ゴマリグナン類の酸化ストレス予防機能

大澤　俊彦

名古屋大学　大学院　生命農学研究科

ゴマリグナン類の酸化ストレス予防機能

大澤　俊彦
名古屋大学 大学院 生命農学研究科

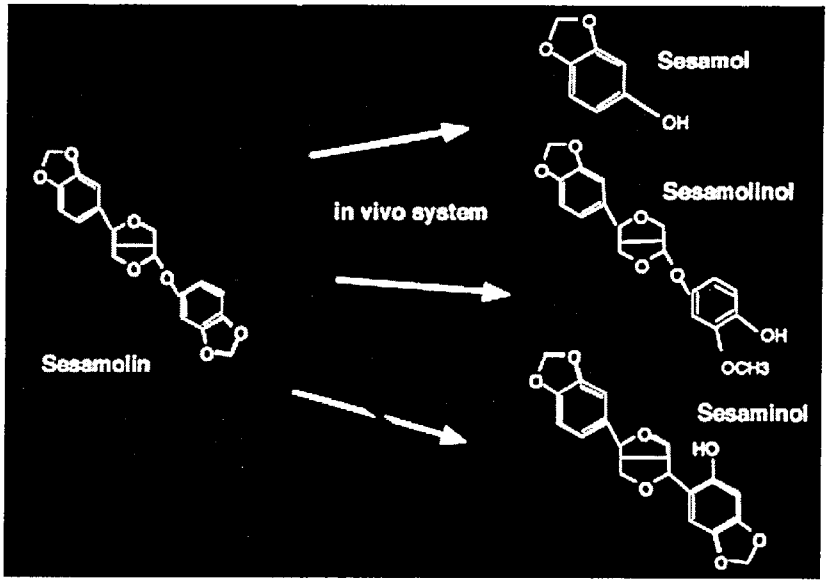
1．多様な「ゴマリグナン」の持つ生理機能性

最近では「ゴマリグナン類」との間で相乗効果が発見され、新しい機能性として注目されている（1）。このように、ゴマに特徴的な「リグナン類」が、ゴマ油の保存性や風味などの食品としての優れた面のみならず、伝統的なスパイスのひとつとして、「がん」や「老化」をはじめとする疾病の予防にも重要な役割を果たすことが明らかにされてきている（2）。

ゴマ種子中の主要なリグナン類は「セサミン」と「セサモリン」である。いずれもゴマ種子中に0.3-0.5%という高含量に存在するリグナンであるが、今まで、ほとんど研究はされていなかった（3）。「セサミン」の持つ動物レベルやヒトに対する栄養学的な分野での生理機能が注目されてきた。なかでも注目されたのは肝臓機能の増強作用と共に明らかにされたアルコール分解の促進効果であった。ヒトの実験でも、血液中からのアルコールの消失を促進することで顔面温度を低下させ、悪酔いの原因であるアセトアルデヒドの毒性を軽減させるという機能であった。この「セサミン」の生理効果については、その後も数多くの研究が進められ、特に、コレステロール低下作用に関する研究に多くの注目が集められた。その後も、乳がん細胞の増殖抑制効果や免疫機能の改善など、「セサミン」の持つ機能性は益々注目されてきている。

一方、「セサミン」と共に主要なゴマリグナン類として存在する「セサモリン」については、ゴマの生体内の生理作用についてはまったく研究が行われていなかった。そこで、われわれは、ラットを用いて生体内で「セサモリン」の消化管吸収や代謝について検討を行った（4）。その結果、摂取された「セサモリン」は、胃で抗酸化性を持つ「セサモール」や「セサモリノール」という脂溶性ゴマリグナンに変換されて生体内に吸収、各組織に分布し、特に、ラットの肝臓と腎臓での脂質の過酸化を有意に抑制する結果を得た（図―1）。

「ゴマ太白油」は他のサラダ油に較べて、開封後、長期間放置しておいても酸化的劣化が起きにくく、貯蔵安定性に優れていることが経験的にも、また、多くの研究者にも知られていた。実際に、わたしたちの研究でも、いろいろな植物油を放置しておくと劣化してゆくが、ゴマ油は、焙煎油もゴマサラダ油のどちらも他のサラダ油に較べて極めて高い酸化安定性を持っていることが明らかとなっている。「焙煎ゴマ油」の酸化安定性は、「焙煎ゴマ油」の黄色い色の原因である「メラノイジン」とセサモリンの熱分解物であるセサモ

