

〈論 文〉

女子アルペンスキー選手の フィールドテストと競技成績との関連性

The Relationship between Field Tests and Performance in Female High School Alpine Ski Races

宮 下 裕 加 竹 田 唯 史 中 里 浩 介
Yuka MIYASHITA Tadashi TAKEDA Kosuke NAKAZATO

キーワード：アルペンスキー、フィールドテスト、高校女子

1. 緒言

2022年北京冬季オリンピックでの日本人のメダル獲得数は18個であり、冬季オリンピック史上最多を成し遂げた。日本人初の冬季オリンピックメダリストは、1956年コルチナ・ダンベッツォ冬季オリンピックにおいて、アルペンスキー競技の回転種目で銀メダルを獲得した猪谷千春選手であるが、これ以降アルペンスキー競技でのメダル獲得はなく、今後、オリンピックでのメダル獲得のためには、ジュニア選手の強化と競技力向上に、貢献できる研究の必要性が高まっている。

アルペンスキー競技は、高速で移動するスキー板の上でバランスを保持し、スキー板をコントロールしながら、刻々と変化するコースに対応

する能力が求められる。アルペンスキー選手に求められる体力要素は、これまで多くの研究が行われている。Hydren ら¹⁾ は、筋持久力、巧緻性が必要であることを報告している。Neumayr ら²⁾ は、高いレベルの有酸素性能力と脚筋力が重要であることを挙げている。また、有酸素性パワー、無酸素性パワー、乳酸性パワーが必要であることも指摘されており^{3,4,5,6,7,8)}、アルペンスキー選手の体力を評価するためには、さまざまな体力要素を測定する必要がある。

アルペンスキー選手の競技力は、「ポイント」によって評価され、ポイントには国際スキー連盟 (International Ski Federation、以下 FIS) が発行する FIS ポイントと、全日本スキー連盟 (Ski Association of Japan、以下 SAJ) が発行する SAJ ポイントがある。ポイントは、各大会での「レースポイント」(1)と、そのレースの競技レベルを表す「ペナルティポイント」(2)との和で付与され、以下の(1)+(2)で算出される。ポイントの数値が低い選手ほど競技力の高い選手となる。

$$P = \frac{F \cdot T_x}{T_o} - F \quad (1)$$

P = レース・ポイント

T_o = 各大会のラップタイム (優勝者)

T_x = 各大会参加選手の各タイム

F 値 = 各シーズン FIS 公示値 (各種目別)

$$PP = (A + B - C) / 10 \quad (2)$$

PP = ペナルティポイント

A = フィニッシュ時上位 10 名からポイント上位 5 名

B = スタート時点のポイント上位 5 名

C = 該当選手のレースポイント

女子アルペンスキー選手の体力特性と競技成績との関係性についての研究では、山根ら⁹⁾は、全日本強化指定選手を含む女子選手を対象とし、除脂肪体重、動的筋力と SAJ SL ポイントとの間に有意な負の相関関係があることを報告している。塩野谷ら¹⁰⁾は、県強化指定選手の高校生を対象として、女子の最大酸素摂取量と SAJ SL ポイントとの間に有意な相関関係があることを報告している。三浦ら¹¹⁾は、中学女子アルペンスキー選手の最大無酸素パワーと SAJ GS ポイントにおいて、弱い負の相関関係があること、40 秒間のミドルパワー測定において 30 秒間平均パワー・40 秒間平均パワー・30 秒-40 秒平均パワーと SAJ SL 及び GS ポイントとの間に弱い負の相関関係があることを報告している。

アルペンスキー選手を対象としたフィールドテストと競技力との関連性を示した研究として、加藤ら¹²⁾は、H 県スキー連盟所属の男子ジュニアアルペンスキー選手の競技成績と「オーストリア方式 Sportmotrische Tests」の 8 項目（かかえ込み両脚跳、正六角形跳、両脚反復跳、段違いバー正六角形跳、片脚かかえ込み姿勢維持、垂直跳、立幅跳、箱跳）との関係性について検討し、これらのテストが有効であることを報告している。しかし、このテストでは、立幅跳以外は、専用の測定器具が必要であり、誰もが容易に実施できるものではない。

国外のスキーチームは、フィールドテストを中心とした測定が行われており、アメリカのナショナルチームは「Skills Quest-Fitness 2014」¹³⁾を実施している。カナダでは、すべてのアルペンスキー選手を対象として、「ALPINE CANADA FITNESS TESTING Fall」¹⁴⁾を実施している。ノルウェーでは、「ATTACKING Ironman Testbatteriene Versjon 5.0」¹⁵⁾を実施している。全日本スキー連盟ナショナルチームにおいても、2021 年からノルウェーのテストをベースとした「Fitness Test Battery Versjon 1」¹⁶⁾という 8 項目（3000 m、ヘキサゴンジャンプ、スクワット 1RM、スクワット BW1.5/MAX Reps、ベンチプレス 1RM、懸

垂、ぶら下がり腹筋、90秒ボックスジャンプ)のフィールドテストを実施している。以上のフィールドテストは、トレーニングルームに常設されているベンチプレスやスクワットスタンド、オリンピックバー、ウェイトプレートなどを使用する必要があるため、通常のトレーニング環境下(学校教育)で、ジュニア選手が実施することは困難である。

体力要素と競技成績(ポイント)との関連性に関する研究では、ジュニア女子選手を対象とした研究が少なく、いずれの研究も対象者が県強化指定選手であることから、被験者数が少数であること、および実験室内で、専用の測定機器を利用するラボテストによる研究が多く、フィールドテストが少ないことが課題として挙げられる。ラボテストを実施する環境が無いジュニア女子選手にとっては、通常のトレーニング環境の体育館や屋外で実施できるフィールドテストが有効である。

これまで筆者ら^{17,18)}は、実験室やトレーニングルームなどに設置されている専用の測定機器を用いないフィールドテストの検討を行ってきた。このフィールドテスト項目とラボテストとの関連性について、中里ら¹⁹⁾が検討し、フィールドテスト項目の「立ち幅跳び」、「片脚立ち幅跳(右・左)」、「立ち5段跳び」、「上体起こし」、「8の字走」、「片脚ホップテスト(右・左)」、「60秒台跳び」の9項目とラボテストとの間に有意な相関関係が認められたことが報告された。このことから、フィールドテスト項目の多くが、アルペンスキー選手に求められるラボテストの体力要素を評価可能な項目であることが示唆された。

