

## 体幹背面の断面形状について

高橋 彬・赤池 英和

### Contour of Longitudinal and Cross Sections of the Back on Male Athletes

Akira TAKAHASHI, Hidekazu AKAIKE

The purpose of this study was to investigate the contour of five longitudinal sections and 20 cross sections of the back in 68 male athletes.

By using moiretopography and digitizer system, the shape of these sections could be easily reconstructed.

Longitudinal sections were analyzed in terms of the most projected point, the degree of projection, and backward inclination of sectional contour.

Cross sections were analyzed in terms of the degree of forward and backward projection and right-left asymmetry of the backward projection.

Results were as follows:

- 1) the most projected point of four longitudinal sections was classified into four types with respect to the vertebral column (Fig 7). (symmetrical type was 66.2%, other types were 33.2%).
- 2) the degree of projection and backward inclination of the contour of the longitudinal sections were almost symmetrical with respect to the vertebral column.
- 3) the degree of forward and backward projection of 20 cross sections were about 180 degrees and these shapes were nearly a line.
- 4) right-left asymmetry of every cross section was expressed  $\angle c - \angle b, \angle e - \angle d$ , and the contour of cross section was symmetrical except for the upper portions.

#### 緒言

モアレ写真撮影法は、物体の平面性を光学的に計測する方法として、1950年代から英国で実用化されてきた。技術の進歩とともに、平面性の計測から次第に立体形状の計測に応用されるようになった<sup>6,10</sup>。主に、工学的分野で用いられていたこの撮影法は、立体形状を容易に、任意の等高線として表すことが可能なことから、その利用価値は大きく、生体の計測法としても応用されるようになり、医学、歯学、人類学等の様々な分野に応用され<sup>1,2,7,11</sup>、体育学分野においても、この方法による研究が報告されている<sup>3,8,9</sup>。また、撮影されたモアレ写真の分析法として、近年、電算機を用いた方法が開発されており、モアレ画像の自動分析システムの開発が進められている。

モアレ写真撮影法は、非接触的に被検者の立体形状を計測することが可能であり、より自然な状態で生体の情報を入手することができるので、計測法としてすぐれていることはいうまでもないが、従来の方法では得られにくかった三次元情報を容易に入手することができる点で特にすぐれている。従来、ヒトの体幹、特に背面の形態学的研究では、脊柱の形状に関心が向けられることが多く、姿勢を構成する要因として様々な観点から数多い報告がなされている。しかし、体幹背面の形状を立体的に計測し、その断面形状について報告した例は少ない<sup>4</sup>。

本研究は、モアレ写真から得られる情報をデジタイザを用いてマイクロコンピュータに入力し、ヒトの体幹背面の縦断面および横断面を再現し、

それらの断面形状の特徴について分析・検討することを目的としている。

### 方法

被検者は、筑波大学体育専門学群学生68名(18~22歳)である(表1)。

Table 1. Number of subjects

grade	n
1	15
2	22
3	20
4	11
total	68

モアレ写真撮影：格子照射式モアレ写真撮影装置を用い、解剖学的正位<sup>(1)</sup>をとらせた被検者の体幹背面モアレ写真を撮影した。撮影にあたって、被検者の左右肩峰点、第7頸椎点、左右腸稜点、ヤコビー点(脊柱とヤコビー線の交点)にマークを貼布し、分析の指標とした。本研究に用いた格子照射式モアレ写真撮影装置は、格子の間隔を1.5mm、格子とカメラの距離を2600mm、カメラと光源の距離を1301.5mmとし、被検者の体表に投影されるモアレ縞の間隔が3mmになる様にセットした。光源はハロゲンランプ(500W×4)、カメラはニコンF-II(レンズは50mm標準レンズ)、フィルムはネオパン400(Fuji)を用い、ASA1600に増感現象を行った。