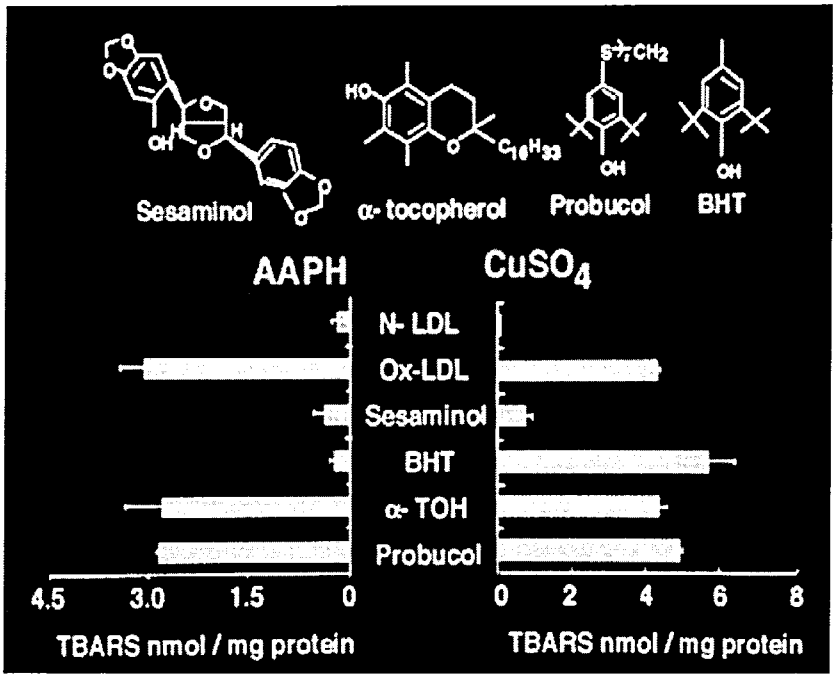


図－１．*in vivo* 系におけるセサモリン（Sesamolin）の代謝.

ールが抗酸化性に重要な役割を果たしていることは前から知られていたが、「ゴマ太白油」の場合は、トコフェロールの含量も他のサラダ油に較べてそれほど多くなく強力な酸化安定性の理由は長い間不明であった。われわれの研究グループにより、この「酸化安定性」の理由を化学的に解明することを目的とした研究が行われた結果、明らかとなったのは、この「ゴマ太白油」を精製する過程、すなわち、脱色・脱臭の過程で、主要ゴマリグナンである「セサモリン」を前駆物質として強力な抗酸化物質「セサミノール」が二次的に生成し、トコフェロールの４－５倍も含まれていることから、ゴマサラダ油の抗酸化性の本体は「セサミノール」であるとの結論に至った。

２．セサミノールの動脈硬化予防作用

この「セサミノール」は、最近、特に注目されたのは、悪玉コレステロールと呼ばれているＬＤＬ（低密度リポ蛋白質）の酸化傷害を強力に抑制することである。動脈硬化発症の原因として最近注目を集めているのは酸化ＬＤＬの生成である。すなわち、酸化ストレスの結果、ＬＤＬが酸化されるとマクロファージに貪食され、泡沫細胞となることが粥状動脈硬化巣の発症のメカニズムである。そこで、「セサミノール」の持つＬＤＬの酸化傷害に対する抑制効果の検討を行ったところ、ビタミンＥはもちろん、高脂血症の治療薬として市販されているプロブコールよりもはるかに強力な抑制効果が見いだされた（図―２）（５）。その機構解明についても、研究を進めた結果、「セサミノール」は、脂質過酸化の結果生じた脂質ヒドロペルオキシドと特異的に結合することで縮合物を形成し、その結果、脂質過酸化反応抑制することが明らかとなった（６）。



