

平成9年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告

No.X 日本人一流選手の最大酸素摂取量
ならびにATに関する研究
—冬季競技種目について—

財団法人 日本体育協会
スポーツ科学専門委員会

平成9年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告

No.X 日本人一流選手の最大酸素摂取量ならびに AT に関する研究 — 冬季競技種目について —

報 告 者 財団法人日本体育協会・スポーツ科学研究所

内丸 仁 森丘 保典 原 孝子

伊藤 静夫 雨宮 輝也

はじめに

これまで多くの研究者によって、有酸素的能力の指標として最大酸素摂取量(Maximum Oxygen Uptake, 以下 $\dot{V}O_{2max}$) および無氣的作業閾値(Anaerobic Thleshold, 以下 AT)の測定が盛んに行われ、トップアスリートを含めた選手についての報告がなされている¹⁵⁾¹⁶⁾²⁰⁾。特に、トップアスリートの $\dot{V}O_{2max}$ および AT を測定することの目的は、その競技が必要とする体力的特性を知る上で極めて有効な資料が得られるからである。同時に、我が国のトップアスリートのデータと諸外国のトップアスリートのデータとの比較が可能となり、より一層の向上を目指す我が国のトップアスリートに対して、有効な参考資料を提供できるからである。もちろん各競技種目のトップアスリートの資料は、単にトップアスリートだけにとどまらず、その競技にいそしむ人達にとっても極めて有効な資料にもなるであろう。

1968年以来、我々の研究所では各競技種目の国内トップアスリートの $\dot{V}O_{2max}$ の測定をし、1968年の第1報⁸⁾、1973年の第2報¹⁰⁾、および1977年の第3報¹¹⁾で報告してきたが、第3報の報告以来21年経過しており、競技種目による $\dot{V}O_{2max}$ の競技特性も変化しつつあるものと考えられる。また、1987年より当研究所では、スポーツ選手の全身持久力の体力測定項目として、従来の $\dot{V}O_{2max}$ に加え乳酸性作業閾値(Lactate Threshold, 以下 LT)を採用しトレーニング負荷および効果等の指標としている。

本年度は日本で1972年冬季札幌オリンピック大会以来、約26年ぶりに長野で冬季オリンピック大会が

開催され日本選手のめざましい活躍が見られた。

そこで本報告ではこれまで過去10年間の測定結果から、冬季競技種目における国内トップアスリートの $\dot{V}O_{2max}$ に注目し、国内の過去の報告および諸外国の報告との比較等を報告する。

測定方法

1. 被験者

本研究の被験者は、国内のトップアスリートを含めた競技レベルの高い冬季競技種目の一流選手(クロスカントリースキー(男75名、女49名)、バイアスロン(男57名、女12名)、ノルディックコンバインド(男18名)、スピードスケート(男63名、女50名)、フィギアスケート(男18名、女18名)、およびアイスホッケー(男58名、女10名))であった。選手の中には各競技種目のジュニア強化指定選手も含まれているが、競技成績が国内トップレベルにあるものもいることから、今回はジュニアとシニアの区分することなく、まとめて報告した。各競技種目選手の身体特性は表1～表17に示す。

2. $\dot{V}O_{2max}$ および LT の測定方法

以下に報告する $\dot{V}O_{2max}$ および LT は、クロスカントリースキー、バイアスロン、ノルディックコンバインド、およびフィギアスケート選手はトレッドミルを用いた漸増負荷法で、スピードスケートおよびアイスホッケー選手には自転車エルゴメータを用いた漸増負荷法とそれぞれの競技時の運動様式に近い様式で測定した。なお、両様式の詳細な方法は、以下の通りである。

1) トレッドミルでの漸増負荷テスト

表1 クロスカントリー選手（男子）の身体特性、最大酸素摂取量およびAT

	年齢 歳	身長 cm	体重 kg	上腕皮脂肪厚 mm	背部皮脂肪厚 mm	腹部皮脂肪厚 mm	体脂肪量 kg	除脂肪体重 kg	体脂肪率 %	最大酸素摂取量			LT4mM_VO2 ml/BW/min	LT4mM_SPEED m/min
										ml/BW/min	ml/LBW/min	ml/min		
n	75	75	75	52	52	51	52	52	52	75	52	75	75	75
MEAN	20.1	171.2	63.3	5.5	7.2	5.2	6.4	57.1	10.0	70.88	78.78	4476	62.28	309
SD	2.7	5.3	5.0	1.7	1.4	1.6	1.3	4.4	1.4	4.97	5.56	354	5.60	21
MAX	29	184.3	77.8	11.0	12.5	9.5	11.2	67.9	14.4	84.62	93.05	5239	77.91	361
MIN	15	162.2	55.0	3.0	5.0	3.3	4.3	49.4	7.7	61.76	69.15	3819	51.89	268

表2 女子クロスカントリー選手（女子）の身体特性、最大酸素摂取量およびAT

	年齢 歳	身長 cm	体重 kg	上腕皮脂肪厚 mm	背部皮脂肪厚 mm	腹部皮脂肪厚 mm	体脂肪量 kg	除脂肪体重 kg	体脂肪率 %	最大酸素摂取量			LT4mM_VO2 ml/BW/min	LT4mM_1a m/min
										ml/BW/min	ml/LBW/min	ml/min		
n	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
MEAN	18.8	160.2	52.5	10.5	8.8	10.4	7.8	44.7	14.8	59.54	69.83	3116	53.98	269
SD	2.6	4.8	5.2	3.0	2.6	4.2	2.1	3.9	3.1	4.23	3.82	277	5.00	13
MAX	26	176.4	64.0	17.0	19.0	22.0	12.7	52.4	21.2	68.46	79.51	3760	69.96	296
MIN	13	149.8	43.1	4.6	5.0	4.0	3.8	36.7	8.9	51.79	62.01	2687	45.56	238

運動負荷テストは、クロスカントリースキーおよびバイアスロン選手に対しては間欠的速度漸増法を、またフィギュアスケート選手には連続的速度漸増法のプロトコルで実施した。

a) 間欠的速度漸増法

はじめに、傾斜を0度にし30~40m/minずつ負荷を漸増して、一定速度の最大下運動を5セットまで実施し、最後に最大運動として、最終段階の速度、傾斜0度で開始し、トレッドミルの傾斜を1分毎に1度ずつ漸増させ、オールアウトまで追い込んだ。1~5セット目までの1セットの運動時間は3分間である。開始速度は、被験者の能力にあわせて設定しているが、男子で160m/min、女子で150m/minが平均的な目安である。

b) 連続的速度漸増法

傾斜0度、速度120m/minから運動を開始し、1分毎に速度を10m/minずつ漸増し、オールアウトまで追い込んだ。

2) 自転車エルゴメータでの漸増負荷テスト

ペダル回転数は80rpmとし、1セット3分間を一定負荷で運動し、セット毎に被験者の能力にあわせて負荷を0.5または0.25kpずつ漸増した。テスト中ペダル回転数を維持するように指示した。被験者はペダル回転数を維持できなくなるまで運動を続させた。開始負荷は男子で1.0kp、女子で0.5kpが目安である。

3) 測定項目

酸素摂取量（以下 $\dot{V}O_2$ ）の測定では、各負荷段階の後半1分間、および疲労困憊に近づいた

地点からは1分毎に呼気をダグラスバッグに採気し $\dot{V}O_2$ を求めた。 $\dot{V}O_2$ の最高値を $\dot{V}O_{2max}$ とした。

心拍数は胸部双極誘導で記録した心電図から求めた。

各負荷段階での運動終了直後に耳朶から20 μ l採血し、乳酸分析装置CL760（島津製作所製）で血中乳酸濃度を求めた。

4) LTの判定

LTとして、血中乳酸濃度4mmol/l(Onset of Blood Lactate Accumulation: OBLA)を判定基準に採用した。乳酸値の $\dot{V}O_2$ および運動強度に対する2ないし3次回帰式を算出し、上記乳酸値に対する $\dot{V}O_2$ および走行速度を推定した。

結 果

1. 各競技種目別に見る日本人一流選手の $\dot{V}O_{2max}$ と諸外国一流選手との比較

1) クロスカントリースキー選手の $\dot{V}O_{2max}$

クロスカントリースキー選手の $\dot{V}O_{2max}$ は表1、および表2に示した。

男子選手の $\dot{V}O_{2max}$ は、絶対値で 4.476 ± 0.354 l/min、および体重当たりの相対値では 70.88 ± 4.97 ml/kg/minであった。また、今回の長野オリンピックに出場した男子選手5名の平均は絶対値 4.723 ± 0.272 l/min、および体重当たりの相対値では 79.89 ± 4.98 ml/kg/minであり、国内のトップレベルの選手の中でも絶対値および相対値ともに高い値を示している。特に相対値では約9 ml/kg/minも大きい値を示した。

