

槍投げ投擲時における腰と槍との相対水平速度について

中村達也

Horizontal relative velocity between waist and javelin during the javelin throwing motion

Tatsuya NAKAMURA

Abstract

This paper describes kinematics analysis of the javelin throwing from the four men's throwers. Two skilled throwers, two semi-skilled throwers were the subjects in this study. The VTR films were digitized and two biomechanical data (waist velocity and javelin velocity) analyzed through a personal computer system. New index Horizontal relative velocity was made based on these data. *Horizontal relative velocity = {javelin velocity - waist velocity during the javelin throwing motion. }

Data analyzed result: U thrower 18.45(M/sec), Si thrower 13.18(M/sec), S thrower 13.47(M/sec), K thrower 12.00(M/sec)

It was found to related between Horizontal relative velocity and flight distance except Si thrower. The blocking phase and the flank like action (muti action) phase were especially important to produce a greater Horizontal relative velocity. This new index (Horizontal relative velocity) will provide javelin throwers wishing to improve their records with useful skill advice.

Key word : Horizontal relative velocity , (waist velocity and javelin velocity)

キーワード：相対水平速度, (腰の速度と槍の速度)

Ⅰ 緒言

槍投げにおけるパフォーマンスの向上には、槍の初速度を向上させることが最も重要とされている。^{1,2)} 過去の槍投げに関する研究論文は以下の5種類に分けて考えることができる。

1. 槍投げ投擲時の動作をVTRカメラにより撮影し、コンピューターで分析したもの。³⁾
2. 槍自体の研究。(槍の動特性や静特性に関するもの)^{4, 5)}
3. 槍の飛行(槍の投げ出しの最適角度)について研究したもの。⁶⁾
4. 助走速度について研究したもの。⁷⁾

5. 槍投げの新しい技術の開発に関する研究。⁸⁾

今回は、VTRカメラにより撮影された槍投げ選手のデータを用い、槍投擲時の槍の速度と腰(重心)の速度についてバイオメカニクスデータを得た。そして相対水平速度という新しい概念を考案した。先行研究においては1978年三浦らの「記録の劣るも者は、槍と一緒に身体も前方に移動してしまい、前述した“むち効果”の利用が十分でないことを示している。」⁹⁾ や桜井の「投能力に劣る者では、前足をしっかり突っ張って身体の前進を止めることができず、いわゆるつぶれた投てきになっていることが考えられる。」¹⁰⁾ 以上のようになっている。

これらの先行研究をもとに、相対水平速度(槍の速度-重心の速度)という新しい概念を用いて、槍投げ選手の技術改善となる指標を提示しようと試みた。

II 研究方法

実験日は平成10年9月18日 天候 曇り風なし 気温24度の条件下で行った。被験者は男子槍投げ選手4名 U選手は、全日本チャンピオン(ベスト記録78M32cm) 実験当日の記録は69m54cm、Si選手は、日本学生選手権優勝者(ベスト記録71m96cm) 実験当日の記録は65m34cm、S選手は、東海学生選手権3位(ベスト記録64M58cm) 実験当日の記録は55m67cm、K選手は(ベスト記録58M18cm) 実験当日の記録は54m18cmであり、これらの選手の映像解析をおこなった。尚、被験者の身体的特徴については表1に記した。

