

## 脂質過剰食の過剰摂取はラットの攻撃行動を抑制した

— オリーブ油とエゴマ油の比較より —

坂井 恵子, 末田 渚, 前田 さやか, 脇野 真衣

### 要 約

脂質過剰食 (high fat ,low carbohydrate diets : HFD) は近年肥満からの減量や血糖調節などで広まってきた。さらに HFD は、うつ病などの精神疾患との関連性も示唆されているが、まだ未解明な部分が多い。

本研究では HFD の過剰摂取がラットの不安行動および攻撃行動に及ぼす影響について検討を行った。実験食の摂取量を標準量、過剰量、ダイエット量に分け、さらに、各摂取量グループは脂質として n-9 系オレイン酸を含むオリーブ油または n-3 系  $\alpha$ -リノレン酸を含むエゴマ油に分けて不安行動と攻撃行動への影響を調べた。実験食は、ラットのスタンダード食 (Normal) と脂質過剰食 (HFD) とし、各々に脂質としてオリーブ油群またはエゴマ油群に分けて行った。ラットへの投与量は標準量、過剰量 (標準量の 1.3 倍カロリー数)、ダイエット量 (標準量の 0.7 倍カロリー数) とした。そして、Normal と HFD の各食餌群のカロリー数は同じにして 16 週間飼育した。

結果は、不安行動においてエゴマ油群は Normal と HFD で摂取量に関わらず同じ傾向であったが、オリーブ油群では HFD の過剰量やダイエット量において Normal より顕著に多くなった。エゴマ油群はオリーブ油群に比べて不安行動は多かったが、恐怖を感じている様子は認められなかった。対照的にオリーブ油群の不安行動はエゴマ油群に比べて非常に少ないのが顕著であった。

攻撃行動では、HFD の攻撃性は標準量と過剰量において油の質に関わらず Normal に比べて有意に低かった。対照的にダイエット量では過剰量や標準量に比べて攻撃性が高くなるのが HFD と Normal で認められた。実験食の中では、Normal の方が HFD より勝った割合が高かった。また、Normal では、エゴマ油の方がオリーブ油より高勝率であったが、その勝因の 61% は対戦した相手の「諦め」つまり「粘り勝ち」であった。

結論として、HFD の摂取量および脂質の質の違いは不安行動や攻撃行動に異なる影響を生ずることが明らかになったので、食事の摂取目的に応じて使い分ければ効果的であると示唆された。

**キーワード：**脂質過剰食 / high fat diet, 不安行動 / anxiety behavior, 攻撃行動 / aggressive behavior, 過剰摂取

### 緒 言

摂取した食物の栄養素がヒトや動物の行動に影響することが明らかとなってきた<sup>1-5)</sup>。妊娠中や出産後の HFD の摂取が出産した子の脳神経系の発達に障害をもたらして神経症、うつ病、注意欠如多動性障害 : ADHD 症状や自閉症の発症への関与も示唆されている<sup>6-8)</sup>。著者らは、出産後の HFD の摂取における脂質の質と行動との関連についてはこれまでも先行研究で明らかにしてきた<sup>9-12)</sup>。本研究では脂質として健康志向とともに需要が増加している n-9 系オレイン酸含有オリーブ油と植物由来の n-3 系  $\alpha$ -リノレン酸含有のエゴマ油を使用した。既にダイエット量 (標準量の 6 割のカロリー数) の攻撃

行動や不安行動については先行研究で報告した<sup>(4)</sup>。

ところで、HFD は脂質を多く含み、その代わりに糖質量は少ないため、Normal と同じカロリー数を摂取する場合、皿上の分量において標準量よりかなり少なくなり過剰摂取になりやすい傾向がある。そこで、本研究では HFD の過剰摂取 (標準量の 1.3 倍のカロリー数) について、標準量 (ラットのスタンダード量) やダイエット量 (標準量の 0.7 倍のカロリー数) が不安行動と攻撃行動に及ぼす影響について比較検討を行うことを目的とした。

