

〈1995年度学内プロジェクト研究概要〉

運動技術の客観的および主観的特性に関する 生力学およびコーチ学的研究

研究代表者	金子今朝秋	陸上競技
共同研究者	菅原 秀二	バイオメカニクス
	形本 静夫	運動生理学
	菅波 盛雄	柔 道
	廣瀬 伸良	柔 道
	中村 充	剣 道

【研究目的】

競技力の向上にとって、運動技術の改善はエネルギー出力の向上とともに不可欠であり、その習得はスポーツトレーニングの重要な部分を占めている。したがって、フォームの生力学的分析を通して技術の客観化と体系化を進め、科学的な運動技術の指導法を確立することは、きわめて重要なコーチング科学的課題である。しかし、現状における運動技術の指導の多くは、コーチが選手のフォームを観察し、長年にわたり蓄積されてきた経験と勘を頼りにフォームを修正することにより行われている。コーチングの立場から技術の効果的な習得を図るためには、パフォーマンスの変動に伴って変わる技術的要因を生力学的情報として客観的に把握し、コーチや選手の主観的査定と対応させることが重要であると考えられる。

そこで、本研究では砲丸投を対象として、パフォーマンスの変動に伴う生力学的情報の変化を解析する。さらに、技術に関するコーチおよび選手の主観的査定を実施し、運動技術の客観化と客観的-主観的特性の関わりについても検討を加えた。

【研究方法】

1. 被験者

被験者には、本学陸上競技部に所属する投擲選手4名と十種競技選手3名を用いた。投擲選手の内、2名は砲丸投を得意種目とし、他の2名はハンマー投あるいは円盤投を得意とする選手であった。

2. 地面反力、筋電図およびビデオ撮影 (図1)

試技は、1枚0.60×0.45mのフォースプレート5枚からなる特製の砲丸サークルの直径(2.135m)に相当する投擲場で行われた。投擲場の周囲はフォースプレートと同じ高さの台で囲み、段差をなくした。試技時に各フォースプレートにかかる垂直成分の地面反力を歪みゲージ・動歪アンプを介して導出し、A/D変換器を通してパーソナルコンピュータに記録した。同時に側方より200 Frames/秒のハイスピードビデオカメラで、後方より通常の8mmビデオカメラ(60 Frames/秒)で撮影を行った。さらに、5名の被験者について、表面筋電図法を用いて投擲動作時の筋電位を右の前頸骨筋、腓腹筋外側、外側広筋、大腿二頭筋、上腕三頭筋および尺側手根屈筋の筋腹から導出し、生体用電気増幅器により時定数0.03秒で増幅した。増幅した筋電位は、データコーダを用いて磁気テープに収録し、その後再生して波形解析装置(MacLab 8/S)に導き、処理・分析した。

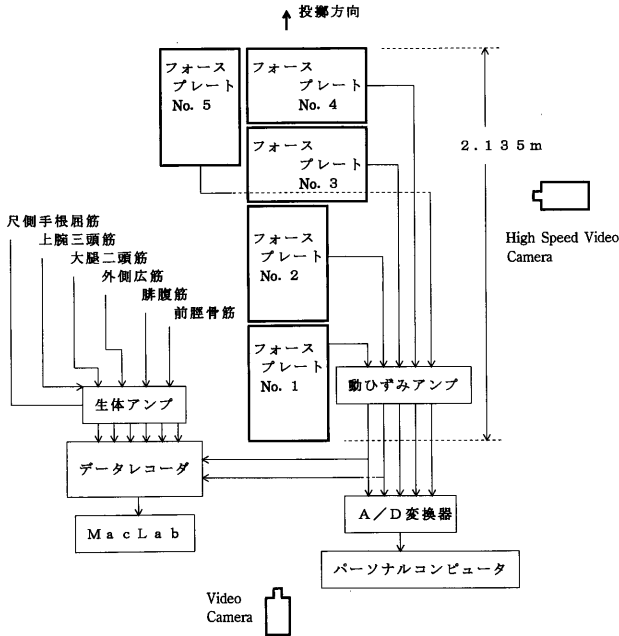


図1 実験システム図

3. 投擲動作の主観的評価

試技終了後、研究班が開発した自己評価表を用いて、コーチおよび被験者に準備局面（グライド動作）、主要局面（パワーポジション・突き出し動作）、終末局面（リバース動作）、全体の動き（躍動感・スピード感・弾力性・タイミング・リラクゼーション・ダイナミックさ）に関して、6項目からなる評価ポイントを4段階で答えさせた。

