

## 大学女子競技者における下肢のパワー発揮能力の評価法の検討

小野恵李奈<sup>1)</sup> 前川剛輝<sup>2)</sup> 亀井良和<sup>1)</sup> 湯田 淳<sup>1)</sup>

### Investigating the method of evaluating the ability of power exertion at the lower limb for female collegiate athletes

Erina Ono<sup>1)</sup>, Taketeru Maegawa<sup>2)</sup>, Yoshikazu Kamei<sup>1)</sup> and Jun Yuda<sup>1)</sup>

#### Abstract

This study aimed to investigate the method of evaluating the ability of power exertion at the lower limb for female collegiate athletes. A total of 103 female collegiate athletes belonging to the athletic club performed vertical and squat jumps (VJ and SJ, respectively) on the laboratory floor. The vertical ground reaction forces of both legs were determined by using a force platform (500 Hz) for calculating these jumping heights. The increase ratio of the jumping height (%) was calculated as  $(\text{height of VJ} - \text{height of SJ}) / \text{height of SJ} \times 100$ . Significant positive relationships were observed between the heights of VJ and SJ ( $r = 0.836, p < 0.001$ ), and the increase ratio of jumping height ( $r = 0.249, p < 0.05$ ). Based on each average of the height of SJ and the increase ratio of jumping height, the athletic clubs (9 groups) were divided into the Excellent, Power, Technique, and Poor types. Athletic clubs that have superior athletic performance had a greater height of VJ, and are classified in the Excellent type. This study method could be useful to evaluate the ability of power exertion at the lower limb of athletic clubs.

Key words: vertical jump, squat jump, evaluation method of ability of power exertion at the lower limb, female collegiate athletes

垂直跳, スクワットジャンプ, 下肢のパワー発揮能力の評価法, 大学女子競技者

#### I. 緒言

短時間で全身を大きく加速させるための下肢の機能は、身体の移動をともなう多くの競技種目においては極めて重要である。そこでは下肢の爆発的なパワー発揮が求められ、スポーツ現場では実験室やフィールドにおいてさまざまな測定方法を用いて評価されている(深代, 1992, 1996; 遠藤ほか, 2007; 岩竹ほか, 2008; 笹木ほか, 2011; 湯田ほか, 2011)。測定によって得られた結果は、トレーニング計画立案やトレーニング効果の妥当性などを検討する上で有効に活用されているといえよう(図子ほか, 1993; 國土ほか, 1994; 深代, 1996; 図子, 2006; 笹木ほか, 2011)。

下肢のパワー発揮能力の代表的な測定法として、腕と脚の反動を用いた動作に制限のない跳躍である垂直跳 (Vertical Jump, 以下VJ) や手を腰に当てて上肢の

動きを制限し、下肢の反動のみを用いたカウンタームーブメントジャンプ (Counter Movement Jump, 以下CMJ) がある。これらの跳躍には、下肢筋群による伸張性収縮と短縮性収縮の複合運動である伸張-短縮サイクル運動 (Stretch-Shortening Cycle, 以下SSC) の遂行能力が大きく影響を及ぼしている (Komi and Buskirk, 1972; Komi and Bosco, 1978)。SSCは、伸張反射機構や弾性エネルギーの貯蔵および再利用機構などの神経・筋・腱系の調整機構が有効に働き、短時間で大きな力を発揮することに役立っており、跳躍能力の評価には深い関連がある (Cavagna *et al.*, 1964; Asmussen and Bonde-Petersen, 1974; Bosco *et al.*, 1981)。また、下肢のパワー発揮能力の代表的な測定法には、手を腰に当てたまま膝を90度程度に曲げた姿勢から跳躍する上肢の振込および下肢の反動を制限したスクワットジャンプ (Squat Jump, 以下SJ) も挙げら

1) 日本女子体育大学体育学部

Japan Women's College of Physical Education

2) 国立スポーツ科学センタースポーツ科学研究部

Department of Sports Sciences, Japan Institute of Sports Sciences

れ、これは下肢筋群の短縮性収縮のみに強く依存するといった特徴を有している。これらの測定はいずれも跳躍高をパワー発揮能力の指標として捉えており、現在でも広く用いられている簡便な下肢パワー評価法である。これらの測定は、その遂行能力が跳躍能力だけではなく、疾走能力、方向変換能力および敏捷性なども関連が強いことが報告されており(深代, 1992; 岩竹ほか, 2008; 笹木ほか, 2011)、様々な種目における体力的要因の把握として定期的に測定されているのが現状である(図子ほか, 1993; 図子, 2006; 国立スポーツ科学センター, 2012)。

