

大学一流アルペンスキー選手の体力と 大回転競技能力との関係

The Relationship between Physical Fitness and the Giant Slalom Performance of Elite Alpine University Ski Racers

相原 博之¹, 中川 喜直², 服部 正明¹

Hiroyuki Aihara³, Yoshinao Nakagawa⁴, Masaaki Hattori³,

要 旨

近年、アルペンスキー競技の技術と体力は、カービングスキーの登場で、著しく変化してきている。それ以来、アルペンスキーの技術に関わる身体特性をあきらかにすることが重要になっている。本研究では、大学一流アルペンスキー選手の体力特性と大回転競技能力について検討した。被験者は、大学一流アルペンスキーチームに所属する選手 13 名である。(年齢 20.5 ± 1.1 才、体重; 72.3 ± 4.4 kg, 身長; 172.3 ± 4.6 cm, BMI; 24.5 ± 1.5 kg/m², %FAT; 14.6 ± 3.1 %, GS-point; 44.5 ± 10.6) である。等速筋力計によって下肢の等速性筋力を測定し、トレッドミルを利用して最大酸素摂取量 (VO₂max) を測定した。有酸素性能力と GS ポイントとの間には相関関係はみられなかった。一方、右膝伸展筋力と GS ポイントの間には有意な相関が現れた。体重は FIS-GS ポイントと関係傾向にあった。これらの結果から、大学一流アルペンスキー選手の大回転競技能力は、下肢に影響することが考えられる。

Abstract

In recent years, the skill and physical fitness of alpine ski racers has been remarkably improved by the use of carving skis. For this reason it has become important to clarify the physical characteristics related to alpine skiing skills. In this study we examined the relationship between the physical fitness and the racing performance (FIS giant slalom point; GS-point) in elite university alpine ski racers. The subjects were all top-class racers (FIS giant slalom point; GS-point) who belonged to a university alpine ski team (n=13, age; 20.5 ± 1.1 yrs, body weight; 72.3 ± 4.4 kg, height; 171.9 ± 4.6 cm, body-mass index (BMI); 24.5 ± 1.5 kg/m², body fat; 14.6 ± 3.1 %, GS-point; 44.5 ± 10.6). The isokinetic muscle strength in lower limbs using isokinetic dynamometer and VO₂max while using a treadmill were measured. Significant correlations were found between right knee-extensor strength and FIS-GS point. Body weight was negatively tendency correlated with FIS-GS point. These results suggest that the racing performance (GS-point) by university students of the elite alpine ski team could be affected by muscular strength in their lower limbs.

¹ 東海大学国際文化学部地域創造学科, 005-8601 札幌市南区南沢 5 条 1 丁目 1 - 1

² 国立大学法人小樽商科大学, 一般教育系, 047-8501 小樽市緑 3 丁目 5 - 1

³ Department of Community Development, School of International Cultural Relations, Tokai University, 5-1-1-1 Minamisawa, Minami-ku, Sapporo 005-8601, Japan

⁴ Department of General Education, Otaru University of Commerce, 3-5-1 Midori, Otaru 047-8601, Japan

キーワード： アルペン競技，パフォーマンス，筋力，有酸素パワー，一流競技者
Keywords: Alpine Ski, Performance, Muscle Strength, Aerobic Power, Elite Athlete

1. はじめに

アルペンスキー競技は，アウトドアスポーツという特性から，非常に様々な環境要因が競技パフォーマンスに影響を及ぼすことが考えられる。そんな中 Agnevik, (1969) らは，世界で初めてスウェーデンナショナルチームの生理学的研究を実施し，一流アルペン選手は総合的に極めて高い筋力に優れており，無酸素的及び有酸素的作業能力が必要な競技であることを報告している。

また，A. Gross と A. Bneil らによると (A.Gross, 他, 2009)，一流アルペン選手の特に国際スキー連盟 (以下，FIS とする) に出場する選手は，優れた動的バランス能力と，高い脚筋力及び有酸素性能力・無酸素性能力に優れていることを示唆し，瞬発的パワーは一流バスケットボール，バレーボール選手に匹敵していると報告している。

そして，Haymes と Dickinson (1980) は，一流アルペン競技選手は脚筋力および有酸素性能力に優れ，アルペンスキー競技の成績を示す FIS ポイントが優秀な選手ほど，1分以内の短時間に発揮される筋出力パワーが大きいことを報告している。

このようにアルペン選手の体力特性は競技パフォーマンスに影響を及ぼすことが考えられ，山田，他 (1984) が発表したように，握力・背筋力・脚力・腕力などの総合的筋力が優れているスキー選手は，高い FIS ポイントを保持し，特に脚筋力が高い選手ほど世界ランキング上位におり，脚筋力が競技成績を左右する重要な体力要素であることが示唆できる。

