

男子やり投げ競技における世界トップレベル選手と日本トップレベル選手との比較

塚田卓巳¹⁾ 村上雅俊²⁾ 豊嶋陵司³⁾ 瀧川寛子⁴⁾ 田内健二⁵⁾

1) 愛知淑徳大学 2) 大阪産業大学 3) 岐阜県スポーツ科学センター 4) 中京大学大学院
5) 中京大学

1. はじめに

日本の男子やり投げ競技は2009年にベルリンで行われた世界陸上競技選手権において村上幸史選手が銅メダルを獲得して以降、ロンドンオリンピックにおいてディーン元気選手が、リオデジャネイロオリンピックでは新井涼平選手が決勝に進出するなど世界と互角に戦っている。さらに近年は、日本ランキングトップテンの男子選手の平均記録が上昇するなど、日本のやり投げ競技全体の競技レベルが向上している。しかしながら、今季世界では複数人の選手が90mを超える投てきを行っており、世界と戦うためにはさらなる競技レベルの向上が求められている。日本人選手の競技レベル向上のためには、世界トップレベル選手との相違点を明らかにし、現状を把握することが不可欠である。幸いにも我々は、ゴールドングランプリ陸上2017川崎において、リオデジャネイロオリンピックにおける男子やり投げ競技の金メダリストであるThomas Rohler選手を含む3名の海外トップレベル選手の投てき試技を撮影することができた。よって本報告では、ゴールドングランプリ陸上2017川崎において上位3名となった海外トップレベル選手の投てき動作と2017年日本陸上競技選手権大会における上位3名の日本人選手との投てき動作を比較することで、日本人選手の競技力向上のための知見を得ることを目的とした。

2. 方法

2.1 分析試技

分析試技は、ゴールドングランプリ陸上2017川崎における上位3名となった海外トップレベル選手(Thomas Rohler選手, Shih-Feng Huang選手, Jaroslav Jilek選手)および2017年日本陸上

競技選手権大会における上位3名の選手(新井涼平選手, 寒川建之介選手, 小椋健司選手)の公式記録となった投てき試技とした。

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)。

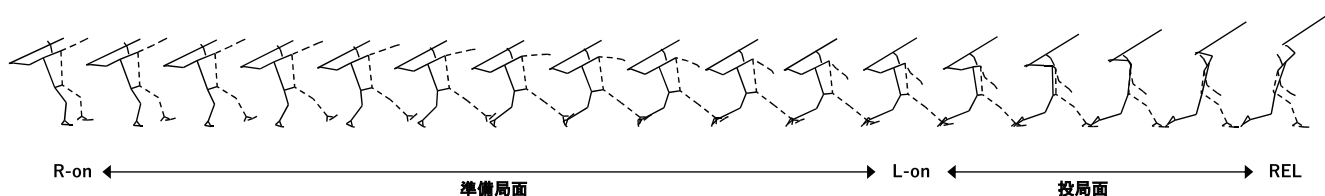


図1 やり投げにおける各局面の定義

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、選手個人の投てき動作を客観的に評価するため、田内ら(2012)が作成した投てき動作評価基準を基に、それぞれの選手の投てき動作を得点化した。よって、投てき動作評価に必要な動作項目(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, 2)

ゴールデングランプリ陸上における上位3名の選手および日本選手権における上位3名の選手の投てき記録はRohler選手が86.55m, Huang選手が82.57m, Jilek選手が82.46m および新井選手が82.13m, 寒川選手が76.63m, 小椋選手が76.16mであった。やりの合成リリース速度はそれぞれ29.1m/s, 28.0 m/s, 28.8 m/s および28.1 m/s, 27.1 m/s, 27.0 m/s であり, 80m を超える投てきを行った選手の合成リリース速度は28 m/s 以上であった。先行研究(田内ら, 2010)では, 80m を投げる

ためのリリース速度は27.9m/s, 85 mでは29.1m/sと推定しており, 本研究の結果はその推定と一致する結果となった。R-on 時の身体重心速度は7.0 m/s, 7.0 m/s, 7.1 m/s および7.5 m/s, 6.2 m/s, 6.5 m/s, であり, L-on 時の身体重心速度は5.9 m/s, 6.3 m/s, 6.3 m/s および7.0 m/s, 5.6 m/s, 5.9 m/s であった。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。日本選手権における新井選手および海外トップレベル選手は寒川選手, 小椋選手に比べR-on 時の身体重心速度が速かった。身体重心速度が速いことは, 身体の持つエネルギーが大きいことと同義であることから, R-on 時の身体重心速度の差がやりの合成速度の差につながった可能性がある。