諸外国一流選手の $\dot{V}O_{2max}$ と比較すると、絶対

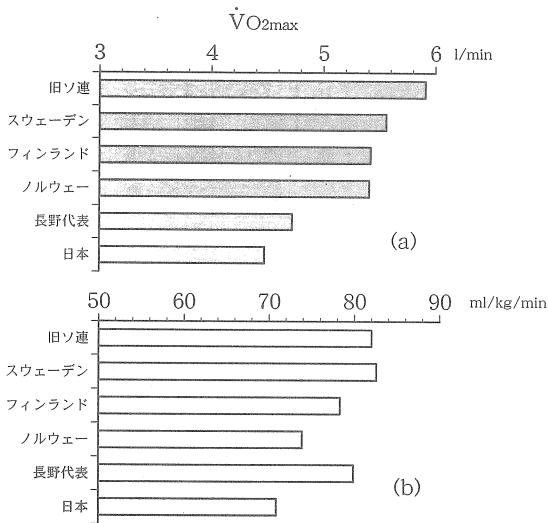


図1-a, b クロスカントリースキー競技における男子諸外国選手の最大酸素摂取量

値ではスウェーデン選手が $5.56\text{l}/\text{min}^{16}$, 旧ソ連選手が $5.91\text{l}/\text{min}^{13}$, フィンランド選手が $5.42\text{l}/\text{min}^{15}$, そしてノルウェー選手が $5.41\text{l}/\text{min}^{2)}$ (いずれもトレッドミルを使用) といずれの国においても日本人選手よりも大きな値を示している (図1-a). 相対値で比較するとスウェーデン選手が $82.6\text{ml}/\text{kg}/\text{min}^{16}$, 旧ソ連選手が $82\text{ml}/\text{kg}/\text{min}^{13}$, フィンランド選手が $78.3\text{ml}/\text{kg}/\text{min}^{15}$, そしてノルウェー選手が $73.9\text{ml}/\text{kg}/\text{min}^{2)}$ となり, 絶対値においても日本人選手は低い値であった (図1-b). しかし, 過去の日本人一流選手においては相対値でも低い値であったが, 長野オリンピック代表選手の平均値とを比較すると, 絶対値では諸外国選手に比べて低い値であるものの, 相対値では世界トップレベル選手と同等の値である. このことから, 今回のオリンピックでの日本選手の健闘が伺われる.

次に女子選手についてであるが, $\dot{V}O_{2max}$ は絶対値 $3.116 \pm 0.227\text{l}/\text{min}$, および体重当たりの相対値では $59.54 \pm 4.23\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$ であった. また, 長野オリンピック代表選手5名の平均は絶対値 $3.264 \pm 0.167\text{l}/\text{min}$, および体重当たりの相対値では $64.69 \pm 3.18\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$ であり, 男子選手と

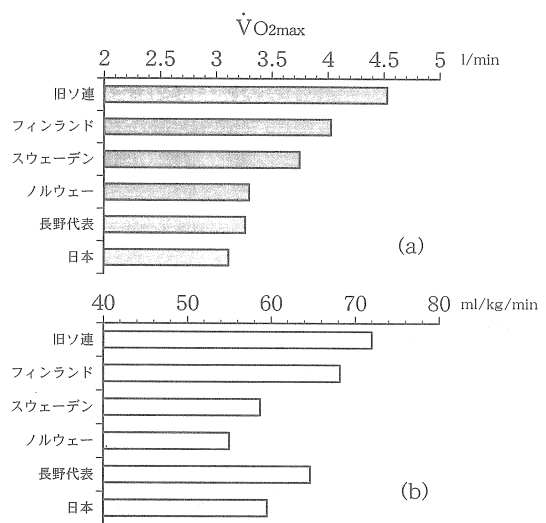


図2-a, b クロスカントリースキー競技における女子諸外国選手の最大酸素摂取量

同様に国内のトップレベルの選手の中でも絶対値および相対値ともに高い値を示している.

諸外国一流選手と日本人選手とを比較すると, 絶対値はスウェーデン選手が $3.75\text{l}/\text{min}^{16}$, 旧ソ連選手が $4.53\text{l}/\text{min}^{13}$, フィンランド選手が $4.03\text{l}/\text{min}^{15}$, そしてノルウェー選手が $3.30\text{l}/\text{min}^{2)}$ といずれの国も日本人選手よりも大きな $\dot{V}O_{2max}$ であることがわかる (図2-a). 相対値ではスウェーデン選手が $58.7\text{l}/\text{min}^{16}$, 旧ソ連選手が $72\text{l}/\text{min}^{13}$, フィンランド選手が $68.2\text{l}/\text{min}^{15}$, そしてノルウェー選手が $55.0\text{l}/\text{min}^{2)}$ となり, 男子同様日本人選手は外国選手と比べても劣らない $\dot{V}O_{2max}$ を有していることがわかる (図2-b).

Wilmore と Costill (1994) 19) は競技選手の $\dot{V}O_{2max}$ を報告しているが, この中でクロスカントリースキー選手の $\dot{V}O_{2max}$ は, 20から28歳の選手を対象として男子選手で $65 \sim 95\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$, 女子選手で $60 \sim 75\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$ の範囲内にあると報告しており, 日本人選手は男子選手が中から下の範囲内にあるものの, 女子選手ではオリンピック代表レベルでも低い位置にあることがわかる. また, クロスカントリースキーは $\dot{V}O_{2max}$ とパフォーマンスとの関係が高いことから, 大きい $\dot{V}O_{2max}$ を保有している選手が競技に有利に働くものと考えら

表3 バイアスロン選手（男子）の身体特性，最大酸素摂取量およびAT

	年齢 歳	身長 cm	体重 kg	上腕皮脂肪厚 mm	背部皮脂肪厚 mm	腹部皮脂肪厚 mm	体脂肪量 kg	除脂肪体重 kg	体脂肪率 %	最大酸素摂取量			LT4mM_VO2 ml/BW/min	LT4mM_SPEED m/min
										ml/BW/min	ml/LBW/min	ml/min		
n	57	57	57	22	22	22	22	22	22	57	22	57	27	27
MEAN	23.3	170.7	63.5	5.3	7.2	5.8	6.6	57.4	10.2	69.37	75.96	4401	60.42	307
SD	3.9	5.0	4.8	2.1	1.2	1.5	1.1	3.9	1.3	3.57	4.12	324	3.97	16
MAX	33	181.0	74.7	10.0	9.7	9.5	9.7	65.2	13.2	77.80	83.59	5205	72.35	332
MIN	19	159.6	52.0	2.0	5.2	4.0	5.0	52.0	8.2	61.60	69.05	3692	52.06	261

表4 バイアスロン選手（女子）の身体特性，最大酸素摂取量およびAT

	年齢 歳	身長 cm	体重 kg	上腕皮脂肪厚 mm	背部皮脂肪厚 mm	腹部皮脂肪厚 mm	体脂肪量 kg	除脂肪体重 kg	体脂肪率 %	最大酸素摂取量			LT4mM_VO2 ml/BW/min	LT4mM_Speed m/min
										ml/BW/min	ml/LBW/min	ml/min		
n	12	12	12	11	11	11	11	11	11	12	11	12	12	12
MEAN	21.6	154.0	50.7	9.1	8.4	9.2	7.5	43.5	14.5	58.93	68.93	2982	51.88	261
SD	2.8	4.5	7.0	3.0	1.9	4.4	2.1	5.6	2.6	2.99	3.63	390	1.56	19
MAX	27	160.6	65.2	14.0	13.0	18.0	10.9	54.3	20.4	64.57	72.89	3772	59.01	286
MIN	18	147.3	42.6	5.5	6.5	5.0	5.2	37.2	11.4	54.08	62.75	2493	44.26	220

表5 ノルディックコンバインド選手（男子）の身体特性，最大酸素摂取量およびAT

	年齢 歳	身長 cm	体重 kg	上腕皮脂肪厚 mm	背部皮脂肪厚 mm	腹部皮脂肪厚 mm	体脂肪量 kg	除脂肪体重 kg	体脂肪率 %	最大酸素摂取量			LT4mM_VO2 ml/BW/min	LT4mM_SPEED m/min
										ml/BW/min	ml/LBW/min	ml/min		
n	18	18	18	14	14	14	14	14	14	18	14	18	18	18
MEAN	19.3	171.2	63.9	5.9	8.5	7.2	7.2	57.5	11.0	61.89	68.37	3939	54.91	275
SD	1.5	6.8	7.3	1.6	2.0	2.4	1.8	6.1	1.6	4.40	4.10	388	4.87	19
MAX	24	190.5	81.9	9.0	14.0	12.0	12.3	69.6	15.1	68.21	75.27	4556	64.44	316
MIN	18	156.4	48.7	4.1	6.5	4.0	5.4	43.3	9.4	52.97	61.21	2998	45.71	239