今シーズンは，1936年に冬季オリンピックにアルペン種目が正式採用され75年になるが，その意義深い Garmisch-Partenkirchen (ドイツ) ガルミッシュ・パルテンキルヘンにおいて世界スキー選手権が開催される。この長い歴史の中，世界で戦ってきた日本選手は回転競技 (以下，SL とする) slalom (スラローム) でしか結果を残していない。過去70年以上冬季オリンピック，世界選手権，ワールドカップにおいて日本人選手が一桁入賞した選手は10人いるが，他種目ではワールドカップ・ダウンヒル競技で1名だけである。近年開催された冬季トリノオリンピックにおいても，4位、7位に入賞した種目は SL 競技である。

このことから，大回転競技 (以下，GS とする) Giant slalom (ジャイアントスラローム) が，体力的にも技術的にも難しい種目であることが伺える。現在オリンピックやワールドカップは5種目に分かれ (DH・S-G・S-C・GS・SL) これらの技術は，より完璧に近いカービングターン (Carving) が求められている。「この Carving については数多くの研究がされている。(大出一水，相原博之，他，2010；佐藤文宣，2007；平野，2008)。

中でもターン技術の限界を高めた要因は，スキー板の進化とスキープレートの開発である。(図1参照) スキー板は，トーション (ねじれ) は硬くサイドカーブがきつくなったため，より小さい半径のカービングターンが可能となった。更にオリンピックやワールドカップ競技では，インジェクションや人工降雪機 (図2参照) により硬いバーンに設定されているため，エッジのグリップ力を増すためトーションをハードに

する必要があり、必然的にフレックスもハードとなった。従って、鋭角なターンに耐える脚筋力と体力が必要となり、下半身を利用としたダイナミックなスキーコントロール技術が要求されるようになった。

また、スキープレートは 1990 年からワールドカップでは装着が常識となり、両スキーのインエッジにダイレクトに力を加えることができ、更に鋭いターンが可能となった。その半面、わずかなミスも大きな失敗に繋がり、選手は高いバランス能力、即ち感覚能力が求められるようになった。そのため、足元が不安定となったことが要因で脚部の損傷や膝靭帯を痛める選手が多くなり、アルペン選手は脚筋力の強化、特に筋パワーのトレーニングは欠かせない練習法になったと言える。

現在、スキーのサイドカーブは種目ごとに規制されており、GS スキー板は SL スキー板よりも長く細く、GS スキーのソール幅は 65mm と統一され、女子は R23、男子 R27、スーパー大回転になると R33、ダウンヒルは R45 と大きく、よりサイドカーブが大きいほど直進性が強くなる傾向になっている (表 2 参照)。

表 1. FIS 標高差と旗門 (ターン数)

(表1)		FIS標高差と旗門(方向転換)数				
	性別	競技	オリンピック	ワールドカップ	アジア大会	FISレース
DH		標高差	500m - 800m			
滑降	women	旗門数	必要数 (as required)			
ダウンヒル		旗形状	高さ 1m x 0.75m 赤色(青色)			
Downhil		旗形状	高さ 1m x 0.75m 赤色のみ			
アツファルト	men	旗門数	必要数 (as required)			
		標高差	1100m ~ 800m	~650m	~500m	
SL	women	標高差	140m ~ 220m	120m ~ 200m		
回転			標高差の30~35%(±3)			
Slalom	men	方向転換数	ターニングボール間の距離(0.75~13m)			
スラローム		標高差	180m ~ 220m	140m ~ 220m		
GS		標高差	300m ~ 400m	250m ~ 400m		
大回転	women	方向転換数	標高差の11~15%(±3)			
Giant Slalom		旗形状	高さ 0.50 x 赤色と青色旗を交互に			
	men	標高差	300m ~ 450m	250m ~ 450m		
SG		標高差	400m ~ 600m	350m ~ 600m		
	women	方向転換数	標高差の10% (最小方向転換数 ~ 30)			
スーパーGS		旗形状	高さ 0.50 x 赤色と青色旗を交互に			
スーパーGS	men		※男女同一スタートの場合 標高差400-500m=32			
Super-G			標高差500~650m=35			
		標高差	400m ~ 650m (evtl. 2ジャンプ)			

表 2. FIS 競技用品ルール

(表2)		FIS(国際スキー連盟)競技用品ルール					
スキー	長さ	DH/Downhill/滑降	男	WC/COC	215cm		
				FIS	215cm±5cm		
				SG/Super-G/スーパー大回転	男	WC/COC	205cm
						FIS	205cm±5cm
					女	WC/COC	200cm
						FIS	200cm±5cm
	最小幅		GS/Giantslalom/大回転	男	WC/COC	185cm	
					FIS	185cm±5cm	
					女	WC/COC	180cm
						FIS	180cm±5cm
				SL/Slalom/回転	男	全カテゴリー	165cm以上
					女	全カテゴリー	155cm以上
		SL回転/GS大回転、対象		Children II	130cm以上		
ラディウス (サイドカーブ)	DH/Downhill/滑降	男女	全カテゴリー	67mm			
	SG/Super-G/スーパー大回転	男女	全カテゴリー	65mm			
	GS/Giantslalom/大回転	男女	全カテゴリー	65mm			
SL/Slalom/回転	男女	全カテゴリー	63mm				
ピンディング	全高	男女		50mm			
	ブーツ	ソール厚	男女		43mm		

