

山岳遭難救助に必要な確保理論 — その先端部分 1 —

松本 憲 親 (岳僚山の会)

1. はじめに

山岳遭難救助技術は登山技術を基礎として発展してきた。急斜面や崖での日本の救助法はクリフレスキューとして知られている欧米の救助法と基本的には同一である。この技術を理解習得するのに、理論を理解することは必須である。なお、欧米の教科書にも記述の不十分な部分、誤りもあるが、日本の商業山岳雑誌に掲載される論文内容には誤りが多い。批判的態度で学習すべきだろう。

登山技術は多くのリスクを容認するもので、共に登る人同士はそのことを認め合っているのに対して、救助技術はリスクを極端に減じて安全性を高め、義務としての救助作業が負傷、死亡を排除したものであることが保証されたものでなければならない。これを保守主義の原則と呼ぼう。程度の差こそあれ、セルフレスキューもまたこの原則が貫徹する。故に、救助技術の基礎を学ぶ者に対してはその安全が保障された完全形を伝授する必要があることは火を見るより明らかというべきだろう。山岳遭難救助法講習において、状況に応じた省略が行われる場合はその理由を理解させて行わねばならない。経験豊富で判断力に優れた指揮者のもとに、熟練した隊員が省略技法を実行することは常々行われている。しかし、救助中に事故が起これば必ず責任問題が生ずる。さる岩壁での遺体収容中に遺体が崖下まで転落して全身がひどく損傷したことがあった。さるスキー場で足を負傷した

スキーヤーが、スノウボウトでスロープを搬送されているとき、救助隊員はそりにセルフビレイしていなかった。数人の搬送者全員がそりを手放したところ、そりは勝手に滑り出した挙句建物に激突して、被搬送者のスキーヤーは死亡した。これらの事故原因が十分に究明されたことを知らないが、技法省略あるいは誤りがあったことは結果が示している。

まず、省略技法を教え、状況に応じた安全策を追加する方針の教授法では、状況のきびしさが増すにしたがいバックアップを段階的に丁寧に実施するのであろうが、状況変化への手法的対応は遅れるのが普通であって、そこにリスクが生ずると言えよう。

セルフレスキューの場合、装備・人員の制限のもとに救助を敢行するからといって、実行可能なバックアップを、知って省略したなら背信行為である。知らずに省略することがどれほど危険なことかを知らねばならないし、救助者の資格が問われる。

バックアップの省略に要救助者の同意が得られ、救助が無事に終了したとしても、その行為自体は危険を冒したと批判されてしかるべきである。ましてや、誤った救助法を実施したり、教えることは厳に戒められるべきである。様々な事態・部分での個々のバックアップの必要性認識が重要なのであって、一般論としてバックアップを重視する程度では充分ではない。

2. バックアップの機能

バックアップの機能として、二重性（リダンダンスイー）とフェイルセーフの要素がある。二重性とは、以下の内容を表す用語である。

- ・アンカーは例外（大木、大ホーンなど）もあるが、2個以上の支点を使用し、1個の支点の破壊がアンカー全体の破壊に繋がらぬようにすること。
- ・スリングは1箇所が落石等で切れても残りが荷重に耐えること。
- ・タンデムプルージックは一方の切断に備えるものであること。
- ・索道メインロープを2本使用し、落石等による完全切断を回避すること。
- ・一方の切断に備え、2本のロープをV字型に配し、吊り上げ救助、吊降ろし救助を行うこと。
- ・索道の送りロープと引き寄せロープはメインロープ切断時のバックアップとなること。

フェイルセーフは以下の部分に認められる。

- ・吊り下げ救助（ロワリング）（ロワダウンは誤用）でロープを制動して繰り出すとき、制動者がロープを手放してもロープが出て行かぬように、フリクションヒッチを制動器具の制動側ロープ（デッドロープ）に掛けておくこと。このときにインディペンデントビレイを施す場合も同様にフリクションヒッチを使用する。制動器具を使用せずにタンデムプルージックのみで行うときはフェイルセーフといえない。とっさに誤って握ってしまえば止めることができないからである。
- ・懸垂救助（スパイダーラッピング、カウンターウエイトラッピング）で、制動器具の上あるいは下にフリクションヒッチを配せば、制動手がロープから離れた場合に自動的に停止す

