

分かり易い確保理論（入門編）

北村 憲彦（春日山岳会）

松本 憲親（岳僚山の会）

1. はじめに くさあ、岩登りに行こう！>

本格的な岩登りとは言えないまでも、手を離したら、簡単に落ちてしまう場面は多い。また、いつでも天候が良いとは限らない。剣岳の別山尾根や穂高岳のキレットでも雨や霧や強風では、相当難しくなる。疲労しているとき、荷物が特に重いとき、バランスの悪いときなど人の側が異常なときにも、転落や滑落の危険が増している。山はそのルートの名前だけで難しさが決まらない。険しさ、天候や季節、疲労などで総合的にその場面の登山者の実力と比較して難しくもなることもある。かえって、ロープで確保されている本格的な岩登りの場面のほうが、安全なことだってありうる。

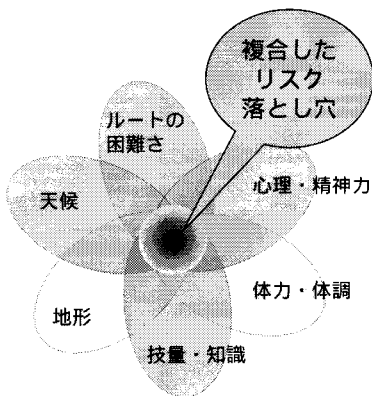


図1 状況のバランスが崩れると、リスクの一つ一つが高まり、数も増える。

来てしまった。そんな所で、下から見てみると簡単そうだと判断して、取り付いたとする。行ってみると、登るのも下るもできないくらい難しいこ

そう考えてくると、落ちなければ問題ないが、絶対に落ちないかという、そうは言えない。ロープをつけようか、どうしようか迷うくらい場所、または少し岩登りの要素が強い場所に

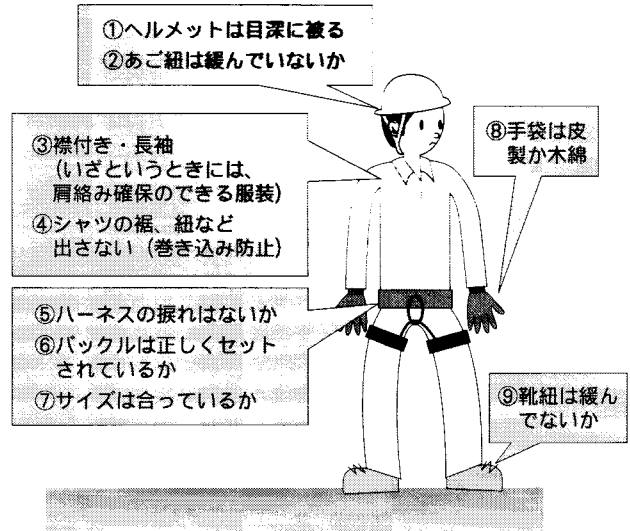


図2 登る前にヘルメット・服・ハーネス・手袋・靴の確認

ともある。登るときには、手がかりのホールドや足元のフットホールドを観察しやすい。しかし、下ろうとすると、足元は見えにくい。見えないことのほうが多い。だんだん不安になってくる。焦ってくると、ますます視野が狭くなる。そのうちに呼吸も荒くなって、喉もからからになってくる。しまいに足が震え始め、もはや風前の灯である。そんなとき、もし予めロープの一本でもパートナーとつながっていたら、少しは落ち着いて観察したり、考えたり、知恵を絞る余裕も持てそうである。やはりロープを用いた確保技術の基本を正しくマスターすることが、事故防止だけでなく、果敢なクライミングへの挑戦にも繋がっている。

