

クロスカントリースキーのV2 スケーティング滑走動作における運動力学的分析

Kinetic Analysis of V2 Skating Techniques in Cross-Country Skiing

コーチング科学研究領域

5007A057-5 藤田善也

研究指導教員： 磯繁雄教授

I. 緒言

クロスカントリースキー競技のフリー種目は、スキーをV字型に開き、左右交互に斜め前方へ滑走させるスケーティング走法を用いて所要時間を競う競技である。V2 スケーティング動作は、左右のキック動作に合わせて左右両方のポールでプッシュ動作を行うことで高い推進力を得る動作であり、競技成績との関係が深い。V2 スケーティング動作に関する研究では、滑走速度、ストライドおよびピッチに着目した研究や力成分の時間変化に着目した研究がみられるが、滑走速度の獲得にどのような影響を及ぼすのかについては検討されていない。一方、ローラースキーを用いた研究が行われており、雪上の滑走動作にも類似する点が非常に多く、研究環境が設定しやすいという利点から詳細な分析手法を講じることが可能であることが示されている。

そこで本研究では、ストレインゲージを用いたセンサーを製作し、V2 スケーティング動作中のポールとローラースキーの力成分を測定し、滑走速度の異なる試技間においてポールおよびローラースキーの力成分を比較することで、滑走速度獲得のメカニズムを明らかにすることを目的とした。

II. 方法

被験者は国内主要大会において入賞経験を持つ大学女子選手5名とした。被験者にストレインゲージを用いたセンサーポールおよびセンサーローラースキーを装着させ、平坦なアスファルト路面でのローラースキーのV2 スケーティング動作を行わせて、ポールとローラースキーの力成分を測定した。また滑走区間内に光電管による速度測定区間(20m)を設け、所要時間から滑走中の平均速度を求めた。滑走速度の異なる試技間の比較をするために試技条件を3.5m/sの低速滑走、5m/sの中速滑走および最大努力による高速滑走(約6m/s)の3種類に設定した。これらの試技で得られた3サイクルの力成分(図1)と滑走速度からストライド、ピッチおよび接地時間を算出した。図2のようにポールの局面は、プッシュ動作によるポールの接地から離地をプッシュ局面とした。またローラースキーの力成分は体重を基準として3つの局面(ライド局面、フロート局面およびキック局面)に分類した。それらの局面について力積、力のピーク値およびローラースキーの前後の力の作用点を算出した。

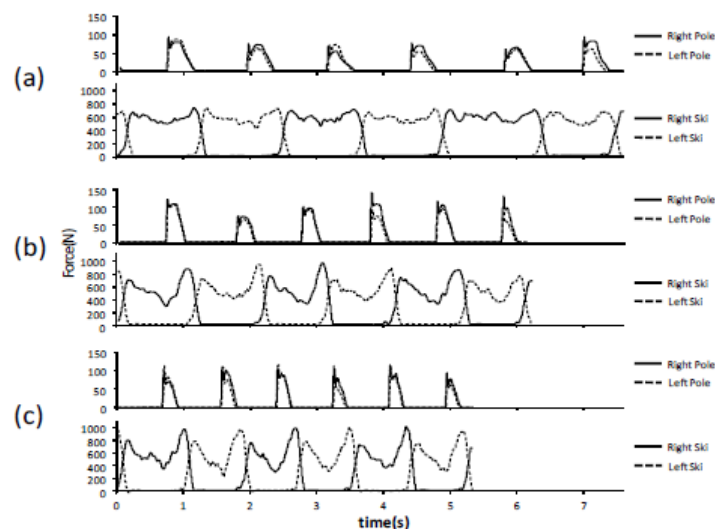


図1 Typical examples of poling and skating force profiles during the (a) Low speed trial, (b) Middle speed trial, and (c) Maximum speed trial.

