hs20120107

成人女子の皮下脂肪分布について
第2報　四肢部皮下脂肪厚と全身の脂肪分布型

斉藤　秀子[1)]，田村　照子[2)]

1）山梨県立女子短期大学
2）文化女子大学家政学部

Fat Distribution in Japanese Women
Part 2 Fat Thickness of Extremities and Classification of Fat Distribution of Whole Body

Hideko SAITO[1)] and Teruko TAMURA[2)]

1) Yamanashi Prefectural Women's Junior College
2) Department of Home Economics, Bunka Women's University

Reprinted from
The Annals of Physiological Anthropology
Vol. 13, No. 4, July, 1994

Ann. Physiol. Anthrop.
13(4) : 183-196, 1994.

成人女子の皮下脂肪分布について
第2報　四肢部皮下脂肪厚と全身の脂肪分布型

斉藤　秀子[1)]，田村　照子[2)]

1）山梨県立女子短期大学
2）文化女子大学家政学部

Fat Distribution in Japanese Women
Part 2 Fat Thickness of Extremities and Classification of Fat Distribution of Whole Body

Hideko SAITO[1)] and Teruko TAMURA[2)]

1) Yamanashi Prefectural Women's Junior College
2) Department of Home Economics, Bunka Women's University

The first object of this paper was to follow the previous paper in clarifying the characteristics of the fat distribution on the extremities. The subcutaneous fat thickness was measured at 64 points on the upper extremity and on 129 points on the lower extremity. The difference of the fat distribution between obese subjects and lean subjects was mainly observed on the back of the upper arm and the thigh.

The second object of this paper was to clarify the characteristics of the fat distribution on both the trunk and the extremities and to study the factors which contribute to the fat distribution of the whole body. Average subcutaneous fat thickness over the body was 7.8mm, and the standard deviation was 1.2mm. Types of fat distribution of the whole body were classified by principal component analysis of average fat thickness in the 8 regions. The first component was the size factor which expressed the amount of fat on the whole body. The second component showed the contrast of fat distribution in the lower extremities and in the breast, abdomen, back and arms. These two components accounted for 90.79% of the variance of fat distribution. Measuring points, which showed high correlation coefficient with the average fat thickness of the whole body, were abdomen, subscapular, back, thigh and side breast.
(Ann. Physiol. Anthrop. 13(4) : 183-196, 1994)

Key words : Subcutaneous fat thickness, B-mode ultrasound, Fat thickness distribution, Young women, Body sites

緒　言

被服の在り方を生理人類学的視点で捉えようとする時，人体のいくつかの測定点での皮下脂肪厚についての情報のみならず，人体各部の詳細な皮下脂肪分布や，皮下脂肪分布が痩身や肥満によりどのように変化するかという情報が必要であると思われる．

皮下脂肪厚の測定は，測定技術の進歩にともない数多く行なわれている．これまでの成人女子の皮下脂肪

厚測定について，その目的と測定点の数をみると，日本人の皮下脂肪分布やその地域差を知ることを目的として，長（1949）は全身21点，小野（1950）は全身38点，弘島（1956）は全身36点での皮下脂肪厚を測定したことを報告した．また，小宮（1981），田中（1986），石田（1987）は体脂肪率の推定を目的として全身3から4点，Hattori(1987）は人体の脂肪分布パターンの分析を目的として全身5点での，また，石樽（1980）は皮下脂肪厚の季節的変動および運動クラブ活動の影響を分析することを目的として全身で10点，高柳(1990)は肥満のタイプと疾患との関連を求めることを目的として腹部3点を加えた計8点の皮下脂肪厚を測定した．石田(1985a)は，超音波皮厚計による皮下脂肪計測の妥当性について検討することを目的とし，上肢8点，下肢8点，湯浅(1987b)は女子の皮下脂肪分布パターンの特徴を明らかにすることを目的として体肢と体幹左右56点での皮下脂肪厚を測定した．さらに，斉藤（1990）はキャリパー法と超音波法の比較を目的として屍体の全身21点，丸山（1991）は全身の皮下脂肪分布を明らかにすることを目的として全身54点で皮下脂肪厚を測定した．このように，人体の皮下脂肪厚の測定は，研究の目的に応じた測定点数で行なわれており，著者ら（1992）も，成人女子の皮下脂肪分布を観察することを目的とし，軀幹部215点で皮下脂肪厚を測定し報告した．

成人女子の四肢部の皮下脂肪厚測定に限って見るとSkerlj(1953)，Young(1963)，Nagamine(1964)，石樽(1980)，小宮（1981），田中（1986），Hattori(1987)，石田(1985b)等，数多くの皮下脂肪厚測定例では，測定の目的や測定法の制約のため，上腕後面や大腿前面など，1から3点の測定にとどまっている．また，長(1949)，小野（1950），弘島（1956），猪口（1974），丸山(1991)は上肢の6から16点下肢の9から18点で測定したが，これらは主に四肢の前，後面における測定であり，四肢の外側，内側での測定をしているのは石田(1985a)，湯浅（1987b）の2例にすぎない．一方，湯浅（1987a）は成人男子2名について，体幹と体肢，左右351点の皮下脂肪厚を測定したが，女子に関する同様の報告は見当らない．

一方，皮下脂肪の分布型，あるいはその相互相関に関する研究をみると，Kapoor(1985）は，脂肪量ではなく脂肪分布に親子間の遺伝因子の影響があることを示唆し，Mullerら（1981）は，脂肪分布の個人差の指標として，胸部と腹部を測定すべきであると提案した．また，Hattoriら(1987)は，青年を対象として，脂肪厚について主成分分析を行い，男子は肥満に伴い，体幹下方に，女子は体幹上方に脂肪が沈着することを指摘した．長尾（1982）は，体幹性肥満と末梢性肥満を判別する指標を得ることを目的として，皮下脂肪厚および身体各部の平均体表面積から皮下脂肪分布状態の推定を試み，体幹部と大腿部，体幹部と手足部の脂肪量はいずれも正の相関を示すと報告した．しかし，これらの研究はいずれも測定点が少なく，被服設計のための体型分類等に応用するには十分とは言えない．目的に応じた皮下脂肪の測定点をどのように選択すべきかなどを検討するためには，皮下脂肪の分布型，皮下脂肪厚の各部位間相関，各部位の平均的脂肪厚を表す測定点等についての詳細な検討が必要と思われる．

従来のキャリパー法やX線法では測定部位や測定部位数に制約があったが，近年，超音波法を用いることにより全身の詳細な脂肪厚の測定が可能となった．そこで，本研究では，超音波法を用い，成人女子の全身の皮下脂肪厚を詳細に測定しようと考えた．前報(1992)では軀幹部の皮下脂肪分布について報告したので，本報ではこれに続いて四肢の皮下脂肪分布について報告する．さらに，本報では前報（1922）で報告した軀幹部の皮下脂肪厚測定値に本報の四肢の測定値を加え，全身の皮下脂肪厚分布型の分析を試みるとともに，皮下脂肪厚の各部位間の相関についても検討した．

実験方法

1）被験者

被験者は前報（1992）と同様の，健康な成人女子10名である．その身体的特徴を平均値±標準偏差でみると，年齢21.4±1.0歳，身長157.2±4.8cm，体重50.6±5.0kgであった．ローレル指数は，1.29以下6名，1.30～1.49が3名，1.50以上が1名であった．

2）測定部位および方法

上肢の測定点およびその名称を図1に示した．基準線の名称は柳沢（1976）による被服学の方法に準じ，横方向の基準線は腕付け根線，前腋窩点を通る水平線，肘囲線，手首線である．縦方向の基準線は次の通りである．

