

APPLIED SCIENCES / 原著論文

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
Athletic event characteristics based on height and limb lengths of Olympian, and establishment
of age-specific morphological evaluation standard for junior athletes.

池田達昭¹、設楽佳世¹、平野裕一²

要 旨

本研究では、夏季および冬季五輪選手の身長、上肢長および下肢長から競技種目特性を検討すること、また、五輪選手から得られたデータを日本人の一般的な発育変化と関連づけて年齢別の形態評価基準値を作成することを目的とした。対象者は、北京、ロンドン、トリノおよびバンクーバー五輪に出場した全選手および全候補選手とし、身長、上肢長および下肢長を測定した。その結果、上肢長および下肢長の競技種目差は、各競技で求められる形態特性を反映して示された。また、五輪選手の形態データを一般人の平均的な発育変化にあてはめ、身長および体肢長の評価基準を策定した。本研究の結果は、競技適性診断に活用できる可能性が示唆された。

Key words: 上肢長、下肢長、発育、競技適性診断

¹国立スポーツ科学センター、²法政大学

〒115-0056 東京都北区西が丘 3-15-1

TEL 03-5963-0231

FAX 03-5930-0232

E-mail tatsuaki.ikeda@jpnssport.go.jp

受付日：2014年3月30日

受理日：2016年7月6日

I. 緒言

競技者が各競技に特有の形態を有していることは、数多く報告されている(2, 6, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20)。その中で、長育の特性に着目すると、バレーボール、バスケットボールなどの競技では、パフォーマンスの中で「高さ」の要素が求められるため、身長および上肢長の長さが重要となること(12, 14)、投球運動の競技では、身長および上肢長が長ければ、力の作用距離が長くなり、より速い運動速度を獲得できる可能性があること(2)、水泳競技では、自由形の推進力における貢献度は、腕で70%、脚で30%であり(10)、上肢長が長いことが水泳パフォーマンスに貢献する1要因になること(6)、ウエイトリフティング競技では、下肢長、特に大腿長が長くなるとファーストプルにおける上体の前傾角度が大きくなりバーベルの挙上に不利になる場合があるため、効率的動作に見合った下肢の短さが重要となること(16)、体操競技における床運動および跳馬などの競技では、下肢長が長いと動作が綺麗に見えるが、その反面、床運動および跳馬の跳躍動作には悪影響を及ぼすこと(15)、など競技力に影響があることが示されている。

これまで、日本人の身長および体肢長に関する研究は、一般人を対象としたものが多く(3, 4, 5)、一流競技者を対象に競技種目特性を網羅的に示した研究は見られない。このことが示せば、形態面からみた競技特性を明らかにできることに加え、ジュニア競技者(本研究では18歳以下の競技者と定義)の競技適性診断の最終目標値にも活用できる可能性がある。また、人の誕生から形態面における発育の特徴を段階的に捉えておくことにより、早期の段階から競技適性を予測できる可能性がある。このことはすべての競技において当てはまらないが、長育が競技力と密接に関連した競技(バレーボール、バスケットボール等)では、早期の段階から適正に種目を選択し、トレーニングの専門化を適切な時期に開始できる利点があげられる。さらに、長育の成長がおさまった競技者に対しては、形態からみた競技種目適性を再確認する一方で、

優れた体力を持った選手が競技種目の転向の際に、本研究の結果を活用できる可能性が考えられる。

以上の事から、本研究では、夏季および冬季五輪選手の身長、上肢長および下肢長から競技特性を検討すること、また、五輪選手から得られたデータを一般的な人の発育変化と関連づけて年齢別の形態評価基準値を作成することを目的とした。

II. 方法

1. 対象者

対象者は、トリノ(2006)、北京(2008)、バンクーバー(2010)およびロンドン(2012)五輪、に出場した全選手および全候補選手(男性765名、女性679名)とした。対象者は、各五輪前に国立スポーツ科学センター(以下、JISS)で形態測定を行い、そのデータを分析に用いた。測定を複数回実施している選手に関しては、身長が最も高値を示した測定日のデータを代表値として用いた。なお、競技種目によっては対象者が2名以内になる場合があり、平均値算出の分析により個人データが特定できる可能性があるために、それらの対象者は分析から除外した。本研究は「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における人間を対象とする研究実施要綱」に定められた倫理審査委員会の承認を得たうえで行われた。

2. 測定項目

(1) 身長

身長の測定には、自動身長計(AD-6225A、エー・アンド・ディ社製)を用いた。

(2) 上肢長および下肢長

上肢長および下肢長の測定には、光学3次元人体形状計測装置(Body Line Scanner、浜松ホトニクス社製)を用いた。測定で得られた全身の3次元形状データから、上肢長は肩甲骨肩峰から指先点までの長さ、下肢長は大転子から床面までの長さを評価した。

3. 分析方法

(1) 身長、上肢長および下肢長

身長、上肢長および下肢長に関して、平均値、

最大値、最小値および変動係数を各競技種目別に算出した。

(2) 上肢長と下肢長との関係からみた競技特性

上肢長および下肢長に関して、それぞれの平均値 $\pm 0.5SD$ を算出し、それらの値を基準として両者の関係を9つのグループに分類した。

(3) 年齢別の形態評価基準値の作成

年齢別の形態評価基準値を作成するにあたり、先行研究⁵⁾の一般日本人における身長、上肢長および下肢長のデータから、「20歳を基準とした成長の変化率」を算出した(表1)。次に、本研究における対象者の身長、上肢長および下肢長の「平均値 $\pm 0.5SD$ 」を算出し、20歳における「Small: 平均値 $-0.5SD$ 」および「Large: 平均値 $+0.5SD$ 」の評価基準値として設定した。20歳を基準とした理由は、男女ともに身長、上肢長および下肢長の成長が、20歳でほとんど変化しないからである⁴⁾。最後に、19歳以下のデータに関しては、表1の「成長の変化率」を当てはめ、上述の「Small」および「Large」の評価基準値をそれぞれ算出した。なお、本研究では、競技者の縦断的な発育に関する先行研究がないことから、発育に伴う長育変化が競技者と一般人で同じであると仮定した。その上で、年齢別の形態評価基準の作成を試みた。