モアレ写真の分析：得られたネガから、ミニコピーリーダープリンタを用いて、実尺の5分の2に縮小した体幹背面のモアレ写真を印画紙に焼付け、写真上に次のような基準点および基準線を設定した。

左右の肩峰点を結ぶ直線と、第7頸椎点とヤコビー点を結ぶ直線の交点を点Aとし、点Aを通る水平投影線をl、垂直投影線をm、ヤコビー点を通る水平投影線をnとした。また、左肩峰点から点Aまでの中点を点B、右肩峰点から点Aまでの中点を点Cとし、点Aと点B、点Aと点Cの中点をそれぞれ点D、点Eとした。さらに点B、点C、点D、点Eを通る垂直投影線をそれぞれ直線b、c、d、eとし、これらを分析の基準線とした(図1)。

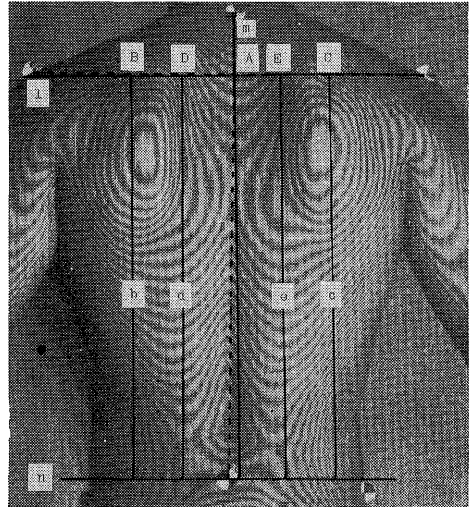


Fig.1 Vertical standard lines drawn on moirephotograph

#### ① 体幹背面の縦断面および横断面の再現

脊柱および各基準線b、c、d、eとモアレ縞の交点の位置およびモアレ縞番号をデジタイザを用いてコンピュータに入力し、脊柱の再現およびb、c、d、eの各基準線上で体幹背面の縦断面の再現を行った。さらに、再現した脊柱を20等分し、その各々の高さで同様に横断面を再現した。

図2はこの様にして得られた脊柱および各基準線上の縦断面を、図3は横断面を示したものである。

#### ② 縦断面形状の分析

再現された脊柱および各基準線上の縦断面における後方への最突出点の位置は、直線l-n間の距離を100として求めた。

脊柱および各基準線のl上の点、最突出点およびn上の点をそれぞれ結び、突出角を求めて、脊柱および各基準線上の縦断面の弯曲度について検討を行うとともに、最突出点を通る矢状方向の水平線を引き、突出角を上下2つの成分(突出角上部を $\alpha$ 、突出角下部を $\beta$ )に分割し、それぞれの成分が体幹背面の弯曲にどのように寄与しているかについて考察を加えた(図4)。

脊柱および各基準線b、c、d、e上の縦断面の後方への傾きを検討するために、脊柱および各基準線上のl上の点、n上の点を結ぶ直線と垂線のなす角( $\angle\gamma$ )を求め、また脊柱および各基準線