### 方 法

実験動物 : Sprague-Dawley (SD) 系雌ラット (SLC, 静岡) の 4 週齢を 4 種類の実験飼料 (Table 1) で投与量を標準量・過剰量・ダイエット量の 3 パターン

Table 1. Experimental Diet

	I	II	III	IV
	Normal	Normal	HFD	HFD
	olive	n-3	olive	n-3
corn starch	51.3	51.3	17.5	17.5
sucrose	10	10	10	10
casein	20	20	30.8	30.8
cellulose	4.25	4.25	4.25	4.25
mineral mix	3.5	3.5	3.5	3.5
vitamin mix	1	1	1	1
choline	0.25	0.25	0.25	0.25
olive	11		21.2	0
egoma		11	0	21.2

(Table 2) によって 16 週間飼育を行った。ラットは実験開始後の最初の 2 週間は標準量で、その後 14 週間は各実験飼料によって飼育を行った。

実験飼料：実験飼料の組成 (Table 1) は、コーンスターチ (日本澱粉株)、シュクロース (wako)、カゼイン (wako)、セルロース (ナカライ株)、ミネラルミックスとビタミンミックス (SLC 株)、コリン (wako)、オリーブ油 (wako)、エゴマ油 (朝日 ST 株) であった。

糖質、脂質、たんぱく質のエネルギー%について糖質は Normal 58%, HFD 26%, たんぱく質は Normal 19%, HFD 29%, 脂質は Normal 23%, HFD 45% であった (Table 1)。飼料は調製した後、 $-20^{\circ}\text{C}$  に保存し一週間以内に消費した。餌は各群とも毎日投与し、翌日残量を測定して摂取量を記録した。水は自由に摂取とした。飼育は室温  $25^{\circ}\text{C}$ , 12 時間明暗周期で行った。

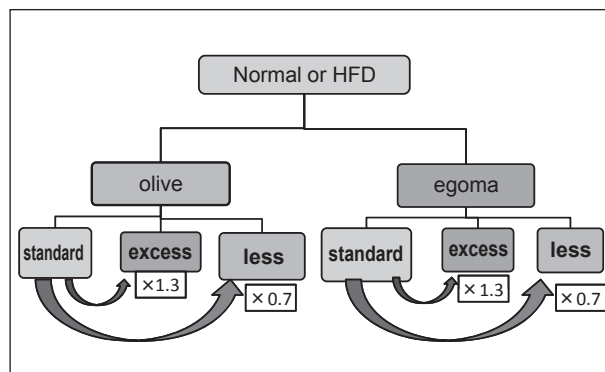
行動実験：不安行動は高架式十字迷路試験、攻撃行動実験は既報<sup>9)</sup>と同様に行った。

