



Sesame Newsletter

September 2023 No. 38

日本ゴマ科学会会長あいさつ	2
大会実行委員長あいさつ	5
第38回日本ゴマ科学会大会	
プログラム	6
講演要旨	10
報告	
第6回国産ゴマ生産地の現地検討会	
香胡園の国産ゴマ栽培の取り組み (鈴木香純)	30
SDGs に関する取り組み	
1. カタギ食品株式会社	32
2. 株式会社マコト	34
3. 株式会社わだまんサイエンス	36
本会記事	38

第38回日本ゴマ科学会
大会講演要旨掲載

日 本 ゴ マ 科 学 会
The Sesame Science Society of Japan

■セサミニュースレター第38号 目次

日本ゴマ科学会会長あいさつ 2022年度後半～2023年度の日本ゴマ科学会の活動 について（片山健至）..... 2	一般講演3 一粒入魂！～国産ごま普及への挑戦～ （○三原緋乃花、新垣和奏、三井拓都、大本勇樹） 24
大会実行委員長あいさつ 第38回日本ゴマ科学会大会開催にあたって （勝崎裕隆）..... 5	一般講演4 ゴマにおける開花期調節遺伝子の探索 （○株本慧、今井裕之、若杉達也、山本将之） 26
第38回日本ゴマ科学会大会プログラム 大会プログラム..... 6 会場までのアクセス..... 8	一般講演5 ゴマ培養細胞を用いたフェニルエタノ イド配糖体生合成酵素の解析（○藤佑志郎、松藤 寛、平井優美）..... 28
第38回日本ゴマ科学会大会 講演要旨	報告
特別講演1 機能性成分の発見への道：ヒト疾患 モデルとしてのゼブラフィッシュの活用 （島田康人）..... 10	第6回国産ゴマ生産地の現地検討会 香胡園の国産ゴマ栽培の取り組み （鈴木香純）..... 30
特別講演2 世界のゴマ状況と日本の輸入事情 （白石雅洋）..... 17	SDGsに関する取り組み
一般講演1 ゴマリグナン類のLC-MSによる分析 方法の検討（伏見彩音、古田貴世佳、竹下優月、 岡咲洋三、○勝崎裕隆）..... 20	1. カタギ食品株式会社..... 32 2. 株式会社マコト..... 34 3. 株式会社わだまんサイエンス..... 36
一般講演2 肝臓毒 Microcystin-LR の細胞毒性に 及ぼすゴマの葉成分アクテオシドの影響 （○小松正治、江藤里紗、佐藤三奈、塩崎一弘、 内匠正太）..... 22	本会記事..... 38 日本ゴマ科学会 会則..... 42 日本ゴマ科学会 入会申込書..... 44

■会長あいさつ

2022年度後半～2023年度の日本ゴマ科学会の活動について

日本ゴマ科学会

会長 片山 健至

会員の皆様には、大変残念なお知らせがあります。5月下旬に皆様に大会案内と会費請求を郵送した後の6月に、本学会会員・評議員の中部大学教授 長島万弓 先生が3月にお亡くなりになったとの訃報がありました。ご病気のためとお聞きしました。長島先生のこれまでの多大な研究教育のご業績、ならびに本学会評議員・元会計幹事としてのご功績を称え、ご冥福をお祈りいたします。

さて、皆様ご存知のように、本年5月8日から新型コロナウイルス感染症の位置づけは、それまでの「新型インフルエンザ等感染症(いわゆる2類相当)」から「5類感染症」になり、すなわち季節性インフルエンザと同様ということになりました。私たちの日常の生活や業務は、2020年始め頃から長いトンネルにはいついた感がありましたが、そこをやっと抜けたかと思えます。現在、旅行や諸行事等における人の流れは、コロナ禍以前の水準に回復しつつあるようで、特に円安とも相まってインバウンドが賑わっていると感じます。ただし、コロナ禍による空白が旅行や行事を支援する人材の不足をもたらし、これが回復を順調なものにしていけないと聞いています。

もちろん、コロナ禍以前に、我国は少子高齢化・人口減少に伴って、確実に社会・産業経済活動を支える人材と財源が減少してしまうという深刻な問題を抱えています。フランス、スウェーデンのように、いったん出生率が低下しながら、回復させている国(ただし、長期間をかけて)の事情をよく研究しつつ、長いスパンで克服する必要があるようです。

一方、2022年2月からのロシアのウクライナへの軍事侵攻は、一年半を経過しても止むことなく深刻な様相を呈しています。世界各国と我国のロシアへの人道上の非難および経済制裁は当然のことで、一刻も早い停戦・休戦が望まれます。

コロナ禍でモノやサービスの提供が滞っていましたが、それが回復しつつあり経済活動が活発に進み出し、モノ、サービス、エネルギーの需要を生み出して、世界的に物価が高くなってきました。そのような折である2022年2月に、ロシアのウクライナへの軍事侵攻が起こってしまい、ロシアの豊富なエネルギー資源(天然ガス、石油)および海産物、また、ウクライナの小麦、とうもろこし、ひまわり油などが、世界各国と我国への供給不足をもたらし、その影響が世界と我国の物価高を押し上げてしまいました。我国にとっては、上記のインバウンドの賑わいとは逆に、円安による輸入コスト増加によって物価高が助長されてしまい、痛いところですよ。

実際に何が一番高くなっていったか、筆者は素人なので調べますと、生鮮食品除く食料では、何と「食用油」ということで、本学会の賛助会員の皆様が大変苦労されていることがわかりました。

そのような状況であります。7月30日(日)のテレビ番組「がちりマンデー」で、「すごい油! ビジネス」と題して、食用油であるごま油、こめ油、業務用チョコレート油、グレープシードオイルが、それぞれを製造する会社と共に紹介されました。ごま油はもちろん本学会の賛助会員様のものでした。それぞれの製造工程のノウハウおよび最終製品の特徴あるいは副産物の有効利用を知って、とても明るい気分になりました。

本学会活動について、昨年度の本誌 No.37 に報告されていない事項から紹介いたします。

まず、令和4年度日本ゴマ科学会研究助成については、「ゴマの機能性の探索」(1件100万円)という内容で応募を行い、厳正な審査によって鹿児島大学水産学部教授・小松正治先生による『アクテオシドが有す肝

臓保護機能の分子機序の一端を解明し「ゴマの新たな機能性」を探索する』研究が採択されました。

2022年9月3日の第37回日本ゴマ科学会大会(富山市富山大学)では、参加した皆様はご存知のとおり、総会において、大阪総合保育大学 吉田元信 前会長、株式会社真誠 本倉直 元副会長、ならびに元株式会社マコト 今泉和彦 前副会長が名誉会員におなりになることが決定いたしました。慣例によって、お三方への名誉会員証の授与式を今回の三重大学での第38回日本ゴマ科学会大会の総会において執り行い、長きに渡りゴマ科学会の進歩と発展に著しく貢献した功績を称え、感謝し、お祝い申し上げます。

また、同大会講演会では、「ゴマにおける高リグナン含有形質の発現に関与する新規遺伝子の探索」と題する研究発表を行った富山大学大学院理工学研究科の植垣裕斗君が、学生を対象とする優秀発表賞(口頭発表)を受賞し、表彰式も行いました。

