

# 男子円盤投のブロック足に着目した動作分析および筋電図学的研究

## Study of the Operations Analysis and EMG that Paid its Attention to a Block Foot of the Male Discus Thrower

本 山 司 矢 野 勝  
Tsukasa MOTOYAMA Suguru YANO  
(阪南市立尾崎中学校) (和歌山大学教育学部)

谷 口 和 也 本 山 貢  
Kazuya TANIGUCHI Mitsugi MOTOYAMA  
(和歌山大学教育学部) (和歌山大学教育学部)

2016年10月3日受理

### 要旨

本研究では、男子円盤投選手を対象に、円盤投のターンにおけるブロック動作に着目し、投てき飛距離とブロック動作にどのような関係性があるのかを、3次元動作分析と筋電図を用いて明らかにすることを目的とした。その結果、最高試技時のブロック動作の特徴として、左足接地(L-on)時に膝関節角度を大きくして高い位置にし、できるだけ素早く、短時間でリリース(Rel)時まで持っていくことが重要であることがわかった。その時、ハムストリングの筋活動が顕著であった。また、内側広筋、腓腹筋内側の筋活動量が高いことから、重心が外側に移動しないように脚を絞り込むことで、L-on時から短時間でRel時に持っていけることがわかった。

### 1. 序論

円盤投の記録を高めるためには、円盤が投げ出された後の空気抵抗に打ち勝ち、かつ空気抵抗をいかに有効利用するかが重要である。また、それ以前に投げ出しの瞬間の初期条件であるリリースパラメータ、すなわちリリース速度、リリース角度、リリース高の3つが極めて重要となる。特にリリースの速度の重要性については様々なところで報告されており、理論的に重要であることが指摘されている。

リリース速度を高めるためには下半身、体幹そして上半身へと地面から得たエネルギーを円盤まで伝えないといけない。いくら上半身が強くてもフィニッシュ時に安定したポジションに左右の足を接地させ、ターン前半で作り出した捻りをパワーポジションで一転して一気に捻り戻し、リリースを行わなければ記録を伸ばすことはできない。ターン後半の左足接地について田内(2007)は、右足支持からの左足接地の動作を素早く行うことが重要であると述べている。これは多くの指導書でも右足接地から左脚接地を素早くすることで体幹の捻りを生み出すための一つの手段になると述べられている。

西藤(1975)は、「投げの構えにおける両足を結ぶ線分は、左右の投擲範囲の中心線(サークルの中心線)に平行で、できるだけ近くに置かれた方が好ましく、この

足の構えの分散が小さいことはターン動作が安定していることである。」と報告している。また、Hayら(1995)は、「効果的な投げの構え(パワーポジション)を得るためには、左足をサークルの中心線に近い位置に接地することが重要である。」と報告している。

以上のことから、左足の接地を早め、素早く投げの構えに入る(左足をサークル中心線に近い位置に接地する)ことがポイントになると思われる。

そしてリリース時、左右の脚の役割は正反対になっている。右脚は身体に対して加速する力を与え、左脚は速度をできるだけ減じようとする。Bartonietz, K. B(1994)は、「左脚の支持に必要なパワーレベル(単位時間あたりのエネルギーとしてのパワー)は、時として右脚のために必要なパワーレベルより高い」と報告している。

このように、ターン後のブロック動作は円盤投動作にとっても重要であると言える。しかし、円盤投のブロック動作に着目した動作分析の研究は見当たらない。ブロック動作について指導書などでは、ターンで得たスピードを急激にストップさせて、そのエネルギーを円盤に移し換える技術を、「ブロック動作」と言い、ゴルフや野球のバッティングで使われる「壁をつくる」という言葉と同じ意味であると述べている。ブロック動作をする足は、ハの字に開き母指球で地面を蹴るよ

うにする。そしてリリース動作で、左半身の軸を中心に(左半身でブロック)爆発的なリリースにつなげる。以上のようなことがブロック動作として説明されている。しかし、円盤投についての多くの指導書などではブロック動作について、「素早く左足を接地させ、左半身をブロックしリリースにつなげる」としか書かれておらず、具体的なブロック動作の方法が示されていない。

