

砲丸投げ技術の一考察（その I）

浜田 健司 吉岡 隆徳

I 研究目的

砲丸投げは、陸上競技の中でも単純な種目の一つではあるが、その技術の習得は決して簡単ではない。

砲丸投げに必要な筋力、敏捷性など、基礎的体力の強化がなされることによるのみ、高度の技術の習得が可能となろう。

直径 2 m 135 の円型サークル内で、出来るだけ大きい速度を砲丸に加える場合、その距離が長いほど有利であり、砲丸をより遠くに投射することが出来る。

この最も望ましい加速運動を生み出すことが砲丸投げの技術といえよう。

現在、砲丸投げの中で一番多く見られる「後ろ向き投げ」（オブライエン・スタイル）に、新しく伸び上がり動作を加え、更に砲丸の移動コースが長くなった型を設定し、この新しいオブライエン・スタイルの砲丸投げ動作と、「横向き投げ」の型の、砲丸の軌跡を高速カメラで撮影し、写真によって砲丸と身体（腰）の移動を比較してみた。

II 研究の対象と方法

砲丸投げにおける、後ろ向き投げと横向き投げを、本学陸上競技部員 5 名の試技により、砲丸と身体（腰）の移動を、側面と真上から撮影した結果をそれぞれの軌跡として分析した。

また二つの異った投射フォームを、始動からフォロー・スルーまでをフィルム数によって秒数に算出した。

1. 対 象

熟練者 2名 経験年数 5年
未熟練者 3名 経験年数 2年

2. 撮影方法

- 撮影機 16 mm 撮影機
- 撮影速度 1 秒間 64 コマ
- 被写体とレンズの距離 8 m 50 高度 90 cm
- 被写体より真上に高度 7 m 50

結果と考察

砲丸投げの加速動作のポイント

1. サークルの後端から、サークル前端的足留材まで、直線上を砲丸が出来るだけ長い軌道を通って進む。
2. 砲丸に加える速度を徐々に上げて、バランスをくずさない動作が必要である。
3. 「加速運動のリズムが」乱れたり、「緊張と弛緩」のバランスが失われ、砲丸に加えられるスピードが低下することは、大きなマイナスである。

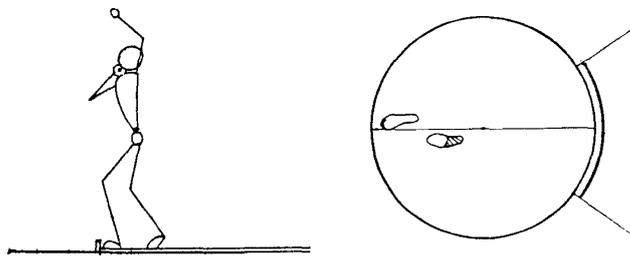
4. 前脚と後ろ脚のキックを最大限に利用し一気に投射する。（身体全部のバネを充分に利用する）
5. 砲丸が手から離れる瞬間まで、出来るだけ長く砲丸を押し続けること。

