

## 雪崩事故におけるセルフレスキューの実践について

樋口 和生 (NPO法人北海道山岳活動サポート)

### 1. 雪崩から身を守るために

積雪期になると、登山者、スキーヤー、スノーボーダーなど、雪山を楽しむ人たちが毎年のように雪崩に巻き込まれ、その尊い命を失っている。雪山最大の脅威といっても過言ではない雪崩。その雪崩から身を守るために我々は何をすればよいのだろうか。

まず優先すべきことは、雪崩事故に遭わないための努力を最大限にすることだ。その為には、雪や雪崩について科学的な知識を身につけ、五感を通して雪と親しみ、多くの現場で雪とふれあい、経験を積むこと。そして、適切なルートファインディングの力を身につけ、弱層テストなどの危険回避の技術を習得し、実践する必要がある。

次に必要なことは、雪崩の事故に遭った時のために必要な知識と技術、装備を身につけることだ。

事故は必ず起こる。この当たり前のことを忘れて登山者が慢心に陥った時、事故は重大化し、取り返しのつかない事態を招くことになる。



雪を科学的に見る目を養う  
(雪崩講習会での積雪断面観察風景)

ここでは、雪崩事故に遭って仲間が埋まった際に、現場に居合わせた当事者がどのように動くべきかについて考え、埋まった仲間を生存救出するために必要な装備とその使い方、特に雪崩ビーコンを使った捜索方法、そして効率的なセルフレスキューの実践の仕方について述べる。

### 2. セルフレスキュー

1991年、筆者は仲間達と雪崩事故防止研究会を設立し、雪崩による犠牲者を一人でも減らしたいとの思いで活動を続けてきた。

そして、セルフレスキューという概念の普及と啓発に力を注いできた。

セルフレスキューとは、「雪崩に遭遇し行方不明者を生じたパーティーが、救助隊の支援を受けず自らの能力だけで捜索し、行方不明者を発見救出すること」だ。

雪崩埋没者の埋没後の時間経過と生存率を調査した結果によると、埋没後15分で93%、45分後で26%となっている。(Brugger u. Falk, 1992)

このことから、埋没者を生きた状態で助け出すには、15分という目標時間が設定される。つまり、埋没者の位置を特定し、掘り出すことを15分以内に行なわなければいけない。

15分という時間はあっという間に経過する。応援要請をして救助隊を待っている間は間に合わない。現場に居合わせた仲間がすぐに捜索を開始し、埋没者を発見救出しなければならない。

また、同じ調査によると、時間経過とともに生存率が下がるものの、埋没後2時間、3時間経っ

ても生存率は0%にはなっていない。

つまり、15分を過ぎたからといって、捜索に当たるとは生存救出を諦めてはいけない。埋まった仲間は生きてると信じて捜索活動を行なう必要がある。

ただし、埋没時間が長い場合、埋没者が低体温症に陥っていることを忘れてはいけない。ここでは詳しく述べないが、長時間埋没していた者を救出する際、低体温症を念頭に置いて適切な処置を施さなければ、生きてる者を死なせてしまう結果となりかねないことを忘れてはならない。

### 3. 雪崩対策に必要な装備

15分以内のセルフレスキューを可能にするには装備が必要だ。

埋没者の位置をいち早く特定するためには、パーティーの全員が雪崩ビーコンを発信状態で身につける必要があるし、埋没者の掘り出しを効率良く行なうためにはシャベルが必要となる。

また、雪崩ビーコンによる絞り込みと平行して、人が埋まっている範囲にまで絞り込まれた際にゾンデ（プローブ）で探ることによってより早く埋没者の位置を特定することができる。

