

成人男女の身体組成とその国際比較

中京大学体育学部運動生理学研究室

北 川 薫

BODY COMPOSITION OF YOUNG JAPANESE ADULTS OF BOTH SEXES, AND ITS INTERNATIONAL COMPARISON

Department of Exercise Physiology,
School of Physical Education, Chukyo University
Kaoru KITAGAWA

Body composition of sixty-one Japanese men and sixty-two women aged 18 to 24 yrs. was determined by underwater-weighing method. Fat storage rate (%fat) was calculated using Brožek et al's equation (1963). Mean values of %fat were 13.0% for men and 22.3% for women. Japanese men's value was similar to South African's, European's, and Canadian's, but lower than American's. Women's values were not very different from one another, excluding Indian's. Adipose tissue mass (ATM) per 1 m of height in the present study were 4.7 kg/m for men and 7.5 kg/m for women, and the similar tendencies as %fat were found in ATM/height values in comparison with the previous studies. Namely, there were not so large differences in body fat between Japanese and other peoples. But, LBM/height in the present study were 31.2 kg/m for men and 25.6 kg/m for women, which were lower than those of most white peoples. This means that young Japanese adults have poor muscularity.

緒 言

ヒトのからだを大きく二分すると脂肪 (adipose tissue) と除脂肪体重 (LBM) となる。脂肪は栄養の摂取状態と密接な関係があり、LBMは筋の発達度を反映している。この脂肪とLBMは健康人では身体トレーニングによって変動する。Boileau ら²⁾は、ジョギングのトレーニングでは脂肪もLBMも変化はみられず、ウェイトトレーニングでは脂肪の変化はみられなかったもののLBMが 2.3kg 増加したことを報告している。しかし、ジョギン

グやランニングの走運動においても、競技者の脂肪量 (adipose tissue mass) や体重に占める脂肪量の割合 (%fat) が一般人に比較して少ないことが明らかにされている²⁰⁾。走運動やウェイトトレーニングのいずれにしる、身体トレーニングは身体組成に影響を与えることはこれまでの研究から明らかにされている。

そこで、本研究は身体トレーニングを行っていない日本人男女の身体組成を明らかにすることを第1の目的とし、その日本人の身体組成を諸外国人と比較検討し、日本人青年の身体的特徴を明らかにすることを第2の目的とした。

被検者および測定方法

被検者は東京およびその近郊に起居する大学生で、特別な疾病のない、いわゆる健康者であった。その年齢は男女ともに18歳から24歳で、被検者数は男子が61人、女子が62人であった。

身長は0.1cm、体重は10gを最小単位として測定した。身体組成はすでに報告したように¹¹⁾、水中体重秤量法 (underwater-weighing method) による密度法 (densitometry) によ

って身体密度を求め、%fat の算出を Brozek らの改良式³⁾ : $\%fat = \left(\frac{4.570}{\text{身体密度}} - 4.142 \right) \times 100$ によった。

結果と考察

Table 1 は本研究結果であり、男女の身長、体重、残気量、身体密度、%fat、脂肪量およびLBMの平均値と標準偏差を表わしている。

Table 1 Body dimensions of both sexes

		Height (cm)	Weight (kg)	RV (ml)	DB (g/ml)	%fat (%)	ATM (kg)	LBM (kg)
Men	n=61	\bar{x} 170.2	61.14	1320	1.0699	13.0	8.09	53.08
		S D 5.6	8.02	263	0.0115	4.6	3.75	6.33
Women	n=62	\bar{x} 156.8	51.57	1038	1.0467	22.3	11.69	39.87
		S D 4.5	5.60	259	0.0106	4.4	3.06	3.87

RV : residual lung volume DB : body density %fat : ATM/body weight × 100
 ATM : adipose tissue mass LBM : lean body mass

