

体力測定に基づく U-15女子ソフトボール選手の身体的および体力的特性

相馬 満利¹⁾ 柏木 悠²⁾ 高橋 流星³⁾ 船渡 和男⁴⁾

本研究の目的は、ソフトボール競技の将来を担う U-15ソフトボール選手の身体的、体力的特徴を明らかにすることであった。対象者は、U-15女子ソフトボール選手981名であった（年齢：15.0±0.5year, 身長：159.5±5.3cm, 体重：56.2±6.7kg, 体脂肪率：22.2±5.8%, 除脂肪量：43.5±4.9kg）。本研究は、身体測定、体力測定、パフォーマンス測定を実施した。結果は以下通りである。1) 身体的特徴として、U-15選手は Trialist 群と比較して、身長、体重、指極長および除脂肪体重において統計上有意に大きな値を示した。また、体脂肪率において統計上有意に小さい値を示した。2) 体力的特徴として、U-15選手は、握力、背筋力、メディシンボール後方投げ、立ち幅跳びおよび上体起こしにおいて統計上有意に大きな値を示した。3) パフォーマンス測定について、U-15選手は、ソフトボール投げおよびスイングスピードにおいて統計上有意に大きな値を示した。また、30m 走において統計上有意に小さい値を示した。これらの結果から、ソフトボール競技特有の競技種目特性が存在し、U-15選手は特に筋量が多く、運動能力が優れていることが示された。タレント発掘・育成を含めた一貫指導の基準づくりにもなり、延いては、競技発展と競技力向上に繋がる有益な情報を提供する重要な知見であると考えられる。

キーワード：競技力向上, タレント発掘・育成, 女性

I 緒 言

ソフトボール競技において、2020年東京オリンピックで日本はアメリカを下し、2008年北京オリンピックに続く金メダルを獲得したことは記憶に新しい。しかしながら、今年開催された2024年パリオリンピックの競技種目から、アジアやアメリカなど一部の国以外の普及がなされていないことなどを理由に、再び除外されており、ここまで高い国際競技力を誇ってきたソフトボール競技が、その力を存分に発揮できる場所を失ってしまっているという危機感がある。

本研究では、日本のソフトボール競技の強化の土台となる将来的な人材の発掘・育成・強化の観点から、日本のソフトボール競技の未来を創り、日本のソフトボール競技の将来を担う U-15選手に焦点をあて、本研究を遂行した。

ソフトボールの競技力向上を考える場合、高度な専門的技術の習得は必要不可欠な要素であるが、傷害を未然に防ぐための基盤となる体力的要素である運動能力も極めて重要であると考えられる。さらに、成長発達段階である女子ジュニアソフトボール選手の特徴を明らかにすることにより、選手各々のトレーニング方

法の改善や傷害予防、さらには科学的な思考に基づいた、タレント発掘や育成のための基準にもなりうる。これらを踏まえると、U-15女子ソフトボール選手の特徴を明らかにすることは、トレーニングへの示唆を与えることや成長発達段階にある選手においては、身体の発育発達に伴う変化や競技特性の類似性、相違を把握することに役立ち、さらには、育成年代選手の重要視されるべき能力などを示すことができるため、極めて有益だといえる。

しかしながら、一方で、ソフトボール競技は技術面や精神的な要素が占める割合の高いスポーツであり、体力要素である運動能力は、パフォーマンスに貢献するにもかかわらずその関係性は直接的ではないとの見方も現場ではあり、これらに関する報告はほとんど見当たらない。

男子野球選手の運動能力の特徴に関してはプロ野球選手や社会人選手、大学野球選手について、検討が行われている（蔭山ほか、2020；勝亦ほか、2020；中山、2004；筒井ほか、2011）。しかしながら、ソフトボール競技に関する研究は、投球動作や捕球動作のバイオメカニクス的研究（大田・木塚、2015；佐藤ほか、2023；高橋ほか、2021）はなされているものの、女子ソフトボール選手の身体的特徴や運動能力の特徴においては、前川ほか（2010）や小川ほか（1999）が報告した、シニア選手の特徴を明らかにした報告にとどまり、ジュニア選手を対象とした研究は皆無である。

1) 日本女子体育大学（講師）
2) 専修大学（准教授）
3) 日本体育大学（准教授）
4) 国士舘大学（教授）

そこで本研究の目的は、2028年のロサンゼルスオリンピックを見据え、高い国際競技力を誇る日本のソフトボール競技の将来を担うU-15ソフトボール選手がどのような身体的、体力的特徴を有しているのか、実態を把握することとした。本研究の結果によって、ソフトボール競技に求められる運動能力について基礎的な知見を提供することができ、様々なスポーツに応用ができる普遍性の高い知見を得られることが予想される。このように将来を担うU-15ソフトボール選手の運動能力を測定し評価することは、女性アスリートを対象とした、科学的な根拠に基づいた適切なトレーニングプログラムの確立やタレント発掘・育成を含めた一貫指導の基準づくりにもなり、延いては、ソフトボール競技発展とソフトボール選手の国際競技力の向上に繋がる有益な情報を提供することが期待できる。

Ⅱ 方 法

1. 研究の対象者

対象者は、2004年（平成16年）—2017年（平成29年）の13年間に静岡県伊豆市・天城ドームで実施した、公益財団法人日本ソフトボール協会（以下「JSA」と略す）主催の全国女子ジュニア育成中央研修会に参加した選手981名であった（中学1年：43名、中学2年：315名、中学3年：623名；年齢：15.0±0.5years, 身長：159.5±5.3cm, 体重：56.2±6.7kg, BMI：22.1±2.2kg/m², 体脂肪率：22.2±5.8%, 除脂肪量：43.5±4.9kg）。なお、この981名は、全国9ブロック（北海道、東北地方、関東地方、北信越地方、東海地方、近畿地方、中国地方、四国地方、九州地方）で、書類選考および実技選考を行い、厳しい選考を経て選び抜かれた選手である。ま

