皮厚等の身体諸計測値からの Body Density 予測に関する研究

第2報 学童の場合

Human Body Density Estimated by Anthropometric Factors Part II. Study on schoolchildren

群馬大学医学部公衆衛生学教室

小 川 正 行

Masayuki Ogawa

Department of Public Health, Gunma University School of Medicine, Maebashi

The present study attempts to find a suitable regression equation to predict body density from anthropometric indices. Multiple regression and factor analysis were applied to the variables including body density and other anthropometric indices such as height, weight, girth and skinfold thickness (SFT), and age. The data used were from three hundred and sixty-seven schoolchildren. Of these schoolchildren, 195 were boys and 172 were girls. Body density was calculated by body weight and body mass which was measured by an underwater weighing method in a swimming pool. Main findings are as follows;

1. The body density obtained by this method from the above mentioned boys was 1.0556 ± 0.0101 (mean $\pm$ standard deviation), and from girls, 1.0526 ± 0.0096 . This approximately agrees with the figures for normal Japanese of the same age group, measured and estimated by other researchers.

2. Variables for the factor analysis were age, height, weight, body density, girth of chest, waist and upper arm, and SFT of triceps, subscapular and lateral abdomen. The eigenvalues of the first and second factors were over 1.0 for both boys and girls, and the boys accounted for 80.4% and the girls for 79.1% of the cumulative contribution rate (coefficient of determination). Both boys and girls Factor 1 indicates body development, and Factor 2 indicates body growth. Body density was included in Factor 1.

3. Boys stepwise multiple regression analysis to estimate body density gave waist girth for the first, upper arm girth for the second, age for the third variable. The remaining variables were triceps SFT, lateral abdomen SFT, chest girth, weight, height and subscapular SFT. The girls gave upper arm girth for the first, age for the second, subscapular SFT for the third variable. The remaining variables were waist girth, height, weight, lateral abdomen SFT, triceps SFT and chest girth. SFT variables are not selected until the third variable for boys and second for girls, which differs significantly from those previously reported.

4. A multiple linear regression equation for boys in screening for obesity is $Y_c = 1.10290 - 0.00057 \cdot X_1 - 0.00177 \cdot X_2 + 0.00225 \cdot X_3$ (X_1 : waist girth, X_2 : upper arm girth, X_3 : age), $R = 0.7098$ ($p < 0.001$). That of girls is $Y_c = 1.08386 - 0.00342 \cdot X_1 + 0.00407 \cdot X_2$ (X_1 : upper arm girth, X_2 : age), $R = 0.7591$ ($p < 0.001$). The result of these multiple linear regression equations showed no significant difference compared with those reported previously. Body density estimates using these equations are more effective in the estimation of both aspects of body composition, lean body mass and fat mass, and using variables (girth, age) are simpler methods than SFT.

Key words: Body composition, Body density, Skinfold thickness, Obesity, Multiple linear regression equation, School children

身体組成, 人体比重, 皮厚, 肥満, 線型重回帰式, 学童

はじめに

学校現場における肥満判定は、多くの場合、身長と体重のバランスをみたもので、比体重法・標準体重法・ローレル指数法などが用いられている。しかしながら、それらから判定されるものは、あくまでも過体重であり、真の肥満 obesity (正常蓄積場所における中性脂肪の不適當な増加状態) を判定している訳ではない。そのため、肥満判定数値では減量処方を充分行わねばならない学童ではあるが、肥満児の問題点である運動能力では「優れている」という評価を得ており、視診的には、固肥り体型であるような場合、栄養指導・運動処方を実行させても判定数値に改善が認められないことが多い。このような学童は、その過体重部分が単なる脂肪の増加によっているのではなく、身長割に筋骨の発達が良いことが原因している場合が多い。成人でいえば、筋骨体といわれる範ちゅうに属するものであるが、学童の場合はそれほど明確に視診的判定をできない場合が多い。そこで、この真の肥満なのか、筋骨体の要素による過体重者なのかの判定を確実にを行うには、身体組成 body composition 判定、すなわち、身体組成を不活性組織である体脂肪 body fat 部分と活性組織である体実質 lean body mass 部分の構成割合で把握する必要がある。その身体組成推定の有効な手段として、体重と体容積から人体比重 body density を算出する方法がある¹⁻¹⁴⁾。これは身体組織で比重が 1 より軽いのが脂肪 fat (比重: 0.94) のみであることを利用して、体重あたりの脂肪量 fat mass を推定するものである。人体比重の具体的利用方法としては、各年齢層における男女別の標準体の人体比重に対して、被検者の人体比重がより高値であれば「筋骨体」または「るい瘦体」、逆に低値であれば「肥満体」を示していると判定できることである。この人体比重を肥満判定に簡便に追加導入することができれば、現在、成人病への移行の high risk factor として問題にされている発育期における肥満の判定を、より正確にすることが出来よう。すなわち、現行の肥満判定では過体重=肥満としているため、例えば、sports をしている筋骨体者を肥満者と判定してしまう訳であるが、人体比重による判定を付け加えるならば、そのような誤りを防ぐ事ができる¹⁵⁾。だが、人体比重は原理的には簡単に理解しやすいのであるが、特に体容積・残気量測定に複雑な操作が必要な為、簡便に測定できないという難点がある。

