

## 安全登山と体力

—登りと下りの違いに注目して—

山本正嘉

## 1. はじめに

安全で快適な登山をするためには体力が必要である。このことに異論のある人はいないだろう。だが実際には、普段から体力トレーニングを行っている登山者は少ない。また、登山にどのような体力が必要であり、その体力を向上させるためにはどのようなトレーニングをしたらよいのかということさえ、まだ十分に明らかにされていないとはいえない。

登山に必要な体力といっても、細かくみれば非常に多くの要素が考えられるが、ここでは最も基本的なものだけについて考えてみたい。単純に言えば登山は、山に登って下りてくるという歩行運動であるが、登りと下りで必要な体力はかなり異なっている。本稿ではこの違いに注目して、それぞれの場面に必要な体力を明らかにするとともに、そのトレーニング方法についても簡単にふれてみたい。

なお、本稿に述べた内容のほとんどは、最近、別の所で詳細に述べている（参考文献を参照）。重複を避けるためにこれらの文献の要点のみを抜粋し整理したので、より詳しい知識を得たい場合には、これらの文献も併せて参照して頂ければ幸いである。

## 2. 登りに必要な体力とそのトレーニング

悪天候に捕まらないようにする、危険地帯を素早く通過する、高所での衰退を最小限に抑える、などの場面を想定すればわかるように、速く登れる体力を持つことは、ハイキングから高所登山に至るまで、安全性を高める上できわめて重要である。

では、速く登るためにはどのような体力が必要なのだろうか。

登るということは身体の位置エネルギーを増やすということである。

そのためには、筋がエネルギーを使って仕事をしなければならない。

図1-aは、登山を行う際の筋活動

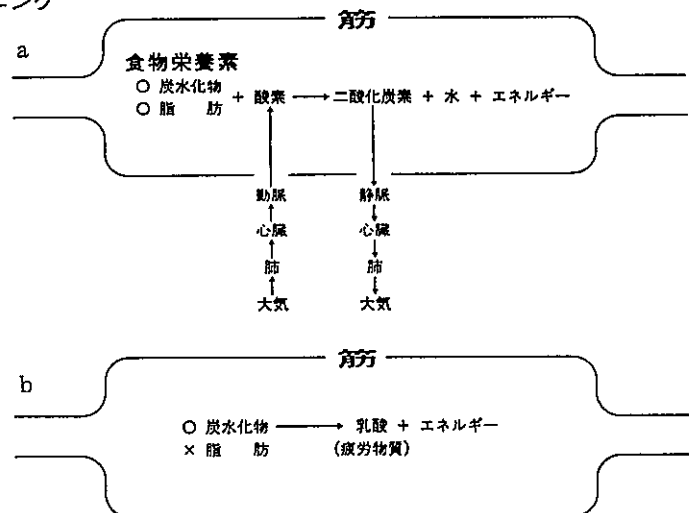


図1 筋がエネルギーを生み出す仕組み。通常はaのようにエネルギーを生み出すが、運動が激しくなると酸素が欠乏して、bのように不完全燃焼し、疲労物質の乳酸が発生する。

#### 4. 論文

のメカニズムを示したものである。筋は食物栄養素を酸素で燃やすことによってエネルギーを得ている。速く歩こうとすればするほど、たくさんのエネルギーを必要とする。そのためにはたくさんの酸素が必要である。

酸素を身体に取り入れ、筋に供給するための働きをしているのが、肺や心臓などの呼吸循環系である。呼吸循環系の能力の低い人では、身体に十分な酸素を取り入れられないので、少し激しい運動をしたただけで肺や心臓が苦しくなってしまう。また図1-bに示したように、運動が激しくなってくると、十分な酸素が筋に行き渡らなくなり、食物栄養素が完全燃焼しなくなる。不完全燃焼が起こると、乳酸という疲労物質が発生する。乳酸は筋の内部を酸性にし、筋活動を妨げてしまう。呼吸循環系の能力の低い人では、少し速く歩いただけでも酸素不足になり、乳酸が蓄積して疲労してしまう。

