

成人男女健常者における体脂肪率 (%Fat) と Waist/Hip 比 (WHR) の関係の性差

田原 靖昭¹⁾, 綱分 憲明²⁾, 湯川 幸一³⁾, 山崎 昌廣⁴⁾,
西山久美子⁵⁾, 浦田 秀子⁵⁾, 勝野久美子⁵⁾, 福山由美子⁵⁾

- 1) 長崎大学教養部保健体育学教室
- 2) 長崎県立女子短期大学体育科
- 3) 長崎大学保健管理センター
- 4) 広島大学総合科学部健康科学教室
- 5) 長崎大学医療技術短期大学部

Sex Differences in Interrelationships between Percent Body Fat (%Fat) and Waist-to-Hip Ratio (WHR) in Healthy Male and Female Adults

Yasuaki TAHARA¹⁾, Noriaki TSUNAWAKE²⁾, Kouich YUKAWA³⁾,
Masahiro YAMASAKI⁴⁾, Kumiko NISHIYAMA⁵⁾, Hideko URATA⁵⁾,
Kumiko KATSUNO⁵⁾ and Yumiko FUKUYAMA⁵⁾

- 1) *Department of Health and Physical Education, Faculty of Liberal Arts, Nagasaki University*
- 2) *Nagasaki Prefectural Women's Junior College*
- 3) *Health Administration Center, Nagasaki University*
- 4) *Department of Health Science, Faculty of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University*
- 5) *Department of Nursing, School of Allied Medical Sciences, Nagasaki University*

The purpose of the present study was to investigate sexual differences in relationships among percent body fat (%Fat), waist-to-hip ratio (WHR), waist-to-stature ratio (WSR), abdominal circumference to stature ratio (ASR), body mass index (BMI) and skinfold thicknesses in healthy male and female adults. Subjects were 64 males and 65 females, aged 22-60. Body density was measured by under water weighing and by skinfold anthropometry. Mean %Fat was 15.6% in males and 23.9% in females. Mean WHR was 0.83 in males and 0.72 in females. The correlation between %Fat and WHR was not significant in females ($r = -0.104$) but was significant in males ($r = 0.631$, $p < 0.001$). Highly significant correlations were obtained among %Fat, WSR, ASR, BMI, and sum of eight skinfolds in both sexes.

(Ann. Physiol. Anthropol. 13(5): 293-301, 1994)

Key words: Body composition, Percent body fat (%Fat), Waist-to-hip ratio (WHR), BMI, Waist-to-stature ratio (WAS)

I 緒言

肥満度の評価方法には種々のものがある。我が国では、肥満度の評価法として、身長、体重を使った種々の標準体重法や体格指数として Body Mass Index (BMI), Rohrer 指数などがよく使用されている (松沢, 1985)。しかし、これらの標準体重法や体格指数等は簡便なだけに問題点も多い (松沢, 1985)。一方肥満を体脂肪の過剰蓄積と定義するなら、体重を体脂肪 (Fat) と除脂肪体重 (LBM) に二分する身体組成の測定から %Fat を評価する方法が、身長、体重からの標準体重法や体格指数よりも肥満の内容を正確に示す評価法と言える (北川, 1984; 田原ら, 1992; 田原ら, 1993a; 田原ら, 1993b)。%Fat を推定する方法として、我々は実験室的方法として密度法 (Densitometry) である水中体重法 (Hydro-statics 又は Under Water Weighing) を使用している (田原ら, 1992; 田原ら, 1993a; 田原ら, 1993b)。他に Skinfold-Caliper (以下 Caliper) で皮下脂肪厚 (以下皮脂肪厚) を測定し、水中体重法で求めた身体密度との関係式から %Fat を求められる Caliper による方法 (以下 Caliper 法, Jackson & Pollock, 1978; Jackson & Pollock, 1980; 長嶺, 1966) も併用している (田原ら, 1992; 田原ら, 1993a; 田原ら, 1993b)。

また、肥満や糖尿病の増加傾向とともに、特に脂肪組織の topography と糖尿病との関係についての以下の報告などがある。つまり脂肪や皮下脂肪厚の上半身への局在の分布パターンの特色から糖尿病や高血圧との関係などの報告 (Lapidus, 1984; Bjorntorp, 1985; Krotkiewski, 1989; Peiris, 1989) がある。Vague (1956) や Feldman ら (1969) は脂肪の上半身への局在は糖尿病のリスクが大であると報告し、Maugh (1982) や Ashwell ら (1985) は、糖尿病患者に Waist/Hip 比 (以下, WHR) と内臓蓄積型との相関を認めている。さらに、Kissebah ら (1982) は、糖尿病発症のリスクが大きくなる指標として上半身肥満と関連ある WHR を提唱した。日本人については、雨宮ら (1985) の臨床面での報告がみられる。しかし、WHR の判定基準については、体格が日本人とは異なる欧米人についての判定基準値をそのまま日本人に使うことは問題があることが予想される (松沢, 1990; 熊谷ら, 1992)。日本人健常者の水中体重秤量法からの %Fat と WHR などの関係や、%Fat と WHR などの関係の男女差に

