©NSCA JAPAN
Volume 27, Number 4, pages 2-11

特集 feature

野球選手における身体形態の特性

勝亦 陽一, Ph.D., 東京農業大学 応用生物科学部
池田 達昭, Ph.D., とちぎスポーツ医科学センター
押川 智貴, M.S., JSPO-AT, 早稲田大学 スポーツ科学研究科

1. はじめに

特定の競技スポーツを長期間実施している選手は、その競技を反映した身体形態の特性を有する(17,25,39)。その特性を明らかにすることは、競技に必要な動作における主働筋の解明、トレーニング方法の確立および選手の育成・選抜を考える上で重要な資料になる。

野球選手を対象に身体形態の特性を検討する試みは1950年代から行なわれてきた(38)。当初は簡易に測定が可能な身長、体重、周囲径など、体格に関する報告が多かった。近年ではMRI(磁気共鳴画像)法や超音波法などの精密な機器を用いて、身体浅部や深部の筋形態を計測した報告(9,44)が多くなった。それに関連して、投・打能力と身体形態との関係に関する研究は、2000年以降に多く報告されている(10,22,26,44)。

このような個別の報告はそれぞれに価値があるが、一方、競技選手を対象とした研究では、競技レベル、年齢および測定方法が異なれば、研究結果が異なる可能性もある。そのため、現場の指導者やトレーナーへの資料提供という観点では、それらを総括した報告の価値は高い。しかしながら、野球選手における身体形態の特性を総括した例は、2000年以前の報告(13,14)に限られる。また、他競技選手との比較をすることで、野球選手における身体形態の特性がより明確になると思われるが、そのことを競技横断的に検討した例(17)は数が少ない。

そこで本研究では、野球選手の身体形態に関する過去の報告を総括することで、その特性を明らかにする。なお、女性およびジュニア野球選手を対象とした研究は、成人の男性野球選手を対象とした研究と比較して数が少ないため、本研究では成人男性の野球選手を対象とした報告に限定して検討する。

2. 野球選手における身体形態の特性

2.1 体格

体格は身体の長さと組織量に大別される。代表的な指標は、身体の長さが身長、身体組織量が体重である。体重は身長に比例しているため、身長が異なる選手間の体重を比較する場合には、体重(kg)を身長(m)の2乗で除した体格の相対的評価指数(Body Mass Index[以下、BMIとする])を用いることが一般的である。これらの指標は、測定が比較的容易かつ正確であり、幅広い年齢、年代、様々な国の野球選手を対象に計測が行なわれてきた。そこで、まずは日本において最も競技力が高いプロ野球選手を中心に、競技レベル間、国際間、年代間の比較から野球選手における体格の特性を検討する。

2-1-1 身体の長さ

身長の遺伝率は約80%であることから、身体の長さは遺伝的要因が大きく(41)、トレーニングや食事などによって意識的に増加させることが難しいと考えられている。それゆえ、タレントの選抜および発掘において、身長が重要な指標になる競技がある。

プロ野球選手の身長は178～183cmである(5,14,23,28)。この値は、一般の日本人男性(20～24歳、171.5cm)(42)、一般の高校野球選手(169～174cm)および大学野球選手(173～177cm)(5,23,35,51)よりも高値であり、

競技レベルが高くなるほど身長は高い傾向にある。

野球以外の日本人一流競技選手を対象にした報告によると、夏季五輪の競技選手における身長は177cmである。また、身長は競技によって大きく異なり、例えば、体操やトランポリンなどの審美・採点系の競技選手の身長は164cm、バレーボールやバスケットボールなどの高い到達点まで身体を移動させる能力が要求される競技選手の身長は190cmを超える(25,40)。これらの結果を考慮すると、日本人一流競技選手の中で、プロ野球選手の身長が特別に高いというわけではない。

プロ野球選手の身長は年代間に相違がある。1950年代は171cmであったが、2000年代までに180cmに増加した(33)。このような傾向はプロ野球選手だけでなく、一般男子でも同様である。日本人17歳男子の身長は1950年代には165cmであったが、2000年までに171cmに増加した([31]から著者が算出)。これらの結果を考慮すると、プロ野球選手の身長が増加した背景には、母集団である日本人の身長増加が影響していると推察される。

世界中から競技力が高い選手が集まるメジャーリーグベースボール(以下、MLBとする)選手の身長は187～190cm(16,23)であり、日本人プロ野球選手よりも10cm程度高い。この傾向は1950年代から2010年代まで変わらず、両者の差はおおよそ5～10cmで推移している(23,33)。一方、キューバ国内リーグの野球選手(2)、中国人の中でも競技力が高い野球選手(49)の身長は日本人プロ野球選手と同程度である。

プロ野球選手の身長はポジション間に有意な差があり、投手の身長は野手よりも2～3cm高い(14,28,33)。また、MLB選手およびアメリカの大学野球選手においても同様に、投手は内野手および外野手よりも身長が高い(1,3)。その他の国でも同様に、キューバ野球選手では、投手が外野手よりも身長が高く(2)、中国野球選手は投手が内野手よりも身長が高い(49)。このように、野球選手の身長におけるポジション間の差は、各ポジションに求められる役割の相違を反映していると推察されるものの、他競技の一流選手の身長が164cmから190cmの範囲にある(25)ことを考慮すると、野球選手のポジション間の差は相対的にみると大きいとはいえない。

一般的に身長が高い者は四肢長も長いと考えられる。一流競技選手においても同様、身長と四肢長との間には有意な正の相関関係が示される(17)。この報告から野球選手の身長当たりの四肢長を算出したところ、上肢長(肩峰から指先までの長さ)は、投手が43.8%、野手が43.4%、下肢長(大転子から足底まで)は、投手が51.0%、野手が50.6%であり、ポジション間の差はほとんどなく、他競技選手(上肢長；42.8%、下肢長；51.8%)と同程度であった。これらのことを考慮すると、野球選手における身長当たりの四肢長には、明確な特性は見当たらないと考えられる。