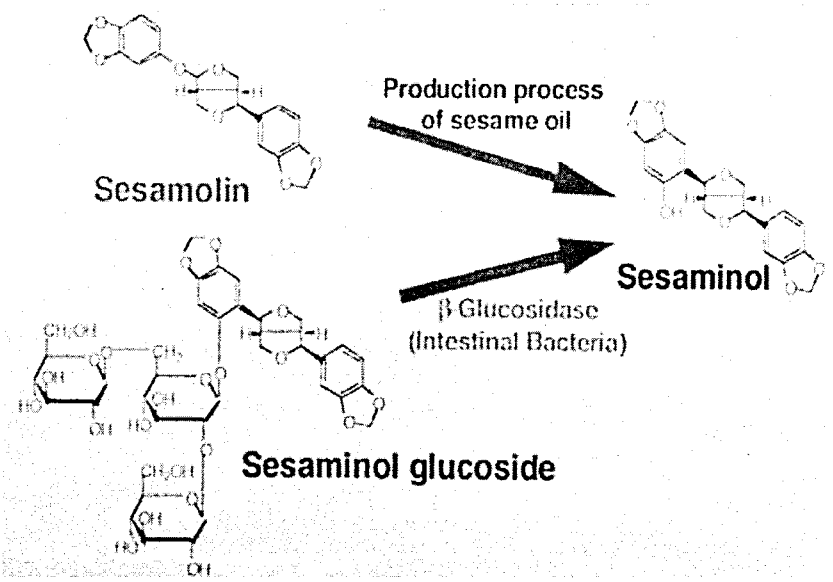
図－２．各種抗酸化物質の LDL 酸化抑制効果

ヒト LDL を調製し、ラジカル発生剤（AAPH）と銅イオン（CuSO4）で酸化誘導した。抗酸化剤としては、セサミノール（Sesaminol）以外に BHT、α－トコフェロール（α-TOH）、プロブコール（Probucol）を用いて、TBARS 法で過酸化度を評価した。

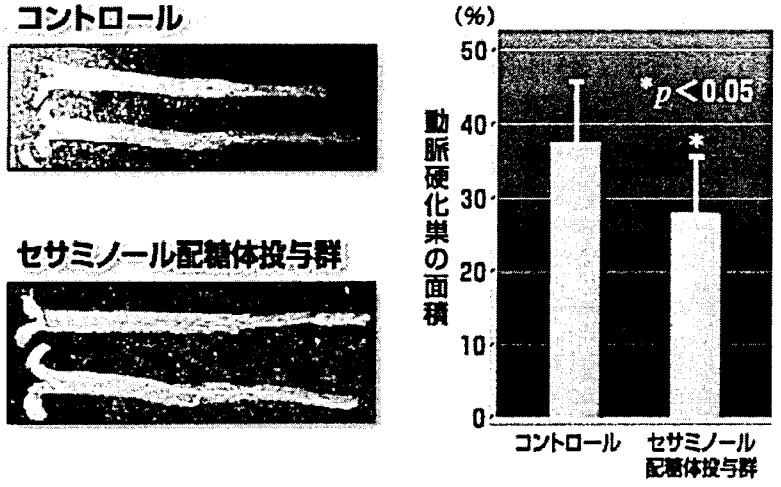
この「セサミノール」は、ゴマ油中に大量に存在していると共に、最近の研究の結果、ゴマ種子中に水溶性の「セサミノール配糖体」として大量に存在して いることが明らかとなった。これらの「セサミノール配糖体」は、それ自身抗酸化性はもたないものの、食品成分として摂取したのち、特に、腸内細菌のもつβ－グルコシダーゼの作用でアグリコンが加水分解を受けてから腸管から吸収され、最終的には脂溶性である「セサミノール」が血液を経て各種臓器中に至り、生体膜などの酸化的障害を防御するということも重要なではないかと考えられた。すなわち、セサミノールはゴマ油製造工程で二次的に生成するという経路とともに、ゴマ種子中の水溶性区分にセサミノール配糖体としても存在し、配糖体自身には抗酸化性はないものの、摂取後の腸内細菌の作用でも「セサミノール」が生成されるという興味ある結果を得ることができた（図―３）。

３．セサミノール配糖体の持つ機能性

「セサミノール配糖体」は、ゴマ油を絞った後の副産物である「ゴマ脱脂粕」中に１％という高含量で存在していることが明らかになった。年間、何万トンという生産される「ゴマ脱脂粕」が肥料や飼料としてしか利用されていないという現状を考えてみると、新しい機能性食品素材として応用開発の可能性が期待されている。最終的には、ヒトを対象とし



図－３．セサミノール配糖体からセサミノールへの変換機構.



図－４．セサミノール配糖体の動脈硬化予防作用.