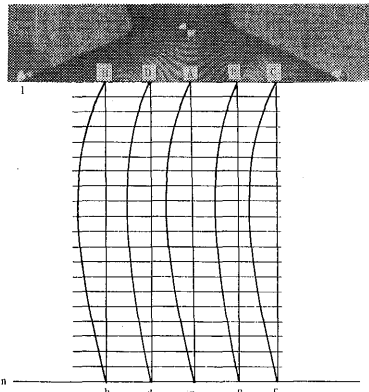


Fig.2 Longitudinal sections on five standard lines

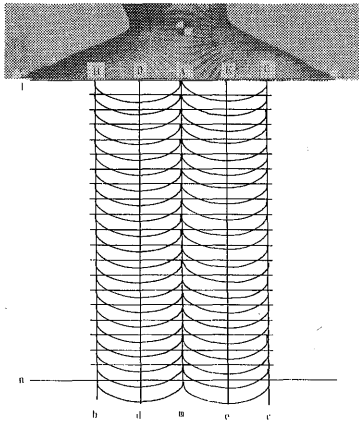


Fig.3 Cross sections on twenty standard lines

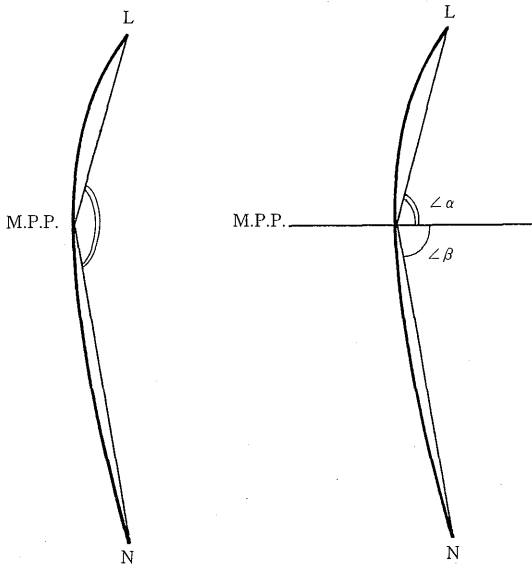


Fig.4 Measurement of degree of projection and  $\angle\alpha, \angle\beta$

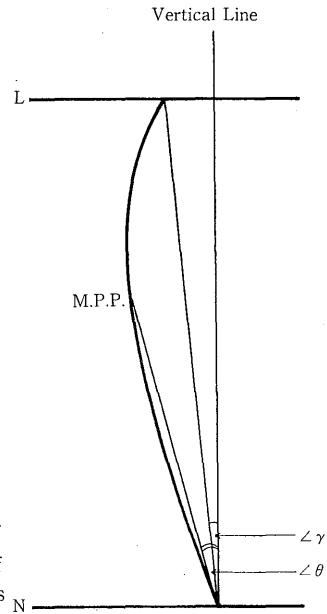


Fig.5 Measurement of backward inclination of five longitudinal sections

上の  $n$  上の点、最突出点を結ぶ直線と垂線のなす角 ( $\angle\theta$ ) を求めた (図5)。

③ 横断面形状の分析

同一の高さにおける横断面の形状を、 $\angle BDC_0, \angle DC_0E, \angle CEC_0$  の大きさを求めて分析した。なお、 $C_0$  は脊柱上の点であり、 $\angle BDC_0$  を  $\angle a_1$ 、 $\angle DC_0E$  を  $\angle a_2$ 、 $\angle CEC_0$  を  $\angle a_3$  とした。また、脊柱と各基準線  $b, c, d, e$  を結ぶ直線が脊柱を通る前頭面となす角をそれぞれ  $\angle b, \angle c, \angle d, \angle e$  とし、それぞれの値を求め、横断面形状の相称性

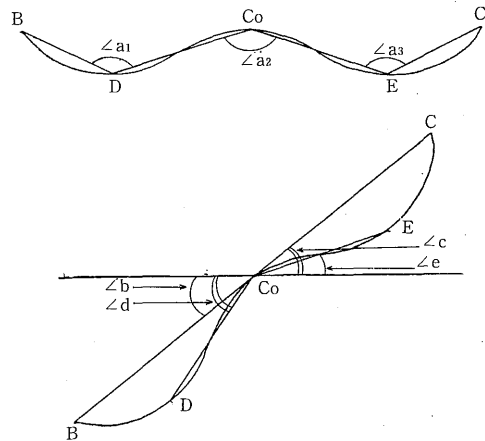


Fig.6 Measurement of  $\angle a_1, \angle a_2, \angle a_3$  and  $\angle b, \angle c, \angle d, \angle e$

について検討を加えた (図6)。

**結果および考察**

1) 体幹背面の縦断面形状について

体幹背面の形態学的研究では、脊柱の形状が問題にされることが多く、縦断面形状を数量化し、分析・検討した例は少ない。したがって、本研究では、単に脊柱の彎曲度を問題とするだけでなく、体幹背面の縦断面を再現し、分析・検討を加えた。

