

国土舘大学審査学位論文

「一般女子大学生の body mass index とインピーダンス法  
による体型評価」

弓桁 亮介

博 士 学 位 論 文

一般女子大学生の body mass index とインピーダンス法  
による体型評価

Assessment of somatotypes by body mass index and bioelectrical  
impedance analysis in general female university students

弓 栢 亮 介

Ryosuke YUMIGETA



## 目 次

第1章 緒 論	1
1-1. 序	1
1-2. 研究小史	2
1-3. 研究目的	11
第2章 研究Ⅰ：一般女子大学生の体型別にみた体脂肪分布の特徴	15
2-1. はじめに	15
2-2. 方 法	15
2-3. 結 果	21
2-4. 論 議	29
2-5. 要 約	32
第3章 研究Ⅱ：一般女子大学生の体脂肪の季節変化の部位差	33
3-1. はじめに	33
3-2. 方 法	33
3-3. 結 果	38
3-4. 論 議	45
3-5. 要 約	47
第4章 研究Ⅲ：一般女子大学生の体型別にみた BMI の変化が身体組成と体力 に及ぼす影響	48
4-1. はじめに	48
4-2. 方 法	48
4-3. 結 果	53
4-4. 論 議	53
4-5. 要 約	62

第5章 総括論議	63
5-1. BMI と体脂肪率の併用による体型評価	63
5-2. 若年女性の瘦身願望と自己の体型評価	63
第6章 結 語	73
参考文献	74

## 原 著 論 文

1. 弓桁亮介・角田直也・堀川浩之(2015)日本人若年女性における体脂肪の増減の部位差. 民族衛生, 81(3): 75-81.
2. 弓桁亮介・山内里紗・角田直也・堀川浩之(2018)日本人若年女性における BMI の変化が身体組成と体力に及ぼす影響 - 体型別にみた身体組成と体力の縦断的变化 -. 東京体育学研究, 9: 13-19.
3. 弓桁亮介・山内里紗・角田直也・堀川浩之(2019)日本人若年女性における体型からみた体脂肪分布の特徴. 日本健康学会誌, 85(5): 157-165.



# 第1章

## 緒 論

### 1-1. 序

わが国は経済発展に伴い、労働や生活様式の機械化が進み、慢性的な運動不足になりやすい環境にある。食生活でも欧米化による高カロリーな食事が普及したことで、肥満が問題として挙げられるようになった。肥満は生活習慣病と密接に関係していることはよく知られており、体脂肪が蓄積する身体部位によっては、脂質異常症、糖尿病、高血圧症の発生頻度が高いこと(下方, 1993; 堂地, 2013)が明らかにされている。したがって、見た目の体型や美しさを気にするだけでなく、身体のどの部位に体脂肪が蓄積しているかを把握することは、健康的な身体を維持する上で非常に重要な手がかりとなる。

WHO の調査(2016)では、日本人女性の BMI の平均値は  $21.8 \text{ kg/m}^2$  であり、アメリカ ( $29.1 \text{ kg/m}^2$ ) や イギリス ( $27.2 \text{ kg/m}^2$ ) といった欧米の国や、中国 ( $23.6 \text{ kg/m}^2$ ) や 韓国 ( $23.2 \text{ kg/m}^2$ ) といった近隣のアジアの国と比較しても低いことが報告されている。また、国民健康・栄養調査(2017)によれば、BMI による体型判定基準に基づき日本人女性の体型を分類した結果、日本人女性の肥満の者 ( $\text{BMI} \geq 25.0 \text{ kg/m}^2$ ) の割合は 21.9% であり、低体重の者 ( $\text{BMI} < 18.5 \text{ kg/m}^2$ ) の割合は 10.3% である。特に 20 歳代の女性に限ってみると、肥満の者の割合は 5.7%、低体重の者の割合は 21.7% であり、肥満の者より低体重の者の割合が多いことが示されている。このように日本では低体重の若年女性が多くみられるが、低体重の者は肺炎や結核などの感染症の発病率が高いこと(下方ほか, 2001)や、無理なダイエットにより女性ホルモンのバランスが崩れ、無月経症や骨密度の低下(平間, 2005) が起こることが報告されている。したがって、日本の若年女性においては、肥満による生活習慣病のリスクだけではなく、低体重による健康障害も大きな課題である。すなわち、肥満と低体重の両方の体型から若年女性の身体組成を検討するとともに、その特徴を把握する必要があると考えられる。しかしながら、体型という観点から身体組成を検討した先行研究は少なく、十分な知見が得られていない。

また、BMI を指標とした体型判定基準では普通に判定されるにも関わらず、体脂肪率を指標とした体型判定基準では肥満と判定される正常体重肥満(いわゆる隠れ肥満)が増加している。このような体型判定の違いは、BMI による体型判定が身長と体重の数値のみを用いて計算するため、体重に占める体脂肪と筋肉を区別できないことにより起こる。これらのことから、体型を評価する際には、BMI と体脂肪率を併用することが重要であると考えられる。



そこで本研究では、一般女子大学生を対象として、体型別にみた体脂肪分布の特徴、体脂肪の季節変化の部位差、体型別にみた BMI の変化が身体組成と体力に及ぼす影響を検討し、体型と身体組成の関係を明らかにするとともに、BMI と体脂肪率による体型評価についての検討を行った。

## 1-2. 研究小史

ここでは、現在までに得られている BMI 及び体脂肪率による体型判定基準、日本人若年女性の体型、女性における体脂肪分布、体脂肪の増加と減少の部位差、体型と体力の関係及び本研究で用いる測定方法の原理と妥当性に関する知見を述べるとともに、一般女子学生の体型と身体組成の関係を検討する上で解決すべき問題点を明らかにする。

### 1-2-1. BMI 及び体脂肪率による体型判定基準と日本人若年女性の体型

ヒトの体型を判定する際の国際的な指標は BMI であり、その体型判定基準は WHO により定められている。BMI による体型判定基準は国によって異なり、日本では 2000 年に日本肥満学会が BMI に基づいた日本人成人の体型判定基準を報告し、2011 年に一部修正が加えられている(村田, 2015)。BMI は身長と体重から計算され、体脂肪量とよく相関すること(日本肥満学会, 2001)から、簡便な体型判定基準として有用とされている。一方、日本における体脂肪率による体型判定基準について、日本肥満学会(2001)は男性が 20%以上、女性(15 歳以上)が 30%以上を肥満としているものの、低体重や普通といった体型の基準値については明確にしていない。体脂肪率による体型判定基準は散見されるが、統一の体型判定基準は定められておらず、どの体型判定基準を採用するかは各研究者の判断によるものである。先述したように BMI による体型判定基準は簡便で男女共通であることから有用性は高いが、体脂肪率が考慮されていないため、アスリートのような筋肉質で高体重の者を「肥満」と判定したり、高体脂肪率で低体重の者を「やせ」と判定する可能性を含んでいる。したがって、体型をより正確に判定するには、BMI と体脂肪率を併用する必要があると考えられる。

現在、日本では若年女性の低体重の者の増加が社会問題となっている。Takimoto et al. (2004)は、1976～2000 年の国民健康・栄養調査から 15～29 歳の若年女性を 5 歳刻みの 3 群に分け、BMI の体型判定基準により「低体重」に分類される女性の割合の 5 年毎の推移を検討している。その結果、15～19 歳の群及び 20～24 歳の群とも 1976～1980 年では、それぞれ 12.4%、15.8%であったのに対して、1996～2000 年では、18.3%、22.9%と有意に増加していることを明らかにしている。したがって、日本の若年女性における「低体重」の割合は、1970 年代後半から 2000 年にかけて増加傾向を示している。Sugawara et al. (2009)は、アメリカ、韓国及び日本の女性の年齢と BMI の関係を検討している。その結果、10 代

後半から 20 代前半にかけての平均 BMI の変化において、アメリカ人女性は増加し、韓国人女性はほぼ横ばいであるのに対して、日本人女性では平均 BMI が減少していることを示している。このような不自然なやせ傾向は、アメリカや韓国の女性にはみられず、日本独特のものであることを指摘している (Fig. 1)。この年代の女性は身長が発育が完了していることから、日本人女性の平均 BMI の減少は体重の減少によるものだと考えられる。また、学生の健康白書 2015 (2018) によれば、BMI による体型判定基準により日本の女子大学生の体型を分類した結果、低体重の割合が 15.7%、普通が 78.4%、肥満が 5.8%であったと報告されている (Table 1)。したがって、日本の女子大学生においても、肥満の者より低体重の者が多いことが示されている。

### 1-2-2. 女性における体脂肪分布

ヒトの体脂肪の性差については、思春期前の男女の身体組成の比較から、思春期以前から男性より女性の方が体脂肪量が多いこと (北川, 1991) や、成人期以降の男女の皮下脂肪厚の比較から、身体のすべての部位において、女性が男性よりも有意に高値を示すこと (安部・福永, 1995) が報告されており、女性の体脂肪量は男性に比べて著しく多い。また、女性の体脂肪分布は男性と大きく異なり、一般的に成人女性の体脂肪は皮下脂肪が多く、臀部や大腿部といった部位に蓄積しやすい下半身型を示す傾向が強い (下方, 1993; 安部・福永, 1995)。これは女性ホルモンのエストロゲンが内臓脂肪の分解を促進して、皮下脂肪に変える作用をもっていること (奥田, 2018) や、プロゲステロンが大腿部への脂肪の蓄積を促進するためである (湯浅, 1996)。しかしながら、女性は加齢や閉経の影響により女性ホルモンの分泌が減少するため、内臓脂肪が増加して上半身蓄積型に移行すること (堂地, 2003, 2013) や、臀部や大腿部といった下半身の皮下脂肪が減少し (Fukunaga et al., 1993; 齊藤・田村, 2002)、腹部や体幹部といった上半身の皮下脂肪が増加すること (Kohrt et al., 1992; Fukunaga et al., 1993) が報告されている。これらのことから、若年層と中・高年層の女性の体脂肪分布には世代間の特徴があるため、女性の体脂肪分布を検討する際には、年齢だけでなく閉経といった女性特有の要因を十分に考慮する必要があると考えられる。

一方、体型を基準として被検者を分類し、女性の体脂肪分布を体型間で比較した研究はあまりみられず、超音波法により全身の皮下脂肪厚を計測し、皮下脂肪分布を検討したもの (安部・福永, 1995; 島崎ほか, 2002) や磁気共鳴画像法 (Magnetic Resonance Imaging: 以下 MRI 法) による画像から顔面部の皮下脂肪面積を算出し、皮下脂肪分布を検討したもの (佐藤, 2004)、二重エネルギー X 線吸収測定法 (Dual Energy X-ray Absorptiometry: 以下 DXA 法) により体脂肪分布を検討したもの (恩田ほか, 2001) が散見される程度である。例えば、安部・福永 (1995) は、痩身者と肥満者の身体各部の皮下脂肪

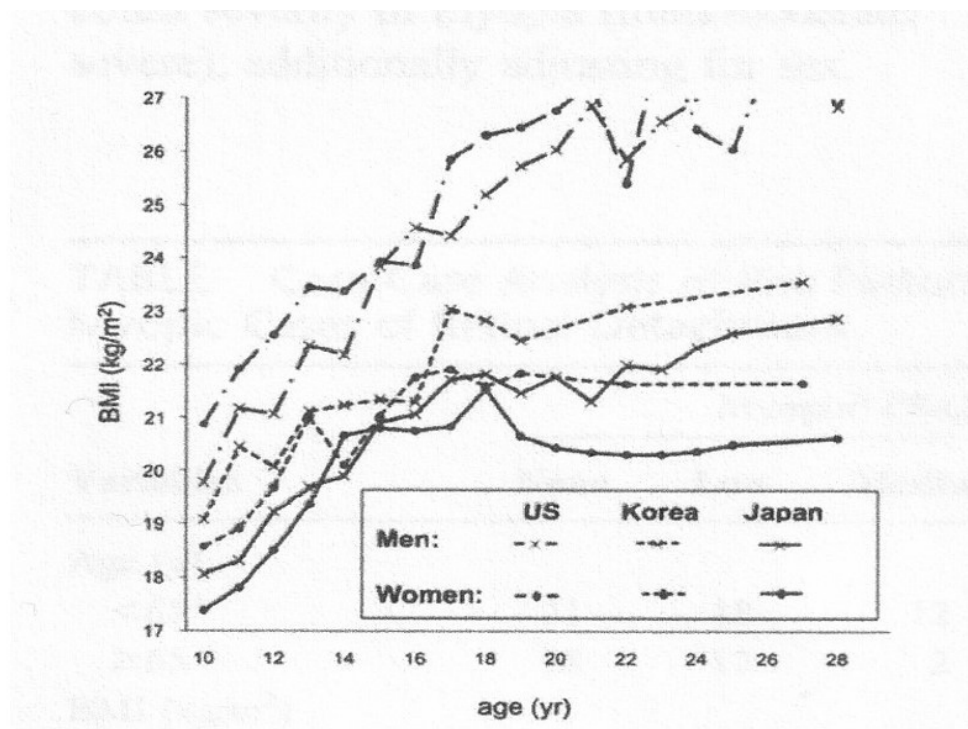


Fig.1. Cross-sectional relationship between age and BMI in young men and women in the United States(2003-2006), Korea(2005), and Japan(2003-2005).(Sugawara et al. 2009)

Table 1. 3 groups divided by BMI in male and female university students.  
(学生の健康白書 2015, 2018)

性別	年齢	やせ 18.5未満		普通 18.5～24.9%		肥満 25以上	
		実数	%	実数	%	実数	%
男子	18歳	4987	13.1%	29046	76.6%	3892	10.3%
	19歳	5105	11.8%	33861	78.3%	4264	9.9%
	20歳	4879	11.0%	34963	78.8%	4519	10.2%
	21歳	5319	11.2%	36866	77.3%	5481	11.5%
	22歳	2172	10.3%	16143	76.7%	2727	13.0%
	23歳	684	8.9%	5833	76.0%	1163	15.1%
	24歳	320	8.8%	2747	75.3%	579	15.9%
	25歳以上	525	7.7%	4967	72.9%	1323	19.4%
	全体	23991	11.3%	164426	77.4%	23948	11.3%
女子	18歳	4690	17.6%	20508	77.0%	1451	5.4%
	19歳	4006	14.1%	22637	79.7%	1747	6.2%
	20歳	4293	14.6%	23448	79.7%	1665	5.7%
	21歳	5029	16.2%	24290	78.1%	1769	5.7%
	22歳	1738	16.6%	8126	77.6%	605	5.8%
	23歳	621	16.9%	2816	76.9%	227	6.2%
	24歳	278	17.2%	1227	75.8%	114	7.0%
	25歳以上	465	16.0%	2182	74.9%	267	9.2%
	全体	21120	15.7%	105234	78.4%	7845	5.8%

厚を比較し、肥満者の皮下脂肪厚は痩身者の約 2.0～2.5 倍の値を示すことを報告している。さらに両者の皮下脂肪厚に体表面積を乗じて皮下脂肪量を算出し、総体脂肪量に対する各セグメントの体脂肪量の割合を比較した結果、両者の体脂肪分布には明らかな差がみられず、肥満による皮下脂肪蓄積の特徴が観察できなかったという (Fig. 2)。佐藤ほか(2004)は、MRI 法の画像から顔の皮下脂肪面積を算出し、痩身、普通、肥満の 3 つの体型間で比較を行い、顔面部の皮下脂肪面積は瘦身体型が小さく、肥満体型で大きいことを明らかにし、顔面部の皮下脂肪面積は概ね BMI の増減に連動していることを示唆している。一方、恩田ほか(2001)は、女子柔道選手を対象として、DXA 法により得られた総体脂肪量に占める身体各部の体脂肪量の割合から国際柔道連盟の体重区分による階級間での体脂肪分布を検討している。その結果、軽量級や中量級に比べて、重量級は体幹部の体脂肪量の割合が高く、下肢の体脂肪量の割合が低いことを明らかにし、階級間で体脂肪分布が異なることを示唆している。このように、肥満の者ほど身体各部の体脂肪量が多いことは明白であるが、体型別に体脂肪分布を比較した場合、どのような特徴がみられるかについては、十分な知見が得られていない。

### 1-2-3. 女性における体脂肪の増加と減少の部位差

体脂肪の増加の部位差については、一般的な女性や肥満者と痩身者を対象として、身体各部の皮下脂肪厚の比較することで体脂肪の多い部位を特定し、体脂肪が増加しやすい身体部位を横断的に明らかにしているものが多くみられる(矢ヶ崎・豊川, 1989; 斉藤・田村, 1994; 安部・福永, 1995; 古泉, 1998)。湯浅・後藤(1993)は、女性の体幹と体肢の推定総皮下脂肪量と皮下脂肪厚の関係を検討している。その結果、推定皮下脂肪量と皮下脂肪厚との回帰式の勾配が大きな部位が腹部と大腿部であることを明らかにし、腹部や大腿部では総体脂肪量の増加にともなう脂肪沈着の割合が他の部位より大きいことが推察できたとしている。すなわち、この結果は体脂肪の増加には部位差があることを示唆するものである。

一方、体脂肪の減少の部位差について、安部・福永(1995)は、3 ヶ月間の減量トレーニングによって体重が約 6kg 減少した若年女性の皮下脂肪分布を検討している。その結果、皮下脂肪量の低下率が最も大きかったのは体幹部であり、大腿部や下腿部の低下率は非常に小さなものであったとしており、皮下脂肪量の減少に部位差がみられることを報告している。また、この研究で体脂肪の減少に成功し、皮下脂肪の減少に特徴がみられた 4 名の皮下脂肪分布をみると、皮下脂肪が低下する部位には個体差がみられ、主に体幹部が低下するタイプや大腿部にも低下がみられるタイプも確認されている (Fig. 3)。しかしながら、被検者数が少ないこともあり、体脂肪の減少の部位差については十分な知見が得られているとはいえない。

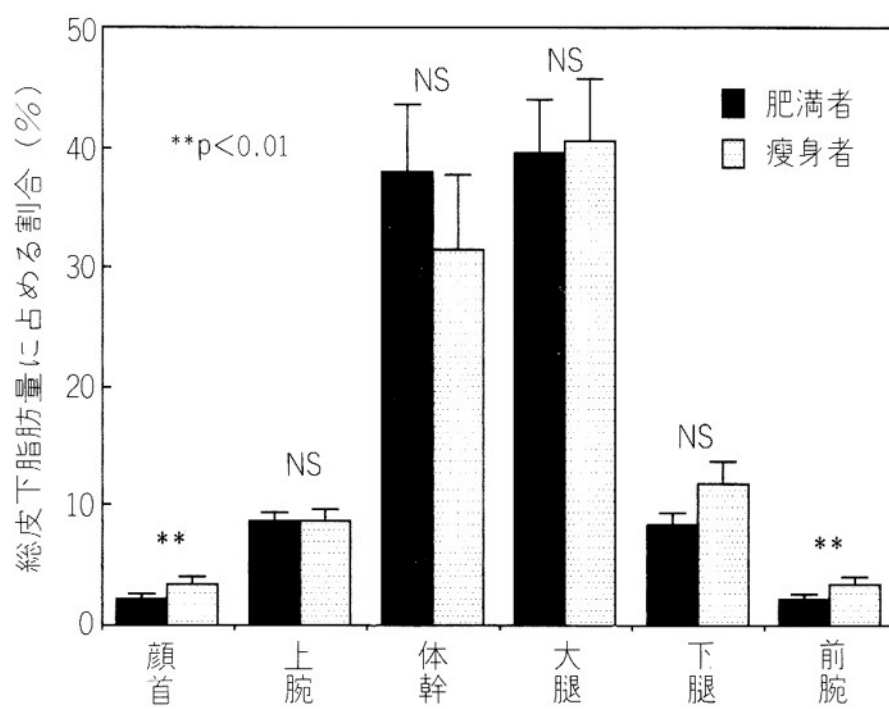


Fig.2. Comparison of subcutaneous fat distribution between low-weight group and obesity group. (安部・福永, 1995)

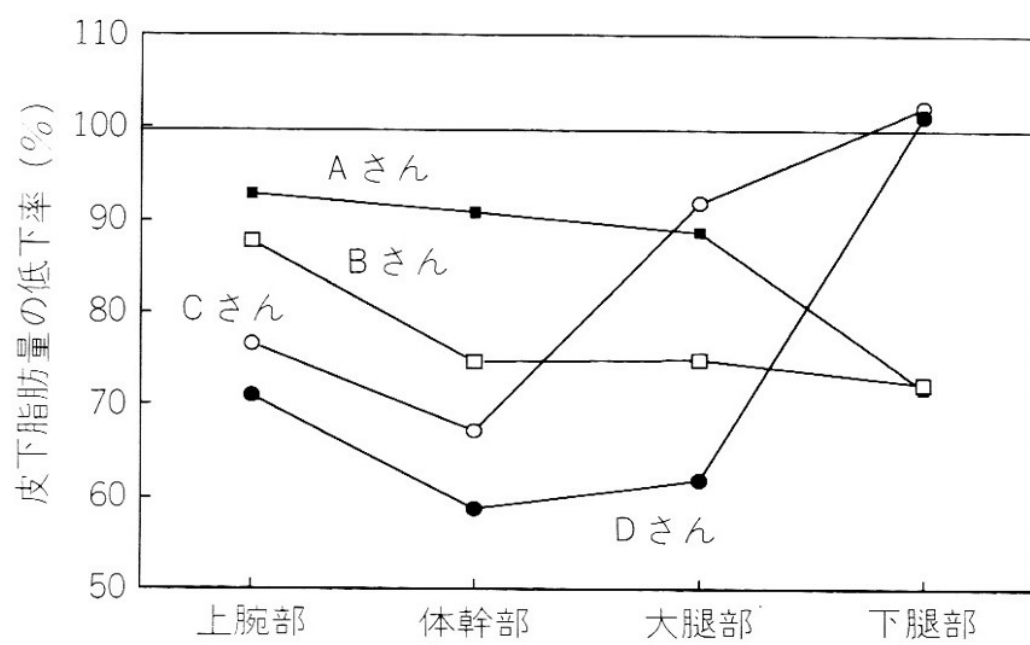


Fig.3. Change of subcutaneous fat in each body part by aerobic training. (安部・福永, 1995)

