

## ショートトラック・スピードスケート選手の Ariel Performance Analysis System を用いた等速性筋力と滑走速度との関係

浜野 学\*・松田竜太郎\*・清田 寛\*・大橋信行\*・川上隆史\*\*  
岸田謙二\*\*\*・細谷治朗\*\*\*\*・大西智史\*\*\*\*\*

(平成 8 年 10 月 17 日受付, 平成 8 年 12 月 2 日受理)

### Relationship between Isokinetic Muscular Extension Strength by Using Ariel Performance Analysis System and Skating Velocity in Short Track Speed Skaters

Manabu HAMANO, Ryutarō MATSUDA, Hiroshi KIYOTA, Nobuyuki OOHASHI,  
Takashi KAWAKAMI, Kenji KISHIDA, Jirou HOSOTANI and Tomofumi OONISHI

The purpose of this study was to examine the relationship between isokinetic extension strength by using Ariel Performance Analysis System (APAS) and skating velocity in men and women's short track speed skaters. The subjects were short track speed skaters (men: 20, women: 20) selected by the Japan Skating Federation. The following results were obtained: (1) Skating velocity of men's short track speed skaters was faster than women's short track speed skaters. (2) Skating velocity of the Japan national A and B teams was faster than that of the Japan junior team, in short track speed skaters of both sexes. (3) Isokinetic extension strength by using APAS of men's short track speed skaters proved more powerful than that of women's short track speed skaters. (4) In the case of men short track speed skaters, the isokinetic extension strength of the Japan national A and B short track speed skater teams was greater than that of the Japan junior team in short track speed skaters. (5) There are significant correlation between isokinetic extension strength by using APAS and skating velocity in men's short track skaters.

Thus, we suggests that skating velocity increased isokinetic extension strength by using APAS in men's short track speed skaters.

#### I. 緒 言

ショート・トラック・スピードスケート競技(以下、ショートトラック)は、現在まで世界選手権大会が 16 回開催され、そのうち日本選手の男子 3 名、女子 4 名がそれぞれ総合優勝している。ショートトラックの冬季オリンピックへの参加は、1988 年カルガリーオリンピックで公開競技に採用されたのがはじまりである。カルガリーオリンピックでは、女子は 3,000 m に優勝し、男子は 500 m に 3 位入賞した。アルペールビルオリンピックからはショートトラックが正式種目に採用され、男女ともにこのオリンピックを起点にしてめざましい活躍をしていることは周知のごとくである。ショートトラック

は、オーバル・トラック(一周: 111.12 m, 半径: 8.5 m)を複数の選手が同時に滑走し、順位を競う他の競技にはない特徴を持っている。また、ショートトラックの力学的特性はスピードスケート競技のカーブの滑走時を等速円運動と仮定した場合、遠心力に対するバンク角(内径角)は約 60 度、選手の体重を約 70 kg と仮定した場合、脚への加重は約 140 kg と推定される<sup>10)</sup>ので、ショートトラックにあてはめると、バンク角と脚への加重はそれぞれスピードスケート競技の約 1.25 倍と約 1.5 倍と推定される<sup>14)</sup>。したがって、ショートトラックは、特に脚筋力を中心とした筋力の優劣が競技成績に影響しているものと推察される。さらに敏捷性や滑走速度も競技成績に

\* 発育発達研究室, \*\* 山梨学院大学一般教育部, \*\*\* スポーツトレーニングセンター, \*\*\*\* トレーニング方法研究室, \*\*\*\*\* 富山健康科学専門学校

Table 1. Physical characteristics of subjects

			Age (year)	Body height (cm)	Body weight (kg)	Skin-hold (upper arm) (mm)
Men	A groups	Mean	19.0	166.8	62.5	10.8
		SD	2.8	5.9	5.8	1.5
	B groups	Mean	19.2	170.1	64.9	11.1
		SD	2.7	5.4	4.6	1.6
	C groups	Mean	15.4	169.9	60.1	11.7
		SD	1.5	2.8	4.6	2.0
Women	A groups	Mean	20.0	158.5	50.8	16.5
		SD	3.6	3.6	4.1	2.8
	B groups	Mean	16.5	156.4	52.3	18.7
		SD	1.9	3.1	3.3	2.2
	C groups	Mean	14.7	156.4	50.4	17.2
		SD	1.6	4.8	5.2	1.2

A groups: Japan national team (A)

B groups: Japan national team (B)

