

生理機能からみたクロスカントリースキーの Performance について

安部 孝*・山田 保**・堀居 昭*

(昭和 56 年 12 月 1 日受付)

Performance and Efficiency of Cross-country Skiers in terms of Physiological Characteristics

By Takashi ABE, Tamotsu YAMADA and Akira HORII

The purpose of this study was to investigate the physiological characteristics of cross-country skiers.

The subjects of the investigation were six healthy young men, aged 18-20 years, all of whom competed in the cross-country ski race.

Three top skiers were members of the Japanese ski team selected from the intercollegiate competition and entrants for the World Junior Championships, others were collegiate skiers.

All the exercise tests were performed on a motor-driven treadmill and all the subjects had preliminary practice at treadmill running and roller skiing.

Maximal oxygen uptake was determined by Douglas bag method on exhaustive treadmill running and roller skiing with stepwise speed increased every two minutes on a slope of 5° uphill.

Maintenance capacity of oxygen uptake was determined on treadmill roller skiing at speed of 200 m/min on a slope of 6° uphill.

In addition, variable muscle strength and relative muscle strength were measured.

Following results were obtained:

- 1) Cross-country skiers inclusive of top skiers had lower relative muscle strength in back strength than the other athletes.
- 2) Top cross-country skiers had larger arm strength and 50% arm tractive muscle strength than intercollegiate skiers.
- 3) Maximal oxygen uptake during roller skiing was 95-97% of the maximal value obtained on treadmill running.
- 4) Maintenance capacity of oxygen uptake was 93-94% in one of top skiers during roller skiing on a treadmill.

はじめに

雪上で競技を行なうクロスカントリースキーは、有酸素運動を主体とする代表的な競技種目であり、その競技力と全身持久性が極めて関係深いことは周知の事実である¹⁾⁴⁾。

各種のスポーツ競技に関する運動生理学的研究は数多く行なわれているが、クロスカントリースキーについてのわが国における研究報告としては黒田ら²⁾の報告が著名である。

これは、単にクロスカントリースキー競技選手の体力に関する問題だけでなく、雪上での滑走中の呼吸循環系の変化や、雪上におけるトレーニングの内容についても検討し、クロスカントリースキー競技を運動生理学的側面から総合的に研究し、選手強化の重要な資料となったものである。黒田ら²⁾の研究にみられるように全身持久性の重要な指標である最大酸素摂取量がクロスカントリースキー競技の競技力（記録）を決定する主要な体力的要因と考えられている。しかし、三浦ら³⁾は同一の酸素

* トレーニング研究室

** トレーニングセンター

摂取量を持つ選手間の競技力に差がみられることを報告している。このことは、競技力を検討する場合には、持久性を単に最大酸素摂取量といった量的側面からだけでなく、酸素を利用する効率の面からも検討する必要があるということを示唆しているように思われる。このように、クロスカントリースキー競技は複雑で多彩な内容を持つ競技であるため要求される体力も多様な要素を持つものであると考えられる。

本研究は、クロスカントリースキー競技に要求される体力を単に最大酸素摂取量の量的側面からではなく、その維持能力および傾斜変化に伴う効率について検討を行うとともに筋力、筋持久力の面からの検討もあわせて実施し、生理機能の面から競技力を明らかにしようとしたものである。

方 法

1. 被 検 者

被検者は全日本強化選手で世界ジュニア選手権（'79・'80）に出場した経験を有し、大学選手権において上位入賞した選手3名（Performanceの優れている群。以下、全日本選手とする）および大学選手権15km競技において全日本選手と約2～5分のタイム差で20～30位程度の成績である選手（中等度のPerformanceを持つ群。以下、学生選手とする）3名の計6名であった。しかし、傾斜変化に伴う酸素摂取量の変化についての測定にかぎり、その被検者は、先の学生選手と同程度のPerformanceを有する別の学生選手3名で行なった。

2. 測定項目

測定項目は次の通りであった。

形態；身長・体重・胸囲・上腕囲・前腕囲・大腿囲・下腿囲

機能；背筋力・握力・上腕屈筋力・大腿伸筋力・牽引力・50%牽引持久力・最大酸素摂取量（ランニング及びローラースキー滑走）酸素摂取水準の維持能力・傾斜変化に伴う酸素摂取量の変化。