れる。世界のトップレベルの選手においては男子で80～90ml/kg/minの $\dot{V}O_{2max}$ が報告されており，日本人選手のさななる向上が望まれる。

b) バイアスロン

バイアスロン選手の $\dot{V}O_{2max}$ は表3，および表4に示した。男子選手の $\dot{V}O_{2max}$ は絶対値で4.401±0.324l/min，および体重当たりの相対値では69.37±3.57ml/kg/minであった。また，今回の長野オリンピックに出場した男子選手5名の平均は絶対値4.443±0.287l/min，および体重当たりの相対値では71.28±3.19ml/kg/minであった。バイアスロンは競技種目特性上，国内において選手が限られて選手人口が他の競技に比べて少なく，同一の集団でトレーニングをしていることから，国内におけるオリンピック代表選手の絶対値および相対値に大きな差は見られないものと考えられる。

諸外国一流選手の $\dot{V}O_{2max}$ に関する報告は少ないが，スウェーデン選手¹⁵⁾（絶対値5.4l/min，相対値74ml/kg/min）の $\dot{V}O_{2max}$ （トレッドミルを使用）と比較すると，クロスカントリースキー選手と同じく日本人選手が小さい値であった。

女子選手の $\dot{V}O_{2max}$ は，絶対値2.982±0.390l/min，および体重当たりの相対値では58.93±2.99

ml/kg/minであった。長野オリンピック代表選手4名の $\dot{V}O_{2max}$ は，絶対値が3.374±0.431l/min，および体重当たりの相対値では58.98±2.16ml/kg/minであり，男子選手と同様の結果となった。

女子選手に関する諸外国の一流選手に関する報告は見られなかったが，日本人選手は諸外国の選手に比べて体格が劣ることから，絶対値における $\dot{V}O_{2max}$ は諸外国の選手に比べて小さいものと推測される。

バイアスロン競技は，クロスカントリースキーと射撃の組み合わせという特殊な競技であり，クロスカントリースキーの成績だけによらないが，バイアスロンのパフォーマンスの善し悪しを決定する一要因として $\dot{V}O_{2max}$ は重要であるといえる。

c) ノルディックコンバインド

ノルディックコンバインド選手の $\dot{V}O_{2max}$ は絶対値が3.939±0.388l/min，および体重当たりの相対値では61.89±4.40ml/kg/minであった（表5）。今回報告するノルディックコンバインド選手には長野オリンピック代表選手は含まれていないが，近年クロスカントリースキーでは諸外国の選手に劣らないことから，国内トップレベルの選

表6 スピードスケート短距離（男子）の身体特性、最大酸素摂取量およびAT

	年齢 歳	身長 cm	体重 kg	上腕皮脂厚 mm	背部皮脂厚 mm	腹部皮脂厚 mm	体脂肪量 kg	除脂肪体重 kg	体脂肪率 %	最大酸素摂取量			LT4mM_VO2 ml/BW/min	LT4mM_POWER m/min
										ml/BW/min	ml/LBW/min	ml/min		
n	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
MEAN	17.9	172.1	69.7	6.6	8.4	7.2	7.6	62.2	10.8	61.16	68.49	4248	43.79	1287
SD	2.3	6.0	5.6	1.9	2.1	4.5	1.9	4.3	1.9	5.61	5.71	356	4.43	135
MAX	24	184.0	82.8	11.0	15.0	25.0	13.1	70.0	15.9	72.52	81.09	5185	58.10	1537
MIN	15	162.7	59.7	4.3	5.3	3.3	5.6	54.1	8.5	52.85	59.71	3502	37.32	1038

表7 スピードスケート中距離（男子）の身体特性、最大酸素摂取量およびAT

	年齢 歳	身長 cm	体重 kg	上腕皮脂厚 mm	背部皮脂厚 mm	腹部皮脂厚 mm	体脂肪量 kg	除脂肪体重 kg	体脂肪率 %	最大酸素摂取量			LT4mM_VO2 ml/BW/min	LT4mM_POWER m/min
										ml/BW/min	ml/LBW/min	ml/min		
n	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
MEAN	17.4	171.2	67.3	8.3	8.1	6.3	7.7	59.6	11.4	63.66	71.91	4286	47.81	1393
SD	0.9	6.5	4.6	1.4	1.3	1.7	1.0	4.2	1.3	3.74	4.72	389	2.96	163
MAX	19	187.6	77.9	11.2	10.0	9.5	9.2	70.5	13.2	70.30	79.25	4838	51.99	1664
MIN	16	163.9	61.3	6.0	6.0	4.5	6.1	54.6	9.5	56.76	62.76	3604	43.51	1207

表8 スピードスケート長距離（男子）の身体特性、最大酸素摂取量およびAT

	年齢 歳	身長 cm	体重 kg	上腕皮脂厚 mm	背部皮脂厚 mm	腹部皮脂厚 mm	体脂肪量 kg	除脂肪体重 kg	体脂肪率 %	最大酸素摂取量			LT4mM_VO2 ml/BW/min	LT4mM_POWER m/min
										ml/BW/min	ml/LBW/min	ml/min		
n	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
MEAN	17.7	172.6	66.5	7.7	7.7	6.4	7.3	59.2	10.9	65.46	73.51	4346	51.27	1469
SD	1.9	6.2	5.5	2.2	1.5	1.9	1.4	4.8	1.7	4.16	4.62	369	6.75	226
MAX	26	184.3	77.5	12.5	11.2	11.3	10.5	69.1	13.8	74.00	83.00	5239	72.32	1831
MIN	15	160.5	57.6	3.0	5.0	4.0	4.8	51.5	7.6	57.38	66.11	3587	40.41	1081

表9 スピードスケート短距離（女子）の身体特性、最大酸素摂取量およびAT

	年齢 歳	身長 cm	体重 kg	上腕皮脂厚 mm	背部皮脂厚 mm	腹部皮脂厚 mm	体脂肪量 kg	除脂肪体重 kg	体脂肪率 %	最大酸素摂取量			LT4mM_VO2 ml/BW/min	LT4mM_La m/min
										ml/BW/min	ml/LBW/min	ml/min		
n	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
MEAN	18.0	162.9	59.8	14.3	10.5	11.8	11.6	48.2	19.4	51.33	63.64	3065	40.12	1014
SD	2.1	5.0	4.6	3.5	2.6	3.9	2.4	4.2	3.6	4.21	3.97	286	3.56	153
MAX	23	172.6	68.8	23.5	15.5	20.5	17.5	57.3	28.2	60.00	73.03	3763	48.63	1460
MIN	15	155.0	52.3	9.0	6.6	6.0	7.6	39.6	14.3	44.19	57.17	2536	34.76	808

表10 スピードスケート中距離（女子）の身体特性、最大酸素摂取量およびAT

	年齢 歳	身長 cm	体重 kg	上腕皮脂厚 mm	背部皮脂厚 mm	腹部皮脂厚 mm	体脂肪量 kg	除脂肪体重 kg	体脂肪率 %	最大酸素摂取量			LT4mM_VO2 ml/BW/min	LT4mM_La m/min
										ml/BW/min	ml/LBW/min	ml/min		
n	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MEAN	17.4	160.4	57.3	13.4	12.5	15.5	11.6	45.7	20.1	51.90	65.00	2968	40.59	1006
SD	1.1	5.0	6.2	3.6	2.3	5.1	3.0	4.8	3.7	3.86	3.91	316	3.36	91
MAX	19	168.3	67.4	22.0	17.0	23.0	18.9	55.5	28.5	56.03	72.28	3512	46.14	1180
MIN	16	154.5	46.4	9.0	10.5	7.5	8.9	37.5	15.9	43.88	58.05	2446	33.79	897