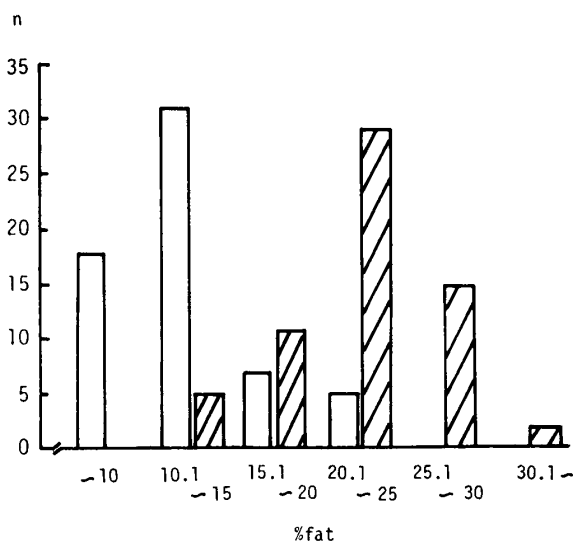


Fig.1 Distribution of %fat(ATM/body weight × 100) on both sexes. The open bars show men, and the striped ones women.

Fig. 1 は本研究での被検者の%fatの分布である。20歳の身長と体重の平均値と標準偏差は大標本¹⁵⁾によれば、男子で169.0±5.28cm (n=1985), 59.8±6.82kg (n=1983) であり、

女子では156.6±4.63kg (n=1406), 51.1±5.59kg (n=1403) であった。よって、本研究の被検者の身長と体重は大標本の値とほぼ等しく、この世代を代表する形態であるといえる。

身体組成の測定方法には本研究のように身体密度を求める方法のほかに、全体水分量を求めたり、人体総カリウム量を求める方法がある。全身にわたる身体組成の研究方法は主としてこの三つであるが、各々の方法によって算出される脂肪量やLBMは必ずしも一致するものではない。即ち、身体組成の比較をするには、同一方法によって得られた値を比較しなければならないのである。そこで本研究目的のためには密度法による研究だけを比較の対象とした。

更に%fatの比較をするには%fatの算出式を検討しなければならない。身体密度から%fatを算出する式はいくつか考え出されており、Fig. 2はそうした%fatの算出式の比較である。本研究結果の身体密度も用いる算出式により%fatは大きく異なり、男子では11.4%から14.2%までの値となり、女子では20.1%か

ら25.6%となる。これらの算出式はいずれも数体の屍体や実験動物から得られたデータをもとに導き出された式であるため、どの式なら絶対に正しい、と断言できる性質のものではない。

そのため用いられる算出式は研究者により異なるが、そのなかでも国際的に信頼され広く用いられているのは5)式の Brožek らの改良式である。そこで Table 2 と 3 にまとめた %fat の値は全て Brožek らの式により算出した値である。Brožek らの式以外の算出式にて %fat が報告された研究では、本研究の著者が、その論文の中に示されている身体密度の値から算出した。

世界各国の青年の形態と身体組成を地域ごとにまとめたのが Table 2 と 3 である。いずれの研究においても被検者はいわゆる健康人であって競技者ではなかった。ただしスウェーデンのデータには十分にトレーニングされた者も含

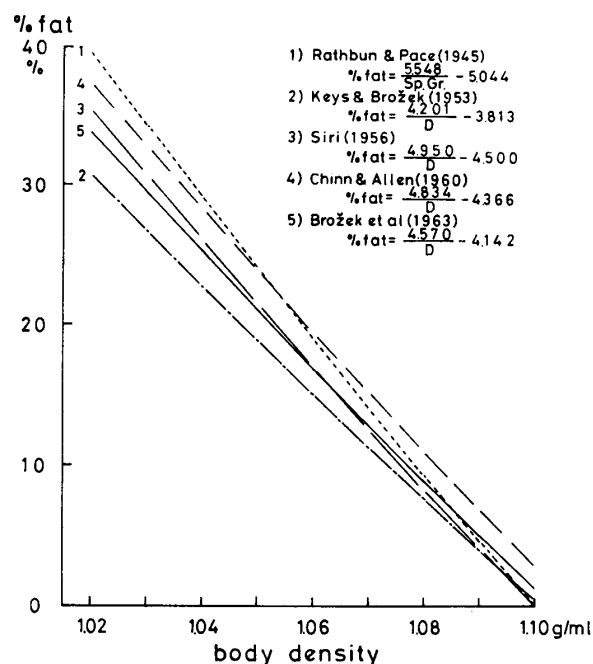


Fig. 2 Comparison of equations calculating %fat from body density or specific gravity

