

棒高跳における選手の特性からみた適正ポールの検討

渡邊みなみ

Examination of the proper pole from the vaulter's characteristic.

Minami Watanabe

I. 緒言

陸上競技における棒高跳は、棒（ポール）を利用して跳躍した高さを競う競技である。これをエネルギーの観点から解釈してみると、助走で得た運動エネルギーを弾性エネルギーとして一時的にポールに蓄え、位置エネルギーに変換することにより高さを獲得する競技であるといえる。淵本（1992）は、獲得された位置エネルギーのうち助走によって得られた運動エネルギーによる貢献が大きいことや、記録の高い選手ほど体重の割に反発力の大きなポールを使用し、多くの弾性エネルギーをポールに蓄えていることを報告した。しかし、使用ポールと選手の運動能力や身体特性との関係についての報告はなく、実際の指導現場においてポール選択は指導者の経験や選手の感覚といった主観的な部分に頼っている。また、棒高跳において適正ポールを選択することは選手の記録の向上のみならず、安全で効果的に跳躍するためにも重要なことである。

そこで、本研究ではポールの反発力を測ることで、ポールとポールに蓄えられる弾性エネルギーとの関係性を明らかにすること、および実際の跳躍における選手とポールに蓄えられる弾性エネルギーとの関係を明らかにすることで、選手の運動能力や身体特性からみた適正ポールの指標を作成することを目的とした。

II. 方法

1. 実験 1 ポール試験器を用いた、ポール反発力の測定

1) 測定方法

グリッパーまでの長さに対して、20%の湾曲量までポールを湾曲させた時点の反発力を、ストレンゲージ張力計で計測した。この計測を、ポール上端を0cmとし上端から30cmの位置まで、5cm刻みにグリッパーの位置を変化させ、各ポールにつき計7回反発力を計測した。測定ポールについてはTable1に示した計7本を用いた。

Table1 Characteristic of the pole

Pole length (ft)	15	15	15	15	15.7
Trierable weight (lbs)	140	150	160	170	180

2) 弾性エネルギーの算出

ポールの弾性エネルギーは湾曲量について積分することで求められる（淵本, 1992）。本実験では、ポールの湾曲にともないほぼ直線的に変化したことから、ポール湾曲時の反発力および湾曲距離で作られる台形の面積を弾性エネルギー（E-ene）とし、次式（1）により算出した。

$$E-ene = \int_{d=0}^{d=Edv} F(Edv) ddv = \frac{PIst + PI}{2} \times Edv \quad \cdots \text{式 (1)}$$

PIstはポールを曲げ始めるまでに必要な力（N）、PIはポールを湾曲させた時の反発力（N）、PLghはポール下端からグリッパーまでの長さ（m）、Edvはポール湾曲量を示す。

2. 実験2 跳躍動作撮影および50m走タイム測定

1) 被験者

被験者は、高校、大学陸上競技部に所属する棒高跳を専門とする男子12名。いずれも計画的にトレーニングを行っている競技者であった。被験者の特性はTable.2に示した。

N	Height(m)	Body mass(kg)	Personal best(m)
12	1.73±0.04	63.5±4.58	4.74±0.18

Table2. Characteristic of the subject

2) 実験運動

全助走による跳躍を行わせた。実験にはゴムバーを用い、4.40mを開始の高さとし、20cm刻みで4.80mまで上昇させた。跳躍開始の高さおよび、使用ボールは被験者の任意とし、最も高いバーをクリアした時の使用ボール、グリップ高を同時に調査した。また、光電管を用いて50m走タイムおよび、20-50m区間走タイムを測定した。

3) 分析項目

①踏切速度 (Mean take off velocity)

踏切足が接地してから離地するまでの平均身体重心速度。

②最大ボール湾曲率 (Rate of maximal pole bend)

最大ボール湾曲時のボール湾曲率% MPB。
得られたパラメータをもとに、弾性エネルギーを以下の式により推定した。

$$E\text{-ene} = m[0.5v^2 + g(0.25 + h - \%MPB/100 \cdot gh)] \dots\dots\text{式 (2)}$$

Ⅲ. 結果および考察

1. ボールのグリップ高の変化と弾性エネルギーとの関係について

各グリップ位置の変化によるボール反発力はいずれのボールにおいてもほぼ直線的に増加し、この結果を用いてグリップ高から適正ボールを推定する推定表を作成した。ボールの切り替えの目安として、広田 (1989) は長さ1f切り替える場合は10lbs下げたボールを選択すると報告している。本研究でも同様の結果が得られたことから、競技者や指導者の経験や、感覚といった主観的な

ものが科学的に妥当であったことが明らかになった。

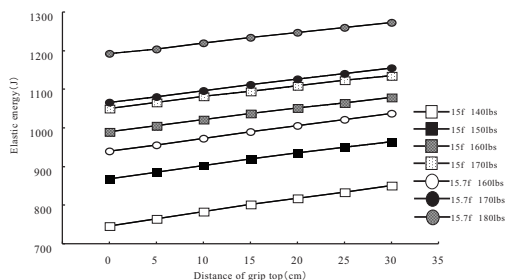


Fig.1 Relationship between Elastic energy Distance of grip top

2. 推定式および推定表を用いた適正ボールの推定

実際の跳躍において蓄えられた弾性エネルギーを仮定された推定式を用いて算出し、ボール推定表を用いることで被験者の適正ボールを検討した。推定式から得られた弾性エネルギーを目的変数、選手の身長 (h)、体重 (m)、グリップ高 (gh)、20-50m区間速度、もしくは50m走速度 (v) を説明変数として重回帰分析にかけたところ、有意な回帰式 (3) が得られた。また、20-50m走速度を用いることがより最適なボール選択につながることが示唆された。

$$E\text{-ene} = -4283.933 + 1159.764h + 17.785m + 340.1336v - 217.73641gh \dots\dots\text{式 (3)}$$

Ⅳ. 現場への示唆

得られた推定式に、身体特性、測定されたパラメータを代入することにより算出されたエネルギーを推定表と照らし合わせることで、適正ボールおよびグリップ高を推定することができる。また、目標とするボールのグリップ高、エネルギーを代入することで必要となる走速度が算出されるため、走速度を評価の基準に用い、練習を行うことが可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 淵本隆文 (1992) スポーツ用具に注入されるエネルギーを測る—棒高跳ポールの場合—: Japanese J.Sports Science, 11 (3): 188 - 193.
- 2) 広田哲夫 (1989) 陸上競技入門シリーズ6・

棒高跳. ベースボールマガジン社：東京

- 3) 加藤弘一・澤野大地・森長正樹・村上幸史・
本道慎吾・田端健児・重城哲 (2006) 棒高跳
の主観的技術内容に関する基礎的研究. 陸上
競技研究, 66 (3) : 37-44.

(指導教員 木越清信)