

## ヒトにおける体重と体組成の変動パターンおよび体脂肪率に変化を与える要因

岡 拓矢<sup>1)</sup>・加藤元海<sup>1, 2)\*</sup>

### 要 旨

体重や体脂肪率をはじめとする体組成は、近年、美容的な面からだけでなく健康長寿の観点から人々の関心を集めている。本研究では、市販の体脂肪計を用いて測定された7年もしくは4年にわたる長期データを基に、体重や体組成の変動パターン、および、体脂肪率を変化させる要因を明らかにすることを目的とした。体重や体組成は日々の変動は激しいが、1ヶ月単位で平均化すると比較的なめらかな季節変動を示した。体脂肪率は夏には低く冬には高い傾向がみられ、逆に、骨格筋率は夏には高く冬には低かった。体脂肪率に比べて骨格筋率は季節的な変動幅が小さく、1年を通して比較的安定した体組成項目であった。体脂肪率に対しては、居住地域と短期的なアルコール摂取の影響がみられ、高緯度地域では体脂肪率が高く、飲酒量とともに翌日の体脂肪率が低くなる傾向があった。高緯度地域では、低温環境に対して脂肪をため込む生理的反応のために体脂肪率が増加したと考えられる。アルコールについては、飲酒による翌日の体のむくみから相対的に体脂肪率が減少したと考えられる。

キーワード：アルコール、季節変動、居住地域、骨格筋率、体脂肪率

ヒト (*Homo sapiens* Linnaeus, 1758) には遺伝的、生理的、行動に関する要因によって、体重をある程度一定に保つ機構が備わっている (Jéquire and Tappy, 1999)。体重増加を引き起こす肥満は、脂肪組織や筋肉、骨、内臓などの体組成のうち脂肪組織 (体脂肪) が過剰に蓄積された状態である。近年、疫学調査や脂肪細胞の研究から、肥満と高血圧、高脂血症、糖尿病などの生活習慣病との関係が明らかにされてきている (Tokunaga *et al.*, 1991; 池田・井上, 1993)。体脂肪率に関してはこれまでのところ、2つの地域に居住する男女を対象として、季節変動とその性差および地域差について報告されている (山下ほか, 2005)。

これまでの疫学調査は、ある時点における特定地域の人々について調査を行なう横断的な研究が多くを占めている。山下ほか (2005) においても、毎年、別の集団について行なわれた横断的な研究である。一方、体脂肪率に関して一定期間にわたり同一の個人を調査し、変化を検討した縦断的な報告はなされていない。

また、体脂肪率以外の体組成に関する報告もなされていない。そこで本研究では、体重や体脂肪率をはじめとする体組成の季節変動、および、体脂肪率を変化させる要因について身近にある体重体組成計 (体脂肪計) を用いて、一定期間にわたり同一の個人を測定した結果を報告する。

### 対象と方法

**対象** 対象者は男性2名である。対象者1は、2005年4月 (31歳) から2011年12月 (38歳) のデータが得られた。該当期間の体格指数BMI (Body Mass Index, 単位kg/m<sup>2</sup>) の平均値は20.2であった。この7年間のうち、2005年4月-2007年3月は愛媛県松山市、2007年4月-2009年5月は滋賀県草津市、2009年6月-2010年3月は北海道札幌市、2010年4月-2011年12月は高知県高知市に居住していた。対象者2は、2006年1月 (36歳) から2009年12月 (41歳) にわたる4年間のデータが得られ、BMIの平均値は19.8で、愛媛県松山市に居住していた。対象者の運動習慣に関しては、特に定期的に行なうスポーツ等はないが、両対象者とも毎日の歩数を万歩計 (HJ-113、オムロン) で記録し

