

(Memoirs of the Faculty of Education and Human Studies)  
 Akita University (Natural Science)  
 68, 41 - 45 (2013)

## 大学陸上競技部員における身体的特徴の多様性

藤木 雄也, 高崎 裕治

### Diversity of physical characteristics in college students belonging to the track and field club

Yuya FUJIKI, Yuji TAKASAKI

#### Abstract

Morphological and physiological characteristics were examined in 15 college male students training in the track and field club. Subjects were classified into four groups depending on their chosen event, that is, throwers, sprinters, distance runners, and jumpers. Morphological characteristics were measured on height, body weight, girth at chest, upper arm and thigh, and triceps and subscapular skinfold thickness. Physiological characteristics were determined on maximal anaerobic power, back strength, and maximal oxygen uptake. Analysis of variance and Bonferroni's multiple comparison showed throwers to be significantly different from other groups in many characteristics. Furthermore, principal component analysis revealed that college track and field students tend to have aerobic and/or anaerobic power appropriate for their chosen event as well as elite athletes.

**Keywords :** physical characteristics, diversity, track and field, aerobic power, anaerobic power

身体的特徴, 多様性, 陸上競技, 有酸素能力, 無酸素能力

#### 1 はじめに

私たちは各人が様々な身体的特徴を持ち合わせているが、特に、運動選手では実施している種目の特性にふさわしい身体的特徴を備えている。バスケットボールやバレーボールでは高身長選手が多く、相撲やラグビー(フォワード)のようなコンタクトスポーツでは高体重選手が多く見受けられる。数多いスポーツ種目の中でも陸上競技についてみると、トラック・アンド・フィールドという名前の通り、トラック(短, 中, 長距離走)とフィールド(投てき, 跳躍)で展開されるいろいろな運動特性を持った種目が含まれている。したがって、同じ陸上競技の選手でも実施している種目によって身体的特徴が異なる様子はしばしば目にするところである。その種目に有利な形態的, 機能的特徴を先天的に持ち合わせ、あるいは日々のトレーニングにより後天的に形成しているものと思われる。

陸上競技選手の身体的特徴に注目したものとしては、Thorland et al. (1981) が米国のジュニアオリンピックの陸上競技選手の形態的特徴を調べている。Kellet et al. (1983) は英国の男性スプリンターとマラソンランナーの形態, 血液, 機能, 運動能力を比較している。Housh

et al. (1984) は英国のエリート青少年スポーツ選手について、種々の形態的特徴を検討している。近年では、Vucetic et al. (2008) がクロアチアの国代表レベルの短・中・長距離ランナーの形態的特徴を比較している。

しかし、これらの研究はいずれもトップアスリートについてのものである。日々、トレーニングを積み重ねることにより、体格, 筋力や全身持久力など種々の体力要素の特徴はその種目にふさわしく特化していくであろう。したがって、運動選手であっても、その人の競技歴, トレーニング歴や競技力, 競技成績によって身体的特徴の鮮明さは異なるものと考えられる。本研究では、地方の国立大学の陸上競技部に所属している部員について、種目分野や個人のレベルでどのような形態的, 機能的特徴がみられるのかを検討したので報告する。

#### 2 資料と方法

被験者は東北地方にある国立大学に在籍している現役の男子陸上競技部員 15 人である。取り組んでいる種目を分野別にまとめると、投てき, 短距離走, 長距離走, 跳躍の 4 分野に分類することができる。各被験者の種目分野, 年齢, 運動歴, 大学での種目と自己最高記録, 及

