

2. 用具と技術

確保器具について

松本 憲親

1. はじめに

廃刊間際の『岩と雪』誌での確保器具と使用法についての論争(167,168,169号)は議論が尽くされぬまま同誌の廃刊と共に終息したようで貴重な紙面がもったいない。確保器具とその使い方については個々人の好きに任すべきではなくより良いものに収斂するべきで、アルパインではああでフリーではこうという風の場合分けするのは技術論としては未成熟ではないか。本稿では出来る限り統一的にとらえることを努力したい。上記文献中の河野氏の主張のように小生も実験データに基づいて議論したい。

2. 確保器具の特性

確保に用いる器具の具備すべき特性は強度、制動力、操作性、多機能性、軽量などであり市場に出回る品々から自らの山行形態に合わせて最も理想的なものを選択して使用法を習熟する必要がある、とくに制動力と操作性は確保器具の種類により大きく異なるのであれこれ取り替えて使用するべきでない。ただ固定確保の目的には操作性を無視すればどの種類でも難無く使用可能と思われる。習熟すべきは制動確保である。

強度

確保器具に必要な強度は落下率が2.0の場合の衝撃(900kp以上)を上回る必要があり、確保器具として開発されたものはその強度を有するものと推定されるが、それ以外のもは使用すべきでない。エイト環の大きい環にロープを巻き付けて、カラビナにロープを掛けない場合は全ての衝撃がエイト環に掛かるので、落下率が小さい場合でもリーダーの確保にはこのような使用は誤りと言える($k=2452$, $w=80\text{kg}$, 落下率0.3のとき $\mu=0.3$, $\theta=\pi R$ なら固定確保で計算上はほぼ168kp掛かるのに比して懸垂下降なら160kpを超えることはほとんどないと言える)。ロープをエイト環のカラビナに掛ける方法は梃子のような場合があるので避けるべきだし、ダブル・ロープの場合はロープを傷付ける可能性が高い。エイト環の小さい穴を確保に使用するようにデザインしたもののみがそのように使う場合の強度を保証されていると考えるべきだ(ダブル・ロープでは2個使いますか?)。ATCのワイヤーが切れた例が多いので、本山行には新品あるいは使い古していないものを持参すべきだろう。

制動力

シュティヒト・ザイル・ブREMゼ(英ロープ・ブレイク、以下シュティヒト)、ATC、エイト環、コスミック・アレスター、ベター・ブレイクの5種の確保器の制動特性の測定実験を行った。表1

2. 用具と技術

表1 制動確保器具の特性

墜落前に繰り出されていたロープの長さ：L (cm), 落下距離：H (cm),
 落下率： H/L , 流れたロープの長さ：S (cm), 流し率： S/H ,
 使用ロープ：特に表示なき場合はベアール11.5mmを使用した。

制動確保器		L	H	H/L	S/H	S/H 平均値	制動側張力 (kP)	衝撃荷重 (kP)
シュティヒト (11mm用)	1	29	50	1.72	0.62		6	
	2	30	54	1.80	0.70		6	
	3	30	56	1.87	0.75	0.69	6	
ATC	1	31	58	1.87	0.72		6	
	2	30	56	1.87	0.93		8	
	3	30	55	1.83	1.04	0.90	9	
ベターブレイク	1	30	54	1.80	0.70		6	
	2	30	56	1.87	0.70		6	
	3	30	55	1.83	0.76	0.72	6	
コスミックアレスタ	1	30	55	1.83	0.75		6	
	2	30	56	1.87	0.75		6	
	3	30	55	1.83	0.87	0.79	7	
エイト環 (CMI)	1	30	55	1.83	0.75		6	
	2	30	55	1.83	0.78		6	
	3	30	56	1.87	0.73	0.75	6	
シュティヒト (11mm用)	1	23	42	1.83	0.74		6	210
	2	23	42	1.83	0.64		6	210
	3	23	42	1.83	0.67		6	205
ATC	1	23	42	1.83	1.21		8	180
	2	23	42	1.83	1.29		8	175
	3	23	42	1.83	1.31		8	175
エイト環	1	23	42	1.83	0.90		7	205
	2	23	42	1.83	0.95		7	195
	3	23	42	1.83	1.05		7	185

