

世界トップレベル女子やり投げ選手における成功投てきと失敗投てきの比較

塚田卓巳¹⁾ 瀧川寛子²⁾ 中西啄真³⁾ 山本大輔⁴⁾ 村上雅俊⁵⁾ 田内健二⁶⁾

1) 愛知淑徳大学 2) 中京大学大学院 3) 大阪体育大学大学院 4) 天理大学 5) 大阪産業大学
6) 中京大学

1. はじめに

やり投げ競技は1投ごとの投てき記録の差が大きい競技である。2018年5月に開催されたゴールデングランプリ陸上2018大阪においてShiyng Liu選手が1投目で今季世界ランキング5位となる67.12mの投てきを行い優勝した。しかしながら、1投目と6投目以外の残り4投は60mラインにも届かず、公式記録となった1投目と比べて10m近く低調な記録の投てきであった。世界トップレベルの選手においても、1投ごとの投てき記録に大きな差が生まれている。この投てき記録の差がどのような動作要因から生まれているのかを明らかにすることは、今後の日本女子やり投げ選手の競技力向上にとって有益な知見となると考えられる。したがって、本稿では、ゴールデングランプリ陸上2018大阪においてShiyng Liu選手の67.12mを記録した1投目の投てきと著者が映像により低調な記録であったことを確認した2投目の投てき動作とを比較し、世界トップレベルの女子やり投げ選手における失敗投てきの動作要因を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2.1 分析試技

分析試技は、ゴールデングランプリ陸上2018大阪におけるShiyng Liu選手の公式記録(67.12m)となった1投目の投てき試技および低調な記録により選手本人が意図的にフェール(記録なし)とした2投目の投てき試技とした。

2.2 撮影方法

それぞれの投てき試技を、助走路の側方および後方に設置した2台のデジタルビデオカメラ(PJ-670, Sony)を用いて、毎秒60コマ、シャッタースピー

ド1/1000sで撮影した。撮影範囲は助走路にあるファウルラインを基準にして、奥行6m、横幅4m、高さ2.8mとした。撮影範囲中の9地点にマーク間隔0.4mのキャリブレーションポールを立てた。本研究では、ファウルライン左端から奥行6mの地点を原点とし、投てき方向をy軸y軸に対して右方向をx軸、鉛直方向をz軸とする右手系の静止座標系を設定した。

2.3 分析方法

ビデオカメラによって撮影された映像をビデオ解析ソフト(Frame-DIAS V, ディケイエイチ)を用いて、身体分析点23点およびやり(グリップ、先端)を毎秒60コマでデジタル化した。デジタル化した分析点の座標値を三次元DLT法により実長換算し、身体分析点およびやりの三次元座標値を求めた。算出した三次元座標値は8Hzのバターースデジタルフィルタにより平滑化した。2台のカメラによって撮影された映像の同期は、やりのリリース時点のコマ数を合わせるにより行った。

2.4 分析項目

本研究では、各データを算出するにあたり、最終的な右足接地(R-on)、左足接地(L-on)およびやりのリリース(REL)の各イベントを設定し、右足接地から左足接地を準備局面、左足接地からリリースまでを投局面とした(図1)。

やりのリリースおよび基礎パラメータとして、リリース時のやり速度、リリース高、やりのリリース角および迎え角、身体重心速度、局面時間、歩幅および投行程を算出した。また、田内ら(2012)が作成した投てき動作評価基準を基に、やり投げの投てき記録に影響を及ぼす動作項目(左右の膝角度、腕角度、体幹角度、R-onからL-on間における腰の角変位、身体重心とグリップとの水平距離)を算出し

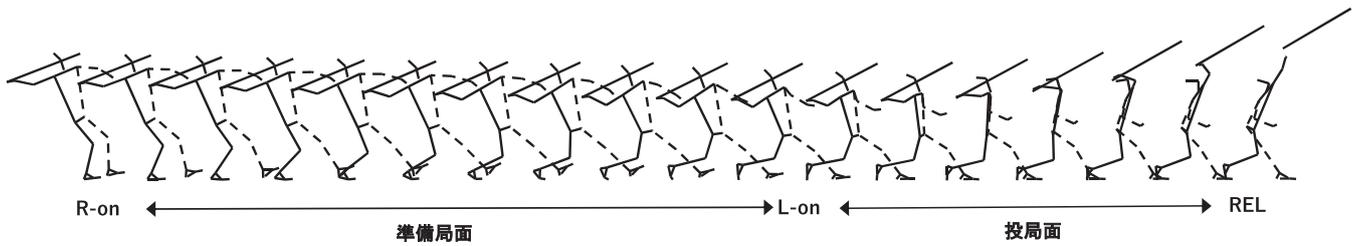


図1 やり投げにおける各局面の定義

た。

3. 結果および考察

3.1 投てき記録, リリースおよび基礎パラメータ (表1)