表1 被験者の運動歴と記録

被験者	現在の競技種目	種目分野	自己最高記録	日本学生記録	高校までの運動歴
A	円盤投げ	投てき	41m72	57m74	小(野球, 陸上・短距離)中(陸上・短距離)高(陸上・やり投げ)
B	砲丸投げ	投てき	12m89	18m64	小(野球)中(陸上・短距離, 砲丸投げ)高(陸上・砲丸投げ)
C	やり投げ	投てき	57m38	84m28	小(野球, 水泳)中(野球, 陸上・短距離)高(陸上・やり投げ, 400mハードル)
D	やり投げ	投てき	59m27	84m28	小(野球)中(陸上・長距離)高(陸上・やり投げ)
E	ハンマー投げ	投てき	29m32	73m82	小(野球, バスケット)中(野球)高(陸上・短距離)
F	100m, 200m	短距離	10秒82, 22秒00	10秒05, 20秒26	小(野球)中(野球)高(野球, 陸上・短距離)
G	110mハードル	短距離	15秒30	13秒50	小(野球)中(野球)高(陸上・ハードル)
H	400m	短距離	53秒95	45秒03	小(水泳)中(バスケット)高(水球)
I	100m, 200m	短距離	11秒31, 23秒08	10秒05, 20秒26	小(サッカー)中(サッカー, 陸上・長距離)高(陸上・やり投げ)
J	5000m	長距離	18分30秒	13分19秒	小(水泳, ハンドボール)中(野球)高(無所属)
K	5000m	長距離	18分10秒	13分19秒	小(野球)中(陸上・棒高跳び)高(陸上・長距離)
L	5000m	長距離	14分50秒	13分19秒	小(野球)中(バスケット, 陸上・長距離)高(陸上・長距離)
M	3000m障害	長距離	9分58秒	8分25秒	小(水泳)中(体操)高(陸上・長距離)
N	棒高跳び	跳躍	4m30	5m65	小(陸上)中(陸上・棒高跳び)高(陸上・棒高跳び)
O	走幅跳び, 三段跳び	跳躍	6m45, 13m33	8m25, 16m98	小(野球)中(野球)高(陸上・幅跳び, 三段跳び)

び参考のために学生記録を表1に示している。運動歴をみると、全員が小学生の頃から学校や地域において陸上競技に限らず何らかの運動を継続している。小学校から現在に至るまで陸上競技を経験してきた者は2人である。7人が中学校と高校で、13人が高校で陸上競技の種目を部活動で経験している。中学校、高校、大学と種目分野が一致している者が3人いる。高校と大学で種目分野が一致している者が11人いる。自己最高記録と学生記録から競技力を勘案すると、被験者である陸上競技部員は地方大会において入賞を競い合うレベルにある者たちで構成されている。

身体的特徴について、形態面からは身長、体重、胸囲、上腕最大囲、大腿最大囲、上腕背部皮脂厚、肩甲骨下部皮脂厚を測定した。皮脂厚の測定には栄研式皮脂厚計を用いた。上記2部位の皮脂厚の合計値から体密度を算出し(Nagamine and Suzuki 1964)、体脂肪率を推定した(Brozek et al. 1963)。

機能面からは、背筋力、最大無酸素パワーを測定し、最大酸素摂取量を最大下運動から推定した。背筋力はストレインゲージ式の背筋力用アタッチメント(竹井機器, バック-D)を用いて、立位で上体を30度前傾した姿勢から上体を起こすように牽引して測定した。

最大無酸素パワーは自転車エルゴメーター(モナーク, 828E)の全力駆動によって発揮される最大パワーにより評価した(中村, 1986)。最大パワーは負荷の大きさに影響されるので実測できない。したがって、自転車エルゴメーターを全力駆動したときの負荷(L)とペダルの最大回転速度(R)が直線関係にあることを利用して数段階の負荷で最大回転速度を測定し、直線回帰式  $R = -a \times L + b$  (1式)を求める。ただし、aは傾き、bは切片である。次に、自転車エルゴメーターの特性から負荷Lkg、ペダルの最大回転速度Rrpmのときのパワー(Pwatt)は  $P = L \times 9.8 \times 6 \times R / 60 = 0.98 \times L \times R$  (2式)となる。ただし、9.8は重力加速度 ( $m/s^2$ )、6はペダルが1回転したときにフライホイールが動く距離(m)である。1式を2式に代入して整理すると、 $P = 0.98 \times (-$

