

# PHV年齢前後の立五段跳び能力の比較

津 田 幸 保

美作大学・美作大学短期大学部紀要（通巻第55号抜刷）

## P H V 年齢前後の立五段跳び能力の比較

Comparison of the abilities in standing five-step jump between pre - and post - PHV ages

津 田 幸 保

キーワード：児童、疾走能力、跳躍、リバウンドジャンプ

### 1. はじめに

跳躍動作は、2歳前後の跳降り動作にはじまる<sup>3)</sup>。その後、走運動との複合、あるいは踏切動作が質的に変化することで、徐々に複雑な跳躍動作が可能となる<sup>6)</sup>。

着地と踏切が連続する連続跳躍運動は、競技としては陸上競技の三段跳びがあり、各スポーツのトレーニング手段としては、片脚交互連続跳躍のバウンディング、片脚連続跳躍のホッピング、両足同時踏切跳躍などが、またコントロールテストでは瞬発力の指標として立三段跳び、立五段跳びがある。これらの運動は連続的に身体落下を受け止め跳躍を行うものであり、1回跳躍の立幅跳びや垂直跳びとは異なる特徴を持っている。すなわち、着地において衝撃を受け止め、その後身体を加速させるための技術や筋力が必要と考えられる。具体的に先行研究では、水平方向連続跳躍において接地直前に接地脚全体を振り戻すこと、遊脚の振り込み動作を大きくすることは重要な技術であると報告されており<sup>8, 10)</sup>、また筋力に関しては、1回跳躍が下肢関節の伸展、つまり関節周辺筋肉の短縮性収縮による力発揮が主なのに対し、連続跳躍では伸張性収縮からの短縮性活動であるstretch-shortening cycle (SSC) が主な筋活動であり、その切換え時間の短縮や、最大筋力への立ち上がり時間の短縮などが重要であると報告されている<sup>1, 2, 12)</sup>。さらに垂直跳びと接地時間の短いリバウンドドロップジャンプの遂行

能力を比較した因子らの研究では、両運動の遂行能力は必ずしも一致しないと報告している<sup>13)</sup>。

P H V 年齢は体長が最も変化する年齢であり、その後筋肉の発達著しい。脚の静的・動的筋力はいずれも13歳から17歳まで大きく発達することが報告されている<sup>7)</sup>。しかし、上述の通り1回跳躍である立幅跳び、垂直跳びは技術的にも筋活動様式も異なるものであるが、P H V 年齢前後における連続跳躍の発達を調査した研究は見当たらない。そこで本研究では身長之最も伸びるPHV年齢である13、14歳の生徒と、身長伸びが緩やかになり、筋力の発達が見られる17、18歳の生徒の連続跳躍である立五段跳び能力の違いを、距離、速度の点で比較し、明らかにする。

### 2. 方法

#### (1) 対象

対象はO県の中学校(1校)、高等学校(普通科、1校)に通う男子生徒70名である。内訳は、中学生計38名(中学1年生19名、中学2年生19名、高校生計32名(高校2年生16名、高校3年生16名)であり、中学生群をA群、高校生群をB群とした。対象者の群別の体格・体力を表1に示した。

表1 群別の体格・体力の平均値及び標準偏差

	身長 (cm)	体重 (kg)	50m (秒)	立幅跳び (m)
A群	160.0±7.3	46.9±7.7	7.85±0.61	2.05±0.18
B群	170.7±5.1	60.8±8.0	7.00±0.49	2.41±0.24
差	****	****	****	****

\*\*\*\* : p<.0001

## (2) 実験試技及び撮影方法

連続跳躍運動の実験試技として立五段跳びを行わせた。試技は屋外で行い、5歩目が砂場に着地できるように開始位置を調節した。対象者には総跳躍距離の測定を行うことを告げ、全力で跳躍を行わせた。実験試技に関しては、「両足踏切から開始し、以後片脚交互跳躍を行い五歩目は砂場に着地する」という指示と模範を示し、その後約10分間練習を行わせた。実験試技を続けて2回行わせ、記録の良い方の跳躍を分析対象試技とした。指示した跳躍様式と異なった跳躍や、明らかにバランスを崩した跳躍は無効試技とし、やり直しをさせた。