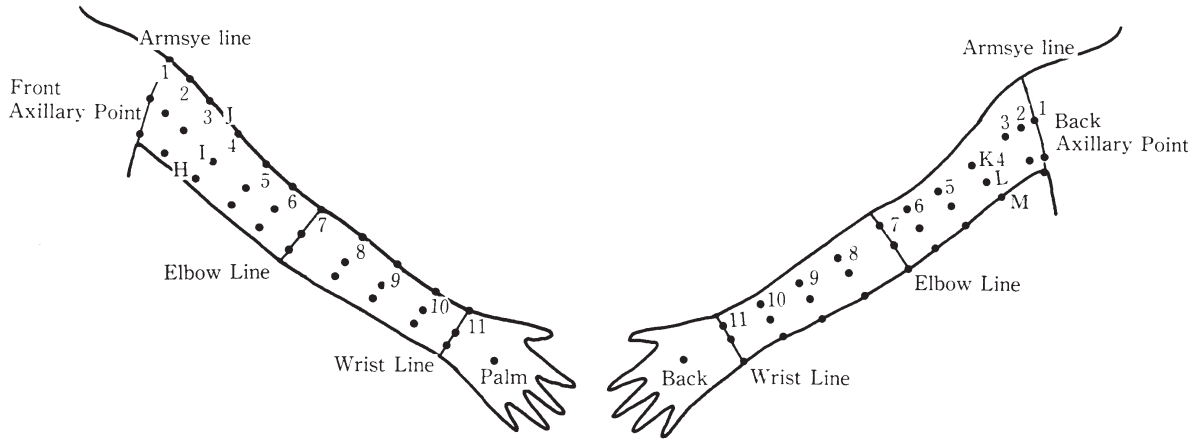

Fig. 1　Measuring point of the arm

J：肩峰点から肘囲外側を通り尺骨頭外側に至る線
M：腋窩点から肘囲内側を通り茎突点に至る線
I：肩峰点と前腋窩点との中点と肘窩中央，手首囲でJとMの中点を通る線
H：前腋窩点と肘囲，手首囲でIとMの中点を通る線
L：後腋窩点と肘囲，手首囲でIとMの中点を通る線

測定点は基準線の交点，および基準線を2から4等分した点の，計62点に，手掌中央，手背中央を加えた64点である．

下肢の測定点およびその名称を図2に示した．よこ方向の基準線は前面ではそけい線，後面では臀溝線，前面および後面で膝囲線，下腿最大囲，足首囲線である．縦方向の基準線は前面では乳頭線，後面では肩甲線，側面では脇線，および下肢内側線である．

計測点は基準線間の交点，および基準線を2から5等分した点の，計125点に，足背中央，および足底3点を加えた129点である．なお，下腿の縦方向基準線のうち，FB，FF，BF，BBの各線は，下肢内側線，乳頭線，脇線，肩甲線の間をそれぞれ2等分した線であり，大腿部の縦方向各基準線（FB，FF，BF，BB）とつながる線ではない．また，軀幹部の測定点と測定基準線が一致する腕付け根線では腕付け根線の上腕側での測定を行なった．

本研究で対象とした測定点は，前報（1992）の軀幹部215点に，本報の上肢および下肢193点，これに顔面3点（全額，頬上部，頬下部），頚部4点（前正中線上の頚部中央，外側中央，後正中線上の頚部中央，および頚付け根点）を加えた合計415点である．

皮下脂肪厚の測定には日立メディコ製リニア走査型超音波断層装置（FUB-26型，3.5MHz）を用い，測定方法は前報（1992）に準じた．

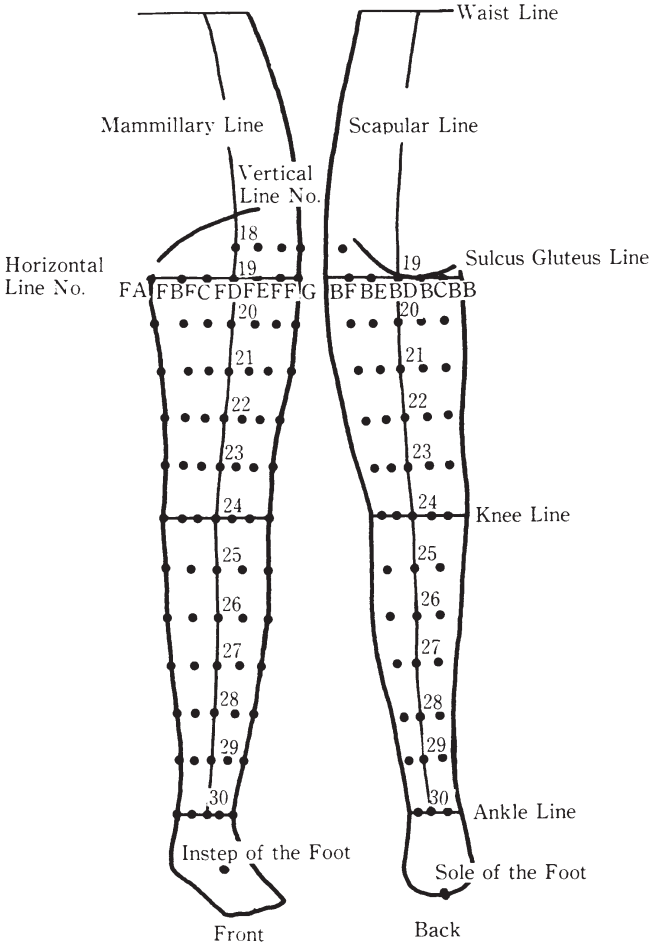

Fig. 2　Measuring points of the leg

結果および考察

1）四肢部皮下脂肪厚の分布

Table 1 Fat thickness of tha arm

(mm)

Horizontal Line No. / Vertical Line No.	H		I		J		K		L		M	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
1			4.5	1.0	5.9	0.6	5.5	2.2				
2	4.9	1.0	4.5	1.3	6.0	1.8	5.4	2.8	5.8	3.0		
3	4.9	1.1	4.4	3.3	5.7	2.9	5.1	2.1	5.4	2.7	5.1	2.1
4	4.7	2.5	4.0	1.9	5.1	2.8	4.5	1.8	4.7	1.8	4.7	1.8
5	4.5	2.8	3.6	1.0	4.8	1.7	4.5	1.9	4.4	2.2	4.2	1.8
6	4.2	1.6	3.6	0.5	4.5	1.8	4.8	1.5	4.4	1.4	3.8	1.8
7	4.3	1.2	4.0	0.7	4.5	0.7	5.2	0.9	4.5	1.0	3.4	0.7
8	4.5	0.6	4.6	0.6	4.8	0.7	5.6	0.7	4.8	0.5	3.4	0.8
9	4.6	0.5	5.1	0.8	5.1	0.8	5.8	0.8	4.8	0.7	3.3	1.0
10	4.6	1.1	5.6	0.8	5.3	0.5	5.8	0.6	5.0	0.7	3.2	0.8
11	4.5	1.1	5.7	0.6	5.4	0.5	5.7	0.5	5.1	0.7	3.1	0.5