表11 スピードスケート長距離（女子）の身体特性、最大酸素摂取量およびAT

	年齢 歳	身長 cm	体重 kg	上腕皮脂厚 mm	背部皮脂厚 mm	腹部皮脂厚 mm	体脂肪量 kg	除脂肪体重 kg	体脂肪率 %	最大酸素摂取量			LT4mM_VO2 ml/BW/min	LT4mM_La m/min
										ml/BW/min	ml/LBW/min	ml/min		
n	18	18	18	17	17	17	17	17	17	18	17	18	18	18
MEAN	17.7	161.4	58.2	14.4	10.5	12.3	11.4	46.8	19.5	55.48	68.31	3223	43.06	1091
SD	1.4	5.1	5.3	3.0	2.8	5.1	2.8	3.9	3.6	4.88	5.42	337	5.67	195
MAX	21	173.5	69.8	20.5	19.5	23.0	18.8	56.7	29.2	64.54	76.87	4127	55.43	1516
MIN	16	154.6	51.5	10.0	7.5	6.5	7.5	43.4	14.6	47.83	59.36	2706	32.14	789

手の $\dot{V}O_{2max}$ は高いものと考えられる。

諸外国の選手においては、フィンランド選手は絶対値が $5.14l/min$ 、相対値では $72.8ml/kg/min$ と¹⁵⁾、そしてアメリカ選手においては絶対値が $4.75l/min$ 、相対値では $67.5ml/kg/min$ ¹⁾（いずれもトレッドミルを使用）と報告されており、ノ

ルディックコンバインドの競技においても日本人選手の $\dot{V}O_{2max}$ が低い値であった。

これまで日本人選手はジャンプ競技で引き離して、クロスカントリーで逃げるという先行逃げ切りのパターンで、オリンピックおよびワールドカップで大活躍してきたが、近年ジャンプ技術を

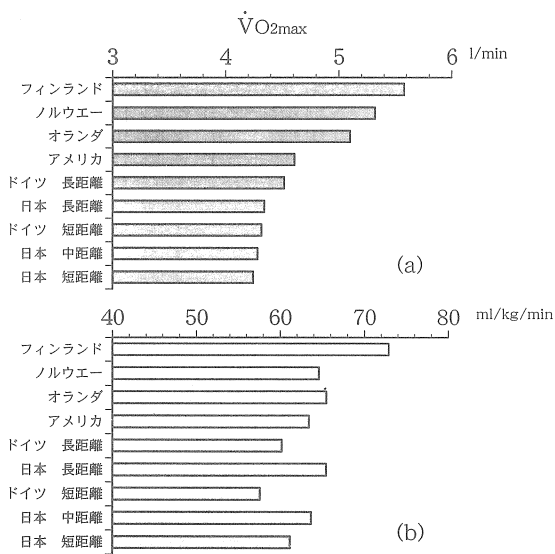


図3 - a, b スピードスケート競技における男子諸外国選手の最大酸素摂取量

諸外国の選手も習得しており、日本人選手においては持久的能力の向上が重要な課題となっているように思われる。また $\dot{V}O_{2max}$ はクロスカントリースキーと高い相関関係があることから、 $\dot{V}O_{2max}$ は諸外国の選手と比較する上でも重要な指標となる。

d) スピードスケート

スピードスケート選手の $\dot{V}O_{2max}$ は、短距離、中距離、および長距離と3つに分けて報告する(表6～表11)。この3群は選手の自己申告や指導者の区分けによりグループ分けをした。

まず、男子選手の $\dot{V}O_{2max}$ は、短距離選手で絶対値が 4.248 ± 0.356 l/min, 相対値は 61.16 ± 5.61 ml/kg/min となり、中距離選手は絶対値が 4.286 ± 0.389 l/min, 相対値は 63.66 ± 3.74 ml/kg/min, そして長距離選手は絶対値が 4.346 ± 0.369 l/min, 相対値では 65.46 ± 4.46 ml/kg/min となった。

諸外国選手の $\dot{V}O_{2max}$ については図3 - a および図3 - b に示した。いずれも種目に分けた形で報告されていないが、フィンランド選手は絶対値 5.58 l/min, 相対値 72.9 ml/kg/min¹⁵⁾、オランダ選手は絶対値 5.10 l/min, 相対値 65.5 ml/kg/min¹⁷⁾、ノルウェー選手は絶対値 5.32 l/min, 相対

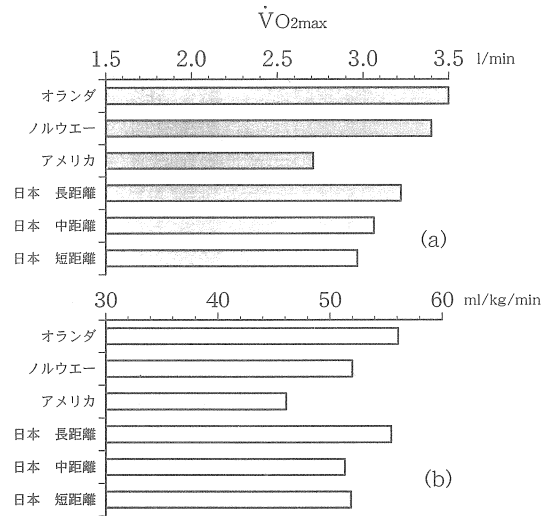


図4 - a, b スピードスケート競技における女子諸外国選手の最大酸素摂取量

値 64.6 ml/kg/min²⁾、そしてアメリカ選手は絶対値 4.61 l/min, 相対値 63.4 ml/kg/min¹²⁾ と報告されている。またドイツ選手については短距離選手(絶対値 4.32 l/min, 相対値 57.6 ml/kg/min)と長距離選手(絶対値 4.52 l/min, 相対値 60.2 ml/kg/min)とに分けて報告されている¹⁸⁾(ドイツ選手については自転車エルゴメータを使用、その他の選手はトレッドミルを使用)。これらの国と比較すると日本人選手は絶対値では諸外国選手に劣るものの、相対値では同等の値である。また、ドイツ選手との比較では、短距離および長距離選手ともに相対値では日本人選手の方が約 5 ml/kg/min 大きい値であった。

女子選手については、短距離選手で絶対値が 3.065 ± 0.286 l/min, 相対値は 51.33 ± 4.21 ml/kg/min となり、中距離選手は絶対値が 2.968 ± 0.316 l/min, 相対値は 51.90 ± 3.86 ml/kg/min, そして長距離選手は絶対値が 3.223 ± 0.337 l/min, 相対値では 55.48 ± 4.88 ml/kg/min の $\dot{V}O_{2max}$ であった。

日本人選手の $\dot{V}O_{2max}$ と諸外国選手の $\dot{V}O_{2max}$ とを比較すると(ノルウェー選手が絶対値が 3.41 l/min, 相対値では 52.0 ml/kg/min¹⁵⁾、オランダ選手では絶対値が 3.50 l/min, 相対値では 56.1 ml/kg/min¹⁸⁾、そしてアメリカ選手が絶対値が 2.71 l/min,

表12 フィギアスケート選手（男子）の身体特性，最大酸素摂取量および AT

	年齢 歳	身長 cm	体重 kg	上腕皮脂厚 mm	背部皮脂厚 mm	腹部皮脂厚 mm	体脂肪量 kg	除脂肪体重 kg	体脂肪率 %	最大酸素摂取量		LT4mM VO2 ml/BW/min	LT4mM POWER m/min
										ml/BW/min	ml/LBW/min		
n	18	18	18							18	18		
MEAN	18.3	166.1	60.6							58.75	3571		
SD	2.9	6.9	7.5							7.05	618		
MAX	27	179.4	77.0							67.60	4595		
MIN	14	156.4	46.0							38.60	1776		

表13 フィギアスケート選手（女子）の身体特性，最大酸素摂取量および AT

	年齢 歳	身長 cm	体重 kg	上腕皮脂厚 mm	背部皮脂厚 mm	腹部皮脂厚 mm	体脂肪量 kg	除脂肪体重 kg	体脂肪率 %	最大酸素摂取量		LT4mM VO2 ml/BW/min	LT4mM La m/min
										ml/BW/min	ml/LBW/min		
n	18	18	18							18	18		
MEAN	17.2	154.4	47.1							51.56	2426		
SD	4.7	5.5	5.2							4.67	319		
MAX	29	165	55.5							58.10	2885		
MIN	13	147	34.4							41.10	1686		

min, 相対値では $46.1\text{ml/kg/min}^{12)}$), 日本選手は諸外国の選手と同等の $\dot{V}O_{2\text{max}}$ であった(図4-a, b)。