2012年2月14日受理; 2012年3月13日受理

1) 高知大学理学部生物科学コース

〒780-8520 高知市曙町2-5-1

2) 高知大学大学院黒潮圏科学部門

〒780-8520 高知市曙町2-5-1

\*連絡責任者 e-mail address: genkai@kochi-u.ac.jp

ていた。該当期間の1日あたりの平均歩数は、対象者1が14186歩（歩行距離10.6 km）、対象者2が14080歩（同10.0 km）であった。

**測定方法** 本研究で用いた体脂肪率の測定方法は、生体インピーダンス法（Bioelectrical Impedance Analysis, BIA法）である。BIA法は、体内に微弱な電流を通したとき、水に比べて脂肪（油）は電気が通りにくいことを利用した体脂肪率の測定方法である。安価でしかも手軽に計測が可能であるBIA法は、水中体重秤量法など精度の高い測定法との比較研究から、その信頼性も証明されており最近では広く応用されている（朝井ほか、1999）。BIA法による体脂肪率測定では、両足法と両手法の2機種が主流となっているが、2機種間で電気抵抗値に大差がないことが分かっている（朝井ほか、2000）。そのため本研究では、体重と体組成は、両手法による体重体組成計（HBF-354とHBF-361、オムロン）を用いて基本的には起床直後の1日1回測定し、ほとんどの解析ではこのデータを用いた。使用した測定器種に関して、対象者2については全期間HBF-354を用いたのに対して、対象者1については2005年4月から2007年3月まではHBF-354、2007年4月から2011年12月まではHBF-361を用いた。解析に用いた測定項目は、体重（kg）、体脂肪率（%）、骨格筋率（%）である。脂肪体重（kg）は体重と体脂肪率の積、骨格筋体重（kg）は体重と骨格筋率の積から算出した。対象者1については2005年4月1日から2006年12月27日まで、対象者2については2006年1月12日から2006年9月9日までは起床直後と就寝前の1日2回のデータも得られ、このデータは起床直後と就寝前の体重と体脂肪率に関する解析に用いた。

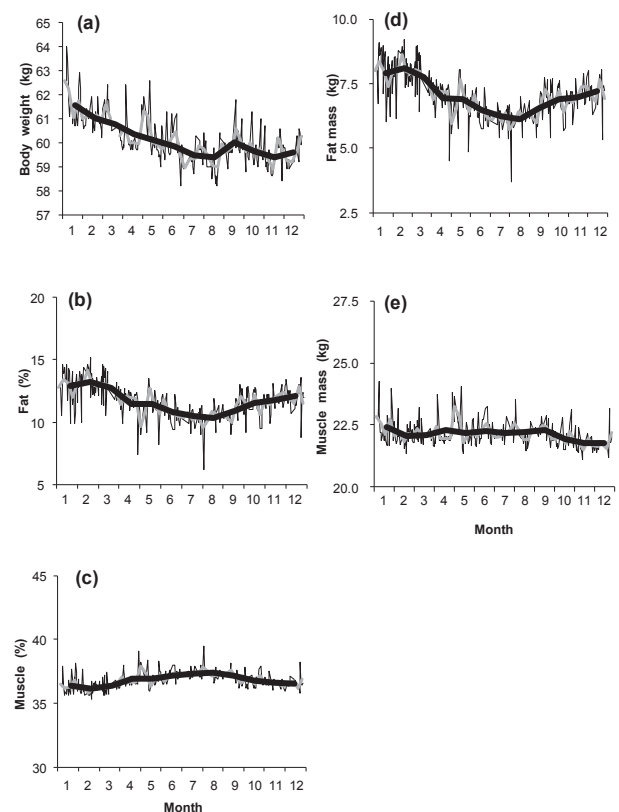
**アルコールの影響** 対象者1に関しては、前日の飲酒の影響も考慮した。アルコールの影響は4段階分け、次のように分けた。0：前日の飲酒なし。1：ビール大瓶1本以内、もしくは、日本酒またはワイン2合未満。2：ビール大瓶1本を超える飲酒であるが、翌日二日酔いにならない程度。3：翌日に二日酔いになる飲酒（およそ日本酒4合以上、もしくはワイン750 mLボトル1本以上）。エタノール摂取量に換算するとおよそ、0：0 mL、1：<50 mL、2：50–100 mL、3：>100 mLに相当する。

**統計解析** 体脂肪率と骨格筋率の月別変化は、反

復測定一元配置分散分析を用いて解析した。体脂肪率と骨格筋率の居住地別の変化とアルコールの影響による変化は、それぞれ一元配置分散分析を用いて解析した。また、平均値に有意な差があるかの多重比較では、各月間についてはShaffer法、各居住地間およびアルコールの影響間についてはTukey-Kramer法で行なった。体重と体脂肪率について、起床直後と就寝前の平均値を $t$ 検定を用いて比較した。すべての百分率データは逆正弦変換をした。統計解析には、フリーの統計分析ソフトウェアRを用いた（version 2.9.1: R Development Core Team, 2009）。