る。このときタンデムプルージックとすると安全性が高まり、能率的な場合がある（両手で作業するときプルージック1本に2人の命がぶら下がっているなら、落石でこれが切れたらと考える視点が重要）。登攀における懸垂下降でも、支点を新たに設置しながらのマルチピッチ下降の場合はタンデムプルージックを推奨する。これらの場合は二重性とフェイルセーフの両要素が合わさっている。

- ・吊り上げ救助（ホイスト、リフト、レイズイング）（ライジングの語は誤用あるいは誤読）では戻り止め（ラチェット）がロープ1本ずつに付けられる。2本以上のロープが使用される場合はラチェットが2個以上となるので、ロープ引き上げ者が手を放している時落石でラチェットのフリクションヒッチが1本切れても被救助者は墜落しない。

3. 発生する力の大きさと安全率の確認

物理学の理論を応用すれば、発生する力の大きさの近似値が得られる。

安全率に関して工業規格が定めるところは、人の搬送では常用荷重の10倍の強度を持つ用具を使用すべきことである。山岳遭難救助上、常用荷重とはどの荷重を指すかと、最大荷重の何倍の強度が救助システムのハードウェアに求められるかが問題である。

登攀用カラビナの破断強度は24kN程度である。一方UIAAの登攀用ロープ規格は錘重さ80kg、落下率1.786での衝撃荷重が12kN以下であり（本稿では100kgf=1kNとした。これで下記式①から計算するとロープ係数 $k=4143\text{kgf}$ となる）、このとき支点に掛かる力はその1.66倍で19.92kNである。これで24kNを除すると約1.2となるが、安全率が1.2倍だといえる。落下率が

1. 登山技術に関する調査研究

2.0の場合は、衝撃荷重は計算上12.34kNで安全率は1.17倍と計算できる。いずれにしても、限界に近い使用条件で、登攀用アンカーのパワーポイントにカラビナが2個使われる所以である。

$$P=W+W \quad ((2kH/WL) \text{ 2分の1剰})$$

・・・式①(弾性確保の式)

落下率を0.5に抑えて登攀することが推奨される。この場合の衝撃荷重を計算すると6.6kNで、支点には11kNの力が掛かることになる。この場合の安全率は2.2倍となり、上記カラビナを2個使う場合の安全率に近づく。登攀の場でも安全率は最大荷重の2倍以上が必要だと言えるだろう。労働調査会の労働安全基準には木材の運搬索道では振動の結果生ずる最大荷重の2.7倍以上とある。工業規格では物品の吊り上げには常用荷重の5倍、人体の吊り上げ(エレベータ等)ではその10倍の強度が必要とされている。この例に従えば、索道で救助する場合は最大荷重の5.4倍の強度が索道に求められることになる。救助の場で3倍以上の安全率を求めるのは控えめ過ぎるのかも知れない。

いずれにしても、ハードウエアで十分な安全率が確保できないのであれば、ソフトウエアで対応することになる。最大荷重を低減することである。

4. 理想的アンカーの構築

アンカーの構築は最重要課題である。様々な強度・位置関係にある支点の強度の評価・推定ができれば登山研修Vol.18、57ページ(2003年)で述べた手法で最大限の強度を持つアンカーの構築が可能である。チームレスキュー、セルフレスキューを問わず、木、草、笹、大石、ホーン(仏:ピナクル)、砂時計、チョックストウン、ボルト、ピトン、ナッツ、SLCD、氷柱、アバラコ

フ、アイスマシュルーム、スノーボラード、デッドマンなどの強度の推定に基づいてアンカーの強度を推定する。均等荷重では最小強度に支点個数を乗じた数値がアンカー強度となるが、上述のごとく全支点の強度を加算したアンカーの構築は不可能ではない。岩場のクラックに根を生やした木は、直径10cmで10kNの強度があることが経験的に分かっている。これより、直径が5cmの木がクラックに根を張って生えていたなら、2.5kNの強度があると推定できる。萱や笹は適切にスリングを掛ければそれぞれ1および2kN程度の強度が出る。ナッツやSLCDは理想的に設置すればメーカーの保証強度が期待できるので、出動する場合にでなく、クライマーや救助隊員は常からギアの強度を暗記しておかねばならない。なお、ホーンや砂時計はクラックの無いことを確認しなければならない。