C groups: Japan junior team

Table 2. Performance records of subjects

			Skating velocity (m/sec)	Strength at an inflection point (kg)	Strength at an inflection point/BW	Strength at squat (kg)	Strength at squat/BW
Men	A groups	Mean	11.08	69.5	1.11	163.3	3.60
		SD	0.15	14.3	0.21	30.2	0.25
	B groups	Mean	10.94	69.6	1.07	166.3	2.55
		SD	0.12	16.1	0.25	36.2	0.47
	C groups	Mean	10.60	47.4	0.79	124.4	2.05
		SD	0.12	8.4	0.12	33.1	0.48
Women	A groups	Mean	10.35	46.9	0.92	115.9	2.29
		SD	0.26	18.9	0.35	18.9	0.37
	B groups	Mean	10.04	34.5	0.67	103.0	1.97
		SD	0.15	11.3	0.24	22.8	0.45
	C groups	Mean	9.96	44.2	0.88	96.0	1.89
		SD	0.13	16.4	0.30	23.8	0.32

A groups: Japan national team (A)

B groups: Japan national team (B)

C groups: Japan junior team

BW: Body Weight

影響してくる<sup>15~17)</sup>との報告もされているので大変困難なスポーツ種目といえる。また、ショートトラックの競技方法は、一日の中で予選から決勝まで数回のレースを行い、試合と試合のインターバルは短く、過酷とも思える競技であり、筋力や敏捷性だけではなく、全身持久性の優劣も競技成績に影響するものと思われる。したがって、ショートトラックの選手は、高い水準における体力の構成要素の多くを有していることが競技成績に影響し

ているものと推察される。

そこで、今回の研究は、体力構成要素の中の筋力に着目し、ショートトラックの男女の国際的水準にある選手と、発育期にあるジュニアの日本選抜選手を対象として、①Ariel Performance Analysis System (APAS)を用いた下肢の伸展時における等速性筋力の比較、②下肢の伸展時における等速性筋力と滑走速度との関係について知ることを目的とした。

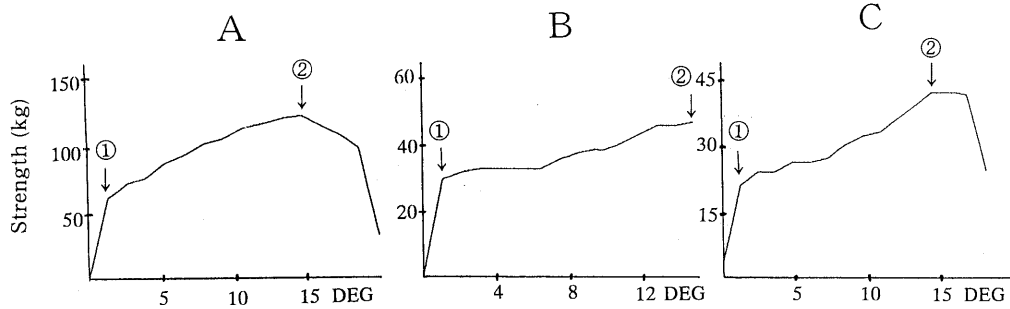


Fig. 1. Typical data of performance analysis system. Exercise is squat each data (A, B, C) show force curve while two legs extension by using APAS in three subjects.  
 ①: Strength at an inflection point  
 ②: Strength at squat  
 DEG: Degree

II. 方 法

(1) 被験者

被験者は、ショートトラック選手男女40名で、ナショナルチーム選手（以下、A-groups）、ナショナル強化選手（以下、B-groups）およびジュニア強化選手（以下、C-groups）である。その内訳は、男子の場合、A-groupsが6名、B-groupsが9名、C-groupsが5名の計20名であった。女子の場合、A-groupsが8名、B-groupsが6名、C-groupsが6名の計20名であった。男女のショートトラック選手の身体的特性はTable 1, 2に示した。

(2) APASを用いた下肢の伸展時における等速性筋力の測定

下肢の伸展時における等速性筋力の測定は、平成8年5月1日に長野県南牧村の帝産アイススケート・トレーニングセンターで行った。APASを用いた下肢の伸展時における等速性筋力は、角速度を一律に30 deg/secで行った。一般的には等速性筋力の測定は、座位により一関節の一軸方向への運動を中心に行っているが、APASは一関節の運動だけではなく、多関節の一連の運動で測定できる。なお、測定はスクワット動作を用いて、最大努力で3回連続で行い、3回の加算平均を用いた。スクワット動作の下肢の位置は大腿部が地面と水平になる膝関節屈曲位の状態から、できるだけ速く下肢の伸展を行わせた。得られた力曲線 (Fig. 1) はコンピューターに取り込み、始動から最初の変曲点までの力 (strength at inflection point: ST-IN-PO) とピーク時の力 (peak strength at squat: PEAK-ST) を専用のプログラムで解析した。