#### 1-2-4. 女性における体型と体力の関係

若年女性の体型は、Heath & Carter 法(Bale et al.1985 ; 太田・太田, 1990)、標準体重(永野, 1983)、肥満度(佐伯ほか, 1999)、BMI(徳田, 2000 ; 横山ほか, 2001)及びBMI と体脂肪率の両方(上田・川原, 1998)といった指標により分類され、体型と体力の関係が検討されている。例えば、肥満度から体型を分類した研究(佐伯ほか, 1999)では、反復横跳び、垂直跳び及び踏台昇降はやや痩せの群が優れており、握力及び背筋力は肥っている群が優れていることが報告されている。また、女子大学生を対象にBMI から体型を分類した研究(徳田, 2000)によれば、握力及び背筋力において肥満群が普通群及び痩身群より有意に優れている反面、垂直跳びでは肥満群が普通群より有意に劣っているという(Table 2)。これらの報告から、体重移動を伴わない筋力発揮では肥満群が優れているのに対し、体重移動を伴うような筋力発揮では肥満群が劣っていると考えられる。また、体型と総合的な体力の関係では、BMI と体脂肪率がともに適性の群とBMI が肥満で体脂肪率が適性の群の総合体力が他の群に比べて高くなる傾向が認められること(上田・川原, 1998)や、低BMI 群の総合的な体力は高BMI 群及び中BMI 群に比べて有意に劣っていること(齊藤・名雪, 2001)が明らかにされている。

一方、体脂肪率及び除脂肪量と体力の相関関係を検討した熊谷ほか(2014)は、女子では体脂肪率と握力を除く体力測定項目の間には有意な関係がみられず、除脂肪量と各体力測定項目には有意な関係がみられることから、除脂肪量が体力に影響を及ぼしていることを報告している。鈴木・立身(1993)は、体脂肪率や除脂肪量が単独で体力に影響するのではなく、両者の相対的な関係により体力に影響することを指摘しており、体脂肪量と除脂肪量の両面から分析することの重要性を示唆している。

#### 1-2-5. 生体電気インピーダンス法による身体組成の測定原理と妥当性

身体組成の間接的な測定方法として、水中体重秤量法、空気置換法、キャリパー法、超音波法、DXA 法、生体電気インピーダンス法(Bioelectrical impedance analysis:以下BIA 法)などが挙げられ、これらの測定方法は身体組成の有用な測定方法として認められている。しかしながら、測定の精度や正確性を求めると測定装置が高価になり、被検者にかかる負担が増える。逆に、測定の簡便性を求めると測定の精度や再現性が問題視される。したがって、どの測定方法を採用したとしても、それぞれにメリットとデメリットがある。

これらの身体組成の測定法のなかで、DXA 法は現在のゴールドスタンダード(石井ほか, 2013)とされている。2 種のエネルギーのX線を照射して、各組織での透過率差から骨塩量と軟部組織量を求め、次いで散乱によるエネルギー減衰係数比から軟部組織での体脂肪量と除脂肪量の割合を得る方法(方波見・田中, 2009)であり、体脂肪及び除脂肪の推定値の信頼性も高い。しかし、DAX 法は高精度であ



Table 2. Comparison of physical fitness among Lean, Normal and Obese Groups in female university students. (徳田, 2000)

Variable	Lean Group	Normal Group	Obese Group	F-value	M.R.T.( $p<0.05$ )
Side Step(times)	37.43 $\pm$ 3.60	39.36 $\pm$ 4.30	38.18 $\pm$ 4.85	9.132**	L<S
Verical Jump(cm)	39.09 $\pm$ 4.89	40.03 $\pm$ 6.20	37.70 $\pm$ 6.03	3.168*	O<S
Back Strength(kg)	66.37 $\pm$ 13.38	75.14 $\pm$ 20.02	82.50 $\pm$ 18.69	16.567**	L<S<O
Grip Strength(kg)	24.66 $\pm$ 4.33	27.56 $\pm$ 4.99	29.53 $\pm$ 4.36	23.416**	L<S<O
Step Test(point)	56.51 $\pm$ 8.05	60.23 $\pm$ 12.28	56.68 $\pm$ 10.70	5.515**	-
Trunk Extension(cm)	51.69 $\pm$ 8.93	53.36 $\pm$ 8.46	52.15 $\pm$ 6.67	1.655	-
Standing Hip Flexion(cm)	10.29 $\pm$ 7.05	12.68 $\pm$ 7.76	11.15 $\pm$ 6.89	4.311*	-

\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$

る反面、高額な設備で微量ながらも放射線を使用するため、医師もしくは専門の技師でなければ扱えないという難点がある。一方、BIA 法は測定機器が安価なものが多く、非侵襲的であり測定時間も短時間である。水分を多く含む除脂肪組織は、電気伝導性に優れることから電気抵抗が小さく電気伝導体と考えられ、逆に水分をほとんど含まない脂肪組織は、電気伝導性に劣ることから電気抵抗が大きく非伝導体とみなすことができる。この電気伝導性の大きな違いを利用して、生体に微弱な電流を伝導して計測した生体電気インピーダンスから身体組成を推定するという原理に基づいている(田中ほか, 2001)。

これまでに DXA 法と BIA 法による身体組成評価の妥当性については、数多くの検討がなされており、全身の体脂肪率及び体脂肪量において、両測定法の間に有意な相関関係が認められること(Sato et al, 2007)が明らかにされている(Table 3)。また、両測定法によって得られた全身の体脂肪率や体脂肪量の値を比較した場合、両測定法の間に有意な差がみられないという報告(仲ほか, 2005; Boneva-Asiova et al, 2008; 水野ほか, 2012)や両測定法の間に有意な差がみられるという報告(Sato et al, 2007; Siobhan et al, 2012; Brooks et al, 2018)があり、一様な結果が得られていない。また、BIA 法は種々の改良により、身体部位別に身体組成を推定できる機器が開発され、DXA 法との比較からその有用性が検討されている。Sato et al (2007)は、身体部位別の BIA 法と DXA 法によって得られた体脂肪率及び体脂肪量の比較を行っている。その結果、腕部、脚部及び体幹部の体脂肪率と体脂肪量において、両測定法の間に有意な相関関係がみられることを報告している(Table 3)。このような結果は、滝川ほか(2011)や Brooks et al. (2018)の報告においても同様に得られている。また、身体部位別の BIA 法と DXA 法により得られた腕部、脚部及び体幹部の体脂肪率と体脂肪量を比較した場合も、両測定法の間に有意な差がみられないという報告(仲ほか, 2005)と身体部位によっては有意な差がみられるとの報告(Sato et al, ; Brooks et al; 滝川ほか, 2011; Siobhan et al, 2012)がある。

このように身体組成の測定法は多種多様であり、得られる測定値は測定方法によってある程度の差異がみられること(北川, 1998)や、異なる測定法から求めた値がわずかな違いもなく一致することは、各測定法の方法論上の違いにより生じる誤差などを考えると困難であること(大河原ほか, 2003)が指摘されている。したがって、研究対象や測定場所、測定の目的に応じて、測定方法を使い分けることが必要である。

### 1-3. 研究目的

ヒトの身体組成は健康と密接な関係があることから、これまでに多くの研究がなされてきた。現在の日本人若年女性は、肥満の者より低体重の者の割合が高いことから、肥満と低体重の両方の体型か

Table 3. Consistency between DXA and SF-BIA 8 for each segmental body composition variable.  
(Sato, et al, 2007を弓桁作表).

		Total		Males		Females	
		r	%SEE(%)	r	%SEE(%)	r	%SEE(%)
FFM	Leg (right leg)	0.96	6.2	0.83	6.1	0.88	5.2
	Arm (right leg)	0.96	6.2	0.86	6.1	0.90	5.6
	Trunk	0.94	6.2	0.76	6.0	0.70	6.5
	Total body	0.97	4.6	0.76	6.0	0.70	6.5
% FAT	Leg (right leg)	0.85	13.1	0.38	15.2	0.61	5.2
	Arm (right leg)	0.93	11.1	0.65	14.3	0.75	7.4
	Trunk	0.90	7.4	0.65	9.4	0.82	5.1
	Total body	0.96	6.2	0.83	6.1	0.88	5.2
FM	Leg (right leg)	0.78	16.5	0.55	16.6	0.83	14.8
	Arm (right leg)	0.85	15.6	0.62	16.5	0.87	11.6
	Trunk	0.71	11.3	0.79	9.8	0.86	8.7
	Total body	0.86	8.8	0.81	9.3	0.95	6.0

r : Correlations between DXA and SF-BIA 8 measurements. %SEE: %SEE is the relative value of the SEE for mean value of DXA measurements. All correlations were significant( $p<0.05$ )

ら身体組成を検討するとともに、その特徴を把握する必要があると考えられる。また、体型を評価する際には、BMI と体脂肪率を併用した評価が重要であると考えられる。しかしながら、体型という観点から身体組成を検討した先行研究は少なく、十分な知見が得られていない。したがって、一般女子大学生における体型と身体組成の関係を明らかにするための研究課題は、以下のように要約される。

- 1) 体型間での皮下脂肪分布や体脂肪分布を比較した先行研究では、被検者を分類する際に体脂肪率による独自の体型判定基準を採用しているものや、現在、日本で一般的に使用されている BMI による体型判定基準と体型区分の基準値が異なっているものもある。したがって、現在の女性の 3 つの体型（低体重、普通、肥満）における体脂肪分布を反映していない可能性が考えられる。また、被検者の中に若年層と中・高年層の女性が混在しており、加齢や閉経といった要因が研究結果に影響を及ぼしている可能性もある。
- 2) 体脂肪の増加の部位差に関する先行研究では、身体各部の皮下脂肪厚を比較することで体脂肪の多い部位を特定し、体脂肪が増加しやすい身体部位を横断的に明らかにしているものが多い。したがって、若年女性を対象として、体脂肪が増加しやすい身体部位の縦断的な検討はなされていない。また、体脂肪の減少の部位差に関する先行研究では、若年女性を対象に一定期間の運動介入後の皮下脂肪厚を比較することにより、体脂肪が減少しやすい部位を明らかにしているものの、対象となる被検者数が非常に少数である。また、若年女性を対象とした報告は極めて少ない。
- 3) 体型と体力に関する先行研究では、様々な指標により女性を体型別に分類し、体力の特徴を横断的に検討したものが主である。また、BMI から若年女性を体型別に分類し、BMI の変化に伴う体力の変化を検討した先行研究では、BMI の変化に伴う体力評価得点の変化は明らかにされているものの、BMI の変化の内容が明らかにされておらず、体脂肪量や除脂肪量がどのように変化したかは不明である。

そこで本研究では、一般女子大学生を対象として、体型別にみた体脂肪分布の特徴、体脂肪の季節変化の部位差、体型別にみた BMI の変化が身体組成と体力に及ぼす影響を検討し、体型と身体組成の関係を明らかにするとともに、BMI と体脂肪率による体型評価について検討した。

なお、本研究の測定を実施するにあたり、全被検者に対して本研究の目的、測定方法及び安全性に

ついて十分説明し、研究への参加の同意を得た。また、本研究は昭和大学富士吉田教育部倫理委員会の承認(承認番号:No. 6, 2010)及び昭和大学医学部医の倫理委員会の承認(承認番号:No. 1784, 2015)を得て実施した。

## 第2章

### 研究Ⅰ：一般女子大学生の体型別にみた体脂肪分布の特徴

#### 2-1. はじめに

日本人女性を対象として、体型間での皮下脂肪分布や体脂肪分布を比較した研究(安部・福永, 1995; 島崎ほか, 2002; 佐藤ほか, 2004)では、被検者を分類する際に体脂肪率による独自の体型判定基準を採用しているものや、現在、一般的に使用されている日本肥満学会の BMI による体型判定基準と体型区分の基準値が異なっているものもある。したがって、現在の女性の3つの体型(低体重、普通、肥満)における体脂肪分布を反映していない可能性が考えられる。また、被検者に若年層と中・高年層の女性が混在しているもの(島崎ほか, 2002)もあり、加齢や閉経といった要因が体脂肪分布に影響を及ぼしている可能性も考えられる。これらのことから、現在、一般的に使用されている BMI による体型判定基準(日本肥満学会, 2001)と体脂肪率による体型判定基準(高橋ほか, 2002; 武田ほか, 2017; 厚生労働省, online)の両方を用いて被検者の体型を一致させることで分類し、比較的簡便な BIA 法により多人数の被検者の体脂肪分布を体型間で比較することは意義深いと考えられる。

本研究では、一般女子大学生を対象として BIA 法を用いて体脂肪分布を様々な体型間で比較することにより、各体型の体脂肪分布の特徴を明らかにすることを目的とした。

#### 2-2. 方 法

##### A. 被検者

被検者は、全寮制生活を送る一般女子大学生 300 名とした。被検者を日本肥満学会の BMI による体型判定基準(日本肥満学会, 2001)及び体脂肪率による体型判定基準(高橋ほか, 2002; 武田ほか, 2017; 厚生労働省, online)を参考にして、BMI と体脂肪率の2つの指標を用いて評価した。本研究では BMI による体型判定基準を、低 BMI ( $BMI < 18.5 \text{ kg/m}^2$ )、普通 BMI ( $18.5 \text{ kg/m}^2 \leq BMI < 25.0 \text{ kg/m}^2$ )、高 BMI ( $25.0 \text{ kg/m}^2 \leq BMI$ )の3つに定義し、体脂肪率による体型判定基準を、低体脂肪(20.0%未満)、普通体脂肪(20.0%以上 25.0%未満)、高体脂肪予備(25.0%以上 30.0%未満)、高体脂肪(30.0%以上)の4つに定義した。これらを組み合わせることにより、被検者の体型評価を行い、低 BMI 低体脂肪群(LBLF:Low BMI/Low Fat)17 名、低 BMI 普通体脂肪群(LBNF:Low BMI/Normal Fat)32 名、普通 BMI 普通体脂肪群(NBNF:Normal BMI/Normal Fat)48 名、普通 BMI 高体脂肪予備群(NBPF:Normal BMI/Pre-High Fat)137 名、普通 BMI 高体脂肪群(NBHF:Normal BMI/High Fat)55 名、高 BMI 高体脂肪群(HBHF:High

BMI/High Fat) 11 名の 6 つの群に分類した (Table 4)。被検者の年齢及び身体的特性を Table 5 に示した。被検者にはあらかじめ研究の目的、方法及び安全性を説明し、書面による研究への参加の同意を得た。本研究は、昭和大学医学部医の倫理委員会の承認を得て実施した (承認番号: No. 1784, 2015)。

#### B. 身長、身体組成の測定及び内臓脂肪レベルの判定

身長は身長計 (ST-2M, YAGAMI 社製) を用いて測定した。体重、体脂肪率、総体脂肪量、総筋肉量、身体部位別 (腕部, 脚部, 体幹部) の体脂肪量の測定及び内臓脂肪レベルの判定には、マルチ周波数体組成計 (MC-190, TANITA 社製, Fig4) を用いて、両手と両足の 8 電極間の BIA 法により実施した。なお、身体部位別の体脂肪量の測定は、上腕部、前腕部及び手部を合わせた腕部、大腿部、下腿部及び足部を合わせた脚部、胴体である体幹部の 3 部位とし、腕部及び脚部については左右の値の合計値をそれぞれの部位の値として採用した。また、これらの 3 部位の値から腕部及び体幹部の体脂肪量の合計値を上半身体脂肪量、脚部の体脂肪量の値を下半身体脂肪量とした。BIA 法による測定誤差を最小限にするために、先行研究 (朝井ほか, 2005; 原田ほか, 2018) に準拠し、被検者には起床後すぐに排尿のみを済ませた後に測定をした。測定時の着衣は、T シャツとジャージに統一し、貴金属や装飾品は身につけないようにした。

#### C. BIA 法によって得られた測定値の再現性と測定誤差

本研究では、BIA 法により得られる測定値の再現性を検討するために、一般女子大学生 9 名を対象に連続 3 回の身体組成の測定を実施した。3 回の測定によって得られた各測定項目の測定値を対応のある一元配置の分散分析により検討した結果、3 回の測定値の間に有意な差異は認められなかった。また、各被検者の 3 回の測定値の変動係数の平均値を算出した結果、すべての測定項目の変動係数は 1.5% 未満であった (Table 6)。これらのことから、本研究で用いた測定機器によって得られた測定値の再現性は高く、測定誤差は小さいものであると判断した。

#### D. 統計処理

すべての測定項目の平均値の差の検定には、対応のない一元配置の分散分析を用いた。要因に有意な主効果が認められた場合には、ホルムの多重比較により有意性の検定を行った。また、内臓脂肪レベルと体幹部体脂肪量の関係は、ピアソンの相関係数を用いて分析した。いずれも有意水準は 5% 未満とし、これらの統計処理には、R. version 3.0.0 を用いた。

Table 4. 6 groups divided by a combination of the BMI and the % body fat.

		% body fat			
		Low Fat (20.0<)	Normal Fat (20.0 $\geq$ 25.0<)	Pre-High Fat (25.0 $\geq$ 30.0<)	High Fat (30.0 $\geq$ )
B M I	Low BMI (18.5<)	LBLF	LBNF		
	Normal BMI (18.5 $\geq$ 25.0<)		NBNF	NBPF	NBHF
	High BMI (25.0 $\geq$ )				HBHF



Table 5. Number of subjects and physical characteristics in each group.

	LBLF	LBNF	NBNF	NBPF	NBHF	HBHF
Number	17	32	48	137	55	11
Age (yrs)	18.1 $\pm$ 0.2	18.5 $\pm$ 0.7	18.4 $\pm$ 0.7	18.2 $\pm$ 0.4	18.2 $\pm$ 0.6	18.4 $\pm$ 0.7
Height (cm)	158.4 $\pm$ 5.3	158.6 $\pm$ 5.0	158.1 $\pm$ 5.3	158.7 $\pm$ 5.0	159.7 $\pm$ 4.5	159.3 $\pm$ 7.7
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	16.9 $\pm$ 1.1	17.6 $\pm$ 0.7	19.4 $\pm$ 0.6	20.6 $\pm$ 1.2	22.8 $\pm$ 1.1	26.5 $\pm$ 1.0

LBLF: Low BMI Low Fat group. LBNF: Low BMI Normal Fat group. Values are mean  $\pm$  S.D.  
NBNF: Normal BMI Normal Fat group. NBPH: Normal BMI Pre-High Fat group.  
NBHF: Normal BMI High Fat group. HBHF: High BMI High Fat group.



Fig.4. 8-electrode segmental bioelectrical impedance analysis (MC-190, TANITA) .

Table 6. Comparison of measurement values of 3 times and CV in each items.

	1st	2nd	3rd	CV(%)
Weight (kg)	$54.5 \pm 4.5$	$54.5 \pm 4.5$	$54.6 \pm 4.5$	$0.1 \pm 0.2$
% body fat (%)	$28.0 \pm 4.1$	$28.0 \pm 4.1$	$28.3 \pm 4.0$	$0.9 \pm 0.6$
Total body fat (kg)	$15.4 \pm 3.4$	$15.4 \pm 3.4$	$15.5 \pm 3.4$	$0.9 \pm 0.5$
Total muscle (kg)	$36.9 \pm 2.0$	$36.9 \pm 1.9$	$36.7 \pm 1.9$	$0.3 \pm 0.2$
Level of visceral fat	$1.9 \pm 1.1$	$2.0 \pm 1.3$	$2.0 \pm 1.3$	$1.4 \pm 4.1$
Body fat of arm (kg)	$1.1 \pm 0.3$	$1.1 \pm 0.4$	$1.2 \pm 0.4$	$0.7 \pm 1.2$
Body fat of leg (kg)	$6.7 \pm 1.1$	$6.7 \pm 1.1$	$6.7 \pm 1.1$	$0.5 \pm 0.5$
Body fat of trunk (kg)	$7.6 \pm 2.0$	$7.6 \pm 2.0$	$7.6 \pm 2.0$	$1.3 \pm 1.1$

CV: Coefficient of variation.

Values are mean  $\pm$  S.D.

## 2-3 結 果

### A. 全被検者における BMI と体脂肪率の分布状況

Fig. 5 に全被検者における BMI の分布状況を示した。BMI22.0～23.0kg/m<sup>2</sup>が最も多く分布しており、全体の 32.7%を占めていた。

Fig. 6 に全被検者における体脂肪率の分布状況を示した。体脂肪率 25.0～30.0%が最も多く分布しており、全体の 45.0%を占めていた。

### B. 身体組成及び内臓脂肪レベルの群間比較

Table 7 に身体組成及び内臓脂肪レベルの群間比較を示した。体重は HBHF が最も高値であり、LBNF、NBNF、NBPF、NBHF、HBHF の順で有意に高値を示した。体脂肪率及び総体脂肪量では HBHF が最も高値であり、LBLF、LBNF、NBNF、NBPF、NBHF、HBHF の順で有意に高値を示した。総筋肉量では HBHF が最も高値であり、LBNF、NBNF、NBPF、NBHF、HBHF の順で有意に高値を示した。内臓脂肪レベルでは HBHF が最も高値であり、NBPF、NBHF、HBHF の順で有意に高値を示した。

### C. 上半身及び下半身体脂肪量の群間比較

Table 8 に上半身及び下半身の体脂肪量の群間比較を示した。上半身及び下半身とも HBHF が最も高値であり、LBLF、LBNF、NBNF、NBPF、NBHF、HBHF の順で有意に高値を示した。

### D. 上半身体脂肪量に対する下半身体脂肪量の比の群間比較

Table 9 は上半身体脂肪量に対する下半身体脂肪量の比の群間比較を示したものである。上半身体脂肪量に対する下半身体脂肪量の比は、LBLF が最も高値であり、HBHF、NBHF、NBPF、NBNF、LBNF、LBLF の順で有意に高値を示した。

### E. 身体各部の体脂肪量の群間比較

Table 10 に身体各部の体脂肪量の群間比較を示した。腕部、脚部及び体幹部のすべての部位において、HBHF が最も高値であり、LBLF、LBNF、NBNF、NBPF、NBHF、HBHF の順で有意に高値を示した。

### F. 総体脂肪量に占める身体各部の体脂肪量の割合の群間比較

Table 11 は総体脂肪量に占める身体各部の体脂肪量の割合を群間比較したものである。腕部では HBHF が最も高値であり、LBNF、NBNF、NBPF、NBHF、HBHF の順で有意に高値を示した。脚部では LBLF が最

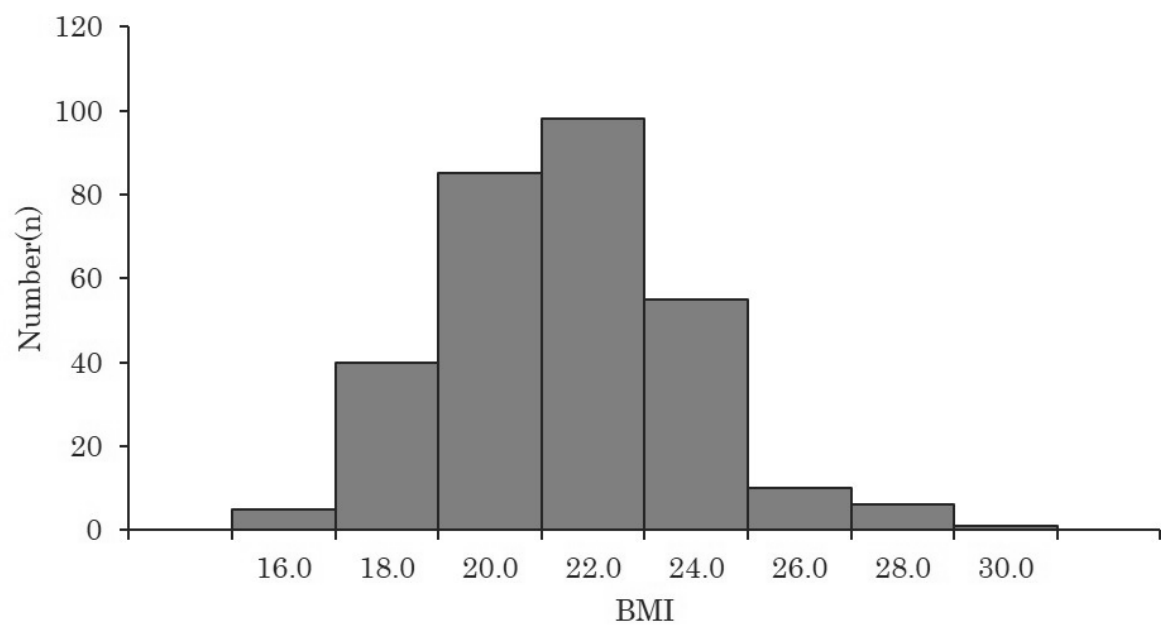


Fig.5. Histogram of BMI in all subjects.

