

Jr アルペンスキー選手の有酸素性能力 および無酸素性作業閾値 (AT) : (第 2 報)

— 特に競技特性と AT について —

塩野谷 明*

THE AEROBIC CAPACITY AND THE ANAEROBIC THRESHOLD OF Jr. ALPINE SKI RACERS. Part. 2

— Especially a comparison between its characteristics of ski racing
and anaerobic threshold (AT) of Jr. alpine ski racers —

Akira SHIONOYA

Alpine ski racer needs an ultimate aerobic and anaerobic work capacity especially capacity in a mechanism of anaerobic glycolysis. The purpose of this study is to re-estimated $\dot{V}O_{2max}$ and anaerobic threshold (AT) as a measurement of aerobic work capacity of Jr. alpine ski racers designated to train. And in addition, as a measurement of work capacity for anaerobic glycolysis, we measured the 40 sec peddaling power by pedaling exercise with all ones strength during 40 sec of them with ergometer.

To find out $\dot{V}O_{2max}$ and AT as a measurement of aerobic capacity of each subjects, $\dot{V}O_2$, VE, $\dot{V}CO_2$, O_2 rate, FEO_2 , $FECO_2$, $\dot{V}O_2/VE$, $\dot{V}CO_2/VE$ and heart rate were measured during an exhaust test by energetic metabolism measurement system Sennsormediks MMCTc4400. AT was determined by a basis of Davis reported.

The results of the experiment led us to decide;

- 1) In case of male, aerobic work capacity was participated to the performance of racing in Jr. alpine ski racing.
- 2) In case of female, it have not been clear a relationship between aerobic work capacity and performance.
- 3) Relationship between AT as a measurement of aerobic work capacity and 40 sec peddaling power as a measurement of anaerobic glycolysis' capacity was a highly revel of significant staistically.

Key words: anaerobic threshold/aerobic work capacity/anaerobic glycolysis

1. 緒 言

アルペンスキー競技では、一般的には無酸素性代謝機構におけるふたつのエネルギー供給過程（非乳酸性機構および乳酸性機構）が重要と考えられ、その背景をもって陸上でのトレーニング等では400 m から1500 m 走に代表される中距離走が、その内容の中心的な位置を占める。しかし実際にその対象となる選手をみた場合、有酸素性代謝機構でのエネルギー供給能力に優れるものや無酸素性代謝での能力に優れるものが混在しているのが現状で、さらにアルペンスキーではその競技性からこれまでは技術>体力という重要性の序列

化が成されており、こういった体力、運動（駆動）能力が重要であるのかということまでは至っていない。

前回第1報¹²⁾では Jr 選手の強化選手と非強化選手を比較し、有酸素性能力の指標とされる最大酸素摂取量—肺胞における換気能力の指標として—および無酸素性作業閾値 (AT) —酵素活性等の代謝系の動態に関与する能力の指標として—のふたつを比べ、男子では強化選手が有意の高い数値であったが、女子では統計的に差のみられないことを報告した。ここでの男子における結果は、HAYMES⁹⁾らの報告とほぼ同じものであった。また塩野谷¹⁵⁾は Jr 選手においては、有酸素性および無酸素性代謝機構での運動駆動能力と競技成績の間に有意な相関関係が存在することを報告している。さらに塩野谷¹⁹⁾は、一般的に最もアルペンスキー競技に近い代謝機構と考えられる乳酸性機構での能力の

原稿受付：平成4年3月18日

*長岡技術科学大学体育・保健センター

指標となる40秒パワーでは、男女とも競技成績とは高い相関性のみられないことを報告した。

このように体力についてのいくつかの要因については指摘がなされるが、依然としてアルペンスキー競技における体力特性については不明な点が多い。そこで本研究では前回第1報に引続き、Jr アルペンスキー選手の有酸素性能力について取り上げ、対象者数を増やしこれまでの再考察を行うとともに、競技特性から考えて最も重要であると考えられている乳酸性機構との関連について併せて検討していくものである。

なお本研究は、新潟県スキー連盟アルペンスキー選手強化の一環として実施された体力測定に基づくものである。

2. 方 法

実験は長岡技術科学大学・体育保健センター運動機能実験室において、一定気温(摂氏25度)、一定湿度(40%)の環境下において実施した。被験者は新潟県スキー連盟に所属する中学生から高校生までの強化選手男子20名、女子20名、対象群として非強化選手男子10名、女子5名の計55名であった。

測定項目は、有酸素性代謝機構における運動駆動能力の指標として最大酸素摂取量(以下 $\dot{V}O_{2max}$ および無酸素性作業閾値(以下AT)、乳酸性代謝機構における運動駆動能力の指標として40秒パワーを測定した。

有酸素性代謝機構における能力の指標としての $\dot{V}O_{2max}$ およびATの測定は、竹井機器社製アイソパワーエルゴメータを用い、ランプ式負荷漸増法による自転車駆動運動によって行った。運動強度は0 wattを3分間駆動させた後、毎分25 wattのランプ式負荷漸増で、被験者が疲労困憊(all out)に至るまで行った。運動速度はエルゴメータのモニターにより1分間50回転(50 rpm)のペダリング頻度で行った。