関する報告は少なく、その基礎的資料が不足している (雨宮ら 1985, 1985; 熊谷ら 1992)。

そこで本研究の目的は、全身脂肪蓄積肥満の評価法である密度法 (水中体重秤量法) からの %Fat と WHR との関係の性差を検討することである。さらに %Fat と BMI などのいくつかの体格指数、腹部皮下脂肪厚及び皮下脂肪厚 8 部位和や筆者たち (田原ら 1992) が提唱する Waist/身長 (WSR) 及び腹囲/身長 (ASR) との関係から肥満の評価法についても報告する。

II 研究方法

A 被験者

被験者は健康な成人日本人男女 129 名で、男子 64 名、女子 65 名で、男子は座業を主とする大学事務官、大学生が多く、女子は主婦、大学生が多かった。被験者数及び年齢等は表 1 に示した。

B 測定方法と項目

1. 形態

身長・体重・周囲等の体格を測定した。

周囲はスチール製メジャーを使用し、その測定部位は以下の通りである。

Waist: 腰部の最も細い部分とした。女性では腸骨稜直上のウエストの高さで水平に腹部を一周する長さで、肥満傾向にある男子の場合は臍部周囲より上ほぼ 15cm 前後の細い部位とした。

Hip: 恥骨結合周囲の臀囲の最大囲とした。腹囲; 臍部を腹囲とし、更に腹囲の最大囲を最大腹囲とした。

2. 皮下脂肪厚 (皮脂肪厚)

栄研式 Caliper によって 8 部位の皮脂肪厚を Behnke & Wilmore (1974) に従って測定した。その部位は以下に示す身体右側の部位である。

- 1) 上腕部 (Triceps), 2) 肩甲骨下部 (Scapular),
- 3) 腹部 (Abdominal), 4) 側腹部 (Supra-iliac), 5) 胸部 (Chest), 6) 大腿部 (Thigh), 7) 膝部 (Knee),
- 8) 腋下部 (Axilla)

上記の部位の皮脂肪厚の測定は熟練した Y.T がすべて行った。

3. 身体組成

身体組成の測定は密度法である水中体重法によった。水中体重の測定は温水 37°C 前後の水槽の中で、プランコ様の台座 (水中で身体を保持し、動揺を少なくしたステンレス製) 及びロードセル (圧トランスデュー

サー, MINEB-IA-U3B1-20-B)を使用し, Behnke & Wilmore (1974) に従って測定した. 肺残気量 (RV) は He 法(フクダ医理化製 FRC-COMF-100)により水槽外で3回の機能的残気量 (FRC) の測定から求めた. これらの水中体重, 肺残気量, 体重の測定から身体密度を求め, Brožek らの式 (1963, %Fat=4.572/身体密度-4.142) から%Fat を算出した.

なお, 身体密度 (D, g/ml) は以下の式によった.

$$D = Wa / [\{ Wa - Ww / Dw \} - RV]$$

ただし

Wa : 空気中の体重 (kg)

Ww : 水中体重 (kg)

Dw : 測定時の温水の密度 (g/ml)

RV : 肺残気 (l)

とした.

4. WHR, BMI などの指数

上記の1~2の測定値から

Waist/Hip 比 (WHR) = Waist(cm)/Hip(cm)

Waist/身長比 (WSR) = Waist(cm)/身長(cm)

腹囲/身長比 (ASR) = 腹囲(cm)/身長(cm)

Body Mass Index (BMI) = 体重(kg)/身長(m)²

Waist/皮脂厚和 = Waist(cm)/皮脂厚和 (腹部 mm + 側腹部 mm)

を算出した.

III 結果

A %Fat, WHR 及び体格等

表1に被験者数, 年齢, 体格, 身体密度, %Fatを, 表2に WHR, WSR, ASR, BMI 等の平均値及び標準偏差を示した. 男子の%Fatの平均値は15.6%, Fat (kg)は10.4kg, WHRで0.83, WSRで0.45, ASRで0.46, waist/皮脂厚和 (W/SFT)で2.98であった. 欧米で広く使用され, 最近我が国でも利用されてきている BMIは22.7であった. また体格の測定値では waistが75.5cm, Hipが90.8cm, 腹囲が77.4cm, 腹部皮脂厚が16.0mm, 皮脂厚8部位和 (8-SFT)が97.6mmな

Table 1 Means and standard deviations of physical characteristics of subjects.

