

第7章

雪崩教育

雪山登山引率者を対象とした講習の試行 Trial of Training Program for Snow Mountaineering Leaders

近藤 伸也¹⁾, 飯田 肇²⁾, 中村 一樹³⁾, 上石 勲³⁾, 瀬谷 旺二郎⁴⁾
S. Kondo¹⁾, H. Iida²⁾, K. Nakamura³⁾, I. Kamiishi³⁾, O. Seya⁴⁾

¹⁾宇都宮大学大学院工学研究科

¹⁾ *Graduate School of Engineering, Utsunomiya University*

²⁾公益財団法人立山カルデラ砂防博物館

²⁾ *Tateyama Caldera Sabo Museum*

³⁾防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター

³⁾ *Snow and Ice Research Center, National Research Institute for earth Science and Disaster Resilience*

⁴⁾宇都宮大学工学部建設学科建設工学コース

⁴⁾ *Department of Civil Engineering, Utsunomiya University*

Abstract: In this research, the authors examined the future of the training program aiming at learning what is necessary for the leadership of snow mountaineering. This program is for advisors of the mountaineering club activities of the high school to become snow mountaineering leader. Specifically, based on the causes of the avalanche disaster in Nasu-machi, were constructed as a unit of the course which advisors acquire. Then, improvement of capacity of situation judgment ability were examined from the viewpoint of risk communication. After developing teaching materials necessary for exercises to improve courses and situation judgment skills, classes and exercises for advisors (teachers) of mountaineering specialty departments of high schools were tried in 7 prefectures.

Key words: snow mountain leaders, disaster training program, high school teacher, avalanche disaster

1 はじめに

日本で発生する自然災害の1つに雪崩がある。最近では平成29年3月27日に、栃木県那須郡那須町の山岳地で雪崩が発生し、高校生と教員が巻き込まれ、生徒7名、教員1名が死亡、40名が重軽傷を負う甚大な被害が発生した。これを機に設置された検証委員会の第一次報告書¹⁾では、登山の引率に必要なこととして、「気象等に関わる情報収集が不十分で、専門家の助言を求めなかったこと」と「講師等の雪崩に関する知識が未熟ないし不十分であったこと」に加えて、「危機管理のための『教職員研修』が不十分」であることが指摘されている。また検証委員会の最終報告書²⁾では、「県教育委員会は、高体連、登山専門部及び域内の学校において、登山活動等における危機管理の徹底と関係機関等との連携が推進され、総合的な安全への対応力が向上するよう『顧問等の研修』の充実を図り、一層の支援を行うこと。」とあり、「専門家の協力を得て、講義及び実習などを取り入れ、『初任の登山部顧問等の研修』、『経験者の研修』などをきめ細かにかつ継続的に実施する」と提言している。以上より、高等学校の登山専門部の雪山登山引率者となる顧問を対象とした講習の実施が必要だと言える。

本研究では、雪山登山引率者となるべき高等学校の登山専門部の顧問を対象として、雪山登山の引率に必要なことを身につけることを目的とした講習のあり方について検討する。具体的には、那須町での雪崩災害の要因を踏まえて、顧問が身につけることを構成し、必要な教材を開発してから、高等学校の登山専門部の顧問を対象とした講習を数県で試行する。

2 講習カリキュラムの検討

2.1 雪山登山の引率に必要なことの抽出

雪山登山引率者として身につけるべき項目について検討する。はじめに検証委員会の最終報告書に記載されている那須町の雪崩災害発生の要因を5項目抽出し、雪氷災害および雪山登山経験者によって雪山登山の引率に必要なことを抽出した(図-1)。この図より降雪パターンや

