

ラットにおける体重減少時の体組成の変化および
エネルギー負債の性差

スポーツ科学研究科 スポーツ科学専攻

学籍番号 220M08

氏 名 曹 艶華

指導教員 岡村 浩嗣 教 授

論文内容の要旨

論文題目 ラットにおける体重減少時の体組成の変化および
エネルギー負債の性差

学籍番号 220m08

氏名 曹 艶華

指導教員 岡村浩嗣

3 日間の絶食による体重減少時の、体組成の変化およびエネルギー負債の性差をラットで検討した。性差を検討できると考えられる繁殖可能な週齢(12 週齢)の雄ラット 11 匹と雌ラット 11 匹を、絶食前(雄雌とも各 5 匹)と 3 日間絶食後に安楽死させる(雄雌とも各 6 匹)群に分けた。絶食期間中は体重、飲水量、酸素消費量を毎日測定した。安楽死後に解剖し臓器・組織重量を測定した。絶食期間中の酸素消費量と体重減少量および組織のエネルギー密度(7.4 kcal/g 脂肪組織、1.25 kcal/g 除脂肪組織)とから、脂肪組織と除脂肪組織の減少を算出した。体重減少量とエネルギー消費量は雄が雌より有意に大きかった。一方、体重減少のためのエネルギー負債は雄が雌より有意に小さかった(雄 1942 kcal/kg、雌 2604 kcal/kg)。解剖で採取した絶食前の脂肪組織重量は雄が雌よりも有意に重かった。算出された脂肪組織の減少量に性差はなかったが、除脂肪組織の減少量は雄が雌より有意に大きかった。体重減少に占める脂肪組織の減少割合は雌で(雄 11.3%、雌 22.0%)、除脂肪組織の減少割合は雄で(雄 88.7%、雌 78.0%)有意に大きかった。体重減少時の体組成の変化およびエネルギー負債には性差が認められた。減量前の体脂肪が多い方が、体重減少に占める除脂肪組織の減少割合が小さいとされているが、本研究ではそういうことはなかった。雌の方が、エネルギー密度の高い脂肪組織の減少割合が大きいため、体重減少にはより多くのエネルギー不足の必要なが示唆された。

Gender Differences in Body Composition Change and Energy Debt after

Body Weight Loss in Rats

CAO YANHUA

【Abstract】

Gender Differences in Body Composition Change and Energy Debt after Body Weight Loss in Rats

CAO YANHUA

The effect of gender differences on body composition change and energy debt after body weight loss (BWL) by 3-day fasting was investigated using 11 male and 11 female sexually mature (12-week-old) rats. Five rats of each sex were euthanized before BWL ($n = 5$), and 6 rats of each sex were euthanized after BWL ($n = 6$). The body weight (BW), drinking water and oxygen consumption were measured daily. After euthanasia, the rats were dissected, and their organs and tissues were sampled and weighed. Loss of fat tissue (FT) and lean tissue (LT) was calculated according to the amount of BW reduction and the energy density of each tissue (1.25 kcal/g for LT and 7.4 kcal/g for FT). The BW reduction and energy expenditure during BWL were significantly greater in males than in females. The energy density for BW reduction by 1 kg was significantly lower in males (1942 kcal/kg) than in females (2604 kcal/kg). The weight of the sampled FT was significantly higher in males than in females. The calculated FT loss did not differ markedly between sexes, but the LT loss was significantly higher in males than in females. The ratio of the FT loss to the BW loss was significantly greater in females than in males (males: 11.3%, females: 22.0%), while the ratio of the LT loss to the BW loss was significantly greater in males than in females (males: 88.7%, females: 78.0%). Gender differences in the body composition change and energy debt after BWL were observed. It has been reported that the greater the body fat content before BW reduction, the more the FT decreased; however, this was not the case in the present study. Since females lost more energy-dense FT after BW reduction than males, a greater energy debt may be required in females than in males to decrease BW.

【目次】

緒言	… 1
方法	… 3
結果	… 6
考察	… 8
謝辞	… 11
参考文献	… 12

【緒言】

体重管理はアスリートにとってパフォーマンスの維持・向上のために重要である。柔道やレスリング、体操競技などでは減量が必要なことがある。脂肪組織（FT）に貯蔵されているエネルギーが約 7,000kcal/kg であることから、体重を 1kg 減少させるためにはエネルギーを約 7,000kcal 不足させる。しかし、減量すると体脂肪だけでなく筋肉や内臓などの除脂肪組織（LT）も減少することが報告されている⁽¹⁶⁾。Tai ら⁽¹⁶⁾によるラットの FT と LT の組成分析の結果から算出すると、FT は約 7,600kcal/kg、LT は約 1,050kcal/kg である。このことから、理論的には 1kg の減量に要するエネルギー負債量は、FT のみの減少の場合は約 7,600kcal であるのに対して LT のみの減少では約 1,050kcal となる。FT と LT が 50% ずつの減少では、エネルギー負債量は、4,325kcal となり、FT の減少割合が大きいほうが、身体から失われるエネルギーは多いことになる⁽¹¹⁾。