3.2 投てき動作評価基準を基にした投てき動作の比較 (表3, 4)

投てき動作評価基準を基に算出した得点は、Rohler選手が52点, Huang選手が52点, Jilek選手が50点および新井選手が52点, 寒川選手が46点, 小椋選手が53点であった。田内ら(2012)によると, 80m 台の投てきを行う選手の投てき動作の平均値を投てき動作評価基準で得点化した53点が, 80m 台の投てきを目指す際の目標値となると

表1 海外トップレベル選手における投てき記録, リリースおよび基礎的パラメータ

	Rohler	Huang	Jilek
投てき記録 (m)	86.55	82.57	82.46
リリース速度 (m/s)	29.1	28.0	28.8
左右 (m/s)	2.3	2.7	2.6
前方 (m/s)	24.1	22.8	23.9
上方 (m/s)	16.1	16.1	15.8
リリース高 (m)	2.08	1.94	1.93
リリース角 (deg)	34.1	36.7	33.6
迎え角 (deg)	-0.8	6.1	7.0
動作時間			
準備局面 (s)	0.233	0.150	0.200
投局面 (s)	0.100	0.100	0.100
重心速度			
R-on (m/s)	7.0	7.0	7.1
L-on (m/s)	5.9	6.3	6.3
REL (m/s)	3.8	3.9	3.8
歩幅(縦)	1.88	1.72	1.98
投行程 (m)	3.13	2.56	3.08
準備局面 (m)	1.86	1.15	1.60
投局面 (m)	1.44	1.41	1.48

表2 日本トップレベル選手における投てき記録, リリースおよび基礎的パラメータ

	新井	寒川	小椋
投てき記録 (m)	82.13	76.63	76.16
リリース速度 (m/s)	28.1	27.1	27.0
左右 (m/s)	1.3	1.3	3.6
前方 (m/s)	23.9	22.6	23.1
上方 (m/s)	14.7	14.8	13.6
リリース高 (m)	1.63	1.68	1.76
リリース角 (deg)	31.5	35.6	32.3
迎え角 (deg)	2.9	-3.4	9.2
動作時間			
準備局面 (s)	0.183	0.183	0.217
投局面 (s)	0.083	0.083	0.100
重心速度			
R-on (m/s)	7.5	6.2	6.5
L-on (m/s)	7.0	5.6	5.9
REL (m/s)	4.4	4.5	3.8
歩幅(縦)	1.99	1.69	1.85
投行程 (m)	2.81	2.47	2.94
準備局面 (m)	1.53	1.38	1.48
投局面 (m)	1.28	1.09	1.61

表3 投てき動作基準に基づく海外トップレベル選手の投てき動作

Rohler		R-on	L-on	準備局面の変化量	得点
助走速度	(m/s)		5.91		16
右膝角度	(deg)	139.6			3
左膝角度	(deg)		171.8		5
体幹角度	(deg)		103.1		6
腰角度	(deg)	-65.0	-22.1	46.2	9
上肢の角度	(deg)	-101.0			7
重心_グリップ水平距離	(m)		0.78		6
得点合計					52
助走速度の得点を除いた得点合計					36

Huang		R-on	L-on	準備局面の変化量	得点
助走速度	(m/s)		6.29		16
右膝角度	(deg)	101.3			5
左膝角度	(deg)		167.4		4
体幹角度	(deg)		103.5		5
腰角度	(deg)	-92.7	-35.3	57.4	10
上肢の角度	(deg)	-104.0			7
重心_グリップ水平距離	(m)		0.73		5
得点合計					52
助走速度の得点を除いた得点合計					36

Jilek		R-on	L-on	準備局面の変化量	得点
助走速度	(m/s)		6.32		16
右膝角度	(deg)	108.3			5
左膝角度	(deg)		159.4		2
体幹角度	(deg)		100.5		7
腰角度	(deg)	-46.6	-21.5	25.1	6
上肢の角度	(deg)	-96.0			8
重心_グリップ水平距離	(m)		0.76		6
得点合計					50
助走速度の得点を除いた得点合計					34

表4 投てき動作基準に基づく日本トップレベル選手の投てき動作

新井		R-on	L-on	準備局面の変化量	得点
助走速度	(m/s)		7.05		20
右膝角度	(deg)	119.9			5
左膝角度	(deg)		174.1		5
体幹角度	(deg)		99.0		7
腰角度	(deg)	-45.3	-34.0	11.3	4
上肢の角度	(deg)	-99.0			6
重心_グリップ水平距離	(m)		0.75		5
得点合計					52
助走速度の得点を除いた得点合計					32