これらビーコン、シャベル、ゾンデは、冬山登山の三種の神器と呼ばれ、必ず一人一つずつ携行しなければならない。

### 4. 雪崩ビーコン

雪崩ビーコンは小型のトランシーバーで、信号の発信と受信を行うことができる。

行動時、パーティー全員が発信状態の雪崩ビーコンを身につけ、万が一仲間が雪崩に埋まった際に、残った者が雪崩ビーコンを受信に切り替え、埋没者の身につけた雪崩ビーコンが発する信号を頼りに位置を特定するというものだ。

我々が行なっている講習会では、初めて雪崩ビ

ーコンを手にする人でも、2～3時間練習すれば、50m四方に埋まっている2つの雪崩ビーコンの位置を5分以内に特定できるほど上達する。

雪崩埋没者の生存救出率を高めるためには、なくてはならない装備だ。



雪崩ビーコンによる捜索

雪崩ビーコンは、大きく分けるとアナログタイプとデジタルタイプの2種類がある。

アナログタイプは、雪崩ビーコンの中にバーアンテナが一本あり、埋没者が身につける雪崩ビーコンからの発信電波をキャッチして、音の強弱と点滅する発光ダイオードの数によって電波の強弱を読み取り、埋没位置を特定することができる。

デジタルタイプは、ビーコンの中に2～3本のアンテナが交差して配され、それぞれのアンテナが受ける電波の誤差を利用して、埋没者が身につけるビーコンまでの距離（直線距離ではなく磁力線の距離）と磁力線の方向を示し、それを利用することによって埋没位置を特定することができる。

機種によって、電波の受発信性能や操作性、デジタルビーコンの場合の解析性能などに差があるものの、自分の持っているビーコンを的確に使いこなせば、実際の捜索に支障はない。

昨シーズン（2003/2004シーズン）初めて、3本のアンテナがそれぞれ直行する形で配されたデジタルタイプのビーコンが発売されたが、2本の

## 1. 登山技術に関する調査研究

アンテナによって距離と方向を解析していたそれまでのものと比べて、解析速度と解析能力が飛躍的に改善され、操作性もよく、現時点での最高のビーコンといえるだろう。

### 5. 雪崩ビーコン装着時の注意点

#### (1) 雪崩ビーコンを装着する位置

雪崩ビーコンは、行動時は発信状態にし、ザックやポケットなどに入れず、必ず身につける必要がある。雪崩に流されている時、ザックが体から離れたり、ジャンパーが脱げてしまう事があるからだ。

また、行動中に脱ぎ着する衣類の上にはつけず、肌着または中間着など、行動中に脱ぐことのない衣類の上に装着する。

#### (2) 機能チェック

行動開始時には必ず全員の雪崩ビーコンが正常に機能するかどうかを確かめる必要がある。

電池の残量チェックと信号の受発信機能のチェックを必ず行なう。

受発信機能チェックは、行動に支障をきたさない方法で行なうと効率が良い。

例えば、行動開始時に一人を除いて他の者全員が受信に切り替え、一人の発信と他の者の受信をチェックする。その後、最初に発信をチェックした者が少し離れて立って受信に切り替え、他の者が発信状態にして受信者のそばを間隔を置いて通り過ぎれば、一人の受信とその他の者の発信がチェックできる。その際に進行方向が入山方向と一致していれば、行動に支障をきたすことなく効率的だ。最後に受信をチェックしていた者も発信に切り替えて他の者の後を追えば良い。

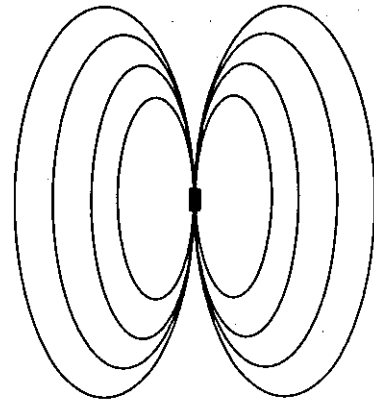
実際に、パーティーの中で唯一雪崩ビーコンを家に置き忘れたメンバーが雪崩に流されて捜