測定はセンサーメディック社製エネルギー代謝測定装置MMC4400tcを用いて、被験者が疲労困憊に至るまでの換気量($\dot{V}E$)、酸素摂取量($\dot{V}O_2$)、酸素消費濃度(FEO₂)、二酸化炭素排出量($\dot{V}CO_2$)、二酸化炭素排出濃度(FECO₂)、呼吸商(RQ)、心拍数(HR)等を、プレス・バイ・プレス法によって測定した。また心拍数については日本光電社製ライフスコープを用い、心電図をエネルギー代謝測定装置の処理システムに入力させて、他の測定項目と同期させた。また今回のデータはプレス・バイ・プレス法による測定のため、

各データを4点移動平均法によって平滑化した後、最小二乗法によって近似直線を求め、その直線上の最大値をもって各被験者の最大値とした。

$\dot{V}O_{2max}$ の決定は、各被験者の判断による疲労困憊時に加え、酸素摂取量のレベルオフ、心拍数、呼吸商等をもって決定した。

またATの決定³⁾は、 $\dot{V}E$ 、 $\dot{V}CO_2$ の急激な上昇、 $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ の変化を伴わない $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ の上昇、PETCO₂の変化を伴わないPETO₂の変化、RQの上昇等によって決定した(図1)。決定に際しては、上記の決定基準に従い、コンピューターのディスプレイ上にグラフ化して視覚的に判断をした。

次に乳酸性代謝機構の能力の指標とした40秒パワーの測定は、モナーク社製自転車エルゴメータを用い、40秒間の全力ペダリング運動を被験者に実施、エルゴメータに装着したマイクロスイッチを介してフライホイールの回転数をレコーダーに出力させ、最終30-40秒間の回転数を求め、以下の式より決定した。

$$P40 = L * 9.8 * 6.0 * N/10 * 14/52 \\ = 1.58 * L * N$$

ただしLは負荷値(体重の7.5%)、9.8は重力加速度(m/sec²)、6.0はペダルが一回転したときに車輪が動く距離(m/revolution)、Nはペダリング回転数、14/52はクランクと車輪のギヤ比²⁰⁾。

これらの実験結果よりJr アルペンスキー選手の有酸素性能力、特に無酸素性作業閾値(AT)についての再考察、および乳酸性代謝機構における能力との関係等について検討を加えた。

なお本稿で取り上げたATは、厳密に言えば上記負荷漸増条件におけるVT(Ventilation threshold: 換気性閾値)であるが、ここではこれらAT、VTに関する問題には触れない。

また40秒パワーについては、測定の際の生体負担度を考えて16歳以上の高校生を対象とした。

3. 結 果

表1は、男子の $\dot{V}O_{2max}$ およびATについて示している。 $\dot{V}O_{2max}$ の場合強化選手群は3.761/min(SD = 0.49)、非強化選手群は3.221/min(SD = 0.30)、単位当りでは強化選手群は58.0 ml/kg*min(SD = 6.6)、非強化選手群は55.5 ml/kg*min(SD = 3.0)であった(数値はいずれも平均値)。AT(AT- $\dot{V}O_2$)は絶対値

