

◆フードスタイル2・2016年5月号にリグナンリッチ黒ゴマと胡麻若葉のスムージー素材としての紹介文を掲載して頂きました。

特集

広がるスーパーフード&スムージー  
～機能性とおいしさを求めて～

- 37 インタビュー：「スーパーフード市場の新しい動き」 森弘子氏 / 日本スーパーフード協会
- 39 インタビュー：注目のスーパーフード素材 ファイザル・モハメド氏 / バイオアクティブズジャパン㈱
- 41 2つのユニークな成分を豊富に含む、リグナンリッチ黒ゴマとゴマ若葉  
内田あゆみ / 株式会社わだまんサイエンス
- 50 食べ合わせでつくる“おいしい”美腸ライフ 佐藤裕菜 / 株式会社えんぱく生活
- 52 DIC スピルリナの活用法 金子肇 / DIC ライフテック㈱
- 55 スーパーフード「キヌア」の機能性と利用 島田浩治 / 大日本明治製糖㈱
- 58 スムージーに適した機能性緑色野菜素材～ブロッコリースプラウト、フキ、ジュンサイ～  
下田博司 / オリザ油化㈱
- 61 特集関連の最新情報 編集部

10 ニュースショウ

機能性研究レポート

- 21 クマザサ葉熱水抽出エキスの免疫応答に及ぼす影響 酒井裕介 / 株式会社植物化学研究所 研究開発部

# 2つのユニークな成分を豊富に含む、 リグナンリッチ黒ゴマとゴマ若葉

うちだ  
(株)わだまんサイエンス 内田あゆみ

## はじめに

ゴマはユニークな植物で、ゴマの一生涯を通じて、抗酸化成分、それも水溶性、脂溶性の2種類を含有している。脂溶性の抗酸化成分は、すでにゴマの代名詞にもなりつつある、セサミンというリグナンの1種であり、花が咲いた後結実する種子に含有する成分だ。もう1つの水溶性成分は、ほとんど日本では認知されていなかったが、ゴマの葉に含有するアクトオシド等のポリフェノールである。

当社では、セサミン、リグナンを通常のゴマの数倍含有する「リグナンリッチ黒ゴマ」と、この種子から栽培された「ゴマ若葉末」について2007年から市場に展開してきたが、今回、特に粉末飲料、顆粒へのニーズが高まってきている香りの強い「マイクロパウダー（微粉末）」と、抗高血圧作用が示唆された「ゴマ若葉」について紹介したい。

## 1. リグナン高含有リグナン黒ゴマ

### 1) 味よりも機能性に期待、リグナンが約2～3倍のリグナンゴマ

「リグナンリッチ黒ゴマ<sup>®</sup>」（以下リグナンゴマと記載）はもともと輸入商社が世界各地のゴマの播種試験を実施し、同じ種子でもミャンマーのある地域に特定してリグナン類含量が高いゴマが栽培されることを確認し、輸入を開始したことから市場展開をしている。ミャンマーは世界でも有数の黒ゴマ生産地域で、通常のゴマも生産されているが、普通の黒ゴマは南部で生産され、リグナンリッチ黒ゴマは北東部で栽培されている。

当初創業130年のゴマ司、(株)和田萬商店でもそのゴマの用途を検討したところ、通常のゴマよりポリフェノール含量が高いため、やや渋みがあり、通常のすりゴマ、いりゴマ用途にはどうか？という疑問が生じた。そのため、健康食市場に向けてカプセル用途に搾油原料の販売を開始したという経緯がある。

原料名についても、認知度が高い成分「セサミン」だけでなく、ゴマ由来の機能性成分をすべて含有しているというイメージを「リグナン」という成分名に託し、商標を「和田萬リグナンリッチ黒胡麻」で申請、29類を取

得した。リグナンゴマ、および搾油について通常のゴマと比較したリグナン値を表1、2に示した。

「リグナンリッチ黒ゴマ」の特徴の1つは写真1のように小粒な点で、「小粒なのに、リグナン値はリッチ」と訴求できるかもしれない。

### 2) 通常のゴマとの抗酸化性比較をORAC法で

ゴマの機能は非常に多彩で、健康への期待として表3が挙げられるが、「リグナン高含有ゴマ」の差別性を訴

表1 リグナンゴマと通常のゴマとの成分比較

	リグナンゴマ	通常の黒ゴマ	倍率
セサミン	1.070 g	0.155 g	6.9 倍
セサモリン	0.403 g	0.145 g	2.7 倍
セサモール	0.004 g	0.002 g	2.0 倍
合計	1.477 g	0.302 g	4.8 倍

※表は100g中の値。

試験機関：(一財)日本食品分析センター

黒ゴマ：第101030151号、リグナンゴマ：第102013512号

表2 リグナンリッチ黒ゴマ油と通常のゴマ油との成分比較

	リグナンリッチ 黒ゴマ油	金ゴマ油	白ゴマ油	黒ゴマ油
セサミン	1.676g	0.523g	0.605g	0.590g
セサモリン	0.65g	0.124g	0.218g	0.306g
セサモール	0.0028g	0.004g	0.008g	0.002g
リグナン合計	2.328g	0.651g	0.831g	0.898g

試験機関：(一財)日本食品分析センター

リグナンリッチオイルのゴマリグナン値については、22年～25年の実測値の10ロットの平均を使用(セサミンは比色法による7ロットによる平均値記載)金ゴマ、白ゴマ、黒ゴマ油については2006年9月20日の実測値を使用

※セサミン値は比色法にて測定(成績書N0206090685)