索が長期化した事例もあるが、入山時に受発信チェックを行ない入山を取りやめたりビーコンを取りに戻ったりしていれば最悪の結果は免れたかもしれない。

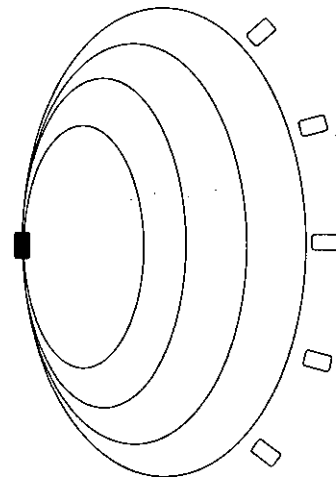
### 6. 雪崩ビーコンの特性

#### (1) 電波特性

雪崩ビーコンの発する電波は、内蔵されたアンテナから指向性を持って発信されている。アンテナの中心部を通る形の縦断面を考え、代表的な磁力線を示すと図のようになる。



雪崩ビーコンの発信電波の磁力線



発信電波の接線と直行する位置関係の時に受信感度は最小となる。

この時、捜索者側の受信ビーコンのアンテナが発信ビーコンの磁力線と平行の位置関係になった時に受信感度は最高となり、同じ場所で直行する位置関係になった時に受信感度は最低と

なる。

同一地点で受信感度が最高の時と最低の時、雪崩ビーコンの反応を見てみると以下のようになる。

受信感度が最高の時、アナログビーコンでは信号音がその場所での最大、発光ダイオードの点滅数もより多くなり、デジタルビーコンでは距離表示がその場所での最小となる。

受信感度が最低の時、アナログビーコンでは信号音がその場所での最小、発光ダイオードの点滅数はより少なくなり、デジタルビーコンでは距離表示がその場所での最大となる。

雪崩ビーコンの受信範囲は機種によって差があるが、バーアンテナの縦方向に長く（50～90m）、横方向に短い（15～30m）。

### (2) 電磁波の影響

雪崩ビーコンは電磁波の影響を受ける。高電圧の送電線の下では、搜索側の雪崩ビーコンが信号を受信できなくなるし、特にデジタルタイプの雪崩ビーコンはスイッチを入れた携帯電話から出る電磁波の影響を受けやすく、誤作動の原因となる。

搜索時には、周囲に高電圧の送電線がないかどうかを確認するとともに、携帯電話は電源を切っておく必要がある。

### (3) 地形の影響

狭いルンゼや函状の地形などでは、雪崩ビーコンの発する電波が周囲の岩壁に反射して、埋没者の位置とは全く別の場所で電波が収束することがある。

このような場所では、雪崩ビーコンで絞り込んだ場所とは別の場所に埋まっている可能性を考慮し、救出作業と平行して離れた場所で雪崩ビーコンによる搜索を続行する必要がある。

## 7. 雪崩ビーコンの搜索方法

### (1) 信号を受信するまで

雪崩ビーコンの受信可能距離は、50～90mとそれほど長くはない。

仲間が雪崩に流されて雪崩ビーコンを受信に切り替えて搜索活動に入る時、最初から遭難者の信号を受信できるとは限らない。

最初に信号をキャッチできない場合、雪崩ビーコンを受信にした状態で、埋没可能性の高い地域（後述）に近づきつつも、搜索漏れのないように進むことが必要だ。

雪崩の走路の幅、デブリの大きさにもよるが、例えば斜面の上方から搜索する場合、複数人であれば約20mくらいの間隔で走路の幅で一杯に横に広がって下流側に向かったり、走路の幅一杯に広がるほどの人数がいなかったり1人で搜索するような場合には、ジグザグを描くように斜面を下るなどして進み、最初に信号をキャッチした所から、次に述べる方法で搜索を始める。