2-1-2 身体組織量

体重は筋、脂肪、骨および内臓などの身体各組織の総量、BMIは身長の影響を考慮した身体組織量の相対的指数である。BMIの遺伝率は61～80%、環境要因の影響は14～40%であり、年齢が高くなるほど環境の影響が大きくなる(29)。つまり、体重およびBMIは、身長よりもトレーニングや食事などの環境要因の影響が大きいため、競技特性が表れやすいと考えられる。したがってそれらは、指導者が選手に対して基準値や目標値を設定しやすい指標である。

日本人プロ野球選手の体重は78.6～85.2kg、BMIは24.4～26.6kg/m^{2}である(5,14,23,28)。これらの値は、一般の日本人男性(20～24歳、65.7kg、22.3kg/m^2)(31,32)、一般的な高校野球選手(60.9～68.4kg、21.0～22.6kg/m^2)および大学野球選手(70～78kg、24.0～24.8kg/m^2)(4,12,22,23,35,51)よりも高い傾向にある。また、体重およびBMIは、競技レベルが高くなるほど高値を示す傾向である。

プロ野球選手の体重およびBMIは年代間に差がある。1950年代には65.0kg、22.3kg/m^{2}であったが、2000年代までに79.8kg、24.6kg/m^{2}に増加し(33)、それ以降は大きな変化がみられない。17歳男子では、1950年代には55.9kg、20.6kg/m^{2}であったが、2000年代には63.2kg、21.7kg/m^{2}に増加した。一方、2010年代は62.5kg、21.5kg/m^{2}であり、近年は停滞または低下傾向である(31,32)。1950年代から2010年代までのBMI変化量は、プロ野球選手が+2.3kg/m^{2}であり、一般男子の+1.1kg/m^{2}よりも高い傾向である。

MLB選手とプロ野球選手には、体重およびBMIの相違がある。2000年以降のMLB選手は、体重が95～101kg、BMIが26.3～29.0kg/m^{2}であり(16,23)、いずれもプロ野球選手よりも高い値である。両者の差は1950年代から変わらず、体重の差は13～20kg、BMIの差は2.0～3.5kg/m^{2}である(23,33)。キューバ野球選手は体重が89.2kg、BMIが27.5kg/m^{2}であり(2)、BMIはプロ野球選手よりも高い。

中国国内で競技力が高い野球選手は体重が77.3 kg、BMIが24.6 kg/m^{2}であり(49)、プロ野球選手と同程度である。

他競技の日本人一流競技選手において、BMIが最も高い競技は、陸上投擲などのパワー発揮が重要な競技および階級別に行なわれる競技の重量級選手であり、28 kg/m^{2}を超える(25)。これらの競技のBMIはMLB選手の値に近い。一方、プロ野球選手のBMIは、スピードとパワーが求められるボクシングや自転車と近い値である。

2.2 身体組成

身体は脂肪、骨、除脂肪組織の3つに大別される。競技選手を対象とした研究では、脂肪量および除脂肪量を計測する場合が多い。それらは体格の影響を受けるため、特に体格が異なる競技選手間の比較をする場合には、絶対値だけでなく相対値で評価する必要がある。相対値には、体重の影響を考慮した体脂肪率(脂肪量を体重で除した値)、身長の影響を考慮した除脂肪量指数および脂肪量指数(それぞれを身長の2乗で除した値)がある。これらの計測には高価で精密な測定機器を用いる必要がある。また、体格に比較すると報告数は少なく、2000年以降の報告が多いため、年代間の比較をするのが難しい。ここでは、プロ野球選手を中心に、競技レベル間、国際間の比較から野球選手における身体組成の特性について検討する。

表1に野球選手の身長、体重、BMI、体脂肪率、除脂肪量指数および脂肪量指数に関する過去の報告を示し

表1　野球選手における身長、体重、BMI、体脂肪率、除脂肪量指数および脂肪量指数に関する報告

参考文献	国籍	カテゴリー	ポジション	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/m^2)	体脂肪率 (%)	除脂肪量指数 (kg/m^2)	脂肪量指数 (kg/m^2)
葛原と黒田(28)	日本	プロ	投手	181.6	80.9	24.5	14.8	20.9	3.6
		プロ	野手	177.6	78.6	24.9	14.2	21.4	3.5
平野ら(14)	日本	プロ	全体	179.7	79.6	24.6	13.8	21.2	3.4
		プロ	投手	181.3	80.3	24.4	14.8	20.8	3.6
		プロ	野手	177.9	78.8	24.9	12.6	21.8	3.1
海老野(5)	日本	プロ	外野手	179.7	81.0	25.1	13.7	21.7	3.4
		プロ	投手	179.7	85.2	26.4	17.1	21.9	4.5
		プロ	内野手	179.9	79.7	24.6	11.6	21.8	2.8
		プロ	捕手	178.5	84.7	26.6	15.5	22.5	4.1
内田(48)	日本	高校	―	169.7	62.5	21.7	17.6	17.9	3.8
引原ら(12)	日本	高校	―	169.0	66.8	23.4	15.7	19.7	3.7
海老ら(4)	日本	高校(一般)	―	170.4	62.4	21.5	18.1	17.6	3.9
		高校(全国)	―	174.1	69.1	22.8	15.1	19.4	3.4
平田ら(15)	日本	高校15歳	―	170.2	60.9	21.0	11.7	18.6	2.5
		高校16歳	―	170.5	62.4	21.5	12.1	18.9	2.6
		高校17歳	―	174.3	68.4	22.5	15.5	19.0	3.5
勝亦ら(22)	日本	大学	―	175.9	73.2	23.7	15.6	20.0	3.7
長谷川と船津(9)	日本	大学	―	176.2	74.0	23.8	14.2	20.5	3.4
Hoffmanら(16)	米国	MLB	―	186.7	101.2	29.0	13.8	25.0	4.0
		AAA	―	187.5	99.5	28.3	13.7	24.4	3.9
		AA	―	185.5	96.0	27.9	12.8	24.3	3.6
		A	―	185.4	92.0	26.8	12.4	23.4	3.3
		Rookie	―	185.2	92.0	26.8	12.0	23.6	3.2
Rossiら(37)	米国	大学	―	183.0	82.4	24.6	13.7	21.2	3.4
Carvajalら(2)	キューバ	国内リーグ	一塁手	183.7	98.3	29.1	23.3	22.3	6.8
			内野手	179.0	82.7	25.8	20.6	20.5	5.3
			外野手	179.2	90.2	28.1	27.8	20.3	7.8
			捕手	177.1	88.3	28.2	26.1	20.8	7.4
			投手	181.0	87.6	26.7	23.7	20.4	6.3
			全体	180.0	89.2	27.5	24.2	20.9	6.7
内田ら(49)	中国	代表レベル	投手	182.5	83.6	25.1	14.4	21.5	3.6
			内野手	178.1	73.3	23.1	12.0	20.3	2.8
			外野手	179.5	77.9	24.2	13.9	20.8	3.4
			全体	179.7	77.3	23.9	13.1	20.8	3.1

