

週 7~15km のランやウォークが登山体力および 心身の健康意識に及ぼす影響*

吉塚一典**・濱田臣二***・大山泰史**

Effect of Weekly 7 to 15km-Running / Walking on Physical Strength for Mountaineering and Physical and Mental Health

Kazunori Yoshizuka・Shinji Hamada・Yasufumi Ohyama

1. 緒言

登山は国内愛好家が 800 万人と言われ、ウォーキングに次ぐ身近な運動となっている。一方、登山中の事故も多発しており、2019 年に発生した山岳遭難者は 2,937 人(死亡・行方不明者 299 名)に達し、60 歳以上がその半数を占めていることが報告⁷⁾されている。

登山事故の多くは下りで発生しているが、その要因に大腿四頭筋の疲労が挙げられる。大腿四頭筋が疲労して筋力低下が進むと、膝がガクガクして力が入らなくなり、バランスを少し崩した程度でも踏ん張れずに転倒や滑落が起こりやすくなる¹³⁾と考えられている。そしてこのようなトラブルを予防する方法は、登山するしかなく、週 1 回の頻度で標高差 500m 程度の登山を行い、月間 2000m 以上の登下降距離を確保すること¹³⁾が推奨されている。

しかし、週 1 回の頻度で山へ行き、標高差 500m 程度の登山を毎週実行することは、一般社会人にとって、時間確保が難しい課題^{11,16)}となる。そこで、登山時と疲労特性が類似し、かつ場所や時間が確保しやすいマラソン練習に着目した。

マラソン競技においてもレース後半は大腿四頭筋へのダメージが大きいことから、ランナーは日々の走り込みを行うことで「脚をつくり」、後半の疲労に負けない筋力を養成した上で、競技に臨んでいる。

そこで本研究では、頻繁に登山に行けない人が、ランニングを活用して不足する部分を補う方法の構築

を目指すこととした。研究全体では 3 つ(レベル 1~3)の運動レベル実験を準備しているが、今回の研究では走行距離が最も少ないレベル 1 のランニングを 2 ヶ月間実施した場合について、登山体力の変化を調べることを主目的とした。また、2 ヶ月の運動実施による健康や生活意識の変化についても、被験者自身による主観的な評価を実施したので、合わせて報告する。

2. 方法

2.1 被験者

被験者は S 高専の教職員 14 名(男性 10, 女性 4)とし、平均年齢 42 ± 11 歳(24~54 歳)、身長 165.7 ± 5.7 cm、体重 60.9 ± 8.8 kg であった。被験者の運動習慣は、ほとんど実施していない者が 9 名、週 1~2 回が 3 名、週 3~5 日が 2 名であったが、日常的なランニングを実施している者はいなかった。被験者に対し本研究の目的や方法、危険性などを文書及び口頭で説明したうえで、参加の同意を得た。

2.2 運動負荷

被験者には、ランニングもしくはウォーキング(以下ラン・ウォーク)を 2 ヶ月間(2019 年 10~11 月)実施してもらうこととした。ラン・ウォークの実施に当たっては、1 週間の合計走行距離が合計 7~15km であることのみを指定し、実施時間や場所、ペース、頻度については、被験者の自由とした。

2.3 測定項目および測定方法

被験者のラン・ウォーク時のデータ収集には、心拍

* 原稿受付 令和 2 年 10 月 31 日

** 佐世保工業高等専門学校 基幹教育科

*** 北九州工業高等専門学校 生産デザイン工学科

計付 GPS 腕時計 (以下 GPS ウォッチ)を用いた。被験者は GPS ウォッチを装着して運動を行い、運動後に被験者自身が生体データ(心拍数)や物理データ(距離, 速度, 上昇量, 下降量など)の確認と記録を行った。GPS ウォッチは M200(POLAR 製), もしくは ForeAthlete235J(GARMIN 製)を用いた。体脂肪率などの身体組成などの測定には体組成計 MC-780A-N(タニタ製)を用いた。