Wilmore と Costill (1994) はスピードスケート選手の $\dot{V}O_{2\text{max}}$ は, 18から24歳の選手を対象として男子選手で $56\sim 73\text{ml/kg/min}$, 女子選手で $44\sim 55\text{ml/kg/min}$ の範囲内にあると報告していることから, 日本人選手は十分な有酸素的能力を有していると考えられる。また, スピードスケートは相対値に比べて絶対値の $\dot{V}O_{2\text{max}}$ がパフォーマンスと関係が高いことから²⁰⁾, 絶対値の向上も望まれる。

e) フィギュアスケート

フィギュアスケート選手の $\dot{V}O_{2\text{max}}$ は表12, および表13に示した。男子選手の $\dot{V}O_{2\text{max}}$ は絶対値が $3.571\pm 0.618\text{l/min}$, 相対値は $58.75\pm 7.05\text{ml/kg/min}$ であった。長野オリンピック代表選手4名の $\dot{V}O_{2\text{max}}$ は絶対値が $3.922\pm 0.648\text{l/min}$, 相対値は $63.78\pm 2.86\text{ml/kg/min}$ であり, 国内でもトップレベルの選手が高い $\dot{V}O_{2\text{max}}$ を有している。

諸外国選手の $\dot{V}O_{2\text{max}}$ については, カナダ選手が絶対値 3.4l/min , 相対値 58.5ml/kg/min と報告¹⁴⁾されているが(トレッドミルを使用), 日本選手と同等の $\dot{V}O_{2\text{max}}$ であり, 長野オリンピック代表選手ではカナダ選手に比べて大きな $\dot{V}O_{2\text{max}}$ であった。

女子選手の $\dot{V}O_{2\text{max}}$ については, 絶対値が $2.426\pm 0.319\text{l/min}$, 相対値は $51.56\pm 4.67\text{ml/kg/min}$ であった。長野オリンピック代表選手2名の $\dot{V}O_{2\text{max}}$

は絶対値が $2.491\pm 0.045\text{l/min}$, 相対値は $51.55\pm 5.02\text{ml/kg/min}$ であり, ここでは男子選手に見られた傾向は認められなかった。

諸外国選手の $\dot{V}O_{2\text{max}}$ については, 男子同様カナダ選手の $\dot{V}O_{2\text{max}}$ が絶対値 2.7l/min , 相対値 48.9ml/kg/min と報告¹⁴⁾されているが(トレッドミルを使用), 日本選手はカナダ選手に比べて $\dot{V}O_{2\text{max}}$ が高い値であった。

フィギュアスケートは体力の他に技術および表現力が重要な種目であるが, 今回の結果から, 技術および表現力を十分に生かす持続的能力が必要不可欠であると考えられる。従って, $\dot{V}O_{2\text{max}}$ はフィギュアスケート選手の重要な指標となるといえる。

f) アイスホッケー

アイスホッケー選手の $\dot{V}O_{2\text{max}}$ を表14～表17に示した。男子選手についてはFW, DF, GK とポジション別に分けて $\dot{V}O_{2\text{max}}$ を示した。ポジション別に見るとFW選手は絶対値が $4.167\pm 0.359\text{l/min}$, 相対値は $55.64\pm 5.38\text{ml/kg/min}$, DF選手が絶対値が $4.229\pm 0.344\text{l/min}$, 相対値は $53.30\pm 5.06\text{ml/kg/min}$, そしてGK選手は絶対値が $3.790\pm 0.501\text{l/min}$, 相対値は $50.92\pm 4.39\text{ml/kg/min}$ であった。長野オリンピック代表選手の $\dot{V}O_{2\text{max}}$ は, FW選手(7名)は絶対値が $4.300\pm 0.383\text{l/min}$, 相対値は $54.98\pm 5.56\text{ml/kg/min}$, DF選手(3名)が絶対値が $4.315\pm 0.343\text{l/min}$, 相対値は $50.05\pm 1.72\text{ml/kg/min}$, そしてGK選手(2名)は絶対値が $3.808\pm 0.083\text{l/min}$, 相対値は $46.57\pm 2.04\text{ml/kg/min}$ となり,

表14 アイスホッケー FW (男子) の身体特性, 最大酸素摂取量および AT

	年齢 歳	身長 cm	体重 kg	上腕皮脂肪厚 mm	背部皮脂肪厚 mm	腹部皮脂肪厚 mm	体脂肪量 kg	除脂肪体重 kg	体脂肪率 %	最大酸素摂取量			LT4mM VO2 ml/BW/min	LT4mM POWER m/min
										ml/BW/min	ml/LBW/min	ml/min		
n	34	34	34	33	33	33	33	33	33	34	33	34	34	31
MEAN	23.7	174.2	75.3	8.9	10.8	12.3	10.3	64.8	13.6	55.64	64.26	4167	41.28	1309
SD	4.5	5.8	7.0	4.4	3.7	6.3	3.3	5.5	3.7	5.38	5.40	359	5.46	202
MAX	33	184.5	92.2	21.0	19.0	27.0	18.8	78.4	23.2	63.99	72.94	5170	50.84	1690
MIN	18	162.3	63.0	4.0	5.5	3.5	5.8	57.2	9.1	40.05	45.89	3372	29.84	727

表15 アイスホッケー DF (男子) の身体特性, 最大酸素摂取量および AT

	年齢 歳	身長 cm	体重 kg	上腕皮脂肪厚 mm	背部皮脂肪厚 mm	腹部皮脂肪厚 mm	体脂肪量 kg	除脂肪体重 kg	体脂肪率 %	最大酸素摂取量			LT4mM VO2 ml/BW/min	LT4mM POWER m/min
										ml/BW/min	ml/LBW/min	ml/min		
n	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
MEAN	24.1	178.2	79.9	8.9	10.7	13.2	10.9	69.0	13.4	53.30	61.53	4229	41.91	1121
SD	5.2	6.5	9.3	4.2	3.0	6.1	3.3	6.8	3.0	5.06	4.79	344	4.77	208
MAX	35	190.6	101.3	15.0	16.0	28.0	17.6	83.7	18.6	61.25	68.67	4974	49.79	1901
MIN	18	168.2	64.3	3.0	5.0	5.0	5.2	59.1	8.0	46.53	54.60	3815	31.93	1127

表16 アイスホッケー GK (男子) の身体特性, 最大酸素摂取量および AT

	年齢 歳	身長 cm	体重 kg	上腕皮脂肪厚 mm	背部皮脂肪厚 mm	腹部皮脂肪厚 mm	体脂肪量 kg	除脂肪体重 kg	体脂肪率 %	最大酸素摂取量			LT4mM VO2 ml/BW/min	LT4mM POWER m/min
										ml/BW/min	ml/LBW/min	ml/min		
n	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
MEAN	24.9	178.1	74.6	8.3	10.4	11.1	9.9	64.7	13.1	50.92	58.58	3790	36.81	1156
SD	5.5	3.4	8.8	3.9	2.6	5.7	2.9	6.8	2.7	4.39	4.51	501	4.91	132
MAX	33	184.2	85.7	16.0	14.5	21.5	15.9	70.3	18.6	57.95	66.23	4566	43.30	1382
MIN	19	173.4	59.8	3.6	6.5	5.0	7.2	52.0	10.5	45.12	54.49	3079	29.46	939

表17 アイスホッケー選手 (女子) の身体特性, 最大酸素摂取量および AT

	年齢 歳	身長 cm	体重 kg	上腕皮脂肪厚 mm	背部皮脂肪厚 mm	腹部皮脂肪厚 mm	体脂肪量 kg	除脂肪体重 kg	体脂肪率 %	最大酸素摂取量			LT4mM VO2 ml/BW/min	LT4mM La m/min
										ml/BW/min	ml/LBW/min	ml/min		
n	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MEAN	22.3	159.5	54.6	13.2	12.3	11.8	10.2	44.4	18.7	46.05	56.63	2507	32.51	811
SD	2.8	5.0	4.9	3.0	2.0	3.2	1.6	3.9	2.0	3.53	4.36	213	2.24	72
MAN	29	168.6	64.5	17.0	16.8	17.5	13.3	51.2	21.0	51.32	64.17	2961	35.82	890
MIN	19	152.1	48.6	8.5	9.3	7.5	7.6	39.8	14.5	40.39	48.84	2192	28.71	663

オリンピック代表選手は絶対値ではやや高い値であるが、相対値ではほとんど同じ値であった。

諸外国選手の $\dot{V}O_{2max}$ については、カナダ選手についてのポジション別の報告³⁾と比較すると、カナダの FW 選手は絶対値が 4.341 l/min 、相対値は 55.7 ml/kg/min 、DF 選手が絶対値が 4.521 l/min 、相対値は 55.0 ml/kg/min 、そして GK 選手は絶対値が 3.911 l/min 、相対値は 53.6 ml/kg/min であり、約10年前の報告であるが、日本選手は FW 選手はカナダ選手と同等の $\dot{V}O_{2max}$ であるが、DF および GK 選手はカナダ選手に比べてやや小さい $\dot{V}O_{2max}$ であった。