その富山大会から約一か月後の2022年10月7日には第5回国産ゴマ生産地の現地検討会を、三重県松阪市で開催しました。あいにくかなり強い雨が降りしきる状況であったにもかかわらず、52名の参加者で盛況であり、株式会社ドイファームの圃場にて、収穫の最中であるゴマ、普通型コンバイン、そして主要害虫のカメムシを見学しながら、九鬼産業株式会社技術顧問の近藤和夫様にゴマ栽培の最大の難点である機械化の遅れを克服する取り組み、コンバインの使い方、農薬開発等について説明をしていただき、活発な討議が行なわれました。次いで圃場から松坂市嬉野ふるさと会館に移り、近藤様による「三重県内におけるゴマ栽培の取り組みについて」と題した講演が行われ、続いて関係者の皆様にパネルとした意見交換会では活発に質疑応答が行われました。あらかじめ九鬼産業株式会社による記事が、本誌No.37に掲載されました。ちなみに、富山大会の高田明子様による「国産ゴマの振興を目指した農研機構の取り組み」と題した講演4において、農研機構、三重県、井関農機(株)、九鬼産業(株)、および(株)モリファームが共同で、ゴマの収穫から乾燥・調製作業を機械化する技術開発を行ったことが紹介されました。

そして、2023(令和5)年度の活動については、まず、令和5年度研究助成の募集を、研究内容は昨年と同様に「ゴマの機能性の探索」として3月に始めて、6月末に締め切り、現在選考を行っています。この結果は第38回大会の総会で公表いたします。さらに、2024年度も内容は未定ながら募集を行います。皆様には奮って応募していただきますようお願いいたします。

第6回国産ゴマ生産地の現地検討会は8月10日に埼玉県日高市で行ない、まず、香胡園(代表 鈴木香純様)の圃場を見学し、それから同市の高麗神社におきまして講演会と交流会(名刺交換・意見交換会)を開催します。鈴木様には「香胡園 国産ゴマ栽培の取り組み」と題してご講演いただくと同時に、本誌No.38に寄稿していただいています。60余名の皆様が参加予定です。ゴマの自給率が0.1%に満たない現状に問題意識を持ち、定年退職後の第2の人生をゴマ栽培に仲間と共に打ち込みたいという皆様がおられる一方で、埼玉県日高市の地で安全安心な金ゴマを自然栽培して日本農業に貢献したいと個人で頑張っている若い女性の活躍を皆様に紹介したいと思います。香胡園を紹介していただいた株式会社豊年屋・代表取締役の高橋卓哉様、ならびにこの現地検討会の準備と実行を全面的に支援していただきました吉美食品株式会社の代表取締役社長 大石謙介様、社員の皆様および関係者の皆様に深謝いたします。

そして、第38回日本ゴマ科学会大会は9月2日(土)に三重県津市の三重大学生物資源学部にて開催されます。準備していただいている大会実行委員長・勝崎裕隆先生(三重大学生物資源学部)および支援していただいている九鬼産業株式会社の関係者の皆様にお礼申し上げます。この講演会では一般講演を主体とし、特別講演を2件行います。それらの内容の詳しい紹介は、次項にて勝崎大会実行委員長から紹介していただきます。ここでは特別講演として大変興味深い講演をしていただく三重大学医学部の島田康人先生および伊藤忠商事株式会社食糧部門の白石雅洋様に、本学会を代表して感謝申し上げます。一般講演の中には、上記の令和4年度研究助成に採択された研究の発表、そして学生による研究発表があります。さらに、今回は初めて高校生の皆様による研究発表があります。この発表を奨励していただいた株式会社和田萬の代表取締役社長 和田武大様および関係者の皆様にお礼申し上げます。

今回はアフターコロナの大会として対面で開催することはもちろん、懇親会ならびに賛助会員の企業による展示会を復活させます。展示会にご協力していただく五企業の関係者の皆様にも感謝の意を表します。

昨年度からセサミニュースレターに賛助会員の皆様に SDGs についての取り組み状況を紹介していただいています。今年度の本誌 No.38 にはカタギ食品株式会社、株式会社マコト、株式会社わだまんサイエンスの記事がご覧になれます。三社関係者の皆様に感謝いたします。来年度は、さらに他の賛助会員の皆様に執筆をお願いする予定です。

我国のゴマは 99.9% が海外からの輸入であります。商社の賛助会員の皆様が世界をまたにかけて、多くは開発途上国において現地のインフラ、経済・食料生産、健康・福祉を支援しながら、ゴマの生産地確保、生産の指導、品質管理を行っていて、安全安心でおいしいゴマの供給に腐心されていることに敬意を表します。また、それぞれの地では国連世界食糧計画（国連 WFP）あるいは（独）国際協力機構（JICA）と共同で事業を行っている場合もあるかと思えます。

その国連世界食糧計画（国連 WFP）マラウイ事務所から、アフリカ南東部に位置するマラウイ共和国ではゴマの生産量増加に力を入れようと計画しており、日本ゴマ科学会に所属する皆様の中で、開発途上国におけるゴマ生産普及の経験者、もしくはそのような業務に半年から 1 年程度携わることができる方がいらっしゃるかどうか照会がありました。国連 WFP 作成のパンフレットを配布しますので、関心のある方はその連絡先に問い合わせてください、

また、関連の行事として、財団法人日本特産農産物協会の特産農作物セミナーが、本年は「ゴマ」をテーマ作物として 12 月 14 日に東京（Zoom ウェビナーとのハイブリッド）で開催されます。本学会も全面的に協力することとし、吉田元信前会長が講師およびパネルディスカッションの座長を担当されます。

以上長くなりましたが、2023～2024 年度も会員の皆様にとって有意義な学会活動を実行したいと思えます。皆様には、これまでのご協力に感謝し、今後ともご協力いただきますようお願いして、巻頭のあいさつに代えさせていただきます。

■大会実行委員長あいさつ

第38回日本ゴマ科学会大会開催にあたって

第38回日本ゴマ科学会大会実行委員会

委員長 勝崎 裕隆（三重大学大学院生物資源学研究科）

令和5年度の第38回の本大会は、9月2日（土）に三重県津市の三重大学生物資源学部を会場とし、対面による大会となりました。三重大学で大会を行うのは初めてのことです。三重大学大学院生物資源学研究科は津にあり、三重高等農林学校を前身としており、農学部と水産学部が統合し、生物資源学部となり、その後、大学院重点化され、一昨年創立100周年を迎えました。また、キャンパスは堤防を隔ててすぐ、伊勢湾の町屋海岸というシーサイドキャンパスです。名古屋から約1時間と、少し距離はありますが、伊勢や鳥羽へは少し近い場所にあります。今年に入り、コロナも、第5類へと移行し、少しずつ、以前の状態に戻って行こうとしています。安全面では、まだ気が許せる状態ではございませんが、今回は、安全に留意しながら、一般発表、企業展示、懇親会を行うことを企画しました。

