

集団登山時において下山方法の違いが身体に及ぼす影響

川上 雅之・猪木原 孝二・松原 孝・太田 正和

岡山理科大学教養部

(1989年9月30日 受理)

I 緒言

集団登山を実施するうえでしばしば経験することは、登山中に身体の不調を訴えて途中で下山する者がいるということである。これは、登山の指導者及びリーダーにとって非常に残念なことである。途中で下山する原因は、登山時の歩行速度の問題、歩行時間に対する休息の取り方及び時間配分の仕方が影響して、登山の途中で身体の不調を訴え、運動の継続ができなくなっているものと考えられる。集団登山において最も大切なことは、参加者全員が目的とする山頂まで到達し、無事に下山するということである。そして、同時に全員が目的を達成したという満足感を得るとともに、登山の爽快感を経験するということであろう。その為には、登山の指導者及びリーダーは、参加者個々の身体的特性についてあらかじめ把握し、成員の体力に適した登山計画を組み、身体的にも精神的にも無理な登山であってはならない。

筆者等は、集団登山時における登行時間と休息時間の取り方及び時間配分の仕方が身体に及ぼす影響について既報で論じた¹⁾。今回は、前回実施した登山の時と同様に同じ山の同じコースを集団で登行し、山頂に到着後ある程度休息した後、下山した場合の下山運動から受ける身体的影響について調べた。下山の際の基本的な考え方は、下山方法の違いによって運動強度が異なり、当然身体に現れる運動の影響も異なるであろう²⁾ということ为前提に、被験者を2種類の異なる下山方法により下山させた。そして、各々の被験者が下山運動から受ける身体的影響の相違について比較した。下山運動から受ける身体的影響は、運動中の心拍数(以下HRと略す)の動向から下山運動時の身体的影響について推定した³⁾。ただし、下山中の歩行速度は、すべての被験者が同じ速度で歩くようにした。従って、下山方法が異なる被験者も、実質的な歩行時間を同じにすることによって、歩行速度が同じになるように調整した。これは、被験者の歩行時間及び歩行速度を調整することから、下山中に各々の被験者が受ける運動負荷という身体的な刺激を同一の条件になるようにしたためである。

以上の観点から本研究は、前回と同様の方法で登行中及び下山中のHRを測定し、運動中のHRの活動水準からKarvonenの方式によって運動強度(以下%HRmaxと略す)を推

定^{10) 22)}した。そして、下山方法の違いが身体に及ぼす影響について明確にするとともに、集団登山時における下山運動の適正な%HRmaxの範囲について検討する目的で実験したものである。その結果、下山方法の違いによって身体に発現する反応及び運動中の%HRmaxの動向についての資料が確認できたので報告する。

II 実験方法

1. 被験者

被験者は、年齢が18～21才の健康な大学生16名（男子7名、女子9名）である。また、被験者は、下山の方法によって Group A（男子4名、女子4名）と Group B（男子3名、女子5名）の二グループに分けた。登山の参加人数は、各グループとも約400名の集団登山隊であった。被験者の身体的特性は、Table 1に示すとうりである。形態的には、両グループ間に統計的な有意差は認められなかった。（ $P < 0.5$ ）

Table 1 The physical characteristics of subjects

sub.	sex	age (yrs)	height (cm)	weight (kg)
A-1	♂	19	166.0	60.0
A-2	♀	20	163.0	45.2
A-3	♂	21	170.0	67.2
A-4	♀	18	160.0	73.0
A-5	♂	19	172.0	59.5
A-6	♂	20	177.0	64.0
A-7	♀	19	159.0	48.0
A-8	♀	19	160.0	55.5
MEAN		19.4	166.1	59.1
S.D.		0.9	6.4	9.4
B-1	♂	19	180.0	76.6
B-2	♀	19	156.0	54.2
B-3	♀	19	150.0	49.0
B-4	♀	19	163.0	55.3
B-5	♂	18	180.0	78.8
B-6	♀	20	165.0	50.2
B-7	♀	19	158.0	59.0
B-8	♂	19	176.0	58.1
MEAN		19.0	166.0	60.2
S.D.		0.5	11.5	11.4

2. 登山の場所及び方法

登山の場所は、鳥取県西伯郡大山町の大山隠岐国立公園・大山（弥山・標高1711m）^{16) 19)}である。登山の方法は、正面夏山登山道（距離約3km）のコースを単式往復登山^{18) 24) 29)}という形式で実施した。Group Aは、登行時に約7分から10分間の比較的長い休息を数回取り入れながら山頂まで登り、山頂に到着後ある程度の休息を取った後に下山を開始した。下山は、下山途中の中間点で約10分間程度の休息を1回取り入れて下山した。また、Group Bは、登行時に約5分から7分間の比較的短い休息を数回取り入れながら山頂まで登り、山頂に到着後ある程度の休息を取った後、下山の途中に休息を取り入れない

で連続歩行により下山した。

3. 心拍数の測定

HRの測定は、スポーツテスター・PE-3000 (canon) を使用し胸部誘導法により1分毎に記録した。被験者は、登山実施前にあらかじめ実験室で、自転車エルゴメーター (monark) によるオストランドの負荷漸増法^{7) 15)} によって、最大酸素摂取量 (以下VO₂maxと略す) 等の呼吸機能について測定した。被験者の呼吸・循環機能については、Table 2に示すとおりである。両グループの呼吸・循環機能は、安静時のHR (以下HRrestと略す) においてGroup BがGroup Aに比較して統計的に有意な差を示した (P<0.05) が、その他の機能については両者の間に、統計的な有意差は認められなかった。(P<0.5)

