

## 脂質過剰食と糖質過剰食が ダイエットの体重・身長変動と攻撃・不安行動に及ぼす影響

坂井 恵子, 久野 知美, 吉満 彩絵, 村永 尚美, 玉利 恵里奈

### 要 約

健康維持のために n-3 系脂肪酸や n-9 系オリーブ油は使われているが, 不安行動や攻撃行動に及ぼす影響については明らかでない。

本研究では, 脂質過剰食/低糖質食 (HFD) と糖質過剰食/低脂質食 (HCD) および標準食の摂取カロリーを同一にした場合について, ダイエット (Diet) が各食餌群における体重・身長および不安・攻撃行動に及ぼす影響の比較検討を行った。脂質として n-3 系  $\alpha$ -リノレン酸を 65% 含むエゴマ油または n-9 系オレイン酸を含むオリーブ油を使用し, 糖質はでんぷん過剰で行った。

結果は, HFD の体重は Normal および Diet とともに標準食と同じ傾向を示した。一方, HCD の体重増加量は他の食餌群に比べて著しく低かった。不安行動は脂質や糖質の成分よりも, Diet の影響の方が大きく, 通常食 (Normal) の時に比べて顕著に多くみられた。しかしながら, 増加した不安行動の内容については, 恐れからくるものよりも, むしろ好奇心から危険を顧みなくなった行動が多かった。逆に, 攻撃行動には HFD と HCD においては Diet の影響は認められなかったが, オリーブ油群とエゴマ油群で異なった影響がみられた。さらに, 標準食では, オリーブ油とエゴマ油さらに Diet の影響が反映された。本研究から, ダイエットにおいては, カロリーの制限だけでなく, 糖質のでんぷんと砂糖の割合や脂肪酸の質を考慮することの重要性が示唆された。

**キーワード** : 脂質過剰食/低糖質食, 糖質過剰食/低脂質食, 攻撃行動, 不安行動, ダイエット

### 緒 言

近年, 食の欧米化によって糖質過剰食 (HCD) が減少傾向になり, 対照的に体重増加抑制を目的に脂質過剰食 (HFD) が広く行われるようになってきた。HFD の行動への影響については, ラットの場、授乳中の母親の HFD は仔の脳の発達に影響を及ぼし, 後天的に攻撃性やうつ行動を増加させた報告がでている<sup>1)</sup>。脂質の n-3 系脂肪酸 (n-3PUFA) にはうつ症状の改善や高齢者における認知機能の低下を抑制する効果も指摘されてきている<sup>2,3,4)</sup> が, 効果がみられなかった報告<sup>5)</sup> もあり, 明らかでない。本研究の目的は, HFD や HCD において, 摂取カロリー量を同一にした場合, 心血管系疾患やメタボリックシンドロームの予防効果がある<sup>6,7)</sup> n-9 系脂肪酸のオリーブ油と, 血栓性疾患やある種のガン, アレルギー性疾患の予防に機能している<sup>4,5)</sup> n-3 系脂肪酸のエゴマ油が, 不安・攻撃行動に及ぼす影響および体重変動について検討を行った。

### 方 法

実験動物 : Sprague-Dawley 系雌ラット (SLC, 静岡)

の 4 週齢を無作為に 6 群に分け, 実験飼料 (Table 1) で 16 週間飼育を行った。ラットは実験飼料を摂取後, 4 週目より通常量 (Normal) グループと通常量の 6 割投与のダイエット (Diet) グループに分けた。

実験飼料 : 糖質はでんぷんの方がシュクロースに比べて HCD と標準食では 5 倍量, HFD では 17 倍多く含んでいた。脂質は n-9 系のオレイン酸含有オリーブ油と n-3 系  $\alpha$ -リノレン酸含有エゴマ油を HFD, HCD および標準食の各群で設けた。糖質, 脂質, たんぱく質の割合は既報<sup>10)</sup> のとおりであった。脂質の割合は HFD, HCD, 標準食では 51en%, 6.4en%, 22.5en% であった。糖質の割合は HFD, HCD, 標準食では 20en%, 80en%, 55.7en% であった。