昨年の富山大会では、対面での大会が行われましたが、まだ、コロナの影響で懇親会等行うことができませんでした。今回から、懇親会も行える大会を企画しました。懇親会場は大学生協のレストランを利用します。大学生協にお願いに行ったところ、「三年ほど懇親会を行なっていないので、一からのスタートとなります。しかし、頑張らせていただきます」との言葉をいただいております。

今大会の特別講演ですが2題を予定しています。初めに三重大学医学部の島田先生には、さまざまな機能性の評価法として、ヒト疾患モデルとしてのゼブラフィッシュなど用いた方法について、話題提供していただきます。次に、伊藤忠商事（株）の白石様には、昨今ゴマの情勢を世界の状況と日本の輸入状況を通してお話しいたします。特別講演の他に一般講演5題、企業展示5社を予定しています。また、初めての試みですが、一般講演では高校による発表もごさいます。会員の皆様への情報提供や意見交換の場になれば幸いです。

第 38 回日本ゴマ科学会大会プログラム

日 時 2023 年 9 月 2 日（土曜日） 14：00～17：40

場 所 三重大学大学院生物資源学研究科
〒514-8507 三重県津市栗真町屋町 1577

日 程	11：30～12：30	評議員会
	13：00～13：50	総会
	14：00～14：10	大会挨拶
	14：10～15：30	特別講演
	15：30～16：00	休憩 展示会
	16：00～17：40	一般講演
	18：00～20：00	懇親会

実行委員長 勝崎 裕隆

■大会挨拶

14：00	開会の挨拶	大会実行委員長 勝崎 裕隆
14：05	会長の挨拶	日本ゴマ科学会 会長 片山 健至

■特別講演

14：10	機能性成分の発見への道：ヒト疾患モデルとしてのゼブラフィッシュの活用	三重大学 医学部 島田 康人
14：50	世界のゴマ状況と日本の輸入事情	伊藤忠商事株式会社 食糧部門 油脂・カカオ部 カカオ・ゴマ課 白石 雅洋

■企業展示

15：30 カタギ食品(株)、かどや製油(株)、九鬼産業(株)、(株)真誠、竹本油脂(株)

■一般講演

- 16:00 ゴマリグナン類の LC-MS による分析方法の検討
伏見彩音、古田 貴世佳、竹下 優月、岡咲 洋三、○勝崎 裕隆
(三重大学 生物資源学部)
- 16:20 肝臓毒 Microcystin-LR の細胞毒性に及ぼすゴマの葉成分アクテオシドの影響
○小松 正治、江藤 里紗、佐藤 三奈、塩崎 一弘、内匠 正太
(鹿児島大学 水産学部 食品生命科学分野)
- 16:40 一粒入魂！～国産ごま普及への挑戦～
三原 緋乃花、新垣 和奏、三井 拓都、大本 勇樹
(大阪府立農芸高等学校 ハイテク農芸科)
- 17:00 ゴマにおける開花期調節遺伝子の探索
○株本 慧¹、今井 裕之²、若杉 達也³、山本 将之³
(¹富山大・院・理工、²富山大・理、³富山大・学術研究・理)
- 17:20 ゴマ培養細胞を用いたフェニルエタノイド配糖体生合成酵素の解析
○藤佑 志郎^{1,2}、松藤 寛²、平井 優美¹
(¹理研・CSRS、²日大・生資科)

■会場案内

■大会会場

三重大学大学院生物資源学研究科
〒514-8507 三重県津市栗真町屋町 1577
TEL: 059-232-1211(代表) FAX: 059-231-9634
会場ホームページ <https://www.bio.mie-u.ac.jp>

評議員会：大会議室
総会・講演会：大講義室

■懇親会

三重大学翠陵会館内 生協 パセオ

■参加費

大会参加費：会員無料

■大会実行委員会

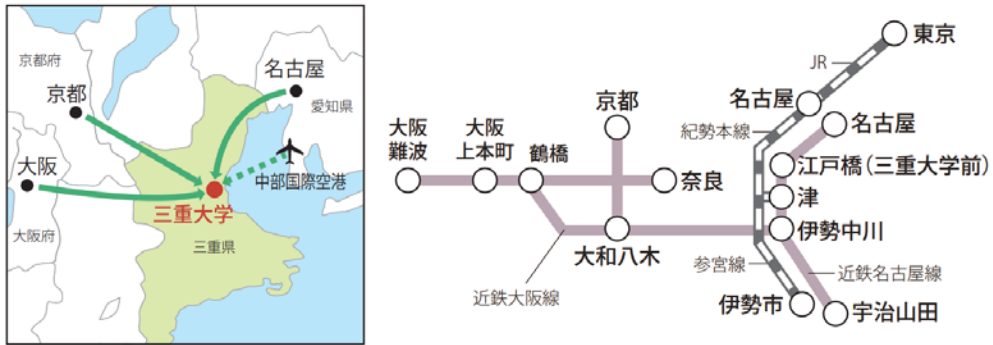
大会実行委員会事務局： 三重大学大学院生物資源学研究科 生物機能化学研究室
〒514-8507 三重県津市栗真町屋町 1577
TEL:059-232-1211(代表) FAX: 059-231-9634

大会実行委員長： 勝崎 裕隆 (三重大学大学院生物資源学研究科)

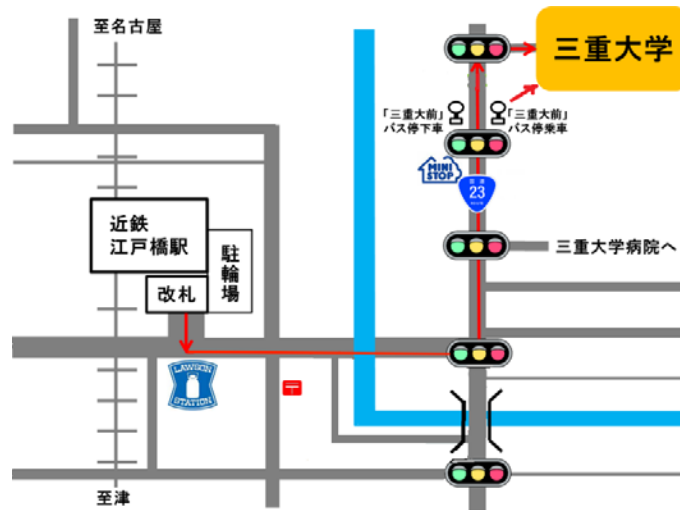
大会実行委員： 藤澤 英二 (九鬼産業株式会社)

■会場までのアクセス

○J R・近鉄津駅、近鉄江戸橋駅



○近鉄江戸橋駅から徒歩



○正門から三重大学大学院生物資源学研究科会場まで



第 38 回日本ゴマ科学会大会 講演要旨

■ 特別講演 1

機能性成分の発見への道：ヒト疾患モデルとしてのゼブラフィッシュの活用

三重大学大学院医学系研究科

島田 康人

1. はじめに

長年にわたり、天然物はその豊富な生物活性成分の源として科学者たちによって探求されてきた。これらの成分は生物の生存戦略の一部として自然に進化したものであり、抗生物質や抗がん剤といった医薬品開発の基盤となっている。天然物あるいはその抽出物の生理活性を解明し、機能性成分の同定およびその作用メカニズムを理解するためには適切な試験系が必要となる。今回の講演では、その1つとして演者が力を入れてきたヒト疾患モデルゼブラフィッシュを用いた試験系を紹介する。ゼブラフィッシュは、ヒトの遺伝子との高い一致率と、その透明な胚を活用したリアルタイムな内臓の観察、大量の個体数の準備が可能であるため、幅広い分野の生命科学研究で用いられている。本発表では、演者自身が開発に貢献してきた肥満・糖尿病、癌、老化関連疾患などのヒト疾患モデルを紹介し、これらを用いた天然物由来成分の探索研究の成果およびこれからの展望について述べる。

