

### 3 ハイキング・登山

#### 3.1 有酸素性運動としての登山の特性

ハイキングや登山はウォーキングの一種と位置づけられる。ハイキングと登山との間には明確な区別があるわけではなく、歩行時間が3～4時間程度の負担度の軽いものをハイキング、それよりも負担度の高いものを登山と呼ぶことが多い。本稿では以下、登山と総称する。

通常のウォーキングに比べると、登山時にかかる負担はかなり大きい。たとえば、坂道を上り下りする、不整地面を歩く、荷物を背負う、長時間歩く、などである。これに加えて、低酸素、低温（あるいは高温）、風、雨、乾燥、日射といった、さまざまな環境的ストレスに曝される場合もある。

図1は、平地ウォーキングと登山の心拍数を比べたものであるが<sup>1)</sup>、一見して後者のほうが運動強度が高く、時間も長いことがわかる。運動強度をメッツの単位で表すと、平地での早歩きは3～4 METs 台、ジョギングは7 METs 台であるのに対して、ハイキングは6 METs 台、一般的な登山は7 METs 台、本格的な登山は8

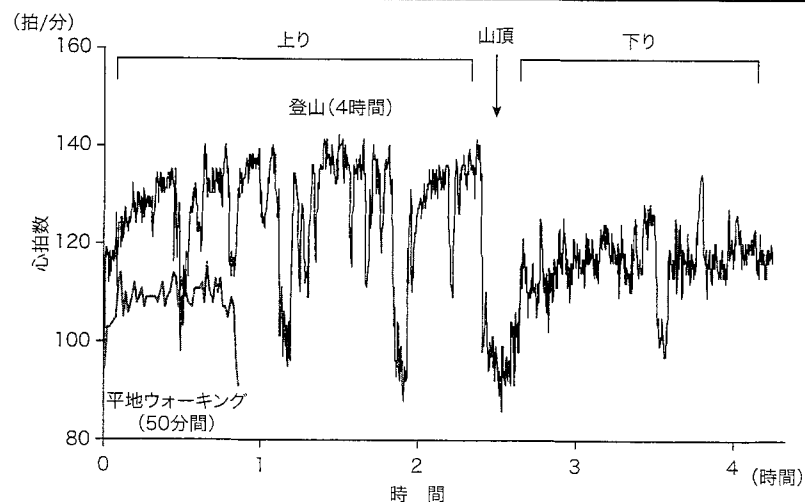


図1 平地ウォーキングと登山の心拍数の比較。登山はウォーキングに比べて、運動強度、運動時間ともに、より負荷の大きい有酸素性運動である。(文献1より引用)

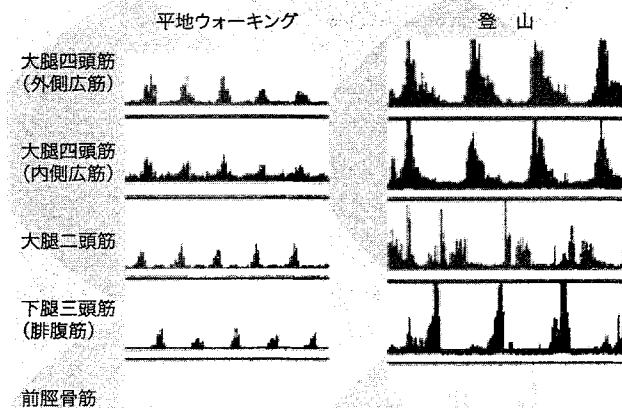


図2 平地ウォーキングと登山における脚筋群の筋電図。登山の場合、歩き方にもよるが、平地ウォーキングの2倍近い筋力を発揮する場合もある。(文献3より引用)

