

I-2 加工食品材料の機能性確認 ～生体への影響～

I-2-1 ラットの血清中脂質濃度に及ぼす黒種エゴマ種子ならびに 白種エゴマ種子の影響について

前田宜昭 矢島克彦 海老澤隆史 鈴木 等 大塚静子

The Effects of *Perilla frutescens* Seeds of Black and White Kinds on Lipid Contents in Serum of Rats.

Yoshiaki MAEDA* Katsuhiko YAJIMA** Ryushi EBISAWA*
Hitoshi SUZUKI* Shizuko OHTSUKA**

The purpose of this animal study was to investigate the difference of *perilla frutescens* (*perilla*) seeds of black and white kinds on serum contents of lipid in young male Wistar rats. Experimental diet based AIN-93G diet, were 3 kinds of control diet, 5% *perilla* seed of black kind diet and 5% *perilla* seed of white kind diet. During the four weeks of the experiment, meal feeding pattern was *ad libitum*. All the Biochemical examinations were measured by the colorimetric determination method using the spectrophotometer. The content of triglyceride (TG) in serum of 5% *perilla* seed of black kind diet was significantly low compared with control diet. On the contrary, the content of non-esterified fatty acid (NEFA) in serum of 5% *perilla* seed of black kind diet was significantly high compared with control diet. However, there was no significant difference in serum contents of TG and NEFA of 5% *perilla* seed of white kind diet. There was no significant difference in serum contents of total cholesterol (TC) among three diets. The HDL cholesterol (HDL-C) in serum content of 5% *perilla* seed of black kind diet was significantly high compared with control diet. There was no significant difference in serum content of HDL-C of 5% *perilla* seed of white kind diet. Therefore, the content of LDL cholesterol (LDL-C) in serum of 5% *perilla* seed of black kind diet was significantly low compared with control diet. There was no significant difference in serum content of LDL-C of 5% *perilla* seed of white kind diet. The non HDL cholesterol (non HDL-C) in serum contents of 5% *perilla* seeds of black and white kinds diet were low compared with control diet; however, there was no significant difference. The ratio of LDL-C /HDL-C (L/H) of 5% *perilla* seed of black kind diet was significantly low compared with control diet. The arteriosclerotic index (AI) of 5% *perilla* seed of black kind diet was significantly low compared with control diet. The AI of 5% *perilla* seed of white kind diet was low compared with control diet; however, there was no significant difference.

(Received April 1, 2007; Accepted May 10, 2007)

実験目的

本学は、福島県塙町を葛飾区とともに支援しており、地域の絆と特色を生かす全学的な取組を行っている。塙町がある福島県全域には、特産物の一つとして荳胡麻（以下エゴマ）が食用または油を採るために栽培されている。エゴマ（学名 *Perilla frutescens* var. *frutescens*）は、花は白く、葉は緑で、草丈は1メートル以上にもなる青紫蘇とよく似たシソ科の一年草である。種子から絞った油は荳の油（えのゆ、以下エゴマ油）ともいわれ、食用に、また乾性油なので防水性を持たせる塗料として油紙、番傘などに用いられてきた。1980年代後半以降、エゴマ油が α リノレン酸を他の食用油に比べて類を見ないほど豊富に含んでいることが注目され、再び日本の食品市場に現れるようになった。その際、エゴマ油が動脈硬化予防、不整脈予防、視力向上、痴呆の予防、血圧低下精神安定、記憶学習能力向上、抗アレルギー、抗炎症、抗腫瘍作用、ガンの予防などの研究報告がなされてきた¹⁾。

ところで、エゴマの種実には黒種と白種が存在する。黒種と白種ともに国産の在来種では早生（岩手種）、中生（福島田村種）および晩生（岐阜白川種）があり、開花時期は1～2週間ほど違っている（早生8月下旬、中生9月中旬、晩生9月下旬）。白種は表皮が大きいためすりつぶした料理に多く用いられ、黒種は含油量が多いため搾油に用いられてきた。生活習慣病予防に及ぼすエゴマの影響の研究報告をみるかぎり、品種の違いについての検討したものは、ほとんど見当たらない。

