

【專題演講】

運動生理学の知見に基づいた 日本での安全登山への取り組み

山本 正嘉
(鹿屋体育大学 教授)

日本には全国に多くの山があり、登山の愛好者も 600 万人ほどいるとされる。以前は中高年者が多かったが、近年では若者の間にも人気が高まり、老若男女を問わず楽しめる国民スポーツのような存在となっている。

一方で、登山者の事故も増加し続けている。全国的に見ると「道迷い」が多いが、登山道の整備された山岳で見た場合、「転ぶ事故」や「心臓突然死」などが多い。運動生理学の面から見ると、転ぶ事故は脚力不足によって、心臓突然死は心肺能力の不足によって起こりやすい。さらにその元には、体力に無理な山を選んでいたり、体力相応な山を選んでいても、歩き方が不適切で身体に負担をかけていることが多い。

またこの数年では、新型コロナウイルスの影響で、素人が近場の山に出かけることが多くなった。しかし、無理な歩き方をして疲労したり、事故につながるケースも目立つ。またベテランでも、感染の影響で登山を休止しているうちに体力が低下し、久しぶりに出かけた山ではトラブルを起こしてしまったという人も多い。

演者は過去 40 年間にわたり、運動生理学の観点から、安全・快適・健康的な登山を行うための、登山中の身体の扱い方や、普段からのトレーニング方法などについて研究してきた。その成果を『登山の運動生理学百科』(2000 年)、『登山の運動生理学とトレーニング学』(2016 年)などの著作にまとめ、啓発にも努めてきた。前者については台湾でも翻訳書が刊行されている。

台湾も、日本と同様に山に恵まれた国であり、ハイキングから本格的な登山まで、登山を楽しんでいる人が多い。そして、登山事故の様相も日本と似ているところが多いのではないかと想像している。

そこで本会では、演者がこれまで取り組んできた安全登山のための研究成果や啓発活動について紹介し、台湾の皆さんと意見交換をしたい。

從運動生理學的知識觀點致力 於推廣日本的安全登山

山本 正嘉

(鹿屋體育大學 教授)

日本全國有很多山岳，估計有 600 萬的登山愛好者。以前以中高齡者居多，近年來，在年輕人之間也逐漸喜愛登山，如今已成為不論男女老少都可以享受的一種國民運動。

但另一方面，登山事故一直增加。以全國的情形來看，「迷路」占最多，如就有良好登山步道的山區來看，「跌倒」和「心因性猝死」的情形比較多。從運動生理學的角度加以觀察，跌倒是因為腳力不足，心因性猝死則因心肺能力不足而容易發生。其更根本的原因多半是選擇超過自己體力負荷的山峰，或就算適合自己體力的山峰，因走法不妥適而增加身體負荷的情況也很多。

最近幾年在新冠疫情的影響下，沒有登山經驗的人去爬附近山峰的現象增多。因勉強行走而導致疲憊，或遭遇事故等的案例也不少。即使是經驗豐富的登山者，在疫情期間沒去爬山而體力降低，在相隔好久後再外出爬山而遭遇問題的案例也很多。

講者在過去四十年一向為實現安全、快適且健康的登山，並從運動生理學的觀點研究在登山活動中如何使用身體和平時的體練方法等項目。同時將研究成果寫成『登山的運動生理學百科』(2000 年)、『登山的運動生理學與訓練學』(2016 年)等書籍，也努力啟發大眾。前者已翻譯成中文在台灣出版(譯者註：『登山前一定要知道的事』)。

台灣和日本一樣，是擁有豐富山岳資源的國家，有相當多的國民在享受從簡單健行到高度攀登的山野活動。因此我猜測登山事故會類似日本的情況。在此研討會上，我將介紹本人過去做過的研究成果和啟發活動，也希望與台灣聽眾多多交流意見。

上りでの運動強度（心肺への負担）はジョギングなみ

(Ainsworthら, 2000より作成)