実験試技を側方よりデジタルビデオカメラ（毎秒60フィールド）2台を用いて撮影した。得られたビデオ画像をコンピューターに取り込み、動作解析ソフト（Frame-DIAS for Windows : DKH社製）を用いて身体各部位22ポイントの2次元座標データを得た。ビデオ画像の較正は、50cmおきにマークをつけた長さ2mのリファレンスオブジェクトを画像に映しこみ、実座標変換することで行った。

## (3) 分析項目

### ①体格・体力要因

各学校で実施された身体測定の結果から身長、体重を調査した。また、各学校で実施された新体力テストの種目から、50m走、立幅跳びの記録を求めた。

### ②距離要因

立五段跳びの総跳躍距離及び1歩目から5歩目ま

での各跳躍距離をメジャーを用いて計測した。計測者は1～5歩目の着地点側方に待機し、痕跡を元に跳躍後直ちに計測を行った。

### ③速度要因

各踏切離地時の水平及び鉛直方向への身体重心速度（以下、水平・垂直速度）を算出した。

## (4) 統計処理

各要因の群間差をt検定により求めた。また、各要因間の関連を相関分析により求めた。有意水準は危険率5%未満とした。

## 3. 結果及び考察

表2 立幅跳びと各跳躍距離の群別相関係数

	A群	B群
跳躍1・立幅跳び	0.45*	0.45*
跳躍2・立幅跳び	0.55**	0.54****
跳躍3・立幅跳び	0.44*	0.68****
跳躍4・立幅跳び	0.22	0.47**
跳躍5・立幅跳び	0.49*	0.58****

\*:p<.05 \*\*:p<.01 \*\*\*:p<.001 \*\*\*\*:p<.0001

表3に示した通り、総跳躍距離及び各跳躍距離は、すべてB群がA群より有意に高値であった。A群とB群の各跳躍距離の差は1歩目が22cm、2歩目は23cm、3歩目は30cmと、3歩目までは順増していたが、4歩目は11cmに低下し、5歩目で再び27cmに増加していた。立五段跳びは立位からの両脚踏切りに始まり、その後交互脚で着地と踏切を行い、5歩目は砂場への両脚着地を行う。つまり5歩目は走幅跳びと同様の着地動作を伴うため、最も跳躍距離が獲得できる。B群では4歩目の平均跳躍距離は3歩目より3cm増加しているだけであるが、5歩目では4歩目より84cm距離を増加させており、A群との距離差は27cmと最も大きい。つまり、B群は4歩目に距離を抑えることで、