4. 統計処理

測定値は全て平均値 \pm 標準偏差で示した。各測定項目の男女間の差の検定には、対応のないt-testを用いた。身長と上肢長および下肢長との関係にはピアソンの相関分析を行った。なお、統計処理の有意性は危険率5%水準で判断した。

III. 結果

表2に、対象者の身体的特性を示した。身長、上肢長および下肢長において、男女間で有意差が認められた。

男女別に身長と上肢長および下肢長との関係を検討した。その結果、両者の間にはいずれも有意な正の相関関係が認められた(図1)。また、男女別に上肢長と下肢長との関係を検討した。その結果、両者の間にはいずれも有意な正の相関関係が認められた(図2)。

表3および4に、競技種目別の身長、上肢長および下肢長の平均値、最大値、最小値および変動係数を示した(表3: 男子、表4: 女子)。表中の黒く塗りつぶした競技種目は、当該五輪においてメダルを獲得した種目であった。

表5および6に、上肢長と下肢長との関係に基づく競技種目の分類を示した。上肢長および下肢長の平均値 $\pm 0.5SD$ を基準として、全競技種目を9つのタイプに分類した。

表7に、年齢別の形態評価基準値を示した。男女別に、各年齢における身長、上肢長および下肢長の「短い」および「長い」とする基準値を示した。

Table 1 Results of height, arm length, leg length of the ordinary Japanese by each age category.

Male

Age (year)	Height		Arm length		Leg length	
	mean (cm)	Change rate (%)	mean (cm)	Change rate (%)	mean (cm)	Change rate (%)
1	78.3	-54.3				
2	88.4	-48.4				
3	97.7	-42.9				
4	103.5	-39.5	46.1	-37.2	48.2	-44.9
5	110.1	-35.7	47.6	-35.1	51.9	-40.7
6	116.6	-31.9	49.3	-32.8	56.9	-35.0
7	123.2	-28.0	51.6	-29.7	60.3	-31.1
8	128.2	-25.1	54.1	-26.3	63.4	-27.5
9	134.1	-21.7	56.3	-23.3	68.7	-21.5
10	139.2	-18.7	58.8	-19.9	71.7	-18.1
11	146.1	-14.7	61.2	-16.6	75.2	-14.1
12	152.3	-11.0	64.7	-11.9	78.2	-10.6
13	159.6	-6.8	68.2	-7.1	82.5	-5.7
14	165.3	-3.4	70.5	-4.0	85.4	-2.4
15	168.2	-1.8	72.6	-1.1	87.0	-0.6
16	169.7	-0.9	73.2	-0.3	87.2	-0.3
17	170.8	-0.2	73.3	-0.1	87.6	0.1
18	171.0	-0.1	73.5	0.1	87.6	0.1
19	171.1	-0.1	73.5	0.1	87.5	0.0
20	171.2	0.0	73.4	0.0	87.5	0.0

Female

Age (year)	Height		Arm length		Leg length	
	mean (cm)	Change rate (%)	mean (cm)	Change rate (%)	mean (cm)	Change rate (%)
1	77.3	-51.4				
2	85.5	-46.2				
3	96.9	-39.0				
4	102.3	-35.6	44.9	-33.3	48.4	-40.5
5	109.3	-31.2	46.5	-30.9	51.9	-36.2
6	115.5	-27.3	48.5	-27.9	56.3	-30.8
7	121.9	-23.3	50.7	-24.7	60.1	-26.2
8	127.2	-19.9	53.4	-20.7	63.2	-22.4
9	133.3	-16.1	56.0	-16.8	67.4	-17.2
10	140.1	-11.8	58.7	-12.8	71.1	-12.7
11	146.7	-7.7	61.8	-8.2	75.2	-7.6
12	151.4	-4.7	63.9	-5.1	77.5	-4.8
13	154.7	-2.6	66.0	-1.9	80.5	-1.1
14	156.5	-1.5	66.9	-0.6	81.1	-0.4
15	157.3	-1.0	67.6	0.4	81.2	-0.2
16	158.0	-0.6	67.4	0.1	81.2	-0.2
17	158.1	-0.5	67.4	0.1	81.2	-0.2
18	158.4	-0.3	67.3	0.0	81.2	-0.2
19	158.7	-0.1	67.3	0.0	81.3	-0.1
20	158.9	0.0	67.3	0.0	81.4	0.0

