

## シンポジウム1 登山のためのトレーニング ー基礎体力をどのようにつけるかー

### 登山と筋力トレーニング

石井直方

東京大学大学院・生命環境科学系



登山は、重い荷物を背負って急斜面を上り下りすることから、それ自体が筋力トレーニングとしての側面をもっている。一方、筋力トレーニングと異なる点は、過度の疲労や傷害などによる運動の持続不能状態が、大きな事故に結びつく可能性をもつことであろう。したがって、そのような事態に陥らないためにも、筋のコンディショニングを普段から行っておくことが重要と思われる。ここでは、登山における筋活動の特徴を基軸として、健康づくり運動としての登山の有効性と、登山のための筋力トレーニングという両面について考察したい。

#### 1. 登山において重要と考えられる筋

少なくとも筋の使い方という観点では、登山の動作は階段の上り下りに類似する。したがって、膝伸筋群と股関節伸筋群を主動筋とみなすことができるが、リュックを背負うような場合には脊柱起立筋群や腹筋群などの体幹筋群も重要である。一方、我々の研究によると、「腿上げ動作」時において、深部腹筋である大腰筋の発揮する筋力が、腿上げの高さに比例して増大する (Matsubayashi et al., 2008)。このことは、階段昇りや急坂登りが、大腰筋をよく使う動作であることを示唆する。

#### 2. 登山における筋活動様式

登山における筋活動様式の特徴として、1) 総エネルギー消費量が大きいこと (登り)、2) 筋力発揮時間が長いこと、3) 伸張性筋活動が多いこと (下り)、の3点が上げられる。1) と2) は、筋力トレーニングによって効果的に筋力増強や筋肥大を引き起こすために重要な要素であり、この2要素が適度に満たされれば、スロートレーニングのように、負荷強度が高くなくとも効果を得ることができる (Tanimoto & Ishii, 2006)。3) は、筋をブレーキとして使う局面に相当し、従来から筋の微小損傷や遅発性筋痛の原因とされてきた。一方、我々の最近の研究から、伸張性筋活動の繰り返しは、適度の負荷強度のもとでは筋のタンパク合成系を賦活するが、過度の負荷強度のもとではタンパク分解につかながる細胞内シグナルを増強することがわかった (Ochi et al., 2010a,b)。

#### 3. 健康づくり運動としての有効性

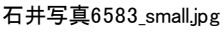
高齢社会を迎えた現在、サルコペニア (加齢性筋減弱症) と運動器症候群が大きな問題となっている。特に、膝伸筋群、股関節伸筋群、大腰筋を含む体幹筋群は加齢による萎縮の程度が大きく、転倒予防、介護予防のためにも、これらの筋を鍛えておくことが重要である。これらの筋は、上述のように登山でよく使われると考えられるので、定期的に登山

を行うことは、健康の維持増進にとっても効果的と思われる。

#### 4. コンディショニングとしての筋力トレーニング

一方、筋機能の維持増進のためには、運動刺激の頻度もまた重要である。筋力の増強を目的とするトレーニングの場合、同程度の刺激を週 2~3 回の頻度で与える必要がある。この頻度で登山を繰り返すことはおそらくむずかしいので、補強やコンディショニングとしての筋力トレーニングが必要になる。健康づくりの面でも、登山のみでなく、そのための種々のトレーニングを組み合わせることで、はじめて大きな効果が得られると考えられる。実際のトレーニング種目としては、低~中負荷強度（自重+登山で背負う程度の重量）でのスロースクワットなどが適当であろう。また、伸張性筋活動による筋疲労への耐性を高める目的で、フロントランジ、バックランジなどの種目を行うとよいと思われる。

