

## 砲丸投における突き出し動作が記録に与える影響

中 雄 勇 人<sup>1)</sup>・須 田 光<sup>2)</sup>・土 山 修 平<sup>3)</sup>  
関 口 典 亮<sup>4)</sup>・田 中 亜 希 子<sup>5)</sup>・石 田 真 規<sup>2)</sup>

1) 群馬大学教育学部保健体育

2) 群馬大学大学院教育学研究科

3) 宇都宮市役所

4) 群馬県立あさひ養護学校

5) 前橋市立荒砥中学校

(2014年9月17日受理)

### The effects of shot putting movement for throw distance.

Hayato NAKAO<sup>1)</sup>, Hikaru SUDA<sup>2)</sup>, Shuhei TUTIYAMA<sup>3)</sup>,  
Noriaki SEKIGUTI<sup>4)</sup>, Akiko TANAKA<sup>5)</sup> and Masaki ISHIDA<sup>2)</sup>

1) Department of Health and Physical Education, Faculty of Education, Gunma University

2) Graduate school of Education, Gunma University

3) Utsunomiya City Office

4) Asahi special support school

5) Arato Junior High School

(Accepted on September 17th, 2014)

### I. 緒 言

近年、砲丸投の投法はグライド投法と回転投法が主に用いられており、日本国内ではグライド投法を用いる選手の比率が圧倒的に高いと報告されている<sup>1)</sup>。グライド動作では、跳躍種目における助走と同様に、身体を動かして砲丸を投擲方向に加速させるために投擲方向を背にした立位姿勢からいったんしゃがみこみ、後方への左足の振り出し動作、右脚の蹴り出し動作、右脚の引き込み動作の順で、身体をサークル後方から前方へ移動させるグライド動作を行う<sup>2)</sup>。そして、突き出し動作にてグライド動作により投擲方向に加速した砲丸を、腕の伸展動作により更に加速させることによって遠くへ飛ばす事が可能となる。砲丸投において、グライド動作の貢献度

について60フィート(約18.29m)の投擲距離で約7%になるといわれている<sup>3)</sup>。また、グライド投法ではグライドをしない投げ方に比較して、約10%発生エネルギー量が多くなると報告されている<sup>4)</sup>。

砲丸の飛ぶ距離は力学的に、砲丸が手から離れる時の速度、方向、高さによって決まるがそれらの要因を最終的に砲丸へと伝える動作として突き出し動作があげられる。突き出し動作はグライド動作により生み出した力を砲丸へと伝える重要な動作であるとともに、砲丸投初心者における「つまづき」として訴えの多い動作として報告されている<sup>5)</sup>。指導書では、突き出し動作は「砲丸を保持する前腕部が、パワーポジション時に右肩と左肩を結ぶラインに沿って直線的に通るように行うことが大切である<sup>7)</sup>」と記載されているが、腕や肘をどのように動か

して直線的な突き出しを行うかが具体的に記載されていない。また突き出し動作について、グライド動作や回転動作を含んだ突き出し動作の砲丸の加速度や投射角度の研究やトレーニング方法は多く見られるが、立ち投げからの突き出し動作に焦点を当てた研究は見られない。

そこで本研究では、グライド動作や腰の捻転動作を取り除いた突き出し動作に着目し、突き出し動作の特徴を投擲距離との比較から検討することを目的とした。

## II. 方 法

### (1) 対象

対象者は、右利きで砲丸投を経験したことのある者 12 名とした。

### (2) 投擲動作およびその撮影

砲丸の投擲動作は、サークル中央から上半身の捻りを除いたパワーポジションの状態から投擲（突き出し）を行った。砲丸の重さは 5 kg とし、連続して 3 回の投擲を行った。投擲の際は右側、背面および正面の 3 か所 15m 地点からカメラ（CANON 社製、ivis20, 60fps）をもちいて、パワーポジションからの投擲動作を撮影した。突き出し動作の解析より、①右肘の高さ（背面より上部が投擲方向へ向いた時の両肩の結線と右肩と右肘の結線の角度）、②投射角度（右側より、砲丸が手から離れる際の X 軸と右上腕の角度）、③突き出し時の右肘の開き（右側より、砲丸が手から離れる瞬間の右手先と右肩の結線と右肩と右ひじの結線の角度）、④手首角度（正面より右肩と右肘の結線と X 軸が平行になったときの Y 軸と右手首と右手先の角度）を算出した。