Forbes⁽⁴⁾ は、減量前の体脂肪量が多い方が減量時の体重減少に占める体脂肪の減少量が多く、LT の減少が少ないことを報告している。中島⁽¹⁰⁾ はラットの実験で、減量前の体脂肪量が多いほど絶食減量時の FT の減少が多く、LT の減少が少なかったことを報告している。以上のことから、減量前の体脂肪量によって減量時の FT と LT の減少割合が異なり、体脂肪が多いほど減量に必要なエネルギー負債が異なることが示されている。

ヒトの体脂肪率は平均的に女性が男性よりも高い。一方、体脂肪量には体脂肪率だけでなく体重が影響する。このため、男性の方が体脂肪率が低くても体重が重いため体脂肪量が多いことがありうる。体脂肪率や体脂肪量が異なる男性と女性では、減量時の FT と LT の減少割合や減少量が異なる可能性がある。

そこで本研究では、3 日間の絶食による体重減少時の体組成の変化およびエネルギー負債の性差をラットを用いて検討した。

【方法】

動物

実験動物として5週齢の Sprague — Dawley (SD) 系雄ラット 11 匹と雌ラット 11 匹を用いた(日本クレア株式会社、大阪)。ラットは性差を検討するために、繁殖可能な週齢の 12 週齢になるまで、標準飼料(CE-2、日本クレア株式会社)と水を自由摂取させて1 ケージあたり 2 匹ずつ飼育した。

減量方法

ラットは 3 日間、絶食させて減量させた。ラットは減量前に安楽死させる Pre 群(雄 5 匹、雌 5 匹)と 3 日間の絶食減量後に安楽死させる Post 群(雄 6 匹、雌 6 匹)に分けた。減量期間中は体重、摂食量、飲水量、酸素消費量を毎日測定した。餌は 3 日間絶食と水は自由に飲ませた。飼育室の温度は $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$ とし、8 時から 20 時までを暗期、20 時から 8 時までを明期とした。

体重が同等の 2 匹のラットをペアとし、ペアの体重がおおよそ等しくなった時点で、ペアの一方のラットを Pre 群として安楽死させた。ペアのもう一方のラットを Post 群とした。Post 群のラットは酸素消費量を測定するチャンバー(幅 22.2 cm × 奥行き 33.8 cm × 高さ 14.0 cm)に入れ(図 1)、測定環境に馴化させてから絶食させた。Post 群は減量開始日の 10 時から 3

日間絶食させた。チャンバーはラットの体重に応じて、3100ml/min から 4100ml/min で大気を吸引することで換気した。換気した空気の一部 (150ml/min) を 250 ℓ のダグラスバッグ (株式会社ヤガミ、大阪) に毎日、23 時間 45 分ずつ採取し、酸素消費量をポータブルガスモニター (VO2000、有限会社エスアンドエムイー、東京) で分析した。大気中と採取した空気中の酸素消費量の差とチャンバーの換気量とから酸素摂取量を算出した。酸素消費量 1 リットルあたりのエネルギー消費量を 4.8 kcal とし、エネルギー消費量は 24 時間あたりに換算した。

LTとFTの減少量の計算

LT と FT の減少量は以下の連立方程式を用いて算出した。

$$\left[\begin{array}{l} \Delta FT (g) + \Delta LT (g) = \Delta BW (g) \cdots (1) \\ \Delta FT (g) \times 7.4 (kcal/g) + \Delta LT (g) \times 1.25 (kcal/g) \\ = \text{エネルギー不足量 (kcal)} \cdots (2) \end{array} \right.$$

(1) 式は、FT と LT の減少量の合計が体重減少量であることを示している。(2) 式は、FT から減少したエネルギーと LT から減少したエネルギーとの合計が身体から失われたエネルギーであることを示している。 ΔBW は後述のように体重として測定されるが体組織ではない、消化管内容物の重量を体重から差し引いた重量を用いた。

安楽死および解剖

ラットをイソフルラン麻酔下で開腹し、腹部大動脈から採血し脱血死させた。その後、内臓(肝臓、心臓、腎臓、膵臓、脾臓、消化管)、骨格筋(腓腹筋、ヒラメ筋、長母指屈筋、足底筋)、脂肪組織(後腹壁脂肪、腎周囲脂肪、生殖器脂肪、腸間膜周囲脂肪)を採取し秤量した。

消化管の内容物は、体重として測定されるが体の組織ではない。このため、上記の FT と LT の変化を算出する連立方程式に用いる体重には、解剖時に測定した消化管、内容物の重量を測定し体重から差し引いた値を用いた。

本研究計画は大阪体育大学動物実験委員会で承認された。(受付番号 02-1)

7 統計処理

減量前後の体重および組織重量の比較には、性差と減量前後を2要因とする二元配置分散分析を用いた。減量前後の変化の性差の検定には対応のないt検定を用いた。危険率5%未満を統計学的に有意とした。

【結果】

体重

図2(a)に3日間の絶食による変化、図 2(b)に減少量を示した。減量開始前の体重は雄(520.4g, SD3.3)が雌(302.0g, SD3.8)より重かった。体重減少量は雄が雌より 52%大きかった。

エネルギー消費量およびエネルギー負債

図 3(a)に3日間の絶食期間中のエネルギー消費量の変化、図 3(b)にエネルギー消費量の合計(エネルギー負債)を示した。3日間のエネルギー負債は雄が雌より24%多かった($p<0.05$)。図4に示したように体重減少 1 kg 当たりのエネルギー負債は雄が雌より 24%少なかった($p<0.05$)。