Table 2 International comparison of body composition on men

COUNTRY	Age (yrs.)	n	Height (cm)	Weight (kg)	%fat (%)	LBM		ATM	Researchers
						Height (kg/m)	Height (kg/m)		
AFRICA									
S. Africa	18-26	50	179	71.5	10.8	35.6	4.3		Sloan(1967)
ASIA									
Japan	21.5	47	166.9	60.65	11.0	32.3	4.0		Sato(1975)
Japan	21-29	14	165.6	60.3	11.3	32.3	4.1		Ikai et al(1970)
Japan	18-24	61	170.2	61.14	13.0	31.2	4.7		Present study
Japan	18-27	96	167.2	58.9	13.1	30.6	4.6		Nagamine & Suzuki(1964)
EUROPE									
Scotland	18-22	24	176	68	11.1	34.3	4.3		MacMillan et al(1965)
Czechoslovakia	20.76	7	181.0	75.5	11.2	37.0	4.7		Pařizková et al(1971)
Sweden	19-40	35	177.9	69.3	12.1	34.2	4.7		Döbeln(1956)
NORTH AMERICA									
Canada	19.97	24	179.3	76.1	12.7	37.1	5.4		MacNab et al(1969)
U.S.A.	18-23	23	180.1	75.5	12.7	36.6	5.3		Myhre & Kessler(1966)
U.S.A.	16-36	133	177.32	75.60	14.69	36.4	6.3		Wilmore & Behnke(1969)
U.S.A.	22.69	54	175.71	74.06	15.36	35.7	6.5		Wilmore & Behnke(1968)
U.S.A.	20.5	25	174.0	71.1	15.8	34.4	6.5		Katch et al(1973)
U.S.A.	20-24	35		73.6	16.9				Krzywicki & Chinn(1967)
U.S.A.	21-28	28	177	75.3	17.0	35.3	7.2		Welch et al(1958)
U.S.A.	19-27	14	177	71.27	17.4	33.3	7.0		Chinn(1967)
U.S.A.	22.5	39	177.4	78.6	17.9	36.4	7.9		Buskirk & Taylor(1957)

Table 3 International comparison of body composition on women

COUNTRY	Age (yrs.)	n	Height (cm)	Weight (kg)	%fat (%)	LBM	ATM	Researchers
						Height (kg/m)	Height (kg/m)	
ASIA								
India	18-30	65	153.1	45.78	16.9	24.8	5.1	Satwanti et al(1977)
Japan	18-23	112	155.3	48.9	22.2	24.5	7.0	Nagamine & Suzuki(1964)
Japan	18-24	62	156.8	51.57	22.3	25.6	7.5	Present Study
Japan	18-21	11	155.7	52.9	24.1	25.8	8.2	Ikai et al(1970)
Japan	20.1	24	156.1	52.71	24.1	25.6	8.1	Sato(1975)
EUROPE								
Sweden	19-36	35	169.4	62.3	22.7	28.4	8.3	Döbeln(1956)
Scotland	18-22	25	165	58.2	24.9	26.4	8.8	MacMillan et al(1965)
NORTH AMERICA								
Canada	18.67	24	165.8	59.24	23.43	27.4	8.4	MacNab et al(1969)
U.S.A.	19-23	64	165.9	58.38	21.5	27.6	7.6	Katch & Michae(1968)
U.S.A.	21.0	17	163.0	59.4	21.8	28.5	7.9	Katch et al(1973)
U.S.A.	17-25	50	165.0	55.5	22.4	26.1	7.5	Sloan et al(1962)
U.S.A.	21.41	128	164.89	58.58	25.0	26.6	8.9	Wilmore & Behnke(1970)
U.S.A.	20.36	94	167.5	58.96	27.7	25.4	9.8	Young et al(1961)

まれている。被検者は、日本人とインド人を除いて白色人種 (Caucasian) と考えられる。

① 脂肪について

男子の%fat についての本研究結果は Nagamine & Suzuki¹⁸⁾の結果とほとんど同じであったが、猪飼たち⁷⁾や佐藤²¹⁾の結果よりは小さい値であった。この差異が地域や年代の影響を受けているか否かについては不明である。これら日本の値は南アフリカ²⁴⁾、スコットランド¹³⁾、チェコスロヴァキア¹⁹⁾、スウェーデン⁶⁾およびカナダ¹⁴⁾の値と比較してほぼ同じであるか、少々高い値であった。これらの値に対し、アメリカは12.7%から17.9%と大きな広がりがあるものの、多くの値は15%以上であって他の諸国に比べ明らかに大きな%fat を呈していた。即ちアメリカの青年男子は他の諸国の青年に比べ肥満傾向にあることがわかった。このことは身長1 mあたりの脂肪量でみてもはっきりしている。アメリカ以外の諸国ではほとんどが5kg/m 以下であるのに対し、アメリカでは大部分の研究が6kg/m 以上であり、最大では7.9kg/m に達しており日本人の約2倍もの値