跳躍能力の測定としてより一般的に用いられているのはVJであり、前述の通りそのパワー発揮能力には下肢の反動動作と上肢の振込動作といった技術的要因が影響を及ぼしている。すなわち、垂直跳は、主に脚の伸展パワー発揮の結果としての跳躍高を測定するものであるが、そのパフォーマンスには下肢の反動動作と上肢の振込動作が影響を及ぼすという特徴がある。前者では、反動動作の後半からその動作が終了する時点において、後者では、振込動作の中盤から後半で大きな力を出すことに効果的であり、いずれも鉛直方向への跳躍にとって重要な力積を大きくすることに役立つ(阿江と藤井, 2002)。いわゆる身のこなしに相当するこのような身体の使い方は、VJを単なる体力的要因の測定のみでなく、技術的要因の測定としても活用することができる可能性を示すものである。垂直跳を技術的側面から捉えた研究として、湯田ほか(2011)は、大学女子競技者におけるVJ中の下肢パワー発揮能力を力学的エネルギーの観点から動作と関連づけて検討している。その結果、下肢による大きなパワー発揮をともなった効果的な身体の使い方は、十分な下肢の反動動作と上肢の振込動作による、脚伸展動作開始後の大きな膝関節伸展トルクおよび足関節底屈トルクを発揮するための効果的技術にあることを示唆している。また、ここでは、VJとSJの跳躍高を基にして大学女子競技者個人の競技力を体力的および技術的側面から捉え、競技力向上のための課題がいずれであるかを明確にするといった評価が行われており、集団内における個人の競技力評価としての有効性が報告されている。この先行研究では、個人の測定データを同一集団内での平均値を基準として評価しており、ここでの「個人の測定データ」を「小集団の平均値」、「同一集団内での平均値」を「より大きな集団内での平均値」と捉えると、このような評価法は、より大きな集団内における小集団の評価としても拡張することが可能と

考えられる。個人種目における競技力の評価においては選手個人の能力が評価されるが、球技種目などのチームスポーツにおいてはこれに加え、チーム全体を考慮した集団としての能力を評価するといった観点も挙げられる。例えば、体力トレーニングの実施において、チーム全体に対してトレーニングプログラムを付加した場合、その効果を評価する際には選手個別の値とチーム全体の平均値といった2つの観点からその変化を検討することができる。トレーニングプログラムの有効性を検証する際には、この後者の観点からの検討も欠くことはできないといえよう。また、大学という場においてチームスポーツを捉えた場合、様々な種目(運動部)が同一の場でトレーニングを実施できるという特徴を挙げることができる。いくつかの運動部合同でのトレーニングプログラムを実施することによってより効果的に体力的要因の向上を図ることができることも考えられ、このような場合、どの運動部を選択するかを判断するためには各チーム(運動部)の体力水準を把握しておく必要がある。このように、より大きな集団内における小集団の評価といった観点からの検討は、競技種目内におけるチーム評価や大学における運動部評価などに役立てられる可能性があるといえよう。

本研究の目的は、女子体育大学における球技系のチームスポーツに位置づけられる様々な運動部に所属する競技者を対象として、動作に制限のない垂直跳(VJ)、下肢を屈曲させた姿勢から行う垂直跳であるスクワットジャンプ(SJ)といった2種類のジャンプを行わせ、計測された跳躍高を技術的要因と関連づけて検討することによって、これらの測定による異なる集団間での下肢のパワー発揮能力の評価法を検討することである。

## II. 方法

### 1. 被験者

被験者には、大学運動部(ハンドボール、バスケットボール、バレーボール、サッカー、ソフトボール、軟式野球、ラクロス)に所属する女子選手103名(身長 $1.62 \pm 0.06$ m, 体重 $59.3 \pm 6.8$ kg, 年齢 $19.3 \pm 1.2$ 歳)を用いた。計測に先立ってこれらの被験者には、研究のねらいや意義、計測状況、安全性などの説明をし、実験への参加の同意を得た。なお、本研究は、日本女子体育大学ファカルティ・ディベロップメント委員会倫理部会の承認を得たものである(承認番号:2012-1)。

2. データ収集法

被験者には実験室内のフロアに設置されたフォースプラットフォーム (DKH社製, PH-6110A) 上で、垂直跳 (以下, VJ) およびスクワットジャンプ (以下, SJ) の2種の鉛直跳躍動作を行わせ、両脚に作用する鉛直地面反力を測定した (500Hz)。VJは両腕の振込動作および下肢による反動動作を用いての垂直跳躍とした。一方, SJでは、両手部を腰に当てることによって上肢の振込動作を制限し、また下肢を屈曲させた姿勢 (膝関節が約90度) から行うことによって反動動作も制限した垂直跳躍とした。本研究では、このような振込動作および反動動作の有無に着目した2種の跳躍動作を用い、いずれの試技も全力での1回の跳躍を行わせた。