表1 4選手データ

	年齢	身長(cm)	体重(kg)
U選手	22	185	88
Si選手	21	165	75
S選手	20	180	90
K選手	20	175	68

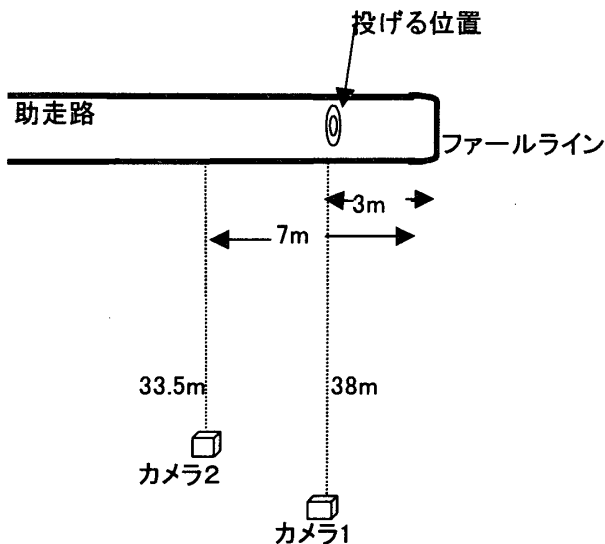


図1 測定条件

ビデオカメラ(SONY Digital Handycam DCR-VX1000)(30コマ/秒)(シャッタースピード1/10000)2台により横方向から投擲動作を撮影した。カメラの

位置は、ファールライン手前3Mから直角38Mに第一カメラ(ズーム固定)を設置し、投擲直前の動作を撮影し、第二カメラはファールライン手前7Mから直角33.5Mの位置に設置し投擲動作全体の撮影をした。またキャリブレーション(距離較正)をおこなうための3Mのポールを第一カメラ第二カメラともに助走路に水平及び垂直に撮影した。尚、実験場面については、図1に示した。

○撮影画面の分析

画像データをAVIファイルに変換しパーソナルコンピュータにおとしデジタイザー(VBJ-200)により、腰と槍の位置を時系列(1/30秒間隔)に求めた。また距離較正を行うため3Mのポールからデジタイザーのメモリと実際の距離の対応関係を計算した。これにより実際の距離に換算した。また水平速度の算出は移動距離をそれに要した時間で除してもとめた。

相対水平速度の計算方法は槍の速度と腰(重心)の速度との差分によりもとめた。

III 結果

表2~5は、4選手の腰と槍の水平速度のデータを、図2~5にはそのグラフを示した。尚、槍が手から離れる瞬間を0.00とした。そして、腰と槍との相対水平速度のデータを表6にグラフを図6に示す。相対水平速度と飛距離についての関係図については、表7と図7に示す。

表2 U選手腰と槍との水平速度

時間(秒)	速度(m/秒)	
	ヤリ	腰
-0.50	5.86	5.27
-0.47	4.98	5.56
-0.43	5.56	5.27
-0.40	4.68	6.15
-0.37	5.56	5.56
-0.33	5.56	4.68
-0.30	5.27	4.98
-0.27	4.98	5.86
-0.23	5.27	5.86
-0.20	5.27	5.56
-0.17	5.86	6.15
-0.13	6.44	4.39
-0.10	7.91	4.10
-0.07	9.95	2.34
-0.03	13.76	1.17
0.00	19.03	0.59
0.03	22.84	1.76

表3 S i選手腰と槍との水平速度

時間(秒)	速度(m/秒)	
	ヤリ	腰
-0.33	6.15	6.15
-0.30	5.86	6.44
-0.27	5.86	5.56
-0.23	6.44	5.86
-0.20	6.44	5.86
-0.17	6.73	6.44
-0.13	7.03	5.86
-0.10	7.91	6.44
-0.07	8.78	4.98
-0.03	11.13	2.93
0.00	15.52	2.34
0.03	21.37	2.34

表4 S選手腰と槍との水平速度

時間(秒)	速度(m/秒)	
	ヤリ	腰
-0.50	5.27	5.86
-0.47	6.15	6.15
-0.43	5.86	5.56
-0.40	5.56	5.56
-0.37	5.56	5.56
-0.33	5.27	5.27
-0.30	5.86	5.86
-0.27	5.56	6.15
-0.23	5.56	6.15
-0.20	6.15	5.56
-0.17	6.73	6.44
-0.13	7.03	5.86
-0.10	7.91	6.15
-0.07	9.95	3.51
-0.03	10.83	2.34
0.00	13.76	1.76
0.03	19.32	1.76