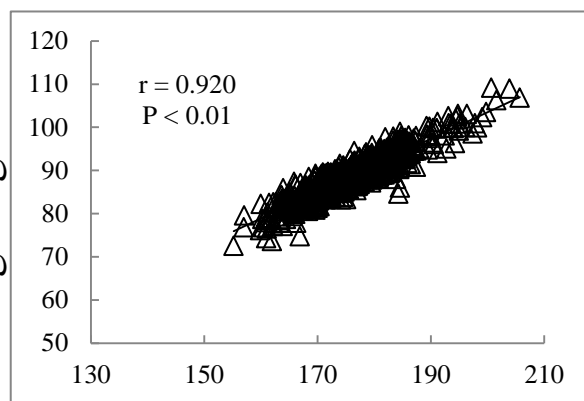
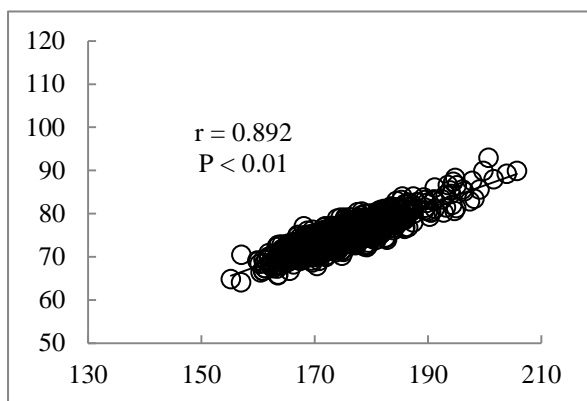
1. Reorganization tables based on Isokawa et al.(2007).
2. Change rate was calculated based on the value at 20 years-old.

Table 2 Physical characteristics of Japanese Olympians.

	Age (yrs)	Height (cm)	Arm length (cm)	Leg length (cm)
Male (n=765)	24.7±4.8	175.7±7.5	75.2±3.9	88.5±5.0
Female (n=679)	24.8±4.8	164.5±7.5*	69.8±3.9*	82.8±5.0*

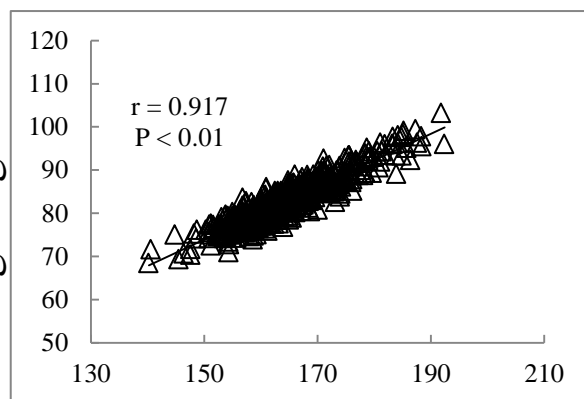
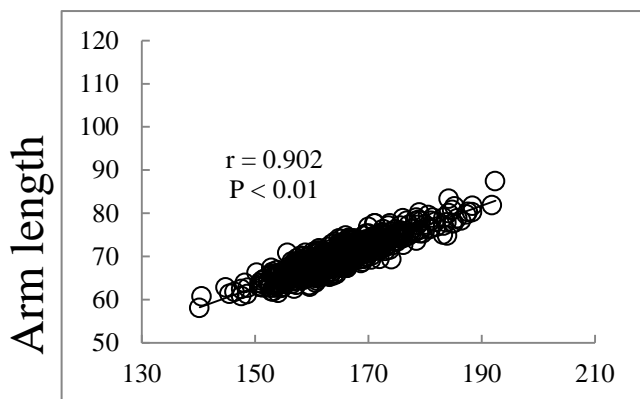
1. *: vs. Male (P<0.05)

Male



Height

Femal



Height

Fig. 1 Relationships between height and limb lengths.

Table 4 Results of height and limb lengths of Japanese female Olympians measured by 3D whole body scanners.