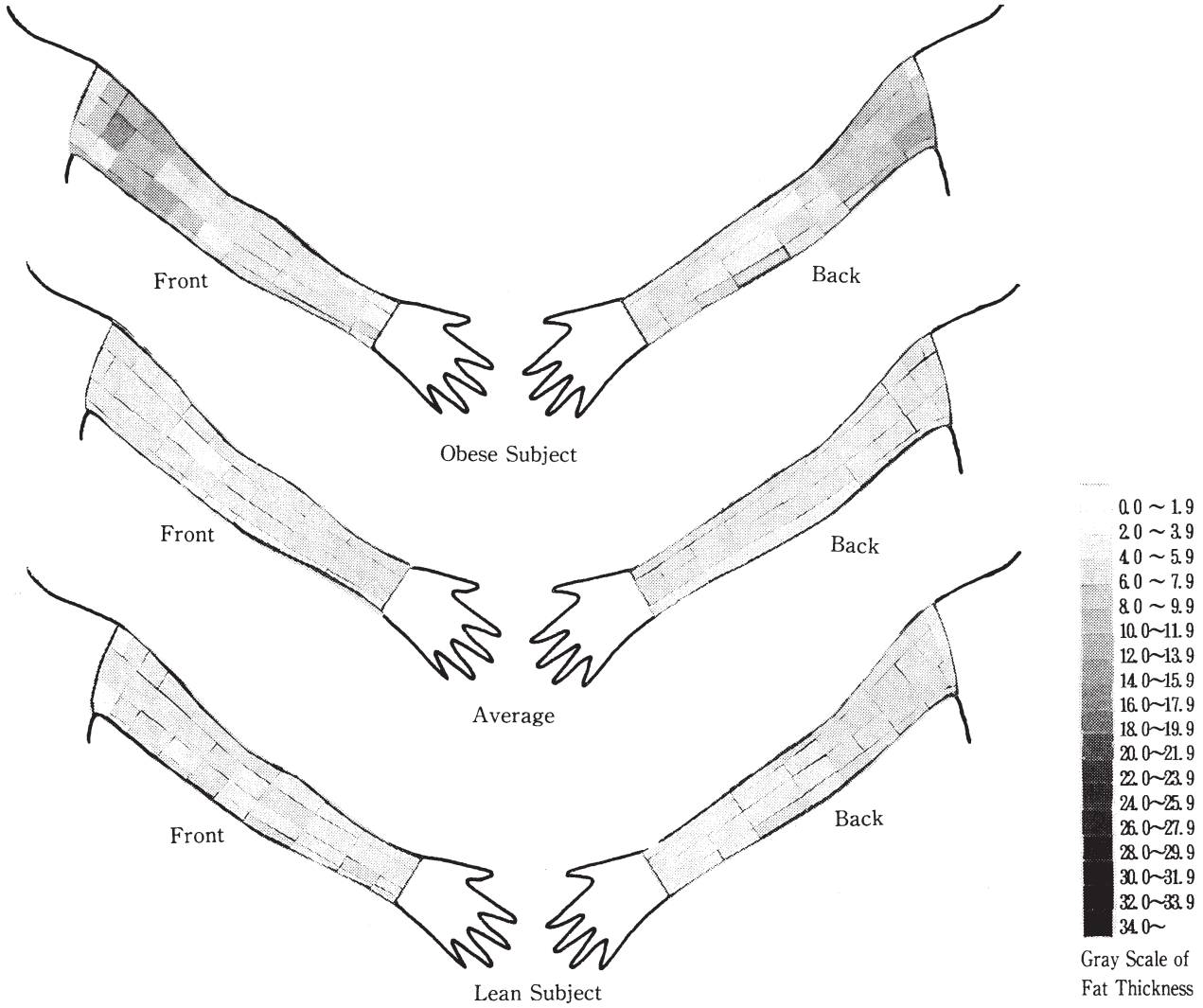

Fig. 3 Subcutaneous fat distribution over the arm of obese subject, lean subject and average

表1および表2に上肢および下肢の皮下脂肪厚（以下，脂肪厚と称する）の測定結果を被験者10名の平均値と標準偏差で示した．

これをもとに，上肢および下肢の脂肪厚の測定値が体表面上でどのように分布するかについて考察した．

図3は，上肢脂肪厚の分布を，グレースケールを用いて図示したものである．グレースケールの区分線は隣接する測定点間の中央とした．上より，肥満型被験者，被験者10名の平均値，痩身型被験者の各分布を示した．これら3者と脂肪厚の平均値が近似する被験者との脂肪厚の順位相関係数を求めたところ，r＝0.65～0.80の有意の相関係数が得られている．ローレル指数は，肥満型被験者は1.59で本測定中最大の被験者，痩身型被験者は1.16で本測定中最小（1.14）の次に小さい被験者であり，これらは，前報（1992）で分布を示した被験者と同一被験者である．

被験者10名の平均値は，上腕後面，腋窩付近では5から6 mm，肩先から肘頭にかけては4から5 mm，肘頭および肘窩では3から4 mmと減少し，さらに前腕にかけて4から5 mmとやや増加しており，前腕内側は他より薄いという分布であった．

これに対し，痩身型被験者の場合，上腕では平均と同じ分布であるが，肘囲から前腕にかけては2から3 mmと平均よりやや薄い．肥満型被験者では上腕後面の腋窩近傍で15mmと厚く，肩先から肘囲にかけては12から6 mmへと，肘囲から手首では6から3 mmに，平均値の分布と比較して漸次減少する傾向が顕著であった．

図4は下肢の脂肪厚分布である．左より肥満型被験者，被験者10名の平均値，痩身型被験者の分布を示した．下肢の平均値および各被験者間の順位相関はr＝0.60～0.84という有意の相関係数が得られている．

平均値では，大腿後面の臀溝下部から内側にかけて10から11mm前後と最も厚く，臀溝下部付近より膝窩にかけては減少，大腿前面のそけい線から膝囲線にいたる部位は7 mm前後であった．下腿では，膝部より足首にかけて減少する傾向が見られた．

痩身型では，大腿の11mm前後の脂肪厚は臀溝下部や大腿内側の一部にとどまり，膝部周辺では4から5 mmと大腿上部から膝部にむけて減少する傾向が著しい．下腿では，膝部下方では6 mmと平均とほぼ同様であるのに対し，足首囲では2から3 mmと平均より

Table 2 Fat thickness of the leg

(mm)

Horizontal Line No. / Vertical Line No.	FA		FB		FC		FD		FE		FF		G		BF		BE		BD		BC		BB	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
18							7.4	2.8	7.7	3.5	7.7	2.4	8.2	2.1	10.7	3.6								
19	9.9	2.6	9.2	3.2	8.3	2.0	7.7	2.7	7.9	2.3	7.8	4.0	8.8	1.7	10.4	7.1	11.1	7.1	11.7	7.7	11.7	10.1	10.8	6.3
20	10.0	1.7	9.3	1.8	8.1	2.5	7.7	2.5	7.9	1.3	7.4	2.7	9.1	1.9	10.2	3.2	10.5	1.9	11.4	6.1	10.9	5.7	9.8	4.8
21	9.9	1.7	8.9	2.3	7.8	2.1	7.6	1.6	7.8	1.8	7.3	2.0	9.3	1.0	10.2	2.8	10.5	2.2	10.7	4.0	10.6	4.5	9.0	3.3
22	9.5	2.3	8.5	2.2	7.6	1.7	7.6	2.5	7.6	1.9	7.3	1.9	9.6	1.5	9.9	3.3	9.9	1.5	10.1	2.5	10.4	2.5	8.3	2.3
23	8.9	2.8	8.0	2.5	7.4	1.6	7.4	2.2	7.5	1.5	7.5	1.1	9.6	2.3	9.1	1.7	9.3	2.8	9.4	1.4	10.0	2.9	7.3	1.9
24	8.8	2.4	8.0	2.3	7.1	2.5	7.1	1.9	7.4	1.4	7.4	0.9	9.3	1.4	10.0	1.3	10.6	1.3	10.5	0.8	10.4	0.8	7.1	1.6
25	7.3	1.6	6.3	3.8			4.7	1.5			5.7	2.2	5.7	3.4	6.4	1.8			6.0	1.3			5.7	2.1
26	7.0	1.9	5.7	2.3			5.0	1.8			5.8	1.2	5.9	1.6	6.3	1.5			6.0	1.5			5.5	1.9
27	7.0	1.9	5.3	2.5			5.2	1.7			5.6	1.6	6.0	2.0	6.1	1.2			6.0	1.7			5.6	1.8
28	6.8	1.2	5.0	1.7			5.4	2.0			5.4	2.4	5.7	1.2	5.7	1.8			5.7	2.2			5.5	2.4
29	6.4	1.6	4.5	1.8			5.3	2.5			4.9	1.0	5.5	2.6	5.2	1.2			5.5	2.3			5.0	2.7
30	6.1	0.7	4.5	1.1			5.5	1.4			5.2	0.9	5.7	0.6	5.6	0.9			5.5	0.9			4.9	0.4