被験者の体力測定には, 笹子らが実施している登山体力テスト^{8,9)}の項目と測定方法を用いた。運動実施前(以下運動前)の測定は, 2019年9月11日もしくは14日に, 運動実施後(以下運動後)は11月28日もしくは29日に実施し, 運動による変化を調べた。また, 実験終了後にアンケートを行い, 体力面, 精神面や健康意識などの変化を被験者自身の主観により回答させた。

2. 4 分析と統計

統計処理は SPSSver23 を用い, 平均値の比較には対応のある t 検定を用い, 有意確率は 5%未満とした。

3. 結果

実験に参加した被験者 14 名中, 13 名が指定された距離のランニングを完遂した。指定距離に満たなかった 1 名および, 脚の痛みなどで体力測定の一部実施ができなかった 2 名を研究対象から除外し, 11 名を対象として検討を行った。

表 1 には, 被験者ごとに運動内容を示した。その運動形態は 6 人がランニングのみ, 3 人がランニングとウォーキング, 2 人がウォーキングのみであり, 1 ヶ月の走行距離は平均 $47 \pm 17\text{km}$ (32~89km), 平均ペース $8'20'' \pm 2'20''$ (4'59''~12'30''), 下降量は $605 \pm 276\text{m}$ (215~1195m)であった。

表 1. 被験者の運動の状況

被験者	月	合計距離 (km/月)	合計下降量 (m/月)	平均ペース (分・秒/km)	平均心拍 (拍/分)	合計運動時間 (分/月)	運動種別* 種目(数字%)
A	10月	83.9	630	5.00	150	435	R100
	11月	88.6	1000	4.58	151	457	R100
B	10月	53.0	851	6.15	136	337	R100
	11月	49.0	834	5.57	140	229	R100
C	10月	52.0	720	6.42	143	294	R100
	11月	40.0	531	6.11	136	218	R100
D	10月	61.4	280	7.00	145	427	R95+W5
	11月	73.0	248	7.56	139	437	R100
E	10月	42.2	490	8.24	132	331	R90+W10
	11月	46.6	485	6.35	135	315	R100
F	10月	41.4	1195	10.12	139	421	R50+W50
	11月	40.1	1035	8.51	146	363	R85+W15
G	10月	37.3	420	9.41	128	362	R40+W60
	11月	32.3	215	7.22	147	247	R60+W40
H	10月	25.7	370	8.59	139	225	R50+W50
	11月	31.6	440	10.48	127	261	R50+W50
I	10月	33.6	855	12.34	112	425	W100
	11月	34.7	725	12.11	109	423	W100
J	10月	33.4	363	12.11	109	400	W100
	11月	31.8	418	11.43	110	391	W100
平均 ± SD		46.6 ± 17.2	605 ± 276	8.20 ± 2.20	134 ± 13	350 ± 79	

*運動種別 R:ラン, W:ウォーク (例 R85+W15 は運動の 85%がランで 15%がウォーク)

図 1 には、運動前後の被験者の登山体力テストの平均値を示した。これを見ると、2 ヶ月のランニングで有意に向上した項目は、上体起こし 23 → 24 回、体前屈 34.8 → 39.9cm、椅子座り立ち 8.5 → 7.4 秒の 3 つであり、登山事故との関連性が高いとされる脚伸展筋力 48.3 → 49.3kg、および体重あたりの脚伸展筋力 0.78 → 0.81 は向上したものの、前後に有意な差は認められなかった。

表 2 には、実験前後の被験者の体重や体脂肪率、筋肉量などの平均値を示した。これを見ると体重や体脂肪率には変化がないものの、筋肉量、推定骨量には有意な減少が見られた。

図 2 は、2 ヶ月の運動により、体力や健康がポジティブに変化(良くなった、やや良くなった)したと感じ

た被験者の割合を示したものである。被験者の 90% が運動により体力が向上したことを感じており、60%が疲れにくくなったとポジティブな変化を回答した。また、被験者の 40%がストレスの軽減や睡眠の質の向上など、運動によって QOL(生活の質)が向上したと感じていた。一方すべての項目において、ネガティブな変化(悪くなった、やや悪くなった)と答えたものはいなかった。また、被験者全員が GPS ウォッチを使用することで、運動継続の動機づけになったと回答した。