特に日本選手が苦手としている GS 競技は、スピードに耐えながら連続ターンをすることから有酸素運動と上半身の筋力、特に腹筋や背筋力が要求される。そして、SL 競技よりも旗門間のインターバル (表 1 参照) が広いため体を低く保つことや、更には腰を高いポジションにキープしたままターンを継続することが要求され、起伏のあるバーン状況に併せて姿勢を低くし的確な高速ターンをする必要がある。また、その状況に応じた重心移動とバランス能力、そして正確なライン取り技術が GS 競技には求められている。このような技術特性や先行研究から、GS 競技において高いパフォーマンス

スを発揮するためには、高い有酸素性能力と無酸素性能力や筋パワーが重要であることが結論できる。

本研究では、GS 競技において日本選手が世界に劣る要因を探るために、シーズン直前の体力特性と GS 競技の特性について検討した。



図 1. SL/GS のスキー幅の違いと最新スキープレート



図 2. 人工降雪機の種類と形状

2. 方法

2.1 被験者及び FIS ポイント

被験者は、大学アルペンスキー部に所属する（国内ランキングトップ含）FIS-GS ポイントを有している男子アルペン選手 13 名である。

FIS ポイントはアルペン計算式（表 3, FIS ポイント算出方法）により決定されるため、ポイントの数値は低いほど上位にランクされ、2010 年全日本ナショナルチームは、世界ランキング 150 位以内となっており、その取得したポイントは年間をとおして 5 回更新される。

2.2 測定項目及び測定方法

1) 身体計測

身体測定項目として、身長、体重、体格指数 (BMI)、体脂肪率、胸囲及び復位を計測した。体重・体脂肪率・除脂肪量体重は、インビードランス法を用いて InBody (3.0; Biospace, Seoul, Korea) により測定した。

2) 最大酸素摂取量

最大酸素摂取量の (VO₂max) の測定は、トレッドミル (AR-200, ミナト医科学社製) を用い、Bruce のプロココースルに従って速度及び傾斜を漸増し、被験者が疲労困憊になるまで行った。運動テスト中の喚気パラメーターは、呼気ガス分析器 (AE-300SRC: ミナ医科学社製) を用いて breath by breath 法の呼気モードで連続測定をし、(VE) の 30 毎の平均値を算出した。

3) 等速性膝伸展・屈曲最大努力

多用途筋機能評価訓練装置 (Biodex System 3) により、膝の伸展・屈曲の最大随意筋力を測定した。角速度 60・180deg/sec の等速性運動における膝の伸展と屈曲動作を各速度で数回練習した後、測定を最大努力で 5 回反復し、ピークトルクを求めた。

2.3 統計処理

統計ソフトは Windows 版エクセル統計 2006 を用いた。FIS ポイント (表 3) と各測定項目との相関関係はスピアマン順位相関係数を用いた。なお、統計処理において、危険率 5%未満を有意とした。

表 3. FIS ポイントのアルペン計算式

$$P = \frac{F \times T_x}{T_0} - F \quad \text{または} \quad \left(\frac{T_x}{T_0} - 1 \right) \times F$$

- P = レースポイント
- T₀ = 優勝者のタイム
- T_x = 予選通過選手のタイム (秒)・本人のタイム

滑降	F = 1350
回転	F = 610
大回転	F = 880
スーパー大回転	F = 1030
スーパーコンバインド競技 (滑降+回転)	F = 1000

・アルペン計算式は、FIS ポイントを決定するもので、これはアルペン競技種目のスタート順を決めるものである。世界中で開催されるアルペンスキー競技 (オリンピック・世界選手権・欧州カップ・全日本選手権) 国内主要大会においても、この計算式でポイントが決められ、スタート順が決定される。FIS レースは 15 歳から出場が認められている。

表 4. 被験者の身体的特性

	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI (kg/m ²)	% fat (%)	Thigh circumference (cm)	FIS GS point
O. K.	21	174.4	71	23.3	11.3	59	40.67
I. D.	21	171.6	64.7	22.0	13.8	53	47.35
F. K.	21	161.1	69.4	26.7	15.4	60	61.07
M. Y.	21	174	77.1	25.5	11.3	57	36.12
I. M.	22	174	75.1	24.8	20.8	60	43.3
I. T.	22	171.1	77.3	26.4	14.8	62	37.06
O. R.	21	173.8	77.9	25.8	17.6	59	22.19
O. K.	20	165.6	69.4	25.3	18.9	62	44.16
K. K.	21	178	73.9	23.3	13	60	43.66
S. M.	20	176	70.4	22.7	14.1	57	57.27
M. K.	19	174.8	76.8	25.1	16.2	59	45.98
Y. T.	19	172	70.1	23.7	11.2	56.5	39.6
S. K.	19	168.5	66.2	23.3	11.5	54	59.96
Mean	20.5	171.5	72.9	24.8	15.2	58.4	44.5
SD	1.4	4.7	8.3	1.7	5.1	2.6	10.2