Subjects	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	Under Water Weighing				
				%Fat (%)	Density (g/ml)	Fat (kg)	LBM (kg)	LBM/Ht (kg/m)
Male 64	30.8 (8.1)	169.1 (5.7)	65.0 (9.2)	15.5 (5.5)	1.0634 (0.0136)	10.4 (4.9)	54.8 (6.4)	32.2 (3.2)
Female 65	29.2 (9.1)	156.9 (5.7)	51.5 (6.2)	23.9 (5.5)	1.0433 (0.0132)	12.5 (3.9)	39.0 (4.0)	24.9 (2.3)
Significant	ns	***	***	***	***	**	***	***

Significant (t-test, Male vs. Female) : *** ; p<0.001, ** ; p<0.01

Table 2 Means and standard deviation of waist, hip, WHR, WSR, ASR, BMI and Skinfolds.

Sex	n	Waist (cm)	Hip (cm)	Abd-SFT (mm)	8-SFT (mm)	Abd-G (cm)	WHR	WSR	ASR	Rohrer	BMI	W/SFT
Male	64	75.5 (7.0)	90.8 (5.1)	16.0 (8.2)	97.6 (43.5)	77.4 (7.3)	0.83 (0.05)	0.45 (0.04)	0.46 (0.04)	134.3 (15.4)	22.7 (2.6)	2.98 (1.52)
Fcmale	65	63.9 (4.1)	88.3 (4.2)	18.9 (5.5)	135.8 (36.1)	72.2 (6.2)	0.72 (0.03)	0.41 (0.03)	0.46 (0.04)	133.6 (14.5)	20.9 (2.0)	1.92 (0.79)
Significant		***	**	*	***	***	***	***	ns	ns	***	***

Significant (t-test, Male vs. Fcmale) : *** ; p<0.001, ** ; p<0.01, * ; p<0.05

Abd-SFT : skinfold (Abdominal). 8-SFT : Sum of 8 skinfolds. Abd-G : Girth of abdominal

WHR : Waist/Hip. WSR : Waist/Height, ASR : Abdomonal Girth/Height, Rohrer : Weight/Height³ * 10⁷,

BMI : Weight/Height (m)², W/SFT : Waist/Skinfold (Abdominal+Suprailac)

どであった。

女子の%Fatの平均値は23.9%, Fat(kg)は12.5kgであった。本研究の女子の平均年齢は29.2歳(SD: 9.06歳, 21.9歳~59.4歳)で主婦と学生が主で, 本研究の被験者で%Fatが30%を越える肥満傾向者は少なく, むしろ18%以下の「やせ」と判定される被験者が65人中12人含まれていた。それぞれの平均値は, WHRで0.72, WSRで0.41, ASRで0.46, BMIで20.9, waist/皮脂厚和(W/SFT)で1.92, waistで63.9cm, Hipで88.3cmであった。これらのことから男子が有意に高い項目はwaist ($p<0.001$), Hip ($p<0.01$), 腹囲 ($p<0.001$), LBM ($p<0.001$), LBM/身長 ($p<0.001$), WHR ($p<0.001$), BMI ($p<0.001$), W/SFT ($p<0.001$) で, 女子が有意に高い項目は腹部皮脂厚

($p<0.05$), 皮脂厚8部位和 ($p<0.001$), %Fat ($p<0.001$), Fat (kg, $p<0.01$) などであった。

B %Fat, 皮脂厚と各測定項目間の相関係数

表3に男女の%FatとWHR, WSR, ASR等の各項目間の相関係数を示した。%Fatと周囲との相関は男子では高い方から腹囲, Waist, Hipの順であった。女子の%Fatの関係では, 男子に比べて相関係数は低く, 腹囲, Waist, Hipの周囲のうちでHipがわずかに高かった。また%Fatと腹部皮脂厚(Abd-SFT)との相関も男子が女子より高かった。皮脂厚8部位和とwaist囲, 腹囲との相関は男子が女子よりも高く, しかも男子では, 皮脂厚8部位和と%Fatよりも高かった。さらに腹部皮脂厚と皮脂厚8部位和の相関は男子で0.94, 女子で0.90と男女ともに有意 ($p<0.001$) に高

Table 3 Correlation matrix for males and females.

Correlation Matrix for Male

	%Fat	Weight	Waist	Abd-G	Hip	Abd-SFT	8-SFT	BMI	Rohrer	WHR	WSR	Abd/Ht	W/SFT
%Fat	1.000												
Weight	0.549	1.000											
Waist	0.749	0.854	1.000										
Abd-G	0.806	0.852	0.972	1.000									
Hip	0.569	0.950	0.808	0.814	1.000								
Abd-SFT	0.790	0.721	0.817	0.850	0.701	1.000							
8-SFT	0.777	0.767	0.861	0.866	0.768	0.939	1.000						
BMI	0.621	0.886	0.883	0.867	0.860	0.756	0.809	1.000					
Rohrer	0.599	0.715	0.804	0.781	0.707	0.696	0.746	0.958	1.000				
WHR	0.631	0.434	0.808	0.758	0.309	0.621	0.621	0.572	0.596	1.000			
WSR	0.752	0.654	0.925	0.892	0.631	0.766	0.803	0.855	0.886	0.864	1.000		
ASR	0.813	0.676	0.916	0.935	0.655	0.808	0.823	0.852	0.868	0.825	0.970	1.000	
W/SFT	-0.656	-0.524	-0.607	-0.656	-0.529	-0.826	-0.805	-0.585	-0.561	-0.458	-0.591	-0.645	1.000