そこで、本研究の目的は、H県における高校女子アルペンスキー選手を対象として、フィールドテストを実施し、競技成績との関連性、ならびにフィールドテスト項目間の関連性について検討し、高校女子アルペンスキー選手にとって有効なフィールドテストを精選し、提唱することとする。

2. 方法

2.1 被験者

被験者は、H県スキー連盟強化指定選手の高校女子アルペンスキー選手19名とした。H県スキー連盟に所属する高校女子は26名であり、対象者である19名は73.0%にあたることから、広範囲なレベルの選手が対象となっている。競技成績の指標として、FIS/SAJポイントを用いた(2020/2021 FIS NO.21/SAJ NO.17、2021年5月発行)²⁰⁾。被験者には、体力測定趣旨や測定方法、安全性について説明を行い、研究協力への同意を得て、2020年10月に体力測定を実施した。その際、被験者の体調や怪我の有無などのヒアリングを口頭にて行った。本研究は北翔大学研究倫理審査委員会による承認(承認番号:HOKUSHO-UNIV:2020-011)を受けた。対象者の年齢、身長、体重、FIS/SAJポイントの平均値と標準偏差を表1に示した。

表1 対象者の年齢・形態・FIS/SAJポイント

項目	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	FIS GS Points (点)	FIS SL Points (点)	SAJ GS Points (点)	SAJ SL Points (点)
n	19	19	19	8	7	18	18
MEAN	16.1	158.9	55.5	100.72	110.72	109.66	138.98
SD	0.91	4.56	5.23	50.37	51.51	56.57	67.15

2.2 フィールドテスト項目

実施したフィールドテストは、「立ち幅跳び」、「片脚立ち幅跳び(右・左)」、「立ち5段跳び」、「上体起こし」、「8の字走」、「20 cm ジャンプ」、「ホップテスト(両脚・右・左)」、「立位体前屈」、「4.5 cm 開眼片脚立ちテスト(右・左)」、「90秒台跳び」、「12分間走」の15項目とした。主に測定できる体力要素を表2に示した。また、各測定の前にはウォーミン

グアップとして、その項目を行ない、被験者が怪我などにより実施できない測定項目を確認し、測定を中止した。

表2 フィールドテスト項目の分類

体力要素	フィールドテスト項目
筋力・非乳酸性パワー	立ち幅跳び
	片脚立ち幅跳び（右・左）
	立ち5段跳び
	上体起こし
	8の字走
	20 cm ジャンプ（両脚） ホップテスト（両脚・右・左）
柔軟性	立位体前屈
バランス	4.5 cm 開眼片脚立ちテスト（右・左）
乳酸性パワー	90秒台跳び
有酸素性パワー	12分間走

2.2.1 立ち幅跳び

筋力と非乳酸性パワーの測定項目とした「立ち幅跳び」の測定方法は、両足のつま先を踏み切り線から出ないように立ち、両脚で踏み切り、前方へ跳躍する。着地時に身体が床に触れた位置のうち、最も踏み切り線に近い位置までをセンチメートル単位で2回計測し、優れていた方の記録を採用した。

2.2.2 片脚立ち幅跳び（右・左）

筋力と非乳酸性パワーの測定項目とした「片脚立ち幅跳び」の測定方法は、基本的に立ち幅跳びと同じ要領で計測した。片脚で立った状態で跳躍を開始し、着地は片脚・両脚着地のどちらでも良いものとした。連続4回、右脚・右脚・左脚・左脚の順で計測し、左右ともに優れていた方の記録を採用した。

2.2.3 立ち5段跳び

筋力と非乳酸性パワーの測定項目とした「立ち5段跳び」の測定方法は、立ち幅跳びと同じ要領で実施した。ジャンプ間で静止せずリズムカルに両脚で5回連続跳躍した距離をセンチメートル単位で2回計測し、優れていた方の記録を採用した。

2.2.4 上体起こし

筋力と非乳酸性パワーの測定項目とした「上体起こし」の測定方法は、両膝関節を90度に曲げ、両腕を胸の前で交差させ、仰臥位から起き上がり、肘を腿に接触させ、仰臥位に戻るまでの動作を1回としてカウントした。補助者は、測定者の両膝下を抑えて固定した。この動作を30秒間繰り返す、測定は1回とした。

2.2.5 8の字走 図1

筋力と非乳酸性パワーの測定項目とした「8の字走」の測定方法は、縦5m、横5.6m、対角線7.5mの長方形のフィールドを8の字を描くように被測定者のタイミングでスタートし、2周したタイムを計測した。測定者は被測定者が動き出した瞬間に計測を開始した。測定は2回実施し、優れていた方の記録を採用した。

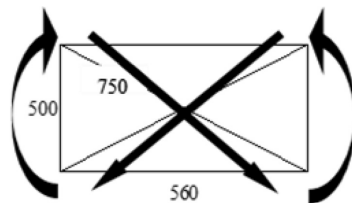


図1 8の字走

2.2.6 20 cm ジャンプ (両脚) 図 2

筋力と非乳酸性パワーの測定項目とした「20 cm ジャンプ」の測定方法は、被測定者は高さ 20 cm バーの外側に立ち、測定者の合図でバーに触れないように左右にジャンプし跳び超える動作を 30 回（15 往復）連続ジャンプしたタイムを 2 回計測し、優れていた方の記録を採用した。バーを倒した試技は無効とした。

2.2.7 ホップテスト (両脚・右・左) 図 3

筋力と非乳酸性パワーの測定項目とした「ホップテスト」の測定方法は、ライン外側が 30 cm の平行なラインを引き、被測定者は左右どちらかのラインの外側に立ち、ラインを踏まないように左右に 20 回（10 往復）連続ホップしたタイムを各 2 回計測した。連続 6 回、両脚・両脚・右脚・右脚・左脚・左脚の順で計測し、両脚・右脚・左脚ともに優れていた方の記録を採用した。ラインを踏んだ回数は無効とした。