寒川		R-on	L-on	準備局面の変化量	得点
助走速度	(m/s)		5.59		12
右膝角度	(deg)	119.5			5
左膝角度	(deg)		149.2		2
体幹角度	(deg)		103.5		6
腰角度	(deg)	-63.7	-17.5	46.2	9
上肢の角度	(deg)	-98.1			6
重心_グリップ水平距離	(m)		0.75		6
得点合計					46
助走速度の得点を除いた得点合計					34

小椋		R-on	L-on	準備局面の変化量	得点
助走速度	(m/s)		5.93		16
右膝角度	(deg)	114.8			5
左膝角度	(deg)		165.8		3
体幹角度	(deg)		94.3		9
腰角度	(deg)	-79.5	-39.3	40.2	8
上肢の角度	(deg)	-103.8			7
重心_グリップ水平距離	(m)		0.72		5
得点合計					53
助走速度の得点を除いた得点合計					37

表5 投てき動作基準に基づく2014年織田記念における新井選手の投てき動作(投てき記録85.46m)

		R-on	L-on	準備局面の変化量	得点
助走速度	(m/s)		6.56		18
右膝角度	(deg)	118.2			5
左膝角度	(deg)		172.6		5
体幹角度	(deg)		101.9		7
腰角度	(deg)	-54.8	-44.4	10.44	4
上肢の角度	(deg)	-107.6			8
重心_グリップ水平距離	(m)		0.80		7
得点合計					54
助走速度の得点を除いた得点合計					36

報告している。本報告で調査した選手に関しては、寒川選手を除く5選手の得点が50点を超えており、目標値に近い得点であった。さらに、身体重心速度の得点を除いて各選手の投てき動作を得点化すると、Rohler選手が36点、Huang選手が36点、Jilek選手が34点および新井選手が32点、寒川選手が34点、小椋選手が37点であり、新井選手の得点が最も低く算出された。得点化に用いられている身体重心速度以外の動作項目は、助走により得たエネルギーを効率よくやりに伝達するために重要となる動作項目である。よって、得点が低い選手は、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いと考えられる。新井選手の身体重心速度はR-on時およびL-on時の両方のタイミングで海外トップレベル選手より速かった。よって、新井選手が有する身体エネルギーは海外トップレベル選手に比べ大きいと考えられる。しかしながら、そのエネルギーをやりに伝達するタイミングでのロスが大きいと、海外トップレベル選手に比べ投てき記録が低値になったと考えられる。2014年の織田記念において新井選手が85.48mを記録した投てき動作を得点化すると(表5)総合得点が54点であり、身体重心速度の得点を除いた得点は、36点であった。新井選手は助走で得たエネルギーを効率よくやりに伝達することができれば、85mを超える投てきを行うことが可能であると考えられる。一方、寒川選手の身体重心速度を除いた得点は海外トップレベル選手と大きな差がみられなかった。寒川選手の助走で得たエネルギーをやりに伝達する技術は、海外トップレベル選手と差がほとんどないと考えられる。しかしながら、身体重心速度が遅く、元々有している身体エネルギーが海外トップレベル選手に比べ小さいため投てき距離に差が生まれたと考えられる。小椋選手に関しては、総合得点においても、身体重心速度を除いた得点においても、世界トップレベル選手と同程度であった。また、80m

台の投てきを目指す際の目標値となる 53 点を獲得していることから, 80m オーバーの投てきを行うことができる可能性を有していると考えられる。しかしながら, 実際の投てき記録は 76.16m であった。本研究で評価した投てき動作は準備局面の動作である。小椋選手は, やりを実際に加速する局面である, 投局面においてエネルギーロスをした可能性がある。

4. まとめ

本研究の目的は, 田内ら (2012) が作成した投てき動作評価基準を用いて, 男子やり投げ競技における世界トップレベル選手と日本トップレベル選手との比較を行い, 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。日本トップレベル選手の投てき記録が世界トップレベル選手に比べ低値であった要因は, 新井選手はやりへのエネルギー伝達が効果的に行われていないため, 寒川選手は身体重心速度が遅く身体が有しているエネルギーが小さいため, 小椋選手は, L-on から REL にかけての投局面においてエネルギーロスしたためであると示唆された。

参考文献

- 田内健二, 村上雅俊, 遠藤俊典, 竹迫寿, 五味宏生, 藤井範久 (2010) 世界一流男子やり投げの投てき技術. 第 11 回世界陸上競技選手権大阪大会 日本陸上競技連盟バイオメカニクス研究班報告書 世界一流陸上競技者のパフォーマンスと技術: 176-187
- 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