(3) 滑走速度の測定

滑走速度の測定は、平成8年9月26日に長野県南牧

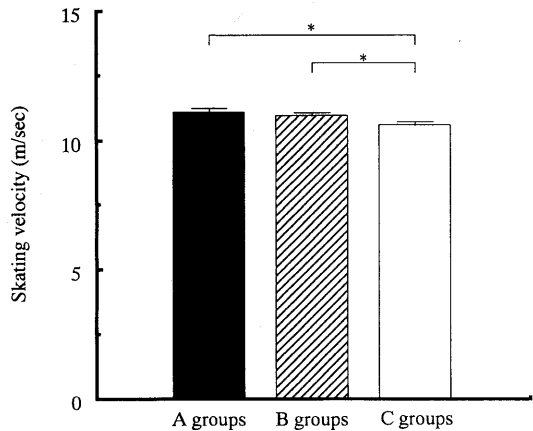


Fig. 2. Comparison of mean value and standard deviation for skating velocity by men's short track speed skaters.  
 A groups: Japan national team (A)  
 B groups: Japan national team (B)  
 C groups: Japan junior team  
 \*:  $p < 0.05$

村の帝産アイススケート・トレーニングセンターのオーバルリンクで行った。滑走速度は、パーシュートレースの形式（一度に2人の選手がトラックのそれぞれの直線の間中部からそれぞれスタートする。）で行い、6周の滑走時の時間を手動時計で計測し、滑走距離を滑走時間で除して滑走速度を求めた ( $111.12 \text{ m} \times 6 \text{ times} \div \text{total time} = \text{velocity (m/sec)}$ )。

(4) 統計的処理

測定値は、平均値と標準偏差で示し、相関係数、回帰直線を求めた。なお、検定には、対応しない場合の平均値の差の検定を用い、危険率は、5%未満を有意とした。

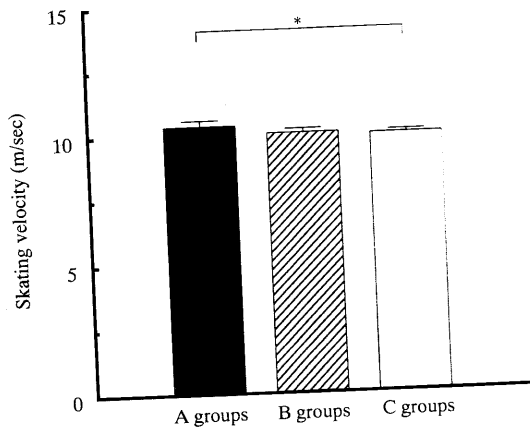


Fig. 3. Comparison of mean value and standard deviation for skating velocity by women's short track speed skaters.  
A groups: Japan national team (A)  
B groups: Japan national team (B)  
C groups: Japan junior team  
\*:  $p < 0.05$

### III. 結 果

#### 1. 男女ショートトラック選手の滑走速度の比較

男子ショートトラック選手の滑走速度の3 groupsの平均値を比較したのが、Fig. 2である。滑走速度は、速い方からA-groupsが $11.08 \pm 0.15$  m/sec, B-groupsが $10.94 \pm 0.12$  m/sec, C-groupsが $10.60 \pm 0.12$  m/secの順であった。滑走速度で、統計的に有意な差を示したのは、A-groupsとC-groups, B-groupsとC-groupsであった( $p < 0.05$ )。

女子ショートトラック選手の滑走速度の3 groupsの平均値を比較したのが、Fig. 3である。滑走速度は、速い方からA-groupsが $10.35 \pm 0.26$  m/sec, B-groupsが $10.05 \pm 0.15$  m/sec, C-groupsが $9.96 \pm 0.13$  m/secの順であった。滑走速度で、統計的に有意な差を示したのは、A-groupsとC-groupsであった( $p < 0.05$ )。

#### 2. 男女ショートトラック選手のAPASを用いた下肢の伸展時における等速性筋力の比較

男子ショートトラック選手のAPASを用いた下肢の伸展時における等速性筋力のST-IN-POの3 groupsの平均値を比較したのが、Fig. 4である。下肢の伸展時における等速性筋力のST-IN-POは、高値の方からB-groupsが $69.6 \pm 16.1$  kg, A-groupsが $69.5 \pm 14.3$  kg, C-groupsが $47.4 \pm 8.4$  kgの順であった。下肢の伸展時における等速性筋力のST-IN-POで、統計的に有意な差を示したのは、A-groupsとC-groups, B-groupsとC-

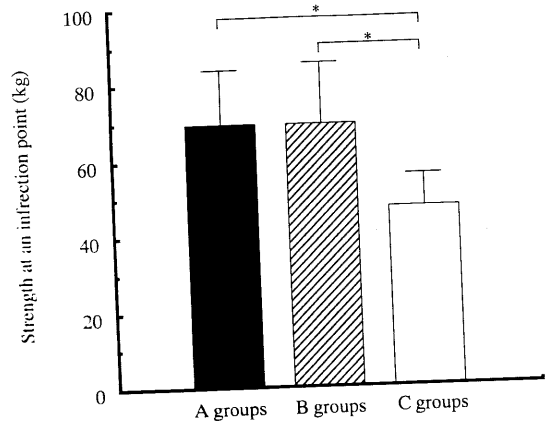


Fig. 4. Comparison of mean value and standard deviation for strength at an inflection point by using APAS in men's short track speed skaters.  
A groups: Japan national team (A)  
B groups: Japan national team (B)  
C groups: Japan junior team  
\*:  $p < 0.05$