表 5. 被験者の最大酸素摂取量

Subject	VO ₂ max	
	(ml/min)	(ml/kg/min)
O. K.	4585	64.6
I. D.	4040	62
F. K.	4461	64.5
M. Y.	4567	57.6
I. M.	4259	56.8
I. T.	4556	58.9
O. R.	5060	65
O. K.	6282	61.7
K. K.	4508	61
S. M.	4328	61.4
M. K.	4985	64.9
Y. T.	4430	63.4
S. K.	4121	62.4
Mean	4629.4	61.9
SD	526.5	3.4

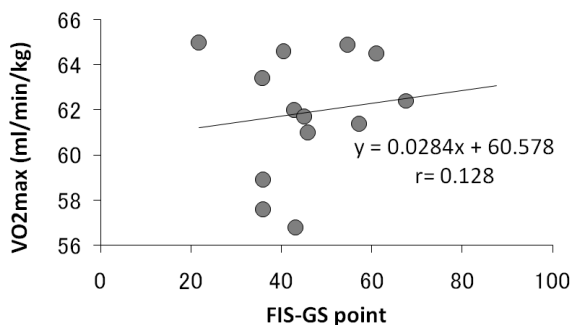


図 3. VOmax と FIS-GS ポイントとの相関

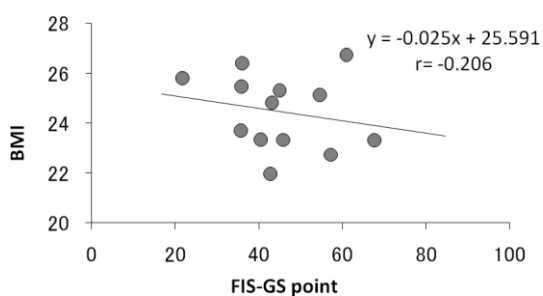


図 4. BMI と FIS-GS ポイントとの相関

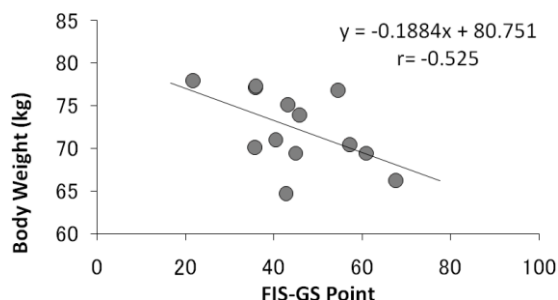


図 5. 体重と FIS-GS ポイントとの相関関係

表 6. 被験者の (60deg/sec、180deg/sec) の運動速度での筋出力

Subject	Peak torque for knee extension(Nm)				Peak torque for knee flexion (Nm)				Flexion /Extension raito (%)	Flexion /Extension raito (%)	Flexion /Extension raito (%)	Flexion /Extension raito (%)	Grip strength (kg)		Back strength (kg)	
	R 60deg/sec	R 60deg/sec	R180deg/sec	R180deg/sec	L60deg/sec	L60deg/sec	L180deg/sec	L180deg/sec	R 60deg/sec	L60deg/sec	R180deg/sec	L180deg/sec	right	left		
O. K.	298	130.9	210.2	95.3	284.4	142.6	206.1	93.7	0.44	0.50	0.45	0.45	64	62	213	
I. D.	172.8	111.8	130.9	76.7	181.1	116.2	128	71.5	0.65	0.64	0.59	0.56	51	46	141	
F. K.	186.1	121.9	135.7	87.2	184.3	127.9	138.5	89.7	0.66	0.69	0.64	0.65	60	58	170	
M. Y.	269.2	132.9	193	100.4	277.5	116.6	194.8	85.1	0.49	0.42	0.52	0.44	60	50	156	
I. M.	234.3	144.4	174.4	115.9	237.5	134.4	168.7	102.6	0.62	0.57	0.66	0.61	54	47	150	
I. T.	247	124.2	183	108.4	230.2	113.5	196.6	99.2	0.50	0.49	0.59	0.50	59	60	184	
O. R.	Injury of knee	Injury of knee	Injury of knee	Injury of knee	238.9	122.3	190.2	115.7	Injury of knee	0.51	Injury of knee	0.61	0.61	57	55	180
O. K.	225.5	131.7	156.1	97.2	210.2	123.7	150.6	91.6	0.58	0.59	0.62	0.61	45	46	193	
K. K.	242.5	183.3	169.1	127.2	237.7	156.3	170.1	103.1	0.76	0.66	0.75	0.61	65	55	180	
S. M.	221.9	132.8	160.9	112.2	231	127.2	154.6	81	0.60	0.55	0.70	0.52	50	45	150	
M. K.	211.7	133.3	140.1	111.2	217.2	103.2	157.3	96.2	0.63	0.48	0.79	0.61	53	53	160	
Y. T.	237.1	139.3	170.1	107	228.4	129.1	161.2	91.9	0.59	0.57	0.63	0.57	57	50	172	
S. K.	193.8	98.5	122.7	97	205.6	109.7	137.2	87	0.51	0.53	0.79	0.63	49	52	155	
Mean	228.3	227.1	162.2	103.0	228.0	124.8	165.7	92.9	0.59	0.56	0.65	0.56	56	52	169.54	
SD	37.0	31.4	126.5	13.6	23.2	14.8	24.8	9.1	0.1	0.1	0.1	0.1	6.2	5.4	20.3	

