

集団登山の運動強度に関する研究

大 石 示 朗

緒 言

登山のこれまでの報告は、比較的高度な登山に関するものが多い。一方で、小学校期から高校期にかけての学校教育で実施される登山は、安全に対する配慮の点から、夏季の集団登山の形式で行われるべき¹⁾との指摘もある。集団登山とは、主として未経験の人を多人数で登山させること²⁾であるが、その実施に際しては、集団登山が生体に及ぼす影響を十分に検討しておくことが必要である。即ち、種々の条件下で行われる集団登山の運動強度をデータとして蓄積し、そこから引き出される法則性を有効に活用することが、事故を未然に防ぎ教育効果を高めていくために不可欠であると考えられる。

小川ら³⁾は、登山行動が生体に及ぼす負担度と至適負荷重量について、実験的に検討している。野外の運動中の運動強度については、心拍数と酸素摂取量の関係から報告されることが一般的である⁴⁾⁵⁾。山地⁶⁾は登山中の心拍数について、種々の研究報告の結果を検討し、上りは125～170拍/分、下りは110～150拍/分と報告している。

そこで本研究では、女子の大学生を対象として実施された集団登山の運動強度を、心拍数と酸素摂取量の関係から検討し、指導上の手がかりを得ようとするものである。

研 究 方 法

(1) 登山コースの概要

キャンプ実習は、昭和60年7月24日～28日に、長野県戸隠高原越水ヶ原で実施された。集団登山は、実習3日目に飯綱山(標高1974m)に全員で登頂することを目的として計画実施された。

コースとしては、図1に示すように越水ヶ原(標高1200m)にあるキャンプサイトを出発、中社を経て飯綱神社から飯綱山へ登り、下山コースとして瑯山(標高1748m)から村営戸隠スキー場を経て越水ヶ原へ下った。

天候(晴れ)、コース距離(11.8km)、標高差(717m)、所要時間(登り3時間、下り2時間30分)、平均斜度(10°)、山頂までの平均歩行速度(35m/分)、負荷重量(1～2Kg)。

(2) 被 検 者

被検者(4名)は、昭和60年度東京女子体育大学キャンプ実習に参加した学生(114名)から選ばれた健康な女子学生であった。被検者の身体特性は、表1に示すとおりである。

