

ゴマ添加パンの食味と栄養について

飯塚佳恵・山下かなへ

Eating Preference and Nutrition of the Bread Containing Sesame Seeds

Yoshie IZUKA and Kanae YAMASHITA

1. 緒言

多くの生物においては、酸素呼吸が生命活動維持のためのエネルギーを得るための主な手段である。しかし、体内に取り込まれた酸素分子の一部は活性酸素種となり、細胞膜の脂質などを酸化し破壊する。これが、動脈硬化などの多くの疾病の原因であったり、発ガンや老化のプロセスに関与していることが、最近明らかになってきた¹⁾

生体内で生じた活性酸素種を消去する機構の一つを担っているのが抗酸化物質である。生体内抗酸化物質には大きく分けて、水溶性のものと脂溶性のものがある。水溶性の抗酸化物質にはアスコルビン酸(ビタミンC)などがあり、脂溶性の抗酸化物質にはトコフェロール(ビタミンE)やカロテノイドなどがある²⁾。古くから健康に良いとされてきた食品のなかには、これらの抗酸化物質を含むものが少なくない。

なかでもゴマはトコフェロール、並びにリグナン系抗酸化物質を含む^{3)~6)}有用な食品であるが、一回に使用する量が少ないため、実際には生体内での効果あまり発揮されない可能性がある。そこでゴマの消費量を増やすため、大量、常用摂取が可能なパンへのゴマの添加を考えた。このゴマ添加パンについてその食味を比較検討し、さらに生体内酸化に対するゴマ添加パンの抑制効果についても検討したので報告する。

2. 実験方法

1) ゴマ添加パンの調製と物性の測定

ゴマは市販の炒り白ゴマ(株式会社真誠製)を粒状、またはコーヒーミルで30秒粉碎してペースト状にしたものを用いた。強力粉70g、鶏卵9g、無塩バター7g、上白糖10g、食塩0.7g、ドライイースト3.5g、脱イオン水32mlと、強力粉の重量の10%または20%の重量の粒状、またはペースト状のゴマを原料とした。

製パンは以下のようにして行った。ふるった強力粉と、他の材料をミキサーで10分間攪拌混合した。28℃で60分第一次発酵を行い、ガス抜きをし、ドウとした。植物油を塗布したアルミカップに分割成形したドウを入れて、ベンチタイム10分の後、28℃で30分第二次発酵を行い、180℃で15分オープンでばい焼した。ばい焼後、1時間室温で放置し、冷却した。こうしてできたゴマ添加パンを以下、「粒状ゴマ10%」、「粒状ゴマ20%」、「ペース

ト状ゴマ10%」, 「ペースト状ゴマ20%」とする。なお, 対照としてゴマを加えないドウも製パンした(以下「無添加」とする)。

パンについては, 冷却後の重量と葉種法による膨化体積を測定した。

2) ゴマ添加パンの官能検査

パネルを女子大学生とし, 嗜好意欲尺度および7段階評点法により, 官能検査を行った。嗜好意欲尺度の対象パン試料は「無添加」, 「粒状ゴマ20%」および「ペースト状ゴマ10%」とし, 7段階評点法は「粒状ゴマ10%」, 「粒状ゴマ20%」および「ペースト状ゴマ20%」とした。7段階評点法による官能検査結果については, 1元分散分析を行った。

3) ゴマ添加パンのラットにおける生体内抗酸化効果

「無添加」と「粒状ゴマ20%」パンについて比較することを目的として, 表1に示した組成の飼料を作成し, それぞれ「無添加食」, 「粒状ゴマ20%食」とした。これらは「無添加」および「粒状ゴマ20%」パンと同一の成分組成である。表1に示した飼料のタンパク質, 脂質, リジン, トコフェロール濃度は, 日本食品標準成分表より算出した。なお各飼料にはビタミン混合, ミネラル混合を加えなかったため, 栄養的に一部片寄りがある。

表1 飼料組成 (%)

	無添加食	粒状ゴマ20%食
強力粉	70	61
鶏卵	9	7.9
無塩バター	7	6.1
上白糖	10	8.8
食塩	0.7	0.6
ドライイースト	3.5	3.1
炒り白ゴマ		12
タンパク質	11	12
脂質	8	14
リジン (mg/100g diet)	269	312
α -Toc (mg/100g diet)	0.413	0.374
γ -Toc (mg/100g diet)	0.06	2.92

実験には3週齢のWistarラット(オス, 30匹)を1群15匹として用い, それぞれに「無添加食」または「粒状ゴマ20%食」飼料を与え, 飼料開始から1週間ごとに各群3匹ずつ処理し, 最長5週間飼育した。

