距離スキー選手の体力医学的研究

第1報 フォーム分析

務川 治*

A Medical Approach to the Distance Ski-Players Physical Fitness

Part 1. Kinesiologic Study

Osamu MUKAWA**

In the 39th International Contest of the "Miyasama" Ski Convention, the performance of selected players for the Olympic games, ordinary players, and foreign champions during the game were photographed with Nikon-Super-Zoom 8 from the lateral direction for form analysis. In selected players for the Olympics and ordinary players, the action during training was photographed with a Sony videotape recorder for comparative analysis. The following results were obtained in essence.

1. The form of selected players was not much different from that of ordinary players during games and training.
2. Both the selected players and ordinary players exhibited a difference between their competition and their training techniques. The form during competition was inferior to that during training.
3. While scarcely any difference was noted between foreign champions on one hand and selected and ordinary players during training on the other, anterior slanting was more notable in foreign champions.
4. The form of selected and ordinary players during training was similar to that of foreign champions, exhibiting a rational form.
5. It appears desirable to guide Japanese champions to maintain their form during training right through competition.

I 緒 言

近年各種スポーツ選手の技術向上のための研究が多数報告されている。元来運動は動作の集成であるから、その動作を理解することによつて、その運動効率の向上が期待される。その意味で技術向上は先ず動作を分析することから出立すべきである。さて、動作は身体の解剖生理の理論に立脚している。したがつて、運動によつて現われる動

作を分析して、機能的に詳細に検討することは、スポーツ医学或は運動生理学の重要な課題の一つである。

この観点から種々のスポーツ動作について解析的研究が多く行なわれている。著者はその中で今までその対象として困難視されていた距離スキーについて解析検討を行なつた。

距離スキーはマラソンと同様に長距離走の部に入るが、マラソンに比して、日本人選手の成績は

*日本医科大学衛生学教室（主任 乗木秀夫教授）

**Department of Hygiene and Public Health, Nippon Medical School, Tokyo (Director: Prof. Hideo N. RIKI)

外国人選手のそれより劣っている。これは、距離スキーではマラソンの走行と異なり、下肢のキック力と同時に、上肢のストックによる押しの力も加わって前進するために、その推進力には、下肢だけでなく上肢の関与も重要であることが考えられる。更に、距離スキーは、平地・登り・下りなど変化に富むコースが設定されるので、それぞれに適した総合的前進技術を習得しなければならない筈である。

本論文では、その基礎となる基本的動作の解析を外国人選手との比較において検討した結果を報告する。

Ⅱ 調査対象および調査方法

調査対象は1968年3月初旬、北海道札幌で行なわれた第39回宮様スキー大会国際競技会参加選手のうち、わが国のオリンピック強化選手6名、一般選手18名および特別参加外人選手2名（同年グルノーブル冬季オリンピック入賞者）である。これら対象について、15Km競技後半の登り斜度10°

の場所をえらび、各選手の滑走中にニコンスーパーズーム8撮影機を使用して毎秒24コマのスピードで側面から撮影した。これを試合時のフォームとした。

次に練習時のフォームとして同年3月末、志賀高原で行なわれたオリンピック強化合宿に参加した選手のうち、強化選手7名、一般選手5名について（11名は宮様スキー大会参加選手）、一周200m、登り47m 平均斜度10°、下り28m 平均斜度14°、平坦125mのコースを設定した。ここを全力で滑走させ滑走中のフォームと筋電図をソニービデオコーダーCV2100で撮影した。強化選手を優秀選手群と考えS群とし、一般選手を対照群と考えN群とした。

角度の測定のためにスーパー8及びビデオコーダーを1コマ毎に映写し、図1の如く作図して断続ポーズとした。ストックを突いてから突き離しまでをワンポーズとした。

次に図2の如くストックを突いた時のポーズ

図 1. 作図法

O (Ohr)	耳口下縁
S (Schlter)	肩峰
E (Ellbo)	上腕骨外側上顆
H (Hand Gelenk)	遠位橈尺関節
T (Trachanter Mayer)	大転子上縁
K (Knie Gelenk)	大腿骨外側顆
F (Fusse Geelnk)	外果