3. 測定方法

イ) 牽引力及び50%牽引持久力

牽引力はスキー滑走の段滑走の押し動作を仮想して、腕が前方より体側を通り後方へ振り切る一連の動作による動的筋力を測定した。さらに、腕部の筋持久力として最大牽引力の50%の負荷で1.5秒に1回のテンポで牽引を行なわせ、その最大反復回数を測定した。

ロ) 酸素摂取量

酸素摂取量の測定は、ランニング、ローラースキー滑

走ともにトレッドミルを用い、速度漸増法にて実施した。詳細な方法は次の通りである。

i. ランニングによる最大酸素摂取量の測定

トレッドミルの傾斜を登り勾配5度（8.6%）とし、スタートより3分間は一定スピードで走行させ、その後は2分ごとに20 m/min ずつ漸増させ、5分から10分間でExhaustionに至るよう走行させた。スタート時の走行スピードは被検者の能力により220 m/min あるいは240 m/min のいずれかとした。

ii. ローラースキー滑走による最大酸素摂取量の測定

トレッドミルの傾斜を上り勾配5度（8.6%）とし、スタートから3分間は170 m/min で滑走し、その後は2分ごとに25 m/min ずつ漸増させExhaustionに至るまで滑走させた。しかしトレッドミル上ではストックを使用することができずノースtockによるバスカング走法であったので、危険防止上の理由から限界速度を200 m/min に設定し、以後は傾斜を1度ずつ増加させた。

iii. ローラースキーによる酸素摂取水準の維持能力の測定

維持能力の測定は固定負荷にて行ない、トレッドミルの傾斜を上り勾配6度にし、スピードを限界速度と設定した200 m/min として滑走させExhaustionに至るまで行なった。

iv. 傾斜変化に伴う酸素摂取量の測定

トレッドミルのスピードを150 m/min とし、6分ごとに傾斜を3度から8度へ漸増させた。

その際、各傾斜における後半3分間を採気し平均した。

各測定の際には胸部双極誘導による心電図及び採気用マスクに装着したサーミスターによる呼吸曲線により心拍数・呼吸数を測定した。採気はダグラスバック法にて行ない、呼気の分析には三栄測器1H21型ガス分析器を用いて行なった。

結 果

形 態

全日本選手3名および学生選手3名の測定結果を平均値で示したものが表1である。

体重・身長についてみると、全日本選手は体重59.4 kg、身長168.2 cm であり、学生選手の67.7 kg・171.6 cm に比べ低い値を示した。上肢・下肢の周径囲においても同様に全日本選手が低い値を示した。持久性運動に関係深い体脂肪では、全日本選手8.6%、学生選手9.2% とほぼ同様の値を示し、除脂肪体重（L.B.M.）では

表 1 形 態

	ALL-JAPAN (n=3)	COLLEGE (n=3)
Age (years)	19.0	18.5
Weight (kg)	59.4	67.7
Height (cm)	168.2	171.6
Chest Girth (cm)	89.1	94.5
U.Arm Girth (cm)	26.5	27.1
F.Arm Girth (cm)	24.9	25.8
Thigh Girth (cm)	50.9	55.0
L.Leg Girth (cm)	35.4	37.7
Total Fat (%)	8.6	9.2
L. B. M. (kg)	54.2	61.6

注) Total Fat (%) = $4.570/D - 4.142$
 $D = 1.0913 - 0.00116X$, X = 上腕部皮下脂肪 +
 背部皮下脂肪 (長峰, 鈴木の方法)
 L.B.M. (Lean Body Mass) = 体重 - 体脂肪量

全日本選手 54.2 kg, 学生選手 61.6 kg と全日本選手が低い値を示した。

筋 力

被検者の筋力および相対筋力の平均値を示したものが表 2 である。クロスカントリースキー競技における姿勢の保持および段滑走による押し動作に関与する背筋力は、全日本選手で 150.7 kg, 学生選手で 167.0 kg と全日本選手が低い値を示したが、これを体重 1 kg 当りの相対筋力で比較すると全日本選手が 2.54, 学生選手が 2.46 となり全日本選手が高い値を示した。