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。

## 結 果

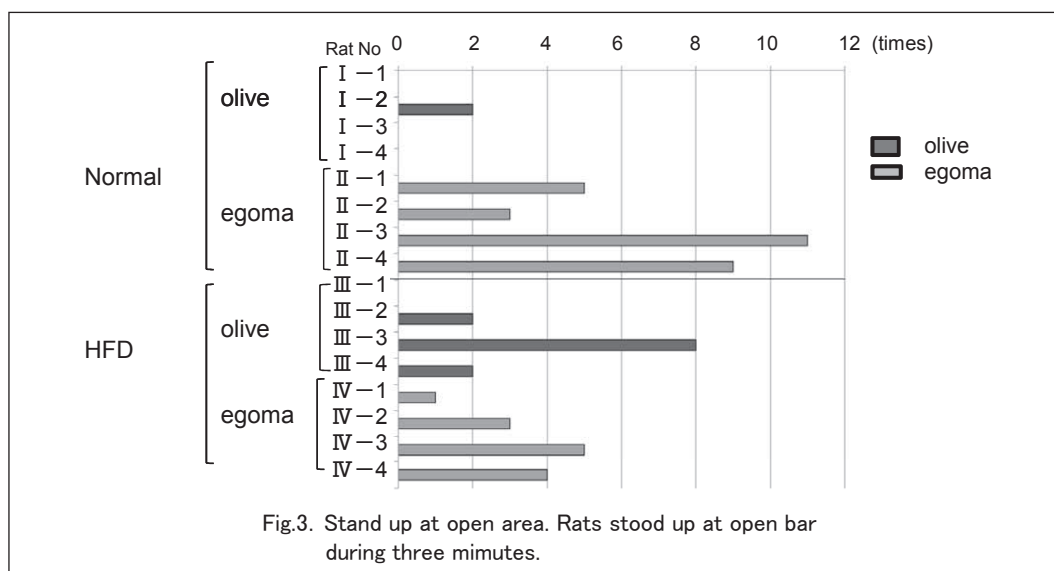
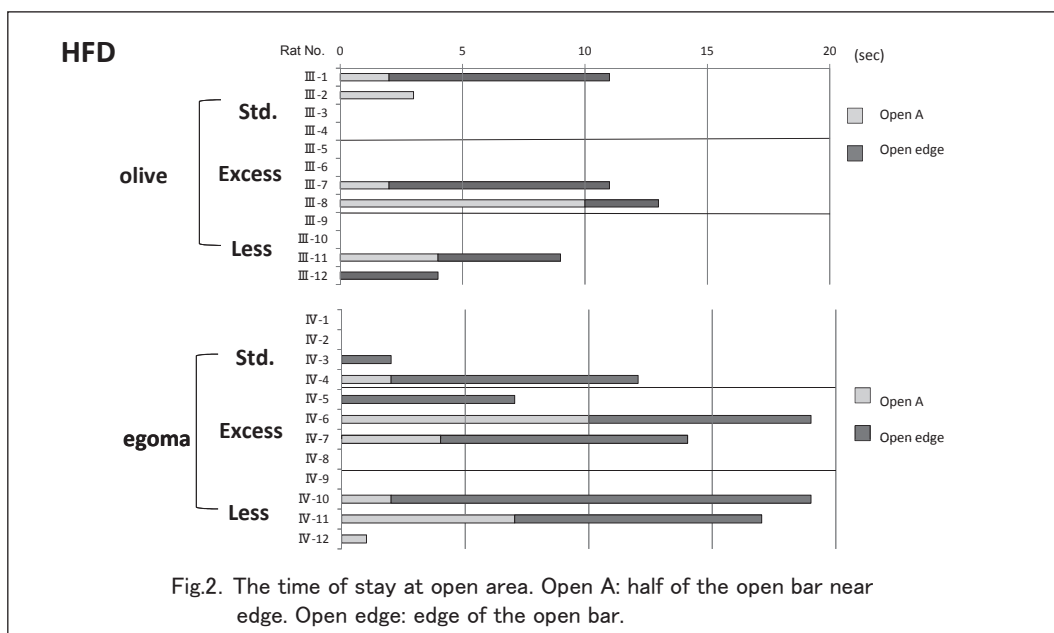
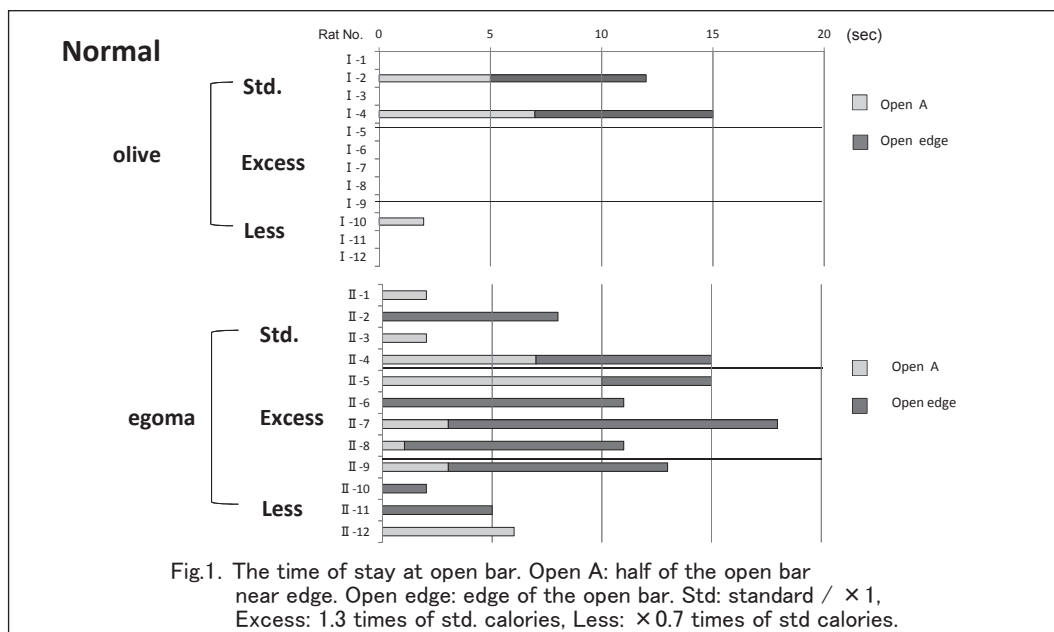
不安行動：高架式不安行動実験での、床上 60 cm にある十字型の一翼で両側がオープンな棒の末端部分 (open Edge) および先端に近い通路半分の領域 (open A) に出た滞在時間を比較した (Fig.1, Fig.2)。HFD は Normal に比べて、オリーブ油群で過剰量とダイエツト量の不安行動が増加する傾向であった。オリーブ油群の過剰量は Normal では Edge と openA の行動が全く見られなかったが、HFD の過剰量では不安行動