2.2.8 立位体前屈 図 4

柔軟性の測定項目とした「立位体前屈」の測定方法は、被測定者は靴



図 2 20 cm ジャンプ
(両脚)



図 3 ホップテスト
(両脚・右・左)



図 4 立位体前屈

を脱ぎ測定台（基準点 0 cm）の上に乗し、上半身を下方に倒して前屈し、両手の指先が到達した距離を 2 回計測し、優れていた方の記録を採用した。

2.2.9 4.5 cm 開眼片脚立ちテスト（右・左） 図 5

バランスの測定項目とした「4.5 cm 開眼片脚立ちテスト」の測定方法は、開眼で腕を腰に当て、木片（長さ 50.0 cm、幅 4.5 cm、高さ 3.0 cm）上で靴を履かずに片脚立ちになり、木片から軸足が落ちる、手が腰から離れる、遊脚が地面に着くまでのタイムを計測した。数回練習した後に実施し、各脚 1 回、60 秒を上限として測定した。

2.2.10 90 秒台跳び 図 6

乳酸性パワーの測定項目とした「90 秒台跳び」の測定方法は、高さ 40.0 cm、幅 50.0 cm の台上に立った状態からスタートし、左右交互に飛び降り、台の上に戻る動作を 90 秒間繰り返す、台に乗った回数を 1 回計測した。



図 5 4.5 cm 開眼片脚立ちテスト
（右・左）



図 6 90 秒台跳び

2.2.11 12分間走

有酸素性パワーの測定項目とした12分間走の測定方法は、平坦な走路を12分間走行し、到達距離を1回計測した。

2.3 統計処理

各フィールドテスト項目の平均値と標準偏差を求め、各フィールドテスト項目と競技成績の指標（FIS GS ポイント、FIS SL ポイント、SAJ GS ポイント、SAJ SL ポイント）との相関関係、ならびに各フィールドテスト項目間の相関関係を Pearson の積率相関係数を用いて検討した。有意水準は5%未満とした。統計処理はSPSS Ver.26（IBM社製）を使用して行った。

3. 結果

3.1 各フィールドテスト項目の平均値と標準偏差および FIS・SAJ の GS・SL ポイントの相関関係

各フィールドテスト項目の平均値と標準偏差、FIS・SAJ の GS・SL ポイントの相関関係を表3に示す。フィールドテスト全15項目のうち、3項目において、いずれかの競技成績との間に有意な相関関係が認められた。筋力・非乳酸性パワーを評価する「ホップテスト（両脚）」が FIS SL ポイントとの間に有意な正の相関関係が認められ、乳酸性パワーを評価する「90秒台跳び」は、FIS GS ポイント、SAJ GS・SL ポイントとの間に有意な負の相関関係が認められた。さらに、有酸素性パワーを評価する「12分間走」は、FIS・SAJ GS ポイントとの間に有意な負の相関関係が認められた。

表3 フィールドテストと競技成績との相関関係

項目	立ち幅 跳び	片脚 立ち幅 跳び右	片脚 立ち幅 跳び左	立ち 5段 跳び	上体 起こし	8の字走	20cm ジャンプ	ホップ テスト 両脚	ホップ テスト 右	ホップ テスト 左	立位体 前屈	4.5cm 開眼片脚 テスト 右	4.5cm 開眼片脚 テスト 左	90秒 台跳び	12分間走
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(回)	(秒)	(秒)	(秒)	(秒)	(秒)	(cm)	(秒)	(秒)	(回)	(分)
n	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	13
MEAN	201.11	173.16	169.16	1027.26	31.95	14.76	11.3	4.97	5.74	5.73	19.80	53.26	51.11	93.16	2672.31
SD	15.67	12.69	12.25	86.40	4.27	0.94	1.26	0.71	0.82	0.88	5.20	17.62	17.56	14.82	226.50
FIS GS (n=8)	Points -0.583	-0.613	-0.544	-0.636	-0.419	0.203	0.399	-0.071	-0.012	0.021	0.114	-0.078	-0.037	-0.789*	-0.838*
FIS SL (n=7)	Points -0.327	0.131	-0.461	-0.357	-0.376	0.474	0.420	0.897**	0.476	0.275	-0.521	-0.190	-0.023	-0.269	0.023
SAJ GS (n=18)	Points -0.319	-0.464	-0.132	-0.193	-0.312	0.310	0.351	0.262	0.418	0.405	-0.300	0.192	-0.112	-0.682**	-0.562*
SAJ SL (n=18)	Points -0.303	-0.366	-0.179	-0.211	-0.285	0.251	0.366	0.444	0.455	0.396	-0.433	0.231	-0.085	-0.629**	-0.394

*p<0.05、**p<0.01

3.2 各フィールドテスト項目間の相関関係

各フィールドテスト項目間の相関関係の結果を表4に示す。全105個の項目のうち、半数以上の55個の項目間に有意な相関関係が認められた。「上体起こし」、「立位体前屈」と各フィールドテスト項目間に、有意な相関関係が認められた項目はなかった。

表4 フィールドテスト間の相関関係 (n=19)

項目	立ち幅 跳び	片足立 ち幅跳 び右	片足立 ち幅跳 び左	立ち5 段跳び	上体 起こし	8の字 走	20cm ジャンプ	ホップ テスト 両脚	ホップ テスト 右	ホップ テスト 左	立位体 前屈	4.5cm間 眼片脚立 ちテスト 右	4.5cm間 眼片脚立 ちテスト 左	90秒台 跳び	12分間 走
立ち幅 跳び	1	.800**	.812**	.955**	0.287	-.485*	-.786**	-.524*	-.679**	-.640**	-0.044	.485*	0.442	.695**	.686**
片足立 ち幅跳 び右		1	.736**	.782**	0.267	-0.428	-.635**	-.458*	-.589**	-.558*	-0.160	0.398	0.214	.840**	.796**
片足立 ち幅跳 び左			1	.805**	0.008	-.563*	-.720**	-.472*	-.540*	-.472*	-0.082	.531*	0.374	.667**	.810**
立ち5 段跳び				1	0.271	-.459*	-.728**	-.469*	-.605**	-.557*	-0.089	.514*	0.409	.606**	.605*
上体 起こし					1	-0.329	-0.197	-0.176	-0.108	-0.137	0.077	0.346	-0.201	0.102	-0.066
8の字 走						1	.665**	0.363	.477*	0.344	-0.315	-.782**	-0.327	-0.347	-0.452
20cm ジャンプ							1	.704**	.813**	.718**	-0.138	-.571*	-.707**	-.648**	-0.469
ホップ テスト 両足								1	.832**	.834**	-0.206	-0.404	-.508*	-.518*	-0.118
ホップ テスト 右									1	.945**	-0.121	-0.320	-.635**	-.715**	-0.352
ホップ テスト 左										1	0.052	-0.292	-.610**	-.664**	-0.346
立位体 前屈											1	0.052	0.134	-0.035	-0.243
4.5cm間 眼片脚立 ちテスト 右												1	0.301	0.080	-0.037
4.5cm間 眼片脚立 ちテスト 左													1	0.294	0.040
90秒台 跳び														1	.856**
12分間 走															1

