スポーツマン形質の Allomorphosis

服 部 恒 明

(昭和51年8月3日 受付)

On the Allomorphosis of Anthropometrical Dimensions on Athletes

Komei Hattori

(Tokyo University of Agriculture and Technology)

Number of reports concerning the physique of the various athletes have been reported. The present study aims to clarify the interspecific allometry relation among several sports categories, because the analysis by allomorphosis has not been previously attempted.

The materials used in this study are anthropometrical data of the athletes on 15 sports categories in male and 9 sports categories in female from the Report of Physical Fitness Tests on the Representative Athletes of Japan in Universiade Summer Event (1967) published by the Japanese Amateur Sports Association.

In double logarithmic grid papers to indicate the allomorphosis relations, stature is taken as abscissa (x) and the other 5 items are ordinate (y). Straight relations (tribes) are drawn paralleled to the regression lines to indicate the relative variations on non-specially trained young peoples (Hattori and Sawaki, 1971).

From the results indicated as the scatter diagrams on log-log papers (Figs. 1~10), the findings are summarized as follows. In body weight, the heavier class in Judo has a tendency to be biased to the higher tribe than the lighter one. Gymnastics in both sexes locate lower tribes nevertheless they have conspicuous muscular types on physique. In sitting height, sole tribe can be identified. In chest girth, fencing, volleyball and basketball in male situated the lower tribe, on the other hand long distance run and gymnastics in male and swimming in female transit to higher tribes in comparison with the result of body weight. Swimming in both sexes show relatively (allomorphosis point of view) large forearm and small upper arm and reverse relation can be observed in tennis players.

(Komei Hattori : On the Allomorphosis of Anthropometrical Dimensions on Athletes, *Jap. J. Phys. Educ.*, Vol. 21, No. 4, Dec., 1976, pp. 217~224)

スポーツマンの形質が非鍛練者に比し、より発達していることは、すでに幾つかの報告によって明らかにされてきている (Correnti, 1960⁴⁾; Montoye, 1967¹²⁾). この差は持続的な運動刺激のため二次的に形成された適応現象と生来の適性に基づく要素が加味したものと考えられる。身長等は生来的な要素が強いと考えられるが (Furusho, 1974³⁾), 軟部量が比較的多く関与する測度では、非対称性の刺激に由来する形質の左右差に関する報告なども多く、適性化の傾向がつよいといえよう (岩本, 1958⁹⁾; Chhibber, 1970²⁾, 1972³⁾). すなわち刺激の受容量と淘汰の著しい、いわゆる一流選手には適応、適性の寄与の度合は異にしつつも、その種目固有の形質が観察されるものと考えられる。

種目間の形質の近似性や差異についての検討は主として絶対量の差や2測度間の比の比較等によりなされている (大槻, 1928¹³⁾; 吉田, 1933²²⁾; Tanner, 1952²¹⁾; Pere et al., 1954¹⁴⁾; 浅川ら, 1956¹⁾; 下条, 1959¹⁹⁾; 白井, 1959²⁰⁾; 勝木ら, 1965¹⁰⁾; 小林, 1968¹¹⁾; Schreider, 1968¹⁶⁾; Pole-dmak, 1975¹⁵⁾). 一方ヒトの2形質間の変異には種内あるいは種間の場合を問わずに、それぞれの対応において固有の関係のあることが知られている。身長・体重の関係についていうならば、身長階級が大となるにつれ、体重の比率が大きくなるのは周知のことであり (服部, 1973⁶⁾), 異なった身長階級間で等しい体重をもつことは、すでに等質でないことを意味している。

対応する2測度の絶対量が2集団において異なる場合、それらの2測度間関係が集団間で近似しているかどうかを判断するには、2変量の座標点がつくる集団間の並びをみるのが便利であろう。これは上記の身長・体重関係の例のように直線的な配列を示すとは限らない。むしろ直線の場合も含む多次元関係として表わすのが妥当であろう。この方法は Huxley と Teissier (1936)⁸⁾ によって提唱された Allometry 分析中の interspecific allometry (allomorphosis) と呼ばれるもので、ヒトを含めた生物の様々な変異によく適合する方法として評価されてきている (清水, 1957¹⁷⁾, 1959¹⁸⁾).