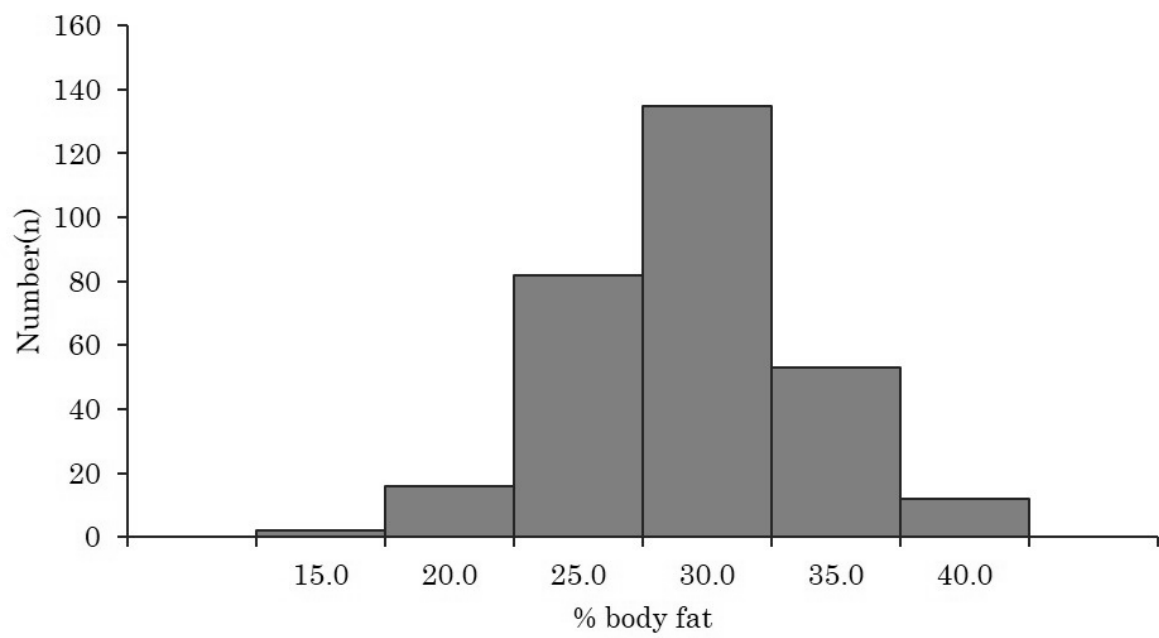


Fig.6. Histogram of % body fat in all subjects.

Table 7. Comparison of body composition and level of visceral fat in 6 groups.

	LBLF	LBNF	NBNF	NBPF	NBHF	HBHF
Weight (kg)	<sup>b,c,d,e</sup> 42.4±3.7	<sup>f,g,h,i</sup> 44.3±3.4	<sup>j,k,l</sup> 48.6±3.6	<sup>m,n</sup> 51.9±4.0	<sup>o</sup> 58.1±4.6	66.9±6.5
% body fat (%)	<sup>a,b,c,d,e</sup> 17.2±2.0	<sup>f,g,h,i</sup> 22.1±1.5	<sup>j,k,l</sup> 23.3±1.2	<sup>m,n</sup> 27.3±1.4	<sup>o</sup> 31.9±1.4	36.8±1.9
Total body fat(kg)	<sup>a,b,c,d,e</sup> 7.3±1.1	<sup>f,g,h,i</sup> 9.8±1.2	<sup>j,k,l</sup> 11.3±1.0	<sup>m,n</sup> 14.2±1.5	<sup>o</sup> 18.6±2.0	24.7±3.3
Total muscle (kg)	<sup>b,c,d,e</sup> 33.2±2.8	<sup>f,g,h,i</sup> 32.6±2.3	<sup>k,l</sup> 35.1±2.6	<sup>m,n</sup> 35.6±2.5	<sup>o</sup> 37.2±2.6	39.7±3.2
Level of visceral fat	<sup>c,d,e</sup> 1.0±0.0	<sup>g,h,i</sup> 1.0±0.0	<sup>j,k,l</sup> 1.0±0.0	<sup>m,n</sup> 1.5±0.6	<sup>o</sup> 3.3±0.8	5.5±1.4

a:p<0.05(LBLF vs LBNF)    b:p<0.05(LBLF vs NBNF)    c:p<0.05(LBLF vs NBPH)    Values are mean ± S.D.  
d:p<0.05(LBLF vs NBHF)    e:p<0.05(LBLF vs HBHF)    f:p<0.05(LBNF vs NBNF)  
g:p<0.05(LBNF vs NBPH)    h:p<0.05(LBNF vs NBHF)    i:p<0.05(LBNF vs HBHF)  
j:p<0.05(NBNF vs NBPH)    k:p<0.05(NBNF vs NBHF)    l:p<0.05(NBNF vs HBHF)  
m:p<0.05(NBPH vs NBHF)    n:p<0.05(NBPH vs HBHF)    o:p<0.05(NBHF vs HBHF)

LBLF: Low BMI Low Fat group. LBLF: Low BMI Normal Fat group.

NBNF: Normal BMI Normal Fat group. NBPH: Normal BMI Pre-High Fat group.

NBHF: Normal BMI High Fat group. HBHF: High BMI High Fat group.

Table 8. Comparison of body fat of upper part of body and lower part of body in 6 groups.

	LBLF	LBNF	NBNF	NBPF	NBHF	HBHF
Upper part of body (kg)	<sup>a,b,c,d,e</sup> 3.0±0.7	<sup>f,g,h,i</sup> 4.8±0.8	<sup>j,k,l</sup> 5.8±0.7	<sup>m,n</sup> 7.8±1.1	<sup>o</sup> 11.0±1.4	15.3±2.4
Lower part of body (kg)	<sup>a,b,c,d,e</sup> 4.3±0.5	<sup>f,g,h,i</sup> 5.0±0.4	<sup>j,k,l</sup> 5.6±0.4	<sup>m,n</sup> 6.4±0.5	<sup>o</sup> 7.6±0.7	9.4±1.0
a:p<0.05(LBLF vs LBNF)	b:p<0.05(LBLF vs NBNF)		c:p<0.05(LBLF vs NBPH)		Values are mean ± S.D.	
d:p<0.05(LBLF vs NBHF)	e:p<0.05(LBLF vs HBHF)		f:p<0.05(LBNF vs NBNF)			
g:p<0.05(LBNF vs NBPH)	h:p<0.05(LBNF vs NBHF)		i:p<0.05(LBNF vs HBHF)			
j:p<0.05(NBNF vs NBPH)	k:p<0.05(NBNF vs NBHF)		l:p<0.05(NBNF vs HBHF)			
m:p<0.05(NBPH vs NBHF)	n:p<0.05(NBPH vs HBHF)		o:p<0.05(NBHF vs HBHF)			
LBLF: Low BMI Low Fat group. LBNF: Low BMI Normal Fat group.						
NBNF: Normal BMI Normal Fat group. NBPH: Normal BMI Pre-High Fat group.						
NBHF: Normal BMI High Fat group. HBHF: High BMI High Fat group.						



Table 9. Comparison of ratio of the body fat in the lower part of the body to that of the upper part of the body in 6 groups.

	LBLF	LBNF	NBNF	NBPF	NBHF	HBHF
Lower / Upper	1.5±0.4 <sup>a,b,c,d,e</sup>	1.1±0.1 <sup>f,g,h,i</sup>	1.0±0.1 <sup>j,k,l</sup>	0.8±0.1 <sup>m,n</sup>	0.7±0.1 <sup>o</sup>	0.6±0.1
a:p<0.05(LBLF vs LBNF)	b:p<0.05(LBLF vs NBNF)		c:p<0.05(LBLF vs NBPH)		Values are mean ± S.D.	
d:p<0.05(LBLF vs NBHF)	e:p<0.05(LBLF vs HBHF)		f:p<0.05(LBNF vs NBNF)			
g:p<0.05(LBNF vs NBPH)	h:p<0.05(LBNF vs NBHF)		i:p<0.05(LBNF vs HBHF)			
j:p<0.05(NBNF vs NBPH)	k:p<0.05(NBNF vs NBHF)		l:p<0.05(NBNF vs HBHF)			
m:p<0.05(NBPH vs NBHF)	n:p<0.05(NBPH vs HBHF)		o:p<0.05(NBHF vs HBHF)			
LBLF: Low BMI Low Fat group. LBNF: Low BMI Normal Fat group.						
NBNF: Normal BMI Normal Fat group. NBPH: Normal BMI Pre-High Fat group.						
NBHF: Normal BMI High Fat group. HBHF: High BMI High Fat group.						

Table 10. Comparison of regional body fat in 6 groups.

	LBLF	LBNF	NBNF	NBPF	NBHF	HBHF
Arm (kg)	<sup>a,b,c,d,e</sup> 0.4±0.1	<sup>f,g,h,i</sup> 0.6±0.1	<sup>j,k,l</sup> 0.8±0.1	<sup>m,n</sup> 1.0±0.2	<sup>o</sup> 1.4±0.2	2.1±0.4
Leg (kg)	<sup>a,b,c,d,e</sup> 4.3±0.5	<sup>f,g,h,i</sup> 5.0±0.4	<sup>j,k,l</sup> 5.6±0.4	<sup>m,n</sup> 6.4±0.5	<sup>o</sup> 7.6±0.7	9.4±1.0
Trunk (kg)	<sup>a,b,c,d,e</sup> 2.5±0.6	<sup>f,g,h,i</sup> 4.2±0.7	<sup>j,k,l</sup> 5.0±0.6	<sup>m,n</sup> 6.8±0.9	<sup>o</sup> 9.6±1.2	13.2±2.1

a:p<0.05(LBLF vs LBNF)    b:p<0.05(LBLF vs NBNF)    c:p<0.05(LBLF vs NBPH)    Values are mean ± S.D.  
 d:p<0.05(LBLF vs NBHF)    e:p<0.05(LBLF vs HBHF)    f:p<0.05(LBNF vs NBNF)  
 g:p<0.05(LBNF vs NBPH)    h:p<0.05(LBNF vs NBHF)    i:p<0.05(LBNF vs HBHF)  
 j:p<0.05(NBNF vs NBPH)    k:p<0.05(NBNF vs NBHF)    l:p<0.05(NBNF vs HBHF)  
 m:p<0.05(NBPH vs NBHF)    n:p<0.05(NBPH vs HBHF)    o:p<0.05(NBHF vs HBHF)

LBLF: Low BMI Low Fat group. LBNF: Low BMI Normal Fat group.

NBNF: Normal BMI Normal Fat group. NBPH: Normal BMI Pre-High Fat group.

NBHF: Normal BMI High Fat group. HBHF: High BMI High Fat group.

Table 11. Comparison of the percentage of the regional body fat against the total amount of the body fat in 6 groups.

	LBLF	LBNF	NBNF	NBPF	NBHF	HBHF
Arm (%)	<sup>b,c,d,e</sup> 5.9±0.6 ( 4.8-6.8 )	<sup>f,g,h,i</sup> 6.2±0.5 ( 4.8-7.4 )	<sup>j,k,l</sup> 6.9±0.4 ( 6.3-8.0 )	<sup>m,n</sup> 7.2±0.5 ( 6.0-9.1 )	<sup>o</sup> 7.7±0.4 ( 6.8-8.8 )	8.6±0.7 ( 7.5-10.0 )
Leg (%)	<sup>a,b,c,d,e</sup> 59.9±4.9 (54.4-73.5)	<sup>f,g,h,i</sup> 51.4±2.5 (45.4-56.9)	<sup>j,k,l</sup> 49.2±2.2 (45.1-53.6)	<sup>m,n</sup> 44.9±2.0 (41.0-51.3)	<sup>o</sup> 40.8±1.4 (37.2-44.9)	38.3±1.8 (34.8-41.3)
Trunk (%)	<sup>a,b,c,d,e</sup> 34.2±4.7 (20.6-39.4)	<sup>f,g,h,i</sup> 42.4±2.4 (37.1-48.2)	<sup>j,k,l</sup> 43.9±2.3 (39.8-48.2)	<sup>m,n</sup> 47.8±2.0 (41.7-51.4)	<sup>o</sup> 51.5±1.5 (47.9-54.9)	53.1±2.1 (50.2-56.9)
a:p<0.05(LBLF vs LBNF)    b:p<0.05(LBLF vs NBNF)    c:p<0.05(LBLF vs NBPH)    Values are mean ± S.D. d:p<0.05(LBLF vs NBHF)    e:p<0.05(LBLF vs HBHF)    f:p<0.05(LBNF vs NBNF)    (Minimum – Maximum) g:p<0.05(LBNF vs NBPH)    h:p<0.05(LBNF vs NBHF)    i:p<0.05(LBNF vs HBHF) j:p<0.05(NBNF vs NBPH)    k:p<0.05(NBNF vs NBHF)    l:p<0.05(NBNF vs HBHF) m:p<0.05(NBPH vs NBHF)    n:p<0.05(NBPH vs HBHF)    o:p<0.05(NBHF vs HBHF) LBLF: Low BMI Low Fat group. LBLF: Low BMI Normal Fat group. NBNF: Normal BMI Normal Fat group. NBPH: Normal BMI Pre-High Fat group. NBHF: Normal BMI High Fat group. HBHF: High BMI High Fat group.						

も高値であり、HBHF、NBHF、NBPF、NBNF、LBNF、LBLF の順で有意に高値を示した。体幹部では HBHF が最も高値であり、LBLF、LBNF、NBNF、NBPF、NBHF、HBHF の順で有意に高値を示した。

#### G. 体幹部体脂肪量と内臓脂肪レベルの関係

Fig. 7 に体幹部体脂肪量と内臓脂肪レベルの関係を示した。体幹部脂肪量と内臓脂肪レベルの間には、有意な相関関係がみられた。

### 2-4 論 議

#### A. 上半身及び下半身の体脂肪分布の体型間比較

本研究では、BMI と体脂肪率の両方の体型判定基準を用いて一般女子大学生を6つの体型に分類し、BIA 法により得られた身体各部の体脂肪量から体脂肪分布を体型間で比較した。その結果、上半身及び下半身の体脂肪量は LBLF、LBNF、NBNF、NBPF、NBHF、HBHF の順で有意に高値を示し、上半身に対する下半身の体脂肪量の比は、HBHF、NBHF、NBPF、NBNF、LBNF、LBLF の順で有意に高値を示した。上半身に対する下半身の体脂肪量の比を体型毎にみると、LBLF は  $1.5 \pm 0.4$ 、LBNF は  $1.1 \pm 0.1$ 、NBNF は  $1.0 \pm 0.1$ 、NBPF は  $0.8 \pm 0.1$ 、NBHF は  $0.7 \pm 0.1$ 、HBHF は  $0.6 \pm 0.1$  であった。これらの結果から、体脂肪分布の特徴を体型毎にまとめると、LBLF 及び LBNF は上半身より下半身に体脂肪が多く分布し、NBNF は上半身と下半身の体脂肪分布が同等、NBPF、NBHF 及び HBHF は下半身より上半身に体脂肪が多く分布するという3つのパターンに分類できる。

一般的に男性に比べて女性の体脂肪は、臀部や大腿部といった下半身に多く蓄積する傾向が強いこと(下方, 1993; 安部・福永, 1995)が指摘されている。本研究の結果において、この指摘は LBLF 及び LBNF には当てはまるものの、NBNF、NBPF、NBHF 及び HBHF には当てはまらず、特に NBPF、NBHF 及び HBHF では体脂肪が下半身よりも上半身に多く分布している。女性の体脂肪分布を人種間で比較した先行研究(Wu et al., 2007; Rush et al., 2009)によれば、総体脂肪量に占める体幹部や腹部の体脂肪の割合が高いことがアジア人女性の体脂肪分布の特徴とされている。安部・福永(1995)は、20~30 歳の若年女性の皮下脂肪分布の国際比較から、日本人や韓国人といったアジアの女性の方が欧米の白人女性より腹部などの体幹部に皮下脂肪の蓄積が強い傾向があると報告している。また、下方(1993)も日本人女性が欧米の白人女性と比べて相対的に臀部に体脂肪が少なく腹部に多い腹部型の体脂肪を持っており、わずかな肥満でも腹部に体脂肪が集中しやすいことを示唆している。したがって、NBPF、NBHF 及び HBHF の体脂肪が、臀部や大腿部といった下半身よりも腹部や体幹部といった上半身に多く分布していることは、肥満や肥満傾向のアジア人女性の特徴であると考えられる。

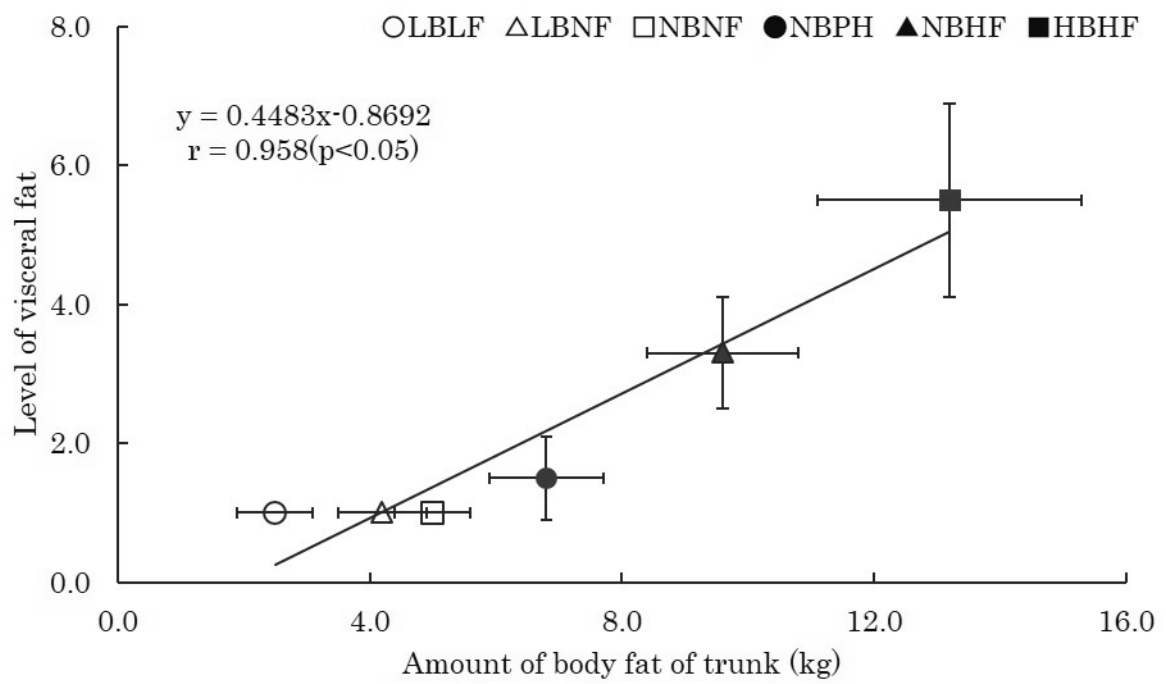


Fig.7. Relationship between amount of body fat of trunk and level of visceral fat.