た。プロ野球選手は体脂肪率が11.6～17.1％、除脂肪量指数が20.9～22.5kg/m^2、脂肪量指数が2.8～4.5kg/m^{2}である(5,14,28)。また、日本人の一般成人男性は体脂肪率が11.5～19.6％、除脂肪量指数が18.6～19.1kg/m^2、脂肪量指数が2.5～4.5kg/m^2(25)、一般高校野球選手は体脂肪率が12.1～18.1％、除脂肪量指数が17.6～19.7kg/m^2、脂肪量指数が2.5～3.9kg/m^2(4,12,15,48)、大学野球選手は体脂肪率が14.2～15.6％、除脂肪量指数が20.0～20.5kg/m^2、脂肪量指数が3.4～3.7kg/m^{2}である(10,22)。プロ野球選手は、体脂肪率および脂肪量指数において一般男性や高校および大学野球選手と同等の値であるが、除脂肪量指数においては高値である。

MLB選手は、体脂肪率が13.8％、除脂肪量指数が25.0kg/m^2、脂肪量指数が4.0kg/m^{2}であり(16)、除脂肪量指数においてプロ野球選手よりも高い値である。また、MLB選手よりも競技力が劣るマイナーリーグ選手は、体脂肪率が12～13.7％、除脂肪量指数が23.6～24.4kg/m^2、脂肪量指数が3.2～3.9kg/m^2(16)であり、競技レベルが高いほど除脂肪量指数が高い傾向である。アメリカの大学生野球選手の除脂肪量指数は21.2kg/m^2(37)であり、プロ野球選手の値に近い。キューバ野球選手は体脂肪率が24.2％、脂肪量指数が6.7kg/m^{2}であり(2)、プロ野球選手よりも高い値である。中国野球選手(49)はいずれの項目もプロ野球選手と近い値である。

除脂肪量指数について、日本人一流競技選手と比較したところ、プロ野球選手は、瞬発力と持久力が必要な陸上(混成)、スピードとその持続が必要な自転車選手の値に近い**(図1)**。一方、MLB選手は、短い時間に大きい力を発揮する陸上(投擲)選手や階級別競技の重量級の値に近い(25)。

以上のように、野球選手は、国内外にかかわらず、競技レベルが高いほど、身長、体重、BMIおよび除脂肪量指数は高値を示す傾向にあるが、体脂肪率および脂肪量指数は競技レベル間に大きな差がみられない。また、プロ野球選手のBMIおよび除脂肪量指数は、スピードと持久力が必要な自転車および陸上混成に近い値であったのに対して、MLB選手のBMIおよび除脂肪量指数は、瞬発力が重要な陸上投擲および階級別競技の重量級選手に近い。このような両者の相違には、MLBが世界各国から競技レベル(BMIおよび除脂肪量指数)が高い選手が集まっているリーグであることが関係していると推察される。また、野球の戦術および技術における考え方の相違が、体力トレーニングの内容、さらには身体形態における両者の差に影響しているかもしれない。

2.3 筋形態

特定部位の筋発達を検討することは、野球の動作における主働筋の解明やトレーニング方法に関する示唆を与える。野球選手を対象にした過去の研究は、競技レベル間差(野球選手間の比較、野球選手と野球をやっていない者との比較)、筋の非対称性(投球側と非投球側の差)およびポジション間差の観点から行なわれてきた。一方、先述のように、体格および身体組織量におけるポジション間差は相対的に大きくはない。また、野球選手を対象に各筋の形態を検討した例は、日本国内の