ストックワークはスキー競技特有のものであるが、これと直接的に関与すると思われる握力および腕力についてみると、握力は全日本選手が 46.0 kg, 学生選手が 46.8 kg とほぼ同様な値を示したが、腕力においては全日本選手が 30.5 kg と学生選手の 29.0 kg に比べ大きな値を示した。握力・腕力の相対筋力においては全日本選手が高い値を示した。脚力においては、全日本選手が 71.4 kg, 学生選手が 73.3 kg とほぼ同様な値であったが、相対筋力においては全日本選手が 1.21 と学生選手の 1.08 に比べ大きな値を示した。

牽引力および牽引持久力

スキー滑走中の段滑走を想定した牽引力およびその 50% max の負荷による牽引持久力の測定結果を示したものが表 3 である。牽引力においては、全日本選手と学生選手の間に明確な差はみられなかったが、50% max の負荷による牽引持久力においては、全日本選手が明らかに優れた値を示した。

表 2 筋力および相対筋力

	ALL-JAPAN (n=3)	COLLEGE (n=3)
Back Strength (kg)	150.7	167.0
Grip Strength (kg)	46.0	46.8
Arm Strength (kg)	30.5	29.0
Leg Strength (kg)	71.4	73.3
B.S. / Wt.	2.54	2.46
G.S. / Wt.	0.77	0.69
A.S. / Wt.	0.52	0.43
L.S. / Wt.	1.21	1.08

* B.S.; Back Strength
 G.S.; Grip Strength
 A.S.; Arm Strength
 L.S.; Leg Strength
 Wt; Weight

表 3 牽引力および牽引持久力

	ALL-JAPAN n=3	COLLEGE n=3
Tractive Force kg	23.3	24.2
50% Tractive Force	52.3	39.3

最大酸素摂取量

トレッドミルを用いてのランニングおよびローラースキーによる最大酸素摂取量・最大心拍数・最大呼吸数の測定結果を示したものが表 4 である。ランニングによる最大酸素摂取量は全日本選手が 4.30 l/min, 学生選手が 4.66 l/min であったが、体重 1 kg 当りでは 73.2 ml/kg・min, 70.7 ml/kg・min と両者に大きな差はみられなかった。ローラースキー滑走中の最大酸素摂取量は全日本選手が 3.86 l/min, 体重 1 kg 当りでは 66.2 ml/kg・min であり、学生選手では 4.48 l/min, 67.3 ml/kg・min と体重 1 kg 当りの最大酸素摂取量は両者に大きな差はみられなかった。最大心拍数は全日本選手・学生選手ともにランニング, ローラースキーによる値に大きな差はみられなかったが、最大呼吸数は全日本選手においてはランニング時の値が大きく、学生選手ではローラースキー時の値が大きかった。

ローラースキーによる最大酸素摂取量をランニングによる最大値と比較し、生体に加わる負担度を検討したものが図 1 である。最も高い値は学生選手 O.O. の 97.2%, ついで学生選手 M.S. の 97.0%, 全日本選手 T.Y. の 94.9% であり、平均値では全日本選手が 90.5%, 学生選手が 94.9% であった。

表 4 ランニングおよびローラースキー滑走中の最大心拍数・最大呼吸数・最大酸素摂取量

		ALL-JAPAN (n=3)	COLLEGE (n=3)
HR _{max}	Running	192	183
	Roller skiing	184	181
RR _{max}	Running	70	60
	Roller skiing	60	65
$\dot{V}O_{2max}$	Running	4.30	4.66
	Roller skiing	3.86	4.48
$\dot{V}O_{2max}/W$	Running	73.2	70.7
	Roller skiing	66.2	67.3