円盤投は、上記したように下半身から体幹のひねりを利用してエネルギーを効果的に生み出し、上半身そして、指先へと地面から得たエネルギーを円盤まで伝えなければいけない。しかしながら、こうした「コツ」を客観的に明らかにするために、力の伝導性や筋活動電位、周波数など踏まえて明らかにしていく必要があると考える。特に走種目や跳種目に比べると投てき種目の筋電図解析を用いた研究は数少ない。

その中で唯一、男子円盤投選手を対象に、筋電図を用いた技術習得に関する研究がある。原ら(1996)の研究では、円盤投選手を上位群と下位群に別けた時の筋活動の違いを比較している。その結果、上位群の方が下位群に比べると、ファーストターン時に水平方向への加速のために上腕二頭筋の筋放電が見られ、投射の時に、垂直方向への加速のために左下肢の筋放電が顕著にみられている。すなわち、ターン動作のブロック動作が大きく行われており、十分に地面反力が行われていることが示唆されたと報告している。しかし、ブロック動作時の左下肢の各部位の筋活動電位の変化や各部位の筋電図(EMG)周波数解析については研究されていない。

そこで本研究では、男子円盤投選手を対象に、円盤投のターンにおけるブロック動作に着目し、投てき飛距離とブロック動作にどのような関係性があるのかを、3次元動作分析と筋電図を用いて明らかにすることを目的とした。

## II. 研究方法

### 1. 対象

被験者は円盤投競技を専門種目として競技会に出場するために常時トレーニングを行っている競技者5名とした。被験者の特徴(年齢、身長、股下、体重、自己最高記録、円盤投競技歴)、測定記録については、以下の通りである。

表1. 被験者の身体プロフィール

被験者	年齢(歳)	身長(cm)	股下(cm)	体重(kg)	自己最高記録(m)	円盤投競技歴(年)
A	21	177	82	82	45.54	8
B	18	172	84	76	35.38	1.5
C	20	178	82	89	42.78	5
D	20	181	81	90	40.52	5
E	24	172	80	88	41.04	7
Mean±S.D.	20.6±1.99	176±3.52	81.8±1.32	85±5.29	41.05±3.33	5.3±2.23

表2. 測定記録、投げ方

被験者	最高記録	最低記録	投てき方法
A	40.16	38.95	ノー・リバース
B	33.70	27.46	リバース
C	42.23	37.60	リバース
D	38.27	35.93	ノー・リバース
E	38.93	34.75	リバース
Mean±S.D.	38.69±2.82	34.94±4.00	

リバース：リリース終了と同時に、左足のあった位置めがけて右足を積極的に持っていく動作

## 2. 分析方法

### 1) 3次元動作解析

本研究では、陸上競技場に2台のカメラ「EXLIM PRO EX-F1」(CASIO社製)を三脚で固定し、HS(ハイスピードモード)で撮影速度300fpsに設定し、各選手の全ての投擲動作をサークルの側面(10m)と後方(15m)より撮影した(図1)。また、カメラ間のタイミングを同期するため、LEDの発光部分をカメラのレンズ付近で同時発光させる方法を用いた(DKT社製 LED型光呈示器PH-106)。試技の撮影前には、投てき方向4m×横4m×高さ2.5mの画角を設定し、あらかじめ較正点間の距離が分かっているキャリブレーション用のポール(各ポールに5ヶ所のマーク)を9ヶ所に垂直に立て、計45個のマークを撮影した。撮影した映像はFrame DiasV(DKH社製)を用いて、周波数を60Hzにして、5コマおきにデジタイズし、3次元DLT法を用いて分析を行った。デジタイズポイントは頭頂部、耳珠点、胸骨上縁、両肩(肩峰)、両肘、両手首、両手先、両肋骨、両大転子、両膝、両足首、両母指球、両つま先、両踵、円盤中心の26点を設定した。

