

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

坂井 恵子, 中尾 礼奈, 須崎 はるか

要 約

n-3系脂肪酸のエゴマ油あるいはオレイン酸を含むオリーブ油を, 動物性たんぱく質のカゼインあるいは植物性たんぱく質の大豆たんぱく質と同時に摂取した時に, ストレス負荷ラットの不安および攻撃行動に及ぼす影響について検討を行った。

結果は, 攻撃性ではストレス負荷ではコントロールより高く, オリーブオイルとエゴマ油群はカゼインおよび大豆ともに良く似た傾向であった。オリーブオイルと大豆たんぱく質の組み合わせ群が他の群より高かった。一方, エゴマ油はコントロールで他の群より高く, 特に大豆たんぱく質の方がカゼインより高くなる傾向であった。不安行動では, ストレス負荷で各食餌群ともコントロールに比べて著しく多くなる傾向が見られた。そして, エゴマ油群はオリーブオイル群より不安行動が多かった。

本研究により攻撃行動に脂肪酸だけでなく同時摂取のたんぱく質にも影響されるが, 不安行動はたんぱく質の質に影響されにくいことが明らかとなった。脂質とたんぱく質をそれぞれの状況に応じて使い分けることにより行動を制御できる可能性が示唆された。

キーワード: ストレス, 攻撃行動, 不安行動, 大豆たんぱく, 植物油

緒 言

気分障害の病因としては, 遺伝子・性格・保育環境・ストレス・身体疾患・薬剤など多様な因子が複合的に関わっている可能性があり, その中にさまざまな病態に由来する症候群を示すうつ病がある。うつ病の治療法は一般には薬物療法・精神療法・社会的サポートを含む環境調整などが行われているが, 栄養療法に関しては殆ど考慮されていない現状がある。うつ病患者や心疾患患者では, n-3系脂肪酸の摂取が少なく血漿や赤血球, 脂肪組織, 死後脳に含まれるn-3系脂肪酸の減少そしてn-6/n-3比の上昇があり, 脂肪酸と精神機能の病因との関係が示唆されている^{1,2,3)}。n-3系とn-6系多価不飽和脂肪酸は細胞膜を構成するリン脂質の構成物質であり脳に非常に多く含まれている。しかしながら, 報告の多くはEPAやDHAのサプリメントの投与が多く, 食事から検討されたものはまだ明らかになっていない。本研究の目的は, n-3系脂肪酸と動物性あるいは植物性たんぱく質の組み合わせがラットの不安行動と攻撃行動に及ぼす影響についての検討を行った。本研究では市販されているn-3系脂肪酸の α -リノレン酸含有のエゴマ油と使用頻度が多くなってきているオレイン酸を含むオリーブオイルと

たんぱく質との比較検討を行った。さらに, ストレスの影響についても検討した。

方 法

動物実験: 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)にて9~13週間飼育した。非ストレス(以下, コントロール)ラットは木片チップ入りケージで, ストレス負荷(以下, ストレス)ラットは総金網ケージで全期間の飼育を行った。食餌は各群とも同量を毎日投与し, 残量を翌日測定して摂取量を記録した。

実験飼料: 脂質としてn-3系のエゴマ油(朝日ST), オレイン酸のオリーブオイル(和光純薬), オリーブオイルとn-3系のシソ油との混合油(日本油脂)の3種類を使用した。動物性たんぱく質はカゼイン(和光純薬), 植物性たんぱく質は大豆たんぱく質(和光純薬)を用い, その他の飼料の成分はすべて同じで行った。

行動実験: 不安行動実験は高架式十字迷路試験で行った⁴⁾。攻撃行動実験はラットの胴体の大きさと等しい筒の中にラットを同時に放ち, 先に押し出されるか, あるいは退却によって自ら筒から出た方を負けとした⁴⁾。

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った。

Table 1 Experimental diet (g)