そこで今回、私たちは黒種エゴマ種子と白種エゴマ種子を用いて動物飼育実験を行い、血清中の脂質濃度がどのような挙動を示すのかを比較検討したので報告する。

実験方法

1. 実験動物

実験動物として生後6週齢のWistar系雄ラット（微生物グレード：SPF）を日本チャールズ・リバー社（株）より18匹を購入した。

2. 施設環境

飼育は、本学1号館5階の動物飼育室を使用して行われた。設定温湿度は、 $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、 $55 \pm 5\%$ にした。照明時間は、12時間自動点灯・消灯方式（8:00a.m.～8:00p.m.点灯）、飼育設備は、ステンレス製6連ケージを用いた。飼料は、予備飼育期間は、一週間とし、AIN-93G精製飼料（一部改変）を自由摂取させた。本飼育開始時には、各群の体重の平均値が有意な差が認められないように均等に3群に分けた。本飼育期間は、4週間とし、表1. に示した飼料を自由摂取させた。給水は、予備飼育期間、本飼育期間ともに自由摂取させた。体重測定、飼料摂取量を毎日午前中の中に記録した。飼育終了、1週間前に代謝ゲージに移して、予備飼育したのち4日間、個別に糞尿を採取した。

3. 試験飼料の調整

試験飼料は、AIN-93G 精製飼料を一部改変して、対照群、白エゴマ種 5%添加群および黒エゴマ種 5%添加群の 3 種類を調整し使用した。

表 1 飼料組成

成分 (%)	群		
	対照群	白エゴマ 5% 添加群	黒エゴマ 5% 添加群
白エゴマ種	-	5.0	-
黒エゴマ種	-	-	5.0
カゼイン	20.0	20.0	20.0
L-シスチン	0.3	0.3	0.3
大豆油	7.0	7.0	7.0
セルロース	5.0	5.0	5.0
AIN-93Gミネラル混合	3.5	3.5	3.5
AIN-93Gビタミン混合	1.3	1.3	1.3
第3ブチルヒドロキノン	0.0014	0.0014	0.0014
α化コンスターチ	62.9	57.9	57.9
総計	100.0	100.0	100.0

4. 解剖

飼育終了後に前日絶食させた。解剖は、ジエチルエーテル麻酔科にて開腹して心臓採血を行った後、血液は、遠心分離機にて血清に分離した。心臓、肝臓、腎臓、脾臓、大腿骨、後腹壁脂肪、腎臓周囲脂肪、副睾丸周囲脂肪および腸間膜脂肪を摘出して重量を測定した。すべての臓器を摘出した後、皮膚を剥してカーカス重量を測定した。

5. 測定項目

血清中の中性脂肪（以下トリグリセライド）濃度は、トリグリセライド E-テストワコー（GPO・DAOS 法）を用いて行った。血清中の遊離脂肪酸濃度の測定は、NEFA-テストワコー（ACS・ACOD 法）を用いた。血清中の総コレステロール値の測定は、コレステロール E-テストワコー（コレステロールオキシダーゼ・DAOS 法）を用いて行った。血清中の HDL-コレステロール値の測定は、HDL-コレステロール E-テストワコー（リントングステン酸・マグネシウム塩沈殿法）を用いて行った。すべての測定は、分光光度計（HITACHI U-5100）を用いて行われた。また LDL-コレステロール値は、総コレステロール（以下 TC）値－HDL-コレステロール（以下 HDL-C）値－中性脂肪（以下 TG）濃度／5（Friedewald の計算式）を用いて算出した。LDL-C/HDL-C（L/H）比は、LDL-C 値／ HDL-C 値を用いて算出した。non HDL-コレステロール値は、TC 値－HDL-C 値を用いて算出した。動脈硬化指数（AI）は、（TC 値－ HDL-C 値）／ HDL-C 値を用いて算出した。