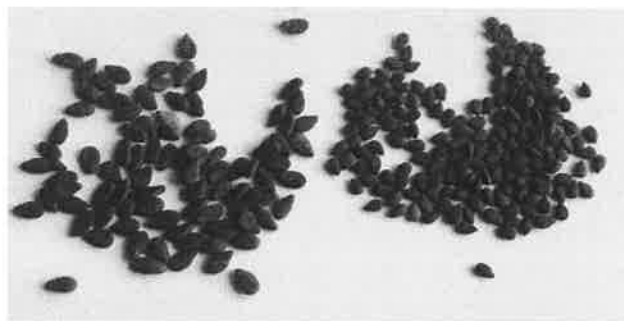


写真1 リグナンリッチ黒ゴマと通常のゴマの大きさ比較  
※右:リグナンリッチ黒ゴマ

表3 ゴマに期待される10の健康効果

アンチエイジング
アルコール代謝（二日酔い防止）
女性ホルモン作用（乳がん予防）
血液機能の改善
高血圧の抑制
血栓予防
自律神経機能の改善
動脈硬化予防
血中コレステロールのコントロール
がん予防

（緑丸出版社「ゴマのすべてがわかる本より」）

求する方法の1つとしてその抗酸化性を確認した。

ゴマ種子は金ゴマ、通常の黒ゴマ（ミャンマー産、焙煎）、リグナンリッチ黒ゴマ、未焙煎リグナンリッチ黒ゴマをORAC法で評価した。抗酸化性の評価についてはORAC法でも他のDPPH法や、スーパーオキシド消去活性も同様にすべての活性酸素種の抗酸化力を測定することはできないものの、他の方法のようにラジカルそのものを測定するのではなく、活性酸素によりアタックされた物質の変化を測定するので、生体内での活性酸素の影響を評価できると考えられている<sup>1)</sup>ORAC法で評価してみた。結果として、表4に示すように、通常のゴマとリグナン

表4 リグナンゴマ、通常のゴマのORAC値

(Oxygen Radical Absorbance Capacity/活性酸素吸収能力) の比較

	ORAC値 (μmol TE/g)
ミャンマー産黒ゴマ (焙煎)	31
リグナンリッチ黒ゴマ(未焙煎)	110
リグナンリッチ黒ゴマ (焙煎)	110
金ゴマ (焙煎)	39

抽出液に50%エタノールを用いた。参考文献 (Wu, X, *et al.* Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States, *J Agric Food Chem*, 52(12), p. 4026-37. (2004). 1 μmolのTroloxが示す活性を単位とした

((一財)日本食品分析センター 成績書NO12096572001~12096572203、2012年10月3日、12031567002、2012年4月5日)

ゴマでは抗酸化性による差が確認された。加藤信子、上野良光らの試験では、ゴマ油10%を数種の油に添加して、62日後の油脂POVを比較しているが、サラダ油と天ぷら油にゴマ油を添加した場合のPOVの抑制効果が報告されている<sup>2)</sup>。これらのことから、酸化されやすい油脂と一緒にゴマもしくはゴマ油を配合することが、製品全体の酸化を抑制する効果が示唆される。

### 3) 凍結粉碎したリグナンゴマのマイクロパウダーを顆粒飲料へ

「リグナンゴマ」の最初の商品は「搾油原料」であるが、素材展開していく中で健康食品市場においては、錠剤、顆粒、スムージー、プロテイン飲料へのゴマの需要、それも「粉末形態」のニーズが確認されたため、微粉碎の凍結粉末を2013年に上市した(写真2)。

スムージーへのゴマの添加には、ゴマという健康イメージをあわせて、以下の回があげられるだろう。

- ・野菜由来のビタミンCによりゴマ由来の鉄の吸収がアップされる
- ・ゴマ由来の食物繊維の摂取
- ・抗酸化性への寄与

ゴマは50%以上は油脂であるため、通常の方法では粉碎するとペースト化してしまう。そこで凍結粉碎という方法により60メッシュ90%という通常のすりゴマより約5倍ほど細かい微粉末ができた(写真3)。結果として水に溶解したときに「すりゴマ」よりなめらかなのど越しのゴマ顆粒飲料への用途が広がった。この凍結粉碎法については、すでにコーヒー豆について、その味と香り、色調の良さが確認されていたが<sup>3)</sup>、リグナンゴママイクロパウダーにも、際立った香りの強さ、溶解時のゴマ風味の強さが感じられた。そのため、アルファ・モス・ジャパン(株)の協力で通常のすりゴマ、ペースト、金すりゴマと比べて香りの強さ、種類についても分析をしたところ興味深い結果が得られた(図1~4)。

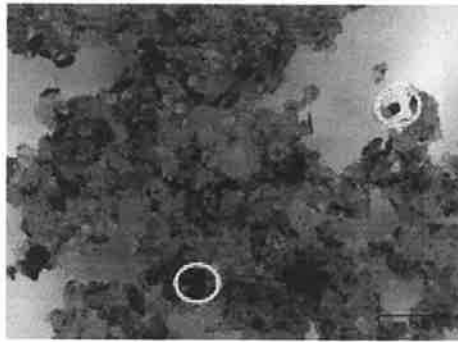
### 4) リグナンリッチ黒ゴマ（手すり）、ペースト、市販

スムージー、スープ、デザートへ利用可能なリグナンリッチ黒ゴママイクロパウダー



写真2 リグナンリッチ黒ゴママイクロパウダーの推奨利用例と市場製品

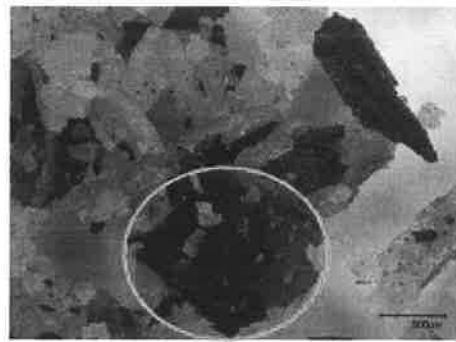
<リグナンリッチ黒ゴママイクロパウダー>



※種皮部分

<市販の黒すりゴマ>

100倍拡大画像



※胡麻の皮部分ほかの状態の画像です。

写真3 市販すりゴマとマイクロパウダーの粉碎状態の比較

香の成分	2-methylbutanal	pentanol	hexan-2-one	2-Ethyl-6-methylpyrazine	2-Octanol	1-(2-furanyl)methyl-1H-pyrrole	dimethyl sulfide	2-methylpropanal	Ethanol
香の表現	アーモンド、ココア、強い焦げ臭	果実、青草、甘い	シナモン、エーテル、果実	ナッツ、ローズト、ココア	油脂、マツシユルーム	野菜様	キャベツ、硫黄、野菜スープ	焦げ臭、果実、スパイス様	アルコール、刺激臭、甘い
香気成分の倍率	約1.5倍	約1.2倍		約1.1倍	約1/5		約3/5	約2倍	約4.3倍