Correlation Matrix for Female

	%Fat	Weight	Waist	Abd-G	Hip	Abd-SFT	8-SFT	BMI	Rohrer	WHR	WSR	Abd/Ht	W/SFT
%Fat	1.000												
Weight	0.525	1.000											
Waist	0.572	0.853	1.000										
Abd-G	0.580	0.758	0.846	1.000									
Hip	0.605	0.912	0.795	0.754	1.000								
Abd-SFT	0.669	0.581	0.634	0.670	0.637	1.000							
8-SFT	0.740	0.677	0.733	0.714	0.740	0.895	1.000						
BMI	0.489	0.804	0.872	0.766	0.820	0.618	0.763	1.000					
Rohrer	0.406	0.592	0.756	0.662	0.656	0.550	0.700	0.955	1.000				
WHR	0.180	0.258	0.641	0.438	0.047	0.250	0.277	0.391	0.401	1.000			
WSR	0.480	0.583	0.880	0.738	0.608	0.580	0.694	0.889	0.915	0.672	1.000		
ASR	0.513	0.549	0.764	0.922	0.614	0.639	0.698	0.793	0.803	0.472	0.844	1.000	
W/SFT	-0.631	-0.438	-0.425	-0.506	-0.483	-0.806	-0.770	-0.424	-0.359	-0.104	-0.367	-0.469	1.000

Abd-G: Girth of abdominal, Abd-SFT: Skinfold (abdominal), 8-SFT: Sum of 8 skinfolds, BMI: Weight/Hedght², Rohrer: Weight/Height³*10⁷, WHR: Waist/Hip, WSR: Waist/Height, ASR: Abdomonal Girth/Height, W/SFT: Waist/Skinfold (Abdominal+Suprailac)

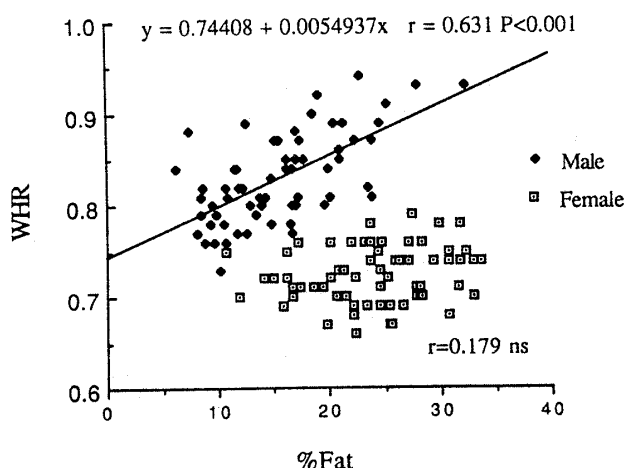


Fig. 1 Relationship between %Fat and WHR

い相関係数を示した。図1には%FatとWHRの相関の分布図を示し、その相関係数は男子で0.63 ($p < 0.001$)で有意であったが、女子では0.18と有意な相関はみられず性差が顕著であった。つまり男子はWHRが高い方に分布し、WHRが高い者が%Fatも高くなる傾向を示したが女子では男子と異なる分布を示した。

%FatとWSR及びASRの相関係数は、それぞれ男子で0.75及び0.81、女子で0.48及び0.51と、男女ともWHRよりも高い相関を示したが、女子は男子より低い相関係数を示した。皮脂厚8部位和とWHRおよびWSR、ASRの相関係数は、%Fatとそれらの相関と類似の成績であった。また%FatとBMIとの間の相関係数は男子で0.62 ($P < 0.001$)、女子では0.49であった。Waistと皮脂厚2部位和(腹部+側腹部)の比(W/SFT)と%Fatとの相関係数は、男子で-0.66、女子で-0.63、また皮脂厚8部位和とは男子が-0.81、女子で-0.77と高い相関を示した。

IV 考察

A %Fatについて

本研究の健康な成人男子の%Fatの平均値は、15.6%で、これまで我が国で報告された佐藤(1975)の11.0%、猪飼ら(1970)の11.3%、北川ら(1978)の13.1%、Nagamine & Suzuki(1964)の13.1%より高い%Fat値を示したが、北川ら(1993)の20代の14.7%と30代の18.6%の中間にあった。これらの報告の中で北川(1993)ら以外の報告は学生が主な被験者であった。本研究の男子の比較的高い%Fat値は、被験

