

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 27 日現在

機関番号：17702

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350836

研究課題名(和文) 登山事故を防止するために登山者自身で実行可能な体力評価法とトレーニング法の開発

研究課題名(英文) Self check of physical fitness and training status for safe mountaineering

## 研究代表者

山本 正嘉 (YAMAMOTO, Masayoshi)

鹿屋体育大学・スポーツ生命科学系・教授

研究者番号：60175669

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：登山は多くの日本人に親しまれているスポーツだが、反面で、体力不相応の山に出かけて起こる事故が多い。そこで、登山者が自らの手で、体力相応の山を選んで登れるようにするために、目的とする登山コースを歩くために必要な体力を科学的な数値で明らかにする、自己の体力を簡易に自己評価できるテストおよびトレーニング法を開発する、という2点を検討した。の結果は、長野県など本州中部の6つの山岳県で、主な登山コースの「グレーディング表」の作成に用いられるなどの成果を上げた。

研究成果の概要(英文)：In Japan, Mountaineering is very popular, but accidents increase year by year. In this study, for preventing accidents, 1) the physical fitness grade for walking various courses was quantitatively clarified, as well as 2) a physical fitness test and training methods was developed by ascending speed in the real mountain for evaluating to match it to the aimed course. The results of this study was adopted by the major mountain prefectures such as Nagano named as "course grading matrix" and "even pace ascending test".

研究分野：運動生理学

キーワード：登山 体力 トレーニング 安全教育

## 1. 研究開始当初の背景

日本は登山の盛んな国で、年齢や性別を問わず親しまれ、現在 800 万人程度の愛好者がいると推計されている。1980 年代初頭から現在までの約 30 年間は、中高年の間でブームが続いてきたが、近年では若者の愛好者も増えている。また 2016 年からは「山の日」が制定され、国民的な生涯スポーツの様相を呈している。このような登山人気の背景には、健康志向がある。

しかしその一方で、登山中の事故も増加し続けている。現代の登山事故は、落雷や落石のような山岳環境に起因する不可抗力的な事故よりも、転倒、病気、疲労など登山者側の基礎体力の不足に起因するものが圧倒的に多い。後者のような事故は、全体の 7~8 割にも及んでいる。

このような事故が後を絶たない理由として、山岳関係者が一様に指摘していることは、体力不相応の山に出かける人が多いということである。実際に申請者らは過去の研究で、このことを客観的なデータで示してきた。しかし現状では、「気をつけよう」「無理をしないようにしよう」といった、漠然とした注意喚起にとどまっている。

この問題を解決するためには、目的の山で要求される体力を客観的な数値で表すことに加えて、それを登ろうとする各登山者が持つ体力についても客観的な数値で表し、両者がマッチングしているかを評価する方法を確立することが必要である。そして、両者が釣り合っていない場合には、必要な体力水準に到達するためのトレーニング方法を提示すること、が求められる。

健康の維持・増進のために行われているウォーキング、ジョギング、水中運動などに関しては、これまでに多くの研究が行われ、安全かつ健康的に実施するためのトレーニングプログラム(運動処方)がほぼ確立されている。しかし登山の場合には、このような研究やトレーニングプログラムは、国内外を含めてほとんど検討されてこなかった。前者にあって「登山処方」を確立することが求められている。

## 2. 研究の目的

上記の背景を受けて、登山者が自らの手で、体力にふさわしい山を選んで登れるようにするため、3 年間で次の 3 つの課題に取り組んだ。

### (課題 1) ある山に登る際に要求される身体的な負担度を、生理学的な数値で定量化する方法を開発する

日本の山は、高度が数百 m の低山から 3000m 以上の高山まで、要求される体力度が大きく異なる。これについて、登山のガイドブックでは「初級者向け」「中級者向け」「健脚向け」といったランク付けがされているが、主観性が強く、山域により大きなばらつきもある。このような、主観的・経験的に設定さ

れたランクを、運動生理学のパラメーターに変換することを目的とする。

### (課題 2) ある山に登る際、登山者の側にその体力があるかを評価できる体力テストを開発する

体力テストは、持久力と筋力の 2 項目とし、器具を用いずに、登山者が一人でも実行でき、かつ評価も自分でできる方法とする。

持久力：登山の特性として、平地でのウォーキングやジョギングとは要求される体力が異なり、これらを励行していても、山で疲労してしまうケースも多い。したがって、実際の山道を歩く能力により、登山に特異的に求められる持久力を評価できるものとする。

筋力テスト：器具を用いず、自体重を負荷として行うテストとする。申請者のこれまでの研究成果では、脚と体幹における筋力が登山の能力と関連するという示唆が得られている。そこで、この能力を評価できるテスト法を考案する。