$a(L - b/2a)^2 + b^2/4a$ 、したがって、 $L = b/2a$  のときPは最大値をとり、 $P_{max} = 0.98 \times b^2/4a$  となる。すなわち、1式の係数a、bを算出すれば、最大パワーを求めることができる。本研究では、1式の直線回帰式を算出するための負荷を3、5、7kpの3段階に設定した。被験者はそれぞれの負荷を約10秒間全力駆動し、その間のペダルの最大回転速度を記録した。

最大酸素摂取量は漸増負荷による最大下運動を自転車エルゴメーターで行い、その間の心拍数と酸素摂取量の直線回帰関係から推定した。酸素摂取量は呼気ガス分析装置(ミナト科学, エアロモニタ AE-310S)により、10秒間ごとの平均値を求めた。心拍数は呼気ガス分析装置に付属のアタッチメントを用いてR-R間隔から酸素摂取量と同じタイミングで算出した。漸増負荷は2.0kpから開始し、2分ごとに0.5kpずつ漸増して4kpまで負荷した。得られた心拍数と酸素摂取量の直線回帰式から予測最大心拍数(210 - 年齢)に対応する酸素摂取量を最大酸素摂取量とした。

各測定項目について、種目分野間の差異の検討には分散分析とボンフェローニの多重比較を実施した。検定の有意水準は5%とした。各種測定値に基づいた被験者の分類には主成分分析を用いた。なお、実験に先立ち、各被験者からインフォームドコンセントを得た。

### 3 結果と考察

表2は各被験者の形態的特徴、及び全員の平均値と標準偏差を示している。被験者の平均年齢は20.5歳であった。身長と体重の平均値を平成23年度に実施された体力・運動能力調査(文部科学省, 2012)の結果と比較すると、20歳代前半の男子の全国平均(身長171.6cm, 体重65.4kg)と被験者の平均値に有意差は認められなかった。胸囲は、体力・運動能力調査で測定項目として取り上げられていた頃の20歳男子の全国平均が87.88cm(平成6年)である。被験者の平均値と比較すると有意差は認められなかった。身長、体重、胸囲以外の測定項目では体力・運動能力調査による資料がないので、比較的標

表2 被験者の形態的特徴

被験者	年齢 歳	身長 cm	体重 kg	胸囲 cm	上腕最大囲 cm	大腿最大囲 cm	皮脂厚			体脂肪率 %
							上腕背部 mm	肩甲骨下部 mm	合計 mm	
A	22	173.8	76.6	95.0	32.5	57.2	5	11	16	8.8
B	22	171.1	84.4	97.0	35.0	63.0	12	20	32	16.3
C	21	173.9	76.8	92.0	33.0	55.0	10	20	30	15.4
D	21	176.6	85.2	102.0	35.0	60.0	18	22	40	20.2
E	20	171.6	71.5	88.0	31.0	56.0	10	12	22	11.6
F	22	174.3	77.2	95.0	31.0	59.0	14	12	26	13.5
G	24	177.4	67.0	89.0	27.0	52.0	10	12	22	11.6
H	20	172.9	61.6	83.0	28.0	50.0	9	11	20	10.7
I	20	173.7	65.8	86.0	26.0	52.0	7	12	19	10.2
J	21	176.8	66.8	91.0	24.0	48.0	11	9	20	10.7
K	19	167.6	56.9	77.0	25.0	48.0	10	9	19	10.2
L	19	163.3	52.3	84.0	23.0	46.0	10	6	16	8.8
M	19	164.2	51.6	81.0	25.0	45.0	6	9	15	8.4
N	19	164.1	57.8	82.0	26.0	48.0	6	10	16	8.8
O	19	170.5	64.7	86.0	27.0	53.0	8	9	17	9.3
平均	20.5	171.5	67.7	88.5	28.6	52.8	9.7	12.3	22.0	11.6
SD	1.5	4.7	10.7	6.8	4.0	5.4	3.3	4.7	7.1	3.4