者の平均年齢が 30.8 ± 8.11 歳(19.4-52.8歳)と佐藤(1975)、猪飼ら(1970)の年齢よりも高く、しかも被験者に座業を中心とする大学事務系職員が多く含まれたことによる。また男子では25歳頃以降に肥満が始まるとする(田原ら(1992)、北川ら(1993))年齢層を多く含んでいることが比較的高い%Fat値となったものであろう。

一方女子の平均%Fatは23.9%で北川ら(1978)の21.6%、Nagamine & Suzuki(1964)の22.0%より大きく、猪飼ら(1970)の24.1%、佐藤(1975)の24.1%に近い値を示し、北川ら(1993)の20代の22.7%より高く30代の24.2%よりわずかに低めであった。

B WHRについて

WHRは肥満や年齢(加齢)によって大きくなる傾向を持っていることが知られている(田原ら1992)。腹部の脂肪細胞の沈着は身体の他の部位に比べて栄養やホルモン因子に感受性が強いとの報告があり(Krotkiwski, 1975; Kissebahら, 1982; Evans, 1983; Evans, 1984)、糖尿病などの成人病のrisk factorとなっている。

女子のWHRについては、本研究の平均年齢が29.2歳で、WHRの平均値は0.72であった。Kissebahら(1982)やMaugh(1982)は女性のWHRを0.7で区分し、0.7以上を上半身型肥満、未満群を下半身型肥満としたが、その0.7区分が体型が異なる日本人にそのまま適用できるかは問題点も含んでいる(松沢, 1990)。雨宮ら(1985)は、日本人成人女子健康者($n=105$)のWHRは 0.75 ± 0.06 であったと報告した。またKissebahら(1982)は、62名の健康な白人女性非肥満者のWHRが 0.8 ± 0.1 であったと報告している。ちなみに、松沢ら(1990)はWHRについての臨床面からの判定基準を欧米の0.85の基準値は日本人には低すぎるとして $WHR > 1.0$ を上半身肥満としている。また1.0以上の上半身肥満でも内臓脂肪型肥満でなく、皮下脂肪への蓄積が主な肥満者も多数見いだされており(松沢ら1990)、WHRからのみでの上半身肥満の評価が困難であることも示している。Kissebahら(1982)やMaugh(1982)のWHRの判定基準値は、日本人の体型ではWHRの分母となるHipが欧米人に比較して小さいため(Vogel & Friedl, 1992)、WHRは大となりやすく(熊谷ら, 1992)、0.7では低すぎるかもしれない。

日本人女子のWHR値について、田原ら(1992)は、

10歳～60歳までの809人のWHRを平均0.74と報告し、18歳～36歳では0.72-0.75前後にあるが55歳(n=28)になると0.81などと変化することを報告している。このようにWHRは、年齢により変化する。(Lapidusら, 1984, 田原ら, 1992) そのため、日本人成人女子についての0.7または0.8という判定区分は、加齢にともなう肥満傾向や体型の変化(Lapidusら, 1984)を考慮して、年齢別の判定基準の検討が必要であろう。また、脂肪分布のパターンからみて女性肥満者では脂肪沈着が臀部及び大腿部に顕著になるというKrotkiewskiら(1983)の報告もある。WHRの算出式は、Waistの増加よりもHip値の増加が大になるとWHRは小さくなる性質がある。つまり分母のHip値がWHR値を左右する結果となりやすい。そこでWHRを使用する際は、WHRのみならずWaistおよび腹囲と身長との比からのWSR, ASR, さらに腹部皮脂肪厚なども併せて使用することなどを考慮すべきであろう。

男子のWHRについては、本研究での平均値は0.83であったが、雨宮ら(1985)が日本人健常者(N=92, 年齢不詳)で 0.87 ± 0.05 を報告している。雨宮らの報告値が本研究に比べて有意ではないがわずかに高い傾向にあった。また田原ら(1992)は、男子の10歳～58歳までの511人のWHRは平均0.81と報告し、37歳前後以降では0.86～0.90を示し、加齢的变化が見られたことを報告している。欧米人に比べてHipが比較的小さい(Vogel & Friedl, 1992)日本人男子健常者のWHRは、0.8以上の平均値であることは明らかである。本研究の男子の%Fatが20%を越える肥満者では、WHRの上昇とともに腹部、腰部の体幹部への皮脂肪厚の沈着が女子よりも顕著に観察された。この体幹部への皮脂肪厚の沈着は、Kissebahら(1982)の報告にも見られた。