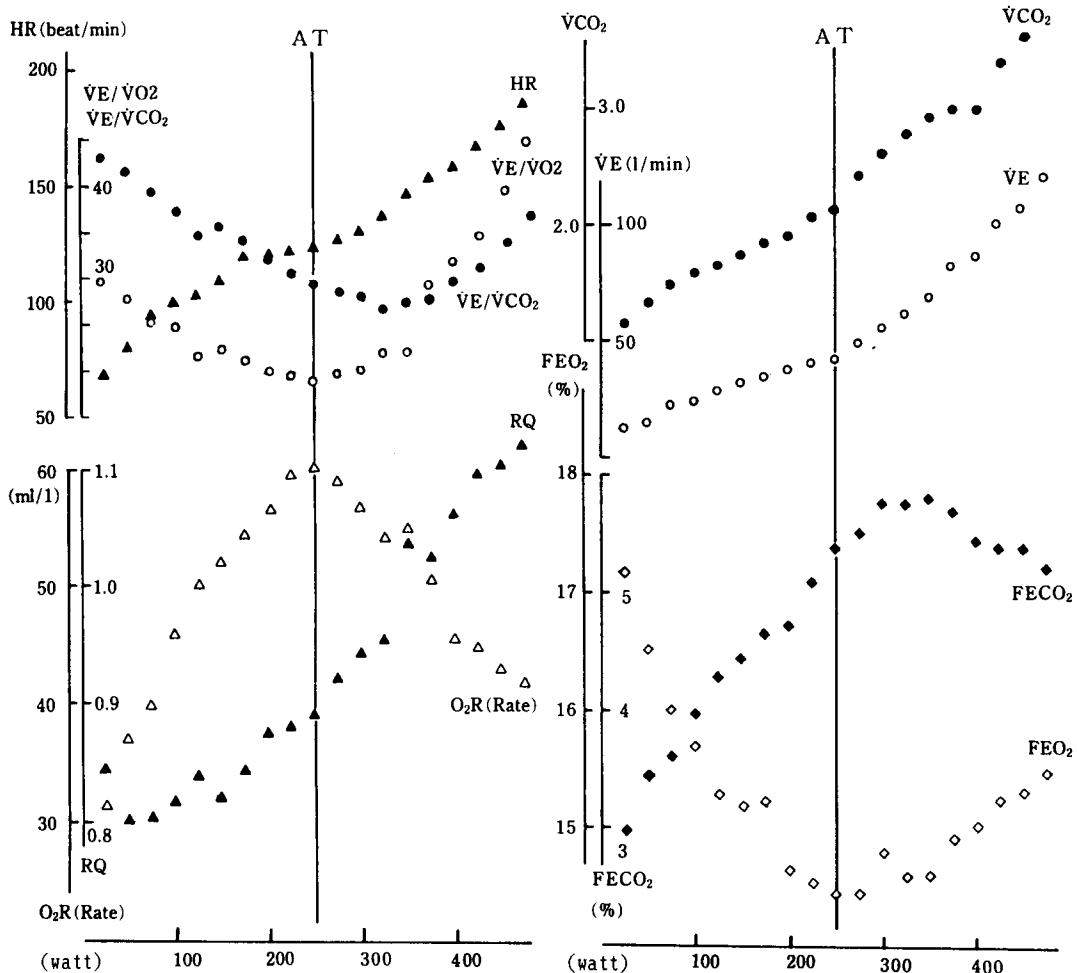


Fig-1: The determination of anaerobic threshold by ventilatory response (threshold) with exercise work load. In this paper, it is thought AT is equal to VT.

で評価した場合強化選手群は 2.911/min (SD = 0.50), 非強化選手群は 2.281/min (SD = 0.33), 単位当りでは強化選手群は 45.7 ml/kg*min (SD = 7.6), 非強化選手群は 39.4 ml/kg*min (SD = 4.6) であった。AT については, 強化選手群は 77.40% $\dot{V}O_{2max}$, 非強化選手では 70.93% $\dot{V}O_{2max}$ であった。

表 2 は, 女子の $\dot{V}O_{2max}$ および AT について示している。 $\dot{V}O_{2max}$ は強化選手群で 2.541/min (SD = 0.30), 非強化選手群で 2.301/min (SD = 0.44), 単位当りでは強化選手群 46.4 ml/kg*min (SD = 4.6), 非強化選手群 42.6 ml/kg*min (SD = 6.7) であった。A は強化選手群が 1.851/min (SD = 0.32), 非強化選手群が 1.

741/min (SD = 0.41), また体重当りでは強化選手群が 33.7 ml/kg*min (SD = 5.9), 非強化選手群が 32.2 ml/kg*min (SD = 6.3) であった。AT については強化選手群が 72.60%, 非強化選手群が 75.60% 水準であった。

なお最大心拍数 (HRmax) および AT-HR, AT-%HRmax 等は, それぞれ表中を参照するものとする。

表 3 は, 男子および女子の乳酸性代謝機構での運動駆動能力の指標とした 40 秒パワーの測定結果を示している。前述のように, 対象を限定したため, 強化選手群, 非強化選手群の群間の比較は行わなかった。男子 (22 名) では平均 423.64 (SD = 62.48) watt, 最大値は

535.0 watt, 最小値は 315.0 watt であった。次に女子は平均 314.47 (SD = 43.86) watt, 最大値は 430.20 watt, 最小値は 247.0 watt であった。

本実験において、以上の結果が得られた。

4. 考 察

図 2 では、一昨年度新潟県塩沢町で開催された第46回国民体育大会スキー競技会大回転競技（石打丸山スキー場）のコースプロフィールを示している。男子はコース全長1538.0 m, 標高差450.85 m, 最大斜度63.34%, 最小斜度4.75%, 平均斜度30.54%であった。また女子はコース全長1148.0 m, 標高差327.20 m, 最大斜度63.34%, 最小斜度6.15%, 平均斜度29.81%であった。

男子の場合このコースでの競技に 1 分20秒から30秒を要し、また女子では 1 分10秒前後の所要時間となる。

後述するが、この競技所要時間から考えると男子では50から60%を有酸素性の代謝から、40から50%を乳酸性の代謝機構からエネルギーを獲得することがわかる。また女子の場合ではほぼ50%ずつを有酸素性、乳酸性の各代謝機構からエネルギーを獲得する計算⁷⁾となる。こういった競技所要時間から考えてみても、これまで述べられてきたようにアルペンスキー競技では高い有酸素性および無酸素性の能力が要求されるという点が改めて示唆される。

図 3 および図 4 では、その有酸素性能力の指標とした $\dot{V}O_2\text{max}$ および AT の強化選手、非強化選手間の比較を行っている。

男子の場合、 $\dot{V}O_2\text{max}$ の絶対値では強化選手が非強化選手群よりも有意に高い数値となっている ($p < 0.01$)。これは前回と同様の結果であるとともに、小林⁸⁾が全日本選手を対象に報告した結果とも一致するものであった。また塩野谷¹⁰⁾が、競技成績との相関関係を示唆した報告も裏付けするものと考えられる。しかし $\dot{V}O_2\text{max}$ の単位当りの数値は、強化選手が非強化選手よりも高い数値ではあったが、統計的に有意な差はみられなかった。

AT の場合は、絶対値では強化選手が非強化選手よりも有意に高い数値が得られた ($p < 0.05$)。さらに単位当りの数値においてもやはり、強化選手が有意に高い数値であった ($p < 0.01$)。

この AT に関する結果も男子の場合は、前回とはほぼ同じ結果が得られた。栗山ら⁹⁾は、回転競技の血中乳酸濃度が72.7 mg/dl であるのに対し、大回転競技では

Table-1 : $\dot{V}O_2\text{max}$ and AT of Jr. alpine ski racers (male).