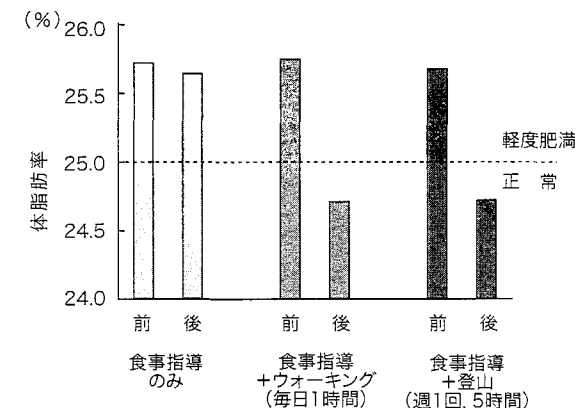


図3 3種類の方法で1カ月の脂肪減量プログラムを行った際の効果。週に1回の登山は、毎日1時間の平地ウォーキングと同程度の脂肪減量をもたらす。(文献5より引用)

METs 台である<sup>2)</sup>。つまり登山の運動強度は、初歩的なものではウォーキングとジョギングの中間に位置し、本格的なものではジョギングよりも高いことになる。

図2は平地ウォーキングと登山中の下肢筋における筋電図を示したものである<sup>3)</sup>。登山の場合、全ての筋でウォーキングよりも高いレベルの筋活動、つまり大きな筋力発揮が行われている。登山の主働筋の1つである大腿四頭筋では、最大筋力の30%以上の筋力を発揮することが多く、下りではウォーキングの2倍近い筋力発揮を行う場合もある<sup>4)</sup>。最近の研究では、平地でウォーキングをしているだけでは、加齢による脚の筋力低下は防げないことが指摘されている。この点、登山は脚筋力

の改善にとっても効果の高い運動といえる。

図3は、ウォーキングと登山が体脂肪の減量に及ぼす効果を比べた実験結果である<sup>9)</sup>。毎日1時間の平地ウォーキングと、週1回5時間程度の登山とをそれぞれ1ヵ月行くと、両者で同程度の脂肪の減量が起こることがわかる。

この他にも、週に3～5回ずつ2ヵ月にわたり、登山の上り運動のみ（短縮性の筋収縮が中心となる運動）を行うと脂質代謝が、同様に下り運動のみ（伸張性の筋収縮が中心となる運動）を行うと糖質代謝が、それぞれ改善するという報告もある<sup>6)</sup>。

以上のことを考えると、登山は、ウォーキングに慣れて体力の向上が頭打ちになった人が、次の段階として呼吸循環系、筋骨格系、代謝系などの能力をさらに改善するのに適しているといえる<sup>17)</sup>。ただし、通常のウォーキングよりもかなり負荷が大きいという性質は、適切に行えば効果も大きい反面、不適切に行えば身体に過度な負担をかけ、疲労、けが、故障、そして事故を引き起こす可能性も大きくなるため、注意が必要である。

実際、わが国の登山事故は、この20年間増加し続けている。代表的な山岳県である長野県の統計をみると、6～7割は転ぶ事故、ついで1割が病気となっている。前者については脚筋力の不足<sup>8)</sup>、後者についてはとくに循環系の疾患（心筋梗塞など）<sup>9)</sup>が主要因と考えられる。

そこで本稿では、以下、安全、快適、健康的な登山をするために、身体をどのように扱うべきかについて述べることにする。なお登山を行う場合、これ以外に用具、地形などに関する知識や技術も必要となるが、それらについては一般的な登山の技術書を参照していただきたい。

### 3.2 登山とウォーキングの違い

図4は、平地でのウォーキングと登山の歩き方を比べたものである<sup>10)</sup>。速度、歩幅、フォームなど、あらゆる点で正反対だが、この理由は、両者の運動強度の違いによるものである。ウォーキングの場合、基本的に運動強度が低いいため、意識的に強度を上げるような歩き方をするのに対して、より運動強度が高い登山では、できるだけ強度を下げるような歩き方をするためである。したがって、それまでウォーキングを励行してきた人が登山を始める場合には、この違いを十分意識する必要がある。