糖質, 脂質, たんぱく質以外の成分はすべて同じにして調製したのち, -20°C に保存し, 1 週間以内に消費した。餌は毎日各群同量を投与し, 翌日残量を記録した。水は自由摂取とした。飼育は室温 25°C, 12 時間明暗周期で行った。

尚, 動物実験は鹿児島純心女子大学動物実験指針に従って行われた。

Table 1 diets of rats. Excess: high-carbohydrate diet, Less: low-carbohydrate diet, Control: standard diet.

carbohydrate	standard		Excess		Less	
	olive	egoma	olive	egoma	olive	egoma
Corn starch	49	49	70	70	20	20
Sucrose	10	10	14.8	14.8	1.2	1.2
Casein	20	20	14.45	14.45	30.8	30.8
Cellulose	4.25	4.25	3	3	4.25	4.25
Mineral mix	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin mix	1	1	1	1	1	1
Choline	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
olive oil	12	0	3	0	24	0
egoma oil	0	12	0	3	0	24

(g)

体重測定：週に1回，飼育開始時から実験最終週まで測定した。身長・腹囲についても同様に測定を行った。

攻撃行動実験：実験飼料で飼育後，5週目から攻撃行動実験を開始した。攻撃行動実験はラットの胴体の周りと等しい大きさの筒の中にラットを両側から同時に放ち入れ，押し出されるかあるいは諦めによって先に筒から出た方を負けとして行った。

不安行動実験：高架式十字迷路試験<sup>11)</sup>を使用して実験飼料摂取後4週目より一週間に1回，最終週にかけて行った。

結果

1. 体重：同じカロリー摂取では，Normal摂取におけるHFDの体重増加量は標準食と同じレベルであったが，逆にHCDは顕著に低いのが明らかとなった(Fig.1)。オリーブ油とエゴマ油の影響はみられなかった。6割のDietではNormalより各食餌群で体重増加量が25%減少した(Fig.1)。さらに，HCDはDietによりHFDや標準食より有意に低くなったのが顕著にみられた。また，DietのHFDは標準食より体重増加量が多い傾向であった。

