T. ISHIKO, H. MATSUI, K. HIROTA, T. MASAKI,
T. WATANABE, E. TADAKI, M. WATANABE, S.
OGAWA, K. MIYAZAWA, and M. ISHIMODA,
Studies on Energy Metabolism of Skiing. (II)
Energy Metabolism in Hill Descent on Skis.

スキーのエネルギー代謝に関する研究 (2)

直滑降のエネルギー代謝

東京大学 石河 利寛, 松井 秀治
広田 公一, 正木 健雄
お茶の水女子大学 渡辺 俊男, 只木 英子
渡辺 政子
東京教育大学 小川 新吉, 宮沢 健
慈恵大学 石母田 稔

本研究は第1報と同じ時期に同じメンバーで行なつたものである。

スキーの直滑降時のエネルギー代謝の研究については杉本等 (2) および飯野等 (1) の研究があるが, これらはスキーの鍛練者について, かつ道路において行われたものである。著者等は熟練者の他にふつうの技術の者も含めて, 実験的にコースを設定して直滑降を行い, その時のエネルギー代謝を測定したので報告する。

実験方法

被検者 被検者は第1表に示すように, 4名で, そのうち男子は3名, 女子は1名であった。松井は東京大学教養学部体育科で平素

学生に体育実技を教えているので運動の鍛練者であり, スキー技術検定2級をえている。正木は男子スキーヤーとして中等度の技術を有し, 3級の技術に相当する。宮沢, 只木については第1報は記した通り, 前者はスキーの熟練者であり, 後者は3級の技術に相当する。

実験場所 管平ダボスキー場の猫岳よりの最高所を出発点として, ロープウェイの上り口にある小屋を到着点とする500mの斜面を用いた。コースの斜角はクリノメーターで測定して2~17度, 平均傾斜角10度で, 出発点から350mまではほぼ10度以上, 残りの150mは10度以下で, 到着点附近が最もゆるやかであつた。測定は2月28日午後3時~5時に行

第1表 被 検 者

姓 名	性 別	年 令	身 長	体 重	衣服および 装具の重量	全 重 量	スキーの 熟練順位	備 考
松井秀治	男	37	162cm	55kg	14kg	69kg	2	スキー技術検定 2級
正木健雄	〃	25	168	56	17	67	3	〃 3級程度
宮沢 健	〃	22	167	59	14	73	1	〃 1級
只木英子	女	24	155	53	12	65	3	〃 3級程度

つた。気温 0°C 、風速は出発点で約 7 m, 到着点で 3 m, やゝざらめ質を帯びた乾雪で雪面は軟かかった。

実験操作 出発点と到着点とは見透しがきくのでスタートは旗で合図をし、滑降時間はストップウォッチで計測した。

被検者はシールをつけて登行し、出発点でダグラスバツグおよびマスクをつけた。後、15分以上安静をとつて、あらかじめスキー滑面にスイックス銀バラを塗布したスキーで滑降した。滑降中はストックで雪面を押したり意識的に制動をかけたりしないで滑降し、到着点で自から停止し、検者がスキーを取りはずしてのち、約 10 歩々行して小屋内で寒さを避けて回復期の呼気を採集した。

実験装置は第 1 報と同じものを用いた。

実験成績並びに考察

実験成績を第 2 表に示す。

500 m のコースの滑降時間は 45~56 秒で平均秒速 8.9~11.1 m に当る。被検者は滑降中に制動または加速の動作を行わなかつたので、滑降時間の差はスキーのすべり具合の差によるもので、同一コースでもこの程度の個体差はやむをえない。

杉本等の実験における滑降速度は秒速 3.9~8.9 m でまた飯野等の実験における滑降速度は秒速 7.1~9.4 m で、著者等の実験の方が速さが一般に速かつた。これは著者等の実験が 15° の勾配で行なつたのに対し杉本並びに飯野等の実験が勾配 $1/10(5^{\circ}43'')$ で行われたための傾斜角のちがいによるものと思われる。

エネルギー代謝の面からみると、100 m を滑降するのに要する熱量は 1.0~1.9 kcal, エネルギー代謝率(R.M.R.)は 5.9~10.9 であつた。杉本等および飯野等の実験のうち著者等の滑降速度範囲内にある 8.9~9.4 m で滑降した 5

第 2 表 直滑降のエネルギー代謝

昭和 28 年 2 月 28 日、午後 3 時~5 時、曇、 0°C 、631 mmHg 風速 37 m 乾雪、雪面軟

姓 名	距離 (m)	滑降時間 (sec)	秒速 (m/sec)	消費熱量 (kcal/100m)	需 要 熱 量 (kcal/100m)	RMR
松井秀治	500	45	11.1	6.4	1.5	10.1
正木健雄	"	51.5	9.7	6.9	1.9	10.9
宮沢 健	"	49	10.2	6.1	1.0	5.9
只木英子	"	56	8.9	5.8	1.4	8.9