上り歩行については、登山の歩行速度、歩数、歩幅を、それぞれ平地ウォーキングの5～6割、6～7割、7～8割にする必要がある<sup>11)</sup>。実践的なアドバイスとしては、登山道の傾斜によらず、1分間に60歩程度で歩くように指示するとよい。

#### 平地ウォーキング



- ・大股で速く歩く
- ・一直線上を歩く意識で進む
- ・膝を伸ばして踵から着地する
- ・後ろ足で蹴り出す
- ・腕を振る
- ・上体を起こす

#### 登山



- ・小股でゆっくり歩く
- ・2本のレールの上を歩く意識で進む
- ・膝は曲げたまま、足裏をフラットに着地する
- ・後ろ足は蹴らない
- ・腕は振らない
- ・斜面やザックとのバランスで、上体をやや前傾する

図4 平地ウォーキングと登山の歩き方の違い。両者の歩き方は、あらゆる点で正反対となる。（文献10より引用）

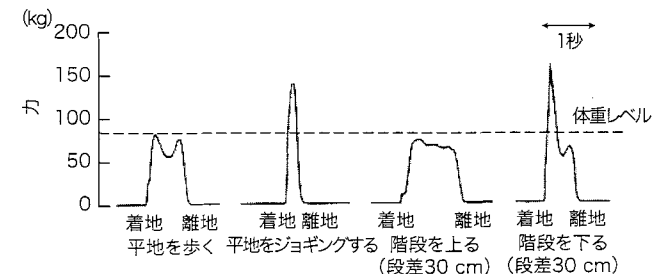


図5 平地での歩行・ジョギング、および階段の昇降時における着地衝撃力。階段の下りでは大きな着地衝撃を受ける。（文献12より引用）

日常生活における階段上りと比べても、登山の歩き方は大きく異なる。駅などの階段を上る場合、1時間あたりで700～800 mの上昇速度となるのに対して、登山では300 m程度である<sup>12)</sup>。したがって登山では、日常生活で行っている階段上りの半分以下の速度で歩く意識が必要である。また日常での階段上りでは、ステップに足の前半分をかけ、そこに重心を置くことが多いが、登山では図4のように斜面全体にフラットに置き、重心は踵に置く。

下り歩行については、位置エネルギーを下げる運動であるため、エネルギー消費量からみた運動強度はかなり小さい。しかし、図5に示すように、足を着地させたときに身体が受ける衝撃力は大きく<sup>12)</sup>、その支持のために大きな脚筋力が要求される。また下りでは、登山の主働筋である大腿四頭筋をはじめとする多くの筋では伸

表1 さまざまな負荷で坂道歩行を行った際の運動強度 (METs)

歩行様相	獲得高度 (50分あたり)	体重+荷物の重さ			
		50 kg	60 kg	70 kg	80 kg
上り歩行	100 m	3.3	3.5	3.7	3.8
	200 m	4.2	4.6	5.0	5.4
	300 m	5.2	5.7	6.3	6.9
	400 m	6.1	6.9	7.6	8.4
	500 m	7.0	8.0	8.9	9.9
下り歩行	600 m	8.0	9.1	10.3	11.4
	-100 m	2.5	2.5	2.5	2.6
	-200 m	2.6	2.7	2.8	2.8
	-300 m	2.8	2.9	3.0	3.1
	-400 m	3.0	3.1	3.2	3.4
	-500 m	3.1	3.3	3.5	3.7
	-600 m	3.3	3.5	3.7	3.9

体重、荷物の重さ、上昇(下降)速度が異なると、運動強度も大幅に異なるため、自分の体力にあった歩行ペースを把握しておくことが重要になる。(文献13より引用)

張性収縮を行うため、筋線維の損傷とそれに伴う筋力の低下が起こりうる<sup>12)</sup>。近年の登山事故の特徴として、中高年者による下り道での転倒事故が目立って多いが、上記のような下りの運動様式の特異性と、加齢による脚筋力の低下とが相まって起こっているものと考えられる<sup>8)</sup>。