そこで安全という観点から、初心に帰って、岩登りの一般的な流れを復習してみよう。

1. 登山に関する調査研究



図3 指差し呼称確認

- ① ハーネスを正しく装着。
- ② ロープの異常がないか、絡まりがないか、を点検。
- ③ ハーネスとロープの確実な結束。
- ④ 確実なアンカーを構築（強固+複数+連結）。
- ⑤ パーティーのロープをアンカーのパワーポイントに固定。
- ⑥ 確かな合図で全て確認、登はん開始。（ハーネスよし！アンカーよし！ビレーよし！）
- ⑦ こまめに中間支点&スムーズなロープセットはトップの責任。
- ⑧ セカンドはロープに伝わってくる動きを感じながら機敏にロープ操作。
- ⑨ ロープは次のアンカー設置場所を見つけて、確実なアンカー構築。
- ⑩ トップがアンカー構築後、セカンドはトップの確保を止めて登る準備。
- ⑪ セカンドが登り切って、アンカーにセットするまで油断せずに確かなビレー。

意外に守るべきことが多い。この基本から外れるとき、一つのリスクを負うことになる。では、リーダーとして、守るべき基本とは何かを考えながら、特に(1)~(3)の各項目に以下のことを補足する。

- (1) ハーネスは体のサイズに合っているか？折り返しはしっかり守っているか？ハーネスは振れてないか？腰骨の少し上にしっかり回してあるか？へその前のバックルは正しく通してあるか、ベルクロだけで留めてない？

以前、こんなヒヤリとすることがあった。救助訓練で要救助者をキャッチしてから30mくらい張り込みで釣り上がったなら、相手のハーネスが、実はマジックテープだけで止めてあって、あわてて抱えたことがある。初歩的な事故を防ぐために、登る前にお互いに確認し合う必要がある。

- (2) ロープの外皮の傷や目立つくらいの毛羽立ち、折れ、一部にこぶのような膨らみ、など外観検査をしよう。ロープを一通り手でしごきながら送って、異常はないか確認しよう。こうすれば、ロープ全体の振れ（キック）もなくなる。キックしたロープは大きな力で引っ張られると簡単に切れてしまうことがあるから、しっかりキックを取ってしまおう。

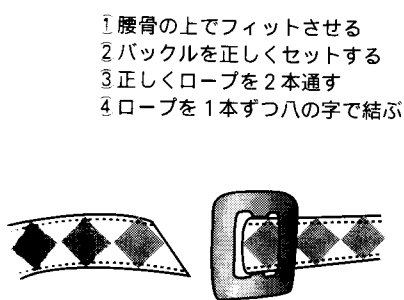


図4 ハーネスのバックル（ベルクロだけの勘違いに注意）及びハーネスとロープ1本ずつを確実に結索せよ。

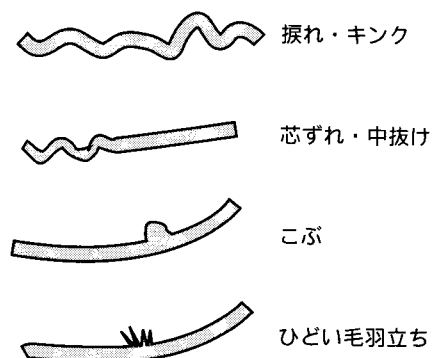
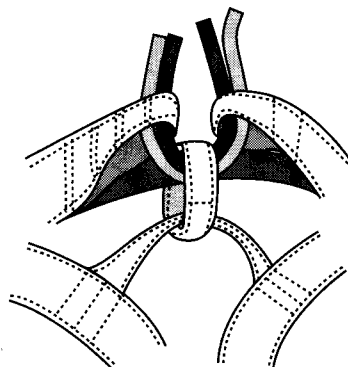