3. 測定項目およびその算出法

2種の垂直跳それぞれについて、フォースプラットフォームによって計測された鉛直地面反力より以下の式 (1) を用いて跳躍高を算出した。なお、フォースプラットフォーム上での離地は鉛直地面反力が50Nを下回った時点、接地は100Nを超えた時点とした。その後、以下の式 (2) を用いて跳躍高増大率 (SJ跳躍高に対するVJ跳躍高の増大率) を算出した。

$$\text{跳躍高 (m)} = 9.81 \times \text{跳躍時間}^2 / 8 \quad (1)$$

$$\begin{aligned} &\text{跳躍高増大率 (\%)} \\ &= [(VJ \text{ 跳躍高} - SJ \text{ 跳躍高}) / SJ \text{ 跳躍高}] \times 100 \quad (2) \end{aligned}$$

4. グループ分け

本研究では被験者を運動部ごとにグループ分けし

た。なお、競技成績を基に選手を上位および下位チームに分けている運動部については本研究においてもそれぞれAおよびBグループに分け、被験者103名を計9つのグループに分けた。その後、全グループにおけるVJの跳躍高の平均 (0.315 ± 0.040m) を基に、被験者を上位群 (5グループ) と下位群 (4グループ) に分けた。

5. 統計処理

測定結果におけるグループ間の差を検定するために、それぞれの測定項目において対応のない一元配置の分散分析を行い、F値が有意であった場合はBonferroni法による多重比較を行った。また、2変数の関係をみるために相関係数を算出した。これらの有意水準はいずれも5%未満とした。

Ⅲ. 結果

表1に被験者の身体特性および跳躍時の各種パラメータを平均値および標準偏差で示した。身長は、バスケットボールAが最も高く、バレーボールAを除くすべてのグループとの間に有意差がみられた。また、バレーボールAはサッカーおよびソフトボールよりも有意に高かった。体重は、バスケットボールAが最も重く、ハンドボール、サッカー、ソフトボール、軟式野球およびラクロスとの間に有意差がみられた。また、バレーボールAはサッカーおよびラクロスよりも有意に重かった。年齢は、ラクロスが最も低く、ハンドボール、バスケットボールAおよびバレーボールA

表1 被験者の身体特性および跳躍時の各種パラメータ

	グループ名	身長 (m)	体重 (kg)	年齢 (歳)	VJ跳躍高 (m)	SJ跳躍高 (m)	跳躍高増大率 (%)	
	ハンドボール (n=29)	G1	1.61 ± 0.05	59.1 ± 4.9	19.6 ± 1.4	0.302 ± 0.044	0.243 ± 0.041	25.5 ± 10.6
	バスケットボールA (n=10)	G2	1.73 ± 0.03	67.5 ± 6.8	20.1 ± 0.9	0.331 ± 0.041	0.246 ± 0.031	34.9 ± 10.0
	バスケットボールB (n=10)	G3	1.64 ± 0.02	60.2 ± 5.5	19.4 ± 1.1	0.316 ± 0.038	0.251 ± 0.035	26.5 ± 7.2
	バレーボールA (n=10)	G4	1.66 ± 0.04	64.6 ± 5.9	19.8 ± 1.1	0.399 ± 0.049	0.297 ± 0.041	35.0 ± 9.9
	バレーボールB (n=10)	G5	1.63 ± 0.02	59.0 ± 4.0	19.7 ± 1.1	0.338 ± 0.033	0.236 ± 0.033	44.7 ± 15.3
	サッカー (n=10)	G6	1.58 ± 0.05	54.8 ± 7.4	18.8 ± 1.5	0.280 ± 0.037	0.208 ± 0.019	34.9 ± 11.0
	ソフトボール (n=10)	G7	1.59 ± 0.07	56.1 ± 8.0	18.6 ± 0.5	0.281 ± 0.035	0.228 ± 0.032	24.0 ± 11.5
	軟式野球 (n=4)	G8	1.58 ± 0.02	54.5 ± 6.1	18.8 ± 1.5	0.265 ± 0.032	0.227 ± 0.034	17.2 ± 10.2
	ラクロス (n=10)	G9	1.60 ± 0.08	55.4 ± 4.2	18.1 ± 0.3	0.328 ± 0.029	0.252 ± 0.024	31.1 ± 12.1
差		G2>G1・G3・G5・G6・G7・G8・G9, G4>G6・G7	G2>G1・G6・G7・G8・G9, G4>G6・G9	G9<G1・G2・G4	G4>G1・G2・G3・G5・G6・G7・G8・G9	G4>G1・G5・G6・G7・G8	G5>G1・G3・G7・G8	