DESIGNATED TO TRAIN (N=20)	ITEMS	UNDESIGNATED TO TRAIN (N=10)
167.6(4.7)	HIGHT (cm)	164.5(2.4)
65.1(5.7)	WEIGHT (kg)	56.5(4.7)
3.76(0.49)	$\dot{V}O_2\text{max}$ (l/min)	3.22(0.30)
2.91(0.50)	AT- $\dot{V}O_2\text{max}$ (l/min)	2.28(0.33)
58.0(6.6)	$\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ (ml/kg*min)	55.5(3.0)
45.7(7.6)	AT- $\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ (ml/kg*min)	39.4(4.6)
77.40	AT-% $\dot{V}O_2\text{max}$ (%)	70.93
186.9(4.7)	HRmax (beats/min)	185.4(4.3)
155.2(0.2)	AT-HRmax (beats/min)	153.6(5.6)
83.00	AT-%HRmax (%)	82.80

Table-2 : $\dot{V}O_2\text{max}$ and AT of Jr. alpine ski racers (female).

DESIGNATED TO TRAIN (N=20)	ITEMS	UNDESIGNATED TO TRAIN (N=5)
158.0(3.2)	HIGHT (cm)	157.3(3.5)
55.2(3.6)	WEIGHT (kg)	54.0(3.1)
2.54(0.30)	$\dot{V}O_2\text{max}$ (l/min)	2.30(0.44)
46.4(4.6)	$\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ (ml/kg*min)	42.6(6.7)
1.85(0.32)	AT- $\dot{V}O_2\text{max}$ (l/min)	1.74(0.41)
33.7(5.9)	AT- $\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ (ml/kg*min)	32.2(6.3)
72.60	AT-% $\dot{V}O_2\text{max}$ (%)	75.60
187.2(5.4)	HRmax (beats/min)	187.0(4.5)
157.8(7.3)	AT-HRmax (beats/min)	158.0(8.4)
84.20	AT-%HRmax (%)	84.49

Table-3 : 40sec middle power of Jr. alpine ski racers.

Male (N=22)		Female (N=15)
423.64(SD=62.48)	AVE.	314.47(SD=43.86)
535.00	MAX	430.20
315.00	MIN	247.00
(watt)		(watt)

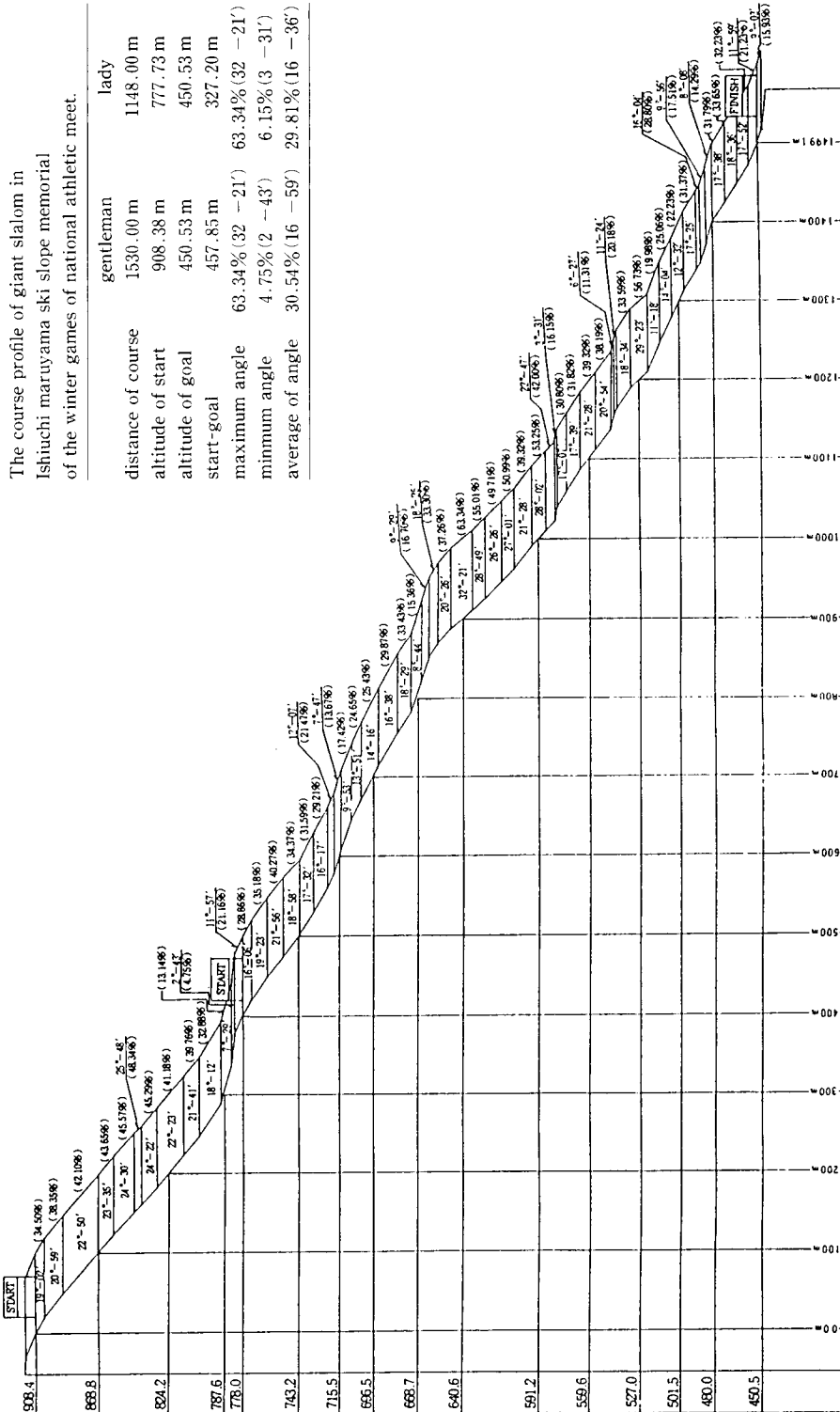


Fig. 2 : The profile of giant slalom course in Ishiuchi-Maruyama ski slope in memorial of the winter game of the national athletic meet.