図5 登る前にロープの全長を目で見、手で触って点検

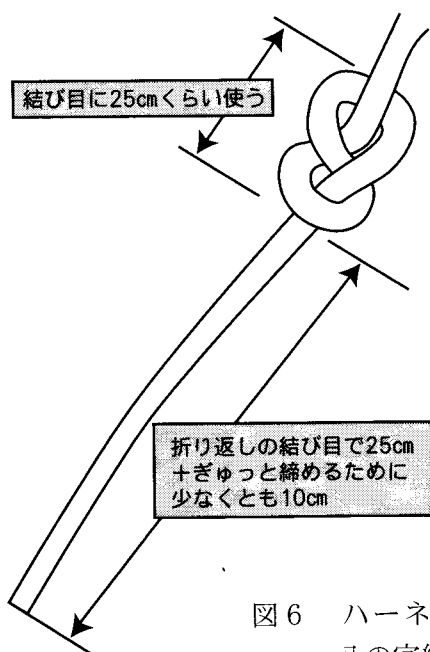


図6 ハーネスに通す前の八の字結び

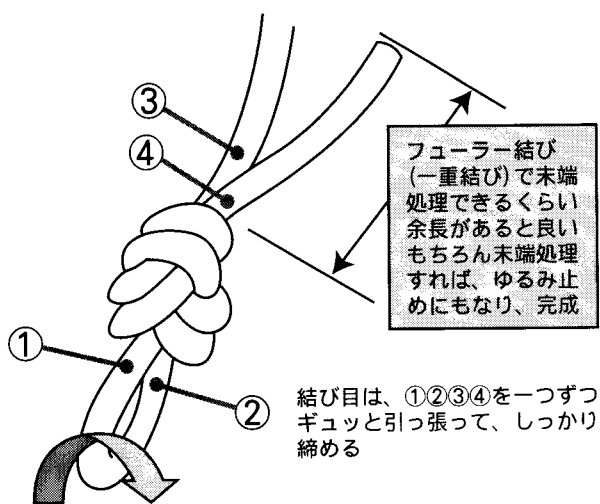


図6 ハーネスに通した後の八の字結び

(3) ロープの端を十分な長さ出してから、八の字結びを作る。その端をハーネス正しくロープを通す。ロープの結び目を見てごらん、ちゃんと元の八の字に沿って、戻しましょう。どこか飛ばしていないか？全部戻せたら、力強く、ギュッと結べ。結び目には4方向からロープが入ってくるので、それらの1本ずつを、ギュッと引っ張って、結び目を固く締まるようにしなさい。

結び目の端っこが一つ拳で握ってもまだ余っているくらい長く余っているか？大きな張力が結び目に作用すると、ロープがスルスルと結び目に滑り込んで、あっという間に、すっぽ抜けて解けてしまうから恐ろしい。しなやかさの少ないロープや最近の摩擦の低いロープには特に注意せよ。

端に余っている長さが、時々問題になる。ひとつには単純な話で、しっかり握れるくらい残っていないくは、ギュッと力を入れて引くことはできないから、結び目を固く締めることができない。このように注意して結束すれば、八の字結びに加えてさらに末端を一重結びで留める必要もないと言われる。しかし、万一を考えて結び目が緩みにくくするためには、一重結びで末端処理することは好ましい。また、そうしてハーネスとの結束が完成したとすれば、結果的に末端の余長を十分とることが無理なく守られる。怖いのは、前提条件なく「八の字結びには末端処理は要らない」と言ってしまうことである。前提条件が忘れ去れた頃に運悪く事故が起きるのである。

以上のことを大前提にして、いよいよ(4)~(11)に関わる確保技術の原理に話を移すことにする。

登山の確保は、落っこちないように防ぐこと。

重力に逆らって進むクライミングの宿命である。高いところに登って行って、滑ったら、落ちてしまう。羽でも生えてない限り、高い所から、そろりそろりと落ちることは不可能である。自動車の衝突安全装置みたいにエアバックが開くわけでもない。高ければ、高いほど勢いよく落ちるから身体や支点へのダメージは大きく、大変なことになる。そこで、