た、育成中央研修会に参加した中から、さらに実技選考や面談等を行い、毎年17名のU-15日本代表として国内強化合宿に加え、海外遠征での対外試合に出場する選手を決定するシステムとなっている。この事業は2001年に公益財団法人日本オリンピック委員会（JOC）が策定した「JOC GOLD PLAN（国際競技力向上戦略）」に沿う、「一貫指導体制」によるジュニア期からの優秀選手の発掘・競技者育成を目的として実施されているものであり（日本ソフトボール協会、2003）、2017年で17回目の開催となった。

本研究は、981名のうち、224名のU-15日本代表選手群（以下「U-15選手」と略す）、それ以外の選手757名をそれ以外の一般選手群（以下「Triallist群」と略す）として群分けし、比較検討を行った。なお、怪我等で測定できなかった項目がある選手は研究対象から除外した。

対象者の特徴は、Table 1の通りである。なお、本研究で用いた同年代の一般女子のデータは、首都大学東京体力標準研究会（2007）から得たものである。

対象者およびその親権者には、あらかじめ本研究の主旨、内容および安全性に関する説明を十分に行い、書面により参加の同意を得た。なお、本研究は、日本体育大学のヒトを対象とする研究倫理審査委員会の承認（承認番号 第016 H046号）および十文字学園女子大学のヒトを対象とする研究倫理審査委員会の承認（承認番号2022-022）を得て実施した。

2. 選考の対象となる条件

競技力において、下記検証的基準のうち2つ以上、各ポジションにおいては1つ以上の条件を満たしている者を選考の対象とした。

Table 1 Physical characteristics of subjects.

Variables	Unit	Total subjects (N = 981)		U-15 (N = 224)		Triallist (N = 757)		T-test			Reference ^{*1}	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	p-value	t-value	E.S.	Mean	SD
Age	(year)	15.0 ± 0.5		14.9 ± 0.5		15.1 ± 0.5						
Body Height	(cm)	159.5 ± 5.3		160.3 ± 5.8		159.4 ± 5.3	0.035 *	2.123	0.16		156.3 ± 5.3	
Body Weight	(kg)	56.2 ± 6.7		57.3 ± 6.8		56.0 ± 6.5	0.009 **	2.644	0.20		51.9 ± 7.7	
Finger reach span	(cm)	160.4 ± 6.9		162.1 ± 7.3		160.7 ± 6.5	0.007 **	2.710	0.21		156.6 ± 6.5	
BMI	(kg/m ²)	22.1 ± 2.2		22.3 ± 2.2		22.0 ± 2.2	0.104 n.s.	1.632	0.12		20.8 ± 2.3	
%fat	(%)	22.2 ± 5.8		21.8 ± 6.0		22.9 ± 5.7	0.014 *	-2.470	0.19			
Lean body mass	(kg)	43.5 ± 4.9		44.6 ± 4.8		42.9 ± 4.6	<0.001 ***	4.763	0.36			

*** : p<0.001, ** : p<0.01, * : p<0.05, n.s. : no significant, E.S. : effective size.

*1 : Physical fitness standards association Tokyo Metropolitan University (2007). Physical fitness standards of Japanese people II.

1) 検証的基準（新・体力テスト参考）

基準は、JSA が定めた以下、3項目である。50m 走はスピード、反復横跳びは敏捷性、立ち幅跳びは下肢筋パワーを代表するものであり、ソフトボール競技において非常に重要な体力要素である。また、新・体力テストでは、総合評価を行うための10段階得点基準表があり、本研究では、9-10点を基準として設けている。

- ・50m走：7秒8以内
- ・反復横跳び：50回以上
- ・立ち幅跳び：200cm以上

2) ポジション別基準

- ・投手：ファストボールの平均球速がゴムボールで90km/h以上であること。
- ・捕手：遠投50m以上で、かつ二塁送球が2秒以内であること。
- ・野手：遠投50m以上で、かつティー台に置いたボールを打ち、50m以上飛ばせること。

3. 測定項目および実施方法

本研究は、身体測定として6項目（身長、体重、指極長、BMI、体脂肪率、除脂肪量）、体力測定として9項目（握力、背筋、上体起こし、反復横跳び、立ち幅跳び、長座体前屈、脚伸展パワー、腕立て伏せ、メディシンボール後方投げ）、パフォーマンス測定として3項目（30m走、遠投、スイングスピード）の計18項目を測定した。なお、体力測定（握力、上体起こし、反復横跳び、立ち幅跳び、長座体前屈）の実施には、文部科学省新体力テスト（12-19歳）の実施要項に則り測定を行った。

1) 身体測定

① 身長・体重（体格評価）

身長および体重の測定には、デジタル身長体重計（AD-6350 A&D、ホロンホールディングス社製）を用いて行った。

② 身体組成

身体組成の計測には、皮下の脂肪組織の厚みを直接計測し、これに基づいて全身の脂肪量を推定する榮研式キャリパーによる皮下脂肪厚測定法（Skinfold Caliper method：SKF法）を用いて、上腕背部（肩と肘との中間部で上腕の後部）と肩甲骨下角部（肩甲骨の下角部）、そして傍臍部（臍横部2.5cm部位）の計3箇所の皮下脂肪厚を計測した。長嶺ほか（1974）の推定式により身体密度を求め、Lohman（1989）の式に代入することにより、体脂肪率（%）の算出を行った。