* p<0.05、** p<0.01

3.3 各フィールドテスト項目間の相関係数

各フィールドテスト項目間で有意な相関関係が認められた項目のうち、相関係数の高い順に3項目を抜粋した表5を示す。個数の多い順に「片脚立ち幅跳び（左）」、「20 cm ジャンプ」、「片脚立ち幅跳び（右）」、「ホップテスト（右）」、「立ち幅跳び」、「12 分間走」、「立ち 5 段跳び」、「8 の字走」、「ホップテスト（左）」、「ホップテスト（両脚）」、「4.5 cm 開眼片脚立ちテスト（右）」、「90 秒台跳び」であり、「4.5 cm 開眼脚立ちテスト（左）」はなかった。

表5 フィールドテスト間の相関係数

項目	1	r	2	r	3	r
立ち幅跳び	立ち 5 段跳び	0.955	片足立ち幅跳び 左	0.812	片足立ち幅跳び 右	0.8
片足立ち幅跳び 右	90 秒台跳び	0.84	立ち 5 段跳び	0.8	12 分間走	0.796
片足立ち幅跳び 左	立ち幅跳び	0.812	12 分間走	0.81	立ち 5 段跳び	0.805
立ち 5 段跳び	立ち幅跳び	0.955	片足立ち幅跳び 左	0.805	片足立ち幅跳び 右	0.782
8 の字走	4.5 cm 開眼片脚 立ちテスト 右	-0.782	20 cm ジャンプ	0.665	片足立ち幅跳び 左	-0.563
20 cm ジャンプ	ホップテスト 右	0.813	立ち幅跳び	-0.786	片足立ち幅跳び 左	-0.72
ホップテスト 両足	ホップテスト 左	0.834	ホップテスト 右	0.832	20 cm ジャンプ	0.704
ホップテスト 右	ホップテスト 左	0.945	ホップテスト 両足	0.832	20 cm ジャンプ	0.813
ホップテスト 左	ホップテスト 右	0.945	ホップテスト 両足	0.834	20 cm ジャンプ	0.718
4.5 cm 開眼片脚 立ちテスト 右	8 の字走	-0.782	20 cm ジャンプ	-0.571	片足立ち幅跳び 左	0.531
4.5 cm 開眼片脚 立ちテスト 左	20 cm ジャンプ	-0.707	ホップテスト 右	-0.635	ホップテスト 左	-0.61
90 秒台跳び	12 分間走	0.856	片足立ち幅跳び 右	0.84	ホップテスト 右	-0.715
12 分間走	90 秒台跳び	0.856	片足立ち幅跳び 左	0.81	片足立ち幅跳び 右	0.796

4. 考察

4.1 各体力要素と競技成績との関連性

宮下ら²¹⁾ (n=8) の研究では、筋力・非乳酸性パワーを評価する「片脚ホップテスト (右・左)」と FIS・SAJ GS ポイントとの間に有意な正の相関関係が認められたのみであったが、本研究では、フィールドテスト3項目の「ホップテスト (両脚)」、「90 秒台跳び」、「12 分間走」と競技成績のいずれかとの間に有意な相関関係が認められた。筋力・非乳酸性パワーを評価するフィールドテスト項目のみならず、乳酸性パワーと有酸性パワーを評価するフィールドテスト項目においても、有意な相関関係が認められた。これは、被験者数を増加 (n=19) させたこと、競技レベルが広範囲となったことが、要因として考えられる。

4.1.1 筋力・非乳酸性パワーと競技成績との関連性

筋力・非乳酸性パワーを評価する項目として実施した「ホップテスト (両脚)」と FIS SL ポイントとの間に有意な正の相関関係が認められたことから、有効なテスト項目といえる。両脚を連動させて素早くターンをする動作が、SL 競技技術には必要である。「ホップテスト (両脚)」の動作は、その SL 競技技術動作に類似しており、競技成績との間に有意な相関関係が認められたと推測する。

ここで、被験者の利き足を表 6 に示す。

表 6 被験者の利き足 (n=19)

項目	右	左	両脚
n	17	2	0

相原ら²²⁾ は、アルペンスキー選手の利き足について、大学一流アルペンスキー選手を対象として、利き足は右脚が多く、脚筋力は右の大腿部

筋力群が左よりも強いことを明らかにしている。本研究においても、右脚が利き足である被験者が17名と多く、右脚の大腿部筋力群が左よりも強いと推測される。しかし、「ホップテスト（右・左）」は全ての競技成績との間に有意な相関関係が認められなかった。これは、アルペンスキー選手に求められる体力要素が、筋力（大腿部筋力群）・非乳酸性パワーのみならず、巧緻性や敏捷性も求められるためだと推測する。さらに、各選手には左右のターンにおいて、得意・不得意がある。高いターン技術を必要とするアルペンスキー選手は、左右脚をバランス良く強化することでGS・SL競技の全ての競技成績との間に有意な相関関係が認められる可能性が考えられる。利き足と左右差の詳細な検討は、今後の課題となる。

