

スピードスケート競技における 腕振り動作の役割と指導方法の検討

修士課程1年制 エリートコーチングコース
5023A351-1 近藤 太郎

研究指導教員：藤田 善也 准教授

I. 緒言

スピードスケート競技における所要時間の短縮には、滑走速度を高める必要があり、側方への脚の伸展および外転動作（以下、プッシュオフ動作）により、進行方向への推進力を獲得することが滑走速度の増大に強く関連している。しかし、これまでの研究では、滑走速度とプッシュオフ動作との関連性が多くの文献で報告されている一方で、上肢における腕振り動作と滑走速度との関連性が記された文献は極めて少ない。スピードスケート競技では、脚のプッシュオフ動作に合わせて腕振り動作が実施されるが、腕振り動作の役割は高い安定性が求められる氷上でのバランス保持のみならず、プッシュオフ動作によって発揮される力を高める役割があることが考えられる。しかしながら、腕振り動作の実態とその発揮された力成分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未だ明らかにされておらず、多くの指導者が自身の経験に基づいた指導方法を実践しているため、その内容も多種多様であるように見受けられる。そのため、選手と指導者の間で混乱を招く原因になることが指導現場の課題として挙げられる。

以上のことから、腕振り動作がスピードスケートの滑走速度に与える影響を明らかにすることは、腕振り動作の役割をより明確にし、競技現場での更なる強化方策としての重要な知見になると考えられる。また、この研究によってトレーニング手法やトレーニング技術の習得および改善に役立つ新たな知見を得ることができ、選手と指導者が共通理解のもと、競技パフォーマンスの更なる向上の一助となることを期待する。

II. 目的

本研究では、スピードスケート競技のストレート滑走時における腕振り動作に焦点を当て、滑走速度に関与する要因をバイオメカニクス的手法によって明らかにし、得られた知見をもとに高い滑走速度を獲得するための腕振り動作の指導方法を検討することを目的とした。

III. 方法

被験者は、スピードスケート競技を専門とする大学生の現役選手 10 名（年齢：20±1 歳、身長：172.9±7.0cm、体重：70.2±6.4kg）とした。

本研究では、夏季のトレーニング手段として用いられるスライドボード上で行うスピードスケート競技のストレート滑走模倣動作を分析対象とした。

試技は、滑走模倣動作を 3 つの異なる条件下（1. 両腕振り、2. 片腕振り、3. 腕振りなし）で実施し、左右の脚のプッシュオフ動作を最大努力で実施した。各試行を左右の脚で 2 回ずつ実施し、被験者から 3 段階の主観的評価（○：良い、△：どちらでもない、×：良くない）を収集した。収集した評価のうち、「どちらでもない」もしくは「良くない」と回答された試技を失敗試技とした。

測定方法は、スライドボードでのプッシュオフ動作時に作用する地面反力をフォースプレートによって計測し、ピーク反力、プッシュオフ時間および力積を算出した。また、各被験者による滑走模倣動作中の 3 次元座標データを収集するために、光学式モーションキャプチャシステムのカメラ 8 台を用いて計測し、収集した 3 次元座標データは動作解析ソフトウェアを用いて股関節屈曲伸展

角度、股関節内転外転角度、膝関節屈曲伸展角度および身体重心速度を算出した。

統計処理は、3つの条件間を比較するために、反復測定の一要因分散分析を用いた。帰無仮説が棄却された場合は、Bonferroni法で下位検定を実施した。さらに、条件間の左右差を検討するために、スチューデントのt検定を用いた。各統計処理の有意確率は5%未満 ($p < 0.05$) を有意、10%未満 ($p < 0.1$) を有意傾向とした。

IV. 結果および考察

・腕振り動作と発揮されたプッシュオフ力

両腕の腕振りを伴うプッシュオフ動作において、右脚のピーク反力で高い傾向があることが示され、統計的有意差や有意傾向はないものの、力積にも差を疑うような兆候がみられた。なお、ストレート滑走の模倣動作は一般的には左右の反復運動として捉えられているが、これらのことは、右脚と左脚のプッシュオフ動作では、同じ両腕の腕振り動作を伴う場合で発揮される力に左右差があることを示唆している。

腕振りを伴うプッシュオフ動作によって発揮されたピーク反力および力積は、腕を振らない場合よりも増大した値を示した。これらのことは、必ずしも力を発揮する主体ではない上肢が、その振る舞いによって、より高いパフォーマンスの発揮に関与していることを示唆しており、腕を振るという動作そのものは下肢のプッシュオフ動作には直接的に力を作用させる役割はないものの、間接的に下肢で発揮される力を高めていることが本研究により明らかとなったと考えられる。

・各関節角度および身体重心速度

両腕の腕振りを伴うプッシュオフ動作が腕を振らない場合と比較して、プッシュオフ開始時点で股関節をより深く屈曲させた状態からプッシュオフ動作を実施しており、さらに、股関節をより外転させた内傾姿勢によるプッシュオフ動作を実施していることから、腕振り動作によって力の立ち上がりを早

め、プッシュオフ力の左右方向成分を高めていたことが考えられる。プッシュオフ終了時点においても、腕振りを伴うプッシュオフ動作では、内傾させた滑走姿勢を保持したままプッシュオフ動作を完了しており、身体重心速度も高い値を示したことから、腕振り動作によってプッシュオフ動作中の各関節角度および身体重心速度を変化させ、発揮される力の増大に関連することが本研究から明らかとなったと考えられる。

・腕振り動作の指導方法の検討

腕振り動作を詳細に観察すると、腕振りは体幹や下肢の移動に先んじて発生しており、両腕振りを伴うプッシュオフ動作では、実施する支持脚の対側の腕が先に加速を始めることから、プッシュオフ動作時の「起点」、続いて同側の腕が体側の腕より高い速度で加速する「追従」の役割を果たすことが明らかとなった。したがって、「起点」および「追従」の意識をより強調し、腕振り動作を大きく加速させて実施することによって、脚で発揮される左右方向への力成分および身体重心速度を高めることができると考えられる。

V. 結論

- 1) 左右の反復運動であるスピードスケート競技のストレート滑走動作では、腕振りによって左右差が生じる可能性がある。
- 2) 腕振りを実施することで発揮されるピーク反力および力積を増大させることで高い滑走速度を獲得している。
- 3) 腕振りを伴うプッシュオフ動作では、股関節をより深く屈曲させた状態と、股関節をより外転させた内傾姿勢からプッシュオフ動作を開始することで力の立ち上がりを早めており、より内傾したプッシュオフ動作は終了まで保持される。
- 4) 腕の（身体）部分重心は、体幹や下肢の移動に先んじて加速しており、それぞれの腕で「起点」と「追従」の役割を担っていることから、指導においてこれらの役割を意識させることが有効となる。