このような観点から、学童期における標準体の学童の人体比重の検討、ならびに、現場で簡便に測定できる身

体諸計測値から人体比重を予測する方法を検討した。

筆者はすでに、大学生男子についての予測式を報告¹⁶⁾したが、今回、学童についての検討を試み、予測方法について一般に推奨されつつある長嶺らの皮厚測定値を独立変数とする予測式に比べて、より一般的な測定項目である周囲径を独立変数とする予測式を得たので報告する。

対象および方法

検討データは、1978~80年に群馬県前橋市の公立 S 小学校 4・5・6 年生を対象に、水泳プール利用による体容積測定を行うことのできた男女合わせて 367 人の成績である。体容積測定は、1961年に Hans Grimm が考案した水中体重測定装置を参考に独自に試作したもの¹⁴⁾を使用して、水中に全沈状態の最大呼気時の水中体重と、He 稀釈法により測定した残気量から算出した。人体比重算出式は下記のごとくである。

$$\text{人体比重} = \frac{\text{空気中体重}}{\frac{\text{空気中体重} - \text{水中体重}}{\text{測定時の水の密度}} - \text{残気量}}$$

なお、空気中・水中体重測定には目盛刻み 50 g の天秤台秤 (SEIROKA BALANCE, Tokyo, F.K. CO., LTD; Max: 100 kg) を使用した。

身体諸測定値からの人体比重予測式の算出は、年齢、身長、体重、上腕囲、腹囲、上腕部皮厚、肩甲骨下部皮厚、側腹部皮厚を独立変数とし、人体比重を従属変数とした重回帰分析を東大大型電算機センターの SPSS プログラム¹⁷⁾を利用して行った。また、その重回帰分析により選択される編入変数の検討のために、因子分析も併せて行った。

成 績

1. 対象者の身体諸計測値

被検者の年齢および各身体諸計測値は Table 1 に示すとおりであり、上腕囲、胸囲、各皮厚では女兒が男児より有意に高値 ($p < 0.01$) であるが、人体比重では逆に男児が女兒に比べ有意に高値 ($p < 0.01$) である。一方、本報対象者を学年別に 1983 年の学校保健統計成績¹⁸⁾と比較すると、身長は 6 年女兒を除いて本報対象者が有意に高値 ($p < 0.05$) である。体重は 4 年男女の本報対象者が有意に高値 ($p < 0.05$) であるが、5・6 年男女では差が認められない。胸囲は 5・6 年女兒の本報対象者が有意に高値 ($p < 0.05$) であるが、6 年男児では逆に本報対象者が有意に低値 ($p < 0.05$) である。これは本報対象者がほぼ同年齢の日本人学童の平均的体格の者より身長が

Table 1 Means and standard deviations for body density and other physical measurements.

	Boys(N=195) Mean±SD	Girls(N=172) Mean±SD
Age ξ (yrs)	10.1±0.80	10.0±0.83
Height (cms)	139.9±6.67	140.7±7.72
Weight (kgs)	33.3±6.22	34.3±6.71
Girth (cms)		
Upper-arm	20.3±2.34	21.0±2.17**
Chest	66.9±5.38	68.4±5.82**
Waist	59.1±5.98	58.0±5.65
Skinfold thickness (mm)		
Triceps	11.9±4.67	14.6±5.49**
Subscapula	9.0±4.90	11.3±6.05**
Lateral abdomen	12.9±7.60	16.2±7.93**
Body density	1.0556±0.0101**	1.0526±0.0096

 ξ : Age is counted in full years based on measured days.**: $p < 0.01$.

