	積雪表面もしくは積雪内; 湿雪 At the surface or within the snowpack; wet snow	含水率の低い湿雪 (懸垂領域)、自由水を保持していることを意味する; クラスタ化した形態は、表面の自己エネルギーを最小にする Wet snow at low water content (pendular regime), i.e., holding free liquid water; clusters form to minimize surface free energy	融雪水は浸透できる; 過剰な水はMFslへ導き、初めでの凍結へMFpcを導く Meltwater can drain; too much water leads to MFsl; first freezing leads to MFpc	氷同士の結合は、強度を与える Ice-to-ice bonds give strength
	丸みを帯びた多結晶 (Rounded polycrystals)	個々の結晶が、自身の詰まった多結晶粒子中で凍結される湿雪が再凍結のどちらか Individual crystals are frozen into a solid polycrystalline particle, either wet or refrozen	積雪表面もしくは積雪内 At the surface or within the snowpack	網目状に存在する水が凍結する時に、融解凍結のサイクルは、多結晶を形成する; 含水率の低い湿雪 (懸垂領域)か、再凍結 Melt-freeze cycles form polycrystals when water in veins freezes; either wet at low water content (pendular regime) or refrozen	粒径は融解凍結のサイクルの数によって増加する; 放射透過はMFclへ戻す; 過剰な水はMFslへ導く Particle size increases with number of melt-freeze cycles; radiation penetration may restore MFcl; excess water leads to MFsl	凍結した状態では強度は高い 湿った状態では強度は弱い 融解凍結のサイクルの回数により強度は増す High strength in the frozen state; lower strength in the wet state; strength increases with number of melt-freeze cycles
	スラッシュ (Slush)	完全に水に浸った、分離した丸まった粒子 Separated rounded particles completely immersed in water	水で飽和、水に浸った雪; 積雪内の土壌の上または氷板の上、大雪の後の、水に浮いた粘性のある雪の塊 Water-saturated, soaked snow; found within the snowpack, on land or ice surfaces, but also as a viscous floating mass in water after heavy snowfall.	含水率の高い湿雪 (網目領域); 乏しい結合、完全に丸みを帯びた単結晶および多結晶、水と氷の形態は熱力学平衡にある Wet snow at high liquid water content (funicular regime); poorly bonded, fully rounded single crystals — and polycrystals — form as ice and water are in thermodynamic equilibrium	水の浸透は、キャピラリーバリアーや不透水層、地面によって妨げられる; 高いエネルギーは太陽放射、高い気温、水の浸透 (降雨) によって供給される Water drainage blocked by capillary barrier, impermeable layer or ground; high energy input to the snowpack by solar radiation, high air temperature or water input (rain)	結合の減少によって強度は小さくなる Little strength due to decaying bonds
	融解凍結クラスト (Melt-freeze crust)	融解凍結した多結晶が認識できるクラスト Crust of recognizable melt-freeze polycrystals	積雪表面 At the surface	積雪や降雨によって湿った後に再凍結した湿雪の表面における、融解凍結による多結晶のクラスト; 湿雪が再凍結した雪のどちらか Crust of melt-freeze polycrystals from a surface layer of wet snow that refroze after having been wetted by melt or rainfall; found either wet or refrozen	粒径および密度は、融解凍結のサイクルの数によって増加する Particle size and density increases with number of melt-freeze cycles	強度は融解凍結のサイクルの数によって増加する Strength increases with number of melt-freeze cycles

注意: 融解凍結クラスト MFcrは、最大でも厚さ数cm程度の層を表面において形成する。通常、氷点下の積雪の上部で形成する。丸みを帯びた多結晶 MFpcは、積雪内において多く形成する。