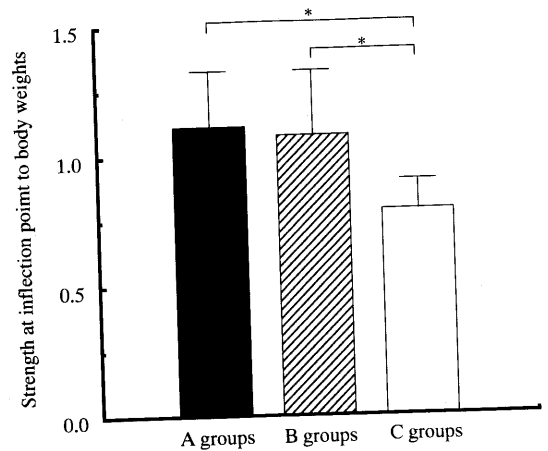


Fig. 5. Comparison of mean value and standard deviation for strength at an inflection point to body weights by using APAS in men's short track speed skaters.  
A groups: Japan national team (A)  
B groups: Japan national team (B)  
C groups: Japan junior team  
\*:  $p < 0.05$

groupsであった( $p < 0.05$ )。

女子ショートトラック選手のAPASを用いた下肢の伸展時における等速性筋力のST-IN-POは、高値の方からA-groupsが $46.9 \pm 18.9$  kg, C-groupsが $44.2 \pm 16.4$

kg, B-groups が  $34.5 \pm 11.3$  kg の順であった。また、3 groups 間ではそれぞれにおいて有意な差は示さなかった。

男子ショートトラック選手の APAS を用いた下肢の伸展時における等速性筋力の ST-IN-PO の値を体重で除し、3 groups の平均値を比較したのが、Fig. 5 である。下肢の伸展時における等速性筋力の ST-IN-PO を体重で除した値は、高値から A-groups が  $1.11 \pm 0.21$ , B-groups が  $1.08 \pm 0.25$ , C-groups が  $0.77 \pm 0.12$  の順であった。下肢の伸展時における等速性筋力の ST-IN-PO を体重で除した値で、統計的に有意な差を示したのは、A-groups と C-groups, B-groups と C-groups であった ( $p < 0.05$ )。

女子ショートトラック選手の APAS を用いた下肢の伸展時における等速性筋力の ST-IN-PO の値を体重で除した値は、高値の方から A-groups が  $0.92 \pm 0.35$ , C-groups が  $0.88 \pm 0.30$ , B-groups が  $0.67 \pm 0.24$  の順であった。また、3 groups 間では、それぞれにおいて有意な差は示さなかった。

男子ショートトラック選手の APAS を用いた下肢の伸展時における等速性筋力の PEAK-ST の 3 groups の値は、高値の方から B-groups が  $166.3 \pm 36.2$  kg, A-groups が  $163.3 \pm 30.2$  kg, C-groups が  $124.4 \pm 33.1$  kg の順であった。

女子ショートトラック選手の APAS を用いた下肢の伸展時における等速性筋力の PEAK-ST の 3 groups の値は、高値の方から A-groups が  $115.9 \pm 18.9$  kg, B-groups が  $103.00 \pm 22.9$  kg, C-groups が  $96.0 \pm 23.8$  kg の順であった。

男子ショートトラック選手の APAS を用いた下肢の伸展時における等速性筋力の PEAK-ST を体重で除し、3 groups の平均値を比較したのが、Fig. 6 である。下肢

の伸展時における等速性筋力の PEAK-ST を体重で除した値は、高値の方から A-groups が  $2.60 \pm 0.25$ , B-groups が  $2.55 \pm 0.47$ , C-groups が  $2.06 \pm 0.48$  の順であった。下肢の伸展時における等速性筋力の PEAK-ST を体重で除した値で、統計的に有意な差を示したのは、A-groups と C-groups の間であった ( $p < 0.05$ )。

女子ショートトラック選手の APAS を用いた下肢の伸展時における等速性筋力の PEAK-ST を体重で除した値は、高値の方から A-groups が  $2.29 \pm 0.14$ , B-groups が  $1.97 \pm 0.45$ , C-groups が  $1.89 \pm 0.33$  の順であった。