>, < : p<0.05

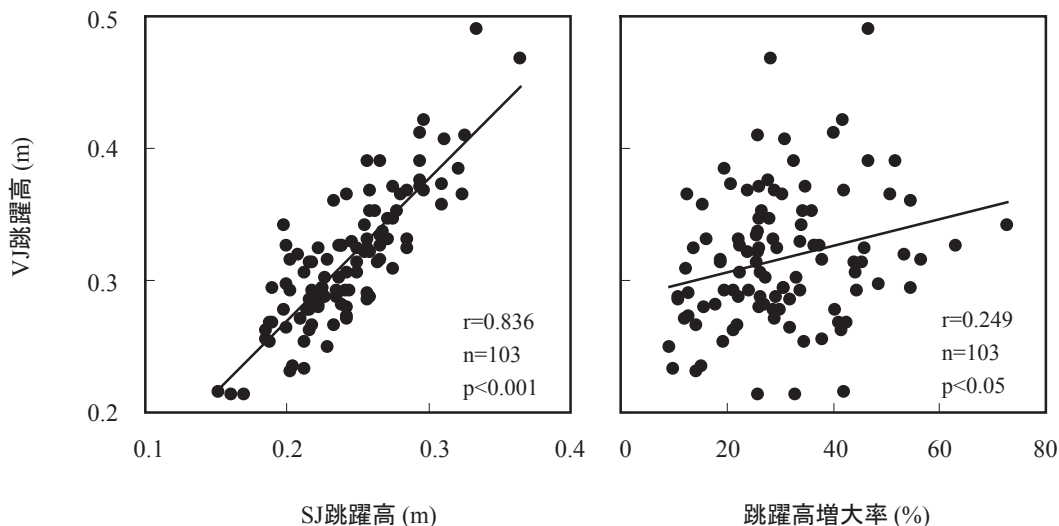


図1 垂直跳における跳躍高と、スクワットジャンプ跳躍高および跳躍高増大率との関係

との間に有意差がみられた。VJ跳躍高は、バレーボールAが最も大きく、すべてのグループとの間に有意差がみられた。SJ跳躍高は、バレーボールAが最も大きく、ハンドボール、バレーボールB、サッカー、ソフトボールおよび軟式野球との間に有意差がみられた。跳躍高増大率は、バレーボールBが最も大きく、ハンドボール、バスケットボールB、ソフトボールおよび軟式野球との間に有意差がみられた。

図1に垂直跳における跳躍高と、SJ跳躍高および跳躍高増大率との関係を示した。VJ跳躍高との間には、SJ跳躍高 ( $r = 0.836, p < 0.001$ ) および跳躍高増大率 ( $r = 0.249, p < 0.05$ ) のいずれも有意な正の相関がみられた。

図2にSJ跳躍高と跳躍高増大率との関係を示した。SJ跳躍高と跳躍高増大率の間には有意な負の相関がみられた ( $r = -0.317, p < 0.001$ )。

図3にグループごとにみたSJ跳躍高と跳躍高増大率との関係を示した。本研究では、SJ跳躍高の平均 ( $0.24 \pm 0.02\text{m}$ ) および跳躍高増大率の平均 ( $30.4 \pm 8.1\%$ ) を基に、各チームをSJ跳躍高および跳躍高増大率のいずれも大きいExcellentタイプ (G2, G4, G9), SJ跳躍高が大きく跳躍高増大率が小さいPowerタイプ (G1, G3), SJ跳躍高が小さく跳躍高増大率が高いTechniqueタイプ (G5, G6), SJ跳躍高および跳躍高増大率のいずれも小さいPoorタイプ (G7, G8) といった4つにタイプ分けした。ほとんどの上位群がExcellentタイプに位置づけられており、大学女子競技者の中でも、VJ跳躍高およびSJ跳躍高のいずれにお

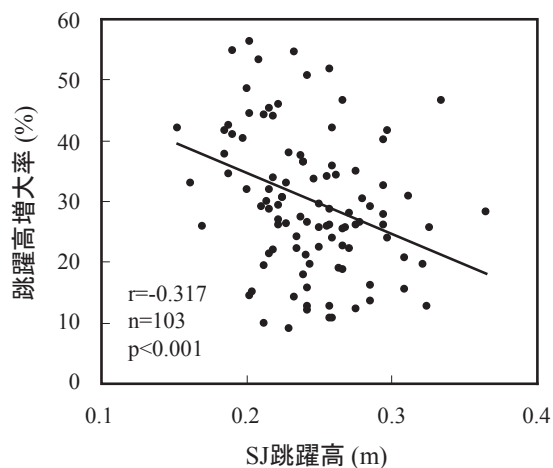


図2 スクワットジャンプ跳躍高と跳躍高増大率との関係

いても優れた成績を残したバレーボールA (G4) が最も右上方に位置していた。

図4にグループごとにみたSJ跳躍高と跳躍高増大率との関係を、国内一流選手との比較として示した。図中のE1およびE2はそれぞれ、国立スポーツ科学センターの形態・体力測定において計測された国内一流バスケットボール選手の平均 (VJ跳躍高  $0.37 \pm 0.06\text{m}$ ) およびバレーボール選手の平均 (VJ跳躍高  $0.43 \pm 0.05\text{m}$ ) である。国内一流バレーボール選手 (E2) においてはPowerタイプに位置していたものの、グループ全体をみると右方向に位置していた。