※倍率は、マイクロパウダーと対照品への香気成分の倍率を記載した。

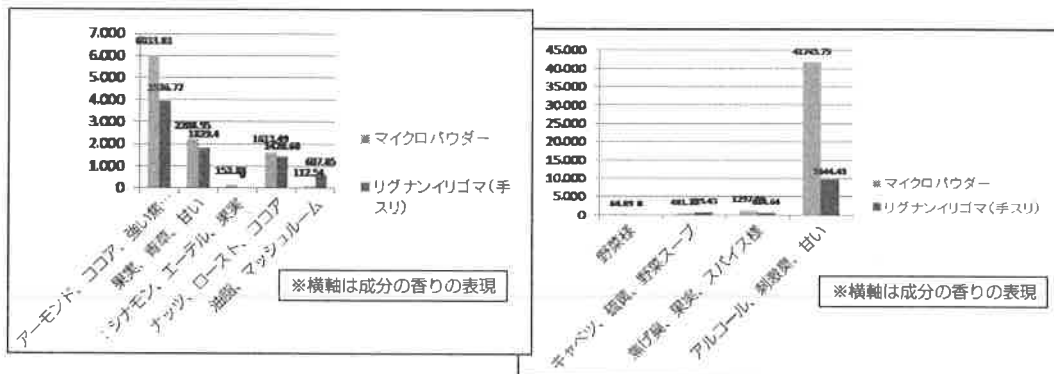


図1 マイクロパウダーと手すりのリグナンゴマの香り分析比較

### 黒すりゴマでの香りの比較

ペーストや市販の黒すりゴマに共通される香りの成分としては、焦げ臭、果実、スパイス用の香りの2-methylpropanal、ナッツローズココアの香りの2-ethyl-6-methylpyrazine、カラメル、ココア、ナッツ、ピーナツバター臭の2,3-dimethylpyrazine、殻斗果、油脂様、果実様の香りのhexanal、果実、青草、甘い香りのpentanol等であることが確認できたが、これらのゴマの特徴的な香り成分が、マイクロパウダーでは、同じゴマのペースト、市販のすりゴマ、また「手すり」より多く、香気成分の数値では約2～数倍に相当することが確認された(表中に、香気成分の倍率を記載した)。

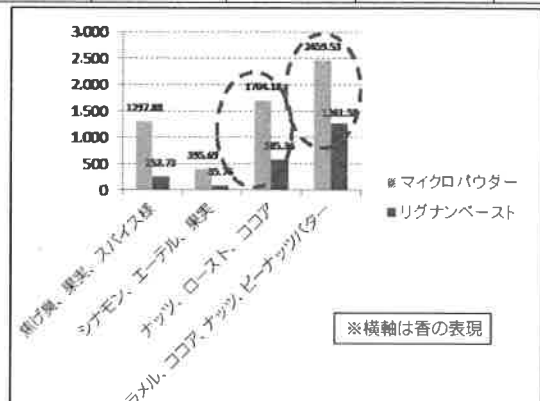
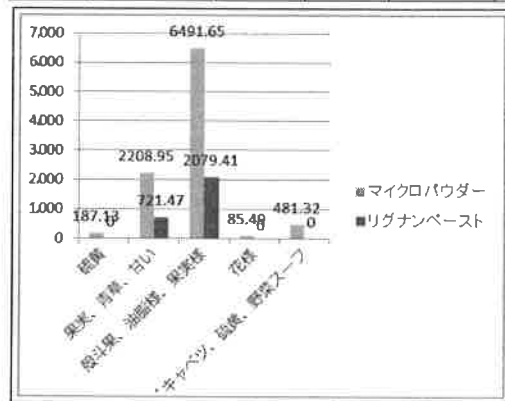
これらの試験により「リグナンゴマ」という同じゴマによっても粉碎方法、メッシュの差によって含量の差が生じること、特に香気成分の量については、マイクロパウダーとの差が明らかになった。残念ながら、ビニール

袋保存でのマイクロパウダーの加速条件下1～2カ月の保存品については、これらのゴマ特有の香り成分について低下が見られ、マイクロパウダーの強い香気成分の保持、安定性が品質管理上の重要なポイントであることもわかった。そのため、現在では、マイクロパウダーは、粉碎後5kgのアルミ袋に密閉され、脱酸素剤を封入して流通されている。

このような比較的強いゴマの香り、水へ懸濁できる利点を生かした商品形態として、大豆顆粒飲料、ゴマ風味粉末飲料への使用が増えつつあるが、香りの保持という点も、顆粒飲料に使用される場合も、個包装もしくは窒素充填への配慮をお勧めしたい。

5) 生スムージー、生ジュース用途にはゴマペーストを最終製品が、液体、ゼリー形態ではゴマをそのまま「ゴマ100%」で粉碎したペーストが使用しやすい。ゴ

香成分	Allyl mercaptan	pentanol	Hexanal	3-Nonanone	dimethyl sulfide	2-methylpropanal	hexan-2-one	2-Ethyl-6-methylpyrazine	2,3-dimethylpyrazine
香の表現	硫黄	果実、青草、甘い	豆斗果、油脂様、果実様	花様	キャベツ、硫黄、野菜スープ	焦げ臭、果実、スパイス様	シナモン、エーテル、果実	ナッツ、ロースト、ココア	カラメル、ココア、ナッツ、ピーナッツバター
香気成分の倍率		約3倍	約3倍			約2.9倍		約1.9倍	