1. 登山に関する調査研究

墜落の勢い（衝撃荷重）を

弱くするための原理は3項目

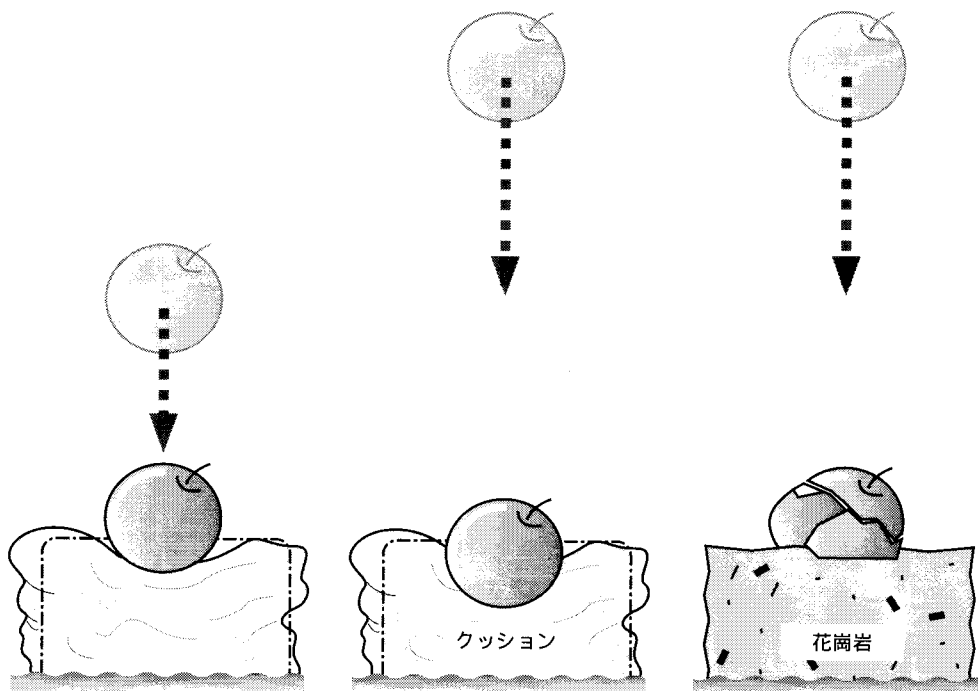
- 1 荷物を含めて体重が軽いこと
- 2 あまり高い所から落ちないこと
- 3 エアーバックじゃないけど、ショックを和らげる工夫をすること

① 体重は急に減らせないけれど、難しいところでは、荷物を少しセカンドに預けていくこともある。荷物の位置にも注意して、あまり体が引かれないようにしろ。足元が見やすいように道具の整理・整頓は大切である。ルートに必要な道具は何か、万一の最低限には何を持って登り始めると良いのか。そういうことも考えて、荷物を厳選する。楽に自由に動きやすいということも大切である。背中のリニックスバックは脊椎を守る役目を果たすこともある。逆に背中に入っている、たとえばカ

メラなどの固い物が岩との間で背骨を潰す原因になった痛ましい事故もある。

- (2) 中間支点をこまめにセットしよう。そうすれば、少なくとも無策の大墜落は、小さな墜落に置き換えることができる。特に、登りにくい所や難しそうなところの手前では必ず、強固な支点や複数の支点を作って、慎重に登ろう。

アルパインクライミングでは、万一のロープの切断に備え、ショックの吸収の良い細めのロープを交互に中間支점에セットするのが普通である。ロープの流れが良いほど登りやすいのは当然である。また、墜落時に繰り出したロープ全体で柔らかく・スムーズに自然なブレーキが掛かるためにも、ジグザグにロープをセットするのは、良くない。美しいクライミングでは、エレガントに流れるようにロープがセットされる。



- ② 高いところから落下すれば、クッションが深く沈む。それだけ大きな荷重をリングは受けている。硬い岩石にぶつかったら、もっと大きな荷重でリングはダメージを受ける。墜落は高いほど危険であり、支えるロープの性質とロープの操作技術がクッションの役目を果たし、衝撃的な大きな荷重を吸収し、消し去る。