#### 文献

- Matsubayashi, T., Kubo, J., Matsuo, A., Kobayashi, K. and Ishii, N. Ultrasonographic measurement of tendon displacement caused by active force generation in the psoas major muscle. *J. Physiol. Sci.*, 58, 323-332, 2008.
- Ochi, E., Hirose, T., Hiranuma, K., Min, S., Ishii, N. and Nakazato, K. Elevation of myostatin and FOXOs in prolonged muscular impairment induced by eccentric contractions in rat medial gastrocnemius muscle. *J. Appl. Physiol.*, 108, 306-313, 2010a.
- Ochi, E.,  Ishii, N. and K. Nakazato. Time course change of IGF-1/Akt/mTOR/p70S6K pathway activation in rat gastrocnemius muscle during repeated bouts of eccentric exercise. *J. Sports Sci. Med.*, 9, 170-175, 2010b.
- Tanimoto, M. and Ishii, N. Effects of low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation on muscular function in young men. *J. Appl. Physiol.*, 100, 1150-1157, 2006.

#### 略歴

1955 年生まれ。77 年東京大学理学部卒業，82 年同大学院理学系研究科修了，理学博士。82~90 年 同理学部動物学教室助手。87~88 年オックスフォード大学生理学教室に留学。91 年~99 年 東京大学大学院総合文化研究科・生命環境科学系助教授。99 年~現在 同教授。2005 年~現在 東京大学大学院新領域創成科学研究科教授(兼任)。専門は筋生理学。著書に「筋肉学入門」(講談社、2009)、「一生太らない体のつくりかた」(エクスナレッジ、2008)、「究極のトレーニング」(講談社、2007)、「筋肉の大研究」(PHP 研究所、2007)、「スロトレ」(高橋書店、2004) など。ボディビルディング競技で 81, 83 年日本選手権優勝，82 年アジア選手権優勝，81 年世界選手権 3 位，など。

連絡先：抄録集に記載

## シンポジウム1 登山のためのトレーニング ー基礎体力をどのようにつけるかー

現代の中高年登山者の体力不足の実態と今後の課題

山本正嘉

鹿屋体育大学スポーツトレーニング教育研究センター

登山は典型的なエアロビクスであり、その運動強度はウォーキングとジョギングの中間に位置する。したがって、ウォーキングに慣れた人が次の段階で、健康の維持増進のために行うのに適した運動といえる。

しかしその一方で、登山中の事故も年々増加している。その大きな要因として、体力の不足が関係している。たとえば長野県の山岳事故を見ると、第1位が転ぶ事故（60-70%程度）、第2位が病気（10%程度）となっているが、前者は脚筋、後者は呼吸循環系に関連する体力不足が関連していると考えられる。

著者らは最近、国立登山研修所が主催する中高年安全登山指導者講習会において、参加者164名を対象に、各種の体力測定を行った。その結果、それらの体力測定値はいずれも、同年代の体力標準値に比べて明らかに優れていた。

いっぽう図1は、同じ対象者にアンケートを行い、登山中によく起こる身体のトラブルを申告してもらった結果である。トラブルは、「初心者向け」や「一般向け」のコースではあまり起こらないが、「健脚向け」のコースを歩く場合には急増している。

以上のデータから窺えることは、1) 現代の中高年登山者は同年代の一般人と比べれば体力はかなり優れている、2) その体力はおおよそ「一般向け」の登山コースまでは通用している。3) しかし「健脚向け」コースにおいては、体力の要求水準を満たしていない人も多い、ということである。

今後、中高年登山者の登山事故を減らしていくための方策として、一つは体力の改善を考える必要がある。またもう一つは、自己の体力に見合った山を選ぶことも重要である。前者に関する研究として、著者らは中高年登山者の筋力測定を行い、山での行動能力との関係を調べてみた。その結果、脚力や腹筋力の強い者は行動能力も高い、という結果が得られた。また後者に関する研究として、「ランク制」を導入している山岳会で、登山者の身体トラブルの発生率を調べてみた。その結果、一般の山岳会に対してトラブルの発生率が著しく低値を示した。