### (3) 解析方法

構えから突き出しにより砲丸が手から完全に離れるまでの動画を用いて解析を行った。

投擲動作の解析には、DKH 社製 FrameDias V を使用した。被験者の全身の 20 点（つま先、踵、踝、膝、大転子、胸骨上縁、頭頂、肩峰点、肘、手首、

手先）に装着した各マーカーのフレームごとの平面座標をデジタイズ入力した後、2次元4点実長換算法によって、解析を行った。

### (4) 統計処理

各結果はすべて平均値±標準偏差で表した。各項目間の相関の検定にはピアソンの相関係数を用いた。

## III. 結 果

表 1 に対象のパワーポジションからの投擲距離および各解析項目の結果を示した。投擲距離は、4.98m から 11.93m までの対象であった。

投擲距離と各解析項目との関係を見ると、右肘開き ( $r = -0.84$ ,  $p < 0.05$ )、投射角度 ( $r = -0.88$ ,  $p < 0.05$ )、手首角度 ( $r = 0.75$ ,  $p < 0.05$ ) の 3 項目において相関が認められた。これより投擲距離が良くなるにつれて右肘の開きが小さい、すなわち肩一肘一手首と一直線になる姿が認められた（図 1）。また、投射角度と突き出し時の右肘開きとの間に正の相関が認められた ( $r = 0.85$ ,  $p < 0.05$ )。このことから投射角度が上がることにより、突き出し時の右肘開きが大きくなる事が認められた。さらには、図 2 に示すように突き出し時の右肘開きと手首角度において負の相関が認められた ( $r = -0.80$ ,  $p < 0.05$ )。このことから、手首角度が小さくなることにより、突き出し時の右肘位置の角度が広がるという結果が見受けられた。

手首角度と投射角度の間に負の相関が見られた

表 1 対象の突き出し動作における各解析項目結果

		全体 (N=12)	
		Mean	± S.D.
記 録	m	7.58	± 2.15
右肘の高さ	dig	-7.19	± 14.03
投射角度	dig	50.23	± 10.32
右肘開き	dig	18.82	± 16.8
手首角度	dig	52.7	± 27.5

Values are expressed as mean ± SD.