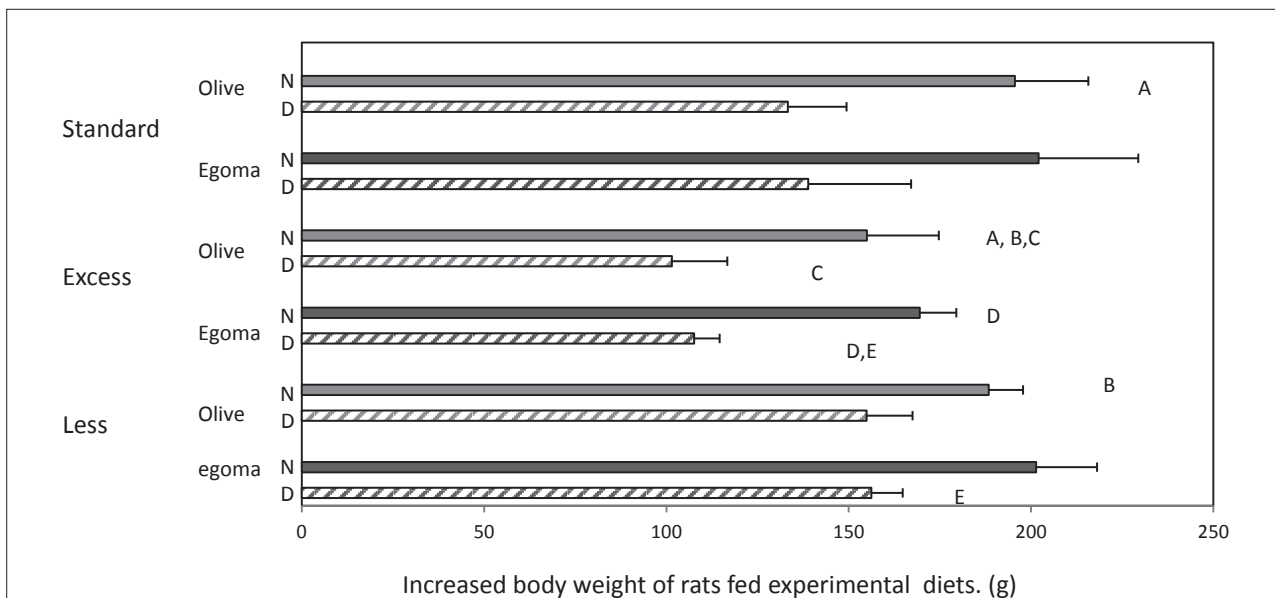
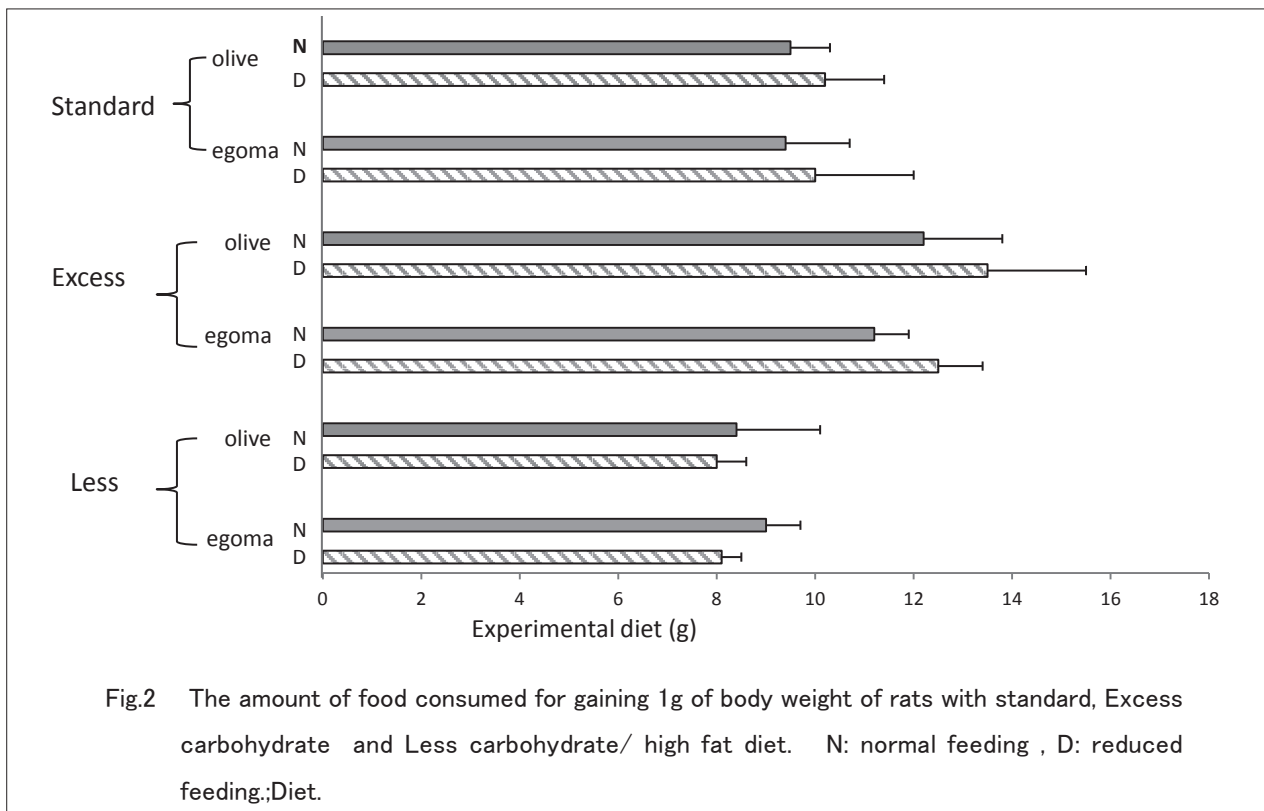


Fig.1 Increased body weight of rats fed experimental diets; standard, excess carbohydrate and less carbohydrate/ high fat diet.