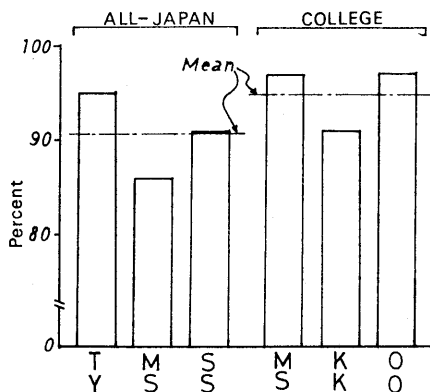


図 1 ランニングによる最大酸素摂取量に対するローラースキー滑走による最大値の割合

固定負荷による維持能力および酸素摂取水準

傾斜 6 度, スピード 200 m/min の固定負荷によるローラースキー滑走を行なった時の全日本選手 S.S. および学生選手 3 名の呼吸循環系機能の変化を示したものが図 2 である。下段から心拍数・呼吸数・酸素摂取量・体重 1 kg 当りの酸素摂取量の変化を示した。心拍数についてみると, 全日本選手の S.S. はスタートから 10 分前後までは約 170 拍/分を維持し, その後徐々に増加し, 15 分目において 180 拍/分に達した後は 60 分目まで定常状態を維持していた。学生選手においては, 3 名ともに定常状態を示すことなくスタートからオールアウトまで急激な増加を示し, オールアウト時にはほぼ最大心拍数に達していた。呼吸数についてみると, 全日本選手 S.S. では運動初期の 50 回/分から漸次増加していく傾向を示し, 60 分目で最大の 64 回/分を示した。学生選手 3 名は運動初期より 60 回/分と高い値を示し, オールアウト時において 65 回/分の最大呼吸数に達していた。

酸素摂取量は, 呼吸数と同様な変化を示し, 全日本選手 S.S. では 10 分以後定常状態を持続していたが, 学生選手 3 名はオールアウトまで増加を示した。体重 1 kg 当りの酸素摂取量についてみると, 学生選手 K.K. が全日本選手 S.S. と同様な傾向を示したがその維持時間は極めて短時間であり, 他の 2 名の学生選手はオールアウトまで直線的な増加傾向を示した。ついで, 固定負荷によるローラースキー滑走がローラースキー滑走による最大酸素摂取量の何 % にあたるかを検討し, % of $\dot{V}O_{2max}$ の変動経過を示したのが図 3 である。全日本選手 S.S. においては, 10 分目まで漸増傾向を示し, 以後 30 分目で最大値である 97% を示したものの, ほぼ 93~94% の範囲で維持されていた。しかし, 3 名の大学選手においては運動開始とともに急激に増加しオールアウトに至り, 競技成績および技術的にも優れている全日本選手