他のフィールドテスト項目（「立ち幅跳び」、「片脚立ち幅跳び（右・左）」、「立ち5段跳び」、「8の字走」、「20 cm ジャンプ」、「ホップテスト（右・左）」）は、全ての競技成績との間に有意な相関関係が認められなかった。これらのフィールドテスト項目は、中里ら²³⁾の研究において、ラボテストとの間に有意な相関関係が認められており、各国のフィールドテスト項目においても、同項目や類似項目が実施されている。アメリカ²⁴⁾では、「立幅連続3回跳び」。カナダ²⁵⁾では、「立幅跳び」と「5回連続ジャンプ」。ノルウェー²⁶⁾と日本²⁷⁾においても、「立ち幅跳び」を実施している。さらに、Neumayr ら²⁸⁾ および近藤ら²⁹⁾ は、アルペンスキー選手は、高いレベルの脚筋力が重要であることを明らかにしており、本研究の結果はこれを支持することができなかった。男子と比較して筋力・非乳酸性パワーが劣る女子は、各フィールドテスト項目と競技成績との間に有意な相関関係を得ることが、難しい現状であることが示唆された。

「上体起こし」においても、全ての競技成績との間に有意な相関関係が認められなかった。「上体起こし」は新体力テストの得点表によれば、女子12～19歳の最高得点10が29回以上となっている。被験者の平均値

が 31.95 ± 4.27 回 (30 秒) と高い水準にあり、競技力に関係なくジュニア選手は、上体起こしに関与する腹筋と体幹筋群のトレーニングを行っていることが推測され、その結果、競技成績との間に有意な相関関係が認められなかったと推測する。本研究での測定方法は、無負荷で実施したため、負荷をかける、測定時間を増加させるなどの修正をすることで、有意な相関関係が認められる可能性がある。

4.1.2 柔軟性と競技成績との関連性

柔軟性を評価する項目として実施した「立位体前屈」は、全ての競技成績との間に有意な相関関係は認められなかった。竹腰ら³⁰⁾は、柔軟性と FIS GS・SL ポイントとの有効性について検討し、有意な相関関係が認められなかったことを報告している。本研究と同様の結果であるが、測定方法は「長座体前屈」を採用している。中里ら³¹⁾も指摘するように、柔軟性を評価する測定方法を、「長座体前屈」に変更するのか、柔軟性を評価する測定を廃止するのか、検討が必要である。

4.1.3 バランスと競技成績との関連性

バランスを評価する項目として実施した「4.5 cm 開眼片脚立ちテスト (右・左)」は、全ての競技成績との間に有意な負の相関関係が認められなかった。この、測定評価方法として最高値 60 秒を達成した被験者 ($n=19$) が、右脚 16 名・左脚 14 名であったことから、測定方法の難易度をさらに上げ、開眼から閉眼へと変更することで、より正確に評価できる可能性がある。また、本テストは静的バランス能力を測定しており、アルペンスキー競技で必要となる動的バランス能力を測定する項目の検討が課題といえる。

4.1.4 乳酸性パワーと競技成績との関連性

乳酸性パワーを評価する項目として実施した「90秒台跳び」とFIS GSポイント、SAJ GS・SLポイントとの間に有意な負の相関関係が認められた。アルペン競技の競技時間は、GSが60-90秒程度、SLが50-60秒程度であることから、競技時間がGSより短いSLにも乳酸性パワーを評価できると考える。加藤ら³²⁾の研究においても、類似したテスト項目「箱跳」として実施されており、アルペンスキー競技の特性をフィールドテスト内容に十分織り込んだテストであることを報告しており、アメリカ³³⁾、カナダ³⁴⁾、ノルウェー³⁵⁾、日本³⁶⁾においても、同様のフィールドテスト項目が実施されている。本テストは、両脚での上下・左右の動作が、アルペンスキー競技の特性をより反映した、有効なフィールドテスト項目といえる。

4.1.5 有酸素性パワーと競技成績との関連性

有酸素性パワーを評価する項目として実施した「12分間走」とFIS・SAJ GSポイントとの間に有意な負の相関関係が認められ、有効なフィールドテスト項目といえる。課題として平坦な屋外での走路を確保できない可能性があること、天候に左右されることが上げられる。アメリカ³⁷⁾とカナダ³⁸⁾は20mシャトルラン、ノルウェー³⁹⁾と日本⁴⁰⁾は3000mを実施している。体育館での計測実施を可能とするためには、新体力測定で実施されている20mシャトルランもしくは、事前に体育館の外周を計測し、12分間の走行距離を計測することも可能である。有効なフィールドテスト項目であることから、各チームの環境下に対応した項目を選択するなどの検討も必要である。

4.2 各フィールドテスト項目間との関連性

各フィールドテスト項目間において、有意な相関関係が多く認められ

た。各フィールドテスト項目間の相関分析（表4）と各フィールドテスト項目の相関係数が大きいテスト項目（表5）の結果に基づき、フィールドテストの優先順位を提唱する。その際、類似した動作や運動時間、負荷強度、おもに使用されるエネルギー供給系を考慮しながら検討する。

筋力・非乳酸性パワーを評価するテスト項目については、「上体起こし」との間に有意な相関関係は認められなかったが、それ以外の項目間において、有意な相関関係が認められた。相関関係の個数が多いフィールドテスト項目の上位順は、「立ち幅跳び」、「片脚立ち幅跳び（左）」、「立ち5段跳び」、「20 cm ジャンプ」が11項目との間に。「ホップテスト（右）」が10項目との間に。「片脚立ち幅跳び（右）」、「ホップテスト（両脚）」、「ホップテスト（左）」が9項目との間に。「8の字走」が6項目との間に有意な相関関係が認められた。さらに、相関係数の大きい上位3項目中、個数の多いフィールドテスト項目の上位順は、「20 cm ジャンプ」が6個、「片脚立ち幅跳び（左）」、「ホップテスト（右）」が5個、「片脚立ち幅跳び（右）」が4個、「立ち幅跳び」、「立ち5段跳び」、「ホップテスト（左）」が3個、「ホップテスト（両脚）」が2個、「8の字走」が1個であった。