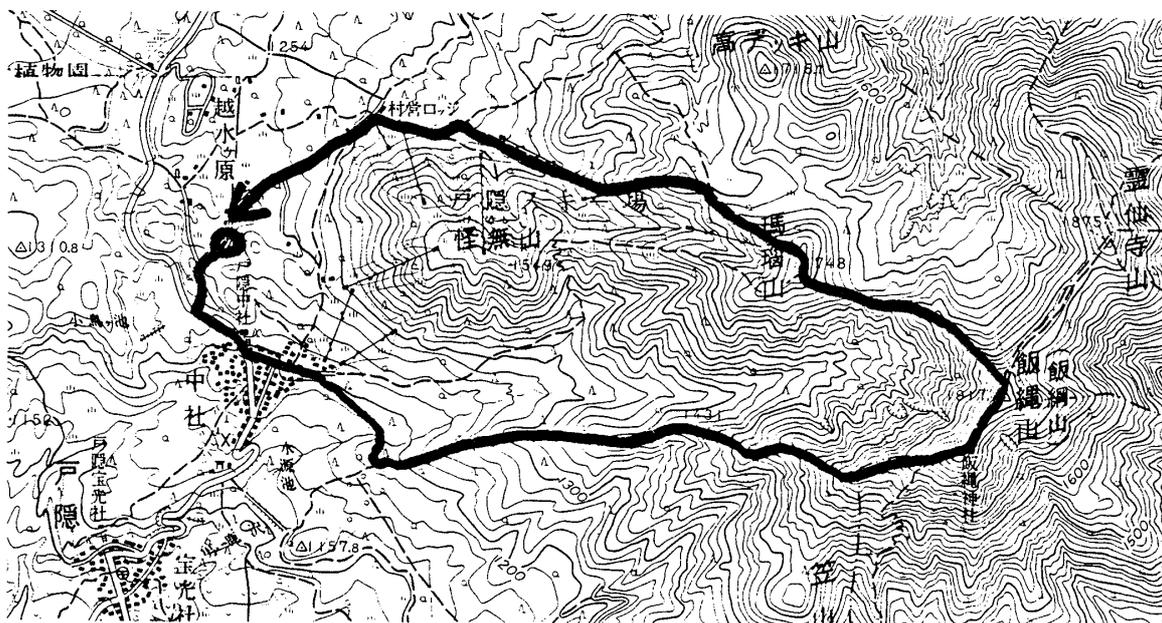


図 1 集団登山のコース

表 1 被検者の身体特性

Subj.	Sex	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	$\dot{V}O_2$ max (ml/min)	$\dot{V}O_2$ max (ml/kg/min)	HRmax (beats/min)
M. N.	F	18	153.0	52.0	2354	45.3	194
K. K.	F	18	155.0	50.0	2200	44.0	197
Y. T.	F	19	158.3	50.5	2182	43.2	193
I. K.	F	19	167.8	67.5	3315	49.1	193

(3) 集団登山中の心拍数測定

集団登山中の心拍数の測定には、テレメーター（ライフスコープ，日本光電社製）が用いられ，集団登山中，10分間隔で胸部誘導法により記録した。併せて，タイムスタディ法で行動を記録した。

(4) トレッドミル走行実験

酸素摂取量の測定はトレッドミル（西川鉄工所製）および呼気ガス分析装置（エアロビクスプロセッサ 391，日本電気三栄株式会社製）が用いられた。負荷漸増法により，走行中の酸素摂取量と心拍数を記録した。

このトレッドミル実験で得られたデータから，各被検者の心拍数と最大酸素摂取量の回帰方程式を求めた。各相関係数は1%水準で有意であり，これらの関係式により心拍数から運動強度を推定することは可能と考えられた。

結果と考察

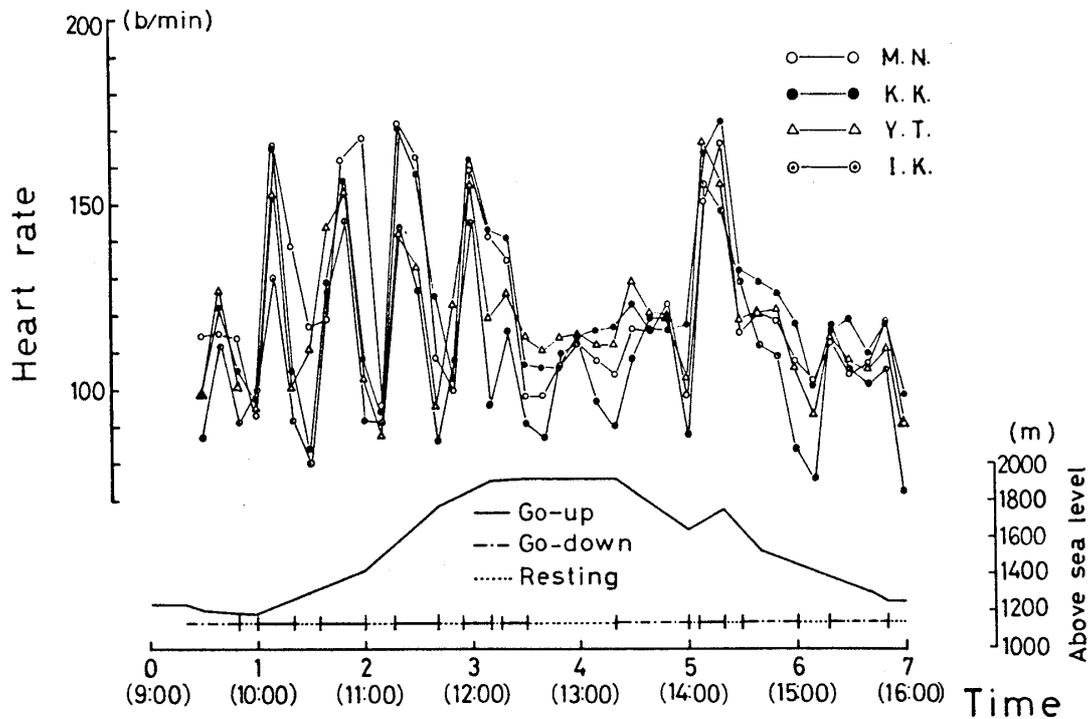


図 2 集団登山中の心拍数変動

表 2 集団登山の平均心拍数

Subj.	During		Go-up		Go-down		Resting		(beats/min)
	M	S.D	M	S.D	M	S.D	M	S.D	
M. N.	122.8	23.5	157.4	16.8	115.2	5.3	105.2	6.6	
K. K.	123.4	22.7	159.8	13.5	118.9	8.9	108.1	10.8	
Y. T.	118.9	19.2	150.5	10.3	116.2	8.9	107.0	9.8	
I. K.	108.5	20.6	140.1	10.9	110.4	10.5	92.2	10.9	