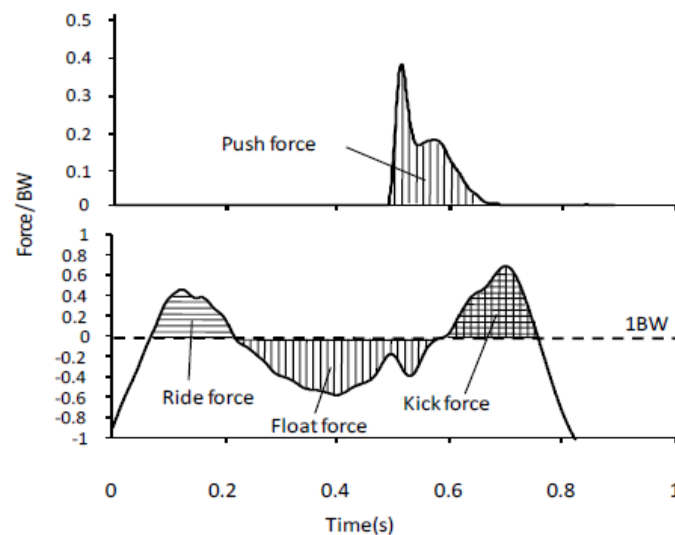


図2 The definitions of the “Push force”, “Ride force”, “Float force”, and “Kick force”. Each skating force was determined based on the body weight (1BW).

Ⅲ. 結果

滑走速度は、高速滑走が中速滑走および低速滑走と比較して有意に高値を示した。また、中速滑走が低速滑走と比較して有意に高値を示した。ストライドは、中速滑走および高速滑走が低速滑走と比較して有意に高値を示した。ピッチは、高速滑走が中速滑走および低速滑走と比較して、また中速滑走が低速滑走と比較して有意に高値を示した。

ポールおよびローラースキーの接地時間は、中速滑走および高速滑走が低速滑走と比較して有意に低値を示し、速度の増加にともなって接地時間が減少する傾向がみられた。プッシュ局面の力積は、試行間に有意な差は認められなかった。図3 にはローラースキーの力積を示した。ライド局面の力積は試行間に有意

な差は認められなかった。フロート局面の力積は高速滑走が低速滑走と比較して有意に低値を示した。キック局面の力積は中速滑走および高速滑走が低速滑走と比較して有意に高値を示した。プッシュ局面の力のピーク値は高速滑走が低速滑走と比較して有意に高値を示した。図4 にはローラースキーの力のピーク値(フロート局面は最小値)を示した。ライド局面の力のピーク値は高速滑走が低速滑走と比較して有意に高値を示した。フロート局面の力の最小値は高速滑走が低速滑走と比較して有意に低値を示した。キック局面の力のピーク値は中速滑走および高速滑走が低速滑走に比べて有意に高値を示し、滑走速度の増加にともなって力のピーク値が増加する傾向がみられた。