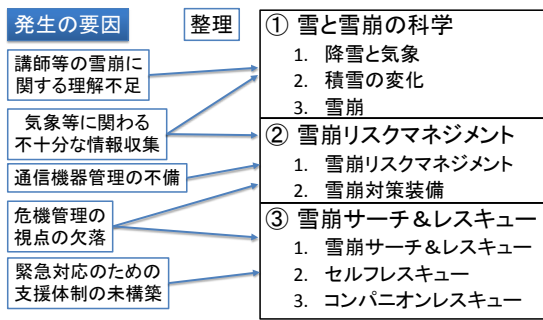


図-1 雪山登山引率者が身につけるべき項目

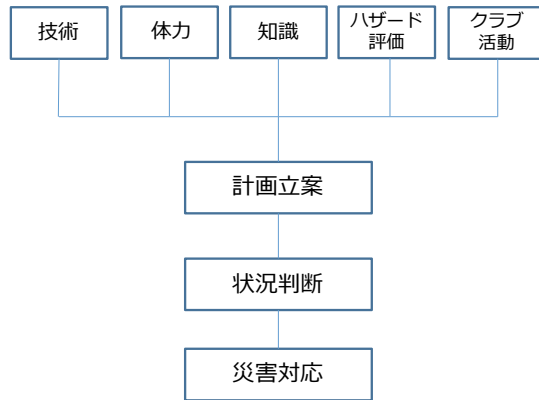


図-2 雪山登山引率者に必要な能力

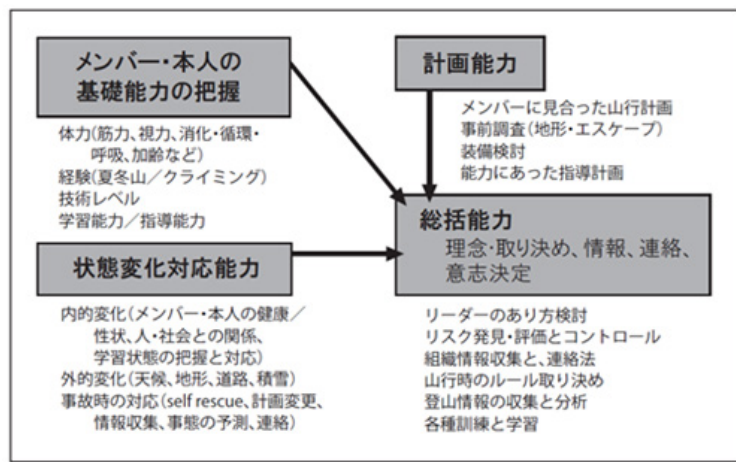


図-3 登山リスクを考慮した引率リーダー能力³⁾

積雪のメカニズムおよび雪崩のメカニズムからなる「雪と雪崩の科学」、雪崩リスクと行動の意思決定および雪崩対策装備からなる「雪崩リスクマネジメント」、雪崩発生後のレスキュー活動からなる「雪崩サーチ&レスキュー」からなることがわかる。

2.2 状況判断に関する能力

2.1 節で抽出した項目だけでは不足する可能性がある。そこで雪山登山を引率する一連の流れをフロー図として整理した(図-2)。雪山登山引率者は、図-1の項目について理解し、それらをマネジメントすることで雪崩を回避し、安全に登山の引率を行うことが求められる。雪山という刻々と気象やパーティの状況が変化する環境において、それらの変化に対応するための能力は、雪山引率を行う上で必要不可欠となっている。青山³⁾は、登山引率者に必要な能力として、図-3の4つに分類した。本研究では、図-3の「状態変化対応能力」を向上させて、図-2の雪山における「状況判断」に関する能力を身につけることが重要であると考えた。

2.3 講習カリキュラム

2.1 節および2.2 節の能力を身につけるための講習カリキュラムを検討する。特に2.1 節の能力については量が多いため1週間かけて講義、および野外実習を行うことが理想的である。しかし、現状の学校教員は多忙であることなどを考慮すると、長くても1泊2日の講習とすること、同じ内容の講習を複数回実施してスケジュールに合う講習を選択できること、複数のコースから自分の能力に見合うものを選択することが考えられる。そのため、いかなる講習に関する実施期間や講習会場をはじめとした様々な制約条件にも対応できるよう、短時間で最低限の能力を講義形式および野外実習で身につける教材を開発することが必要だと考えた。この教材

の開発に関しては、本報告書の中村・上石・飯田・榊原・近藤の担当分(雪崩教育普及プログラムの開発)を参照されたい。

状況判断に関する能力は、雪山登山中に判断する機会に遭遇しなければ使用する機会がない。また状況判断に関する能力は図-2にもあるように2.1節に関する知識が身につくことで発揮できるものである。そのため、雪がない平地でもこの能力を向上できる机上演習を開発し、前段落で説明した講義および野外実習を行った後にこの演習を実施することで、この能力が向上できると考えた。次章ではこの開発した演習について述べる。

3 状況判断力向上を目指した演習の開発

3.1 リスクコミュニケーション

近年、防災の分野においてリスクコミュニケーションへの関心が高まりつつある。米国研究評議会によれば、リスクコミュニケーションとは「個人、機関、集団間での情報や意見の交換過程」とされている。ここで交換される情報は、リスクについて直接に関係する情報と、必ずしもリスクそのものについて言及しているわけではないが、それに関連して伝えられる情報が含まれる。後者の例として、リスク問題に対する関心を表明すること、あるいは疑問があることを伝えることなどが挙げられる⁴⁾。