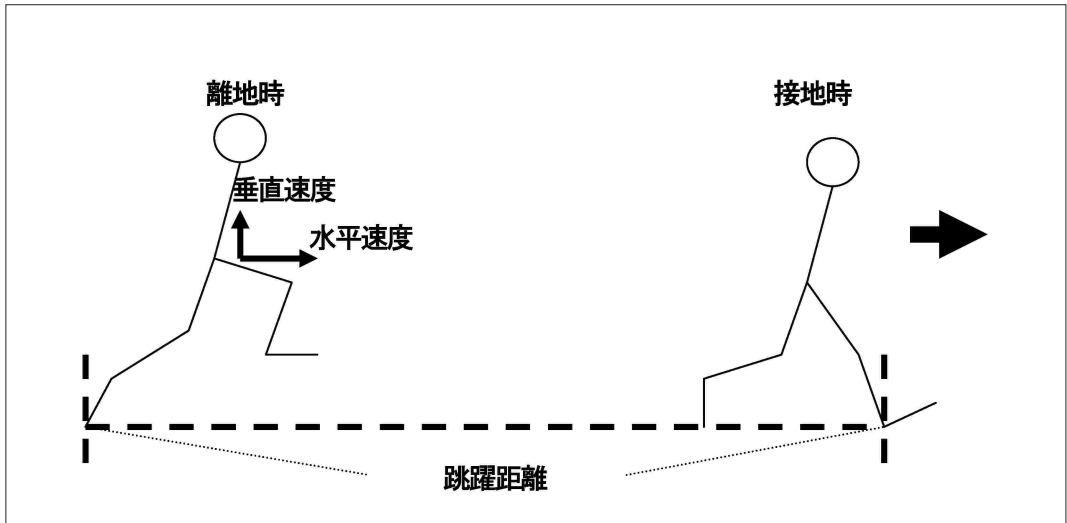


図1 各要因の求め方

表3 各群の総跳躍距離・各跳躍距離の平均値及び標準偏差

	総跳躍距離 (m)	1歩目 (m)	2歩目 (m)	3歩目 (m)	4歩目 (m)	5歩目 (m)
A 群	10.05 ± 0.74	1.40 ± 0.15	1.71 ± 0.18	1.94 ± 0.15	2.16 ± 0.16	2.84 ± 0.35
B 群	11.20 ± 0.83	1.62 ± 0.15	1.94 ± 0.16	2.24 ± 0.19	2.27 ± 0.22	3.11 ± 0.41
差	****	****	****	****	*	**

\*:p<.05 \*\*:p<.01 \*\*\*\*:p<.0001

表4 各群の水平速度平均値及び標準偏差

	1歩目 (m/s)	2歩目 (m/s)	3歩目 (m/s)	4歩目 (m/s)	5歩目 (m/s)
A群	2.73±0.32	3.81±0.35	4.31±0.51	4.87±0.43	4.61±0.53
B群	2.84±0.30	4.00±0.35	4.61±0.42	4.92±0.52	4.78±0.60
差		*	*		

\*:p<.05

表5 各群の垂直速度平均値及び標準偏差

	1歩目 (m/s)	2歩目 (m/s)	3歩目 (m/s)	4歩目 (m/s)	5歩目 (m/s)
A群	0.57±0.39	0.79±0.37	0.92±0.36	1.00±0.35	1.89±0.37
B群	0.47±0.40	0.93±0.29	1.02±0.37	1.05±0.31	2.24±0.74
差					*

\*:p<.05

最も距離の獲得できる5歩目を大きくしようとしたと考えられる。実験中の試技を観察しても、B群ではあえて4歩目を抑えている生徒が多かった。しかし、A群は3歩目から4歩目にかけても2歩目から3歩目とほぼ同じ平均22cm距離を増加しており、実験試技を観察しても4歩目を抑えている様子はみられなかった。つまり、B群は4歩目の距離を戦術的にコントロールしていたと考えられる。これは立幅跳びと各跳躍距離の相関係数がB群の跳躍4だけ極端に小さいことから確認できる。従って4歩目と5歩目は連続跳躍の能力を純粋に表しているとは考えにくい。そこで連続跳躍の能力として、1歩目から3歩目までをさらに詳細に考察していく。

水平速度をみると、1歩目ではA、B群間に有意差はみられなかったが、2歩目、3歩目では有意差がみられた。つまり、B群はA群にくらべ2歩目、3歩目が加速しているということになる。一方垂直速度をみると、2歩目、3歩目は有意ではないものの、B群の方が大きい。つまりB群は水平速度を加速させつつも垂直速度を獲得していることになる。また跳躍3まではA、B群とも立幅跳びと有意な相関がみられる。立五段跳びと膝関節伸展力との間には強い相関が報告されており<sup>10)</sup>、また立位からの連続跳躍の1歩目から3歩目の地面反力の発生パターンは、垂直方向へのデプスジャンプと同様な傾向を示すと報告されている<sup>4)</sup>。さらに水平方向へのデプスジャンプトレーニングでは、立五段跳びの記録は向上しなかったという報告もある<sup>9)</sup>。本研究の結果と先行研究を合わせて考えると、立五段跳びの3歩目までと立幅跳びは、類似した性質を持っていると考えられる。しかし表2をみると、跳躍1,2と立幅跳びの相関係数はA、B群でほぼ同じであることから、2歩目までは立幅跳びの能力がA、B群同様に影響していることが分かるが、跳躍3ではA群の相関係数がB群より大きくなっている。このことから、A群では3歩目でも依然、立幅跳び同様の関節伸展動作により距離を獲得しているが、B群ではその他の要因が出現してきたと考えられる。三段跳び等では、接地脚を接地直前に身体真下へ積極