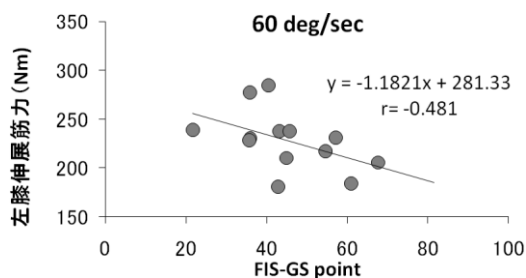
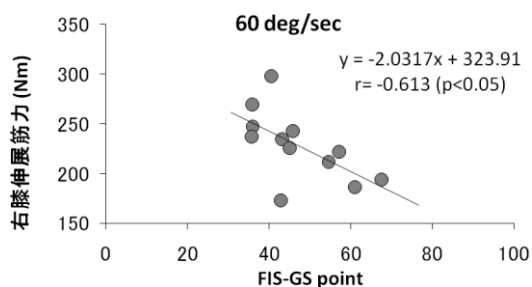
3. 結果

対象となった男子大学アルペン選手の FIS-GS ポイントの平均は 44.5 で、日本国内 GS ランキング 1 位を含むトップクラスの FIS-GS ポイントを保有する選手である。被験者の身体特性及び最大酸素摂取量の測定結果を表 4、表 5 に表した。FIS-GS ポイントとの関係は、最大酸素摂取量、体重、BMI との間には相関は認められなかったが、右脚の伸展筋力 (60deg/sec、180deg/sec) と FIS-GS ポイントの間には、有意な相関関係が認められた。(図 6、図 7 参照)

また、体重と FIS-GS ポイントの間には相関傾向が窺がえた。(r=0.525, 図 5 参照)

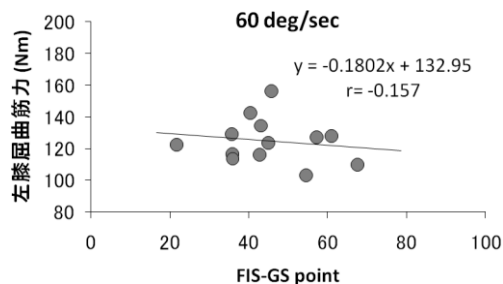
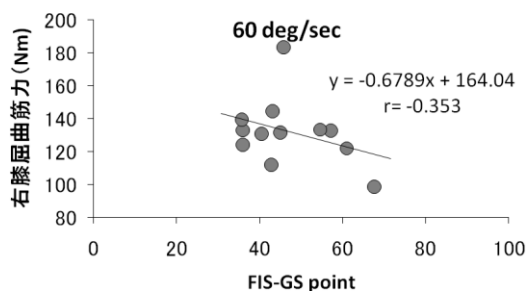
4. 考察

本研究では、大学一流アルペンスキー選手のシーズン直前の体力特性と FIS-GS ポイントとの関係について検討するとともに、アルペン選手に必要な体力特性とは何かを考え、GS 競技能力について考察した。



A. 右伸展筋と 60deg/sec と FIS-GS の関係

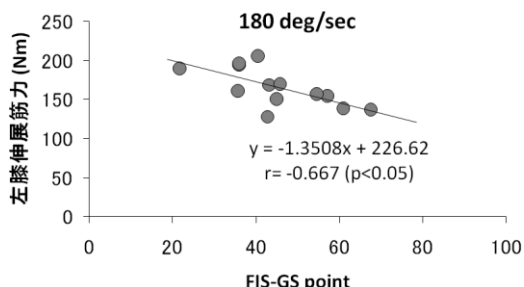
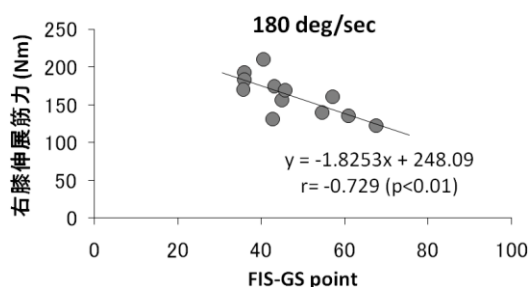
B. 左伸展筋と 60deg/sec と FIS-GS の関係