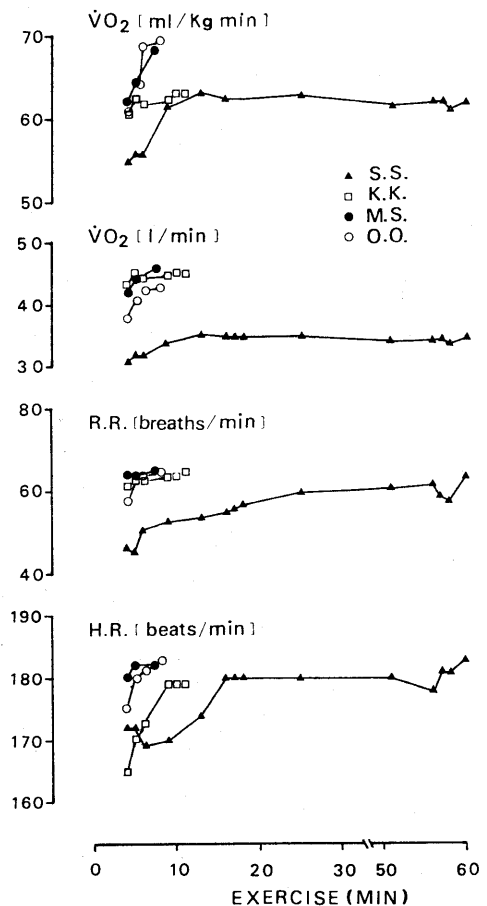


図 2 固定負荷 (傾斜 5°, スピード 200 m/min) における心拍数・呼吸数・酸素摂取量の変動

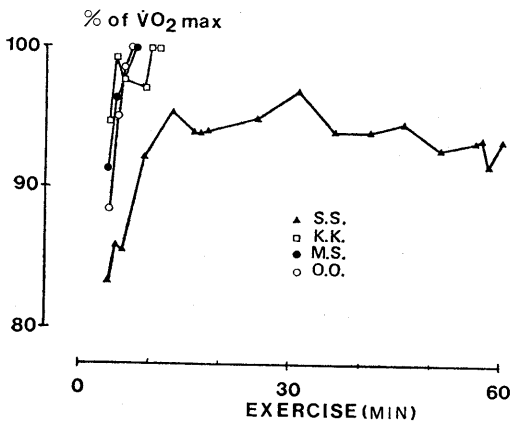


図 3 固定負荷 (傾斜 5 度, スピード 200 m/min) における酸素摂取水準の変動

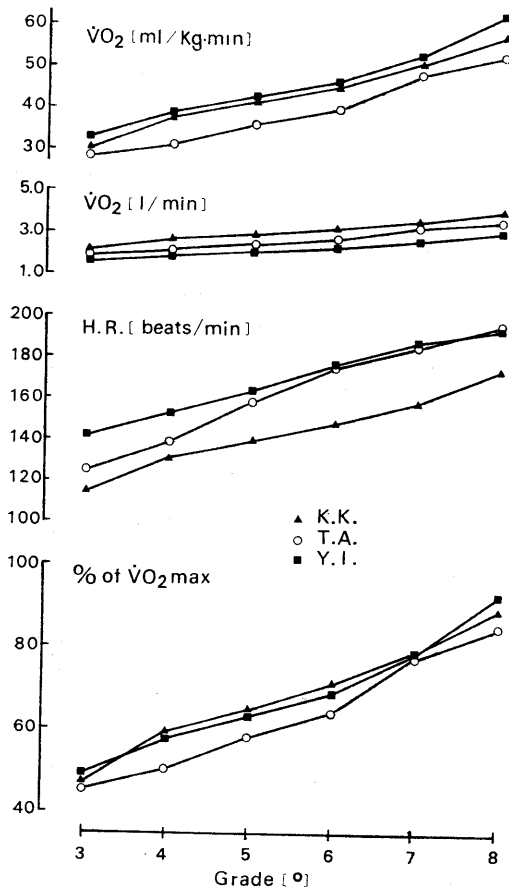


図 4 傾斜変化に伴う酸素摂取水準・心拍数酸素摂取量の推移

S.S. と学生選手の間には著しい差が認められた。これは、本固定負荷が生体負荷度からみて、全日本選手 S.S. では定常状態を保てる範囲内の中等度の運動であったが、学生選手ではその域を越えていたことを示唆するものである。

傾斜変化に伴う心拍数・呼吸数・酸素摂取量の変動

陸上競技におけるトラック走や平坦なロードレースとは異なり、クロスカントリースキー競技において傾斜変化は不可欠であり、競技成績の面からみて、最も差の生じる場所が登り勾配であることも周知の事実である。

このようなことから、傾斜変化に伴う生体への生理的变化を知ることは競技特性ならびに競技成績を検討するうえでの重要な資料となるであろう。そこで、前項までの被検者とは異なる 3 名の学生選手を対象としてトレッドミル上でスピードを 150 m/min とし傾斜を 3 度から 8 度まで 1 度ずつ変化させた時のローラースキー滑走の呼吸循環系の推移を示したものが図 4 および図 5 である。なお、被検者の体重 1 kg 当りの最大酸素摂取量 (ランニング) は 66~70 ml/kg·min の範囲であった。