なお、一口に登山といっても、上昇(下降)速度、体重、荷物の重さによって、運動強度は大きく異なる。表1は、さまざまな負荷条件で坂道の上下りをしたときの運動強度を、メッツの単位で表したものである<sup>13)</sup>。登山では、50分の歩行を10分の休憩をはさんで繰り返すことが多い。そこで、50分あたりの登高(下降)距離と、荷物の重さを含めた体重との関係で、運動強度を表している。この表を参照しながら、各人の体力に見合った速度で歩く必要がある。

### 3.3 体力にあわせた登山コースの選択

一口に登山といっても、登る山やコースの違いによって身体への負担は大幅に異なる。登山のガイドブックでは、① 初心者向け、② 一般向け、③ 健脚向け、といったグレードを付して、体力的にみた難易度を表示している。それぞれの目安として、①は上下りともに累積標高差が500 m以下、②は500～1,000 m、③は

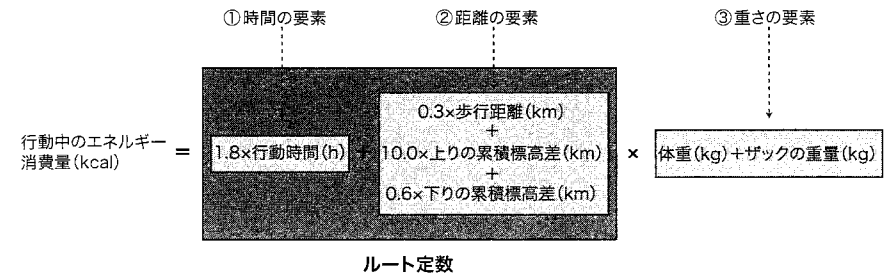


図6 登山における行動中のエネルギー消費量の推定式。最近の登山ガイドブックには「ルート定数」に相当する部分のデータが記載されていることが多いので、それらをこの式に代入すれば消費エネルギーが計算できる。なお、この式から得られたエネルギー消費量は、そのルートのコンディションがよいときの値で、風雨の時や道の状態が悪い場合には、それに応じて値がかなり大きくなる。(文献14より引用)

1,000 m以上で、歩行時間は①が4時間以下、②が5～6時間、③が7時間以上、と考えておくとよい。

図6は、歩行距離(水平、上り、下り)、歩行時間、体重、荷物の重さ、という変数から、その登山のエネルギー消費量を算出する式である<sup>14)</sup>。この式は、体力レベルに応じた登山コースの選択や、行動中のエネルギー補給量を決めるための参考となる。たとえば、体重60 kgの人の場合、荷物を持たない場合でも、初心者向けコースで最大900 kcal程度、一般向けコースで1,000～1,500 kcal程度、健脚向けコースでは1,600 kcal以上のエネルギーを使うことになる。また、同じ人が10 kgの荷物を背負って歩いた場合には、それぞれ、最大で1,000 kcal程度、1,200～1,800 kcal程度、1,900 kcal以上になると計算できる。

図7は、登山経験の豊富な中高年登山者を対象として、3つのランクの登山コースを歩いたときに、どのような身体のトラブルが起こるかを尋ねた結果である<sup>15)</sup>。初心者、および一般向けコースではトラブルの発生率は少ないが、健脚向けコースでは各種のトラブルの発生率が急増している。

トラブルの内容をみると、「筋肉痛」「膝の痛み」「下りで脚がガクガクになる」が最も多いが、これらはいずれも下り坂で脚筋力の弱い人に起こりやすいという性質がある<sup>12)</sup>。これは、現代の中高年の登山事故の多くが下りで転ぶことによって起こっている、という現象を裏付ける結果といえる<sup>8)</sup>。