## 結果

1年間の体重、体脂肪率、骨格筋率、脂肪体重、骨格筋体重の季節変化をFig. 1に示した。いずれの項目も日々の変動は大きかったが、1週間単位で平均化すると変動が小さくなり、1ヶ月で平均化すると比較的



**Fig. 1.** Examples of the seasonal changes in body weight and body composition of Subject 1 in January–December 2010 (male, 36 through 37 years old). (a) Body weight, (b) percent of body fat, (c) percent of skeletal muscle, (d) fat mass, and (e) mass of skeletal muscle. Thin lines indicate daily changes; data are averaged over one-week intervals (gray lines), and over one-month intervals (thick lines).

なめらかな曲線になった。体脂肪率は骨格筋率に比べ、日変動と季節変動とも大きかった。それにとともに、脂肪体重は骨格筋体重よりも季節変動が大きかった。

対象者1の2005–2011年の体脂肪率データを月ごとに平均化すると、夏は低く、冬には高くなるという季節変動がみられた (Fig. 2a)。反復測定一元配置分散分析の結果、体脂肪率には月間で有意な差が認められた ( $F_{11, 1740} = 22.9, P < 0.01$ ; Fig. 2a)。多重比較検定の結果、体脂肪率は、10–3月の冬期、6–8月の夏期、

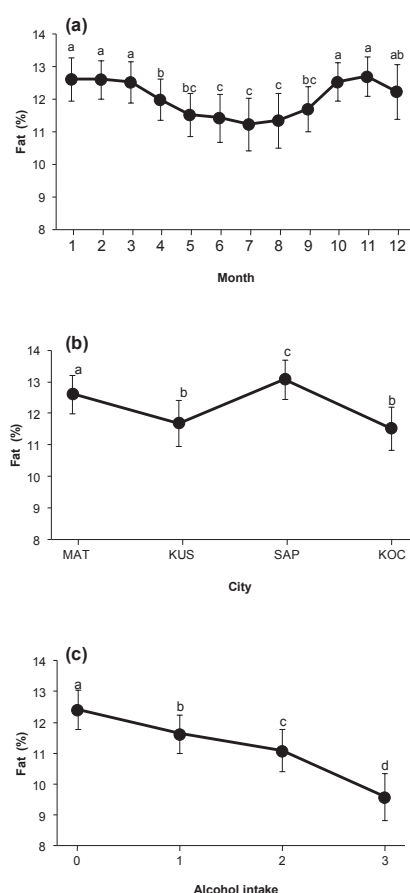


Fig. 2. Effects of (a) season, (b) place of residence, and (c) alcohol intake on the percent of body fat, based on data for Subject 1 in 2005–2011 (male, 31 through 38 years old). Differences in letters denote statistically significant differences at alpha level of 0.05 based on Shaffer's tests following one-way repeated-measures ANOVA ( $F_{11, 1740} = 22.9, P < 0.01$  for month) and Tukey-Kramer tests following one-way ANOVA ( $F_{3, 1748} = 106.3, P < 0.01$  for city;  $F_{3, 1748} = 170.8, P < 0.01$  for alcohol intake). For city, MAT: Matsuyama (Ehime Prefecture), KUS: Kusatsu (Shiga Prefecture), SAP: Sapporo (Hokkaido), and KOC: Kochi (Kochi Prefecture). The effect of alcohol was counted when alcohol was consumed on the eve before the BIA measurement. The criteria for alcohol intake are approximately equivalent to the following amount of ethanol: 0, 0 mL; 1, <50 mL; 2, 50–100 mL; 3, >100 mL. Data are expressed as mean  $\pm$  SD.