表5 K選手腰と槍との水平速度

時間(秒)	速度(m/秒)	
	ヤリ	腰
-0.50	4.98	5.86
-0.47	4.98	5.56
-0.43	5.27	4.68
-0.40	4.98	4.98
-0.37	4.98	4.68
-0.33	5.27	5.56
-0.30	4.98	4.68
-0.27	5.27	4.98
-0.23	4.98	5.86
-0.20	5.86	4.98
-0.17	6.73	4.98
-0.13	6.73	4.39
-0.10	7.32	3.22
-0.07	7.32	2.64
-0.03	9.08	3.22
0.00	13.76	0.29
0.03	19.03	0.59

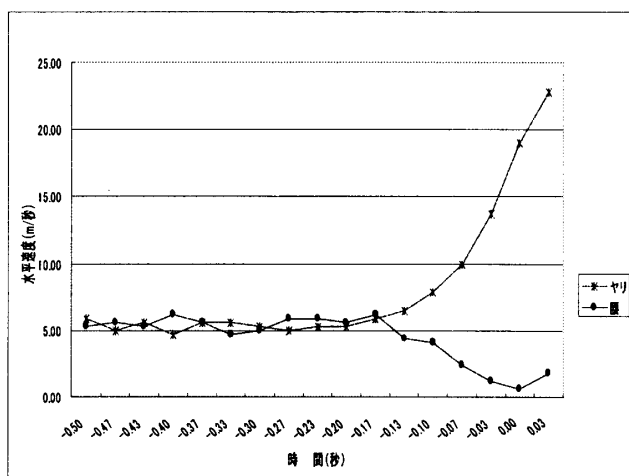


図2 槍投げにおける腰と槍の水平速度 (U選手)

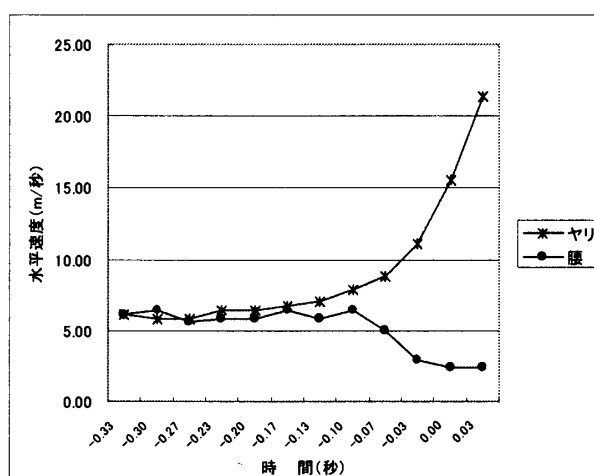


図3 槍投げにおける腰と槍の水平速度 (Si選手)

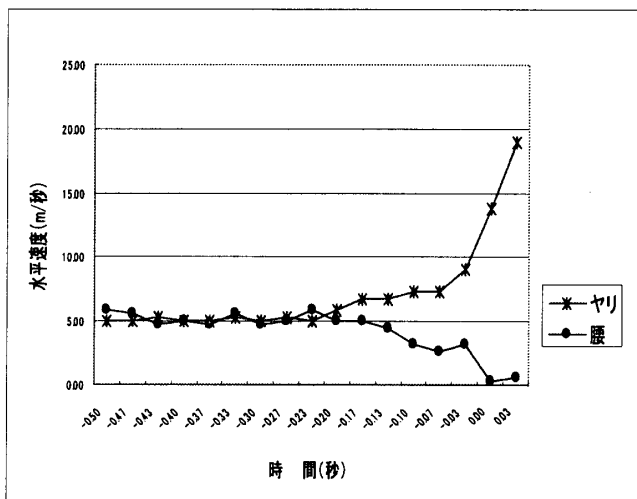


図4 槍投げにおける腰と槍の水平速度 (S選手)