2. ヒト疾患モデル動物としてのゼブラフィッシュ

ゼブラフィッシュはヒマラヤ地域原産の体長3-4 cmの小型の熱帯淡水魚であり、学術名は*Danio rerio*、ゼブラダニオの商標名で一般的なペットショップでよく販売されている。飼育が容易であり、1ペアが200-300個の受精卵を産み出すほど繁殖力も強い。1960年台に米国オレゴン大学の分子生物学者George Streisinger (1927 - 1984)が脊椎動物の発生のモデルとして用いたのを皮切りに¹、世界中の研究者がゼブラフィッシュを用いた研究を開始した。その結果、2000年までにはヒトと共通する臓器についてその大きさはもちろん異なるが、微細な組織学的構造の類似性が証明された²。21世紀に入り、ゲノムシーケンスプロジェクトの隆盛に伴いゼブラフィッシュのゲノム配列・構造も決定された。ゼブラフィッシュのゲノム配列はヒトゲノムに対して全体として70%以上の相同性があり、細胞周期や分化、細胞内シグナル伝達など生命の維持に重要なDNA・タンパク質配列は90%近く保存されている³。また、体外受精であるため外来遺伝子の導入が比較的容易であり、特に稚魚の段階では透明な体幹を介して腹腔内臓器の可視化が可能である。これら複数のアドバンテージから、ゼブラフィッシュは前述の発生学のみならず医学・薬学、機能性食品や環境学など、幅広い分野での利用が増加しており、マウス・ラットに続く第3のモデル動物 (NIH, 2008) の地位を確立している。

演者らのグループは、2010年に世界初の食餌性肥満モデルゼブラフィッシュ⁴を発表して以降、2014年にヒト由来がん細胞移植⁵、2017年に2型糖尿病⁶、そして2020年には内臓脂肪可視化ゼブラフィッシュ⁷を発表し、これらを用いた研究および付随する技術開発を行ってきた。最近では骨格筋老化⁸、骨粗鬆症⁹、腸内細菌叢¹⁰、不安¹¹や学習機能の疾患モデルの構築を試行している。本稿では、肥満モデルと老化の代表として骨粗鬆症モデルを中心に、天然物由来の機能性成分探索についての成果を記載する。

3. ゼブラフィッシュを用いた抗肥満成分の探索

2010年に世界初の食餌性肥満モデルゼブラフィッシュを発表して以降、様々な天然物による抗肥満作用を証明しそのメカニズムを報告してきた（表1）。本段落ではこれらのうち、ラムナン硫酸¹²および発酵ハナビラタケ¹³・モリンガ葉¹⁴・GD¹⁵の成果の基盤となった稚魚を用いた内臓脂肪可視化ゼブラフィッシュについて記載する。

表1 ゼブラフィッシュを用いた天然物由来の抗肥満成分の探索

用いた動物・細胞	内容	文献
成魚	カンバリ種トマトによる脂肪肝改善作用	Tainaka T, et al. Nutr Metab. 2011;8:88.
成魚	緑茶抽出物による内臓脂肪低下作用	Hasumura T, et al. Nutr Metab. 2012;9:73.
成魚・ヒト肝細胞	レモン由来エリオシトリンによる脂肪肝改善作用	Hiramitsu M, et al. Sci Rep. 2014;4:3708.
成魚	ユズ皮による内臓脂肪低下・脂肪肝改善作用	Zang L, et al. J Funct Foods. 2014;10:499-510.
成魚	ラムナン硫酸による脂肪肝改善作用	Zang L, et al. J Funct Foods. 2015;17:364-370.
成魚	レスベラトロールによる内臓脂肪低下作用	Nishimura Y, et al. Front Pharmacol. 2016;6:19.
成魚・マウス	海藻ダルスによる内臓脂肪低下作用	Nakayama H, et al. Nutrients. 2018;10:1401.
成魚・稚魚	緑茶抽出物による内臓脂肪低下作用メカニズムの解明	Zang L, et al. Molecules. 2019;24:3256.
成魚・稚魚	ヤマトタチバナ抽出物による食欲増進作用	Yamada Y, et al. J Med Food. 2020;23:65-71.
成魚・稚魚	発酵ハラビラタケによる脂肪肝改善作用	Matsuura N, et al. J Med Food. 2020;23:803-810.
成魚・稚魚・マウス脂肪細胞	内臓脂肪可視化ゼブラフィッシュを用いた天然物スクリーニング	Nakayama H, et al. Molecules. 2020;25:5840.
成魚・稚魚	緑茶抽出物による内臓脂肪蓄積予防作用	Zang L, et al. Molecules. 2021;26:2627.
成魚・稚魚・ヒト肝細胞・マウス	グロビン加水分解物による内臓脂肪蓄積抑制作用	Zang L, et al. Front Nurt. 2021;8:650975.
成魚・稚魚	モリンガ葉の内臓脂肪蓄積抑制作用	Matsuoka I, et al. Food Sci Nurt. 2022;00:1-9.

3-1. ラムナン硫酸の抗肥満作用

近年、特に医薬品開発の分野ではゼブラフィッシュを用いた研究成果を、マウス、そしてヒト臨床に挙げていく一連の研究開発・創薬パイプラインが活発化している（図1）。このパイプラインに則った天然物由来成分の研究開発例として、ラムナン硫酸に対する私達の一連の研究成果を紹介する。