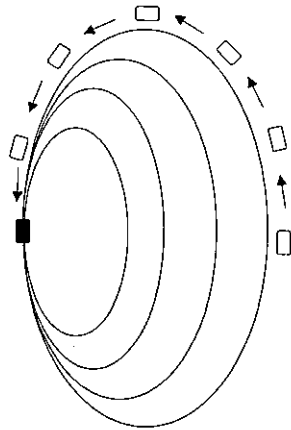
### (2) 電波誘導法

発信ビーコンから送られる信号の強い方に向かって行く搜索方法。発信されている電波の接線に沿って、あたかも電波に導かれるような軌跡を描いて発信ビーコンに到達するのでこの名前がつけられた。

受信ビーコンを身体の正面に縦向きに構え、最初に電波をキャッチした所でビーコンを左右に大きく振り、最大受信感度となる方向に進む。

アナログビーコンでは、信号音の強い方向、あるいは発光ダイオードの点滅数が増える方向に進み、デジタルタイプのビーコンでは機械の示す進行方向や液晶画面に現れる距離表示の短くなる方向へ進むことで、発信ビーコンの位置を特定する。

## 1. 登山技術に関する調査研究



発信電波の接線と平行する位置関係の時に受信感度は最大となる。

電波誘導法では磁力線の接線にそって発信ビーコンに到達する。

直線的に動くと電波の接線から外れてしまうため、数mごとにビーコンを左右に振って、受信感度の高い方向へ向かうように調整しながら進む。

搜索方法がシンプルなため初心者でもすぐにマスターできるが、発信ビーコンと受信ビーコンの距離が離れている時は、直線距離と比べてかなりの距離を迂回することになり、雪崩の走路を離れてラッセルを強いられるなど、無駄な時間を費やす結果となることもある。

電波誘導法の応用編として、電波特性を利用した以下の方法がある。

発信ビーコンのアンテナの縦方向と搜索者の進行方向が一致したとき、受信ビーコンを発信ビーコンに向けると受信感度は最大となる。

また、発信ビーコンのアンテナの縦方向と搜索者の進行方向が直行する位置関係の時、受信ビーコンを発信ビーコンに向けるとその場所での受信感度が最低となるが、ゆっくりと大きく左右に振ることによって受信ビーコンのアンテナと電波の接線が平行になった時、左右2ヶ所で受信感度が最大となる。

つまり、受信ビーコンが最初に信号をキャッチした時にゆっくりと大きく左右に振り、受信感度が最高になる個所が1ヶ所の際にはそちらの方向に発信ビーコンがあることになり、左右2ヶ所で受信感度が最高となる際にはその中間（受信感度が最低）の方向に発信ビーコンがあることになる。

この方法に習熟すると、発信ビーコンに近づくにつれ、時々立ち止まってビーコンを左右に振ることによって進行方向を微調整し、最短距離で発信ビーコンに到達することが可能になる。

なお、アナログタイプのビーコンの場合、音の強弱がわからないほど信号音が大きくなったり、複数の発光ダイオードがすべて点滅した際には受信感度を下げる必要がある。

また、最終的に埋没位置を特定するピンポイント搜索の際には、クロス法（直角法）に切りかえる。クロス法に切りかえるタイミングとしては、アナログタイプの雪崩ビーコンでは受信感度を最低まで下げた時、デジタルタイプの雪崩ビーコンでは距離表示が3～5mとなった時がよい。