若干高値傾向であるが、全体としては平均的体格であることを示していると言えよう。

2. 各身体諸計測値間の相関

年齢及び各身体諸計測値と人体比重相互間の相関係数は Table 2 に示すとおりである。男児は年齢を除く身長、周囲径、皮厚と、女児は年齢、身長を除く周囲径、皮厚と人体比重との間に有意な相関 ($p < 0.01$) が認められた。特に男女共、周囲径と人体比重との相関が皮厚とのそれに比べ高値であることは既報文献成績^{1-13,15)}と比べて特異である。

3. 因子分析

a. 固有値, 説明率

年齢、身長、体重、周囲径 (3 部位)、皮厚 (3 部位) と人体比重の計10測定項目を変数として、各変数間の相互関連をみるため因子分析した結果、初期共通性の推定値による固有値が1以上なのは、男女とも第2因子までであり、そこまでの累積説明率は、男児が80.4%、女児が79.1%である。男女とも2つの身体的特徴の因子によって身体構成が約80%説明されることがうかがえる。

b. 因子パターン

初期因子分析による固有値が1以上であった第2因子までについて、因子構造を単純化するために VAR-IMAX 回転^{17,18)}した結果の因子パターンは Table 3 に示すとおりである。男女とも、第1因子は周囲径・皮厚に関する因子負荷量が高値であり、「身体の横の大きさを表すもの、充実・発達に関するもの」である。特に女児は「体脂肪量に関するもの」であろうかに思われる。第2因子は、身長、年齢に関するものが高因子負荷量を示しており、「年齢にともなう身体の縦の大きさを表すもの、伸長・成長に関するもの」であろう。この第1因子の寄与率は男児が56.2%、女児が44.4%であり、第2因子の寄与率は男児が19.4%、女児が29.5%である。なお、人体比重は男女とも第1因子に入る。

また、各測定項目が各因子とどのような関係にあるかをより明確にするため、Table 3 の各身体測定項目の因子負荷量を横軸に第1因子、縦軸に第2因子というように座標として、平面上にプロットしたのが Fig. 1 である。脂肪量の指標と誤解されやすい体重については、男女とも、第1象限のX軸、Y軸から等分に離れた位置であることから、身体の縦・横両方の大きさを表すもので、どちらか片方のみの指標としてみるべきでないことを示唆していると思われる。また、周囲径については男女間

Table 2 Correlation coefficient matrices.

	Boys	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Girls											
1. Age			0.603**	0.324**	0.210**	0.258**	0.127	0.200**	0.218**	0.117	0.049
2. Height		0.597**		0.717**	0.468**	0.557**	0.452**	0.274**	0.342**	0.330**	-0.200**
3. Weight		0.411**	0.818**		0.871**	0.919**	0.870**	0.669**	0.702**	0.734**	-0.584**
4. Upper arm girth		0.271**	0.522**	0.842**		0.855**	0.842**	0.747**	0.729**	0.729**	-0.658**
5. Chest girth		0.422**	0.722**	0.945**	0.858**		0.855**	0.736**	0.760**	0.788**	-0.577**
6. Waist girth		0.145	0.492**	0.823**	0.771**	0.848**		0.728**	0.727**	0.816**	-0.662**
7. Triceps SFT		-0.126	0.094	0.453**	0.559**	0.466**	0.560**		0.838**	0.781**	-0.590**
8. Subscapular SFT		-0.035	0.194*	0.572**	0.616**	0.588**	0.698**	0.805**		0.815**	-0.563**
9. Lateral abdomen SFT		-0.128	0.186*	0.548**	0.550**	0.575**	0.729**	0.725**	0.801**		-0.615**
10. Body density		0.142	-0.123	-0.512**	-0.679**	-0.542**	-0.611**	-0.429**	-0.394**	-0.492**	

**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$.

Table 3 Factor loading of the two factors after varimax rotations.