III 砲丸投げの運動過程

1. 始動の構え

(1) 後ろ向き投げ（第1図）

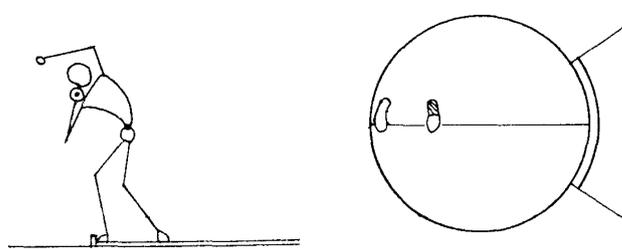
伸び上がり動作を伴った始動の構え。



第1図

(2) 横向き投げ（第2図）

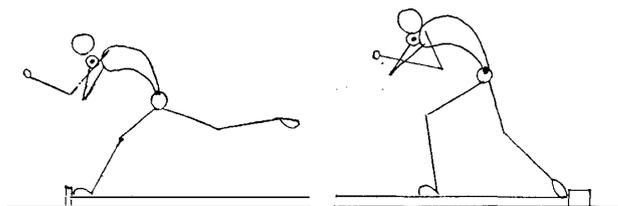
投射方向に真横に向き、サークル後端に上体を側屈させる始動の構え。



第2図

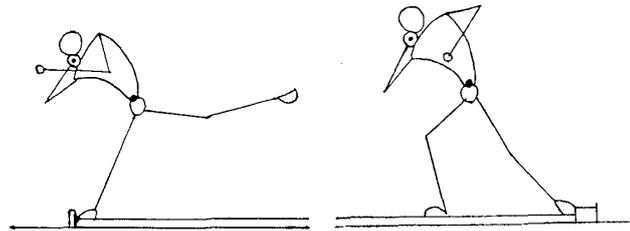
2. グライドとホップ（第3図）と（第4図）

(1) の「後ろ向き投げ」は、砲丸と身体（腰）が直線的に下方から上方に向って、サークルの前端（投射方向）に加速される。



第3図

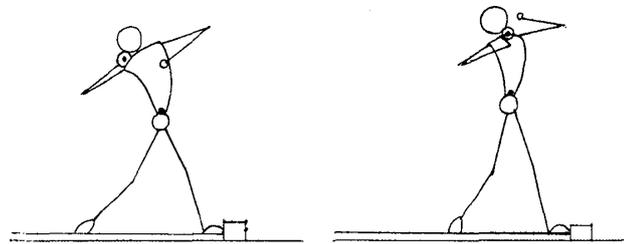
(2) の「横向き型」は、サイド（投射方向）にホップしてサークルの前端に移動する。



第4図

3. 投射の構え (第5図)

サークルの中央に、着地と同時に上体を起こしながら、腰を投射方向に回す。

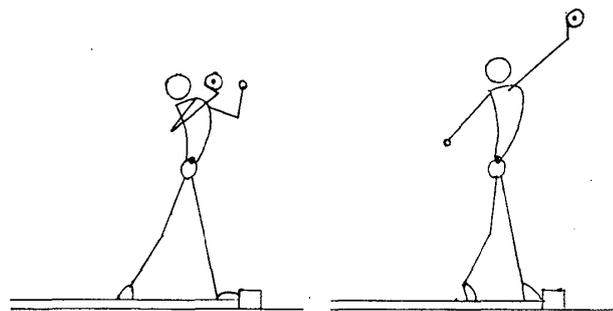


第5図

4. フォロー・スルー (第6図)

投射方向に、砲丸を胸の上から、投射角度を40度より少し大きい位に押し出す。

砲丸が手から離れる瞬間に、スナップを有効にし、より以上に砲丸にスピードを加える。



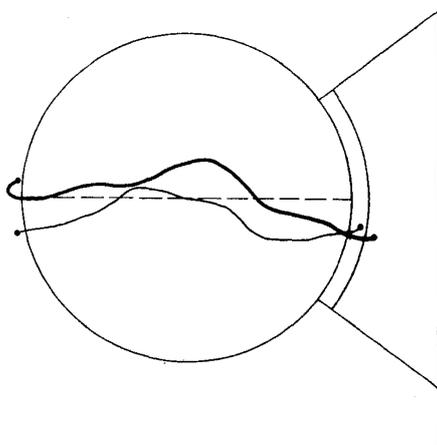
第6図

5. リバース動作

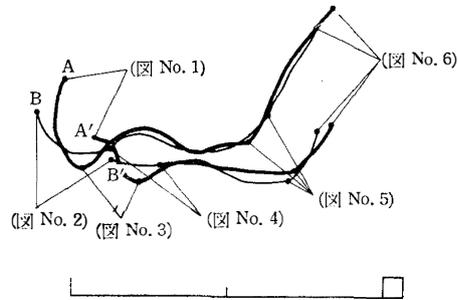
押し出しの後半で、左右の脚を踏み替え、踏み替え動作は素早く、重心が上方に押し上げられ、抜重された瞬間に行かない、バランスのくずれた身体を右脚で支える。

砲丸が指先から離れてしまうと、それ以上は砲丸にスピードを加えることは不可能であり、リバース動作は砲丸に直接の加速動作でないが、始動からフォロー・スルーの一連の動作から、サークル外に足が出ないように、左右の脚を入れ替えて、身体を支える重要な動作であるが、今回はリバース動作にはふれずに考える。