「立ち幅跳び」・「片足立ち幅跳び（右・左）」・「立ち5段跳び」は、互いにすべての項目間において、有意な正の相関関係が認められ、高い相関係数である。「立ち幅跳び」と「片脚立ち幅跳び（右、 $r=0.8$ ・左、 $r=0.812$ ）」を比較すると、動作、運動時間、エネルギー供給機構は同様であり、両脚と片脚の違いのみである。すなわち、脚の左右差を検討する際には、「片脚立ち幅跳び」が有効であるが、下肢三関節のパワーを評価する場合は、「立ち幅跳び」のみでよいといえる。さらに、「立ち幅跳び」と同様な動作を連続5回行う「立ち5段跳び」は、前述のとおり「立ち幅跳び（ $r=0.955$ ）」、「片脚立ち幅跳び（右、 $r=0.782$ ・左、 $r=0.805$ ）」との間に有意な正の相関関係が認められ、高い相関係数であることから、運動時間は異なるが、下肢三関節のパワーを測定するための脚の伸展筋

群による同様な動作である。両テストとも約7秒以内の運動であり、非乳酸性機構（ATP-PC系）による運動である。したがって、1回の運動と連続動作という点は異なるが、「立ち幅跳び」、または「立ち5段跳び」のどちらか1種目により、筋力、非乳酸素性パワーを評価することが可能である。他の体力要素の測定項目との関係についてみると、「4.5 cm 開眼片脚立ちテスト（右）」、「90秒台跳び」、「12分間走」との間に有意な正の相関関係が認められたことから、筋力・非乳酸性パワー以外に、バランス、乳酸素性パワー、有酸素性パワーを評価する項目としても利用できる可能性がある。

「8の字走」は、他の体力要素を評価する項目との間に有意な相関関係が認められた項目は、バランスを評価する「4.5 cm 開眼片脚立ちテスト（右、 $r = -0.782$ ）」のみとの間であった。8の字に走行する動作が、アルペンスキー滑走時の素早い体重移動と類似することから、バランスを評価する「4.5 cm 開眼片脚立ちテスト」との間に有意な負の相関関係が認められたと推測する。動的バランスを評価する項目として、利用できる可能性がある。

「20 cm ジャンプ」・「ホップテスト（両脚・右・左）」は、互いにすべての項目間において、有意な正の相関関係が認められ、高い相関係数である。これらのテスト項目の運動時間は、いずれも約20秒以下で跳躍高は異なるが、動作は左右への連続ジャンプであり、類似している。特に「20 cm ジャンプ」と「ホップテスト（両脚、 $r = 0.704$ ）」は、両脚での動作であり、代替えが可能である。さらに、「20 cm ジャンプ」と「ホップテスト（両脚・右・左）」の4項目は、同体力要素群である「立ち幅跳び」、「片足立ち幅跳び（右・左）」、「立ち5段跳び」、「8の字走」と、バランスを測定する「4.5 開眼片脚立ちテスト（左）」、乳酸性パワーを測定する「90秒台跳び」との間にも有意な相関関係が認められたことから、筋力・非乳酸性パワー以外に、バランス、乳酸素性パワーを評価する項目とし

でも利用できる可能性がある。

以上のことから、筋力・非乳酸性パワー群のフィールドテストを実施する項目の優先順位を、「立ち幅跳び」、「立ち5段跳び」、「片脚立ち幅跳び(右・左)」、「20 cm ジャンプ」、「ホップテスト(右・左)」、「ホップテスト(両脚)」、「8の字走」、「上体起こし」と提唱する。「8の字走」、「上体起こし」は競技成績との関連性の検討から、実施方法の修正も示唆される。筋力・非乳酸性パワー群の優先順位から、有酸素性パワーの「12分間走」にも有意な相関関係が認められた「立ち幅跳び」、「立ち5段跳び」、「片脚立ち幅跳び(右・左)」が最も有効なテスト項目であり、下肢筋力・パワー発揮能力が重要であることが示唆された。さらに、「立ち幅跳び」と「立ち5段跳び」、「20 cm ジャンプ」と「ホップテスト(両脚)」のそれぞれどちらかを選択し、テストを簡略化することが可能である。また、怪我からの復帰後など左右差の指標を得たいときには、「片脚立ち幅跳び(右・左)」もしくは、「ホップテスト(右・左)」のどちらかを選択することで、左右差の評価が可能である。

柔軟性を評価する「立位体前屈」は、すべてのフィールドテスト項目との間に有意な相関関係が認められなかった。柔軟性は他の体力要素とは関連性が低く、代替えの利かない測定であることが示唆された。

バランスを評価する「4.5 cm 開眼片脚立ちテスト(右・左)」は、右は筋力・非乳酸性パワーを評価する「立ち幅跳び」、「片足立ち幅跳び(左)」、「立ち5段跳び」、「8の字走($r = -0.782$)」、「20 cm ジャンプ」との間に有意な相関関係が認められ、左においても、筋力・非乳酸性パワーを評価する「20 cm ジャンプ($r = -0.707$)」、「ホップテスト(両脚・右・左)」との間に有意な相関関係が認められた。スキー滑走競技の基本的なバランスを保つためには、下肢三関節のパワー発揮能力が重要であることが示唆され、動的バランスの重要性を含めて、測定項目の再考が必要である。

乳酸性パワーを評価した「90秒台跳び」は、多数の筋力・非乳酸性パワーを評価するフィールドテスト項目と乳酸性パワーを評価する「12分間走」との間に有意な相関関係が認められた。相関係数の大きい順では、「12分間走 ($r=0.856$)」、「片足立ち幅跳び (右, $r=0.84$)」、「ホップテスト (右, $r=-0.715$)」となった。Gross ら⁴¹⁾ は、90秒台跳び中のエネルギー供給系の貢献度を検討し、約63%が有酸素性エネルギー供給系であることを報告しており、本研究においても、「90秒台跳び」が、有酸素性エネルギー供給系によって60%程度を補っていることが、有酸素性パワーの評価項目である「12分間走」との間に有意な相関関係が認められたと推測する。

有酸素性パワーを評価した「12分間走」においては、筋力・非乳酸性パワーを評価する「立ち幅跳び」、「片足立ち幅跳び (右, $r=0.796$ ・左, $r=0.810$)」、「立ち5段跳び」と乳酸性パワーを評価する「90秒台跳び ($r=0.856$)」との間に有意な相関関係が認められた。「12分間走」と「90秒台跳び」は双方向の有意な相関関係が認められていることから、どちらか一方を選択することも可能であるが、競技成績との関係性では、「90秒台跳び」がSAJSLポイントとも相関関係が認められていること、「12分間走」の測定では、屋外での測定が基本となり、陸上競技場の確保や天候に左右されるなどの課題があることを考慮し、「90秒台跳び」を行うことを推奨する。