■分析機器と分析  
 フラッシュGCノーズ HERACLES II  
 本体：Heracles IIソフトウェア：AlphaSoft V12.4  
 ヘッドスペースオートサンブラ：HS100  
 使用したカラム：  
 カラム1：MXT-5（微極性）、直径180μm、長さ10m  
 カラム2：MXT-WAX（高極性）直径180μm、長さ10m

●分析方法  
 サンプル調製→インキュベーション→サンプリング  
 →分析→解析  
 ※分析機関：アルファ・モス・ジャパン(株)

グラフ横軸の香の表現は4750報の科学論文をもとに作成された「保持指標&においライブラリAroChemBase」（アルファ・モス・ジャパン(株)）

図2 マイクロパウダーとリグナンペーストの香り分析比較

香の成分	3-Nonanone	dimethyl sulfide	2-methylpropanal	Allyl mercaptan	Butyl acetate	2-Ethyl-6-methylpyrazine	2,3-dimethylpyrazine	2-ethyl-3,6-dimethylpyrazine	2-Methyl-6-methylpyrazine
香の表現	花様	キャベツ、硫黄、野菜スープ	焦げ臭、果実、スパイス様	硫黄	果実、甘い、青草、バナナ	ナッツ、ロースト、ココア	カラメル、ココア、ナッツ、ピーナッツバター	焦げ臭、ナッツ、ロースト	ヘーゼルナッツ、ロースト
香気成分の倍率			約2.6倍			約2.9倍	約3.5倍	約2.3倍	約2.2倍

※倍率は、マイクロパウダーと対照品への香気成分の倍率を記載した。

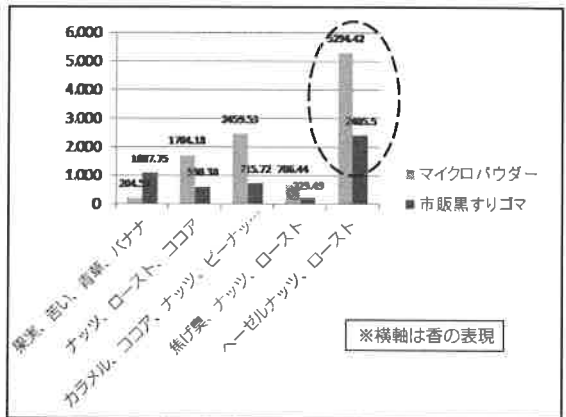
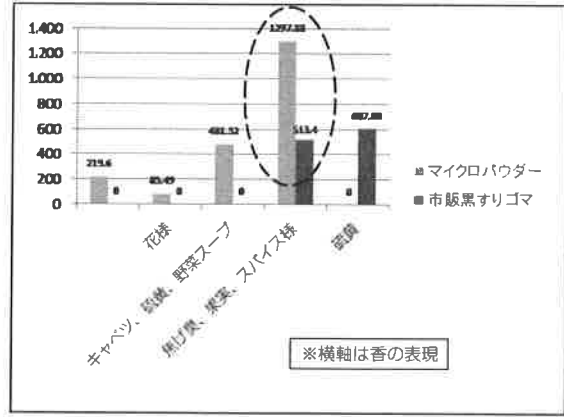


図3 マイクロパウダーと市販黒すりゴマの香り分析比較

マペーストは、すでにドレッシング、調味料、菓子類（ようかん、チョコレート、キャンディー）をはじめ、さまざまな食品に利用されているが(写真4)、和田萬商店の製法の特徴であるメッシュの細かさを生かしたサプリメント用途、カプセルへの添加を目的として、セサミ

ン含量を0.8%で規格している。和田萬商店のペーストの滑らかさの秘訣は、セラミック樹脂での粉碎回数にある。1回に7kg程度のゴマを、5～7回磨砕して滑らかなペーストにする。その粒子は、細かい部分で60～80ミクロンであり、0.5ミリのシャープペンの10分の1

1760 ゴマヨウ  
 胡麻菜 *hú má yè* [神農本草經集注]  
 【異名】青養(577)・巨勝苗(2232) [神農本草經]、莖(7)・夢神(7) [吳普本草]、胡麻苗(227) [考證本草新書]。  
 【基原】ゴマ科の植物、脂麻(2種)の葉。  
 原植物の詳細は黒脂麻(→1618)を参照。  
 【成分】乾燥した葉は、0.3%のペダリインを含む。  
 【薬理】葉は植物ゴム質を含み、水に入れると粘滑剤を形成し、下痢や痢疾の病人が飲料として用いると刺激を緩和する作用がある。  
 【性味】甘、寒。1 [神農本草經] 味は甘、寒。2 [図經本草] 甘、滑。  
 【薬効と主治】風寒濕痺、崩中、吐血、外陰瘡痒症を治す。1 [神農本草經] 五臟の邪氣、風寒濕痺を治す。氣を益す、脳髓を補う、筋骨を堅くする。長く服用すると耳や目が鋭敏になる。2 [薬性論] 崩中や血暈が長く続いているものは、新鮮なものを1升とってつき、熱湯に入れ、汁を半升絞り取り服用する。3 [千金・食治] 鬱気あたりによる発熱を止る。4 [図經本草] 大腸を利す。5 [本草綱目] 濕を去り解毒する、腸を潤す。また、糸のようなものがのどに飛び込んだものを治すには、これをかむ。  
 【用法と用量】〈内服〉煎じて服用するか、つき汁を服用する。〈外用〉研って粉末にして乾燥させ塗布する。  
 【処方例】1 吐血の治療 胡麻の若い茎と葉を煎じ、砂糖を混ぜて服用する [湖南薬物志]。2 外陰瘡痒症の治療 胡麻葉、朝陽花朱砂(→2448)をともに研って粉末にし塗布する [湖南薬物志]。  
 【備考】1 〈附弘養〉 胡麻葉は非常に肥えてなめらかなので、頭を洗うこともできるが、これをどのように服用するかはわかっていない。陰干してつき丸剤や散剤にすべきである。2 [本草綱目] 履食家が種青製作業食法に言うところによれば、秋に巨勝の種子を採集し、野菜を栽培するような方法で畝に植え、苗が出たらとって食す。滑美さは葵(→3874)に劣らない。つまり[神農本草經]に記載されているのも種菜として食すときの効能であって、丸剤や散剤としてのものではない。