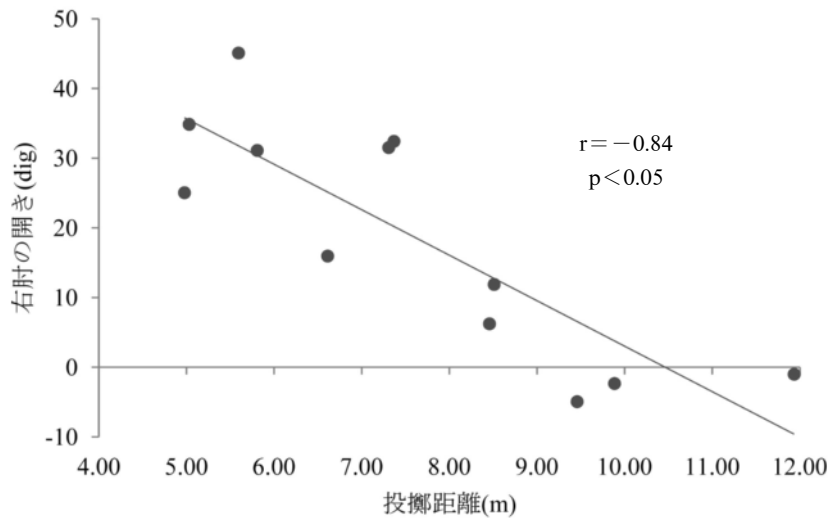


図1 突き出し動作における投擲距離と右肘の開きとの関係

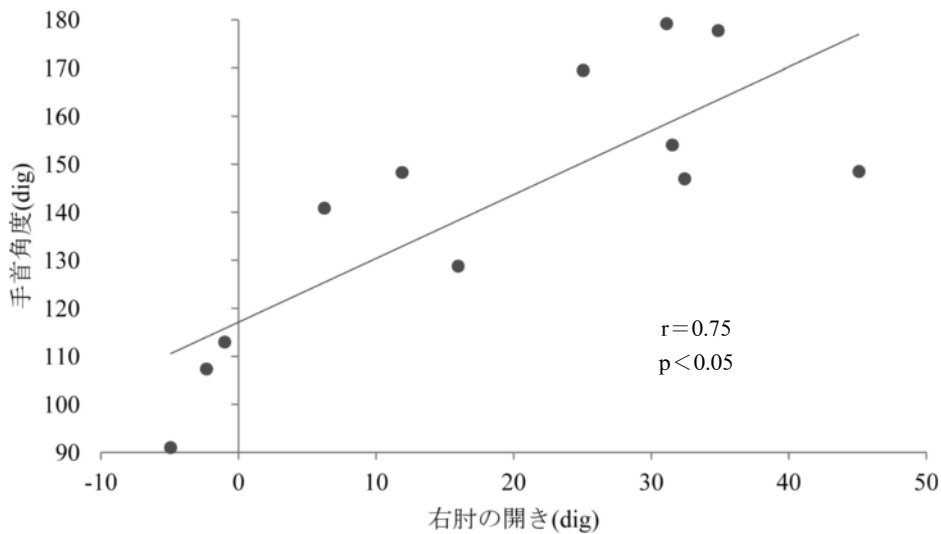


図2 突き出し動作時の手首の角度と右肘の開きとの関係

( $r = -0.58$ ,  $p < 0.05$ ). このことから、投射角度が下がることにより手首角度は大きくなるという結果が見受けられた。

#### IV. 考 察

砲丸投は競技規則として、①砲丸は肩から片手だけで投射する。②投射を始めようと構えた時には、

砲丸は顎または首につけるか、あるいはまさに触れようとする状態に保持しなければならない。③投射の動作中は、その手をこの状態より下におろしてはならない。④砲丸を両肩を結ぶ線より後にもっていてもいけない。⑤砲丸を肩のラインより後方へもっていてもいけない(陸上競技規則 188 条)。砲丸のような重量のある物体を投擲する際には、エネルギーを合理的に使うため砲丸の下方に肘が来るよ

うに保持し、右肘を45度に保つようにして構え、投射方向に対して砲丸を保持する前腕部が、パワーポジション時に右肩と左肩を結ぶラインに沿って直線的に通るように突き出すことにより砲丸を投擲することがよいといわれている。

本研究において投擲距離と突き出し時の右肘の開きにおいて負の相関が認められ、突き出し時の右肘開きが小さくなることによって記録が向上するという結果が見受けられた。また、各被験者において比較を行うと、投擲距離が良くなるにつれて突き出し時の右肘の開きの角度が0度に近づいていることから、砲丸をリリースするときに右肘を右手先と右肩の結線上に乗せることが良いと考えられる。

また、投擲距離と投射角度との間に負の相関関係が認められたことから、投擲距離を大きくするためには、投射角度を小さくする必要が認められた。一般的に投射角度は40度前後が最適と考えられることから、投擲距離をよくするためには40度前後に投射角度を押さえる必要があると考えられる。しかしながら、投擲距離が短かった対象ほど投射角度が大きく上方に砲丸を投擲してしまっている姿が認められた。この投擲角度について、手首の角度との間に有意な負の相関関係が認められた。よって手首の角度が小さい対象、すなわち投擲の際に手首から先が垂直に立ってしまう者は、肘が下がってしまうことで、腕全体が縦方向の動きとなってしまうことで、腕が上下に大きく動く要因を作ってしまうことで、投擲角度が上がってしまっていると考えられる。