図 2. ポーズ別角度

ズをA, 両膝が揃った時のポーズをB, ストックを
き放した時のポーズをCとし各ポーズの各部分の
角度を図2のように計測した。

1. 肩関節角：上腕（S—E）と上体（S—T）
とのなす角（ $\angle EST$ ）で上体より前の場合をプ
ラス，上体より後の場合をマイナスとした。
2. 肘関節角：上腕（S—E）と前腕（E—H）
とのなす角（ $\angle SEH$ ）。
3. ストック角：ストックと雪面とのなす角。
4. 上体角：上体（S—T）と雪面とのなす角。
5. 股関節角：上体（S—T）と大腿（T—K）
とのなす角（ $\angle STK$ ）。
6. 膝関節角：大腿（T—K）と下腿（K—F）
とのなす角（ $\angle TKF$ ）。
7. 下腿角：（K—F）下腿と雪面とのなす角。

III 測定結果

A, B, C 各ポーズについて S, N両群別に各

部位の平均角度を求め表1に示した。

1) 肩関節角：Aの姿勢では練習時と試合時の
間に両群ともに有意差がみられ，練習時が大きか
った。外人は両群の練習時とほぼ同じ値であつ
た。Cの姿勢ではS群とN群との間に差はみられ
なかつた。さらに両群の練習時と試合時では，試
合時が小さな傾向を示した。外人は両群の練習時
の値にほぼひとしかつた。

2) 肘関節角：Aの姿勢では両群とも練習時の
値が試合時より大きく有意差を認めた。外人選手
は両群の練習時と同様な値であつた。Cの姿勢で
はS群は試合時にくらべて練習時の値が大きかつ

表 1. 時期別群別の各部位の平均角度

時期	対象	角	肩 関 節 角	肘 関 節 角	ス ト ッ ク 角	上 体 角	股 関 節 角	膝 関 節 角	下 腿 角
A ポ ー ズ	S群	練習時	69.4✳	108.2✳	72.1✳	58.0✳	187.2✳	156.0✳	26.2
		試合時	46.0	79.5	68.0	62.0	172.3	130.2	29.0
	N群	練習時	75.4✳	113.6✳	67.2	53.6✳	189.6✳	159.2✳	72.2
		試合時	47.7	82.8	67.0	60.7	169.0	136.8	23.7
	K. 外人選手		77.0	106.0	70.5	44.0	165.5	151.0	30.0
		V.	65.0	110.0	74.0	51.0	176.0	155.4	27.0
B ポ ー ズ	S群	練習時	11.1✳	132.8✳	34.7✳	54.0✳	119.4✳	125.0✳	59.7✳
		試合時	19.6	100.5	48.1	69.0	132.5	107.0	48.6
	N群	練習時	6.8	96.8	24.6✳	56.4✳	129.6	112.4✳	39.6
		試合時	11.0	91.0	51.4	65.2	132.2	103.2	37.0
	K. 外人選手		10.0	92.0	37.0	48.0	122.0	112.0	47.0
		V.	7.0	74.0	42.0	55.0	115.0	118.0	44.0
C ポ ー ズ	S群	練習時	-44.5	158.4✳	23.0✳	65.2✳	117.0✳	140.7	87.4
		試合時	-41.6	140.8	40.1	88.0	132.6	145.0	90.0
	N群	練習時	-38.4	149.4✳	30.2✳	64.4✳	115.6✳	131.0✳	84.8
		試合時	-36.6	134.2	39.1	76.9	130.2	140.6	90.6
	K. 外人選手		-40.0	150.0	30.0	56.5	93.5	125.0	85.0
		V.	-38.0	146.5	28.5	61.0	106.0	135.0	87.0

註：***印は1%以下，**印は5%以下の危険率で有意差を示す

た。外人はS群の練習時に近い値を示した。

3) スtock角: Aの姿勢でS群は練習時と試合時とでは有意差がみられ練習時が大であつた。N群では有意差はみられなかつたがいずれもS群に較べて値が小さい。外人はS群の練習時と同じ傾向を示した。Cの姿勢は両群とも練習時と試合時とでは有意差があり試合時の角度が大であつた。外人は両群の練習時と同じ傾向を示した。

4) 上体角: この角は前傾度を示すと考えられている。Bの姿勢が特に前傾を現わす。この観点からの前傾度としてはS群、N群ともに練習時と試合時との間に有意差がみられ練習時に小であつた。外人は両群の練習時と同様であつた。