図4 中薬大辞典よりゴマヨウの記載



写真4 左よりリグナンゴマペースト、1.5%溶液とプリンへの使用例

となる(原料の実測値としては100メッシュ約70%、パス)。現在、黒酢飲料、カプセル等にも使用されているが、今後はジューススタンドでの生ジュース等への用途を期待したい。

## 6) ゴマの目安摂取量、顆粒飲料への配合目安

通常ゴマは、料理、調味料、菓子等に「おいしくてカラダによいもの」の筆頭素材として食されている。福田靖子氏も、「栄養素と異なり、1日どのくらい食べたらいいか?」に対して「答えはない、抗酸化成分の多い食品を摂取するようところがけることが健康を増進する」といわれている<sup>4)</sup>。確かに栄養素のように「ゴマ」においても、「リグナン値」でも所要量は設定されていないが、ゴマの1日の推奨目安量がセサミンのエビデンスや、ゴマを摂ることで必要な栄養素への充足ができる量として、概ね1日大匙1から2(約9から18g)がゴマメーカーで推奨されているようだ。参考までにその目安摂取量設定への考え方について表5に記載した。

ゴマの機能性としては、「セサミン」としてアルコール代謝への作用<sup>5)</sup>や、抗高血圧へのエビデンスがあるほか、便秘への予防効果が期待されている<sup>6)</sup>。健康食品や粉末飲料、プロテイン飲料へゴマを配合する場合、フレーバーとしてゴマを使用するのかまたは、栄養素への充足を目的とするのか、またはセサミンの機能を期待したいのか、商品コンセプトに沿ったゴマの配合量が設定されるべきだろう。また、顆粒飲料にゴマの味覚価値を期待したい場合は、筆者の経験知によるものだが、飲料にした場合の2%~数%程度が目安になる。

## 2. リグナンゴマで栽培されたゴマ若葉

### 1) ゴマ若葉末を青汁原料へ

上述したように、リグナン含量の高いゴマを機能性素材として展開しながら、この種子を使用した「ゴマ若

表5 ゴマの目安摂取量への考え方

ゴマの成分への期待	摂取量の目安設定の考え方、根拠
セサミンと高血圧予防	ヒトでのセサミン長期摂取(60mg/日、4週間)による有意な血圧低下作用を確認しセサミンを摂取することで、生活習慣病の予備軍とも言える血圧が高めの人の血圧を改善できる可能性が示唆された。 (第46回日本人間ドック学会で発表) <a href="http://www.suntory.co.jp/news/2005/9238.html">http://www.suntory.co.jp/news/2005/9238.html</a> ※セサミン60mgは通常のゴマに含有するセサミン量0.3~0.4% ※1とした場合15から20gに相当
食物繊維の充足	ゴマに12.6%含有される食物繊維により1日の食物繊維の所要量18gの10%が摂取できる。
鉄の充足	ゴマに含有する9.9mg%(イリゴマ)とほうれん草100gにより鉄の所要量の約30%が充足できる。 ※ゴマより1.78mg、ほうれん草より2.0mg

ゴマの目安摂取量(または推奨摂取量)を1日大匙1から2(約9から18g)としている根拠としては上記のような成分からのアプローチがある。

※1:セサミン含量は、福田靖子氏、伝統食品「ごま」の調理加工から見た健康増進効果、日本調理科学会誌、40(5)297-304(2007)より

業」も青汁素材として粉末飲料素材として奨めたい。

ゴマ若葉との出会いは、当社の社長深堀が和田萬商店在籍中にゴマ畑で、そのゴマ葉を口にした強烈な苦みがきっかけである。当初セサミンが通常のゴマより3倍ほど多く含有しているゴマなら、その葉の成分にも差があるのでは？という漠然とした期待から開発に至ったが、日本大学との共同研究で、国産ゴマとのポリフェノール含有量の違いが確認でき、特許申請につながった<sup>7)</sup>。

## 2) ゴマ若葉の食歴、海外で民間療法的な用途

現在、ゴマ若葉は鹿児島と、有機JAS認定品は島根で栽培されているが、ゴマの世界各地での数千年もの食歴に反して、その若葉には食用としての履歴が日本ではない。ただ、後述するように生薬としての食歴はあるようである<sup>8)</sup>。

*S. indicum*や*S. radiatum*のゴマ葉は、アフリカやアジアにおいて胃痛、打ち身、発疹、カタル症状、目の痛みの処方に利用される伝統薬・民間薬として利用されている<sup>9)</sup>。また、中薬大辞典では、下痢や痢疾の病人が飲料として用いると刺激を緩和する作用があることや、筋肉や関節の痛みを伴う風寒湿痺、子宮出血（崩中）や吐血の治療に用いられているとされており、さまざまな薬効を有する(図4)<sup>8)</sup>。海外の食歴としては、Kubmarawaによりナイジェリアでの野菜として利用や栄養組成(食物繊維、アミノ酸組成)が紹介されている<sup>10)</sup>。また栄養成分としては表6のように、葉酸、鉄含量が高いことが挙げられる。