図7および表2は、脊柱と各基準線上で体幹背面を縦断した場合の後方への彎曲 (Kyphosis) の最突出点の位置を示したものである。脊柱彎曲の後方への最突出点の位置は、点Aとヤコビー点間の点Aから27.1%に位置し、各基準線上での縦断面の後方への最突出点の位置は、各基準線上で点Bから20.5%、点Cから20.7%、点Dから23.6%、点Eから25.9%に位置し、

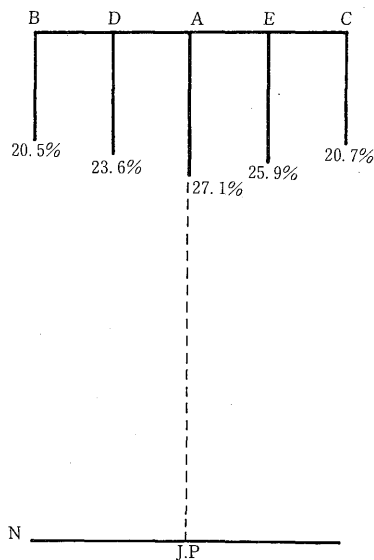


Fig.7 Most projected point of thoracic kyphosis on vertebral and standard line

Table 2. Most projected point of thoracic kyphosis on vertebral and standard line

	$\bar{x}$	s.d.
line b	20.5	6.7
line d	23.6	7.6
vertebral column	27.1	7.6
line e	25.1	0.4
line c	20.7	5.7

点Eから25.9%に位置し、脊柱の最突出点の位置に対する基準線 b, c, d, e 上の最突出点の位置関係は、いずれも脊柱の最突出点に比して上方に位置しており、脊柱から遠い基準線 b, c 上の最突出点の位置が最も高い位置にあり、脊柱に近い側の基準線 d, e 上の最突出点の位置は、脊柱の最突出点の位置と基準線 b, c 上の最突出点のほぼ中間に位置している。さらに、脊柱の両側で対応する基準線 b と c, d と e の最突出点の位置関係は、脊柱に対して左右対称な位置にあった。高橋らは<sup>10)</sup>、モアレ写真上の身体各部の最突出点の位置を検討し、背面の肩甲部最突出点は、左側の肩甲部最突出点が、右側の肩甲部最突出点に比して、内側下方に位置する出現率が高く、体幹背面の最突出点の位置は左右で異なり、したがって、体幹背面のレリーフは左右対称でないものが多いと述べており、本研究の結果とは必ずしも一致しない。高橋らの研究では、体幹背面の最突出点について論じているのに対し、本研究では、機械的に4つの縦断面を再現しているので、縦断面が最突出点をよぎっていないこと、および、高橋らの研究における被検者と本研究の被検者は互いに異なる集団であることなどの点が両者の結果に差を生じさせたものと思われる。

表3は、これらの最突出点の相対的な位置関係を4型に分類し、その出現頻度求め、左右の対称性についてさらに検討を加えたものである。

Table 3. Four types of most projected point.

	right	left	right & left
	n	n	n
P-1	39	44	32
P-2	8	8	6
P-3	18	11	7
P-4	3	5	0

I型は、基準線 b, d, または、基準線 c, e 上の最突出点がともに脊柱彎曲の最突出点より高い位置にあるもの、II型は、基準線 b, d, または、基準線 c, e 上の最突出点がともに脊柱彎曲の最突出点より低い位置にあるもの、III型は、基準線 b 上の最突出点が、脊柱彎曲の最突出点より高い位置にあり、基準線 d 上の最突出点が脊柱彎曲の最突出点より低い位置にあるか、または、基準線 c 上の最突出点が、脊柱彎曲の最突出点より高い位置にあり、基準線 e 上の最突出点が、脊柱