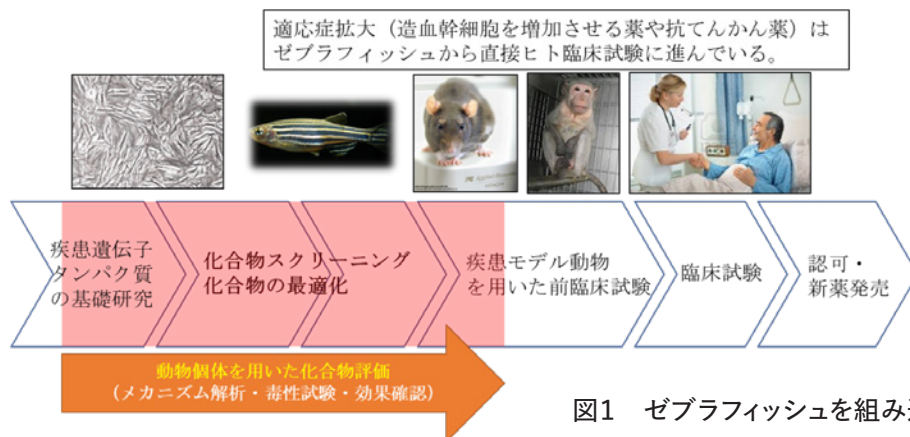


図1 ゼブラフィッシュを組み込んだ創薬パイプライン

ヒトエグサ（一重草、*Monostroma nitidum*）は東アジアに特徴的な海藻であり、国内では三重県が生産量の60～70%を占める。「あおさのり」とも呼ばれ、みそ汁の具や佃煮などに広く使われている。その成分の70%近くがラムナン硫酸という高分子の水溶性食物繊維という特徴を持つ。ラムナン硫酸は抗血液凝固・抗ウイルス作用¹⁶が報告されていたが、私達の研究グループは2015年に食餌性肥満モデルゼブラフィッシュに対する投与試験を行い、その抗肥満作用、特に脂肪肝・脂質異常症改善作用を発見した¹²。次に哺乳類動物へのラムナン硫酸の有効性を検討するため、肥満マウスへの投与試験を行った。その結果、血中脂質の低下および糞便中の排泄カロリーの増加が認められた。これは水溶性食物繊維の機能としてはもっともなことであり、そこで便秘傾向の患者20名と健常者20名のヒト臨床試験を行った結果、便秘患者の排便量・回数が増加し、さらにその傾向は体重が重い患者ほど強いことが明らかとなった¹⁷。現在、肥満者の体重・脂質異常症へのラムナン硫酸の影響については計画中である。

3-2. 内臓脂肪可視化モデルを用いた試験

線虫体内の脂質を蛍光色素ナイルレッドを用いて生体イメージングに成功した研究¹⁸からアイデアを得て、体調1cm前後の稚魚（受精後3週齢）をナイルレッドによって生体染色し、内臓脂肪を可視化した。高脂肪食としてゆでたニワトリの卵黄を破碎・懸濁し、この稚魚に与えることによって急速に腸管周囲の内臓脂肪が増加させた。その後、試験天然物を飼育水に投与し、可視化された内臓脂肪量の増減を定量化した（図2）。約40の天然物あるいはその由来成分に対し、本試験とマウス由来脂肪前駆3T3-L1細胞を用いた系の両方で小規模スクリーニング試験を行い、両者の結果を比較した⁷。さらにこのスクリーニングでヒットした緑茶抽出物^{19,20}、GD¹⁵、モリंगा葉¹⁴について、マウスを用いた試験やメカニズム解析を行いそれぞれ報告した。

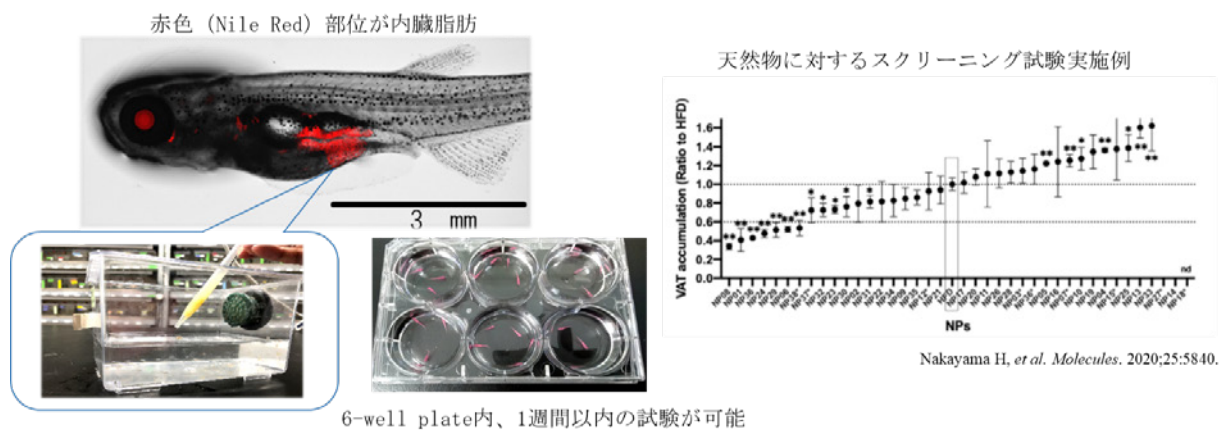


図2 内臓脂肪可視化稚魚を用いたスクリーニング試験

本法はシンプルな方法だが6ウェルプレートの1ウェルあたり5匹の動物個体を入れることができ、試験期間も1週間と3T3-L1細胞などを用いた一般的な脂肪前駆細胞を用いた培養細胞試験よりも短い。従来の肥満モデルマウスでは3か月、私達が開発した食餌性肥満ゼブラフィッシュ（前述）でも1か月かかった試験期間が1週間に短縮されるのは、私達のようないわゆるスモールラボには非常に便利なツールと言える。もちろん、マウスやゼブラフィッシュ成魚を用いた試験系のような採血や特定の臓器の回収が困難であるため、得られる情報が少ないというデメリットはある。これらメリット・デメリットについては表2にまとめたので、参考にされたい。

表2 培養細胞・ゼブラフィッシュ・マウスを用いた抗肥満試験の比較

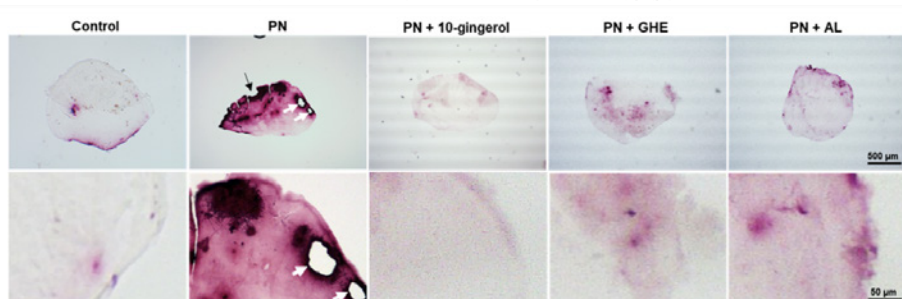
	内臓脂肪可視化 ゼブラフィッシュ	3T3-L1 細胞	食餌性肥満 ゼブラフィッシュ	肥満マウス
評価項目	内臓脂肪量 安全性	細胞内脂質量	体重、摂食量、内臓脂肪 量（白色脂肪組織）、 血液生化学 組織学的所見	体重、摂食量、内臓脂肪 量（白色・褐色脂肪組織）、 血液生化学 組織学的所見
試験期間	1 週間	2 週間	3～6 週間	3～6 か月
スループット (1 回あたり評価可能数)	高い (100 匹～)	非常に高い (100 ウェル～)	中程度 (～ 100 匹)	低い (～ 50 匹)
費用	安価	非常に安価	中程度	高額

4. ゼブラフィッシュを用いた抗老化成分の探索

医学・医療技術のドラスティックな進歩に伴い、人類の寿命は着実に延長している。例えば日本では今世紀に入り、10年に1歳ずつ平均寿命は延びており、2019年の平均寿命は男性81.4歳、女性87.5歳である。もしこのペースで寿命の延長が進むのなら30年後には女性の平均寿命は90歳を超える。日本のみならず世界的に進行している高齢化に対し、老化進行の抑制あるいは若返りを目指す研究が活発化している。一言で「抗老化」と言ってもその内容は多岐にわたるが、研究の方向性としては大きく2つに分けられる。テロメラーゼ研究に代表されるような全身的・根源的な細胞老化に対するアプローチと、骨格筋老化（サルコペニア）や認知機能、骨粗鬆症などの臓器特異的な老化に対する研究である。