表3 被験者の機能的特徴

被験者	最大回転数* rpm			最大無酸素パワー W	背筋力 kg	最大酸素摂取量	
	3kp	5kp	7kp			ml/min	ml/kg/min
A	204	185	159	1243.1	184.0	2842.5	37.1
B	164	160	141	1438.6	184.0	2701.4	32.0
C	186	151	126	859.0	153.0	2669.4	34.8
D	192	168	137	979.2	168.0	3047.5	35.8
E	187	176	143	1114.3	140.0	3052.1	42.7
F	202	181	146	1061.9	149.5	3450.0	44.7
G	183	166	133	976.2	149.0	2722.3	40.6
H	181	154	119	827.7	127.0	2860.2	46.4
I	200	173	137	962.5	149.0	3173.8	48.2
J	141	120	61	526.6	86.5	3143.2	47.1
K	172	138	112	759.7	101.0	2969.6	52.2
L	151	120	56	535.1	88.0	2928.8	56.0
M	156	120	84	600.3	136.0	3034.9	58.8
N	178	143	92	685.0	129.0	2488.0	43.0
O	191	165	130	911.9	158.0	3293.1	50.9
平均	179.2	154.7	118.4	898.7	140.1	2958.5	44.7
SD	19.0	22.2	31.3	257.9	30.2	254.6	7.9

\*自転車エルゴメーターを全力駆動したときの回転数。

本数の多い調査資料と比較した。筑波大学の一般学生で20歳男子の上腕最大囲と大腿最大囲の平均値はそれぞれ26.8cmと51.2cmであり（筑波大学体育センター，1999），いずれも被験者の平均値と有意差を認めなかった。同じく皮脂厚についてみると，上腕背部と肩甲骨下部の平均値はそれぞれ11.3mmと14.4mmであり（筑波大学体育センター，1993），いずれも被験者の平均値と有意差を認めなかった。

表3は被験者の機能的特徴を示したものである。被験者の最大無酸素パワーの平均値を中村ら（1984）が21

歳から28歳までの体育学生を対象に測定した結果の平均値927Wと比較すると，有意差を認めなかった。背筋力についてみると，文部省が体力・運動能力調査で実施していた頃の20歳男子の全国平均は139.55kg（平成8年）である。これらの数値と被験者の平均値を比較すると，有意差は認められなかった。被験者の体重1kg当たり最大酸素摂取量の平均値を小林ら（1980）が20歳代男子で測定した平均値42.7ml/kg/minと比較すると，有意差を認めなかった。

表2や表3で示している身体的特徴を平均値でみる限

表4 各種目分野の身体的特徴

測定項目		投てき	短距離	長距離	跳躍	F 値
1. 身長 (cm)	平均	173.4	174.6	168.0	167.3	3.12
	SD	2.2	2.0	6.2	4.5	
2. 体重 (kg)	平均	78.9	67.9	56.9	61.3	9.88**
	SD	5.8	6.6	7.0	4.9	
3. 胸囲 (cm)	平均	94.8	88.3	83.3	84.0	4.24*
	SD	5.3	5.1	5.9	2.8	
4. 上腕最大囲 (cm)	平均	33.3	28.0	24.3	26.5	24.79**
	SD	1.7	2.2	1.0	0.7	
5. 大腿最大囲 (cm)	平均	58.2	53.3	46.8	50.5	10.35**
	SD	3.3	3.9	1.5	3.5	
6. 体脂肪率 (%)	平均	14.4	11.5	9.5	9.0	3.01
	SD	4.4	1.4	1.1	0.3	
7. 最大無酸素パワー (W)	平均	1126.8	957.1	605.4	798.4	7.98**
	SD	226.1	96.8	108.0	160.5	
8. 背筋力 (kg)	平均	165.8	143.6	102.9	143.5	8.44**
	SD	19.3	11.1	23.0	20.5	
9. 最大酸素摂取量 (ml/kg/min)	平均	36.5	45.0	53.5	47.0	11.95**
	SD	3.9	3.2	5.1	5.6	

F 値は各測定項目について種目分野を要因とする分散分析結果を示す。

\*\* 1%水準, \* 5%水準

表5 各種目分野の身体的特徴の比較 (ボンフェローニの多重比較)