本研究で実施された集団登山における各被検者の心拍数変動と平均心拍数を図 2 と表 2 に示した。各被検者の集団登山中の最高心拍数と、最低心拍数は、M. N. (172~94 拍/分), K. K. (173~83 拍/分), Y. T. (167~88 拍/分), I. K. (155~76 拍/分) で、最高心拍数は登行時に、最低心拍数は休憩時に出現している。被検者によって心拍数変動の様相に差がみられるのは、個人の体力的な相異の他に、測定器具の都合上、各被検者の心拍数を同時に記録することが不可能であり、多少の時間的誤差が生じたことが影響していると考えられる。

出発後、飯綱山登頂までに5回の休憩をとったが、各休憩時には心拍数が急減している。登行中の心拍数は、負荷重量や斜度、歩行速度などの条件に影響されることが知られているが、M.N. やK.K. のように各登行時に150～170拍/分程度に達する被検者もみられる。

登頂後の昼食を含めた休憩時には、87～117拍/分である。他の休憩も含めた休憩時の平均心拍数が90～110拍/分程度であるのに対して、いくぶん高い数値を示しているのは、集合写真を撮ったりなどで移動していたことが原因と考えられる。登山における休憩のとり方は、完全な休養でなく、次の登下行への準備と考えられる。図2にみられるように、5～10分程度の小休止でもかなりの心拍数の低下をもたらしている。急な登行が続くような場合は、立ち休みを入れるなど、コースの状況に応じた休憩のとり方が重要であることが示唆される。

下山コース途中の瑯琊山への上りは、標高差109m、斜度 19° の登り返しであり、各被検者の心拍数も160～170拍/分程度に増加している。下山中の平均歩行速度は68m/分で登行中の約2倍であるにもかかわらず、平均心拍数は110～120拍/分程度であり、登行労作にくらべて、心拍数からみた生体負担度はかなり軽くなっていると考えられる。

しかし、登山の事故が下山中に多く発生していることを考えると、単なる生体負担度の問題とは別に、気のゆるみを取り除くなどの処置を講じ、転倒や滑落などの事故を防ぐ指導がなされるべきである。

また、本研究の4名の被検者についてみると、心拍数変動に個人差があることがわかる。集団登山のような形態で行動するに際しては、体力的に弱い者にペースを合わせる必要がある。体力や精神力の劣る者を楽に歩ける位置につけて激励するなどの指導上の工夫がなされるべきである。