6. 統計処理

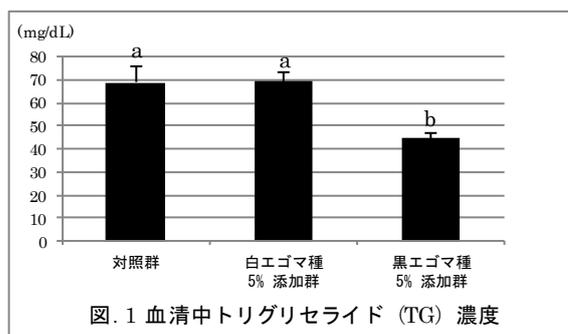
試験結果は、平均値 (n=6) ± 標準誤差で表記した。各群間の異常値は、グラブス・スミルノフ棄却検定を用いた。F 検定で等分散を確認した後、すべてデータは一元配置分散分析 (one-way ANOVA) を用いて処理した。

各群間の有意差検定は、Fischer の PLSD (対比較：すべての 2 群同士を比較する検定)、Bonferoni/Dunn (2 群ごとの比較：対照群と各群との比較する検定) および Scheffe (対比：すべての対比を比較する検定) の多重比較検定を行い、 $p < 0.05$ を有意な差が認められたとした。

結 果

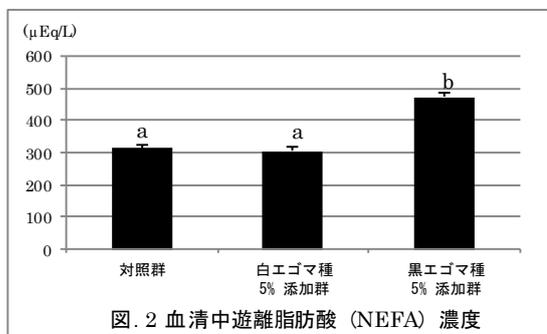
1. 血清中トリグリセライド (TG) 濃度

黒エゴマ種 5% 添加群の血清中 TG 濃度は、対照群に比べて有意に低値を示したが、白エゴマ種 5% 添加群の血清中 TG 濃度は有意な差が認められなかった。



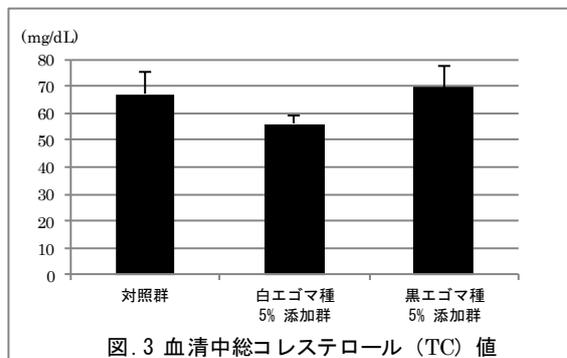
2. 血清中遊離脂肪酸 (NEFA) 濃度

黒エゴマ種 5% 添加群の血清中 NEFA 濃度は、対照群に比べて有意に高値を示したが、白エゴマ種 5% 添加群の血清中 NEFA 濃度は有意な差が認められなかった。