4. 考察

4.1. 体力面における変化

登山事故の背景に、登山者が「行きたい山」とその

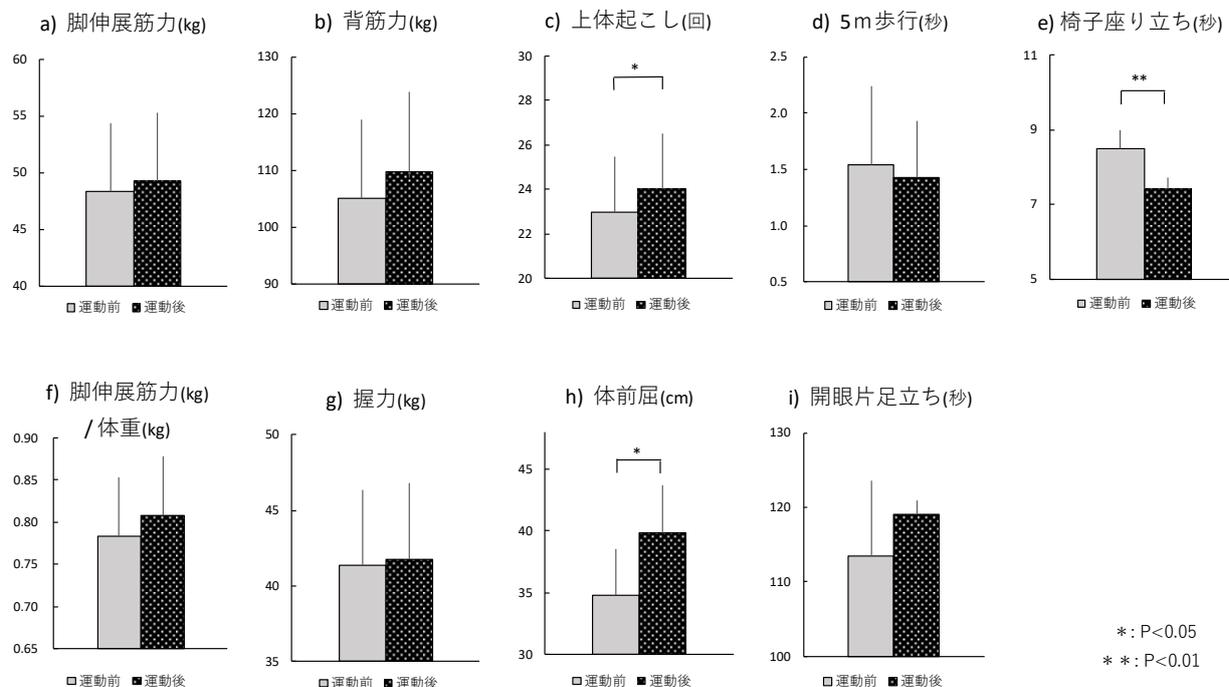


図. 1 運動前後の体力面の比較

表 2. 運動前後の身体特性などの比較

	身長(cm)	体重(kg)	体脂肪(%)	筋肉量(kg)	推定骨量(kg)	基礎代謝(kcal)	脚点	脚筋量(kg)
運動前	165.7 ± 5.7	60.9 ± 8.8	20.5 ± 6.2	45.8 ± 7.1	2.6 ± 0.3	1358 ± 191	94.3 ± 27.6	8.8 ± 1.6
運動後	165.7 ± 5.7	60.4 ± 8.0	21.6 ± 5.6	44.8 ± 6.9 *	2.5 ± 0.3 *	1223 ± 420	92.1 ± 29.4	8.6 ± 1.4