ゼブラフィッシュを用いた研究では、主に後者の臓器別の老化モデルが多い。演者らのグループは骨粗鬆症や骨格筋老化⁸、白内障モデルゼブラフィッシュを開発し、それらの進行を抑制する天然物由来成分の探索研究を行っている。本稿では骨粗鬆症の原因となる破骨細胞の活性を抑えるショウガ由来成分、10-gingerolの発見について紹介する。ショウガのヘキササン抽出物が、RAW264.7細胞の破骨細胞への分化を抑制することは2016年に明らかとなっていた²¹。そこでこのヘキササン抽出物に対し約20の画分を調製し、RAW264.7細胞とゼブラフィッシュを用いた試験とLS/MSによる同定を行い、破骨細胞の活性化を阻害する成分10-gingerolを発見した⁹。ゼブラフィッシュの鱗は骨組織の一種であり、その再生時には哺乳類の骨再生と同様に骨芽細胞と破骨細胞が協調して役割を果たす。この再生時に、ヒトでも骨粗鬆症を起こすことが知られている副腎皮質ステロイドを投与することにより、破骨細胞優位な状態にさせ正常な鱗再生を阻害できる²²。さらにこの活性化された破骨細胞はTRAP染色や破骨細胞特異的EGFP発現ゼブラフィッシュを用いることによって可視化・定量化できる。この試験系を用いて私達が発見した10-gingerolは鱗に遊走する破骨細胞数を減少させ、その再生を正常化させた（図3）。このモデルではヒトの骨粗鬆症治療薬であるアレンドロネート（ビスホスホネート製剤）が有効であり、10-gingerolの効果もそれと同等であった。つまり、10-gingerolはヒトの骨粗鬆症への有効性もかなり期待できると考えている。

ゼブラフィッシュ再生鱗における破骨細胞の集積



赤色部分がTRAP染色で検出された破骨細胞。副腎皮質ステロイドホルモンのプレドニゾン（PN）は破骨細胞の集積を促進し、鱗の再生を阻害する。対して10-gingerolやショウガヘキササン抽出物（GHE）、ビスホスホネート製剤アレンドロネート（AL）は破骨細胞の集積を阻害し、鱗の再生を促進した。

Zang L, et al. *Front Cell Dev Biol.* 2021;9:588093.

図3 再生鱗を用いた破骨細胞阻害成分 10-gingerol の発見

マウス等を用いた骨粗鬆症の試験系では骨密度を測定するためのCT等の高額機器や、骨粗鬆症を発症させるための卵巣除去手術など、特別な技術を必要とする。また実験期間も6か月が一般的であり、投与試験物の量もグラム単位で必要となる。対して、本稿で紹介したゼブラフィッシュ試験系では、肝となるTRAP染色は古典的な染色法であり、光学顕微鏡があれば評価できる。また前述の肥満モデル同様に試験期間も1週間と動物試験としては極端に短く、ゼブラフィッシュを用いるメリットは大きい。

5. ゼブラフィッシュを用いた天然物創薬の展望

このように天然物由来成分の機能性探索、いわゆる天然物創薬におけるゼブラフィッシュの将来は大いに期待できる領域であり、その可能性は大きい。これまで述べてきた肥満や老化など一般的な疾患のみならず、癌モデルや特定の遺伝子変異による疾患モデルゼブラフィッシュは、CRISPR-Cas9やTol2トランスポゾンによる遺伝子組換え技術の発達とともにその種類が増加している。さらに顕微鏡イメージング技術の発達に伴い、ゼブラフィッシュ体内の微細な生理的変化のモニタリングが可能となり、単に効率（スループット）だけではなく従来の哺乳類動物モデルでは実現不可能なレベルの「マイクロ」な画像解析が可能となっている。

ゼブラフィッシュを用いることは良い事づくめのように見える一方、課題もやはりある。ゼブラフィッシュの結果が哺乳類動物、特にヒトへ適用できるのか？特に吸収・代謝・排泄の経路や、生体安全性はどのくらいヒトと類似しているのか？など、比較動物学的な課題に対しては生物学、薬理学、生物情報学、化学などの異なる専門分野間のコラボレーションが不可欠であり、多領域にわたる専門知識と技術を統合することが求められている。また技術面としては、ゼブラフィッシュ試験の最大の特徴の1つである取得した大量の画像データをどう処理、解析、そして判断するのかという課題に対しては、近年はやりの機械学習・深層学習が有効であろう。演者もGoogle社の機械学習AutoMLを用いたゼブラフィッシュ自動画像診断法を発表しており²³、最近では老化した個体における行動動画解析も行っている。

マウスなどのげっ歯類モデルに比べるとゼブラフィッシュはその研究の歴史が浅く、研究者人口も増加しているとはいえまだまだ少ない。しかしその導入・維持管理のしやすさ、低コスト、実験にかかる労力の少なさ、そして動物愛護の観点から、今世紀に入り従来の創薬過程のみならず天然物由来の機能性成分の探索・作用メカニズムの解明において大きな役割を担いつつある。今後、前述の課題を演者らも含めたゼブラフィッシュ研究者が解決し、天然物を扱う幅広い分野の研究者に動物個体を用いた「ゼブラフィッシュ・スクリーニング」を利用していただきたいと考えている。