状況判断力を向上させるにあたり、受講者に演習を通して他者と情報共有をさせること(リスクコミュニケーションを取ることで、自分が雪山登山に関して知らないことを減らし、自分が知っている領域を増やすことで、雪山登山に関するリスクを減らすことができる。この過程は、ジョハリの窓⁴⁾を使って示すことができる(図-4)。情報共有をすることで自分が雪山登山に関して知らないこと(盲点領域)が減少するとともに、他者がそれに関して知らないこと(隠蔽領域)が減少することから公開領域を拡大することができる。以上より、「状況判断力の向上」は、「雪山登山に関するリスクについての公開領域の拡大」と定義することができる。

3.2 演習内容の検討

本研究では、ゲーミングという多重話を通してゲーミングに参加する受講者が創造的かつ主体的にリアリティを構築する支援をする「クロスロード」⁴⁾を参考に演習を作成することとした。これは、心理的ジレンマを伴った状況下での意思決定をさせることにより、新たな理解や意外な解決を参加者が情報共有をすることで提案できるようになる効果があると言われている。

ゲーミングの役割は、リスクコミュニケーションを積極的かつ効果的に行わせるための「道具」としての位置づけである。ゲーム化という行為によって、リスクコミュニケーションを取るためのルールを明確にし、その中でリスクに関する新たな発見や知識の共有を図ることができると考えた。

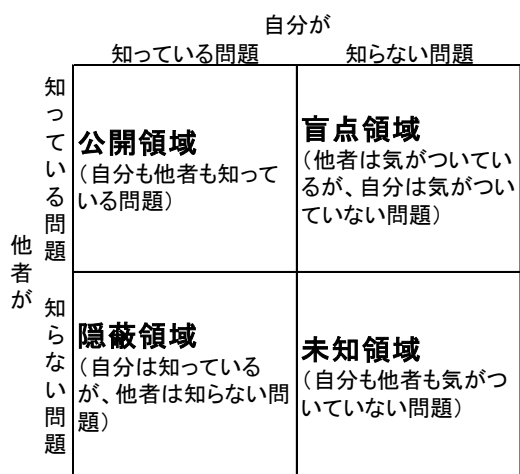


図-4 ジョハリの窓

表-1 演習の状況設定として受講者に与える情報

<ul style="list-style-type: none"> ・天気図(1週間分) ・地形図 ・気温 ・積雪深 ・降雪量 ・風速 	<ul style="list-style-type: none"> ・装備 ・目的地までの距離 ・パーティの人数 ・積雪テストの結果 ・部員のモチベーション
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

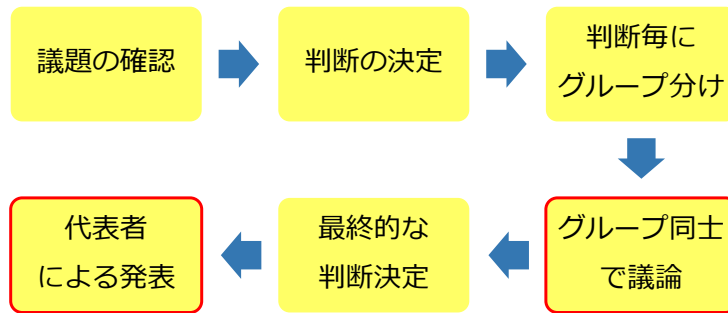


図-5 演習の流れ

心理的ジレンマを作成するにあたり、図-3の「状態変化対応能力」を形成する「内的変化」「外的変化」「事故時の対応」の3つの要素に着目した。メンバーや顧問に関することを「内的変化」、気象や積雪に関することを「外的変化」とし、それらに関する各種データを受講者に与えることにより、ジレンマを感じさせるような演習を作成する。「事故時の対応」として、雪崩の危険を示すようなきっかけを与え、その状況でどの判断を下すかを議論させることによって、雪山登山に関するリスクについての公開領域の拡大を図る。

3.3 演習内容

演習の状況設定（議題）は3月下旬の「雪山登山合宿の引率」とした。当初予定していた登山日を、悪天候を理由に1日ずらし、もう日程変更ができない条件の下で、雪山登山引率中に、1人の部員からワッフ音のような音が聞こえたという報告を受けて、登山を続けるか下山するかを引率者が判断する、という設定とした。演習の受講者に「状態変化対応能力」を構成する3つの要素をもとにした表-1の情報を与えて、雪崩リスクを評価し、登山を続けるか下山するかを判断をしてもらうこととした。