そして4、5、9月の春秋期の3つに分類される傾向がみられた。体脂肪率は居住地別にも有意な差がみられた ( $F_{3, 1748} = 103.0, P < 0.01$ ; Fig. 2b)。札幌では有意に高く、草津と高知では有意に低かった。体脂肪率はアルコールの影響によって有意な差が認められ ( $F_{3, 1748} = 178.9, P < 0.01$ )、飲酒量とともに減少した (Fig. 2c)。

対象者1の2005–2011年の骨格筋率に関して、一元配置分散分析の結果、月ごと ( $F_{11, 1740} = 24.8, P < 0.01$ ; Fig. 3a)、居住地別 ( $F_{3, 1748} = 100.7, P < 0.01$ ; Fig. 3b)、アルコールの影響とともに有意な差が認められ ( $F_{3, 1748} = 151.7, P < 0.01$ ; Fig. 3c)、体脂肪率とは正反対の傾向を示した (Fig. 3)。つまり、体脂肪率が高いときには骨格筋率が低く、体脂肪率が低いときには骨格筋率が高い値をとった。

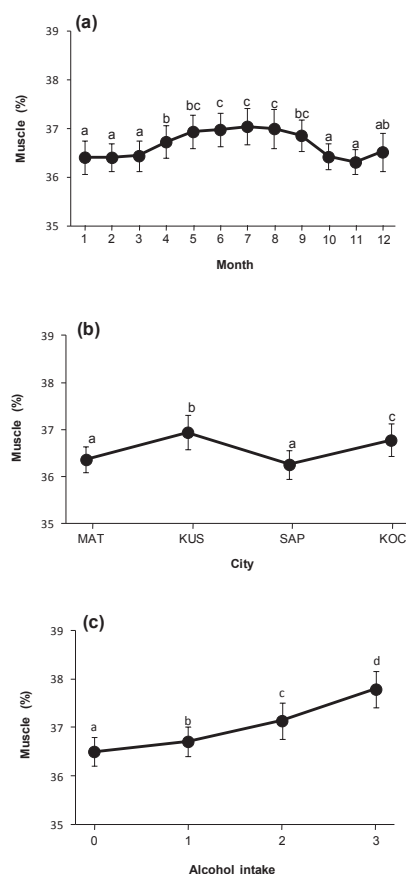


Fig. 3. Effects of (a) season, (b) place of residence, and (c) alcohol intake on the percent of skeletal muscle, based on data for Subject 1 in 2005–2011 (male, 31 through 38 years old). Differences in letters denote statistically significant differences at alpha level of 0.05 based on Shaffer's tests following one-way repeated-measures ANOVA ( $F_{11, 1740} = 24.8, P < 0.01$  for month) and Tukey-Kramer tests following one-way ANOVA ( $F_{3, 1748} = 100.7, P < 0.01$  for city;  $F_{3, 1748} = 151.7, P < 0.01$  for alcohol intake). See Fig. 2 for city abbreviations and alcohol criteria. Data are expressed as mean  $\pm$  SD.

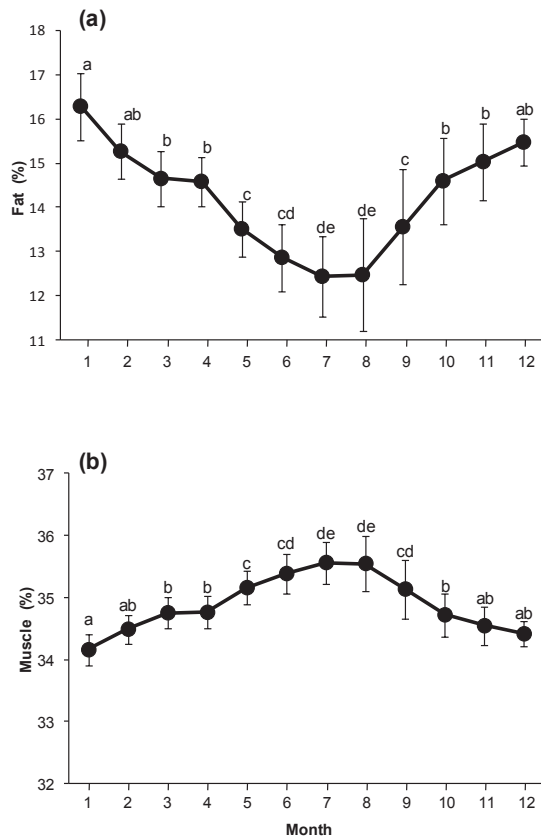


Fig. 4. Effects of season on (a) the percent of body fat and (b) the percent of skeletal muscle, based on data for Subject 2 in 2006–2009 (male, 36 through 41 years old). Differences in letters denote statistically significant differences at alpha level of 0.05 based on Shaffer's tests following one-way repeated-measures ANOVA ( $F_{11, 812} = 30.5$ ,  $P < 0.01$  in body fat;  $F_{11, 812} = 30.3$ ,  $P < 0.01$  in skeletal muscle). Data are expressed as mean  $\pm$  SD.