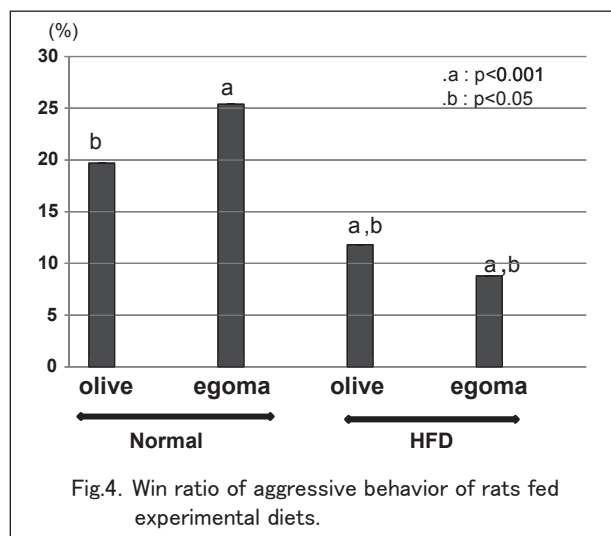
Table 2. Feeding types of Experimental diet.



が顕著に現れた。オリーブ油群の標準量の不安行動は HFD でも Normal と同様な傾向であった。特に、不安行動の open 領域の滞在時間はエゴマ油群の方がすべての摂取量においてオリーブ油群に比べて長いのが認められた。エゴマ油群では過剰量の不安行動が標準量やダイエツト量に比べて多い傾向であった。エゴマ油群の HFD は標準量と過剰量において Normal と同じ傾向を示したが、ダイエツト量は HFD の方が Normal より不安行動は増加を示した。さらに、エゴマ油群のラットは open 領域滞在において立ち上がり行動 (Fig.3) が多く、また髭の動きもフリーズすることなく正常だったため恐怖を感じている様子とは異なっているのがみられた。

攻撃行動：HFD の攻撃性は Normal よりオリーブ油群やエゴマ油群ともに有意に低いのが明らかとなった (Fig.4)。一方、ダイエツト量の攻撃性は、過剰量より Normal と HFD のオリーブ油群とエゴマ油群のすべてにおいて高いのが認められた (Fig.5)。過剰量