Table 2 The function of the respiratory system and circulatory system of subjects

sub.	HRrest (beats)	HRmax (beats)	VO ₂ max (ml/k.m.)	MBC (l)	VC (l)	VCI% (%)
A-1	79	189	39.0	71	4.61	99.7
A-2	70	189	37.6	54	2.61	99.1
A-3	61	190	32.8	72	4.07	95.1
A-4	64	194	28.3	72	3.93	85.9
A-5	60	175	40.8	94	4.90	95.4
A-6	54	174	38.8	89	4.99	96.7
A-7	63	173	35.9	62	2.63	81.2
A-8	70	195	29.0	57	2.98	97.6
MEAN	65.1	184.9	35.3	70.5	3.84	93.8
S.D.	7.7	9.3	4.7	11.7	1.00	6.7
B-1	76	188	33.2	70	4.81	89.9
B-2	67	165	29.7	47	3.20	91.1
B-3	66	185	42.8	71	2.59	84.3
B-4	74	191	30.6	52	2.85	83.9
B-5	76	174	37.7	86	5.67	94.8
B-6	66	171	31.1	54	3.66	90.5
B-7	95	201	30.4	52	2.64	89.4
B-8	63	190	37.4	91	3.97	90.5
MEAN	72.9	183.1	34.1	65.4	3.68	89.3
S.D.	10.3	12.0	4.71	6.7	1.10	3.6

HRrest: resting of heart rate, HRmax: maximum of heart rate.
 VO₂max: maximal oxygen uptake, MBC: maximum breathing capacity.
 VC: vital capacity, VCI %: one percent of vital capacity

4. 実施日と天候

登山は、1泊2日の日程で3回実施した。実施日は、第1回目が1988年9月24日~25日、第2回目が1988年10月1日~2日、第3回目が1988年10月15日~16日であった。被験者は、3回設定された登山日のうちの1回に参加した。当日登山を開始した時刻は、各回とも午前6時30分に起床、午前7時に朝食を取り、午前9時に登山を開始した。また、当日の天候及び気温は、各回とも天候が曇り時々晴れ、出発地 (大山寺・標高約760m) の気温が15~18℃、山頂 (標高1711m) が5~7℃であった。出発地と山頂の間の体感温度差は、全日程とも大体10℃程度の差がみられた。

Ⅲ 実験結果

1. 登行運動による身体的影響

筆者等は、登行時における途中休息の理想的な取り方と時間配分の仕方について既報において検討した¹⁴⁾。その中でとくに重要なことは、集団の中の個々の身体的特性を考慮したうえで登山計画を組み、参加集団の体力に適した歩行速度と休息の取り方及び時間配分について考える必要があるということであった。その結果、登行中における理想的な休息の取り方及び時間配分は、約30分間の歩行に対して約5分から10分間の休息を取ることが理想的な時間配分であるという結論が得られた¹⁴⁾。また、休息中における身体機能の回復は、朝比奈等のいうHRの活動水準³⁾から考えて、%HRmaxを40%HRmax以下に回復させることが、次の登行に入る際に比較的スムーズに身体機能が登行運動に適応できるということも確認することができた¹⁴⁾。そして、登行運動中の%HRmaxは、40~60%HRmaxの範囲が適当な強度であり、負荷が強い場合でも上限を80%HRmax以上の強度にしないように、一定の歩行速度を厳守しながら一定の%HRmaxを維持していく必要があるということも確認した。すなわち、指導者は、参加集団の個々の身体的特性について事前に把握し、登行運動から身体が受ける運動負荷の強度を中程度に維持するということが、集団登山の際に指導者が考えなければならない最も大切な条件といえよう。その為には、歩行速度と身体に加わる運動強度の関係を明確にすることにより、被験者に無理のない登山をすることが集団登山時の登行方法として最も望ましい方法であるということができる^{1) 14) 27) 28)}。

今回の登山は、筆者らが前回の登山において分析した登行時の身体的影響に関する各種資料とその結果から得られた数字¹⁴⁾を基礎に、登行時間と登行に対する休息の取り方及び時間配分によって山頂まで登行した。

両グループが登行に要した時間は、Group Aが144.0±15.6分間、Group Bが123.1±14.1分間であった。従って、両グループの登行時間は、Group Aの方がGroup Bに比較して平均で20.9分間の長い時間を要したことになる。これは、Group Aの方がGroup Bに比較して統計的にも長い時間かけて山頂に到着したということになる。(P<0.05)しかし、両グループが登行中に取った休息時間の合計は、Group Aが30.4±5.3分間、Group Bが16.1±3.6分間であり、Group Aの方がGroup Bに比較して平均で14.3分間も長い時間の休息を取っている。(P<0.05)従って、登行時間は、Group Bの方がGroup Aに比較して実質的に短い時間で山頂に到達したといえよう。この実質的な登行時間は、同時に両グループにおける登行時の歩行速度を示すものである。その速度は、Group Bが28.0m/min., Group Aが26.7m/min.であり、Group Bの方がGroup Aに比較して1分間あたり1.3m速いスピードで歩行したということになる。(P<0.05)これは、前回の登行時の歩行速度(約25m/min.)と大体同程度のものであった¹⁴⁾。次に登行中における%HRmaxの平均は、Table 3に示すとうりである。%HRmaxは、Group Aが67.4±10.5%HRmax,