演習の流れを図-5に示す。はじめに5人又は7人の班に分かれて議題として演習の状況設定を確認してから、登山を続けるか下山するかを受講者が一人で判断する。次に班内で登山を選択した人と下山を選択した人でそれぞれグループを作り、グループ間で議論する。最後に班としての最終的な判断を決定し、各班の代表者による発表を行って議論した成果を共有する。

4 講習の試行

4.1 講習の試行

本研究では、2.1節で抽出した能力をもとに開発した「雪と雪崩の科学」、「雪崩リスクマネジメント」と「雪崩サーチ&レスキュー」の教材と、2.2節での能力をもとに開発した状況判断力を向上する演習をもとに、高等学校の登山専門部の顧問を対象とした講習を試行した。主に

表-2 講習試行の概要

都道府県	期間	場所	備考
福島県	2017年12月25日	福島市	県高体連登山部冬季登山技術研究大会の一環として実施 「演習なし」
宮城県	2018年1月13日	蔵王町	県高体連冬山顧問研修会の一環として実施 「演習なし」
長野県	2018年1月20日	大町市	中信地区安全登山研究会研修交流会の一環として実施
三重県	2018年1月27日	四日市市	三重高体連登山専門部安全登山研修交流会の一環として実施 「演習なし」
新潟県	2018年2月2～3日	長岡市	県高体連登山専門部講習会の一環として実施
秋田県	2018年2月2～3日	秋田市	全県顧問冬山講習会の一環として実施 「演習なし」
群馬県	2018年2月16日	片品村	県高体連登山専門部冬山登山顧問講習会の一環として実施 「演習なし」

都道府県の高体連登山専門部の協力を仰ぎながら、表-2の7県で実施した。表-2の「演習なし」とは、状況判断力を向上する演習は行わなかったことを示す。

講師は「雪と雪崩の科学」、「雪崩リスクマネジメント」と「雪崩サーチ&レスキュー」に関しては、本研究プロジェクトに参加している雪氷災害および雪山登山の専門家が担った。状況判断力を向上する演習については、雪氷災害および雪山登山の専門家ではない者が司会進行を行い、雪氷災害および雪山登山の専門家が議論のフォロー、および演習最後の講評を行った。

「雪と雪崩の科学」、「雪崩リスクマネジメント」と「雪崩サーチ&レスキュー」の実施形態は会場によって異なる。講習の時間がとれない場合は、講義のみとしているが、時間がとれ、かつ会場近辺に雪のある場所が確保できた場合には野外実習も合わせて行っている。

4.2 講習の評価

試行した講習の評価は、講習終了後にアンケートにより実施した。アンケートの項目は、「雪と雪崩の科学」、「雪崩リスクマネジメント」と「雪崩サーチ&レスキュー」については、各単元の参加者の満足度、参加者が理解したこと、講習終了後に各学校に持ち帰ってやるべきことと、講習そのものの改善点等である。状況判断力を向上する演習については、演習による判断能力の変化やジョハリの窓での公開領域の拡大がなされたかどうかなどについてである。

講習は、県高体連が主催している会の一環で行ったことから、顧問のみが参加しているものと、顧問と生徒が参加しているものがあった。後者については、両者を対象に講習を実施してアンケートは顧問のもののみ集計した。

「雪と雪崩の科学」、「雪崩リスクマネジメント」と「雪崩サーチ&レスキュー」への満足度が図-6である。今回は福島県、長野県、三重県、新潟県の参加者へのアンケート結果を分析している。参加者は新潟県の「雪崩リスクマネジメント」と「雪崩サーチ&レスキュー」の1名を除いて「とても満足できた」もしくは「ある程度満足できた」と回答していることから、講義および野外実習の内容には概ね満足できるものであったといえる。各単元で身につけた単語の記入した数（最大10単語）を平均したもの（回答なしは記入する時間がなかったものとして除いている）が表-3である。回答した単語数の平均は約4語程度であり、「雪と雪崩の科学」が多く、「雪崩サーチ&レスキュー」が少ない傾向にあることが明らかとなった。学校に戻ってからやるべきこととしては、雪を観察することや雪山登山に天気予報以外のデータを用いること、そして生徒と雪山の安全について考えることをはじめとした意見が記述されていた。改善点としては、講義形式だけだった県では実習の必要性に関する意見があった。