身体密度（D）、体脂肪率（%）、脂肪量（kg）、除脂肪量（kg）は、以下の式（式1-4）より求めた。なお、測定は、経験豊富な検者が1人で担当した。

$$\text{身体密度(D)} = 1.0935 - 0.00297 \times \text{皮下脂肪厚} \cdots \text{(式1)}$$

$$\text{体脂肪率(\%)} = (4.57/D - 4.142) \times 100 \cdots \text{(式2)}$$

$$\text{脂肪量(kg)} = \text{体重} \times (\text{体脂肪率}/100) \cdots \text{(式3)}$$

$$\text{除脂肪量(kg)} = \text{体重} - \text{脂肪量} \cdots \text{(式4)}$$

2) 体力測定

各種目の具体的な測定方法は次のとおりである。

① 握力（等尺性筋力）

握力の測定には、デジタル握力計（T.K.K. 5401、竹井機器社製）を用いて、主に前腕筋群によって物を握る筋力を評価した。人差し指の第2関節がほぼ直角になるように握りの幅を調節し、直立の姿勢で両足を左右に自然に開き腕を自然に下げ、握力計を身体や衣服に触れないようにして力いっぱい握りしめるようにして測定した。右左交互2回ずつ実施し、左右おのおのよい方の記録を平均したものを評価値として用いた。

② 背筋力（等尺性筋力）

背筋力の測定には、BACK-D（T.K.K. 5402、竹井機器社製）を用いて、主に股関節伸展筋群や体幹伸展筋群によって上体を後方へ反らす筋力を評価した。最大努力による筋力発揮を約3秒間行い、それを2回ずつ行った。なお2回の測定値のうち値の大きい方を評価値として用いた。

③ 上体起こし（体幹筋持久力）

上体起こしの測定は、筋力発揮および体幹筋持久力能力を評価した。マット上で仰臥姿勢をとり、両膝の角度を90度に保ち、補助者は対象者の両膝をおさえ固定した。「始め」の合図で仰臥姿勢から胸の前で組ませた両腕の両肘と両大腿部がつくまで上体を起こし、すばやく開始時の仰臥姿勢（肩甲骨がマットに付いた状態）に戻すようにして測定した。30秒間、前述の上体起こしを出来るだけ多く繰り返させ、その回数を評価値として用いた。実施した回数は1回とした。

④ 反復横跳び（敏捷性）

反復横跳びの測定は、20秒間、身体を左右に素早く移動するサイドステップ動作により、短時間内に素早く繰り返すことのできるステップ数によって、全身の敏捷性能力を評価した。100cm間隔にひいた3本の平行線の中央線をまたいで立ち、「始め」の合図で右側の線を越すかまたは踏むまでサイドステップし、次に中央線に戻ったのち、さらに左側の線を越すかまたは触れるまでサイドステップを繰り返した。サイドステップを20秒間繰り返させ、それぞれの線を通すごとに1点とし、2回実施してよい方の記録を評価値

として用いた。なお、反復横跳びは2008年より実施したため、U-15選手はN=167名、Trialist群はN=399名のデータである。

⑤ 立ち幅跳び（瞬発力・跳躍力・下肢パワー）

立ち幅跳びの測定は、脚の筋を主とした全身の筋の瞬時の力発揮の能力を評価した。両足を軽く開いて、つま先が踏み切り線の前端にそろうように立ち、両足で同時に踏み切って前方へ跳ぶよう指示した。身体が砂場あるいはマットに触れた位置のうち、最も踏み切り線に近い位置と踏み切り前の両足の中央の位置（踏み切り線の前端）とを結ぶ直線の距離を計測し、2回実施してよい方の記録を評価値として用いた。

⑥ 長座体前屈（柔軟性）

長座体前屈の測定には、デジタル長座体前屈計（T.K.K. 5412、竹井機器社製）を用いて、柔軟性の能力を評価した。試技は2回行い、良い方の結果を評価の対象として採用した。初期姿勢として、対象者は両脚を測定器に入れて長座姿勢をとり、壁に背および尻を密着させた。肩幅の広さで下にした手のひらの中央付近が測定器の手前端にかかるように置き、胸を張って両肘を伸ばしたまま、両手を測定器から離さず、また膝が曲がらないようにゆっくりと前屈して、測定器全体を真っ直ぐ前方にできるだけ遠くまで滑らせるようにして測定した。初期姿勢から最大前屈時の測定器の移動距離を測定し、2回実施して良い方の記録を評価の対象として採用した。

⑦ 脚伸展パワー（下肢伸筋群のパワー）

脚伸展パワーの測定には、油圧式等速性レッグプレスマシン（LEG POWER、竹井機器社製）を用いて、歩く、走る、跳ぶといった動作の基礎となる、単純な下肢伸展動作を全力で行った際の発揮パワーを評価した。出力される速度と力のアナログデータは、AD変換器（Power Lab、AD Instruments）を通して、パソコンに記録し、速度と力データは同期した。これらの記録のサンプリング周波数は、1kHzであった。また、速度0.8m/sに設定された可動式フットプレートを最大努力で一気にキックさせた。測定前に対象者にはウォーミングアップとして、全力の50%、80%、100%の順に脚伸展を行い、段階的に力発揮の練習を実施した。また、両脚、片脚（左右）を3回ずつ実施した。上位2試技の平均値（評価値）を体重で除した値（相対値）を評価指標として用いた。なお、脚伸展パワー測定は、2007年より実施したため、U-15選手はN=190名、Trialist群はN=489名のデータである。