リードする人は、登り始めは特に注意を要する。確保者に近いから、気楽になりがちである。しかし、この登り始めはとても危険な区間で、第一番目の中間支点がセットされる直前で墜落したら、すぐに地面に激突してしまう。マルチピッチなら地面にぶつからないから、安心というわけではない。中間支点なしでの墜落で生じる衝撃力は墜落者の体重の何倍も大きな数百キロ（数百kgfもしくは数千Nとか数kN）にもなることがある。これは、とんでもなく大きな荷重で、ぴたっと止まるような生易しいものではない。

物理ではこのような力の単位を特にkgfと書いて、ただのkgと区別することがある。fはforce（フォース）の省略である。最近では、世界標準の単位が使われることも多くなり、日常でもN（ニュートンと読む、リングが落ちた万有引力の法則のニュートンにちなんだ単位名）という単位を使うことがある。地球上ではおおむね、kgfの前の数字に9.8を掛けるとNになる。赤道付近や高いところでは違うといえばそうだが、衝撃力を受ける人間の感覚からすれば、9.8でも詳しすぎて、だいたい10倍違うで十分なことが多い。カラビナなどの25kNというのは、kは1000のことで、25000Nなので、これを10で割って2500kgfになる。9.8で割れば、2551kgfである。だいたい新品でもぴったり25kNなんていうはずはなく、そもそも設計上の安全圏の数字なのだから、これを2551kgf拘らなくても、約2500kgfと言っても、実用上は、なんら問題ない。

とにかく、当たり前のような大原則は、少しでも墜落高さを減らせ、ということである。

(3) それでも落っこちてしまったとする。あとは、運任せではない。登山の道具のうち靴とロープやハーネスの進歩は著しい。ロープについては次の3項目が重要である。

- 1) 大きな墜落のショックにも切断しないような引張り強さ
- 2) ショックをバネのように伸びて吸収する弾性という性質
- 3) 結びやすさ

1) の引張り強さは言うまでもないし、3) の結びやすさも結構大切である。しなやかさがないと、ちゃんと締まらない。締まらない結び目は簡単に解けてしまう。そうすれば、元も子もない。

弾性確保の原理

さて、ここで強調したいのは、2) の弾性という性質である。墜落を柔らかく受け止めるクッションの役目はこの弾性が主役である。登山のロープの弾性は、原理的にはバネのような伸びと言って構わない。この原理に基づいて、最大張力なら計算できる。

また登山で独特なのは、ロープが長さの変わるバネだという点である。普通のバネは、決まった長さでしか使わない。バネ秤だって、車のボディーをささえるバネだって、ほとんどの機械のバネというのは、一定の決まった長さで使うのが普通である。ロープだって買ってきた50mなど一定の長さではないか？何が特別なのであろうか。

クライミングでは登るに従って、次第にロープを繰り出していくことが、実はバネとして見ると次第にバネの長さを変えて（延ばして）使っているという点である。バネは、長いほどクッション良く柔軟に伸びてショックを吸収してくれる性質がある。