Competition type	Athletic event		n	Height				Arm length				Leg length			
				Mean (cm)	Max (cm)	Min (cm)	CV (%)	Mean (cm)	Max (cm)	Min (cm)	CV (%)	Mean (cm)	Max (cm)	Min (cm)	CV (%)
Record	Track&Field	Sprint	16	162.4	169.4	150.9	2.6	68.2	71.7	63.1	3.1	82.4	86.8	77.3	3.1
		Middle distance	4	163.6	171.4	155.0	4.1	68.4	73.6	62.9	6.4	82.7	89.5	79.3	5.8
		Long distance	19	160.8	168.2	150.8	3.0	67.7	72.3	63.8	3.4	81.5	88.3	75.6	4.0
		Race walk	4	161.1	167.3	154.5	3.3	68.1	70.1	64.6	3.6	80.4	85.1	77.5	4.2
		Hurdles	9	165.6	169.6	161.6	1.7	69.4	72.8	65.6	3.3	84.5	88.9	81.0	3.0
		High jump	3	174.2	175.6	171.5	1.3	74.3	75.9	71.6	3.1	90.4	93.3	87.2	3.4
		Pole vault	7	165.7	173.4	160.9	2.4	70.1	75.0	66.7	3.7	84.0	89.8	79.8	3.7
		Long jump	7	170.8	180.0	160.5	3.9	72.3	77.3	68.6	4.1	87.4	93.0	82.1	4.4
		Throw	4	167.3	171.5	163.5	2.4	72.3	76.8	69.3	4.6	85.1	88.3	82.1	3.7
	Weightlifting	Light weight	3	149.2	153.4	145.5	2.7	61.7	62.7	61.2	1.4	73.2	76.3	69.3	4.9
	Swimming		28	166.6	178.3	159.3	3.1	71.6	78.1	66.4	3.9	83.2	89.6	76.7	3.9
	Cycling	Track	4	167.2	168.2	165.1	0.9	70.4	72.5	68.9	2.2	84.4	88.8	81.7	3.6
	Triathlon		4	160.9	165.5	156.9	2.4	67.7	71.9	62.5	5.8	78.2	81.5	76.0	3.0
	Canoe	Sprint	6	164.3	167.7	155.7	2.8	69.8	73.5	64.4	5.3	81.4	83.9	76.0	3.9
	Rowing		7	169.8	183.3	164.4	4.0	72.2	78.9	69.8	4.3	85.6	96.0	81.8	5.6
	Score	Gymnastics		8	147.6	156.5	140.2	3.9	62.6	66.8	58.0	4.4	74.2	78.6	68.4
Gymnastics -rhythmic			19	166.1	171.9	160.9	2.0	72.0	75.2	67.8	3.1	86.1	90.7	80.8	2.7
Synchronised -swimming			20	166.0	176.1	159.2	2.6	70.9	78.8	67.3	3.9	83.0	91.1	77.4	3.7
Combat	Judo	Light weight (-57kg)	5	156.4	162.8	146.4	3.9	66.5	69.2	61.7	4.6	77.6	81.7	70.6	5.3
		Medium weight (-70kg)	4	162.1	166.7	157.2	2.6	70.0	73.1	66.1	4.2	80.2	83.1	76.1	3.7
		Heavy weight (-78kg over)	5	167.3	172.2	161.8	2.4	72.1	75.2	69.9	3.5	82.1	87.0	78.7	4.6
	Wrestling	Light weight (-55kg)	3	157.1	157.8	155.7	0.8	66.5	66.9	65.9	0.8	76.3	78.1	74.3	2.5
	Fencing		11	166.4	173.3	159.8	2.7	70.8	74.1	66.2	3.7	83.9	87.7	79.1	4.0
Racket	Badminton		14	164.2	172.1	151.7	3.6	69.1	74.0	63.6	4.7	82.9	91.1	76.6	5.2
	Tennis		8	161.8	165.5	155.8	2.4	68.8	72.0	64.8	3.5	81.7	85.1	77.7	3.6
	Table tennis		10	158.6	166.5	153.0	2.9	67.3	72.4	62.7	3.8	80.5	86.8	75.6	4.7
Ball game	Basketball		20	177.2	192.4	163.0	5.2	76.0	87.4	69.6	6.5	90.6	103.2	80.3	6.4
	Handball		27	167.9	179.6	158.6	3.3	70.9	75.3	64.9	4.0	84.0	89.3	77.1	4.0
	Hockey		34	162.0	173.1	150.8	3.4	68.2	72.9	62.9	4.6	80.7	87.9	73.4	4.4
	Volleyball	Spiker	33	179.4	188.3	170.3	2.6	76.8	80.7	73.3	2.7	92.9	98.3	86.3	3.4
		Setter	11	169.9	179.0	158.8	4.2	73.0	80.1	67.4	5.1	86.8	92.2	80.3	4.9
		Libero	5	164.6	167.6	159.7	2.4	68.4	73.8	62.9	5.8	81.1	87.3	76.5	5.1
	Beach volleyball		9	174.5	185.2	170.4	2.7	75.1	81.5	71.5	4.0	89.5	99.0	87.4	4.0
	Football	Goalkeeper	6	170.5	187.3	163.2	5.3	71.4	79.7	67.6	6.1	85.3	99.4	79.4	8.5
		Fielder	43	163.1	174.1	155.1	2.8	68.2	75.5	64.1	3.4	80.7	88.1	74.6	4.2
	Softball	Pitcher	24	168.3	176.0	162.0	2.4	72.2	77.6	66.8	3.7	85.3	93.3	79.2	3.6
Fielder		58	163.0	174.0	152.9	3.1	68.7	77.6	61.5	4.8	81.8	92.6	74.2	4.4	
Other	Sailing		3	163.9	169.6	160.8	3.0	67.4	69.9	66.1	3.3	81.3	87.4	76.4	6.9
	Shooting		9	161.3	165.9	157.0	2.0	69.2	70.9	67.6	1.8	79.8	83.6	76.7	3.0
	Equestrian		5	156.9	162.2	150.3	3.7	67.2	69.9	64.3	3.3	77.8	83.0	72.5	6.1
Snow	Ski	Alpine	8	161.7	168.0	156.4	2.4	68.8	73.1	66.5	3.6	82.2	86.1	78.3	3.2
		Cross country	11	162.2	171.1	154.2	2.9	68.4	73.8	65.0	4.0	81.4	86.3	77.1	3.6
		Mogul	6	159.7	168.6	151.3	4.2	66.9	72.6	62.8	5.4	79.6	84.6	75.1	5.0
	Snowboard		12	159.7	170.8	153.9	3.1	67.6	74.4	62.6	5.1	79.8	89.7	72.8	6.0
Biathlon		7	158.0	161.9	153.3	2.1	67.7	70.0	64.4	3.3	76.2	80.7	70.9	4.2	
Ice	Skate	Speed	28	161.8	172.4	151.2	3.2	67.8	73.5	63.6	3.8	81.6	88.2	76.9	3.6
		Short track	21	158.8	167.6	151.6	2.9	66.9	72.0	63.3	3.1	79.7	86.6	74.9	4.1
		Figure	15	159.7	167.0	152.7	2.6	67.9	72.1	62.7	4.6	80.6	87.0	76.8	3.6
	Skeleton		4	157.2	161.9	147.6	4.1	67.0	70.8	62.4	5.4	76.9	80.3	70.3	5.9
	Bobsleigh		7	165.3	174.7	157.4	3.8	70.5	74.0	65.8	4.6	83.1	87.8	75.7	5.0
	Luge		3	161.6	164.5	157.6	2.2	69.6	70.8	68.5	1.7	80.4	82.0	78.8	2.0
	Ice Hockey		23	160.3	169.2	153.2	3.0	67.8	73.1	61.8	3.8	81.3	87.3	74.3	4.6
	Curling		15	161.3	166.1	153.0	2.3	68.2	72.8	64.3	3.6	81.4	85.1	77.2	2.9
All events			679	164.5	192.4	140.2	4.6	69.8	87.4	58.0	5.6	82.8	103.2	68.4	6.0

1. The athletic event of the black notation won an medal in the Olympics.

Table 5 Relationship of classification between arm length and leg length by male's athletic events.