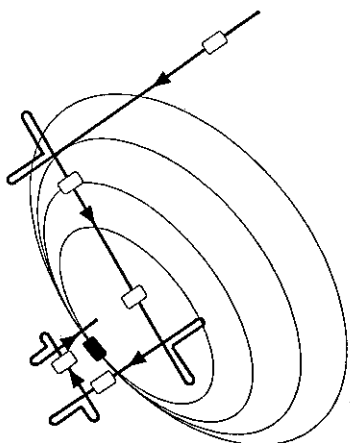
### (3) クロス法（直角法）

電波誘導法は、雪崩ビーコンが発信する電波の接線に沿って、曲線を描くように埋没者に近づくのに対して、クロス法の動きは直線的だ。

最初に電波をキャッチしたところでビーコンの向きを固定して埋没者の位置を特定するまでそれを維持するところが特徴的だ。

ビーコンの向きを固定した後、受信ビーコンを身体の正面に縦向きに構え、まっすぐに進む。その直線上で受信感度が最大になる場所で、それまでの進行方向に対して直角に進む（ビーコンの向きは固定）。直角に進み始めて信号が強

くなればそちらに直線的に進み、信号が弱くなるようであれば180°向きを変えて直進する。さらにその直線上で受信感度が最大になる場所で進行方向を90°変えるということを繰り返して、埋没者の位置を絞り込んでいく。



クロス法（直角法）による搜索の軌跡  
受信ビーコンの向きは固定する

クロス法で搜索を行なう際も、電波誘導法の応用編と同様に、最初に電波をキャッチしたところで、受信ビーコンをゆっくりと大きく左右に振り、埋没者位置の方向を推定するとより早く埋没位置を特定することができる。

発信ビーコンと受信ビーコンの位置関係が変わると、同じ場所でも受信感度が変化するため、クロス法を行なっている最中に受信ビーコンの向きをむやみに変えると混乱する恐れがある。そのため、クロス法を採用する時は、身体の変える際も受信ビーコンを持ちかえるなどして向きを固定することが大切となる。

電波誘導法でも、最後のピンポイント搜索ではビーコンの機種によらずにクロス法を採用するとより正確な埋没位置を特定することができる。

### (3) ピンポイント搜索の注意点

発信ビーコンと受信ビーコンの距離は、水平

距離によっても変わるし、当然垂直距離によっても変わる。そのため、最小受信感度でピンポイント搜索を行なうときは、受信ビーコンを雪面に極力近づけた状態で搜索する必要がある。



ピンポイント搜索は雪崩ビーコンを雪面に近づけ、クロス法で行なう

また、埋没者の位置が浅ければ受信ビーコンとの垂直距離が短いため比較的簡単に絞り込みが行なえるが、深く埋まっていれば埋まっているほど垂直距離が伸びるために絞り込みは難しくなる。

埋没者が深い位置にいる場合の受信ビーコンの反応としては、アナログタイプでは受信音や発光ダイオードの点滅数が最大にならず、デジタルタイプのビーコンでは距離表示が最小を示さずに、絞り込むことのできる範囲が広がる。

雪崩ビーコンを使った搜索の目的は、埋没者が身につけている雪崩ビーコンそのものを見つけることではなく、埋没者自身を見つけることにある。

したがって、ある程度人が埋まっている範囲（1.5～2 m四方）まで絞り込めたり、ピンポイントの絞り込みが範囲が広い場合は、雪崩ビーコンによる搜索にいつまでも固執せず、ゾンデで探って埋没位置を特定することが先決だ。

その為には、ピンポイント搜索では、ビーコ

## 1. 登山技術に関する調査研究

ン操作に最も長けた者が捜索を行ない、他の者はゾンデを伸ばしたり、掘り出しのためにシャベルを組み立てたりして時間を有効に使う必要がある。



人が埋まっている範囲まで絞り込めたら、ゾンデ併用で埋没位置を特定する。

講習会での捜索訓練でも、ピンポイント捜索で雪崩ビーコンに最後まで固執している場合とゾンデを併用する場合は、埋没位置の特定に30秒から1分の差が出る。

### 8. 捜索時の手順

#### (1) 安全の確認

仲間が雪崩に流されて埋まった場合、すぐにも捜索活動に入りたいと思うのが心情だが、救助活動にあたる者の身の安全の確保をまず第一に優先すべきなのはあらゆる救助活動と同じで、雪崩事故の際も例外ではない。