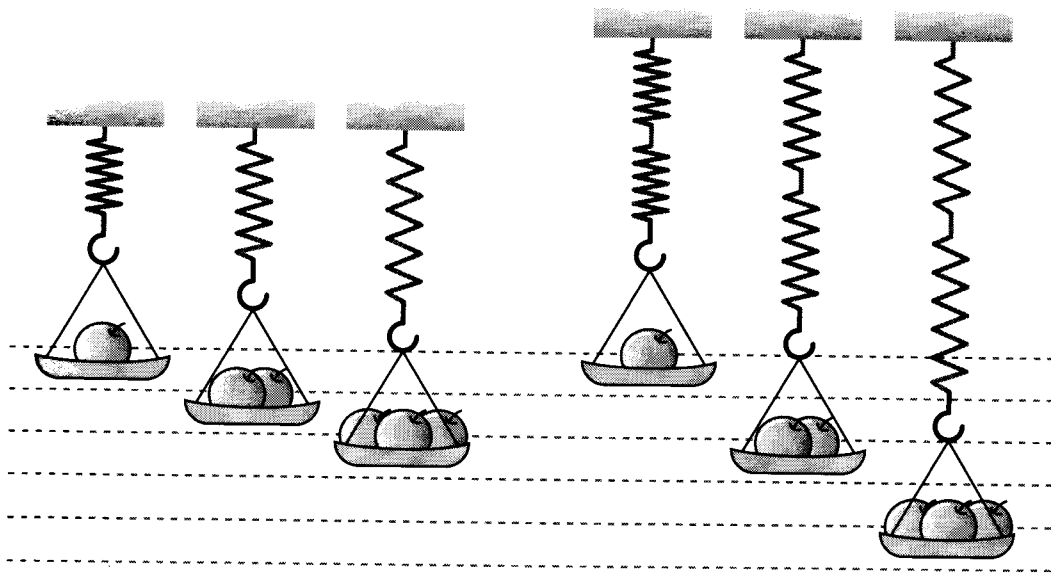


図9 a 登山用ロープはバネ秤のバネに似た弾性という性質を持っていて、墜落のエネルギーを吸収してクッションの役目を果たし、大きな荷重ほどよく伸びる。実際には大きな引張荷重ほど伸びにくく硬い性質に変化し、また連続的な繰り返し荷重にも硬くなる性質を持っているが、ロープの弾性の原理を理解するためには、荷重に比例してロープは伸びるとしても良い。しかし、荷重の逆算で精度を問題にする場合には注意を要する。

図9(b) 登山ではロープを次第に繰り出して、バネをつなげるといふ使い方になる。同じ荷重で引張っても、長いバネほど伸びやすく、柔らかなバネになるという性質がある。つまり、長いバネほど軟らかいクッションと同じなので、長いロープほどクッション性能に優れることになる。墜落高さが増しても、それに応じてロープの繰り出し長さが多ければ、クッションが厚くなっているようなもので、衝撃荷重は小さくてすむ。「落下率」の考え

衝突の力の原理で、「重量」・「高さ」・「クッション」という3項目を挙げたが、このうちの「高さ」と「クッション」というのは、不思議に近づくと言った仲良く協力する面もある。つまり、高く登るためにはロープは繰り出されて長くなる。つまりロープが長くなったので、だんだんショックを吸収しやすくなっている。

重くなると大きな力が生まれそうだが、それを受け止めるロープは、それに応じてショックを吸収しやすくなっているという上手い関係ができてくる。これが、現代の登山用のダイナミックロープの基本原則である。

このように、墜落高さと繰り出したロープの長

さとの比を「落下率」と言い、墜落の程度を示す公式で役立っている。たとえば、10m登って、中間支点を設置してロープを通して、さらに2m登ったところで落ちたら、見掛けの落下は4mになる。落ちる瞬間までに繰り出した最低限のロープ長さは、単純に12mと見て良いから、落下率は $4 \div 12 = 0.33$ ということになる。この落下率の数字は、中間支点の設置位置によるので、トップがコントロールできる予防項目である。ロープの独特な弾性とこの落下率が確保理論で重要なポイントである。上手に支点を作り、ロープを繰り出していれば、クッションを次第に厚く積み上げて、それで受け止める準備をしていることと同じである。

制動確保の原理

さらに、2)に補足する。ショックを和らげる方法は、ロープの弾性だけではない。実際の墜落を止めようとするとき、通常の器具では一所懸命止めようとして、力いっぱい握り締めても、手元で最大に掛けられるブレーキ力は、摩擦力を超えない。握力が60kgfの人でも手袋とロープとの間の摩擦は高々20kgfくらいしかない。確保器具にロープを巻き付け、それによる増幅で何倍にもブレーキ力が増やすのであるが、それにも限度がある。限度以上の大きな力で引かれたら、ロープは自然に手元から滑り出し始める。これが、そもそもの制動器具の設計である。