MFcrは通常、MFpcよりも多くの再凍結する水を含んでおり、MFclへは戻らない。

- MFcrおよびMFpcともに、認識可能な少数の他の形状 (FCおよびDHからの著しく大きなキネティック成長形態) を含んでいる。

- MFcrの使用例のガイドラインを参照。

氷 (Ice Formations)			IF				
氷板 (Ice layer) ■	氷板	積雪内 Within the snowpack	IFli	積雪内 Within the snowpack	周囲の氷点下の雪 (<0°C) の雪を意味する)への熱伝導による水平なキャピラリー層に沿って凍結する冷たい雪への、表面からの雨水や融雪水の浸透; 氷板は通常、いくらかの透水性を保持する Rain or meltwater from the surface percolates into cold snow where it refreezes along layer-parallel capillary barriers by heat conduction into surrounding subfreezing snow, i.e., snow at T < 0°C; ice layers usually retain some degree of permeability	水の浸透のタイミング、融雪、および再凍結のサイクルに依存する; 粗い粒子の積雪層の上に、細かい粒子の積雪層に対して、より適当である Depends on timing of percolating water and cycles of melting and refreezing; more likely to occur if a stratification of fine over coarse-grained layers exists	氷板は強いが、ひとたび完全に濡ると強度が低下する Ice layers are strong but strength decays once snow is completely wetted
氷柱 (Ice column) ■	氷柱	積雪層内 Within snowpack layers	IFic	積雪層内 Within snowpack layers	水みち中の浸透水の、周囲の氷点下の雪 (T<0°C) への熱伝導による凍結 Draining water within flow fingers freezes by heat conduction into surrounding subfreezing snow, i.e., snow at T < 0°C	雪が高度に成層している場合、水みちはより形成されやすい; 雪がとても冷たい場合 Flow fingers more likely to occur if snow is highly stratified; freezing enhanced if snow is very cold	
底面氷 (Basal ice) ■	底面氷	積雪底面 Base of snowpack	IFbi	積雪底面 Base of snowpack	融雪水は、下層の上に溜まり、冷たい下層への熱伝導によって凍結する Melt water ponds above substrate and freezes by heat conduction into cold substrate	下層が不透水層で、とても冷たい場合には形成は増す Formation enhanced if substrate is impermeable and very cold, e.g., permafrost	弱いスラッシュの層が上部に形成される Weak slush layer may form on top
レインクラスト (Rain crust) =	薄い、透明な氷もしくは表面の透明なフィルム状の水 Thin, transparent glaze or clear film of ice on the surface	積雪表面 At the surface	IFrc	積雪表面 At the surface	雪面での降雨の凍結に起因し表面の薄いガラス状の水が形成される Results from freezing rain on snow; forms a thin surface glaze	雨滴は過冷却されなければならないが、凍結前に合併する Droplets have to be supercooled but coalesce before freezing	薄く壊れやすいクラスト Thin breakable crust
サンククラスト、フィルムシユビーゲル (Sun crust, Firmspiegel) —	薄い、輝いた氷もしくは表面の透明なフィルム状の水 Thin, transparent and shiny glaze or clear film of ice on the surface	積雪表面 At the surface	IFsc	積雪表面 At the surface	表面での積雪層からの融雪水は、放射冷却によって表面で再凍結する; 形成された薄氷における短波吸収の減少は、下層の積雪中における温室効果を高める; 追加された水蒸気は薄氷の下に凝結する [1] Melt water from a surface snow layer refreezes at the surface due to radiative cooling; decreasing shortwave absorption in the forming glaze enhances greenhouse effect in the underlying snow; additional water vapour may condense below the glaze [1]	快晴 (放射冷却) や氷点下の気温、強い太陽放射の状況で形成される; 融解凍結クラスト MFcr とは異なる Builds during clear weather, air temperatures below freezing and strong solar radiation; not to be confused with melt-freeze crust MFcr	薄く壊れやすいクラスト Thin breakable crust

注意: 空隙の大きな雪とは反対に、氷の形態において空隙は通常、輻がつかおらず、個々の粒子は認識できない。それにもかかわらず、特に凍っている時には、いくらかの透水性は保持するが、空隙のある多くのざらめ雪よりも、透水性は低い。