メッツ・・・安静時の何倍のエネルギーを使うか →運動の強度を表す	運動の強さ	スポーツ・運動・生活活動の種類
	1メッツ台	寝る、座る、立つ、デスク仕事
	2メッツ台	ゆっくり歩く、立ち仕事、ストレッチ、ヨガ
	3メッツ台	普通～やや速く歩く、階段を下りる、軽い筋トレ
	4メッツ台	早歩き、水中運動、ゴルフ、軽仕事
	5メッツ台	かなり速く歩く、野球、子供と遊ぶ
ハイキング	6メッツ台	ジョギングと歩行を交互に、バスケ、ゆっくり泳ぐ
無雪期の登山	7メッツ台	ジョギング、サッカー、テニス、スケート、スキー
バリエーション	8メッツ台	ランニング(130m/分)、サイクリング(20km/h)
	9メッツ台	荷物を上る階に遊ぶ
	10メッツ台	ランニング(160m/分)、柔道、空手、ラグビー
ロッククライミング	11メッツ以上	速く泳ぐ、階段を駆け上がる

★一般的な無雪期登山（上り）はジョギング相当の運動強度
→これは心臓突然死の発生率が急増する強度域にある

体力や健康に不安のある人は安全速度（6メッツ台）で登ろう

軽装備で1時間あたりの上昇率が
300m程度ならば約6メッツの運動（歩行⇒ジョギング）→安全圏内
400m程度ならば約7メッツの運動（ジョギングなみ）→安全圏外
500m程度ならば約8メッツの運動（ランニングなみ）→安全圏外

体力に自信のない人、心臓に不安のある人、初心者、高齢者は
6メッツ台の安全速度（約300～350m/h）を守ることが必要

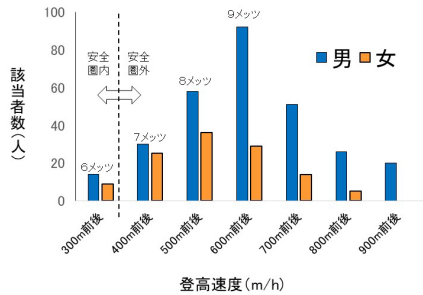


約1000m/h (13メッツ) 500m/h (約8メッツ) 400m/h (約7メッツ) 300m/h (約6メッツ)

現実にはどれくらいのスピードで上っているのか？

6つの山で、40歳以上の男女の登山速度を調査

(山本ほか, 2020)



登山速度を自分で把握しながら上ることによる心肺トラブルの抑制効果

登山速度をリアルタイムで表示できる時計を見ながら
自分の体力に合ったペースを守って上ると・・・

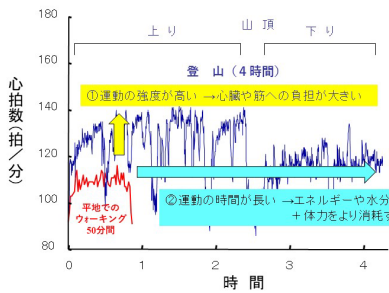
(山本ほか, 2019)



	実行前の心肺トラブル	実行後の心肺トラブル	やってみての感想
Aさん	4 / 4回	0 / 3回 (400~450m/h)	適正速度を意識することで、あまり息切れを感じなかった。この速度を超えると、息切れることも実感できた。登高速度を抑えるために、歩き方の工夫をするようになった。
Bさん	2 / 2回	0 / 7回 (350~400m/h)	トラブルなく楽しく歩けた。適正な登高速度を守るために、歩幅を小さくするなど、歩き方を工夫するようになった。
Cさん	1 / 3回	0 / 5回 (400~450m/h)	ペースを確認するようになってからは、楽に上れるようになった。
Gさん	登山未経験者	0 / 1回 (350~400m/h)	無理なく登るための速さがわかった。急傾斜の所ではうまくペース管理ができなかったが、通常の傾斜の所では楽に歩くことができた。

* 1/3回とは、3回の登山のうち1回、心肺のトラブルが起こったことを意味する

その2・・・登山の運動「量」はどれくらいか？



「登山のエネルギー方程式」の作成

(山本ほか, 2006)

$$\text{行動中のエネルギー消費量 (kcal)} = \underbrace{1.8 \times \text{行動時間 (h)}}_{\text{A: 山側の要素 (コース定数)}} + \underbrace{0.3 \times \text{歩行距離 (km)} + 10.0 \times \text{上りの累積標高差 (km)} + 0.6 \times \text{下りの累積標高差 (km)}}_{\text{B: 登山者側の要素}} \times \text{体重 (kg)} + \text{ザック重量 (kg)}$$