2. 用具と技術

制動確保器		L	H	H/L	S/H	制動側張力 (kP)	衝撃荷重 (kP)
シュティヒト	1	23	42	1.83	0.71	6	205
(11mm用) *	2	23	42	1.83	0.81	6	215
9mm double	3	23	42	1.83	0.86	6	215
シュティヒト	1	23	42	1.83	0.48	5	205
(11mm用) *	2	23	42	1.83	0.93	7	205
9mm single	3	23	42	1.83	0.86	6	225
ATC 9mm double	1	23	42	1.83	1.48	9	150
	2	23	42	1.83	1.31	8	150
	3	23	42	1.83	1.17	8	145
ベターブレイク	1	23	42	1.83	0.98	7	190
	2	23	42	1.83	0.93	7	200
	3	23	42	1.83	1.12	8	180
ATC	1	35	40	1.14	1.5	5	135
	2	35	40	1.14	1.5	5	160
	3	35	40	1.14	1.7	5	155

以上DMMオートロック梨型カラビナを確保器具と組み合わせて使った。

ATC+ブラック	1	40	54	1.35	0.70	5	145
ダイヤモンド社	2	40	54	1.35	0.98	5	145
ATC用カラビナ	3	40	54	1.35	1.1	6	130
	4	40	54	1.35	0.74	5	150
	5	40	54	1.35	0.81	5	150
	1	65	79	1.22	0.86	7	130
	2	65	79	1.22	0.80	7	130
	3	65	79	1.22	0.73	6	150
	1	40	13	0.33	0.92	3	125
	2	40	13	0.33	1.3	3	135
	3	40	13	0.33	1.5	3	135

* カラビナ2個使用

2. 用具と技術

にその結果を示す。一部登山団体の研究者らの指摘どおりATCの制動力が若干弱いことが示唆される結果となった。弱いからだめだということではなく、同時に衝撃が弱くなっていることに注目すべきで、制動側の荷重の加減で衝撃を加減できる点に気づくべきだし、アルパイン・クライミングでは頼り無いピンのところで落ちそうならその旨を確保者に伝えて、うまく流してもらえるように頼んでおいて登るのが普通だ。フォールラインに添った縦クラックに打たれたピンの強度は最大300kgfと言われている。80kgのリーダーが落下率0.1で墜ちたのを弾性確保 ($k=2452$) したときリーダーに衝撃荷重が294kp掛かり、支点にはその約1.4倍掛かる (μ, θ は前例通り)。登り初めで落下率を0.3以下にするのは結構手間が掛かるのだが、そのとき支点への衝撃荷重はおよそ600kpとなる。リング・ボルトのリングの強度もそれ以下と推定すべきで、ペナル・ボルトなら1500kgfに耐えると言い切ってはならない。もっと弱い力で折れたり抜けたりする場合は忘れてはならない。カラビナ、スリング、ハーネスなどが破損する場合も報告されている。衝撃が弱いのはロープの損耗が減少できるのも利点である。

制動力比較の実験は鉄橋の付け根を使って、ロープを着けたクライマーが落下率0.33~1.87で墜落するのを制動確保器で制動しながら停止させるとき自動的に制動が掛かるように制動側のロープを自転車ゴムチューブで引っ張っておいて行った。ごく弱い張力 (1~2kp) からゴムが伸びるに従って8kp強までの張力が制動側のロープに掛かって停止した。この程度の張力では制動力は弱い目でロープが良く流れている ($S/L=0.5$ が標準)。次回の実験では一定張力での制動の方法を採用してみたいが、今回の実験の狙いは種々の確保器の制動力の違いを確認することであった。制動側のロープの引っ張りは一一定でなければ客観的な比較は難しい。制動側のロープの握り方の会得は実際に墜落を止めることで覚えるまでも、重りと滑車とロープが有ればできるのではないかという発想でもあった (図1)。またソロイストを用いる単独登攀の際の確保はどうあるべきかの答えを捜す目的でもある (答えは次回に)。