### (課題 3) 目的とする山に登るための体力がない登山者のためのトレーニングプログラムを開発する

目的とする山に応じた基礎体力が不十分と判定された人については、その体力を身につけるための筋力トレーニングと持久力トレーニングのプログラムを提示する。

これについては、研究 2 で得られた成果を活用し、体力テストと体力トレーニングとを一体化することで、登山者自身の手で、体力テスト 体力トレーニング 再び体力テスト・・・という PDCA サイクルが形成できるようにする。

## 3. 研究の方法

### (研究 1) 登山コースの負担度の評価方法

申請者はすでに、行動時間、行動内容(上り・下り・水平移動の距離)、および登山者の体重と荷物の重量をもとに、登山のエネルギー消費量を求めることができる方程式を開発している。この式を適宜変形していくことで、カロリーによる総エネルギー消費量(量)や、メッツによる運動強度(質)の表示ができると予想される。

この方法を用いて、日本百名山と呼ばれる人気の高い高山(富士山、穂高岳、白馬岳など)を始め、高尾山や六甲山といった、大都市近郊のハイカーが親しむような山まで、日本全国の代表的な山に登るための、身体的負担度を数値で明らかにする。そして、たとえば「体重 kg の人が富士山に日帰りで登ろうとする時、運動強度はメッツ、エネルギー消費量は kcal が見込まれる」といったように、誰もが理解できる具体的な数値で、目指す登山における身体的な負担度を数値で表示することができるようにする。

## (研究2) 登山者側の体力評価の方法

持久力テストについては、これまでの研究成果から、近郊の低山を利用して「疲労を起すことなく、1時間あたりで何mの標高差を上り続けられるか」という指標を用いることが妥当性も高く、また登山者の興味も引きやすい、という結果を得ている。そこで、この考え方を基盤に置き、様々なレベルの登山コースを歩く場合に、上記の登高能力がどの程度の数値になるのかを検証し、テストとしての確立を図る。

筋力テストについては、登山中の身体トラブルと特に関連が深い筋は、脚の筋(特に大腿四頭筋)と体幹の筋(特に腹筋)であることを、申請者の過去の研究で明らかにしている。そこで、それぞれの筋の能力を、スクワットおよび上体起こしの回数によって評価する方法を確立する。

## (研究3) 体力トレーニングの方法

前述のように登山は、水平方向ではなく上下方向に移動する運動であるため、平地でのウォーキングやジョギングによっては、登山に必要な体力を十分に身につけることはできない。そこで本研究では、ある山に登る際、それにふさわしい体力がないと判定された場合、それを身につけるためのトレーニング処方について、登山の特異性を考慮した様式でのトレーニング方法を開発する。

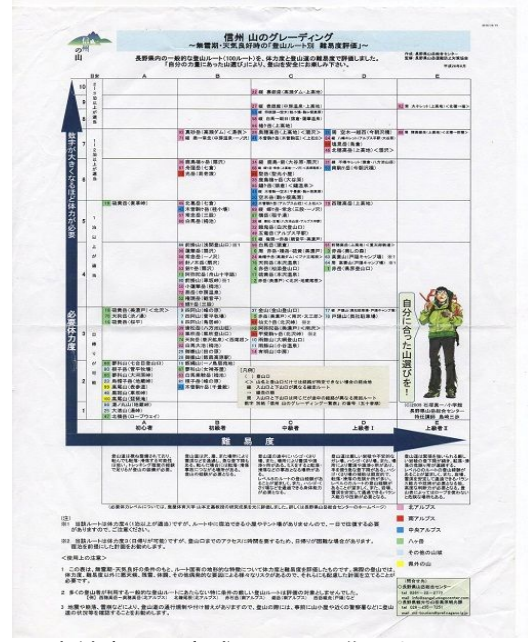
具体的には、研究2で確立した体力テストを、ほぼそのまま転用するという方針を進めることとした。すなわち、低山で一定の登高速度で上る能力や、一定回数のスクワット/上体起こし運動を疲労を感じずに行える能力を身につけることを目標として行う。このようにすることで、トレーニング 評価 トレーニングというPDCAサイクルが形成できるようにする。

## 4. 研究成果

**研究1**では、登山コースの体力度を科学的な数値で示せる「コース定数」という概念を提示し、その有用性を明らかにした。これは、当該コースを歩く際に、時間と距離(水平および上下方向)の4要素で決まる定数である。この概念の有用性が認められ、本州中部の6つの山岳県(長野、新潟、山梨、静岡、岐阜、群馬)では、主な登山コースの「グレーディング表」を作成し、現在、各県のホームページで公開されている(図)。

また、多くの登山者が目標とする「日本百名山」のコース定数一覧が全国の各新聞で紹介されるなど、広く啓発を進めることができた。2016年からは、登山ガイドブックにこの定数が掲載されるという成果も得た。