FT と LT の変化

図5に連立推定式によるFTとLTの変化を示した。図5(a)のように、FT重量の減少に性差はなかったが、LT重量の減少は雄(-50.1 g, SD 5.8)が雌(-27.1 g, SD 6.6)より有意に大きかった。体重減少に占めるFT重量の減少割合は雌が雄よりも有意に大きかったのに対して、LT重量の減少割合は雄(88.8%)が雌(78.0%)よりも有意に大きかった。

図 5(b)に FT と LT のエネルギーの変化を示した。FT のエネルギーの減少量に性差は認められなかったが、LT とのエネルギーの減少は雄 (-62.6kcal, SD 7.23) が雌 (-33.9kcal, SD 8.23) より有意に多かった。エネルギーの減少割合では、FT の減少量は雌で (雄 41.1%, SD 11.8、雌 59.9%, SD 12.2)、LT の減少は雄で (雄 58.9%, SD 11.8、雌 40.1%, SD 12.2)、有意に大きかった。

組織重量

二元配置分散分析の結果、副腎と腓臓以外の採取した臓器、骨格筋および脂肪組織で性差が認められ、雄が雌よりも重かった (表1)。絶食で副腎と採取した全ての骨格筋および生殖器周囲の脂肪組織の重量に変化は認められなかったが、これら以外の組織の重量は有意に減少した。

表2に体重 100 g 当たりの組織重量を示した。二元配置分散分析の結果、内臓では心臓、副腎および腓臓は雌が雄よりも重かったが、これら以外の内臓に性差はなかった。採取した骨格筋は雌が雄よりも重かった。採取した脂肪組織は、生殖器周囲の脂肪組織以外は雄が雌よりも重かった。絶食で肝臓は有意に減少したが、他の臓器には大きな変化はなかった。絶食後に、骨格筋の重量は増加したのに対して、脂肪組織の重量は雄で副睾丸脂肪組織が増加した以外は絶食後に減少した。

【考察】

本研究で3日間の絶食による体重減少量とエネルギー負債は、雄が雌より大きかった。一方、体重減少 1 kg 当たりのエネルギー負債は雄が雌より小さかった。これは体重減少が、雄ではエネルギー密度の低い LT の減少によっていたのに対して、雌ではエネルギー密度の高い FT の減少によっていたためだった。このことは、エネルギー不足量が同じ場合、雌が雄より体重が減少しにくいことを示している。

本研究では採取した FT の重量は雄が雌よりも重かった。FT の重量は体重 100 g 当たりでも雄が雌よりも重かった。減量前の体脂肪量が多いほど、減量による LT の減少が小さいことが報告されている^(3,4,10)。これらのことは、減量による LT の減少は、雄で雌よりも少ないと考えるのが合理的なことを示唆している。しかし、本研究では LT の減少量は雄の方が多かった。本研究では、全身の脂肪を測定していないことが結果の解釈を困難にしている。つまり、測定していない皮下脂肪などを含めると、体脂肪率は雌の方が高かったため、LT の減少が雌で少なかったのかもしれない。本研究では体重は雄が雌の 1.7 倍だったので、全身の体脂肪率が雌で高かったとしても、体脂肪量は雄の方が多かった可能性が高い。減量時の LT と FT の減少に影響するのが、体脂肪量なのか体脂肪率なのか検討する必要があるかもしれない。

栄養学を含めた生理学の実験の多くが男性を対象として行われている。女性では性周期に伴う性ホルモン濃度の変化が代謝に影響する可能性があり、その影響を排除したいというのが大きな理由である。

しかし、種々の刺激に対する応答には性差があることが知られている。例えば、運動で利用されるエネルギー基質には性差があり、中程度の強度の運動では女性は男性よりも脂質をエネルギー源として多く利用すること^(9,17,18,19)、女性では男性より運動中のグリコーゲンの利用が少ないこと^(1,18)、アミノ酸のロイシン^(9,12)や糖質の酸化が少ない⁽⁹⁾ことが報告されている。また女性ではグリコーゲン・ローディングの効果が見られないとの報告もある⁽¹⁷⁾。

エネルギー制限時には体に貯蔵されている体脂肪がエネルギー源として利用される。中島⁽¹⁰⁾は体脂肪の多いラットでは絶食中の脂肪組織の脂肪分解能が高く、絶食で減少した体脂肪量が多かったことを報告している。体脂肪率は平均的に雌が雄よりも高い。運動時と同様に絶食などのエネルギー不足時も、雌が雄よりも体脂肪をエネルギー源として多く利用する可能性がある。本研究では呼吸商(RQ)を測定していないので、絶食中に雌で雄より多くの脂肪が消費されたかどうか分からない。絶食で減少した重量とエネルギー量に占めるFTの割合は雌が雄より大きかった。しかし、FTの減少量には重量にもエネルギーにも雄と雌で差がなかった。これらのことから、絶食中に消費された脂肪の量が雌で雄より多

かったとは考えにくい。

絶食時のエネルギー代謝における性差には、性ホルモンが影響していることが考えられる。性ホルモンの影響は、卵巢を除去した雌や睾丸を除去した雄など、去勢した動物で検討することで明らかにできると考えられる。本研究テーマの今後の課題といえる。