対象者2の2006–2009年の体脂肪率データを月ごとに平均化すると、対象者1と同様に夏は低く、冬には高くなるという季節変動がみられた (Fig. 4a)。反復測定一元配置分散分析の結果、体脂肪率には月間で有意な差が認められた ( $F_{11, 812} = 30.5$ ,  $P < 0.01$ ; Fig. 4a)。対象者2の場合、多重比較検定の結果、体脂肪率は冬に、10–4月の冬期と5–9月の夏期の2つに分類される傾向がみられた。冬期の中でもさらに12–2月は有意に高く、夏期の中でもさらに7–8月は有意に低かった。対象者2においても、反復測定一元配置分散分析の結果、骨格筋率は月間で有意な差が認められ ( $F_{11, 812} = 30.3$ ,  $P < 0.01$ ; Fig. 4b)、体脂肪率と骨格筋率は正反対の関係にあった (Fig. 4)。

体重に関して、起床直後と就寝前で比較した結果、両対象者とも起床直後より就寝前の方が有意に重かった ( $t$ -tests, 対象者1:  $t = -8.25$ ,  $P < 0.01$ ; 対象者2:  $t = -2.59$ ,  $P = 0.01$ ; Fig. 5)。一方、体脂肪率については、

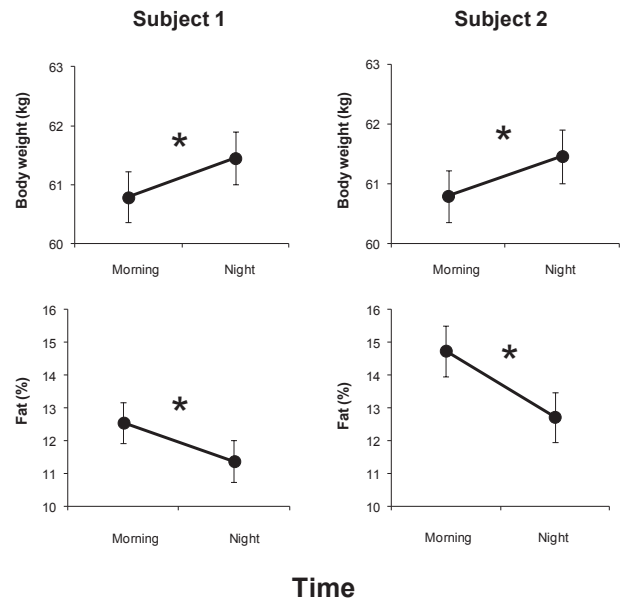


Fig. 5. Comparisons of body weight and the percent of body fat between morning time (just after wake-up) and night time (just before going to bed) in Subjects 1 and 2. Asterisks denote statistically significant differences at  $P$ -value of 0.05 based on  $t$ -tests between morning and night. Data are expressed as mean  $\pm$  SD.

両対象者ともに起床直後より就寝前の方が有意に低かった ( $t$ -tests, 対象者1:  $t = 10.08$ ,  $P < 0.01$ ; 対象者2:  $t = 9.17$ ,  $P < 0.01$ ; Fig. 5)。

## 考察

体重の増減は、食事によるエネルギー摂取と、代謝や運動によるエネルギー消費との釣り合いに依存している。ヒトにおいては、日々のエネルギー摂取量の変動は20–25%であるのに対し (Black and Cole, 2000)、日々の消費エネルギーの変動は10%程度にとどまる (Goran *et al.*, 1993)。したがって、必然的に日々のエネルギーバランスには相当な変動があることになる。実際に、対象者1に関して、日々の体重変動は大きかった (Fig. 1a)。体重に加えて、体脂肪率や骨格筋率も大きな日々の変動がみられた (Fig. 1b, c)。1週間の値を平均化しても細かな変動はみられたが、1ヶ月を平均化すれば曲線がなめらかになり季節的な変化の傾向が明確になったことから、年間を通した季節的な変動傾向を把握する場合には1ヶ月単位で考慮する必要性が示唆された。