Allometry 式 ($y = bx^a$) は両辺を対数変換すれば $\log y = \log b + a \log x$ として示され、変量 x , y の対数値をとれば a 値がいかなる場合にも直線関係が得られることになる。

本研究ではスポーツ種目集団がそれぞれ固有の形質を有するところから、これらの形質間の生物学的な近似性や特異性を示すため、いまだ検討されていない allomorphosis 分析の適用を試みた。

資料と方法

資料は1967年ユニバシアード夏季大会日本代表選手体力測定結果 (日本体育協会・スポーツ科学委員会) から男15種目、女9種目に関する測定値の平均値を用いた (Table 1). それぞれの種目は、つぎのような略号によって表わしてある。すなわち陸上競技短距離 (Ts), 陸上競技中長距離 (Td), 陸上競技跳躍 (Tj), 陸上競技投擲 (Tt), 体操 (G), 柔道軽量級 (Jl), 柔道中量級 (Jm), 柔道重量級 (Jh), フェンシング (F), テニス (Te), バレーボール (V), バスケットボール (B), 水泳競泳 (S), 水泳飛込 (D), 水球 (W) である。各種目ごとの例数、および分析の対象とした6項目 (身長、体重、座高、胸囲、上腕最大囲、前腕最大囲) の平均値は Table 1 のとおりである。

Allometry 式 $y = bx^a$ の基線 x には身長をとり、他の測度を y とした。それは相対変異研究では総合的な指標である身長を基線とするので最も一般的であるためである。

Allomorphosis 研究において直線関係を示して配列するプロットのまとまり (tribe) が複数想定される場合には、資料集団から求められる回帰直線は検討の対象とする種目の種類や数によって変動することが考えられ基準となりにくい。そこで基準の tribe は服部ら (1971) により報告されている一般青年 (18歳) の相対変異式とし、Fig. 1 ~ Fig. 10 において太実線で示してある。すなわち同じ tribe 上に位置するものは2測度間の生物学的な関係に共通性や近似性があるといえる。一方、それぞれの種目が本研究の検討の対象となった男15種目、女9種目間でどのような形質の相対的位置を占めるかを知るため、Table 2 に今回の

Table 1 A part of the table of mean values of six items in each sports category cited from the Report of Physical Fitness Tests on the Representative Athletes in Japan in Universiade Summer Event (1967)

		Male								Female							
		N	Mean values mm						N	Mean values mm							
			ST	BW	SH	CG	GU	GF		ST	BW	SH	CG	GU	GF		
Track & Field	sprint	Ts	12	1727	651	922	893	251	243	5	1621	564	864	816	250	229	
	distance	Td	9	1680	571	899	870	237	235	—							
	jump	Tj	7	1748	653	925	907	265	256	4	1663	591	—	830	247	228	
	throw	Tt	6	1775	834	971	1011	317	293	4	1653	693	896	912	280	251	
Gymnastics		G	6	1634	570	884	887	290	262	6	1535	487	837	804	236	219	
Judo	light weight	Jl	4	1660	667	905	929	291	266	—							
	middle weight	Jm	4	1777	822	948	985	329	292	—							
	heavy weight	Jh	4	1797	1001	959	1068	349	308	—							
Fencing		F	11	1718	615	923	845	253	254	—							
Tennis		Te	3	1703	617	892	891	262	267	4	1583	551	855	822	254	239	
Volleyball		V	11	1750	700	—	860	269	252	11	1690	680	—	876	270	248	
Basketball		B	12	1837	780	975	915	270	263	12	1643	613	886	839	250	235	
Swimming		S	18	1718	686	935	963	296	262	12	1617	555	879	874	262	235	
Diving		D	4	1650	589	902	895	274	256	4	1581	528	859	833	261	230	
Water-polo		W	9	1727	709	921	981	306	269	—							

ST : Stature, BW : Body weight, SH : Sitting height, CG : Chest girth, GU : Girth of upper arm, GF : Girth of forearm

data に基づく回帰分析の結果を、またその回帰直線は Fig. 1~Fig. 10 の中に点線によって示してある。

結果と考察

1. 体重：身長一体重の関係では Fig. 1 に示してあるように、男ではおよそ5つの Allomorhosis 群が区分できる。すなわち、最も上位の tribe に Jh が独立し、つぎの tribe に Tt と Jm が、ついで B, W, S, Jl が同一の群をつくっている。第4番目の一般青年の Allometry 関係と近似して配列するものには、V, Tj, Ts, Te, D, G があり、やや下って Td がある。

このように柔道では、軽、中、重量級と段階的により上位の tribe へ移行している。このことは重いクラスほど身長に相応する以上の重量が要求されているためと考えられるが、このことが日本の柔道における特異的な現象かどうかを知るには外国人について分析を実施し比較形態学的に検討する必要があるが、重量制の1つの問題を示唆す

るものといえよう。

つぎに女子の場合であるが、Fig. 2 にみられるように Tt が最上位の tribe に独立し、V と B がこれにつぎ、Tj, Ts, S, D, Ts が同一の tribe をつくっている。G は最下位に位置するが、男の場合も比較的低位の tribe に含まれていた傾向と一致する。すなわち、体操が低身長と良好な筋の発達を形態的特徴としている点から上位 tribe に位置するのではないかという予想に反する傾向を示した。これは体操選手の皮脂厚量の減少に関係していると考えられる。