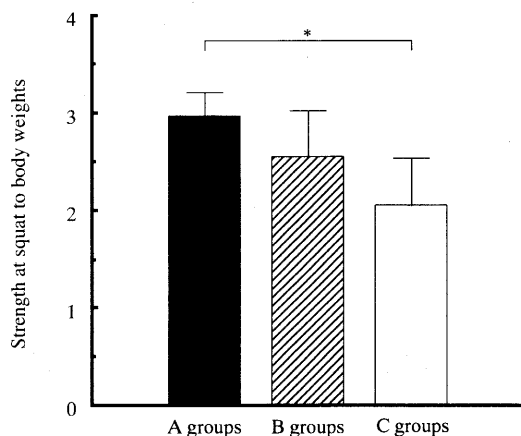


Fig. 6. Comparison of mean value and standard deviation for strength at squat to body weights by using APAS in men's short track speed skaters.  
 A groups: Japan national team (A)  
 B groups: Japan national team (B)  
 C groups: Japan junior team  
 \*:  $p < 0.05$

Table 3. Matrix of correlation coefficients

Men \ Women	Skating velocity	Strength at an inflection point	Strength at an inflection point/BW	Strength at squat	Strength at squat/BW
Skating velocity		0.190	0.212	0.248	0.322
Strength at an inflection point	0.667**		0.979***	0.636*	0.601**
Strength at an inflection point/BW	0.639**	0.955***		0.548*	0.577**
Strength at squat	0.447*	0.589**	0.401		0.932***
Strength at squat/BW	0.470*	0.591**	0.480*	0.952***	

\*:  $p < 0.05$ . \*\*:  $p < 0.01$ . \*\*\*:  $p < 0.001$

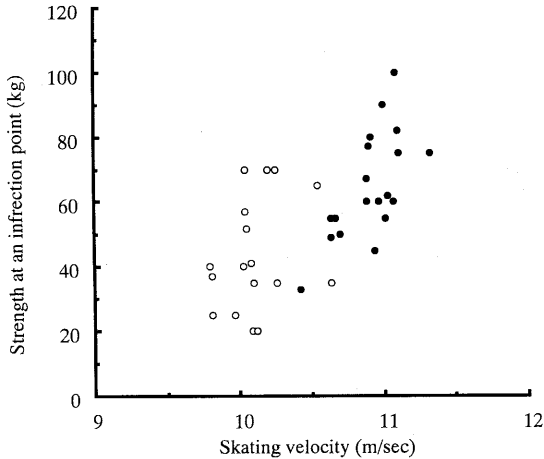


Fig. 7. Relationship between strength at an inflection point and skating velocity in men (●) and women's (○) short track speed skaters.

Men's short track speed skaters (●):  
 $y = -497.3 + 51.5x$ ,  $r = 0.667$  ( $p < 0.01$ )

Women's short track speed skaters (○):  
 no significantly

### 3. APAS を用いた下肢の伸展時における等速性筋力と滑走速度との関係

APAS を用いた男女ショートトラック選手の下肢の伸展時における等速性筋力と滑走速度の関係を相関係数 Matrix で示したのが、Table 3 である。さらに、男女ショートトラック選手の両者の関係をプロットしたのが、Fig. 7, 8, 9, 10 である。

Fig. 7 は男女のショートトラック選手の APAS を用いた下肢の伸展時における等速性筋力の ST-IN-PO と滑走速度の関係をプロットしたものである。両者の関係は、男子ショートトラック選手では相関係数 ( $r = 0.667$ ) が認められたものの、女子ショートトラック選手では認められなかった。さらに、男子ショートトラック選手よりも女子ショートトラック選手のほうが両者ともに低値を示す傾向にあった (左の下方に位置している)。

Fig. 8 は男女のショートトラック選手の APAS を用いた下肢の伸展時における等速性筋力の ST-IN-PO を体重で除した値と滑走速度の関係をプロットしたものである。両者の関係は、男子ショートトラック選手では相関係数 ( $r = 0.639$ ) が認められたものの、女子ショートトラック選手では認められなかった。さらに、男子ショートトラック選手よりも女子ショートトラック選手のほうが両者ともに低値を示す傾向にあった (左の下方に位置している)。

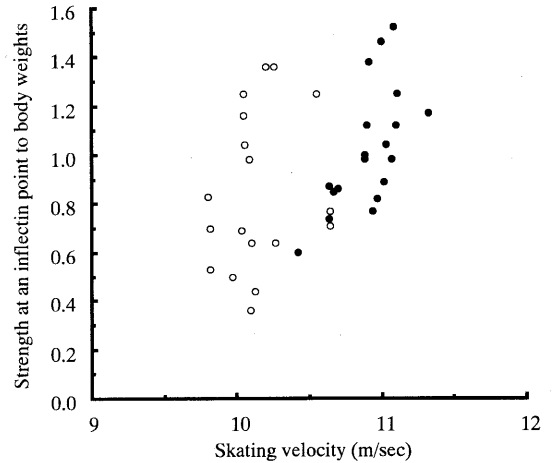


Fig. 8. Relationship between strength at an inflection point to body weights and skating velocity in men (●) and women's (○) short track speed skaters.