アンカーの支点を連結するスリングはナイロン製のスリングや補助ロープが適切で、ダイニーマを含むものはその割合に応じて滑りやすいので、ノウイクステンションとする場合に考慮しなければならない。しかし、滑りやすいことはパワーポイントでの均等荷重に有利に働く場合がある。基本的にはスライディングノットだが、パワーポイントの近くに結び目を作り、スライディング距離を制限するノウイクステンションの方法では、アンカーリギングに使用するスリングのダイニーマ割合が多く、滑りやすいほど均等荷重に近づく。

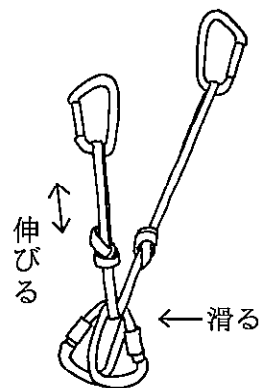


図1 限定的スライディングノット

アンカーの要（パワーポイント）付近に結び目を付けてノウイクステンションとする代わりに、当該個所をスリングで締め付ける方法がある。これに使用するスリングは13mm（1／2インチ）幅のナイロンテープや6mm径のカーンマントゥルが相応しい。メインロープに軽く荷重して方向を定めると同時に全体を揺さぶり、もってアンカーの脚であるスリングに均等に荷重が掛かるようにした後、120cmのスリングを要のカラビナのすぐ上から巻き始めて、アンカーのスリングの脚を編むように通して締め上げながら末端迄使用する。

この方法は荷重方向が一定する場合は各支点への均等荷重が実現するが、一般に索道では被搬送者の移動に伴ない荷重方向が変化する。支点の位置、アンカーの脚の開き角度および長さの比等を勘案して、荷重方向の変化に対応できるか否かを判断しなければならない。

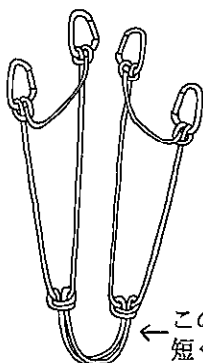


図2 コードレットによるアンカーリキングの一例

特にセルフレスキューではアンカー設置に制限が多いので、マルチディレクショナルなアンカーが必要な場合は図2に示すコードレットの使用法が参考になる。

5. ロープアセンディングのバックアップ

ロープアセンディングにおいてユマール等のロープクランプ2個を使う登攀では、デッドロープ（確保者や制動器具から見て、登攀に使われていない部分あるいは荷重がかかっていない部分のロープ）に結び目を作りハーネスに連結する方法が一般的だが、ロープクランプのすぐ上にクレムハ

イストノットを掛けておけば、クランプがすべる際のバックアップとなり、ロープ着雪に対処できる。フリクションヒッチでロープアセンディングする場合は3個のフリクションヒッチを使用する。上の2個の内1個はバックアップとなる。下の1個はエイダー用である。さらに、ロープが固定されたり、緊張している場合は、ハーネスのカラビナにロープを通しておく。フリクションヒッチ2個でも登れるが、上のヒッチに荷重して、下のエイダー用を緩めたときに落石等で上が切れて墜落したら、下のヒッチは滑った挙句切れる可能性が高い。固定ロープの登攀で切れた例は多い。以上のことは緊張したロープの下降にも応用できる。

6. 懸垂下降のバックアップ

懸垂下降のバックアップには4種あるが、山岳遭難救助ではセルフビレイ、インディペンデントビレイ、ファイアマンズビレイが良く使われる。

セルフビレイは下降者が下降用ロープにアウトブロックノットを掛けてハーネスに連結し、制動手がロープから離れる一瞬のミスに備えるもので、一本のスリングだけでぶら下がり、両手で作業するためのものではない。その作業のためにはロープの仮止めが必要であるが、初めからスリングを2本使うタンデムプルーゾックを採用すれば、仮止めを省略でき、スムーズに作業が進むことが多い。懸垂下降中の結び目通過にも好都合である。なお、ノットの位置であるが、ロープ末端を通り抜けて墜落すること（Rappelling off the end of the rope.）の防止と、結び目通過のためには制動器具の上部に掛けるのが良い。初心者にはこの点の説明を忘れてはならない。責任問題が発生する。