2. 座高：Fig. 3 と Fig. 4 に男女の結果が示してある。いずれもほぼ単一の tribe となっており、種目による身長一座高の Allomorhosis 関係に大きな差は認められないことを示している。幾分男の Ft が上位に、Te が下位に傾いており、相対的にそれぞれ高座高、低座高であることが知れる。

3. 胸囲：座高に対し胸囲ではより特徴的な tribe の形成が認められる (Figs. 5, 6)。男では体

Fig. 1 Body weight against stature in male; logarithmic plotting. Thick line shows the standard tribe calculated by Hattori et al. (1971), and thin lines parallel to standard tribe are other ones. Broken line represent the regression line on Table 2.

Fig. 2 Body weight against stature in female; logarithmic plotting

Table 2 Allometry coefficients (α) and logarithmic values of constant b ($\log b$) of five items against stature using the mean values of the sports' categories dealing with this paper

	Male		Female	
	α	$\log b$	α	$\log b$
Body weight	3.338	-5.631	3.448	-5.856
Sitting height	0.845	0.076	0.868	0.024
Chest girth	0.793	0.194	0.854	0.040
Girth of upper arm	0.936	-0.643	0.956	-0.710
Girth of forearm	0.848	-0.474	0.946	-0.720

Fig. 3 Sitting height against stature in male; logarithmic plotting

Fig. 5 Chest girth against stature in male; logarithmic plotting

Fig. 4 Sitting height against stature in female; logarithmic plotting

Fig. 8 Chest girth against stature in female; logarithmic plotting

Fig. 7 Girth of upper arm against stature in male; logarithmic plotting

重において上位の tribe に位置していた V, B は一般青年による太線の回帰直線よりも下位へ移行している。F は単独で最下位の tribe となり、身長との相対的な関係でみると狭胸型であることを示している。一方、体重で最下位の tribe にあった Td は中間のそれに移っており、高い肺機能を必要とする持久走の特性が胸囲に示されているとも考えられる。G もまた上位へ移行している。

女子では、tribe は4つに分けられ、体重の場合に比し S の上位 tribe への移行が著しい特徴

Fig. 8 Girth of upper arm against stature in female; logarithmic plotting

となっている。一般青年に比する、身長に対する体重と、はるかに大きな胸囲が競泳選手の形態的特徴といえよう。

4. 上腕最大囲: Fig. 7 にみられるように、男では8つの tribe をつくっており、上位より Jh, Jm, Tt と W, S・JI と G, V と D, B・Tj と Te, F と Ts および Td である。このように種目の特徴が顕著で一般に上腕の使用の著しい種目が上位 tribe に位置しており、適性化の生じやすい測度といえよう。Jh と Jm は著しく大きい上腕囲をもつ集団といえよう。G が基本の回帰線より上位に位置するのは当然ながら、Te がそれより低くなっているのは興味深い。Td は顕著に低い tribe をつくるのも、この種目の運動様式に由来するものであろう。

女でも全体としてほぼ同様な傾向を認めるが、Te と G との関係は男の場合と反対で、G はより低位の tribe に含まれている (Fig. 8)。

5. 前腕最大囲: 男の場合、前腕最大囲では上

Fig. 9 Girth of forearm against stature in male; logarithmic plotting

腕最大囲の場合に近似するが, tribe はよりまとまっているといえよう (Fig. 9). 特徴的なのは上腕最大囲では B, Tj と同じ tribe であった Te が W, JI, G とともに上位の tribe を形成する点である。生物学的な均勢からいうなら, テニス選手の上腕は一般青年と近似するかやや細く, 前腕は明瞭に太いといえよう。

上腕最大囲において G, JI と同一の tribe にあった S はやや下位へ移行する。すなわち, 競泳では前腕より上腕で相対的発達が良いと思われる。

女の前腕最大囲では G が上腕最大囲の場合と同様に最下位の tribe に位置しており, 体操選手の上肢周径は, Allomorphosis の上で男では太く女では細いという傾向をあらわしている (Fig. 10)。この理由は上肢使用に基づく適応が, 男では筋の発達として量的に顕在化し, 一方, 女では筋の発達をしのぐ皮下脂肪量の減少によるためと

Fig. 10 Girth of forearm against stature in female; logarithmic plotting

推定される。

上腕最大囲と比較し Te が上位に S が下位 tribe に移行する傾向は, 女でも男の場合と同様であり, 水泳は太い上腕の群に, テニスでは太い前腕の群に属しており, 運動形態の特徴が反映しているといえよう。