Men's short track speed skaters (●):  
 $y = -7.1 + 0.7x$ ,  $r = 0.639$  ( $p < 0.01$ )

women's short track speed skaters (○):  
 no significantly

Fig. 9 は男女のショートトラック選手の APAS を用いた下肢の伸展時における等速性筋力の PEAK-ST と滑走速度の関係をプロットしたものである。両者の関係は、男子ショートトラック選手では相関係数 ( $r = 0.447$ ) が認められたものの、女子ショートトラック選手では認められなかった。さらに、男子ショートトラック選手よりも女子ショートトラック選手のほうが両者ともに低値を示す傾向にあった (左の下方に位置している)。

Fig. 10 は男女のショートトラック選手の APAS を用いた下肢の伸展時における等速性筋力の PEAK-ST を体重で除した値と滑走速度の関係をプロットしたものである。両者の関係は、男子ショートトラック選手では相関係数 ( $r = 0.470$ ) が認められたものの、女子ショートトラック選手では認められなかった。さらに、男子ショートトラック選手よりも女子ショートトラック選手のほうが両者ともに低値を示す傾向にあった (左の下方に位置している)。

## IV. 考 察

### 1. ショートトラック選手の等速性筋力特性に与える影響

運動の条件の相違により筋は、一時的適応をおこすことは古くから知られている<sup>4,7)</sup>。高強度の運動条件では、選択的に速筋線維が肥大し<sup>1,4)</sup>、低強度の運動条件では遅

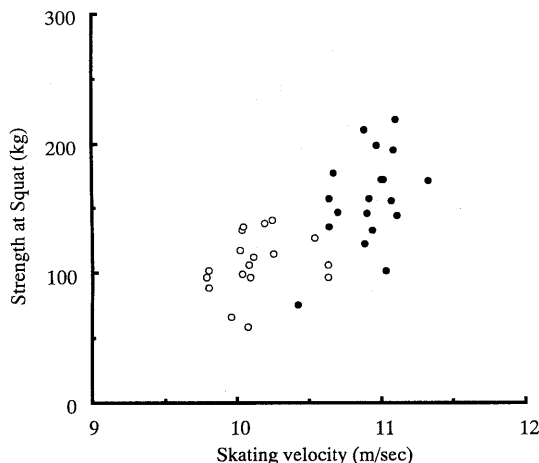


Fig. 9. Relationship between strength at squat and skating velocity in men (●) and women's (○)'s short track speed skaters.  
 Men's short track speed skaters (●):  
 $y = -653.5 + 74.3x, r = 0.447 (p < 0.05)$   
 Women's short track speed skaters (○):  
 no significantly

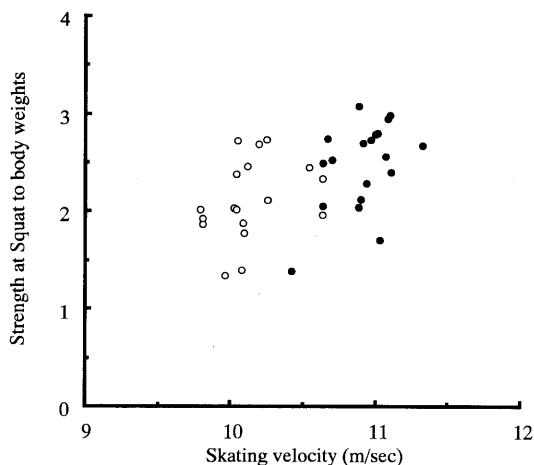


Fig. 10. Relationship between strength at squat to body weights and skating velocity in men (●) and women's (○) short track speed skaters.  
 Men's short track speed skaters (●):  
 $y = -8.2 + 0.976x, r = 0.470 (p < 0.05)$   
 Women's short track speed skaters (○):  
 no significantly

筋線維もわずかに肥大する<sup>13)</sup>との報告もある。しかしこの場合、筋の肥大よりはむしろ代謝系酵素の活性が高まったり、毛細血管が発達する<sup>13)</sup>ことの方が全身持久性を高めるうえで重要であると考えられる。

ショートトラック選手のように下肢の筋群を中心とした筋力や全身持久性の両方の機能を有するスポーツ種目はそれほど多くないように思える。ショートトラック競技は、一日の中で予選から決勝まで数回のレースを短いインターバルで競技を実施するのでかなりの体力を必要とする過酷とも思える競技である。滑走時には、遠心力に対するバンク角を約 45 度に維持しなくては、カーブを効率よく回れないことになるので、下肢の筋力の優劣が滑走速度に影響することは明白であるように思える。