インディペンデントビレイは吊り下げ救助の場

1. 登山技術に関する調査研究

合で上述したが、問題点は確保者が制動手を思わず離した時に被搬送者らが停止するかと言う点である。このために、確保者の制動手の位置にオウトブロックノットを掛けねばならない。この点は多くの教科書、指導現場で見過ごされている。落雷や落石で全員がロープから手を離してしまう可能性に気付くべきだ。

もう1点の注意点は確保ロープの要救助者、救助者への結着である。確保ロープの先端でダブルループノットを作る場合は、荷重時に結び目が動くバニーイヤーノット(日本ではラビットノット)は不適で、腰掛結びや、トリプルクラウンノットが相応しい。

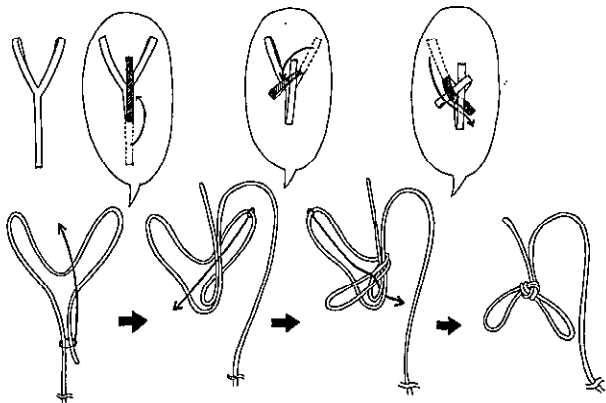


図3

この代わりにスリングでスパイダーを作る場合はコードレットを二重にしてから、その中間付近にオウヴァーハンドノットオナバイトでループを作ると4ループのスパイダーとなる。

要救助者側と救助者側の長さは状況により勘案する。できたスパイダーはカラビナ2個で確保ロープと連結する。

ファイアマンズビレイは懸垂下降終了点近くで懸垂下降ロープを保持し、引くまたは緩めることで制動を調節し、下降者の速度を調節する方法を言う。制動者はフォールラインから十分に離れて操作しなければならない。この手法は制動者が手

を離してしまえば失敗だが、それをバックアップできるのは別人しかなく、フェイルセーフなバックアップ法とは言えない。

特殊な懸垂下降で、宙吊りのセカンドの救助に向かう場合は上述のフリクションヒッチを3個使う方法が適している。ロープアセンディングの場合と同様ハーネスのカラビナをロープに掛ける。フリクションヒッチ2個で下降することができるが、速度を調節しないとスリングが焼け切れる。

7. 懸垂救助のバックアップ

懸垂救助には介助懸垂(アシスティッドラップリング=スパイダーラップリング)とカウンターウエイトラップリング(カウンターバランスラップリング)の2種がある(Counter-rappellingの用語もあるが、counter rappellingは今のところ使われていない)。懸垂救助のバックアップには、上述した懸垂下降のインディペンデントビレイが使えるが、セルフビレイは異なる部分がある。

スパイダーラップリング、カウンターウエイトラップリングともにセルフビレイのフリクションヒッチは通常制動器具の下に掛ける。それも2本が良いが、1本のフリクションヒッチを要救助者のハーネスに連結しておけば、下降中に救助者が停止して、不用意に抜重しても要救助者が一人下がって不安がったり負傷するのを防げる。

このときのスパイダーは上述のインディペンデントビレイに使用するスパイダーと同じく4ループでなく教科書どおりの2ループで良いかもしれない。それは別に救助者が最初に要救助者とスリングで繋がるので、それが二重性を構成するからである。しかし、それは最後のよりどころとしてあるのであって、安定した搬送の保証ではない。とくに、落石の可能性のある場合は4ループとすべきだろう。

ただし、2ループのスパイダーを使用して、それとは別にアウトブロックノットなどのフリクションヒッチを使用して要救助者の位置を救助者より若干高い位置に置いて搬送する場合があるが、要救助者に関しては二重性が保たれていると言える。