5) 股関節角: A, B, C各姿勢において、練習時と試合時との比較では、N群のB姿勢を除いて有意差がみられた。外人はAの姿勢では両群の練習時と試合時の中間の値であつたが、Cの姿勢では両群の練習時よりも小さな値を示した。大転子より雪面に垂線を立て、前方の角を T_1 、後方の角を T_2 、 T_1 と T_2 の和を T_3 とし、股関節の可動範囲を示した。(表2)

表 2. 股関節移動角度表

対象 \ 角	T_1	T_2	T_3
S群 練習時	38.2	39.2*	77.4*
S群 試合時	40.4	19.3	58.7
N群 練習時	38.8	46.0*	84.8*
N群 試合時	36.7	18.8	55.0
K. 外人選手	53.0	31.0	84.0
V.	45.0	35.0	80.0

T_3 は両群とも練習と試合時とには有意差が認められ練習時は股関節の可動範囲が大であつた。次に T_1 は S, N 両群とも練習時、試合時それぞれの間に差はみられなかつた。しかし、 T_2 は両群とも練習時と試合時との間には有意差を認め試合時は後方角が小さかつた。外人の T_1 は両群の練習時よりやや大きく、 T_2 は両群の練習時よりやや小さな値であつたが、試合時よりは大きな値を示した。

6) 膝関節角: Aの姿勢は両群ともに練習時の値が大きく有意差を示した。外人はほぼ両群の練習時に等しい値であつた。Cの姿勢ではN群の練習時の値は小さかつた。S群では練習時が小さな傾向を示した。外人は両群の練習時よりさらに小さく膝の屈曲が強い。

7) 下腿角: Bの姿勢で、両群の比較は練習時試合時ともに有意差が認められN群が小さかつた。外人はS群の試合時に近い値を示した。Cの姿勢では両群とも練習時の値がやや小さな傾向であり、外人は練習時とほぼ同じ値を示した。

IV 考 察

各種の運動に対する動作分析に関する研究は多数報告されている。石黒ら¹⁾はバレーボール、畑岡ら²⁾は鞍馬運動、大森ら³⁾はマット運動について報告している。林⁴⁾は、水泳のクロールで、腕のかきの最も速いのは手掌が肩の前下方45°に位置するところから鉛直下方に位置するあいだで、腕のかきの速さが最高になつた直後に腕が静止しないことの重要性を、一木⁵⁾は、スケート滑走では上級者は、頭・肩・腰の軌跡が直線的で上体の前傾は固定し、腕の前後の振りもリズム的で安定しているが、下級者は、全体に動揺が大きく、情力滑走距離も短かく、腕の振りも少ないことを指摘している。走運動については、松井ら⁶⁾は、全力疾走時のフォームは、接地の際の足首の前方振出しと、膝を伸ばし地面を足尖で最後的にキックする際の足の角度とは重心からみて、ほぼ同角度であり、また、長距離走では足がキックした状態のまま後方にながれ、膝の振り出しと上げ方が少なく、膝および足の運動は短距離走ほど重心を中心とした円運動に近い動きをしていると述べている。

更に、ナゴールヌイ⁷⁾は、距離スキーの動作はすべてモーションの大きい流れるような、のびのびとしたものでなければならない。また、ストックを突くときには、垂直あるいは若干傾けるべきであると述べている。

したがって、ストックを突くとき、すなわちAの姿勢では、肩関節角・肘関節角・ストック角の

大きなことが望ましいと考えられる。その意味で外人選手および練習時の強化選手、一般選手はナゴールヌイの述べているフォームにかなっているといえる。

ストックが突かれ身体に近づくと、ストック角は鋭くなり、雪面への圧力は強く、水平方向の反動力が大きく、これが他方の足のキック力にプラスされ、スキーの前進を助けるとともに、その反動力でストックが後方にはねあげられる。このストックの突き離しはのびのびと後方へ投げだすようにと、ナゴールヌイ⁷⁾は述べている。このことから、Cの姿勢で肩関節角、肘関節角は大で、ストック角は小であることが必要である。

著者の成績では、外人選手および練習時の強化選手の腕は後方にのび、肘も直線的になつていて合理的なフォームといえる。しかし、試合時は強化選手、一般選手いずれも肘の屈曲が強く、ストック角が大きい。このため肘の後方へののびが小さく、腕の後方への振りが不足している欠陥が指摘できる。