**研究2**では、登山者が自身の体力を簡易な方法で自己評価できる「マイペース登高能力テスト」を開発した。これは通常の登山道をマイペースで登高し、1時間あたりでどの程



図：申請者の研究成果を元に作られた長野県の登山コースのグレーディング表

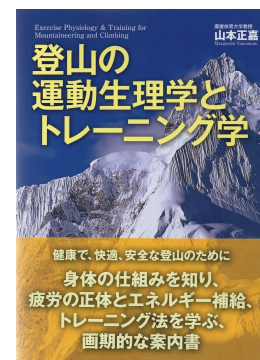
度の高度差を上昇できるかにより、簡易に体力の自己評価を行うものである。

たとえば、日本アルプスの縦走を体力的に支障なく行うためには、1時間あたりで400mの登高能力が必要である、といった指針を提示した。このテストは、長野県で実施されたほか、各県の山岳団体などでも取り入れられ、普及しつつある。

筋力テストについては、ハイキングレベルの登山では、自体重負荷のスクワットおよび上体起こしがそれぞれ10回×3セット楽にでき運動後に筋肉痛にならないこと、通常の無雪期登山であれば15回×5セットが楽にでき、運動後に筋肉痛にならないことが目標となる、という指針を提示した。

**研究3**では、研究2で提示したテスト法が、トレーニング法としても活用できることを示した。そして「山に登るためには、近郊の低山で1時間あたりで m 上ることができ基礎体力があることが望ましい」といった、登山者にとってわかりやすく、しかも興味を持たせるような表現で表した。この結果もいくつかの山岳雑誌などで紹介された。

研究1~3の成果は、学術論文で公表するだけでなく、『登山の運動生理学とトレーニング学』(東京新聞)という、専門家にも一般の登山者にも読めるような712ページの単著にまとめて刊行した(写真)。この書籍は各種の山岳雑誌の書評などにとりあげられ、高く評価された。



5. 主な発表論文等  
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計7件)

山本正嘉：よりよい登山を実現するための「能動学習型」トレーニングの必要性．登山研修，32：11-16，2017. 査読なし

山本正嘉：登山における食事と給水．臨床スポーツ医学，34(3)：270-274，2017. 査読なし

安藤真由子，笹子悠歩，山本正嘉：動脈血酸素飽和度からみた高所でのトレッキング時における身体への負担度；キリマンジャロ登山，ヒマラヤトレッキング，富士登山を対象として．ウォーキング研究，20：89-95，2016. 査読あり

森寿仁，笹子悠歩，山本正嘉：富士山山頂における夜間睡眠時の動脈血酸素飽和度；滞頂日数および急性高山病との関連に着目して．登山医学，36：114-121，2016. 査読あり

山本正嘉，森寿仁，高山史徳，山形哲行：トランスジャパンアルプスレース 2014における調査研究，登山研修，31：24-34，2016. 査読なし

山本正嘉，大西浩，村越真：全国規模での高校生山岳部員の実態調査；体力科学的な観点からの検討．登山医学，35(1)：134-141，2015. 査読あり

宮崎喜美乃，安藤真由子，山本正嘉：年齢・性別との関連から見た一般登山者の脚筋力と脚パワーの特性．登山医学，35(1)：120-126，2015. 査読あり

[学会発表](計5件)

山本正嘉，大西浩，村越真：全国規模での高校生山岳部員の実態調査．第35回日本登山医学会学術集会，サンポートホール高松（香川県高松市），2015,5,23-24.

花岡正幸，増山茂，小林信光，臼杵尚志，橋本しをり，原田智紀，高山守正，大城和恵，山本正嘉，斉藤繁，堀井昌子，小林俊夫，松林公蔵：山岳診療の標準化を目指して；日本登山医学会高山病診療ガイドライン．第35回日本登山医学会学術集会，サンポートホール高松（香川県高松市），2015,5,23-24.

森寿仁，高山史徳，安藤真由子，山本正

嘉：415km ウルトラマウンテンランニングレース出場者の特性，レース中の生理応答およびトラブル発生状況．第35回日本登山医学会学術集会，サンポートホール高松（香川県高松市），2015,5,23-24.

安藤真由子，宮崎喜美乃，山本正嘉：高所に対する適性および行動適応能力を評価する「高所テスト」における個人差の検討．第35回日本登山医学会学術集会，サンポートホール高松（香川県高松市），2015,5,23-24.

宮崎喜美乃，安藤真由子，山本正嘉：年齢との関連から見た登山者の脚筋力と脚パワーの特性．第35回日本登山医学会学術集会，サンポートホール高松（香川県高松市），2015,5,23-24.

[図書](計2件)

山本正嘉：登山の運動生理学とトレーニング学，東京新聞，2016.pp.712.

山本正嘉他：登山白書2016，山と溪谷社，2016,pp.196-203.

[産業財産権]

出願状況(計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

[その他]  
ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

山本 正嘉 (YAMAMOTO Masayoshi)  
鹿屋体育大学・スポーツ生命科学系・教授  
研究者番号：60175669