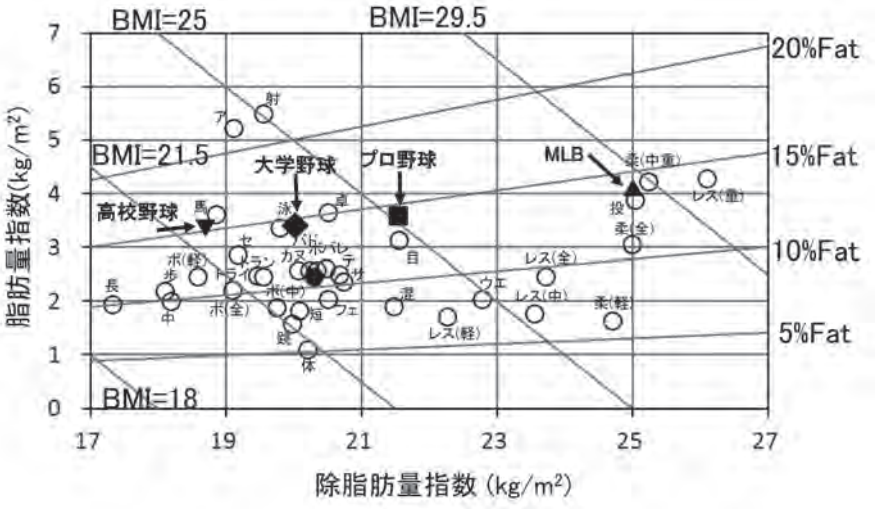

図1　野球選手および日本人一流競技選手における除脂肪量指数と脂肪量指数の関係
勝亦ら(25)を一部加筆・修正

■：プロ野球選手の平均値、▲：MLB選手の平均値、◆：大学野球選手の平均値、
▼：高校野球選手の平均値、●：一流競技者の平均値
ア：アーチェリー、混：陸上混成、跳：陸上跳躍、長：陸上長距離、中：陸上中距離、
短：陸上短距離、投：陸上投擲、歩：陸上競歩、バ：バドミントン、ボ(全)、ボクシング全体、
ボ(軽)：ボクシング軽量、ボ(中)：ボクシング中量、カヌ：カヌー、自：自転車、馬：馬術、
フェ：フェンシング、サ：サッカー、体：体操競技、柔(全)：柔道全体、柔(軽)：柔道軽量、
柔(中・重)：柔道中・重量、ボ：ボート、セ：セーリング、射：射撃、泳：競泳、卓：卓球、
テ：テニス、トラン：トランポリン、トライ：トライアスロン、バレ：バレーボール、
ウエ：ウエイトリフティング、レス(全)：レスリング全体、レス(軽)：レスリング軽量、
レス(中)：レスリング中量、レス(重)：レスリング重量

Ⓒ National Strength and Conditioning Association Japan

ものが多く、日本国外選手を対象としたものは少ない。以上のことから、ここでは、日本国内の選手に関する競技レベル間差および非対称性に関する研究を総括し、野球選手における筋形態の特性について検討する。

2-3-1 競技レベル間差

競技レベルと体格は関連しているので、筋形態の競技レベル間差を検討する場合は、絶対値だけでなく体格の影響を考慮した相対値で比較する必要がある。本研究は、筋形態の比較を相対値で行なった報告を総括する。

表2に野球選手における筋形態の競技レベル間差に関する過去の報告を示した。日本において最も競技レベルが高いプロ野球選手とそれよりも競技レベルが劣る野球選手との比較をした研究は数が少ない。利き腕側の四肢および体幹部の筋厚を計測した報告(5)によると、身長当たりの前腕部および下腿後部の筋厚において、プロ野球選手が大学野球選手よりも有意に高い値を示す。体幹、上腕および大腿などの身体中心や四肢の近位ではなく、四肢の遠位において筋発達が示されたことは興味深い。海老野(5)は、ボールやバットなどを手で扱うこと、身体が静止した状態から動き出すプレーや足接地動作が多いという野球の競技特性、練習時間や試合数が多いというプロ野球の環境が、四肢の遠位にある筋の発達に関連すると推察している。

プロ野球選手と一般男子大学生を対象に、四肢の筋断面積および各肢断面積に占める筋断面積比率を算出した報告(14)によると、前腕および大腿の屈筋群においてプロ野球選手が一般男子大学生よりも有意に高い値を示す。プロ野球選手を対象とした前述の研究(5)によると、身長当たりの筋厚は、前腕部、上腕後部、大腿前・後部、下腿後部、背・腹部においてプロ野球選手が一般男子大学生よりも有意に高い値を示す。長谷川(8)は、大学野球投手において、投球スピードが速い選手は遅い選手と比較して、前腕部(投球側のみ)、側腹部(非投球側のみ)、腰部浅層、殿部後方、大腿後部および下腿後部(いずれも両側)において有意に高い値を示すことを報告している。これらの報告を考慮すると、競技レベルが高い野球選手は、前腕部および大腿

表2　野球選手における筋形態の競技レベル間差に関する報告

参考文献	比較対象	ポジション	測定方法	測定項目	有意な差
海老野 (5)	プロ野球 大学野球 一般 大学生	ー	超音波	投球腕側の上腕、前腕、大腿部、下腿部、腹・背部の9ヵ所の筋厚を身長で除した値を算出	プロ＞大学 前腕および下腿後部 プロ＞一般 前腕、上腕後、大腿前・後、下腿後、背・腹部
平野ら (14)	プロ野球 一般 大学生	ー	超音波	投球腕側の前腕、上腕、大腿、下腿の筋断面積から各肢断面積に占める筋断面積比率を算出	プロ＞一般 前腕および大腿の屈筋群
長谷川 (8)	大学野球 投球速度を基準に高速群と低速群に分ける	投手	超音波	上肢、体幹、下肢の18ヵ所の筋厚 投球腕側および非投球腕側 (群間に身長の有意な差はない)	高速群＞低速群 投球側 前腕、腰部浅層、殿部後方、大腿後、下腿後部 非投球側 前腹、側腹、腰部浅層、殿部後方、大腿後、下腿後部
長谷川ら (11)	大学野球 一般成人	投手	MRI	棘上、棘下、小円、肩甲下、三角筋の筋体積を体重で除した値	なし
勝亦ら (26)	大学野球 一般 大学生	投手	超音波	投球腕側の上腕、前腕、大腿、下腿、腹・背部の9ヵ所の筋厚と体肢長から各筋量を算出 除脂肪量あたりの各筋量、各筋量比を算出	大学野球＞一般 除脂肪量あたりの大腿前・後部、腹・背部筋量 下腿に対する大腿、大腿前部に対する大腿後部、下肢に対する上肢筋量
Wachiら (50)	大学野球 一般成人	野手	超音波 MRI	腹直(上・中・下)、腹壁、多裂筋の筋厚および筋断面積を体重で標準化	大学野球＞一般 すべての筋

後部の筋が特異的に発達しているようである。大腿後部の筋が発達した理由は、短い距離を全力で走る競技に共通した特性(14)、投球時の脚の役割との関連(8)が考えられる。

大学野球投手と一般成人を対象にMRI法により筋断面積を計測した報告(11)によると、三角筋では大学野球選手が一般成人よりも有意に高値であるが、肩関節回旋筋腱板ではそういった傾向はみられない。また、大学野球選手は、一般男子大学生よりも除脂肪量当たりの大腿前・後部および体幹腹・背部筋量、下腿に対する大腿、大腿前部に対する大腿後部、下肢に対する上肢筋量において有意に高い値を示す(26)。さらに、大学野球選手は、一般男性よりも体重の影響を考慮した腹部の筋厚および筋断面積において有意に高い値である(50)。これらの野球選手と一般男性との比較に関する一連の研究結果を考慮すると、野球選手は、大腿(特に後部)および体幹など、身体中心や四肢の近位にある筋が特異的に発達しているようである。