⑧ 腕立て伏せ（筋持久力）

腕立て伏せの測定は、上肢の筋持久力を評価した。3拍子のメトロノームに合わせて、腕立て伏せの姿勢

での腕屈伸を行わせ（3秒に1回）、腕屈伸の角度は肘関節が90度に屈曲したところとした。そして正しく行えた最大回数を評価の対象として採用した。

⑨ メディシンボール後方投げ（投擲能力・筋パワー）

メディシンボール後方投げの測定は、体幹、上肢の筋を主とした瞬時の力発揮の能力を評価した。メディシンボールの重量は3kgを用いた。2回試技を行い、飛距離の大きかった方の記録を評価値として用いた。

3) パフォーマンス測定

① 30m走（疾走能力）

30m走の測定は、疾走能力を評価した。10m地点、20m地点および30m地点のゴールタイムをストップウォッチにて測定を行った。

② 遠投（投能力）

遠投の測定は、ソフトボール競技特有のボールを遠くに投げる能力を評価した。公式公認球（ミズノ社製、150）を使用し、半径1mサークル内で助走（ステップ）を行わせた。助走後に最大努力での遠投を行い、ボールが落下した地点までの直線距離を計測した。1回の練習試技の後に、2回の本番試技を行い、飛距離の大きかった方の記録を評価値として用いた。なお、遠投測定は2008年から実施したため、U-15選手はN=167名、Trialist群はN=399名のデータである。

③ スイングスピード（打撃能力）

スイングスピードの測定は、ソフトボール競技特有のバッティング時のバット先端のスピードを評価した。対象者には、素振りと実打を各2回ずつ行い、両方とも打つ方向はセンター方向を狙い全力でスイングするように指示した。この際、実打にはティー台（ナガセケンコー社製）を使用し、止まったボールを打つように指示した。また、遠投測定と同様の公式公認球（ミズノ社製、150）を使用し、バットは公認バット（ミズノ社製 AX4、84cm、720g）を使用した。なお、対象者は、測定条件を一定にするため同じボールとバットを使用した。

速度分析の機材として、デジタルビデオカメラ（SONY HDR-FX7：以下「DV」と略す）をティー台の上空約12mからの場所に設置し録画した。

DVから得られたバットスイング画像をパソコンにデータを移し、AVI形式に変換した。そして2次元ビデオ動作解析システム Frame-DIASII version3（ディケイエイチ社製）を使用し、120 frame/sで撮影した映像を240 fieldに分解し分析を行った。本研究は、バット先端が移動した距離を時間で割って速度を出し、その最高値をスイングスピードとしている。な

お、スイングスピード計測は、2008年から実施したため、U-15選手はN=167名、Trialist 群はN=399名のデータである。

2015-2017年度はSwing Tracer（ミズノ社製）を使用して測定を実施した。

映像から算出したスイングスピードとSwing Tracer（ミズノ社製）から得られたスイングスピードの回帰式は、 $y = 1.0221x - 2.3232$ であり、相関係数は、 $r = 0.800$ であった。

4. 統計処理

結果はすべて平均値（Mean）±標準偏差（SD）にて示した。群間比較には、対応なしのt検定を行った。また、2つの対象者間の平均値の差を標準偏差で割って標準化した指標である効果量（effective size）を用いた。統計処理は、IBM SPSS statistics Ver. 26（IBM社製）を用いて行った。なお、すべての検定結果は、危険率5%未満をもって有意とした。

Ⅲ 結 果

1. 身体的特徴

Table 1は、U-15選手およびTrialist 群における身

体的特徴を示したものである。その結果、U-15選手はTrialist 群と比較して、身長（ $t = 2.123$, $p < 0.05$ ）、体重（ $t = 2.644$, $p < 0.01$ ）、指極長（ $t = 2.710$, $p < 0.05$ ）および除脂肪量（ $t = 4.763$, $p < 0.001$ ）において統計上有意に大きな値を示した。また、体脂肪率（ $t = -2.470$, $p < 0.05$ ）において統計上有意に小さい値を示した。一方、BMIにおいて統計上有意な差はみとめられなかった。

2. 体力測定およびパフォーマンス測定

Table 2は、U-15選手およびTrialist 群における体力測定およびパフォーマンス測定の数値を示したものである。その結果、U-15選手はTrialist 群と比較して、握力（ $t = 4.231$, $p < 0.001$ ）、背筋力（ $t = 3.158$, $p < 0.01$ ）、メデインボール後方投げ（ $t = 7.137$, $p < 0.001$ ）、立ち幅跳び（ $t = 4.970$, $p < 0.001$ ）、上体起こし（ $t = 5.568$, $p < 0.001$ ）、ソフトボール投げ（ $t = 6.013$, $p < 0.001$ ）およびスイングスピード（ $t = 2.229$, $p < 0.05$ ）において統計上有意に大きな値を示した。また、30m走（ $t = -6.778$, $p < 0.001$ ）において統計上有意に小さい値を示した。一方、脚伸展パワー、腕立て伏せ、反復横跳びおよび長座体前屈において大きな値を示したが統計上有意な差はみとめられなかった。

Table 2 Physical fitness test and performance test characteristics of subjects.