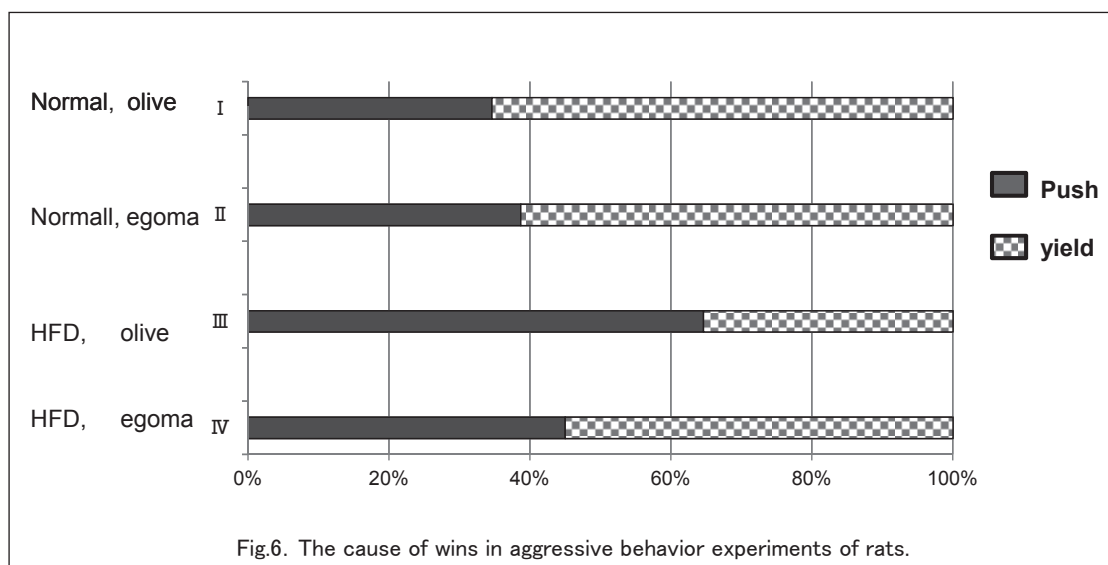
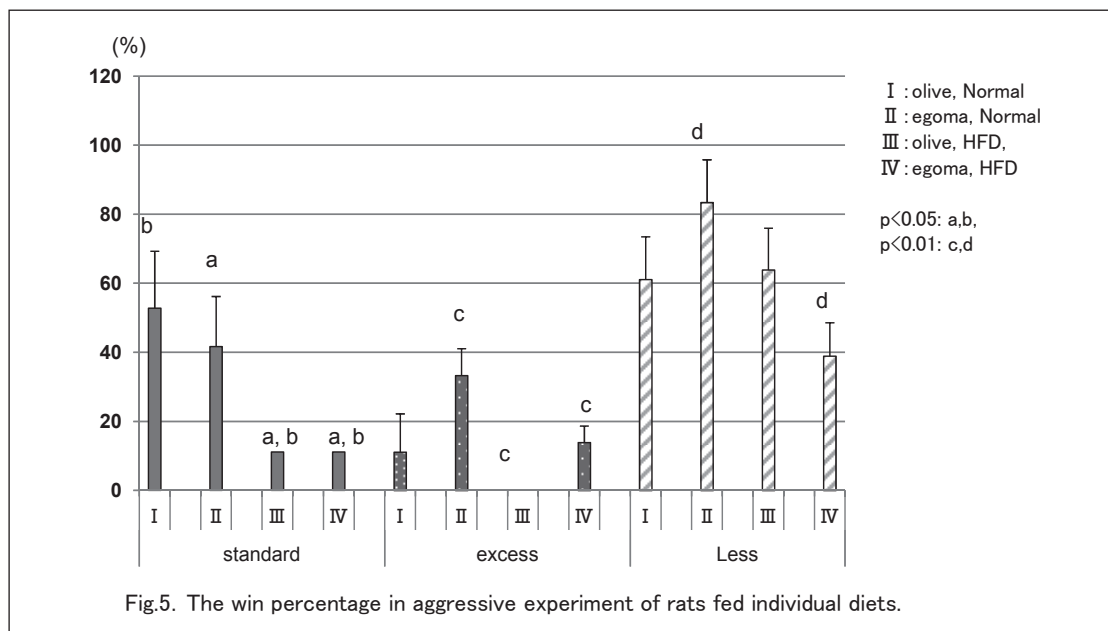




