

スタンディングアックスビレイと問題点

松本 憲親

1. はじめに

本稿ではスタンディングアックスビレイ (Standing Axle Belaying: 立って行うアックスを使った確保; 以下略してSAB) の理論的側面を論じる。

SABは20年ほど前にその洗練されたスタイルを松永敏郎氏が「岩と雪」28号(1972年)に発表され、文登研でもずいぶん前から中心技術の一つとして研修対象となっており、日本的に広く実践されている技術である。しかし理論的検討が余りなされていないためか、「氷雪さえあればどんな斜面にも適用できる」と評価する人がいる反面、「本ちゃんでは後続の確保以外に使いません」という人も多いというように評価が分かれている。本稿はSABの効用と限界を正しく認識するための論考である。記述内容には目新しいことが多く、にわかには信じ難い点も多いかと思われるが、願わくは試みられんことを。

2. 雪上の確保時の衝撃値とSABの強度

「高みへのステップ, 1985年」P525〜で故金坂一郎氏が詳しく論じているように、雪上でのリーダーの滑落を登山用ロウプで止める時の衝撃は制動確保を行うことによって随分小さくできる。斜度45° 雪の摩擦係数 $\mu=0.31$ (5月の剣沢, 実測値), 体重68kg, ロウプ係数 $k=2109$ (ショイナード社, 9mm), 落下係数 $H/L=2.0$, 制動率 $S/L=1.0$ の時の衝撃荷重は,

$$P = \left(W - \frac{k s}{L} \right) + \sqrt{1 + \frac{2 k H}{W L} + \left(\frac{k s}{W L} \right)^2} \quad (\text{式1})$$

のWに斜面減衰した体重値 $[W=W_0 \cdot (\sin \theta - \mu \cos \theta)]$ 33.2kgを入れて計算して、98.8kgとなる。 $S/L=1.0$ は巧く止まった場合の目測値である。斜度60°, $\mu=0.21$ なら $P=154$ kg。

この衝撃値がSABのシステムにどのように掛かってくるのかを考えてみた。

(1) 落下係数2の場合 (=ランニングビレイなし) 図1参照。

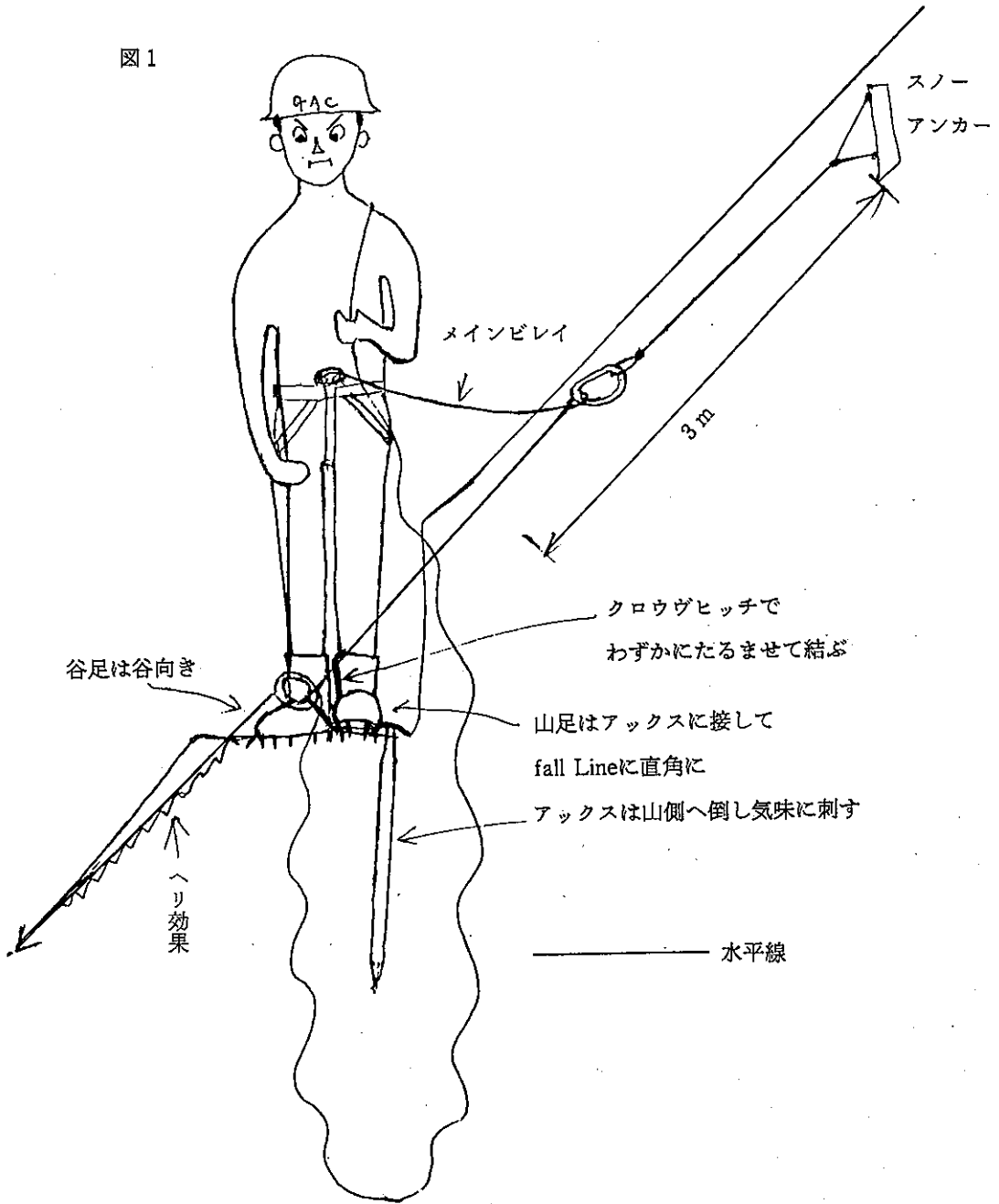
ロウプは斜面の下方へ向かって出て行き、衝撃はカラビナを力点として水平成分と鉛直成分にベクトルの分解ができる。