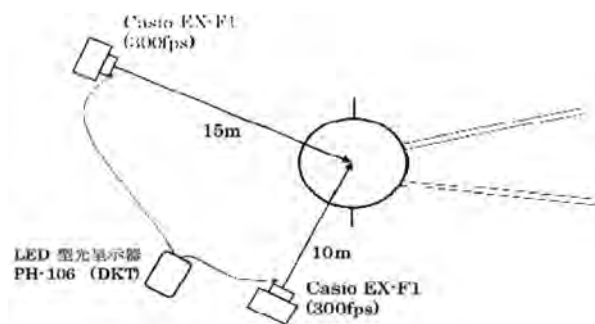


図1. 投てき用サークルに対するカメラの位置

### 2) 筋電図解析

筋電図はワイヤレス筋電センサーの湿式3極勾型タイプ(追坂電子機器)を用い、表面電極は導出部2mmとした。電極間は3.5cmとし、サンプリング周波数は1000mVで、動作開始時から終了時までの電位を8部位で測定した(図2)。測定データは筋電図マルチ解析プログラム(株式会社ロジカルプロダクト)を用いて、解析を行った。

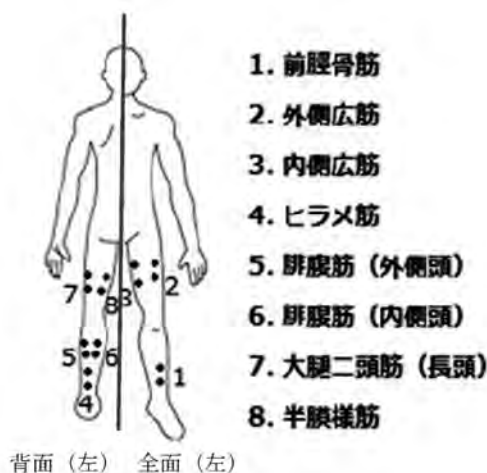


図 2. 表面電極貼り付け部位(左脚の前後)

### 3. 試技条件

被験者には、十分なウォーミングアップの時間をとり、円盤を投げてもらった。投げに入る時は被験者のタイミングで試技を開始した。各被験者には試合で決勝まで行ったと想定してもらい、6投をファールしないように全力で投げを行った。ファールや円盤が有効試技範囲に入らなかったときは試技をやり直した。

### 4. 測定および分析項目 1 (3次元動作解析)

3次元動作解析は6投のうち最高記録を(最高試技)、最低記録を(最低試技)として分析した。

また、分析を行うにあたり、円盤投動作を山本ら(2010)の先行研究から、以下のように分けた。バックスイング終了時からターン動作開始(T-st)、右足離地(R-off)、左足離地(L-off)、右足接地(R-on)、左足接地(L-on)、円盤のリリース(Rel)の6つの時点を設定し、T-stからR-offまでを両脚支持局面(DS)、R-offからL-offまでを左脚支持局面(SS1)、L-offからR-onまでを非支持局面(NS)、R-onからL-onまでを右脚支持局面(SS2)、L-onからRelまでを投げ出し局面(DV)と時系列に沿った6つ時点と5つの局面とした(図3)。

### 1) 投射時間(DV時間)

- (1) R-on時からRel時までの投射時間
  - (2) L-on時からRel時までの投射時間
  - (3) R-on時からL-on時までの投射時間
- 円盤投動作時の投げ出し局面の分析について、
- (4) L-on時からRel時までの投射時間と投てき飛距離との関係
  - (5) R-on時からRel時までの投射時間と投てき飛距離との関係
  - (6) R-on時からL-on時までの投射時間と投てき飛距離との関係

### 2) 左脚関節角度

- (1) L-on時とRel時の足関節角度
- (2) L-on時とRel時の膝関節角度
- (3) L-on時とRel時の股関節角度

投げ出し局面の分析について、

- (4) L-on時の左脚関節角度と投てき飛距離との関係
- (5) Rel時の左脚関節角度と投てき飛距離との関係

### 3) L-on時における両足接地位置(スタンス)

- (1) L-on時における両足接地位置(スタンス)と投てき飛距離との関係

本研究での両足接地位置(スタンス)は、L-on時における、右つま先から左つま先の距離とした。

### 4) L-on時、Rel時の左足の向き

- (1) L-on時とRel時の左足の向きは、(左かかと～左つま先)と(左股関節～右股関節)を結んだ線を左つま先角度とし、最高試技時と最低試技時で比較
- 本研究では、(左かかと～左つま先)と(左股関節～右股関節)を結んだ線の角度を、左つま先角度とする。