Figure 1において、1ヶ月の平均値でみた場合、体脂肪率は10.3–13.3% (変動幅3%) の範囲で変動したが、骨格筋率は36.1–37.4% (同1.3%) の範囲内の変動



に収まった。また、脂肪体重は6.1–8.1 kg（変動幅2 kg）の範囲で変動したが、骨格筋体重は21.8–22.4 kg（同0.6 kg）の範囲であった。このことから、体脂肪は比較的季節変動が大きく、逆に骨格筋は体組成の中では比較的安定した組織であることが明らかになった。本研究での対象者2名は、平均すると毎日約10 kmの距離を歩いていたことから、この運動が骨格筋の安定性に影響した可能性が考えられる。そのため、さまざまな運動習慣をもった被験者を対象として、体組成の安定性を調べる研究が今後必要であろう。また、本研究では、体脂肪率と骨格筋率では正反対の傾向がみられたが、逆相関の関係は測定に使用した体重体組成計の測定原理から必然的な結果となった可能性がある。

体脂肪率の季節変動には、概して夏は低く、冬には高くなる傾向がみられた（Fig. 3a, Fig. 4a）。同様の季節変動は、19–29歳の男女765人の8ないし9ヶ月間測定した研究でも報告されている（山下ほか、2005）。気温が低下するとともに食物の確保が難しくなる自然環境の下では、多くの動物は秋季にエネルギー貯蔵器官として生理的に脂肪をため込むが冬季には消費されてしまう（和田ほか、1975）。現代に生きるヒトにおいても気温の低下とともに同様の生理反応がみられたが、冬季にも十分な食料があるため体脂肪率が高いまま春先まで維持されたのであろう。体脂肪率の値は、対象者1では夏期、冬期、春秋期の3つに分かれた。対象者2では、大まかにみると夏期と冬期の2つ、細かくみると真夏期、夏期、冬期、真冬期の4つに分かれた。本研究における対象者2名は、年齢、居住地、食生活、経済状況などがすべて同一ではないため、これら違いの効果を除外できていないが、ヒトの季節や気温に対する生理的反応には個人差があることを示唆している。対象者1の7年間の月ごとの体脂肪率と骨格筋率の変動範囲はそれぞれ11.2–12.7%（変動幅1.5%）と36.3–37.0%（同0.7%）であり（Fig. 2a, Fig. 3a）、4年間のデータが得られた対象者2ではそれぞれ12.4–16.3%（同3.9%）と34.1–35.6%（同1.5%）であった（Fig. 4）。これらの結果も、骨格筋率に比べて体脂肪率は季節変動が大きいことを示している。

体脂肪率は居住地にも依存しており、高緯度地域の札幌で有意に高かった（Fig. 2b）。年平均気温は、2005–2006年の松山は16.6–16.7℃、2007–2008年の滋賀県大津では15.2℃、2009年の札幌は9.4℃、2010–2011年の高知は17.2–17.6℃であった（気象庁、2012）。恒温動物では寒冷な地域ほど体が大型化するベルク

マンの法則が知られている（Bergmann, 1847）。これは、大型化するほど容積に対する表面積の比率が低くなるため、体からの熱の発散が抑えられるからだと考えられている。ヒト以外の動物では、寒冷地に生息する個体ほど脂肪組織量が増加することが報告されている（柳平ほか、1991）。ただ、ベルクマンの法則は、種間もしくは個体間での環境依存的な体の大きさのばらつきについて説明するものであるため、同一個体内での体組成について解析した本研究には当てはまらないと考えられる。札幌では年平均気温が他地域と比べて顕著に低いが、札幌に居住していた期間は1年未満であったことから、冬季に体脂肪率が上がるのと同じ要因で（Fig. 2a）、体が低温環境に対して生理的に脂肪をため込んだことが考えられる。さらに、被験者である対象者1が摂る食事の主なタンパク源は魚介類で、次いで大豆製品となっており、肉類はあまり食べない。また、居住地によって食事量（エネルギー摂取量）に大きな変化はなかった。一般に、高緯度地域で獲れる魚ほど脂質含有量が高く、回遊魚であるカツオやサンマは南下とともに脂肪分を落とすことが知られている。生魚の状態では100 gあたりの脂質含有量は、北海道地域で漁獲の多いギンザケでは12.8 g、戻りカツオは6.2 g、初カツオは0.5 g、南日本で漁獲の多いマダイでは5.8 gである（資源調査分科会、2010）。低温に対する体の生理的反応に加えて、食事の量ではなく質も体脂肪率が高くなった要因の可能性がある。