弯曲の最突出点より低い位置にあるもの、IV型はIII型の逆のタイプ、即ち、基準線 b 上の最突出点、脊柱弯曲の最突出点より低い位置にあり、基準線 d 上の最突出点、脊柱弯曲の最突出点より高い位置にあるか、または基準線 c の最突出点、脊柱弯曲の最突出点より低い位置にあり、基準線 e 上の最突出点、脊柱弯曲の最突出点より高い位置にあるものである。

以上様な分類によると、右側(基準線 c, e 上)が I 型に属するものは39名、左側(基準線 b, d 上)が I 型に属するものは44名であり、両側とも I 型のもは32名であった。また、右側が II 型に属するものは8名、左側が II 型に属するものは8名であり、両側とも II 型のもは6名であった。右側が III 型に属するものは11名、左側が III 型に属するものは7名であり、両側とも III 型のもは7名、さらに、右側が IV 型に属するものは3名であり左側が IV 型に属するものはひとりもいなかった。したがって、左右の型が対称的なものは45名(66.2%)であり、左右の型が対称的でないものは23名(33.8%)であって、脊柱に対して、左右で対応する基準線上の最突出点の位置は、左右対称であるものの出現率が高い。

表4は、脊柱および各基準線 b, c, d, e 上の突出角と、突出角を  $\alpha$ ,  $\beta$  の2つの成分に分割した時の脊柱および各基準線 b, c, d, e 上の  $\alpha$ ,  $\beta$  の値を示してある。

Table 4. Projected angle and upper component, lower component of projected angle on vertebral and standard line

	projected angle		$\alpha$		$\beta$	
	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.
line b	160.9	3.8	79.9	3.4	80.9	2.4
line d	165.8	3.8	82.5	2.9	83.2	1.8
vertebral column	169.1	3.0	85.0	1.9	84.1	1.9
line e	165.1	4.0	82.6	2.9	83.2	1.8
line d	161.3	3.3	80.8	2.7	81.4	1.7

脊柱の突出角は169.1度であり、基準線 b 上で160.9度、基準線 c 上で161.3度、基準線 d 上で165.8度、基準線 e 上で165.9度であった。脊柱の突出角は、各基準線上の突出角に比して有意に大きい値を示し、脊柱に近い側の基準線 d, e 上の

突出角は、脊柱の突出角と、基準線 b, c 上の突出角との中間の値を示した。これは、脊柱が各基準線上の縦断面に比して比較的ゆるやかな弯曲をつくることを示し、また、これらの縦断面のつくる弯曲は、脊柱から遠い側の基準線 b, c 上で最も強い弯曲を示し、脊柱に近い側の基準線 d, e 上では脊柱と基準線 b, c 上との中間の弯曲度を示すことを意味している。

脊柱における  $\angle\alpha$  の値は、85度であり、基準線 b 上では79.9度、c 上で80度、d 上で82.5度、e 上で82.6度であった。また、 $\angle\beta$  の値は、脊柱上で84.1度、基準線 b 上で80.9度 c 上で81.4度、d 上で83.2度、e 上で83.2度であった。脊柱における  $\angle\alpha$ ,  $\angle\beta$  の値は、各基準線 b, c, d, e 上の  $\angle\alpha$ ,  $\angle\beta$  の値に比して有意大きい。また、脊柱に対して左右で対応する位置にある基準線 b と c, d と e における  $\angle\alpha$ ,  $\angle\beta$  の値は、ほぼ同一の値であって、左右差は認められなかった。脊柱および各基準線 b, c, d, e 上の  $\angle\alpha$  の値と  $\angle\beta$  の値を比較すると、脊柱ではわずかに  $\angle\alpha$  が大きく、各基準線 b, c, d, e 上では逆に  $\angle\beta$  がわずかに大きい値を示した。このことは、脊柱が最突出点まではゆるやかに後方へ弯曲し、最突出点をこえた下方では弯曲の度合いが強くなることを示しているのに対し、基準線 b, c, d, e 上では逆に、最突出点までは弯曲の度合いが強く、最突出点以降ゆるやかに弯曲していることを意味している。