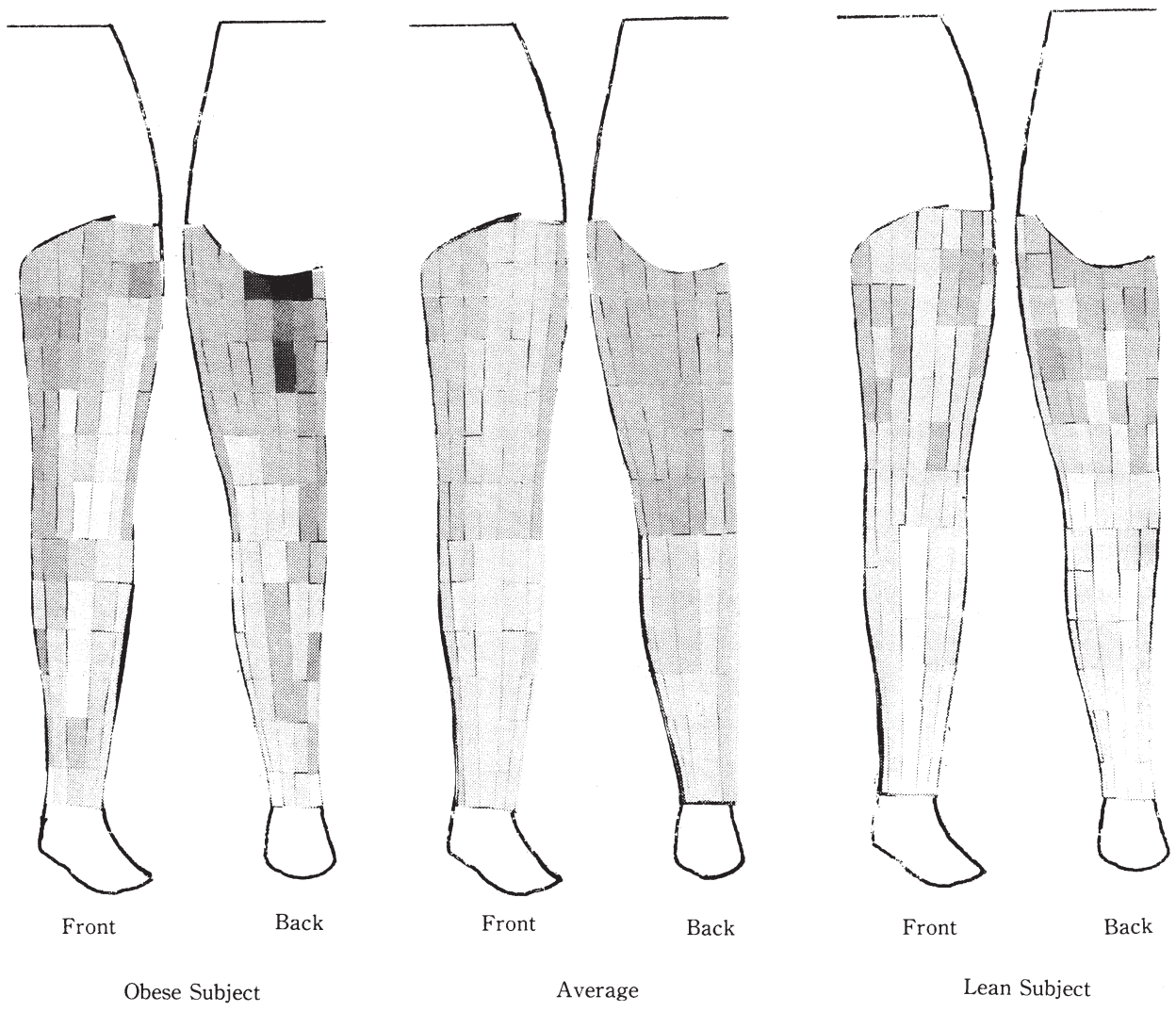

Fig. 4 Subcutaneous fat distribution over the leg of obese subject, lean subject and average

減少の程度が著しい傾向が見られた.

肥満型では，臀溝下部からそけい部および大腿内側に至る部位で最大27mm と顕著に厚く，下方にむかって減少し，膝部外側と膝窩では 3 から 5 mm 前後と，平均とほぼ同様の厚さであった．下腿では，足首では薄いものの，内側では 8 から12mm と他の 2 者より厚く，前後面でも痩身型のほぼ倍の脂肪厚が観察された.

湯浅ら（1987a）は成人男子 2 名の左右351箇所の脂肪厚を測定し，体肢では大腿や上腕のように中枢に近いところにある体節で，かつ中枢に近づくほど皮下脂肪が厚いこと，体幹では皮下脂肪が幅広く分布しているのに対し，体肢ではほぼ均一に分布する傾向がみられることを報告している．また，丸山（1991）は，成人女子66名の全身54部位の脂肪厚を超音波法により測定し，皮下脂肪の分布は体幹を中心として，上肢，下肢ともに遠位より近位ほど厚くなる傾向がみられることを報告している.

本測定でも，四肢についてほぼ同様の結果となったが，痩身や肥満にかかわらず肘，膝部は薄いこと，特に肥満傾向にある場合，四肢は均一な脂肪分布ではなく，上腕後面の腋窩近傍と臀溝下部では脂肪沈着が著しいことが示された．さらに，本測定における四肢部脂肪厚の変動係数を求めたところ，変動係数が大きい部位は大腿後面の臀溝下部，上腕前面，上腕後面の腋窩近傍であった.

Despres ら（1985）は，体幹の脂肪厚は四肢よりも身体運動による変化が大きい，Rognum ら（1982）は，食事制限と運動により腹部や臀部の脂肪細胞の大きさ

は減少するが，大腿部の大きさは変化しなかったことを報告している．体幹では，とくに腹部の脂肪厚の変化が大きいことは石田ら（1985b），湯浅（1987b），著者ら（1992）により報告されている．湯浅ら（1987a）は，腹部の脂肪厚の変化が大きい根拠として，体幹の下方部分の脂肪細胞の代謝が活発であることを指摘している．本測定での肥満や痩身による変動係数および脂肪分布の変化は，これら，腹部の脂肪厚の変化に匹敵するものであり，四肢における脂肪細胞の代謝が活発な部位の存在を示唆するものとも考えられる．