た臨床研究が必要であるが、とりあえず、この「ゴマ脱脂粕」の持つ動脈硬化予防効果をウサギを用いた個体レベルでの検討を行った。実験の詳細は省略するが、高コレステロール負荷（１％コレステロール食）を与えたウサギにゴマ脱脂粕を投与し、９週間に解剖し、大動脈内におけるコレステロールの沈着を検討したところ、「ゴマ脱脂粕」を投与したウサギの大動脈内のコレステロール沈着はコントロール群に比べて有意に抑制した（図―４）。以上の結果から、「ゴマ脱脂粕」中に含まれる「リグナン配糖体」が腸内菌の作用により加水分解され、生成したセサミノールがLDLの脂質過酸化反応を抑制すると同時に動脈硬化

進展を予防する可能性が明らかになった（7）。しかも，ゴマやゴマ脱脂粕という素材の安全性は問題ないと考えられ、今後の動脈硬化予防食品として応用開発の研究の発展が期待されている 。また。つい最近に至り、家族性高脂血症のモデルである WHHL-ウサギへのセサミノール配糖体の投与実験でも抑制効果が確認されており（8）、さらに広範なセサミノール配糖体の有効性が期待されている。

一方、我々は岐阜大学医学部との共同研究で（9），ラットを用いた azoxymethane 誘発大腸化学発がん短期モデルを用いて，セサミノール配糖体混餌投与の影響を検索した。バイオマーカーとしては aberrant crypt foci（ACF），および ACF とは趣を異にする病変 beta-catenin-accumulated crypts（BCAC）を用いた。その結果、azoxymethane (AOM)＋基礎食群に比べて AOM＋500ppm セサミノール投与群では ACF の crypt multiplicity 及びサイズには差はなかったが，その発生率が有意に減少していた。500ppm セサミノール投与によっても明らかな毒性を示す所見はなかった。この結果より，セサミノール配糖体は化学予防物質の有力な候補であることが示唆された（表―1）。

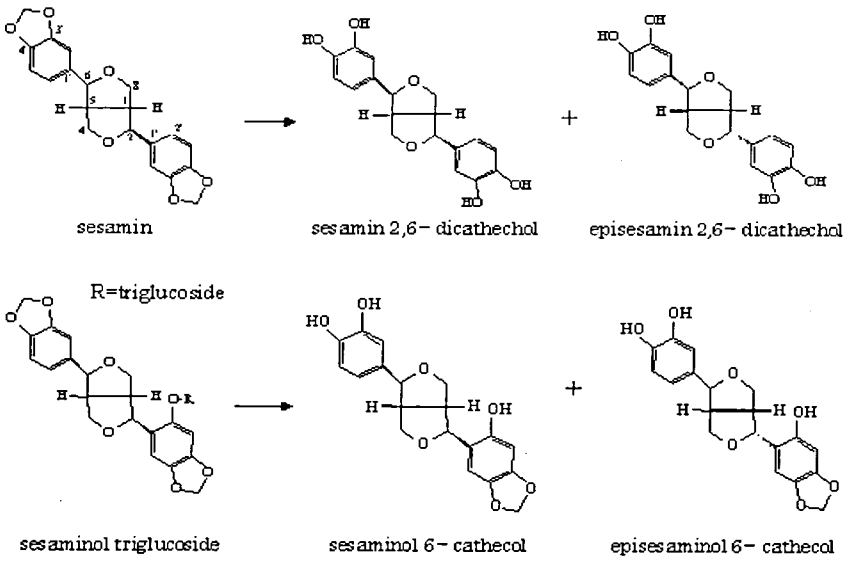
また、つい最近では、東海女子大学の三宅講師らとの共同研究で私の研究室の中村助手が中心となって、ゴマリグナンを麹菌（*Aspergillus*）で発酵させることで強力な抗酸化機能を付加した新しいリグナンを得ることができた。セサミンとセサミノール配糖体を含む培地で麹菌（*A. usamii mut. shirousamii* RIB2503）を培養し、DPPH によるラジカル捕捉効果による抗酸化性の検討を行なったところ、発酵により抗酸化活性が増大したことが明らかとなった。そこで、生成物の単離・同定を行なったところ、セサミンを含む培地からは セサミンカテコール体として sesamin 2,6-dicatechol と episesamin 2,6-dicatechol が単離・同定された。また、セサミノール配糖体（sesaminol triglucoside）を含む培地からは、セサミノール配糖体の糖部分がまず、β―グルコシダーゼで加水分解された後、図―5に示したように、セサミノールから新規なカテコールタイプのリグナンである セサミノールカテコール、sesaminol 6-catechol と episesaminol 6-catechol が単離・同定された。sesamin 2,6-dicatechol と episesamin 2,6-dicatechol は、セサミンの肝臓中での代謝産物として同定されているが、セサミノールのカテコール体の発見は初めてである。