N: normal amount of food, D: reduced amount of food, diet. A, B, C; p<0.05, D, E: p<0.001

Excess; high carbohydrate diet. Less; less carbohydrate diet/ high fat diet.



一方、体重 1g 増加するのに要した餌量は、HCD が他群に比べて最も多く、特に HFD に比べて有意に多かったのが明らかとなった (Fig.2)。さらに、体重 1g 増加する餌量は HCD と標準食では Normal より Diet の方が多かったが、HFD では Normal の方が多い傾向であった。

身長：Normal の方が Diet よりすべての食餌群で高かった (Fig.3,A)。また、HFD と標準食は高く、HCD で最も低かった。特に HCD の Diet では HFD に比べて有意に低かった。

腹囲：Normal に比べて Diet の方が各食餌群とも小さく身長の傾向と似ていた (Fig.3,B)。Diet の影響は HCD に大きく響き、HFD が最も少ないことが明らかとなった。

体重や身長、腹囲にはオリーブ油とエゴマ油の影響は同じ傾向であった。

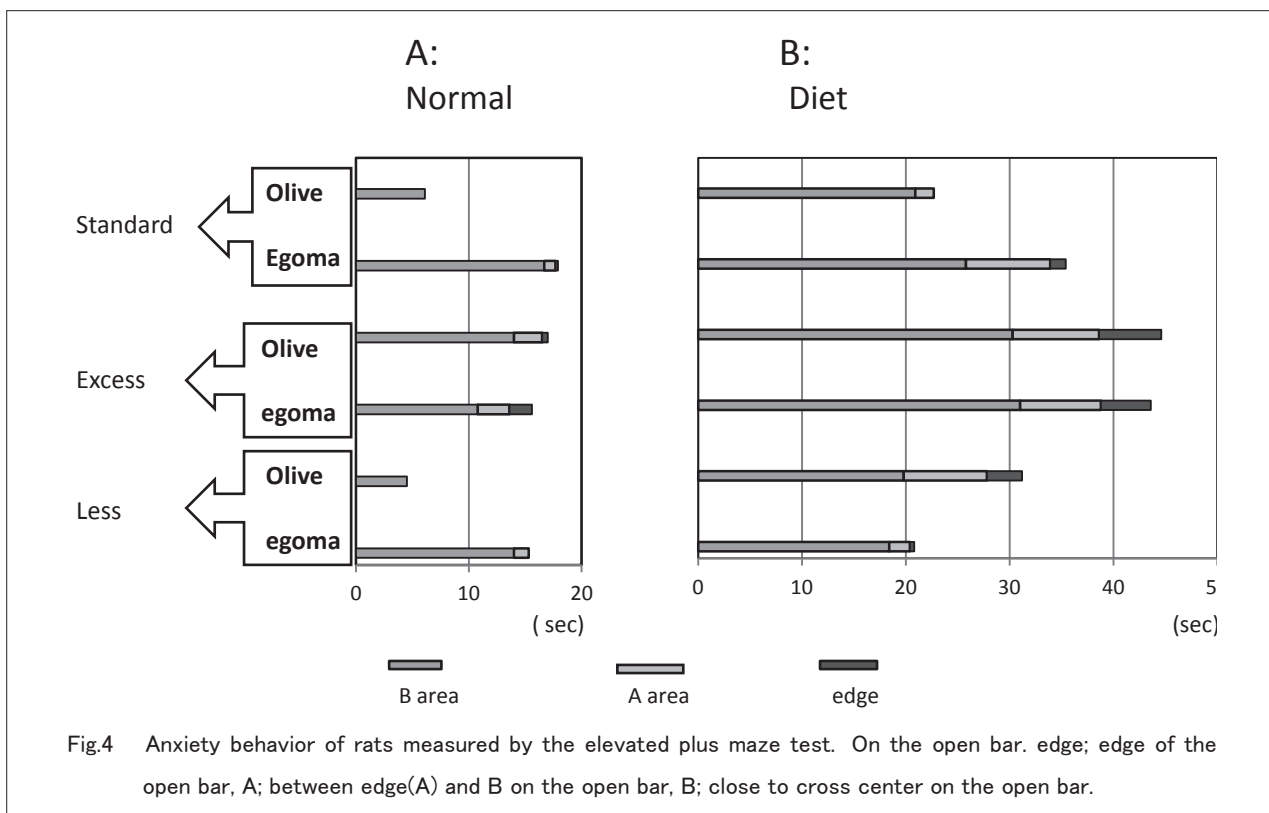
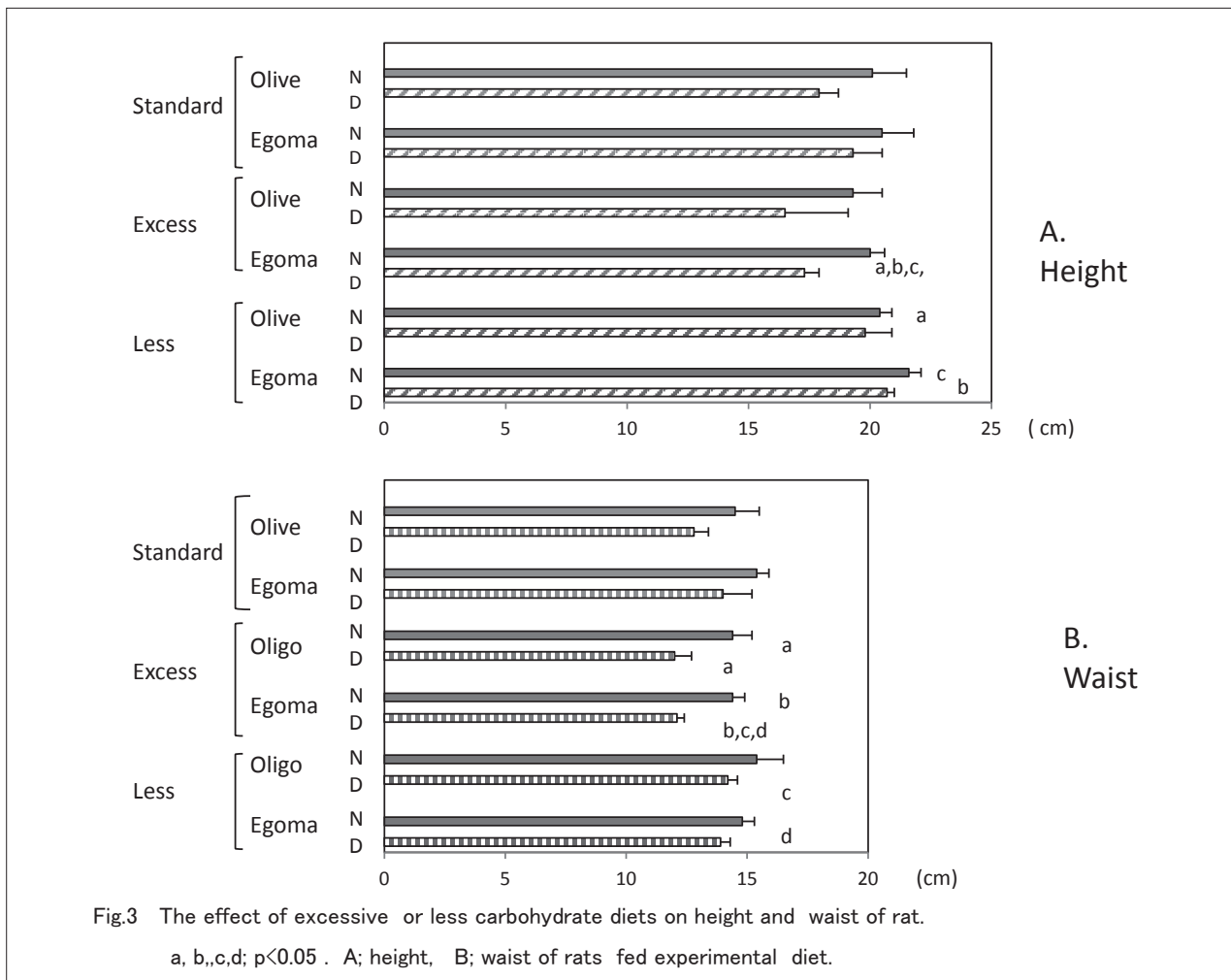
- 不安行動：Normal の高架式十字迷路試験での不安行動は非常に少なく、各食餌群間に差は認められなかった (Fig.4,A)。対照的に、Diet では不安行動が各食餌群とも著しく増加した (Fig.4,B)。特に、HFD ではオリーブ油群において多い傾向がみられた。また HCD ではオリーブ油群とエゴマ油群ともに標準食群に比べて多い傾向であった。