分析 I 被験者 A



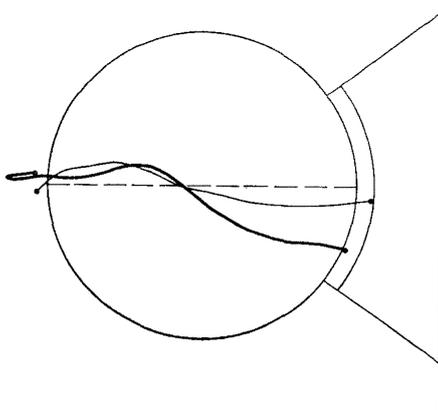
I-1. 砲丸の軌跡



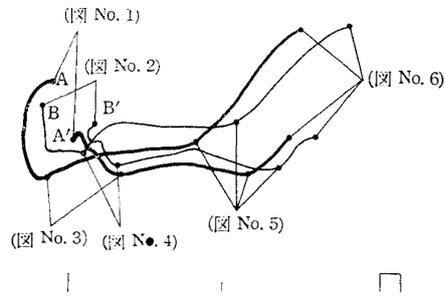
I-2. 砲丸と身体(腰部)の軌跡

- 横向き投げ
- 後ろ向き投げ
- A 砲丸の軌跡
- A' 身体(腰部)の軌跡
- B 砲丸の軌跡
- B' 身体(腰部)の軌跡

分析 II 被験者 B

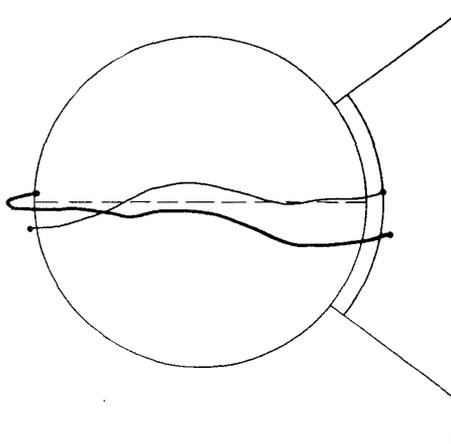


I-1. 砲丸の軌跡

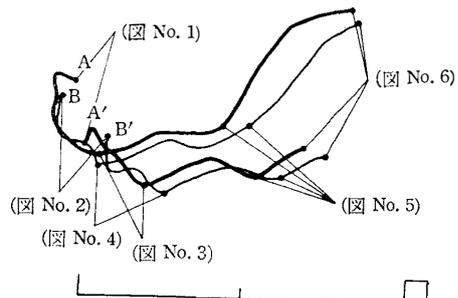


I-2. 砲丸と身体(腰部)の軌跡

分析 III 被験者 C

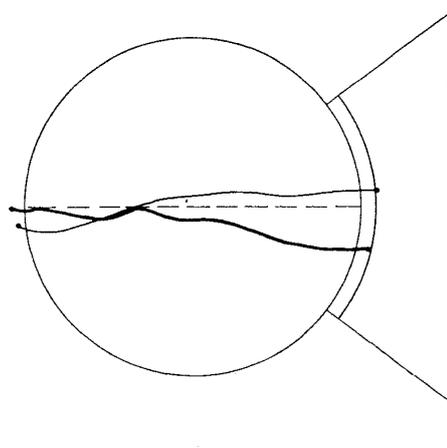


I-1. 砲丸の軌跡

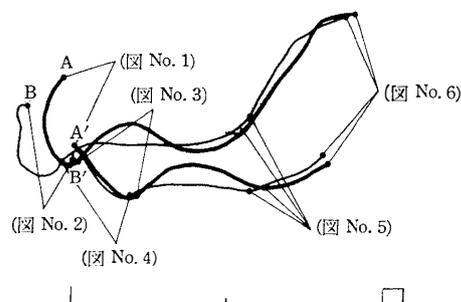


I-2. 砲丸と身体(腰部)の軌跡

分析Ⅳ 被験者 D

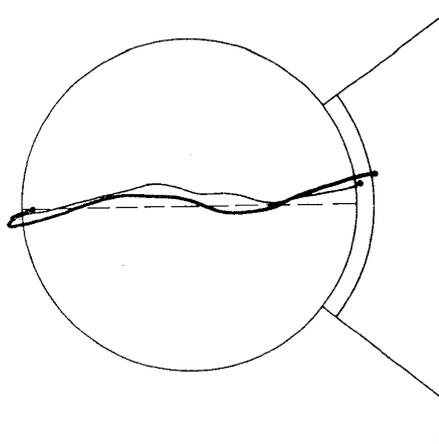


I-1. 砲丸の軌跡

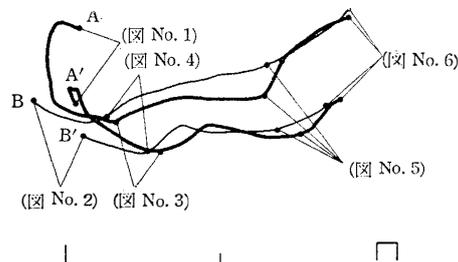


I-2. 砲丸と身体(腰部)の軌跡

分析Ⅴ 被験者 E



I-1. 砲丸の軌跡



I-2. 砲丸と身体(腰部)の軌跡

1. 分析から見た砲丸の軌道

分析 I-1 に見られる、5名の被験者の横向き投げの軌道は、サークルの直線上を前端に向かって移動してはいるが、あまり望ましい軌跡を示していない。

被験者 D・E の横向き投げの砲丸の軌道は、比較的良い軌跡を示している。

被験者 A の場合は、未熟練者に多く見られる非常に不安定な軌道が示されている。

これには、二通りの理由が考えられる。

第一は脚筋力が非常に弱い場合、第二は練習不足の場合である。

被験者 A はこの内の一つが、I-1 の横向き投げの軌跡として示されていると考えられる。後ろ向き投げの軌道は、被験者 B・C・D の示す軌跡が比較的良いが、望ましい軌跡ではない。