Variables/Factors	Boys		Girls	
	Development	Growth	Development	Growth
1. Age	0.0496	0.5923	-0.1734	0.6805
2. Height	0.2337	0.9717	0.1255	0.8835
3. Weight	0.7916	0.5427	0.5969	0.7955
4. Upper arm girth	0.8557	0.2906	0.7002	0.5377
5. Chest girth	0.8460	0.3938	0.6310	0.7480
6. Waist girth	0.8865	0.2355	0.7869	0.4451
7. Triceps SFT	0.8433	0.1076	0.8147	-0.0350
8. Subscapular SFT	0.8360	0.1649	0.8563	0.0801
9. Lateral abdomen SFT	0.8805	0.1145	0.8695	0.0380
10. Body density	-0.7191	0.0077	-0.6173	-0.1443
ΣX^2	5.6198	1.9365	4.4438	2.9534
Contribution ratio	0.562	0.194	0.444	0.295

Fig. 1 Factor loading of the first factor plotted against that of the second factor, for boys (left) and girls (right).

に差が認められ、男児はX軸側に寄っていることから横の大きさ、すなわち、発達に関するものであろうと思われるのに対して、女児の周囲径は体重の場合と同様に、第1象限のX軸、Y軸から等分に離れた位置であることから、身体の縦・横両方の大きさを表すものであることがうかがわれた。

4. 重回帰分析

人体比重を従属変数、年齢、身長、体重、周囲径、皮厚を独立変数として重回帰分析した結果は Table 4 および 5 に示すとおりである。分析は、重回帰予測式の変数選択を考慮し、重回帰分析のうち、逐次選択法 stepwise method¹⁷⁻¹⁹⁾を使用したものである。

人体比重予測のための第1編入変数は男児が腹囲、女児が上腕囲であり、それぞれ人体比重との単相関係数の比較で最も高値のものである。第2編入変数は第1編入変数を除いた寄与度の推定によるF値から、男児では上腕囲、女児では年齢が選択される。同様な方法による選択で第3編入変数以下、男児は年齢、上腕部皮厚、側腹部皮厚、胸囲、体重、身長、肩甲骨下部皮厚の順序であり、女児は肩甲骨下部皮厚、腹囲、身長、体重、側腹部皮厚、上腕部皮厚、胸囲の順序である。

Table 4 Variable to a multiple regression analysis maximum of 9 steps. (Boys)

Variable	Multiple correlation	Multiple correlation squared	Regression coefficient	Beta
	R=	R ² =	B=	Beta=
Waist girth	0.6621	0.4383	-0.000382	-0.226
Upper arm girth	0.6681	0.4735	-0.001545	-0.358
Age	0.7098	0.5039	0.002084	0.166
Triceps SFT	0.7188	0.5167	-0.000288	-0.133
Lateral abdomen SFT	0.7213	0.5202	-0.000192	-0.144
Chest girth	0.7252	0.5259	0.000470	0.250
Weight	0.7261	0.5272	-0.000305	-0.188
Height	0.7265	0.5278	0.000080	0.053
Subscapuler SFT	0.7266	0.5279	-0.000046	-0.022
(Regression constant)			(1.06237)	

Table 5 Variable to a multiple regression analysis maximum of 9 steps. (Girls)

Variable	Multiple correlation	Multiple correlation squared	Regression coefficient	Beta
	R=	R ² =	B=	Beta=
Upper arm girth	0.6795	0.4618	-0.002482	-0.562
Age	0.7591	0.5763	0.002721	0.235
Subscapuler SFT	0.7694	0.5920	0.000763	0.481
Waist girth	0.7890	0.6226	-0.000309	-0.182
Height	0.8079	0.6527	0.000734	0.591
Weight	0.8214	0.6748	-0.000911	-0.636
Lateral abdomen SFT	0.8246	0.6800	-0.000156	-0.129
Triceps SFT	0.8248	0.6803	0.000060	-0.034
Chest girth	0.8249	0.6804	-0.000038	-0.023
(Regression constant)			(1.02081)	

考 察

学童の標準体者の人体比重値は、本報対象者の体格がほぼ全国平均に一致していることから、本報成績の男児：1.0556±0.0101($\bar{X}$ ±SD)、女児：1.0526±0.0096に近似した値であろうと思われる。しかし、長嶺²⁾の成績の男児：1.059～1.065、女児：1.046～1.053および Páriková¹²⁾の男児：1.062±0.003($\bar{X}$ ±SE)、女児：1.041±0.003と比較すると、本報のそれは男児が低値、女児は高値傾向であり、男女差は最も小さい。これは、成人男子の標準値が1.070～1.075、女子が1.040～1.045程度と言われている¹⁴⁾ことと対比したとき、学童期は男女差が非常に小さく、男児は成長するにつれ、体実質 lean body mass が増加すること。一方、女児はいわゆる女らしさが成長とともに加わるにつれ、相対的に脂肪量