Group Bが71.5±8.5%HRmaxであり、両グループ間に平均で4.1%HRmaxの相違がみられるが、両者に統計的な有意差は認められなかった。(P<0.5) また、被験者個々の%HRmaxについても、Table 3に示すとうりである。両グループにおける被験者個々の%HRmaxは、Group Aの被験者においては最低が52.5%HRmax、最高が78.6%HRmax、Group Bの被験者においては最低が58.9%HRmax、最高が83.9%HRmaxであり、その高低差はGroup Aが25.0%HRmax、Group Bが26.2%HRmaxであった。この高低差は、両グループとも大体同程度の差であるが、被験者間の%HRmaxという視点でみた場合に個々の数値のバラツキは大きなものであった。

Table 3 The data on climb up,mountaintop and climb down of subjects in group A and group B

sub.	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	Mean	S D
I	59.5	78.8	62.9	78.8	52.6	57.1	74.2	75.2	67.4	10.5
II	32.3	26.5	24.4	24.2	23.3	29.4	28.6	25.0	26.7	3.1
III	29.8	46.5	37.8	41.2	31.3	35.2	31.2	36.4	36.2	5.7
IV	93.0	73.0	101.0	65.0	92.0	79.0	75.0	68.0	80.8	13.1
V	59.7	60.7	61.4	67.5	52.3	43.4	60.4	55.0	57.6	7.3
VI	38.0	27.3	30.6	33.0	36.9	31.3	30.0	27.8	31.8	3.9
	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7	B-8	Mean	S D
I	63.8	75.4	71.0	83.9	58.9	73.3	80.3	65.4	71.5	8.5
II	32.6	24.8	29.7	27.3	23.8	30.0	29.7	26.1	28.0	3.0
III	34.0	38.0	27.1	49.2	27.9	33.1	44.5	39.4	36.7	7.7
IV	95.0	80.0	98.0	87.0	71.0	94.0	101.0	85.0	87.6	12.9
V	57.7	59.0	50.8	74.2	43.2	54.9	68.1	67.2	59.4	10.1
VI	35.7	27.8	30.3	31.6	31.9	27.5	30.9	37.0	31.6	3.4

SD : standerd deviation, I: %HRmax of climb up,

II: walking speed during climb up, III: %HRmax of mountaintop,

IV: resting time of mountaintop, V: %HRmax of climb down,

VI: walking speed during climb down

2. 山頂休息時における身体機能の回復状態

登行方法の違いによって身体が受ける影響は、登行時間に対する休息の取り方及び時間配分の仕方によって、運動負荷後の身体機能の回復状態が大きく異なる。快適な登行及び下山運動をするうえで重要な条件は、運動負荷後の休息中に身体の機能をいかに効率的に回復させるかということである。

両グループが山頂で休息した時間は、Table 3に示すとうりである。その休息時間は、Group Aが80.8±13.1分間、Group Bが87.6±12.9分間であり、両グループ間に平均で6.8分間の時間差がみられるが、両者に統計的な有意差は認められなかった。(P<0.5) また、両グループが山頂で休息している間の%HRmaxは、Table 3に示すとうりである。休息中の%HRmaxは、両グループ間に平均で約0.5% HRmaxの差がみられたが、両者に統計的な有意差は認められなかった。(P<0.5) また、休息中の%HRmaxは、登行時の%HRmaxに比較してGroup Aが53.7%、Group Bが51.7%であった。つまり、休息中の%HRmaxは、両グループとも山頂で休息することにより、登行運動時の%HRmaxの約半分程度の比率になったといえよう。被験者個々の%HRmaxについては、Table 3に示すとうりである。被験者個々の%HRmaxは、Group Aの被験者における最低が29.8% HRmax、最高が46.5% HRmax、Group Bの被験者における最低が27.1% HRmax、最高が49.2% HRmaxであり、その高低差はGroup Aが16.7% HRmax、Group Bが22.1% HRmaxの差があることが認められており、休息時における身体機能の回復状態についても被験者間で数値に高低のバラツキが大きく認められている。しかし、山頂での身体機能は、休息中における身体機能の回復状態から考えて、両グループ間に登行という運動負荷から受けた身体的な影響度についての相違はないものと判断できる。

3. 下山運動による身体的影響

両グループが登行運動によって受けた身体的影響は、Table 3の%HRmaxにみられるとうり、登行の方法の違いによる被験者個々の%HRmaxに若干の相違が認められるものの、山頂で休息することによって両グループの被験者が、登行運動から受けた身体的影響の相違はみられない。従って、両グループの被験者が、下山運動を開始するうえで登行運動から影響を受けた身体的条件の相違というものは無いといえる。つまり、両グループとも同じ身体的条件で下山を開始することができるということである。下山の方法は、Group Aが下山の途中に約10分間の休息を1回取り入れて下山、Group Bは下山の途中に休息を全く取り入れないで連続歩行によって下山するという2種類の方法を採用した。下山方法を2種類に限定した理由は、今回の登山の歩行距離が片道約3 kmという比較的短い行程の山であり、下山という運動行為から被験者個々の身体が受ける影響度も比較的少ない¹⁾と考えられる。また、山を下るといふ心理的な要因から考えて、下山中の歩行速度を極端に速くしなければ運動から受ける負荷強度も大きくなりませんので、下山の途中に休息を取らな