アルコール摂取は翌日の体脂肪率を下げるということが明らかにされた（Fig. 2c）。その要因として、飲酒による体のむくみが挙げられる。むくみとは、細胞内の体液と血液との圧力の均衡が崩れて、皮下組織内に組織間液（水）が異常にたまった状態である（井村、2008）。飲酒すると水を飲みたくなることと、アルコールは抗利尿ホルモンを増加させ水分の排出を妨げることから（Wiese *et al.*, 2000）、飲酒した翌朝には体のむくみが生じていたと考えられる。したがって、相対的な体脂肪の割合が減ることから体脂肪率が減少したのであろう。その一方、骨格筋率は飲酒量とともに増加していた（Fig. 3c）。この結果は、BIA法では飲酒翌日の体組成は正確に測定できないことを示唆している。本研究では翌日の体脂肪率は低くなるものの、アルコールは食欲を増進させ（Caton *et al.*, 2004）、脂肪の蓄積を促進することが示唆されており（Jéquier, 2002）、長期的には体脂肪率を減少させる要因としては期待できない（Murgatroyd *et al.*, 1996）。

日常の健康管理として体重体脂肪計を用いるにあたって、測定を行なう最適時刻は、多くの場合が起床直後、食事前、もしくは就寝前とされている。起床直後と就寝前で比較したところ、体重は就寝前の方が重く、体脂肪率は起床直後の方が高かった (Fig. 5)。就寝時の発汗や排尿により水分が排出されるため起床時に体重が軽くなり、水分が排出された効果から朝には相対的な体脂肪率は上がったと考えられる。本研究を通して、朝 (起床直後) と夜 (就寝前) では、体重と体脂肪率では異なる傾向がみられることが分かった。また、食事後の体脂肪率は変動することが知られているが (朝井ほか、2002)、飲酒は翌日の朝まで体脂肪率に継続的な影響を与えることが明らかになった。以上の結果を考慮すると、正確な体脂肪率を評価するには、測定時刻を一定にして計測を実施しなければ誤差を生む原因となる。また、アルコール類を摂取する人の場合は、飲酒当日から翌日の朝までの体組成データは除外して評価するのが望ましいことが示唆された。

## 謝辞

本研究において、データを提供していただいた被験者、まとめるにあたって助言をいただいた富永明教授と高原輝彦博士に感謝いたします。査読者の方々からは本原稿に対して有益な助言をいただきました。

## 引用文献

朝井均・中司妙美・川口小夜子・西周助・三村寛一・薮下典子. 1999. 高精度体脂肪測定装置 (BOD POD) による身体組成測定—その1: インピーダンス法との比較検討—大阪教育大学紀要III, 47(2), 289-297.

朝井均・中司妙美・川口小夜子・青山佳世・杉村香・土谷麻衣子・堀内康生. 2000. 身体組成評価における簡易式BIA法の両足法 (TBF-401) と両手法 (HBP-302) による計測値の比較検討. 大阪教育大学紀要III, 49(1), 185-193.

朝井均・坂口守男・中司妙美・川口小夜子・岩根信枝・黒河文恵・前原亜矢・三嶋弓恵・堀内康生. 2002. BIA法による体脂肪率の食事 (昼食) 摂取負荷前後の変動に関する研究. 大阪教育大学紀要III, 50(2), 191-200.

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III, 53(2), 75-82.

Bergmann, C. 1847. Über die Verhältnisse der wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse. *Göttinger Studien, Göttingen* 3(1): 595-708.