2-3-2 非対称性

表3に野球選手における筋形態の非対称性に関する過去の報告を示した。野球では、ボールを投げる時は利き腕、バットを振る時は両腕で道具を握る。このような競技の特性を考えると、投球頻度や強度が高い投手は、野手よりも上肢の筋形態に左右差が生じやすいと推察される。しかしながら、ポジションや部位によって結果が異なり、一致した見解は得られない。例えば、各ポジションのプロ野球選手を対象にした研究によると、投手は前腕部の筋厚において投球側が非投球側よりも有意に高い値を示し、捕手では上腕後部の筋厚において非投球側が投球側よりも有意に高い値を示すが、内野手および外野手では上肢の各筋に非対称性は示されない(5)。また、大学野球投手では、

表3　野球選手における筋形態の非対称性に関する報告

参考文献	対象	ポジション	測定方法	測定項目	有意な差
海老野 (5)	プロ野球	投手 捕手 内野手 外野手	超音波	上腕、前腕、大腿、下腿、腹・背部の筋厚	投手：投(前腕部)、非(大腿後部) 捕手：非(上腕後部) 内野手：投(下腿後部) 外野手：非(大腿前部)
角田ら (46)	大学野球	投手	MRI	前腕、上腕、体幹、大腿、下腿部の筋断面積	投(前腕屈筋、上腕屈筋) 投(背筋群) 非(側腹筋群) 非(外側広筋、中間広筋)
長谷川と小野 (10)	大学野球	投手	超音波	前腕、上腕前、肩甲下、大腿、下腿部の筋厚	投(前腕部) 投(肩甲下部、胸部) 非(前腹部、側腹[内腹斜、腹横筋]) 投(大腿前部[中間広筋])
三浦ら (30)	プロ野球	不明	超音波	上腕部の筋断面積	なし
長谷川と船津 (9)	大学野球	投手	超音波	上腕前、側腹、大腿前、下腿後部の筋厚	非(内腹斜筋) 非(中間広筋)
長谷川ら (11)	大学野球	投手	MRI	棘上、棘下、小円、肩甲下、三角筋の筋体積	投：三角筋
古後と山下 (27)	大学生 野球経験あり	投手 野手	超音波	棘上、棘下、小円、肩甲下筋の筋厚	投(肩甲下筋) 非(棘下筋)
長谷川 (6)	大学野球	投手	超音波	腹直、外腹斜、内嫁斜、腹横筋の筋厚	非(外・内腹斜筋)
Tsuchikaneら (44)	大学野球	野手	超音波 MRI	前腕、上腕、体幹、大腿、下腿部の筋断面積	非(腹壁および多裂筋)
長谷川 (7)	大学野球	投手	超音波	胸、肩甲骨上・内側、肩甲骨下、前腹、側腹、腰部の筋厚	投(大胸筋、小胸筋) 投(僧帽筋下部、広背筋) 非(外・内腹斜筋)

投：投球側が非投球側よりも有意に高い。非：非投球側が投球側よりも有意に高い。

前腕および上腕の屈曲筋群において投球側が非投球側よりも大きい(46)とする報告と、前腕部において投球側が非投球側よりも有意に大きいが、上腕部では有意な差が示されない(10)とする報告がある。これらに対して、非対称性が示されないとする研究もある。プロ野球選手(ポジション不明)を対象に上腕部の筋断面積を計測した三浦ら(30)によると、屈曲・伸展筋ともに有意な差は示されない。同様に、大学野球投手では上腕屈曲筋群の筋厚には非対称性が示されない (9)。これらの報告を考慮すると、投手では、上腕部では投球側が優位に発達しているか同程度、前腕部では投球側が優位に発達していると考えられる。

複雑な関節運動をする肩関節では、深層部(インナーマッスル)と浅層部(アウターマッスル)で機能が異なる。肩関節の筋断面積を計測した報告(11)によると、深層部にある肩関節の回旋腱板筋には筋量の差は示されないが、浅層部にある三角筋では投球側が非投球側よりも有意に高い値を示す。一方、大学生の野球経験者(投手と野手)を対象とした報告(27)によると、肩甲下筋では投球側、棘下筋では非投球側の筋厚が有意に高値を示すこと、棘下筋および小円筋の筋厚と競技経験年数との間に負の相関関係が示される。これらの結果から、投球動作の反復によって肩関節周囲の筋が肥大または萎縮するかどうかは、筋の機能や位置(浅層部か深層部)だけでなく、競技経験年数およびポジションの影響を受けると推察される。

体幹は部位によって結果が異なる。大学野球投手を対象とした報告(6)によると、内・外腹斜筋は非投球側が投球側よりも有意に高い値を示す。また、ポジションは異なるが、大学野球野手を対象としたTsuchikaneらの報告(44)においても、体幹の腰部多裂筋および腹壁の筋断面積および筋厚は、非投球側が投球側よりも有意に高い値を示す。一方、大学野球投手を対象とした角田ら(46)によると、側腹筋群の断面積は、非投球側が投球側よりも有意に大きいが、背筋群では投球側が非投球側よりも有意に高値を示す。同様に、長谷川(7)によると、外腹斜筋および内腹斜筋の筋厚は、非投球側が有意に高い値を示すが、大胸筋、小胸筋、僧帽筋下部および広背筋の筋厚では、投球側が非投球側よりも有意に高い値を示す。これらの報告を考慮すると、肩周りに近い体幹上部では投球側、体幹中部から下部では非投球側が優位な筋発達をしているようである。