## 3) 抗酸化力値測定～アクテオシドの同定へ

このように、日本ではなじみが薄いながらも「ゴマ由来」の新規素材の可能性が期待された若葉について、日大生物資源科学部の松藤准教授の研究室の協力をいただき、2008年からその機能性成分への共同研究を継続させていただいている。その結果、いずれの抗酸化性もポリフェノール含量当たりの消去活性は、大麦やケールよりも強く、抗酸化性が強いとされる桑葉と同等またはそれ以上の活性であった(図5)<sup>9)</sup>。またゴマ若葉の抗酸化性を他の野菜、果物とDPPH法による数値で比較したものが表7であるが、乾物換算でおよそトマト、ホウレンソウの約5倍の抗酸化性を示すことが確認された。その後ORAC値（水溶性、脂溶性双方を合算で測定）についても表8のように470 μmol TE/gというココアに次いで高い数値を示した。ゴマ若葉に含まれるポリフェノール成分の確認により、S4とS5の2つの成分ピークが大きく、さまざまなスペクトル分析の結果、S4はペダリイン、S5はアクテオシドであることが確認され(図6)、これらの含有量はゴマ若葉粉末中に0.67%、1.16%も含まれていることが判明している。この2つがゴマ若葉の抗酸化性に寄与しているが、ポリフェノールとしては7種類を確認している。

## 4) ゴマ若葉の抗酸化成分、アクテオシドの食効への期待

アクテオシドの抗酸化性については、すでに報告されており、カフェ酸やα-トコフェロールよりも強いDPPHラジカル消去活性を有することが明らかにされている<sup>7)</sup>。

表6 ゴマ若葉粉末と他の青汁粉末との成分比較

(スーパーオキシド消去活性数値以外は100g当たり)

分析試験項目	ゴマ若葉粉末	大麦若葉粉末	ケール粉末
水分	8.0 g	5.4 g	4.5 g
鉄分	16.6 mg	20.6 mg	5.5 mg
葉酸	760 μg	290 μg	540 μg
カルシウム	1,360 mg	429 mg	1,530 mg
カリウム	4,900 mg	1,430 mg	2,170 mg
マグネシウム	477 mg	142 mg	248 mg
ビタミンA (レチノール当量)	187 μg	72 μg	206 μg
α-カロテン	40 μg	検出せず	検出せず
β-カロテン	2,220 μg	864 μg	2,470 μg
リボフラビン (ビタミンB2)	1.40 mg	0.85 mg	0.81 mg
ビタミンE (α-トコフェロール)	4.2 mg	3.4 mg	8.7 mg
ルテイン	11.3 mg	9.17 mg	9.25 mg
スーパーオキシド消去活性	1500単位/g	80単位/g	630単位/g
ポリフェノール	1,300 mg	600 mg	860 mg

試験機関：(一財)日本食品分析センター・(社)日本食品衛生協会

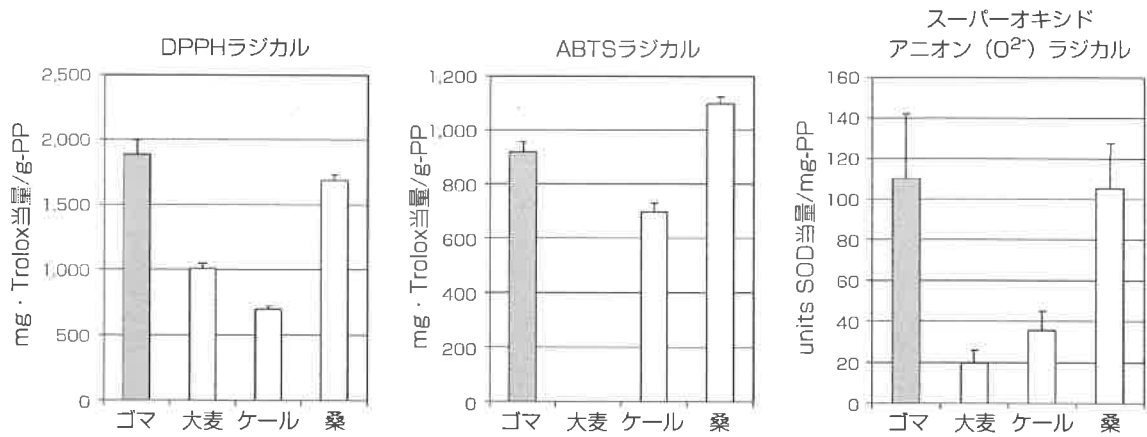


図5 ゴマ若葉と他の植物葉の各ラジカルに対する消去活性の比較

活性はポリフェノール (PP) 含量当たりで表記。活性の強さはポリフェノールの中でも抗酸化性の強いポリフェノールが含まれていることを示す<sup>9)</sup>。

アクテオシドはフェニルプロパノイド化合物の一つであり、植物、特に薬用植物中に広く分布していることが知られている。岩煙草(*Conandron ramoidioides*)、ツノゴマ(*Proboscidea Louisiana*)、天人草(*Leucoseptum japonicum*)、ハマウツボ(*Cistanchis herba*)、チョロギ(*Stachys sieboldii*)、オオバコ(*Plantago asiatica*、*Plantago depressa*)、地黄(*Rehmanniae Radix*)、オリーブ

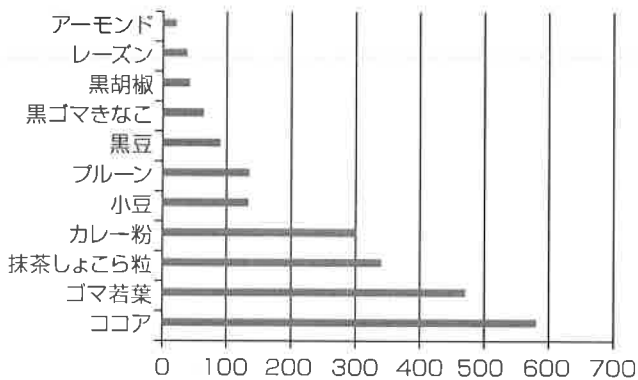
表8 ゴマ若葉と他の野菜、果物との抗酸化性の比較

(数値はDPPHラジカルの消去活性の強さを示す)