状況判断力を向上する演習は長野県と新潟県で実施したが、新潟県の数名を除いて全員が「下山する」を選択した。アンケートを集計した結果、全員(N=29)が公開領域を拡大できたとの回答を得ることができた。しかし、少数ではあるが盲点領域と隠蔽領域の縮小を図ることができなかったと答えた受講者もいた。また複数人の視点から決定を行う重要性や現場で考えなくてはならない要素が数多くあることに気づいたという意見があった。これらの結果を踏まえて、「登山を続ける」という判断をする人を増やし、より盲点領域・隠蔽領域の縮小を図れるよう演習を改善した。主に改善した点は、受講者に与える情報の中の、「気温、降雪量、パ

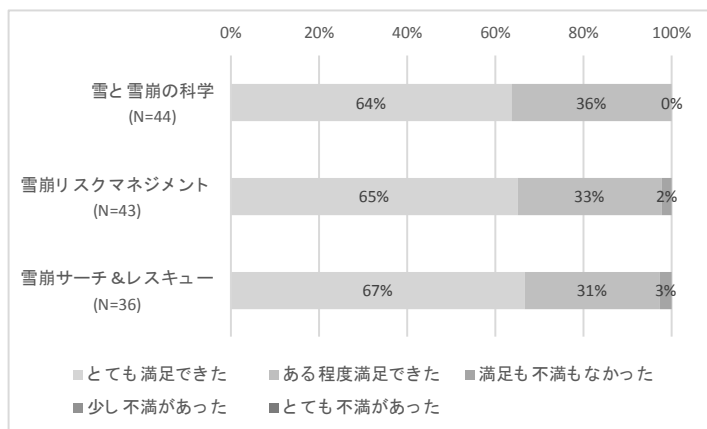


図-6 各単元に対する満足度

表-3 各単元に関して記述した平均単語数

単元	平均回答個数
雪と雪崩の科学 (N=43)	5.63
雪崩リスクマネジメント (N=39)	4.33
雪崩サーチ&レスキュー (N=26)	3.81

<h3 style="text-align: center;">演習議題</h3> <ul style="list-style-type: none"> • あなたは〇〇県A高校登山部の顧問です。 • A高校では3月の第4土曜日に冬山合宿を行う予定でした。 • 金曜日の降雪の影響を考慮し、日曜日に登山するよう予定を変更しました。 • 日曜日の天気は良好で、予定通り、飯縄山山頂への到達を目標に登山を行います。 • 残雪のある飯縄山を登山していると、標高1800m地点で 生徒の1人 から足下に亀裂ができたとの報告が入り... <p style="color: red; font-weight: bold;">⇒登山を続ける？or下山する？</p>	<h3 style="text-align: center;">各種データ</h3> <ul style="list-style-type: none"> • 歩くと足元の積雪に小さな亀裂が入った 位置:標高約1800m • 山頂の位置:標高1917.3m • 生徒のモチベーション:頂上目前でモチベーション高い • 気温:8°C(長野県北部) • 積雪深:350cm • 降雪量:当日は降雪無し。前々日、前日の降雪量はそれぞれ20cm、7cm • 風速:最大風速5m/s • ハンドテストの結果:肩までを使った力で剥がれる • パーティの人数:先生2名、生徒12名 • 装備:雪崩トランシーバー、シャベル、プローブ、ワカン、スノーソー
 <p style="text-align: center;">登山前々日(金) 登山前日(土) 登山当日(日)</p>	 <p style="text-align: center;">標高約1800m地点で足元から積雪に亀裂との報告</p>

図-7 改善した演習資料

パーティの人数、風速」の調整と、顧問の経験に応じて演習のグループ編成を行うことについてである。図-7は改善した演習資料である。

5 おわりに

本研究では、雪山登山引率者となるべき高等学校の登山専門部の顧問を対象として、雪山登山の引率に必要なことを身につけることを目的とした講習のあり方について検討した。具体的には、那須町での雪崩災害の要因を踏まえて、顧問が身につける講習の単元として「雪と雪崩の科学」、「雪崩リスクマネジメント」と「雪崩サーチ&レスキュー」を構成するとともに、状況判断力の能力の向上についてリスクコミュニケーションの観点から検討した。そして講習および状況判断力を向上する演習に必要な教材を開発してから、高等学校の登山専門部の顧問を対象とした講習および演習を7県で試行した。その結果、講習の参加者の満足度は高く、単元の理解度もある程度あったほか、学校に戻ってからの対応について前向きに検討していただけた。演習についても公開領域の拡大に伴い状況判断力が向上されたと言える。