さらには、手首の角度と右肘の開きとの間に負の相関関係が認められた。よって、手首をしっかりと横に傾けることで肘を横に大きく開くことが可能となり、また手のひらを横にするためには脇を開き、肘を上げなければ内旋動作はできないため、自然に右肘が上がると考えられる。よって投擲の際に肩一肘一手首を直線上に乗せることで効率良く砲丸に力学的なエネルギーを伝えることが可能となると考えられる。

しかしながら、手首の角度が大きく、しっかりと手首を内旋させている者の中に、投擲時の肘の軌跡が曲線を描いている者が見受けられた。投擲を行う

際には、エネルギーロスを少なくするためにも直線的な動きが求められるが、手首を内旋させ肘を横に開く姿勢がとれているにもかかわらず直線的な突き出し動作が出来なかった理由として、パワーポジションより身体を回転させて正面に向ける際に、上半身が左方向に早い段階で傾いてしまったために、肘が山なりの軌跡を描いてしまったと考えられる。このことから、手首を十分に内旋させるとともに、投擲の際には上半身を先行して側方へ倒さないことも必要であると考えられる。

以上のことから、砲丸を突き出す際のポイントとして、手首を十分に内旋させることによって、自然と肘を横に開いた腋をあけた姿勢をとることが可能となり、肩一肘一手首そして砲丸へと直線的にエネルギーを伝えることが可能となることから投擲距離が伸びることが期待される。さらには、手首が内旋されていることによって、腕の縦方向の動きが阻害され、投射角度も投擲距離が伸びるとされる40度前後に押さえることが可能となることから、手首の内旋を維持することが突き出し動作では重要であることが示唆された。

## V. まとめ

砲丸投げにおける突き出し動作の特徴を明らかにするため、投擲距離と投擲動作との関係を検討した結果、突き出し動作においては手首をしっかりと内旋させ、投擲の際には側方から見て肩一肘一手首が一直線上に並ぶように投げるのが、投擲距離の増加につながることを認められた。さらには、手首の角度と右肘の開きの間にも関連が認められたことから、手首を十分に内旋させることで、自然と肘があたり腋の開いた姿勢をとることが可能となり、そのまま投擲を行うことで腕が縦の方向の動きを押さえ、肩一肘一手首と直線的な動きで砲丸に効率よくエネルギーを伝えることが出来る理想的な投擲姿勢がとれることが認められた。よって、手首の内旋をしっかりと保持して投擲を行うことを徹底させることが、砲丸投げにおける突き出し動作を習得させる上で重要となると考えられる。

## 〈引用参考文献〉

- 1) ルールブック・審判ハンドブック. Japan Association of Athletics Federations. 出版地不明: 法益財団法人日本陸上連盟, 2013.
- 2) 西藤宏司. 陸上競技入門シリーズ 8 砲丸投・ハンマー投. 千代田区: ベースボール・マガジン社, 1997, pp.22-24.
- 3) 陸上競技指導教本アンダー16・19 基礎から見につく陸上競技 初級編. 公益財団法人 日本陸上競技連盟. 出版地不明: 大修館書店, 2013.
- 4) 野口安忠. 砲丸投げにおける新たなグライド動作の視点とその技術および習得方法. 出版地不明: スポーツパフォーマンス研究, 2012.
- 5) 大山卍圭吾. 日本人男子砲丸投げ競技者にとっての回転投法の可能性—世界レベルへの調整のために—. 出版地不明: 陸上競技学会史, 2010.
- 6) 菅原 勲・西條修光・熨斗謙一・松岡幸子・入野 進. 砲丸投げの授業における初心者の技術認識について. 出版地不明: 日本体育大学紀要, 1980, pp.55-63.
- 7) 渋川侃二・吉本 修・植屋清見. 砲丸投のエネルギー的考察. 出版地不明: 東京教育大学体育学部スポーツ研究所報, 1968.
- 8) 陸上競技の力学. ダイソン: 金原 勇・渋川侃二・古藤高良. 出版地不明: 大修館書店, 1975, pp.240-244.
- 9) 松井秀治. 投運動種目. 出版地不明: 現代体育・スポーツ大系, 1984, pp.76-82.