以上のことから、全てのフィールドテスト項目を実施できない環境下にある場合、テストを簡略化し少ない種目での実施が可能であることが示唆された。

5. 本研究の限界と今後の展望

本研究では、フィールドテスト項目と競技成績との関連性および、フィールドテスト項目間の関連性について検証し、フィールドテスト項

目を提唱することを目的としたが、フィールドテスト項目と競技成績との間に有意な相関関係が認められた、フィールドテスト項目が少なかった。被験者数が少なかったことが、一つの要因として挙げられる。アルペンスキー競技人口が減少し、特に女子の人口が著しく減少する中ではあるが、被験者数を増加させ、同様の研究を行うことが期待される。測定方法の修正や強度を高めた測定方法の検討が必要であり、対象者の利き足と競技成績との関連性についても、継続した検証が必要である。

今後の展望として、現在の日本のアルペンスキー界は、冬季オリンピック種目の中で、注目されているとは言い難い。全日本強化指定選手の中には大学生の年齢層が多いことから、今後、開催される冬季オリンピックにおいて、活躍できるアルペンスキー選手のジュニア層を育成するため、現在の小学生、中学生のアルペンスキー選手を対象とした体力測定を実施することが求められる。そのためには、発達段階に応じた誰もが容易に実施できるフィールドテストパッケージを作成することが重要である。競技成績と体力要素の関係性を明らかにすることも重要であるが、強化現場においては、具体的な目標数値を示すことも必要であり、評価基準の作成も検討する必要がある。

6. 結論

本研究の目的は、広範囲な競技レベルの高校女子アルペンスキー選手を対象として、フィールドテスト項目と競技成績との関連性、ならびにフィールドテスト項目間の関連性について検討し、アルペンスキー選手にとって有効なフィールドテストを精選し、提唱することとした。

高校女子アルペンスキー選手を対象としたフィールドテスト項目と競技成績の関連性について、検討したフィールドテスト 15 項目中の 3 項目が競技成績との間に有意な相関関係が認められた。

「ホップテスト (両脚)」は、FIS SL ポイントとの間に有意な正の相関

関係が認められた。「90秒台跳び」は、FIS GS ポイント、SAJ GS・SL ポイントとの間に有意な負の相関関係が認められた。「12分間走」は、FIS・SAJ GS ポイントとの間に有意な負の相関関係が認められた。以上の3項目のフィールドテスト項目は、有効なフィールドテスト項目であることが示唆された。フィールドテスト項目間において、有意な相関関係が認められたのは、「立ち幅跳び」、「片脚立ち幅跳び（左）」、「立ち5段跳び」、「20 cm ジャンプ」が11項目との間に。「ホップテスト（右）」が10項目との間に。「片脚立ち幅跳び（右）」、「ホップテスト（両脚）」、「ホップテスト（左）」が9項目との間に。「8の字走」が6項目との間に有意な相関関係が認められた。

この結果を検討し、アルペンスキー選手に有効なフィールドテストを以下に提唱する。

筋力・非乳酸性パワー群の優先順位は、「立ち幅跳び」、「立ち5段跳び」、「片脚立ち幅跳び（右・左）」、「20 cm ジャンプ」、「ホップテスト（右・左）」、「片脚立ち幅跳び（右・左）」、「ホップテスト（両脚）」、「8の字走」、「上体起こし」とした。左右差を検討するために、「片脚立ち幅跳び（右・左）」、「ホップテスト（右・左）」のどちらか一方を実施することにより可能である。

柔軟性の「立位体前屈」とバランスの「4.5 cm 開眼片脚立ちテスト（右・左）」は、修正が必要な項目である。

乳酸性パワーの「90秒台跳び」と有酸素性パワーの「12分間走」については、どちらか一方を選択することも可能であるが、その際、「90秒台跳び」を推奨する。「立ち幅跳び」と「立ち5段跳び」を実施することで、両項目を実施しない選択の可能性もある。

各フィールドテスト項目と競技成績および、フィールドテスト項目間との関連性の検討から、有効性の高いフィールドテスト項目順から、優先順位をつけたフィールドテストを提唱することができ、テスト項目を

選択して実施することが可能となった。

謝 辞

本研究に参加・協力いただいた、すべての選手および指導者の方々に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) Hydren, J.R.; Volek, JS.; Maresh, C.M.; Comstock B.A.; Kraemer W.J. “Review of Strength and Conditioning for Alpine Ski Racing”. Strength and conditioning for alpine ski racing. 2013, 35, p.10-28.
- 2) Neumayr, G.; Hoertnagl, H.; Pfister, R.; Koller, A.; Eibl, G.; Raas, E. “Physical and physiological factors associated with success in professional alpine skiing”. Int J Sports Med. 2003, 24, p.571-575.
- 3) 近藤雄一郎, 竹田唯史, 中里浩介, 山本敏美, 細田将太郎, 石田崇征, 松田光史, 渡部峻, 田畑竜平, 伊藤秀吉, 中島千佳. 「スキー選手を対象とした体力測定とトレーニング指導に関する研究 — 北方圏生涯スポーツ研究センターにおける平成 30 年度の取り組みについて —」『北翔大学北方圏生涯スポーツ研究センター年報』. 2018, 10, p.43-51.
- 4) Haymes, EM.; Dickinson, AL. “Characteristics of elite male and female ski racers”. Med Sci Sports Exerc. 1980, 12(3), p.153-158.
- 5) 山田保, 安部孝, 堀居昭. 「一流アルペンスキー選手の体力」『日本体育大学紀要』. 1984, 13, p.67-71.
- 6) 小林規, 深代千之, 柳等, 若山章信, 松井秀治, 山田保, 石毛勇介, 岩谷高峰. 「ジュニア・アルペン・スキー選手のパワー発揮特性」『日本スキー学会誌』. 1991, 1, p.175-189.
- 7) 星野宏司, 角田和彦, 佐々木敏, 蓑内豊, 武田秀勝. 「アルペンスキー選手における無酸素性パワーの発揮特性について」『スキー研究』. 2013, 10, p.47-53.