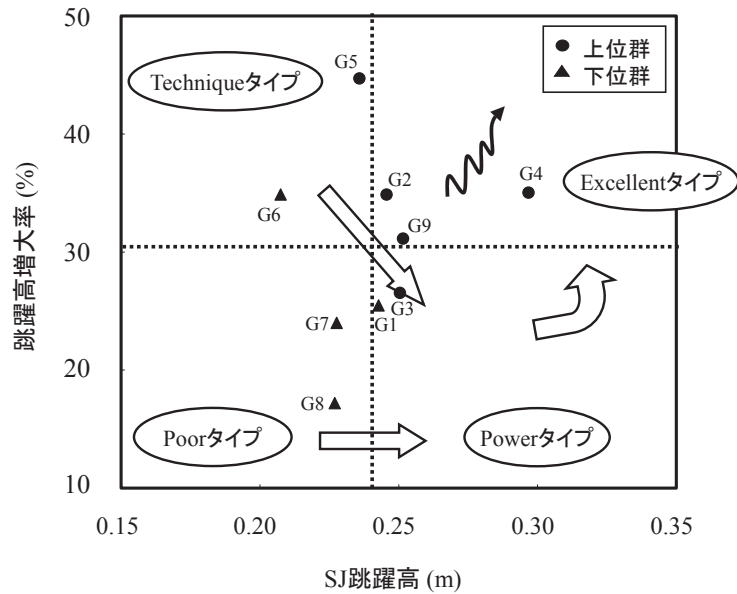


図3 グループごとにみたスクワットジャンプ跳躍高と跳躍高増大率との関係

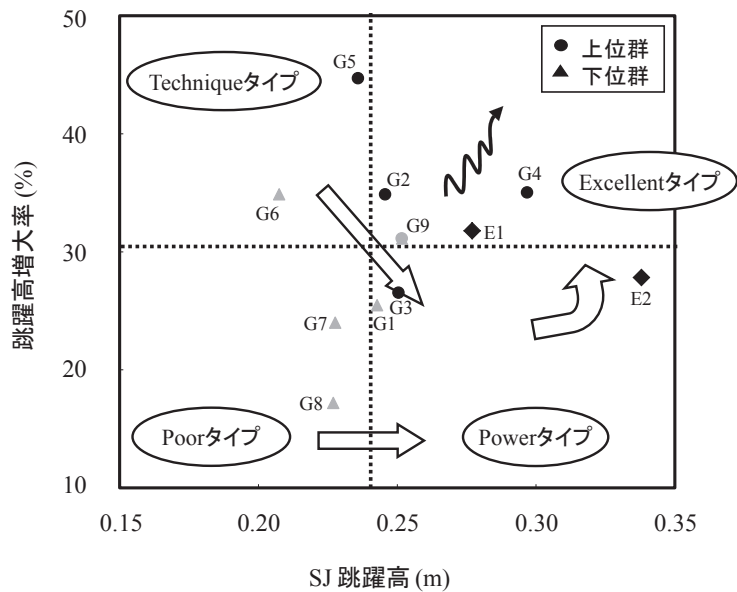


図4 グループごとにみたスクワットジャンプ跳躍高と跳躍高増大率との関係 (国内一流選手との比較)

#### IV. 考 察

本研究では、比較的簡便に計測が可能なVJおよびSJを用い、それらの跳躍高を技術的要因と関連づけて検討することによって、異なる集団間での下肢のパワー発揮能力の評価法を検討することとした。競技力は体力、技術・戦術、精神力によって決定づけられるといえるため、これらをどのように評価するかは競技力向上にとっては重要な課題となる。本研究では、球

技スポーツを専門とする選手を被験者としたが、球技スポーツの種目特性を考慮すると技術・戦術の占める割合は大きいといえ、ここでは体力的要因とともに技術的要因をいかに高めるかが求められるといえよう。競技スポーツにおける体力・運動能力評価として高松(1992)は、走、跳、投といった多くのテスト項目を提示し、球技スポーツにおいてはさらにそれぞれの種目の技術評価に特化したスキルテストを併用することを推奨している。これらは選手個々の能力を詳細に把握