砲丸の移動コースは、後ろ向き投げの場合には、グライドの着地と同時に、後ろ向きの構えから前向きになる瞬間に、遠心力を利用して投射方向に身体を向けるので、砲丸の軌道は、投射方向の右側に少しふくらんだ、ゆるい曲線を示す。

被験者 B・C・D の軌跡に、サークルの中央(中心点)から、この曲線が見られる。

第 1 表 始動から投射までの所要時間（秒）

被験者		始動		投射の構え	所 要 時 間
		(ホップ)H (グライド)G			
A	横向き投げ	H (0.562) 0.859		0.281	1.140
	後ろ向き投げ	G (0.578) 1.406		0.281	1.687
B	横向き投げ	H (0.483) 1.328		0.218	1.546
	後ろ向き投げ	G (0.546) 1.234		1.234	1.452
C	横向き投げ	H (0.578) 1.328		0.234	1.562
	後ろ向き投げ	G (0.562) 1.343		0.234	1.577
D	横向き投げ	H (0.500) 1.328		0.218	1.546
	後ろ向き投げ	G (0.562) 1.140		0.218	1.358
E	横向き投げ	H (0.546) 1.031		0.259	1.290
	後ろ向き投げ	G (0.593) 1.125		0.259	1.384

2. 分析から見た砲丸と身体（腰部）の移動

分析 I-2 に見られる横向き投げの軌跡は、被験者 D の示す移動曲線が、望ましい加速動作に近い曲線であると考えられる。

他の 4 名の被験者も、側面からの砲丸の軌道は良い曲線であると考えられる。

横向き投げの場合、望ましい移動曲線は、ホップによる前進動作は出来るだけ水平移動し、上下動が少ないのが理想である。

水平移動した腰と砲丸は、途中で下方に沈むのは非常に大きなロスとなるので、注意すべきである。

後ろ向き投げの軌跡は、被験者 B に理想に近い曲線が見られる。

また、被験者 E の腰の移動曲線は、分析中でも比較的良いと思われるが、砲丸の軌道が上下動しているのが大きく示されている。これはグライドの途中で、砲丸が完全に保持されていないために生じた、上下動とも考えられる。