APAS を用いた下肢の伸展時における等速性筋力の平均値は、男子選手では A-groups と B-groups ではほとんど差は認められなかったが、C-groups との比較では A-groups, B-groups がともに有意に高値を示した。この結果から、C-groups は平均年齢が約 15 歳と発育期にあり、A-groups と B-groups には成人が多く含まれているので、C-groups よりも加齢による筋力発達<sup>2,9)</sup>が大きく影響したものと推察される。

したがって、C-groups は加齢による筋力発達と今後のトレーニングの相乗効果により、それ以上の筋力の増強が期待できるものと思われる。また、下肢の伸展時に

おける等速性筋力は、男子の方が女子よりも高値を示していたことは、Cybex を用いた等速性筋力の結果<sup>5)</sup>と同様であり、特に女性の場合、筋力トレーニングを実施しても、それほど筋肥大にともなう筋力の増大効果は男性ほど期待できないと考えられている<sup>5,6,8)</sup>。細谷ら<sup>5)</sup>は男女の重量挙げ選手を対象としたときの膝関節伸展時の等速性筋力は、絶対値においても相対値においても男子重量挙げ選手の方が女子の重量挙げ選手よりも高値を示しており、この差は、高い運動強度と低頻度の条件により、男子重量挙げ選手の筋の速筋線維が選択的に肥大したためであると考察していた。この反面女子の重量挙げ選手の場合、男子ほど筋力の増大が認められなかった。しかし、筋の横断面積で筋力を除した場合、性差は認められないという報告もなされており<sup>3)</sup>、今後の研究の課題が多く残されている点である。

## 2. ショートトラック選手の下肢の伸展時における等速性筋力が滑走速度に与える影響

スピードスケート競技の滑走速度は、500 m 滑走の場合、世界的水準が約 36 秒とすると、約 14 m/sec と計算される。ショートトラック競技の滑走速度は約 10~11 m/sec と計算されるので、スピードスケート競技の方がかなり速いことになる。したがって一周の滑走距離とバンク角などによる条件の相違が記録に影響したことは当然な結果といえる。今回測定したショートトラック選手

の滑走速度は、6周(666.72 m)の平均速度であることも遅くなった理由の1つでもある。カルガリーオリンピックショートトラック候補強化選手<sup>12)</sup>との比較では、500 m 滑走の場合、滑走速度は男子選手が  $10.78 \pm 0.20$  m/sec、女子選手が  $9.80 \pm 0.27$  m/sec であり、今回の男子ショートトラック選手のジュニア選手を除いては、男女ともにカルガリーオリンピックショートトラック候補強化選手の記録をいずれも上回っていた。したがって、ショートトラック選手の滑走速度は向上していることになるが、この背景には体力面だけではなく、器具の改良の影響も見逃すことができない。

滑走速度と等速性筋力の関係は、スピードスケート選手の場合、男女とも高い相関関係があり<sup>11)</sup>、今回の男子ショートトラック選手の場合、両者に高い相関関係が認められたが、女子ショートトラック選手の場合、両者の関係はそれほど認められなかった。したがって、今後は他のパラメーターとの比較をしながら検討していきたい。

また、男子ショートトラック選手の場合、下肢の伸展時における等速性筋力は加齢による影響も認められたが、女子ショートトラック選手の場合、加齢による影響はほとんど認められなかったことについては注目すべき点であった。したがって、男子ショートトラック選手の場合、滑走速度を助長するには、加齢による影響を取り除いたならば、脚筋力を高めることを中心とした筋力トレーニングにより、さらに滑走速度を高めることが期待できるものと推察される。しかし、女子ショートトラック選手の場合、脚筋力を高めることを中心とした筋力トレーニングにはそれほど期待できないようなので、女子ショートトラック選手に対する種々なトレーニング方法を考案することが、今後の競技成績の向上につながるものと思われる。

## V. 要 約

ショートトラック選手40名(男子:20名,女子:20名)を対象として、滑走速度とAPASを用いたスクワット動作の下肢の伸展時における等速性筋力の関係については、以下のごとくまとめることができた。

1. 滑走速度は、男子ショートトラック選手の方が女子ショートトラック選手より速かった。
2. 滑走速度は、男女ショートトラック選手とも A、B-groupsの方がC-groupsよりも速かった。
3. 下肢の伸展時の等速性筋力および体重当たりの下肢の伸展時の等速性筋力は、男子ショートトラック選手の方が女子ショートトラック選手より高値を