- 8) 三浦哲. 「成年女子アルペンスキー選手の無酸素性パワー発揮特性からみた競技力の関係」『日本体育学会大会予稿集』. 2014, 65, p.265.
- 9) 山根真紀, 小林規, 石毛勇介. 「女子アルペンスキー選手の身体組成と動的筋力」『日本スキー学会誌』. 1993, 3, p.50-56.
- 10) 塩野谷明, 橋本哲雄. 「新潟県アルペンスキー強化選手の体力（第2報）——特に競技成績と体力の関係から——」『日本体育学会大会号』. 1990, 41B, p.664.
- 11) 三浦哲, 加藤稜大, 荒川正昭. 「成年男子アルペンスキー選手の等速性膝関節伸展屈曲筋力と競技力の関係」『日本体育学会大会予稿集』. 2019, 70, p.77.
- 12) 加藤満, 菅原誠, 見戸長治, 須田力, 岡野五郎, 乗安整而, 佐々木敏, 水口尚子. 「オーストリア方式 Sportmotrische Teste からみた習熟度別の北海道アルペンスキー選手における体力水準」『北海道体育学研究 Hokkaido J.Phys.Educ.』. 1985, 20, p.29-36.
- 13) USSA. “Skills Quest-Fitness 2014”. Available from, <https://usskiandsnowboard.org/sport-programs/skillsquest>. Accessed 8月10日, 2021.
- 14) Alpinecanada org. “ALPINE CANADA FITNESS TESTING Fall”. Available from, <https://www.alpineontario.ca/fitnessesting/>. Accessed 8月10日, 2021.
- 15) Norges Skiforbund. “ATTACKING Ironman Testbatteriene Versjon 5.0”. Available from, https://www.skiforbundet.no/contentassets/5e6a8dc665e44eb0a6d7c6bded48e1a7/ironmanprotokoller_ver5_140813.pdf. Accessed 8月10日, 2021.
- 16) Japan Alpine Ski team. “Fitness Test Battery Version 1”. 2021. <https://www.facebook.com/111263780753238/photos/a.519433743269571/519432279936384/>. Accessed 8月15日, 2022.
- 17) Miyashita, Y.; Nakazato, K.; Takeda, T. “The relationship between skiing performance and a developed test-battery for junior alpine ski racers”. The 2020 YokohamaSport Conference. 2020, K10-P0377.

- 18) 宮下裕加, 竹田唯史, 中里浩介, 石田崇征. 「ジュニアアルペンスキー選手を対象としたフィールドテストと競技成績の関係 — 高校女子を対象として —」『日本スキー学会秋季大会論文集』. 2020.
- 19) 中里浩介, 近藤雄一郎, 竹田唯史, 中島千佳. 「アルペンスキー競技における高校生世代の県代表選手の体力特性 — 測定項目とパフォーマンスの関連性 —」『トレーニング科学』. 2020, 32(3), p.129-140.
- 20) 全日本スキー連盟. 「データベースポイントリスト」. <https://sajdb.shikuuminet.jp/alpine/point/list>. 2021年5月5日参照.
- 21) 宮下裕加, 竹田唯史, 中里浩介, 石田崇征. 「ジュニアアルペンスキー選手を対象としたフィールドテストと競技成績の関係 — 高校女子を対象として —」『日本スキー学会秋季大会論文集』. 2020.
- 22) 相原博之, 中川喜直, 服部正明. 「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」『東海大学高等教育研究(北海道キャンパス)』. 2011, 5, p.1-13.
- 23) 中里浩介, 近藤雄一郎, 竹田唯史, 中島千佳. 「アルペンスキー競技における高校生世代の県代表選手の体力特性 — 測定項目とパフォーマンスの関連性 —」『トレーニング科学』. 2020, 32(3), p.129-140.
- 24) 前掲 13).
- 25) 前掲 14).
- 26) 前掲 15).
- 27) 前掲 16).
- 28) Neumayr, G.; Hoertnagl, H.; Pfister, R.; Koller, A.; Eibl, G.; Raas, E. "Physical and physiological factors associated with success in professional alpine skiing". *Int J Sports Med*. 2003, 24, p.571-575.
- 29) 近藤雄一郎, 竹田唯史, 中里浩介, 山本敏美, 細田将太郎, 石田崇征, 松田光史, 渡部峻, 田畑竜平, 伊藤秀吉, 中島千佳. 「スキー選手を対象とした体力測定とトレーニング指導に関する研究 — 北方圏生涯スポーツ研究センターにおける平成30年度の取り組みについて —」『北翔大学北方圏生涯スポーツ研究センター年報』. 2018, 10, p.43-51.

- 30) 竹腰誠, 柏木悠, 神和人, 平野智也, 藤戸靖則, 相馬満利, 石濱慎司, 船渡和男. 「大学アルペンスキー選手の体力値と FIS ポイントの関連性と有効性 — 世界一流アルペンスキー選手の体力値からトレーニング目標値の検討 —」『日本体育大学紀要』. 2021, 50, p.1051-1061.
- 31) 中里浩介, 近藤雄一郎, 竹田唯史, 中島千佳. 「アルペンスキー競技における高校生世代の県代表選手の体力特性 — 測定項目とパフォーマンスの関連性 —」『トレーニング科学』. 2020, 32 (3), p.129-140.
- 32) 加藤満, 菅原誠, 見戸長治, 須田力, 岡野五郎, 乗安整而, 佐々木敏, 水口尚子. 「オーストリア方式 Sportmotrische Teste からみた習熟度別の北海道アルペンスキー選手における体力水準」『北海道体育学研究 Hokkaido J.Phys.Educ.』. 1985, 20, p.29-36.
- 33) 前掲 13).
- 34) 前掲 14).
- 35) 前掲 15).
- 36) 前掲 16).
- 37) 前掲 13).
- 38) 前掲 14).
- 39) 前掲 15).
- 40) 前掲 16).
- 41) Gross, M, Hemund, K. “Vogt, M. High Intensity Training and Energy Production During 90-Second Box Jump in Junior Alpine Skiers” The Journal of Strength & Conditioning Research. 2014, 28(6), p.1581-1587.