下肢は対象者によって発達している部位が異なる。例えば、プロ野球投手では、大腿後部の筋厚において非投球側が投球側よりも有意に高い値を示す(5)。一方、大学野球選手では、大腿前部(外側広筋)および中間広筋(9,46)において非投球側が投球側よりも有意に高い値を示す。非対称性を示す部位がプロ野球投手と大学野球投手で異なった理由を、過去の報告に基づいて説明することはできないが、両者の投球動作(技術)が結果の相違に関連している可能性がある。

これらの先行研究を総括すると、野球選手における筋形態の非対称性は、上肢では投球側が優位に発達しているか同等、肩関節の動作にかかわる体幹上部では投球側が優位に発達している。一方、体幹の捻りに関係する体幹中部から下部では非投球側、下肢では特に大腿部において非投球側が優位に発達している。

3. 身体形態と投球スピードおよびスイングスピードの関係

身体運動は多くの関節の回転運動によって成り立っている。関節の回転運動における末端のスピードは、回転半径×角速度によって得られる。これを投・打動作に当てはめると、身体の末端にあるボールおよびバットのスピードは、回転半径に相当する身体の長さ、慣性モーメント(回転に対する慣性の大きさ)および骨と骨を繋ぐ筋腱複合体による回転力(関節の角速度)によって決定すると考えることができる(21)。この理論と筋形態を関連させると、投球およびスイングスピードは、回転半径である身長、回転力の動力源となる身体組織量、慣性モーメントに影響する筋量の分布の影響を受ける。

投球スピードと身長との関係について、幅広い年齢の野球選手および一般男子を対象にした研究(21)によると、両者の間に有意な正の相関関係が示される。回帰式の傾きは野球選手(1.16 km/h)が、一般男子(0.73 km/h)よりも大きい。野球選手は、投球スピード増加に対する身長増加の影響が大きいようである。高校、大学、社会人、プロ、MLB選手を対象に、実際の試合における打率、長打率、三振率と身長および体重との偏相関関係(身長または体重を制御変数)を検討した研究(47)によると、大学、社会人、プロ、MLB選手では、体重と長打率との間に正の偏相関関係が示されるが、身長ではいずれのカテゴリーにおいても両者の関係は有意ではない。長打率は本塁打など遠くにボールを飛ばすことができる選手ほど高い値を示す。つまり、筋量の指標である体重が多い選手は、同じ技術であれば遠くへ打ち返す力が高いと考えられる(47)。

除脂肪量は、筋量の指標であり、速

いボールを投げるためやバットを速く振るために重要な要素と考えられる。日本人野球選手を対象に、両者の関係を検討した多くの研究は、除脂肪量と投球スピード(10,19,22,45)およびスイングスピード(18)との間に有意な正の相関関係が示されることを報告している。同様に、MLB選手では、除脂肪量とホームラン数および塁打数との間に正の相関関係が示される(16)。また、アメリカの高校および大学野球選手を対象に、除脂肪量とスイングスピードの関係について総括した報告によると、両者の間に有意な正の相関関係が示される(43)。

筋別に投球スピードとの関係を検討した報告によると、腹・背部、大腿部の筋量(26)、前腕部、上腕筋および投球側の内腹斜筋(10)の筋厚と投球スピードの間に有意な正の相関関係が示される。また、前腕に対する上腕、下腿に対する大腿部の筋量と投球スピードの間に有意な正の相関関係が示される(22)。さらに、大学野球野手を対象に、体幹部および四肢の筋厚とスイングスピードとの関係を検討した報告によると、投球側の腹壁および腰部多裂筋とスイングスピードとの間に有意な正の相関関係が示される(44)。これらの研究を総括すると、上腕および大腿部など四肢の近位や体幹の筋群、投・打動作時に体幹や上肢の安定、エネルギーの伝達を担う筋群が投球・スイングスピードの個人差に影響していると考えられる。一方、大学野球選手では、身長当たりの投球スピードと四肢長当たりの筋厚との間に相関関係が示されないが、12～15歳の発育期野球選手では、両者の間に有意な正の相関関係が示される。また、四肢長当たりの筋量は、大学生が発育期の野球選手よりも有意に高い(20)。これらの結果を考慮すると、筋量は多ければよいわけではなく、年齢や身体の長さに応じた適当な量があると推察される。

4. 現場への示唆

本研究は、野球選手の身体形態の特性について、体格、身体組成および筋形態から検討した。その結果、プロ野球選手のBMIおよび除脂肪量指数は、MLB選手よりも低い値であった。一方、それらの値において、MLB選手の値に近い、または上回る日本人一流競技選手が存在する。このことは、日本野球における選手育成やトレーニングの考え方に対しての問題提起となる。現場でよく言われる「MLB選手のような身体になることは日本人には難しい」と考えるのではなく、「日本人野球選手にも可能な身体」という前提で、選手育成やトレーニングを考えていく必要があるのではないだろうか。

これまでの日本の野球は、「走り込み」など持久力を向上させるためのトレーニングを練習に組み込むことが多かった。一方、Rheaら(36)は、大学野球選手を持久力系トレーニング群とスピード・パワー系トレーニング群に分けて、下肢パワーへの効果を検証した。その結果、持久力系トレーニング群では下肢パワーが低下し、スピード・パワー系トレーニング群では下肢パワーが増加した。この結果を考慮すれば、投球およびスイングスピードを高めたい野球選手には、「走り込み」などの持久力系ではなく、短い時間に大きな力を発揮するようなスピード・パワー系のトレーニングが推奨されるべきであろう。

本研究の結果から、競技レベルが高いほど体格および身体組織量の値は高く、それらと投球およびスイングスピードとの間に有意な正の相関関係が示される。本研究は、高校生以上の野球選手を対象とした報告のみを対象としたが、身体が成熟していないジュニア選手では、投球およびスイングスピードに対する体格や身体組織量の影響はより顕著である(19)。また、中学生の全国大会に出場した野球投手は、一般の野球選手よりも身長および体重が有意に高く、身長が最も増加する年齢が早期である(24)。つまり、ジュニア選手における身体形態の個人差は、投球およびスイングスピードだけでなく、チームの競技成績やチーム内で試合に出場できるかどうかにも影響している可能性がある。したがって、特にジュニア選手にかかわる指導者およびトレーナーは、選手の将来を見据えた身体形態の評価およびトレーニング指導をする必要がある。

