

## 槍投げ投擲時における腰(重心)の減速速度率の算出

中村 達也

### Calculation of decreasing velocity rate of the waist (center of gravity) during the javelin throwing motion.

Tatsuya NAKAMURA

#### Abstract

This study investigates a new technical index in the javelin throw by analysis of the javelin throwing motion. Two skilled throwers, one semi-skilled thrower and one unskilled thrower were the subjects in this study. Each throw phases was recorded with two VTR cameras.

The VTR films were digitized and the various biomechanical data were obtained through a personal computer system. This new index will give a useful skill advice for throwers to improve their records. Many papers have described this theme.

A rapid decrease in the waist (center of gravity) during the throwing motion is noted in subjects who hold good records. This is confirmed in this study also. Therefore, in order to treat this phenomenon quantitatively, a new index: decreasing velocity rate of the waist (center of gravity), was calculated and an important significance I found that the new index possesses.

Key Word : decreasing velocity rate, rapid decrease of waist (center of gravity)

キーワード: 減速速度率, 腰の急激な減速

#### はじめに

槍投げのルールは、長さ 2m60cm~2M70cm 重量800Gの槍を36m5cmの範囲で助走をとり、クロスステップという槍投げ独特の技術を用いて、槍を出来るだけ遠くに飛ばす競技である。槍の飛距離に影響を与えるパラメーターとして 1. 初速度 2. 投擲角 3. 投射高等が挙げられるが、このうち槍の飛距離に最も影響のあるものは、初速度であることが多くの論文で報告されている。なぜなら、飛距離は初速度の2乗で影響があるからである。

今回試算した腰の減速速度率については、この初速度に大きな影響を与えている1要因として考えられる。過去の論文において定性的に述べられていたことを今回定量的に数値としてあらわしたことに意義がある。

過去の論文においては以下のように述べられている。

- 1 「助走にストップをかける動作が突然であればあるほど、槍に加わる力は大きくなる」<sup>1) 3)</sup>
- 2 「下肢の速度を急激に低下させることが投げの動作において、より効果的である」<sup>2) 3)</sup>
- 3 「記録の優れた被験者は、記録の劣った被験者

より両足着地時の重心の速度が速く、投げの動作中により大きな速度の減少が見られた<sup>4)</sup>

4 「競技記録の優れたSTでは、他の2名に比べて両足着地後の身体重心の減速がより急激である<sup>5) 6)</sup>

5 「むち効果がヤリの加速に有効であり、またそのためには、投げにおいて急激な停止局面が必要である<sup>7)</sup>

6 「優れた選手は、両足着地後の身体重心の減速がより急速である<sup>8)</sup>

上記の論文の記述はいずれも「両足接地後の身体重心の減速」が重要であることを指摘しているが、定性的な表現であり数値化はしていない。定性的な表現ではなく定量的な数値で表現する方法として減速速度率を考案した。これは単位時間当たりの身体重心の水平速度の減少を示す数値であり、いわばマイナスの加速度であり、この値が大きい程身体重心の急激な減速を示す。

## 研究方法

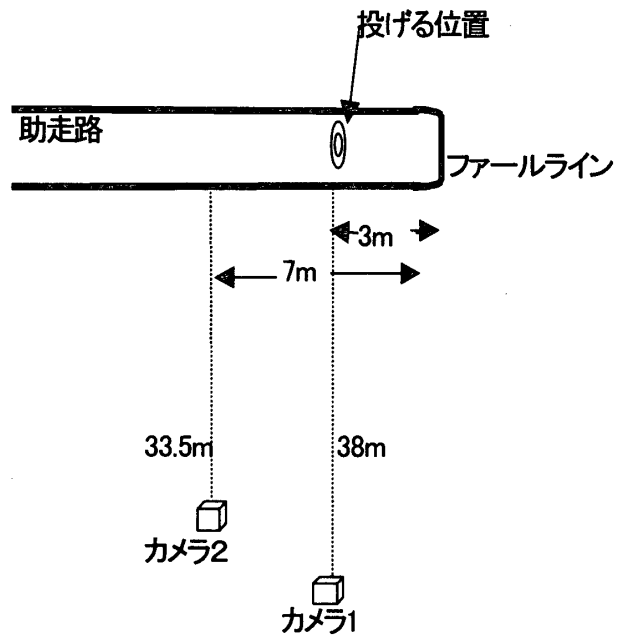
被験者は4名 U選手は、全日本チャンピオン(ベスト記録78m32cm) 実験当日の記録は69m54cm, Si選手は、日本学生選手権優勝者(ベスト記録71m96cm) 実験当日の記録は65m34cm, S選手は、東海学生選手権3位(ベスト記録64m58cm) 実験当日の記録は55m67cm, K選手は(ベスト記録58m18cm) 実験当日の記録は54m18cmであり、これらの選手の映像解析をおこなった。