* : P<0.05 vs 運動前

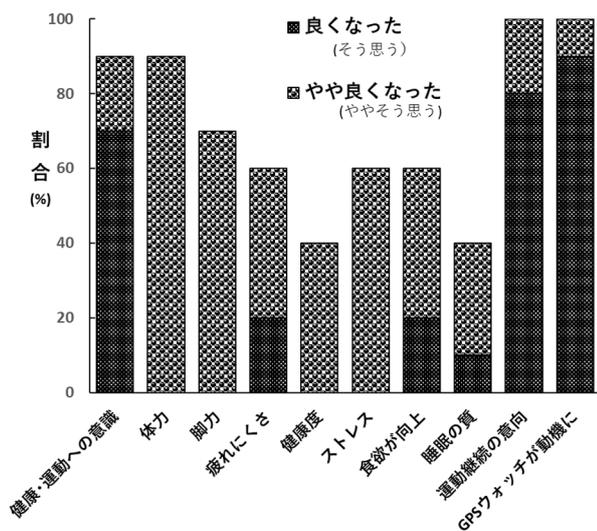


図. 2 運動によりポジティブな変化を感じた被験者の割合

登山者が「行ける山」との体力的な乖離がある¹³⁾と考えられている。このことから、山ごとに必要な「体力度 (10 段階)」と「技術的難易度(5 段階)」を示した「山のグレーディング表」⁹⁾を作成し、周知することで登山事故を減らそうとする取り組みが始まっている。

本研究は、この「体力度」に焦点を絞り、ランニングによって登山に必要な体力を養成できないかを検討するものである。もちろん、実際の登山を行わなければ獲得できない体力要素も多いため「登山に必要な脚力の一部を養成するための手段」として、本研究の検討を進める。

また、今回の研究の位置づけは、3 段階準備した運動レベルのうち、最も低いレベル 1 についてデータ収集と検討を行うことである。特に登山事故の多くが発生している下りで主動筋となる大腿四頭筋に着目し、その指標となる膝伸展筋力を中心に検討を進めた。

1). 膝伸展筋力

登山では傾斜した不整地を歩くため、バランスを崩した時などに瞬時に脚筋力を発揮して身体を支える脚パワーが必要となる³⁾。

その指標となる膝伸展筋力について、運動前後を比較すると、運動前 48.3kg、運動後 49.3kg であり、前後間に有意差が認められなかった。このことから、週 7~15km、月間 50km(30~80km)程度のラン・ウォークでは登山に必要な脚力の養成には十分ではない

ことが示唆された。

山を下りる時に大腿四頭筋が果たす役割は、ブレーキをかけてスピードを抑える働き、着地の衝撃を受けとめる働きの両方を担っている¹²⁾。これが繰り返されて大腿四頭筋が疲労し、筋力低下が生じると、脚に力が入らない、膝がガクガクになるなどの症状が出て、転倒が起りやすくなる。

山下り動作の負担を調べた報告では、30cm の段差を下りる場合の着地衝撃が体重の 2 倍になり¹²⁾、下り坂を 40 分歩くと大腿四頭筋の筋力は 30% 近く低下する³⁾とされている。そして、膝伸展筋力が弱い人ほど下りでのダメージが大きい¹²⁾ことが分かっており、事故を防止するためには膝伸展筋力を養成することが重要である¹³⁾と考えられている。

登山に必要な筋力の獲得には、着地衝撃量が重要であり、今回試行したレベル 1 の運動内容では、それが十分ではなかったものと考えられた。この理由を運動強度、走行距離、上下量の観点から検討してみる。

2). 運動強度

まず、今回の運動では運動強度が低かったことが考えられる。Ainsworth ら¹⁴⁾は、登山の運動強度が 7~8 メッツであることを報告している。この強度を平地でのランニングに置き換えると 7'40"/km ペースに相当する強度であるのに対し、本研究では 8'20" ± 2'20"(4'59"~12'30")と遅かった。これは、ランニングだけでなくウォーキングが混在していたためにペースが遅くなったものであり、登山体力の養成に必要な運動強度を確保するためには、ウォーキングでは不十分であることが再確認された。

3). 月間走行距離

本研究の月間走行距離は 47 ± 17km(32~89km)と、運動量が少なかったことも考えられる。フルマラソンにおいては、練習時の走行距離の長短が重要視されており、走行距離が多い人ほどゴールタイムが良いこと、さらにレース後半の足のきつさも少ないことが報告されている^{5,10)}。また、マラソンではターゲットタイムと走行距離の関係も研究されており、サブ 4 に達成に必要な脚の疲労耐性を獲得するには月間 200-300km を走る必要がある⁵⁾とされる。今回のレベル 1 では、日頃あまり運動をしていない人が達成できる距離を目安としたため、フルマラソンを目的としたものとの比較はできないが、登山に必要な脚づくりとし