【結論】

体重減少時の体組成の変化およびエネルギー負債には性差が認められた。雌の方が、エネルギー密度の高い脂肪組織の減少割合が大きいため、体重減少にはより多くのエネルギー不足の必要なことが示唆された。減量前の体脂肪が多い方が、体重減少に占める除脂肪組織の減少割合が小さいとされているが本研究ではそういうことはなかった。

【謝辞】

研究に際しご指導くださった岡村浩嗣教授、浜田拓教授、三島隆章教授に深く感謝いたします。また、論文作成にあたり懇切なご指導を賜りました北口瑞生助手に深く御礼申し上げます。そして、本研究を行うにあたりご協力いただいた、運動栄養学研究室の皆様に厚く御礼申し上げます。

【文献】

1. Esbjörnsson-Liljedahl M, Sundberg CJ, Norman B, Jansson E.
Metabolic response in type I and type II muscle fibers during a 30-s
cycle sprint in men and women. J Appl Physiol 1999;87:1326-32.
2. Folch J, Less M, Sloane Stanley GH. A simple method for the
isolation and purification of total lipids from animal tissues. J Biol
Chem 1957;226:497-509.
3. Forbes GB. Body fat content influences the body composition
response to nutrition and exercise. Ann NY Acad Sci
2000;904:359-65.
4. Forbes GB. Lean body mass-body fat interrelationships in humans.
Nutr Rev 1987;45:225-31
5. Garthe I, Raastad T, Refsnes PE, Koivisto A, Sundgot-Borgen J.
Effect of two different weight loss rates on body composition and
strength and power-related performance in elite athletes. Int J Sport
Nutr Exerc Metab 2011;21:97-104.
6. Garthe I, Raastad T, Sundgot-Borgen J. Long-Term Effect of Weight
Loss on Body Composition and Performance in Elite Athletes. Int J
Sport Nutr Exerc Metab 2011;21:426-35.

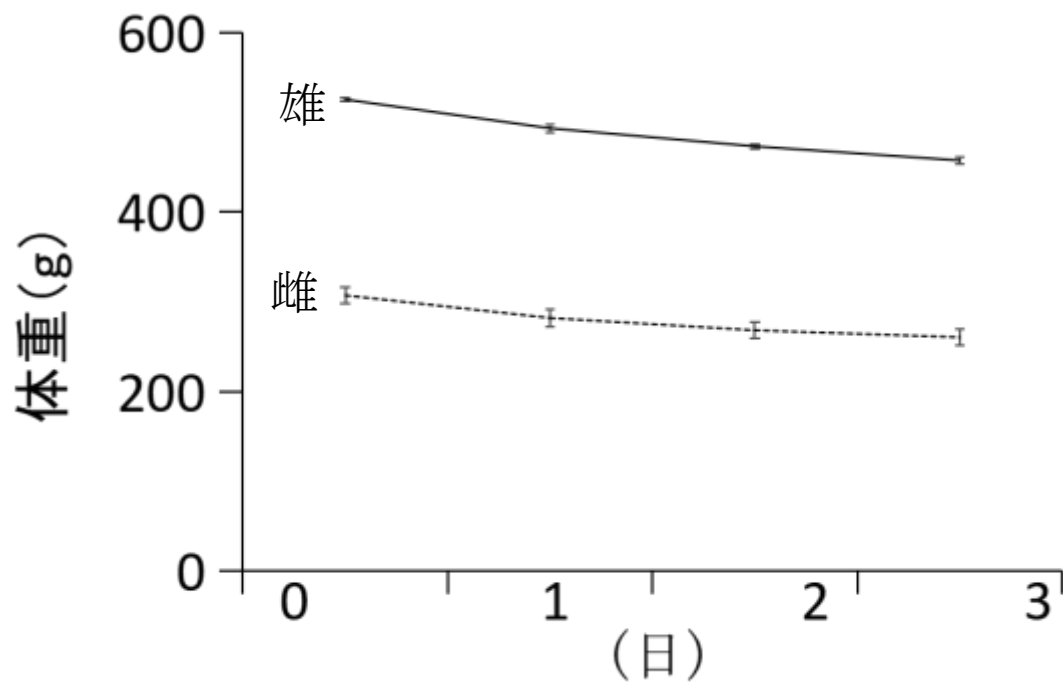
7. Kondo E, Sagayama H, Yamada Y, Shiose K, Osawa T, Motonaga K, Ouchi S, Kamei A, Nakajima K, Higaki Y, Tanaka H, Okamura K. Energy Deficit Required for Rapid Weight Loss in Elite Collegiate Wrestlers. *Nutrients* 2018;10:E536.
8. Lo S, Russell JC, Taylor AW. Determination of glycogen in small tissue samples. *J Appl Physiol* 1970;28:234-6.
9. McKenzie S, Phillips SM, Carter SL, Lowther S, Gibala MJ, Tarnopolsky MA. Endurance exercise training attenuates leucine oxidation and BCOAD activation during exercise in humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2000;278:E580-7.
10. 中島あゆみ、ラットの減量に要するエネルギー負債は減量前の体脂肪に依存する. 大阪体育大学修士論文;2012.
11. 岡村浩嗣、スポーツ栄養学講座 12 減量方法を考える、櫛 2013; 16:43-9.
12. Phillips SM, Atkinson SA, Tarnopolsky MA, MacDougall JD. Gender differences in leucine kinetics and nitrogen balance in endurance athletes. *J Appl Physiol* 1993;75:2134-41.
13. Saudek CD, Felig P. The metabolic events of starvation. *Am J Med* 1976;60:117-26.
14. Tai S, Yokota Y, Tsurumi Y, Hasegawa H, Masuhara M,