また、若年女性に多い正常体重肥満傾向や正常体重肥満は、BMI による体型判定基準では普通に分類されるが、体脂肪率による体型判定基準では普通と肥満の中間や肥満に分類される。本研究の結果から、体脂肪分布を上半身と下半身の2つに大別して考えた場合、NBPF の体脂肪分布はNBNF と HBHF の中間的なものであり、NBHF の体脂肪分布はNBNF より HBHF に類似していると考えられる。これらのことから、女性の体脂肪分布には、人種、年齢、閉経の影響だけではなく、体型の要因も十分に考慮する必要がある。

#### B. 身体各部の体脂肪量及び体脂肪分布の体型間比較

身体各部の体脂肪量を体型間で比較した結果、腕部、脚部及び体幹部のすべての部位において LBLF、LBNF、NBNF、NBPF、NBHF、HBHF の順で体脂肪量が有意に高値を示した。これらの結果は、先行研究(安部・福永, 1995; 島崎ほか, 2002; 佐藤ほか, 2004)を支持するものであった。また、皮下脂肪が局所的にある部位に集中して蓄積することはない(安部・福永, 1995)という指摘や、全身の体脂肪の増加は身体各部の体脂肪が増加することによって生じている(弓桁ほか, 2015)という報告と一致するものであった。したがって、身体の総体脂肪量の増加が身体各部に体脂肪がまんべんなく蓄積することによってもたらされること(安部・福永, 1995; 弓桁ほか, 2015)が再確認され、肥満の者ほど身体のどの部位においても体脂肪量が多いと考えられる。

総体脂肪量に占める体幹部の体脂肪量の割合では、LBLF、LBNF、NBNF、NBPF、NBHF、HBHF の順で高値を示し、脚部の体脂肪量の割合はHBHF、NBHF、NBPF、NBNF、LBNF、LBLF の順で高値を示した。これらの結果は、DXA 法により体重区分での階級別の柔道選手の体脂肪分布を検討した先行研究の結果(恩田ほか, 2001)と類似するものであった。これまでの先行研究(下方, 1993; 安部・福永, 1995)では、日本人女性は欧米の白人女性に比べて臀部や大腿部の体脂肪が少なく腹部の体脂肪が多いことから、わずかな肥満でも腹部に体脂肪が集中しやすいことが示唆されている。先述したように、日本人女性は体幹部に体脂肪が蓄積しやすいという特徴を有したアジア人であり、その特徴は肥満の者ほど顕著であると考えられる。また、奥田(2018)は日本人女性には腹囲や BMI の両方がメタボリックシンドロームの基準値内であっても、内臓脂肪、脂質、血圧、血糖が高い隠れメタボリックシンドロームの者が多く、内臓脂肪型肥満に注意が必要であることを示唆している。本研究においても、内臓脂肪レベルが NBPF、NBHF、HBHF の順で有意に高値を示したことや、体幹部体脂肪量と内臓脂肪レベルの間に有意な相関関係が認められたことから、体幹部体脂肪量は内臓脂肪量を反映し、肥満の者ほど体幹部体脂肪量に占める内臓脂肪量が多いと推測される。

女性の皮下脂肪分布を体型間で比較すると、痩身者と肥満者の皮下脂肪分布には明らかな差がない

(安部・福永, 1995)といわれており、本研究の結果と異なっている。DXA 法や BIA 法により体脂肪分布を比較した場合、体幹部の体脂肪量には皮下脂肪だけではなく内臓脂肪も含まれる。一方、超音波法による皮下脂肪厚から体脂肪分布を比較した場合は、当然ながら、体幹部の体脂肪量に内臓脂肪は含まれない。これらのことを踏まえると、本研究のように内臓脂肪を含めて体脂肪分布を体型間で比較した場合は、体型間に体脂肪分布の違いがみられるが、内臓脂肪を含めず皮下脂肪分布を体型間で比較した場合には、体型間に皮下脂肪分布の違いがみられないことになる。したがって、体型間で体脂肪分布を比較する際には、体幹部の体脂肪の中に内臓脂肪を含めるか否かによって結果に違いが生じる可能性が考えられる。このことも体型間の体脂肪分布の違いに影響を及ぼしたのではないかと推察される。

## 2-5. 要約

本研究では、一般女子大学生を対象として、BIA 法を用いて体脂肪分布を様々な体型間で比較し、各体型の体脂肪分布の特徴を明らかにした。その結果、以下の知見が得られた。

- 1) 上半身体脂肪量に対する下半身体脂肪量の比から体脂肪分布をみると、LBLF 及び LBNF は上半身より下半身に体脂肪が分布し、NBNF は上半身と下半身が同等に分布、NBPF、NBHF 及び HBHF は下半身より上半身に体脂肪が分布していると考えられた。
- 2) 総体脂肪量に占める身体各部の体脂肪量の割合から体脂肪分布をみると、肥満の者 (HBHF) ほど体幹部に体脂肪が分布し、低体重の者 (LBLF) ほど脚部に体脂肪が分布していることから、体型間で体脂肪分布に違いがあると考えられた。
- 3) 体幹部体脂肪量と内臓脂肪レベルの間には、高い相関関係が認められたことから、体幹部体脂肪量は内臓脂肪量を反映し、肥満の者ほど体幹部体脂肪量に占める内臓脂肪量が多いと考えられ、このことが体型間の体脂肪分布に影響を及ぼしている可能性が示唆された。

## 第3章

### 研究Ⅱ：一般女子大学生の体脂肪の季節変化の部位差

#### 3-1. はじめに

これまでの体脂肪の増加に関する研究(矢ヶ崎・豊川, 1989; 斉藤・田村, 1994; 安部・福永, 1995; 古泉, 1998)では、一般的な女性や肥満者と痩身者を対象として、超音波法により身体各部の皮下脂肪厚を測定し、比較することにより体脂肪の増加しやすい部位を横断的に明らかにしているものがほとんどである。一方、同一の被検者を対象として、一定期間の運動介入後に身体各部の体脂肪にどのような変化が生じたのかを検討した研究(Sidney et al., 1977; Despres et al., 1985)は散見される。しかしながら、これらの研究は高齢な男女及び男性を対象として、キャリパー法を用いて測定した皮下脂肪厚から体脂肪の減少した部位を明らかにしたものである。また、安部・福永(1995)による運動介入の研究では、若年女性1名を対象としたものであり、若年女性における身体部位別の体脂肪の減少やその部位差については十分な知見は得られていない。したがって、比較的簡便に体脂肪を計測できるBIA法を用いて、若年女性の全身の体脂肪の著しい季節変化を身体部位別に増加と減少の両面から検討することや、体脂肪の季節変化の部位差を明らかにすることは意義深いと考えられる。

本研究では、一般女子大学生を対象に全身及び身体各部の体脂肪の季節変化を検討するとともに、体脂肪の季節変化の部位差を明らかにすることを目的とした。

#### 3-2. 方 法

##### A. 被検者

被検者は、全寮制生活を送る一般女子大学生142名とした。また、本研究では全被検者における6月と12月の全身体脂肪率の差の平均値+1標準偏差により、全身体脂肪率に顕著な増加がみられた21名を増加群(IG: Increased Group)、全身体脂肪率の差の平均値-1標準偏差により、全身体脂肪率に顕著な減少がみられた24名を減少群(DG: Decreased Group)として抽出し、体脂肪の増減の部位差を分析する際の対象とした。Table 12に6月の測定時における被検者の年齢及び身体的特性を示した。被検者にはあらかじめ研究の目的、方法及び実験における安全性を説明し、書面によって実験への参加の同意を得た。本研究は、昭和大学富士吉田教育部倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号: No. 6, 2010)。



Table 12. Number of subjects and physical characteristics in each group.

	n	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
All Subject	142	18.3 $\pm$ 0.6	159.0 $\pm$ 5.0	53.7 $\pm$ 6.7	21.2 $\pm$ 2.1
I G	21	18.2 $\pm$ 0.6	159.4 $\pm$ 4.8	52.9 $\pm$ 8.4	20.7 $\pm$ 2.4
D G	24	18.5 $\pm$ 0.7	159.0 $\pm$ 5.2	54.8 $\pm$ 4.9	21.7 $\pm$ 2.0

IG: Increased group. DG: Decreased Group.

Values are mean  $\pm$  S.D.

## B. 身長及び身体組成の測定

身長は身長計(ST-2M, YAGAMI 社製)を用いて測定した。体重、全身体脂肪率、身体部位別の体脂肪率及び全身筋肉量の測定には、体組成計(BC-621, TANITA 社製, Fig8)を用いた。なお、身体部位別の体脂肪の測定は、上腕部、前腕部及び手部を合わせた腕部、大腿部、下腿部及び足部を合わせた脚部、胴体である体幹部の3部位とし、腕部及び脚部については左右の値の平均値をそれぞれの部位の値として採用した。測定は先行研究の結果(弓桁・堀川, 2011)から、被検者の全身体脂肪量が最も低いと考えられる6月と最も高いと考えられる12月に実施した。なお、インピーダンス法による測定誤差を最小限にするために、先行研究(朝井ほか, 2005)に準拠し、被検者には起床後すぐに排尿のみを済ませた後に測定をした。測定時の着衣は、Tシャツとジャージに統一した。

## C. BIA 法によって得られた測定値の再現性と測定誤差

本研究では、BIA 法により得られる測定値の再現性を検討するために、一般女子大学生9名を対象に連続3回の身体組成の測定を実施した。3回の測定によって得られた各測定項目の測定値を対応のある一元配置の分散分析により検討した結果、3回の測定値の間に有意な差異は認められなかった。また、各被検者の3回の測定値の変動係数の平均値を算出した結果、すべての測定項目の変動係数は1.2%未満であった(Table 13)。これらのことから、本研究で用いた測定機器によって得られた測定値の再現性は高く、測定誤差は小さいものと判断した。

## D. 身体各部の体脂肪率の増加及び減少の差の算出

身体各部における体脂肪率の差については、12月の測定値から6月の測定値を引くことにより算出し、増加群においては増加の差、減少群においては減少の差と定義した。

## E. 統計処理

6月及び12月の体重、全身体脂肪量、全身体脂肪率、全身筋肉量、部位別の体脂肪率の平均値の差の検定には、対応のあるt-testを用いた。また、増加群及び減少群における体脂肪率の増加及び減少の差の部位間比較には、対応のある一元配置の分散分析を用いた。要因に有意な主効果が認められた場合には、ホルムの多重比較を用いて有意性の検定を行った。いずれも有意水準は5%未満とし、これらの統計処理には、R.version3.0.0を用いた。



Fig.8. 8-electrode segmental bioelectrical impedance analysis (BC-621, TANITA) .

Table 13. Comparison of measurement values of 3 times and CV in each items.

	1st	2nd	3rd	CV(%)
Weight (kg)	$55.5 \pm 4.5$	$55.5 \pm 4.5$	$55.4 \pm 4.5$	0.0
% body fat (%)	$29.5 \pm 4.1$	$29.4 \pm 4.2$	$29.5 \pm 4.3$	$0.6 \pm 0.3$
Total Muscle (kg)	$36.5 \pm 2.3$	$36.7 \pm 2.0$	$36.7 \pm 2.0$	$0.5 \pm 0.9$
% body fat of arm (%)	$28.2 \pm 3.8$	$28.0 \pm 3.8$	$28.0 \pm 3.8$	$0.4 \pm 0.5$
% body fat of leg (%)	$32.6 \pm 2.5$	$32.5 \pm 2.5$	$32.5 \pm 2.5$	$0.2 \pm 0.1$
% body fat of trunk (%)	$27.8 \pm 5.6$	$27.7 \pm 5.6$	$27.9 \pm 5.8$	$1.1 \pm 0.6$
CV: Coefficient of variation.			Values are mean $\pm$ S.D.	

### 3-3. 結 果

#### A. 全被検者における身体組成の変化

Table 14 に全被検者における 6 月と 12 月の体重、全身体脂肪量、全身体脂肪率及び全身筋肉量の変化を示した。体重、全身体脂肪量及び全身体脂肪率において、6 月より 12 月の方が高値を示し、有意な増加がみられた。一方、全身筋肉量では、ほぼ同様の値を示し、有意な変化はみられなかった。

#### B. 全被検者における体脂肪率の部位別変化

Table 15 に全被検者における体脂肪率の部位別変化を示した。腕部、脚部及び体幹部のすべての部位において、6 月より 12 月の方が高値を示し、有意な増加がみられた。

#### C. IG 及び DG における身体組成の変化

Table 16 は IG 及び DG における 6 月と 12 月の身体組成の変化を示したものである。IG では体重、全身体脂肪量、全身体脂肪率において、6 月より 12 月の方が高値を示し、有意な増加がみられた。一方、DG では体重、全身体脂肪量及び全身体脂肪率において、6 月より 12 月の方が低値を示し、有意な減少がみられた。しかしながら、全身筋肉量においては、両群とも有意な変化はみられなかった。

#### D. IG 及び DG における体脂肪率の部位別変化

Table 17 は IG 及び DG における体脂肪率の部位別変化を示したものである。IG では腕部、脚部及び体幹部のすべての部位において、6 月より 12 月の方が高値を示し、有意な増加がみられた。一方、DG では腕部及び体幹部において、6 月より 12 月の方が低値を示し、有意な減少がみられた。しかし、脚部においてはほぼ同様の値を示し、有意な減少はみられなかった。

#### E. IG における体脂肪率の増加の差の部位間比較

Fig. 9 に IG における体脂肪率の増加の差の部位間比較を示した。体幹部が最も高値を示し、腕部及び脚部との間に有意な差異が認められた。また、腕部と脚部との間にも有意な差異が認められた。

#### F. DG における体脂肪率の減少の差の部位間比較

Fig. 10 に DG における体脂肪率の減少の差の部位間比較を示した。体幹部が最も高値を示し、腕部及び脚部との間に有意な差異が認められた。また、腕部と脚部との間にも有意な差異が認められた。

Table 14. Change of body composition in all subjects.

	June	December	$\Delta$ %	
Weight (kg)	$53.7 \pm 6.7$	$54.7 \pm 7.1$	$2.0 \pm 3.5$	* *
Total body fat (kg)	$14.8 \pm 4.0$	$15.7 \pm 4.3$	$6.8 \pm 9.9$	* *
% body fat (%)	$27.1 \pm 4.2$	$28.2 \pm 4.1$	$4.6 \pm 6.7$	* *
Total muscle (kg)	$36.7 \pm 3.1$	$36.8 \pm 3.1$	$0.2 \pm 2.1$	N.S.
* * : $p < 0.01$ (June vs December)			Values are mean $\pm$ S.D.	

Table 15. Change of % regional body fat in all subjects.

	June	December	$\Delta$ %	
% body fat of arm (%)	$26.7 \pm 4.2$	$27.7 \pm 4.1$	$4.4 \pm 6.8$	* *
% body fat of leg (%)	$32.1 \pm 2.8$	$33.0 \pm 2.7$	$3.0 \pm 4.0$	* *
% body fat of trunk (%)	$24.0 \pm 5.5$	$25.5 \pm 5.4$	$6.9 \pm 11.3$	* *
* * : $p < 0.01$ (June vs December)		Values are mean $\pm$ S.D.		

Table 16. Change of body composition in IG and DG.

	I G			D G		
	June	December	$\Delta$ %	June	December	$\Delta$ %
Weight (kg)	52.9 $\pm$ 8.4 (41.7-80.5)	56.3 $\pm$ 9.4 (42.2-87.4)	6.4 $\pm$ 3.8 **	54.8 $\pm$ 4.9 (47.2-64.3)	54.0 $\pm$ 5.1 (47.2-64.4)	1.5 $\pm$ 2.0 **
Total body fat (kg)	13.9 $\pm$ 5.1 ( 8.7-31.5)	17.0 $\pm$ 5.8 (10.2-36.8)	23.1 $\pm$ 8.1 **	15.9 $\pm$ 3.6 (10.2-24.6)	14.9 $\pm$ 3.6 ( 9.5-23.8)	6.3 $\pm$ 3.3 **
% body fat (%)	25.6 $\pm$ 4.8 (17.7-39.2)	29.5 $\pm$ 4.7 (23.0-42.1)	15.7 $\pm$ 5.1 **	28.7 $\pm$ 4.6 (21.0-38.2)	27.4 $\pm$ 4.6 (19.9-37.3)	4.8 $\pm$ 2.1 **
Total muscle (kg)	36.8 $\pm$ 3.4 (31.1-45.8)	37.1 $\pm$ 3.7 (30.3-47.4)	0.8 $\pm$ 2.9 N.S.	36.7 $\pm$ 2.5 (33.2-42.8)	36.8 $\pm$ 2.5 (32.5-42.5)	0.3 $\pm$ 1.9 N.S.
IG: Increased group. DG: Decreased Group. ** : p<0.01 (June vs December)				Values are mean $\pm$ S.D. (Minimum-Maximum)		



Table 17. Change of % regional body fat in IG and DG.

	I G				D G			
	June	December	$\Delta$ %		June	December	$\Delta$ %	
% body fat of arm (%)	25.3 $\pm$ 4.9	28.5 $\pm$ 4.9	13.3 $\pm$ 6.7	**	28.1 $\pm$ 4.0	27.1 $\pm$ 4.3	3.8 $\pm$ 3.4	**
% body fat of leg (%)	31.0 $\pm$ 3.3	33.4 $\pm$ 3.1	7.8 $\pm$ 3.5	**	32.8 $\pm$ 2.8	32.6 $\pm$ 2.9	0.4 $\pm$ 2.8	N.S
% body fat of trunk (%)	22.1 $\pm$ 6.1	26.9 $\pm$ 6.0	23.6 $\pm$ 10.2	**	26.3 $\pm$ 6.2	24.1 $\pm$ 6.1	8.5 $\pm$ 3.5	**

IG: Increased group. DG: Decreased Group.

\*\* : p<0.01 (June vs December)

Values are mean  $\pm$  S.D.

(Minimum-Maximum)

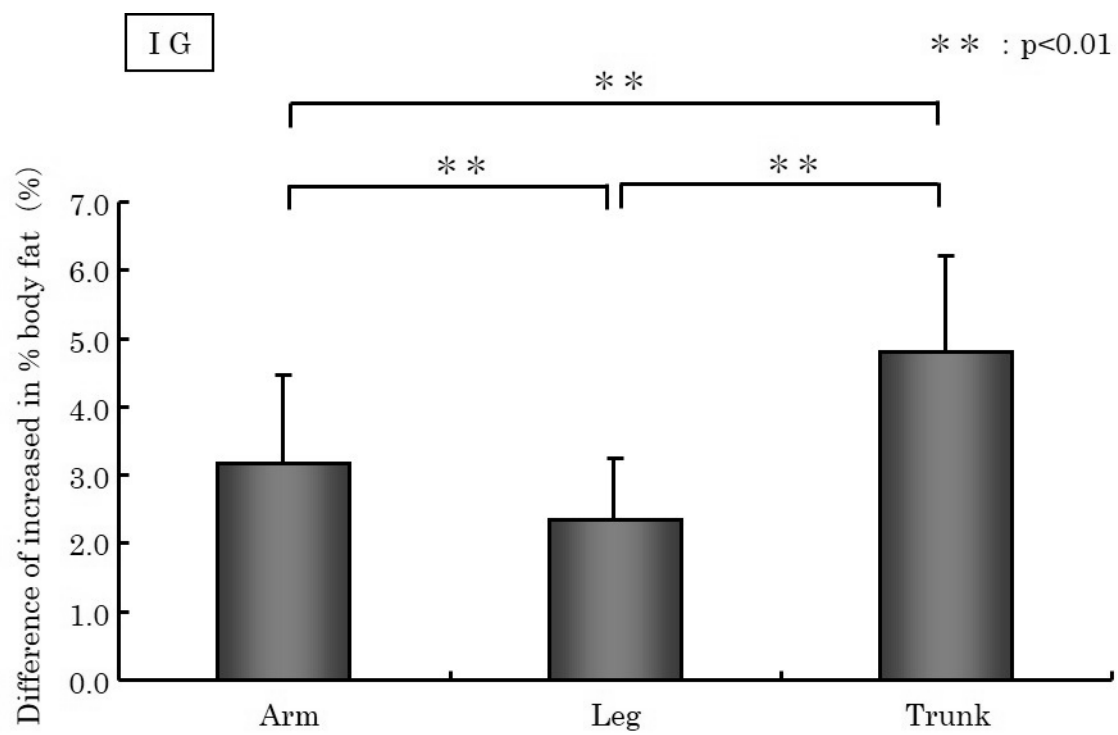


Fig.9. Comparison of difference of increased in % body fat.

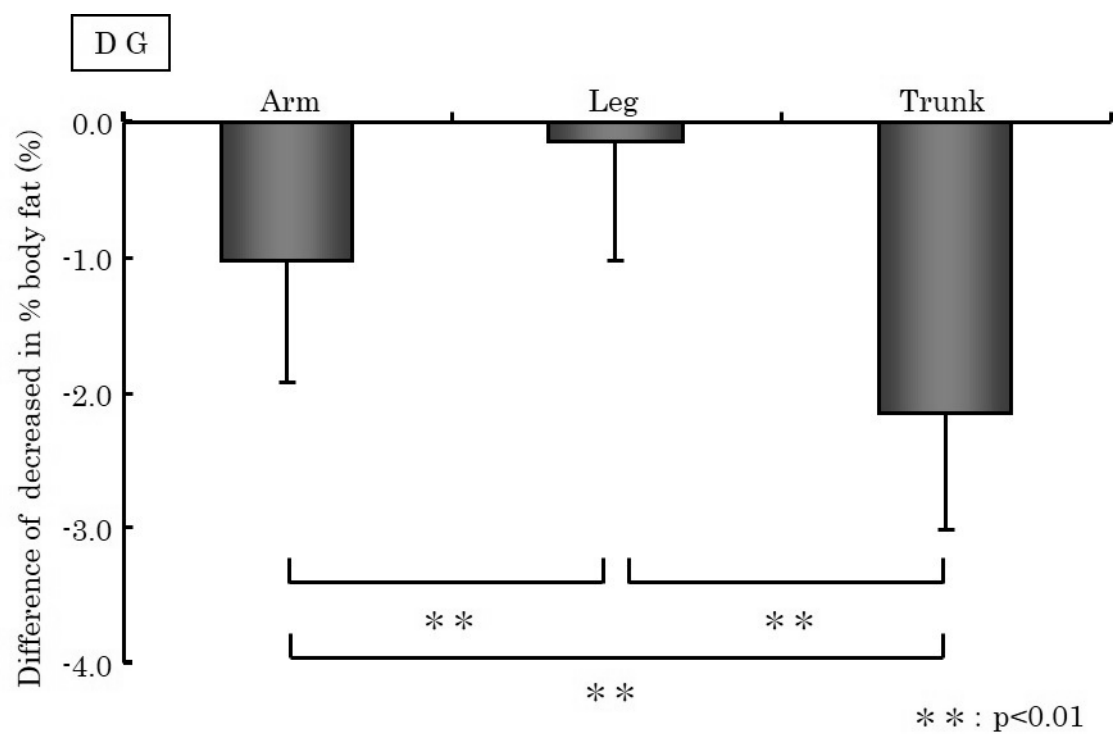


Fig.10. Comparison of difference of decreased in % body fat.