本稿で分析結果を示すゴールデングランプリ陸上における Shiyng Liu 選手の投てき記録は 1 投目 67.12m (以下, 公式記録) および 2 投目記録なし (以下, 記録なし) であった。記録なしの投てきは, 映像で確認したところ 60m ラインの数 m 手前に着地しており, 公式記録と比べ明らかに低調な記録であった。そのため, Shiyng Liu 選手は, 着地地点を確認後, 自らの意志でファールラインを踏み越え記録を消去していた。

やりの合成リリース速度はそれぞれ 24.9m/s および 24.0m/s であった。さらに, やりのリリース速度を成分別に分解すると, 左右方向は 1.4m/s および 3.5m/s, 前方方向が 21.1m/s および 19.7m/s, 上下方向が 13.0m/s および 13.2m/s であった。公式記録と記録なしの投てきでは, やりの合成速度および

表1 投てき記録, リリースおよび基礎的パラメータ

		1投目	2投目
投てき記録	(m)	67.12	記録なし
リリース速度	(m/s)	24.9	24.0
左右	(m/s)	1.4	3.5
前方	(m/s)	21.1	19.7
上方	(m/s)	13.0	13.2
リリース高	(m)	1.72	1.71
リリース角	(deg)	35.6	35.5
迎え角	(deg)	-4.4	2.1
動作時間			
準備局面	(s)	0.167	0.167
投局面	(s)	0.117	0.117
重心速度			
R-on	(m/s)	5.8	5.7
L-on	(m/s)	5.3	5.1
REL	(m/s)	2.8	2.8
歩幅 (縦)		1.43	1.44
投行程	(m)	2.48	2.45
準備局面	(m)	1.13	1.12
投局面	(m)	1.35	1.33

前後方向速度に差がみられた。この合成速度および前方方向速度の差が投てき記録の差につながったと考えられる。

田内ら (2012) は, やりの投てき記録に最も影響を及ぼす動作要因が助走速度であったことを報告している。Shiyng Liu 選手の公式記録と記録なしの投てきにおける身体重心速度には大きな差は見られなかった。身体重心速度に差が見られないため, 公式記録と記録なしの投てきでは, 身体に有していたエネルギーが同等であったと考えられる。身体に有していたエネルギーが同等であったにもかかわらず, やりの合成リリース速度に差がみられたことから記録なしの投てきは公式記録の投てきと比べ, エネルギーを身体からやりに伝達する際のエネルギーロスが多かったと考えられる。

3.2 男子やり投げ選手における投てき動作評価基準に基づく動作パラメータの比較

田内ら (2012) は, 男子やり投げ選手における投てき記録を L-on 時の助走速度, R-on 時の右膝角度, L-on 時の左膝角度, L-on 時の体幹角度, 準備局面の腰角度の変化量, R-on 時の上肢の角度, L-on 時の CG とグリップとの水平距離の 7 つの動作要因で 76% を説明できると報告している。投てき記録を決定する要因は, 男子選手と女子選手では異なる可能性も考えられるが, 現時点では女子選手の投てき記録を決定する要因は明らかにされていないため, 本稿では男子選手の投てき記録を決定する要因を基に Shiyng Liu 選手の投てき記録の差を生み出した要因を考察する。Shiyng Liu 選手の公式記録および

表2 男子やり投げ選手における投てき動作基準に基づく動作パラメータの比較

		公式記録 (67.12m)	記録なし
L-on時の助走速度	(m/s)	5.3	5.1
R-on時の右膝角度	(deg)	121.7	119.2
L-on時の左膝角度	(deg)	167.3	156.1
L-on時の体幹角度	(deg)	103.8	101.0
準備局面における腰角度の変化量	(deg)	5.8	10.35
R-on時の上肢の角度	(deg)	101.1	97.1
L-on時の重心_グリップ水平距離	(m)	0.66	0.65