Variables	Unit	Total subjects (N = 981)		U-15 (N = 224)		Trialist (N = 757)		T-test			Reference*1	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	p-value	t-value	E.S.	Mean	SD
Physical fitness test												
Grip strength	both	(kg)	32.0 ± 4.6	32.9 ± 4.6	31.4 ± 4.2	<0.001 ***	4.231	0.32			27.0 ± 5.1	
	Right	(kg)	32.5 ± 4.8	33.9 ± 5.2	32.5 ± 4.8	<0.001 ***	3.755	0.29				
	Left	(kg)	30.6 ± 4.4	31.8 ± 4.7	30.4 ± 4.3	<0.001 ***	4.081	0.31				
Back strength		(kg)	90.5 ± 15.7	94.1 ± 16.9	90.1 ± 16.1	0.002 **	3.158	0.24			71.2 ± 19	
Leg extension power	both	(W/kg)	13.0 ± 4.1	14.1 ± 3.4	13.7 ± 3.2	0.089 n.s.	1.706	0.13				
	Right	(W/kg)	9.0 ± 2.6	9.7 ± 2.1	9.7 ± 2.1	0.679 n.s.	0.414	0.03				
	Left	(W/kg)	9.0 ± 2.6	9.7 ± 2.0	9.7 ± 2.0	0.673 n.s.	0.422	0.03				
Medicineball throw	back	(m)	7.0 ± 1.1	7.5 ± 1.1	6.9 ± 1.1	<0.001 ***	7.137	0.54				
Standing long jump		(m)	1.9 ± 0.2	2.0 ± 0.2	1.9 ± 0.2	<0.001 ***	4.970	0.38			1.7 ± 2.2	
Push up		(time)	24.1 ± 9.3	24.9 ± 10.0	24.8 ± 9.7	0.888 n.s.	0.141	0.01			12.2 ± 8.9	
Sit up		(time)	26.5 ± 4.1	27.7 ± 3.7	26.1 ± 4.1	<0.001 ***	5.568	0.42			20.8 ± 5.6	
Side step		(time)	54.4 ± 3.6	55.3 ± 3.6	55.0 ± 3.2	0.326 n.s.	0.984	0.07			43.8 ± 6.5	
Sit-and-Reach		(cm)	47.8 ± 6.9	48.0 ± 6.2	47.7 ± 6.8	0.650 n.s.	0.453	0.03			45.8 ± 9.8	
Performance test												
30m sprint		(sec)	5.0 ± 0.2	4.9 ± 0.2	5.1 ± 0.3	<0.001 ***	-6.778	0.52				
Softball throw		(m)	45.8 ± 4.7	47.5 ± 4.7	44.9 ± 4.7	<0.001 ***	6.013	0.46				
Swing speed		(km/h)	107.3 ± 8.4	108.7 ± 8.5	106.8 ± 8.8	0.027 *	2.229	0.17				

***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$, n.s.: no significant, E.S.: effective size.

*1: Physical fitness standards association Tokyo Metropolitan University (2007). Physical fitness standards of Japanese people II.

Ⅳ 考 察

本研究の目的は、女子ジュニアソフトボール選手を対象にどのような身体的、運動能力の特徴を有しているのかを明らかにすることであった。

1. 身体的特徴

ソフトボール選手（前川ほか，2010）や野球選手（蔭山ほか，2020；勝亦ほか，2020）において身長や体重、除脂肪量などの身体的特徴は、パフォーマンスに極めて大きな影響を及ぼすと報告されている。本研究の結果では、U-15選手は Trialist 群と比較して、身長、体重、指極長および除脂肪量において統計上有意に大きな値を示した（Table 1）。

このことから、身体が大きく、かつ全身の筋量が多い選手が全国の各ブロックから選抜され、さらにU-15選手として選抜されている可能性が高く、特に、育成年代は発育発達が著しいため、シニア年代よりも身体的要素の影響が大きい可能性が考えられる。

さらに、U-15選手は Trialist 群と比較して、除脂肪量は統計上有意に大きな値を示し、体脂肪率は有意に低い値を示した（Table 1）。ソフトボール競技は、投げる、打つ、走る、捕るなどの要素が含まれ、一つひとつの動作で高い運動技術が求められる。また、運動時のエネルギー供給の観点から、ソフトボール競技は大きな筋パワーに支えられた体重移動が多く含まれる競技種目であると考えられ、大きな除脂肪量はパフォーマンスに対して有利に作用すると考えられる。前述した通り、身長や体重、除脂肪量は高い値を示す一方で、体脂肪率は低い値を示した。さらにBMIに関しては有意差な差は認められなかったが、比較的高い値を示すことから、U-15選手は Trialist 群と比較して、身長の割に筋量が多いことが推察される。

また、U-15選手は日本代表選手（前川ほか，2010）と比較すると、身長4.3cm、体重9.7kgおよび除脂肪量8.9kg小さい値であり、体脂肪率においては、2.2%大きい値であった。筋量というのは一つの重要な指標であることがうかがえる。

育成年代のソフトボール選手を指導する指導者は、選手の身体の生物学的成熟度を考慮する必要がある。したがって、ソフトボール選手の身体的特徴について検討することは、効果的なトレーニングプログラムの確立や競技力の高い選手の選抜および育成にとって有効な情報を提供することになり極めて重要であるといえる。

2. 運動能力の特徴

前述した通り、筋力は、競技者にとっても競技力と非常に相関が高い重要な測定項目であることは周知の事実である（前川ほか，2010；蔭山ほか，2020；勝亦ほか，2020；Hoffman et al., 2009）。本研究の結果から（Table 2）、U-15選手は Trialist 群と比較して、握力、背筋力、メディシンボール後方投げ、立ち幅跳びおよび上体起こしにおいて統計上有意に大きな値を示したことから、先行研究を支持した。ソフトボール競技は、運動能力がいくつもの必要になるスポーツであり、本研究で測定したソフトボール選手は、近い将来日本代表の選手として活躍する可能性がある。これからのパフォーマンス向上に体力面の強化は欠かせないものとなる。選手個人はもちろん、指導者も含めて体力面の強化について今まで以上に意識的に取り組む必要があるものと推察される。