のオリーブ油群の Normal と HFD の攻撃性はエゴマ油群や標準量のオリーブ油群より低く、特に HFD では全くみられなかった。Fig.6 では各群の攻撃行動での勝因について示した。HFD のオリーブ油群の勝因は“押し”で勝った割合が 6 割を超えていたのに対して、エゴマ油群の勝因は HFD と Normal とも対戦相手の諦めによる粘り勝ちが 6 割であった (Fig.6)。

### 考 察

n-3 系  $\alpha$ -リノレン酸含有エゴマ油の標準量、過剰量とダイエツト量の Normal は n-9 系オレイン酸含有オリーブ油群に比べて攻撃行動値は高い傾向であった (Fig.5)。しかしながら、その行動自体は相手を攻撃するというより忍耐的な粘り勝ちといえるような勝ち方であった (Fig.6)。これは、Haagensen 等による



ミニ豚が HFD の摂取により恐怖感が減少し、穏やかな行動になったことと似ていた<sup>13)</sup>。また、不安行動において、エゴマ油群はオリーブ油群に比べて高架式十字迷路試験による不安行動値は高かったが、髭の動きは正常であり (data not shown)、立ち上がり回数も多いことより (Fig.3) 不安を感じてないと考えられる。これに関して、山田等は脳内カンナビノイド受容体活性に n-3 系脂肪酸は作用し、恐怖記憶を抑制した<sup>14)</sup>と報告したことから、本研究でのラットが不安を感じているように見られなかったこととの関連性も示唆された。不安行動にはグルココルチコイド情報伝達系が関係しているといわれるが、HFD においては使用する脂肪酸の質や摂取年齢によっても異なる為、さらに検討を行う必要がある。

Normal の不安行動においてオリーブ油群が回避したのは、既報<sup>9)</sup>において n-6 系リノール酸含有コーン油での脂質過剰食でも同様にみられた (Fig.1)。攻撃行動では、ダイエット群においてエゴマ油群の HFD が Normal に比べて 65% も減少したのは、オリーブ油群が Normal と HFD で変化しなかったのと異なっていた (Fig.5)。

本研究より、摂取量およびエゴマ油とオリーブ油が精神行動に及ぼす影響はそれぞれ異なることが明らかとなった。今後メカニズムについてさらなる研究が望まれる。

摂取においては、目的に応じて摂取量および脂質の質を選択することで効果が得られることが示唆された。

## 結 論

1. 不安行動では、エゴマ油群が Normal と HFD において標準量、過剰量、ダイエット量において高かった。対照的にオリーブ油群は Normal では非常に低く、特に過剰量の Normal では不安行動が全くみられなかったが、HFD の過剰量で増加したのが顕著であった。
2. 攻撃行動では、標準量と過剰量において HFD は Normal よりオリーブ油群、エゴマ油群ともに有意に低かった。また、過剰量よりダイエット量の方がオリーブ油群、エゴマ油群ともに攻撃行動は高かった。Normal のエゴマ油の勝ち率は高かったが、勝因として相手の回避によるのが 6 割であった。
3. 摂取量および脂質の質で不安行動や攻撃行動に異なる影響があることから、摂取目的に応じて選択して摂取する方が効果的であると示唆された。