的に振り戻してくる動作や、遊脚を力強く前方へスイングさせる動作などが、重要な技術であると報告されている<sup>8, 10)</sup>。これらの動作は、身体が水平方向に加速された状態で見られるものであり、B群では水平速度が大きくなった3歩目から、連続跳躍独特の技術や筋活動が行われるようになったのではないかと推察される。このことから水平方向連続跳躍の特徴をより明確にするためには、立五段跳びではなく、身体が水平方向により加速された、短助走後の連続跳躍、いわゆるバウンディングなどを行なわせる方が適切であると考えられた。

## 5. まとめ

身長のもっと伸びるPHV年齢である13、14歳の生徒38名と、身長伸びが緩やかになり、筋力の発達が見られる17、18歳の生徒32名の連続跳躍である立五段跳び能力を、距離、速度の点で比較した結果を以下のよう

- ①高校生は最も跳躍距離の獲得できる5歩目を大きくするため、4歩目の跳躍距離を抑える傾向がみられ、戦術的な跳躍を行っていた。
- ②3歩目まではA、B群とも立幅跳びと有意な相関がみられたが、A群の方が相関係数が高く、より立幅跳び能力が影響していると考えられた。
- ③B群では3歩目に連続跳躍独特の技術や筋活動が行われるようになったのではないかと推察されたが、水平速度の高い助走後の連続跳躍などの方が、より連続跳躍の特徴を見出し易いと考えられた。

## 引用参考文献

- 1) Hakkinen, K., Alen, M., and Komi, P.V. (1985a) Changes in isometric force- and relaxation time, electromyographic and muscle fiber characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta Physiol.Scand.*, 125 pp 573-585.
- 2) Hakkinen, K., Komi, P.V., and Alen, M. (1985b) Effect of explosive type strength training on isometric force- and relaxation time, electromyographic and muscle fiber

- characteristics of leg extensor muscle. *Acta Physiol.Scand.*, 125 pp 587-600.
- 3) Hellebrandt,F.A. et al. (1961) *Physiological Analysis of Basic Motor Skills*, 1 .Growth and Development of jumping. *Amer.J.Phys.Med* 40:pp.12-25.
  - 4) 石塚浩 (1989) スピード-筋力養成のトレーニング手段としてのデプス・ジャンプに関する基礎的研究-女性競技者を対象として-. *日本女子体育大学紀要* 19:pp10-17.
  - 5) 木越清信,尾懸貢,田中健二,高松薫 (2001) 特異的な筋力およびパワートレーニング手段としての立ち五段跳および立ち十段跳の有効性. *陸上競技研究* 47:pp13-18.
  - 6) 宮丸凱史,宇佐美真紀,中村和彦,松浦義行 (1990) 幼児の跳運動習得の順序に関する研究. *体育科学* 18: pp.118-125.
  - 7) 宮下充正, 蛭田秀一, 大道等 (1987) 中学・高校期における静的脚力と動的脚力の発達過程の差異. *体育科学* 15: pp.21-27.
  - 8) 村木 征人 (1970) Triple Jump における 効果的 Limb Action - Swing Type の運動に着目して-. *東京女子体育大学紀要* (5) :pp.96-106.
  - 9) 中丸 信吾,金子今朝秋,越川一紀,濱名慶匡,青木和浩 (2003) 水平移動を伴うデプスジャンプのトレーニングがバウンディング能力に与える影響. *陸上競技研究* (3) : pp18-23
  - 10) 大宮真一,合屋十四秋 (2003) 陸上競技選手のバウンディング動作-助走速度の変化に伴う地面反力と踏切脚動作の検討-. *愛知教育大学保健体育講座研究紀要* 28: pp37-43
  - 11) 高松薫, 関子浩二, 村木 征人 (1990) 疾走能力および跳躍能力とスイング型運動およびピストン型運動による膝伸展力との関係. *筑波大学体育科学系紀要* 13:pp207-214.
  - 12) Toumi,H., Best, T.M.,Martin, A., Guyer, S.F., and Poumarat, G. (2004) Effects of eccentric phase velocity of plyometric training on the vertical jump. *International journal Sports Med.*, 25:pp391-398.
  - 13) 関子浩二・高松薫 (1995) バリステイックな伸張-短縮サイクル運動の遂行能力を決定する要因-筋力および瞬発力に着目して-. *体力科学* 44:pp147-154.