したがって、各基準線上の後方への弯曲は、外側へゆくほど弯曲度が強くなり、また、最突出点をこえ、上半では強く、下半ではゆるくなる傾向があるといえる。

表5には、脊柱および各基準線 b, c, d, e 上の縦断面の後方への傾斜度を  $\angle\gamma$ ,  $\angle\theta$  の値でそれぞれ示してある。脊柱における  $\angle\gamma$  の値は、12.9度であり、基準線 b 上で15.0度、c 上で14.7度、d 上で13.7度、e 上では13.3度であった。また、脊柱

Table 5. Degree of  $\angle\gamma$  and  $\angle\theta$

	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.
line b	15.6	2.1	19.0	1.9
line d	13.7	1.8	17.4	1.9
vertebral column	12.9	2.0	16.2	1.9
line e	13.3	1.9	17.0	1.9
line d	14.7	1.6	18.6	1.9

における $\angle\theta$ の値は、16.2度であり、基準線 b 上で19.0度、c 上で18.6度、d 上で17.4度、e 上で17.0度であった。脊柱における $\angle\gamma$ 、 $\angle\theta$ の値は、各基準線 b、c、d、e 上の $\angle\gamma$ 、 $\angle\theta$ の値に比して、それぞれ小さい値を示し、脊柱から遠い側の基準線 b、c 上の $\angle\gamma$ 、 $\angle\theta$ の値は最も大きく、脊柱に近い側の基準線 d、e 上の $\angle\gamma$ 、 $\angle\theta$ の値は、脊柱の $\angle\gamma$ 、 $\angle\theta$ の値と基準線 b、c 上の $\angle\gamma$ 、 $\angle\theta$ の値のほぼ中間の値を示している。また、脊柱の両側で対応する位置にある基準線 b と c、d と e 上の $\angle\gamma$ 、 $\angle\theta$ の大きさは、ほぼ同一の値を示し、左右差は認められず、したがって体幹背面の縦断面の後方への傾斜は、 $\angle\gamma$ と $\angle\theta$ でよく似た傾向を示し、脊柱上で最も小さく体幹の両側へ偏るにしたがって左右対称的に大きさを増す傾向が認められた。

表 6 は、脊柱の左右で対応する位置にある基準線の突出角、 $\angle\gamma$ 、 $\angle\theta$ のそれぞれについて、右/左の値を示したものである。その値はほとんど 1 に近く、相称性はかなり高いことが認められた。

Table 6. Asymmetry of standard line (degree of projection,  $\angle\gamma$ ,  $\angle\theta$ )

	$\bar{x}$	s.d.
degree of projection d - e	1.0003622	0.020066173
degree of projection b - c	1.0022836	0.021986813
$\angle\gamma$ d - e	1.0045718	0.01843421
$\angle\gamma$ b - c	1.0048463	0.020075879
$\angle\theta$ d - e	1.0049472	0.019996093
$\angle\theta$ b - c	1.0040271	0.020362994

2) 体幹背面の横断面形状について

横断面形状を数量化するために、脊柱とその両側にある基準線のつくる角、即ち、 $\angle a_1$ 、 $\angle a_2$ 、 $\angle a_3$ の値を脊柱を20等分したそれぞれの高さ毎に求め表 7 に示した。

$\angle a_1$ 、 $\angle a_2$ 、 $\angle a_3$ はすべての高さでほとんど180度に近い値を示し、高さによる $\angle a_1$ 、 $\angle a_2$ 、 $\angle a_3$ の差は認められなかった。このことは、横断面がほぼ直線に近い形状を呈していることを意味し、基準線 d、e 上ではわずかに後方へ、脊柱および基準線 b、c 上ではわずかに前方へ突出していることを示している。伊藤ら<sup>4)</sup>、体育系学生の横断面形態について検討し、その形態は楕円形より四角