ラットの処理は一夜絶食後, ネンプタール麻酔下で行った。心臓からの採血により得た血液を遠心分離して血漿を得た。肝臓は生理食塩水で還流した後摘出した。腎臓も摘出し, それぞれ測定まで -80°C で保存した。血漿, 肝臓のトコフェロールは Ueda ら⁷⁾の方法に

従い HPLC で測定した。血漿の過酸化脂質は Yagi 法⁸⁾で、肝臓、腎臓の過酸化脂質は Ohkawa ら⁹⁾の方法で測定した。

3. 結果及び考察

1) ゴマ添加パンの物性

「無添加」、「粒状ゴマ10%」、「粒状ゴマ20%」、「ペースト状ゴマ20%」パンについて、重量と膨化体積を測定した。「ペースト状ゴマ20%」パンの膨化体積は他に対して著しく低く、重量もやや重かった。これに対して「粒状ゴマ20%」パンの膨化体積は「無添加」、「粒状ゴマ10%」パンより有意に低かった ($P < 0.05$, データは省略)ものの、外観的にはほとんど差がなく、粒状ならばゴマは強力粉の20%程度までは添加できると考えられた。

2) ゴマ添加パンの官能検査

ゴマ添加パンの嗜好意欲尺度による官能検査結果を表2に示した。表2より、3種類のパンの中で最も好まれたのは「粒状ゴマ20%」であり、ペースト状ゴマも10%程度の添加量ならば「無添加」に遜色なく受け入れられることが分かった。また図1にはゴマ添加パンの7段階評点法の官能検査結果を示した。図1より、「ペースト状ゴマ20%」は「粒状ゴマ10%」や「粒状ゴマ20%」よりいずれも低い評価であり、特に外観、触感や味が好まれないからであることが分かった。「粒状ゴマ20%」は「粒状ゴマ10%」より、全体的にやや高い評価を得た。

物性、官能検査の結果、およびゴマの多量摂取という目的から、検討した5種類のパンの中では「粒状ゴマ20%」を最も優れたパンとした。

表2 ゴマ添加パンの嗜好意欲尺度による官能検査

試料	無添加	粒状ゴマ20%	ペースト状ゴマ10%
1 最も好きな食品にはいる			
2 いつもこれを食べたい			
3 機会があればいつも食べたい		1人	
4 好きだから時々食べたい	2人	4人	
5 時には好きだと思うこともある	1人	2人	4人
6 たまたま手に入れば食べてみる	4人	2人	3人
7 他に何も無いときには食べる	2人		1人
8 もし強制されれば食べる			1人
9 おそらく食べる気にはならない			

好非 好か 好わ 普 好わ 好か 好非
 ま常 まな まず 通 まず まな ま常
 しに しり しか しか しり しに
 く く くに いに い い
 な な な
 い い い

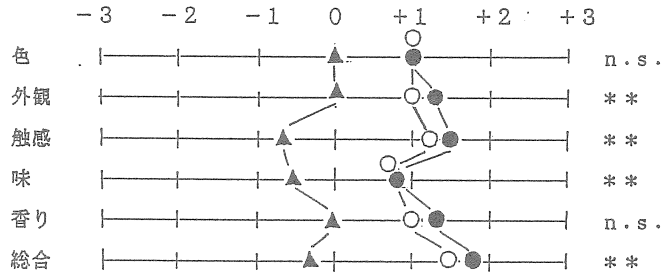


図1 ゴマ添加パンの7段階評点法の官能検査
 ○：粒状ゴマ10% ●：粒状ゴマ20% ▲：ペースト状ゴマ20%
 **：3群間にP<0.01で有意差あり n.s.：有意差なし

3) ゴマ添加による生体内トコフェロール濃度の変化

図2に両群のラットの体重変化を示した。飼育2週までは両群に差はなかったが、3週目より「粒状ゴマ20%食」群の方が、「無添加食」群よりも体重が増加した。これは、表1に示したように「粒状ゴマ20%食」飼料のタンパク量が「無添加食」飼料よりも1%高く、強力粉、ゴマ両者の第一制限アミノ酸であるリジンの含量（えさ100gあたり）も「無添加食」飼料より「粒状ゴマ20%食」飼料が43mg多いので、「粒状ゴマ20%食」飼料の方が「無添加食」飼料よりも栄養的に優れているためと考えられた。