### 3-4. 論 議

#### A. 全被検者における身体組成の季節変化

全被検者における 6 月と 12 月の身体組成を比較した結果、体重、全身体脂肪量及び全身体脂肪率において、有意に増加する傾向がみられた。一方、全身筋肉量においては、全被検者では有意な変化がみられなかった。これらの結果は、これまでの先行研究の結果(堀川ほか, 1998; 弓桁ほか, 2008, 2010)とほぼ一致するものであった。つまり、全被検者における体重の増加は体脂肪量の増加によってもたらされたことを意味している。皮下脂肪が冬季に増大し夏季に減少することは、気候の変動に対して体温調節機能がより合理的に対応するためには合目的(石博ほか, 1980)という指摘があるように、体脂肪は寒さから身を守るための断熱材としての役割があり、季節差(山下ほか, 2005)がみられる。

また、大学生の運動習慣について、藤原ほか(1990)は北陸地区の大学生を対象に秋季と冬季の日常生活の運動の質と量の検討から、秋季に比べ冬季に運動量の減少がみられ、男女ともに体脂肪率が増加し、除脂肪量が減少したことを報告している。本研究においても、被検者が全寮制生活をする地域は標高約 900m にあり、秋季から冬季にかけて気温は急激に低下し、夜には氷点下になることも珍しくない。したがって、冬季に運動量が減少してもおかしくない環境にあると考えられる。しかしながら、本研究において全身筋肉量は有意な変化をみせていない。これまでの先行研究では、除脂肪量が増加するとの結果(堀川ほか, 1998; 弓桁ほか, 2008)や、逆に減少するという結果(弓桁ほか, 2010)もあり、一致した結果が得られていない。

#### B. IG 及び DG における体脂肪の部位別変化及び部位間差

IG の 6 月と 12 月の体脂肪率を部位別に比較した結果、すべての部位で有意に増加する傾向がみられた。また、身体各部の体脂肪率の増加の差を部位間で比較した結果、体幹部が最も高値を示し、腕部及び脚部との間に有意な差異がみられた。さらに、腕部と脚部の間にも有意な差異がみられた。これらをまとめると、全身の体脂肪の増加は、身体のすべての部位の体脂肪が増加することによって生じているものの、その増加は体幹部が最も多く、次に腕部、最後に脚部という部位差がみられることを意味している。体脂肪の蓄積について、安部・福永(1995)は肥満者と痩身者の皮下脂肪量の比較から、皮下脂肪が局所的にある部位に集中して蓄積することはないと報告しており、本研究の結果はこの報告と一致するものである。したがって、全身の体脂肪の増加は、身体のすべての部位に体脂肪が蓄積することによってもたらされ、体脂肪が全く蓄積しない部位は存在しないと考えられる。

一方、超音波法を用いて皮下脂肪厚から皮下脂肪分布を検討した湯浅・後藤(1993)は、推定総皮下脂肪厚と皮下脂肪厚の回帰式の勾配が部位によって異なることから、総皮下脂肪量の増加にともなう皮

下脂肪沈着には部位差があり、腹部が顕著であることを示している。また、体脂肪の増加の部位差については、体脂肪が体幹部へ付着しやすいこと(宮崎, 2011)が指摘されている。本研究においても、体幹部の体脂肪率の増加は腕部及び脚部に比べ有意に高値を示しており、これらの指摘と一致した。したがって、体幹部が体脂肪の最も増加しやすい部位であると考えられる。さらに、本研究では腕部の方が脚部に比べ有意に高い体脂肪率の増加を示した。Murakami et al. (1999)は、体脂肪の蓄積の仕方は3つに分類され、その1つに体幹と上腕に蓄積しやすいパターンがあることを示している。本研究では上腕部、前腕部及び手部をまとめて腕部としているため、上腕部に限定した比較はできないものの、腕部も体脂肪が蓄積しやすい部位の1つであると推察される。

一方、DGの6月と12月の体脂肪率を身体部位別に比較した結果、腕部及び体幹部では有意な減少がみられたものの、脚部では有意な減少がみられなかった。また、身体各部の体脂肪率の減少の差を部位間で比較した結果、体幹部が腕部及び脚部に比べて有意に減少し、腕部も脚部に比べて有意に減少していた。これらの結果から、体脂肪の減少においても体幹部が最も高く、次に腕部、最後に脚部という部位差が存在することになる。安部・福永(1995)は、若年女性を対象に3ヶ月間のトレーニングにより体脂肪率が低下した際の皮下脂肪の変化を検討した結果、低下率が最も大きかった部位は体幹であり、大腿部や下腿部での低下率は非常に小さなものであったことを報告している。Desperes et al. (1985)も、20週間のトレーニングにより全身脂肪量が著しい減少を示した際の体幹と体肢の皮下脂肪厚の比較から、体肢より体幹の方が減少率が大きく、皮下脂肪の減少には部位差があることを指摘しており、本研究の結果はこれらの報告と一致するものである。したがって、体脂肪の減少にも部位差がみられ、体幹部の体脂肪が最も減少しやすい部位であると考えられる。

また、DGの脚部の体脂肪率は減少傾向を示すものの、有意な減少はみられなかった。局所の体脂肪の減少について、北川(1991)は局所の筋運動へのエネルギーがその表在する皮下脂肪より供給されるような、生理学的なエネルギー供給経路は考えられないとの見解を示している。三浦ほか(1999)も、片脚の有酸素性脚自転車トレーニングによる運動部位の皮下脂肪の減少について検討し、トレーニング脚の皮下脂肪が選択的に減少しないことを明らかにしている。本研究においても、DGは全身体脂肪率が減少しているにもかかわらず、日常生活で最も使用する脚部の体脂肪率は有意に減少する傾向を示していない。つまり、身体活動を行った際に使用した部位の体脂肪が、そのままエネルギー源として利用されないと考えられる。また、本研究では体脂肪が増加傾向にある集団の中から、全身体脂肪率の差の平均値 $\pm 1$ 標準偏差により減少群を設定した。6月から12月の全身体脂肪率の変化を両群で比較した場合、IGが3.9%増加しているのに対してDGは1.3%の減少であった。したがって、DGの体脂肪率の減少がIGの体脂肪率の増加と同程度であったならば、脚部においても有意な減少がみられる

可能性も考えられる。このことも、DG の脚部の体脂肪率が有意に減少しなかった 1 つの要因と推察される。

### 3-5. 要 約

本研究では、一般女子大学生を対象に、全身及び身体各部の体脂肪の季節変化を検討するとともに、体脂肪の季節変化の部位差を明らかにした。その結果、以下のような知見が得られた。

- 1) 全被検者における身体組成を 6 月と 12 月で比較した結果、体重、全身体脂肪量、全身体脂肪率に有意な増加がみられた。一方、全身筋肉量においては有意な変化がみられなかった。これらのことから、本研究の被検者は体脂肪の増加により体重の増加を示す集団であったと考えられた。
- 2) IG において、腕部、脚部及び体幹部のすべての部位で体脂肪率の有意な増加がみられた。したがって、全身の体脂肪の増加は、身体すべての部位に体脂肪が蓄積することによってもたらされ、体脂肪が増加しない部位は存在しないと考えられた。一方、DG において、腕部及び体幹部で体脂肪率の有意な減少がみられた。また、脚部においては統計的に有意な減少はみられていないものの減少傾向を示した。したがって、全身の体脂肪の減少は、身体すべての部位の体脂肪が減少することによってもたらされ、体脂肪が減少しない部位は存在しないと考えられた。
- 3) IG において、体脂肪率の増加の差を部位間で比較した結果、体幹部が腕部及び脚部に比べて有意に増加し、腕部も脚部に比べて有意に増加した。したがって、体脂肪は体幹部が最も増加しやすいと考えられ、体脂肪の増加には部位差が存在することが示唆された。一方、DG において、体脂肪率の減少の差を部位間で比較した結果、体幹部が腕部及び脚部に比べて有意に減少し、腕部も脚部に比べて有意に減少した。したがって、体脂肪は体幹部が最も減少しやすいと考えられ、体脂肪の減少にも部位差が存在することが示唆された。これらのことから、体脂肪が増加しやすい部位は、体脂肪が減少しやすい部位であると考えられた。

## 第4章

### 研究Ⅲ：一般女子大学生の体型別にみた BMI の変化が身体組成と体力に及ぼす影響

#### 4-1. はじめに

これまでに、若年女性の体型別の体力に関する研究(永野, 1983; Bale et al., 1985; 佐伯ほか, 1999; 太田・太田, 1990; 上田・川原, 1998; 徳田, 2000; 横山ほか, 2001)は、横断的な検討が主である。また、BMI から体型別の体力を縦断的に検討した研究(齊藤・名雪, 2001)では、BMI の変化に伴う体力の変化は示されているものの、BMI の変化が体脂肪量及び除脂肪量のどのような変化によってもたらされたかは不明のままであり、BMI の変化が体力に及ぼす影響についても十分な知見が得られていない。

本研究では、一般女子大学生における BMI の変化が身体組成と体力に及ぼす影響を体型別に明らかにすることを目的とした。

#### 4-2. 方 法

##### A. 被検者

被検者は全寮制生活を送る一般女子大学生 1103 名(年齢:  $18.4 \pm 0.8$  歳、身長:  $158.7 \pm 5.1$  cm、体重:  $51.8 \pm 7.1$  kg、BMI:  $20.5 \pm 2.4$  kg/m<sup>2</sup>)とした。なお、4 月の測定の実施時期は、全寮制生活を開始後 1～2 週間であり、被検者にはその間に 1 日約 2000kcal の食事が毎日提供されていた。被検者にはあらかじめ研究の目的、測定方法、安全性、得られたデータに対する倫理的配慮及び使用方法について口頭で十分な説明をした後、口頭による同意を得た。

##### B. 被検者の分類

被検者の 4 月の身長及び体重から BMI を算出し、日本肥満学会の BMI による体型判定基準(松澤ほか, 2000)を用いて、低体重( $\text{BMI} < 18.5 \text{ kg/m}^2$ )、普通( $18.5 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} < 25.0 \text{ kg/m}^2$ )、肥満( $25.0 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI}$ )の 3 群に分類した。さらに、各被検者における 4 月と 12 月の BMI の変化率を算出した。先行研究(岩井ほか, 2008)に準拠して、算出した BMI の変化率が 1%以上減少した群を減少群、BMI の変化率が 1%以上増加した群を増加群、BMI の変化率に 1%以上の変化がみられなかった群を維持群として分類した。なお、この基準により 4 月の BMI と 12 月の BMI の増減の度合いによって、被検者を低 BMI 減少群(LD: Low BMI/Decreased BMI)、低 BMI 維持群(LM: Low BMI/Maintained BMI)、低 BMI 増加群(LI: Low

BMI/Increased BMI)、普通 BMI 減少群(ND:Normal BMI/Decreased BMI)、普通 BMI 維持群(NM:Normal BMI/Maintained BMI)、普通 BMI 増加群(NI:Normal BMI/Increased BMI)、高 BMI 減少群(HD:High BMI/Decreased BMI)、高 BMI 維持群(HM:High BMI/Maintained BMI)、及び高 BMI 増加群(HI:High BMI/Increased BMI)の 9 群に分類した(Table 18)。

#### C. 身長及び身体組成の計測

身長は身長計(ST-2M, YAGAMI 社製)を用いて測定した。体重、体脂肪率、体脂肪量及び除脂肪量の測定は、体組成計(TBF-410, TANITA 社製, Fig11)を用いて両足間から 4 電極の BIA 法により 4 月と 12 月に実施した。また、4 月と 12 月の測定時間は同様の時間帯とし、貴金属をはずして測定した。

#### D. BIA 法によって得られる測定値の再現性と測定誤差

本研究では、BIA 法により得られる測定値の再現性を検討するために、一般女子大学生 9 名を対象に連続 3 回の身体組成の測定を実施した。3 回の測定によって得られた各測定項目の測定値を対応のある一元配置の分散分析により検討した結果、3 回の測定値の間に有意な差異は認められなかった。また、各被検者の 3 回の測定値の変動係数の平均値を算出した結果、すべての測定項目の変動係数が 0.5%未満であった(Table 19)。これらのことから、本研究で用いた測定機器によって得られた測定値の再現性は高く、測定誤差も小さいと判断した。

#### E. 体力テスト

体力テストは文部科学省の新体力テストを用いた。新体力テストの実施要項(文部科学省, online)に従い、体力テスト 6 項目(20m シャトルラン、立ち幅跳び、反復横跳び、上体起こし、長座体前屈、握力)を測定した。また、新体力テストの総合評価を行うため、項目別得点表に基づき、各項目の記録を 10 点満点で得点に換算した。新体力テストの総合評価得点は、体力テスト 6 項目の各項目別得点の合計得点を 60 点満点で算出した。なお、体力テストは身長及び身体組成の測定と同日に実施した。

#### F. 統計処理

4 月の BMI に基づいた 3 群(低体重、普通、肥満)に、12 月に至るまでの 9 ヶ月間の BMI の変化に基づいた 3 群(減少、維持、増加)を掛け合わせた 9 群について、4 月と 12 月の身体組成、体力テストの総合評価得点及び各体力テスト項目を比較した。各項目における 4 月と 12 月の平均値の差の検定には、対応のある t-test を用いた。いずれも有意水準は 5%未満とした。また、本研究では各項目の 4 月



Table 18. 9 groups divided by a combination of the BMI in April and the change after the 9 month.

		Change of BMI among 9 month			Total (Number)
		Decreased	Maintained	Increased	
BMI in April	Low BMI ( $18.5 <$ )	17	23	164	204
	Normal BMI ( $18.5 \geq 25.0 <$ )	245	130	475	850
	High BMI ( $25.0 \geq$ )	29	7	13	49
Total (Number)		291	160	652	1103



Fig.11. 4-electrode bioelectrical impedance analysis (TBF-410, TANITA) .

Table 19. Comparison of measurement values of 3 times and CV in each items.

	1st	2nd	3rd	CV(%)
Weight (kg)	$54.4 \pm 4.5$	$54.4 \pm 4.5$	$54.4 \pm 4.5$	0.0
% body fat (%)	$27.3 \pm 3.8$	$27.3 \pm 3.9$	$27.3 \pm 3.8$	$0.4 \pm 0.3$
Total body fat (kg)	$15.0 \pm 3.2$	$15.0 \pm 3.2$	$15.0 \pm 3.2$	$0.4 \pm 0.3$
Fat free mass (kg)	$39.4 \pm 2.1$	$39.4 \pm 2.1$	$39.4 \pm 2.1$	$0.1 \pm 0.1$

CV: Coefficient of variation.

Values are mean  $\pm$  S.D.

と12月の平均値と標準偏差を用いて効果量を算出し、平均値の差の検定の客観的な検証をした。出村ほか(2007)の効果量の解釈表に基づき、効果量が0.2以下のものについては、統計的な有意差がみられた場合でも現象として意味のない差と判断した。

#### 4-3 結 果

##### A. 身体組成の変化

Table 20 は体重及び体脂肪率の変化を示したものである。体重では、LI、NI 及び HI で有意な増加がみられた。一方、LD、ND 及び HD では有意な減少がみられた。体脂肪率では、LI、NI 及び HI で有意な増加がみられ、LD、ND 及び HD では有意な減少がみられた。

Table 21 に体脂肪量及び除脂肪量の変化を示した。体脂肪量では、LI、NI 及び HI で有意な増加がみられた。一方、LD、ND 及び HD では有意な減少がみられた。除脂肪量では、LI、NI 及び HI で有意な増加がみられた。

##### B. 体力の総合評価得点の比較

Table 22 は体力の総合評価得点の変化を示したものである。LI、ND、NM、NI 及び HD で体力の総合評価得点に有意な増加がみられた。一方、LD、LM、HM 及び HI では体力の総合評価得点に有意な変化がみられなかった。

##### C. 体力テスト項目の変化

Table 23 に20m シャトルラン及び立ち幅跳びの変化を示した。20m シャトルランでは、ND、NM 及び HD で有意な記録の向上がみられた。立ち幅跳びでは、各群に有意な記録の変化はみられなかった。

Table 24 は反復横跳び及び上体起こしの変化を示したものである。反復横跳びでは各群に有意な記録の変化がみられなかった。上体起こしでは、LI、ND、NM 及び HD で有意な記録の向上がみられた。

Table 25 に長座体前屈及び握力の変化を示した。長座体前屈では、HD で有意な記録の向上がみられた。握力では、LI、NM 及び NI で有意な記録の向上がみられた。

#### 4-4 論 議

##### A. 低体重体型及び肥満体型の改善と身体組成及び体力の変化

低体重体型及び肥満体型が改善した LI と HD では、体力の総合評価得点に有意な増加がみられた。これらの結果は、青年男性を対象とした先行研究の結果(岩井ほか, 2008)と一致するものであった。

Table 20. Change of weight and % body fat in 9 month.

	Group	April	December	$\Delta$ %		Effect size
Weight (kg)	L D	45.0 $\pm$ 3.8	43.8 $\pm$ 3.9	2.7 $\pm$ 2.0	*	0.31
	L M	44.1 $\pm$ 3.5	44.3 $\pm$ 3.5	0.4 $\pm$ 0.9	*	0.06
	L I	44.8 $\pm$ 3.5	47.6 $\pm$ 3.8	6.2 $\pm$ 3.6	*	0.77
	N D	54.2 $\pm$ 5.5	52.3 $\pm$ 5.2	3.4 $\pm$ 2.7	*	0.36
	N M	52.5 $\pm$ 5.3	52.7 $\pm$ 5.3	0.3 $\pm$ 1.0	*	0.04
	N I	51.5 $\pm$ 4.6	54.1 $\pm$ 4.8	5.1 $\pm$ 3.1	*	0.55
	H D	71.7 $\pm$ 9.6	67.4 $\pm$ 8.3	5.9 $\pm$ 3.6	*	0.48
	H M	65.8 $\pm$ 3.5	66.1 $\pm$ 3.5	0.5 $\pm$ 0.5		0.09
	H I	68.7 $\pm$ 7.4	71.5 $\pm$ 7.9	4.1 $\pm$ 2.1	*	0.37
% body fat (%)	L D	20.6 $\pm$ 2.1	19.5 $\pm$ 2.5	5.3 $\pm$ 7.2	*	0.48
	L M	20.3 $\pm$ 1.8	20.6 $\pm$ 1.6	1.7 $\pm$ 4.3		0.18
	L I	20.2 $\pm$ 2.1	22.9 $\pm$ 2.5	13.9 $\pm$ 9.1	*	1.17
	N D	29.1 $\pm$ 4.1	27.3 $\pm$ 3.7	6.1 $\pm$ 6.9	*	0.46
	N M	28.2 $\pm$ 4.2	28.1 $\pm$ 4.1	0.1 $\pm$ 6.7		0.02
	N I	26.8 $\pm$ 3.5	29.0 $\pm$ 3.8	8.4 $\pm$ 8.2	*	0.60
	H D	40.3 $\pm$ 4.7	37.0 $\pm$ 5.8	7.8 $\pm$ 12.5	*	0.63
	H M	39.2 $\pm$ 2.2	38.4 $\pm$ 2.5	2.0 $\pm$ 3.4		0.34
	H I	40.5 $\pm$ 4.8	42.8 $\pm$ 6.8	5.4 $\pm$ 7.9	*	0.39

LD: Low BMI / Decreased BMI. LM: Low BMI / Maintained BMI. Values are mean  $\pm$  S.D.

LI: Low BMI / Increased BMI. ND: Normal BMI / Decreased BMI.

NM: Normal BMI / Maintained BMI. NI: Normal BMI / Increased BMI.

HD: High BMI / Decreased BMI. HM: High BMI / Maintained BMI.

HI: High BMI / Increased BMI.

\*:p<0.05(April vs December)

Table 21. Change of body fat and fat free mass in 9 month.

	Group	April	December	$\Delta$ %	Effect size
Body fat (kg)	L D	9.3 $\pm$ 1.4	8.6 $\pm$ 1.5	7.8 $\pm$ 8.4 *	0.48
	L M	9.0 $\pm$ 1.1	9.2 $\pm$ 1.1	2.1 $\pm$ 4.3 *	0.18
	L I	9.1 $\pm$ 1.5	11.0 $\pm$ 1.9	21.3 $\pm$ 13.3 *	1.11
	N D	15.9 $\pm$ 3.5	14.4 $\pm$ 3.0	9.2 $\pm$ 8.1 *	0.46
	N M	15.0 $\pm$ 3.4	15.0 $\pm$ 3.4	0.1 $\pm$ 7.4	0.00
	N I	13.9 $\pm$ 2.7	15.8 $\pm$ 3.1	14.0 $\pm$ 11.0 *	0.65
	H D	29.1 $\pm$ 6.9	25.1 $\pm$ 6.0	13.1 $\pm$ 13.7 *	0.62
	H M	25.8 $\pm$ 2.5	25.4 $\pm$ 2.7	1.4 $\pm$ 3.7	0.15
	H I	28.2 $\pm$ 6.4	30.8 $\pm$ 7.4	9.1 $\pm$ 6.1 *	0.38
Fat free mass (kg)	L D	35.7 $\pm$ 2.8	35.2 $\pm$ 2.8	1.4 $\pm$ 1.4 *	0.18
	L M	35.1 $\pm$ 2.7	35.1 $\pm$ 2.6	0.0 $\pm$ 1.5	0.00
	L I	35.7 $\pm$ 2.3	36.6 $\pm$ 2.4	2.5 $\pm$ 2.3 *	0.38
	N D	38.3 $\pm$ 3.1	37.9 $\pm$ 3.1	0.8 $\pm$ 3.0 *	0.13
	N M	37.5 $\pm$ 2.9	37.7 $\pm$ 3.1	0.5 $\pm$ 2.9	0.07
	N I	37.6 $\pm$ 2.9	38.3 $\pm$ 3.0	1.9 $\pm$ 2.6 *	0.24
	H D	42.6 $\pm$ 4.5	42.3 $\pm$ 4.6	0.7 $\pm$ 7.4	0.07
	H M	40.0 $\pm$ 2.0	40.7 $\pm$ 1.7	1.7 $\pm$ 1.8 *	0.38
	H I	40.5 $\pm$ 4.1	40.7 $\pm$ 4.8	0.4 $\pm$ 3.4	0.04

LD: Low BMI / Decreased BMI. LM: Low BMI / Maintained BMI. Values are mean  $\pm$  S.D.

LI: Low BMI / Increased BMI. ND: Normal BMI / Decreased BMI.

NM: Normal BMI / Maintained BMI. NI: Normal BMI / Increased BMI.

HD: High BMI / Decreased BMI. HM: High BMI / Maintained BMI.

HI: High BMI / Increased BMI.

\*:p<0.05(April vs December)

Table 22. Change of total score of physical fitness in 9 month.

	Group	April	December	$\Delta$ %	Effect size
Total score (point)	L D	$37.2 \pm 6.6$	$37.1 \pm 7.4$	$0.4 \pm 9.3$	0.01
	L M	$38.0 \pm 7.0$	$37.9 \pm 6.6$	$0.7 \pm 12.0$	0.01
	L I	$38.7 \pm 6.3$	$40.1 \pm 6.0$	$4.3 \pm 10.2^*$	0.23
	N D	$40.2 \pm 6.5$	$41.8 \pm 6.5$	$4.6 \pm 13.6^*$	0.25
	N M	$41.0 \pm 5.8$	$42.2 \pm 5.9$	$3.2 \pm 9.0^*$	0.21
	N I	$39.8 \pm 6.6$	$41.3 \pm 6.5$	$4.5 \pm 10.7^*$	0.23
	H D	$37.9 \pm 6.8$	$40.3 \pm 4.7$	$7.9 \pm 11.3^*$	0.41
	H M	$40.1 \pm 7.1$	$41.7 \pm 5.9$	$5.1 \pm 12.6$	0.25
	H I	$37.0 \pm 6.9$	$37.5 \pm 6.0$	$3.1 \pm 14.8$	0.08

LD: Low BMI / Decreased BMI. LM: Low BMI / Maintained BMI. Values are mean  $\pm$  S.D.