C. 右屈筋力と 60deg/sec と FIS-GS の関係

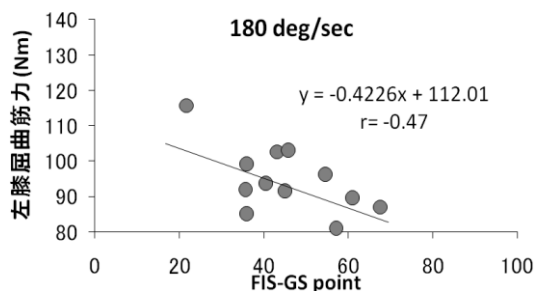
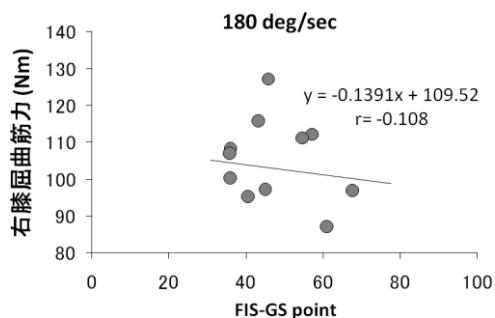
D. 左屈筋力と 60deg/sec と FIS-GS の関係

図 6. 左右の伸展筋力、屈曲筋力 (60deg/sec) と FIS-GS ポイントとの関係



A. 右伸展筋 180deg/sec と FIS-GS の関係

B. 左伸展筋 180deg/sec と FIS-GS の関係



C. 右屈筋 180deg/sec と FIS-GS の関係

D. 左屈筋 180deg/sec と FIS-GS の関係

図 7. 左右の伸展筋力、屈曲筋力 (180deg/sec) と FIS-GS ポイントとの関係

アルペンスキー選手は、一般的にオフシーズンといわれているのは4月～11月の期間で、一般的には体のリフレッシュをする時期である。特にこの期間は有酸素性能力、筋力及び筋パワーを改善するトレーニングや、体のケア、コンディショントレーニングが多く行われ、身体能力の改善を目的としたトレーニングが実施される。活動の様子を図8、図9に示す。

また、雪上でのトレーニング期間や試合期には、その競技の実戦練習などが多くなるため、持久力やウエイトトレーニングが減り、冬場のコンディショントレーニングは全体の20%に過ぎない。このためオフシーズンに改善した体力を落とさず強化維持することが重要であるため、最近ではシーズン中も室内においてエアロバイクをこぎ、有酸素トレーニングをする選手が多くなっている(図9参照)。

日本選手が得意とするSL競技は、45秒～55秒の間で競技が展開されるため、素早い確かな動きが要求される(図10、参照)。

他方、ワールドカップを含む世界大会に日本選手が入賞していないGS競技は、この競技が60秒～80秒のコースを2本滑走する競技特性から、スピードに耐えながら様々なターンを継続するため、複雑な斜面変化や長いコースに対応できる下半身の筋力と全身持久力が要求される。従って、この競技で日本選手が世界で活躍するためには、これらの総合的な筋力や技術の向上が求められる(図11、参照)。

Agnevik (1969) は、アルペンスキー選手は特に地面を押し力が優れていると報告しているが、本研究では、FIS-GSポイントと下半身の脚筋力との関係について調べたところ、右脚の伸展筋の等速性最大筋力との間に相関関係が認められたが、右足の屈筋と左脚の伸筋/屈筋については相関関係が認められなかった。

しかし、相原(2009)が報告した、SL-FISポイントと筋力との相関が認められたことを考えれば、両脚の脚筋力と有酸素性能力は、SL、GS含め一流アルペン選手には必要な体力要素であると考えられる。



図8 持久力トレーニング (130Km)
〔長距離ロード、トレーニング〕



図9 脚筋力パワートレーニング
〔室内自転車トレーニング〕

今回の測定では、右脚の伸展筋の等速性筋力とFISポイントとの間に相関関係が認められたが、左右の脚力にアンバランスがあることは、スキー技術においても左右均等のターンができない要因に繋がり、利き足が強い選手においても左右のターンに不均衡が発生する。スキー滑走中にはバランス良く雪面を押し力、いわゆる左右のター

ンの配分能力が求められる。本研究では、右脚の伸展筋の等速性最大筋力と、FIS-GSポイントとの間には相関関係が認められたが、スキー選手は左右脚筋力の不均衡はもちろん一流大学スキー選手含め、日本選手がGS競技において世界で活躍できない原因の一つであることが考えられる。今回の結果は、特に左脚の伸筋/屈曲筋群とFIS-GSポイントとの間に相関関係が認められなかったが、伸展筋はスキー選手が怪我をしないためにも必要な筋力であり、左右脚のバランス能力はアルペン競技においては特に必要な体力要素であることが先行研究で明らかにされている(小林規, 他, 1991)。