一般的に握力は20歳ごろピークを示し、27kg程度が同年代の一般女性の平均的測定値である（首都大学東京体力標準研究会，2007）。本研究では、左右の握力の平均値は、全体で $32.0 \pm 4.6\text{kg}$ の範囲で推移し、U-15選手は $32.9 \pm 4.6\text{kg}$ で最大値は50kg、Trialist 群は $31.4 \pm 4.2\text{kg}$ 、最大値は48kgであった。これらの測定値は同年代の一般女性よりも約55%高い値である。さらに、U-15選手や Trialist 群の平均値よりも日本代表選手（前川ほか，2010）は10kg程度高い値である。握力が強い野球選手は、バッティングのスイングスピードが速いと報告もあり（Szymanski et al., 2009）、ソフトボール選手にとって握力の強さはバッティングにおいて重要な要素の一つであることが推察される。

背筋力も同様に20歳ごろピークを示し、同年代の一般女性の平均的測定値は71kg程度である（首都大学東京体力標準研究会，2007）。本研究では、全体で $90.5 \pm 15.7\text{kg}$ の範囲で推移し、U-15選手は $94.1 \pm 16.9\text{kg}$ で最大値は156kg、Trialist 群は $90.1 \pm 16.1\text{kg}$ 、最大値は同様の156kgであった。これらの測定値は同年代の一般女性よりも約45%高い値である。さらに、U-15選手や Trialist 群の平均値よりも日本代表選手（前川ほか，2010）は25kg程度高い値である。このことから、U-15選手は Trialist 群と比較して、全身の筋量の指標である背筋力の測定値が高い傾向が示された。

メディシンボール後方投げに関して、本研究ではU-15選手は $7.5 \pm 1.1\text{m}$ を示し、Trialist 群は $6.9 \pm 1.1\text{m}$ を示した。このことから、U-15選手は Trialist 群と比較して、瞬間的に力を発揮する筋パワーが優れている傾向が示された。ソフトボール競技では、バッティン

グやピッチング、フィールディングなどのすべてのプレーで、瞬間的に力を発揮するパワーが必要である。その筋力があることで、ソフトボール競技特有の動きに対応できるため、パフォーマンスアップにつながると推察される。

立ち幅跳びに関して、本研究ではU-15選手は $2.0 \pm 0.2\text{m}$ を示し、Trialist群は $1.9 \pm 0.2\text{m}$ を示した。同年代の一般女性（首都大学東京体力標準研究会，2007）は、 $1.7 \pm 2.2\text{m}$ であった。前述したように、ソフトボール競技は、瞬間的な力を必要とするスポーツである。このことから、U-15選手はTrialist群と比較して、跳躍力や瞬発力、下肢パワーが優れている傾向が示された。

上体起こし（体幹筋持久力）に関して、本研究ではU-15選手は $27.7 \pm 3.7\text{time}$ を示し、Trialist群は $26.1 \pm 4.1\text{time}$ を示した。同年代の一般女性（首都大学東京体力標準研究会，2007）は、 $20.8 \pm 5.6\text{time}$ であった。このような筋持久力の差は、それぞれ所属チームの練習方法やトレーニング内容の違いが何らかの影響を及ぼした可能性が示唆された。

本研究の意外な結果は、敏捷性を評価するための項目である、反復横跳びにU-15選手とTrialist群との間に有意差がなかったことである。動作の素早さを測る項目であり、ソフトボール競技においては、素早さと同時に動作の正確性も求められる。さらに判断するスピードも必要である。この能力差はないということが非常に興味深い。4歳から15歳までの2,552名の身長発育スピードと体力要素との関係を明らかにした先行研究では、身長が約125cmまではスピード、方向転換能力、瞬発力および敏捷性が著しく発達するが、その後発達は鈍化することが示唆されている（三島・渡辺，2021）。本研究の結果でU-15選手とTrialist群との間に有意差がなかったことから、この年代では、動作の素早さが失われている可能性が示唆される。

このことから、U-15選手はTrialist群と比較して、筋量が多いことが推察される。体力要素とパフォーマンスとの関係については、日本代表のソフトボール選手や大学野球選手、プロ野球選手を対象にいくつかの研究が行われており、背筋力や立ち幅跳び、メディシンボール後方投げなどは、打球速度、スイングスピードとの関係、さらには、ピッチャーの球速などと深く関係していることが報告されている（前川ほか，2010；蔭山ほか，2020；勝亦ほか，2020；Hoffman et al., 2009）。さらに、野球選手の運動能力の特徴については、レギュラー選手は、非レギュラー選手よりも優れていたことが報告されている（Kohmura et al., 2008）。このように、パフォーマンスが高いほど、運動能力が優れている傾向が示され、先行研究を支持した。

また、U-15選手は日本代表選手（前川ほか，2010）と比較すると、握力8.7kg、背筋力25.9kgおよび上体起こし7.5回低い値であった。等尺性筋力は、力発揮の能力を評価する際に用いられるものである。パフォーマンス向上には、この指標が重要かもしれない。

3. パフォーマンスについて

本研究の結果から、U-15選手はTrialist群と比較して、ソフトボール投げおよびスイングスピードにおいて統計上有意に大きな値を示し、30m走において統計上有意に小さい値を示した（Table 2）。

本研究の結果から、遠投能力やスイングスピード、疾走能力に深い関係があると報告されている握力、背筋力、メディシンボール後方投げ、立ち幅跳びおよび上体起こしにおいて統計上有意に大きな値を示しており（Table 2）、U-15選手はTrialist群と比較して、遠投能力やスイングスピード、疾走能力が優れていると推察される。プロ野球選手や社会人選手、大学野球選手のみならず、女子ソフトボール選手においても、多くの体力要素が関与し、打球の飛距離にも関係していることなどが報告され、（前川ほか，2010；小川ほか，1999；蔭山ほか，2020；勝亦ほか，2020；Hoffman et al., 2009）ソフトボール選手の技術と体力の重要性がうかがえる。