これまで多くの人がSABでは衝撃力が全て鉛直方向の力に変換されると考えてきた。カラビナースリングセットをアックスではなく確保者の山側の靴に掛けてクランボンなしでやってみるとすぐに解るだろう。力が全て鉛直方向に変わるならそれでも十分に持ちこたえるはずだ。

力点が腰〜肩から足下に移ったためにモーメントが小となり、確保者が引倒され難くなっただけであって、システム全体に掛かる力は斜面下方であって変わらない。このことは石岡繁雄氏らの実験値(鈴鹿高専紀要, II(1), 19(1978).)から明らかで、SABの強度(176kg)とアックスのみの強

1. 技術研究「確保」について

図1



1. 技術研究「確保」について

度 (145kg) を比べてみると理解できる。その差 (31kg) はクランポンで押さえる効果を示している。疑問に思うのはアックスのみの強度 (145kg) とアックスなしの強度 (80~120kg) を加えた値にSABの強度がはるかに及ばないことだ。モーメントの効果であろうか。

水平分力を理解するための机上実験を行ってみた。すなわち円筒型のマグカップの把手の底に近い所を紐で縛り、机の端近くに置き、紐を引いてみる。斜下に引いてみても手前に出てくるのが解る。カップの中に短い鉛筆を立て、先に紐を縛り、底近くの支点を通して引いてみればSABに類似の形となるが、力点は変わらずカップの底となること解る (図2)。

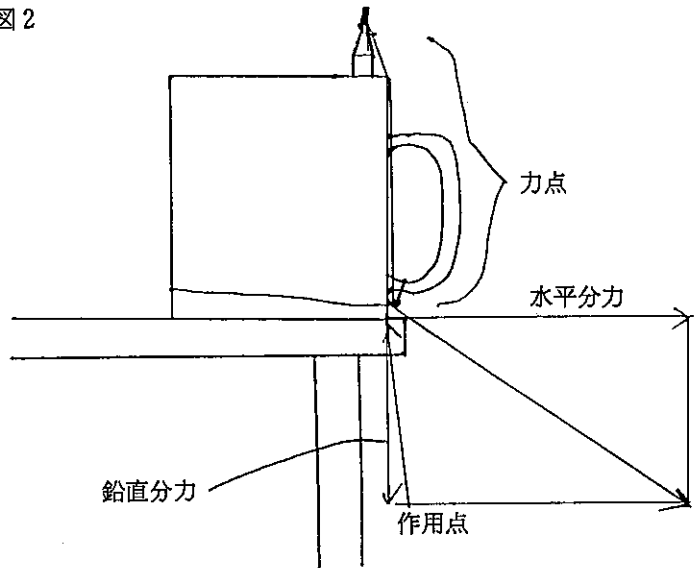
鉛直成分は雪面を真下に押さえる力で、押さえる物はロ
ウプであり、ロウプと雪面の間に確保者が介在する故にまず確保者に力が掛かり、雪面に伝達される。確保者は直立姿勢で100kgぐらいの衝撃に楽に耐え得ると一般に言われるが、前記石岡論文では176kgを記録している。