女子選手の $\dot{V}O_{2max}$ は、被験者数が少ないためポジション別に区分せずに示した。 $\dot{V}O_{2max}$ は絶対値が $2.507 \pm 0.2131\text{ l/min}$ 、相対値は $46.05 \pm 3.53\text{ ml/kg/min}$ であった。

女子アイスホッケーは、競技人口も少なく、今回の長野オリンピックで始めて実施された競技で

あり、今後さらにデータを収集していく必要がある。

(2)日本人選手の競技種目間の $\dot{V}O_{2max}$ の比較

男子選手の $\dot{V}O_{2max}$ の競技種目別比較を絶対値に関しては図5、および相対値に関しては図6に示した。

絶対値ではスピードスケートおよびアイスホッケー選手のパワーを必要とする競技種目選手が、クロスカントリーおよびバイアスロン選手等の持久的競技種目選手と比較しても $\dot{V}O_{2max}$ に大きな差は見られず、体の大きさによる影響が反映される結果となった。しかしながら、体重当たり、および除脂肪体重当たりの $\dot{V}O_{2max}$ では持久的要素が高くなる競技種目において大きな $\dot{V}O_{2max}$ であった。中でもクロスカントリースキーおよびバイアスロン選手は、他の競技に比べて大きな $\dot{V}O_{2max}$ であった。また、フィギュアスケート選手に関しては、

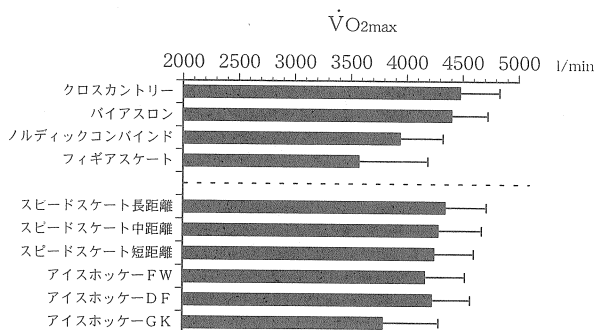


図5 日本人一流男子選手における競技種目別の最大酸素摂取量

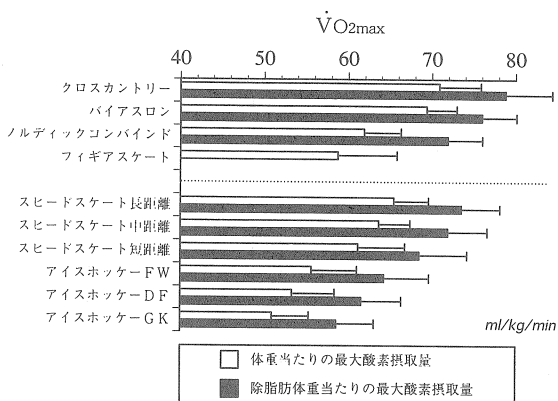


図6 日本人一流男子選手における競技種目別の最大酸素摂取量（相対値）

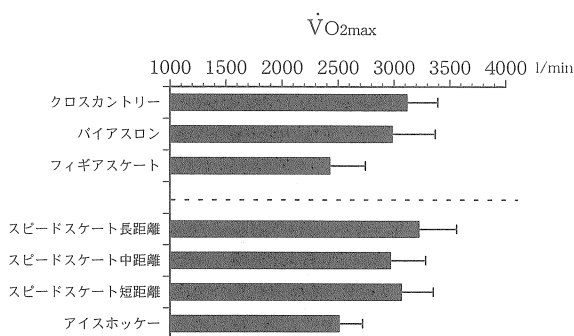


図7 日本人一流女子選手における競技種目別の最大酸素摂取量

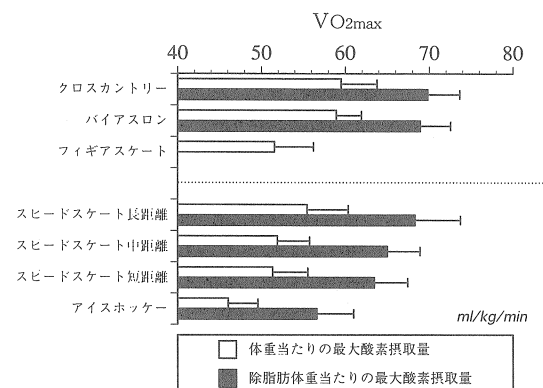


図8 日本人一流女子選手における競技種目別の最大酸素摂取量（相対値）

技術および表現力にとらわれがちであるが高い持久的能力が必要な競技種目であることが今回の結果から示される。

女子選手の $\dot{V}O_{2max}$ の競技種目別比較を絶対値に関しては図7、および相対値に関しては図8に示した。

絶対値ではスピードスケートおよびアイスホッケー選手のパワーを必要とする競技種目選手が、クロスカントリーおよびバイアスロン選手等の持久的競技種目選手と比較しても $\dot{V}O_{2max}$ に大きな差は見られず、男子と同様に体の大きさによる影響が反映される結果となった。また、体重当たり、および除脂肪体重当たりの $\dot{V}O_{2max}$ では持久的要素が高くなるクロスカントリースキーおよびバイアスロン選手において大きな $\dot{V}O_{2max}$ であった。

体重当たりおよび除脂肪体重当たりの $\dot{V}O_{2max}$ は、両者共に大小関係は同じ傾向にあったが、スピードスケートおよびアイスホッケー選手等の筋力が

必要な競技選手に関しては、除脂肪体重当たりで $\dot{V}O_{2max}$ を評価することも重要になると考えられる。

全体として、 $\dot{V}O_{2max}$ における競技種目特性は過去に報告されている傾向と変化はないが、スピードスケートおよびアイスホッケー選手については種目およびポジション別に分けて報告しており、有効な参考資料であると思われる。

(3)日本人競技種目間のATの比較

男子および女子選手のATの競技種目別比較を図9、および図10に示した。なお、フィギュアスケート選手については、ATを測定していない。また、ATについては方法でも記述してあるが、血中乳酸濃度 4 mmol/l (OBLA) を判定基準に採用

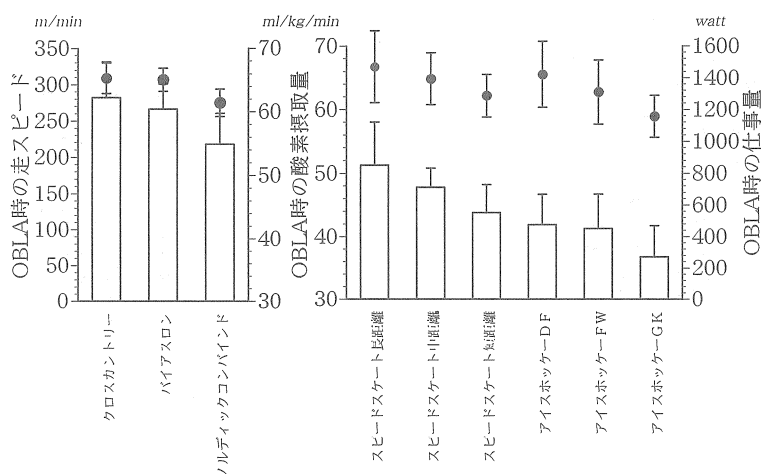


図9 日本人一流男子選手における競技種目別のAT

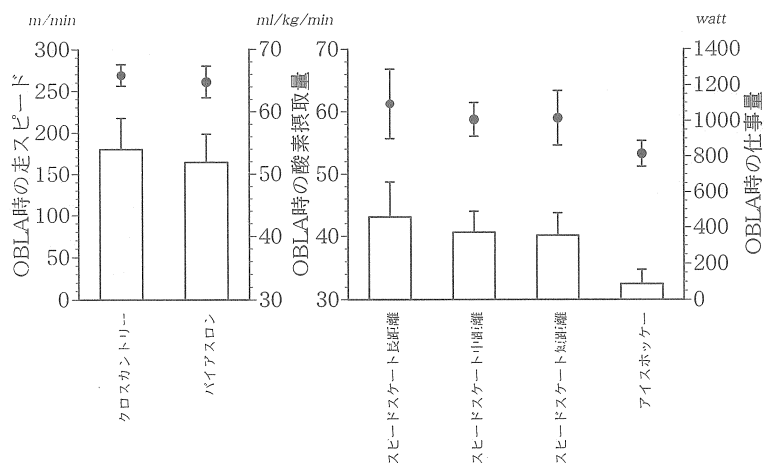


図10 日本人一流女子選手における競技種目別のAT

した。乳酸値の $\dot{V}O_2$ および運動強度に対する2ないし3次回帰式を算出し、上記乳酸値に対する $\dot{V}O_2$ および走行速度を推定した。