中高年登山者にアンケート調査をしてみると、「定期的にトレーニングをしている」と答える人は多い。しかし、トレーニングをしていることと、それが山で役立っていることとは別問題である。図1を見てもわかるように、現状では適切なトレーニングを行っていない

い人も多い。本シンポジウムでは、以上のような様々なデータを示しながら、中高年登山者の事故を防止し、安全、快適、健康的な登山を行うためののよりよいあり方について提案したい。

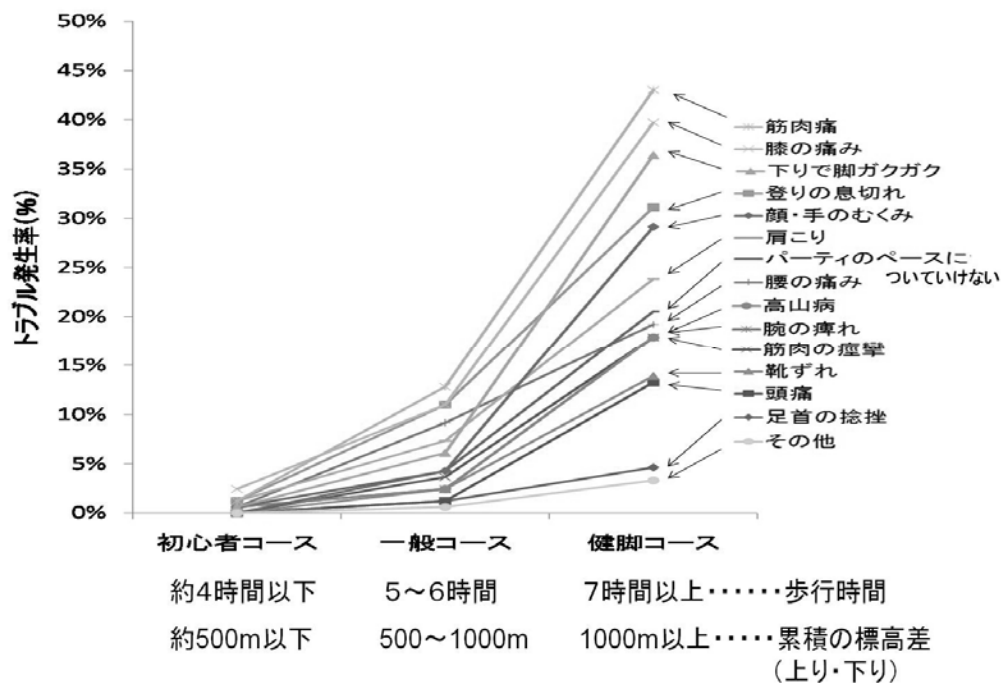


図 1. 体力要求水準の異なる登山コースにおける中高年登山者の身体トラブル発生状況 (山本と西谷, 2010)

<略歴>

1957年：神奈川県横須賀市生まれ

1984年：東京大学大学院修士課程修了（教育学研究科）

1984年：国際武道大学助手（1989年：同・講師，1994年：同・助教授）

1998年：鹿屋体育大学スポーツトレーニング教育研究センター助教授

2005年：同・教授，2006年：同・センター長，現在に至る。博士（教育学）

登山歴：春期日高山脈単独無補給全山縦走，シブリン北稜初登攀，アコンカグア南壁アルパインスタイル登攀，チョーオユー無酸素登頂，ムスターグアタ短期間登頂など

著書：『登山の運動生理学百科』『登山医学入門』『トムラウシ山遭難はなぜ起きたのか』

その他：第4回秩父宮記念山岳賞受賞（2001年）

連絡先：抄録集に記載

## シンポジウム1 登山のためのトレーニング ー基礎体力をどのようにつけるかー



持久力（スタミナ）のトレーニング

山地啓司  
立正大学

### 1. 登山の特性

コントロールされた実験室で得られたデータが、自然環境の中の自由奔放な登山に必ずしもそのまま利用できるとは限らない。環境変化に巧みに適応・対応する能力や技術は、十分なトレーニングと経験を積むことによって養成される。