疾走能力に関してYoung et al. (1995) は、疾走能力を決定する生理学的な要因として筋繊維組成、除脂肪量、最大無酸素パワー、脚筋力などが重要であると報告している。さらに、小川ほか（1999）は、50m走記録とベースランニングの記録との間に高い相関を認めていることから、疾走能力が優れている方が走塁にも有利であることが推察される。しかしながら、前川ほか（2010）は、膝関節の等速性筋力（伸展および屈曲）と50m走の記録との間には相関を認められなかったことを報告している。したがってソフトボール選手の場合は、単に下肢の筋力を高めることが疾走能力を高めるとは限らないことが推察される。

これら先述した結果から、Trialist群よりU-15選手が統計上有意に大きな値であった握力、背筋力、メディシンボール後方投げ、立ち幅跳び、上体起こし、ソフトボール投げおよびスイングスピードの項目は、体格差あるいは体重、除脂肪量の差が反映したものと推察される。一方、脚伸展パワー、腕立て伏せ、反復横跳びおよび長座体前屈は、体重が負荷になるため、体重当たりの測定項目と考えられる。体重当たりにすると差異がみられなくなったことから、U-15ソフトボール選手において体格の大きさそのものの重要性を反映し

ている結果ともいえる。さらに、U-15選手は Trialist 群と比較して、筋量が多く、運動能力、ソフトボール競技に特化した動きに優れていることが示唆された。

育成年代のソフトボール選手の投球スピードは95-105km/hであり、野球に換算すると、140-150km/hの体感スピードに相当する。さらに、95-105km/h速度で投げられたボールを重さ680-720g前後のバットで打ち返す能力が重要な体力要素となる。このような競技特性を有するソフトボールでは、バットを素早くスイングするための上肢の筋力、筋パワー、敏捷性能力などの体力要素向上が打撃におけるパフォーマンス改善につながる。また、野球と比較して、グラウンドの規格が小さいため、ソフトボール競技の一塁の到達時間も速い。例えば、50mを7秒で走るとすると1秒間に7.14m進むことになり、2.56秒で一塁に到達する計算になる。つまりこの差は、あくまでも野球のフィールドで考えた場合ではあるが、ソフトボール競技は野球より約1.5倍到達時間が速いということになる。このように、ソフトボール競技は、投げる、打つ、走る、捕るなどの要素が含まれ、一つひとつの動作で高度な専門的技術が求められる。

以上のことから、育成年代を受け持つ指導者は、選手の体格や体力の変化を詳細に確認し、選手の将来を見越した指導を心がけることが必要である。

V 本研究の限界と今後の課題

本研究には、注意した方がよい点がいくつかある。第1に、本研究では、誕生した月の差を考慮していない。日本の学校教育制度において、4月2日生まれから翌年の4月1日生まれまでが同じ学年として扱われている。一般的に1月生まれから4月1日生まれまでが「早生まれ」と呼ばれており、同じ学年で最も早く生まれた者と最も遅く生まれた者との両者の間に最大でほぼ1年の格差が生まれる。この誕生した月の差によってさまざまな能力に影響があることは周知の事実である。なかでも、運動に関しては、体格差や運動能力の差、競技成績にも影響があるとされている。本研究では、中学1年生の1月1日から中学3年生の12月31日の間に生まれたものとしている。そのため、今後は誕生した月の差も検討する必要がある。

第2に本研究では、競技年数など考慮しておらず、さらに横断的な傾向からみた結果といえる。そのため、発育のタイミングや成熟度合いなどが傾向に影響を与えることが懸念される。これらの特徴が、単に身長などが増加した影響なのか、あるいは筋量や筋力の増加によるものなのかについては、様々な議論があり明確

に得ることは難しい。今後は、縦断的なアプローチによって検討し、さらには、年代のカテゴリー別比較やポジション特性、地域差や海外選手との比較などに着手し、様々な視点から本研究を進めていく必要があると考えられる。

VI まとめ

本研究では、女子ジュニアソフトボール選手を対象にどのような身体的、体力的特徴を有しているのかの検討を行った。本研究で得られた知見をまとめると、以下の通りである。

- ・身体的特徴として、U-15選手は Trialist 群と比較して、身長、体重、指極長および除脂肪量において統計上有意に大きな値を示した (Table 1)。身体が大きく、かつ全身の筋量が多い選手が全国の各ブロックから選抜され、さらにU-15の選手として選抜されている可能性が高く、特に、ジュニア期は発育発達が著しいため、身体的要素の影響が大きい可能性が考えられる。
- ・運動能力の特徴として、U-15選手は Trialist 群と比較して、握力、背筋力、メディシンボール後方投げ、立ち幅跳びおよび上体起こしにおいて統計上有意に大きな値を示した (Table 2)。さらに、筋量が多く、瞬発力や跳躍力、下肢パワーに優れていることが示された。ソフトボール競技は、投げる、打つ、走る、捕るなどの要素が含まれ、一つひとつの動作で運動能力がいくつも必要になるスポーツである。パフォーマンス向上に体力面の強化は欠かせないものとなることが示唆された。
- ・パフォーマンスについて、U-15選手は Trialist 群と比較して、ソフトボール投げおよびスイングスピードにおいて統計上有意に大きな値を示し、30m走において統計上有意に小さい値を示した (Table 2)。U-15選手は筋量が多く、運動能力、ソフトボール競技に特化した動きに優れていることが示唆された。