8. 吊降ろし救助とバックアップ

吊降ろし救助（ロウリング）（ロウダウンおよびディスタンスブレイキングの語は誤用）はスパイダーに連結した要救助者と救助者をロープで吊るし、ロープに制動を掛けて速度を調節しながら降ろすことを意味する。スパイダーを使用しないなら、救助者が吊降ろしロープにタイインする。このロープは2本をV字型に使用するのが望ましい。吊降ろしロープの救助者の頭上位置にフリクションヒッチを1個ずつ、計2個掛ける。吊降ろして要救助者の若干下に停止し、まずスリングでハーネス同士を連結する。要救助者とフリクションヒッチを2本のスリングで連結し、フリクションヒッチを上にはずらして、出来るだけ弛みを取る。

要救助者が宙吊りなら、ロープを切断するが、この時衝撃荷重が発生する。最低でも要救助者の重量の2倍に相当する力がロープに加わる。落下率が0の場合が最低だが、スリングに弛みがあれば落下率が0から増加することになる。弛みが10cmで、アンカーから10m吊り下げた場所でのピックオフなら、上式①より新たに加わる力が計算できる。

要救助者の重量が80kg重、ロープ係数が8000（セミスタティックロープ）なら、落下率=0.01だから、約2.19kNの力が新たにロープに加わる力である。要救助者の重量の3倍近い重量に相当する力が加わることになる。

これを減少させて、要救助者の重量の1倍に相

当する力の増加に抑えることも出来るのだが、少なくとも落下率を0とし、さらに要救助者の重量の一部を救助ロープに移すのは簡単である。これで新たな荷重は要救助者の重量の2倍未満に相当する力の増加に抑えることが出来る。

要救助者のハーネスにやっと手が届く位置に降下したら停止し、まず、スリングでハーネス同士を連結し、次いで長いスリングを要救助者のハーネスに連結し、救助ロープの高い位置（0.6～1m上部）に支点を作りカラビナを掛ける。このカラビナにその長いスリングを通し、エイダーを掛けて、踏みながらハーネスを引き上げれば、要救助者は簡単に上がってくるので、上述の2個のフリクションヒッチに連結してから要救助者が吊り下がっているロープを切る。次いでエイダーから抜重して、吊降ろす。

なお、上述のごとく、吊降ろし制動のデッドロープにはフリクションヒッチを掛けて万一制動者がロープから手を離してしまう事態に備えねばならない。

9. 吊り上げ救助とバックアップ

吊り上げ救助（ホイスト、レイズイング、リフティング）では吊り上げ用ロープに戻り止め（ラチェット）が必須であるが、通常2本以上のロープが使われるので、夫々のロープの数だけ戻り止めがある状態では二重性があると判断できる。セルフレスキューの1本のロープだけの吊り上げ救助で、バックアップロープを使用しない場合は、ライブロープ（確保者あるいは確保器具から見て、登攀に使われている部分あるいは荷重が掛かっている部分のロープ）のラチェットに加え、引き上げ者側のロープにフリクションヒッチやクランプを使用することがバックアップとなる。

1. 登山技術に関する調査研究

10. 索道搬送とバックアップ

①水平索道と張力

索道搬送で問題となるのは索道を緊張し過ぎることによる索道の破断、アンカーの崩壊である。同レベルにあるアンカー間50mに対して51mの鋼索を張れば、被搬送者が中点に達したときの索道のなす角度は約157.28度となる。このとき鋼索の張力は次式②より得られ、被搬送者重量の約2.54倍の荷重が掛かる。被搬送者の重量が160kgのときは約4.06kNの力が掛かることになる。このとき、4.9mm径鋼索の破断強度19.1kNを使用した場合の安全率は約4.7となるが、搬送中に大きく振動すると安全率が2.4以下となる場合が考えられる。振動を極力抑えた搬送が求められている。なお、プリストレッチした鋼索は伸びが0とされている。

$$F=0.5W/\cos0.5\theta \dots \text{式②}$$

F：ロープ張力；
W：被搬送者重量；
 θ ：鋼索の成す角度

CMCロウプレスキューマニュアルでは15度ルールが定められている。この基準は水平搬送の場合にロープの成す角度を150度にしたとき、水平線に対するロープの傾きが15度であり、この角度が15度以上になるように索道を張らねばならないと言うものである。15度のときは索道に被搬送者の重量の約1.9倍が掛かる。妥当な基準と考えられる。