示した。

4. 下肢の伸展時における等速性筋力は、男子ショートトラック選手では A、B-groupsの方がC-groupsよりも高値を示した。しかし、女子ショートトラック選手では3 groups間において男子ショートトラック選手ほど、顕著な差は認められなかった。
5. 下肢の伸展時における等速性筋力と滑走速度の関係は、男子ショートトラック選手の場合、両者の関係には有意な相関関係が認められた。しかし、女子ショートトラック選手の場合、両者の関係には相関関係が認められなかった。

したがって、今回測定したショートトラック選手の場合、男子ショートトラック選手は、下肢の伸展時における等速性筋力が滑走速度に影響した。しかし、女子ショートトラック選手の場合、下肢の伸展時の等速性筋力が滑走速度には影響しなかったため、この原因については、今後さらに検討していきたい。

## 謝 辞

本研究は、(財)日本スケート連盟の強化コーチならびに強化選手のご助力のもとに遂行されたものである。また、APASの測定ならびに解析にあたっては、森永製菓(株)健康事業部の土屋公夫氏のご協力により遂行した。ここに記して感謝の意を表する。

## 文 献

- 1) Dons, B., K. Bollerup, F. Bonde Petersen and S. Hancke: The effect of weightlifting exercise related to muscle cross-section area in man. *Eur. J. Appl. Physiol.*, **40**, 95-106, 1979.
- 2) Freedson, P. S. and T. B. Gilliam: Industrial torque levels by age group and gender. *Isokinetics and Exercise Science*, **3**(1), 34-42, 1993.
- 3) 福永哲夫: 超音波法による単位断面積あたりの筋力の算出. *体育学研究*, **14**, 28-32, 1969.
- 4) Gonyea, W. J.: Role of exercise in inducing increases in skeletal muscle fiber number. *J. Appl. Physiol.*, **48**(3), 421-426, 1980.
- 5) 細谷治朗, 関口 脩, 岸田謙二, 大橋令子, 荒尾章三, 松田竜太郎, 清田 寛: 男女重量挙げ選手の筋力特性に関する研究. *日本体育大学紀要*, **26**(1), 59-65, 1996.
- 6) 金久博昭, 福永哲夫, 池川繁樹, 角田直也: スポーツ選手単位筋断面積当たりの脚伸展力. *Jpn. J. Sports Sci.*, **4**, 834-842, 1987.
- 7) Kenneth, A. P.: Ultrastructural changes in human strained muscle using three methods of training. *Res. Quart.*, **40**, 764-772, 1969.



- 8) Komi, P. V., H. T. Vitasalo, M. Havu, A. Thorstensson, B. Sjodin and J. Karlsson: Skeletal muscle fibres and muscle enzyme activities in monozygous and dizygous twins of both sexes. *Acta Physiol. Scand.*, **100**, 385-392, 1977.
- 9) Lars, L., B. Sjodin and J. Karlsson: Histochemical and biochemical changes in human skeletal muscle with age in sedentary males, age 22-65 years. *Acta Physiol. Scand.*, **103**, 31-39, 1978.
- 10) 前嶋 孝: スピードスケートの技術 2. 新体育, **49**, 259-262, 1979.
- 11) 根本 勇: スピード・スケート選手の等速性筋出力と競技成績との関係, *デサントスポーツ科学*, **5**, 206-212, 1984.
- 12) 根本 勇: 日本人一流ショート・トラック・スピード・スケート選手の身体組成と最大酸素摂取量. *Jpn. J. Sports Sci.*, **4**, 834-842, 1987.
- 13) Saltin, B., J. Henriksson, E. Nygaard and P. Andersen: Fiber types and metabolic potentials of skeletal muscles in sedentary man and endurance runners. *Ann. New York Acad. Sci.*, **301**, 3-29, 1977.
- 14) 吉野貴順: ショートトラック・スピードスケート競技への科学的サポート—カルガリ〜アルペールビル4年間のまとめ—, *トレーニング科学*, **4**(2), 135-145, 1992.
- 15) 吉野貴順, 富田寿人, 玉木啓一, 長沢潤一, 加藤和彦, 柏原幹史: ショートトラック・スピードスケート競技選手の無酸素的能力, 平成4年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, No. II 競技種目別競技力向上に関する研究—16報—, No. 22, スケート, 326-344, 1993.
- 16) 吉野貴順, 富田寿人, 玉木啓一, 大森一信, 恩田悦守, 星川秀利, 加藤和彦: ショートトラック競技選手の体力と1,000 m 滑走タイムとの関係, 平成5年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, No. II 競技種目別競技力向上に関する研究—第17報—, No. 22, スケート, 327-334, 1994.
- 17) 吉野貴順, 富田寿人, 玉木啓一, 大森一信, 星川秀利, 加藤和彦, 中島葉子, 佐藤吉朗: ショートトラック競技選手の無酸素的能力と氷上最高ラップ・タイムとの関係, 平成7年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, No. II 競技種目別競技力向上に関する研究—第19報—, No. 22, スケート, 257-271, 1996.