飼育5週間中の血漿トコフェロール濃度の変化を図3に示した。α-トコフェロールは両群とも時間の経過につれ減少した。この理由は、両飼料のα-トコフェロール量がAIN標準飼料（35mg/kg feed）の1/10以下の低い値であったためと考えられた。またγ-トコフェロールはγ-トコフェロールを含む「粒状ゴマ20%食」群のみに検出され、γ-トコフェロールをほとんど含まない「無添加食」群では検出されなかった。したがって総トコフェロールは両群とも減少していくが、飼育2週目より「粒状ゴマ20%食」群の方が有意に高くなった。

肝臓のトコフェロール濃度の変化を図4に示した。飼料中のα-トコフェロール量は「粒状ゴマ20%食」の方が「無添加食」よりも少なかったが（表1）、肝臓では「粒状ゴマ20%食」群の方が「無添加食」群よりもやや高くなる傾向が見られた。γ-トコフェロールは血漿と同様に「粒状ゴマ20%食」群のみに検出された。総トコフェロールも「無添加食」群では減少していったのに対して、「粒状ゴマ20%食」群では飼育5週間に渡り、ほぼ一定の値を維持した。血漿、肝臓共にゴマ添加飼料を与えることによって、総トコフェロール量が無添加飼料のときより増加した。