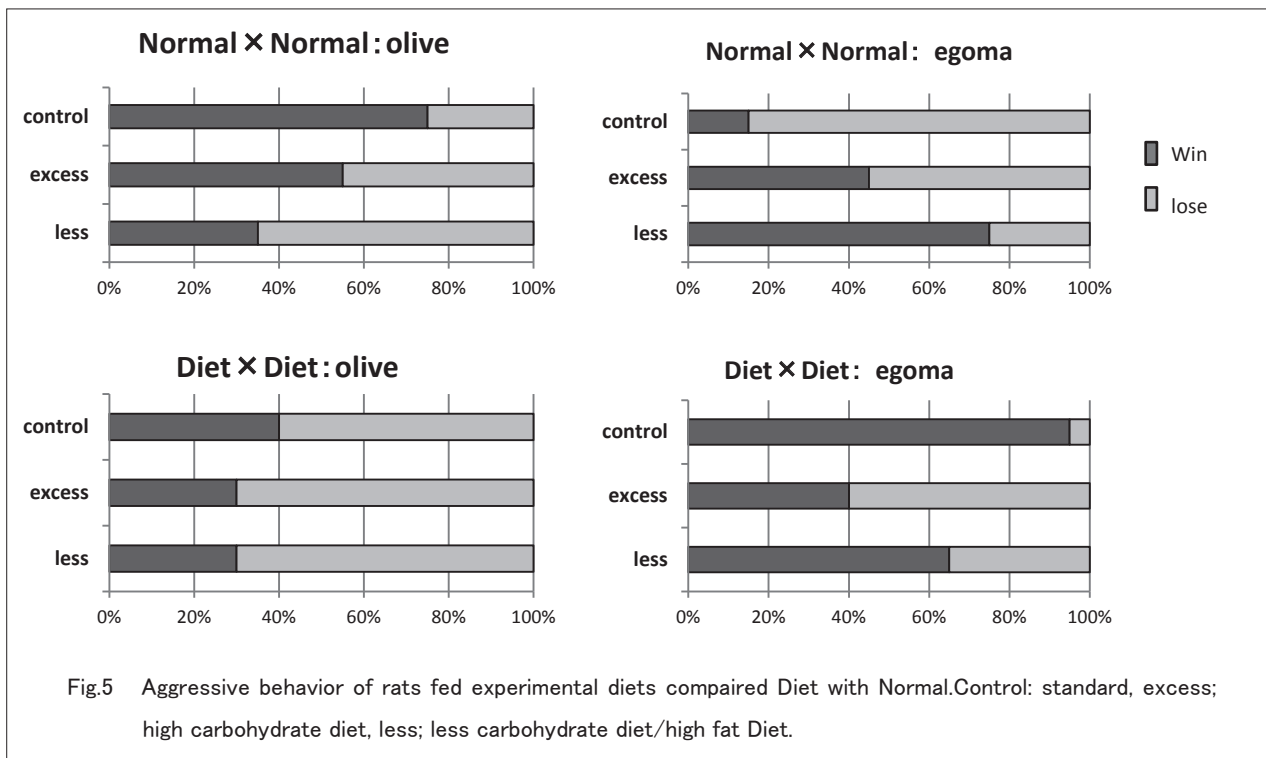
- 攻撃行動：Normal のオリーブ油では標準食、エゴマ油では HFD が高い傾向を示した (Fig.5)。一方、