	1 olive casein	2 olive soy	3 egoma casein	4 egoma soy	5 mix casein	6 mix soy
corn starch	48.3	48.3	48.3	48.3	48.3	48.3
sucrose	10	10	10	10	10	10
casein	20	0	20	0	20	0
soy protein	0	20	0	20	0	20
cellulose	4.25	4.25	4.25	4.25	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	9.8	9.8	0	0	0	0
egoma oil	0	0	9.8	9.8	0	0
mix oil (olive +shiso)	0	0	0	0	9.8	9.8

結 果

攻撃性では、ストレスの影響はコントロールに比べてオリーブオイルとエゴマ油両群とも高くなった (Fig. 1)。

ストレスの場合、カゼインの方が大豆に比べて攻撃性が増す傾向が見られた。混合油の場合はカゼインの攻撃性はコントロールの方が高かった。

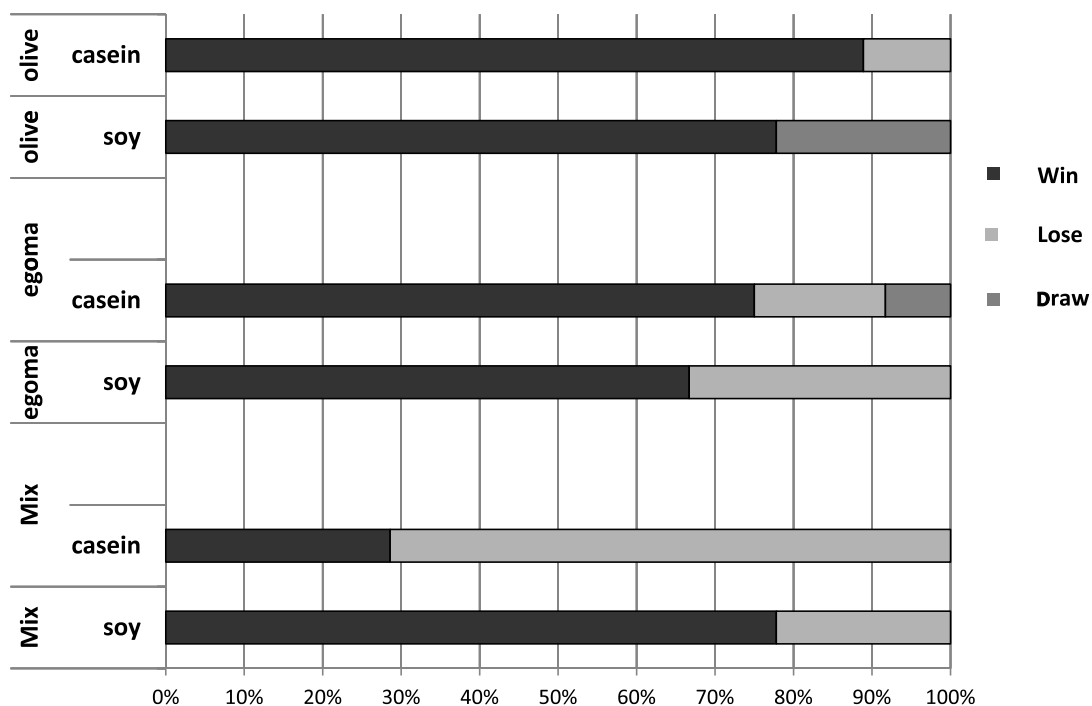
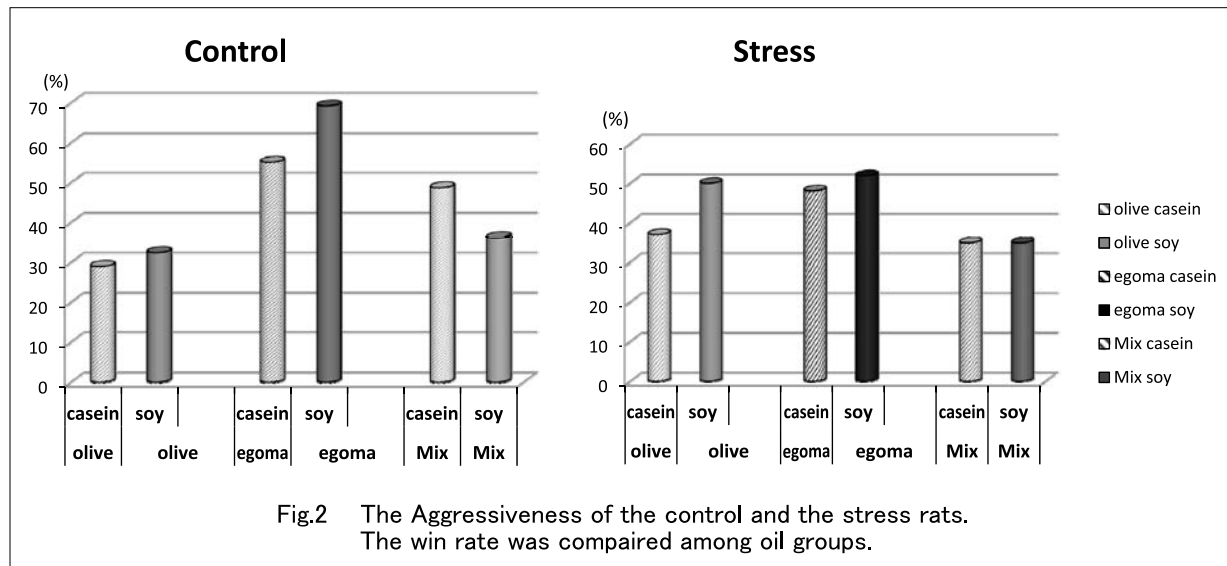