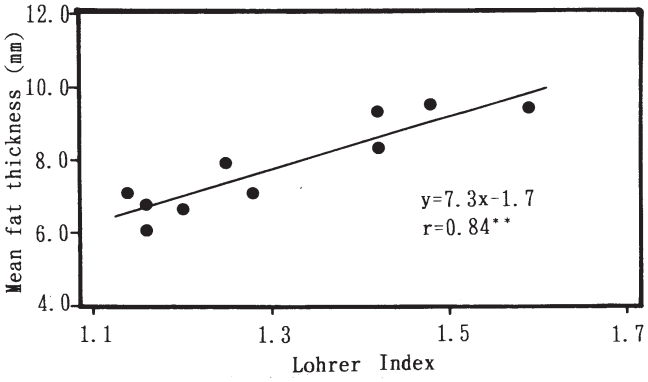

Fig. 5 Correlation between Lohrer Index and mean fat thickness of whole body

2）体表区分別平均皮下脂肪厚

次に，上肢および下肢の脂肪厚に前報（1992）で報告した軀幹部の脂肪厚を加え，全身，415点の脂肪厚を単純平均した全身平均脂肪厚を求めた．さらに，前報（1992）と本報の脂肪厚測定値を，胸部，腹部，背部，臀部，上腕部，前腕部，大腿部，下腿部に８分割し，これらの各部位における各測定点の脂肪厚の単純平均を求め，各部位の平均脂肪厚とした．軀幹部における測定点の分割は，胸部は前正中線，肩線と腕付け根線，脇線，胴囲線に囲まれる測定点，腹部は前正中線，胴囲線，脇線，そけい線に囲まれる測定点，背部は後正中線，肩線，腕付け根線，脇線，胴囲線に囲まれる測定点，臀部は後正中線，胴囲線，脇線，臀溝からそけい線に至る線に囲まれる測定点とし，肩線における前側および後側の測定値はそれぞれ胸部，背部に，脇線上の測定値は胸部，腹部に，胴囲線上の測定値は胸部，背部に含むこととした．

四肢における測定点の分割は，上腕部は腕付け根線と肘囲線間の測定点，前腕部は肘囲線から手首線，大腿部はそけい線から臀溝に至る線から膝囲線間の測定点，下腿部は膝囲線から足首囲間の測定点とし，腕付け根線では上腕側の測定点を上腕部に含む，肘囲線上の測定点は上腕部に含む，膝囲線上の測定点は大腿部に含むこととした．

全身の平均脂肪厚は7.8mm，標準偏差は1.2mm であった．また，各被験者の全身平均脂肪厚とローレル指数との間には図５に示す通り，相関係数 r＝0.84の有意の直線関係が見られた．

表３は，各部位の平均脂肪厚である．脂肪厚が最も厚いのは臀部の16.9mm，ついで大腿部の9.1mm であった．背部は5.6mm，上肢では上腕部に比べ前腕部が，下肢では大腿部に比べ下腿部が薄い傾向があった．

Table 3 Mean fat thickness on each regions

Region	Mean Fat Thicknes (mm)	Standard Deviation (mm)
Breast	8.6	1.2
Abdomen	8.3	2.8
Back	5.6	1.3
Buttock	16.9	2.7
Upper Arm	6.1	1.2
Forearm	3.5	0.3
Thigh	9.1	1.6
Leg	5.9	1.3

表４に，1949年から1991年にわたり研究者により測定された成人女子の脂肪厚の平均値を本測定結果とあわせ示した．各測定の結果には，BULLEN（1965），石田（1985），斉藤（1990），高柳（1990），のように，測定対象が本対象とは異なる年令の測定値も含まれている．

なお，キャリパー法では皮膚を摘みあげて測定する方法がとられており，真の皮脂厚の２倍に近い値が測定されているものと考えられるため，キャリパーによる測定値の場合は測定値に1/2を乗じた値とした．

上腕前面では，田中ら（1990）により指摘されている通り，超音波法よりキャリパー法が薄い傾向がみられた．数多く測定値が集積されている上腕後面では，同じキャリパー法による測定値でも4.0～12.7mm と異なり，測定法や年令による一定の傾向は見られなかった．脚部でも，下腿後面を除く部位で，超音波法と比較してキャリパー法が薄い傾向が見られた．また，大腿上部の超音波法の測定値は，測定者により異なる

Table 4-1 Fat thickness of same measuring points

No.		Author	Age	N	Methods	Arm (Front)							
						H2	H3	I3	I4	I5	I7	I8	I10
1	1949	NAGA	19	—	Caliper			5.4			0.7	1.9	
2	1950	ONO	20～30	61	Caliper			4.89		3.18	1.36	3.33	1.56
3	1953	GARN	Yanger	26	Xrays								
4	1953	SKERLJ	18～30	31	Caliper								
5	1956	HIROSHIMA	21	50	Caliper			3.64		2.81	0.78	3.22	2.43
6	1957	ASOU	20～24	41	Caliper								
7	1960	BROZEK	23.9	15	Caliper								
8	1963	YOUNG	16～30	94	Caliper								
9	1964	NAGAMINE	13～23	112	Caliper								
10	1965	BULLEN	41.3	49	US-A								
11	1974	INOKUCHI	17	40	Caliper			5.2		4.5	2.2	5.4	4.2
12	1974	DURNIN	20～29	100	Caliper								
13	1980	ISHIGURE	20.6	15	Caliper								
14	1981	KOMIYA	20.6	15	Caliper								
15	1983	KATCH	23.0	30	US-A				8.6				
16	1985	ISHIDA	19～41	5	US-A					4.7		6.2	
17	1986	TANAKA	38.6	51	Caliper								
18	1987	HATTORI	18～22	100	Caliper								
19	1987	ISHIDA	25.1	29	US-A								
20	1987	YUASA	17～26	33	US-B					6.70		6.50	
21	1990	SAITO	46～92	8	US-B	7.0	7.7						
22	1990	TAKAYANAGI	20～84	556	US-A				5.8				
23	1991	MARUYAMA	21.3	66	US-B			13.54	10.54			3.30	3.49
24	1992	SAITO	21.4	10	US-B	4.9	4.9	4.4	4.0	3.6	4.0	4.6	5.6

No.	Arm (Back)														
	J1	J4	J5	J8	J10	L2	L3	L4	L5	L7	L8	L10	M4	M5	M8
1								9.9		1.3		2.3			
2								10.71	5.59	2.18	3.02	3.53			
3															
4								10.95							
5	4.69							9.10	6.15	1.35	2.60	2.89			
6								7.09							
7								4.9							
8								12.72							
9								8.80							
10								12.3							
11	6.2							11.2	8.5	2.4	4.2	4.5			
12								10							
13								4.5							
14								8.2							
15								14.4							
16			7.7	4.9					8.3		3.6			6.8	3.6
17								11.3							
18								9.7							
19								12.0							
20		8.56	11.76	6.53					10.43		5.40			8.70	8.53
21						12.8	12.4								
22								10.1							
23	7.54		5.53	5.27	3.29			8.70	10.27		4.05	3.44	7.72	9.34	
24	5.9	5.1	4.8	4.8	5.3	5.8	5.4	4.7	4.4	4.5	4.5	5.0	4.7	4.2	3.4

Table 4-2 Fat thickness of same measuring points

No.	Leg (Front)											
	FA19	FA20	FA21	FA22	FA26	FA29	FD20	FD21	FD22	FD24	FD26	FD29
1							8.9			4.1	2.9	3.3
2		13.71		17.25			9.57		11.62	3.80	3.48	5.19
3					9.6							
4										7.59		
5				5.93			9.20		9.89	4.20	3.43	4.22
6												
7												
8										5.69		
9										8.00		
10												
11							13.5		12.9	6.7	5.6	6.7
12									6			
13									12.6			
14												
15					13.2				14.3			
16			16.7		6.3			10.0			4.7	
17												
18									14.5			
19												
20	11.90		17.46		8.53			13.13			6.86	
21			11.2					7.8				
22				10.4								
23		20.53	13.70		7.68	8.09	19.54	12.28			7.56	7.45
24	9.9	10.0	9.9	9.5	7.0	6.4	7.7	7.6	7.6	7.1	5.0	5.3