くても下山運動から受ける身体的影響は比較的小さいであろう^{25) 28)}という考え方から2種類の下山方法に限定した。そして、下山運動時の途中休息が身体に与える影響度についての比較をした。その際、下山時の歩行速度は、被験者の身体に与える運動負荷を同一の条件にする為に同じ速度で歩行するように指示を与えた。つまり、下山方法は異なるが実質的な歩行時間を同じにするということである。

両グループが下山に要した時間は、Table 3に示すとうりである。下山の時間は、Group Aが104.6±10.5分間、Group Bが98.3±10.5分間であり、両グループ間に平均で約6.3分間の時間的な相違があるが、両者に統計的な有意差は認められなかった。(P<0.5)しかし、Table 3に示すとうり、Group Aは、下山の途中に平均で9.1±1.4分間の休息を1度取り入れている。従って、Group Aが実質的に下山に要した歩行時間は、95.5分間ということになる。実質的な歩行時間から考えて両グループの下山時の歩行速度は、Group Aが31.8±3.9m/min. Group Bが31.6±3.4m/min.であり、両グループ間に0.5km/min.の速度差があるが、両者に統計的な有意差は認められなかった。(P<0.5)歩行速度に違いがないということは、下山方法の違いによって両グループの被験者が身体が受ける運動強度の違いはなく、両者とも同一の運動負荷条件のもとに下山したということが出来る。下山中における両グループの%HRmaxは、Table 3に示すとうりである。下山中の%HRmaxは、Group Aが57.6±7.3%HRmax、Group Bが59.4±10.1%HRmaxであり、両グループ間に平均で1.8%HRmaxの違いがみられるが、両者に統計的な有意差は確認できなかった。(P<0.5)つまり、下山運動全体の%HRmaxは、両グループ間に下山方法の違いによる身体的影響の大きな相違はなかったといえよう。また、被験者個々の%HRmaxの動向についてもTable 3に示すとうりである。被験者個々の%HRmaxは、Group Aの被験者における最低が43.4%HRmax、最高が67.5%HRmax、Group Bの被験者における最低が43.2%HRmax、最高が74.2%HRmaxであり、その高低差はGroup Aが24.1%HRmax、Group Bが31.0%HRmaxの差があることが認められた。グループ間の高低差は、大体同程度の差であったが、被験者間には、下山運動から受ける身体的影響に大きな反応のバラツキがあるようである。

次に、下山中における5分間毎の%HRmaxの平均についても検討した。Group Aにおける区分は、下山途中に取り入れた休息を挟んで前半と後半に分けた。Group Bにおける区分は、下山に要した時間の半分以上を境界線として前半と後半に分けた。前半における5分間毎の%HRmaxは、Group Aが58.0±8.0%HRmax、Group Bが57.4±10.0%HRmaxであり、両グループ間に0.6%HRmaxの差がみられるが、両者に統計的な有意差は認められなかった。(P<0.5)また、後半における5分間毎の%HRmaxは、Group Aが59.5±8.3%HRmax、Group Bが61.7±10.2%HRmaxであり、両グループ間に2.2%HRmaxの差がみられるが、両者に統計的な有意差は認められなかった。(P<0.5)下山運動全体からみた5分間毎の%HRmaxは、Group Aが58.8±7.6%HRmax、Group Bが59.5±10.0%

HRmax であり，両グループ間に0.7% HRmax の差がみられるが，両者に統計的な有意差は認められなかった。(P<0.5) また，被験者個々の% HRmax については，両グループとも被験者間の高低差が18~40% HRmax も認められており，下山運動から受ける被験者個々の身体的影響についても個人差が非常に大きいといえる。

IV 考 察

本研究は，集団登山時にしばしば経験する途中下山者の下山の原因になっている諸問題について検討したものである。登山時の身体的影響は，登行及び下山の仕方によって各種運動が登山者の身体機能に与える影響は大きく異なってくる^{14) 27)}。とくに，登・下行時の歩行速度と休息の取り方及び時間配分は，直接的な運動強度及び運動量となって登山者の身体機能に大きな影響を与えるものと思われる。

筆者等は，集団登山時における登行時間と休息時間の配分が身体に及ぼす影響について既報で論じた¹⁴⁾。今回の研究は，登山に関する研究資料の中では比較的論議されることが少ない，下山運動が身体に及ぼす影響について取り上げた。具体的には，下山の仕方によって運動の負荷強度が異なるため，当然被験者の身体に現れる運動の影響も異なると考えられる。その異なる身体的影響について比較することから，そこに存在する諸種問題点と身体機能に影響を与える因子について取り上げ，分析することによって集団登山時における安全な下山方法について検討する目的で実験したものである。