Black, A.E., and Cole, T. J. 2000. Within- and between-subject variation in energy expenditure measured by the doubly-labelled water technique: implications for validating report dietary energy intake. *European Journal of Clinical Nutrition* 54: 386-394.

Caton, S. J., Ball, M., Ahern, A., and Hetherington, M. M. 2004. Dose-dependent effects of alcohol on appetite and food intake. *Physiology and Behavior* 81: 51-58.

Goran, M. I., Beer, W. H., Wolfe, R. R., Poehlman, E. T., and Young, V. R. 1993. Variation in total energy expenditure in young healthy free-living men. *Metabolism* 42: 487-496.

池田義雄・井上修二. 1993. 肥満の臨床医学. 朝倉書店.

井村裕夫. 2008. わかりやすい内科学. 文光堂.

Jéquier, E., and Tappy, L. 1999. Regulation of body weight in humans. *Physiological Reviews* 79: 451-480.

Jéquier, E. 2002. Pathways to obesity. *International Journal of Obesity* 26(S2): S12-S17.

気象庁. 2012. <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>.

Murgatroyd, P. R., Van De Ven, M. L. H. M., Goldberg, R. R., and Prentice, A. M. 1996. Alcohol and the regulation of energy balance: overnight effects of diet-induced thermogenesis and fuel storage. *British Journal of Nutrition* 75: 33-45.

R Development Core Team. 2009. R version 2.9.1. <http://www.r-project.org>.

資源調査分科会. 2010. 日本食品標準成分表. 文部科学省科学技術学術審議会.

Tokunaga, K., Matuzawa, Y., Kotani, K., Keno, Y., Kobatake, T., Fujioka, S., and Tarui, S. 1991. Ideal body weight estimated from the body mass index with the lowest morbidity. *International Journal of Obesity* 15: 1-5.

和田一雄・森谷契・原文江・大沢済. 1975. 志賀高原のニホンザルの体脂肪について. 生理生態, 16, 104-107.

Wiese, J. G., Shlipak, M. G., and Browner, W. S. 2000. The alcohol hangover. *Annals of Internal Medicine* 132: 897-

902.

- 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.
- 柳平坦徳・酒井秋男・樫村修生・竹岡みち子・内川公人・宮尾嶽雄・本山十三生・上田五雨. 1991. 日本各地のアカネズミ褐色脂肪組織量と生息外気温との関係. *信州大学環境科学年報*, 13, 60-65.

are likely to stimulate the storage of body fat. The effect of drinking on the body fat percentage may be related to alcohol-induced swelling of the body.

**Key word:**

Alcohol, seasonal fluctuation, percent of body fat, skeletal muscle, place of residence

Variations in body weight and body composition with special attention to body fat in humans

Takuya Oka<sup>1)</sup> and Motomi Genkai-Kato<sup>1, 2)\*</sup>

<sup>1)</sup>Department of Biology, Faculty of Science,  
Kochi University, 2-5-1 Akebono-cho,  
Kochi 780-8520, Japan

<sup>2)\*)</sup>Graduate School of Kuroshio Science,  
Kochi University, 2-5-1 Akebono-cho,  
Kochi 780-8520, Japan

**Abstract**

The maintenance of an adequate body weight and composition is a major determinant of the survival of higher organisms including humans. The aim of the present study was to clarify the seasonal changes in body weight and composition, and factors affecting the percent of body fat. Body weight and body composition, which was measured by bioelectrical impedance analysis, were measured on one male subject for 7 years and another male subject for 4 years (Subject 1: age 31–38 years, body mass index (BMI) 20.2, period 2005–2011; Subject 2: age 36–41 years, BMI 19.8, period 2006–2009). There was a tendency that the percent of body fat was low in summer and high in winter. In contrast, the percent of skeletal muscle had the reversed tendency. The amplitudes of daily and seasonal fluctuations were greater in body fat percentage than in skeletal muscle percentage, indicating that skeletal muscle is a more stable component of body than body fat. The percent of body fat depended on the place of residence and alcohol intake. The body fat percentage took a higher value in a high-latitude region (Sapporo, Hokkaido), and it decreased with the amount of alcohol intake on the previous day. These results suggest that low-temperature conditions