### 5. 測定および分析項目 2 (筋電図解析)

#### 1) L-on時からRel時までの最高試技と最低試技の比較

##### (1) 筋活動電位と筋活動量

競技者5名について、筋活動電位を個別に8部位(前脛骨筋、外側広筋、内側広筋、ヒラメ筋、腓腹筋外側頭、腓腹筋内側頭、大腿二頭筋長頭、半

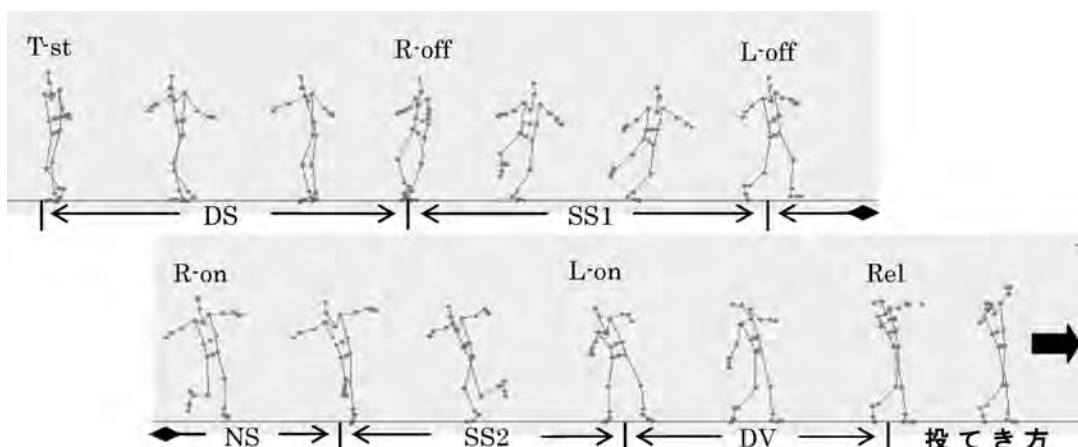


図 3. 時点と局面の定義

- 膜様筋)で比較  
 (2)筋活動量  
     8部位の筋活動量の変化を比較  
 (3)EMG周波数解析  
     円盤投動作時のEMG周波数解析

## 6. 統計処理

基本統計量は平均値と標準偏差で示した。統計処理は、測定値の前後比較には、Paired T-Testを実施した。また、周波数解析の群間比較においては、2要因分散分析を行い、有意差が認められた場合にはTukeyのHSD検定を実施した。すべての統計処理において危険率5%未満( $P < 0.05$ )を有意とした。

## Ⅲ. 結果および考察

### 1. 投射時間と投てき飛距離との関係

本研究では、6投のうち、最高試技(最高記録)と最低試技(最低記録)の2群においてR-on時からリリース時(Rel時)までの投射時間、L-on時からRel時までの投射時間、R-on時からL-on時までの投射時間について比較した。その結果、いずれも2群の間に有意差はみられなかった。しかしながら、それぞれの投射時間と投てき飛距離との関係をもてみると、最も高い負の相関がみられたのは、L-on時からRel時までの投射時間との関係であった(図4)( $r = -0.827$ ,  $p < 0.01$ )。一方、R-onからのL-onまでの投射時間と投てき飛距離との間には関係はみられなかった。田内ら(2007)は、R-on時からのL-on時の動作を素早く行うことが重要であると述べている。本研究ではR-on時からのL-on時の投射時間が、6投時の最高試技と最低試技の間に影響していなかったことは、個人の6投の記録の変化には、R-on時からL-on時の動作より、他の要因が強く影響した可能性が考えられる。

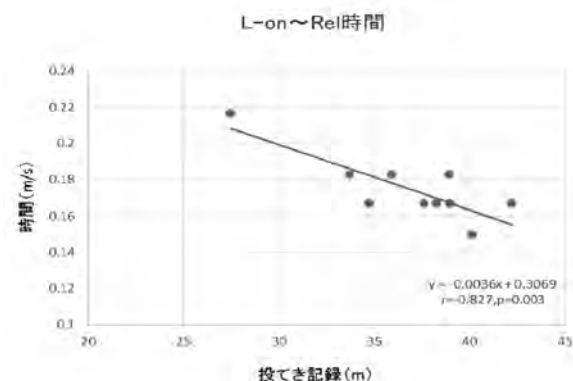


図4. L-on時からRel時までの投射時間と投てき飛距離との関係

### 2. 左脚関節角度と投てき飛距離との関係

L-on時からRel時までの動作における左脚関節角度(左膝関節角度、左股関節角度、左足関節角度の3カ所)