一度雪崩が起こった場所で再び雪崩が発生する可能性は低いが、同じような不安定な条件の積雪が周囲の斜面に残っている時は、二次雪崩の可能性を常に考慮に入れる必要がある。

また、捜索現場に入りこむ際に高度な登攀技術が要求されるような場所には、十分な技術を持った者しか立ち入ってはいけない。

二重遭難は絶対に避けなければならない。

#### (2) 通報と救助要請

捜索活動の早い段階で事故の発生を通報する必要がある。通報先は所属する山岳会や警察、消防といった公的機関となるが、救助活動の次の段階に備えて救助隊を要請する必要がある。

セルフレスキューの実行を強く勧めてきたが、残念ながら雪崩に埋没した者が無傷で救出される可能性は低い。

15分以内に発見救出したとしても何らかの外傷を負っていることも考えられるし、救出に時間がかかれば生存救出できたとしても低体温症に陥っている可能性は高くなる。

雪崩に埋まった仲間を生存救出することがその場に居合せた者の第一目標ではあるが、救助活動の最終目標は遭難者を日常生活に戻すことにある。

その為には、救出後の搬送手段や病院への移送手段、捜索が長期化した場合の人員の確保など、次の手立てを早い段階で確保する必要がある。

#### (3) 埋没可能性の高い地域を推定する

セルフレスキューは時間との勝負だ。捜索活動を効率的に行なうためには、現場をむやみに走りまわるのではなく、冷静な判断が必要となる。その為には、埋没の可能性が高い地域を推定し、そこを優先的に捜索する必要がある。

##### ア. 遭難点と消失点の把握

埋没位置を推定する際に最も有効な手がかりとなるのが、雪崩に巻き込まれた者が流され始めた点（遭難点）と姿が見えなくなった点（消失点）だ。

広く開けた斜面で起こる雪崩では、遭難点と消失点を結んだ延長線上のデブリ（雪崩による雪の堆積）の末端に遭難者が埋没してい

る可能性が最も高い。姿が見えなくなったからといって、消失点付近に埋没している可能性は極めて少ない。

これら2点を把握するためには、人が雪崩に流され始めた時に周囲の者が冷静になって観察する必要がある。

また、沢状地形の屈曲するカーブの外側や傾斜が変化する地形での緩斜面、大木や大きな岩の周辺など、雪が堆積しやすい場所にも遭難者が埋没している可能性が高い。

捜索段階では、雪崩ビーコンの受信に神経が集中しがちだが、周辺の地形を読み取り、視野を広げた冷静な対応が必要となる。

#### イ. 遺留品の把握

流下する雪崩の中では、比重の軽いものほど表面に浮き上がりやすくなる。遭難者が流されている間に身体から外れてしまった帽子や手袋、スキーやピッケルなど、現場に残された遺留品は埋没位置を推定する重要な手がかりとなる。つまり、人の身体より比重の軽い遺留品よりも下流側に遭難者が埋没している可能性が高い。

埋没可能性の高い地域の推定は、捜索活動を効率的に行なう上で重要だが、「可能性が高い」というだけで、「必ずそこにいる」とは限らない。遭難者が雪崩に流されている間に途中の立ち木に引っかかったり、流路からそれて止まっている可能性も十分に考えられる。

捜索時には、常に冷静に周囲を見渡し、固定概念にとらわれることなく、あらゆる可能性を考えて行動することも重要だ。

#### (4) 緊急パトロール

雪崩対策の装備が発達したとはいえ、雪崩事故の現場で最初にやるべきことは以前と違いは

ない。

現場の安全が確認され、捜索活動に入った初期の段階で、現場周辺をなるべく広く見て回る必要があり、これを緊急パトロールと呼ぶ。

雪崩に巻き込まれたにもかかわらず生還した人の中には、体の一部が雪面に出ていたおかげで仲間がすぐに助け出してくれたという人が少なくない。

雪崩ビーコンによる捜索と平行しながら、一人は緊急パトロールを行ない、遭難者の体の一部が見えていないか、遺留品はないかなど、有力な手がかりを探すことが重要だ。

捜索を1人で行なわなければならない場合は、捜索活動に入る前に現場全体を見渡すとともに雪崩ビーコンで捜索しながらも周囲に視野を広げ、これらの重要な手がかりを探す必要がある。