表―1． BCAC の incidence, multiplicity, size

Treatment	Incidence	Multiplicity	Size
AOM alone	1.71±0.75[a]	3.26±2.32	101.6±55.4
AOM+250 ppm SSM	0.68±0.32[b]	3.60±2.95	102.6±50.1
AOM+500ppm SSM	0.53±0.25[b]	3.25±2.36	100.1±43.0
500 ppm SSM	0	ND	ND
Control	0	ND	ND

[a] Mean±S.D.

[b] Significantly different from control diet group by Welch's t test at $P < 0.0001$.



図－５．ゴマリグナン類の微生物変換.

４．おわりに

今まで述べたように、これらのリグナン類抗酸化成分は、ゴマ種子の保存やゴマ油の酸化安定性に大きく寄与しているとともに、未利用資源としてのゴマ脱脂粕の有効利用という面からも注目を集めている。リグナン類縁体は多くの植物中から見出されているが、特に、油糧種子中に存在するリグナン類としてはゴマリグナン類が特異的である。新しいタイプの天然抗酸化物質として油脂食品の酸化防止という食品系での応用、開発のみならず生体内での過剰な酸化ストレスを予防することで、がんをはじめ動脈硬化など、生活習慣病とよばれる疾病の予防の可能性が期待されている。さらに、ゴマ脱脂粕微生物処理することで強力な抗酸化性ゴマリグナン類を得ることができたことは、副産物の有効利用という立場とともに、新しい機能性成分の創製という立場からも重要なアプローチであり、今後の研究の進展が期待される。

文　献

大澤俊彦、井上宏生、胡麻の謎、双葉社(1999).

大澤俊彦、井上宏生、(1998) スパイスには病気を防ぐこれだけの効能があった、廣済堂出版.

姜明花、大澤俊彦、(1999) ゴマリグナン類の抗酸化性とその生理活性、ゴマの機能性（並木満夫編)、p.17-29、丸善.

M-H, Kang et al., (1998) Sesamolin Inhibited Lipid Peroxidation in Rat Liver and Kidney. J. Nutr,

128, 1018-1022.

Kang, M-H., Naito, M., Sakai, K., Uchida, K. and Osawa, T. (2000) Mode of Action of Sesame Lignans in Protecting Low-density Lipoprotein against Oxidative Damage *in vitro*, Life Sciences, 66, 161-171.

M-H, Kang et al., (1998) Inhibition of 2,2'-azobis(2,4-dimethyl- valeronitrile)-induced Lipid Peroxidation by Sesaminols, Lipids, 33, 1031-1036.

M-H, Kang et al., (1999) Dietary Deffated Sesame Flour Decreased the Susceptibility to Oxidative Stress in Hypercholestrolemic Rabbits, J. Nutri., 129, 1885-1890.

大澤俊彦、(1999)“リグナン類の機能性： 特にゴマリグナンを中心に”、日本油化学会誌、48(10), 81-88.

廣瀬善信，盛弘強，鄭僑，杉江茂幸，大澤俊彦，森秀樹、(2003.7) セサミノール配糖体混餌投与の azoxymethane 誘発 F344 ラット大腸発がんにおける修飾作用、日本がん予防研究会、東京.

Miyake, Y., Fukumoto, S., Okada, M., Sakaida, K., Nakamura, Y., and Osawa, T., Antioxidative Catechol Lignans Converted from Sesamin and Sesaminol Triglucoside by the Culturing of Genus *Aspergillus*, J. Agr. Food Chem., submitted.

참깨 리그난류의 산화스트레스 예방 기능

오사와 도시히코(大澤俊彦)
名古屋大學大學院 生命農學硏究科

1. 참깨리그난이 갖는 다양한 생리기능성

최근에는 "참깨 lignan 류" 사이에서 상승효과가 발견되어 새로운 기능성으로 주목 받고 있다(1). 이와 같이 참깨에 특징적인 리그난류가 참기름의 보존성이나 풍미 등 식품으로서의 우수성뿐만 아니라, 전통적인 향신료의 하나로서, 암과 노화를 비롯한 질병의 예방에도 중요한 구실을 한다는 것이 밝혀지고 있다(2).