No.	Leg (Back)												Back Hand	Instep
	G20	G21	G22	G26	G29	BD19	BD20	BD21	BD22	BD24	BD26	BD29		
1							8.1		6.7	3.0	6.4	4.6		
2							17.12		7.84	3.99	7.91	4.89	1.47	1.91
3				7.4										
4														
5							10.98		7.58	2.03	6.12	5.93	0.94	0.88
6														
7														
8														
9														
10														
11							16.2		12.4	7.0	9.3	7.2	1.4	1.2
12											8.9			
13														
14														
15														
16		10.4		5.8				10.0			6.2			
17														
18														
19														
20		14.46		7.86		29.36		11.70			9.46			
21														
22														
23	12.06		10.44	3.77	4.62		18.91		10.02		5.72	5.78		
24	9.1	9.3	9.6	5.9	5.5	11.7	11.4	10.7	10.1	10.5	6.0	5.5	3.6	3.6

結果が示されている．この原因として対象とした被験者の特性，測定技術や測定部位が異なることが考えられるが，いずれによるかは明らかではない．

3）主成分分析による成人女子脂肪分布型の観察の試み

皮下脂肪の分布型について観察するため，被験者は10名と少ないが，脂肪厚の主成分分析を試みた．主成分分析は，前報（1992）と本報の脂肪厚測定値による，胸部，腹部，背部，臀部，上腕部，前腕部，大腿部，下腿部の平均脂肪厚について行なった．主成分分析の結果は表5に示す通りである．各部位の因子負加量についてみると，第1主成分はいずれの部位も正の値を示し，全身の脂肪量を説明すると考えられる．第2主成分は臀部，大腿部，下腿部で正，上腕，前腕，胸部，背部，腹部では負の値を示し，両者の対比を説明すると考えられる．この結果は，胸背部や腹部，上肢と，臀部を含む解剖学的に下肢とされる部位との脂肪沈着に差異があることを示唆するものである．第2主成分までの累積寄与率は90.8%であり，第3主成分については考察できなかった．

図6に，各被験者の主成分得点を示した．被験者1と被験者3を比較すると，第1主成分得点はほぼ同じであるが，第2主成分得点は被験者1が負の値を示し

Table 5 Result of principal compornent analysis

Measurement	Factor Loading		
	I PC	II PC	III PC
Breast	0.9269	−0.2041	−0.0791
Abdomen	0.9396	−0.2945	−0.1160
Back	0.8885	−0.3781	−0.1551
Buttock	0.5002	0.8090	0.2621
Thigh	0.8249	0.4501	−0.2865
Leg	0.6858	0.6676	−0.1529
Upper Arm	0.8393	−0.4673	0.1923
Forearm	0.9046	−0.0072	0.4076
Total Variance	0.6819	0.2261	0.0526
Cumulative Variance	0.6819	0.9079	0.9606

被験者3は正の値を示した．すなわち，全身の脂肪量は同じでも，被験者1は上肢，胸部，腹部に対して下肢の脂肪が少なく，被験者3は上肢，胸部，腹部に対して下肢の脂肪が多い被験者であると考えられる．また，被験者4，6，8，10のように，第1主成分得点が負である被験者群では，第2主成分得点に顕著な差は見られない．全身の脂肪量が少ない場合は上肢，胸部，腹部と下肢との脂肪量の差異は顕著でないことが示唆された．

図7は，被験者1（ローレル指数1.59）と被験者3

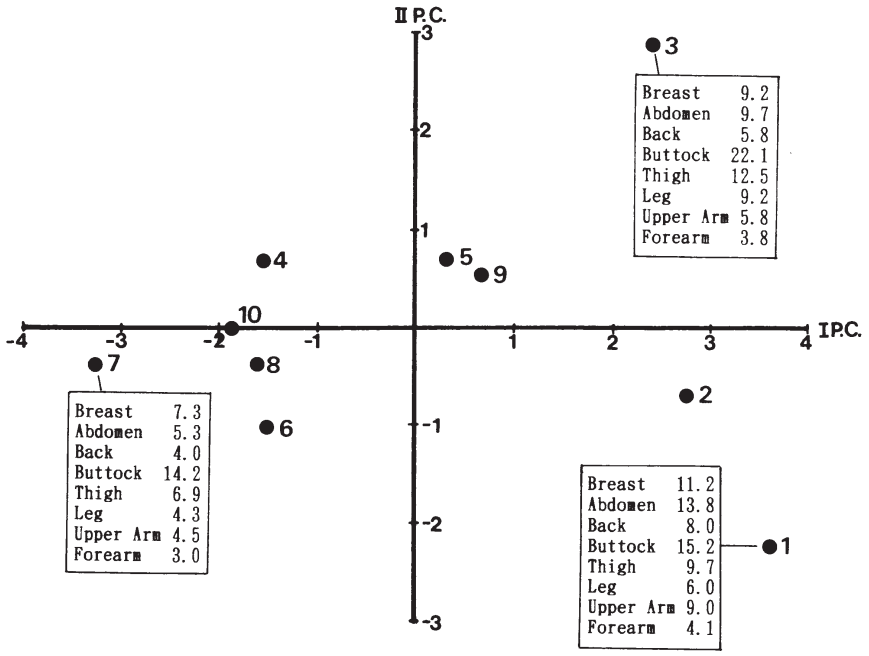

Fig. 6 Distribution of the first and the second principal compornent scores among different subjects (Unit : mm)

(ローレル指数1.48)の腹部，臀部，大腿，および下腿の脂肪分布を示したものである．被験者3は，被験者1と比較して，臀部における厚い脂肪の分布域が広く，臀溝下部での脂肪沈着が著しい．また，被験者3は，被験者1と比較して下腿も厚い脂肪で覆われており，臀部および下肢での脂肪分布状態の違いが観察できる．

Muller ら (1981) は，上腕後面，肩甲骨下角，腸骨上部，腹部の脂肪厚について主成分分析を行ない，第1主成分は全身の脂肪量を，第2主成分は軀幹部と末梢との差異を説明すると考察した．本報でも，第1主成分で全身の脂肪量が説明され，Muller ら (1981) の結果と一致した．第2主成分ついては，若干の共通性はあるものの異なる結果となった．本報の場合，前腕，臀部，下腿の脂肪厚を含む分析であるためと思われる．また，Hattori ら (1987) は肥満者を含む青年を対象として，上腕後面，肩甲骨下角，腸骨稜，腹部，大腿の脂肪厚について主成分分析を行い，第1主成分は体幹と末梢，第2主成分は体幹上方と体幹下方，第3主成分は腹部の内側と外側の対比を説明すると考察するとともに，肥満に伴い男子では体幹下方に，女子では体幹上方に脂肪が沈着するということを指摘した．この結果は，測定対象，測定部位ともに本報とは異なるため比較することはできないが，全身の脂肪分布を明らかにするためには，これまでのように限定された部位ではなく，全身のいずれもの部位を代表する脂肪厚についての分析が望ましいと考える．