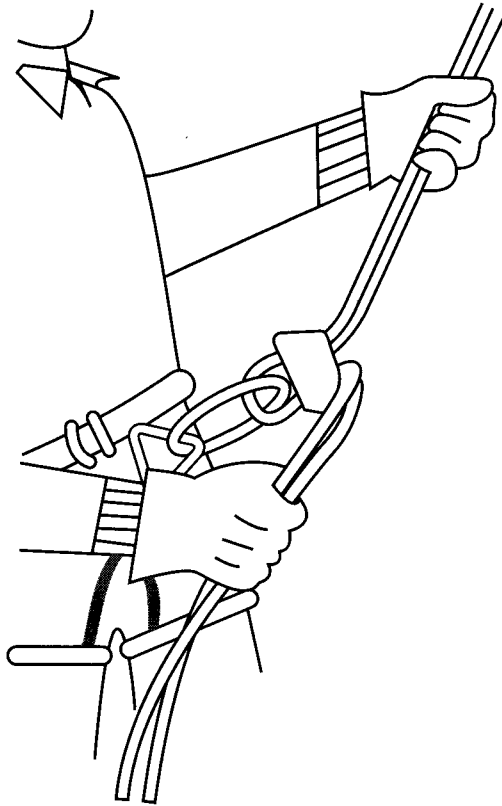


図10 墜落の大きな力でロープは引張られるから、初心者はとにかく力一杯止めようとするだけでよい。それでもとまらないときは、ロープが自然にすべり出してしまう。そのときの摩擦でブレーキを効かせる方法を制動確保と呼ぶ。慣れてきたら、急ブレーキばかり掛けずに上手にコントロールする。コツは、握る力と確保器具への巻きつけ角度の調節だが、疲れてポーっとする瞬間が一番怖い。

次第に習熟してくれば、時と場合によって緩急自在に制動（ブレーキ）をコントロールできるようにもなる。これは自動車のブレーキ操作と全く同じである。初心者のころは、まずは思いっきり止めよう！それでも自然に滑り出すに任せるのが、初心の制動確保である。本来の確保器具は、墜落者の体に異常なダメージをきたさない程度のブレーキ力が出るように設計されている。それでも止める力の元では、握力や実際の巻きつけ角度も違うので、それらの組合せにも注意を要する。友達のものもお互いに試して、適切なブレーキ力が得られるものを選定しよう。とにかく、使い方に慣れることが大切である。

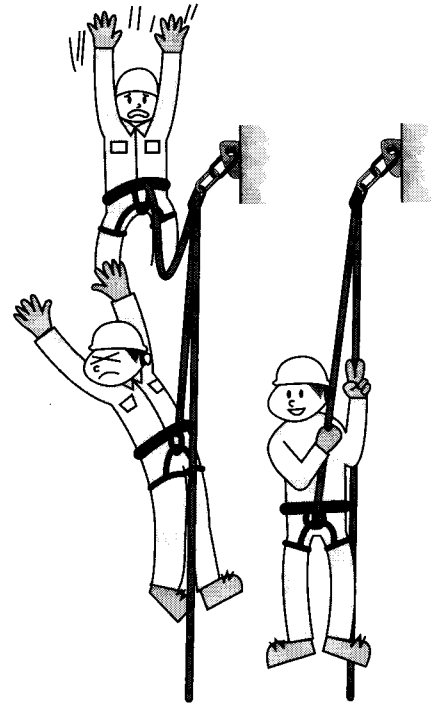


図11 伸びにくい太いロープや細いロープでも2本同時に中間支点にかけていくと、衝撃荷重が大きくなる。また、急停止もショックが大きい。手元では通常は完全に固定してロープが滑り出さないことはない。少しだけロープが流出するのでも制動効果は高い。