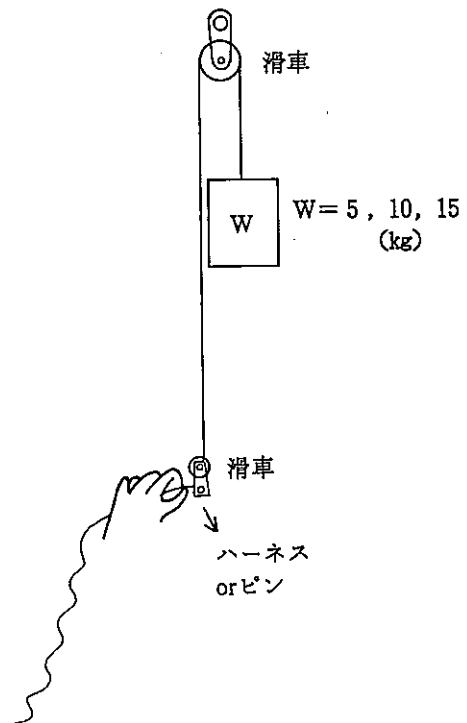


図1

結果の有意差検定をしていないが、ATCの制動力と衝撃荷重が弱い傾向にある。ATCと組み合わせるカラビナはDMMよりブラック・ダイヤモンドのATC用のものが制動が良く掛かることがデータから読み取れる。今回の実験の結果、自動的制動法による実験の有効性が示唆された。

2. 用具と技術

実際の確保の方法について詳しく述べなければならぬ。制動確保否定論者はその難しさを挙げ、いわく、しばらく流してから徐々に制動を強くして止める等は不可能という。流してから止めるのではなく、流れてから止まるように手を動かすだけの話であって、手を速く動かせば制動距離は短く、比較的遅く動かせば制動距離が長くなり、それと握りの強さの加減で落下距離と落下率に対応しようとするものである。流してから止めようと意識してもそのようなやり方は流れ過ぎになるだけで、結果はグラウンド・フォールかテラスに激突するだろう。制動が速すぎたら彼らの好きな固定確保になるだけで、失うものは無いはずだ。

ロープが流れれば流れるほど衝撃を小さくするのであるが、正比例するのではなく、流れ初めが効果が大きいことが重要である。ほんの少し流れても大きな衝撃緩和の効果がある。例えば確保点から8m上にランナーがあり、さらに2m上った所から落ちたなら落下率は0.4となり、85kgのリーダーを弾性確保するならおよそ500kpの衝撃荷重がリーダーに掛かるところ、0.5mロープが流れて止まったなら $S/L=0.05$ で衝撃荷重はおよそ400kpとなる($k=2452$) (図2)。

コンペの確保者が固定確保だと言いつつながら制動確保を行っているのは確保者が吊り上がるのが良いとか、ハングの所ではロープひと出して激突を避けるとかである。コンペの確保者はそれなりに感覚で覚えていると気づかぬのであろうが、落下率の大きい下部での墜落は確保者が壁へ激突するかもしれない。その結果ロープを放すことがあろう(グリグリなら良いとか)。メイン・ビレイ(日本語ではスリングでおこなうのも一緒にセルフ・ビレイと言っている)は不可欠で問題は長さであろう。一部登山団体では確保者が吊り上がるのは衝撃を弱める助けにならないと結論しているが、データを見る限り、10%程度の衝撃力の低下が読み取れる。筆者はこの10%は大きいと見る。少しずつ有利な条件を積み重ねておくことこそダメージを少なくする知恵だと思ふ。ちなみにスタンディング・アックス・ビレイで山肩から谷脇へロープを通すべきところを逆にするとアックスの所のカラビナでのロープの屈曲が減じる結果確保者が立って居られないで潰されることがしばしば起こる。この場合の衝撃力の増加は10%に達していない。

ロープひとだし方法は制動を掛けながら出してこそ意味があるのであって、ショックが来る瞬間にと言うのはそのことを言っているのだろうが、あらかじめ固定確保だと言っているのだからそれを否定していることになる。一瞬前にロープを繰り出していたならば壁に激突するエネルギーはむしろ

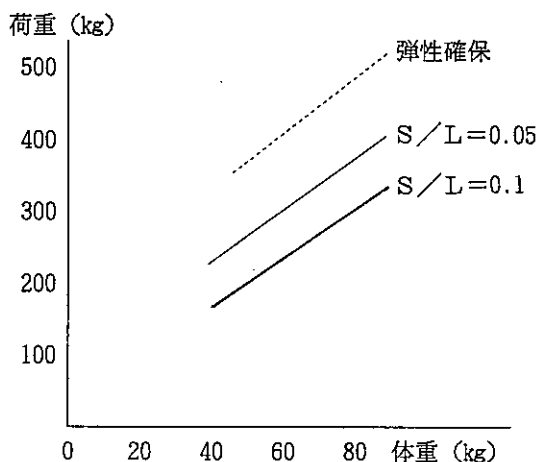
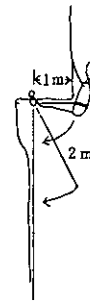