Male's events

Leg length (cm)	$91.0 \leq Y$	None	Rowing (180.5, 76.4, 92.1) Track&Field High jump (179.6, 76.7, 92.3) Volleyball Libero (178.3, 76.6, 91.3)	Volleyball Spiker (194.6, 84.9, 100.8) Beach volleyball (189.3, 81.2, 96.7) Football Goalkeeper (185.8, 80.3, 94.9) Track&Field Throw (184.6, 81.4, 94.7) Volleyball Setter (183.7, 77.4, 91.5) Baseball Pitcher (182.7, 79.7, 92.9) Boxing Medium weight (181.8, 77.4, 91.2) Track&Field Hurdles (180.3, 77.3, 91.8)
	$86.0 < Y < 91.0$	Cycling Road (172.4, 73.1, 87.0) Track&Field Long distance (171.5, 72.8, 86.5) Skate Speed (171.2, 72.7, 86.3) Skate Short track (170.3, 72.1, 86.1) Skate Figure (169.4, 72.2, 86.1)	Other sporting events	Judo Heavy weight (184.2, 80.0, 90.5) Track&Field Pole vault (180.6, 77.7, 90.8) Wrestling Heavy weight (179.9, 78.3, 90.9) Baseball Fielder (178.4, 77.4, 90.3)
	$Y \leq 86.0$	Track&Field Race walk (172.4, 72.8, 85.7) Table tennis (172.3, 73.1, 86.0) Ski Nordic combined (171.2, 72.6, 86.0) Shooting (170.8, 71.8, 83.4) Equestrian (169.7, 72.1, 84.0) Ski Mogul (169.6, 71.6, 85.6) Biathlon (168.9, 73.1, 84.2) Ski Aerial (168.6, 72.0, 83.5) Boxing Light weight (168.1, 71.1, 83.3) Wrestling Light weight (165.6, 70.7, 82.3) Judo Light weight (165.5, 71.0, 81.0) Trampoline (164.7, 68.8, 80.7) Gymnastics (163.8, 70.5, 81.6)	Snowboard (171.0, 73.5, 85.4)	None
		$X \leq 73.3$	$73.3 < X < 77.2$	$77.2 \leq X$
		Arm length (cm)		

1. X: arm length, Y: leg length.
2. The division on the table is based on $\pm 0.5SD$ of arm and leg length.
3. Each athletic events (Height, Arm length, Leg length)
4. The athletic event of the black notation won a medals in the Olympics.

Table 6 Relationship of classification between arm length and leg length by female's athletic events.

Female's events

Leg length (cm)	$85.3 \leq Y$	None	Football Goalkeeper (170.5, 71.4, 85.3)	Volleyball Spiker (179.4, 76.8, 92.9)	
	$80.3 < Y < 85.3$	Sailing (163.9, 67.4, 81.3)	Other sporting events	Other sporting events	Basketball (177.2, 76.0, 90.6)
		Track&Field Long distance (160.8, 67.7, 81.5)			Beach volleyball (174.5, 75.1, 89.5)
		Table tennis (158.6, 67.3, 80.5)			Track&Field High jump (174.2, 74.3, 90.4)
					Track&Field Long jump (170.8, 72.3, 87.4)
					Volleyball Setter (169.9, 73.0, 86.8)
					Rowing (169.8, 72.2, 85.6)
					Softball Pitcher (168.3, 72.2, 85.3)
					Gymnastics-rhythmic (166.1, 72.0, 86.1)
					Track&Field Throw (167.3, 72.3, 85.1)
$Y \leq 80.3$	Triathlon (160.9, 67.7, 78.2)		Judo Medium weight (162.1, 70.0, 80.2)	None	
	Ski Mogul (159.7, 66.9, 79.6)		Shooting (161.3, 69.2, 79.8)		
	Biathlon (158.0, 67.7, 76.2)		Snowboard (159.7, 67.6, 79.8)		
	Skate Short track (158.8, 66.9, 79.7)				
	Skeleton (157.2, 67.0, 76.9)				
	Wrestling Light weight (157.1, 66.5, 76.3)				
	Equestrian (156.9, 67.2, 77.8)				
	Judo Light weight (156.4, 66.5, 77.6)				
	Weightlifting Light weight (149.2, 61.7, 73.2)				
	Gymnastics (147.6, 62.6, 74.2)				
	$X \leq 67.7$	$67.7 < X < 71.7$	$71.7 \leq X$		

Arm length (cm)

1. X: arm length, Y: leg length.
2. The division on the table is based on $\pm 0.5SD$ of arm and leg length.
3. Each athletic events (Height, Arm length, Leg length)
4. The athletic event of the black notation won a medals in the Olympics.