また、図7の対象者の体力を測定したところ、体力年齢で表すと脚力が20歳なみであったことをはじめ、男女とも同年代の標準値を大きく上回っていた<sup>15)</sup>。した

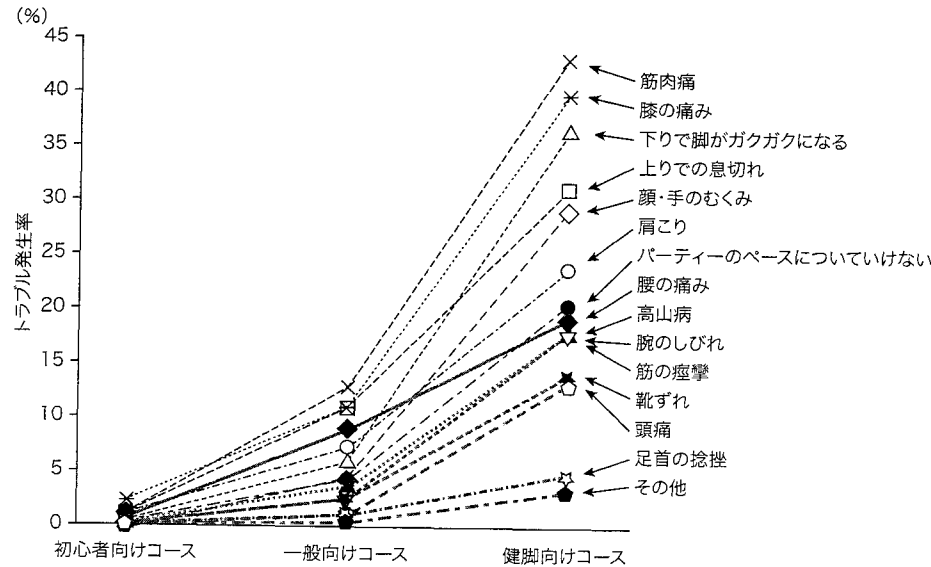


図7 初心者向け・一般向け・健脚向けコースにおける身体トラブルの発生状況。健脚向けコースではさまざまなトラブルの発生率が急増していることから、このコースでは体力的に不相応な登山を行っている人が多いことがうかがえる。(文献15より引用)

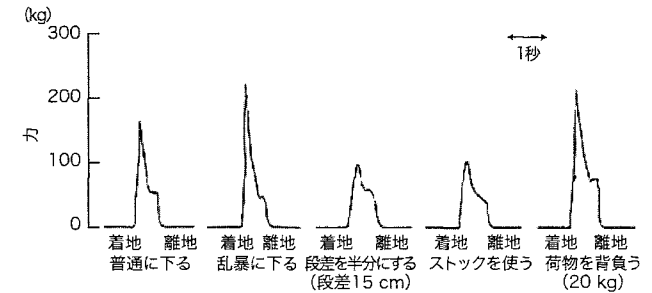
がって、現代の中高年登山者は、同年代の一般人に比べれば明らかに体力はあり、その体力水準はおおよそ、一般向けの登山コースまでは対応できるものであるといえる。しかし健脚向けコースで要求されるような、より高いレベルの体力については身につけていない人も多く、これが事故の引き金にもなっていると考えられる。

安全な登山をするためには、各自の体力レベルに見合ったコースを選ぶことが重要である。したがって、登山の導入段階ではまず初心者向けコースを歩き、そこでトラブルがないようであれば一般向けコースに行くというように、身体トラブルの発生状況をチェックしながら徐々にレベルを上げていく必要がある。

### 3.4 登山中の疲労・身体トラブルの防止

登山は他の運動・スポーツとは異なり、医療機関から隔たった場所で長時間の運動が行われる。したがって、疲労、けが、病気、事故の予防には、細心の配慮が必要である。そのためには、以下のような知識や技術を身につける必要がある。