なお、試技の際、選手には砲丸の落下地点を見せないようにし、予想記録を報告させた。

4. 動作局面

分析においては、サークル後方での始動動作時の右足リリースからサークル中央への右足着地までをグライド局面（以下G局面とする）、右足着地から左足着地までをパワーポジション（以下P局面とする）、左足着地から砲丸のリリースまでを突き出し動作（以下D局面とする）に分類した。なお、突き出し局面に関してはさらに、左足着地から右足がサークルから離れるまでをD₁局面、サークルから右足が離れてから砲丸のリリースまでをD₂局面とした。

【研究結果および考察】

1. 試技の主観的評価

図2は、被験者5名の最高記録と最低記録について、本人およびコーチの主観的評価の平均値を示したものである。コーチおよび被験者とも良い記録のときに、高い評価値を示した。しかし、コーチと被験者の評価得点の平均値に違いは認められなかった ($p>0.01$)。

2. 動作局面率

各動作局面に費やした時間の相対的割合 (図3) は、被験者 H (30~40%) を除くと、いずれの被験者も D 局面の占める割合がもっとも大きかった (約60%)。しかし、各動作局面の相対的割合に記録の変化に伴う一貫した変動傾向は観察されなかった。

3. 地面反力

図4に、被験者 H (上級者) と E (中級者) の投げ動作時の垂直方向の地面反力の1例を示した。横軸には時間を、サークルの中央に右足が着地した時を原点として示した。縦軸には測定した垂直成分の地面反力 (垂直加重) を示した。動作始動時は各投擲によって異なるが、右足着地のおよそ0.5前 sec、砲丸が手から放れるリリース時点は右足着地のおよそ0.5 sec 後であった。

両足の地面反力は、被験者 H では、良い記録の場合 (H-2) の方が悪い記録の場合 (H-5) よりもやや大きかった。また G 局面における右足の着地から左足着地後の地面反力ピークまでの差は余りないが、記録の良い場合に比べ記録が悪い場合は右足離地から左右足共着地までの時間が短く、その後の左足地面反力ピークまでの時間は長かった。この事から記録の良くない場合は、リバース時の左右足の着地のタイミングが狂っている事がうかがわれる。

一方、被験者 E では、記録の良くないときには動作が短時間で終了しており、パワーポジションから突き出し動作までの間に砲丸に十分な力を加える事ができていないと考えられる。

4. 筋放電量

投擲距離と筋放電量との関係をみてみると、G-P 局面の外側広筋 ($r=-0.57, P<0.01$) と尺側手根屈筋 ($r=0.93, P<0.01$) および D 局面の前頸骨筋を除くすべての筋放電量に有意な相関関係が観察された ($r=-0.45\sim-0.75, P<0.05\sim0.01$)。これらの関係のうち、G-P 局面の尺側手根屈筋以外の相関係数は

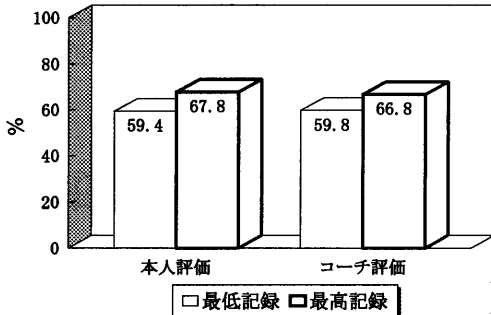


図2 試技に関する被験者およびコーチの主観的評価 (評価は満点に対する割合として示した)