以上のような背景を考えると、登りで速く歩ける体力とは、活動筋に酸素を供給する能力、もう少し詳しくいえば①活動筋にたくさんの酸素を取り込める能力と、②活動筋でなるべく乳酸を発生させない能力によって決まる。体力科学の用語でいうと①の能力は最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2\max$ )、②の能力は無酸素性作業閾値 (AT) と呼ばれている。マラソンやクロスカントリースキーなど持久系の競技スポーツの成績は、この  $\dot{V}O_2\max$  や AT によって強く規定される。登山の場合も、図2や図3に示したように、 $\dot{V}O_2\max$  や AT に優れていると登高能力に優れることがわかる。

$\dot{V}O_2\max$  や AT も、いわゆる持久運動を行うことによって向上する。種目としては、走、歩、泳、自転車などが代表的なものである。ちなみにこれらの運動は、現在、健康の維持・増進のために推奨されている運動でもある。これらの運動を用いて  $\dot{V}O_2\max$  を向上させるための原則については、古くから研究が行われ、現在ではかなり明らかにされている。表1は、この

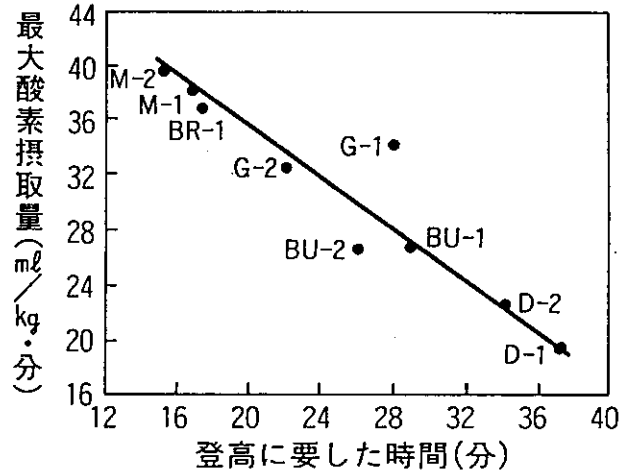


図2 最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2\max$ ) と登高能力の関係。5人の人が同じ高度差の山を2回づつ登っている。図中のアルファベットは被検者名、数字は登高した順序を示す。最大酸素摂取量の高い者の方が所要時間は短いことがわかる。(Dill, 1966)

- |   |
|---|
| <p>① 強度：最大酸素摂取量に相当する運動強度の40~85%<br/>(最高心拍数*の55~90%)</p> <p>② 時間：1日に15~60分間</p> <p>③ 頻度：1週間に3~5回</p> <p>* 最高心拍数は220-年齢という式で求めるのが普通である。</p> |
|---|

表1 最大酸素摂取量を向上させるための3条件。いずれの基準ともかなりの幅がもたせてある。初心者は下限から始めて徐々に質と量を上げていくとよい。  
(アメリカスポーツ医学会, 1991)

分野の研究で最先端にあるアメリカスポーツ医学会が示した基準である。

ATのトレーニング方法は、 $\dot{V}O_2\max$ のトレーニング方法にはほぼ準じるが、細かくみると多少異なる。ひとことでいえば、比較的短時間で高強度の持久運動をすると $\dot{V}O_2\max$ が顕著に向上し、長時間の低強度の持久運動をするとATが顕著に向上する。長距離走選手の間で最近盛んに行われているLSD (long slow distance) は、ATを向上させるトレーニング方法の代表的なものである。