Table 7 The reference value of morphometric by junior athletes.**Male**

Age (year)	Height (cm)	Arm length (cm)	Leg length (cm)
	Small / Large	Small / Large	Small / Large
1	78.7 / 82.1		
2	88.8 / 92.7		
3	98.2 / 102.4		
4	104.0 / 108.5	46.0 / 48.5	47.4 / 50.1
5	110.6 / 115.4	47.5 / 50.1	51.0 / 54.0
6	117.1 / 122.3	49.2 / 51.9	55.9 / 59.2
7	123.8 / 129.2	51.5 / 54.3	59.3 / 62.7
8	128.8 / 134.4	54.0 / 56.9	62.3 / 65.9
9	134.7 / 140.6	56.2 / 59.2	67.5 / 71.4
10	139.9 / 145.9	58.7 / 61.8	70.5 / 74.6
11	146.8 / 153.2	61.1 / 64.4	73.9 / 78.2
12	153.0 / 159.7	64.6 / 68.0	76.9 / 81.3
13	160.3 / 167.3	68.1 / 71.7	81.1 / 85.8
14	166.1 / 173.3	70.4 / 74.1	83.9 / 88.8
15	169.0 / 176.4	72.5 / 76.4	85.5 / 90.5
16	170.5 / 177.9	73.1 / 77.0	85.7 / 90.7
17	171.6 / 179.1	73.2 / 77.1	86.1 / 91.1
18	171.8 / 179.3	73.4 / 77.3	86.1 / 91.1
19	171.9 / 179.4	73.4 / 77.3	86.0 / 91.0
20	172.0 / 179.5	73.3 / 77.2	86.0 / 91.0

Female

Age (year)	Height (cm)	Arm length (cm)	Leg length (cm)
	Small / Large	Small / Large	Small / Large
1	77.8 / 81.9		
2	86.1 / 90.6		
3	97.6 / 102.6		
4	103.0 / 108.4	45.2 / 47.8	47.7 / 50.7
5	110.1 / 115.8	46.8 / 49.5	51.2 / 54.4
6	116.3 / 122.3	48.8 / 51.7	55.5 / 59.0
7	122.7 / 129.1	51.0 / 54.0	59.3 / 63.0
8	128.1 / 134.7	53.7 / 56.9	62.3 / 66.2
9	134.2 / 141.2	56.3 / 59.7	66.5 / 70.6
10	141.1 / 148.4	59.0 / 62.5	70.1 / 74.5
11	147.7 / 155.4	62.2 / 65.8	74.2 / 78.8
12	152.4 / 160.4	64.3 / 68.1	76.5 / 81.2
13	155.8 / 163.9	66.4 / 70.3	79.4 / 84.4
14	157.6 / 165.8	67.3 / 71.3	80.0 / 85.0
15	158.4 / 166.6	68.0 / 72.0	80.1 / 85.1
16	159.1 / 167.3	67.8 / 71.8	80.1 / 85.1
17	159.2 / 167.5	67.8 / 71.8	80.1 / 85.1
18	159.5 / 167.8	67.7 / 71.7	80.1 / 85.1
19	159.8 / 168.1	67.7 / 71.7	80.2 / 85.2
20	160.8 / 168.3	67.7 / 71.7	80.3 / 85.3

1. Values of Small and Large in 20 years old is calculated as $\text{mean} \pm 0.5 \text{SD}$ of Table 2.
2. The value of each age is calculated based on a

IV. 考察

1. 五輪選手における形態の特徴

五輪選手を一般人(表1、20歳の値)と比較すると、男女ともに、身長、上肢長および下肢長は高値を示す傾向にあった。特に、女子の身長は、五輪選手が一般人と比較して5.6cmの高値を示し(表1、2)、女子の五輪選手は高身長の傾向を示す点特徴的であった。

次に、競技別にみていくと(表3、4)、男子では、平均身長、上肢長および下肢長で最も高値を示したのが、バレーボール(スパイカー)(身長:194.6cm、上肢長:84.9cm、下肢長:100.8cm)であった。一方、身長で最も低値を示したのが、体操競技(163.8cm)であった。女子では、平均身長、上肢長および下肢長で最も高値を示したのが、男子同様バレーボール(スパイカー)(身長:179.4cm、上肢長:76.8cm、下肢長:92.9cm)であった。一方、最も低値を示したのが、身長で体操競技(147.6cm)、上肢長および下肢長でウエイトリフティング(軽量級)であった(上肢長:61.7cm、下肢長:73.2cm、表4)。上述してきた結果は、緒言で述べた先行研究(15、16)の報告を支持するものである。なお、男子トランポリンの上肢長(68.8cm)および下肢長(80.7cm)は共に、最も低値を示した。トランポリンにおける様々な回転動作を考慮すると、上肢長および下肢長が短い方が回転半径を小さくできるために、回転動作に有効になると推察される。

ところで、表3および4に示された競技種目において、最大値と最小値との差を見ると大きなばらつきが見られる種目が多い。これらのことを考慮すると、競技特性には身長、上肢長および下肢長以外の要素も影響することに注意が必要である。

2. 上肢長と下肢長との関係からみた競技種目差

表5および6に、上肢長および下肢長における平均値 $\pm 0.5SD$ を算出し、それぞれの長短の関係から競技種目を9つに区分した一覧表を示した。上肢長と下肢長との関係は、男女共に有意な正の相