上記はすべて平均値を元にした議論である。一方、プロ野球選手の身長の値は、160～190cmの範囲に分布する(23)。また著者が調べたところ、プロ野球において最多盗塁のタイトルを獲得した選手のうち、本塁打を20本以上打ったことがない選手は、身長が176.0cm、体重が73.4kg、BMIが23.7kg/m^{2}であった。一方、最多本塁打のタイトルを獲得した選手は、身長が180.8cm、体重が88.1kg、BMIが26.9kg/m^{2}であった(34)。これらの結果を考慮すると、野球競技は様々な身体形態を有する選手が活躍できる競技と考えることもできる。成人になると身長を変えることは難しいが、身体組織量、身体組成および筋形態は、トレーニングや食事によって変えることができる。それゆえ、指導者およびトレーナーは、選手の目標(どのような選手になりたいのか)を把握した上で、現状の身体形態を評価し、目標値の設定およびトレーニング計画の立案が求

められる。◆

参考文献

1. Carda, R. D., and M.A. Looney. Differences in physical characteristics in collegiate baseball players. A descriptive position by position analysis. *J Sports Med Phys Fitness*. 34: 370-376. 1994.
2. Carvajal, W., A. Ríos, I. Echevarría, M. Martínez, J. Miñoso, and D. Rodríguez. Body type and performance of elite cuban baseball players. *MEDICC Rev.* 11: 15-20. 2009.
3. Coleman, A. E. Physiological characteristics of major league baseball players. *Phys Sportsmed.* 10: 51-57. 1982.
4. 海老久美子, 中尾芙美子, 上村香久子, 八木典子. 高校1年生野球部員の身体組成に及ぼす栄養指導の効果. *栄養学雑誌*. 64：13-20. 2006.
5. 海老野貴勇. プロ野球選手の筋形態の特徴. *早稲田大学修士論文*. 2008.
6. 長谷川伸. 大学生野球投手における腹筋群の形態的特性. *九州共立大学スポーツ学部研究紀要*. 5：1-7. 2011.
7. 長谷川伸. 野球投手の体幹筋における形態的特性. *九州共立大学研究紀要*. 7：43-49. 2017.
8. 長谷川伸. 投球速度の高い野球投手における四肢、体幹筋の形態的特性. *九州共立大学研究紀要*. 9：49-56. 2018.
9. 長谷川伸, 船津京太郎. 野球投手の身体における深層筋と浅層筋の形態的特性. *九州共立大学研究紀要*. 6：57-62. 2015.
10. 長谷川伸, 小野高志. 野球投手の筋厚の非対称性とボールスピードの関係. *体力科学*. 61：227-235. 2012.
11. 長谷川伸, 館俊樹, 斎藤恵一, 王力群, 加藤清忠. 野球投手の回旋腱板筋(rotator cuff muscles)と三角筋のMRI法による筋量分析とその筋力特性. *体力科学*. 53：483-492. 2004.
12. 引原有輝, 齊藤愼一, 吉武裕. 高校野球選手における簡易エネルギー消費量測定法の妥当性の検討. *体力科学*. 54：363-372. 2005.
13. 平野裕一. 野球選手の体力的特性. *J J Sports Sci.* 6：712-719. 1987.
14. 平野裕一, 福永哲夫, 近藤正勝, 角田直也, 池川繁樹. 身体組成および体肢組成からみた野球選手の特性. *J J Sports Sci*. 8：560-564. 1989.
15. 平田治美, 高橋律子, 竹下浩一, 川野因. ジュニア期運動選手の身体発育と栄養素等摂取量の関わり. *東京農業大学農学集報*. 50：7-12. 2005.
16. Hoffman, J. R., J. Vazquez, N. Pichardo, and G. Tenenbaum. Anthropometric and performance comparisons in professional baseball players. *J Strength Cond Res.* 23: 2173-2178. 2009.
17. 池田達昭, 設楽佳世, 平野裕一. 五輪選手の身長および体肢長における競技特性と年齢別形態評価基準値の作成. *Jpn J Elite Sports Support*. 8：63-77. 2017.
18. 笠原政志, 山本利春, 岩井美樹, 百武憲一, 森実由樹. 大学野球選手のバットスイングスピードに影響を及ぼす因子. *Strength & conditioning journal：日本ストレングス & コンディショニング協会機関誌*. 19：14-18. 2012.
19. 勝亦陽一. 筋形態および機能からみた投球速度の規定因子. *早稲田大学修士論文*. 2006.
20. 勝亦陽一. 発育期における身体サイズおよび筋力との関連でみた投球スピードの発達. *早稲田大学博士論文*. 2009.
21. 勝亦陽一. 成長期野球選手における投球障害と身体発育因子の関係. *トレーニング科学*. 30：213-220. 2019.
22. 勝亦陽一, 長谷川伸, 川上泰雄, 福永哲夫. 投球速度と筋力および筋量の関係. *スポーツ科学研究*. 3：1-7. 2006.
23. Katsumata, Y., Omuro, K., Mitsukawa, N., and Nakata, H. Characteristics of relative age effects and anthropometric data in Japanese recreational and elite male junior baseball players. *Sports Medicine*. - Open. 4: 52. 2018.
24. 勝亦陽一, 設楽佳世, 飯田悠佳子, 鳥居俊, 高井洋平, 平野裕一. 中学生期におけるトップ野球選手の成熟度. *発育発達研究*. 74：26-33. 2017.
25. 勝亦陽一, 設楽佳世, 熊川大介, 袴田智子, 中里浩介, 池田達昭, 平野裕一. 日本人男性一流競技者における除脂肪量指数(FFMI)および脂肪量指数(FMI)の競技種目差. *トレーニング科学*. 29：317-327. 2018.
26. 勝亦陽一, 高井洋平, 太田めぐみ, 佐久間淳, 川上泰雄, 福永哲夫. 大学野球選手にみられる筋量および筋量分布の特徴が投球スピードに与える影響. *スポーツ科学研究*. 4：75-84. 2007.
27. 古後晴基, 山下裕. 超音波画像を用いた野球選手における回旋腱板筋厚の特徴. *ヘルスプロモーション理学療法研究*. 9：187-193. 2020.
28. 葛原憲治, 黒田次郎. プロ野球選手の身体特性および体力特性について. *東邦学誌*. 42：29-35. 2013.
29. Nan. C., Guo. B, Warner, C, Fowler, T, Barrett, T, Boomsma, D, Nelson, T, Whitfield, K., Beunen, G., Thomis, M., Maes, H. H, Derom, C, Ordoñana, J, Deeks J, and Zeegers, M. Heritability of body mass index in pre-adolescence, young adulthood and late adulthood. *Eur J Epidemiol*. 27: 247-53. 2012.
30. 三浦朗. 友末亮三, 池川繁樹, 平野裕一, 金久博昭, 福永哲夫. ボート・テニス・野球選手の上腕における筋力および組成の左右差. *トレーニング科学*. 6：95-100. 1994.
31. 文部科学省. *学校保健統計調査*　年齢別平均身長の推移(明治33年度～令和元年度). 閲覧日：2020年3月1日.
32. 文部科学省. *学校保健統計調査*　年齢別平均体重の推移(明治33年度～令和元年度). 閲覧日：2020年3月1日.
33. 中山悌一. 日本人プロ野球選手の体格の推移(1950-2002). *体力科学*. 53：443-453. 2004.
34. *日本プロ野球歴代全選手写真名鑑*-1936-2014(B・B MOOK 1144). 東京：ベースボールマガジン社. 2015.
35. 小野寺和也, 白坂牧人, 入澤裕樹, 坪井俊樹. 大学野球選手のスイング速度と体力要素の関係：スクワット・ベンチプレス1RMとスイング速度の相関関係. *仙台大学紀要*. 51：1-7. 2019.
36. Rhea, M. R., J.R. Oliverson, G. Marshal, M.D. Peterson, J.G. Kenn, and F.N. Ayllón. Noncompatibility of power and endurance training among college baseball players. *J Strength Cond Res*. 22: 230-234. 2008.
37. Rossi, F. E., A. Landreth, S. Beam, T. Jones, L. Norton, and J.M. Cholewa. The effects of a sports nutrition education intervention on nutritional status, sport nutrition knowledge, body composition, and performance during off season training in NCAA Division I baseball players. *J Sports Sci Med*. 16: 60-68. 2017.
38. 沢田芳男, 田辺勲, 内藤友治, 中村道夫, 稲葉淑郎, 村上義温. 日米野球選手の体力に関する研究. *民族衛生*. 25：93-97, A10. 1959.
39. 設楽佳世, 勝亦陽一. トップアスリートにおける形態及び身体組成の競技種目差(特集　エリートアスリートのための身体的条件). *トレーニング科学*. 29：295-303. 2018.
40. 設楽佳世, 勝亦陽一, 袴田智子, 池田達昭, 鈴木康弘, 平野裕一. 日本人一流競技選手における形態および身体組成の競技種目特性. *トレーニング科学*. 27：35-46. 2016.
41. Silventoinen, K., S. Sammalisto, M. Perola, D.I. Boomsma, B.K. Cornes, C. Davis, L. Dunkel, M. de Lange, J.R. Harris, J.V. Hjelmborg, M. Luciano, N.G. Martin,