謝辞

本研究の実施にあたり、長野県大町岳陽高校の大西浩教諭からのご協力をいただきました。ここに記して、厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 平成 29 年 3 月 27 日那須雪崩事故検証委員会：平成 29 年 3 月 27 日那須雪崩事故検証委員会第一次報告書，2017，<http://www.pref.tochigi.lg.jp/m01/kensyouiinkai.html>（2018 年 2 月 28 日確認）
- 2) 平成 29 年 3 月 27 日那須雪崩事故検証委員会：平成 29 年 3 月 27 日那須雪崩事故検証委員会報告書，2017，<http://www.pref.tochigi.lg.jp/m01/kensyouiinkai.html>（2018 年 2 月 28 日確認）

- 3) 青山千彰：引率リーダーのための山岳事故リスクを想定した研修会・講習会のあり方，ならびに事故後の対処法について，日本山岳文化学会論集，第5号，pp.179-192，2007.
- 4) 矢守克也ほか：防災ゲームで学ぶリスク・コミュニケーション クロスロードへの招待，ナカニシヤ出版，2005.

雪崩教育普及プログラムの開発

The development of the avalanche education program

中村 一樹¹⁾, 上石 勲¹⁾, 飯田 肇²⁾, 榊原 健一³⁾, 近藤 伸也⁴⁾
K. Nakamura¹⁾, I. Kamiishi¹⁾, H. Iida²⁾, K. Sakakibara³⁾, S. Kondo⁴⁾

¹⁾防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター

¹⁾*Snow and Ice Research Center, National Research Institute for earth Science and Disaster Resilience*

²⁾富山県立山カルデラ砂防博物館

²⁾*Tateyama Caldera Sabo Museum*

³⁾北海道医療大学

³⁾*Health Sciences University of Hokkaido*

⁴⁾宇都宮大学 大学院工学研究科

⁴⁾*Graduate School of Engineering, Utsunomiya University*

Abstract: After the avalanche accident of Mt. Nasu, avalanche education program for the high school teacher and student were developed. A program is composed of "snowcover and avalanche", "avalanche risk management" and "avalanche search & rescue". We added a research result about the avalanche due to the snowfall of the low pressure to the program. These programs were practiced in the high school avalanche training meeting carried out in the seven prefectures, and it was popularity mostly.

Key words: avalanche education, avalanche accident, high school

1. はじめに

本研究プロジェクトの「啓発普及」分野では、今科研の研究成果を基に、教育関係者や山岳団体等へも本研究成果の普及を図ること、そのための雪崩教育普及プログラムを開発することを目標とした活動を実施した。

具体的には、各都道府県の高体連登山専門部等で今冬に開催される登山研修会等で、開発した雪崩教育普及についてのプログラムを実施した。プログラム中には、今回の研究成果である低気圧に伴う降雪が引き起こす表層雪崩についての注意喚起も含めることとした。

以下に、著者らが関係して今年度を実施した雪崩教育普及プログラムの実施日を示す。また、図-1に、2018年1月20~21日に行われた2017年度長野県中信安全登山研究会「登山技術交流研修会」での高校教諭と高校生向け雪崩教育プログラムの実施状況を示す。

- | | |
|----------------|-------------------------------|
| ①2017年12月25日 | 2017年度福島県高体連登山部冬季登山技術研究大会 |
| ②2018年1月13~14日 | 2017年度宮城県高等学校体育連盟登山専門部冬山顧問研修会 |
| ③2018年1月20~21日 | 2017年度長野県中信安全登山研究会「登山技術交流研修会」 |
| ④2018年1月27~28日 | 2017年度三重県高体連登山専門部 安全登山研修交流会 |
| ⑤2018年2月2~3日 | 2017年度秋田県高体連登山専門部全県顧問冬山講習会 |
| ⑥2018年2月2~3日 | 2017年度新潟県高体連登山専門部「基礎技術講習会」 |
| ⑦2018年2月16日 | 2017年度群馬県高体連登山専門部 冬山登山顧問講習会 |

本稿では、雪崩教育普及プログラムの内容を紹介する。雪山登山の引率に必要なことの抽出、状況判断力向上を目指した演習の開発、及び講習の試行等については、本報告書の近藤・飯田・中村・上石・瀬谷の担当分(雪山登山引率者を対象とした講習の試行)を参照されたい。

なお、高校教諭や高校生への雪崩普及教育の必要性については、『平成29年3月27日那須雪崩事故検証委員会報告書』(2017)にも重要な提言として述べられている。

2. 雪崩教育普及プログラムの作成

雪崩教育普及プログラムの作成にあたり、プログラムの流れを、①積雪と雪崩、②雪崩リスクマネジメント、③雪崩サーチ&レスキューとした。

①でまず積雪の基礎知識を身につけて雪崩とはどのような現象なのか、どのような発生の仕方をするのか等を理解してもらおう。①では、可能な限り積雪断面観測等の実技時間を設ける。