fat mass が増加するといわれていることを成長・発達の身体組成面から支持する成績を得たといえる。

身体計測値からの人体比重予測についての既報文献成績¹⁻¹³⁾は、大略、人体比重と高い相関が認められる皮厚のみを説明変数とした重回帰式を推奨している。

これに対して、本報の重回帰分析結果では男児で第3編入説明変数まで、女児で第2編入説明変数まで皮厚が選択されない。なお、女児における第3編入説明変数の肩甲骨下部皮厚、第8編入説明変数の上腕部皮厚は偏重回帰係数・Beta がプラス符号であり、重回帰式上では人体比重を高値化させる、すなわち、lean body mass と同様な働きをするがごとき所見が認められたことについては重回帰分析の逐次選択法 stepwise method にともなう多重共線性^{20,21)}の問題が関係していると思われる。よって、変数そのものの意味づけは因子分析結果の Fig.1 よ

り、その他の皮厚、女兒の側腹部皮厚および、男児の上腕部皮厚、肩甲骨下部皮厚、側腹部皮厚とともに、既報文献成績と同様に人体比重を低値化させる、すなわち、fat mass に関するものであることがうかがわれる。

人体比重推定のための重回帰式については、学校現場等におけるスクリーニングに使用しやすいもの(簡便性)という観点では変数は少なければ少ないほど望ましい。一方、その重回帰式の説明変数については人体比重を多面的な方向から見積もるもの、すなわち、今回の学童の場合では因子分析で固有値が 1 以上であったのが男女共、2 因子のため、2 方向からの見積もりが可能な重回帰式ということになる。かかる観点から、第 3 編入説明変

数までについて編入変数の数別に重回帰を示すと Table 6 に示すとおりである。前述の選択条件である身体組成の 2 方向の見積もりであること。また、重相関係数が既報文献^{2,12)}と同等以上であることという 2 条件を満たすためには、男児は第 3 編入説明変数まで、女兒は第 2 編入説明変数までの重回帰式が必要である。

一方、既報文献^{2,12)}における人体比重予測式の予測能力を本報と比較したのが Table 7 である。表中の R は既報文献^{2,12)}の人体比重予測式に本報対象者の値を入れて算出した予測値と実測値との相関を求めたものである。なお、既報文献予測式で利用している説明変数を固定して、本報対象者の場合について重回帰式を新たに算出し

Table 6 Regression coefficients and constants of one to three variables.

Variables	Boy		Girl	
	Variable	Regression coefficient (Regression constant)	Variable	Regression coefficient (Regression constant)
1	X ₁ : Waist girth	-0.00112 · X ₁ (1.12176)	X ₁ : Upper arm girth	-0.00300 · X ₁ (1.11578)
2	X ₁ : Waist girth	-0.00062 · X ₁	X ₁ : Upper arm girth	-0.00342 · X ₁
	X ₂ : Upper arm girth	-0.00150 · X ₂ (1.12304)	X ₂ : Age	+0.00407 · X ₂ (1.08386)
3	X ₁ : Waist girth	-0.00057 · X ₁	X ₁ : Upper arm girth	-0.00391 · X ₁
	X ₂ : Upper arm girth	-0.00177 · X ₂	X ₂ : Age	+0.00448 · X ₂
	X ₃ : Age	+0.00225 · X ₃ (1.10290)	X ₃ : Subscapuler SFT	+0.00026 · X ₃ (1.08708)

Table 7 A comparison between previously reported multiple linear regression.

Equations and those of the present report		
Multiple linear regression equations for body density estimation [Variable]	The relationship between estimated and measured variables	
Boys [X ₁ =Triceps SFT, X ₂ =Subscapuler SFT]	R=	R ² =
① Nagamine, et al (1974) Y _C =1.08547-0.001041·X ₁ -0.001740·X ₂	0.589(p<0.001)	0.347
② Parizkava. J. (1961) Y _C =1.108-0.027·log ₁₀ X ₁ -0.0037·log ₁₀ X ₂	0.596(p<0.001)	0.355
③ Ogawa [The present study] Y _C =1.07010-0.000855·X ₁ -0.000479·X ₂	0.603(p<0.001)	0.364
Girls [X ₁ =Triceps SFT, X ₂ =Subscapuler SFT]		
④ Nagamine, et al (1974) Y _C =1.07435-0.001419·X ₁ -0.001740·X ₂	0.430(p<0.001)	0.185
⑤ Parizkava. J. (1961) Y _C =1.088-0.014·log ₁₀ X ₁ -0.036·log ₁₀ X ₂	0.347(p<0.001)	0.120
⑥ Ogawa [The present study] Y _C =1.06340-0.000559·X ₁ -0.000217·X ₂	0.437(p<0.001)	0.191