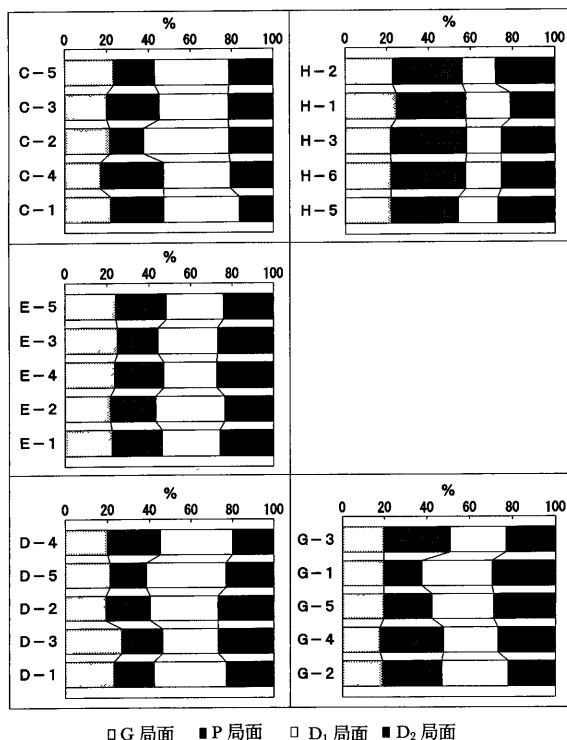


図3 動作局面率

いずれもマイナスの値を示し、投擲能力が高い被験者ほど筋放電量が小さくなる傾向が認められた。これは、投擲能力の低い被験者ほど筋力が劣る傾向にあるため、力の発揮がより力に依存した力-速度関係上の位置で行われるためではないかと考えられた。しかし、個々の被験者における投擲距離と放電量の関係には、このような法則性は必ずしも認められなかった。したがって、尺側手根屈筋以外の筋で発揮された張力は、砲丸まで必ずしも一様に伝えられていないと考えられ、各体分節で発揮された力を砲丸まで有効に伝達するスキルの存在が示唆された。

一方、尺側手根屈筋の放電量は、G-P局面では投擲距離と高い正の相関関係を示し、投擲距離と負の相関を示したD局面においても、5名中4名の被験者では放電量が多い方が記録がよい傾向にあった。このことは、G-P局面において手首の屈筋に強いエキセントリックな収縮を引き起こさせ、その後の突き出し局面時に伸張反射によるインパルスの増強と弾性エネルギーの利用を促進させるための動作が、砲丸投の重要な技術の一つとして存在することを示唆していると考えられた。

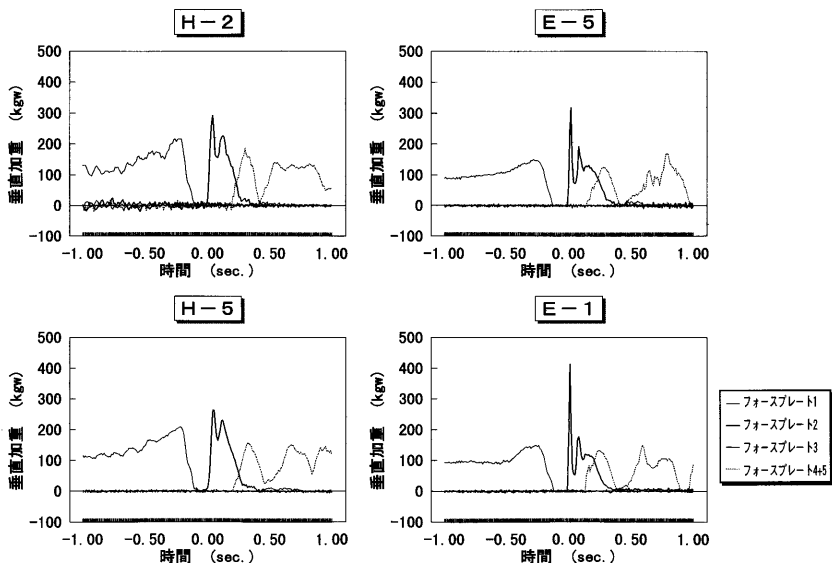


図4 熟練者(H)と中等熟練者(E)の地面反力. いずれも上が最高記録時, 下が最低記録時のもの.

【ま と め】

以上のように, これまでの解析を通して, 技術の主観的・客観的な特性に関する基礎的データを得ることができた. 今後は, 各々の被験者の主観的データと客観的データを対応させ, 両者の関わりについてさらに検討を加え, 砲丸投の技術的特性の抽出を試みたいと考えている.