訓練で分度器を携行して角度を測定することで、目測が可能になると推定する。

上記の鋼索の場合にも15度ルールを適用するのが良いと思われる。上記例では水平位置にあるアンカー間50mに51.8mの鋼索を張れば、鋼索

の成す角度は150度以下となり、鋼索の傾斜角は15度以上となる（一旦緊張させてから1.8mを計測して繰り出す）。

なお、水平に張る固定ロープは極めて強く張ることが救助の場合にしばしば必要となるが、この場合15度ルールは適用されない。ただし、このような固定ロープ使用時には強い力がロープと支点に掛かるので、スタティックロープ使用時は特に結び目強度と張りの強さに注意しなければならない。結び目強度は3分の1に低下する可能性がある。支点強度にも十分な注意が必要である。

②傾斜索道

索道に傾斜角がある場合はメイン索道と送りロープあるいは引き込みロープに荷重が分散するが、その程度は傾斜角とメイン索道の成す角度による（登山研修、Vol.7,13頁、1992年参照）。

計算値の表と図を下に示す。

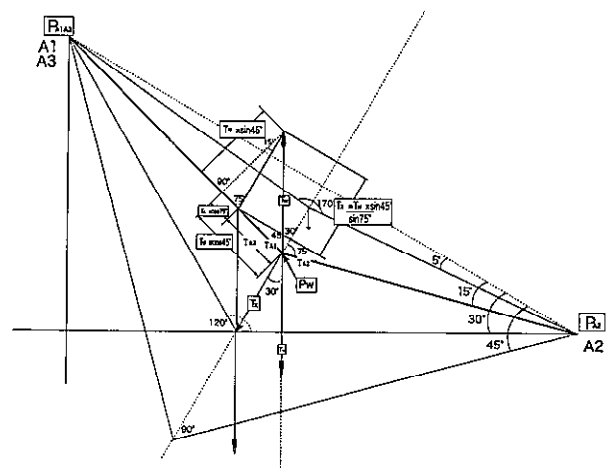


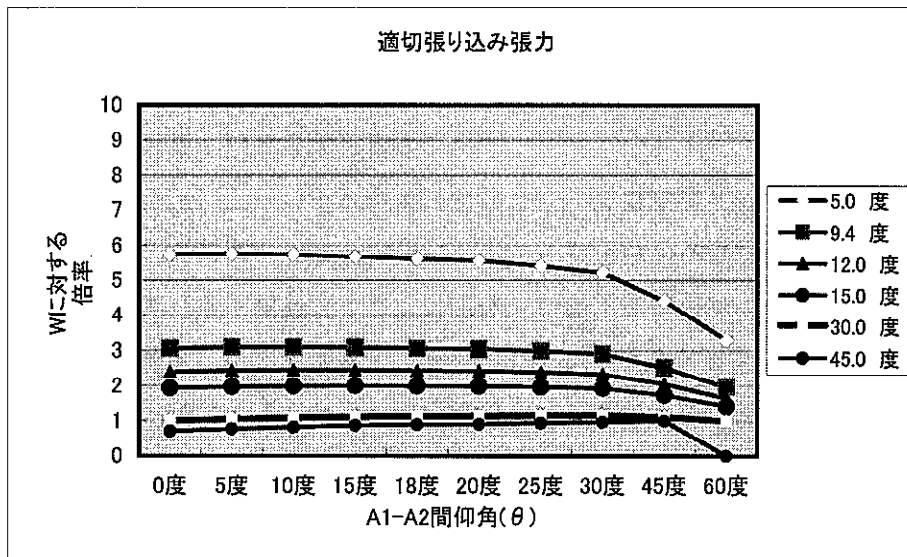
図 4

上の図、及び次ページ表から索道に傾斜角がある場合も15度ルールをそのまま適用して差し支えないことがわかる。

なお、被搬送者が索道の上部付近に居る時に索道を緊張させて索道に荷重の一部を移した（張り込んだ）後、被搬送者を中間地点まで下降させた

表 索道での搬送時のロープ角度と索道傾斜角の変化と支点荷重の搬送物荷重に対する倍率

上部A1とA3 が 同一支点	拡大率	θ^*	A1-A2 間 角度 θ	下部A2から上部A1を見たときの仰角(θ)										
				0度	5度	10度	15度	18度	20度	25度	30度	45度	60度	
合計(A1+A3)	3.061	9.4	度	161.2	3.061	3.094	3.103	3.088	3.068	3.050	2.989	2.905	2.523	1.970
合計(A1+A3)	2.405	12.0	度	156.0	2.405	2.440	2.457	2.455	2.445	2.435	2.396	2.338	2.062	1.645
合計(A1+A3)	1.932	15.0	度	150.0	1.932	1.970	1.992	2.000	1.997	1.992	1.970	1.932	1.732	1.414
合計(A1+A3)	1.000	30.0	度	120.0	1.000	1.047	1.085	1.115	1.129	1.137	1.150	1.155	1.115	1.000