★登山ガイドブックで「体力度」と呼ばれてきた概念を科学的な数値で表したもの

安全・安心な登山のための仕組みづくり (1) 「コース定数」の活用

従来のガイドブック

新しいガイドブック

コース定数=25
標高差=991m
累積標高差=1112m

1. 日帰り～数日の登山の消費エネルギー（体力度）を、1～100程度の数値で表せる
（★の数3～4つで表す区分よりも、客観的かつ詳細に表示できる）

2. エネルギー消費量 (kcal) = コース定数 × [体重 (kg) + 身につけた物の重量 (kg)]
体重60kgの人が5kgの荷物を身につけてこのコースを歩くと
コース定数25 × (60kg + 5kg) = 1625kcal

* kcalをmlに読み換えると、おおよその脱水量もわかる→脱水量はおおよそ1625ml

仕組みづくり (2) 「山のグレーディング表」の作成

・2014年に長野県で始まり
現在では12の山岳県で設定
・すぐろく方式で、段階的な
ステップアップを可能にする

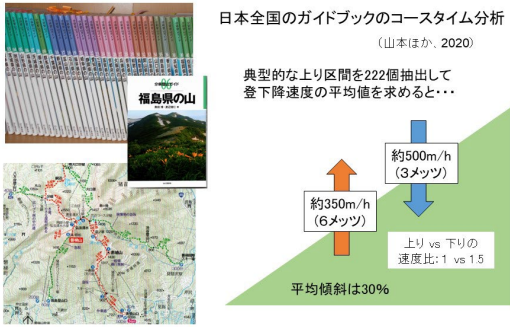
コース定数が
71～80 → 体力度8
61～70 → 体力度7
51～60 → 体力度6
41～50 → 体力度5
31～40 → 体力度4
21～30 → 体力度3
11～20 → 体力度2
1～10 → 体力度1

体力度 (1～10)

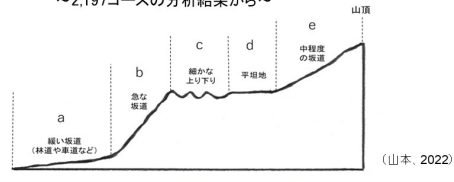


仕組みづくり (3)

「コースタイム」を安全・安心な値で全国標準化する取り組み



日帰り登山コースでの平均的な運動様相
~2,197コースの分析結果から~



- ・累積で500m、1000m、1500mの登下降に要する時間は、約3h、6h、9h
- ・累積で500m、1000m、1500mの登下降時に、水平方向には約7km、14km、21km移動
- ・水平方向への平均移動速度は約1.6km/h
- ・コース全体をならした場合の平均傾斜は約14%
- ・中~急傾斜区間(平均30%)での登下降速度は、上りで約350m/h、下りで約500m/h
- ・2.5時間、5時間、7.5時間、10時間の登山で、コース定義は約10、20、30、40

④運動生理学的に無理のない値で、コースタイムを全国統一すれば、安全・安心な登山に寄与できる例) 上りでは6メッツ台の安全速度(300~350m/h)に設定し、心臓突然死の予防を図る

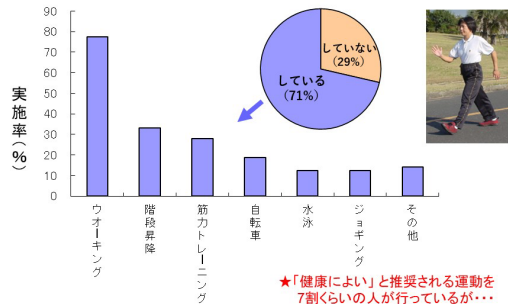
仕組みづくり (4)

登山地図アプリに、運動生理学に基づく自己管理機能を搭載する取り組み



トレーニングのあり方

日本百名山をめざす中高年登山者のふだんのトレーニング状況



普段のトレーニングがあまり役立っていないという結果に...

「+」の記号...あるトレーニングをしていると、山でのトラブルが少ないという意味

	ウォーキング(多く)	階段の昇降	筋力トレーニング	サイクリング(自転車)	水泳	ジョギング(走る)
筋肉痛			++			+
下りで脚がガクガクになる			+			++
膝の痛み						++
登りで苦しい			++			++
踵ずれ						++
筋肉のけいれん						+
膝の痛み						++
脚力不足で軽快に歩けない						++
足首のねんざ						++

★これらの種目そのものに効果がないというよりは登山に役立つやり方で行われていないことが問題

「健康」には役立っても、「登山」には役立っていない人が多い



ウォーキングに効果が小さい訳は？



階段登りに効果が小さい訳は？

運動時間はよいが、負荷が弱すぎる
...1時間だが 5メッツ以下

負荷はよいが、時間が短すぎる
(一般の階段は標高差5~6mしかないので)
...8メッツだが 1分以下

★一般人が「健康のため」にやっているやり方では、山では通用しない
→「登山仕様」のやり方をしないと、山では通用しない

その後の様々な研究の結果、到達した答えとは...