J. Mortensen, L. Nisticò, N.L. Pedersen, A. Skytthe, T.D. Spector, M.A. Stazi, G. Willemsen, and J. Kaprio. Heritability of adult body height: a comparative study of twin cohorts in eight countries. *Twin Res*. 6: 399-408. 2003.
42. スポーツ庁. *平成30年度体力・運動能力調査結果*. 閲覧日：2020年3月1日.
43. Szymanski, D. J., C. DeRenne, and F.J. Spaniol. Contributing factors for increased bat swing velocity. *J Strength Cond Res*. 23: 1338-1352. 2009.
44. Tsuchikane, R., Higuchi, T., Suga, T., Wachi, M., Misaki, J., Tanaka, D., Miyake, Y., and Isaka, T. Relationships between bat swing speed and muscle thickness and asymmetry in collegiate baseball players. *Sports*. 5: 33. 2017.
45. 角田直也, 青山利春, 岡田雅次, 西山一行, 田中重陽, 熊川大介. 筋形態の発育が競技パフォーマンスの向上に及ぼす影響. *国士舘大学体育研究所報*. 22：79-85. 2003.
46. 角田直也, 田中重陽, 石塚信之, 青山利春, 岡田雅次, 西山一行. 投動作パフォーマンスに及ぼす筋形態及び機能的特性. *国士舘大学体育研究所報*. 21：135-140. 2002.
47. 筒井 大助, 船渡 和男, 高橋 流星. 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*. 23：45-54. 2011.
48. 内田勇人. 高校野球選手における形態と投能力の関係. *岡山医学会雑誌*. 104：789-795. 1992.
49. 内田勇人, 大貫克英, 諸冨嘉男, 青山英康. 中国人野球選手の形態, 身体組成及び握力. *岡山医学会雑誌*. 111：1-9. 1990.
50. Wachi, M., Suga, T., Higuchi, T., Misaki, J., Tsuchikane, R., Tanaka, D., Miyake, Y., Kanazawa, N., and Isaka, T. Applicability of ultrasonography for evaluating trunk muscles size in athletes; a study focused on baseball batters. *J Phys Ther Sci*. 29: 1534-1538. 2017.
51. 吉野篤志, 杉山允宏. 野球選手の体格・体力及び運動能力の発達的特徴. *愛媛大学教育学部紀要*. 54：149-155. 2007.

著者紹介

勝亦 陽一：
発育発達、コーチングが専門。最近のテーマは、エビデンスに基づく野球の実践と普及。

押川 智貴：
スポーツ時の外傷・障害予防のための身体機能を専門に研究。

池田 達昭：
主な研究テーマは、個人差を考慮した体力トレーニングの計画論。