Fig.1 Aggressiveness of the effect of stress compared with control.
The graph showed the win rates of the stress against control.

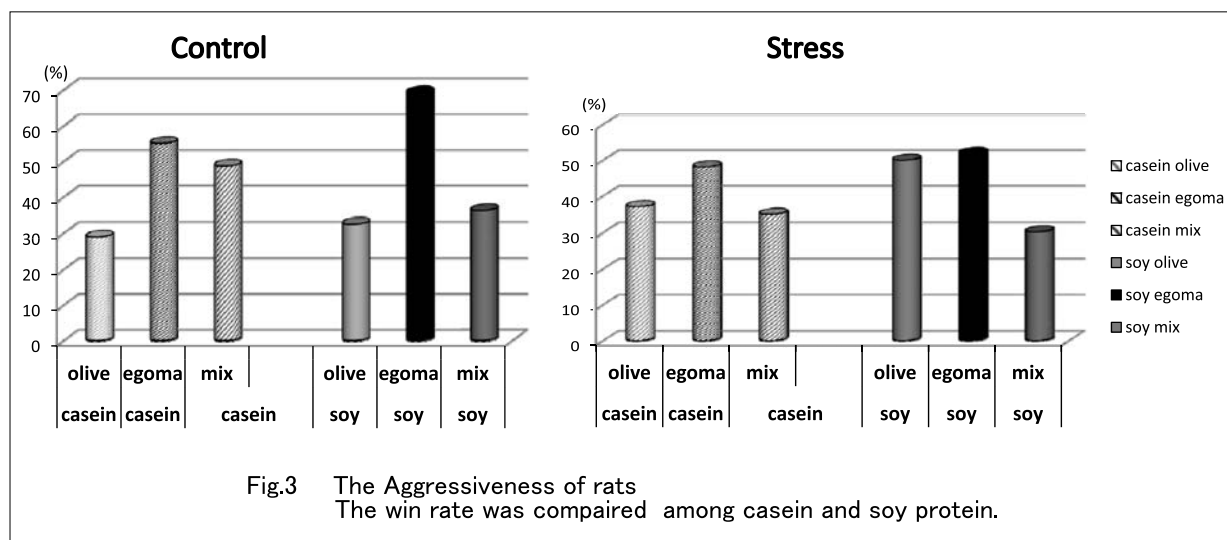
次に、オイル群間の比較をみると、コントロールでは、エゴマ油群がオリーブオイル群と混合油群に比べて攻撃性が高く、大豆たんぱくで著しいのが認められた (Fig. 2)。一方、ストレスではエゴマ油群の