について、最高試技と最低試技でそれぞれのL-on時とRel時の関節角度を検討した。

その結果、最高試技と最低試技時のすべての左脚関節角度(左膝、左股関節、左足首)において、L-on時、Rel時のいずれも2群に有意な差はみられなかった(表3)。しかし、最高試技と最低試技時の関節角度において平均値の差をみてみると、最高試技では、最低試技に比べて左膝ではL-on時で+2.87度、Rel時で+1.53度、左股関節ではL-on時で-1.0度、Rel時で+0.37度、左足首ではL-on時で-3.76度、Rel時で+1.83度の差がみられた。すなわち、最高試技に導くためには、ブロック動作時(L-on時)に膝関節角度を大きくして高い位置から投げ出すことが重要になると考えられる。また同時に左股関節角度と左足首関節角度は、捻り動作をできるだけ大きくして関節角度を小さく保ち、大きな動作につなげていくことが重要であると考えられる。こうしたL-on時の動作が連動してRel時につながり、伸び上がり動作を大きくすることで、飛距離が伸びていくのではないかと考えられる。

表3. 最高試技と最低試技の左脚関節角度の差

	左膝(deg)		左股関節(deg)		左足首(deg)	
	L-on	Rel	L-on	Rel	L-on	Rel
最高試技	158.03	175.68	171.4	171.13	141.5	145.96
最低試技	155.16	174.15	172.4	170.76	145.26	144.13
平均値の差	2.87	1.53	-1	0.37	-3.76	1.83

### 3. L-on時における両足接地位置(スタンス)と投てき飛距離との関係

表4. L-on時のスタンスと股下比

被験者	スタンス(m)		股下比(倍)	
	最高試技	最低試技	最高試技	最低試技
A	0.99	1.07	1.22	1.30
B	0.83	0.80	0.99	0.95
C	0.92	0.88	1.12	1.07
D	1.21	1.15	1.50	1.42
E	0.85	0.86	1.05	1.07
Mean±S.D.	0.96±0.14	0.95±0.13	1.176±0.18	1.162±0.17

Mean±S.D. = 平均±標準偏差

L-on時のスタンス(股下比)と投てき飛距離(最高試技+最低試技)の間には、有意な相関関係はみられなかった( $r = 0.423$ ,  $P = 0.222$ )。しかし、D選手を除外して、L-on時のスタンスと投てき飛距離(最高試技+最低試技)の関係をもてみると、L-on時のスタンスと投てき飛距離(最高試技+最低試技)の間に、有意な正の相関関係がみられた( $r = 0.694$ ,  $P < 0.05$ )。

Susanka, P. (1988)は、投げの局面中の動作安定のために、足の配置を幅広く、大きくスタンスを開くことが重要であると報告している。本研究においても、

L-on時のスタンスは股下の長さよりも広めにスタンスを取り、安定した位置に左足を接地させることが重要であるという結果は、先行研究と一致していた。

しかし、D選手は最高試技で1.21m、最低試技で1.15mとなり、股下比では最高試技で1.50倍、最低試技で1.42倍となった。また、左脚関節角度をみても他の4名の被験者に比べ、Rel時の関節角度が小さくなっていった。これは指導書で言われている体重をうまく右脚から左脚に移動できていないためだと考える。そのため、スタンスが広すぎることで効率の良い体重移動ができず、身体が後ろに残ってしまい、Rel時に関節角度が小さくなった原因だと推察される。