過去の報告と同様⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾に、OBLA時の $\dot{V}O_2$ は $\dot{V}O_{2max}$ と同様に、持久的能力の高い競技種目において高い値であった。しかしながら、OBLA時の走スピードおよび仕事量に関しては、 $\dot{V}O_2$ ほどの顕著な差は見られなかった。

次に、OBLA時の $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2max}$ について図11および図12に示した。

まず、トレッドミルを用いた測定では $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2max}$ が男女共に約90%であるのに対して、自転

車エルゴメータでの測定では $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2max}$ がどの競技種目でも男女共に約70~80%となった。今回の測定においては、トレッドミルと自転車エルゴメータを用いて競技種目特性に合わせた運動様式を選択しており、その影響が $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2max}$ に影響したものと考えられる。

競技種目間の $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2max}$ に大きな差は認められないが、スピードスケートの種目間、およびアイスホッケーのポジション別では持久的能力が要求される種目およびポジションになるに従って $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2max}$ が高くなる傾向が見られ、競技種目特性が認められる。

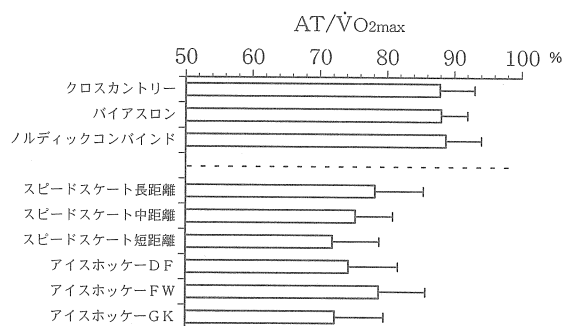


図11 日本人一流男子選手における競技種目別のAT/ $\dot{V}O_{2max}$

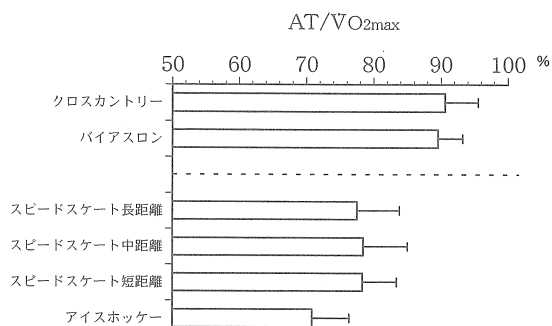


図12 日本人一流女子選手における競技種目別のAT/ $\dot{V}O_{2max}$

表18 札幌オリンピック当時の国内一流競技男子選手の最大酸素摂取量

	最大酸素摂取量	
	l/min	ml/kg/min
クロスカントリースキー	4.76	73.71
ノルディックコンバインド	4.07	63.14
スピードスケート	4.04	62.00
フィギュアスケート	3.03	57.20
アイスホッケーFW	3.90	54.20
アイスホッケーDF	3.50	53.10

表19 札幌オリンピック当時の国内一流競技女子選手の最大酸素摂取量

	最大酸素摂取量	
	l/min	ml/kg/min
クロスカントリースキー	3.38	59.92
スピードスケート	2.82	54.50
フィギュアスケート	2.63	50.80

4) 過去の日本人一流選手との比較

札幌オリンピック当時およびその年代の代表選手または国内一流選手の $\dot{V}O_{2max}$ ⁹⁾と今回報告した $\dot{V}O_{2max}$ とを比較した(表18および表19)。

過去の一流選手のデータは、クロスカントリー、ノルディックコンバインド、フィギュアスケート、スピードスケート、およびアイスホッケー選手の種目を示した。

クロスカントリースキーにおいては、男女共に現在の一流選手と札幌オリンピック代表選手との間では差は見られなかった。しかし、今回の長野オリンピック代表選手の $\dot{V}O_{2max}$ (男子選手：絶対値； 4.723 ± 0.272 l/min, 相対値； 79.89 ± 4.98 ml/kg/min, 女子選手：絶対値； 3.264 ± 0.167 l/min, 相対値； 64.69 ± 3.18 ml/kg/min)は、男女共に札幌オリンピック代表選手に比べて大きな値を示した。

ノルディックコンバインドでは、札幌オリンピック強化選手は、絶対値で4.07 l/min, 相対値で63.14 ml/kg/minであるのに対して、今回の報告

した選手においては $\dot{V}O_{2max}$ はやや下回るものの、大きな変化ではないと考えられる。

フィギュアスケートおよびアイスホッケー選手については、フィギュアスケートでは男女共に札幌オリンピック代表候補選手と(候補を含む)、そして男子アイスホッケーでは札幌オリンピック代表選手と同等の $\dot{V}O_{2max}$ であった。

スピードスケート選手については、札幌オリンピック候補選手の $\dot{V}O_{2max}$ (男子選手：絶対値；4.04 l/min, 相対値；62.0 ml/kg/min, 女子選手：絶対値；3.15 l/min, 相対値；58.8 ml/kg/min)と比較すると、男子では今回報告した選手は短、中および長距離選手ともに大きな値を示している。しかしながら、女子選手については札幌オリンピック候補選手の $\dot{V}O_{2max}$ を下回る結果となった。

全体として、過去に報告された $\dot{V}O_{2max}$ とは大きな変化はないものの、競技種目によっては種目別、およびポジション別に向上しているものもあった。しかしながら、諸外国の選手においてもそれぞれの競技種目において、 $\dot{V}O_{2max}$ がどう推移してきているのか等については、国内での報告と同様の結果となっているかは分かっておらず、今後検討す

る必要がある。

ま と め

冬季競技種目における日本人一流選手の $\dot{V}O_{2max}$ は、過去の国内一流選手と比較して大きな差は見られなかった。しかしながら、約10年前ではあるが諸外国一流選手との比較においては、日本人一流選手の相対値の $\dot{V}O_{2max}$ では外国人選手と同等であった。日本代表クラスの選手については世界一流の選手と同等の $\dot{V}O_{2max}$ かも知しくはそれを上回る $\dot{V}O_{2max}$ であったが、日本選手全体としては、諸外国選手に劣っている競技種目が多く、今後、 $\dot{V}O_{2max}$ の向上がパフォーマンスの向上にも寄与するものと考えられる。

今回競技種目別の AT に関しては提示し、競技種目特性を示すにとどまったが、今後さらなる検討が必要であると考えられる。

文 献

- 1) Brown, S.L. and Wilkinson, J.G. : Characteristics of national, divisional, and club male alpine ski racers. *Med.Sci.Sports.Exerc.* 15:491-495, 1983
- 2) Hermansen, L. : Oxygen transport during in human subjects. *Acta.Physiol.Scand.Suppl.* 399: 1-104, 1973
- 3) Houston, M.E. and Green, H.J. : Physiological and anthropometric characteristics of elite canadian ice hockey players. *J.Sports.Med. Physical.Fitness.* 16:123-128, 1976
- 4) 伊藤静夫ほか:スポーツ選手の AT に関する研究—第3報 第10回アジア大会日本代表選手の AT について—, 昭和61年度日本体育協会スポーツ科学研究所報告, 1986
- 5) 伊藤静夫ほか:スポーツ選手の AT に関する研究—第5報 各種スポーツ選手の LT について—, 平成元年度日本体育協会スポーツ科学研究所報告, 1989
- 6) 伊藤静夫ほか:スポーツ選手の AT に関する研究—第6報 各種スポーツ選手のトレーニングにともなう最大酸素摂取量並びに LT の変化について—, 平成2年度日本体育協会スポーツ科学研究所報告, 1990
- 7) 伊藤静夫ほか:スポーツ選手の AT に関する研究—第7報 陸上長距離選手および距離スキー選手の最大酸素摂取量, LT および走効率と競技成績との関係—, 平成3年度日本体育協会スポーツ科学研究所報告, 1991
- 8) 黒田善雄ほか:日本人一流競技選手の最大酸素摂取量—第1報—, 昭和43年度日本体育協会スポーツ科学研究所報告, 1968
- 9) 黒田善雄ほか:札幌オリンピック スポーツ科学研究所報告, 財団法人日本体育協会, 1972
- 10) 黒田善雄ほか: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—, 昭和48年度日本体育協会スポーツ科学研究所報告, 1973
- 11) 黒田善雄ほか: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3報—, 昭和52年度日本体育協会スポーツ科学研究所報告, 1977
- 12) Maksud, M.G., Farrell, P., Foster, C., Pollock, M., Hare, J., Anholm, J. and Schmidt, D. : Maximal $\dot{V}O_{2max}$, ventilation and heart rate of Olympic speed skating canadians. *J.Sports. Med.Physical.Fitness.* 22:217-223, 1982
- 13) Michalov, V.V. and Ogoltsov, I.G. : The maximal oxygen uptake in Russian cross-country skiers of olympic caliber. The Federal Central Institute for Physical Education. Moscow, 1965
- 14) Niinimaa, V. : Figure skating : What do we know about it?. *Physician Sportmed.* 10:51-54, 1982
- 15) Rusko, H., Havu, M. and Karhonen, E. : Aerobic performance capacity in athletes. *Eur.J. Appl.Physiol.* 38:151-159, 1978
- 16) Saltin, B. and Astrand P.-O. : Maximal oxygen uptake in athletes. *J.Appl.Physiol.* 23:353-358, 1967
- 17) Schenau, G.J. van L., de Boer, R.W., Geysel, J.S. M. and de Groot, G. : Supramaximal test results of male and female speed skaters with particular reference to methodological problems. *Eur. J.Appl. Physiol.* 57: 6-9, 1988
- 18) Schnabel, A. and Kindermann, W. : Effect of maximal oxygen uptake and different forms of physical training on serum lipoproteins. *Eur.J. Appl.Physiol.* 48:263-277, 1982
- 19) Wilmore, J.H. and D.L. Costill : Physiology of sports and exercise. Human Kinetics, 1994
- 20) 山地啓司:最大酸素摂取量の科学, 杏林書院, 1992