であった。

本研究結果の女子の%fat は22.3%で男子同様に Nagamine & Suzuki¹⁸⁾の値と同じであった。これら日本人の値を諸外国の値と比較してみると、インド²²⁾を除きほとんど同様な値であった。身長あたりの脂肪量でも同じ傾向がみられ、インドが5.1kg/m と極端に小さな値を示したほかは、各国とも同じような値であった。

脂肪量の増減は運動量と摂取カロリーとによって決まるものである。運動量については、各国の日常生活での運動量の差異を無視できるとすれば、Table 2と3に示した被検者はいわゆる一般人であって身体組成に影響を与えるような運動はしていないと推察される。そこで脂肪量に与える運動量の影響はほとんどないと考えられ、Table 2と3に示した%fat や身長あたりの脂肪量の差は摂取カロリーの差によって生じた結果であろう。

② LBMについて

LBMは体重から脂肪量を除くことにより得られるが、LBMに占める筋量の割合はほぼ一

定であり¹⁾、肥満者でも非肥満者でもLBMの化学的組成は同様¹⁶⁾であることから、LBMは個人差の小さい様な組成を持ち、筋量とは密接な関係にあると考えられる。そのため、身長あたりのLBMは身長に対する筋の発達程度をみるのに適切な指標である。本研究結果では男子は31.2kg/mであって、他の日本人男子の値は30.6kg/mから32.3kg/mであった。これに対し、諸外国ではアメリカのChinnの33.3kg/mを最小とし、いずれも日本人の値よりも大きかった。一方、女子での本研究結果は25.6kg/mであり、他の日本人の研究でも25kg/m前後の値を示していた。

諸外国人の値と比較してみると、インド²²⁾とアメリカのYoung²⁹⁾の値が日本人の値とほぼ等しいものの、他の研究ではいずれも日本人の値より大きく、Katch¹⁰⁾らの研究では28.5kg/mと日本人の値を10%以上も上回っていることがわかった。

以上のように、日本人青年は男女ともに白人人種よりも身長の割には筋量が少ないものと考えられる。

結 論

日本人青年男女は、脂肪からみた栄養摂取状態については諸外国人よりも特に劣ることはないものの、運動能力に直接結びつく筋量は身長の割には劣っていることが明らかになった。

尚、本研究の被検者には、以下の研究で対象とされた被検者をも含むことを附記する。

北川ら、体力科学23：96～100.1974

Kitagawa et al, Jap. J. Phys. Educ. 21：335～340.1977.

REFERENCES

- 1) BEHNKE, A. R., E. F. OSSERMAN, and W. C. WELHAM. Lean body mass. Archives of Internal Medicine. 91：585-601. 1953
- 2) BOILEAU, R. A., B. H. MASSEY, and J. E. MISNER. Body composition changes in adult men during selected weight training and jogging programs. Res. Quart. 44：158-168. 1973
- 3) BROŽEK, J., F. GRANDE, J. T. ANDERSON, and A. KEYS. Densitometric analysis of body composition : Review of some quantitative assumptions. Ann. N. Y. Acad. Sci. 110：113-140. 1963
- 4) BUSKIRK, E., and H. L. TAYLOR. Maximal oxygen intake and its relation to body composition, with special reference to chronic physical activity and obesity. J. Appl. Physiol. 11：72-78. 1957
- 5) CHINN, K. S. K. Prediction of muscle and remaining tissue protein in man. J. Appl. Physiol. 23：713-715. 1967
- 6) v. DÖBELN, W. Human standard and maximal metabolic rate in relation to fat free mass. Acta Physiol. Scand. 37：suppl. 126. 1956
- 7) 猪飼道夫, 福永哲夫, 藤田英彦. 日本人青少年の身体組成の研究—超音波法と比重法による—東大教育学部紀要 11：1-29. 1970
- 8) KATCH, F. I., and E. D. MICHAEL, JR. Prediction of body density from skin-fold and girth measurements of college females. J. Appl. Physiol. 25：92-94. 1968
- 9) KATCH, F. I., G. S. RECHAR, W. D. McARDLE, and A. L. WELTMAN. Relationship between individual differences in a steady pace endurance running performance and maximal oxygen intake. Res. Quart. 44：206-215. 1973
- 10) KATCH, F. I., E. F. McARDLE, R. CZULA, and G. S. PECHAR. Maximal oxygen intake, endurance running performance, and body composition in college women. Res. Quart. 44：301-312. 1973
- 11) KITAGAWA, K., M. MIYASHITA, and K. YAMAMOTO. Maximal oxygen uptake, body composition, and running performance in young Japanese adults of both sexes. Jap. J. Phys. Educ. 21：335-340. 1977