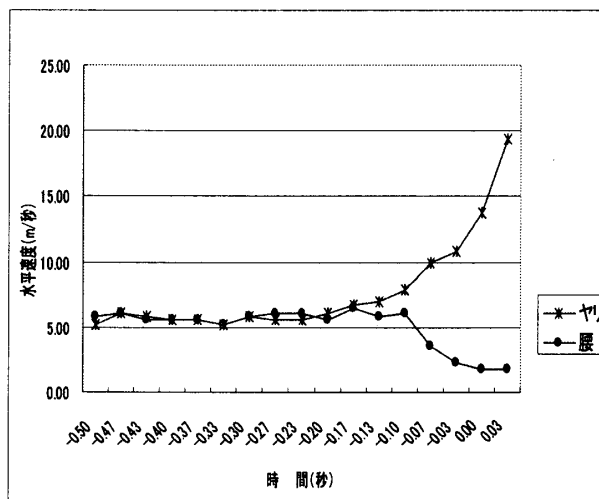


図5 槍投げにおける腰と槍の水平速度 (K選手)

表6 腰と槍の相対水平速度

時間(秒)	U選手	Si選手	S選手	K選手
-0.13	2.05	1.17	2.34	1.17
-0.10	3.81	1.46	4.1	1.76
-0.07	7.61	3.81	4.68	6.44
-0.03	12.59	8.20	5.86	8.49
0.00	18.45	13.18	13.47	12.00
0.03	21.08	19.03	18.44	17.56

単位(m/秒)

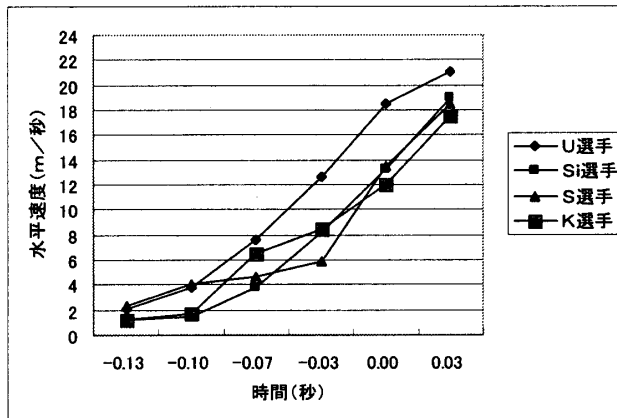


図6 腰と槍との相対水平速度

IV 考察

まず、腰と槍の水平速度のデータを比較してみると、U選手は、 -0.17 秒より腰の急激な減速が起こり、槍が手から離れる瞬間の腰のスピードは 0.59 (m/秒)まで減速した。尚且つ上体へのスムーズなエネルギーの伝達が行われていた。S選手は、 -0.20 秒より腰の減速が始まるが -0.07 秒から -0.03 秒にかけて 2.64 (m/秒)から 3.22 (m/秒)の速度上昇が見られた。これは腰の急激な減速の元となる左足のブロック技術が未熟であるためである。K選手については -0.10 秒より腰の減速が始まっているが、最終的な減速度はU選手には及ばない。U選手とS選手K選手の決定的な違いは -0.03 秒の槍の速度にあらわれている。U選手は、 13.76 (m/秒)に対し、S選手 9.08 (m/秒)K選手は 10.83 (m/秒)となっている。これは、左足のブロックが始まってから投げ終わるまでの運動量の伝達の技術が未熟であることをものがたっている。いわゆる、投擲時において運動量伝達の要であるむち動作技術の向上が望まれる。Si選手については他の3人とブロッキング技

表7 相対水平速度と飛距離について

	相対水平速度(m/秒)	飛距離(m)
U選手	18.44	69.54
Si選手	13.18	65.34
S選手	13.47	55.67
K選手	12.00	54.18