- 降雨や太陽放射は最も多く見られる融解凍結クラスト MFcr の形成の原因である。

- アイスレンズや凍結した水みちのような不連続な氷体は、適切な注意により確認することができる。

参考文献: [1] Ozeki & Akitaya, 1998

Symbols and Abbreviations

シンボル	用語	単位
E	粒径 (Grain Size)	mm
F	粒子の形態／雪質 (Grain Form)	
H	垂直方向の高さ (Vertical co-ordinate [line of plumb])	cm、m
HN24	降雪深／日 (Hight of new snow [daily])	cm
HNW	降雪水量 (Water equivalent of new snow layer)	mm
HS	積雪深 (Total height of snow pack)	cm
HSW	積雪水量 (Water equivalent fo snow pack)	mm
HW	1つの雪層の相当水量 (Water equivalent of a layer)	mm
L	層の厚さ／垂直方向 (Layer thickness [measured vertically])	mm、cm、m
P	貫入深 (Penetrability)	cm
PF	靴底貫入深 (Depth of foot penetration)	cm
PS	スイス・ラムゾンデによる貫入深 (Depth of penetration by Swiss ramsonde)	cm
R	硬度の指標 (Hradness Index)	N (ラムゾンデ使用時)
T	雪温 (Temperature of snow)	°C
Ta	気温 (Temperature of air)	°C
Tg	地表温度 (Temperature of gound)	°C
T10	雪面下10cm 深の雪温 (Temperature of snow at 10cm below surface)	°C
Δp	貫入深の変化 (Change in penetration)	cm
ε	ひずみ (Strain [epsilon])	無単位 (dimensionless)
θ	含水率 (Liquid water content [theta])	% (体積に対して)
ρ	密度 (Density [rho])	kg / m ³
σ	応力 (Stress [sigma])	Pa
Σ	強度 (Strength [Siguma])	Pa
ψ	斜度 (Inclination [psi])	度 (degree)

E.1 密度 (Density)

以前の本書のカナダ版 (1989年以前に発刊されたもの) では「比重」として解説していました。しかし、この比重という用語は現在では使われていません。比重として記録されている古いデータは、密度 (kg/m^3) と同じ単位として評価、以下のようにして密度に換算することができます。

$$\text{密度 (kg / m}^3\text{)} = \text{比重} \times 1000$$

$$\text{例、比重} 0.15 = 150 \text{ kg / m}^3$$

E.2 大気圧 (Barometric Pressure)

大気圧はヘクトパスカル (hPa) を単位として表されます。
他の単位系からヘクトパスカルに換算するには以下の乗数を用います。

他の単位系	ヘクトパスカルに換算するための乗数
キロパスカル	10
ミリバール (mb)	1
ミリメータ (mmHg)	1.33
水銀柱の高さ (inches)	33.86

E.3 応力と強度 (Stress and Strength)

雪崩に関わる雪の強度は0.1 kPa から始まって上限が100 kPa までの範囲に広がっています。

他の単位系	キロパスカルに換算するための乗数
パスカル	0.001
ニュートン/ m^2 (N/m^2)	0.001
g/cm^2	0.0981

E.4 衝撃圧 (Impact Pressures)

衝撃圧は一般に平方メートルあたりにかかるトン (数) で表されます。さらに正確に言えば、その単位はトン重/m²となります。McClung and Schaerer,1993の付録Aを参照してください。

単位系	キロパスカルに換算するための乗数
トン/m ²	9.81

E.5 風速 (Wind Speed)

風速はm/sで表されます。

他の単位系からm/sに換算するには以下の乗数を使用します。

他の単位系	m/sに換算するための乗数
km/hr	0.28
ノット	1.94
miles/hour	2.24

付録F—雪崩ハザード評価で使用する用語

Avalanche Hazard Evaluation

F.1 状況設定 (Establish the Context)

雪崩ハザード評価は、係る業務に適応させつつ、空間スケールと時間スケールを考慮した状況設定を行います。

空間スケール

•地形特徴 •雪崩道 •山 •山城 •連峰 •地方 •その他

時間スケール

•現在 •時間 •日 •週 •年 •その他

F.2 誘発感度 (Sensitivity to Triggers)

定義された空間スケールにおいて、どのような種類のきっかけが雪崩を発生させるのか、その誘発感度を決定します。雪崩の規模は問いません。

感度 Sensitivity	自然発生	人的誘発	爆発物での誘発		雪庇誘発
			大きさ	結果	
反応なし Unreactive	雪崩なし	雪崩なし	とても大きな爆発物	スラブなし	大きな雪庇でも面発生なし
鈍い Stubborn	少し	誘発は困難	大きな爆発物とエアブラスト	いくつか	大きなもの
反応する Reactive	多少	小さい加重で容易に誘発	単体のハンドチャージ	多い	中程度のもの
敏感 Touchy	多数	ほぼ確実	どのようなサイズでも	多数	どのような大きさでも
観察の説明	自然発生雪崩	人間1名での誘発の容易さ	爆発物の大きさと効果		雪庇の大きさと誘発する面発生雪崩

F.3 空間分布 (Spatial Distribution)