$\dot{V}O_2\max$ やATを向上させるためには、週に3～5回程度のトレーニングが必要である。両方のトレーニングを交互に行うのが最もよいだろう。

### 3. 下りに必要な体力とそのトレーニング

登りでは身体の位置エネルギーを増やさなければならないので、非常にたくさんのエネルギーを必要とする。これに対して下りでは、位置エネルギーが運動エネルギーに変わる（自分でエネルギーをつくらなくても、他からエネルギーをもらえる）ので、エネルギーは少なく済む。実験してみると、登りの半分以下のエネルギーしか使わない。したがって、酸素もあまり必要とせず、呼吸循環系に対する負担も軽い。

このようなことから「下りは楽」というのが常識的な考え方となっている。しかし現実には、登山の事故は登りよりも下りで多く起こっている。特に多いのは転倒による事故である。登りよりも下りの方が技術的に難しいということが、まず考えられる理由である。しかしその他にも、体力科学的にみて以下のような「盲点」も隠されている。

山道を登り下りするとき最も重要な働きをしている筋は、大腿の前面にある大腿四頭筋である。図4に示したようにこの筋は、登りでは縮みながら力を発揮する（短縮性収縮）。これに対して、下りでは引き伸ばされながら力を発揮している（伸張性収縮）。後者のようなタイプの筋収縮をすると、筋

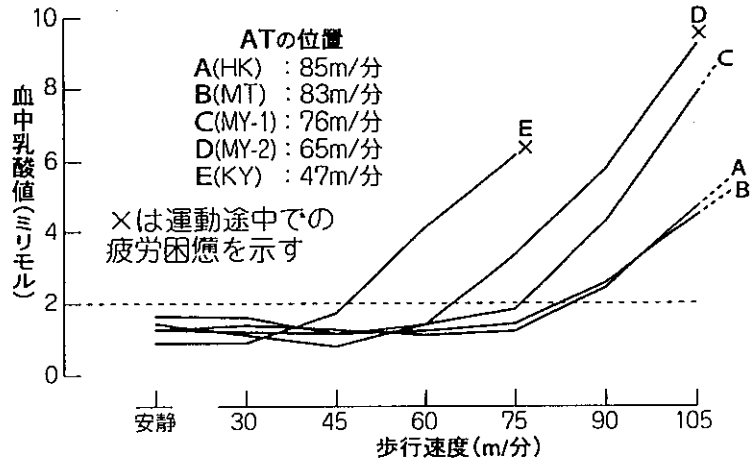


図3 さまざまな人が、傾斜をつけたトレッドミルを、歩行速度を徐々に増しながら歩いたときの乳酸の蓄積状況。乳酸値が2ミリモルを超えるところが無酸素性作業閾値(AT)である。ATが高ければ、疲労せずにより速いスピードで登高を続けることができる。AとBは日本の一流高所登山家、CとDは一般的な登山家(Cは体力トレーニングを積んだとき、Dは体力が低下したとき)、Eは女性の初心者の値を表している。通常登山者よりも一流登山家の方が、女性よりも男性の方が、また同一人物でもトレーニングをした時の方がATは高い。(山本, 1996)