従来「投げ」の動作研究には種種の方法が使われてきた。計測に際して、測定器や測定素子のとりつけ等のために競技者の動作に制限をきたす場合が多かったが、映像分析法は競技者の動作に何ら制限を加えることなく映像で捉えることが出来る。しかも撮影した映像から必要とする部位の時間経過をデジタイザーを用いて求めることが出来、この多量のデータをパーソナルコンピュータで分析することにより、各種の詳細な動作分析が出来るようになった。このため槍投げの動作研究には映像分析法が最も適していると考え、本研究で採用することになった。

ビデオカメラ(SONY Digital Handy cam DCR-VX1000)(30コマ/秒)(シャッタースピード1/10000)2台により横方向より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おこなった。この測定条件を図1に示す。

またキャリブレーション(距離較正)をおこなうための3mのポールを助走路に水平及び垂直にセットし、第一カメラ第二カメラともにその画像を撮影した。

図1 測定条件



## 撮影画面の分析

ビデオ画面をデジタイザーにより、腰の位置を時系列(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。これを表1に示した。これにより実際の距離を換算し、また、速度の算出は移動距離をそれに要した時間で算出した。

表1 較正の計算

		全 体 カメラ2;33.5m		ア ッ プ カメラ1;38m	
		表 示 値	校正棒値 単位 mm	表 示 値	校正棒値
横	始点	3210	0	2130	0
	終点	4755	3000	6765	3000
	差分	1545	3000	4635	3000
	mm/単位表示		1.94		0.65
縦	始点	2055	0	450	0
	終点;地面	3555	3000	4950	3000
	差分	1500	3000	4500	3000
	mm/単位表示		2.00		0.67

結 果

減速速度率の計算方法について

体重心点の減速速度変化率=(腰の速度が最高の速度—腰の速度が最低の速度)/(腰の速度が最低の時間—最高の時間)により求める。

これを今回の実験に適用すると次のような結果となり各選手の投距離との関係は、Si選手を除けば強い関係があった。Si選手については、つぎの考察で述べることにする。この計算の過程と結果は表2減速速度変化率で、飛距離の関係については図2,表3で示す。