合計(A1+A3)	0.707	45.0	度	90.0	0.707	0.766	0.819	0.866	0.891	0.906	0.940	0.966	1.000	0.000



ロープ張り込みの「15° ルール」に関して

ロープの両末端 {P(A1A3)-P(A2)}の傾斜「 θ 」とロープに乗った物体「W(人物、荷物)」によって生じるたわみによって生じた角度「 θ^* 」から、ロープに生じる張力を下図に示す。

ここにはロープの材質や太さなどは影響しない。

30°より傾斜が少なく、水平に近づくほど、また、たわみが15°より小さくなるほど、強く張りこんではならない。

現場で角度を測定することは困難を伴うが、訓練に分度器を用いながら、目測の勘を養う必要がある。

また、荷重を掛ける前のロープの張力で判断するのも可能かもしれない。

H20春山講師研修会で目処をつけた点は下記のとおりである。

4対1、2名で10.5mmのセミスタティックロープ2本を1本あたり、150Kg(合計300Kg)で張り込み、2本同時に荷重を掛けた場合、中央垂下率約9%、支点張力は物体「W(人物、荷物160Kg)」の約3倍の500Kg程度であった。今後は同条件であれば、もっと弱く張るのが望ましい。

とき、大きな張力が発生する可能性があることを忘れてはならない。この場合はアンカーからロープを繰り出して張力を減少させることが必要となるが、予め弱く索道を緊張しておく(張り込む)ことあるいは、かなり吊り降ろした後に張り込むのが良策である。

また、被搬送者が水没しそうな場合や障害物を越えるために索道の張りを強めるときは、どれほど張力の増加があるかの認識が重要である。

③ツインロープの索道

化繊ロープでの索道を使用するとき、落石の恐

れがある場合はもちろんのこと、意外な落石も考慮して、2本ロープの索道設置を推奨する。1本ロープでは安全率が十分でない場合が多いことも理由の一つである。

索道を張り込んで被搬送者を吊り上げる場合は、交互にロープを張り込んで行くことで、労力の低減が著しい。

④索道のバックアップ

索道上の被搬送者を移動させるのに、一般に送りロープと引き込みロープが使われ、夫々が制動器具で制動されるが、メインロープの破断時はバ

1. 登山技術に関する調査研究

ックアップとして働くだらうか。送り出し側は強い衝撃に耐える制動方法で操作可能であるが、引き込み側が強い衝撃に耐える体制とスムーズな引き込みは両立し難い。索道と地上/水面との距離が充分ある場合はバックアップとしての機能は不十分である。