Lapidus(1984)は、スウェーデン人成人女子のWHRの縦断的研究で、その度数分布は加齢にともない高い方にシフトするとし、38歳から50歳では0.70～0.74がピークを示すが、60歳ではそのピークは0.75～0.79に変化すると報告している。Ashwell(1985)らは成人肥満女子のWHRを0.79と報告し、Krotkiewskiら(1983)は、成人男女の肥満者でHip囲は男女間で有意な差異は見られないが、waist囲は男子が有意に大きいことを報告した。またKrotkiewskiら(1983)が表に

示したHip囲とwaist囲値から筆者が計算したWHRの平均値は、男子が0.99, 女子で0.83となり男子が大となった。藤井らは(1987)、日本人のWHRでは成人の健常者の女子で0.74, 男子で0.88前後(筆者が図より判読)と報告している。先に記した雨宮らは、女子健常者のWHRで0.75, 糖尿病患者で0.81, 男子の健常者で0.87, 糖尿病患者で0.88と報告している。さらに男女のWHRの違いは、男女の体型の違い特にHipよりもWaistの男女差(Krotkiewskiら, 1983)がWHRの性差をもたらしたものと考えられる。

以上のことから、日本人のWHRは、欧米人と同様に、健常者、肥満者ともに男子が女子よりも大きくなる男女の性差が明確であると結論できよう。

C %FatとWHRの関係の性差

表3で示したように%FatとWHRの関係は、%FatとWSR, ASR, BMI, 腹部皮脂肪厚, 及び皮脂肪厚8部位和などとの相関関係に比べて男女ともにその関係が低く、特に低い相関関係は女子で顕著で、性差が見られた。肥満の評価では脂肪分布のパターンは重要な要因となる。日本人の脂肪分布のパターンについて、青年期の皮脂肪厚では服部(1987)が、中高年者で守山ら(1985)が、さらに脂肪組織重量についてのKomiyama et al.(1992)が報告しているが、いずれの報告でも性差が見られる。

また肥満者の脂肪分布のパターンに性差が見られ、男子では腹部に、女子では大腿部や臀部に分布するとの報告(Krotkiewskiら, 1983)もある。本研究の%Fatと周囲との相関において、男子ではHipよりも腹囲, Waistとの相関が高く、%Fat, 腹囲, waistの高い者は上半身肥満を示すものと考えられるが、女子では部位別相関に差がなく、むしろHipとの相関がわずかに高く、一般に言われるように下半身肥満を示している。

%Fatと腹部皮脂肪厚との相関で男子が女子よりも高かったことは、肥満者の脂肪分布パターンで、男子は腹部に厚く、女子では臀部及び大腿部で厚くなるとのKrotkiewskiら(1983)の報告の他に次のような理由が考えらる。田原ら(1992)は、年齢にともなう%Fatの変化から、日本人では男子は25歳頃、女子は30歳頃以降に肥満が始まると報告をした。本研究の男子被験者の平均年齢が30.5歳であり、既に腹部への脂肪沈着などの肥満化傾向を示した者が多かった。

これに対して、女子では平均年齢29.2歳と、男子の被験者との有意な年齢差は見られないが、先に田原(1992)らが報告したように女子では30歳以降に肥満が多くなるとの結果からみて、女子の被験者ではこれから肥満が始まる年齢の若い被験者が多く含まれたことにもよろう。さらに被験者がボランティアのため、特に女子被験者の中に水中体重秤量法の測定時に水着を着用するため、肥満者で水着着用での測定条件を嫌うこともあり、結果的に本研究での肥満者の被験者が少なく、痩せが多く含まれる結果になったことである。また田中ら(1986)は、成人肥満女子の%Fatと皮脂厚との相関で、上腕部、肩甲骨下部よりも腹部皮脂厚とが%Fatとの相関が高いことを報告した。田中ら(1986)による女子肥満者の腹部皮脂厚と%Fatの相関が健康な常人に比べて高くなったことは男子同様の傾向であった(田原ら, 1987)。以上述べたような理由で、WHRと%Fatあるいは、%Fatと皮脂厚との相関係数で、女子が男子よりも相関度が低く、性差が見られたものと考えられる。

BMIは、身長および体重からの体格指数の中で、肥満の指標として皮脂厚とよく相関すると言われている(厚生省, 1989)。しかし、身体組成からの肥満の指標としての%FatとBMIの関係について、同じBMIに対する%Fatのrange幅が大きいとの報告(Smalleyら, 1990)もあることからBMIの使用に際してはこの点の留意が必要であろう。本研究の被験者は、全てが健常者であるためWHR, WSR及びASRと糖尿病との関係は検討できなかった。全身の脂肪を評価する%Fatが高いことを肥満とする考え方をとるならば、肥満の評価としての意義は、Waistと身長からのWSR, 腹囲と身長からのASRの方が、WHRよりも優れていた。

今回の我々の成績では女子の%FatとWHRの相関が低いことを報告したが、女子での同様の結果を熊谷ら(1992)も報告している。しかし、%FatとWHR, WSR, ASRの関係は、本研究の被験者よりも%Fatの高い女子肥満者の被験者を多く含む時には変わることも予想される(田原ら, 1987)。