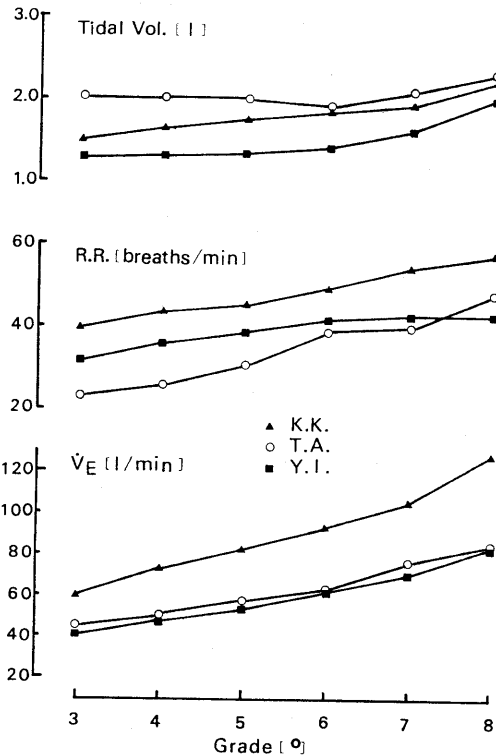


図 5 傾斜変化に伴う換気量, 呼吸数一回換気量の推移

心拍数についてみると、K.K. と Y.I. は傾斜の変化とともにほぼ直線的に増加したが、両者の間には約 25 拍/分の差がみられ、T.A. は傾斜 4 度から 6 度にかけて急激な増加を示した。傾斜が 1 度増加することに伴う心拍数の増加は 8~9% であった。ついで、3 名の被検者のローラースキー滑走時の最大酸素摂取量に対する各傾斜における酸素摂取水準 (% of $\dot{V}O_{2max}$) をみると、3 度では 45~49%、4 度では 50~60%、5 度では 57~65%、6 度では 64~71%、7 度では 78~80%、8 度では 85~92% の範囲にあった。また、被検者間には 3 度から 8 度への傾斜変化における % of $\dot{V}O_{2max}$ に 5~13% の変化がみられた。個々についてみると K.K. は傾斜漸増とともに直線的に増加する傾向を示したが、T.A., I.Y. では 6 度以降急激な増加がみられた。酸素摂取量および体重 1 kg 当りの酸素摂取量は傾斜の変化とともに増加の傾向を示した。換気量も傾斜の変化とともに増加の傾向を示したが、換気量は一回換気量と呼吸数の二つの要素に分けられることから両者についてみると、一回換気量は傾斜 6 度以降に増加の傾向がみられ、呼吸数は傾斜の変化に伴ない増加する傾向を示した。

考 察

クロスカントリースキーは有酸素運動を主体とする代表的競技種目であり、その競技力と全身持久性能力との間には極めて深い関係があることは周知の事実である^{1),4)}。しかしながら、陸上競技におけるトラック走や平坦なロードレースとは異なり、斜面の登板等の傾斜変化は不可欠な競技種目であり、上り勾配における登板能力の優劣が競技成績(記録)を決定する大きな要因ともなっていることを考え合わせると、ストックワークという技術に関わる筋力や筋持久力といった体力の要素についても検討の必要があろう。本研究においては、スキー滑走中の段滑走を想定した牽引力およびその 50% max の負荷による牽引持久力の測定を行なったが、牽引力には大きな差が認められないにもかかわらず、競技成績が優れている者ほど牽引力の持久力に大きな値を示した。このことは、滑走中の押しの持久性が滑走スピードの維持・向上に大きな影響を与えていることを示唆するものであり、腕部の持久性が必要不可欠であることを示している。図 6 はわが国のオリンピック選手の体重と背筋力

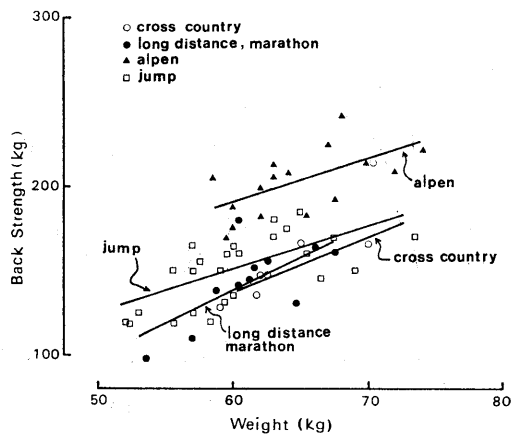


図 6 我国オリンピック選手の体重と背筋力の関係

一流競技者においては 3.00 前後の値^{7),8)}が多いことが明らかにされている。背筋力は単に背部の筋群だけでなく、上・下肢および腰部などを含めた全身的な筋力の指標となるものでありダイナミックな段滑走を行なう為には、背筋力の飛躍的な増大が望まれる。

クロスカントリースキーは最も高度な持久性が要求される典型的な競技種目であり、競技の特性上酸素摂取能力に依存する割合が高く図 7 に示す通り競技成績と体重 1 kg 当りの最大酸素摂取量の間には高い相関関係が認められる。このことは、競技力向上のための不可欠な因子としての最大酸素摂取量の重要性を示すものである。本研究における全日本選手の体重 1 kg 当りの最大酸素摂取量は平均 73.2 ml/kg・min と高く、サッポロオリンピック出場選手の 74.0 ml/kg・min²⁾ とほぼ同値であ