攻撃性は大豆たんぱくを含めオリーブオイル群と同程度まで低下した。オリーブオイル群はコントロールに比べストレスにより攻撃性が上昇し、大豆で顕著であった。



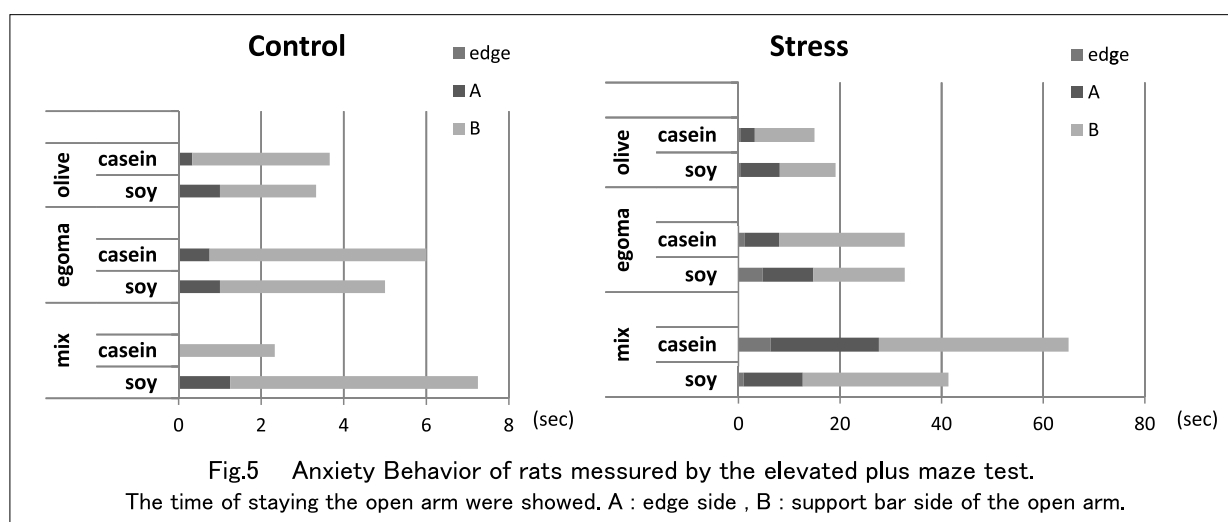
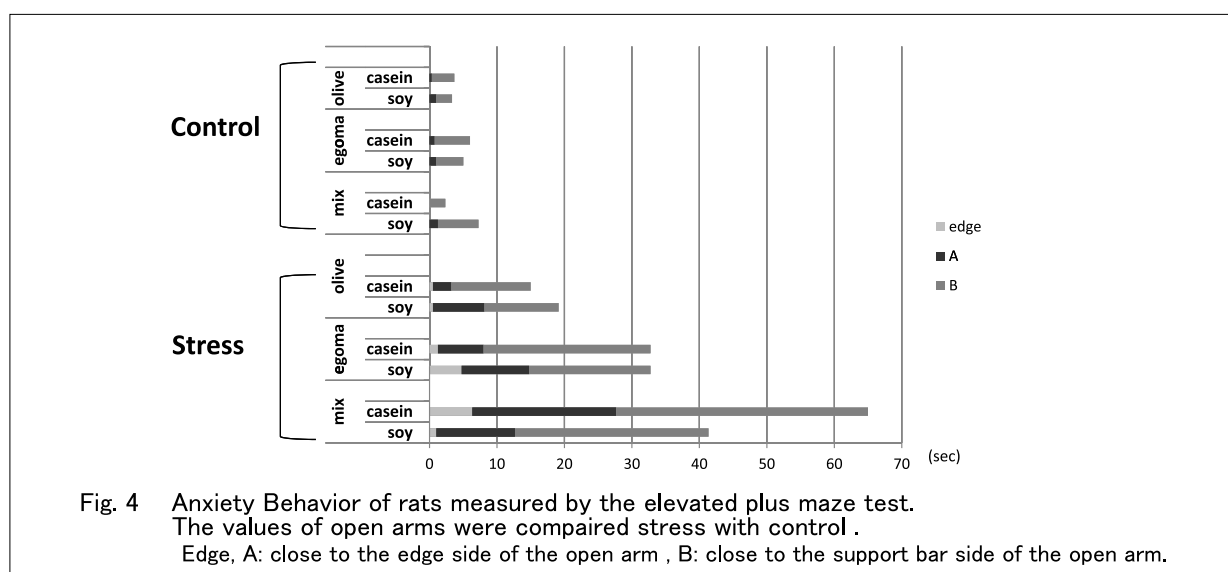
また、たんぱく質で比較すると、コントロールでは大豆たんぱくとエゴマ油群が攻撃性が最も高かった (Fig. 3)。コントロールでは、オリーブオイル群はカゼインと大豆たんぱくに攻撃性の差は認められなかった。しかし、ストレスでは、オリーブオイル群