図2 制動確保時の衝撃荷重
 $k=2452$, $H/L=0.4$
 $S/L=0.05, 0.1$

2. 用具と技術

ろ大きくなり、落下率が1を超えていないなら支点に掛かる衝撃も大きくなる(図3)。

リーダーを確保する時の制動を掛ける直前の構えは制動側の手を確保器具のすぐ横に置き、ロープを軽く握る。反対側の手で基本的には確保器具のすぐ上を握り、ロープの送り出しに備える。リーダーの登攀速度に合わせてロープを繰り出すが、制動側の手は確保器具のそばから離してはならない。



$l = 1 \text{ m}$ の振子に対して
 $l = 2 \text{ m}$ で同じ場所から
落ちる場合の壁に
撃突する時の速度の
二乗の比は
1 : 1.134となる
撃突エネルギー比は
1 : 1.134となる

図3

ロープの接触角を90度近くに減じて握りを緩め、ロープを繰り出す。手が挟まれないように少し離せと言う意見があるが手袋をしない制動確保は考えないほうが良い。リーダーの墜落時にロープの張りにタイミングを合わせて手首を捻ると同時に握り始める。肘を引くのはタイミングが遅れることになるのを考えれば制動側の手の母指が下向きの握りが有利であることが理解できるでしょうが、後続者の確保の場合は親指が上の場合が多い。確保対象がリーダーと後続者の違いでなく、いかに迅速確実に確保者側のロープを制動するかである。反対の場合はしっかり握っていないとロープが手から離れてしまう事が有り得る。

墜落を止める際に必要なロープの握り強さは確保器具の種類、ロープの太さ、落下率等と深く関連している。ATC、10.5mmのロープで落下率2.0の2mの落下を止める場合は手首を捻った瞬間にごく強く握り、次の瞬間には反対側の手も動員しなければ $S/L=1.0$ 、別の指標では落下距離の $1/2$ ($S/H=0.5$)以内で止め得ない。落下率が小さい場合は片手で制動するだけで充分であり、握りもそれほど強くする必要はない。ATC以外の制動器は比較的制動力が大きいのでロープの握りは弱くて済む(シュティヒト・ザイル・ブルムゼで11mm、重量80kg、落下率2.0、落下距離3.5mを制動力(握り強さ)およそ8kpで止めるとき2.65mロープが流れる($S/H=0.76$)。これは流れ過ぎであり、 $S/H=0.5$ で止めるには制動力を増す必要がある(12kp程度と推定される)。

操作性

リーダーの動きに併せたロープの操作の際確保器でスタックすることがあるが、ATCはこれが最も少ない。微妙な立ち上がりやクリップの際にロープが来ないと墜落につながることもある。それを避けるために予めロープを繰り出しておく、いわゆる「ダラン・ビレイ」がよく目につくが、論外である。筆者はリーダーにロープの張りの好みを聞くことが多いが、ダランと出しておいてくれと言うのは皆無だ。

確保器をハーネスに付けるか、ピンに付けるかの議論があるが前述のようにリーダーの確保には前者が、後続者の確保には後者が好都合である。リーダーが交替するときはピンからハーネスに付けかえることもあるが、ピンに掛けたスリングから確保器を外すことなく掛けたままでハーネスに固定すれば交替時間の短縮につながる。ここで述べておかねばならないのは後続者の確保の際の特

2. 用具と技術

に急ぐ際のロープの取り込みで一瞬両手を離すのをしばしば見かけることであるが、制動側の手は一瞬たりとも離してはならないのであって、しかもグリップ・ビレイのように2本を一緒に握るのも間違いである。制動側のロープは常に最大の制動力を発揮できる状態になければならない。制動側を引いたなら、登攀者側を離して確保器の近くの拳一つ分離した所を握り、しかる後制動側の手を確保器のすぐそばに移してから次の動作に移る。別の方法では、登攀者側を引き上げた手を引き下ろした確保側の手のすぐ下に移して握り、ついで制動側の手を確保器のそばに移して握り、次の動作に移る。外にもある。筆者の主張するところは上述のごとく一瞬たりともノウビレイの状態を作らないことである。重い荷物の後続を確保するアルパインクライミングのことを思い出せばわかることである。新人の後続者をうまくビレイできずに墜落させて7割の責任を法廷で確定された確保者の例もある。また利き手は非常時に使えるようにしておくべきである。