定義された空間スケールに存在する不安定性の密度と分布を決定します。

分布 Distribution	密度	根拠
孤立 Isolated	不安定性は疎らに点在しており、普通の間所では見つからない	根拠は乏しく発見は難しい
特定 Specific	不安定性は地形内の特定の場所には存在している	根拠は存在するが常に明瞭なわけではない
広範囲 Widespread	不安定性は多くの場所で見られる	根拠は多数の場所にあり発見は容易である

F.4 誘発の可能性 (Likelihood of Triggering)

定義された空間スケールでの誘発の可能性を、誘発感度と空間分布を組み合わせて評価します。

誘発の可能性	説明
確実 Certain	広範囲で雪崩が発生する、あるいはさらなる少しの荷重が加わるだけで雪崩が発生すると予想できる。積雪は、ほとんどの地域で非常に不安定。可能性は100%に近い。
とても可能性が高い Very Likely	広範囲で、さらなる少しの荷重が加わることにより、雪崩が発生する可能性がある。自然発生の雪崩が、特定の場所で発生する可能性がある。積雪は、ほとんどの場所で不安定。多くの場所で、誘発の可能性がとても高い。
可能性が高い Likely	特定の地形形状に小さい荷重が加わることで、雪崩が発生するかもしれない。いくつかの自然発生の雪崩が、特定の地形形状で発生する。不安定性は、特定の地形形状に孤立している。特定地形での誘発の可能性は50%より高い。
ありうる Possible	孤立した地形形状に大きな荷重が加わることで、雪崩は発生するかもしれない。自然発生の雪崩は一般的に予想されない。多くの場所で誘発の可能性は低い。
可能性が低い Unlikely	普通の状態では雪崩は発生しない。孤立した地形形状あるいはそのような地形に非常に大きな荷重が加わった時にのみ、雪崩は発生するかもしれない。積雪はほぼ安定。ほとんどの場所で、誘発の可能性はとても低い(しかしゼロではない)。






付録G—雪崩危険度区分

Avalanche Danger Scale

雪崩危険度は可能性・規模・分布によって決定されます。雪山での安全な行動は、訓練と経験が必要です。あなたは、どのような場所を、いつ、どのように移動するかによって、ご自身のリスクをコントロールするのです。

North American Public Avalanche Danger Scale

日本雪崩ネットワーク 2017

雪崩危険度 Danger Level	行動のアドバイス Travel Advice	雪崩の可能性 Likelihood of Avalanches	規模と分布 Size & Distribution
極めて高い Extreme 5 	すべての雪崩地形を避ける。 Avoid all avalanche terrain.	自然発生および誘発の雪崩が確実に起こる。 Natural and human triggered avalanches certain.	大きな雪崩から非常に大きなものまで多数の場所で発生。 Large to very large avalanches in many areas.
高い High 4 	非常に危険な雪崩コンディション。雪崩地形内の行動は勧められない。 Very dangerous avalanche conditions. Travel in avalanche terrain not recommended.	自然発生雪崩の可能性が高い。誘発雪崩の可能性が非常に高い。 Natural avalanches likely; human triggered avalanches very likely.	大きな雪崩が多数の場所で発生、あるいは非常に大きな雪崩が特定の場所で発生。 Large avalanches in many areas; or very large avalanches in specific areas.
警戒 Considerable 3 	危険な雪崩コンディション。積雪の注意深い評価、慎重なルート選択と保守的な意志決定が必要不可欠。 Dangerous avalanche conditions. Careful snowpack evaluation, cautious route-finding and conservative decision-making essential.	自然発生雪崩がありうる。誘発雪崩の可能性が高い。 Natural avalanches possible; human triggered avalanches likely.	小さい雪崩が多数の場所で発生、あるいは大きな雪崩が特定の場所、もしくは非常に大きな雪崩が孤立した場所で発生。 Small avalanches in many areas; or large avalanches in specific areas; or very large avalanches in isolated areas.
留意 Moderate 2 	特定の地形形状で雪崩コンディションが高い。積雪と地形を注意深く評価し、関係する特徴を特定する。 Heightened avalanche conditions on specific terrain features. Evaluate snow and terrain carefully; identify features of concern.	自然発生雪崩の可能性が低い。誘発雪崩はありうる。 Natural avalanches unlikely; human triggered avalanches possible.	小さい雪崩が特定の場所で発生、あるいは大きな雪崩が孤立した場所で発生。 Small avalanches in specific areas; or large avalanches in isolated areas.
低い Low 1 	一般的に安全な雪崩コンディション。孤立した地形形状にある不安定な積雪に注意する。 Generally safe avalanche conditions. Watch for unstable snow on isolated terrain features.	自然発生および誘発の雪崩の可能性は低い。 Natural and human triggered avalanches unlikely.	小さな雪崩が孤立あるいは極端な地形で発生。 Small avalanches in isolated areas or extreme terrain.