3）皮下脂肪厚の各部位間相互の相関

本測定は詳細な脂肪分布を観察することを目的とし

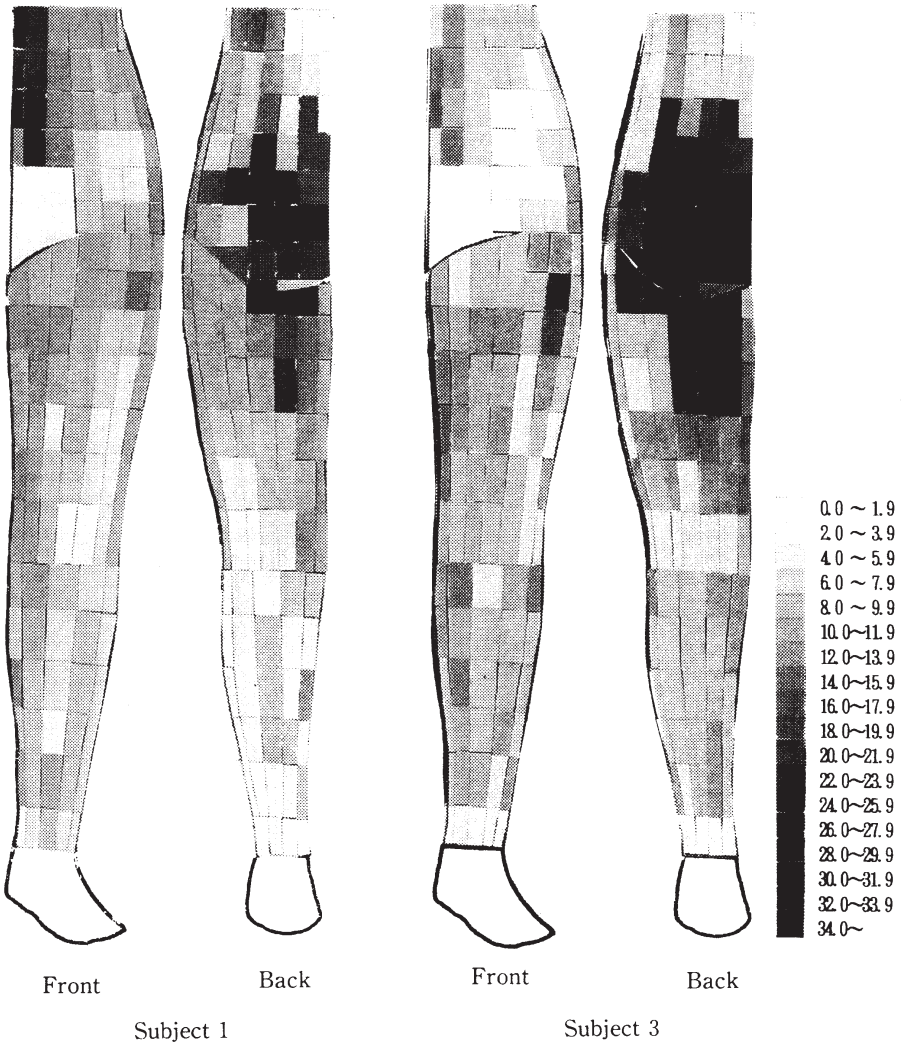

Fig. 7 Subcutaneous fat distribution over the leg of the subject who shows most large mean fat thickness over the trunk

たため，数多くの測定点を設けたが，多数の被験者を測定する時はこれらの人体各部位のなかで，どの部位が全身の脂肪量，あるいはある部位の脂肪量を代表するか，という情報が必要となる．

図8に，全身平均脂肪厚と各測定点での脂肪厚間で有意の相関関係が得られた測定点を示した．全身平均脂肪厚と相関の高い部位は腹部，乳房の外側部，肩甲骨下部，背側部，大腿前面および臀溝下部であった．従来，全身の脂肪厚の代表値として上腕背面，および肩甲骨下部の測定が行なわれてきた．この内，肩甲骨下部は前述の通り変動係数が小さいにもかかわらず，従来の測定でも測定者間の相違が比較的少なく，分布が比較的均一で，測定点の特定も容易であり，しかも全身平均皮下脂肪厚との相関も高いという皮下脂肪の測定点として望ましい特徴があると考えられる．

一方，上腕後面は，多数の被験者の測定が容易な部位であるが，肥満傾向にある被験者の場合腋窩部から肘部にかけての変化が著しく，表4に示す通り測定者間の相違がみられ，全身平均との相関関係が見られず，脂肪厚を代表する測定点としての特徴は見出せなかった．臀溝下部は変動係数が大きく，下肢と上肢や胸部，背部，腹部との関係が見られ，全身の脂肪厚分布状態を知る上で参考になる部位と言える．

また，図9は前述の通り全身を8分割した各部位の平均脂肪厚と，該当する部位における測定点の脂肪厚と相互の相関が高い部位であり，なかでも＊印の測定点は相関係数の最も大きい測定点である．1点の測定で各部位の平均的皮下脂肪の厚さを推定するときの参考となると考えられる．

さらに，全身415点の脂肪厚間相互の相関係数を求めたところ，乳房部を除く胸部，腹部，背部，上腕部の各脂肪厚相互の相関関係はみられるが，大腿部は下腿部と相関関係のある測定点が多く，臀部，乳房部，胸骨部では他部位の測定点との相関関係は示されなかっ

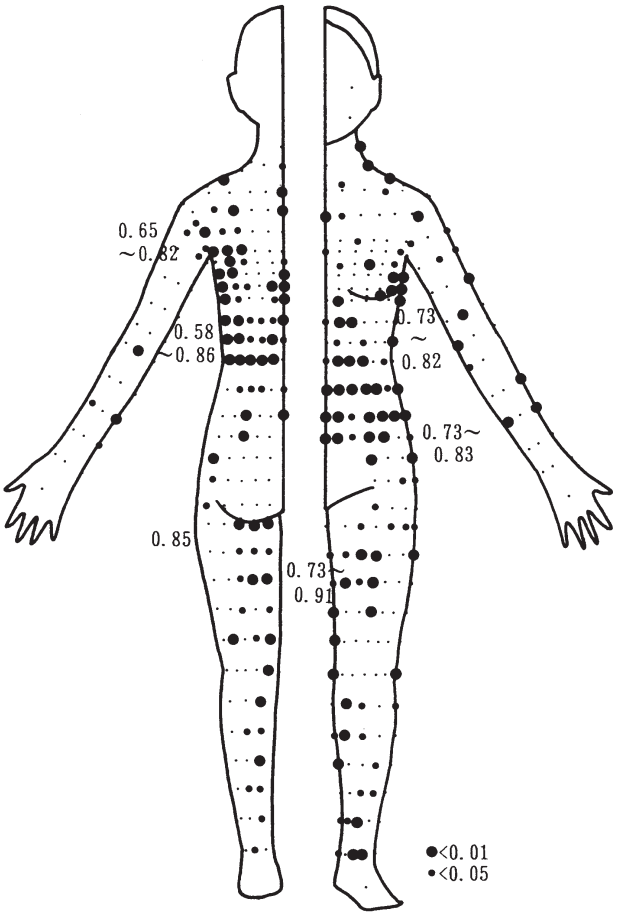

Fig. 8 Measuring points of high correlation coefficient between mean fat thickness of whole body and fat thickness of each points

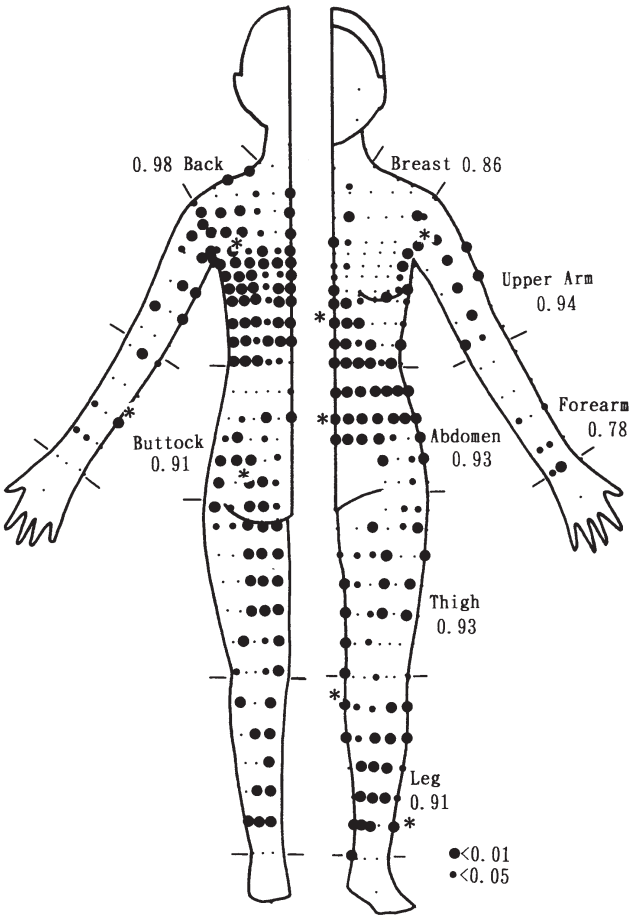

Fig. 9 Measuring points of high correlation coefficient between mean fat thickness of each section and fat thickness at each points