- Okamura K. Effects of short-term refeeding after rapid or slow body mass reduction on body composition in adult rats. *Obesity Research & Clinical Practice* 2010;4:e191-9.
15. Tai S, Yokota Y, Tsurumi Y, Hasegawa H, Masuhara M, Okamura K. Effects of rapid or slow body mass reduction on body composition in adult rats. *J Clin Biochem Nutr* 2009;45:185-92.
16. Tai S, Harada Y, Yokota Y, Tsurumi Y, Masuhara M, Okamura K. Differential effects of rapid and slow body mass reduction on body composition during an equivalent weight loss in rats. *Obesity Research & Clinical Practice* 2010;4:e91-100.
17. Tarnopolsky MA, Atkinson SA, Phillips SM, MacDougall JD. Carbohydrate loading and metabolism during exercise in men and women. *J Appl Physiol* 1995;78:1360-8.
18. Tarnopolsky LJ, MacDougall JD, Atkinson SA, Tarnopolsky MA, Sutton JR. Gender differences in substrate for endurance exercise. *J Appl Physiol* 1990;68:302-8.
19. Wishnofsky M. Caloric equivalents of gained or lost weight. *Am J Clin Nutr* 1958;6:542-6.



図1 チャンバー写真

(a)



(b)

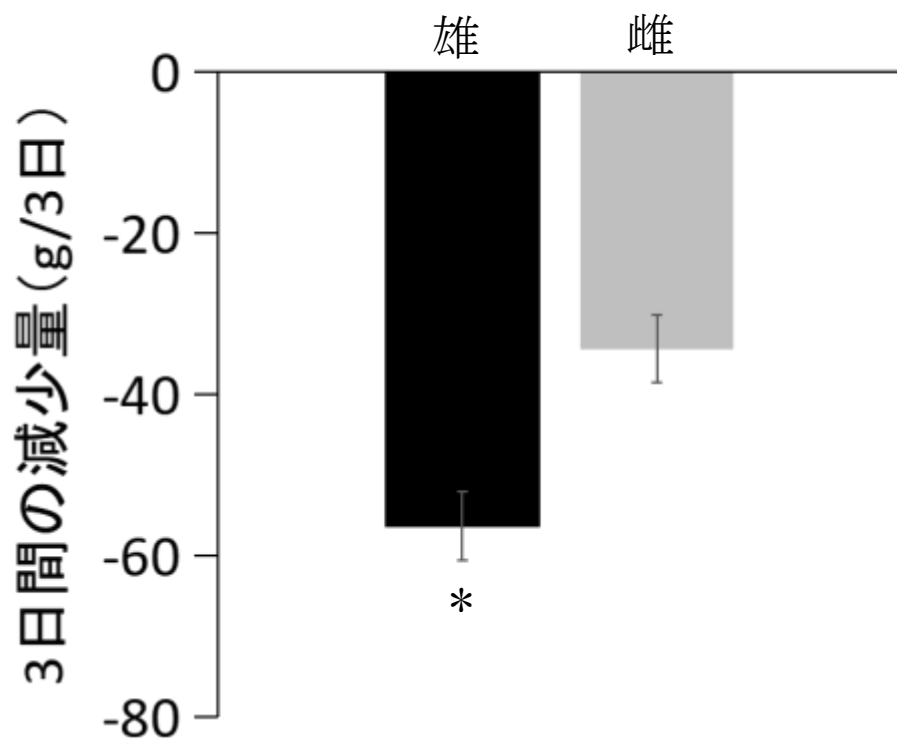
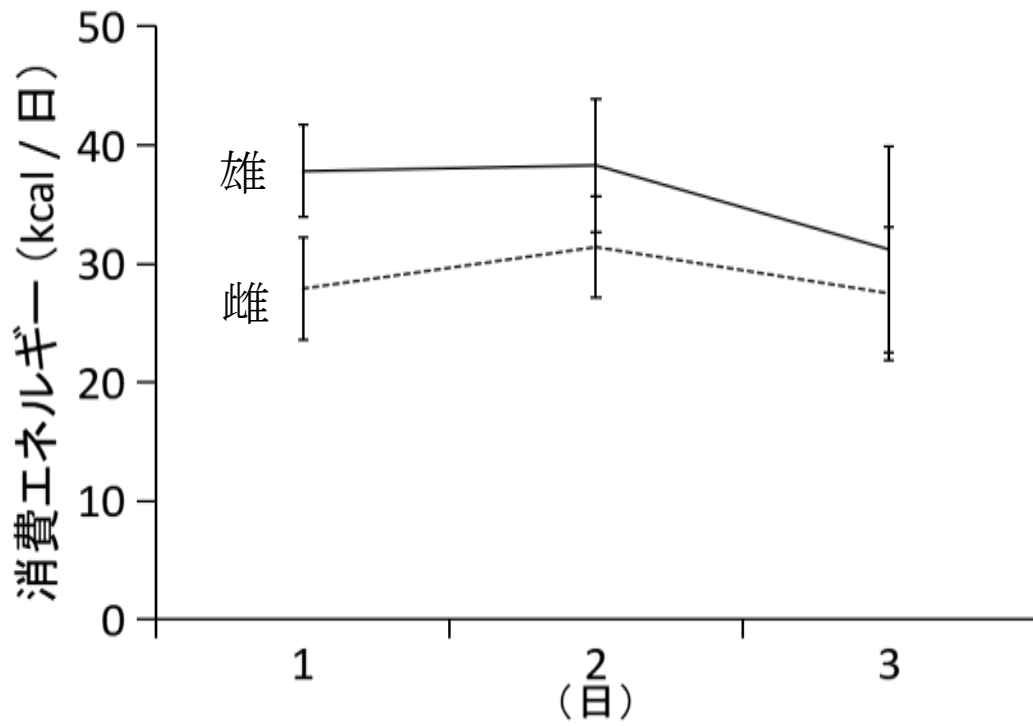