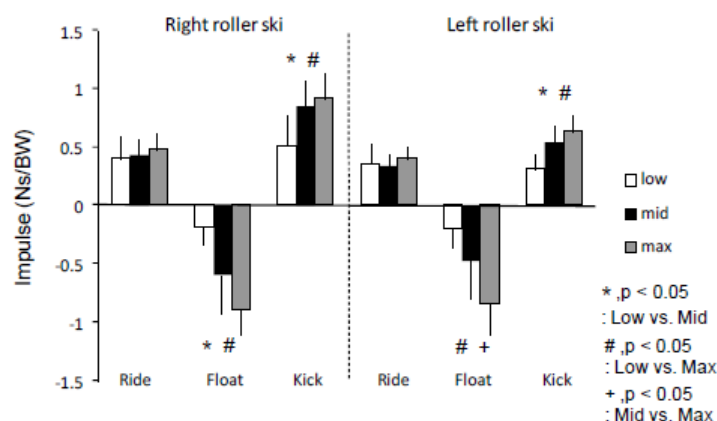


図3 Impulse of skating force

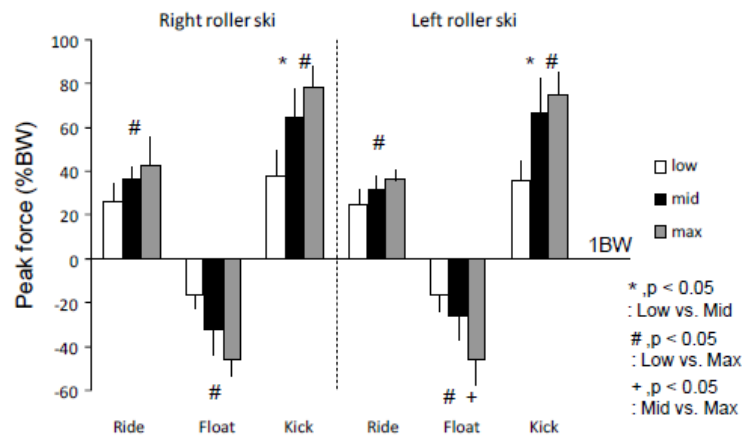


図4 Peak skating force

力の作用点はローラースキーの接地後、急激に前方に移動し、その後ストローク終盤に向けて緩やかに前方に移動し、ストローク終盤では再び急激に前方

に移動していた(図 3)。試行間の比較では、ストローク 50-70%地点で有意差がみられ、速度の増加によってストローク中盤に前方へ移動する傾向がみられた。

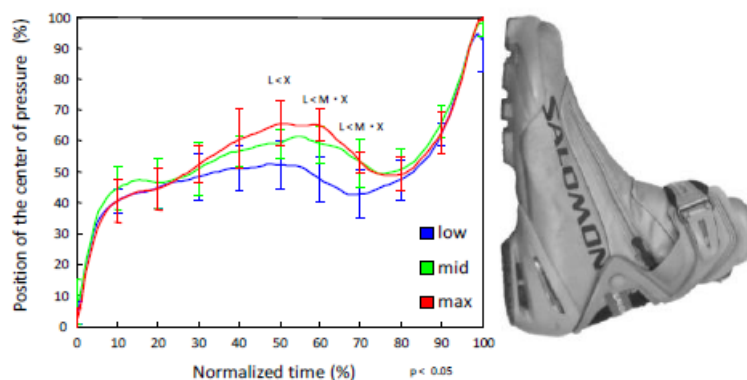


図5 Position of the center of pressure (COP). The 0 and 100 % normalized times indicate the moment of the roller ski contact to the ground and the moment of the roller ski lift off from the ground, respectively. The 0 and 100 % COP positions indicate the heel and toe positions, respectively. Blue, green and red lines show the COP position during the low, middle and maximum speed trial, respectively. Significant differences were observed at the 50, 60 and 70 % normalized time.

IV. 考察

上記の結果により、低速から中速度域において、1) ポールのプッシュ局面で身体重心の前方への移動を利用してポールの接地を前方にすることでポールの接地距離を高める動作、2)ライド局面の伸び上がる動作を大きくして体重をかけた強いプッシュ動作、3)キック局面でプッシュ動作と同様にライド局面の伸び上がる動作を大きくして、キック動作前の抜重による伸張負荷を利用した強いキック動作および4)ライド局面でスキーに前方へ乗り込む動作と鉛直方向に伸び上がる動作を早く遂行することが、ストライドおよびピッチを増加させるための滑走技術であることを示唆するものである。

また中速から高速度域においては、接地時間を短縮することおよびピーク値を増加させることで力積を維持し、一定時間あたりの力積、つまりピッチを増加させることで速度を増加させていることを示唆するものである。

高速度域で行われる競技では、一定時間あたりの力積が疲労等により減少しないようにすることも高い滑走速度を維持する上で不可欠な要素であることが考えられる。そのための具体的なトレーニングについては現場の選手や指導者とともに今後さらに検討を進める必要があろう。