でも走行距離が少なかったと考えられた。

4). 月間上下量

本研究の月間上下量は $605 \pm 276\text{m}$ (215~1132m) で、山登りで必要と言われている月間 2000m の登下り距離¹³⁾に比べて少なかった。坂が多い佐世保の地理的特性を活かした運動を行ったが、今回程度の運動では登山に必要な脚づくりとしても少なかったと考えられた。

5). その他の項目の検討

登山者にとって、大腿四頭筋と腹筋群は特に重要だとされている^{14, 15)}が、この筋が主動筋となる上体起こしと椅子座り立ちテスト、および体前屈で有意な向上が見られた。またこれ以外の背筋力や握力、バランス力などの全項目でも有意差は認められないものの向上傾向が見られた。つまり効果の大小はあるものの、運動により各種筋力や連動性、柔軟性などが向上し、複合的に上体起こしや椅子座り立ちテストなどが向上したものと考えられた。

6). 登山体力の複合的指標の構築に向けて

ランニングによる登山体力の養成について、山本ら¹²⁾はサイクリングや平地ウォーキングでは山下り用の筋力は身につかず、ジョギングやランニングを行っても、ある程度の効果までで、万全ではないことを報告している。この報告に関して、筆者は「トータルした着地衝撃量の大きさが脚力の獲得に関係しているのではないか」と考える。たとえば、平地のランニングであっても、月間走行距離が多かったり、走速度が速ければ、トータルの衝撃量が大きくなるし、下り坂を走れば大きな衝撃量を受けて、脚力が養成されるのではないかと考えている。

すなわち、単なる走行距離の長短だけではなく、別の要素(上下量や走速度、HR など)を加味することで、登山のための脚力養成の方法を構築できないかと考えている。陸上競技の長距離走においては、走行距離だけでなく走速度も加味した「ランニングポイント」を考案し、トレーニング評価の指標として取り入れて、成功した例²⁾もみられる。

本研究も、最終目的は、ランニングの走行距離に別の要素(上下量や走速度、HR など)を加味した複合的指標を構築し、登山ポイントへの換算式を構築することである。

4. 2. 身体組成、形態面における変化

本研究では、運動前後の体脂肪、筋肉量などの変化も調べたが、身体状況が正確に測定されていない可能性があるため、検討から外すこととした。測定を実施した 9 月中旬と 12 月初旬では、気温や湿度が大きく異なっていたことから汗や湿度により測定時の足裏の湿り気などの差異が生じていた。体脂肪率や筋肉量は電気抵抗値に基づいて算出されているため、今回の条件では両者の正確な比較ができなかったと考えた。

4. 3. 主観的な面における変化

実験後のアンケート(図 2)を見ると、本運動実験に参加した 90%が体力の向上を感じており、60%が疲れにくくなったと回答している。また、精神面と日常生活面においても、ストレスの軽減(40%)や睡眠の質の改善(40%)、食欲の改善(60%)など、運動によりポジティブな変化があったと回答した。一方、運動によるネガティブな変化を回答した者は 0%であった。

笹子ら^{8, 9)}は、500m 程度の低山に週 1 回程度の頻度で登山する中高齢者について、登山中の足のトラブルがほとんどないこと、背筋力をはじめとする体力が全国平均より高いなどこと、精神面でもリフレッシュできるようになったことなど、体力面のみならず、自覚的健康観や日常生活においても良い方向へ変容したことを報告している。適度な運動は、身体のみならず心理的にも好影響を与え、生活の質(QOL)の向上をもたらすものであるが、本研究のレベル 1 運動も、多くの被験者にとって QOL の向上をもたらすものであったと推察された。

一方本研究において「運動量がきつかった(20%)」という回答もみられ、低走行距離の設定であっても負担が大きいとを感じる人がいた。さらに勤務と運動時間の確保に関して「非常に困難だった(10%)」、「大変だった 40%」との回答もあり、社会人が勤務と運動を両立させることの難しさ^{11, 16)}を再認識させられた。