6. 謝辞

本学の勝崎 裕隆先生、臧 黎清先生を始め、研究遂行にあたり多くの方のご協力をいただいたことをここに深くお礼申しあげます。

7. 引用文献

- (1) Streisinger, G.; Walker, C.; Dower, N.; Knauber, D.; Singer, F. Production of clones of homozygous diploid zebra fish (*Brachydanio rerio*). *Nature* **1981**, *291* (5813), 293-296. DOI: 10.1038/291293a0.
- (2) Goldsmith, P. Zebrafish as a pharmacological tool: the how, why and when. *Curr Opin Pharmacol* 2004, *4* (5), 504-512. DOI: 10.1016/j.coph.2004.04.005.
- (3) Howe, K.; Clark, M. D.; Torroja, C. F.; Tarrance, J.; Berthelot, C.; Muffato, M.; Collins, J. E.; Humphray, S.; McLaren, K.; Matthews, L.; et al. The zebrafish reference genome sequence and its relationship to the human genome. *Nature* **2013**, *496* (7446), 498-503. DOI: 10.1038/nature12111.
- (4) Oka, T.; Nishimura, Y.; Zang, L.; Hirano, M.; Shimada, Y.; Wang, Z.; Umamoto, N.; Kuroyanagi, J.; Nishimura, N.; Tanaka, T. Diet-induced obesity in zebrafish shares common pathophysiological pathways with mammalian obesity. *BMC Physiol* **2010**, *10*, 21. DOI: 10.1186/1472-6793-10-21.
- (5) Zhang, B.; Shimada, Y.; Kuroyanagi, J.; Umamoto, N.; Nishimura, Y.; Tanaka, T. Quantitative phenotyping-based in vivo chemical screening in a zebrafish model of leukemia stem cell xenotransplantation. *PLoS One* **2014**, *9* (1), e85439. DOI: 10.1371/journal.pone.0085439.
- (6) Zang, L.; Shimada, Y.; Nishimura, N. Development of a Novel Zebrafish Model for Type 2 Diabetes Mellitus. *Sci Rep* **2017**, *7* (1), 1461. DOI: 10.1038/s41598-017-01432-w.
- (7) Nakayama, H.; Hata, K.; Matsuoka, I.; Zang, L.; Kim, Y.; Chu, D.; Juneja, L. R.; Nishimura, N.; Shimada, Y. Anti-Obesity Natural Products Tested in Juvenile Zebrafish Obesogenic Tests and Mouse 3T3-L1 Adipogenesis Assays. *Molecules* **2020**, *25* (24). DOI: 10.3390/molecules25245840.
- (8) Ichii, S.; Matsuoka, I.; Okazaki, F.; Shimada, Y. Zebrafish Models for Skeletal Muscle Senescence: Lessons from Cell Cultures and Rodent Models. *Molecules* **2022**, *27* (23). DOI: 10.3390/molecules27238625.
- (9) Zang, L. Q.; Kagotani, K.; Nakayama, H.; Bhagat, J.; Fujimoto, Y.; Hayashi, A.; Sono, R.; Katsuzaki, H.; Nishimura, N.; Shimada, Y. 10-Gingerol Suppresses Osteoclastogenesis in RAW264.7 Cells and Zebrafish Osteoporotic Scales. *Frontiers in Cell and Developmental Biology* **2021**, *9*. DOI: 10.3389/fcell.2021.588093.
- (10) Okazaki, F.; Zang, L.; Nakayama, H.; Chen, Z.; Gao, Z. J.; Chiba, H.; Hui, S. P.; Aoki, T.; Nishimura, N.; Shimada, Y. Microbiome Alteration in Type 2 Diabetes Mellitus Model of Zebrafish. *Sci Rep* **2019**, *9* (1), 867. DOI: 10.1038/s41598-018-37242-x.
- (11) Ichikawa, S.; Abe, R.; Fujimoto, H.; Higashi, K.; Zang, L.; Nakayama, H.; Matsuoka, I.; Shimada, Y. Parabrucoidia sabiae administration alters zebrafish anxiety-like behavior via gut microbial taurine metabolism. *Front Microbiol* **2023**, *14*, 1079187. DOI: 10.3389/fmicb.2023.1079187.
- (12) Zang, L.; Shimada, Y.; Tanaka, T.; Nishimura, N. Rhamnan sulphate from *Monostroma nitidum* attenuates hepatic steatosis by suppressing lipogenesis in a diet-induced obesity zebrafish model. *Journal of Functional Foods* **2015**, *17*, 364-370. DOI: 10.1016/j.jff.2015.05.041.
- (13) Matsuura, N.; Zang, L. Q.; Nishimura, N.; Shimada, Y. Lacto-Fermented Cauliflower Fungus (*Sparassis crispa*) Ameliorates Hepatic Steatosis by Activating Beta-Oxidation in Diet-Induced Obese Zebrafish. *Journal of Medicinal Food* **2020**, *23* (8), 803-810. DOI: 10.1089/jmf.2019.4571.

- (14) Matsuoka, I.; Hata, K.; Katsuzaki, H.; Nakayama, H.; Zang, L.; Ota, M.; Kim, Y.; Chu, D. C.; Juneja, L. R.; Nishimura, N.; et al. Zebrafish obesogenic test identifies anti-adipogenic fraction in *Moringa oreifera* leaf extracts. *Food Sci Nutr* **2022**, *10* (4), 1248-1256. DOI: 10.1002/fsn3.2758.
- (15) Zang, L.; Shimada, Y.; Nakayama, H.; Matsuoka, I.; Kim, Y.; Chu, D. C.; Juneja, L. R.; Tsuruta, R.; Sasakawa, Y.; Kuroyanagi, J.; et al. Globin Digest Improves Visceral Adiposity Through UCP1 Upregulation in Diet-Induced Obese Zebrafish and Mice. *Front Nutr* **2021**, *8*, 650975. DOI: 10.3389/fnut.2021.650975.
- (16) Suzuki, K.; Terasawa, M. Biological Activities of Rhamnan Sulfate Extract from the Green Algae *Monostroma nitidum* (Hitoegusa). *Marine Drugs* **2020**, *18* (4). DOI: 10.3390/md18040228.
- (17) Shimada, Y.; Terasawa, M.; Okazaki, F.; Nakayama, H.; Zang, L. Q.; Nishiura, K.; Matsuda, K.; Nishimura, N. Rhamnan sulphate from green algae *Monostroma nitidum* improves constipation with gut microbiome alteration in double-blind placebo-controlled trial. *Scientific Reports* **2021**, *11* (1). DOI: 10.1038/s41598-021-92459-7.
- (18) Ashrafi, K.; Chang, F. Y.; Watts, J. L.; Fraser, A. G.; Kamath, R. S.; Ahringer, J.; Ruvkun, G. Genome-wide RNAi analysis of *Caenorhabditis elegans* fat regulatory genes. *Nature* **2003**, *421* (6920), 268-272. DOI: 10.1038/nature01279.
- (19) Zang, L.; Shimada, Y.; Nakayama, H.; Kim, Y.; Chu, D. C.; Juneja, L. R.; Kuroyanagi, J.; Nishimura, N. RNA-seq Based Transcriptome Analysis of the Anti-Obesity Effect of Green Tea Extract Using Zebrafish Obesity Models. *Molecules* **2019**, *24* (18). DOI: 10.3390/molecules24183256.
- (20) Zang, L.; Shimada, Y.; Nakayama, H.; Katsuzaki, H.; Kim, Y.; Chu, D. C.; Juneja, L. R.; Kuroyanagi, J.; Nishimura, N. Preventive Effects of Green Tea Extract against Obesity Development in Zebrafish. *Molecules* **2021**, *26* (9). DOI: 10.3390/molecules26092627.
- (21) Ito, S.; Ohmi, A.; Sakamiya, A.; Yano, T.; Okumura, K.; Nishimura, N.; Kagontani, K. Ginger hexane extract suppresses RANKL-induced osteoclast differentiation. *Biosci Biotechnol Biochem* **2016**, *80* (4), 779-785. DOI: 10.1080/09168451.2015.1127133.
- (22) de Vrieze, E.; van Kessel, M.; Peters, H. M.; Spanings, F. A. T.; Flik, G.; Metz, J. R. Prednisolone induces osteoporosis-like phenotype in regenerating zebrafish scales. *Osteoporosis International* **2014**, *25* (2), 567-578. DOI: 10.1007/s00198-013-2441-3.
- (23) Sawaki, R.; Sato, D.; Nakayama, H.; Nakagawa, Y.; Shimada, Y. ZF-AutoML: An Easy Machine-Learning-Based Method to Detect Anomalies in Fluorescent-Labelled Zebrafish. *Inventions* **2019**, *4* (4), 72. DOI: 10.3390/inventions4040072.