### 2. 登山に求められる持久性能力（スタミナ）

全身持久性能力の指標として最大酸素摂取量( $VO_2max$ )が用いられるが、これまで報告されている世界一流のクライマーの $VO_2max$ は 41~63ml/kg/minとスポーツ選手の中では高くない (Pugh,1972; Oelz et al,1986)。これらのクライマーの $VO_2max$ から、登山には持久性の能力は余り必要ではないと考えるのは早計である。より高い $VO_2max$ を身につけると楽に楽しく登山できることが十分予測されるからである。重い荷物を持って登山する場合には、相対値の $VO_2max$ よりもむしろ、絶対値の $VO_2max$ が高いことが望まれるであろう。

### 3. 登山中の運動強度と望ましいHR

1) 強度：登山中の運動強度の指標としては可動性、利便性、正確性等を考慮すると心拍数 (HR) が有効である。まず、登山時に予定される重さの荷物 (リュックサック) を担いで、約 1 時間休みなく登り続ける時の心拍数を測ってみる。その平均のスピードが各個人の呼吸・循環系の体力からみた登山中の強度 (HR) である。

2) 時間：1 日の登山に要する時間を、仮に 8 時間とすると登山中の強度に対する必要な休憩時間が決まる。すなわち、強度が高いとそれだけ休みを多く取らなければならない、強度が低いと休みを少なくすることができる。登山の目的や行程によって最も能率的な強度を選択しなければならない。Bink(1962)は就労中の作業強度の許容時間を求める式を考案し、8 時間就労における強度の上限を求めると 35% $VO_2max$  (55%HRmax) となるとした。またMürrel(1965)は労働時間と疲労の回復に要する時間を算出し、仮に、登山中の強度を 60% $VO_2max$ とし、乳酸性作業閾値 (LT) から登山中の上限が 50% $VO_2max$ とすると、8 時間の登山中のトータルの休憩時間は 82 分となるとした。この式を有効に利用するためにはあらかじめ乳酸性作業閾値を測定しておかなければならない。休みなく登山をすることができるのは、LT点を超えないことである。

#### 4. 安全な登山のための運動強度

ReillyとSmith(1986)は自転車駆動（身体活動）に同期して精神活動（pursuit rotor task及び計算）を行った時の駆動強度と精神作業・活動時の成績との関係を調べた。その結果、pursuit rotor taskでは55%VO<sub>2</sub>max（74.5%HRmax）から、精神活動（計算）では70%VO<sub>2</sub>max（82.4%HRmax）を超える強度から精神作業成績が急激に低下した。したがって、安全な登山を行うためには、70%VO<sub>2</sub>max(82.4%HRmax)を上回らないようにペースを調整することである。

#### 5) 登山のためのトレーニング

登山に必要な体力は絶対値のVO<sub>2</sub>maxである。そのためには、登山のためのトレーニングは、最も運動形態（登山）に近い形で、しかも高い強度で長時間トレーニングすることである。

略歴：香川県出身（昭和17年生まれ）

学歴：東京教育大学体育学部卒、東京大学大学院教育学研究科単位取得満期退学

職歴：東京大学教育学部、富山大学教育学部、新潟医療福祉大学、現在立正大学法学部

業庸（著書）：心拍数の科学（大修館書店）、最大酸素摂取量の科学（杏林書院）、ザ・マラソン（大修館書店）、スポーツ・運動生理学概説 山地・大塚・田中編著 2011年（明和書店）、the 心拍数 2011年8月出版予定（杏林書店）、（翻訳）：シェフアード老年学 原田・山地共訳（医学書院）、虚血心疾患と運動 原田・山地共訳（医学書院）

連絡先：抄録集に記載