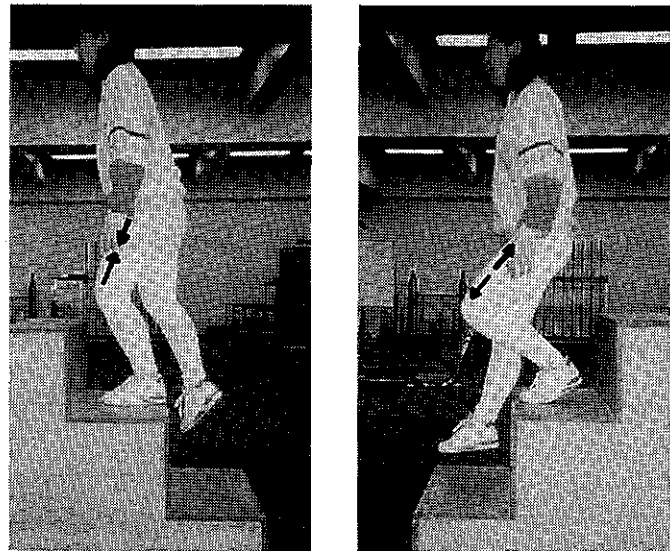
#### 4. 論文

が非常に壊れやすいことが近年明らかにされている。登山をしていて下りにかかると筋肉痛が起こってくるが、筋肉痛というのは筋肉の細胞が壊れたことを示すサインなのである。筋細胞が壊れると筋力は低下する。また図5は、階段の登りと下りで着地の際に下肢にかかる衝撃力を比べたものである。下りの方が2倍くらい大きく、しかもその力は着地した際に瞬間的にかかることがわかる。

つまり登山の下りでは、筋細胞が壊れて筋力が低下することに加えて、下肢に強い衝撃力が加わることになる。したがって、脚力が弱いものは耐えられずに転倒してしまうのである。最近激増している中高年者の事故も、下りで転倒して発生することが多い。図6に示したように、中高年者では脚力が低下している上に、平衡性（バランス）の能力も著しく低下しているので、なおさら転倒しやすいのである。このようなことは、普段トレーニングをしていない中高年登山者が、山道を下っているところを観察すればはっきりとわかる。

下りで安全性を高めるためには、大腿四頭筋を中心とした脚筋力のトレーニングが重要である。トレーニング方法としてはスクワット運動が代表的である。また、自転車運動、階段の昇降運動などを行えば、持久力と筋力とを同時に鍛えることができる。

脚力を強化する際、できれば以下の点に注意すべきである。図4に示したように、脚の筋は登りでは短縮性収縮、下りでは伸張性収縮をするが、伸張性収縮の能力は伸張性収縮をするような運動をしないと向上しにくいという性質がある。いってみれば、下り用の筋力は下りの運動を行わない限り、



短縮性収縮

伸張性収縮

図4 階段の登りでは、aのように大腿四頭筋は縮みながら(→←)力を発揮する。一方下りでは、bのように引き伸ばされながら(←→)力を発揮する。bは不自然な筋収縮様式であり、筋細胞が壊れやすい。

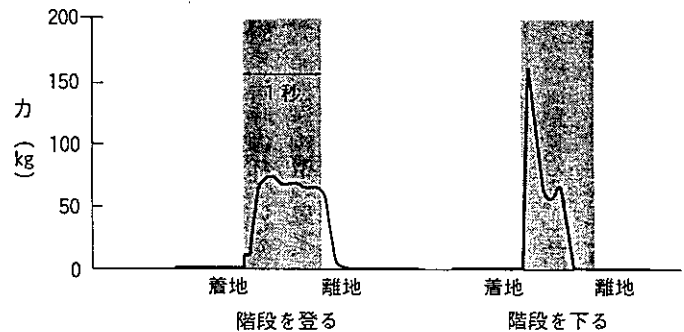


図5 階段の登りと下りで、着地の際に下肢にかかる衝撃力 (山本, 1996)

なかなか身につかないのである。

たとえば自転車運動を行うと、大腿四頭筋の筋力はたしかに強化される。しかし、筋収縮様式からみると短縮性収縮のみの運動なので、登り用の筋力は強化されるが、下り用の

筋力はあまり強化されない。一方、階段の昇降運動を行うと、登りでは短縮性の筋力、下りでは伸張性の筋力が強化される。したがって、登山のためのトレーニングとしては、後者の方がより優れているといえるのである。

4. まとめ

本稿の趣旨をひとことでまとめるとすれば、登山に必要な体力として、登りでは持久力、下りでは筋力が重要だということになる。登山の体力を強化するためには、できるだけ多くの登山をするのが最も効果的である。しかし、普通の人にはそれがなかなかできないため、下界で登山以外のトレーニングをせざるを得ない。このとき、持久力と筋力の両方をオールラウンドに強化することが重要である。図7は、下界でのさまざまなトレーニングが、持久力と筋力のどちらに効果があるかを、筆者の体験