以上のことから、女子ジュニアソフトボール選手の特徴は、ソフトボール競技特有の競技種目特性が存在し、U-15日本代表として選出された選手は特に筋量が多く、運動能力が優れていることが示された。本研究の結果は、科学的な根拠に基づいた適切なトレーニングプログラムの確立やタレント発掘・育成を含めた一貫指導の基準づくりにもなり、延いては、ソフトボール競技発展とソフトボール選手の国際競技力の向上に繋がる有益な情報を提供する重要な知見であると考えられる。

文献

- Hoffman, J. R., Vazquez, J., Pichardo, N., and Tenenbaum, G. (2009). Anthropometric and performance comparisons in professional baseball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(8) : 2173-2178.
- 蔭山雅洋, 鈴木智晴, 前田明 (2020) 発育期の野球選手における投手と野手の投球速度に及ぼす体力要因の検討. *体育学研究*, 65 : 401-413.
- 勝亦陽一, 押川智貴, 池田達昭 (2020) 野球選手における身体形態の特性. *ストレングス&コンディショニングジャーナル*, 27(4) : 2-11.
- Kohmura, Y., Aoki, K., Yoshigi, H., Sakuraba, K., and Yanagiya, T. (2008) Development of a baseball-specific battery of tests and a testing protocol for college baseball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4) : 1051-1058.
- 公益財団法人 日本ソフトボール協会, オフィシャル Web サイト (2003) http://www.softball.or.jp/info_jsa/joho/osirase/kyougi_joc.html, (accessed 2024-08-28).
- Lohman, T. G. (1989) Assessment of body composition in children. *Pediatric Exercise Science*, 1 (1) : 19-30.
- 前川剛輝, 柳沢修, 船渡和男, 平野裕一 (2010) 一流日本女子ソフトボール選手における身体的および体力的特性. *Japanese journal of elite sports support*, 3 : 13-27.
- 三島隆章, 渡辺英次 (2021) 身長発育とスピード, 方向転換能力, 瞬発力および敏捷性の発達との関係—幼児期から青年期女子の解析—. *トレーニング指導*, 4 (1), 10-18.
- 中山悌一 (2004) 日本人プロ野球選手の体格の推移 (1950-2002). *体力科学*, 53(4) : 443-453.
- 長嶺晋吉, 山川喜久江, 磯部しづ子, 一之瀬幸男, 鈴木慎次郎, 大島寿美子, 辻悦子 (1974) 小・中学生の体密度と体構成に関する研究. *栄養学雑誌*, 32(6), 247-252.
- 小川幸三, 大貫克英, 松田竜太郎, 長谷川健, 菅田真理, 清田寛, 大和真 (1999) ソフトボール男女選手の等速性筋力と Performance に関する研究. *日本体育大学紀要*, 29 : 57-64.
- 大田穂, 木塚朝博 (2015) ゴロ捕球技能レベルの異なるソフトボール選手における視野制限に対する動作適応の相違. *コーチング学研究*, 28(2) : 103-114.
- 佐藤理恵, 折本周二, 若山章信, 中野沙羅 (2023) ソフトボール選手における投球種の違いが, 投動作や球速, ボール回転速度, 回転効率, 変化量に与える影響. *東京女子体育大学女子体育研究所報*, (17) : 43-51.
- 首都大学東京体力標準研究会 (2007) 新・日本人の体力標準値 II. 不昧堂出版.
- Szymanski, D. J., DeRenne, C., and Spaniol, F. J. (2009) Contributing factors for increased bat swing velocity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23 (4) : 1338-1352.
- 高橋流星, 筒井崇護, 古城隆利, 船瀬和男, 小嶋武次 (2021) ソフトボール・ウィンドミル投法におけるライズボールの投げ方—手・指のキネマティクス—. *日本体育大学紀要*, 50 : 1037-1050.
- 筒井大助, 船渡和男, 高橋流星 (2011) 野球競技におけるバッティング内容の比較とそれへの体格の影響—一流アマチュア野球選手 (647名) および日米プロ野球一軍選手 (598名) を対象として—. *トレーニング科学*, 23 (1) : 45-54.
- Young, W., McLean, B., and Ardagna, J. (1995) Relationship between strength qualities and sprinting performance. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 35(1) : 13-19.

(令和6年9月11日受付)
(令和6年12月23日受理)

Physical and Fitness Characteristics of U-15 Female Softball Players Based on Physical Fitness Measurements

SOMA Mari, KASHIWAGI Yu, TAKAHASHI Subaru and FUNATO Kazuo

Bulletin of Japan Women's College of Physical Education, 2025, 55, 1-10

This study aimed to evaluate the physical and athletic characteristics of U-15 softball players, who represent the future of softball in Japan. The participants included U-15 Japanese elite female softball players (age 15.0 ± 0.5 years; height 159.5 ± 5.3 cm; weight 56.2 ± 6.7 kg; % fat 22.2 ± 5.8 %; lean body mass 43.5 ± 4.9 kg). The main conclusions of this study were as follows: 1) Physical Characteristics: Compared to the Trialist group, U-15 players showed statistically significantly higher values in height, weight, arm span, and lean body mass. They also exhibited a statistically significantly lower body fat percentage. 2) Fitness Characteristics: U-15 players demonstrated statistically significantly higher values in grip strength, back strength, medicine ball backward throw, standing broad jump, and sit-ups. 3) Performance Measurements: U-15 players achieved statistically significant higher values in softball throwing distance and swing speed but displayed statistically significantly lower values in the 30-meter sprint. These results highlight the existence of sport-specific characteristics unique to softball and indicate that U-15 national team players from Japan, in particular, possess greater muscle mass and superior athletic abilities. This study offers important insights that can serve as a foundation for developing consistent guidelines for talent identification and development, ultimately providing valuable information to support the growth of the sport and the enhancement of competitive performance.

Keywords : facilitating performance, talent identification and development, female