各被検者のトレッドミル走行実験から得られた心拍数と体重当たりの酸素摂取量の関係を図

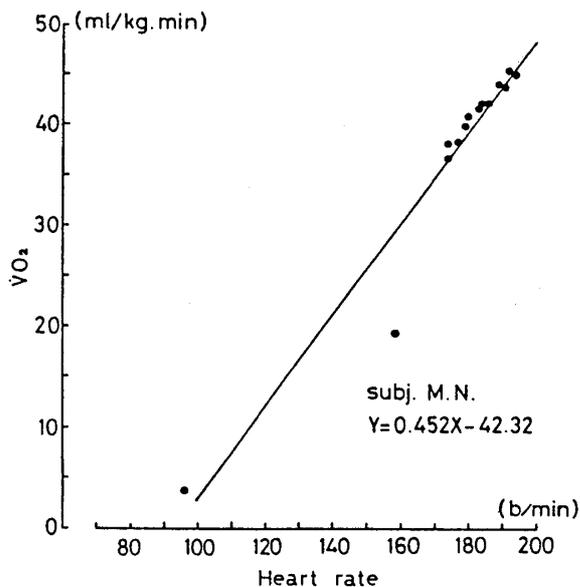


図3-1 心拍数と酸素摂取量の関係

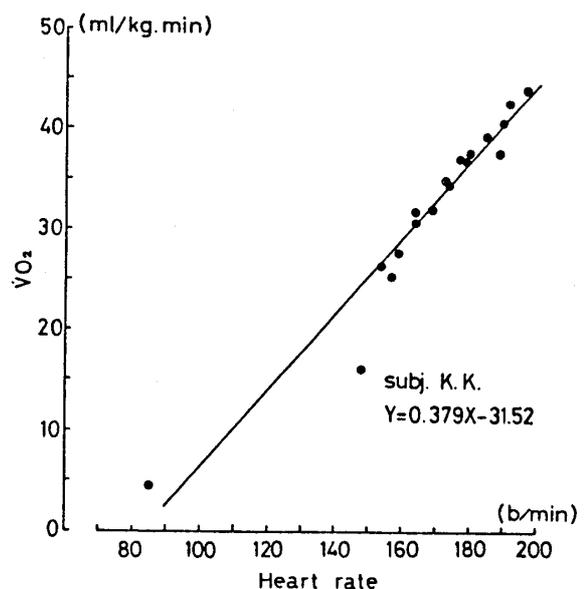


図3-2 心拍数と酸素摂取量の関係

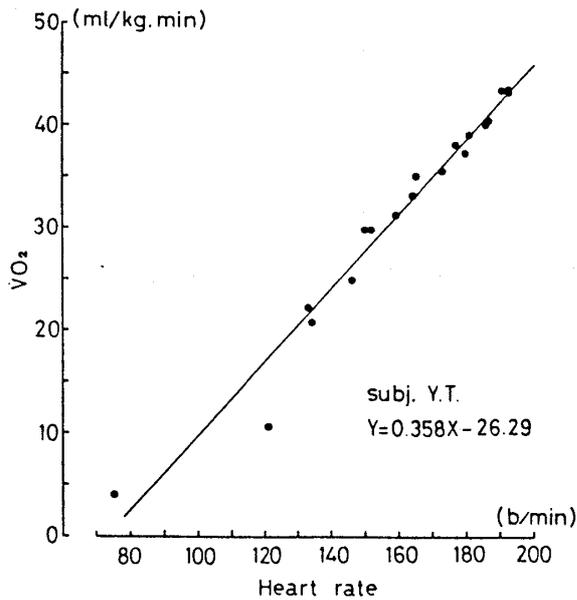


図 3 - 3 心拍数と酸素摂取量の関係

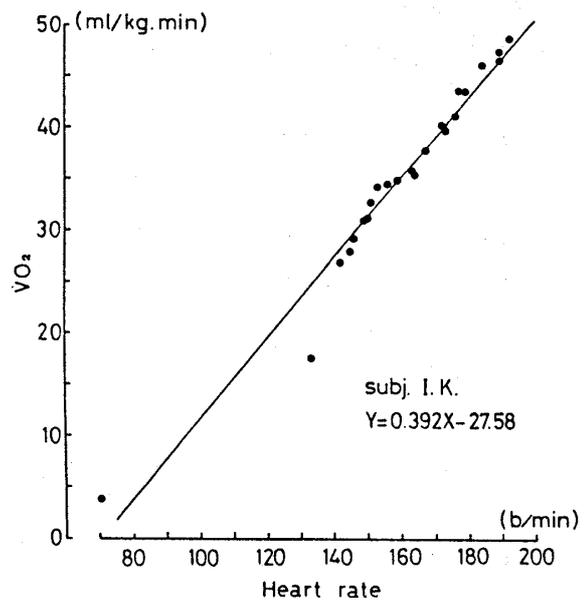


図 3 - 4 心拍数と酸素摂取量の関係

3-1~図3-4に示した。前述のとおり各相関係数の有意性を検討した結果、いずれも1%水準で有意であった。これらの関係式を用いて集団登山中の心拍数から運動強度を推定した。表2の各平均心拍数をこれらの関係式にあてはめ、集団登山中の $\dot{V}O_2 \max$ を求めると、登りでは56~66% $\dot{V}O_2 \max$ 、下りでは22~35% $\dot{V}O_2 \max$ 、休憩時では12~28% $\dot{V}O_2 \max$ であった。全行程では29~38% $\dot{V}O_2 \max$ であった。