참깨 종자 중의 주요 리그난류는 sesamin 과 sesamolin 이다. 모두 참깨 종자 중에 0.3~0.5%라고 하는 고함량으로 존재하는 리그난이지만 지금까지 거의 연구되지 않 았다(3). 세사민이 갖는 동물레벨이나 사람에 대한 영양학적 분야에서의 생리기능이 주목되어 왔다. 그중에서도 주목을 받은 것은 간장 기능의 증강작용과 함께 밝혀진 알코올 분해의 촉진효과였다. 사람의 실험에서도 혈액 중에서의 알코올의 소실을 촉진함으로서 안면 온도를 저하시키고, 숙취의 원인인 acetaldehyde 의 독성을 경감시킨다는 기능이었다. 이 세사민의 생리효과에 관해서는 그 후에도 많은 연구가 진행되어, 특히 콜레스테롤의 저하작용에 관한 연구가 많은 주목을 받았다. 그 후에도 유방암 세포의 증식 억제효과와 면역기능의 개선 등, 세사민이 갖는 기능성은 더욱더 주목을 받아 왔다.

한편 세사민과 함께 주요 참깨리그난류로서 존재하는 세사몰린에 관해서는, 참깨의 생체 내의 생리작용에 대해서 전혀 연구가 없었다. 그래서 저자들은 랫트를 사용하여 세사몰린의 소화관 흡수와 대사에 관해서 검토를 하였다(4). 그 결과 섭취된 세사몰린은 위에서 항산화성을 갖는 sesamol 이나 sesamolinol 이라고 하는 지용성 참깨리그난으로 변환되어 생체 내에 흡수, 각 조직에 분포하고, 특히 랫트의 간장과 신장에서의 지질의 과산화를 유의적으로 억제하는 결과를 얻었다(Fig. 1, *in vivo* 계에서의 세사몰린의 대사).

"참깨태백유(太白油)"는 다른 샐러드유와 비교하여, 개봉 후 장시간 방치해도 산화적 열화가 잘 일어나지 않아, 저장 안정성이 뛰어나다는 것이 경험적으로도, 또 많은 연구자에게도 알려져 왔다. 실제로 저자들의 연구에서도 각종 식물유를 방치하면 열화가 일어나는데, 참기름은 배전유나 참깨샐러드유의 양쪽 모두 다른 샐러드유보다 매우 높은 산화 안정성이 있음이 밝혀졌다. 배전참기름의 산화 안정성은 배전참기름의 착색의 원인인 멜라노이진과 세사몰린의 열분해물인 세사몰이 항산화성에 중요한 역할을 하고 있다는 것은 전부터 알려져 있었으나 "참깨태백유"의 경우는 토코페롤의 함량도 다른 샐러드유와 비교하여 그리 많지도 않아, 강력한 산화 안정성의 이유는 오랫동안 불명이었다. 저자들의 연구팀에 의하여, 이 산화 안정성의

이유를 화학적으로 해명하는 것을 목적으로 한 연구가 수행된 결과 밝혀진 것은, 이 참깨 태백유를 정제하는 과정, 즉 탈색, 탈취의 과정에서 주요 참깨 리그난인 세사몰린을 전구물질로 하여 강력한 항산화물질 sesaminol이 2차적으로 생성되어, 토코페롤의 4~5배나 함유되어 있는 것으로부터 참깨 샐러드유의 항산화 성의 본체가 sesaminol이라는 결론에 도달했다.