82.9 mg/dl にも及んでいることを報告しているが、これは回転競技よりも大回転競技において乳酸の生成に対する緩衝能力が要求されることが示唆されるものと考えられる。近年 AT が高いということは、運動強度に対して乳酸の過剰生成が開始される、あるいはその生成速度が速まるという生成の要因よりも、その生成された乳酸の緩衝能力が重要となるといった報告^{1,2,4,6)}がなされる。その意味では、スキー競技においても距離の短い、所要時間の少ない回転といった技術系の種目よりも、大回転・滑降といったスピード系の種目にこの AT の数値の重要性が示唆されるものと考えられる。この点についても、塩野谷¹⁶⁾が競技成績と AT との関係の報告した内容と一致するものであった。

次に女子の場合は、 $\dot{V}O_{2max}$ の絶対値および単位当たりともに強化選手群が有意に高い数値であった ($p < 0.01$) この結果は、前回と異なったものであった。

また AT の場合は、強化選手、非強化選手両群間に有意な差はみられなかった。これは前回と一致した内容であったが、競技成績と AT の関係を報告した塩野谷¹⁶⁾のものと $\dot{V}O_{2max}$ の結果と併せると、全く逆の結果となっている。小林⁹⁾は、男子の場合は体力的な水準が技術的な水準と非常に相関性をもっているものの、女子ではそれがあまりみられないことを報告している。すなわち女子の場合はその対象となる選手群によって、結果の統一性が取れないことも考えられ、今後長い間のデータの蓄積が必要と考えられる。

また今回の選手群において $\dot{V}O_{2max}$ では、強化選手群が有意に高い数値であったのに対し、AT では両者間に有意な差のみられなかったこと、加えて非強化選手では AT が最大値の 75.6% であるのに対して、強化選手では 72.6% とその割合は両者間で逆転している。AT は、 $\dot{V}O_{2max}$ が肺胞における酸素と二酸化炭素の交換能力からの有酸素性代謝能力の、いわゆるハード的な指標であるのに対して、筋の酵素活性等代謝系の動態に關与したいわゆるソフト的な指標であり、その数値はトレーニングの差によって変化することが報告^{1,2)}される。従って女子の場合では、こういったトレーニングの量的・質的な問題からも AT の測定が關与してくることが考えられる。

図 5 は、前述した運動時間とそのエネルギー供給過程（機構）の關係⁹⁾について示している。

人間の運動（駆動）能力・体力はエネルギー供給の過程から有酸素性の代謝能力・酸素の供給を介して、TCA（クレブス）回路における物質の伝達によって半

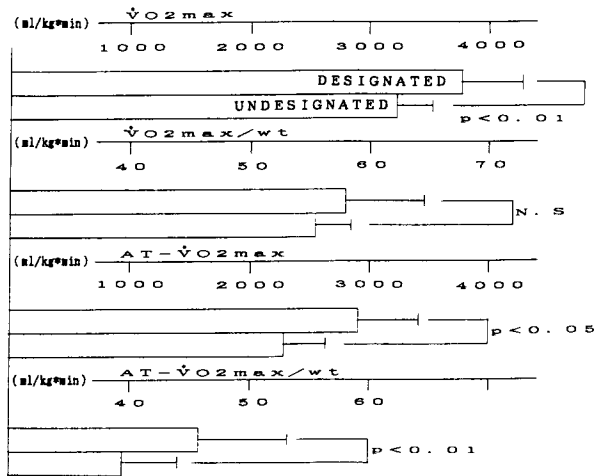


Fig 3: A comparison of $\dot{V}O_{2max}$ and AT between those who designated to train and not of male Jr. alpine ski racers.

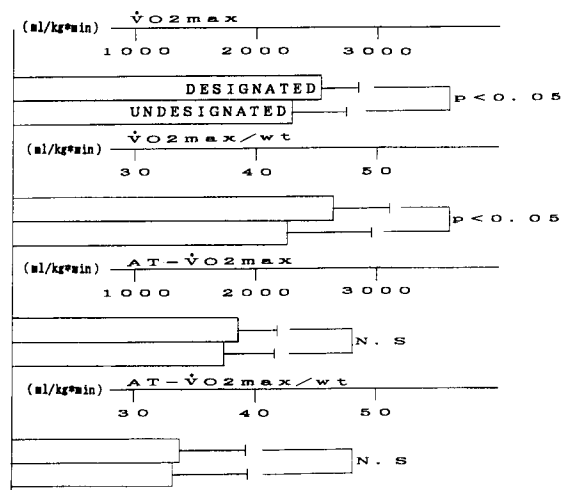


Fig-4: A comparison of $\dot{V}O_{2max}$ and AT between those who designated to train and not of female Jr. alpine ski racers.