続いて②で、雪崩にあわないためにはどうすれば良いのか、その基本的な知識について知ってもらおう。②でも、可能な限り積雪安定度評価のための積雪断面観測や積雪安定度テストの実技時間を設ける。

次に③では、雪崩にあってしまったらどうするのか、についてその基本的な知識とスキルを身につけてもらおう。③では、ビーコン、プローブ、シャベル等の雪崩捜索用具の扱いについて実技を通して身につけてもらい、さらに、雪崩遭遇時のパーティー内での初動捜索と救助(コンパニオンレスキュー)についての模擬実技を実施して実践的なスキルを身につけてもらおう。

なお、本プログラム作成では、本稿の著者の中村、榊原らが執筆編集した『雪崩教本』(2017)の内容を参考とし、また同本中の内容を多数引用した。さらに、本科学研究費の研究成果のうち雪崩教育普及に資する情報を抽出して新たなスライドを作成して加えた。

各プログラムのコンテンツは以下のとおりである。

①積雪と雪崩

- ・降雪と気象
- ・積雪とその変化
- ・雪崩の分類 (表層雪崩, 全層雪崩)
- ・雪崩の運動形態
- ・雪崩の発生メカニズム

②雪崩リスクマネジメント

- ・雪崩リスク
- ・行動の意思決定
- ・雪崩ハザード評価と用いる情報
- ・積雪観察とその手法
- ・積雪の安定性評価 (弱層テスト)
- ・雪崩対策の装備

③雪崩サーチ&レスキュー

- ・雪崩による埋没と生存率
- ・セルフレスキュー
- ・コンパニオンレスキュー (ビーコン, プローブ, シャベル, 1次救命処置)



図-1 長野県中信安全登山研究会「登山技術交流研修会」での雪崩教育プログラムの様子

3. 雪崩教育普及プログラム

研修会等で使用した雪崩教育プログラムのコンテンツの「積雪と雪崩」の項のスライドのうち、本科学研究費による研究の成果を雪崩教育普及に活用した例を以下に示す(図-2)。スライド中の南岸低気圧に関わる項で、今回の研究成果である低気圧に伴う降雪が引き起こす表層雪崩についての注意喚起についてのスライドを作成しプログラムに加えた。

3.雪崩 表層雪崩

弱層の形成メカニズム ③雲粒付着のない雪の結晶

・雲粒無し弱層になる

・雲粒付き丈夫な層になる

・吹雪で破砕丈夫な層になる

・空隙が多く弱層に。

・接触点が多く丈夫に。

・接触点が多く丈夫に。

3.雪崩 表層雪崩

弱層の形成メカニズム ③雲粒付着のない雪の結晶

・低気圧が通過する場合

図 58 弱層を形成した雲粒なし結晶

ポイント
図58は雪崩の原因となった弱層の様子であり、いずれも器種の付いていない雪が見られる。扇状結晶、角板状結晶のほか角柱状結晶や板状結晶が顕微鏡になっている。これらの降雪は前線を伴っている低気圧だけではなく、前線を伴わない低気圧からも降ることがある。これは低気圧に向かって南から暖気が移動することにより、低気圧の勢力に測風線線のような等圧面を伴っていると考えられる。

3.雪崩 表層雪崩

弱層の形成メカニズム ③雲粒付着のない雪の結晶

・低気圧が通過する場合

冬型の気圧配置

低気圧の通過

雲粒付着が少ない降雪

雲粒付着が多い降雪

図 62 低気圧が通過する時の雲粒なし結晶の降りやすい範囲

ポイント
・低気圧進行方向前側や低気圧の北側に広がる扇状域から、雲粒なし結晶が降りやすい。
・たとえ南岸低気圧のような発達した低気圧が通過したときに、低気圧進行方向の前側の暖気が、弱層の上層積雪の層が形成するケースもある。2017年3月27日に栃木県那須岳で発生した表層雪崩(8人死傷)はこのケースに相当する。
・弱層の上に加わりやすい結晶が主積雪として降り、場合によっては、樹林があっても取り取って下ってくるような暴風雪が発生する場合がある。