ゴマ添加パンの食味と栄養について

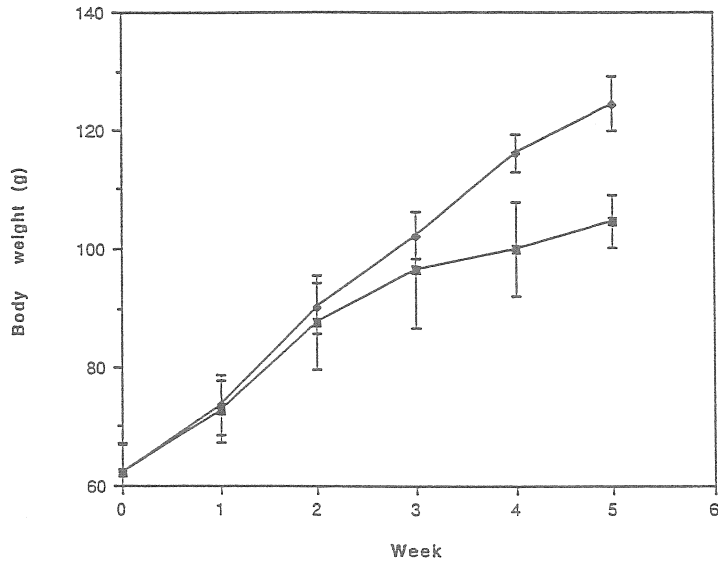


図2 ゴマ添加飼料または無添加飼料を摂取したラットの体重変化
 ●：粒状ゴマ20%食 ■：無添加食

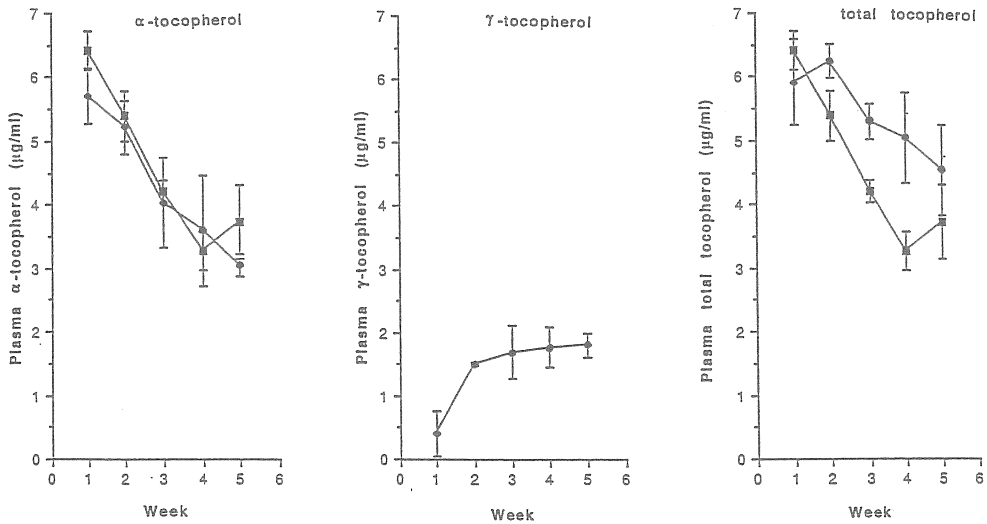


図3 ゴマ添加飼料または無添加飼料を摂取したラットの血漿トコフェロール濃度変化
 ●：粒状ゴマ20%食 ■：無添加食

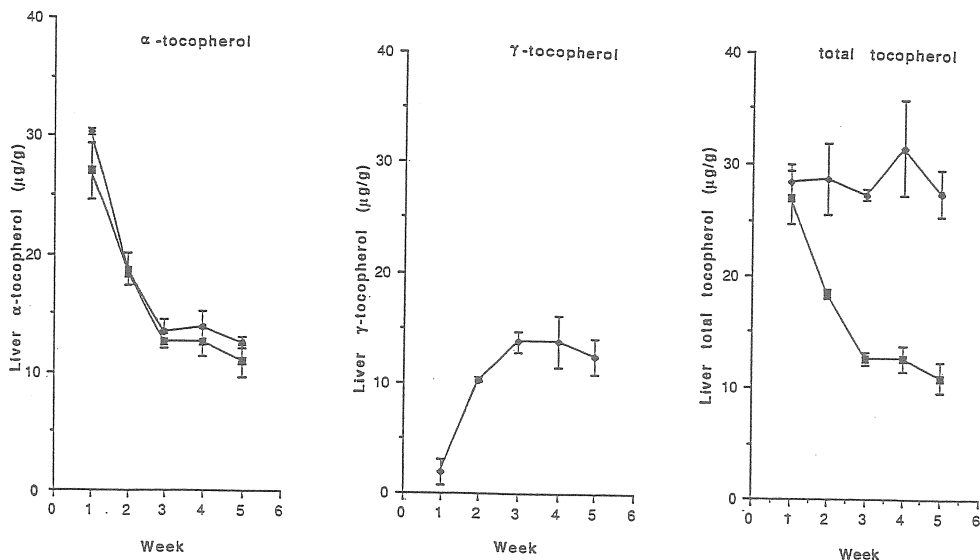


図4 ゴマ添加飼料または無添加飼料を摂取したラットの肝臓トコフェロール濃度変化
●：粒状ゴマ20%食 ■：無添加食

4) ゴマによる生体内抗酸化効果

図5に血漿の過酸化脂質濃度の変化を示した。「粒状ゴマ20%食」群では飼育3-4週目ではやや高い値を示したが、標準誤差を考慮すると飼育期間中では過酸化脂質濃度はほとんど変化していないと考えられた。これに対して「無添加食」群では投与5週目に至り、それまでの週より有意に過酸化脂質濃度が高くなった。よってゴマ添加飼料は血漿の過酸化脂質濃度の上昇を抑えると考えられた。

しかし、図6に示した肝臓の過酸化脂質濃度の変化においては、「粒状ゴマ20%食」群と「無添加食」群との間に有意な差はなく、「粒状ゴマ20%食」飼料が過酸化脂質の生成を抑制する結果は得られなかった。トコフェロール濃度では両者の間に有意な差があるので、肝臓におけるゴマ由来のトコフェロールの効果は5週間の飼育期間では短すぎて明確にならなかったのではないかと考えた。

そこで腎臓の過酸化脂質濃度についても測定し、図7に示した。有意な差は得られなかったが、「粒状ゴマ20%食」群は「無添加食」群よりも過酸化脂質濃度が低くなる傾向にあった。すなわちゴマ添加飼料の投与は血漿、腎臓の過酸化脂質生成を抑制する効果があると考えられた。しかし、肝臓の過酸化脂質の生成を抑制するまでには至らなかった。