M. N.の登行中の最高心拍数(172拍/分)は、78% $\dot{V}O_2 \max$ に相当し、K. K.では173拍/分で77% $\dot{V}O_2 \max$ 、Y. T.では167拍/分で78% $\dot{V}O_2 \max$ 、I. K.では155拍/分で68% $\dot{V}O_2 \max$ であった。一時的にはあるが、登行がかなりの運動強度となっていると考えられる。とくに、飯綱山登頂後、標高差にして278m下って、瑯瑯山までの標高差109mの登行労作は、各被検者の $\dot{V}O_2 \max$ が最高値を示した。

全行程の $\dot{V}O_2 \max$ が比較的低い値となっているのは、下りと休憩時の影響が大きいと考えられる。久野ら⁵⁾は、幼児および小学生の山のぼりの運動強度を推定した。小学校6年生の女子で、上りが59.4%、下り53.6%、休憩33.0%、全行程49.8%と報告している。上りは似た数値であるが、下りおよび休憩時は、本研究のデータにくらべかなり高い値を示している。年齢や登る山も異なっているので、詳しい考察は今後の課題としたい。

本研究で得られた $\dot{V}O_2 \max$ を、山地⁶⁾の発表した青年期のスポーツ種目の運動強度にあてはめて考察すると、登行中の運動強度は、ほぼフィギュアスケートやバドミントンに相当し、急傾斜の登行時では、テニス、ハンドボール、バスケットボールに相当する強度となる。

集団登山は自然条件の影響を受けるため、一般のスポーツ種目にくらべて、運動強度を測定する条件を設定しにくい面がある。しかし、安全で効果的な集団登山の計画・実施のためには、

実際の活動場面から得られる客観的なデータを分析考察し、また活動場面にフィードバックするための研究が進められなければならない。

要 約

体育専攻の女子大学生4名を対象として、集団登山中の心拍数変動を測定した。トレッドミル実験により得られた各被検者の心拍数と酸素摂取量の関係から、集団登山中の運動強度を推定した。結果は以下のとおりである。

- 1) 各被検者とも登行時に心拍数が増加し、休憩時に急減した。登行中の立ち休みも心拍数の低下をもたらし、登行中の休憩のとり方に対する指導上の示唆を与えた。
- 2) 本研究における登行時の運動強度は、50~70% $\dot{V}O_2 \max$ と考えられた。
- 3) 急勾配の傾斜を登行する時は、一時的に80% $\dot{V}O_2 \max$ 近くの運動強度を示し、かなりの生体負担となっていると考えられた。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、中本 哲講師に多くのご教示をいただいたことを、深く感謝致します。

注

- 1) 松田岩男編，現代学校体育大事典，1976，大修館書店。
- 2) 小島六郎他編，世界山岳百科事典，1971，山と溪谷社。
- 3) 小川新吉他，登山行動と至適負荷重量，スポーツ研究所報（東京教育大学体育学部）第8号 13-25，1970。
- 4) 中井誠一他，心拍数からみたスキーマの運動強度，日本体育大学紀要（日本体育大学）第10号 39-45，1981。
- 5) 久野譜也他，心拍数-酸素摂取量関係からみた幼児，児童の各種身体活動の運動強度，日本体育学会第36回大会号，352，1985。
- 6) 山地啓司，心拍数の科学，1981，大修館書店。

参 考 文 献

- 1) 内匠屋 潔他，富士登山における心拍数について，日本体育学会第35回大会号 326，1984。
- 2) 勝田 茂，登山生理学，1972，逍遙書院。
- 3) 加賀谷熙彦，卓球・バドミンントンの運動強度，体育科学（体育科学センター），第7巻，1979。

A study of the exercise intensity in beginners' mountaineering

Jiro Oishi

The purpose of this study was to obtain the information related to the exercise intensity in beginners' group mountaineering. Four subjects were womens' college students, 18—19 years. They mounted to Mt. Iizuna (1917,4m) with their school mate as a program in the camping practice. Each subjects' heart rate measured per 10 minutes during the mountaineering. The relation between heart rate and oxygen intake was determined by running on the treadmill. The exercise intensity in mountaineering was estimated by regression equation.

The results obtained were as follows :

- 1) Each subjects' heart rate in moutaineering had increased in the go-up stage and decreased in the resting stage.
- 2) Therefore, it suggested that the efficient resting was necessary in the safety mountaineering.
- 3) In many case, the estimated relative intensity of exercise in the go-up stage ranged from 50 ~ 70 (% $\dot{V}O_2$ max). In the steep slope, reached to 80 (% $\dot{V}O_2$ max).