## 参考文献

- 1) Montgomery P, Burton JR, et.al., Low blood long chain

- omega-3 fatty acids in UK children are associated with poor cognitive performance and behavior. PLoS One, 8:e66697,2013
- 2) de Theije CG, van den Elsen LW et.al., Dietary long chain n-3 polyunsaturated fatty acids prevent impaired social behavior and normalize brain dopamine levels in food allergic mice. Neuropharmacology,90C:15022,2014
- 3) Gonzales E, Barrett DW et.al., Omega-3 fatty acids improve behavioral coping to stress in multiparous rats. Behav Brain Res. 279C:129-138,2014
- 4) Sanchez CL, Van Swearingen AE et.al., Dietary manipulation of serotonergic and dopaminergic function in C57BL/6Jmice with amino acid depletion mixtures. J Neural Transm, 121:153-162,2014
- 5) de Theije CG, Wu J et.al., Autistic-like behavioural and neurochemical in a mouse model of food allergy. Behav Brain Res. 261:265-274,2014
- 6) Sakaki A, de Vega W, et.al., Maternal high-fat diet alters anxiety behavior and glucocorticoid signaling in adolescent offspring. Neuroscience, 272:92-101,2014
- 7) Quirk SE, Williams LJ, et.al. The association between diet quality, dietary patterns and depression in adults. BMC Psychiatry, 13:175, 2013
- 8) Sullivan EL, Nousen EK, Chamlou KA, Maternal high fat diet consumption during the perinatal period programs offspring behavior. Physiol Behav., 123:236-242,2014
- 9) 坂井恵子, 久野知美 他, 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. 鹿児島純心女子大学看護栄養学部紀要, 18:19-25,2014
- 10) 坂井恵子, 中尾礼奈 他, 大豆たんぱく質とオリーブオイルおよびエゴマ油がストレス負荷ラットの攻撃性に及ぼす影響, 鹿児島純心女子大学看護栄養学部紀要, 16:7-12,2012
- 11) 坂井恵子, 有川育世 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
- 12) 坂井恵子, 向原花織, 猿渡静香, トランス脂肪酸を含むマーガリンがラットの攻撃行動や血液と肝臓の脂質プロファイルに及ぼす影響. 鹿児島純心女子大学看護栄養学部紀要, 17:10-18,2013
- 13) Haagensen AM, Sorensen DB et.al., High fat, low carbohydrate diet limit fear and aggression in Gottingen minipigs. PLoS One, 9:e93821, 2014
- 14) 山田大輔, 竹尾仁良 他, 恐怖記憶は食事の脂肪酸バランスによる脳内カンナビノイド系の変化を介して修飾される. 脂質栄養学, 23(2):170,2014

## Excess intake of high fat diet with egoma oil iduced less aggressiveness than olive oil.

Keiko Sakai, Nagisa Sueta, Sayaka Maeda, Mai Wakino

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

Key words : high fat diet, anxiety behavior, aggressive behavior, excess intake

### Abstract

High fat diet (HFD) becomes more popular in reducing body weight and preventing diabetes. In other hand, HFD during maternity effected offspring child especially on brain. However, the effect of high fat diet on psychological behavior remains unclear. The aim of this study was to examine n-9 and n-3 series fatty acids on the aggressive behavior and anxiety behavior in excess intake of HFD in rats.

Method: excess intake was 1.3 times of calories of rat's standard calories and less intake was 0.7 times of calories of standard diet. Rats were fed experimental diets with either Normal or HFD using either olive oil or egoma oil for 16 weeks.

RESULT: In anxiety behavior, egoma oil showed high and no difference between standard diet and HFD in spite of excess or less calories. In contrast, olive oil showed higher on anxiety behavior of excess and less calorie diet in HFD. Anxiety behavior of egoma oil showed much higher than olive oil, but appeared fearless, and olive oil expressed much less anxiety behavior than egoma oil in HFD and standard diet.

Aggressive behavior of excess and less calorie in HFD was significantly weaker than Normal in both olive oil and egoma oil. In contrast, aggressive behavior of less calorie in HFD and Normal showed stronger than excess and standard calorie intake in both olive oil and egoma oil.

CONCLUSION: This study showed that the quality of fatty acids and volume of diet in HFD effected on anxiety and aggressive behavior. Therefore, the choice of fatty acids and the volume of diet in HFD must be important depend on the purpose of diet.

---