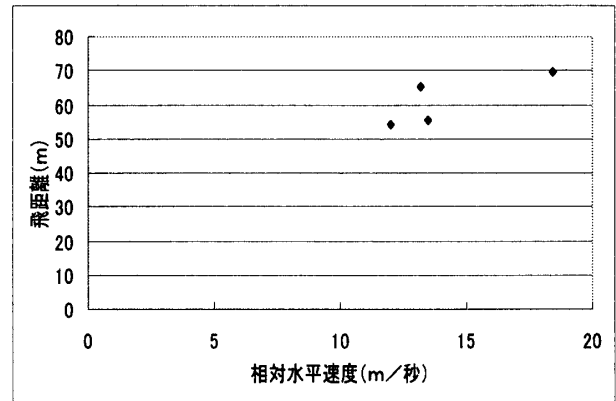


図7 相対水平速度と飛距離との散布図

術に違いがあることがわかった。 0.00 秒の相対水平速度はS選手に 0.29 (m/秒)劣っているのに対し、投げ出し直後の 0.03 秒の相対水平速度は 0.57 (m/秒)上回っている。これはU, S, K選手とSi選手のブロッキング技術の違いによる。U, S, K選手はブロック脚をつかえ棒のように使い急激な重心の減速を起こさせるのに対し、Si選手は左脚で地面を引っかき、さらに重心のスピードを高めながら投げ出す引っかきキック型^{11,12)}という他の選手との技術的な差によって起こっている。他の選手は3名とも突っ張り型^{11,12)}

相対水平速度については、 -0.07 秒からU選手が他の3人と比べ高い値を維持していた。これはU選手は、運動量の伝達能力(脚から腰 腰から肩 肩から肘 肘から手 手から槍への極めて効率的なむち運動)が他の選手に比べ高いと言える。

V 結論

- 1 記録の優れている選手は(U選手)、投てき直前の急激な減速(すなわち左足のブロッキング能力が高い)が行われていることがわかった。

- 2 U選手とS選手、K選手の投てき直前（0.03秒）から投てき直後（0.03秒）の比較すると、投てき直前の急激な減速と、運動量伝達の要であるむち運動技術に差があることがわかった。
- 3 U選手S選手K選手とSi選手は、ブロック技術の違い（前者3人は突っ張り型、後者はひっかき型）が明確になった。
- 4 映像分析により、相対水平速度を算出すれば、ブロッキングにより重心が急減速し、助走で得られた運動量がどれだけやりに伝わっているのかという、槍投げにおいて極めて重要な要素を知ることができる。選手にとって極めて有益な技術改善のヒントが与えられるであろう。
- 速度変化と動作について、昭和52年度日本体育協会スポーツ科学研究報告VI、投能力の向上に関する研究—第2報—p16-23 1977
- 10) 桜井伸二：投げる科学 1992 大修館書店 p 114
- 11) 若山章信 岡本敦 田附俊一 池上康男：投てき選手の動作分析, J.J.S.S, 11巻, 10号, p643-649, 1992
- 12) 中村達也：槍投げ投擲時における減速速度率の算出 武蔵丘短期大学紀要 8巻 p41-45 2000

VI 文献

- 1) 池上康男：槍投げ考 j.j.s.s. 1-2 1982 p99~103
- 2) 松岡幸子 井川正治 入野進 北博正：やり投げの動作分析について、日本体育大学紀要 11号 p-105-109.1982
- 3) Best, R.j. and Bartrett, R.M.: Analysis of javelin high speed cinematography using a computer flight simulation program. Ergonomics (in press) 1991
- 4) 前田正登：競技用やりの動特性 j.j.s.s. 12-2 1993 p 130~136
- 5) 前田正登：やりの静的特性 陸上競技研究 1995 p 12~28
- 6) Best, R.j. and Bartrett, R.M.: Aerodynamic characteristics of new-rules javelins In Biomechanics in sport, pp.33-40. London 1988
- 7) 有賀誠司 古谷嘉邦：槍投げの助走速度に関する実験的研究 東海大学体育学部紀要 1986 p 79-92
- 8) Best, R.j. and Bartrett, R.M.: A three-dimensional analysis of javelin throwing technique j.of.s.s. 1993 11 p315-328
- 9) 三浦望慶 橋本勲 池上康男 天野義裕 陳全寿：やり投げにおける投げの局面での