2. 세사미놀의 동맥경화 예방작용

이 세사미놀이 최근 특히 주목된 것은, 악성 콜레스테롤이라고 불리고 있는 저밀도 리포단백질(LDL)의 산화 상해를 강력히 억제하는 일이다. 동맥경화 발증의 원인으로서 최근 주목받고 있는 것은 산화 LDL의 생성이다. 즉 산화스트레스의 결과, LDL이 산화되면 마크로파지(macrophage)에 탐식되어 포말세포(泡沫細胞)가 되는 것이 죽상동맥경화소(粥狀動脈硬化巢)의 발증 메커니즘이다. 그래서 세사미놀이 갖는 LDL의 산화상해에 대한 억제효과를 검토한 바, 비타민 E 는 물론 고지혈증의 치료약으로서 시판되고 있는 Probucol 보다도 훨씬 강력한 억제효과가 발견되었다 (Fig. 2, 각종 항산화물질의 LDL 산화 억제 효과. 사람 LDL 을 조제하여 래디칼 발생제(AAPH)와 구리이온으로 산화유도했다. 항산화제로서는 세사미놀 이외에 BHT, α-토코페롤, Probucol 을 사용하여 TBARS 법으로 과산화도를 평가했다.)(5).

이 메커니즘 해명에 대해서도 연구를 진행시킨 결과, 세사미놀은, 지질 과산화의 결과 생긴, 지질 hydroperoxide와 특이적으로 결합하여 축합물을 형성하고, 그 결과 지질의 과산화반응을 억제하는 것이 밝혀졌다(6). 이 새사미놀은 참기름 중에 대량으로 존재함과 동시에, 최근의 연구 결과, 참깨 종자 중에 수용성의 "세사미놀배당 체"로서 대량 존재하고 있는 것이 밝혀졌다. 이들 세사미놀배당체는 그 자신은 항산화성을 갖지 않지만, 식품성분으로서 섭취한 후에, 특히 장내세균이 갖는 β-glucosidase 의 작용으로 아글리콘이 가수분해를 받은 다음 장관에서 흡수되어, 최종적으로는 지용성인 세사미놀이 혈액을 거쳐 각종 장기 속에 도달하여, 생체막 등의 산화적 장해를 방어한다는 것도 중요한 메커니즘이 아닌가 하고 생각되었다. 즉, 세사미놀은 참기름 제조공정에서 2차적으로 생성된다는 경로와 함께, 참깨 종자 중의 수용성 구분에 세사미놀배당체로서도 존재하여, 배당체 자신에는 항산화성이 없지만, 섭취 후의 장내세균의 작용으로서 세사미놀이 생성된다는 흥미로운 결과를 얻을 수 있었다(Fig. 3, 세사미놀배당체로부터 세사미놀에의 변환기구).

3. "세사미놀배당체"가 갖는 기능성

"세사미놀배당체"는 참기름을 짠 후의 부산물인 참깨탈지박 중에 1%라는 높은 함량으로 존재하고 있는 것이 밝혀졌다. 연간 몇 만톤씩 생산되는 참깨박이 비료나 사료로밖에 이용되고 있지 않는 현상을 생각해 보면, 새로운 기능성 식품소재로서 응용 개발의 가능성이 기대되고 있다. 최종적으로는 사람을 대상으로 한 임상연구가 필요하지만, 우선 이 참깨탈지박이 갖는 동맥경화 예방효과를 토끼를 사용한 개체 레벨에서의 검토를 하였다. 실험의 상세한 것은

생략하지만, 높은 콜레스테롤 부하(1% 콜레스테롤식)를 준 토끼에 참깨탈지박을 투여하고, 9주간에 해부하여 대 동맥 내의 콜레스테롤 침착을 검토하였더니, 참깨탈지박을 투여한 토끼의 대동맥 내의 콜레스테롤 침착이 대조군보다 유의적으로 억제되었다(Fig. 4, 세사미놀배단체의 동맥경화 예방작용). 이상의 결과에서, 참깨탈지박 중에 함유되는 리그난배당체 가 장내세균의 작용으로 가수분해되어, 생성된 세사미놀이 LDL의 지질 과산화반응을 억제함과 동시에 동맥경화의 진전을 예방할 가능성이 명백해졌다(7). 더욱이 참깨나 참깨탈지박이라는 소재의 안전성에는 문제가 없다고 생각되며, 금후의 동맥경화 예방식품으로서의 응용개발연구의 발전이 기대되고 있다. 또 극히 최근에 이르러, 가족성 고지혈증의 모델인 WHHL-토끼에 대한 세사미놀배당체의 투여실험에서도 억제효과가 확인되고 있어(8), 더욱 광범한 세사미놀배당체의 유효성이 기대되고 있다.