宮畑ら⁸⁾は走運動の前傾姿勢について、上体の前傾は力学的には意味がなく、地面から離れようとしているときの足先と腰との線が十分前傾していることが肝要であると述べている。したがって前傾姿勢を観察するには上体角だけで判断するより、下腿角を併せ検討するのが望ましい。

本調査では、各姿勢とも、強化選手、一般選手は試合時、練習時を問わず外人選手より前傾が不足していた。

スキー滑走は上肢と下肢の共同推進力をともなうという特徴がある。野崎⁹⁾は脚をけりあげたときに、頭から足先まで前傾した一直線になると述べている。そのためには、A姿勢で上体角および下腿角は小さく、股関節角と膝関節角は大きいことが必要となる。

外人選手は練習時の強化選手、一般選手と同様に、股関節角、膝関節角は大であつた。上体角は一層小さく、強い前傾を示していた。更に、股関節角の移動角は、外人選手および練習時の強化選手、一般選手に大きく、ストライドの大きいことを示した。これを前方角、後方角に分けてみると

強化選手、一般選手は練習時では外人選手と同様に後方角は大きく、下肢が充分にのびてキックされていることを示しているが、試合時ではいずれも小で、下肢の後方へのキックの少ないことが指摘できた。

ナゴールヌイ⁷⁾は、Cの姿勢では自らの体重をスキーにのせ充分に重心を落すことが必要であると述べている。このことから膝関節角、上体角、股関節角は小さく、下腿角は鋭角のことが望ましい。それについて外人選手および練習時の強化選手、一般選手のフォームは前傾し、膝が屈曲し、体重が充分スキーにのつていることを示していた。

以上の結果から、距離スキーにおける滑走推進からみた動作分析において、上肢系、下肢系および軀幹（上体）のフォームは、練習時の強化選手一般選手および外人選手ではいずれも類似していることが認められた。運動動作のフォームは、体格や技能発揮のためにあらわれる個人差も大きいと考えられるが、著者が行なつた観察から、上記のような一応の類似性が認められたことは、フォームのうえからの競技力強化指導に何らかの示唆を与えるものと考えられる。

日本人選手が試合時に、十分な成果を発揮できないのは、このフォームの乱れに起因すると考えられる。

これらについては、全身的な体力および上肢、下肢の滑走動作に対する筋力の強化を行ない合理的なフォームを維持する滑走能力を養成指導することが望ましいと考える。

V 結 論

第39回宮様スキー大会国際競技会に参加したオリンピック強化選手、一般選手、外人選手について、試合中の動作をニコンスーパーズーム8で側面撮影をおこない、フォーム分析を実施した。なお、オリンピック強化選手、一般選手については練習中の動作をソニービデオコーダーにより撮影し、分析を行ない比較検討した。その結果の概要は次の通りである。

1) 強化選手のフォームは一般選手のそれにく

らべて試合時、練習時とも大きな差はみられなかった。

2) 強化選手、一般選手いずれも試合時と練習時とでは差がみられ、試合時のフォームは練習時のそれより劣っていた。

3) 練習時の強化選手、一般選手は外人選手のフォームに類似し、合理的なフォームを示した。

4) 外人選手は練習時の強化選手、一般選手にくらべて、殆んど差がみられなかったが前傾は外人選手に強かった。

5) 日本人選手は試合時においても練習時のフォームが維持できるよう練習指導することが望ましいと考える。

文 献

1) 石黒国雄, 田中久男: バレーボールのフォームに

ついて, 体育学研究, 5, 1, 117 (1960)

2) 畑岡正夫, 千賀康利: 鞍馬運動における両脚旋回の分析的研究, 体育学研究 13, 5, 166 (1963)

3) 大森美美, 和泉貞男, 福島敏子: マット運動の分析的研究 12, 5, 135 (1968)

4) 林 裕三: 自由形の腕のかき, 体育の科学 16, 332 (1966)

5) 一木昭男: スケートの運動学的研究, 体育学研究 12, 5, 225 (1968)

6) 松井秀治, 只木子英: 走運動の力学的研究, 体育学研究 7, 1, 210 (1962)

7) V. ナゴールヌイ: ソ連のスキー術, ベースボールマガジン社 (1964)

8) 宮畑虎彦, 高木公三郎, 小林一敏: スポーツ科学講座 8, スポーツとキネシオロジー, 大修館書店 (1965)

9) 野崎 樞: スキー, 旺文社 (1968)