3.雪崩 表層雪崩

弱層の形成メカニズム ③雲粒付着のない雪の結晶

冬型の気圧配置の雪

低気圧の雪

粒子同士が絡んで凍結し、比較的丈夫な雪になりやすい

サラサラして、砂塵のような崩れやすい雪になりやすい

樹枝状結晶、針状結晶、板状結晶やこれらの破片など

角板、角柱、砲弾、交差角板など低温で成長する結晶形が見られる

雲粒が付着していることも多い

雲や霰状雪が降ること多い

雪崩のデブリブロック状

雪崩のデブリサラサラ 形成される 樹木もすり抜ける場合がある

3.雪崩 表層雪崩

弱層の形成メカニズム ③雲粒付着のない雪の結晶

・低気圧接近時に雲粒無し結晶弱層と上載積雪が形成される場合

例)

2017年3月27日 那須岳雪崩

2014年2月14~16日 関東甲信から東北で生じた多数の雪崩

ポイント
・低気圧の扇状域から降りやすい結晶形の多くの雪が降る場合、弱層の上に加わりやすい結晶が主積雪として降り、場合によっては、樹林があっても取り取って下ってくるような暴風雪が発生する場合がある。

3.雪崩 表層雪崩

弱層の形成メカニズム ③雲粒付着のない雪の結晶

・低気圧接近時に雲粒無し結晶弱層、その後の冬型で上載積雪

例)

2013年4月22日 富良野岳雪崩

2015年1月31日発生 国道48号関山峠雪崩

ポイント
・冬型の気圧配置で雲粒付き結晶が広く降り、あるいは、強風で吹きさらしであり、弱層の上に加わりやすい結晶が主積雪として降り、場合によっては、樹林があっても取り取って下ってくるような暴風雪が発生する場合がある。

図-2 本科学研究費による研究の成果を雪崩教育普及に活用したスライド例 (雪崩教育プログラム「積雪と雪崩」より)

4. まとめと今後の課題

『平成 29 年 3 月 27 日那須雪崩事故検証委員会報告書』の提言を受けて、高校顧問教諭や高校生向けの雪崩教育普及プログラムを開発した。プログラムは、「積雪と雪崩」「雪崩リスクマネジメント」「雪崩サーチ&レスキュー」で構成され、科研の成果を活用した南岸低気圧による降雪が引き起こす表層雪崩についてのスライドをあらたに作成した。

これらのプログラムは、全国 7 ヶ所（福島県、宮城県、長野県、三重県、秋田県、新潟県、群馬県）で実施された高等学校体育連盟登山専門部の冬山研修会の中で実践され、各県とも概ね好評であった。積雪や雪崩の科学はもちろん、これまであまり高校顧問教諭の間で普及していなかったビーコンの扱い方やコンパニオンレスキューなどを知っていただくことができたことは、大きな成果であった。

今後の課題として、この種の雪崩教育普及のための研修会を継続して実施していくためのシステム作りが必要不可欠である。各県とも、50 代の顧問教諭が主流で後継者不足であり、若い山岳部顧問教諭の養成は喫緊の課題となっている。今冬の研修会は、これまで各県の高等学校体育連盟登山専門部などで行われてきた研修会に便乗する形で開催し、雪崩教育の講師として研究者等の専門家があたることができた。しかし今後は、各県の高体連と研究者等が連携を取りながら、雪崩教育の講師を地元の山岳関係者等から選任することが、継続性の観点からも必要であろう。そのため、今回実施した 7 県での雪崩教育普及プログラムは、可能な限り、近隣の山岳ガイドとともに実施するよう努めた。今回開発した雪崩教育普及プログラムを取り入れた研修会が、各県独自の雪崩教育普及指導者のもとで、継続的に実施されることが望まれる。

謝辞

雪崩教育普及プログラムの開発にあたっては、2017 年に山と溪谷社より発行された『雪崩教本』の内容を多数引用させて頂いた。また、雪崩教育プログラムの実践については、福島県、宮城県、長野県、三重県、秋田県、新潟県、群馬県の高等学校体育連盟登山専門部の担当教諭の皆様や各地域の山岳ガイドの方、防災科学技術研究所雪氷防災研究センターの多くの研究者にご協力頂いた。特に、長野県大町岳陽高等学校の大西浩教諭には、7 県で開催した登山研修会等の中で那須雪崩事故について報告をいただき、各県との調整やプログラムの内容について有益なご教示を頂いた。ここに感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 平成 29 年 3 月 27 日那須雪崩事故検証委員会、2017: 平成 29 年 3 月 27 日那須雪崩事故検証委員会報告書, http://www.pref.tochigi.lg.jp/m01/documents/20171015_houkokusyo.zip (最終閲覧日 2018 年 3 月 11 日) .
- 2) 雪氷災害調査チーム&雪崩事故防止研究会編, 2017: 雪崩教本, 山と溪谷社, 143pp.