は大豆たんぱくで攻撃性が増加する傾向が見られた。エゴマ油の場合、ストレス状況下ではカゼインと大豆では攻撃性に差はみられなかった。一方、混合油の場合、ストレスの有無に関わらずカゼインより大豆たんぱくが低くなる傾向がみられた。



一方、不安行動はどのオイル群そしてたんぱく質の組み合わせでもストレスにより顕著な増加を示した (Fig. 4)。ストレスでは、コントロールでは見られなかった高架式十字迷路試験の柵のない末端に滞在するという危険を顧みない行動がどの食餌群でも現れた。その中ではオリーブオイル群は他に比べて不安行動は低かった。いずれもたんぱく質の組み合わせには差が認められなかった。コントロールでは、

不安行動は低く各食餌群間に差はみられなかった (Fig. 5)。対照的にストレスでは、コントロールに比べて各食餌群ともに5倍以上不安行動が増加した。その中でオリーブオイル群はエゴマ油群や混合油群に比べ低いのが認められた。コントロールおよびストレスいずれも不安行動にたんぱく質の組み合わせの影響は認められなかった。



考 察

本研究から脂肪酸とたんぱく質の質と攻撃性との関係はそれぞれの油で異なっていることが示された。オリーブオイルでは、コントロールの場合カゼインと大豆たんぱくでは差がなかったが、ストレスの場合は大豆たんぱくで攻撃性が高くなる傾向があった。エゴマ油では、コントロールの場合オリーブより高く、その中でも大豆たんぱくで攻撃性が顕著であったが、ストレスの場合はカゼインと大豆たんぱく間で差はみられなかった。混合油はストレスの影響をほとんど受けず、大豆でより低い傾向であった。これらの結果より、攻撃性に影響を及ぼすのはたんぱく質よりもむしろ脂肪酸の質の影響が大きいといえる。n-3系脂肪酸が思春期や高齢者などのうつ病に改善効果があるとの報告がある^{5,6,7)}。さらに不安行動ではほとんどカゼインと大豆たんぱく質に差がなかったことから、こちらも脂肪酸の質の影響が大きいといえる。また、カゼインでは大豆たんぱくより体重増加が有意に高かったが⁸⁾、攻撃性や不安行動に

は影響が少ないのが明らかとなった。本実験で使ったエゴマ油に含まれるn-3系脂肪酸のα-リノレン酸には抗血栓作用があり、オリーブオイルは疫学的にn-6系脂肪酸や飽和脂肪酸を含む油に比べて心疾患の予防効果があるとされている⁹⁾。攻撃性と不安行動においてコントロールの場合オリーブオイルがエゴマ油より低く、ストレス状況下では差がほとんど無いことが明らかとなった。気分障害予防のために、脂質や砂糖の過剰摂取が異常行動を誘発する可能性については前報¹⁰⁾で論じたが、本研究によりたんぱく質に関して大豆たんぱくは攻撃行動において不明な点を残しているけれども、攻撃および不安行動に主として影響を与えるのは脂質の質であることが明らかとなった。

不安や攻撃行動などの情動に関係する脳内情報伝達物質のセロトニンはアミノ酸のトリプトファンから生体内で合成されるが、カゼインと大豆たんぱくではアミノ酸含量に大きな差はない¹¹⁾。このことが不安行動にたんぱく質の影響が見られなかった原因