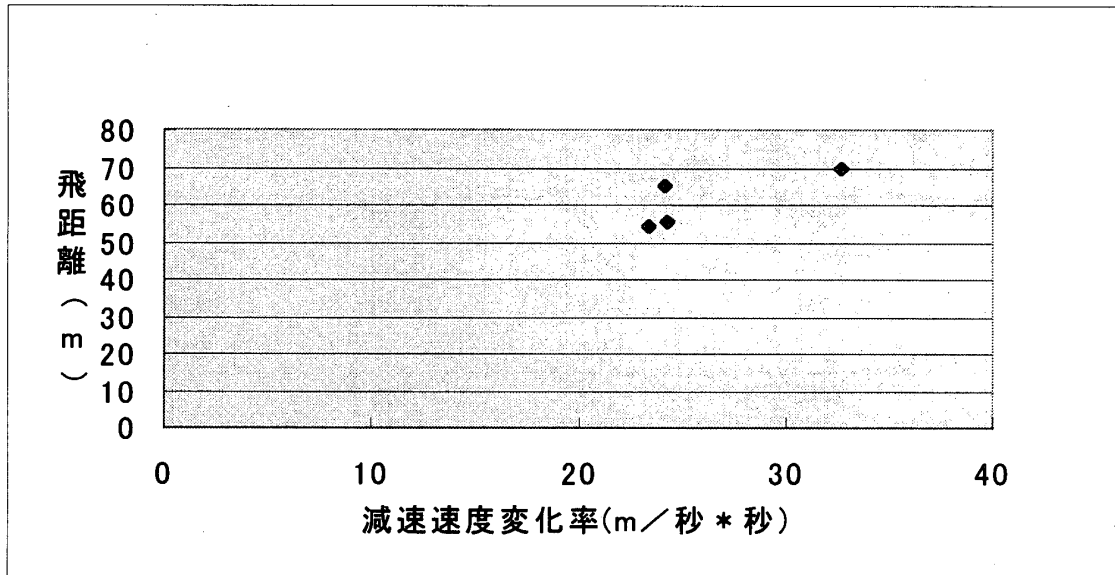
表2 腰(身体重心)の減速速度変化率

腰の速度	U選手	Si選手	S選手	K選手
最大時間(秒)	-0.17	-0.17	-0.23	-0.17
最小時間(秒)	0.00	0.00	0.00	0.03
差分①	0.17	0.17	0.23	0.20
最大値(m/秒)	6.15	6.44	5.86	6.44
最小値(m/秒)	0.59	2.34	0.29	1.76
差分②	5.56	4.10	5.57	4.68
減速速度変化率②/①(m/秒*秒)	32.71	24.12	24.22	23.40

表3 腰(身体重心)の減速速度変化率

	U選手	Si選手	S選手	K選手
腰の減速速度変化率	32.71m/秒*秒	24.12m/秒*秒	24.22m/秒*秒	23.40m/秒*秒
飛距離	69.54m	65.34m	55.67m	54.18m

図2 減速速度変化率と飛距離の散布図



考 察

従来の論文とは異なった結果となった今回の実験を考察すると、U選手とSi選手の投擲方法に、ある特徴的な傾向がみられた。U選手は、投げの瞬間左足をつかえ棒のように使い重心の減速をしているのに対し、Si選手は、投げの瞬間、積極的な左足着地をおこない、重心を投擲方向に投げ出すように使っている。これは陸上競技のコーチング(Ⅱ)<sup>11)</sup>によると、前者を突っ張りキック型、後者を引っかけキック型と言っている。そして、1991年の世界陸上東京大会槍投げ決勝出場選手のデータによると、全選手12名中突っ張りキック型の選手は9名、引っかけキック型の選手は3名であった。<sup>12)</sup> 現在、世界一流選手の間では、重心の減速方法は突っ張りキック型が主流である。力学的に考察すると、助走で得た水平エネルギーを巧みに縦回転の投擲運動に変換することが出来るのであればより大きなエネルギーを急激に上体に伝えられる可能性のある突っ張りキック型のほうが有利である。

今後の展開としては重心の減速をおこなうのに重要な左足の強さの測定と、助走で得たエネルギーを効率よくヤリに伝達するむち動作についての研究が必要である。

文 献

- 1) ジム・ブッシュ著,小田海平訳:ジム・ブッシュ(UCLA)陸上競技コーチング,講談社,p.279-296,1979
- 2) L. S. ホメンコフ著,織田幹夫監修:陸上競技トレーナー用教科書,ベースボールマガジン社 p443-452,1978
- 3) 松岡幸子 井川正治 入野進 北博正:ヤリ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
- 4) 橋本勲 三浦望慶 池上康男 天野義裕 陳全寿:やり投げの身体運動学的研究(助走と投げとの関連について),東海保健体育科学,1巻,1号 p27-35 1979
- 5) 池上康男:槍投げ考,J.J.S.S,1巻 1号 1982
- 6) Ikegami. Y ,M.Miura ,H.Matsui and I Hashimoto :BiomechanicsVII-B: p271-276, 1981
- 7) 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
- 8) 桜井伸二:投げる科学,大修館書店,1991

- 9) 小林一敏: スポーツの科学的原理, 大修館書店, 1978 p 333-384, 大修館書店, 1976
- 10) 吉田雅美: やり投げ, ベースボールマガジン社, 1993 12) 若山章信: 投てき選手の動作分析, J.J.S. S, 11巻, 10号, p 643-649, 1992
- 11) 金原 勇編: 陸上競技のコーチング(Ⅱ), 13) Jensen, C.R. and G.W. schultz: Applied Kinesiology. P317, McGraw-Hill Inc. 1