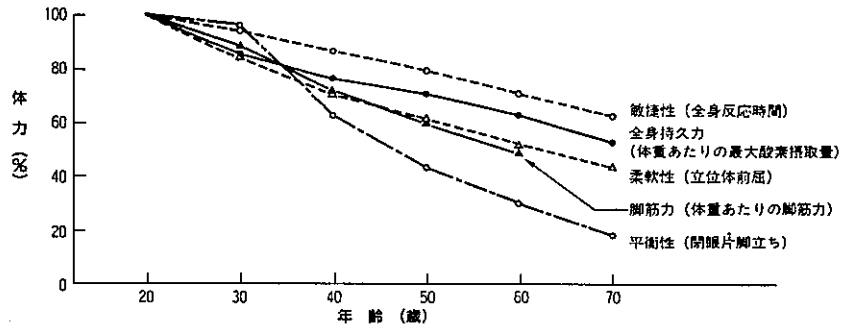


図6 中高年者の体力の低下状況。20歳の人100%として各年代の体力をパーセントで示した。平衡性(バランス)の能力の低下は特に著しい。(日本人の体力標準値, 1989より作成)

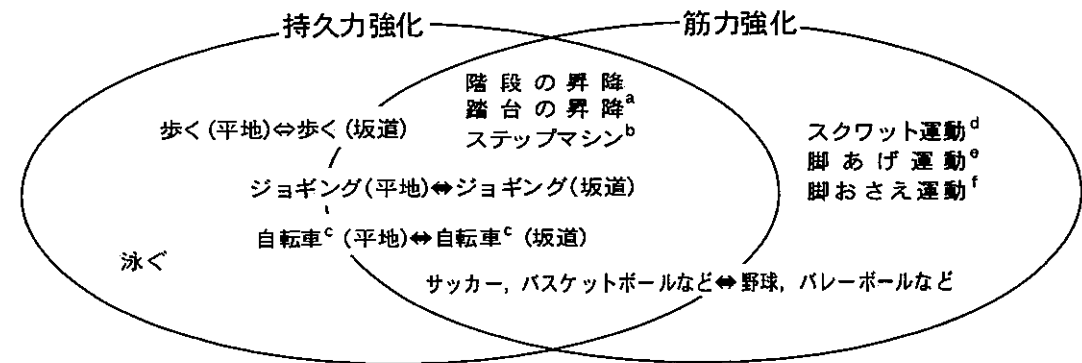


図7 下界での各種のトレーニングが、持久力と筋力のどちらの強化に有効かを示す概念図。一方の能力のみの強化に有効な種目と、両方オールラウンドに強化できる種目とがある。aは台から下りるとき後ろに下りずに、階段を下ると同じく前に下りるとより効果的である。b, cは短縮性収縮のための筋力強化にはよいが、伸張性収縮のための筋力強化には不十分である。dのやり方については文献1と2, e, fのやり方については文献3を参照。(山本作成)

#### 4. 論文

を基に分類したものである。

図7からわかるように、行う種目によっては、片一方の能力しか強化できないものもある。たとえば水泳は、持久力の強化にはよいが筋力の強化には向かない。また自転車運動のように、持久力と筋力の両方を強化できるが、伸張性の筋力の強化には難点があるといったものもある。このようにみると、下界で行う運動で理想的なものは少ない（階段の昇降はこれに近いと考えられる）。したがって、ある種目を一種類だけ実践しても、登山のための体力をオールラウンドに強化することは難しいといえよう。効果的なトレーニングをするためには、いくつかの種目を組み合わせて行うことが必要であろう。

#### 参考文献

山本正嘉：登山の体力科学。岳人587号～594号，1996.

山本正嘉：山でバテないために。山と溪谷733号，187-191，1996.

山本正嘉：膝関節の故障防止。山と溪谷737号：220，1996.

(国際武道大学体育学部)