た．

総　括

成人女子10名の四肢193点，顔面と頚部７点の皮下脂肪厚を超音波法で測定し，四肢の脂肪厚分布を観察するとともに，前報で測定された体幹部215点とあわせて，全身の皮下脂肪厚の分布型，部位間相互の相関について，検討した．主な結果は以下のとおりである．

(1) 被験者10名の平均値の場合，四肢では，近位で厚く，遠側で薄いという脂肪分布が観察された．また，いずれの被験者も肘，膝部の脂肪は薄く，痩身傾向にある被験者の場合は脂肪は均一に分布し，肥満傾向にある被験者の場合上腕後面の腋窩近傍および臀溝下部で脂肪の沈着が著しいことが観察された．

(2) 平均年齢21.4歳の被験者10名の全身平均皮下脂肪厚は，7.8mm，標準偏差は1.2mm であった．

(3) 胸部，腹部，背部，臀部，上腕部，前腕部，大腿部，下腿部における各部の平均脂肪厚について主成分分析を試みたところ，第１主成分では全身の脂肪の量，第２主成分では臀部を含む下肢部と上肢，胸部，背部，腹部との対比が説明された．

(4) 全身平均皮下脂肪厚との相関が有意に高い部位は腹部，乳房の外側部，肩甲骨下部，背側部，大腿前面および臀溝下部であった．各測定点における脂肪厚相互の相関関係は，臀部，乳房部，胸骨部の測定点では示されなかった．

文　献

麻生守勝，1957：日本人の皮下脂肪厚に関する研究　第２編　事務職員の皮下脂肪厚と血圧に関する研究．医学研究，27(7)：207-216.

Brozek, J and W. Kinzey, 1960: Age changes in skin-fold compressibility. Journal of Gerontology, 15: 45-51.

Bullen, B.A., F. Quaade, E. Olesen and S.A. Lund, 1965: Ultrasonic reflections used for measuring subcutaneous fat in humans. Hum. Biol., 37: 375-384.

Despres, J.P., C, Bouchard, A. Tremblay, R Savard and M. Marcotte, 1985: Effects of aerobic training on fat distribution in male subjects. Med. Sci. Sports Exerc., 17: 113-118.

Durnin, J.V.G.A and J. Womersley, 1974: Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. Br. J. Nutr., 32: 77-97.

Garn, S.M., and J.H. Saalberg, 1953: Sex and age differences in the composition of the adult leg. Hum. Biol., 25: 144-153.

Hattori, K., M.D. Becque, V.L. Katch and A.P. Rocchini, 1987: Fat patterning of adolescents, Ann. of Hum. Biol., 14(1): 23-28.

弘島慶勝，1956：人体脂肪組織の研究　第二部生体に就いて，第十一報　大分県人（21～30才）の生体の皮下脂肪蓚厚径の研究．熊本医学会雑誌，31(2)：117-141.

猪口清一郎，岩本壮太郎，朴恩喆．東慶紀，1974：沖縄青少年における皮下脂肪厚について．人類誌，82(3)：173-188.

石田良恵，角田直也，金久博昭，福永哲夫，1985a：超音波皮脂厚計の検討．体力科学，34：91-97.

石田良恵，福永哲夫，1985b：超音波皮脂厚計による女子スポーツ選手皮下脂肪厚の測定．日本超音波医学会講演論文集，46：517-518.

石田良恵，角田直也，金久博昭，近藤正勝，福永哲夫，1987：超音波皮厚計を用いた体脂肪率の推定．第７回日本肥満学会記録，７：68-70.

石樽清司，大城順子，柴田純子，1980：女子大学生の皮脂厚 ― 季節的変化並びに運動クラブ活動の影響 ―．体力科学，29：205-212.

Kapoor, S., A.K. Kapoor, R. Bhalla and I.P. Singh, 1985: Parent-offspring correlation for body measurements and subcutaneous fat distribution. Hum. Biol. 57: 141-150.

Katch, F.I., 1983: Individual differences of ultrasound assessments and subcutaneous fat. Effects of body position. Hum. Biol., 55: 789-795.

小宮秀一，小室史恵，吉川和利，1981：体脂肪率（% Fat）推定法の比較．体力科学，30：277-284.

丸山康子，飯塚幸子，吉田敬一，1991：超音波法による日本人青年の皮下脂肪分布の性差．生理人類学雑誌，10(1)：61-70.

Mueller, W.H and L. Stallones, 1981 : Anatomical distribution of subcutaneous fat : Skinfold site choice and construction of indices. Hum. Biol., 53 : 321-335.

長正雄, 1949：日本人青年男子の皮下脂肪蓚に就いて. 鹿児島医学会誌, 24：25-27.

Nagamine, S. and S. Suzuki, 1964 : Anthropometry and body composition of Japanese young men and women. Hum. Biol., 36 : 8-15.

長尾愛彦, 有江醇子, 井本岳秋, 今井義量, 沢田芳男, 1982：皮下脂肪の局在性について. 体質医研報, 34：5-6.

小野四郎, 1950：九州日本人生体に於ける皮下脂肪蓚厚径の計測的研究. 熊本医科大学解剖学教室業績, 5：1-74.

Rognum, T.O., K, Rodahl and P.K. Opstad, 1982 : Regional differences in the lipolytic response of the subcutaneous fat depots to prolonged exercise and severe energy deficiency. Eur. J. Appl. Physiol. 49 : 401-408.

斉藤嘉代, 1990：超音波断層法および直接法による皮下脂肪厚計測について　第1報　日本人屍体について. 文化女子大学研究紀要, 21：111-123.

斉藤秀子, 田村照子, 1992：成人女子の皮下脂肪分布について　第1報　軀幹部の皮下脂肪厚. 生理人類学雑誌, 11：495-505.

Skerlj, B., J. Brozek and E.E. Hant, 1953 : Subcutaneous fat and age changes in body build and body form in women. Am. J. Phys. Anthrop., 11 : 577-600.

高柳満喜子, 熊倉伸宏, 西川浩昭, 城川美, 田沼博, 鈴木賢二, 豊川裕之, 1990：皮下脂肪厚と血清脂質との関連に関する地域調査. 民族衛生, 56：72-86.

田中茂穂, J. Peters, 豊川裕之, 1990：キャリパーと超音波皮脂厚計による皮脂厚計測の比較. 民族衛生, 56：244-245.

田中喜代次, 中塘二三生, 1986：肥満成人女性における体脂肪率の推定. 体力科学, 35：270-276.

Young, C.M., J. Blondin, R. Tensuan, and J.H. Fryer, 1963 : Body composition studies of "older" women, thirty to seventy years of age. Ann. N.Y. Acad. Sci., 110 : 589-607.

湯浅景元, 1987a：超音波法による皮下脂肪厚分布パターン. 体力科学, 36：36-41.

湯浅景元, 後藤佐都美, 川口純子, 1987b：女子の皮下脂肪厚分布パターン, 体力科学, 36：629.

柳沢澄子, 1976：被服体型学. 光生館, 16-43.

(1993年12月6日受付)
(1994年4月2日受理)

Hideko SAITO　Yamanashi prefectural Women's Jounior College, 5-11-1 Iida, Koufu-city, Yamanasi 400, Japan

斉　藤　秀　子　〒400　山梨県甲府市飯田5-11-1　山梨県立女子短期大学