するうえで役立つと考えられるが、多くの測定項目の実施には人的および時間的な負担が強られるため、このような測定を頻度よくトレーニング計画に組み込むのは難しいといった問題が挙げられよう。本研究は、主に球技スポーツを対象とした、跳動作を用いた体力・運動能力テストといった体力的要因の検討と捉えることができ、これには跳躍高増大率 (SJ跳躍高に対するVJ跳躍高の増大率) と関連づけることによって技術的要因の検討も含んでいると解釈できる。すなわち、緒言で述べた通り、VJ跳躍高には下肢の反動動作と上肢の振込動作といった技術的要因が影響を及ぼしているため、これらの要因を含まないSJ跳躍高を測定し、その増分をみることによって身体の使い方といった技術的要因を評価することができると考えられる。本研究で用いた測定は比較的簡便に実施できるため、その有用性を示すことができれば、頻度よく測定できる実践的な集団の競技力評価法として活用できる可能性があるといえよう。

本研究では、VJ跳躍高を、技術的要因を内在した体力・運動能力から捉えたパワー発揮能力と位置づけている。このため、VJ跳躍高と、体力的要因として捉えられるSJ跳躍高および技術的要因として捉えられる跳躍高増大率との関係を被験者全員でみたところ、それぞれの間にはいずれも有意な正の相関があり (図1)、跳躍高増大率との間 ( $p < 0.05$ ) よりもSJ跳躍高との間 ( $p < 0.001$ ) の方が相関はより強かった。なお、VJ跳躍高とSJ跳躍高との間には極めて高い有意な正の相関があり ( $r = 0.836, p < 0.001$ )、VJ跳躍高にはSJ跳躍高が強く関係していることを示している。これらのことは、VJ跳躍高を増大させるためには、下肢の爆発的パワー発揮を反映するSJ跳躍高と身のこなしを反映する跳躍高増大率をともに向上させる必要があり、前者が特に重要となることを意味している。同様の解釈は、VJ跳躍高に影響を及ぼす要因について検討した湯田ほか (2011) の報告からも得ることができる。彼らは阿江と藤井 (1996) が提唱している力学的エネルギー利用の有効性指数 (以下、EIと表記) を用いて垂直跳動作を分析し、VJ跳躍高とEIとの間に有意な正の相関 ( $p < 0.01$ ) があったことを報告している。そして、EIの高め方としては、小さな仕事によって得た力学的エネルギーを上手く利用するという技術ではなく、まずは大きな仕事を行うことが重要であり、そのうえで大きな跳躍高を得るといったパワー発揮に関連した技術が要求されることを明らかにしている。ここで、グループごとにみたSJ跳躍高

と跳躍高増大率との関係を見ると (図3)、VJ跳躍高の大きかった上位群 (●印) は図中の右上方に、小さかった下位群 (▲印) は左下方に位置していた。また、競技成績を基に選手を上位 (A) および下位チーム (B) に分けたバスケットボールおよびバレーボールについて、それぞれの国内一流選手データ (E1およびE2) も加えて検討すると (図4)、いずれの種目においてもVJ跳躍高の大きかった国内一流選手 (E)、上位グループ (A)、下位グループ (B) の順に図右上方から左下方へとプロットされていた。これらのことから、図3および4においては右上方に位置しているほどパワー発揮能力に優れ、高い体力および技術的要因を備えているといえ、本研究でのExcellentタイプという設定が妥当であることを示しているといえよう。

前述の通り、本研究におけるパワー発揮能力の評価では、図3において右上方 (Excellentタイプ) に位置しているほどその集団は優れていると判断されるため、その他のTechnique、PowerおよびPoorタイプに位置づけられる集団はExcellentタイプを目指しながらパワー発揮能力が評価されるべきといえる。したがって、前述の通り、VJ跳躍高を増大させるためには、跳躍高増大率よりもSJ跳躍高を増大させることの方がより重要となるため (図1)、図3の左方となるTechniqueおよびPoorタイプに位置づけられる集団の目標はまずはSJ跳躍高の増大となろう (図の右方向へのシフト)。なお、跳躍高増大率の算出では、SJ跳躍高に対するVJ跳躍高の増大分が求められているため、算出式の分母となるSJ跳躍高の増大は、最終的には跳躍高増大率を小さくするといった結果を導きやすくすることに繋がる。これは、SJ跳躍高が大きくなるほど跳躍高増大率は小さくなるといった両者の間の有意な負の関係 (図2) から推察できる。これらのことを考慮すると、TechniqueおよびPoorタイプでは、SJ跳躍高が改善 (増大) すると、その結果として図の右下方となるPowerタイプへと移行するものと推察される。その後は、跳躍高増大率を大きくすることが重要となるが (図の上方へのシフト)、ここでの課題は下肢による大きなパワー発揮をともなった効果的な身体の使い方の獲得といえる。最終的には、VJ跳躍高の増大のためにExcellentタイプへと移行し、さらに右方向および上方向と蛇行しながら図の右上方へシフトし、パワー発揮能力を段階的に向上させていくことが重要であると考えられる。このように下肢のパワー発揮能力と身体の使い方を関連づけて検討することは、集団において次に改善すべき課題を明確にす