永久的に身体運動のエネルギー源となる ATP（アデノシン三リン酸：Adenoshin triphosphate）を生成する一と乳酸性代謝能力・グリコーゲンをピルビン酸に分解する過程で ATP を供給する一、および非乳酸性代謝能力・筋中に貯蔵された ATP の分解と CP（クレアチンリン酸：Creatin phospate）による ATP 再合成一の 3 つに大別される。有酸素性機構は一般に持久力と考

えられ、力学的に捉えたと運動時の（筋）出力の小さいローパワーが対応する。同時に乳酸性機構ではミドルパワー、非乳酸性機構ではハイパワーと、非乳酸性機構に近付くにつれ、より瞬発的な要因として捉えられる。

先にも述べた運動時間からは有酸素性がマラソンやクロスカントリースキーのような半永久的な運動に、乳酸性では 1 分から 3 分程度、非乳酸性では極短時間の運動が対応する。

さらにそれぞれの機構で動員される筋は SO (slow twitch oxidative fiber) 線維, FOG (first twitch oxidative glycolytic fiber) 線維, FG (first twitch glycolytic fiber) 線維の順となる。

前述のアルペンスキー大回転競技を一例に考えるならば、おおよそ 50 から 60% を有酸素性の機構から、40 から 50% を乳酸性機構からのエネルギー供給に委ねていることが伺える。また乳酸性の機構は図からも明かのように、単独でのエネルギー供給は行わず、常に瞬発的な非乳酸性機構および持久的な有酸素性機構と運動すること¹⁰⁾が伺える。

これまでこの乳酸性機構は、アルペンスキーにおいては最も重要な運動駆動能力因子として考えられ、実際の陸上トレーニングにおいても、この機構に相当する内容のトレーニングが行われている。しかし塩野谷はこの乳酸性機構を取り上げ、Jr アルペンスキー選手の競技成績との間には、他の有酸素性、非乳酸性といった機構にみられたような駆動能力との相関がみられないことを報告している。ただしそれはこの乳酸性の代謝能力が重要ではないというのではなく、やはりアルペンスキーにおいては非常に重要な体力因子で、ただ最もアルペンスキーの競技特性に近いため全体的に能力が優れ、その結果競技成績との間に相関関係がみられなくなってしまったものとの結論付けを行っている¹⁹⁾。そして将来的には、他の有酸素性や非乳酸性の代謝能力においても同様の現象が起り、若年競技者であっても体力はすでに成人競技者に近いものとなり、最終的には技術的な要因によって競技成績やパフォーマンスが決定されることを示唆し、Jr いわゆる若年競技者においてはけして全面的に肯定されるものではないことも指摘している。

このように乳酸性の代謝能力は、Jr であってもアルペンスキー選手が高い能力を持っていることが示唆される。

図 6 から 9 は、この乳酸性代謝能力の指標とした 40 秒パワーと有酸素性代謝能力の指標とした $\dot{V}O_{2\max}$

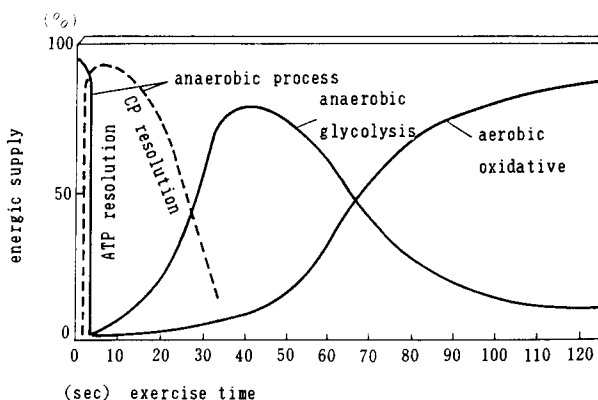


Fig-5: An energic supplied system with exercised time.

および AT の関係について示している。

男子の場合、 $\dot{V}O_{2\max}$ と 40 秒パワーは回帰直線

$$Y = 5.57442X + 1290.83$$

の関係式をもって、相関係数 $R = 0.654709$ で高度に有意な相関関係であった ($p < 0.01$)。

また AT と 40 秒パワーの関係は回帰直線

$$Y = 6.55842X + 7.47998$$

の関係式をもって、相関係数 $R = 0.722886$ でやはり高度に有意な相関関係であった ($p < 0.01$)。

本来有酸素性代謝機構と乳酸性代謝機構においては、その機構・エネルギー供給過程は全く別のものである。ただある運動形態によっては、両者の連動したエネルギー供給機構がみられるといったものであった。すなわち理論的には、これら 2 つの代謝機構の他もうひとつの非乳酸性機構を加え、これらの能力を同時にもつことは極めてむずかしい問題と考えられる。なぜならそれぞれの機構によって、動員される筋の線維のタイプまでもが限定されてしまうからである。

アルペンスキー選手の場合、筋繊維のそれぞれが占める割合は SO タイプの線維が 50 から 55% 前後を占めることが報告されている¹⁰⁾。すなわち運動の特性から考えると、有酸素性代謝が重要となってくる。しかし運動時間から考えた場合には、前述のように乳酸性の代謝機構の関与も重要な因子となる。つまりアルペンスキーは、SO タイプの線維での高い出力特性が要求

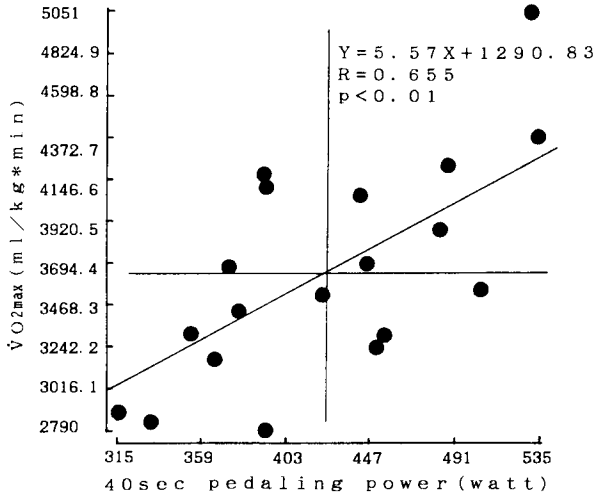


Fig-6: A relationship between $\dot{V}O_{2\max}$ as a estimation of aerobic capacity and 40sec pedaling power as a estimation of anaerobic glycolysis capacity in male.