ゴマ添加パンの食味と栄養について

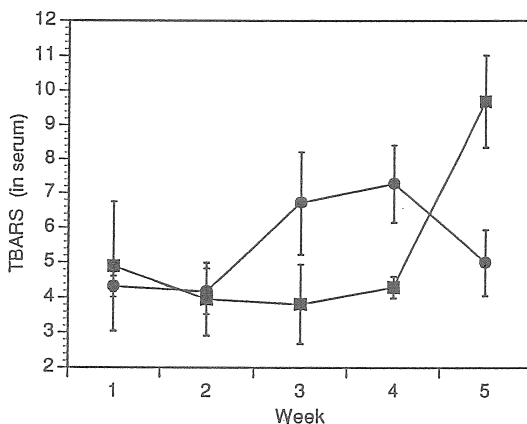


図5 ゴマ添加飼料または無添加飼料を摂取したラットの血漿過酸化脂質濃度変化

●：粒状ゴマ20%食 ■：無添加食

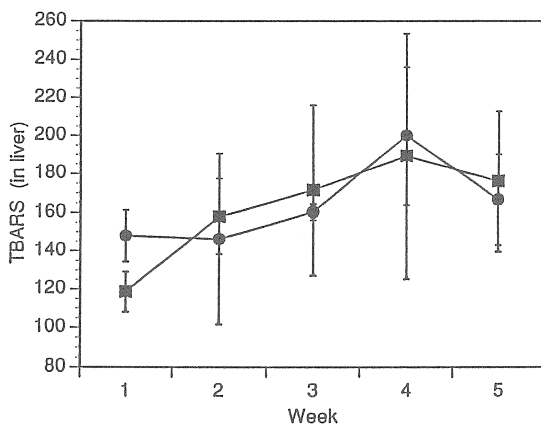


図6 ゴマ添加飼料または無添加飼料を摂取したラットの肝臓過酸化脂質濃度変化

●：粒状ゴマ20%食 ■：無添加食

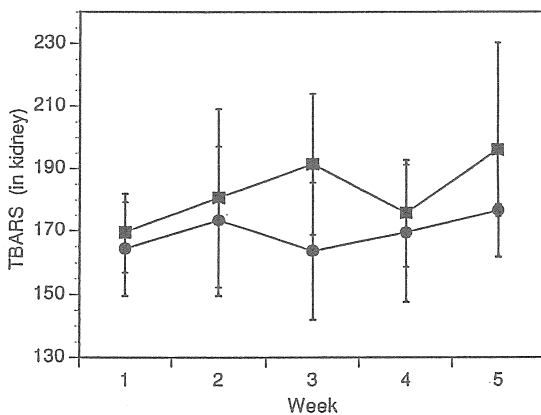


図7 ゴマ添加飼料または無添加飼料を摂取したラットの腎臓過酸化脂質濃度変化

●：粒状ゴマ20%食 ■：無添加食

4. 要 約

抗酸化物質を含む有用な食品であるゴマの多量、常用摂取を目的としてゴマ添加パンを作成し、その食味と生体内酸化に対する抑制効果について検討した。

粒状のゴマを強力粉に対して20%加えた「粒状ゴマ20%」パンの膨化体積はゴマを添加していないパンや、粒状ゴマを10%加えた「粒状ゴマ10%」パンよりも有意に低かったが、外観的にはほとんど差がなく、20%程度までの添加は可能であった。また官能検査において「粒状ゴマ20%」パンは「粒状ゴマ10%」パンよりも全体的にやや高い評価を得たが、ペースト状のゴマを強力粉に対して20%加えた「ペースト状ゴマ20%」パンは、外観、触感や味が好まれなくなり、評価が低かった。

評価が高く、ゴマも多量に摂取できる「粒状ゴマ20%」パンについて、ゴマ無添加のパンと栄養効果を比較するために、ラットへ同一の栄養組成の飼料を最大5週間投与した。ゴマ添加飼料はゴマ無添加飼料よりもリジン含量などが多く、栄養的に優れているため、ゴマ添加飼料群はゴマ無添加飼料群よりも成長がよかった。血漿と肝臓では共にゴマ添加飼料を与えることによって、 γ -トコフェロールが検出されるようになり、総トコフェロール濃度が増加した。これに伴い、ゴマ添加飼料の投与により血漿と腎臓の過酸化脂質生成は抑制されたが、肝臓の過酸化脂質の生成を抑制するまでには至らなかった。

本研究におけるトコフェロール並びに過酸化脂質の定量には、栄養化学研究室の卒業研究生の協力を得ました。また、ゴマ添加パンの調製、並びに官能検査を行って下さいました聖カタリナ女子短期大学の武田珠美先生に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 井上正康編：活性酸素と病態，学会出版センター（1992）
- 2) 二木鋭雄：栄養学雑誌，**51**，115（1993）
- 3) 福田靖子，並木満夫：日食工誌，**35**，552（1988）
- 4) 菅野道廣，秋元健吾：*Sesame Newsletter*，**2**，3（1993）
- 5) K. Yamashita, Y. Nohara, K. Katayama and M. Namiki: *J. Nutr.*, **122**, 2440（1992）
- 6) 山下かなへ，野原優子，並木満夫：日農化誌，**67**，305（1993）
- 7) T. Ueda and O. Igarashi: *J. Micronutr. Anal.*, **3**，185（1987）
- 8) K. Yagi: *Biochem. Med.*, **15**，212（1976）
- 9) H. Ohkawa, N. Ohishi and K. Yagi: *Anal. Biochem.*, **95**，351（1979）