付録G—リファレンス (References)

- AES,1977. MANOBS: Manual of Surface Weather Observationsth Ed. Weather Services Directorate,Atomospheric Environment Service,Environment CANADA. Downsview, Ontario. (Includes periodic updates).
- AES, 1992a. AES guidelines for co-operative climatological autostations.Ver 2.0. Canadian Climate Centre, AES, Environment Canada. UDC 551.508.82484p.
- AES, 1992b. Implementation of the AES guidelines for co-operative climatological Autostation : Campbell Scientific 21 x datalogger. Ver 1.0. Canadian Climate Centre, AES, Environment Canada.UDC 551.508.824.121p.
- AES, 1993. Microcomputer Codecon specifications.Ver 2.3. Canadian Climate Centre, AES, Environment Canada. UDC 551.508.824 63p.
- Commission on Snow and Ice,1954. The International Classification for Snow. National Research Council of Canada, Associate Committee on Geotechnical Research, Technical Memorandum No.31,Ottawa,15p.
- Fohn,P.M.B.,1987. The rutchblock as a practical tool for slope stability evaluation. Avalanche Formation, Movement and Effects (Proceedings of the Davos Symposium, September 1986). International Association of Hydrological Sciences Publication no.162 ,223-228.
- ICSI,1990. The International Ckassification for Seasonal Snow on the Ground. International Commission on Snow and Ice of the International Association of Scientific Hydrology,23p.
- Jamieson,J.B. and Johnston,C.D.,1993. Experience with rutschblocks. Proceedings Of the International Snow Science Workshop at Breckenridge, Colorado, October 1992,150-159.
- LaChapelle,E.R.,1969. Field Guide to Snow Crystals. University of Washington Press, Seattle,101 p.86
- McClung,D.M. and P.Schaerer, 1981. Snow Avalanche Size Classification. Proceedings Of Avalanche Workshop 1980. National Research Council, Associate Committee on Geotechnical Research; Technical Memorandum No.133, Pp 12-27.
- Pelra,R.I.,1978; Snow Crystals/Les Cristaux de Neige; National Hydrology Research Institute, Paper No.1,Ottawa,19p.
- Perla,R.I.and Martinelli,M.Jr.,1976. Avalanche Handbook (Revised 1978); US Department of Agriculture, Forest Service; Agriculture Handbook No.489; Washington, DC 238p.
- UNESCO/IASH/WMO,1970. Seasonal Snow Cover, UNESCO, Paris; 38p.
- Fierz, C. and the UCCS Working Group on Snow Classification. Draft_20071109. IACS 2008 Revised Snow Classification.

- Jamieson, J. B. and J. Schweizer. 2000. Texture and strength changes of buried surface hoar layers with implications for dry snow-slab avalanche release. *Journal of Glaciology* 46(152), P. 151-160
- Johnson, R.F. and K.W.Birkeland. 2002. Integrating shear quality into stability test results. *Proceedings of the 2002 International Snow Science Workshop*, Penticton, B.C., P.508-513
- McClung, D.M. and P.Schaerer. 2006. *The Avalanche Handbook*, 3rd Edition. The Mountaineers, Seattle, WA, 342pp.
- Mellor, M. 1965. *Blowing Snow*. Cold Regions Science and Engineering Laboratory. Hanover, NH: U. S.Army CRREL, 79pp.
- van Herwijnen, A.F.G. 2005. Fractures in weak snowpack layers in relation to slab avalanche release. PhD thesis. Dept. of Civil Engineering, University of Calgary, Calgary, Alberta, 296pp.
- van Herwijnen, A. and B.Jamieson. 2007. Fracture character in compression tests. *Cold Regions Science and Technology*: 47(1-2), 60-68, doi:10.1016/j.coldregions.2006.08.016
- van Herwijnen, A.F.G. and B.Jamieson. 2004. More results on fracture characterization in compression tests. *Avalanche News* 68, Canadian Avalanche Association, Revelstoke, B.C., p.38-41.

定価:2,500円(税込)