登行の方法は，グループによって登行時の歩行速度及び休息の取り方と時間配分を変えた。これは，登行方法の違いによっておこる各種運動の身体的影響を明確にさせるという考え方から，被験者が登行の途中に取る休息の時間配分を変えたものである。そして，被験者は，山頂に到着した後ある程度休息を取ることによって身体機能の回復をはかり，登行方法の違いから受ける身体的影響の相違を取り除いた。これは，登山者が各種の方法によって登行するであろうという想定のもとに，登行中の休息の取り方及びその時間配分を意識的に変えたものである。また，山頂時の休息時間は，登行方法が異なる被験者も山頂で休息することによって，身体の機能をある程度回復させ登行運動から受けた身体的影響の相違をなくしてから，下山を開始するという考え方で休息時間を考慮した。これは，各被験者が登行運動によって受けた各々の身体条件の相違を山頂で調整したうえで，下山を開始するという考え方からである。ただし，下山開始の際の山頂時の%HRmaxは，朝比奈等のいうHRの活動水準から考えて³⁾，40%HRmax以下に身体の機能を回復させてから下山することを前提条件とした。何故なら，40%HRmaxということは，浅野²⁾，加賀谷⁸⁾，Astrand et.al⁷⁾，Karvonen¹⁹⁾，川上¹³⁾山地²⁵⁾等がいう軽運動時におけるHRの活動水準から考えて，身体活動時における下限のラインであり，機能的にみて一応安定した身体状態といえることができる。これは，Karvonen¹⁰⁾，川上^{11) 13)}等のいう軽運動時における身体機能の定常状態 (steady state) の形成を意味するものである。そのような意味におい

て、下山方法の異なる被験者を対象に下山運動が与える身体的影響を比較する場合の条件、すなわち下山運動の開始は、被験者が登行運動から受けた身体的影響の相違を山頂で休息することにより取り除き、身体的条件が同一になった状態、更にはHRの活動水準が40%HRmax以下の状態になった後に下山を開始すべきであるといえる。

従って、本研究は、下山運動の開始に際して考えられる身体機能についての基礎的な条件を、被験者が充足したうえで下山方法の違いが身体に及ぼす影響について論議した。過去に報告されている下山方法に関する資料は、登行方法に関する研究資料が登行時の歩行速度及び休息の取り方と時間配分等の方法的なものについて論議されている⁶⁾¹⁴⁾¹⁷⁾²³⁾²⁹⁾のに対して、下山方法に関する資料はほとんど研究報告らしきものがみられない。下山方法について述べられているものは、報告者独自の考え方による下山の仕方及び休息の取り方等について報告^{6) 23) 29)}されている程度である。それらの主な共通点は、下山時における正しい歩き方と下山中の適当な時期に休息を取り入れながら下山するという程度のことである^{1) 17) 23) 24) 29)}。また休息時間は、長く取り過ぎてはいけないし、逆に短か過ぎてはいけない、適当な時間の休息を下山の途中に取る必要があるということが^{24) 29)}共通した意見である。つまり、下山という運動行為は、登行運動とは異なり身体に加わる負荷強度が比較的少ない^{17) 27) 28)}という考え方から、適当な時期に適当な時間の休息を取るという意見が述べられているのであろう。これは、下山という運動行為が身体に与える運動強度及び生理学的な身体反応ということから¹⁷⁾考えた場合、登山者が運動中に主観的運動強度⁷⁾としての疲労感を覚えたら休息するという発想であり、疲労(fatigue)という観点からみれば疲れを感じれば休息ということ⁷⁾は当然の考え方ではあるが、科学的根拠に基づいたものとはいえない。それは、あくまで登山経験者による長年の体験的な知識からきたものであろうと考えられる。すなわち、下山という運動行為から人体が受ける生理的な反応は、第1に下山する歩行距離と身体的影響、第2に山の各種環境条件から受ける心理的・身体的な影響、第3に下山時の歩行速度及び歩行時間と休息時間から身体が受ける影響と運動強度ということが下山運動時に考えなければならない基本的な問題といえる。第1の問題点は、歩行する距離が長くなれば必然的に運動強度も増加するため、当然運動から身体が受ける影響は大きくなる²⁾。従って、歩行時間に対する休息の取り方と時間配分ということが、第1の問題点を解決するための鍵になるといえる。第2の問題点は、山には各種の物的条件と動的な自然環境条件が存在する。その存在する各種環境条件から、運動中に身体機能が受ける影響も各種場面によって当然異なる¹⁷⁾。従って、環境条件から受ける身体的影響という問題も、運動継続中に身体に加わる負荷量の条件として考えなければならないものである。第3の問題点は、第2の問題点として考えられる山の環境条件ともあわせて、集団の体力に応じた歩行速度を算出し、歩行の時間配分を考えなければ身体に加わる負荷強度が大きくなり一定の状態が保持できなくなる。また、下山中の休息は、歩行速度及び歩行時間の関係から休息の取り方と時間配分を考える必要がある。以上