LI: Low BMI / Increased BMI. ND: Normal BMI / Decreased BMI.

NM: Normal BMI / Maintained BMI. NI: Normal BMI / Increased BMI.

HD: High BMI / Decreased BMI. HM: High BMI / Maintained BMI.

HI: High BMI / Increased BMI.

\*:p<0.05(April vs December)

Table 23. Change of 20m shuttle run and long jump in 9 month.

	Group	April	December	$\Delta$ %	Effect size
20m Shuttle run (times)	L D	38.2 $\pm$ 14.1	37.1 $\pm$ 13.1	0.2 $\pm$ 23.1	0.08
	L M	42.9 $\pm$ 12.5	41.0 $\pm$ 11.4	1.4 $\pm$ 24.2	0.16
	L I	42.6 $\pm$ 12.0	43.8 $\pm$ 12.4	4.3 $\pm$ 17.3 *	0.10
	N D	42.4 $\pm$ 12.6	46.0 $\pm$ 12.8	10.7 $\pm$ 19.4 *	0.28
	N M	42.8 $\pm$ 11.2	45.2 $\pm$ 11.3	7.5 $\pm$ 19.2 *	0.21
	N I	42.3 $\pm$ 12.6	43.6 $\pm$ 12.4	5.2 $\pm$ 20.2 *	0.10
	H D	31.2 $\pm$ 9.3	33.7 $\pm$ 7.8	11.2 $\pm$ 20.1 *	0.29
	H M	32.7 $\pm$ 5.2	37.1 $\pm$ 8.6	12.9 $\pm$ 12.8	0.62
	H I	34.2 $\pm$ 10.1	33.8 $\pm$ 9.8	1.7 $\pm$ 20.0	0.04
Long jump (cm)	L D	160.9 $\pm$ 17.5	161.5 $\pm$ 21.3	0.6 $\pm$ 11.1	0.03
	L M	164.9 $\pm$ 20.5	164.0 $\pm$ 17.4	0.0 $\pm$ 8.7	0.05
	L I	165.0 $\pm$ 19.3	164.5 $\pm$ 19.5	0.0 $\pm$ 8.1	0.05
	N D	163.4 $\pm$ 19.4	163.8 $\pm$ 19.2	0.6 $\pm$ 7.8	0.02
	N M	164.4 $\pm$ 20.6	165.4 $\pm$ 20.4	1.1 $\pm$ 10.3	0.05
	N I	165.1 $\pm$ 19.9	163.7 $\pm$ 20.4	0.5 $\pm$ 9.3	0.07
	H D	149.8 $\pm$ 21.4	151.2 $\pm$ 17.5	1.9 $\pm$ 10.7 *	0.07
	H M	154.1 $\pm$ 21.1	154.3 $\pm$ 14.0	0.8 $\pm$ 7.1	0.01
	H I	148.8 $\pm$ 16.7	145.9 $\pm$ 18.0	1.9 $\pm$ 6.2	0.17

LD: Low BMI / Decreased BMI. LM: Low BMI / Maintained BMI. Values are mean  $\pm$  S.D.

LI: Low BMI / Increased BMI. ND: Normal BMI / Decreased BMI.

NM: Normal BMI / Maintained BMI. NI: Normal BMI / Increased BMI.

HD: High BMI / Decreased BMI. HM: High BMI / Maintained BMI.

HI: High BMI / Increased BMI.

\*:p<0.05(April vs December)



Table 24. Change of side step and sit up in 9 month.

	Group	April	December	$\Delta$ %	Effect size
Sidestep (point)	L D	46.1 $\pm$ 6.5	45.8 $\pm$ 5.8	0.4 $\pm$ 5.7	0.05
	L M	43.1 $\pm$ 6.1	43.0 $\pm$ 6.1	0.4 $\pm$ 13.0	0.06
	L I	45.4 $\pm$ 5.4	45.9 $\pm$ 5.4	1.5 $\pm$ 7.9	0.09
	N D	45.6 $\pm$ 5.8	46.2 $\pm$ 5.4	2.0 $\pm$ 10.0 *	0.11
	N M	45.7 $\pm$ 5.4	45.9 $\pm$ 5.4	1.0 $\pm$ 9.2	0.04
	N I	45.4 $\pm$ 5.6	46.3 $\pm$ 5.3	1.9 $\pm$ 9.4 *	0.17
	H D	44.4 $\pm$ 5.6	45.0 $\pm$ 4.3	2.0 $\pm$ 7.8	0.12
	H M	46.7 $\pm$ 4.7	47.4 $\pm$ 3.7	1.8 $\pm$ 4.3	0.17
	H I	42.4 $\pm$ 8.7	43.8 $\pm$ 5.1	7.1 $\pm$ 23.0	0.20
Sit up (times)	L D	20.5 $\pm$ 4.4	20.1 $\pm$ 5.3	2.7 $\pm$ 11.3	0.08
	L M	21.2 $\pm$ 5.2	20.9 $\pm$ 5.6	1.9 $\pm$ 15.6	0.02
	L I	21.2 $\pm$ 4.4	22.5 $\pm$ 4.6	7.5 $\pm$ 17.0 *	0.29
	N D	22.3 $\pm$ 5.1	23.4 $\pm$ 5.3	5.6 $\pm$ 14.8 *	0.21
	N M	22.6 $\pm$ 4.3	23.6 $\pm$ 4.5	5.0 $\pm$ 11.6 *	0.23
	N I	22.6 $\pm$ 5.1	23.6 $\pm$ 5.1	5.8 $\pm$ 13.4 *	0.19
	H D	21.6 $\pm$ 6.4	23.0 $\pm$ 5.8	11.2 $\pm$ 25.9 *	0.23
	H M	21.0 $\pm$ 3.7	22.3 $\pm$ 4.1	7.0 $\pm$ 13.1	0.33
	H I	20.3 $\pm$ 5.3	20.7 $\pm$ 5.2	3.3 $\pm$ 16.5	0.08

LD: Low BMI / Decreased BMI. LM: Low BMI / Maintained BMI. Values are mean  $\pm$  S.D.

LI: Low BMI / Increased BMI. ND: Normal BMI / Decreased BMI.

NM: Normal BMI / Maintained BMI. NI: Normal BMI / Increased BMI.

HD: High BMI / Decreased BMI. HM: High BMI / Maintained BMI.

HI: High BMI / Increased BMI.

\*:p<0.05(April vs December)

Table 25. Change of sit and reach and grip strength in 9 month.

	Group	April	December	$\Delta$ %	Effect size
Sit and reach (cm)	L D	44.6 $\pm$ 11.4	42.8 $\pm$ 10.2	2.6 $\pm$ 13.2	0.17
	L M	45.9 $\pm$ 6.1	45.7 $\pm$ 7.7	1.1 $\pm$ 15.5	0.02
	L I	44.6 $\pm$ 8.6	46.2 $\pm$ 7.8	5.5 $\pm$ 16.8 *	0.19
	N D	46.0 $\pm$ 8.6	47.6 $\pm$ 9.0	4.5 $\pm$ 14.8 *	0.18
	N M	47.7 $\pm$ 7.9	48.5 $\pm$ 8.0	2.1 $\pm$ 11.2	0.10
	N I	45.6 $\pm$ 9.2	47.1 $\pm$ 9.2	4.7 $\pm$ 16.3 *	0.16
	H D	47.8 $\pm$ 8.6	50.8 $\pm$ 8.2	7.6 $\pm$ 14.1 *	0.36
	H M	49.4 $\pm$ 5.2	49.1 $\pm$ 6.8	0.9 $\pm$ 5.6	0.05
	H I	45.8 $\pm$ 9.8	43.9 $\pm$ 7.6	2.3 $\pm$ 13.5	0.22
Grip strength (kg)	L D	22.1 $\pm$ 3.3	22.1 $\pm$ 3.4	0.8 $\pm$ 12.7	0.00
	L M	22.7 $\pm$ 5.4	23.4 $\pm$ 4.6	4.8 $\pm$ 14.3	0.14
	L I	22.5 $\pm$ 4.0	23.7 $\pm$ 3.8	6.8 $\pm$ 14.2 *	0.31
	N D	25.0 $\pm$ 4.5	25.9 $\pm$ 4.3	4.6 $\pm$ 13.6 *	0.20
	N M	24.9 $\pm$ 3.8	25.8 $\pm$ 3.5	5.2 $\pm$ 14.4 *	0.25
	N I	24.1 $\pm$ 4.1	25.5 $\pm$ 4.2	6.7 $\pm$ 13.8 *	0.34
	H D	26.6 $\pm$ 4.7	27.1 $\pm$ 4.3	3.2 $\pm$ 12.7	0.11
	H M	27.4 $\pm$ 5.9	28.1 $\pm$ 5.8	2.4 $\pm$ 9.2	0.12
	H I	26.5 $\pm$ 4.9	27.9 $\pm$ 4.4	5.7 $\pm$ 9.1	0.30

LD: Low BMI / Decreased BMI. LM: Low BMI / Maintained BMI. Values are mean  $\pm$  S.D.

LI: Low BMI / Increased BMI. ND: Normal BMI / Decreased BMI.

NM: Normal BMI / Maintained BMI. NI: Normal BMI / Increased BMI.

HD: High BMI / Decreased BMI. HM: High BMI / Maintained BMI.

HI: High BMI / Increased BMI.

\*:p<0.05(April vs December)

すなわち、低体重体型及び肥満体型が改善された場合には、体力の総合評価得点が増加することを示している。体力の総合評価得点が増加した2群の記録が向上した体力テスト項目をみると、低体重体型が改善したLIでは筋持久力と筋力を評価する上体起こしと握力の2項目が向上した。また、LIの身体組成の変化をみると、体脂肪量と除脂肪量の有意な増加に伴い体重が増加している。除脂肪量と筋力の間には相関関係がみられること(北川, 1991)はよく知られており、除脂肪量の増加は握力のような体重移動を伴わない筋力発揮においては有利に働くため、握力が向上したと考えられる。また、安部・福永(1995)によれば、腹筋の厚さと上体起こしの回数には有意な相関関係が認められるとともに、上体起こしの回数に体重を掛け合わせた仕事量と腹筋の筋厚にはより密接な関係が認められている。本研究のLIでは、上体起こしを行う上でプラスに作用する除脂肪量の増加と、マイナスに作用する体脂肪量の増加が共にみられている。LIの上体起こしの平均変化量は1.3回であり、効果量もそれほど高値を示しておらず、除脂肪量と体脂肪量の増加が上体起こしに及ぼす影響を少なからず相殺させたのではないかと推察される。

一方、肥満体型が改善したHDでは、全身持久力、筋持久力、柔軟性を評価する20mシャトルラン、上体起こし、長座体前屈の3項目が向上した。HDの身体組成の変化をみると、除脂肪量を維持したまま体脂肪量が有意に減少したことにより、体重が減少している。体重を負荷として水平移動を伴う体力テスト項目は、体脂肪が負荷となり不利に働くこと(北川, 1991; 金ほか, 1992; 足立ほか, 2007)が指摘されている。すなわち、除脂肪量を維持したまま体脂肪量が減少するような体重の減少は理想的なものであり、20mシャトルランのような項目には特に有利に働いたと考えられる。また、体幹の体脂肪が最も減少しやすい(Despres et al., 1985; 宮崎, 2011; 弓桁, 2015)との報告があるように、HDの体幹部の体脂肪量が他の身体部位の体脂肪量に比べてより顕著に減少したとするならば、連続して腹部を屈曲させる上体起こしに対してプラスに作用した可能性が推察される。さらに、永野(1983)は柔軟性が肥満因子から独立したものであることを指摘しており、長座体前屈の記録の向上は身体組成の変化による影響ではなく、運動習慣の影響を受けたと推測される。

鈴木・立身(1993)は、体脂肪率と身長あたりのLBMの組み合わせから被検者を9群に分類して体力を比較した結果、標準的な体脂肪率で身長あたりのLBMが高い群が最も高い体力水準を有しており、適度な体脂肪量と多めの除脂肪量をもつことが、良好な体力水準を保つ必要条件であることを示唆している。したがって、体脂肪量と除脂肪量の両方を増加させたことで低体重が改善したLIと、除脂肪量を維持しながら体脂肪量を減少させたことで肥満が改善したHDの体型は、良好な体力水準を保つ体型に近づいたと考えられ、体力が向上したと推察される。

## B. 普通体型における身体組成及び体力の変化

ND、NM 及び NI において記録が向上した体力テスト項目をみると、ND では 20m シャトルラン、上体起こしの 2 項目、NM では 20m シャトルラン、上体起こし、握力の 3 項目、NI では握力の 1 項目であった。これら 3 群の身体組成の変化をみると、ND では体脂肪量の有意な減少により体重が減少しているのに対し、NI は体脂肪量と除脂肪量の有意な増加により体重が増加している。また、NM では体脂肪量と除脂肪量は変化しておらず、体重も変化していない。先の鈴木・立身(1993)の報告によれば、適度な体脂肪量と多めの除脂肪量をもつことが良好な体力水準を保つ必要条件であるという。普通体型の 3 群は体脂肪量が有意に増減しているものの、体脂肪率は低体重と判断される 20.0%未満や肥満と判定される 30.0%以上(厚生労働省, online)には至っておらず、いずれの群でも除脂肪量の有意な減少はみられていない。このことから、ND、NM 及び NI は体力発揮に適した体型の範囲にあると考えられる。本研究の被検者は大学 1 年生の女子であることから、自然発育が体力の向上に影響したとは考えにくく、9 ヶ月間の運動習慣が体力の向上に影響したと推察される。しかしながら、被検者の運動習慣の実態は把握しておらず、詳細については不明である。また、被検者の約 30%にあたる 325 名が浪人生活を経験しており、受験勉強による運動不足から入学時の 4 月の時点では体力の低下や体型が変化した状況であったと考えられる。したがって、体力が向上したというよりは、以前の体力水準に回復したと考えるほうが適切かも知れない。

## B. 低体重体型及び肥満体型の維持・進行と身体組成及び体力の変化

体力の総合評価得点に変化がみられず低体重体型及び肥満体型が進行した LD と HI、低体重体型及び肥満体型が維持されていた LM と HM は、すべての体力テスト項目において有意な記録の変化がみられなかった。低体重体型が進行した LD の身体組成の変化をみると、体脂肪量の有意な減少に伴い体重が減少しているものの、除脂肪量に変化がみられていない。したがって、LD は除脂肪量を維持しながら、負荷となる体脂肪量を有意に減少させており、体力に対してプラスに作用するはずであるが、体力テストの記録は 1 項目も向上していない。体型と体力を横断的に検討した研究(鈴木・立身, 1993 ; 徳田, 2000 ; 齊藤・名雪, 2001 ; 足立ほか, 2007)によれば、低体重体型で体脂肪率が低い者は筋力だけでなく体重移動を伴う体力測定項目の記録も低く、その要因が除脂肪量の少なさにあることが指摘されている。本研究の LD もこれらの指摘を支持するものであり、低体重体型で除脂肪量の絶対量が少なすぎると、体脂肪量が減少するというプラスの作用を体力に反映できないと考えられる。

一方、低体重体型を維持した LM、肥満体型を進行させた HI の身体組成の変化をみると、LM では体脂肪量及び除脂肪量とも有意な変化を示していない。同様に HI では体脂肪量の有意な増加に伴う体

重の増加がみられており、除脂肪量には変化がみられていない。これら 2 群の身体組成の変化には体力に対してプラスに作用する要因がなく、体力テストの記録の向上がみられないのは当然の結果と考えられる。しかしながら、HM では体脂肪量が有意な変化なしに除脂肪量が有意に増加しているにもかかわらず、体力テストの記録が 1 項目も有意に向上する傾向はみられていない。HM は他の群と比較しても極めて被検者数が少ないことから、今後さらに検討する必要があると考えられる。

#### 4-5 要 約

本研究では、一般女子大学生における BMI の変化が身体組成と体力に及ぼす影響を体型別かつ縦断的に明らかにした。その結果、以下のような知見が得られた。

- 1) LI 及び HD において、体力の総合評価得点に有意な上昇がみられた。したがって、低体重体型及び肥満体型の改善は体力の向上に影響を及ぼすことが示唆された。
- 2) ND、NM 及び NI において、体力の総合評価得点に有意な上昇がみられた。したがって、普通体型では BMI の増減に関係なく体力が向上していた。
- 3) LD、LM、HM 及び HI において、体力の総合評価得点に有意な変化がみられなかった。したがって、低体重体型及び肥満体型の維持・進行は体力の向上に影響を及ぼさないことが示唆された。

## 第5章

### 総括論議

#### 5-1. BMI と体脂肪率の併用による体型評価

研究Ⅰでは、BMI と体脂肪率の2つの指標を用いて被検者の体型を評価し、6つの体型群で体脂肪分布に違いがみられるかを検討した。体型を評価する際に用いたBMI と体脂肪率の関係については、女子大学生を対象とした先行研究(Yamagishi et al., 2002; 宮元ほか, 2016)で有意な相関関係がみられることが報告されている。本研究においても、全被検者におけるBMI と体脂肪率の関係を検討した結果 (Fig. 12)、両者には有意な相関関係が認められ ( $r=0.890$ ,  $p<0.05$ )、先行研究の結果と一致するものであった。しかしながら、各体型群でBMI と体脂肪率の関係を検討した場合、どのような関係を示すかは明らかになっていない。そこで、BMI と体脂肪率の関係を各体型群で検討し、その結果をFig. 13 から Fig.18 に示した。すべての体型群において、BMI と体脂肪率に有意な相関関係が認められた。しかしながら、各体型群で得られた相関係数をみると、HBHF では高い相関係数 ( $r=0.781$ ,  $p<0.05$ , Fig. 18) が得られているものの、LBLF、LBNF 及び NBHF では中程度の相関係数 (LBLF:  $r=0.594$ , Fig. 13, LBNF:  $r=0.500$ , Fig. 14, NBHF:  $r=0.661$ , Fig. 17, いずれも  $p<0.05$ ) であり、NBNF 及び NBPF では低い相関係数 (NBNF:  $r=0.364$ , Fig. 15, NBPF:  $r=0.384$ , Fig. 16, いずれも  $p<0.05$ ) であることから、各体型群で相関係数が異なる結果がみられた。特に NBNF 及び NBPF では、BMI と体脂肪率の間に有意な相関関係が認められたものの、相関係数は0.3程度であることから、両者の関係は強いとはいえず、BMI が体脂肪率を反映しない可能性が大きくなると考えられる。これらのことから、体型を評価する際に BMI のみを指標として用いるのではなく、BMI と体脂肪率を併用することで、より正確な体型評価が可能になると考えられる。

#### 5-2. 若年女性の瘦身願望と自己の体型評価

若年女性の瘦身願望は、日本だけではなく世界中の若い女性に見られる現象 (菅原・曾根, 2010) であるが、瘦身願望が深刻化すると拒食症や過食症といった摂食障害を招く恐れがある。また、日本ではやせ型妊婦の増加に伴う低出生体重児の増加も深刻な問題となっている (中山・安達, 2015)。日本の若年女性の理想体型は、体幹は短く細く、体肢は長く細く、身長は高く、体重は軽いことであり、身体の高さ・長さよりも太さに関する意識が強い (植竹, 1988) という。また、鈴木・菅原 (2017) は日本人女性が望んでいる瘦身とは、単に華奢な体型ではなく、ウエストが引き締まりメリハリが効いて

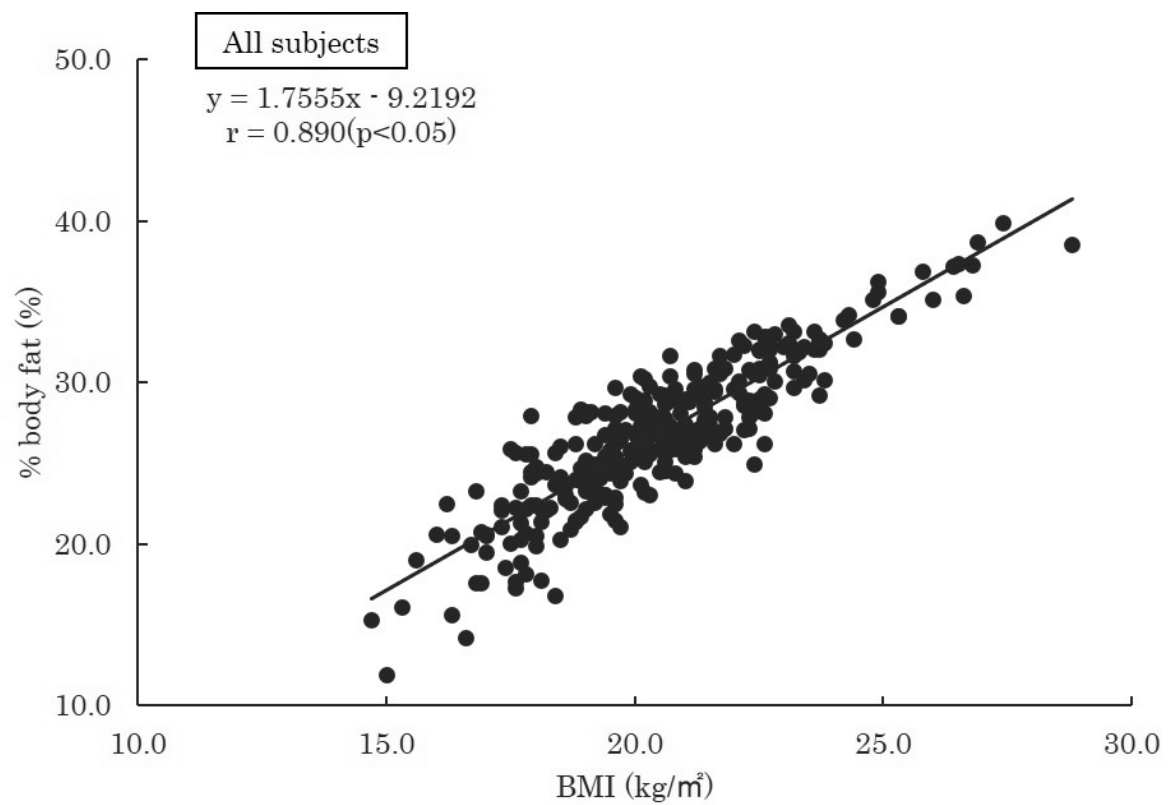


Fig.12. Relationship between BMI and % body fat in all subjects.