関関係があるために、表5および6における区分において、右上、中央および左下の区分に多くの競技種目が集中した。しかし、上記の区分以外に位置する競技種目も幾つか見られた。五輪でメダルを獲得した競技種目に着目すると、男子では柔道(重量級)、スピードスケートおよびフィギュアスケートが(表5)、女子では柔道(中量級、重量級)、サッカー(ゴールキーパー)および卓球が(表6)、それぞれ該当した。男女で示された柔道(中量級、重量級)は、上肢長が、下肢長と比較して長い傾向にある。檜木(1984)らは、柔道における体格と得意技との関係を検討し、中量級および重量級選手の得意技として、大外刈、内股および背負投を報告している。また、出村・村瀬(1989)は、腕および脚の長さとの関係を検討し、腕の長さとは内股が、脚の長さとは内股、大外刈および払腰がそれぞれ密接な関係があることを報告している。相対的に上肢長が長く、下肢長が短い柔道選手の特徴は、上述の得意技との関係と、それを防御するための適正な上肢長および下肢長のバランスを有した結果であることが推察される。なお、男子柔道の重量級における上肢長のCVは2.3%であるのに対し、女子柔道の中量級および重量級のそれは4.2%および3.5%と高値を示した。これらのことから、上述してきた形態特性と得意技との関係は、より男子の方であてはまる結果であると考えられ、優れた競技成績を達成するための前提条件になる可能性が示唆された。

次に、柔道以外の種目(男子スピードスケート、男子フィギュアスケート、女子サッカー(ゴールキーパー)、女子卓球)に関しては、相対的に下肢長が、上肢長と比較して長い傾向にあった。上記4種目において、上肢長および下肢長の詳細について検討した先行研究は、我々の知る限り報告されていない。しかし、相対的に長い下肢長は、スピードスケートにおいては大きなストライド長を獲得すること、フィギュアスケートにおいてはスピンの途中で上げた長い脚を閉じることによって角運動量が保存され、高速スピンへつながること、卓球においては前後左右方向への移動を大きくで

きること、などにつながると考えられる。一方、女子サッカー（ゴールキーパー）は、競技特性を考慮すると、高身長および長い下肢長に加え、長い上肢長も必要になってくると考えられる。この点について、本研究では矛盾した結果が示されたが、今後、被験者数を増やすことに加え、競技特性をより理解した上で、再度データを解釈していく必要があると考えられる。

一方、表 5 および 6 において五輪でメダルを獲得した種目に着目すると、男子では、右上の区分に陸上競技（投擲）およびボクシング（中量級）が、左下の区分に体操競技が位置した（表 5）。女子では、右上の区分にバレーボール（スパイカー）が、左下の区分にレスリング（軽量級）およびウエイトリフティング（軽量級）が位置した（表 6）。上述の種目に関しては、身長、上肢長および下肢長の変動係数は低い傾向にあった（表 3、4）。これらの低い変動係数（3%未満）の各項目に関しては、その形態が五輪水準に達するための必要条件である可能性が推察される。男子陸上競技（投擲）、男子体操および女子バレーボール（スパイカー）における結果は、緒言で述べた先行研究の報告 2, 12, 14, 15) を支持するものとなった。また、男子ボクシング（中量級）の上肢長が長いことは、攻撃の際に有利に働くこと、女子ウエイトリフティング（軽量級）の上肢長が短いことは、バーベルの挙上距離が短くなり、効率的な動作につながること、など競技力と密接な関係があることが推察される。

本章では、競技者の上肢長と下肢長との関係（表 5, 6）に加え、身長、上肢長および下肢長における変動係数、最大値および最小値（表 3, 4）から、競技力と密接に関係する形態特性について検討してきた。本研究では、各競技の平均値を用いて考察をしてきたが、競技力と形態特性との関係をより詳細に検討する場合には、今後、個人別に分析を進めていくことも必要になると考えられる。

3. 年齢別の形態評価基準値とその活用

表 7 は、一般のジュニア競技者のみならず、一般人も対象にして上肢長および下肢長の長短を評

価できるように作成した。ある 20 歳以上の一般人における上肢長および下肢長の長短を、表 7 に基づいて評価し、その後、図 5 および 6 を用いて、上肢長と下肢長との長短の関係から競技の適性種目を検討する。20 歳から新たに競技スポーツを始める人は少ないかもしれないが、現在、JSC（JAPAN SPORT COUNCIL：独立行政法人 日本スポーツ振興センター）が実施しているナショナルタレント発掘・育成プログラムにおいて、合同トライアル（競技経験にかかわらず、一芸をもったタレントまたはアスリートを見出すオーディション形式のトライアル）、もしくは種目最適型プログラム（既に世界に通用する身体的・生理的・心理的な資質を持った競技者が、新たな種目に挑戦し、専門的スキルを集中的にトレーニングすることで、変更種目での成功を目指すプログラム）などに関する基礎的資料として活用できる可能性が考えられる。

一方、表 7 における 19 歳以下の基準値は、先行研究 5) のデータに基づいた一般人の発育における変化率から算出した。本研究では、幼児から成人までの発育が一般人と競技者と同じであると仮定し、表 7 を作成したが、競技者は日々のトレーニング活動の影響から、競技者独自の発育変化を示す（形態差が著しい）ことが容易に想像できる。従って、表 7 を用いた 19 歳以下の競技適性診断は、より専門化されたトレーニングを実施している競技者に対しては適用できない可能性がある。これは、先行研究において、各競技における長育発育の縦断データが数少ないことが原因であり、本研究の限界点であることを強調しておく。ただし、学校の体育およびクラブ活動程度の運動しか取り組んでいない人であれば、表 7、図 5 および 6 を用いて、長育からみた競技適性診断が行える可能性がある。この事は、タレント発掘などに関する基礎的資料になるだけでなく、小学校から中学校、中学校から高校へと進学する際に、運動部活動の選択資料として活用できると考えられる。

以上、表 7 の用い方について述べてきた。スポーツパフォーマンスは、長育の特性のみならず、体力、精神力、技術および戦術などが複雑に絡み

合って発揮されるものである。従って、長育の特性にのみによって、競技適性を診断することには限界がある。しかし、身長、上肢長および下肢長が必要となるバレーボール競技や、一方で、長い長育が競技動作に不利になる体操競技などでは、表 7、図 5 および 6 を参考に、競技の適性診断が比較的有効に活用できると考えられる。