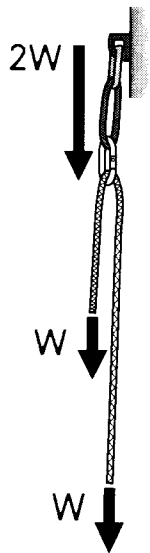


図12 伸びの少ないロープや急停止によって、墜落の衝撃荷重は大きくなる。もし、墜落側でWの衝撃荷重でロープを引張ると、もし中間支点到に摩擦が無いならば、ビレーしている人もWでロープを引張っていることになる。だから支点は2Wで下に引かれ、抜けたり、破壊する危険にさらされる。

少し大きめだけど、とにかく強力に、急に止められる器具もある。過大な急ブレーキが掛かると、墜落者の体も耐えられないかもしれない。また、墜落の力が掛かる中間支点にも大きな力が瞬間的にかかることになり、崩壊の危険も出てくる。中間支点には、止めている力の最大2倍の力が掛かるとみるのが、用心のためには良い。つまり、下から引く力と墜落者が引く力の両方を支点は支えているから、2倍掛かることになる。だから、中間支点はアンカーほどではないにしても、丈夫にしておく必要がある。

アンカーは最後の砦

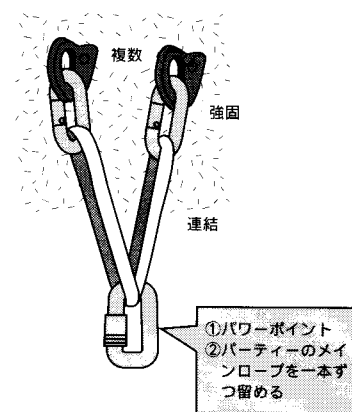
これまで、とにかく登るシステムとロープ使い方で墜落で発生する大きな力の原理を説明してきた。それでも、不幸にして、止められないような大きな墜落が起きないとはいえない。また、懸垂下登などでは、ロープをかける支点が最も重要で、これが壊れたら終りである。支点が抜けてしまっただけでは、恐ろしいことになる。中間支点も大切ではあるが、とにかく墜落からパーティーを守り、安心して停留させているのは、錨の役目をするアンカーのおかげである。確実なアンカーを是非構築してほしい。

アンカーの原則

- 1) とにかく複数の支点を用意し、万が一に備えよ
- 2) できれば、一つ一つが十分に強いことを目指せ
- 3) 複数支点をつなぐ角度は最大で正三角形を描いて60度以下が望ましい
- 4) 流動分散や固定分散などの特徴を理解して適切にパワーポイントを作れ
- 5) アンカーのパワーポイントにパーティーのロープを1本ずつ必ず繋ぎなさい

これらの原則を守って、具体的な場面ごとのアンカーの取り方は、実地に確かめるべきである。その場合にも、盲目的に一つのやり方を信じてはいけない。インドアとは違う、山の中で絶対はない。しかし、万一の墜落による力の大きさと方向を予測して、最善を尽くせ。弱そうな支点あるいは特に大きな力が作用する支点から抜けることを必ず想定せよ。繰り返し練習して、経験を積んで、効率良く、確実に支点およびそれらを繋げたアンカーを構築できるようになってほしい。さらに詳細については、易しい確保理論（基礎編）で説明する。

図13 確実なアンカーとは、強固+複数+連結が3原則である。いろいろな場面での組合せや強度の感覚、力の作用方向などについて、多く経験して、実地に磨いてほしい。特に救助などでは、アンカーにかか



る作用する荷重方向を決める方向支点が重要である。これは通常登攀のセカンドの確保からトップの確保への切り替わりなどでも十分に注意すべきであるが、現場では見落とされがちである。