図8 下り歩行時の着地衝撃力を小さくするための工夫。歩幅を小さくする、ストックを使う、荷物を軽くする、といった工夫により、着地衝撃力を小さくすることができる。(文献12より引用)



#### 3.4.1 上りと下りで起こる疲労

上りでは、体重と荷物を上方に持ち上げていくので、ゆっくり歩いたとしても多くのエネルギーを使う(表1)。そして、速く歩きすぎると乳酸閾値を超え、筋疲労が起こる。乳酸閾値を超えないように歩くための目安として、最高心拍数の75%以下、主観的運動強度は13(ややきつい)以下に保つことが必要である<sup>3, 12)</sup>。

一方、下りではエネルギー消費量は小さく(表1)、かなり速く歩いても乳酸閾値を超えることはない。しかしその一方で、着地時には強い衝撃を受けるため(図5)、筋力的な負担度は上りよりもかなり大きくなる<sup>10, 12)</sup>。

図8は、さまざまな歩き方で段差が30cmの階段を下ったときの着地衝撃力を示したものである<sup>12)</sup>。歩き方を工夫することで、衝撃力をかなり小さくすることができる。運動強度の目安としては、心肺ではなく脚の主観的運動強度が13(ややきつい)以下となるように歩くとよい<sup>13)</sup>。

#### 3.4.2 エネルギーと水分の補給

登山は、有酸素性運動と呼ばれる運動種目のなかでも、際だって運動時間が長い。このため、エネルギーと水分の喪失は大きく、行動中に定期的に補給しなければならない。登山中のエネルギー消費量と脱水量は、標準的なコースタイムで歩く場合には、以下のような式で概算できる<sup>3)</sup>。

$$\text{エネルギー消費量 (kcal)} = \text{体重 (kg)} \times \text{行動時間 (h)} \times 5$$

$$\text{脱水量 (mL)} = \text{体重 (kg)} \times \text{行動時間 (h)} \times 5$$

エネルギーについては、上記の値の7~8割(残りは体脂肪から供給される)を、少なくとも2時間ごとに補給する。水分についてはできれば全量を、それが無理で

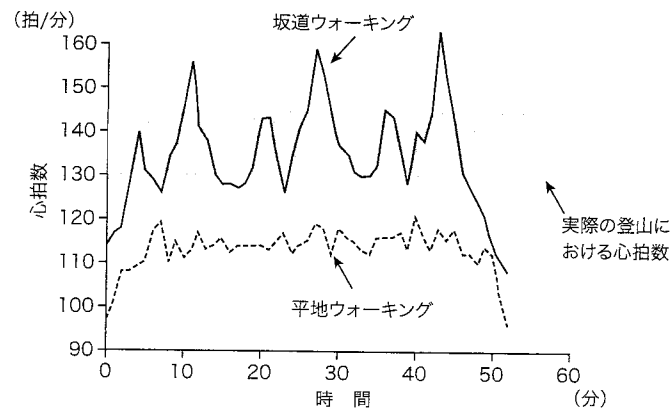


図10 平地ウォーキングと坂道ウォーキング時の心拍数の比較。平地での速歩では、心肺機能に対して、登山にふさわしい刺激を与えられないが、坂道で速歩をすれば、望ましい負荷をかけられる。坂道での速歩は脚力を改善する効果も高い。(文献3より引用)

動であるため、実際の登山に役立つような十分な負荷とはならない。たとえ初心者向けの登山コースであっても、上り下りでそれぞれ500 m程度の登下降を行う場合もあるからである(3.3節参照)。

このような問題点を解決するために、目的とする山の特異性を考慮した体力づくりが必要になる。たとえばウォーキングをするにしても、図10のように平らな道ではなく坂道を速歩で上り下りすれば、登山の負荷に近づけることができる<sup>3)</sup>。階段上りの場合には、通常の駅の階段(標高差が5~6 m程度)を数回昇降するだけでは効果が小さいので、昇降回数をさらに増やすなどして、登山の特性に近づける必要がある。なお、このような意味合いで、最もよいトレーニングとは登山そのものの励行である。2週間に1回以上の頻度で登山をすると、日常生活で毎日運動をするよりも身体のトラブル発生率は小さくなる<sup>12)</sup>。