のひとつと考えられる。その他、ノルアドレナリンは不安に関係しており、ストレスにより分泌が多くなり神経の興奮をさせるホルモンであり、アミノ酸のチロシンからこれも生体内で合成される。チロシン含量はカゼインの方が大豆より約4倍多いが⁷⁾ 本実験では影響はみられなかった。

結 論

本研究より、攻撃行動では、脂肪酸の質とたんぱく質の両方に影響され、一方、不安行動は主として脂肪酸の質であり、たんぱく質の質には影響されにくいことが明らかとなった。

参考文献

- 1) Parker G, Gibson NA, Brotchie H, et al: Omega 3 fatty acids and mood disorders. *Am J Psychiatry* 163:969-978, 2006
- 2) McNamara RK: Evaluation of docosahexaenoic acid deficiency as preventable risk factor for recurrent affective disorders: current status, future directions, and dietary recommendations. *Prostaglandin Leukot and Essent Fatty Acids* 81(2-3):223-231, 2009
- 3) McNamara RK, Hahn C-G, Jandacck R, et al: Selective deficits in the omega-3 fatty acid docosahexaenoic acid in the post-mortem orbitofrontal cortex of patients with major depressive disorder. *BiolPsychiatry* 62:17-24, 2007
- 4) 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. 鹿純女大看栄紀要 14:9-16, 2010
- 5) Swenne I, Rosling A, Tengblad S, Vessby B: Omega-3 polyunsaturated essential fatty acids are associated with depression in adolescents with eating disorders and weight loss. *Acta Paediatr* 100:1610-15, 2011
- 6) Rondanelli M, Giacosa A, Opizzi A, et al: Effect of omega-3 fatty acids supplementation on depressive symptoms and on health-related quality of life in the treatment of elderly women with depression. *J Am Coll Ntr* 29:55-64, 2010
- 7) Lucas M, Kirmayer LJ, Dery S, Dewailly E: Erythrocyte n-3 is inversely correlated with serious psychological distress among the Inuit. *J Am Coll Nutr* 29: 211-21, 2010
- 8) 坂井恵子, 須崎はるか, 中尾礼奈: 動物性および植物性たんぱく質と植物油との同時摂取における肥満との関係について. 鹿純女大看栄紀要 16: 1-6, 2012
- 9) Gardener H, Wright CB, Gu Y, et al: Mediterranean-style diet and risk of ischemic stroke, myocardial infarction, and vascular death: the Northern Manhattan Study. *Am J Clin Nutr* 94:1458-64, 2011
- 10) 坂井恵子, 有川育世, 笠野実可子, 川内泰葉, 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. 鹿純女大看栄紀要 15:15-22, 2011
- 11) 香川芳子編: 食品成分表, 女子栄養大学出版部, 2011:106-107, 134-135

The effect of soy protein with vegetable oils on the aggressive and anxiety behaviors of rats.

Keiko Sakai, Rena Nakao, Haruka Suzaki

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

Key words : soy protein, vegetable oil, aggressive behavior, anxiety behavior, stress

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of soy protein with vegetable oils on aggressive behavior and anxiety behavior. The rats fed soy protein with either olive oil or egoma oil compared with control rats fed casein with either olive or egoma oils. In addition, we investigated the effect of stress on the same condition.

The rats under the stress had the tendency to increase aggressiveness than control. Olive oil group was higher than egoma oil group, but there was no difference between casein and soy protein under the stress. The win rate of olive oil group increased with both casein and soy protein as same as the level of egoma group under the stress. On the contrast, the win rate of egoma oil group decreased with both casein and soy protein in stress.

The anxiety behavior showed that stress increased extremely more than control. Olive oil group showed lower anxiety behavior than egoma group under the stress, but no difference between casein and soy protein.

Our data showed that aggressive and anxiety behaviors were affected vegetable oils more than casein and soy protein. This study suggests that aggressive and anxiety behaviors are controlled by the quality of fatty acids. Further experiment will need to examine the quality of proteins in behavior.