要 約

スポーツ種目間の形質の特徴を明らかにするため, 基線を身長とし 5 項目 (体重, 座高, 胸囲, 上腕最大囲, 前腕最大囲) の Allomorphosis 分析を実施した。得られた Allomorphosis 関係は Fig. 1 ~ Fig. 10 にみられるとおりであるが, この結果に基づく考察から特徴的な点を列記すると以下のとおりである。

1. 体重では, 柔道 (男) の重い階級ほどより上位の tribe へ移行する。体操では男女とも下位 tribe に位置する。
2. 座高では男女ともほぼ単一の tribe を形成し, 種目間の差は大きくない。

3. 胸囲では男のフェンシング, バレーボール, バスケットボールが下位 tribe に位置し, 陸上(長距離), 体操は体重との Allomorphosis 関係の結果に比べ上位 tribe へ移行する. 女では水泳が体重の場合に比し上位 tribe へ移行する.

4. 上腕最大囲では男で8つの tribe に分かれる. テニスでは一般青年による回帰線より低い. 女の体操はテニスより低い tribe に位置する.

5. 前腕最大囲において, 男のテニスはレスリングや体操と同じ tribe に位置し, 女では体操が最下位 tribe をつくる.

文 献

- 1) 浅川桂次, 鈴木義明, 鎌田喜雄: 「運動選手の体勢について」体力科学, 5, 165~176, 1956.
- 2) Chhibber, S. R. and I. Singh: "Asymmetry in muscle weight and one-sided dominance in the human lower limbs", J. Anat., 106: 553~556, 1970.
- 3) Chhibber, S. R. and I. Singh: "Asymmetry in muscle weight in the human upper limbs", Acta anat., 81: 462~465, 1972.
- 4) Correnti, V.: "Untersuchungen über die Somatologie der Sportler", Z. Morph. Anthropol., 51: 7~25, 1960.
- 5) Furusho, T.: "Genetic study of stature", Jap. J. Human Genet., 19: 1~25, 1974.
- 6) 服部恒明: 「身長に伴う身体諸測度の変異 1. 高径・長径・体重について」東京農工大学一般教育部紀要, 9 (9), 1~23, 1973.
- 7) 服部恒明, 沢木昱甫: 「18歳における身体諸径の相対変異」人類学雑誌, 79, 337~346, 1971.
- 8) Huxley, J. S. and G. Teissier: "Terminology of relative growth", Nature, 137: 780~781, 1936.
- 9) 岩本光雄, 北川 浩: 「成人上下肢の非対称度に関する生体計測学的知見」人類学輯報, 21: 51~56, 1958.
- 10) 勝木新次, 那珂通矩, 芝山秀太郎, 細川淳一, 江橋博, 浅野均一, 小山濠一, 辰野広吉, 金子国吉: 「K大学およびK高校体育会各部の部員の体格と体力(第1報)」体力研究, 7, 147~168, 1965.
- 11) 小林幸治良: 「高等学校 Sports 選手の体格」体育学研究, 12, 123~131, 1968.
- 12) Montoye, H. J., G. E. Howard and J. H. Wood: "Observations of some hemochemical and anthropometric measurements in athletes", J. Sports Med. and Physical Fitness, 7: 35~44, 1967.
- 13) 大槻嘉男: 「運動競技者の体格に就て」十全会雑誌, 33, 340~358, 1928.
- 14) Pere, S., M. Kunnas and A. Telkkä: "Correlation between performance and physique in Finnish athletes", Am. J. Phys. Anthropol., 12: 201~208, 1954.
- 15) Polednak, A. P.: "Secular trend in body size among college athletes", Am. J. Phys. Anthropol., 42: 501~506, 1975.
- 16) Schreider, E.: "Body-height relative variation studied on 839 adult male samples", Am. J. Phys. Anthropol., 28: 223~226, 1968.
- 17) 清水三雄: 「人類における Allomorphosis の研究(予報)」信州医学雑誌, 6, 33~34, 1957.
- 18) 清水三雄: 相対成長, 共同医書出版社, 1959.
- 19) 下条 久: 「スポーツ選手の体格について」生物統計学雑誌, 6, 150~154, 1959.
- 20) 白井伊三郎: 「アジア競技大会選手の体勢に就いて」体力科学, 8, 287~295, 1959.
- 21) Tanner, J. M.: "The effect on weight-training on physique", Am. J. Phys. Anthropol., 10: 427~461, 1952.
- 22) 吉田章信: 「日本二十傑級陸上競技選手身体測定成績並に之に基く所謂「スポーツ体型」の研究(1)」体育研究, 1, 529~553, 1933.