図2 3日間の絶食による体重の変化と減少量

平均値(標準偏差)* $p < 0.05$ vs 雌(t-test)

(a)



(b)

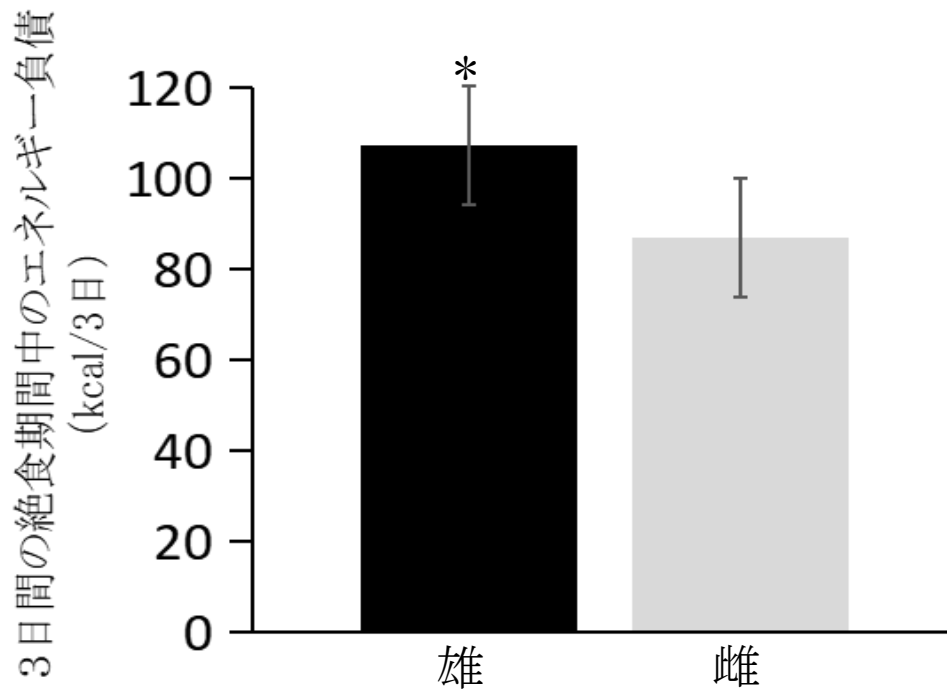


図 3 消費エネルギーとエネルギー負債

平均値 (標準偏差) * $p < 0.05$ vs 雌 (t-test)