한편, 저자들은 기후대학(岐阜大學) 의학부와의 공동연구(9)에서 랫트를 사용한 azoxymethane 유발 대장 화학발암 단기모델을 사용하여 세사미놀배당체 혼합 식이 투여의 영향을 검색하였다. Biomarker로서는 aberrant crypt foci(ACF) 및 ACF하고는 색다른 병변한 beta- catenin-accumulated crypts(BCAC)를 사용하였다. 그 결과 azoxy-methane(AOM) + 기초식군과 비교하여 AOM + 500 ppm 세사미놀 투여군에서는 ACF의 crypt multiplicity 및 크기에는 차이가 없었지만, 그 발생률은 유의적으로 감소하였다. 500 ppm 세사미놀 투여에서도 명백한 독성을 나타내는 소견은 없었다. 이 결과로부터 세사미놀배당체는 화학 예방물질의 유력한 후보가 되는 것이 시사되었다(Table 1).

또 최근에는 도오카이여자대학(東海女子大學)의 미야케(三宅)강사 등과의 공동연구에서 저자의 연구실의 나카무라(中村)조수가 중심이 되어, 참깨리그난을 *Aspergillus*로 발효시키므로서 강력한 항산화기능이 부가된 새로운 리그난을 얻게 되었다. 세사민과 세사미놀배당체를 함유하는 배지에서 *Aspergillus usamii mut. shirousamii* RIB2503을 배양하여 DPPH에 의한 래디칼 포촉효과에 의한 항산화성의 검토를 해본 바, 발효에 의해서 항산화 활성이 증대된 것이 밝혀졌다. 그래서 생성물의 단리, 동정을 하였더니, 세사민을 함유하는 배지에서는 세사민 카테콜체로서 sesamin 2,6-dicatechol과 episesamin 2,6-dicatechol이 단리, 동정되었다. 또 세사미놀배당체(sesaminol triglucoside)를 함유하는 배지에서는 세사미놀배당체의 당 부분이 먼저 β-glucosidase로 가수분해된 후, Fig. 5에 나타낸 바와 같이 세사미놀에서 신규의 카테 콜형의 리그난인 세사미놀카테콜, sesaminol 6-catechol과 episesaminol 6-catechol이 단리, 동정되었다. Sesamin 2,6-dicatechol과 episesamin 2,6-dicatechol은 세사민의 간장 중에서의 대사산물로서 동정되어 있으나, 세사미놀의 카테콜체의 발견은 처음이다.

4. 맺는 말

지금까지 말한 바와 같이 이들 리그난류 항산화성분은 참깨 종자의 보존이나 참기름의 산화안정성에 크게 기여하고 있는 동시에, 미이용자원인 참깨탈지박의 유효적 이용이라는

면에서도 주목을 받고 있다. 리그난 유연체는 많은 식물에서 발견되고 있으나 특히 유지원료 종자 중에 존재하는 리그난류로서는 참깨리그난류가 특이적이다. 새로운 타입의 천연 항산화 물질로서, 유지식품의 산화방지라는 식품분야에서의 응용, 개발뿐만 아니라 생체 내에서의 과잉의 산화스트레스를 예방하므로서, 암을 비롯하여 동맥경화 등 생활습관병이라고 불리는 질병의 예방 가능성이 기대되고 있다. 더욱이 참깨탈지박을 미생물처리함으로써 강력한 항산화성 참깨리그난류를 얻을 수 있게 된 것은, 부산물 이용이라는 면과 함께 새로운 기능성 성분의 창출이라는 면에서도 중요한 접근이며 금후의 연구 진전이 기대된다.

♣ 강연자 약력 ♣

1969 : 도쿄(東京)大學 農學部 農藝化學科 卒業

1974 : 東京大學 農學部 博士課程 修了(農學博士)

1974ー1977 : Research Fellow, 濠洲國立大學 化學科

1978ー1995 : 나고야(名古屋)大學 農學部 助手, 助敎授

1989 : 美國 캘리포르니아大學 데이비스校 環境毒性學部 客員敎授

1995ー현재 : 名古屋大學 大學院 生命農學硏究科 敎授

發表論文 250 여편, 總說 및 著書 100 여편

主要 硏究分野 : 1) 免疫化學方法을 利用한 酸化스트레스의 메커니즘 解明

2) 酸化스트레스 및 抗癌에 대한 食品成分의 防禦役割

主要 受賞 : 2002 日本農藝化學會賞 受賞, 2003 이이지마(飯島)食品科學賞 受賞