るために役立つといえよう。

本研究においてVJ跳躍高が最も大きかったのはバレーボールA (G4) であり、他のグループと比較して有意に大きな値を示した (表1)。この要因として、スパイク、ブロックおよびジャンプサーブなどといった高さを必要とする跳躍動作が試合において多用されるといったバレーボールの競技特性が挙げられよう。また、足関節底屈・背屈運動のトレーニングを行うことにより最大筋力および等速性筋力が増大し、垂直跳の能力向上に有効であったとした、バレーボール選手におけるジャンプ能力向上を目的とした筋力トレーニングに関する報告もみられ (田中ほか, 2006)、普段からジャンプ能力向上を目的としたトレーニングを行っているという実態も推察される。一方、Poorタイプに位置され (図3)、VJ跳躍高も小さかったのは軟式野球 (G8) およびソフトボール (G7) であり、この要因としては、これらの種目で用いられる運動様式は主に走、投であり、跳動作が遂行されることが少ないという実態が挙げられよう。このように、本研究でのパワー発揮能力の評価において、異なる種目間での評価においては対象とする種目が評価内容に影響を及ぼす可能性が示唆される。一方、本研究では、同一種目を対象として競技成績を基に分けた集団の比較も行っている。バレーボールについては、競技成績は国内一流選手 (E2)、上位グループ (G4) および下位グループ (G5) の順に優れているといえ、これらは図4において右下方へと順次間隔を大きく空けて位置していることがわかる。このことは、女子バレーボール選手における国内での競技力向上にとっては特にSJ跳躍高の増大 (下肢のパワー発揮能力の向上) が重要となることを示していると考えられる。また、バスケットボールについては、競技成績は国内一流選手 (E1)、上位グループ (G2) および下位グループ (G3) の順に優れているといえ、図4においては、G3はPowerタイプに、G2およびE1はExcellentタイプに位置していることがわかる。ここで、G3からG2への移行に関しては跳躍高増大率の向上 (技術的要因の改善) が、続くG2からE1への移行に関してはSJ跳躍高の増大 (下肢のパワー発揮能力の向上) が重要となると考えられ、バレーボール同様に国内での競技力向上にとってはやはりSJ跳躍高の増大といった体力的要因の向上がより重要となると推察される。これらのように、本研究で用いたパワー発揮能力の評価は、対象とする選手の種目特性の影響は受けるものの、競技種目間および種目内での集団の競技力を比較的簡便に評価で

き、段階に応じたトレーニング目標を体力的および技術的側面から明確にできる可能性があることが示唆される。

## V. まとめ

本研究の目的は、女子体育大学における球技系のチームスポーツに位置づけられる様々な運動部に所属する競技者を対象として、VJおよびSJといった2種類のジャンプを行わせ、計測された跳躍高を技術的要因と関連づけて検討することによって、これらの測定による異なる集団間での下肢のパワー発揮能力の評価法を検討することであった。得られた結果をまとめると、以下ようになる。

- ① VJ跳躍高はバレーボールAが最も値が大きく、すべての群との間に有意差がみられた。
- ② SJ跳躍高はバレーボールAが最も値が大きく、ハンドボール、バレーボールB、サッカー、ソフトボール、軟式野球との間に有意差がみられた。また、VJ跳躍高の増大率はバレーボールBが最も値が大きく、ハンドボール、バスケットボールB、ソフトボール、軟式野球との間に有意差がみられた。
- ③ VJ跳躍高とSJ跳躍高との間に有意な正の相関があった。また、VJ跳躍高と跳躍高増大率との間に有意な正の相関があった。
- ④ SJ跳躍高と跳躍高増大率との間に有意な負の相関があった。
- ⑤ SJ跳躍高および跳躍高増大率のそれぞれの平均値によって、グループは、SJ跳躍高および跳躍高増大率ともに大きいタイプ (Excellentタイプ)、SJ跳躍高が大きく跳躍高増大率が小さいタイプ (Powerタイプ)、SJ跳躍高が小さく跳躍高増大率が大きいタイプ (Techniqueタイプ)、SJ跳躍高および跳躍高増大率ともに小さいタイプ (Poorタイプ) に分けられた。