- 12) KRZYWICKI, H.G., and K.S.K.CHINN. Human body density and fat of an adult male population as measured by water displacement. *Am. J. Clin. Nutr.* 20 : 305-310. 1967
- 13) McMILLAN, M.G., C.M. REID, D. SHIRLING, and R. PASSMORE. Body composition, resting oxygen consumption, and urinary creatinine in Edinburgh students. *Lancet* 1 : 728-729. 1965
- 14) MACNAB, R.B. J., P.R. CONGER, and P.S. TAYLOR. Differences in maximal and submaximal work capacity in men and women. *J. Appl. Physiol.* 27 : 644-648. 1969
- 15) 文部省体育局, 体力・運動能力調査報告書 1972
- 16) MORSE, W.I., and J.S. SOELDNER. The measurement of human adipose tissue mass. In : edited by RENOLD, A. E., and G.F. CAHILL. *Handbook of physiology, section 5 : Adipose tissue.* American Physiological Society. Washington, D.C. 653-659. 1965
- 17) MYHRE, L.G., and W.V. KESSLER. Body density and potassium 40 measurements of body composition as related to age. *J. Appl. Physiol.* 21 : 1251-1255. 1966
- 18) NAGAMINE, S., and S. SUZUKI. Anthropometry and body composition of Japanese young men and women. *Human Biol.* 36 : 8-15. 1964
- 19) PAŘIZKOVÁ, J., E. EISELT, Š. ŠPRYNAROVÁ, and M. WACHTLOVÁ. Body composition, aerobic capacity, and density of muscle capillaries in young and old men. *J. Appl. Physiol.* 31 : 323-325. 1971
- 20) PAŘIZKOVÁ, J. Body composition and build in top sportsmen of various disciplines. *Acta F.R.N. Univ. Comen. — Anthropologia XXII —* : 173-176. 1976
- 21) 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
- 22) SATWANTI, K.M., H. BHARADWAJ, and I. P. SINGH. Relationship of body density to body measurements in young Punjabi women : applicability of body composition prediction equations developed for women of European descent. *Human Biol.* 49 : 203-213. 1977
- 23) SLOAN, A. W., J. J. BURT, and C.S. BLYTH. Estimation of body fat in young women. *J. Appl. Physiol.* 17 : 967-970. 1962
- 24) SLOAN, A.W. Estimation of body fat in young men. *J. Appl. Physiol.* 23 : 311-315. 1967
- 25) WELCH, B. E., R. P. RIENDEAU, C. E. CRISP, and R. S. ISENSTEIN. Relationship of maximal oxygen consumption to various components of body composition. *J. Appl. Physiol.* 12 : 395-398. 1958
- 26) WILMORE, J.H., and A.R. BEHNKE. Predictability of lean body weight through anthropometric assessment in college men. *J. Appl. Physiol.* 25 : 349-355. 1968
- 27) WILMORE, H.G., and A.R. BEHNKE. An anthropometric estimation of body density and lean body weight in young men. *J. Appl. Physiol.* 27 : 25-31. 1969
- 28) WILMORE, H. G., and A. R. BEHNKE. An anthropometric estimation of body density and lean body weight in young women. *Am. J. Clin. Nutr.* 23 : 267-274. 1970
- 29) YOUNG, C.M., M.E. K. MARTIN, M. C. McCARTHY, M. J. MANNIELLO, E. H. HARMUTH, and J. H. FRYER. Body composition of young women. *J. Am. Dietet. A.* 38 : 332-340. 1961