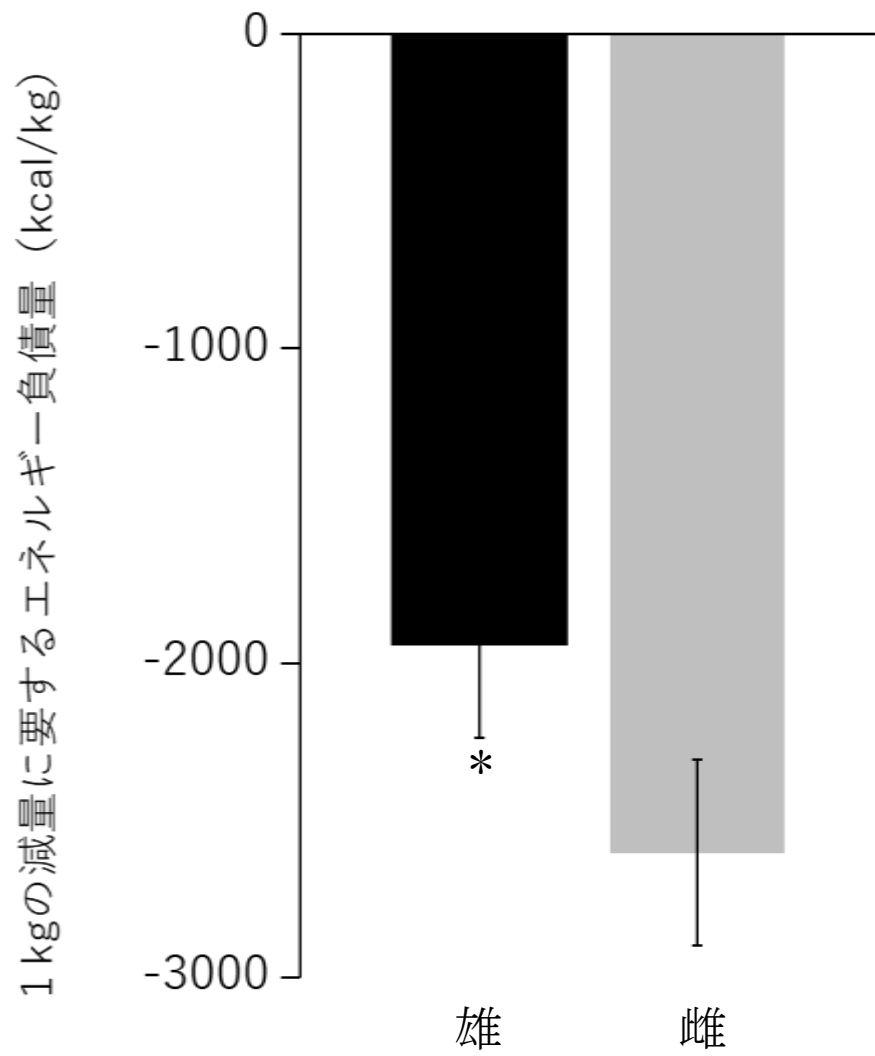


図 4 1kg の減量に要するエネルギー負債量

平均値(標準偏差) * $p < 0.05$ vs 雌(t-test)

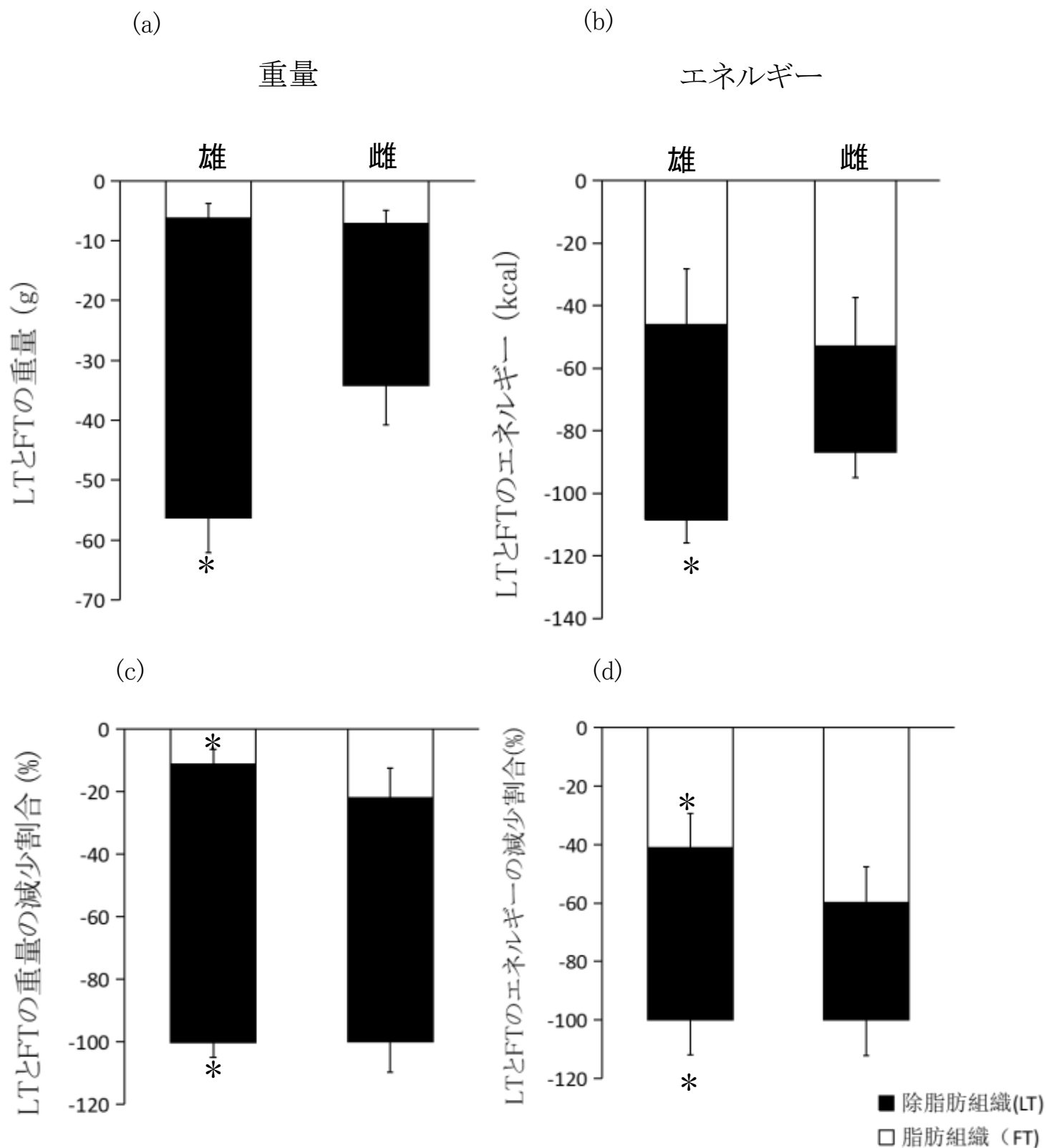


図 5 脂肪組織と除脂肪組織の重量とエネルギーの減少割合

平均値 (標準偏差) * $p < 0.05$ vs 雌 (t-test)