送りロープと引き込みロープを連結してループラインを作ればこの問題は解決し、多くの点で有利になる。

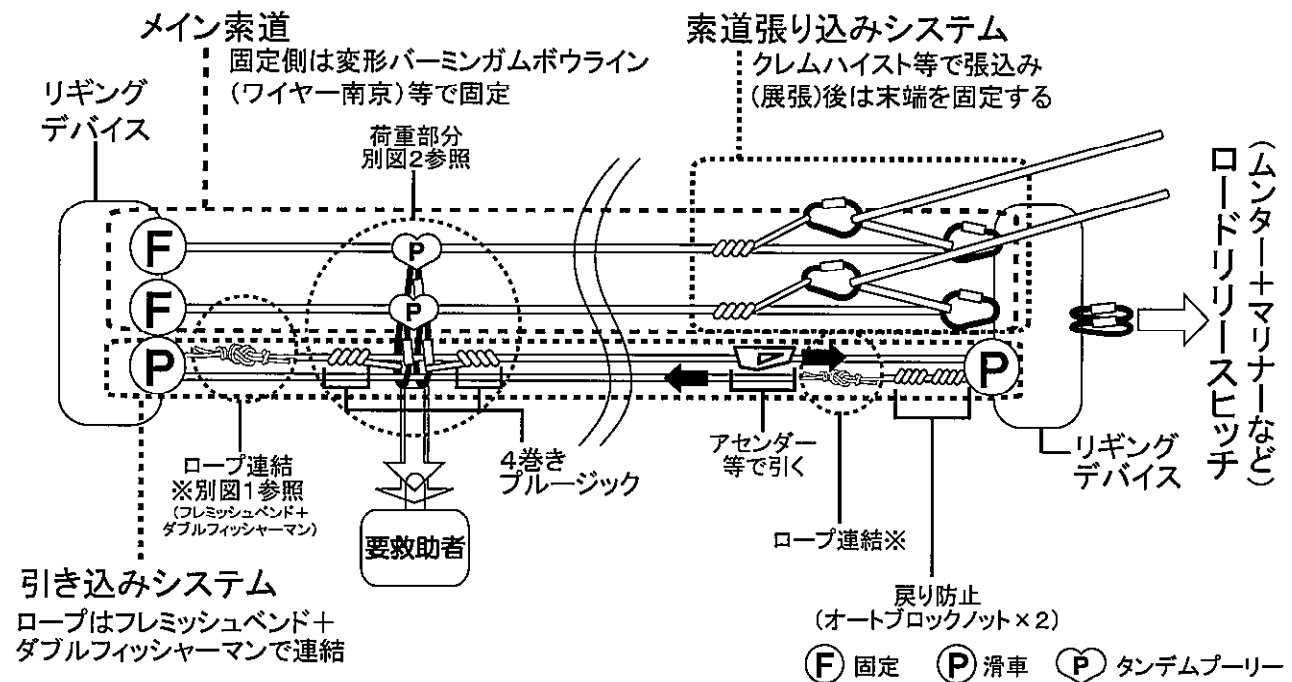
ロープの連結はフレミッシュベンドダブルフィッシャーマンズバックアップが推奨される。バタフライノットは良い結びだが、間違い易いので不適だとの指摘がある。フラットフィギュアエイトは論外である。最近の救助技術講習会で懸垂救助用ロープをフラットフィギュアエイトで結ぶ例が多

いが、欧米では救助用にフラットエイトが薦められている例は無い。それどころか、欧米では雑誌、成書で登攀用にもこれを肯定する表現はネット上の記事を含めてを見られず、フラットエイトを否定する論文や記事ばかりである。山岳雑誌の記事等でこれが救助にも使用可能な表現が見られるのは日本だけだろう。

ループの両端に滑車を配し、結び目近くのループ上にカラビナをクローヴヒッチで固定し、そのカラビナをメイン索道に吊るした搬送用プーリーあるいはカラビナに連結し、並行するストランドを別カラビナで連結する。次いで滑車をアンカーに連結して緊張するが、索道と地上の間に十分な距離がある場合は1人が腕で引く程度で良い。メイン索道切断時に被搬送者が着地する恐れのある

図5 メイン索道と送りロープの設置例

(送りロープの長さに余りが生じたら変形バタフライノット*等で短縮する)



*変形バタフライノット: バタフライノットの手を目にくぐらせて締める

謝辞

加藤智司氏は傾斜索道の張力計算例から数式を導き、表の作成・作図をされた。深く感謝します。

場合は別ロープを用いるプーリーシステムで強く張るが、このシステムではロープの伸びは2分の1であることに注意する。送り出し側にアウトブロックノット2個でタンデムプルージックを形成する。引き寄せ側にはロープクランプを設置し、必要に応じて戻り止めを設置する。メイン索道に被搬送者を吊り下げたら搬送を開始できる。

なお、このシステムでは送り出し側に人員を配する必然性はない。