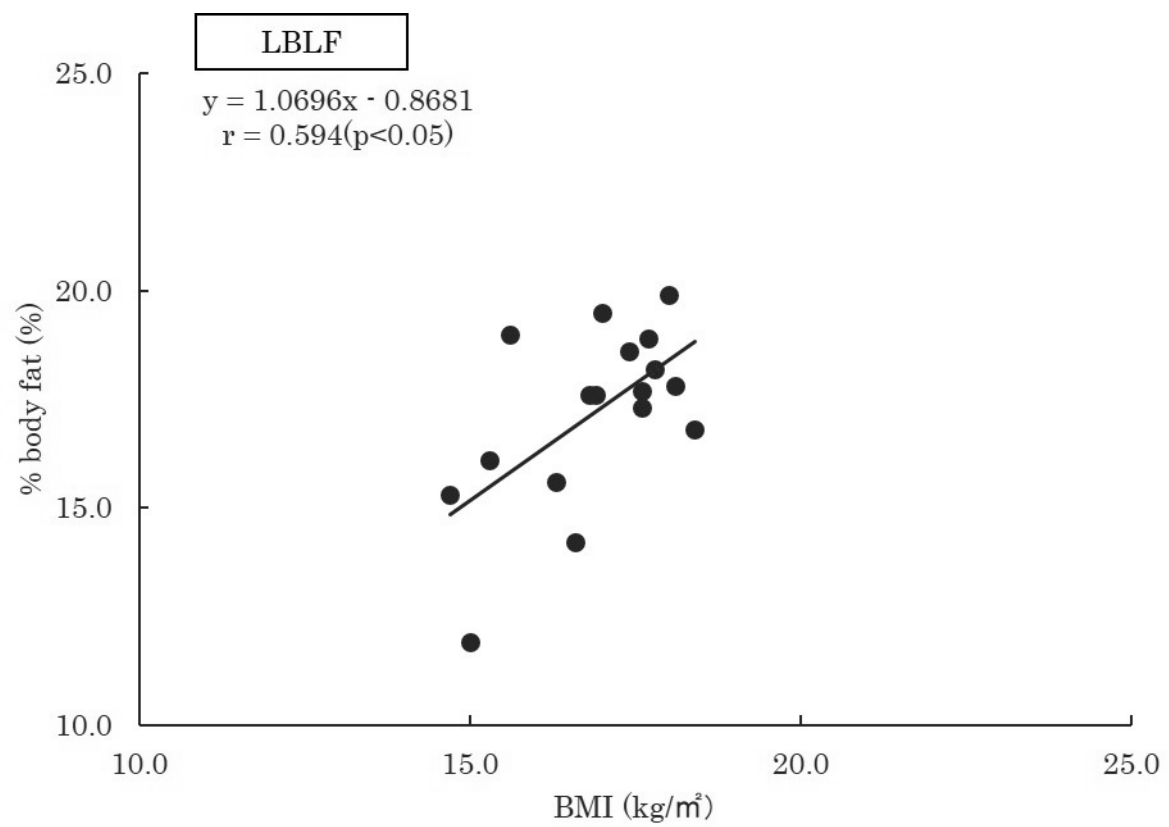


Fig.13. Relationship between BMI and % body fat in LBLF.



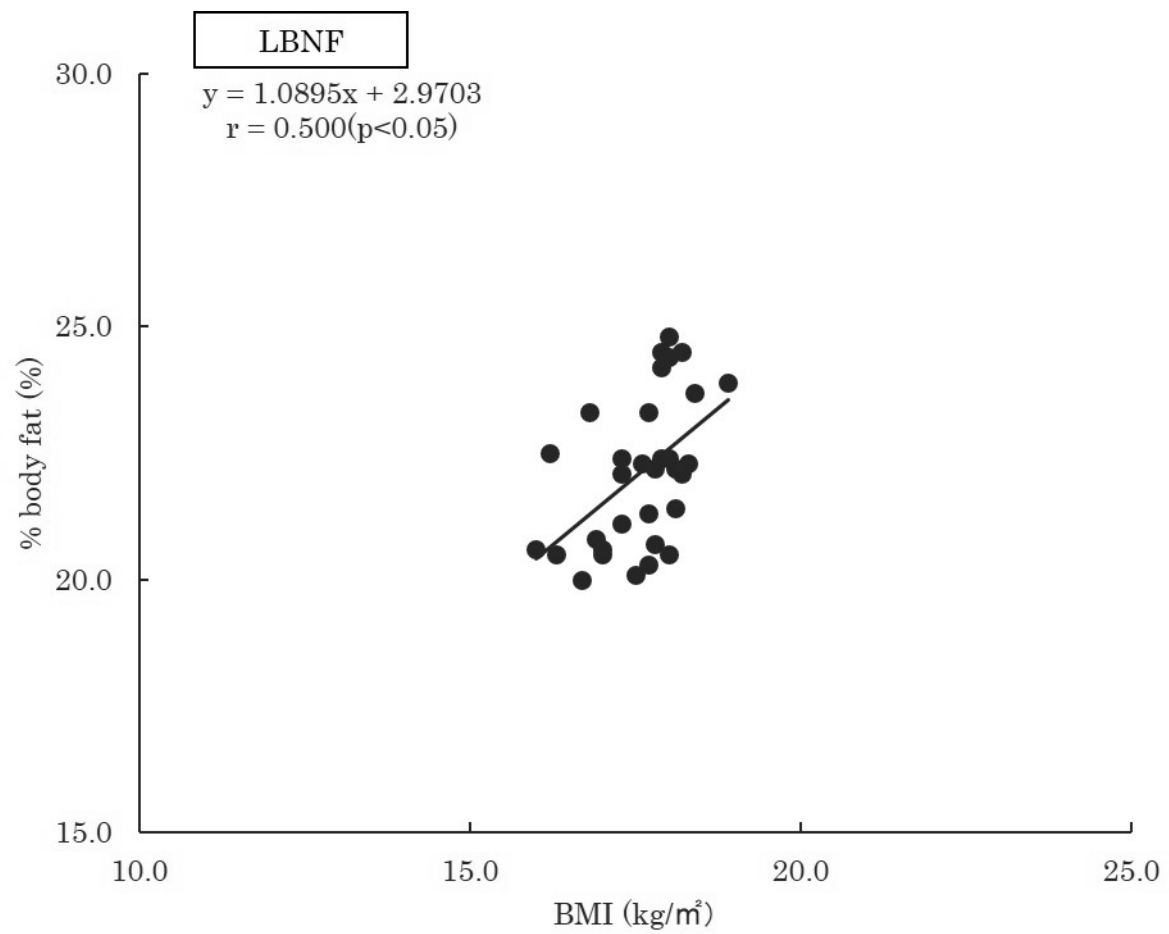


Fig.14. Relationship between BMI and % body fat in LBNF.

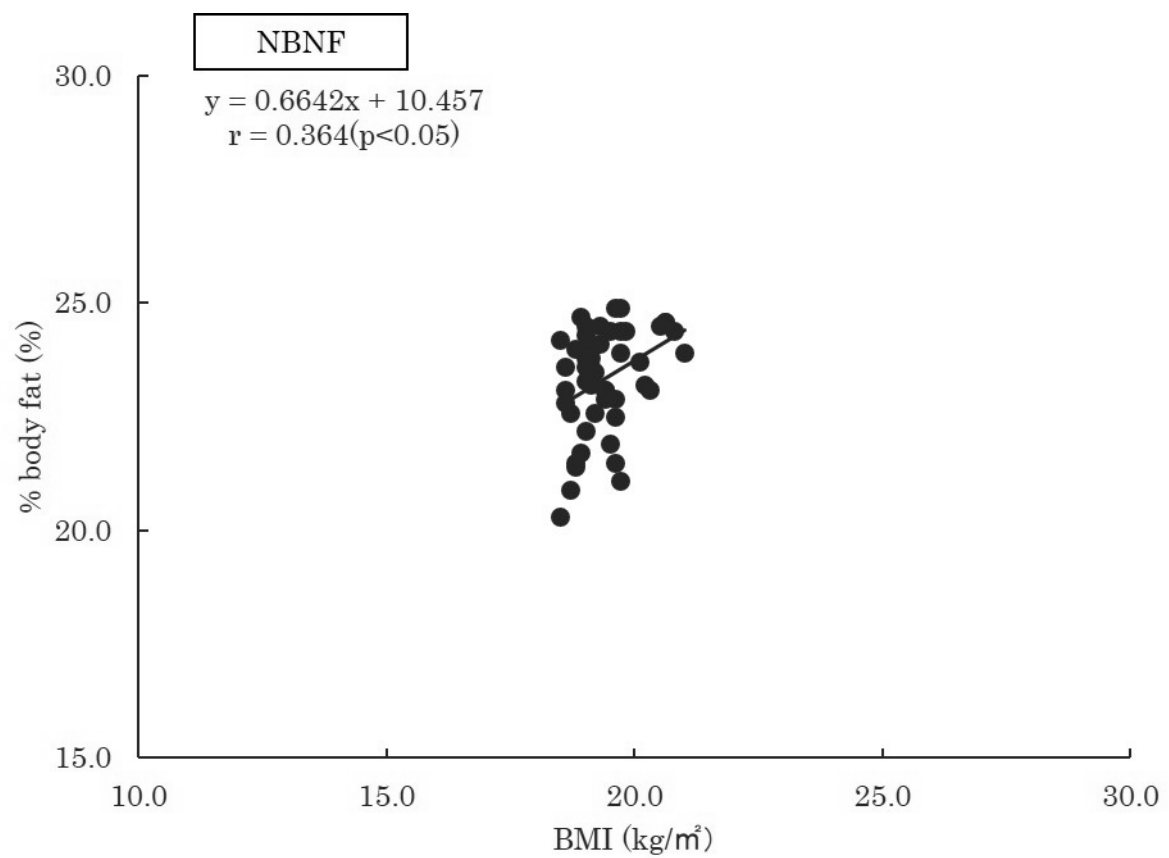


Fig.15. Relationship between BMI and % body fat in NBNF.

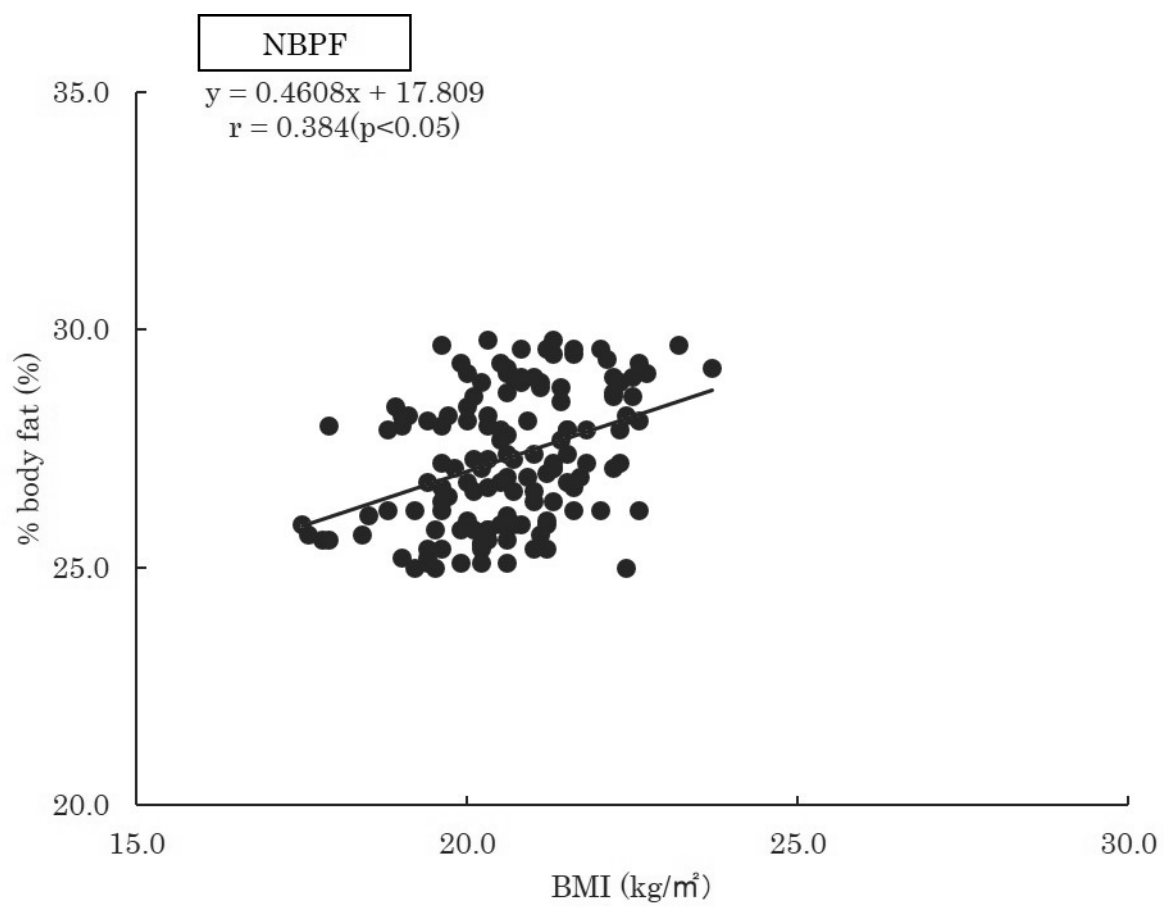


Fig.16. Relationship between BMI and % body fat in NBPF.

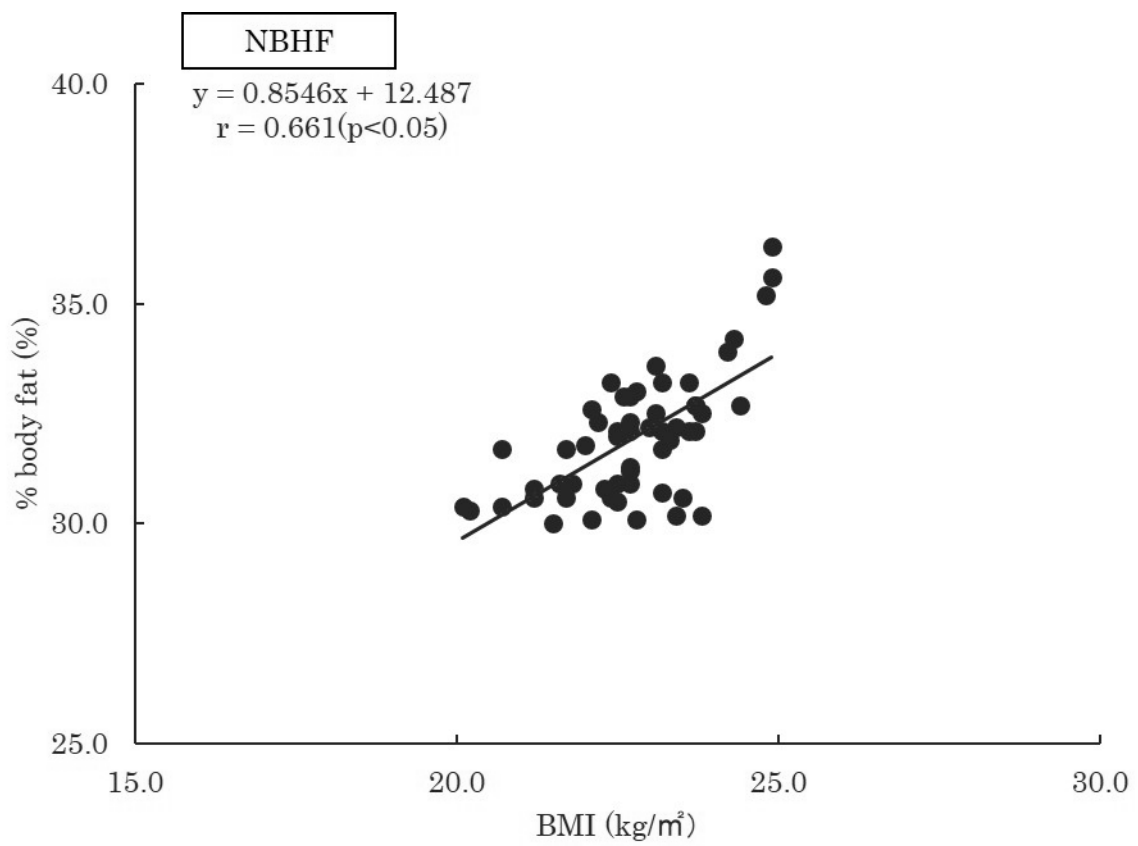


Fig.17. Relationship between BMI and % body fat in NBHF.

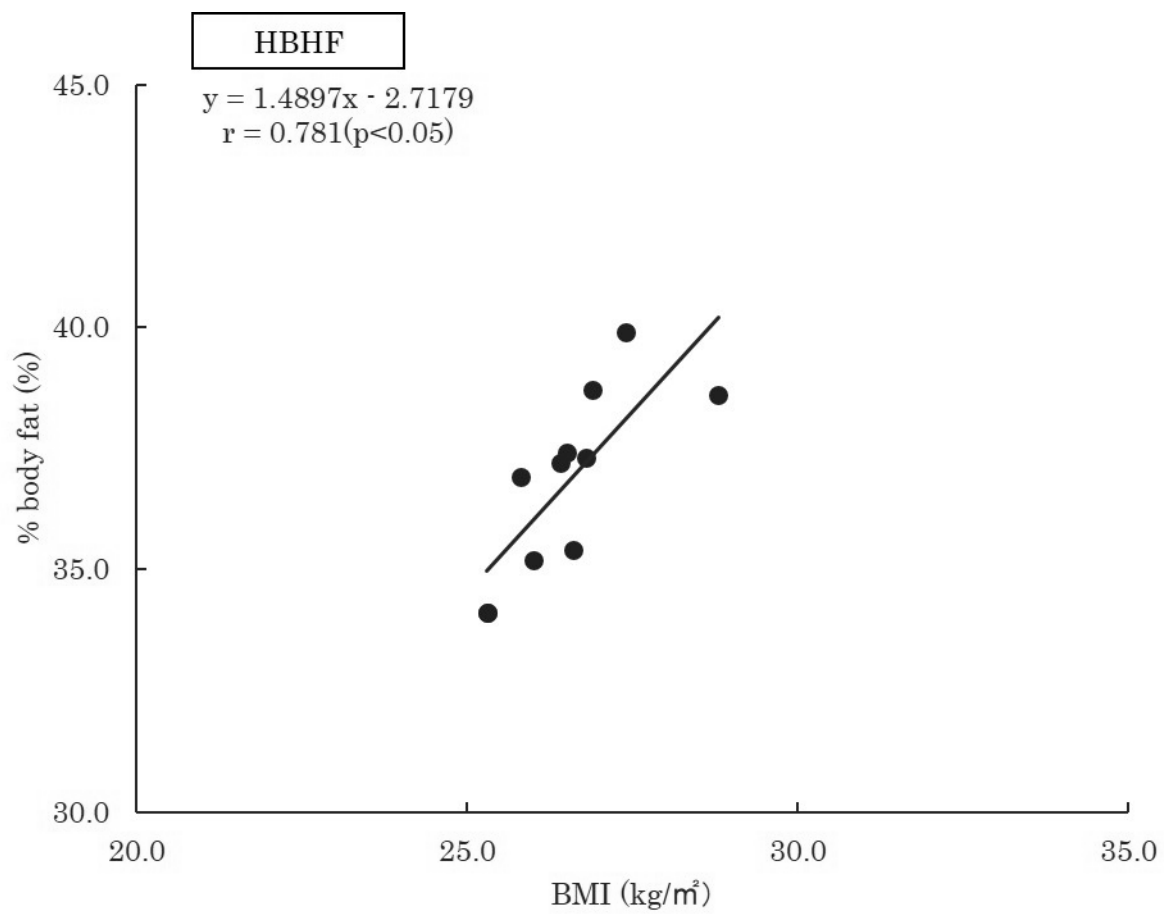


Fig.18. Relationship between BMI and % body fat in HBHF.

いて、バストが大きいグラマラスな体型を理想像としていることを明らかにしている。しかしながら、研究ⅠのLBLFの体脂肪分布(Table 11)をみると、総体脂肪量のおよそ60%が脚部、35%が体幹部、5%が腕部に分布している。すなわち、実際の瘦身体型(LBLF)の者は、体幹部や腕部に比べて脚部に多くの体脂肪が分布していることを意味しており、日本人女性が理想とする瘦身体型とは異なるものと考えられる。

また、研究Ⅱの結果から、体脂肪の減少には部位差が存在しており、脚部、腕部、体幹部の順で体脂肪が減少しやすい(Fig. 10)が、体脂肪が全く減少しない身体部位はなく、どの身体部位からも体脂肪が減少することが明らかとなった(Table 17)。先行研究においても、ヒトの体脂肪を部分的に減少させることはできないこと(倉田ほか, 1998; 三浦ほか, 1999)が指摘されている。すなわち、普通体型や肥満体型の若年女性が食事制限のみのダイエットをしたとしても、日本人女性が理想とするような瘦身体型になることは困難であると推察される。福永(2009)は、部分痩せを望むより筋肉を鍛え身体を引き締めることによりサイズを小さくすることの有効性を示唆している。したがって、日本人女性が理想体型に近づき、その体型を長期間に渡り維持するという観点からも、トレーニングにより筋肉を鍛えることが重要であると考えられる。

一方、先行研究において、日本人若年女性が自己の体型を太めに過大評価する傾向にあることが報告されている(楠ほか, 2000; 藤瀬ほか, 2018)。これらの報告によれば、BMIで低体重傾向もしくは普通体型に分類される若年女性が、自己の体型を「太っている」と認識し、「もっと痩せたい」という瘦身願望をもっているのに対して、BMIで低体重体型及び低体重傾向に分類される若年女性は、自己の体型を「普通」と認識し、大半は自己の体型に満足しているという。また、このような自己の体型認識を日本人若年女性と欧米人若年女性で比較した結果、自己の体型を「太め」と評価した日本人若年女性は75.4%、欧米人若年女性は32.1%であり、両者に有意差が認められた(藤瀬, 2003)という。したがって、日本人若年女性と欧米人若年女性の自己の体型認識の違いは、大きいものであると考えられる。これらの先行研究において、自己の体型を「太っている」と認識している低体重傾向や普通体型の日本人若年女性の体脂肪率が明らかにされておらず、体脂肪率から被検者の体型を判断することはできない。しかしながら、研究Ⅰにおいて、NBPF及びNBHFに分類される被検者が全体の64.0%存在していたこと(Table 5)や、永井ほか(2006)の報告でも正常体重肥満傾向及び正常体重肥満の被検者が49.5%存在していたことを考慮すると、先行研究で自己の体型を「太っている」と認識している若年女性の中には、体脂肪率で普通体型の者だけではなく、正常体重肥満傾向や正常体重肥満の者が多く含まれていることが推測される。したがって、正常体重肥満傾向や正常体重肥満の者が「太ってい

る」と自己の体型を認識し、「もっと痩せたい」と考えているとすれば、若年女性の痩身願望は理解できるかも知れない。しかし、体脂肪率で普通体型の者が「太っている」と自己の体型を認識し、「もっと痩せたい」と考えているとすれば、その痩身願望は健康的な身体を維持する上で危険なものだと考えられる。これらのことから、若年女性に自己の体型を正しく評価させるためには、BMI だけを用いて体型を評価するだけでは不十分であり、BMI と体脂肪率を併用して体型を評価することが重要だと考えられる。

## 第6章

### 結 語

本研究では、一般女子大学生を対象として、体型別にみた体脂肪分布の特徴、体脂肪の季節変化の部位差、体型別にみた BMI の変化が身体組成と体力に及ぼす影響を検討し、体型と身体組成の関係を明らかにするとともに、BMI と体脂肪率による体型評価について検討した。得られた主な知見は、以下のとおりである。

研究Ⅰ：総体脂肪量に占める身体各部の体脂肪量の割合から体脂肪分布をみると、肥満(高 BMI 高体脂肪)の者ほど体幹部に体脂肪が分布し、低体重(低 BMI 低体脂肪)の者ほど脚部に体脂肪が分布していることから、体型間で体脂肪分布に違いがあることが明らかとなった。

研究Ⅱ：体脂肪の季節変化において、体脂肪率の増加及び減少を身体部位間で比較した場合、体幹部の体脂肪が最も増加及び減少しやすいことから、体脂肪の増減には部位差が存在することが明らかとなった。

研究Ⅲ：低体重体型及び肥満体型の改善は、体力の向上に影響を及ぼすことが示唆された。

以上の知見を踏まえて総括論議をした結果、若年女性が理想とする瘦身体型と実際の瘦身体型は異なるものと考えられた。また、若年女性に自己の体型を正しく評価させるためには、BMI と体脂肪率を用いて体型を評価することが重要であると考えられた。



## 参 考 文 献

### 【第 1 章】

下方浩史(1993)体脂肪分布-腹部型肥満の基礎と臨床-. 体脂肪分布の正常値. 杏林書院:東京, pp. 53-69.