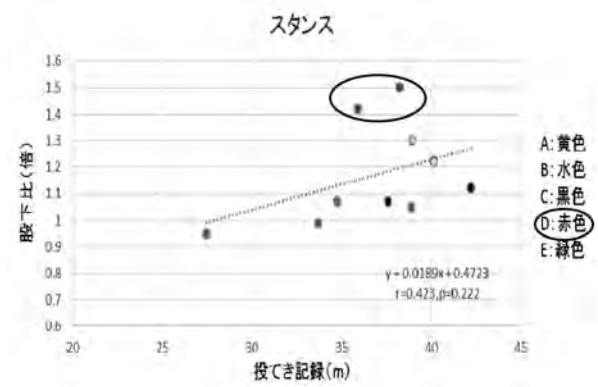


図5. L-on時のスタンスと投てき距離との関係

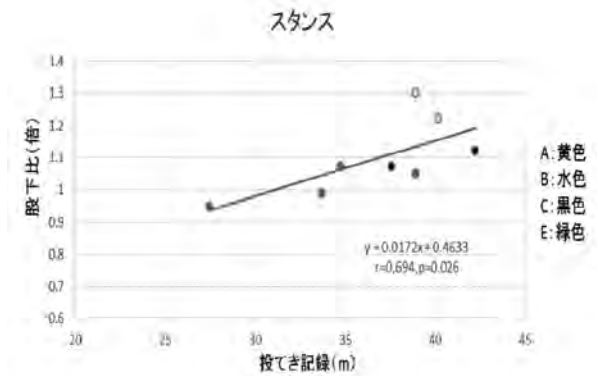


図6. L-on時のスタンスと投てき距離との関係

4. L-on時、Rel時の左足の向きを最高試技と最低試技で比較

表5. 左つま先角度

被験者	L-on時の左つま先角度(deg)		Rel時の左つま先角度(deg)	
	最高試技	最低試技	最高試技	最低試技
A	124.04	132.00	87.29	89.83
B	126.80	132.22	84.03	78.66
C	144.83	128.66	94.69	91.75
D	137.78	122.13	53.00	47.20
E	139.77	140.83	97.16	67.70
Mean±S.D.	134.64±7.92	131.17±6.05	83.23±1.585	75.03±16.37

Mean±S.D. = 平均±標準偏差

最高試技と最低試技の左つま先角度において、L-on時、Rel時のいずれも2群において有意な差がみられなかった。しかし、最高試技と最低試技の左つま先角度をみても、L-on時では、最高試技、最低試技ともに130度前後という値を示した。指導書では、ブロック動作をする足はハの字に開き母指球で地面を蹴るようにすると説明しているに過ぎない。このことから、L-on時における左足の向きは、投てき方向に対して、130度前後にすることで身体の開きをストップさせ、ブロック動作をすることの重要性を指摘する必要があると考える。

Rel時では、最高試技に比べて、-8.2度の差がみられた。すなわち、最低試技のRel時においてつま先角度が小さくなっていった。G・シュモリンスキー(1982)は、Rel時投てき方向に対して、つま先角度は90度であると述べている。本研究においても、最高試技時に投てき方向に対し、左足のつま先角度が平均で83.23度とやや小さいものの、90度近くになっていた。Susanka, P. (1988)は、リリース時の足の配置が狭く、投てき方向に対して閉じていると体幹筋群の最適な予備緊張が妨げられること報告している。本研究においても、最高試技に比べて、-8.2度の差があり、左つま先角度が小さくなっていったことで体幹の捻り戻しに悪影響を及ぼしたと考えられる。左つま先角度が小さくならないようRel時投てき方向に対して、左股関節を少し開放することが必要であると考ええる。

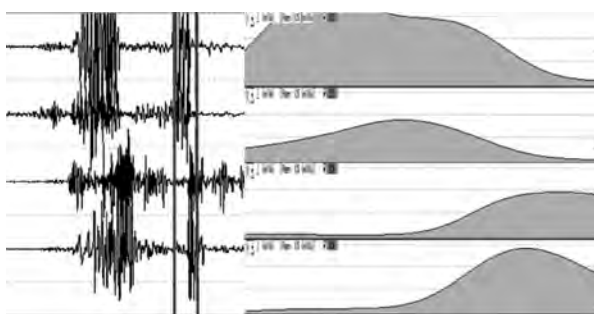
5. L-on時からRel時の筋活動電位を8部位で比較

L-on時からRel時までの8部位の筋活動量の変化を最高試技時と最低試技時で比較した。その結果、すべての部位において2群に有意な差がみられなかった。しかし、大腿二頭筋長頭では、最高試技は最低試技に比べて高くなる傾向がみられた。