のことから、集団登山時における下山方法は、下山する山の諸種環境条件を考えたりえで、歩行する距離から登山者の体力に応じた歩行速度を定める、また歩行距離及び歩行時間に対して休息時間の配分するということが、登山計画を組むうえで最も重要なポイントになるということができよう。結論的には、歩行速度、身体に加わる運動の負荷強度及び休息の必要性ということになる。これは、人体の生理的な機能ということから考えれば運動の継続時間と運動強度という問題⁷⁾に結びつくものである。すなわち、歩行距離が比較的短い山とか環境条件的に簡単な山であれば、被験者が下山運動から受ける運動負荷の条件を一定にして下山した場合、下山の途中で休息を取り入れようが、下山の途中で休息を取り入れないで連続歩行により下山しようが、いずれの方法で下山しても被験者が下山運動から受ける身体的影響の相違はないという考え方に発展する。つまり、下山運動が身体に与える影響についての基本的な問題は、下山という運動行為から被験者の身体に加わる運動強度の問題であり、その問題を検討し解決することが、必然的に下山時の歩行速度を決定するものであるといえる。その点については、筆者等が登行時の歩行速度について既報で述べたとおり、一般的には日常生活の中における歩行速度²⁵⁾の約3分の1から4分の1程度の登行速度で歩くことが理想的な登行リズムと考えられる¹⁴⁾。その歩行リズムということから考えられる下山時の歩行速度は、登行運動時に比較して下山運動時の方が運動強度及び身体に加わる影響度が比較的少ないので²⁵⁾、登行時の歩行リズムより下山時の歩行リズムを少し速くしても、身体が下山運動から受ける影響は登行運動時より少ないということになる^{4) 21)}。それは、下山運動の方が呼吸・循環機能に対する運動の負荷強度及び大筋群の活動ということからみれば下山運動時の方がエネルギーの消費量が少ないと考えられるからである^{4) 9)}。それらのことを基本的な理念として考えたりえで、今回の下山運動が身体に及ぼす影響についての論議、さらに下山方法の違いによって身体が受ける影響と運動の負荷強度及びその適正範囲について考察をした。

運動から受ける身体機能の影響度の比較ということから考えなければならないことは、比較対象となる被験者の呼吸・循環機能についての対比である。両グループの呼吸・循環機能は、HRrest 以外に統計的な有意差は認められていない。これは、両集団が潜在的にもっている運動機能という観点から考えて、両グループ間に体力的及び運動機能面に関する大きな相違はないといえる。とくに、持久的な運動能力の決定因子は、VO₂max, 最大換気量(以下MBCと略す)、肺活量(以下VCと略す)及び肺活量1秒率(以下VC1%と略す)等の呼吸機能の優劣が重要な因子をなすといわれている^{6) 21) 22) 25)}。それらの呼吸機能についてみると、今回の被験者におけるVO₂max, VC及びMBCは、過去の研究資料に報告されている同年令男女の平均的なデータと比較して少ない値^{5) 20) 211)}であった。これは、今回の被験者の持久的運動能力が一般人に比較して劣るということの意味するものであろう。従って、登山という運動行為から受ける身体的な影響度も体力的に平均的な人が受ける身体的影響より、今回の被験者が受ける身体的影響の方が大きな影響を受ける

であろうと考えられる。今回の実験は、そのような運動の影響を受け易い集団という観点から、下山途中に1度の休息を取る者も全く休息を取らないで連続歩行により下山する者も歩行速度を同じにすることにより、下山運動から身体が受ける影響と運動の負荷強度の違いをなくした。つまり、下山時の歩行速度を同じにすることにより、下山の途中に休息を取り入れたグループも実質的には歩行時間は同じになった。これは、被験者が身体に受ける運動の負荷条件を同一にすることによって、休息が身体機能に与える影響について比較するためのものである。そこで、両グループが下山運動時に受ける身体的影響度の相違について対比した。身体的影響は、下山運動中のHRの活動水準から%HRmaxを推定した。これは、年齢の相違によるHRmaxの誤差をなくする意味で絶対的心拍数 (absolute heart rate) に対して、相対的心拍数 (relative heart rate) がよく用いられる²⁵⁾。推定した%HRmaxは、両グループ間に統計的な有意差は認められていない。これは、下山運動の途中に取り入れた休息が、次の運動行為に入る際の身体機能の回復に起因するような大きな影響力は与えていないという結果であろう。それは、両グループとも下山運動時の%HRmaxの方が登行運動時の%HRmaxに比較して小さい。また、身体に及ぼす運動負荷量としては、登行運動に比較して下山運動の方が小さく、呼吸・循環機能に与える影響力も小さいので途中休息の効果及び身体に与える影響も少ないといえる^{22) 25)}。何故なら、下山運動中の5分間毎の%HRmaxは、下山運動を開始した直後の5分間と下山運動の最後にあたる到着前5分間の%HRmaxの平均を比較した場合でも数値上の小差は認められるが、その差は統計的な有意差ではなかった。(P<0.5) このことは、両グループが下山という運動行為から受ける身体的影響が運動開始直後においても、運動終了時の直前においても大きな違いはないということである。そこで、両グループが下山運動全体から受ける身体的影響を比較する意味で、下山運動中の部分的な%HRmaxについても取り上げ対比した。Group Aは、下山途中に休息を挟んで前後の%HRmax、Group Bは下山に要した時間の真ん中を境にして前後の%HRmaxの平均について対比した。両グループとも前半と後半の間に数値上の小差は認められるが、その差は統計的な有意差ではなかった。(P<0.5) ここにおいても、下山運動の前半と後半の身体的影響の相違は認められなかった。従って、今回の登山における下山運動は、比較的無理のない歩行速度及び運動強度であったといえることができる。このことは、下山途中の休息が被験者の身体機能の回復に与える影響力の有意性についても現していると同時に、途中休息の必要性の有無を裏付けるものであった。すなわち、今回の実験における下山途中の休息は、下山運動中の%HRmaxの動向から推察して、身体機能の回復に影響を与える程の効果はなかったといえよう。これは、運動の身体的影響ということからすれば、歩行する距離と歩行速度が身体反応に大きく影響することは当然のことである。その身体反応が少ないということは、下山運動時の運動強度及び運動の負荷量が今回の被験者集団の体力に対して適当なものであったといえることができよう。基本的には、運動という行為が身体に及ぼす影響は、その運動のもつ強