	投てき	短距離	長距離	跳躍
投てき		4	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9	2, 4
短距離			4	—
長距離				—
跳躍				

表中の数字は表4の測定項目番号に対応し、種目分野間で有意差のある測定項目を示す。太字は1%水準、その他は5%水準で有意。

り、今回の被験者である陸上競技部員は、極めて一般学生と変わらない形態的、機能的特徴を備えていると考えられる。しかし、例えば最大無酸素パワーについてみると、個々の被験者の値を中村 (1986) の最大無酸素パワーテストによる評価表と比較すると、「かなり優れている」1名、「優れている」2名、「普通」3名、「やや劣っている」6名、「劣っている」1名、「かなり劣っている」2名であり、被験者間で変異の幅が大きい。最大無酸素パワーは数秒程度の非乳酸性のエネルギー発揮能力をみるものであり、瞬発性の種目分野である投てきの被験者に優れている者が見受けられる。一方、その他の種目分野で最大無酸素パワーに優れていると判定される者は一人もいなかった。被験者が所属している種目分野により身体的特徴が異なっていることを推測させるものである。

表4は各種目分野ごとの身体的特徴を各測定項目の平均値と標準偏差で示している。各測定項目について種目分野を要因として分散分析すると、身長と体脂肪率を除いて有意差が認められ、種目分野間で身体的特徴は異なる。表5は各測定項目について、どの種目分野間に有意差が認められるのか、ボンフェローニの多重比較を行った結果である。4つに分類した種目分野のうち、投てき

種目の被験者群において、他の種目分野の被験者群と異なった身体的特徴を持っていることが観察される。投てき種目の被験者群が他のいずれの種目分野の被験者群よりも有意に大きいのは上腕最大囲である。投てきの動作にも全身の協調性や筋力が関与することはいうまでもないが、投てき物を放り投げるため、特に上肢の筋の発育が促されてきたものと思われる。また、投てき種目の被験者群の体重は長距離や跳躍の種目の被験者群よりも有意に重かった。特に投てき種目の被験者群は長距離種目の被験者群とは多くの異なった身体的特徴を示す。長距離種目の被験者群よりも胸囲、大腿最大囲、最大無酸素パワー、背筋力の値が有意に大きかった。ただし、体重1kg当たり最大酸素摂取量については、長距離種目の被験者群よりも有意に小さかった。当然のことながら、持久性の種目分野である長距離の被験者群が有酸素能力に優れていることを示す結果である。その他、短距離種目と長距離種目は走運動の対極にあり、両種目間で身体的特徴も幾つか異なると予想したが、上腕最大囲に有意差が認められるのみであった。

陸上競技の種目分野のうち、投てき種目の被験者群の身体的特徴が顕著に異なっている状況は各種目分野で活動している被験者群の平均値から得られた結果である。それぞれの種目分野で活動している個々の被験者は相互に類似した身体的特徴を有しているのであろうか。表6は今回取り上げた各種測定値を主成分分析して抽出される第1主成分と第2主成分について測定項目ごとの主成分負荷量を示したものである。第1主成分は最大酸素摂取量と負の相関関係にあることから有酸素能力の有無を意味し、第2主成分は背筋力や最大無酸素パワーと負の相関関係にあることから無酸素能力の有無を意味すると

解釈することができる。各被験者について第1主成分得点と第2主成分得点を算出し、各被験者の位置づけを試みたものが図1である。各種目分野の被験者数が少ないので必ずしも明瞭でないが、それぞれの種目分野の被験者はお互いに比較的近い場所に位置し、緩やかなグループを形成する。種目分野が同じ被験者たちは、ある程度共通した身体的特徴を備えているものと考えられる。投てき種目の被験者はいずれも有酸素能力が低く、無酸素能力は高い者と低い者がいる。短距離種目の被験者は有酸素能力も有酸素能力も平均的な者たちである。長距離種目の被験者はいずれも有酸素能力が高く、無酸素能力の低い者が混在している。跳躍種目の被験者は有酸素能力も無酸素能力も僅かに高い者たちである。