果実、野菜、海藻類、米類	μmol・Trolox当量/g
イチジク	22.0
カキ (前川次郎) 果皮	12.6
カキ (蓮台寺) 果肉	26.5
ウメ (白加賀)	30.6
巨峰 (果皮)	68.4
ウンシュウミカン	19.3
ホウレンソウ (朝露)	14.9
モロヘイヤ (葉・葉柄・莖)	84.7
オクラ	68.4
タカナ (赤大葉)	22.9
トマト (ハウス桃太郎)	13.3
シソ (葉、葉柄)	343.4
紫黒米 (玄米)	6.5
ひじき	188.4
ゴマ若葉粉末	70.7

(乾物g当たり)

表7 ゴマ若葉のORAC値



※ゴマ若葉、抹茶しよこら粒以外の数値は、「澱粉と食品」37号より引用

※ゴマ若葉末島根県産ロット110125使用

試験機関：(一財)日本食品分析センター、NO11101576001-01

野菜、果物の数値は三重県科学技術振興センター工業研究部研究報告No.31 (2007)、三重県科学技術振興センター工業研究部研究報告No.32 (2008)より引用。ゴマ若葉の数値は、粉末重量当たりの数値0.0177mgTrolox当量/mgより計算

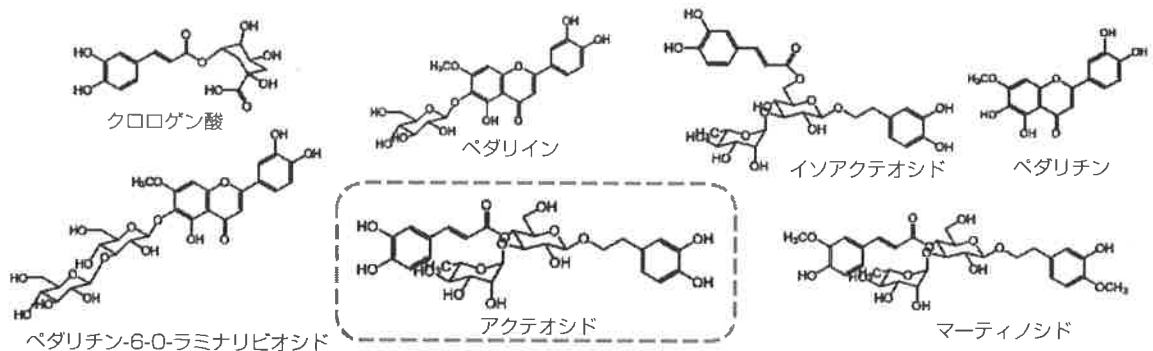


図6 ゴマ若葉に含まれるポリフェノール



果実(*Coratina*)などに含まれていることが報告されている一方、ゴマを起源として調べると、1993年にSuzukiらはゴマの全草の抽出物からアクテオシドを含めたフェニルプロパノイド類を8つ明らかにしている(含量は未調査)<sup>9)</sup>。また、石山らは発芽ゴマ中のリグナン類の変化の報告の中で成分は明らかにしていないが、分子量624の物質(アクテオシドの分子量)のDPPHラジカル捕捉活性を指摘している<sup>11)</sup>。このようにアクテオシドは、化合物や植物中での新規性はないものの、その抗酸化性に関与する成分である。

ゴマ若葉のアクテオシドが、機能性素材として期待される理由としては、抗酸化性以外にも、肝保護作用、抗炎症作用、抗侵害受容作用(antinociceptive activity; 鎮痛作用)、性機能改善、鎮静効果などさまざまな薬理作用や、ホスホリパーゼA2阻害作用や5-リボキシゲナーゼ阻害作用を有する報告がある点や免疫抑制剤、抗アレルギー剤、抗糖尿病剤としての応用が期待されている点である<sup>7, 12)</sup>。渡辺らはさまざまな生理機能を有するアクテオシドが合成できないこと、また天然植物中에서도含有量が0.002~0.08%と極微量であることから効果的な抽出法で特許を取得している<sup>12)</sup>。

また興味を魅かれる点は、アクテオシドを含む生薬である。アクテオシドは滋養強壮ドリンクにも配合されゴビ砂漠に自生するハマウツボ科肉蓯蓉(*Cistanche deserticola*)の主要成分(0.48~1.52%含有)でもあり、また、近年ニクジュヨウの代用として食効が学会でも発表されているカンカニクジュヨウ(*Cistanche tubulosa*)にも多く含まれている(0.73~2.53%)。興味深いことに、生薬では保肺益腎への効果が期待されている冬虫夏草(*C. sinensis*)にもその含有の報告がある<sup>13)</sup>。ニクジュヨウやカンカニクジュヨウの生薬は、ともに砂漠に自生していることから、その強い生命力と期待される強壮作用を重ねて原料訴求している商品の例が少なくない。

カンカニクジュヨウでは、アクテオシド以外に、エキナコシド(echinacoside)、カンカノシド(kankanoside)というフェニルプロパノイド化合物を含有しており、原料メーカーもアクテオシドほかこれらの成分を数%以上規格して供給している。この原料は現在までに国内外で広く研究されており有効成分も解明されていて、血管拡張作用や抗疲労作用、肝保護作用、更年期障害を改善する作用などが国際カンカ研究会でも報告され注目されている。中国では、有効成分にカンカだけを配合した、カプセルタイプの認知症対策の薬としても使われ、記憶力の回復や脳神経細胞の代謝改善、認知症改善の効能を有しているほか<sup>14)</sup>、またアクテオシドとしては抗炎症作用も