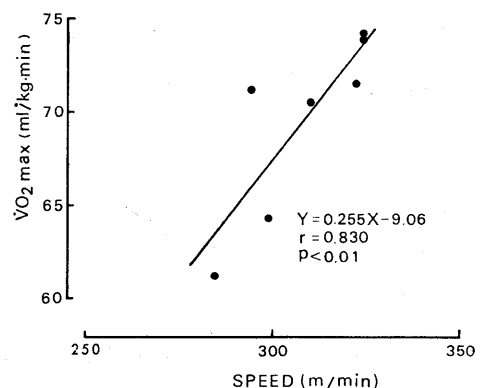


図 7 本研究の被検者を含む大学選手 7 名の最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2max}$) と大学選手権 15 km 競技における平均スピードとの関係

り、学生選手においても $70 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ を超えていた。しかしながら、最大酸素摂取量では全日本選手と学生選手に大きな差がみられないにもかかわらず競技成績には大きな差が認められる。

三浦ら³⁾は Physical resource と Performance の関係について、同様の最大酸素摂取量を有する選手であってもその競技成績に差が認められること、また、同様の競技成績であっても最大酸素摂取量が異なることを明らかにしている。そこで、競技力を左右する因子として酸素摂取水準の維持能力といったことが考えられる。本研究においては固定負荷での維持能力を '80 世界ジュニア選手権において 11 位に入り、近年にない高成績をおさめた全日本選手 S.S. と学生選手について検討した。

Jette らは⁵⁾雪上での 5 km のスキー滑走中の酸素摂取水準は 90% であったと報告している。加賀谷⁹⁾らは登りにおいては 94% という高い値を示したと報告しており、スキー滑走においては 85~95% という高い酸素摂取水準での維持能力が必要とされるであろう。全日本選手 S.S. のローラースキーによる最大酸素摂取量に対する固定負荷における滑走中の酸素摂取水準は 93~94% の範囲で維持されており、90% を超える酸素摂取水準の長時間に亘る維持能力を有していることが明らかになった。S.S. 選手が競技会においてはほとんどペースダウンすることのない選手であり、むしろ後半ペースをアップするタイプの選手であることは、上述の高水準の維持能力を有することの有力な裏付けとなるものである。一方、学生選手は定常状態を示すことなくオールアウトに至っている。このことは、固定負荷であるため全日本選手 S.S. と学生選手の生体に加わる相対的な酸素摂取水準が同一でないということに起因していると思われるが、リレーにおけるスタートや組での同時スタートを考えるならば固定負荷における維持時間の差は競技力と密接な関係を有するものであろう。

クロスカントリースキーにおいては、大きな最大酸素摂取量^{9), 10)}を有することや高い酸素摂取水準の維持能力を有することだけが充分条件ではない。黒田⁴⁾らが指摘するように最大酸素消費量も競技成績（記録）の向上に影響を与えるものである。特に急な登り勾配での滑走においては生体負担度が高く、乳酸の生成は避けがたい。傾斜を効率的に滑走することは乳酸の蓄積を少なくすることであり、そのことが記録の短縮につながるであろう。本研究においては、傾斜の 1 度増加に伴う % of $\dot{V}O_{2\max}$ の増加は 37% ほどであった。また、被検者間には 5~13% の酸素摂取水準の差がみられた。そこで、

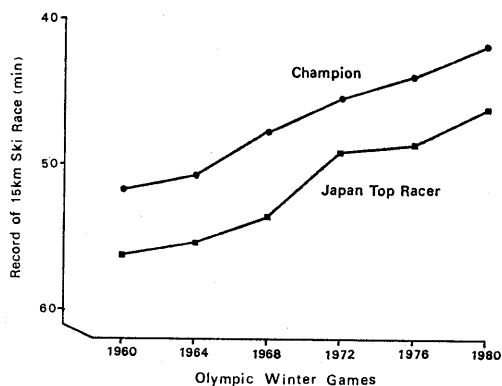


図 8 冬季オリンピック、クロスカントリースキー 15 km 競技における記録の変遷

傾斜変化に伴って変動する最大酸素摂取量に対する酸素摂取水準をみることは、登りでの選手間の効率の差を明らかにする指標として、また、個々における効率の低下を及ぼす傾斜を知るための指標として用いることが可能であると考えられる。