平成9年度 財団法人 日本体育協会
スポーツ科学専門委員会

委員長 真野 高一 (日本大学)
委員 青木純一郎 (順天堂大学)
〃 浅見 俊雄 (日本体育大学)
〃 猪俣 公宏 (中京大学)
〃 岩崎 清彦 (大阪体育協会)
〃 内田 元彦 (日本体操協会)
〃 加賀谷淳子 (日本女子体育大学)
〃 勝田 茂 (筑波大学)
〃 嘉戸 脩 (東京学芸大学)
〃 川原 貴 (東京大学)
〃 菊池 章 (日本水泳連盟)
〃 高妻 容一 (近畿大学)
〃 河野 一郎 (筑波大学)
〃 小林 修平 (国立健康・栄養研究所)
〃 佐々木秀幸 (日本陸上競技連盟)
〃 鈴木 正成 (筑波大学)
〃 高沢 晴夫 (横浜市衛生局スポーツ
医科学センター)
〃 竹花 敏 (日本自転車競技連盟)
〃 中嶋 寛之 (日本体育大学)
〃 福永 哲夫 (東京大学)
〃 馬飼野正治 (神奈川県体育協会)
〃 村田 光範 (東京女子医科大学)

平成9年度 財団法人 日本オリンピック委員会
選手強化本部 医科学・情報専門委員会

委員長 川原 貴 (東京大学)
委員 青木純一郎 (順天堂大学)
〃 浅見 俊雄 (日本体育大学)
〃 雨宮 輝也 (日本体育協会)
〃 池上 三紀 (東京美装興業)
〃 猪俣 公宏 (中京大学)
〃 河野 一郎 (筑波大学)
〃 坂本 静男 (順天堂大学浦安病院)
〃 高尾 良英 (藤沢湘南台病院)
〃 福永 哲夫 (東京大学)

財団法人 日本体育協会 スポーツ科学研究所

雨宮 輝也 内丸 仁
伊藤 静夫 加藤 守
森丘 保典 原 孝子

財団法人 日本オリンピック委員会 強化事業部

木下 孝二 平 眞
井手 均 永島眞由美
今井 泰徳 石井 美樹
大野 健二 竹村 誠司

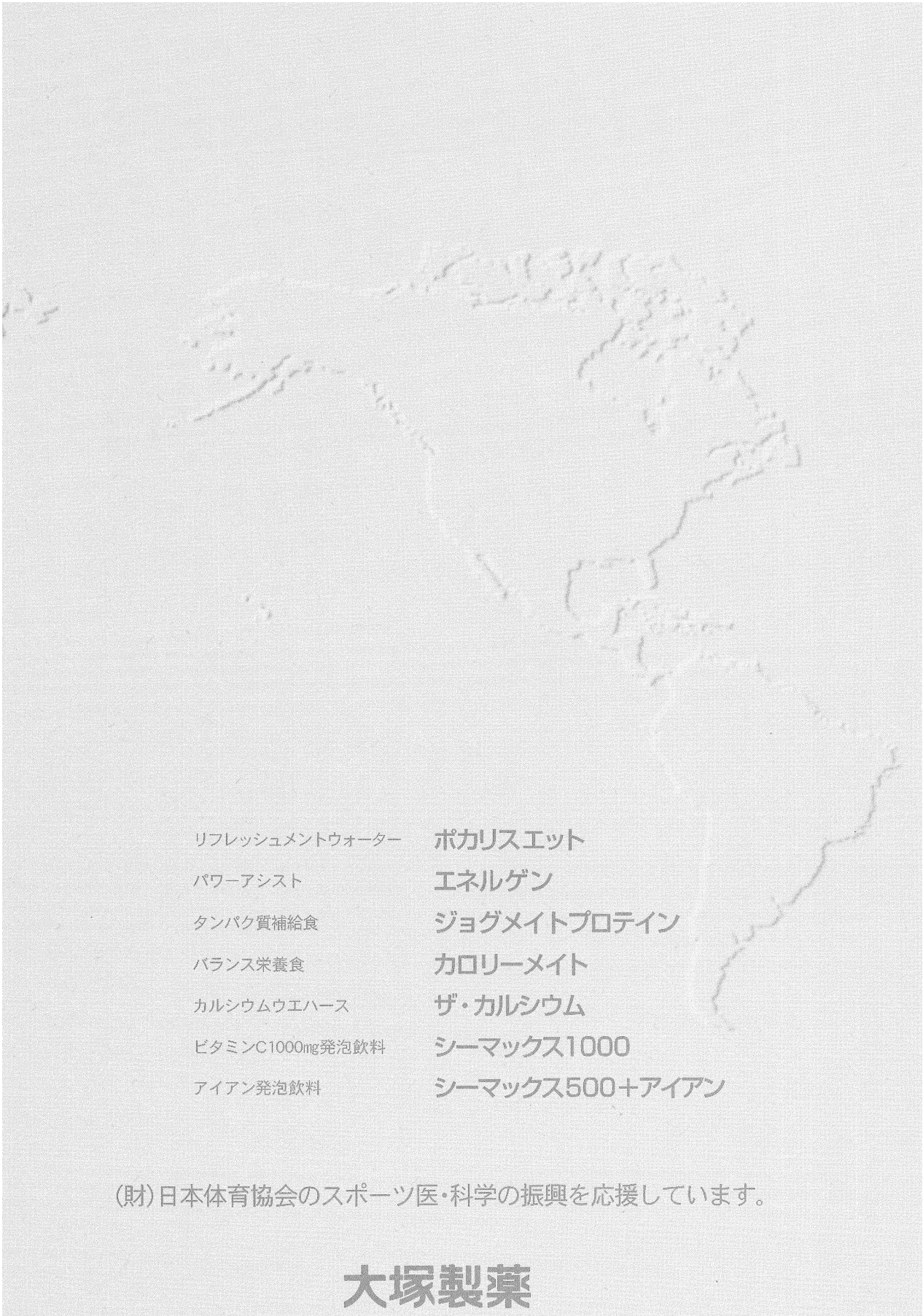
平成9年度 財団法人 日本体育協会スポーツ医・科学報告集

編集代表者 真野 高一 川原 貴
発行者 竹田 弘 笠原 一也
平成10年3月31日 発行

発行所 財団法人 日本体育協会
東京都渋谷区神南1-1-1
TEL (03) 3481-2240

日本体育協会の
スポーツの医・科学を応援します。

Otsuka
people creating
new products
for better health
worldwide



リフレッシュメントウォーター

パワーアシスト

タンパク質補給食

バランス栄養食

カルシウムウエハース

ビタミンC1000mg発泡飲料

アイアン発泡飲料

ポカリスエット

エネルゲン

ジョグメイトプロテイン

カロリーメイト

ザ・カルシウム

シーマックス1000

シーマックス500+アイアン

(財)日本体育協会のスポーツ医・科学の振興を応援しています。

大塚製薬