Diet では、オリーブ油の攻撃性が HFD, HCD とともにエゴマ油群に比べて低かった。対照的にエゴマ油群では標準食の攻撃性が非常に高いのが認められた。

### 考 察

n-3 系の DHA サプリメントにはヒトで攻撃性を低下させた報告がある<sup>8)</sup>。一方、オリーブ油は地中海式ダイエットとして肥満予防や健康維持を目的として日常食の中に普及している<sup>9,10)</sup>。しかしながら、Diet における HFD や HCD の不安行動や攻撃行動に及ぼす影響については明らかでない。Diet の場合、不安行動は、床から高さ 60 cm にある高架式十字路の両壁のない末端に行っても、ひげは良く動いていたし、毛づくろいをやったりして不安げな様子は見られなかった (data not shown)。Normal の場合は壁のない領域に出ることさえ殆ど見られなかったのと比べて著しい違いであり、Diet により刺激の感受性が変化したとも考えられる。これは既報にて n-6 系脂肪酸のコーン油を使用した脂質過剰食でのラットの不安の回避が顕著であったのとも著しく異なった<sup>15)</sup>。一方、攻撃行動では、HFD においてオリーブ油群とエゴマ油群間で異なったが、Normal および Diet の影響は認められなかった。対照的に標準食においては、Normal と Diet の影響を受け、さらにオリーブ油とエゴマ油では異なった。更に、砂糖過剰で HFD を行うとストレスやコレステロールに非常に影響された<sup>15)</sup>。このように、糖質の選択、脂質の脂肪酸の選択、また、たんぱく質の総カロリーに占める割合も影響す





ると示唆されている<sup>16)</sup>。これらのことより、HFDを行う際は、総カロリーだけではなく、それぞれの栄養成分の質の選択がより重要であると示唆された。

### 結 論

1. 体重・身長：体重は脂質過剰食は標準食と同じ傾向を Normal および Diet とも示した。一方、糖質過剰食は体重増加量が他に比べて著しく低かった。身長は脂質過剰食が有意に伸びたのが認められた。
2. 不安行動には、糖質成分や脂質成分よりも、Diet の影響が極めて大きいことが明らかとなった。
3. 攻撃行動では、Diet と糖質成分、脂質成分の影響が反映された。
4. 本研究は、各食餌群とも同一の摂取カロリーで行った状況の体重変動、不安行動、攻撃行動であった。食事の栄養成分内容や摂取カロリーを変えると、結果が変動することを考慮する必要がある。

### 参考文献

- 1) Giriko CA, Andreoli CA, Mennitti LV, et al.: Delayed physical and neurobehavioral development and increased aggressive and depression-like behaviors in the rat offspring of dams fed a high-fat diet. *Int J Dev Neurosci*. Pii:S0736-5748(13)00119-6, 2013
- 2) Sinn N, Milte CM, Street SJ, et al.: Effect of n-3 fatty acids, EPA v. DHA, on depressive symptoms, quality of life, memory and executive function in older adults with mild cognitive impairment. *Br J Nutr*, 107(11):1682-