度と運動の継続時間が全体的な運動量を示すものであり、運動の継続時間に対する休息の取り方及び時間配分の比率によって、運動から受ける身体の影響度が異なってくる^{7) 25)}。問題は、運動強度であり、下山という運動行為からいえば下山運動中の歩行速度ということである。その速度が直接的には、被験者に加わる運動強度となって身体的な影響の軽重に結び付いていくものである。そのような意味で、今回の下山運動は、平均的な歩行速度及び運動強度の範囲であったと考えられる。このことは、今後多人数の集団登山を計画していくうえで、目安となる適当な歩行速度及び% HRmax の範囲の運動強度であったと思われる。その% HRmax は、平均して55~60% HRmax の範囲にあった。これは、既報において筆者らが報告¹⁴⁾した登行時の% HRmax より小さい運動強度であったが、一般的な身体運動における強度という観点から考えた場合、無理のない中程度の運動強度の範囲といえる^{3) 4) 7)}。また、被験者個々の% HRmax は、43~74% HRmax の幅を示した。これは、個々の身体的特性からくる運動の影響力の相違によるものであろう。この点については、今後体力的な観点から個人的な% HRmax と運動負荷量の関係についてさらに掘り下げて検討する必要があると思われる。しかし、全体的には、身体に加わる運動の負荷強度は平均して60% HRmax 前後を示しており、集団登山時の下山運動ということからみれば適当な運動強度の範囲であると判断して差し支えないといえよう¹⁷⁾。これは、ACSM (American College of Sports Medicine) の報告にみられる登山時の各種運動強度の検討に関する資料から考えても、決して無理な運動強度ではない^{4) 22)}。また、被験者によっては、下山運動中の% HRmax が67% HRmax, 68% HRmax 及び74% HRmax を示している。この被験者は、いずれも Group B に所属する者で下山の途中に休息を採用したグループにもかかわらず、運動から受ける身体的影響が他の被験者より大きく上昇しているというのは、体力的に低位にある者にその影響が大きく現れているということが考えられる。それらの被験者の身体機能の特徴は、VO₂max の値が他の被験者に比較して少ない者であることも個人的な特徴といえよう。また、それら被験者の歩行速度は、30m/min.前後であり、今回のグループにおける平均的な速度であるにも拘わらず、% HRmax の比率が他の被験者より大きく現れているということから、結論的には被験者個人の体力的な問題といえることができる。何故なら、下山運動中の% HRmax が40% HRmax 前後の低位を示している被験者は、高い% HRmax を示した被験者と同様に下山時の歩行速度が31m/min.前後であり、下山運動時の身体的負荷条件としては両者の間に相違は認められない。これは、VO₂max という身体機能の相違が、両者の影響力の違いを裏付ける重要な因子といえよう。この点については、今後個人の体力的データの分析をすることにより、影響力を受けやすい者のVO₂max の範囲についても究明していく必要があると思われる。

以上のことから考えて、集団登山時におけるグループ編成は、今後個人個人のVO₂max を編成上の基礎的資料及び基本的な考え方としてとらえ、登山計画の立案・実施と進める必要があると考える。

V 要 約

集団登山時において下山方法の違いが身体に与える影響について、下山運動中の心拍数(HR)の動向から運動強度(%HRmax)を推定し、適正な下山の方法と適当な運動強度及び歩行速度について検討する目的で実験したところ、次の結果が確認できた。

1. 下山運動時における両グループの%HRmaxは、平均で60%HRmaxの運動強度を示した。
2. 下山運動時の%HRmaxの相違は、下山の途中に約10分間の休息を1回取り入れたグループと下山の途中に休息を取り入れないで連続歩行により下山したグループの違いは認められなかった。(P<0.5)
3. 下山運動時における被験者個々の%HRmaxは、両グループとも被験者間に約40~80%HRmaxの上下のバラツキが認められた。
4. 下山運動時の歩行速度は、実質的な歩行時間から換算して両グループとも大体31m/minであった。
5. 以上のことから、集団登山時において考えられる最適な下山方法は、歩行する距離が比較的短く、環境条件的に簡単な山であれば歩行速度を一定にして下山した場合、下山の途中に休息を取り入れなくても下山運動が身体機能に与える影響力は少ないといえる。また、下山運動時の歩行速度は、運動時の%HRmaxの反応から考えて、平均的に約31m/min程度が適当な速度と思われる。その際の%HRmaxは、60%HRmaxを平均的な運動強度として維持することが、下山運動中の適当な%HRmaxと考えられる。