表6 身体的特徴の主成分負荷量

	第1主成分	第2主成分
身長	0.661	0.523
体重	0.984	0.118
胸囲	0.897	0.248
上腕最大囲	0.949	-0.136
大腿最大囲	0.968	-0.128
体脂肪	0.798	0.356
最大無酸素パワー	0.839	-0.442
背筋力	0.808	-0.471
最大酸素摂取量	-0.896	-0.042

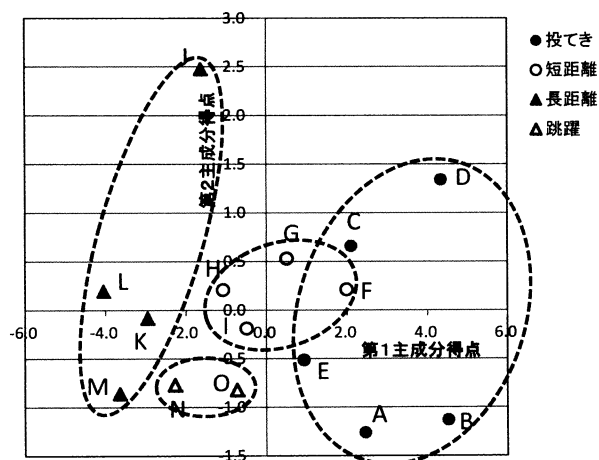


図1 第1主成分得点と第2主成分得点による各被験者の位置づけ

以上、本研究で対象とした大学陸上競技部員においてもエリート選手と同様に、種目分野別にみても個人的にみてもそれぞれの種目分野の運動特性に応じた身体的特徴を持ち、多様性に富んでいることが観察される。種目分野別にみると、特に投てき種目の被験者群の形態的、機能的特徴が他種目の被験者群と異なっている。エリート選手と比較して程度に差はあるものの、各種目分野の個々の被験者はその種目分野の運動特性にふさわしい有

酸素能力や無酸素能力を示す傾向が見受けられる。これら身体的特徴の多様性は、先天的な資質に加えて、各人が長年にわたり関わってきた運動種目の競技力向上に必要なトレーニングを通じて培われたものと考えられる。今回の被験者は比較的小規模な国立大学の陸上競技部員であるために十分な被験者数を得られなかったが、継続的に入部してきた者を測定して標本数を増やすことで各種目分野の身体的特徴はより明らかになるであろう。

#### 4 引用文献

- Brozek J et al.: Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions, *Ann NY Acad Sci*, 110: 113-140, 1963
- Housh TJ et al.: Anthropometric and body build variables as discriminators of event participation in elite adolescent male track and field athletes, *J Sports Sci*, 2: 3-11, 1984
- Kellet DW et al.: A comparison of some biophysical characteristics in British male sprinters and marathon runners, *J Sports Sci*, 1: 76, 1983
- 小林寛道ら：一般健康成人男子および中高年スポーツ愛好者の Aerobic Power, *体育学研究*, 24: 313-323, 1980
- 文部科学省：平成8年度体力・運動能力調査報告書, 1997
- 文部科学省：平成23年度体力・運動能力調査報告書, 2012
- Nagamine S and S Suzuki: Anthropometry and body composition of Japanese young men and women, *Human Biol*, 36: 8-15, 1964
- 中村好男ら：最大無酸素パワーの自転車エルゴメーターによる測定法, *J J Sports Sci*, 3: 834-839, 1984
- 中村好男：最大無酸素パワーの測定、一般人・スポーツ選手のための体力診断システム（宮下充正編）、ソニー企業、1986
- Thorland WG et al.: Body composition and somatotype characteristics of Junior Olympic athletes, *Med Sci Sports Exerc*, 13:332-328, 1981
- 筑波大学体育センター：筑波大学生体力・運動能力測定値, *大学体育研究*, 15号, 1993
- 筑波大学体育センター：筑波大学生体力・運動能力測定値, *大学体育研究*, 22号, 1999
- Vucetic V et al.: Morphological differences of elite Croatian track-and-field athletes, *Coll Anthropol*, 32: 863-868, 2008