下腿群(前脛骨筋、腓腹筋外側、腓腹筋内側、ヒラメ筋)の最高試技と最低試技の差は4部位の平均で-7、一方、大腿四頭筋群(外側広筋、内側広筋)では2部位の平均で+28.0、ハムストリング(大腿2頭筋長頭、半膜様筋)では2部位の平均で+43.4となり、大腿四頭筋群とハムストリングでは最高試技の方で、電位が大きくなっていった。すなわち、記録に左右する要因として、下腿群より、大腿四頭筋群とハムストリングの力発揮が影響している可能性が考えられた。さらに8部位の筋活動量と投てき飛距離(最高試技+最低試技)の間には、半膜様筋のみに、1%水準で有意な正の相関関係がみられた( $r=0.833, P<0.01$ )。すなわち、ブロック動作(L-on時)からリリース時の動作において、記録に影響する部位はハムストリングが重要であり、この部位の筋肉を十分に発揮させる動作、さらにはトレーニングも必要になっていくと考えられる。

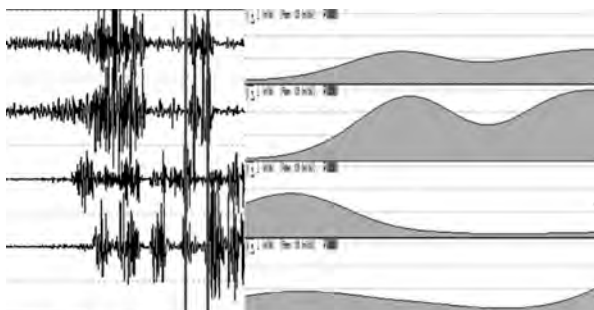
6. L-on時からRel時の筋活動量の変化を比較

L-on時からRel時の筋活動量の変化を最高試技について大腿四頭筋群とハムストリングの大腿部をみてみると、2つのパターンが認められた。一つは記録が高かったA、C、E選手では、L-on時に大腿四頭筋群の筋活動量が増大するが、ハムストリングは筋活動がほとんど生じていない。しかし、Relに向かうにつれ、大腿四頭筋群の筋活動量が減少し、ハムストリングの筋活動量が増大するパターン(図7-1)である。もう一つは記録の低かったB、D選手では、L-on時にハムストリングの筋活動量が増大するが、すぐ減少して大腿四頭筋群の筋活動量が増大し、Relまで筋活動量が持続している。しかし、ハムストリングの筋活動量はほとんど増大しないパターンである(図7-2)。



上から(外側広筋、内側広筋、大腿二頭筋長頭、半膜様筋)  
(— はL-on時からRel時を示す。)

図7-1. A、C、E選手パターン(C選手)



上から(外側広筋、内側広筋、大腿二頭筋長頭、半膜様筋)  
(— はL-on時からRel時を示す。)

図7-2. B、D選手パターン(D選手)

これらの結果から、A、C、E選手はB、D選手に比べ記録が高かったのは、L-on時に大腿四頭筋群でブロック動作を行い、右脚から左脚へスムーズな体重移動ができていたと考える。

7. 円盤投動作時のEMG周波数解析

周波数帯において、加藤(2004)の先行研究をもとに、遅筋は20Hz~45Hz、中間筋は46Hz~80Hz、速筋は81Hz~350Hzで分類した。

その結果、最高試技と最低試技の2群の間に、遅筋では、外側広筋において最高試技は最低試技に比べて有意に多かった(P<0.05)。内側広筋では、最高試技は

最低試技に比べて有意に少なかった(P<0.01)。その他の部位については、有意差がみられなかった。中間筋では、外側広筋において最高試技は最低試技に比べて有意に少なかった(P<0.01)。速筋では、大腿二頭筋長頭において、最高試技は最低試技に比べて有意に少なかった(P<0.01)。その他の部位については、有意差がみられなかった。

最高試技でみてみると、速筋の比率が最も高かったのは、ヒラメ筋(61.0%)であり、前脛骨筋、腓腹筋外側、腓腹筋内側では50%以上を占めていた。また、外側広筋、内側広筋、大腿二頭筋長頭、半膜様筋は30%前後であった。

さらに中間筋+速筋で比較してみると、外側広筋において最高試技は最低試技に比べて有意に低率であった(P<0.05)。内側広筋では、最高試技は最低試技に比べて有意に高率であった(P<0.01)。その他の部位については、有意差がみられなかった。

最高試技でみてみると、中間筋+速筋の比率が最も高かったのは、前脛骨筋(83.6%)であり、ヒラメ筋、腓腹筋外側、腓腹筋内側では75%以上を占めていた。また、外側広筋、内側広筋、大腿二頭筋長頭、半膜様筋は65%以上75%以下の範囲内であった。

外側広筋と内側広筋の比較、腓腹筋外側と腓腹筋内側の比較において、最高試技時と最低試技時でそれぞれの中間筋+速筋の割合を比較した。

表6. 中間筋+速筋の周波数解析

	外側広筋	内側広筋	P値
最高試技	67.6±8.0	73.4±6.3	n.s.
最低試技	76.2±13.2	67.0±6.7	n.s.