グライドによる加速動作は、ホップ動作よりも移動中の上下動が少なく、腰を横向き投げより低い位置に落とし理想とする、下方から上方への加速動作が望ましく得られる動作ではあるが、分析の結果は非常に不安定であり、被験者 5 名とも横向き投げの軌跡が、後ろ向き投げの軌跡より、安定した軌道を示している。

特に、グライドによる加速動作では、始動から徐々に、腰と同時に砲丸が沈んで下方に落ちてから、次の運動過程であるグライド動作の段階で、滑らかな上下への加速動作が生まれるのが望ましいが、凹凸の激しい曲線が示されている。

グライドの後半でサークルの中央（中心点）に着地が出来ないために、サークルを十分に利用していないことも I-2 の軌跡に示されている。

これは、グライドによる前端への移動には、ホップよりも強い脚筋力が要求され、振り出し脚も積極的に前端に振り出さなければ、望ましいグライドにはならない。

3. 時間的に見た砲丸の軌道

被験者5名の所要時間(第1表)であるが、これに示される時間的結果の、横向き投げと後ろ向き投げの投射の構えから、投射(第5,6図)までの時間は、被験者5名が同一時間(A 0.281秒・B 0.218秒・C 0.234秒・D 0.218秒・E 0.259秒)で終わっている。

特に熟練者2名の場合には、0.218秒と他の者より短い時間を示している。

被験者A・C・Eの場合は多少差が見られるが、二種類の異なった投げ方でも、構えから投射までに差はなかった。被験者B・Dの横向き投げは、始動から投射までは同一時間であるが、ホップ動作にBは0.483秒、Dは0.500秒で移動している。後ろ向きの場合にもグライドにBは0.546秒で、Dは0.564秒となっている。加速は被験者Bが大きいのに、投射スピードが同じになることは、後半に停滞があると考えられる。

熟練者も未熟練者も、横向き投げ、後ろ向き投げとも投射時間に差はないが、グライドとホップではホップ移動の方が短い時間で移動している。これはI-2の側面軌跡を見るとわかるように、重心と砲丸は大きく下方に沈み込んでから、浮き上がるようにグライド動作がなされ、沈み込みが深いほど砲丸の軌道は長いものになるが、グライド動作がそれによって遅くなることは、大きなスピードを砲丸に加えることにはならない。軸脚が90度以上深くまがることは、素早いグライド動作が出来なくなるので、十分に注意して動作する必要がある。

IV ま と め

以上、砲丸の軌道、身体(腰部)の軌跡を、横向き投げ、後ろ向き投げにおいて追跡した結果から見て、後ろ向き投げは非常に難しい動作であり、特に脚筋力が強い選手でない限り、グライドによる移動が中途半端な動作で終わってしまい、また、振り出し脚と軸脚の押しで、大きくサークル前端までグライドしないと、サークルの中央に着地することが困難となる。横向き投げは、ホップと同じに振り出し脚を大きく前方に伸ばすことにより、上方へジャンプすることを防ぎ、水平移動させる方が有利である。後ろ向き投げの軌跡が、横向き投げの軌跡と同じように、サークルの直線上に近い移動がなされ、そして後ろ向き投げの砲丸の軌道が得られると、望ましい砲丸投げになると思われる。

今回の撮影は、側面と真上から同時に軌跡を追うことが出来ず、2回の追跡結果であり、多少の差異がサークル上の軌道に見られ、まことに残念に思う。同時に撮影し軌跡を追跡出来たら、分析結果も正確度が増すと考えられる。

また、砲丸の初速が、投射に大きく影響するので、純粋な砲丸の速度を把握できればよいと考えている。出来れば今後の研究において、これらも分析してみたいと思う。

参 考 文 献

『陸上競技(フィールド編)』金原勇(学芸出版社)。

『陸上競技の方法』ベノルー・ウイッシュマン、福岡孝行訳(ベースボール・マガジン社)。

『陸上競技～科学的練習法～』ブレスナーン、タートル、クレツマイヤー、猪飼道夫訳(体育の科学社)。