以上のことより、WHRについて次のような結論が得られた。1)肥満の評価法として多く利用されている%FatとWHRの関連は低く、特に女子で低かった。2)WHRよりもASR, WSR及びBMIが、%Fat

と高い相関を示した。3)本研究でのWHRは男子で0.83, 女子で0.72であったが、日本人のWHRの判定基準の作成のためには性、年齢、肥満度、糖尿病との関係などのさらなる検討が必要であろう。筆者らも本研究以後多くの被験者を測定しており今後報告する予定である。

要約

本研究の目的は、日本人成人男女健常者の水中体重秤量法からの体脂肪率(%Fat)と上半身肥満の指標としてまた糖尿病のrisk factorの判定に利用されているWaist/Hip比(WHR)との関係の性差を検討することである。併せて%FatとWaist/身長(WSR), 腹囲/身長(ASR), 皮脂厚8部位和及びBMIとの関係を検討し次のように要約された。1)水中体重法による%Fatは男子が15.6%, 女子は23.9%で、WHRは男子で0.83, 女子は0.72であった。2)WSRは男子で0.45, 女子0.41, ASRは男子0.46, 女子0.46であった。BMIは男子22.7, 女子20.9であった。3)%Fatとの関係をみると、WHRよりもWSR, ASR, BMIの方がより高い相関が見られ、しかも男子に女子よりも高い相関が見られた。

結論として、%FatとWHR, WSR, ASR及びBMIとの関係をみると、WHRとの相関は、男子よりも女子に低く性差が見られた。全身脂肪蓄積肥満の評価法である%Fatとの相関は、WSR, ASR及びBMIがWHRよりも高かった。さらに日本人のWHRについての男女別、年齢別の判定基準の検討が必要である。

引用文献

- 雨宮禎子, 河原玲子, 古守知典, 平田幸正, 1985: インスリン非依存型糖尿病(NIDDM)女性の身体的特徴—Waist Size/Hip Sizeについて. 糖尿病, 28: 783-787.
- Ashwell, M., Cole, T.J. and Dixon, A.K., 1985: Obesity: new insight into the anthropometric classification of fat distribution shown by computed tomography. British. Med. J., 290: 1692-1694.
- Behnke, A.R., and Wilmore, J.H., 1974: Evaluation and regulation of body build and composition. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, Inc.: 1-19.
- Bjorntorp, P., 1985: Regional patterns of fat distri-

- bution. *Annals of Internal Medicine*, 103 (6 pt. 2): 994-995.
- Brožek, J. Grande, F. Anderson, J.T. and Keys, A., 1963: Densitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 110: 113-140.
- Evans, D.J., Hoffmann, R.G., Kalkhoff, R.K., and Kissebah, A.H., 1983: Relationships of androgenic activity to body fat topography, fat cell morphology, and metabolic aberrations in premenopausal women. *J. Clinical Endocrinology and Metabolism*, 57: 304-310.
- Evans, D.J., Hoffmann, R.G., Kalkhoff, R.K., and Kissebah, A.H., 1984: Relationships of body fat topography to insulin sensitivity and metabolic profiles in premenopausal women. *Metabolism*, 33: 68-75.
- Feldman, R., Sender, A.J. and Siegelau, A.B., 1969: Difference in diabetic and nondiabetic fat distribution patterns by skinfold. *Diabetes*, 18: 479-486.
- 藤井暁, 田中史朗, 山田純子, 岡田邦夫, 井関敏之, 1987: 糖尿病患者における運動療法に関する研究. *体育科学*, 15: 190-195
- 服部恒明, 1987: 日本人青年の皮下脂肪の分布, *人類誌*, 95: 353-359.
- 猪飼道夫, 福永哲夫, 藤平田英彦, 1959: 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. *東京大学教育学部紀要*, 11: 1-29.
- Jackson, A.S. and Pollock, M.L., 1978: Generalized equation for predicting body density of men. *Br. J. Nutr.*, 40: 497-504.
- Jackson, A.S., Pollock, M.L. and Ward, A., 1980: Generalized equation for predicting body density of women. *Med. Sci. Sports Exercise*, 12: 175-182.
- Kissebah, A.H., Vydellingum, N., Murray, R., Evans, D.J., Hartz, A.J., Kalkhoff, R.K., and Adams, P.W., 1982: Relation of body fat distribution to metabolic complication of obesity. *J. Clin. Endocrinology and Metabolism*, 54: 254-260.
- 北川薫, 1978: 日本人青少年の身体組成とその国際比較. *保健の科学*, 20: 491-495.
- 北川薫, 1984: 肥満者の脂肪量と体力(初版), 杏林書院, 1-72.
- 北川薫, 桜井佳世, 田原靖昭, 佐藤光毅, 1993: 密度法による日本人成人男女の身体組成. *体力科学*, 42: 209-218.
- Komiya, S., Muraoka, Y., Zhang Fu-Sheng, and Masuda, T., 1992: Age-related changes in body fat distribution in middle-aged and elderly Japanese. *J. Anthropol. Soc. Nippon*, 100: 161-169.
- 厚生省保健医療局健康増進課, 1989: 第四次改訂日本人の栄養所要量. 第一出版, 124-129.
- Krotkiewski, M., Sjostrom, L., Bjontorp, P. and Smith, U., 1975: Regional adipose tissue cellularity in relation to metabolism in young and middle-aged women. *Metabolism*. 24: 703-710.
- Krotkiewski, M., Bjontorp, P., Sjostrom, L. and Smith, U., 1983: Impact of obesity on metabolism in men and women: importance of regional adipose tissue distribution. *J. Clin. Invest.*, 72: 1150-1162
- Krotkiewski, M. 1989: Can body fat patterning be changed?. *Acta. Med. Scand, Suppl*, 723: 213-223.
- 熊谷秋三, 庄野菜穂子, 近藤芳昭, 1992: 閉経前肥満女性における糖・脂質代謝指標と体力・身体計測指標および性ホルモン結合グロブリンとの関係. *体力科学*, 42: 485-494.
- Lapidus, L., Bengtsson, C., Larsson, B., Rybo, E., and Sjostrom, L., 1984: Distribution of adipose tissue and risk of cardiovascular disease and death: a 12 year follow up of participants in the population study of women in Gothenburg, Sweden. *British Medical Journal*, 289: 1257-1267.
- 松沢祐次, 徳永勝人, 藤岡滋典, 1985: 肥満—基礎と臨床, (垂井清一郎, 松沢祐次編), 医薬ジャーナル社, 129-144.
- 松沢祐次, 徳永勝人, 藤岡滋典, 1990: 肥満の体型分類とその臨床的意義. *ホルモンと臨床(夏期増刊号)*: 35-41.
- Maugh, T.H., 1982: A new marker for diabetes. *Science*, 215: 651.
- 守山正樹, 竹本泰一郎, 1985: 皮脂厚分布と体格指数による高齢者肥満評価の問題点—農漁業地域における経験より. *日本公衛誌*, 32: 215-223.