#### (5) 役割の分担

今まで述べてきた捜索活動を効率的に行なうためには、統率の取れたチームワークが必要となる。

捜索側に人数の余裕があれば、役割を分担することも可能だ。

例えば、緊急パトロールを行なう者、通報を行なう者、雪崩ビーコンで埋没位置を絞り込む者、埋没位置が特定された時に備えてゾンデやシャベルを準備する者、二次雪崩の発生に備えて現場の安全を確認する者、埋没からの経過時間を計る者、捜索の長期化に備え遺留品の発見箇所やデブリの範囲にマーキングを行なう者、時間や現場の見取り図などの記録を取る者、埋没者救出後に備えてツェルトを張ったりお湯を沸かす者などが考えられる。

大抵の場合、セルフレスキューを実施する現場では人数的な余裕はない。上記の役割を1人



## 1. 登山技術に関する調査研究

何役も担わなければならないのが現実だ。

作業の優先順位を決め、その都度必要な役割を指示して効率的に現場を動かすには、強力なリーダーシップが必要となり、リーダーの果たす役割が最も重要となる。

また、捜索者が1人の場合はすべての役割を一身に担わなければならない。

### 9. 最後に

セルフレスキューを中心に雪崩事故の際の捜索について述べてきた。

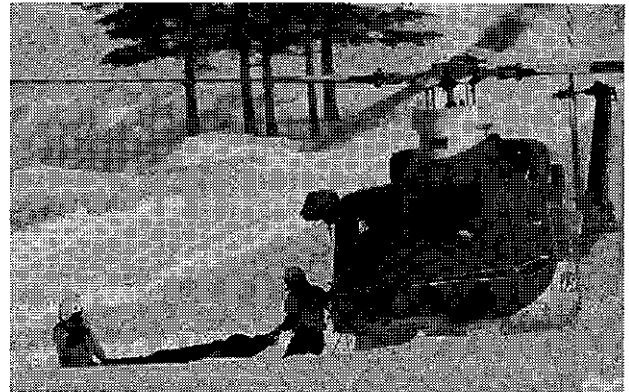
ここで述べたことは、ある意味では理想かもしれない。遭難現場での捜索活動が理想的に進むことは少ないかもしれないが、その現実を把握しながらも我々登山者は現実を理想に近づける努力を惜しんではならない。

ビーコンの捜索技術は、常に練習を繰り返さなければ使い物にはならない。いくら最新式の機材を持っていてもそれを使いこなす技術を身につけていなければ意味がない。

また、最初にも述べたように、我々が最優先すべきことは雪崩に遭わない努力を最大限にすることだ。

そしてもうひとつ知っておいてほしいのは、セルフレスキューには限界があるということだ。

現場で生存救出できたとしても、遭難者が自力



救急隊との連携が遭難者の救出をより確かなものとする。

で下山できる可能性は低い。奥深い山から人を運び出すことの大変さは想像を絶する。

すべて自分達だけで解決することに固執せず、緊急時には素直に人の手を借り、遭難者が無事に日常生活に戻れるように努めることも必要だろう。

### <参考文献>

北海道雪崩事故防止研究会編（2003年11月5日）

決定版雪崩学（第2刷）山と溪谷社

阿部幹雄著（2003年2月5日）

ドキュメント雪崩遭難 山と溪谷社

ブルース・ストレンパー著 NPO法人日本雪崩ネットワーク訳（2004年12月1日）

雪崩リスクマネジメント 山と溪谷社