自重を負荷した筋力トレーニングも効果的である。スクワット、踵上げ、上体起こしなど、脚や体幹の筋を強化する種目が最も重要であるが、重い荷物を背負ったりストックを使う場合には、胸、腕、肩などの筋も使うので、腕立て伏せ、肩すくめなどの運動も必要に応じて行うとよい<sup>3)</sup>。

## 文 献

- 1) 山本正嘉: 登山はエアロビクスの最高峰—健康増進の観点からみた登山の意義と今後の課題—。登山医学, 28: 17-21, 2008.
- 2) Ainsworth BE, et al.: Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensity. Med Sci Sports Exerc, 32: 498-504, 2000.
- 3) 山本正嘉: 登山の運動生理学. In: 増山 茂 監, 登山医学入門, 山と溪谷社, 東京, pp. 109-127,

2006.

- 4) 前川亮子 他: 登山中に脚筋にかかる負担度に関する筋電図学的研究—上りと下り, 傾斜, ザック重量との関連から—。ウォーキング研究, 11: 239-246, 2007.
- 5) 山本正嘉 他: 1週間に1回の軽登山が体脂肪の減量におよぼす効果—1日1回のウォーキング, および食事指導のみとの比較—。登山医学, 29: 271-277, 2009.
- 6) Drexell H, et al.: Metabolic and anti-inflammatory benefits of eccentric endurance exercise—a pilot study. Eur J Clin Invest, 38: 218-226, 2008.
- 7) 山本正嘉: ウォーキングから登山へ—健康増進の観点から見た登山の長所と実施上の注意点—。ウォーキング研究, 8: 9-15, 2004.
- 8) 山本正嘉: 中高年登山者の転倒事故を防ぐ。登山医学, 25: 29-33, 2005.
- 9) 野口いづみ: 山での突然死を防ぐ。登山医学, 25: 35-40, 2005.
- 10) 山本正嘉 他: 登山のバイオメカニクス。バイオメカニクス研究, 10: 74-85, 2006.
- 11) 前川亮子 他: 各種生理応答および歩行様式から見た登山とウォーキングの対応性に関する研究。ウォーキング研究, 9: 187-194, 2005.
- 12) 山本正嘉: 登山の運動生理学百科, 東京新聞出版局, 東京, pp. 21-80, 2000.
- 13) 萩原正大 他: 歩行路の傾斜, 歩行速度, および担荷重量との関連からみた登山時の生理的負担度の体系的な評価—トレッドミルでのシミュレーション歩行による検討。体力科学, 60: 327-341, 2011.
- 14) 中原玲緒奈 他: 登山のエネルギー消費量推定式の作成—歩行時間, 歩行距離, 体重, ザック重量との関係から—。登山医学, 26: 115-121, 2006.
- 15) 山本正嘉 他: 中高年登山者向けの体力評価システム構築の試み(第2報)—164名の体力測定およびアンケート調査からわかったこと—。登山研修, 25: 16-20, 2010.
- 16) 笹子悠歩 他: 富士登山時の生理的・物理的な負担度—登山経験の豊富な中高年者を対象として—。登山医学, 30: 105-113, 2010.
- 17) Hultgren HN: High Altitude Medicine, Hultgren Publication, Stanford, pp. 212-255, 1997.
- 18) Burtcher M: Endurance performance of the elderly mountaineer; Requirements, limitations, testing, and training. Wien Klin Wochenschr, 116: 703-714, 2004.
- 19) 松林公蔵 監, 日本登山医学会 編: 登山の医学ハンドブック, 第2版, 杏林書院, 東京, pp. 109-182, 2009.

(山本 正嘉)