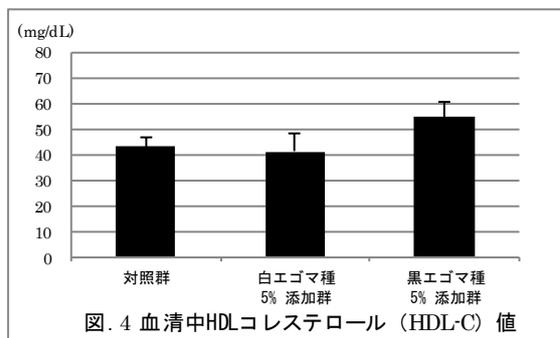
3. 血清中総コレステロール (TC) 値

対照群、白エゴマ種 5% 添加群および黒エゴマ種 5% 添加群の血清中 TC 値の間には、有意な差が認められなかった。



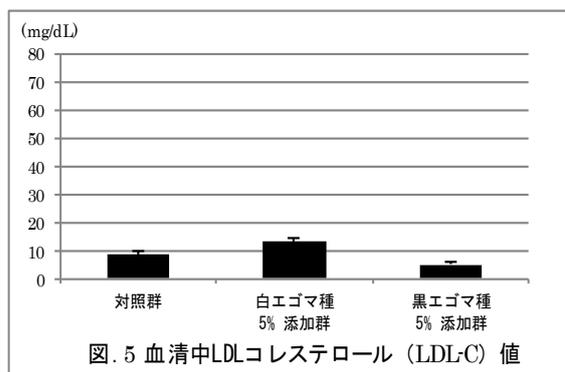
4. 血清中 HDL コレステロール (HDL-C) 値

黒エゴマ種 5% 添加群の血清中 HDL-C 値は、対照群に比べて有意に高値を示したが、白エゴマ種 5% 添加群の血清中 HDL-C 値は有意な差が認められなかった。



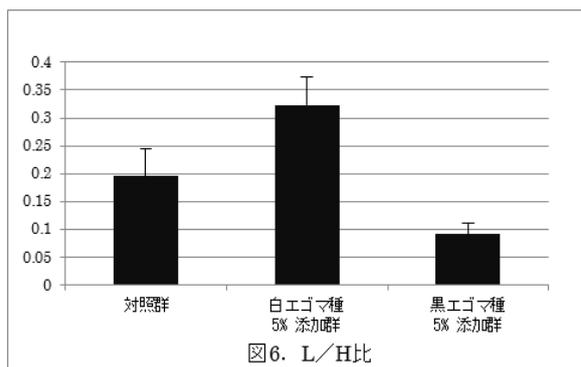
5. 血清中 LDL コレステロール (LDL-C) 値

黒エゴマ種 5% 添加群の血清中 LDL-C 値は、対照群に比べて有意に低値を示したが、白エゴマ種 5% 添加群の血清中 LDL-C 値は有意な差が認められなかった。



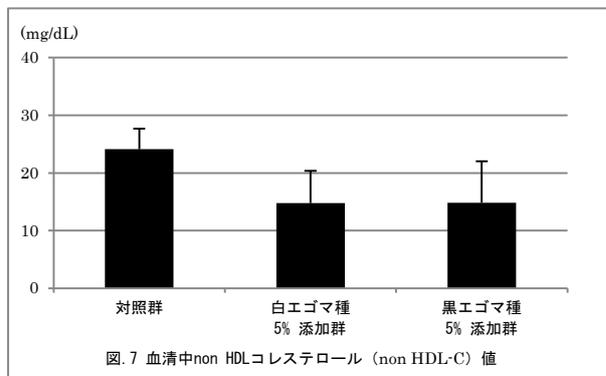
6. LDL-C/HDL-C (L/H) 比

黒エゴマ種 5%添加群の L/H 比は、対照群に比べて有意に低値を示したが、白エゴマ種 5%添加群の L/H 比は有意な差が認められなかった。



7. 血清中 non HDL コレステロール (non HDL-C) 値

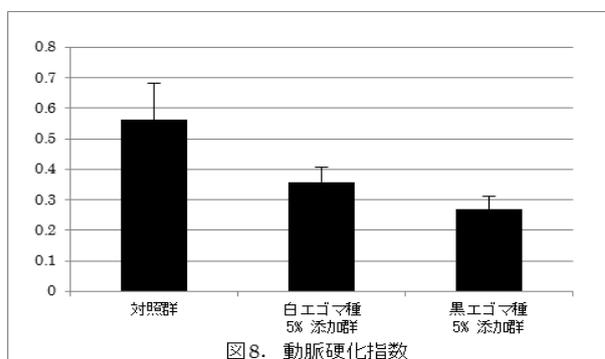
白エゴマ種 5%添加群ならびに黒エゴマ種 5%添加群の血清中 non HDL-C 値は、対照群に比べて低値傾向を示したが、有意な差が認められなかった。



8. 動脈硬化指数 (AI)