また、スキー競技は、重力の落下運動をうまく使いながら滑降していく競技なので、スピードをコントロール(制御)するハムストリングのパワーが要求されると考えられ、どのような斜面においても素早いリカバリー能力が要求される。そして、GS競技の技術特性として、スキー板に長く乗り込む技術が求められる。これは、アルペン競技は緩斜面においてスキーを滑らせ加速させる技術が要求され、旗門間のインターバルが長くなればなるほど、スキーを滑らせる能力が重要となりその技術がウエイトを占める。そして、GS競技の中でも急斜面では落下スピードが速くなるため、旗門間のインターバルの隔が狭くなり素早い切換え操作が要求され、この2種類の運動能力が交互に要求されるのがGS競技の特徴である。Neumayrらの研究では、(Neumayr, 他, 2003) オーストリーのアルペンナショナルチームのトップ選手(Age21~34)は、 VO_2 max, 有酸素能力がFISポイントと深く関連していることを報告している。

また、栗山と山田らの研究(栗山, 他, 1986)では、血中乳酸値からみたアルペン選手の体力を調べ、大回転、回転競技成績と乳酸値の値には相関があると報告している。そして、塩野谷らによると(塩野谷, 他, 1991), GS競技を得意とする選手は、低い負荷(筋持久性)での出力に優れ、SL競技を得意とする選手は高い負荷での出力(瞬発性)に優れていることを報告している。



図10 回転競技 Slalom (スラローム)

図11 大回転競技 Giant Slalom (リーゼン)

※SL競技は1本ゲート、GS競技は2本ゲートで行われる。

このことから、GS競技に必要な体力要素は脚筋力と有酸素性能力であると考えられ、このような改善をオフシーズンに行い、スキーシーズンに入ることが一流スキー選手には求められる。今回測定の中には相関が認められなかった項目もあるが、GS競技においては、左右両脚の伸筋・屈筋群含めた筋力群が強い選手ほど高い競技パフォーマンスを発揮することが考えられる。

しかし、今回の測定ではスキーシーズン直前であり、この時期は万全な体調でシーズンに入るため、トレーニング量はピークに達しており、筋力・持久力・柔軟性は最高値であることを望んだ。しかし、体力測定の結果と FIS-GS ポイントとの相関を検証した結果は、予想をしていたほど相関は認められなかった。この結果の要因は、スキー選手はいろいろなスポーツを経験している者が多く、総合的な運動能力が高いことが考えられ、FIS ポイントがランキング上位者でなくても運動能力が高い選手が存在する可能性が考えられる。しかし、先行研究では脚屈筋力、体重、BMI に相関が認められていることから、今後も継続的に測定を行う必要がある。

また、アルペンスキー選手は硬いスキー靴を履いている特性上(図 12, 図 13 参照)、他のスポーツ選手よりも大腿部の強化がされており、長いコースを滑走するためには、筋持久力が要求される。従って、アルペンスキー選手は大腿部の筋力を含め総合的な体力が優れていなければ、40 度の急斜面や 80km/h を超えるハイスピードをコントロールする身体能力の継続はできない。

そのようなことから、GS 競技において世界レベルに近づくためには、筋持久力のほかシーズン中にも有酸素性能力、ミドルパワーの向上を目指すことが求められ、今後日本選手がどのような体力が必要であるかを再度検証し、身体的特性、筋出力パワー、最大酸素摂取量 ($VO_2\max$) について継続して研究を行っていくことが重要である。

相原らが行った研究では(相原, 他, 2008)、最大酸素摂取量と SL-FIS ポイントの間には相関関係を認め、1 シーズンを通して安定した競技パフォーマンスを発揮するためには、全身持久力が重要な要素になっていることを報告した。近年は、世界で戦うスピード系選手(大回転/スーパー大回転/滑降競技)は 3 種目をこなす競技者が多く、脚筋力及び有酸素性能力は特に優れていることが報告されており、最大酸素摂取量は必要不可欠な体力要素であることが考えられる。



図 12 近年のスキーブーツ



図 13 最新ビンディング

本研究では FIS-GS ポイントと体重、BMI の間には有意な相関関係が現われなかったが、体重との間には相関傾向がみられた($r=0.525$)。アルペンスキー選手は、オフシーズンは長距離走や自転車など持久系トレーニングが多くなり、体重が一時的に減少する時期が存在することが考えられる。(図 8 参照) アルペン競技にとって体重は有利に働くが、体全体で全身運動を継続する GS 競技の成績向上には、オフシーズンの体重の