水平成分はアックスを引倒す力となり、この大きさが確保の難度を決する。計算上両成分の比率が30°で1.73:

1, 45°で1:1, 60°で

1:1.73となる。水平成分は緩傾斜で多く、急傾斜で少なくなるが、落下エネルギーは後者で大となるのでバケットステップのへり効果 (流れるロウプがへりの雪面に喰い込んでブレーキが掛かり、確保者への衝撃を減ずる。) を出すために、奥行きのあるステップを切って確保に用いる。ついでながらこのへり効果はタイトロウプビレイの核心であって、一般に言われるロウプの弾性を利用するというのは一面のみの説明だ。タイトロウプ時の墜落は $H/L=0$ の落下であり、ロウプの伸びに関係なく $P=2W$ となる (式1に $H/L=0$, $S/L=0$ を代入して解を得る)。ロウプを緊張しつつ付いて行くうちにロウプがへりに喰い込んで停止するのであるから、低温の水では喰い込みが少なく確保に失敗する。同様の理由で岩場ではタイトロウプは無効のことがあり、制動確保が必要となる。

脱線してしまったが、SABではアックスが引倒されると確保の失敗となるが、鉛直成分により



1. 技術研究「確保」について

確保者が押しつぶされること自体は失敗ではない。初心者によくある例は、押しつぶされると同時に倒れてしまう（モーメントによる；スリングが長過ぎる場合に多い）のと、誘導手でロウプに制動を掛けてしまい、倒れるものである。押しつぶされても、しゃがんだ姿勢でアックスを支えている限り失敗ではない。

SABの強度とはアックスを引倒すに要する力だから、アックスの補強法について考えてみた。

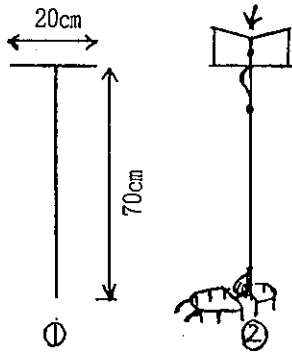


図3 デッドマンの打ち方

- ① デッドマンのサイズに合わせて
アイスハンマーのピックでT型の細い溝を切る
- ② ワイヤの先の鑿にクランポンの内側の土踏まず
の爪をかけて斜面下方へ引きながらデッドマンの頭
部をハンマーで叩く。

スノーバーやデッドマン（図3デッドマンの打ち方）でアンカーを造ったら、まずメインビレイ（自己確保）する。このときアンカーと確保者の距離は3m欲しい。ついでバケットステップを掘り、カラビナー sling セットを通したアックスを刺す。このとき鉛直より少し山側へ倒して刺す。何となればアックスはわずかに谷側へ倒れた時点から大きな引抜きの力を受け始めるからだ。衝撃の掛かっている時間は結構長い。

ついでアクティヴロウプのアンカー側をカラビナー sling アックスのカラビナにクロウヴヒッチで結び（わずかにたるませる）、アックスの谷側（スリングの上）を登攀ルートに向かって山足で踏み、谷足をTの字になるように山足に接して置いて立ち（強風の場合は立てないので、山足の上にしゃがみ、谷足を谷側に延した所にステップを切り、眼前にアイスハンマーを打ち込んでおいて突風に備える）、ついで登攀者側ロウプをカラビナに通し、山側の肩から前に出し、山側の手で軽く握って構える。

問題はこのようなシステムに何kgの強度があるかである。前記論文中のSABの強度（154～176kg）斜度60°、よく滑る雪（ $\mu=0.21$ ）の場合の衝撃力（154kg）にはほぼ等しいので、デッドマンの強度を加えれば十分に耐え得ると推定されるが問題は悪雪である。デッドマンも春山の少し腐った雪では体重の1.5倍程度（推定値）で動き出す。アックスとクランポンで同程度と推定すれば、計180kgに耐えると推定される。上記衝撃値（98.8kg）は $\mu=0.31$ での計算値だが、前記石岡論文では $\mu=0.39$ としている。この値を用いると衝撃値はさらに小さくなる。よってシステムの強度は衝撃