低山登山の励行が最良の解決策

「金立水曜登山会」のとくみ

- ・春夏秋冬、真夏も雨雪の日も、毎週水曜日に100名前後で登山
- ・これ続けている人は、日本アルプスの縦走、ヒマラヤトレッキングなども支障なくこなせるようになる。健康改善の効果も大きい

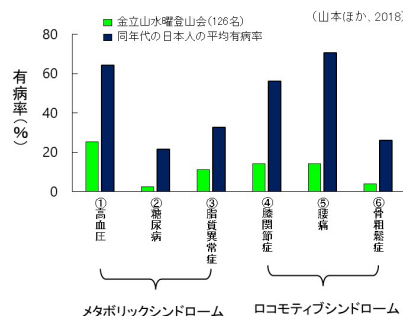


1回の登山で3~3.5時間、上り下りとも約500mの上り下り(±500m)をする



- ・登山力は、年齢や性別ではなく、現在どれくらい山に行っているかで決まる
- ・1ヵ月あたりの登下降距離は、±2000mくらいを目標に実行すると効果大

低山トレーニングの効果(1)...健康面

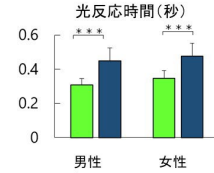
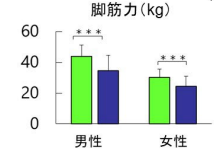


④週に1回、低山登山をする人の有病率は、日本人の標準値と比べて著しく低い

低山トレーニングの効果(2)・・・体力面

(山本ほか、2019)

■ 金立水曜登山会
■ 同年代の日本人



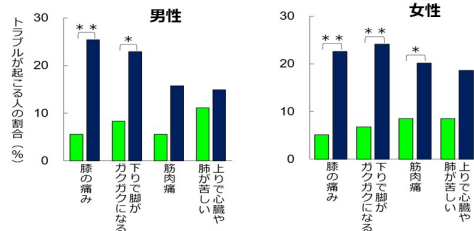
※週1回、低山登山を励行する人の体力は、同年代の標準値と比べて著しく高い

低山トレーニングの効果(3)・・・大きな山でのトラブル防止効果

(山本ほか、2018)

■ 金立山水曜登山会(平均69歳)

■ 1か月に1回程度の登山をする人(平均56歳の約4000人)



④ 低山登山の励行者は、日本アルプス等の山に登ってもトラブル発生率が著しく低い

教訓: ① トレーニングに王道なし ② ちりも積もれば山となる

<まとめ>

安全で健康的な登山のために考えるべき4つのポイント

「気をつけよう」「無理をしないように」といったかけ声だけでは効果は小さい
—数値による現状の可視化と、具体性のある支援の仕組みづくりが必要

3) どのような登り方をしているのか? (山と人との接点)
・歩行ペース→安全な歩行ペースのリアルタイム表示
・コースタイム→安全・安心な標準コースタイムの設定
・エネルギーと水の補給→エネルギー→方程式の活用

1) 山側の困難度は?
・体力度・技術度
→コース定款
→レーティング表

2) 人間側の能力は?
・体力・技術・知識・トレーニング
→マイペース登山能力テスト、
体力別のペース/コースタイム、
トレーニングの指針
(低山トレ、登山体操、筋トレ・・・)

4) 1、2、3を包括したセルフマネジメント(自己調整学習)の啓発、教育、支援
→毎回の登山データ、月間データ、00シート等を活用した現状の自己評価と改善

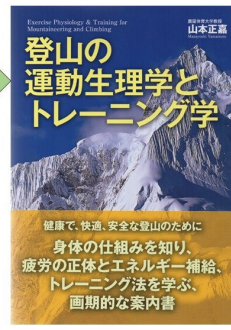
参考図書



2000年刊行



2011年刊行



2016年刊行

ご静聴ありがとうございました



初秋の高千穂峰