以上のことから、VJ跳躍高は、下肢のパワー発揮能力を反映するSJ跳躍高と反動動作および振込動作といった身体の使い方を反映する跳躍高増大率のいずれの影響も受けるが、その程度は前者の方が強いことが明らかとなった。そして、競技成績が高い群はVJ跳躍高も大きく、SJ跳躍高および跳躍高増大率のそれぞれの平均値を用いたタイプ分けによって様々な群間での集団の競技力を比較的簡便に評価でき、段階に応じたトレーニング目標を体力的および技術的側面か

ら明確にできる可能性があることが示唆された。

本研究は平成24年度日本女子体育大学共同研究「大学女子競技者のジャンプ動作についてのバイオメカニクス的研究～下肢のパワー発揮能力からみた競技水準の評価法の検討～」における成果の一部をまとめたものである。

## 謝 辞

本実験に被験者として快くご協力頂いた日本女子体育大学ハンドボール部, バスケットボール部, バレーボール部, サッカー部, ソフトボール部, 軟式野球部およびラクロス部の選手各位に深く感謝の意を表します。

## 文 献

- 阿江通良・藤井範久 (1996) 身体運動における力学的エネルギー利用の有効性とその評価指数. 筑波大学体育科学系紀要, 19: 127-137.
- 阿江通良・藤井範久 (2002) スポーツバイオメカニクス20講. 朝倉書店: 東京.
- Asmussen, E., and Bonde-Petersen, F. (1974) Storage of elastic energy in skeletal muscles in man. *Acta Physiologica Scandinavica*, 91(3): 385-392.
- Bosco, C., Komi, P. V., and Ito, A. (1981) Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement. *Acta Physiologica Scandinavica*, 111(2): 135-140.
- Cavagna, G. A., Saibane, F. P., and Margaria, R. (1964) Mechanical work in running. *Journal of Applied Physiology*, 19(2): 249-256.
- 遠藤俊典・田内健二・木越清信・尾縣 貢 (2007) リバウンドジャンプと垂直跳の遂行能力の達成に関する横断的研究. 体育学研究, 52: 149-159.
- 深代千之 (1992) 瞬発性運動における発揮パワーの評価—垂直跳, 階段駆け上がり, ランニングについて—. *Japanese Journal of Sports Sciences*, 11(3): 176-187.
- 深代千之 (1996) スポーツ科学への招待. ベースボール・マガジン社: 東京, pp.47-57.
- 岩竹 淳・山本正嘉・西園秀嗣・川原繁樹・北田耕司・関子浩

二 (2008) 思春期後期の生徒における加速および全力疾走能力と各種ジャンプ力および脚筋力との関係. 体育学研究, 53: 1-10.

- 國土将平・松浦義行・西嶋尚彦・山中邦夫 (1994) 跳躍運動習熟過程における競技力特性の評価. 体育学研究, 38: 447-457.
- 国立スポーツ科学センター (2012) 国立スポーツ科学センター形態・体力測定データ集2010. 独立行政法人日本スポーツ振興センター国立スポーツ科学センター.
- Komi, P. V., and Bosco, C. (1978) Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine and Science in Sports*, 10(4): 261-265.
- Komi, P. V., and Buskirk, E. R. (1972) Effect of eccentric and concentric muscle conditioning on tension and electrical activity of human muscle. *Ergonomics*, 15(4): 417-434.
- 笹木正悟・金子 聡・矢野 玲・浅野翔太・永野康治・櫻井敬晋・福林 徹 (2011) 方向転換走と直線走および垂直跳びの関係—重回帰分析を用いた検討—. *トレーニング科学*, 23(2): 143-151.
- 高松 薫 (1992) 体力・運動能力からみたスポーツタレントの発掘法—球技スポーツの場合—. *Japanese Journal of Sports Sciences*, 11(11): 716-724.
- 田中弘之・清水安希子・山本洋司・松下 亮 (2006) 足関節運動の筋力トレーニングが垂直跳びの跳躍高に及ぼす影響—バレーボール競技におけるジャンプパフォーマンス向上のための実践的方策について—. 鳴門教育大学実技教育研究, 17: 27-32.
- 湯田 淳・亀井良和・前川剛輝・小野恵李奈・広野泰子・広川真理子 (2011) 垂直跳動作からみた大学女子競技者の跳躍能力に関するバイオメカニクス的研究. 日本女子体育大学紀要, 42: 23-33.
- 関子浩二 (2006) バスケットボール選手におけるプライオメトリックスがジャンプとフットワーク能力およびパス能力に及ぼす影響. *体力科学*, 55: 237-245.
- 関子浩二・高松 薫・古藤高良 (1993) 各種スポーツ選手における下肢の筋力およびパワー発揮に関する特性. 体育学研究, 38: 265-278.

平成26年3月20日受付

平成26年12月4日受理