Table 7. Angle of each transverse section

num.	angle $\angle a_1$		angle $\angle a_2$		angle $\angle a_3$	
	x	s.d.	x	s.d.	x	s.d.
1	178.48	0.43	177.07	0.44	177.07	0.44
2	178.50	0.43	178.49	0.43	177.07	0.43
3	177.05	0.44	178.53	0.42	178.51	0.43
4	177.06	0.42	177.07	0.44	178.50	0.43
5	177.06	0.43	177.06	0.44	177.05	0.42
6	177.05	0.44	177.06	0.43	177.06	0.42
7	177.07	0.45	177.07	0.44	177.08	0.43
8	177.06	0.43	177.08	0.42	177.08	0.44
9	177.07	0.42	177.07	0.42	177.07	0.44
10	177.08	0.42	177.06	0.44	177.07	0.43
11	177.07	0.44	177.08	0.45	177.07	0.43
12	177.07	0.43	177.07	0.42	177.08	0.42
13	177.08	0.42	177.08	0.43	177.08	0.44
14	177.08	0.44	177.07	0.43	177.07	0.43
15	177.08	0.45	177.07	0.43	177.08	0.42
16	177.07	0.43	177.07	0.44	177.08	0.42
17	177.07	0.43	177.07	0.44	177.08	0.42
18	177.08	0.44	177.08	0.42	177.07	0.44
19	177.06	0.42	177.08	0.42	177.19	0.45
20	177.08	0.44	177.07	0.43	177.17	0.44

Table 8. Difference between  $\angle c$  and  $\angle b$ ,  $\angle e$  and  $\angle d$

num.	$\angle c - \angle d$		$\angle e - \angle d$	
	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.
1	1.079	1.248	3.112	0.004
2	1.634	1.267	3.111	0.003
3	0.009	0.004	1.210	1.286
4	0.007	0.003	0.438	0.845
5	0.007	0.002	0.177	0.509
6	0.006	0.002	0.086	0.346
7	0.004	0.002	0.031	0.041
8	0.003	0.001	0.019	0.015
9	0.002	0.001	0.013	0.009
10	0.001	0.001	0.009	0.006
11	0.001	0.001	0.006	0.004
12	0.001	0.001	0.004	0.005
13	0.001	0.001	0.006	0.006
14	0.001	0.001	0.009	0.008
15	0.002	0.001	0.014	0.010
16	0.003	0.001	0.021	0.015
17	0.004	0.001	0.031	0.024
18	0.005	0.001	0.049	0.058
19	0.006	0.002	0.134	0.372
20	0.007	0.002	0.319	0.704

形に近く、左右方向、前後方向のバランスが比較的均一であると報告しており本研究の結果とほぼ一致している。

表 8 は、脊柱を基準にした時の横断面の相称性を検討するために、 $\angle c - \angle b$ 、 $\angle e - \angle d$ の値

を各高さ毎に求めたものである。

$\angle c - \angle b$ の値は、脊柱を20等分したそれぞれの高さで、上方から1, 2番目の横断面を除き、どの高さでも差は認められず、また $\angle e - \angle d$ の値も上方から1, 2, 3番目の横断面を除き差は認められなかった。このことから、体幹背面の横断面では、上部でわずかに相称性は失われているものの、全体的には左右対称のほぼ均一な形態を示しているものと考えられる。

## 要 約

本研究は、体育系学生68名(18才~22才)の体幹背面のモアレ写真撮影を行い、モアレ写真からデジタイザを用いたコンピュータ解析により、体幹背面の縦断面形状、横断面形状を再現し、断面形状を角度で表現することでその立体形状の数量化を試みた。