日本選手が初めて冬期オリンピックに出場したのは 1928 年の第 2 回サンモリッツ大会である。当時、距離スキーでは長距離と耐久の 2 種目が行なわれていた。長距離は 18 km 競走であったが、現在の 15 km 競走に変わったのは第 7 回のコルチナ・ダンペッツォ大会からである。15 km の記録の変遷をみてみると、図 8 に示すように 1960 年から 1980 年までの 20 年間に約 10 分の記録短縮がみられる。日本選手の最高タイムにおいても同様な短縮がみられるが、国際水準と日本のトップレベルの間には明らかな差が認められる。しかし幸なことに科学的な総合研究が行なわれた 1972 年のサッポロ大会では国際水準に大きく近づいている。このことは科学的研究の重要性を示唆するものであり、生理学的見地からクロスカントリースキー競技を検討する必要性を認めるものである。本研究がわが国におけるクロスカントリー競技の競技力向上にいささかなりとも寄与できれば幸である。

ま と め

生理的機能の面からクロスカントリースキーに要求される体力を全身持久性では、単に最大酸素摂取量の量的側面からだけではなくその維持能力および傾斜変化に伴う効率についても検討を行ない、さらに、筋力・筋持久力の面からの検討をあわせて実施した。

その結果、以下のことが明らかになった。

1) 筋力および筋持久力において、全日本選手では学生選手に比べ腕力の 50% 牽引持久力に高い値を示し、競技における腕の筋持久力の必要性が明らかになった。

2) 相対筋力において、全日本選手および学生選手の背筋力の値が他の競技種目の一流選手の値に比べ低いことが明らかになった。

3) ローラースキー滑走による最大酸素摂取量はランニングによる最大値の 95~97% に相当すると思われる。

4) トレッドミルの傾斜 5 度、スピード 200 m/min の固定負荷における酸素摂取水準の維持能力において全日本選手 S.S. は最大酸素摂取量の 93~94% の高水準を示した。

5) 最大酸素摂取量に対する酸素摂取水準 (% of $\dot{V}O_{2max}$) を指標とすることで、個々における効率の違いや、個々における効率低下をきたす傾斜を知る手掛りとすることができる。

なお、本研究を行なうに際して、井川純宏氏 (新潟県・十日町市教育委員会) の協力を得たことを附記します。

文 献

- 1) Saltin, B. and Åstrand, P. O.: Maximal Oxygen Uptake in Athletes, *J. Appl. Physiol.*, **23**, 353-358, 1967.
- 2) 黒田善雄編: サッポロオリンピック・スポーツ科学研究報告, 日本体育協会, 1973.
- 3) 三浦望慶・他: 走運動における身体資源 (Physical resources) と運動成果 (Physical performance) の関係について, 体育の科学 **21** (2), 114, 1971.
- 4) 黒田善雄・他: 日本人一流競技選手の最大酸素摂取量並びに最大酸素負債量—第 2 報—, 日本体育協会スポーツ科学報告, 1973.
- 5) Jette, M., Thoden, J. S. and Sperce, J.: The energy expenditure of a 51 km cross-country ski run, *J. Sports Med.*, **16**, 134-137, 1976.
- 6) 中嶋寛之, 他: アマチュアレスリング, 競種目別体力トレーニング処方に関する研究, —第 2 報—昭和 53 年度日本体育協会スポーツ医・科学調査研究事業報告, 1978.
- 7) 水野忠和・他: スキー, 競種目別体力トレーニング処方に関する研究—第 1 報—昭和 52 年度日本体育協会スポーツ医・科学調査研究事業報告, 1977.
- 8) 加賀谷照彦, 他: スキー距離選手の呼吸循環機能に関する研究, 体育学研究, **13**, 109, 1969.
- 9) Mansen, L. H. and Anderson, K. L.: Aerobics work capacity in young Norwegian man and woman, *J. Appl. Physiol.*, **20**, 425-431, 1965.
- 10) Hanson, J. S.: Maximal exercise performance in members of the US. Nordic Ski Team, *J. Appl. Physiol.*, **35**, 592-595, 1973.