リーダーが墜落したときロープを握り締めれば事足りると言ったR.R.やハーデインを未だに信じる人が多い。この秋にヨセミテのアウトドア・ショップのマネージャーのマイクさんとおっしゃる方が大阪の近郊のゲレンデ不動岩に来られて、筆者も仲間になってビレイするのを見たが、彼がリーダーの墜落時に見せたロープ操作は予想外であった。彼は大きく(70cm程度)ロープを取り込んだのであった。その結果リーダーはハングにぶら下がり、その下の緩傾斜帯への激突を免れたのであった。落下率が1を超えるとときにロープを取り込むと落下率が増加し、ロープを繰り出すと減少する。グラウンド・フォールを避けるために落下率を増加させて確保することがあるが、立って確保しているときしゃがめば落下率を大きくしないで落下距離を短縮できる。しゃがむだけでは引っ張りあげられてリーダーはグラウンド・フォールするので図4のごとくユマールを使って釣り上がりを防止する。物体が1m落下するのに0.45秒、2mでは0.64秒を要するが、人の全身反応速度は0.4秒程度なので、ピンから1m上から落ちる場合も、ピンを通過する頃にはロープを取り込み始め、いくらか落下距離を短縮できる計算になる。落下率が1を超えないときはロープを取り込めば落下率は更に小さくなる。落下率が2の確保訓練(実験)の時に少しロープを繰り出してから制動を掛ける人がいるが落下率が少し小さくなるが落下距離が大きくなる結果危険性が増加する場合

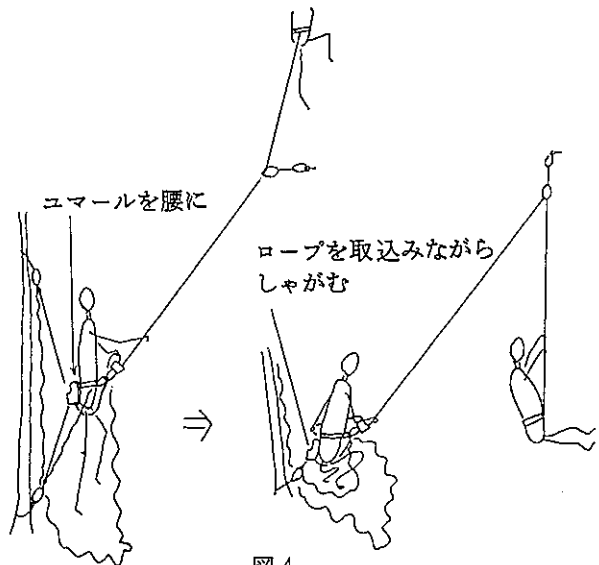


図4

2. 用具と技術

があることに注目すべきである。

制動を掛けた状態からのロープの仮止めは、制動側を2つに折って制動確保器のカラビナに通し、荷重側のロープにかこ結びで止めて念のためカラビナを掛けておく。

多機能性

アルパイン・クライミングではギアが多機能性は軽量化につながるので筆者はATCを懸垂下降に使う。ビレイはATCやシュティヒトを使い、懸垂下降はエイト環という人が多いようだが、エイト環はロープがキンクし易い欠点がある。しかしATC以外はエイト環を除き下降時にスタック気味になるので支点に余計な力を掛けることになる。ATCのワイヤーがロープに巻き込まれた場合がある。

3. 結語

確保器具についてと題しながら、制動確保器具についてのみ議論し、グリグリの評価を避けることになったが、ベツル社のカタログによれば確保にはグリグリが最も良いことになる。単独登攀で使えるそうだが、リーダーの確保にグリグリを使用しているのを筆者は未だ見たことが無い。早急に実験して評価するつもりだ。

とまれ上述の確保器具の中でATCが最も良い評価を与える結果になったが、若干制動力が弱い点を握力が弱く、反応時間の長い人は重視する必要がある。そして落下率が2に近い比較的大きな墜落（落下率、荷重、距離がどれも大きい）を何度か経験（実験）して自分に合った確保器具を選ぶ必要がある。

確保の失敗による事故が筆者のごく親しい人の間で多発している。やり切れない思いの昨今だが気を取り直して確保の重要性を説きつづけるつもりである。筆者は物理や数学が特に苦手であり誤りも多々有ると思われるので読者諸氏の率直なご指摘を切に願うものです。

本稿の論点の主要部を導いた実験は比較的短距離の墜落であり当然のごとく結び目その他のきっちり準備しえない要素に影響される部分が多いと思われるので、次回はもっと大きな墜落でそのような雑音を無視できるような実験系を構築したい。

(岳僚山の会)