表7. 中間筋+速筋の周波数解析

	腓腹筋外側	腓腹筋内側	P値
最高試技	80.0±11.8	76.6±10.8	n.s.
最低試技	82.0±7.3	83.0±9.9	n.s.

その結果、外側広筋と内側広筋の比較について、最高試技では、内側広筋は外側広筋に比べて高い比率であった。最低試技では、内側広筋は外側広筋に比べて低い比率であった。しかし2群の間には有意な差はみられなかった。また、腓腹筋外側と腓腹筋内側の比較について、最高試技と最低試技のいずれも2群に有意な差はみられなかった。これらの結果から、L-on時からRel時において、記録を高めるためには、内側に重心を移動させて大腿部の内側広筋を活動させる動作が重要になっていくと考える。最低試技の動作では、重心が外側に移動してしまって大腿部の外側広筋に力が入り、力が円盤投動作にマイナスとなっている可能性が考えられた。

#### IV. 結論

本研究は男子円盤投選手を対象に、円盤投におけるターン後半のブロック動作から円盤をリリース(ReI)するまでの左脚筋活動電位を調べることで、さらなる競技力向上につながるのではないかと考え、3次元動作解析と筋電図解析から投てき飛距離とブロック動作にどのような関係性があるのかを明らかにすることを目的とした。その結果、

- 1) L-on時の力の入るポジションからできるだけ素早く、短時間でReI時までもっていき動作が記録を高める可能性がある。
- 2) 最高試技に導くためには、ブロック動作時(L-on時)に膝関節角度を大きくして高い位置にし、左股関節角度と左足首関節角度は、捻り動作をできるだけ大きくして関節角度を小さく保ち、大きな動作につなげていくことが重要であると考え。こうしたL-on時の動作が連動してReI時には、伸び上がり動作を大きくすることにつながると考える。
- 3) L-on時における左足の向きは、投てき方向に対して、130度前後にすることで身体の開きをストップさせ、ReI時では、最高試技時に投てき方向に真っすぐ向いている傾向にあった。左つま先角度が小さくなっていたことで体幹の捻り戻しに悪影響を及し、記録が伸びなかったと考える。
- 4) ブロック動作時(L-on時)からReI時の動作において、ハムストリングの筋活動が顕著に高くなった

ことから、記録に強く影響する部位はハムストリングであると考え。

- 5) 大腿四頭筋群でブロック動作を行い、右脚から左脚へスムーズな体重移動が重要であると考え。
- 6) L-on時からReI時において、記録を高めるためには、内側に重心を移動させて大腿部の内側広筋を活動させる動作が重要になっていくと考える。最低試技の動作では、重心が外側に移動してしまい大腿部の外側広筋に力が入り、円盤投動作にマイナスとなっている可能性が考えられた。

#### 引用・参考文献

- 1) Bartonietz, K.B(1994) Training of technique and specific power in throwing event. THE THROES—Contemporary Theory Technique and Training, 55-60.
- 2) 田内健二, 磯繁雄, 持田尚, 杉田正明, 阿江通良(2007)円盤投げの動作時間と投てき記録との関係, 陸上競技研究紀要, 3(3), 127-131.
- 3) 原信一, 有吉正博, 繁田進, 持田尚(1996)男子円盤投競技者の投てき技術に関する分析的研究.陸上競技研究, (26), 16-22.
- 4) 山本大輔, 伊藤章, 田内健二, 村上雅俊(2010)円盤投げキネマティック的分析.世界一流競技者のパフォーマンスと技術, 第11回世界陸上選手権大会大阪大会, 日本陸上競技連盟バイオメカニクス研究班報告書, 189-200.
- 5) 加藤浩(2004)筋繊維タイプと筋電図パワースペクトル, 理学療法, 21(5), 743-752.