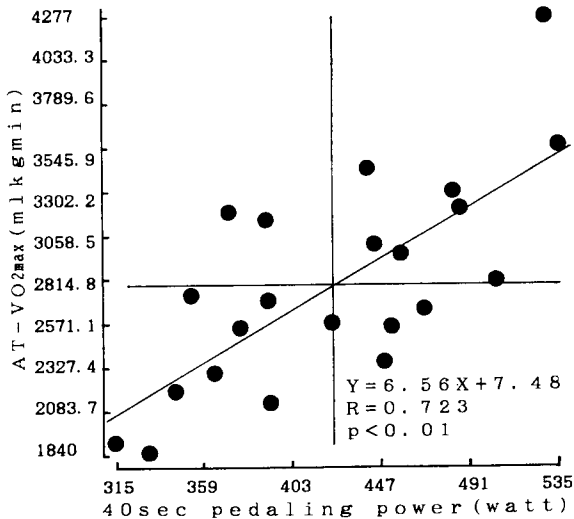


Fig-7: A relationship between AT and 40sec pedaling power in male.

される競技と考えられる。

ATの数値が高いことは、乳酸の生成に対する緩衝能力の優位差が影響することは前述の報告^{1,2,4,6)}のとおりである。乳酸は筋収縮あるいは運動を阻害する因子であると仮定するならば、ここでみられるATと40秒パワーの関係はすなわち、アルペンスキー選手の筋組成の多くを占めるSOタイプの線維によって運動時

の高い出力が可能となるものと考えられ、その競技特性に適応したものが示唆され则认为られる。

すなわちこれらを総括的に考えるならば、 $\dot{V}O_{2\max}$ と40秒パワーの間にみられた有意な相関関係は、運動時における有酸素性と乳酸性の代謝機構の連動を示唆するもので、それにくわえてATとの有意な種関はアルペンスキーの競止特性を示す結果であると考えられる。

次に女子の場合は、 $\dot{V}O_{2\max}$ と40秒パワーとの関係は、

$$Y = 1.98565X + 2032.65$$

の関係式をもって、相関係数 $R = 0.29226$ で、統計的に有意な関係はみられなかった。しかしATと40秒パワーの関係では

$$Y = 3.73823X + 797.251$$

の関係式をもって、相関係数 $R = 0.51981$ で、有意な相関関係がみられた ($p < 0.05$)。

$\dot{V}O_{2\max}$ と40秒パワーの関係は有意な相関が認められていないが、ATとの相関関係では男子同様に有意な関係であった。さらに $\dot{V}O_{2\max}$ よりもATとの相関関係が高かったことも、男子と同じ結果であった。

男子の場合と異なり、肺胞レベルでの有酸素性代謝能力と乳酸性代謝能力の有意な関係はみられなかったが、いわゆる筋の酵素活性等のレベルでは有意な関係がみられている。これはある意味においては、むしろ男子よりも適切な内容の結果とも考えられる。前述のように有酸素性代謝と乳酸性代謝では、その機構が全く異なったものである。しかしATの場合は、有酸素性代謝の指標とされていても筋における酵素活性、乳酸に対する生成緩衝能力等の代謝系動態に関与し、 $\dot{V}O_{2\max}$ に比べより機能的な評価がなされる。よって本来は $\dot{V}O_{2\max}$ と40秒パワーでは、たとえ統計学的に有意な関係がみられたとしてもそれはあくまで統計結果であり、理論的にはその関係を説明できる根拠となるものは少ない—考えられるとすれば前述のように有酸素性機構と乳酸性機構の連動の点—と考えられるのに対して、ATの場合は乳酸に対する緩衝能力との関係で40秒パワーに代表される乳酸性代謝能力との相関は説明がつくことになると考えられる。

これまでこういった有酸素性代謝機構における能力

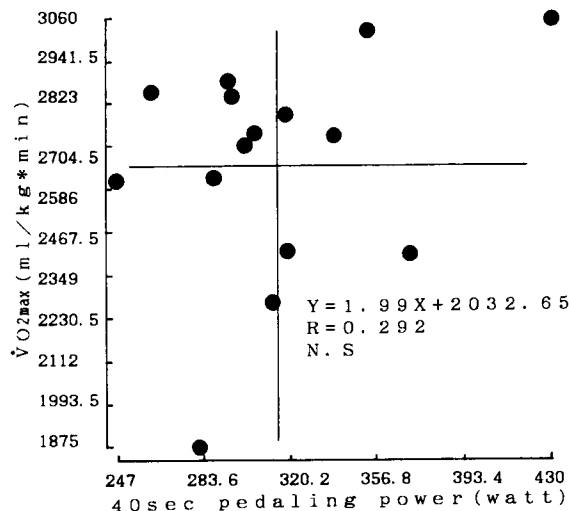


Fig-8: A relationship between VO2max and 40 sec pedaling power in female.