本研究における表 7 は、主に一般競技者および一般人を対象に用いることのできる資料を提示した。今後、長育の平均値より逸脱の激しい種目、

すなわち長育の特徴的な競技者を評価する場合は、上肢長および下肢長の特徴的（短い、長い）な競技種目を取り上げ、それらの競技の中で平均値を算出し、表 7 を作成することも必要になる。このことよって、長育の成長過程における推定精度を高められるからである。本研究では、上記の方法による分析を行わなかったが、競技力と長育との関係が密接にある競技種目が数多く報告されてきた際には、今後、取り組むべき検討課題であると考えている。

V. 引用・参考文献

- 1) 出村慎一, 村瀬智彦. 柔道における得意技選択に関連する要因分析. 金沢大学教育学部紀要, 教育科学編, 38, 145-157, 1989.
- 2) French, K. E., Spurgeon, J. H. and Nevett, M. E. Anthropometric characteristics of Columbia, south Carolina, youth baseball players and Dixie youth world series players. Res. Q. Exerc. Sport, 78(3): 179-188, 2007.
- 3) Fujii, K., Demura, S. and Matsuzawa, J. Optimum onset period for training based on maximum peak velocity of height by wavelet interpolation method in Japanese high school athletes. J. Physiol. Anthropol. Appl. Human Sci., 24(1): 15-22, 2005.
- 4) 藤井勝紀. 発育・発達への科学的アプローチ — 発育・発達と健康の身体情報科学 —. 第2版, 人の発育・発達, 三恵社, 愛知, 2007, 42-111.
- 5) 磯川正教, 今中國泰, 大槻文夫, 北一郎, 桜井智野風, 山崎秀夫, 琉子友男. 新・日本人の体力標準値Ⅱ, 首都大学東京体力標準値研究会編, 初版, 長育, 不昧堂出版, 東京, 2007, 21-44, 149-154.
- 6) 北一郎, 出村慎一, 矢部俊政. 形態と水泳パフォーマンスの関係. 日本体育学会第38回大会号, 776, 1987.
- 7) マトヴェーエフ, L. P. スポーツ競技学. ナップ, 東京, 142-145, 2003.
- 8) 松野喜代隆, 榎本美紀子, 大平昭子, 越智三王. スポーツ選手の身体適性に関する研究(第四報): 特に形態の適性について. 体育学研究, 9(1): 6, 1964.
- 9) 道明博. 三角図形法の変法による運動選手の体型分類. 体力科学, 21: 49-65, 1972.
- 10) 宮下充正. 水泳の科学—キネシオロジーと指導への応用—. 杏林書院, 東京, 1970, 107-110.
- 11) 榎木豊秀, 平沼正治, 松永邦男. 柔道における体格と技の指導について. 武道学研究, 16(1): 156-157, 1984.
- 12) 鳴海寛, 福田廣夫. バスケットボール競技における身長差と勝敗について. 日本体育学会第28回大会号, 495, 1977.
- 13) 大永政人, 土屋正幸. 形態を基礎としたスポーツの類型化. 鹿児島大学教育学部研究紀要. 自然科学編, 23: 104-113, 1972.
- 14) 阪口勝哉, 加賀谷善教. 中学生期の男子バレーボール競技におけるジャンプ力向上に関する研究. スポーツトレーニング科学, 8: 88-93, 2007.
- 15) 曾凡輝, 王路徳, 刑文華. スポーツタレントの科学的選抜. 道和書院, 東京, 1998, 21-27, 46-51, 232-245.
- 16) Storey, A. and Smith, H. K. Unique aspects of competitive weightlifting: performance, training and physiology. Sports Med., 42(9): 769-790, 2012.
- 17) 鈴木文子. Sheldonの三角図形法による体型及び体格の判定に関する研究: 第1編 男女大学生及び高校生の体型及び体格について. 体力科学, 5(5): 207-218, 1956.
- 18) 鈴木文子. Sheldonの三角図形法による体型及び体格の判定に関する研究: 第2編 各種スポーツマンの体型と体格: 第3編 陸上競技と水泳選手の体型と体格: 第4編 カ士と学生相撲選手の体型と体格. 体力科学, 7(1): 19-39, 1958.
- 19) 鈴木慎次郎, 鈴木秀雄, 大島寿美子, 山川喜久江, 早川徳子, 手塚朋道, 長嶺晋吉. スポーツマンの体型. 体育学研究, 4(1): 48, 1959.
- 20) 田中信雄, 辻田純三, 堀清記, 千賀康利, 大槻寅之助, 山崎武. スポーツマンの体格および体型に関する研究—競技種目別による運動選手の体格の差異について—. 体力科学, 26: 114-123, 1977.

Abstract

The purposes of this study were to examine sport specific characteristics of summer and winter Olympians in terms of height and limb lengths, and to establish an age-specific morphological evaluation standard for junior athletes in relation to growth change of general Japanese population. Subjects of this study were all Japanese athletes and candidate athletes who participated in Beijing, London, Torino and Vancouver Olympic Games, and their height and limb lengths were measured. As a result, specific characteristics for each sport were found in arm and leg lengths, which reflected morphological characteristics requires for each sport. Evaluation standard for height and limb lengths of junior athletes were established based on the average growth change tendency of general population. The result of this study can be applied to sport aptitude diagnosis..

Key words: Arm length, Leg length, Growth development, Sport aptitude diagnosis