報告されている<sup>15)</sup>。

## 5) ゴマ若葉のACE活性阻害

抗高血圧への作用の1つとして、ACE活性阻害があるが、アクテオシドを含有する*A. districhum*、*C. trichotomum*に、活性阻害の報告があったため<sup>16)</sup>若葉粉末についても阻害活性を測定したところ、その作用が新たに確認された。比較対象素材としてはACE活性阻害作用および、抗高血圧への作用の報告がある<sup>17)</sup>黒酢を用いて比較をした。結果としては、50%阻害率は、5.7mg/mLとなり、同じ方法で測定した黒酢の50%阻害率21mg/mLと比較して、約3.6倍の阻害作用が示唆された(一般財団法人日本食品分析センター試験成績書NO1512381001およびNO1537616001より)。今後、上述したアクテオシドの機能や、機能が示唆された抗高血圧作用については、ヒトへの機能を確認すること、またゴマ若葉としての目安摂取量まで設定していくことが、当面の課題である。ちなみに、ゴマ若葉粉末1gは生若葉約14gに相当する。

## 6) ゴマ若葉の苦みのマスキング

他の青汁同様に、ゴマ若葉末も苦みがあり、決しておいしい素材ではない。また、苦みの中に渋みがあるため、顆粒飲料にした場合は、商品を飲む際の工夫や、または顆粒の処方自体への配慮が必要と思われる。

多くない配合例からすると、当然ながら甘さによりかなり苦みが軽減するほか、野菜飲料による酸味や、抹茶、大豆製品(きなこ、大豆粉末)の併用が推奨される。味噌汁、カレーにいったところ苦みがややマスキングできたため、これらの香辛料との併用により、スープ等への食材としての利用が広がることが望まれる。

## おわりに

### ~高齢者用の飲料用途への期待~

つい最近、80歳を過ぎてまだ現役の華道教師として働いている母親に、育児用の粉ミルクの利用を奨めた。栄養補給にもなり、顆粒化された粉ミルクは手軽な栄養バランス飲料になる。10年以上前、食事代替型のプロテイン顆粒の商品開発をしていたときには、通常の8から



写真5 ゴマ若葉(生)と粉末と市場製品

12メッシュ程度の「すりゴマ」を処方していた顆粒飲料にも、今回紹介させていただいたゴマ微粉末が使用できるようになった。微粉碎のメリットは、懸濁した飲料への用途だけでなく、その素材の消化吸収性の向上にも寄与できる点にある。今後は、上市されているスムージー、野菜と果物&酵素粉末飲料のように、高齢者用途の顆粒飲料へも、ゴマをはじめ新しい機能が期待されるゴマ若葉末の用途が広がることを切に希望したい。

### 《《《《《参考文献》》》》》

- 1)高橋有志：ORACによる食品の抗酸化評価について、でん粉と食品第37号
- 2)加藤信子,上野良光：ゴマとゴマ油の食用油脂におよぼす酸化抑制効果,第1報 食用油の保存による過酸化物質の変動,東海女子短期大学紀要 18, 33-40 (1992)
- 3)内田あゆみ：高リグナン含有「リグナンリッチ黒ごま」の素材紹介,焙煎油の抗酸化性とマイクロパウダーの香り分析ニューフードインダストリー,57,5,41(2015)
- 4)福田靖子：科学でひらくゴマの世界,建帛社
- 5)清水昌：セサミンとの遭遇、ビタミン, 79(1), 13-21 (2005)
- 6)http://kakaku.com/tv/channel=6/programID=218/episodeID=432556/
- 7)松藤寛ら：アクテオシド含量が高い胡麻若葉乾燥末およびそれより得られるエキス粉末,特許第5465206
- 8)中薬大辞典,小学館,pp.1751(1998)
- 9)松藤寛ら：ゴマ若葉に含まれるポリフェノール成分のラジカル消去,日本食品科学工学会誌,58,88-96(2011)
- 10)Kubmarawa D, Andenyang, I F H and Magomya A M : Amino acid profile of two non-conventional leafy vegetables, Sesamum indicum and Balanties aegyptiaca. *Af J Biotechnol*, 7, 3502-3504 (2008)
- 11)石山絹子ら：高リグナン含有種「ごまぞう」の発芽にもなうリグナン化合物の変化とラジカル捕捉活性,日本食品科学工学会誌,53,8-16(2006)
- 12)渡辺純,葛西浩一,鐘ヶ江亮太,有賀敏明,戸邊光一郎,アクテオシドの抽出法,特2000-302797 (http://www.j-tokkyo.com/2000/C07H/JP2000-302797.shtml) (2000.10.31)
- 13)Shi HM, Wang J, Wang MY, Tu PF, Li XB : Identification of Cistanche Species by Chemical and Inter-simple Sequence Repeat Fingerprinting, *Biol Pharm Bull*,32,142-146 (2009)
- 14)http://kanka-net.com/contents/国際カンカ研究会シン

ポジウム要旨

- 15)Lee J H *et al.* The effect of acteoside on histamine release and arachidonic acid release in RBL-2H3 mast cells, *Arch. Pharm Res*,29, 508-513 (2006)
- 16)Rajeev Kumar, Arun Kumar, Ramji Sharma, Atul Baruwa : Pharmacological review on natural ACE inhibitors, *Der Pharmacia Lettre*, 2 (2)273-293 (2010)
- 17)西川ら：高血圧自然発症ラットにおける黒酢エキスの抗血圧作用、日本食品科学工学会誌,48,1,73-75(2001)



うちだ・あゆみ / Ayumi Uchida

(株)わだまんサイエンス

(株)オルト、明治乳業ヘルスウエイ(現：(株)明治フードマテリア)での機能性素材、OEM商品開発業務を経て2007年より(株)わだまんサイエンスに嘱託として在籍。管理栄養士、博士(生物資源科学)、NRサプリメントアドバイザー

著書・論文：

- ①ジャンボリーキが病態モデルラットへの血糖値および肝機能に及ぼす影響について,日本食品科学工学会誌,55(11),549-558(2008)
- ②ジャンボリーキのスルフィド生成に関わる成分の検索と同定,日本食品科学工学会誌,56(5),280-285,2009-05-15
- ③ジャンボリーキ鱗片から発生する泡成分の抗肝障害作用とサボニンの同定,日本食品科学工学会誌,56(12),639-646,2009-12-15