黒エゴマ種 5%添加群の AI 値は、対照群に比べて有意に低値を示した。白エゴマ種

5%添加群の AI 値は対照群に比べて低値傾向を示したが、有意な差が認められなかった。



考 察

1980年以降、リノール酸を代表とする n-6 系脂肪酸の過剰摂取によるアレルギーやアトピーなどの問題が指摘されている中、エゴマというシソ科植物には油分の半分以上が α リノレン酸という n-3 系脂肪酸が含まれていることが知られてから、数多くの研究報告がなされた。生後 6 か月～24 か月の小児に α リノレン酸の重要性が注目され、粉ミルクに添加されるようになり、また網膜機能や認知機能にも影響することが報告されている²⁾。 α リノレン酸を豊富に含む亜麻種子油（フラックスシードオイル）に骨強化作用があることが報告され、骨粗鬆症の予防に注目された³⁾。ラットに高脂肪食摂取させて α リノレン酸を継続的に摂取させたところ、糖尿病による炎症関連物質の TNF- α や IL-6 の増加抑制、活性酸素の上昇抑制が確認され、抗炎症作用と心血管保護作用の機能があることが示された⁴⁾。またマウスに α リノレン酸を摂取させたところ、血小板活性化因子とトロンビンを阻害することが認められ、抗血栓作用の効果あることが示唆された⁵⁾。高脂肪食を与えたラットに α リノレン酸を豊富に含むチア種子を長期摂取させると、心臓、肝臓および内臓脂肪に蓄積された脂肪分の増加が抑制された⁶⁾。 α リノレン酸には肺炎予防効果があることが確認されている⁷⁾。また一方で、エゴマ種子にはルテオリンやロズマリン酸という成分を多く含んでいる。ルテオリンはポリフェノールのフラボン類に分類され、ロイコトリエンの生成を触媒しているアラキドン酸リポキシゲナーゼの働きを阻害する作用があるので抗アレルギー・抗炎症作用があるとされている。またルテオリンは多くの食品中では消化・吸収しにくい配糖体といわれる形で存在しているが、エゴマ種子はアグリコンといわれる糖と結合していない状態のルテオリンを多く含むため、比較的吸収が良く、効果が失われない。またロズマリン酸には、花粉症の症状を和らげる作用があることが知られている⁸⁾ 近年のエゴマの生理機能に関する研究報告では、健常人にエゴマ油を定期的に摂取させたところ、血中 α リノレン酸濃度が上昇することや⁹⁾ 喘息患者を対象にエゴマ油を摂取させたところ、白血球ロイコトリエン B4、C4 の低下、血中好酸球の低下および呼吸機能改善が認められ

た¹⁰⁾。また血中 LDL コレステロール、総コレステロールの低下も認められた¹¹⁾ 冠動脈疾患リスクの高い人を対象とした疫学調査では、エゴマ油の主要成分である α リノレン酸の摂取が多いと冠動脈のアテローム性動脈硬化症が緩和されたことを報告している¹²⁾。一般的に収量は粒が大きい白種の方が粒の小さい黒種より 1~2 割ほど多い。また、含油量は黒種が白種より 2~3 割ほど多いとされているが、福島県農業試験場が調べた結果¹³⁾ をみるかぎりでは、土壌や品種の違いにより明確な差異は認められないようである。今回の黒種ならびに白種エゴマ種子における血中脂質成分の違いは、血中の中性脂肪濃度ならびに LDL コレステロール値が減少し、血中の HDL コレステロール値が増加した。この現象は、黒種エゴマ種子に含まれる α リノレン酸の含量に影響したとは、一概に言い切れない。白種エゴマ種子にも一部、同じ挙動を示し、血中の総コレステロールに関しては、黒種エゴマ種子より低値傾向を示した。黒種と白種エゴマ種子が脂質代謝に及ぼす影響の違いは、他に含まれている成分との相互作用により生じた結果であると考えた方が妥当かもしれない。それだけエゴマ種子には、機能性を示す多くの成分を有する食材の一つであるといえるからである。

結 論

エゴマ種子は、ラットの血清中の脂質濃度に影響を与え、特に黒種エゴマ種子による血中の中性脂肪濃度ならびに LDL コレステロール値の減少、血中の HDL コレステロール値の増加が著しかった。一部、白種エゴマ種子にもその効果が認められ、エゴマ種子は、動脈硬化症の予防に寄与することが示唆された。