また、本研究に協力した被験者の 100%が今後も運動を継続したいと回答したことにも注目したい。そして被験者の 100%が GPS ウォッチの使用が運動継続の動機づけになったと回答していた。運動時の身体データを自分自身で確認、管理することが、運動意欲につながり、このようなデバイス使用が運動継続に有効であることが確認された。

5. まとめ

今回の研究では、レベル1(週に7~15km)のランニングやウォーキングを2ヶ月間実施した場合の登山体力の変化を調べることを主目的とした。

その結果、一部の体力については向上が見られたものの、登山事故と最も関連性が高いとされる大腿四頭筋には有意な変化が見られなかった。また、被験者の多くが2ヶ月の運動により体力面、健康面、ストレスの軽減などポジティブな変化を感じていることが分かった。

これらのことから、レベル1程度の運動強度と量では、体力や健康度などの向上はできるが、登山体力の養成には不十分であることが明らかになった。

6. 謝辞

本研究の実施にあたり、ご協力いただいた佐世保高専の教職員の方々に深謝いたします。また、本研究はJSPS 科研費 JP19K11485 の助成を受けたものです。

7. 文献

- 1) Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, O'Brien WL, Bassett DR, Schmitz, Emplaincourt PO, Jacobs DR, and Leon AS, Compendium of physical activities : an update of activity codes and MET intensity. *Med Sci Sports Exerc*,32,S498-516, 2000
- 2) 家吉彩夏, 松村勲, 山本正嘉, 長距離走選手のトレーニング評価指標としての「ランニングポイント」の提案, *ランニング学研究*, 25, 1, 2014
- 3) 前大純朗, 宮崎喜美乃, 金久博昭, 山本正嘉, 事前に短時間の下り坂歩行を行うことで長時間の下り坂歩行後の筋機能低下と筋肉痛は軽減する, *登山医学*, 33, 2013
- 4) 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: 120-126, 2015
- 5) 森寿仁, 竹内良人, 太田敬介, 山本正嘉, 市民マラソンレースにおけるランナーの疲労特性とパフォーマンスに関する要因—いぶすき菜の花マラソンを対象とした調査研究—, *ランニング学研究*, 25,1, 2014
- 6) 長野県山岳遭難防止対策協会, 信州・山のグレーディング, <https://www.pref.nagano.lg.jp/kankoki/sangyo/kanko/gure-dexingu.html#hyakumeizan> 他10県が作成・公開(2020年現在)
- 7) 日本山岳・スポーツクライミング協会, 第17回山岳事故調査報告書, <https://www.jma-sangaku.or.jp/sangaku/?ca=24#>, 2020
- 8) 笹子悠歩, 山本正嘉, 週一回の低山登山を励行する中高年者の健康および体力に関する調査研究, *登山医学*, 38: 43-52, 2018
- 9) 笹子悠歩, 藤田英二, 山本正嘉, 低山での登山を励行する中高年登山者の体力特性, *体力科学*, 69, 1, 2020
- 10) 繁田進, 有吉正博, 押切由夫, 大衆ランナーのフルマラソン完走度に関する調査研究, *東京学芸大学紀要*, 37:165-173, 1985
- 11) 内田遼太, 中垣内真樹, 長崎県における健康成人の運動習慣の実態, *スポーツパフォーマンス研究*, 12, 565-575, 2020
- 12) 山本正嘉, 下山の生理学, *安全・快適に山を下りるために, 山と渓谷*, 744, 1997
- 13) 山本正嘉, 登山の運動生理学とトレーニング学, *東京新聞*, 東京, 9-36, 283-304, 384-420, 2016
- 14) 山本正嘉, 西谷善子, 中高年登山者の体力評価システム構築の試み, *登山研修*, 24: 22-28, 2009
- 15) 山本正嘉, 西谷善子, 中高年登山者の体力評価システム構築の試み(第2報), *登山研修*, 25: 16-20, 2010
- 16) 吉塚一典, 登山愛好者の月間登下降距離に関する事例報告, *佐世保工業高等専門学校研究報告*, 57, 2021