ての同様な検討も加えた。いずれの予測式の場合も有意な相関が認められるが、本報対象者のような場合は、皮厚のみの変数による重回帰式では予測能力が低く、特にそれが女兒の場合顕著に低くなることが認められた。

かかる結果を得たことについては、特に学童期における筋肉発達が、成人のそのように視診的にも明確にとらえられない場合が多いことが原因してか、皮厚測定に際して筋肉部分を皮下脂肪部分と同時につかみ測定してしまうためかと思われる。あるいは、同時につかむ測定をせざるを得ないというような身体状況が影響して、皮厚測定値の利用の有効性を低下させたため、このような結果を得たとも考えられる。しかしながら、本報が学童の人体比重を予測する説明変数に、皮厚よりも相対的に周囲径と年齢を重要な変数であると示唆したことや、実際の現場における測定作業での測定方法の認識度を考えあわせるならば、皮厚測定よりも周囲径測定の方が認識度も高く、また、測定器具も簡便であり、測定もより容易であろう。すなわち、本報成績は、特に、編入変数測定の簡便性に加えて測定値の信頼性の面からも、既報文献^{2,12)}のものに比べて、より有効な人体比重予測式を得たものといえよう。

要 旨

本報は学童肥満のより正確な判定方法究明のため、この研究分野で身体組成の判定指標として、絶対的コンセンサスを得ている人体比重を簡便に測定できる身体諸計測値から、より正確に推定する重回帰式を検討した。検討は、小学生4・5・6年生、男女合わせて367人の、水泳プール利用の水中体重測定法により測定した人体比重と、同時に並行して測定した身長、体重、周囲径、皮厚ならびに年齢を変数として、重回帰分析と因子分析を行った。得られた主なる所見は以下のとおりである。

1. 本測定法によって得た対象学童の身長、体重、胸囲は1983年の学校保健統計における同年齢者の成績と同様であり、その人体比重は男児： 1.0556 ± 0.0101 ($\bar{X} \pm SD$)、女児： 1.0526 ± 0.0096 である。これは、同年齢者を対象とした既報文献成績と比較して、男児は若干低値、女児は若干高値である。しかし、男女間の差はより少ない。

2. 年齢、身長、体重、胸囲、腹囲、上腕囲、上腕部皮厚、肩甲骨下部皮厚、側腹部皮厚、人体比重を変数として因子分析すると、男女共有値1以上は第2因子までであり、そこまでの累積説明率は男児が80.4%、女児が79.1%である。男女共に第1因子は身体の充実・発達

に関するもの、第2因子は身体の伸長・成長に関するものと思われる。人体比重は男女共、第1因子にはいる。

3. 人体比重を従属変数として重回帰分析すると、男児の第1編入説明変数は腹囲、第2は上腕囲、第3は年齢、以下は上腕部皮厚、側腹部皮厚、胸囲、体重、身長、肩甲骨下部皮厚の順序であり、女児の第1編入説明変数は上腕囲、第2は年齢、第3は肩甲骨下部皮厚、以下は腹囲、身長、体重、側腹部皮厚、上腕部皮厚、胸囲の順序である。男児で第3編入説明変数まで、女児で第2編入説明変数まで皮厚が選択されない。

4. 学校現場等での肥満判定スクリーニングのための人体比重予測式としては、重回帰分析より、男児が $Yc = 1.10290 - 0.00057 \cdot X_1 - 0.00177 \cdot X_2 + 0.00225 \cdot X_3$ (X_1 : 腹囲, X_2 : 上腕囲, X_3 : 年齢) $R = 0.7098$ ($p < 0.001$)、女児が $Yc = 1.08386 - 0.00342 \cdot X_1 + 0.00407 \cdot X_2$ (X_1 : 上腕囲, X_2 : 年齢) $R = 0.7591$ ($p < 0.001$) が得られた。なお、この予測式の重相関係数は、既報文献のものと同程度の値である。しかし、身体組成面で lean body mass と fat mass の2方向から推定するものであること、および、使用する変数が周囲径、年齢という、より簡便なものであることから、利用方法の容易さは旧に倍するものと思われる。