増加よりも全身持久力を高めることが優先される。

しかし、今後も FIS-GS ポイントと体力特性との関係は、継続的に測定を行う必要があり、世界に通用する体力特性とは何かを検証していくことが望まれる。

以上のことから、大学一流アルペンスキー選手の体力特性と GS 競技の種目特性を考えると、総合的な体力要素が重要であり、GS 競技では左右両脚における伸展筋及び屈曲筋の強化と有酸素性能力の必要性が考えられ、バランス良い筋力の強化と持久性を備えることが、FIS-GS ポイント向上の鍵となり、好成績に繋がるということが結論づけられる。そして、本研究の結果は、単に大学スキー選手の技術力や運動能力の向上に役立ただけではなく、今後の大学教育におけるスキー授業にも役立っていることが可能である。

5. まとめ

- 1) 被験者 (13 名) の測定の結果、FIS-GS ポイントとの関係は、右脚の最大筋力の伸展筋に相関関係がみられたが、それ以外の項目と FIS-GS ポイントの間には相関関係は認められなかった。
- 2) 今回の測定では、左脚の伸展筋/屈曲筋、右脚の屈曲筋との間には相関が認められなかったことから、大学一流選手は、左右の脚筋力にアンバランスが生じていることから、世界で戦うためにはこの筋力群の改善が重要である。
- 3) 大学一流アルペン選手は、FIS-GS ポイントと体重との間には相関傾向にあった。
- 4) 脚筋力は右の大腿部筋力群が左よりも強いことが認められ、右足が利き足の選手が多い傾向が現れた。

以上のことから、アルペンスキーの競技成績は一部分の体力数値ではなく、総合的な体力要素が重要であり、FIS ポイントの向上に関わっていることが結論できる。

参考文献

- Astrand, P.O. and K. Rodahl (1970), "Textbook of Work Physiology"; Agnevik et al. (1969), "Alpine Skiing," McGraw Hill, New York, pp.550-553
- Abe T., Y. Kawakami, S. Ikegawa, S. Kanehisa, T. Fukunaga (1992), "Isometric and Isokinetic Knee Joint Performance in Japanese Alpine Aki Racers," *J Sports Med Phys Fitness*, **32**(4) pp.353-357
- 相原博之, 中川喜直, 服部正明 (2008) 「一流アルペンスキー選手の体力特性および (FIS ポイント) との関連性について」, 『東海大学紀要』体育学部, **38**, pp.79-85
- 相原博之, 中川喜直, 服部正明 (2009) 「一流アルペンスキー選手の体力特性とパフォーマンスとの関係」『冬季スポーツフォーラム第 20 回大会概要集』 p.38
- 大出一水, 相原博之, 竹腰誠, 佐藤照友旭 (2010), 「ビジュアルスキーテクニスト, 新パラレルターンの研究」, 『(株) スキージャーナル』2010 年 12 月 25 日初版共著
- 栗山節郎, 芳村直, 竹政敏彦, 清水泰雄, 阪本桂造, 藤巻悦男, 山田保, 安部孝 (1986), 「血中乳酸値からみた一流アルペンスキー選手の体力」, 『日本スポーツ体力医学会』

233, 555

- 小林規, 深代千代, 柳等, 石毛勇介 (1991), 「競技特性から見た, Jr アルペンスキー選手の身体組成およびパワー発揮特性」, 『日本体育学会』, 第 42 回大会, p.932
- 佐藤文宣 (2007), 「スキー技術を変えたカービングスキー」, 『スポーツ工学』**2**, pp.7-10
- 塩野谷 明 (1991), 「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』**1**(3), pp.43-49
- Neumayr, G., H. Hoertnagl, R. Pfister, A. Koller, G. Eibl, E. Raas (2003), “Physical and Physiological Factors Associated with Success in Professional Alpine Skiing,” *Int.J. Sports Med.* **24**, pp.571-575
- Haymes, E.M. and A.L. Dickinson (1980), “Characteristics of elite male and female ski racers,” *Medicine and science in sports and exercise* **12**, pp.153-158
- 平野陽一 (2008), 「アルペンスキーの力学と最速径路」, 『スポーツ工学』, 3, pp.1-9
- Micah A. Gross, Fabio A. Breil, Andrea D. Lehmann, Hans Hoppeler, and Michael Vogt (2009), *Med. Sci. Sports Exer.* **41**(11), pp.2084-2089.
- 三浦望慶 (1987), 「スキー・スラロームにおける可倒式ポールと従来ポールとの滑走技術との比較」, 『日本体育学会第 38 回大会号』 p.285
- 山田保 (1983), 「新型ポール使用時の回転技術」, 『体育の科学』**33**(12), pp.890-894
- 山田保, 安部孝, 堀居昭 (1984), 「一流アルペンスキー選手の体力」, 『日本体育大学紀要』**13**, pp.67-71

(受付 : 2011 年 1 月 31 日, 受理 : 2011 年 3 月 31 日)