参 考 文 献

- 1) 赤須孝之：登山の医学，東京新聞出版局，p10，1971.
- 2) 浅野勝巳：運動が心肺機能にあたえる効果，体育の科学，Vol.35，No.10，pp. 747-758，1985.
- 3) 朝比奈一男他：作業強度の生理的水準について，体力科学，Vol.20，pp. 190-194，1971.
- 4) American College of Sports Medicine：The recommended quantity and quality of exercise for developing and mainaining fitness in the hestlhy adults, Med. Sci. Sports, Vol.10, pp. 7-10, 1987.
- 5) 大磯敏郎他：健康・体力づくりの栄養学，大修館，pp.200-201, pp.239-257, 1988.
- 6) 大森薫雄：登山と女性，Sports Science, Vol.5, No.8, pp. 527-531, 1986.
- 7) Astrand, P-O. et. al.：Text Book of Work Physiology, Mcgraw-Hill Book Componay, pp. 295-390, pp. 487-518, 1986.
- 8) 加賀谷燕彦：持久走成績の持久性指標としての意識，体育の科学，Vol.36, No.6, pp. 352-355, 1986.
- 9) 加賀谷淳子：心拍数に基づいた消費カロリーの算出法とその問題点，体育の科学，Vol. 36, No.11, pp. 858-863, 1986.
- 10) Karvonen, M. et. al.：The effects of training on heart rate, Ann. Med. Exper. Fenn.,

- Vol.35, pp. 307-315, 1957.
- 11) 川上雅之他：運動強度と心拍数及び血圧反応，健管報，No.3, pp. 30-39, 1987.
 - 12) 川上雅之他：運動時の心拍数及び血圧に関する身体的因子，岡山理科大学紀要，No.22A-, pp. 333-346, 1987.
 - 13) 川上雅之他：自転車エルゴメーターによる運動負荷と身体機能の関係，岡山理科大学紀要，No.23-A, pp. 309-321, 1988.
 - 14) 川上雅之他：集団登山時における登行時間と休息時間が身体に及ぼす影響，岡山理科大学紀要，No.24-A, pp. 91-104, 1989.
 - 15) Coast, R. et. al. : Optimal pedalling rate in prolonged bouts of cycle ergometer, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol.18, No.2, pp. 225-230, 1986.
 - 16) 国立公園大山指定50周年記念事業実行委員会：大山のアルバム，大山国立公園協会，pp. 92-93, 1986.
 - 17) 酒井秋男他：高所順応の生理メカニズム，*Sports Science*, Vol.6, No.2, pp. 94-105, 1987.
 - 18) 第1アートセンター：日本の名山，ぎょうせい，p 39, 1984.
 - 19) 大山山岳会：大山・蒜山，日地出版，pp.13-14, 1963.
 - 20) 道場信孝他：心臓病と運動，朝倉書店，pp.36-38, 1983.
 - 21) 永田晟：健康・体力づくりハンドブック，大修館，pp.188-189, 1985.
 - 22) 日本体力医学会体力科学編集委員会：運動処方指針，南江堂，pp.27-35, pp.93-94, 1986.
 - 23) 文部省：高みへのステップ，東洋館出版，pp.208-209, pp.301-314, 1988.
 - 24) 山崎安治：登山，旺文社，pp.87-88, pp.188-189, 1981.
 - 25) 山地啓司：運動処方のための心拍数の科学，大修館，pp.34-45, pp.52-59, pp.110-113, 1981.
 - 26) 万木良平：異常環境の生理と栄養，光生館，pp.137-142, 1980.
 - 27) 万木良平：環境適応の生理衛生，朝倉書店，pp.80-91, 1987.
 - 28) 万木良平：高所順応とスポーツ医学，*Sports Science*, Vol.6, No.2, pp. 92-93, 1987.
 - 29) 渡辺公平：たのしい登山の話，不昧堂，pp.18-19, 1969.

Results of Physical Function Affected by the Climb Down of Group Climber

Masayuki KAWAKAMI, Koji INOKIHARA
Takashi MATSUBARA and Masakazu OHTA

Faculty of Liberal Arts and Science

Okayama University of Science

1-1 Ridaicho, Okayama 700 Japan

(Received September 30, 1989)

The purpose of this study was analysis of physical function affected by the climb down of group climber. The subjects was 16 healthy male and female college students in 400 climbers of 18 to 21 and they were divided into two groups : Group A (take 10 minute rest during climb down), Group B (take no rest during climb down). The influence of physical function inferred to the percent of HR max (%HRmax) from heart rate during climb up, rest, mountaintop and climb down.

The following results were obtained:

- 1) The mean of % HR max at climb down of two groups indicated of the numerical value about 60 % of HR max.
- 2) The % HR max of each subject during climb down was 40 % through 80 % of HR max.
- 3) Therefore, the most important thing during climb down for group climber continued to keep the same walking speed during climb down. Because the difference of physical function was affected by walk distance and the condition of natural environment. The most important thing on the walking speed during climb down was to walk at the rate of about 30 m per minute. The best condition of % HR max during climb down is thought to keep numerical value about 60 % of HR max on the work load during climb down.