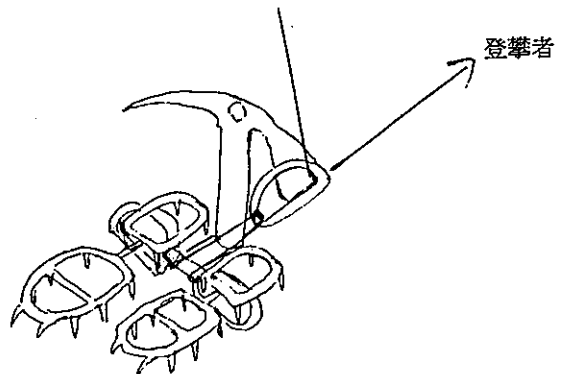
値を超えるので上記条件での確保は成功することになる。

(2) ランニングビレイを採った場合

SABでランニングビレイを採ったら確保者が持ち上げられる場合がある。この問題を考えるとき、第一に確保者が持ち上げられたらどんな不都合があるのかを考え、ついで対策を考えることにした。

確保者が吊上がり、墜落が止まった時点では支点への荷重は小となり、最早支点の破壊は無いので、すぐに抜けたアンカーを打直し、登攀を再開すればよい。しかし墜落直後に雪崩が起こるような場合は支点の破壊も多いと考えられるし、春山なら落石により支点の木が折れることもある。故にランニングビレイを採ったら墜落する前に吊上げ対策のアンカーを造り、確保者のボードリエに継ぐことが必要となる。初めに打ったアンカーは抜いてはいけない。登攀者に合図した後別のアンカーを造る。予備のデッドマン、竹ペグのデッドマンあるいはスノウピン（スノウマッシュルーム）等を利用する。堅雪ならアイスハンマーのピックを使う。登攀開始の時点でランニングビレイの必要性を感じたなら、先ず3m程度降りて上向に効くようにランニングビレイを採った後登攀することが最良の方法と思われる。この考え方は岩場でナッツ類をセットする時のオポジション法に類似している。これらのオポジション法が採れない場合や墜落の衝撃が小さいと予測される時（吊上がらない）や、雪崩や落石の危険も少ないと判断される場合はランナーが掛かった時点で登攀者に合図した後、足を踏み変る。すなわちアックスのブレイド部に片足を、ピック部に他の足を乗せて体の向きは変えないで構える。アックスが頭部まで雪中に刺らぬ場合は、カラビナスリングセットのスリングの上に別の短いカラビナスリングセットを十字になるように置き両足を谷向きにして踏んで構える。軟雪の場合はアイスハンマーが効かぬので、これをスリングセットの代わりに使う（図4）。これらの効果は両足均等荷重で吊上るのでバランスを崩し難いことにある。

図4



3. SABの限界

$S/L=1.0$ （墜落距離の1/2長のロウブの流しが必要）ということは、ランニングビレイなしの場合は有効ロウブ長の1/2でピッチを切らねばならないということである。墜落による衝撃がさらに大きい場合は1ピッチを更に短くするか、ランニングビレイを採る。そのためにはスノウバーやデッドマンを充分な程携行する必要がある。あるいは、より強い制動を掛けることが可能なビレイシステム

1. 技術研究「確保」について

を組む必要があり、そのためにはピトン、ボルト、丈夫な立木、岩角などのアンカーが必要となる。逆にこれらを使える所では、SABより制動の少ない、肩がらみや、シュテッヒト等のブレイカーを使う確保法を採用すべきである。

雪質で注意すべきものは「モナカ」状の雪である。すなわち表層は固く、下層が軟かい場合で、この場合のSABのシステムの強度は前述の軟雪の場合と同様180kgと推定されるが、雪の摩擦係数 $\mu = 0.21$ (実測値) とすれば、斜度 50° , $W=68\text{kg}$, $H/L=2$, $S/L=1$ の場合の衝撃値は130kgであり、限界と思われる。ロウプの流しに失敗して $S/L=0$ となった時の衝撃値は斜度 45° , $\mu = 0.39$ で527kgとなり確保の失敗となる。

4. おわりに

本稿をまとめるに当たり、石岡繁雄氏らの10数年も前の研究成果が示唆的であった。改めて敬意を表す。

雪の状態が良い場合のアンカーを含めたSABの強度は良く滑る 60° の急斜面での墜落の衝撃(但し $S/L=1.0$ の場合)を上まわることが解ったが、悪雪の場合には限界があることが予測された。この場合の衝撃値とSABの強度の測定は早急になされなければならなくなった。

SABは後続の確保や、いわゆるワンポイントブレイには比較的強固な確保法であり、ピトンを打って、また回収するより時間的に有利な場合が多い。諸兄におかれましてはその領域のみでなく、限界的状況での訓練を実践されんことを願ってやまない。(岳僚山の会員)