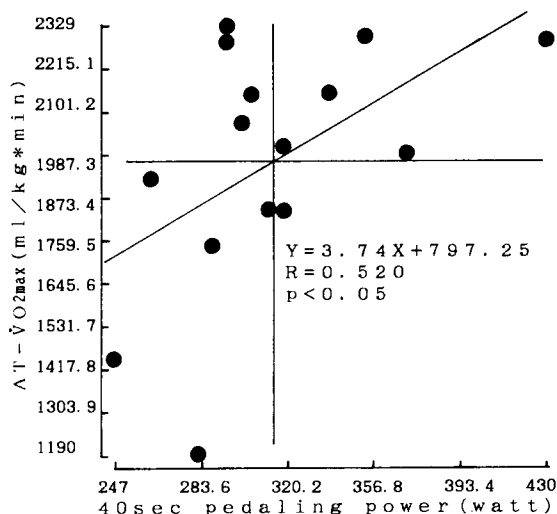


Fig 9: A relationship between AT and 40 sec pedaling power in female.

と乳酸性代謝機構における能力の関係について、報告を行ったものは少ない。しかし例えばひとつの測定が、ふたつの代謝機構における評価を可能とするのならば、今回の対象であるアルペンスキーに限らず、多くの競技種目において体力・運動駆動能力の測定時間の短縮、軽減に結び付くものと考えられる。

5. 結 語

本研究は以下のように要約される。

1. これまで述べられてきたように、Jr アルペンスキー選手の体力特に有酸素性代謝能力は競技成績との間に相関関係がみられる。
2. 女子では、その関係が未だ明確ではない。
3. 有酸素性代謝能力の指標としての AT と乳酸性代謝能力の指標としての 40 秒パワーの関係をみると、男女ともに有意な相関関係が認められた。これはアルペンスキー選手において最も筋の組式上高い割合となっている SO タイプの筋線維での高い出力が可能というものであるとともに、AT が筋の酵素活性等の代謝系あるいは運動によって生成される乳酸の緩衝能力に関与しているためと考えられる。

参 考 文 献

- 1) Brooks, G.A : Anaerobic threshold : review of the concept and direction for future research. Med. Sci. Sports Exerc. Vol. 17 pp22-31, 1985.
- 2) Brooks, G.A : The lactate shuttle during exercise and recovery. Med. Sci. Sports. Exerc, Vol. 18 pp360-368, 1986.
- 3) Davis, J.A : Anaerobic threshold : review of the concept and direction for future resarch. Med. Sci Sports Exerc. Vol. 17 pp6-18, 1985.
- 4) Donvan, C.M., and G.A. Brooks : Training affects lactate clearance not lactate production. Am. J. Physiol. Vol. 244 pp83-92, 1983.
- 5) Haymes, E.M., and A.L. Dickinson : Chracteristics of elite male and female ski racers. Med. Sci. Sports Exerc. Vol. 12 pp153-158, 1980.
- 6) Issekutz, B., Jr., W.A.S. Show, and A.C. Issekutz : Lactate metabolism in resting and exercise dog. J. Appl. Physiol. Vol. 40 pp312-319, 1976.
- 7) 伊藤 朗 : 図説運動生化学 医歯薬出版 1987.
- 8) 小林 規 : アルペンスキー選手の体力 第42回日本体育学会 1991.
- 9) 栗山節郎 : 血中乳酸からみたアルペンスキーの運動強度 スポーツ科学研究報告, pp279-282, 日本体育協会, 1985.
- 10) 宮下充正 : 一般人・スポーツ選手のための体力診断システム, ソニー企業, 1986.
- 11) 塩野谷明 : 新潟県アルペンスキー選手の体力因子 長岡技術科学大学研究報告, Vol. 11 pp87-98, 1989.
- 12) 塩黒谷明 : Jr アルペンスキー選手の有酸素能力および無酸素作業閾値(AT), 長岡技術科学大学研究報告, Vol. 12, pp53-62, 1990.
- 13) 塩野谷明 : Jr アルペンスキー選手の有酸素性能力および

- AT, 新潟体育学研究, Vol. 10, pp30-36, 1990.
- 14) 塩野谷明：運動負荷漸増に伴う酸素摂取量と心拍数の関係—相関関係からみた呼吸性補償の閾値について— 第25回生理人類学会, 1990.
 - 15) 塩野谷明：Jr アルペンスキー選手の体力と競技成績の関係, 第3回トレーニング科学研究会, 1990.
 - 16) 塩野谷明：Jr アルペンスキー選手の体力と競技成績の関係, トレーニング科学, Vol. 3(1), pp43-49, 1991.
 - 17) Shionoya, A.: The relationship between VO₂ and Heart rate with step loaded bicycle exercise. The Annals of Physiological Anthropolology. Vol. 10(2), 1991.
 - 18) Shionoya, A.: A study of respiratory response to several wavelike workload in human, The annals of Physiological Anthropolology. Vol. 11(2), 1992.
 - 19) 塩野谷明：Jr アルペンスキー選手の乳酸性代謝能力に関する一考察, 長岡技術科学大学体育保健センター年報, Vol. 2, 1992.
 - 20) 山本正嘉：全力ペダリング持続時の発揮パワー特性による非乳酸性, 乳酸性および有酸素性能力の同時評価テストの開発, 国際武道大学紀要, Vol. 1 pp87-96, 1985.