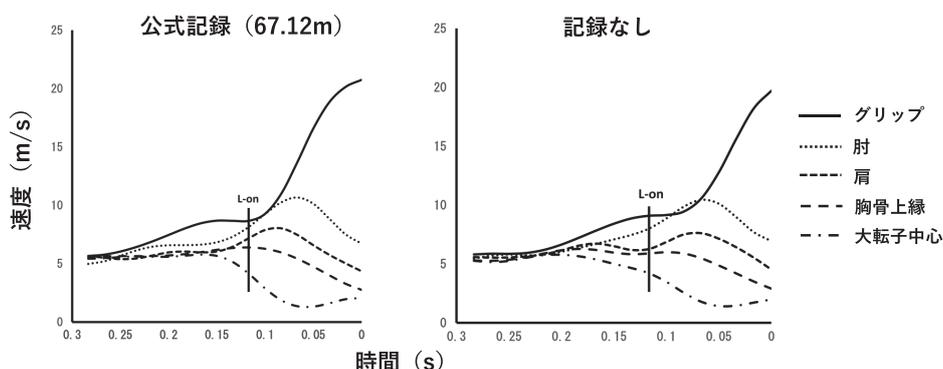


図2 R-on から REL における身体各部位の水平速度の変化

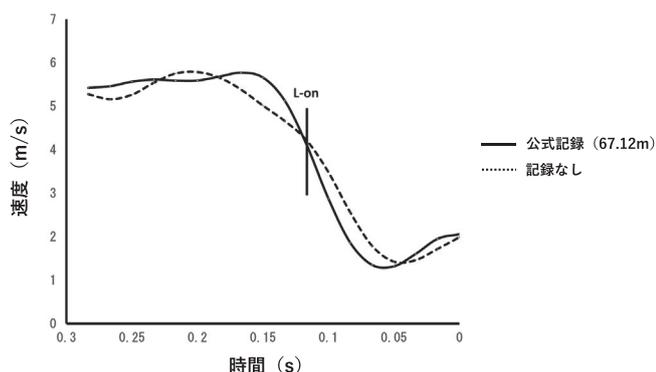


図3 R-on から REL における大転子中心の水平速度の変化

記録なしの投てき動作における7つの動作パラメータを表2に示した。ほとんどのパラメータにおいて公式記録と記録なしの投てき動作に大きな差はみられなかったが、大きな違いがみられたパラメータがL-on時の左膝角度（公式記録： 167.3° ，記録なし： 156.1° ）であった。田内ら（2012）はL-on時の左膝角度はより伸転位であるほど投てき記録が良いと報告している。Shiying Liu選手の投てきにおいても、記録なしに比べ公式記録の投てきのL-on時の左膝角度はより伸転位であった。L-on時は指導の現場においてブロック動作と呼ばれる。ブロック動作は、助走で得られた身体エネルギーを体幹から上肢へ伝達する役割があることが明らかとなっている。記録なしの投てきでは、ブロック動作時に左膝がより屈曲位であることで、身体エネルギーを膝関節で吸収してしまいエネルギーロスをした可能性がある。そこで、公式記録と記録なしにおける身体各部位（大転子中心、胸骨上縁、右肩、右肘、グリップ）の水平速度の変化を図2に示した。身体各部位の水平速度は、公式記録および記録なしの投てきで中枢部から末端部にかけて順次速度が増加しており、両投てき共に運動連鎖が起こっていることが明らかとなった。ブロック動作によるエネルギーロスの可能

性を明らかにするため、大転子中心の水平速度の変化を図3に示した。L-on時における大転子中心の水平速度は公式記録と記録なしの投てきでほとんど差が見られなかった。しかしながら、記録なしの投てきでは公式記録の投てきと比べ、L-on後の大転子中心の水平速度の減速が緩やかであった。ブロック動作では、水平方向に移動する下肢を止めることで、助走により得られたエネルギーを体幹から上肢へ流入している。記録なしの投てきでは公式記録の投てきと比べ、L-on時の左膝がより屈曲位であったために、下肢を上手く止めることができず、助走で得られたエネルギーをロスしてしまったと推察される。

4. まとめ

本研究の目的は、女子やり投げ世界トップレベルであるShiying Liu選手の成功投てきと失敗投てきの比較を行うことで、失敗投てきの動作要因を明らかにし、日本トップレベル選手の競技力向上のための知見を得ることであった。Shiying Liu選手の失敗投てきの原因は、L-on時の左膝が屈曲位であったため、下肢を止めることができず、助走で得られたエネルギーを体幹や上肢に流入する際にロスしてしまったためであることが示唆された。

参考文献

田内健二，藤田善也，遠藤俊典（2012）男子やり投げにおける投てき動作の評価基準．バイオメカニクス研究 16(1)：2-11