- 長嶺晋吉, 1966: 体構成に基づく肥満の評価. 民族衛生, 32: 234-238.
- Nagamine, S. and Suzuki, S. 1964: Anthropometry and body composition of Japanese young men and women. *Human Biol.*, 36: 8-15.
- Peiris, A.N., Hennes, M.I., Evans, D.J., Wilson, C.R., Lee, M.B., and Kissebah, A.H., 1989: Relationships of anthropometric measurements of body fat distribution to metabolic profiles in premenopausal women. *Acta Med Scand, Suppl*, 723: 179-188.
- 佐藤光毅, 1975: 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.
- Smalley, K et al. 1990: Reassessment of body mass indices, *Ame J Clin Nutr*, 52: 405-408.
- 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.
- 田原靖昭, 綱分憲明, 長江薫, 湯川幸一, 1987: 肥満度の評価法—Waist/Hip (WHR) と体脂肪率(水中体重法), 皮脂厚との関連. 日本公衛誌, 34: 393.
- 田原靖昭, 綱分憲明, 湯川幸一, 佐伯重幸, 門司和彦, 竹本泰一郎, 1992: 成人男女の身体組成の加齢的変化と皮脂厚からの身体密度の推定式. 日本公衛誌, 39: 577.
- 田原靖昭, 湯川幸一, 綱分憲明, 佐伯重幸, 西山久美子, 浦田秀子, 勝野久美子, 福山由美子, 1993a: 女子中学生における水中体重による身体組成, 皮下脂肪厚及びBMIの関係. 日本公衛誌, 40: 353-361.
- 田原靖昭, 綱分憲明, 佐伯重幸, 山崎昌廣, 勝野久美子, 湯川幸一, 1993b: 高校生男子15歳から18歳の身体組成(密度法—水中体重法)と皮下脂肪厚. 学校保健研究, 35: 492-501.
- Vague, J., 1956: The degree of masculine differentiation of obesities: A factor determining predisposition to diabetes, atherosclerosis, gout, and uric calculous disease, *Am. j. Clin. Nutr.*, 4: 20-34.
- Vogel, J.A. and Friedl, K.E., 1992: Body fat assessment in women. *Sports Medicine*, 13: 245-269.

(1993年7月24日受付)

(1994年7月25日受理)

田原 靖昭
Yasuaki TAHARA

〒852 長崎市文教町1-14 長崎大学教養部保健体育学教室
Department of Health and Physical Education, Faculty of Liberal Arts, Nagasaki
University 1-14 Bunkyo-machi Nagasaki-shi 852 Japan