例について 見ると滑降時の酸満消費量は安静時の 5.0~7.5 倍である。これを R.M.R. になおすと 5.0~8.1 となり、著者等の被検者のうち宮沢がこの範囲内にあるが、他の 3 名はこれよりも大きい。これは杉本等および飯野等の被検者はスキー鍛練者を選んだのに対し、著者等の被検者は必ずしもスキーの鍛練者とは云えない点に原因があると思われる。スキー部員の宮沢が他の 3 名に比べて著しく代謝が少なく、飯野、杉本測定値と差がなかつた

ことはこの点を観察させるものである。

直滑降のエネルギー代謝率 5.9~10.9 という値は第 1 報で述べたスキーの歩行および登行の際の代謝と同じ位の大きさである。言い換えれば、スキーにおいて、楽に登行し、無理をしないで直滑降をする場合には、単位時間当りの運動代謝は両者ともほぼ等しい。したがつて time study を行つておよその代謝を計算する場合には、登行と滑降との単位時間の代謝を同じとみて、両者の合計の所要時間

から計算を行つても大きな誤りはないように思う。

また渡辺等(3)が登りと滑降とを併せて R. M.R. 7.7~9.6 という数値をえているが、著者等の登り、滑降を別々に測定した値から推定して著者等と大差がない。

一定距離を行くのに要する熱量は歩行、登行と滑降では甚だ異なり、滑降はスキーの平地歩行の約 1/5、傾斜角 5° の登行の約 1/10、傾斜角 15° の約 1/15 ですむ、直滑降の代謝が比較的個体差の大きい点は、第 1 報で述べた「スキー」の歩行並びは登行の代謝と類似している。これはスキーの登行並びに滑降が、シールを用いての登行や雪中の徒歩による歩行、登行と異なり、技術を要するものであるからであろう。

直滑降は見た目にも軽快で、スキーヤーが積極的にスキーを動かすことなく、ただ重力の働きでスキーが動くのにまかせているので、余り代謝を必要としないように考え易い。しかるに実測の結果ではスキーの登行とほぼ同じエネルギーを単位時間に消費していることは注目に値する。巨視的には殆んど身体の運動が行われていないように見える直滑降が、身体を安定に維持するためにはかなり多くの筋群が随意的または反射的に強く働いていることが推定される。

総 括

1. 距離 500m, 平均傾斜角 10° の斜面を 4 人 (内 1 人は女子) の被検者に直滑降を行わせ、その際のエネルギー代謝を測定した。

2. 制動または加速することなしに、そのまゝ直滑降をした時の所要時間は 45~56 秒で、これは秒速 8.9~11.1 m に相当する。

3. 100 m を滑降するに要する需要熱量は 1.0~1.9 kcal, R.M.R. 5.9~10.9 であった。

4. スキーの直滑降のエネルギー代謝は第 1 報で述べたスキーの平地歩行や登行と同じように個体差が大きい。この点ではシール着用の歩行、登行およびスキー靴による雪上の徒歩とことなる。これはシール着用の歩行やスキー靴による徒歩と異なり、スキーは歩行、登行、滑降共に技術を要するからであろう。

5. スキーの直滑降の単位時間当りのエネルギー代謝は、スキーの歩行および登行の際のエネルギー代謝とほぼ等しい。したがつて著者等の実験条件の下では、time study を行う場合に両者を等しいと考えて計算しても大きな誤りはない。

6. しかし一定の距離を行くのに要する熱量は甚だ小さく、5° の勾配をスキーで行く場合の約 1/10 ですむ。

7. 直滑降は見た目には軽快に思えるが、単位時間のエネルギー代謝が歩行や登行と同程度なので、姿勢を安定に維持するために、多くの筋群がかなり強く働いているものと思われる。

終りに色々御指導、御援助を仰いだ福田教授並びに杉本教授に感謝します。(本研究は文部省科学試験研究費補助金によつて行われた)

文 献

- 1) 飯野富雄, 北条和雄, 湯田勝年 (1936): スポーツ医学の研究 (10) スキーによる登坂時、滑降時及其快復時の瓦斯代謝、脈搏、血圧、呼吸の変化に就て、日本生理学雑誌 1 90—93
- 2) 杉本真一, 佐藤市四郎, 飯野富雄, 北条和雄 (1934): スポーツ医学の研究, (7) スキーによる登坂時、滑降時及其快復過程に於ける瓦斯代謝及脈搏、呼吸等の変化に就て、東京慈恵会医科大学生理学教室論文集 3, 87—93
- 3) 渡辺俊男, 山崎美智子 (1954): スキーのエネルギー代謝に関する研究. 体力科学 4, 1—4