文 献

- 1) 奥山治美：シソ・エゴマ油の生理機能に関する論文要約集 1987~2007, 脂質栄養オープン・リーサチ・センター 金城学院大学消費生活科学研究所 (2008)
- 2) Huffman SL, Harika RK, Eilander A, Osendarp SJ.: Essential fats: how do they affect growth and development of infants and young children in developing countries?, A literature review., *Matern Child Nutr.* Oct; 7 Suppl 3: 44-65. (2011)
- 3) Kim Y, Ilich JZ.: Implications of dietary α -linolenic acid in bone health., *Nutrition.*, Nov-Dec;27(11-12):1101-7(2011)
- 4) Xie N, Zhang W, Li J, Liang H, Zhou H, Duan W, Xu X, Yu S, Zhang H, Yi D. : α -Linolenic acid intake attenuates myocardial ischemia/reperfusion injury through anti-inflammatory and anti-oxidative stress effects in diabetic but not normal rats., *Arch Med Res.* Apr;42(3):171-81(2011)

- 5) Holy EW, Forestier M, Richter EK, Akhmedov A, Leiber F, Camici GG, Mocharla P, Lüscher TF, Beer JH, Tanner FC. : Implications of dietary α -linolenic acid in bone health., *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* Aug;31(8):1772–80(2011)
- 6) Poudyal H, Panchal SK, Waanders J, Ward L, Brown L.: Lipid redistribution by α -linolenic acid-rich chia seed inhibits stearyl-CoA desaturase-1 and induces cardiac and hepatic protection in diet-induced obese rats., *J Nutr Biochem.* ,Feb;23(2):153–62(2012)
- 7) Merchant AT, Curhan GC, Rimm EB, Willett WC, Fawzi WW. : Intake of n-6 and n-3 fatty acids and fish and risk of community-acquired pneumonia in US men.” *Am J Clin Nutr.*, Sep; 82(3), 668–74 (2005)
- 8) Takano H, Osakabe N, Sanbongi C, Yanagisawa R, Inoue K, Yasuda A, Natsume M, Baba S, Ichiishi E, Yoshikawa T.: Extract of *Perilla frutescens* enriched for rosmarinic acid, a polyphenolic phytochemical, inhibits seasonal allergic rhinoconjunctivitis in humans., *Exp Biol Med.* Mar; 229(3):247–54(2004)
- 9) Kurowska EM, Dresser GK, Deutsch L, Vachon D, Khalil W.: Bioavailability of omega-3 essential fatty acids from perilla seed oil., *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids.* Mar; 68(3) :207–12(2003)
- 10) 高田 真吾、芦田 耕三、保崎 泰弘、濱田 全紀、岩垣 尚史、菊池 宏、光延 文裕 : A case with persistent asthma symptoms despite fluticasone treatment in which concomitant treatment with montelukast and perilla seed oil-rich supplementation significantly improved asthma control, *岡大三朝医療センター研究報告* 76, 53–59 (2008)
- 11) Okamoto M, Mitsunobu F, Ashida K, Mifune T, Hosaki Y, Tsugeno H, Harada S, Tanizaki Y, Kataoka M, Niiya K, Harada M. : Effects of perilla seed oil supplementation on leukotriene generation by leucocytes in patients with asthma associated with lipometabolism., *Int Arch Allergy Immunol.* Jun; 122(2), 137–42. (2000)
- 12) Djoussé L, Arnett DK, Carr JJ, Eckfeldt JH, Hopkins PN, Province MA, Ellison RC; Investigators of the NHLBI FHS.: Dietary linolenic acid is inversely associated with calcified atherosclerotic plaque in the coronary arteries: the

National Heart, Lung, and Blood Institute Family Heart Study., *Circulation*.
2005 Jun 7;111(22): 2921–6. Epub, May 31 (2005)

- 13) 荒川市郎, 崩橋 紺, 宍戸洋一 : 福島県におけるエゴマの栽培の現状と含油量の特徴, 福島県農業試験場 (2004)