1693, 2012

- 3) Denis I, Potier B, Vancassel S, et al.: Omega-3 fatty acids and brain resistance to ageing and stress. *Ageing Res Rev*. 12(2):579-594, 2013
- 4) Hennebelle M, Champeil-Potokar G, Lavielle M, et al.: Omega-3 polyunsaturated fatty acids and chronic stress-induced modulations of glutamatergic neurotransmission in the hippocampus. *Nutr Rev*. Jan 13.doi:10.1111,2014
- 5) Rizzo AM, Corsetto PA, Montorfano G, et al.: Comparison between the AA/EPA ratio in depressed and non depressed elderly females. *Nutr J*.11:82, 2012
- 6) Gillingham LG, Harris-Janz S, Jones PJ.: Dietary monounsaturated fatty acids are protective against metabolic syndrome and cardiovascular disease risk factors. *Lipids*, 46(3):209-228, 2011
- 7) Vesto S, Barera A, Rizzo C.: Mediterranean diet and longevity. *Curr Vasc Pharmacol*, Dec 18, 2013
- 8) Derosa G, Cicero AF, Fogari E, et al.: Effects of n-3 PUFAs on postprandial variation of metalloproteinases, and inflammatory and insulin resistance parameters in dyslipidemic patients. *J Clin Lipidol*. 6(6):553-564, 2012
- 9) Tousoulis D, Plastiras A, Siasos G, et al.: Omega-3 PUFAs improved endothelial function and arterial stiffness with a parallel anti-inflammatory effect in adults with metabolic syndrome. *Atherosclerosis*, 232(1):10-16, 2014
- 10) 坂井恵子, 久野知美, 吉満彩絵, 他, 脂質過剰食と糖質過剰食におけるオリーブ油とエゴマ油がラッ

- トの肝臓と血液の脂質および血糖に及ぼす影響．鹿児島純心女子大学看護栄養学部紀要．投稿中
- 11) 坂井恵子, 湯田有紗, 白澤 優, 他, ストレスがn-3系脂肪酸摂取ラットの攻撃・不安行動に及ぼす影響．鹿児島純心女子大学看護栄養学部紀要．14: 9-16, 2010
  - 12) Long SJ, Benton D,: A double-blind trial of the effect of docosahexaenoic acid and vitamin and mineral supplementation on aggression, impulsivity, and stress. *Hum Psychopharmacol.* 28(3):238-247, 2013
  - 13) Krishnan S, Cooper JA. Effect of dietary fatty acid composition on substrate utilization and body weight maintenance in humans. *Eur J Nutr.* Dec 22. 2013
  - 14) Sanchez-Villegas A, Galbete C, Martinez-Gonzalez MA, et al. : The effect of the Mediterranean diet on plasma brain-derived neurotrophic factor (BDNF) levels. *Nutr Neurosci*, 14(5): 195-201, 2011
  - 15) 坂井恵子, 有川育世, 笠野実可子 他. 砂糖過剰食や低糖質食はラットの不安・攻撃行動に影響を及ぼす．鹿児島純心女子大学看護栄養学部紀要, 15: 15-22, 2011
  - 16) Ble-Castillo JL, Aparicio-Trapala MA, Juarez-Rojop IE, et al.: Differential effects of high-carbohydrate and high-fat diet composition on metabolic control and insulin resistance in normal rats. *Int J Environ Res Public Health.* 9(5):1663-1676, 2012

## Effect of high fat diets and high-carbohydrate diets on aggressive behavior and anxiety behavior under the reduced amount of calories.

Keiko Sakai, Tomomi Hisano, Ayaka Yoshimitsu, Naomi Muranaga, Erina Tamari

Department of Nutrition, Faculty of Nursing and Nutrition,  
Kagoshima Immaculate Heart University

Key words : high-fat diet, high-carbohydrate diet, anxiety behavior, aggressive behavior, diet

### Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of high-carbohydrate diet(HCD) and low-carbohydrate diets/ high-fat diet(HFD) on body weights, anxiety and aggressive behaviors under the reduced calories. Rats fed same amount of calories of each HFD, HCD or standard diet a day during the experiment. The HCD was high-starch content with little sucrose. Moreover,  $\alpha$ -linolenic acid of n-3 series and oleic acid of n-9 series were used as lipids. The results showed that the body weight of HFD was as same as standard diet in both Normal and Diet. The other side, the increased body weight of HCD was extremely lower than other diets. The anxiety behavior was affected extremely by Diet than Normal rather than carbohydrate or fatty acids. In contrast, the aggressive behavior was affected by the fatty acids, though there was no difference among Diet and Normal in HFD and HCD. The conclusion of this study about the importance in Diet is not only the amount of calories but also the content of carbohydrate: starch/sucrose and quality of fatty acids.

---