堂地 勉(2013)加齢や閉経による体脂肪分布や体組成成分の変化と骨塩量の相互の関連性. 日女性医学誌, 20: 518-523.

WHO (2016) WHO Global Database on Body Mass Index. <https://ourworldindata.org/obesity>. (参照日 2019 年 12 月 24 日)

厚生労働省健康局健康課. 平成 26 年国民健康・栄養調査報告. <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou/dl/h26-houkoku.pdf>. (参照日 2017 年 7 月 31 日).

下方浩史・大藏倫博・安藤富士子(2001)長寿のための肥満とやせの研究. 肥満研究, 7(2): 14-18.

平間紀美子(2005)女子学生の身体状況について-BMI と体脂肪率から-. 東北薬科大学一般教育関係論集, 18: 33-43.

村田光範(2015)日本人の体型判定基準. 保健の科学, 57(8): 508-515.

日本肥満学会(2001)肥満・肥満症の指導マニュアル(第 2 版). 日本肥満学会編, 肥満をどのようにに測定・判定するか. 医歯薬出版:東京, pp. 1-5.

Takimoto, H., Yoshiike, N., Kaneda, F., and Yoshita, K. (2004) Thinness Among Young Japanese Women. Am. J. Public Health, 94(9): 1592-1595.

Sugawara, A., Saito, R., Sato, M., Kodama, S. and Sone, H. (2009) Thinness in Japanese young women. Epidemiology, 20: 464-465.

国立大学法人保健管理施設協議会．学生の健康白書 2015. [www.htc.nagoya-u.ac.jp/wp-content/uploads/2019/09/hakusho2015.pdf#search=%27%E5%AD%A6%E7%94%9F%E3%81%AE%E5%81%A5%E5%BA%B7%E7%99%BD%E6%9B%B8%27](http://www.htc.nagoya-u.ac.jp/wp-content/uploads/2019/09/hakusho2015.pdf#search=%27%E5%AD%A6%E7%94%9F%E3%81%AE%E5%81%A5%E5%BA%B7%E7%99%BD%E6%9B%B8%27). (参照日 2019 年 12 月 24 日).

北川 薫(1991)身体組成とウェイトコントロール～子どもからアスリートまで～. 杏林書院:東京, pp. 35-123.

安部 孝・福永哲夫(1995)日本人の体脂肪と筋肉分布. 杏林書院:東京, pp. 1-87.

奥田昌子(2018)内臓脂肪を最速で落とす-日本人最大の体質的弱点とその克服法. 幻冬舎:東京, pp. 35-45.

湯浅景元(1996)体脂肪－脂肪の蓄積と分解のメカニズム－. 山海堂:東京, pp. 111-119.

堂地 勉(2003)上半身型体脂肪分布(内臓肥満). 臨床婦人科産科, 57(6): 818-821.

Fukunaga, T., Abe, T., Ishida, Y. and Kondo, M. (1993) Subcutaneous fat distribution and muscle distribution patterns in middle and old aged Japanese. J. Therm. Biol., 18: 303-306.

斉藤秀子・田村照子(2002)成人女子皮下脂肪分布の年齢による相違－若年群と中年群間の比較－. 日本生理人類学会誌, 7(1): 7-14.

Kohrt, W.M., Mally, M.T., Dalsky, G.P. and Holloszy, J. O. (1992) Body composition of healthy sedentary and trained, young and older men and women. Med. Sci. Sports Exerc., 24: 832-837.

島崎あかね・竹ノ谷文子・増田敬子・吉野和芳・高橋勝美(2002)隠れ肥満者における皮下脂肪厚分布の特徴. 大妻女子大学紀要, 11: 239-245.

佐藤真由美・森 忍・吉塚直伸・武馬吉則(2004)女性の顔面部皮下脂肪の分布解析. J. Soc. Cosmet. Chem. Jpn, 38(2): 125-130.

恩田哲也・有賀誠司・寺尾 保・中村 豊・宮崎誠司・白瀬英春・中西英敏・北田晃三(2001)女子柔道選手の体脂肪分布の特性について. 東海大学スポーツ医科学雑誌, 13: 34-40.

矢ヶ崎信子・豊川裕之(1989)日本人の皮下脂肪厚の記述疫学的研究. 民族衛生, 55(2): 100-112.

斉藤秀子・田村照子(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. Ann. Physiol. Anthropol., 13(4): 183-196.

古泉一久(1998)筋厚, 皮下脂肪厚の分布と身体組成の関係. 城西大学研究年報, 自然科学編, 22: 125-133.

湯浅景元・後藤佐都美(1993)日本人女子の体幹と体肢における皮下脂肪の分布と総量. 体力科学, 42: 46-52.

Bale, P., Coley, E. and Mayhew, J.L. (1985) Relationships among physique, strength, and performance in women students. J. Sp. Med, 25 : 98-103.

太田裕造・太田賀月恵(1990)女子大学生の体格・体型と運動能力に関する研究. 福岡教育大学紀要, 39(5): 59-67.

永野順子(1983)成人の形態と体力-第1報 標準体重法による肥瘦度と体力の関係-. 文化女子大学研究紀要, 14: 25-30.

佐伯洋子・森脇文子・中嶋紀子(1999)女子短大生の肥瘦に関する研究—肥瘦度と体力テストの年度推移—. 大阪明浄女子短大紀要, 12: 69-82.

徳田潤子(2000)女子学生における肥満度と体力の関係について. 桜花学園大学研究紀要, 2:

67-75.

横山泰行・米島永吏子・久湊直子・立浪 勝(2001)BMI グループ別に見た女子短期大学生の生理学的機能と体力. 体育の科学, 51(8): 643-646.

上田 毅・川原弘之(1998)女子大学新入生における肥瘦度と体力テストの関係. 九州体育・スポーツ学研究, 11(1): 31-39.

齋藤慎一・名雪洋一郎(2001)大学生の Body Mass Index と体力の関係について. 大学体育研究, 23: 63-78.

熊谷賢哉・宮良俊行・金 相勲・田井健太郎・元嶋菜美香(2014)長崎国際大学1年生の形態および体力に関する一考察. 長崎国際大学論叢, 14: 21-32.

鈴木 衛・立身政信(1993)女子大生の体脂肪率と除脂肪組織量による身体組成の分類と体力. 日本衛生学雑誌, 47(6): 1041-1049.

石井好二郎, 山口太一. はじめて学ぶ 健康・スポーツ科学シリーズ スポーツ生理学. 京都:化学同人, 2013:125-136.

方波見卓行・田中 逸(2009)体脂肪量, 体脂肪率, 体脂肪分布, 臓器内脂肪量の測定法. 日本臨床, 67(2): 307-312.

田中喜代次・中塘二三生・大河原一憲・増尾善久(2001)生体電気インピーダンス(BI)法の有用性と利用限界. バイオメカニクス研究, 5(2): 91-101.

Sato, S., Demura, S., Kitabayashi, T. and Noguchi, T. (2007) Segmental body composition assessment for obese Japanese adults by single-frequency bioelectrical impedance analysis with 8-point contact electrodes, J. Physiol. Anthropol., 26: 533-540.

仲 立貴・韓 一栄・慶伊孝亮・笠原靖弘・西澤美幸・三好 努・佐藤 等・大野 誠(2005)  
部位別生体電気インピーダンス法による身体組成分析ー健康人に対する検討ー. 慈恵医大誌,  
120: 35-44.

Boneva-Asiova, Z. and Boyanov, M. A. (2008) Body composition analysis by leg-to-leg bioelectrical impedance and dual-energy X-ray absorptiometry in non-obese and obese individuals. Diabetes, Obesity and Metabolism, 10 : 1012-1018.

水野増彦・村松愛梨奈・石井隆士・井川正治(2012)競技者の身体組成における部位別生体インピーダンス法の妥当性の検討. 日本体育大学スポーツ科学研究, 1: 22-27.

Siobhan, L., Cian, O., Rhoda, S., and Philip, J. (2012) A comparison of dual energy X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis to measure total and segmental body composition in healthy adults. Eur J Appl Physiol, 112: 589-595.

Brooks, C.W., Vlene, G.B., Amy, C.E., and Barbara, A.G. (2018) Comparison of segmental body composition estimated by bioelectrical impedance analysis and dual-energy X-ray absorptiometry. Clin Nutr ESPEN, 28: 141-147.

滝川 厚・加藤洋司・慶伊孝亮・中村 悟・堂本時夫(2011)生体インピーダンス法と二重エネルギー X 線吸収法による体組成測定値の比較. 人間と科学 県立広島大学保健福祉学部誌, 11(1): 169-178.

北川 薫(1998)身体組成. 体育学研究, 43: 1-11.

大河原(2003)単周波数および多周波数 BI 法における身体組成評価の比較検討. 体力科学, 52: 443-454.

## 【第2章】

安部 孝・福永哲夫(1995)日本人の体脂肪と筋肉分布. 杏林書院:東京, pp. 1-87.

島崎あかね・竹ノ谷文子・増田敬子・吉野和芳・高橋勝美(2002)隠れ肥満者における皮下脂肪厚分布の特徴. 大妻女子大学紀要, 11: 239-245.

佐藤真由美・森 忍・吉塚直伸・武馬吉則(2004)女性の顔面部皮下脂肪の分布解析. J. Soc. Cosmet. Chem. Jpn, 38(2): 125-130.

日本肥満学会(2001)肥満・肥満症の指導マニュアル(第2版). 日本肥満学会編, 肥満をどのように測定・判定するか. 医歯薬出版:東京, pp. 1-5.

高橋理恵・石井 勝・福岡義之(2002)若年女性の隠れ肥満の実態評価. 日本生理人類学会誌, 7(4): 59-63.

武田三花・小泉仁子・江守陽子(2017)関東地方2校の女子学生の生活習慣と隠れ肥満についての探索的研究. 日本プライマリ・ケア連合学会誌, 40(1): 2-8.

厚生労働省. 肥満と健康. <https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/food/e-02-001.html>.  
(参照日 2017 年 7 月 31 日) .

朝井 均・坂口守男・川口小夜子・中司妙美・岩田紗知・森重智絵・西島吉典(2005)体脂肪率測定における日内変動に関する研究. 大阪教育大学紀要第Ⅲ部門, 53(2): 75-82.

原田脩平・佐野幸子・井上貴裕(2018)体組成計による筋肉量・脂肪量の測定報告 - 性別による違いと加齢変化 -. 理学療法 - 臨床・研究・教育, 25(1): 98-102.

下方浩史(1993)体脂肪分布-腹部型肥満の基礎と臨床-. 体脂肪分布の正常値. 杏林書院:東京, pp. 53-69.

Wu, C.H., Heshka, S., Wang, J., Pierson, R.N. Jr., Heymsfield, S.B., Laferrere, B., Wang, Z., Albu, J.B., Pi-Sunyer, X. and Gallagher, D. (2007) Truncal fat in relation to total body fat: influences of age, sex, ethnicity and fatness. Int. J. Obes (Lond),

31(9): 1384-1391.

Rush, E.C, Freitas, I. and Plank, L.D. (2009) Body size, body composition and fat distribution: comparative analysis of European, Maori, Pacific Island and Asian Indian adults. Br. J. Nutr., 102(4): 632-641.

弓桁亮介・角田直也・堀川浩之(2015)日本人若年女性における体脂肪の増減の部位差. 民族衛生, 81(3): 75-81.

奥田昌子(2018)内臓脂肪を最速で落とす-日本人最大の体質的弱点とその克服法. 幻冬舎:東京, pp. 35-45.

### 【第3章】

矢ヶ崎信子・豊川裕之(1989)日本人の皮下脂肪厚の記述疫学的研究. 民族衛生, 55(2): 100-112.

斉藤秀子・田村照子(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. Ann. Physiol. Anthropol., 13(4): 183-196.

安部 孝・福永哲夫(1995)日本人の体脂肪と筋肉分布. 杏林書院:東京, pp. 1-87.

古泉一久(1998)筋厚, 皮下脂肪厚の分布と身体組成の関係. 城西大学研究年報, 自然科学編, 22: 125-133.

Sidney, K. H., Shephard, R. J. and Harrison, J. E. (1977) Endurance training and body composition of the elderly. Am. J. Clin. Nutr., 30: 326-333.

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

弓桁亮介・堀川浩之(2011)寮生活における女子学生の身体組成の変化. 昭和大学富士吉田教育部紀要,

6: 37-41.

朝井 均・坂口守男・川口小夜子・中司妙美・岩田紗知・森重智絵・西島吉典(2005)体脂肪率測定における日内変動に関する研究. 大阪教育大学紀要第Ⅲ部門, 53(2): 75-82.

堀川浩之・朝比奈 茂・佐藤三千雄(1998)本学学生における身体組成変化の性差. 昭和大学教養部紀要, 29: 69-73.

弓桁亮介・朝比奈 茂・堀川浩之(2008)本学学生における1年間の体力変化. 昭和大学富士吉田教育部紀要, 3: 33-39.

弓桁亮介・伊原佑樹・青葉貴明・山田龍彦・堀川浩之(2010)本学学生における1年間の体力変化-第2報-. 昭和大学富士吉田教育部紀要, 5: 65-70.

石樽清司・大城順子・柴田純子(1980)女子大学生の皮下脂肪厚-季節的变化並びに運動クラブ活動の影響-. 体力科学, 29: 205-212.

山下静江・井町和香・武藤志真子(2005)体脂肪率の季節変動とその性差および地域差. くらしき作陽大学・作陽短期大学研究紀要, 38(2): 51-63.

藤原勝夫・外山 寛・幸山彰一・ほか(1990)冬季における北陸地区大学生の身体活動と体力の変化. 金沢大学教養部論集自然科学篇, 27: 9-23.

湯浅景元・後藤佐都美(1993)日本人女子の体幹と体肢における皮下脂肪の分布と総量. 体力科学, 42: 46-52.

宮崎 滋(2011)大人のカラダ STYLE. 学研パブリッシング:東京, pp. 8-9.

Murakami, M., Hikima, R., Arai, S., Yamazaki, K., Iizuka, S. and Tochiwara, Y. (1999) Short term longitudinal changes in subcutaneous fat distribution and body size among Japanese



women in the third decade of life. J. Physiol. Anthropol., 18(4): 141-149.

北川 薫(1991)身体組成とウェイトコントロール～子どもからアスリートまで～. 杏林書院:東京, pp. 35-123.

三浦 朗・佐藤広徳・福場良之(1999)局所トレーニングは運動部位の皮下脂肪を減少させるか? 一  
脚の有酸素性脚自転車トレーニングがトレーニング脚の脂肪断面積および酸素利用能に及ぼす影響一.  
デサントスポーツ科学, 20: 106-115.

#### 【第4章】

永野順子(1983)成人の形態と体力-第1報 標準体重法による肥瘦度と体力の関係-. 文化女子大学研究紀要, 14: 25-30.

Bale, P., Coley, E. and Mayhew, J.L. (1985) Relationships among physique, strength, and performance in women students. J. Sp. Med, 25 : 98-103.

佐伯洋子・森脇文子・中嶋紀子(1999)女子短大生の肥瘦に関する研究—肥瘦度と体力テストの年度推移—. 大阪明浄女子短大紀要, 12: 69-82.

太田裕造・太田賀月恵(1990)女子大学生の体格・体型と運動能力に関する研究. 福岡教育大学紀要, 39(5): 59-67.

上田 毅・川原弘之(1998)女子大学新入生における肥瘦度と体力テストの関係. 九州体育・スポーツ学研究, 11(1): 31-39.

徳田潤子(2000)女子学生における肥満度と体力の関係について. 桜花学園大学研究紀要, 2: 67-75.

横山泰行・米島永吏子・久湊直子・立浪 勝(2001)BMI グループ別に見た女子短期大学生の生理学的機能と体力. 体育の科学, 51(8): 643-646.

齋藤慎一・名雪洋一郎(2001)大学生の Body Mass Index と体力の関係について. 大学体育研究, 23: 63-78.

松澤佑次・井上修二・池田義雄・坂田利家・齋藤 康・佐藤祐造・白井厚治・大野 誠・宮崎 滋・徳永勝人・深川光司・山之内国男・中村 正(2000)新しい肥満の判定と肥満症の診断基準. 肥満研究, 6(1): 18-28.

岩井一師・松木雅文・越田専太郎・田中浩介・宮下浩二・浦辺幸夫(2008)青年期における低体重および過体重の進行と体力向上との関連性-1年間の追跡調査からの検討-. 体力科学, 57: 491-502.

文部科学省. 新体力テスト実施要項. [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/sports/stamina/03040901.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/stamina/03040901.htm).  
(参照日 2017 年 11 月 15 日) .

出村慎一(2007)健康・スポーツ科学のための SPSS による統計解析入門. 佐藤 進ほか編著, 統計処理を行う上で知っておきたいこと. 杏林書院:東京, pp.12-14.

金 憲経・松浦義行・田中喜代次・稲垣 敦(1992)肥瘦度が体力・運動能力に及ぼす影響-12 歳から 14 歳の男子生徒について-. 体力科学, 41: 548-558.

足立 稔・安藤 良・前田 潔(2007)肥形態と体組成を組み合わせで評価した肥満・やせ分類による中学生の体力についての検討. 岡山大学教育学部研究集録, 134: 75-84.

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

宮崎 滋(2011)大人のカラダ STYLE. 学研パブリッシング:東京, pp.8-9.

弓桁亮介・角田直也・堀川浩之(2015)日本人若年女性における体脂肪の増減の部位差. 民族衛生, 81(3): 75-81.

鈴木 衛・立身政信(1993)女子大生の体脂肪率と除脂肪組織量による身体組成の分類と体力. 日本衛生学雑誌, 47(6): 1041-1049.

厚生労働省. 肥満と健康. <https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/food/e-02-001.html>.  
(参照日 2017 年 7 月 31 日) .

## 【第 5 章】

Yamagishi, H., Kitano, T., Kuchiki, T., Okazaki, H. and Shibata, S. (2002) Association between Body Composition and Body Mass Index in Young Japanese Women. J. Nutr Sci Vitaminol, 48: 201-206.

宮本章次・松永 智・室谷健太・串間敦郎(2016)Body mass index と青年男女における体脂肪率との関連について. 肥満研究, 22(3): 219-225.

菅原歩美・曾根博仁(2010)若年女性のやせ願望の実態とその問題点. 臨婦産, 64(9): 1263-1267.

中山摂子・安達知子(2015)やせ体型妊婦と胎児発育. 保健の科学, 57(8): 534-539.

植竹桃子(1988)衣服設計の立場からみた肥り痩せの意識. 日本家政学会誌, 39(7): 711-723.

鈴木公啓・菅原健介(2017)多次元的身体像の構造および機能: 若年女性が望んでいる痩身とは何か. 対人社会心理学研究, 17: 15-23.

倉田順子・熊谷賢也・安部 孝(1998)皮下脂肪量の局所的変化に及ぼす筋力トレーニングの影響. 臨床スポーツ医学, 自然科学編, 15(10): 1171-1175.

三浦 朗・佐藤広徳・福場良之(1999)局所トレーニングは運動部位の皮下脂肪を減少させるか? 一  
脚の有酸素性脚自転車トレーニングがトレーニング脚の脂肪断面積および酸素利用能に及ぼす影響一.  
デサントスポーツ科学, 20: 106-115.

福永哲夫(2009)1日5分!「座り」筋トレ超簡単「貯金」運動のススメ-. 講談舎:東京, pp.124-126.

楠 智一・田中敬子・小西すず(2000)女子学生の肥満・やせ. 肥満研究, 6(2): 96-98.

藤瀬武彦・橋本麻里・長崎浩爾(2018)女子学生における痩せ願望及び理想体型と実測体型との関連についてー形態数値の明らかなモデル選択による理想体型の客観的評価の試みー. 新潟国際情報大学経営情報学部紀要, 1: 1-18.

藤瀬武彦(2003)日本人及び欧米人女子学生におけるボディーイメージの比較. 体力科学, 52: 421-432.

永井成美・坂根直樹・西田美奈子・森谷敏夫(2006)若年女性の正常体重肥満を形成しやすい遺伝的, 生理学的要因の検討. 肥満研究, 12(2): 147-151.