結果は以下のとおりである。

1) 後部弯曲の最突出点の位置は脊柱で点Aから27.1%, 基準線b上で点Bから20.5%, 点Cから20.7%, 点Dから23.6%, 点Eから25.9%に位置しており、その位置関係を4型に分類し検討したところ、左右対称であるものは全体の66.2%(I型47.1%, II型9%, III型10.1%, IV型0%)であり、左右非対称であるものは全体の33.8%であった。したがって、後方への弯曲の最突出点の位置は脊柱で最も低く、外側へゆくほど高い位置にあり、左右対称なものが多く出現する傾向がみられた。

2) 後部弯曲の突出角は、脊柱で最も大きい値を示し、外側へゆくほど小さな値を示した。さらに、 $\angle \alpha$ ,  $\angle \beta$ の値は、脊柱では $\angle \alpha$ が $\angle \beta$ に比して大きい値を示し、各基準線上では $\angle \beta$ が $\angle \alpha$ より大きい値を示した。したがって弯曲度は、脊柱で最もゆるやかで、外側へゆくほど強くなり、脊柱では上部でゆるく、下部で強く、また、各基準線上では、上部で強く、下部でゆるいことが認められた。

3) 脊柱および各基準線上の縦断面の後方への傾斜の度合は、脊柱で最もゆるく、外側へゆくほど強くなる傾向がみられた。また、傾斜の程度は、脊柱を中心に左右対称的であった。

4) 体幹背面の縦断面形状の相称性を検討するために求めた、突出角、 $\angle \gamma$ ,  $\angle \theta$ の右/左の値から、相称性はかなり高いことが認められた。

5) 横断面から求めた角( $\angle a_1$ ,  $\angle a_2$ ,  $\angle a_3$ )はすべての高さでほぼ180度に近い値であり $\angle a_1$ ,  $\angle a_3$ はわずかに後方へ、 $\angle a_2$ はわずかに前方に突出していたが、その横断面形状はほとんど直線に近い形状であった。

6) 横断面の相称性を検討するために $\angle c - \angle b$ ,  $\angle e - \angle d$ の値を求めたところ、上部でわずかに相称性が失われるが、体幹背面横断面形状はほぼ左右対称の均一な形態であることが認められた。

注1) 解剖学的正位: まっすぐ起立し、上腕は下垂して前腕は回外位として、足は踵をややはなし、爪先が前を向く様な姿勢(寺田春水著「骨学実習の手引き」より引用)

## 参 考 文 献

- 1) 芹沢玖美: モアレ写真法による体幹測定の試み(第2報): 家政学雑誌, 第30巻, 第3号, 1979
- 2) 藤崎年英他: 電算機による骨格モアレ縞の画像処理システム: 人類学雑誌, 第90巻, 第2号, 1982
- 3) 服部恒明: モアレ縞形成法の体育学への応用: 東京体育学研究, 第3巻, 36-40, 1976
- 4) 伊藤秀三郎他: 人体横断面形態のPatternについて: 東京医科大学雑誌, 第29巻, 第3号, 1971
- 5) Kimura, K., Omori, N.: On the external curvature of the vertebral column in Japanese children: J. Anthropol. Soc. Nippon, 82:115-127, 1974
- 6) Meadows, D. M., Johnson, W. O. and Allen, J. B.: Generation of surface contours by moiré patterns: Applied Optics, 9, 942-947, 1970
- 7) 西坂剛他: 等高線モアレ縞による生体の立体計測法: 通信医学, 第26巻, 第2号1974
- 8) 高橋彬他: モアレ法による陸上競技選手の体表レリーフについて: 東京体育学研究, 第6号, 1979
- 9) 高橋彬他: 陸上競技選手の前胸壁形状について: 筑波大学科学系紀要, 第4巻, 1981
- 10) 高崎宏: モアレトポグラフィ: 画像技術第2巻, 27-41, 1971
- 11) Terada, H. and Kamazawa, E.: Three-dimensional representation of relief changes on body trunk surface during abduction of upper extremities. An application of the moiré method: J. Anthropol. Soc. Nippon, 82, 269-288, 1974