稿を終わるにあたり、終始、御指導、御校閲を賜った鈴木庄亮教授、統計・大型電算機処理において御指導をいただいた青木繁伸講師、また、本報にいたる一連の研究活動において、御指導、御鞭達をいただいた辻達彦前教授(現・日本歯科大学教授)、永田稔前助教授(現・東京薬科大学教授)に深甚なる感謝を捧げます。また、測定にあたり、終始、御協力、御鞭達をいただいた前橋市立総社小学校教職員の方々にも心より謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) Nagamine, S. and Suzuki, S.: Anthropometry and body composition of Japanese young men and women, Human Biol., 36, 8-15 (1964).
- 2) 長嶺晋吉, 山川喜久江, 磯部しず子, 一之瀬幸男, 鈴木慎次郎, 大島寿美子, 辻啓介, 辻悦子: 小学生の体密度と体構成に関する研究, 栄養学雑誌, 32, 247-252 (1975).
- 3) 長嶺晋吉, 山川喜久江, 磯部しず子, 一之瀬幸男, 鈴木慎次郎, 大島寿美子, 辻啓介, 辻悦子: 思春期における体密度と体構成に関する研究, 栄養学雑誌, 32, 198-204 (1975).

- 4) Sloan, A.W.: Estimation of body fat in young man, *J. Appl. Physiol.*, **23**, 331-315 (1967).
- 5) Willmore, J.H. and Behnke, A.R.: An anthropometric estimation of body density and lean body weight in young men, *J. Appl. Physiol.*, **27**, 25-31 (1969).
- 6) 佐藤光毅: 日本人の Body Fat Mass に関する研究—青年期における Body Fat Mass について, *体力科学*, **24**, 134-150 (1975).
- 7) Pascale, L.R., Grossman, M.I., Sloan, H.S. and Frankel, T.: Correlations between skinfold thickness and body density in 88 soldiers, *Human Biol.*, **28**, 165-176 (1956).
- 8) Sloan, A.W. and Weir, J.B.D.: Nomograms for prediction of body density and skinfold measurement, *J. Appl. Physiol.*, **16**, 967-970 (1970).
- 9) Sloan, A.W., Burt, J.J. and Blyth, C.S.: Estimation of body fat in young woman, *J. Appl. Physiol.*, **16**, 967-970 (1962).
- 10) Willmore, J.H. and Behnke, A.R.: An anthropometric estimation of body density and lean body weight in young women, *Am. J. Clin. Nutr.*, **23**, 267-274 (1970).
- 11) Katch, F.I. and Michael, E.D.: Prediction of body density from skinfold and girth measurements of college females, *J. Appl. Physiol.*, **25**, 92-94 (1968).
- 12) Parizkova, J.: Total body fat and skinfold thickness in children, *Metabolism*, **10**, 794-807 (1961).
- 13) Francis, E.J.: Relationships between body composition and anthropometry, *Human Biol.*, **54**, 221-245 (1982).
- 14) 小川正行, 永田稔, 辻達彦: 人体比重—体脂肪量に関する研究 1 夏期水泳プール利用による水中体重測定法, *民族衛生*, **45**, 153-161 (1979).
- 15) 小川正行, 永田稔, 辻達彦: 人体比重—体脂肪量に関する研究 2 男子大学生の体脂肪量の検討, *民族衛生*, **45**, 162-168 (1979).
- 16) 小川正行: 皮厚等の身体諸計測値からの Body density 予測に関する研究—男子大学生の場合, *日衛誌*, **38**, 914-922 (1984).
- 17) 三宅一郎, 中野嘉弘, 水野欽司, 山本嘉一郎: SPSS 統計パッケージII解析編, p. 13-40, p. 129-155, 東洋経済社, 東京 (1982).
- 18) 厚生統計協会: 厚生 の 指標, 特集, 国民衛生の動向, **31**, (9), 489 (1984).
- 19) 奥野忠一, 久米均, 芳賀敏郎, 吉沢正: 多変量解析法, p. 128-142, 日科技連出版社, 東京 (1982).
- 20) 田中豊, 脇本和昌: 多変量統計解析, p. 42, 現代数学社, 京都 (1983).
- 21) Wonnacott, T.H. and Wonnacott, R.J.: Regression: A second course in statistics, John Wiley & Sons, New York (1981).

(受付 1985年8月8日 受理 1985年10月7日)