表1

減量前後の組織重量

(g)	雄		雌		二元配置分散分析		
	減量前	減量後	減量前	減量後	性	減量	交互作用
体重	520.42(3.32)	454.8(4.57)	302.0(3.79)	258.8(8.91)	*	*	*
内臓							
心臓	1.10(0.07)	1.03(0.05)	0.70(0.05)	0.65(0.04)	*	*	
肝臓	18.75(1.13)	11.04(0.78)	10.53(1.45)	6.75(0.55)	*	*	*
腎臓	3.13(0.29)	3.03(0.13)	1.97(0.22)	1.67(0.06)	*	*	
副腎	0.04(0.01)	0.04(0.01)	0.04(0.01)	0.05(0.01)			
膵臓	1.64(0.34)	1.28(0.16)	1.36(0.12)	1.22(0.19)		*	
脾臓	0.98(0.27)	0.70(0.06)	0.61(0.13)	0.44(0.04)	*	*	
合計	25.63(1.37)	16.75(0.99)	15.20(1.65)	10.78(0.71)	*	*	*
骨格筋							
腓腹筋	5.04(0.18)	4.60(0.47)	3.12(0.15)	3.03(0.13)	*		
ヒラメ筋	0.31(0.03)	0.30(0.02)	0.18(0.03)	0.19(0.02)	*		
長母指屈筋	0.92(0.04)	0.87(0.08)	0.57(0.05)	0.55(0.03)	*		
足底筋	0.97(0.06)	0.99(0.10)	0.76(0.02)	0.74(0.04)	*		
合計	7.24(0.22)	6.76(0.57)	4.62(0.21)	4.51(0.17)	*		
脂肪組織							
後腹壁	5.60(0.40)	3.34(0.91)	2.31(0.28)	1.49(0.39)	*	*	*
腎周囲	1.79(0.21)	1.29(0.32)	0.62(0.12)	0.54(0.15)	*	*	
副睾丸/子宮傍	6.40(0.43)	6.55(0.65)	5.44(0.82)	3.87(1.56)	*		
腸間膜	6.54(1.02)	3.71(1.07)	3.15(0.35)	1.44(0.59)	*	*	
合計	20.33(1.26)	14.98(2.83)	11.53(1.47)	7.34(2.58)	*	*	

平均値(標準偏差) *p<0.05二元配置分散分析

表2

減量前後の組織重量
(100g当たり)

(g)	雄		雌		二元配置分散分析		
	減量前	減量後	減量前	減量後	性	減量	交互作用
内臓							
心臓	0.21 (0.014)	0.23 (0.009)	0.26 (0.003)	0.25 (0.008)	*		*
肝臓	3.60 (0.216)	2.43 (0.155)	3.26 (0.041)	2.72 (0.091)		*	*
腎臓	0.60 (0.053)	0.67 (0.029)	0.66 (0.008)	0.66 (0.022)			*
副腎	0.01 (0.001)	0.01 (0.002)	0.01 (0.000)	0.02 (0.001)	*	*	
脾臓	0.32 (0.065)	0.28 (0.038)	0.42 (0.005)	0.61 (0.020)	*	*	*
脾臓	0.19 (0.052)	0.15 (0.015)	0.18 (0.002)	0.18 (0.006)			
合計	4.92 (0.259)	3.68 (0.195)	4.80 (0.061)	4.42 (0.148)	*	*	*
骨格筋							
腓腹筋	0.97 (0.035)	1.01 (0.103)	1.11 (0.014)	1.258 (0.042)	*	*	
ヒラメ筋	0.06 (0.006)	0.06 (0.005)	0.07 (0.001)	0.07 (0.002)	*	*	
長母指屈筋	0.18 (0.06)	0.19 (0.016)	0.20 (0.003)	0.214 (0.007)	*	*	
足底筋	0.19 (0.011)	0.22 (0.021)	0.26 (0.003)	0.28 (0.009)	*	*	
合計	1.39 (0.041)	1.49 (0.124)	1.64 (0.021)	1.82 (0.061)	*	*	
脂肪組織							
後腹壁	1.08 (0.082)	0.75 (0.195)	0.93 (0.012)	0.66(0.02)	*	*	
腎周囲	0.34 (0.040)	0.28 (0.070)	0.25 (0.003)	0.15(0.00)	*	*	
副睾丸/子宮傍	1.23 (0.086)	1.44 (0.131)	2.13 (0.027)	1.71(0.06)	*	*	*
腸間膜	1.26 (0.198)	0.81 (0.229)	1.21 (0.015)	0.49(0.02)	*	*	
合計	3.91 (0.258)	3.29 (0.598)	4.52 (0.057)	3.01(0.10)		*	*

平均値(標準偏差) * $p<0.05$ 二元配置分散分析