■特別講演 2

世界のゴマ状況と日本の輸入事情

伊藤忠商事株式会社 食糧部門 油脂・カカオ部 カカオ・ゴマ課

白石 雅洋

1. はじめに

ゴマは紀元前にアフリカから中近東、インド、そして中国を經由して日本に伝わったと言われている。現在でも世界中でゴマが生産・消費されており、日本では消費量の99.9%が輸入されている。改めて各国のデータから世界のゴマ状況や日本の輸入事情、リスクや課題について述べたい。

2. 世界のゴマ状況について

現在、世界のゴマの生産量は約550万ト、その内約230万トがトレードされている。地域で言えば、輸出はアフリカが最大で、次いで南アジア、東南アジア、中南米となり、輸入では東アジア、中近東、となる。

近年の大きな変化と言えば、中国が経済発展に伴い輸出国から輸入国へ転じ、また欧米においては健康食志向の増加からゴマ食文化が広がりつつある。

アフリカは世界の生産の55%を占めて増加傾向。直近20年の世界全体でも約3%の成長率となっている。

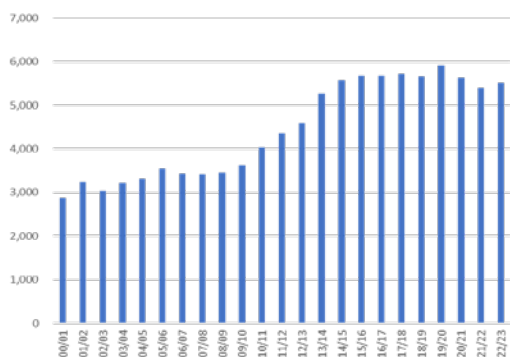


図1 世界のゴマ生産量推移

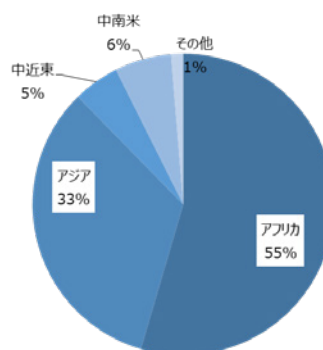


図2 地域別生産量 (22/23 crop)

3. アフリカのゴマ生産について

世界の半分以上のゴマを生産するアフリカでは、東アフリカと西アフリカで収穫時期が異なる。東アフリカではおよそ4月から7月まで、西アフリカではおよそ9月から翌年2月頃までが収穫時期となる。これにより通年ゴマの買い付けが可能となり、またバイヤーにとっては調達先を分散できることで、リスクヘッジとなっている。

4. 世界各国のゴマ輸入について

世界各国の輸入量合計は直近5年間では200万トから250万トの間を推移している。最大の輸入国は中国であり、三年連続で100万ト越え、世界貿易量の半分を占めている。次いで2位グループとしてトルコと日本、そしてEU、韓国と続く。

(単位:1,000mt)	2018	2019	2020	2021	2022
中国	828	812	1,016	1,174	1,071
日本	157	186	205	151	179
トルコ	152	172	205	195	166
EU	126	131	136	148	110
韓国	72	77	78	87	84
イラン	75	48	49	61	63
イスラエル	64	69	49	54	55
メキシコ	30	31	36	23	42
台湾	39	34	43	43	38
サウジアラビア	51	70	50	47	37
ヨルダン	28	33	37	34	36
米国	36	33	36	37	35
ベトナム	78	45	42	53	32
UAE	17	22	41	20	28
レバノン	32	27	31	23	28
インド	50	136	149	25	24
その他	227	237	266	269	218
合計	2,063	2,163	2,468	2,443	2,245

図3 各国輸入量

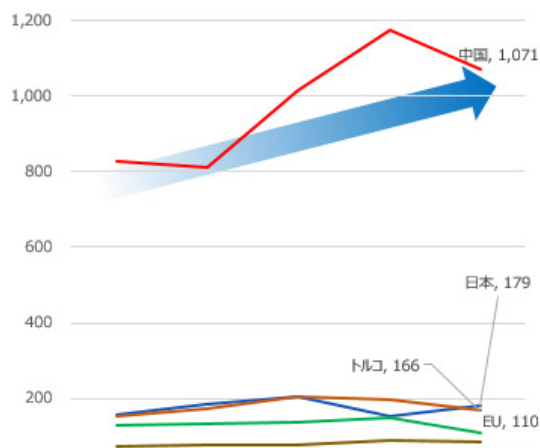


図4 輸入量推移

中国はこの10年で輸入量が倍以上となっているが、背景としては主に国内生産量の減少がある。トルコも輸入量は増えている。理由としてはEU向けの加工貿易が増えているためである。

5. 日本のゴマ輸入について

日本の輸入量は大体15万トから20万トの間を推移しており、特にアフリカ産ゴマが全体の80%を占めている。2003年時点ではアフリカ産は40%程度だったことから、アフリカ産への依存度が高くなっている。アフリカ産が増えていることの背景としては、主に食品用に耐えうる品質が可能となったことが上げられる。食品用ゴマは、それまでは主にアジア産や中南米産が主だったが、生産量の減少や高価格化に伴い、またアフリカ産の品質向上もあって、比較的価格の安いアフリカ産へシフトしていった。日本の輸入の内訳は、おおよそ6-7割が搾油用で、残りが食品用途となっているが、近年では搾油メーカー様の使用量が増えていることもあり、搾油用途の輸入は増加傾向にある。

(単位:mt)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022年
ナイジェリア	43,733	52,682	55,753	54,276	30,847	53,232	73,732	76,206	58,889	72,415
ブルキナファソ	25,281	19,328	26,429	14,060	40,580	35,575	29,111	25,925	8,749	25,423
ケニア	11,442	33,910	36,034	19,624	18,267	12,881	10,438	18,296	17,322	15,477
モザンビーク	3,844	4,128	7,325	7,496	6,837	9,283	15,334	15,585	10,120	15,387
パラグアイ	12,357	17,531	14,201	14,127	6,575	7,144	7,861	15,019	11,350	8,449
ミャンマー	10,623	9,126	5,973	8,589	12,683	7,358	4,830	6,206	3,520	5,513
マリ	0	0	0	0	951	568	2,834	2,957	3,356	4,560
エチオピア	4,215	5,071	3,534	4,392	5,007	8,172	13,386	11,419	2,553	4,465
パキスタン	770	2,278	3,683	1,861	2,752	4,311	3,853	1,228	4,040	3,926
スーダン	775	686	887	0	19	303	1,644	2,042	4,654	3,369
グアテマラ	15,010	8,889	13,413	8,923	7,739	4,555	4,343	6,116	8,536	3,029
ボリビア	3,102	2,649	2,016	2,628	1,545	1,440	2,410	2,082	2,362	2,640
メキシコ	556	714	1,622	1,469	970	1,582	2,328	2,454	3,625	1,389
エジプト	770	977	1,193	1,114	1,120	689	735	2,873	1,765	1,194
トルコ	1,879	1,912	2,297	3,106	2,187	1,156	1,753	1,486	1,248	1,191
ニカラグア	2,138	2,295	3,249	1,523	951	1,036	1,125	2,102	1,713	612
中国	809	982	1,047	571	3,551	1,176	1,091	971	340	416
パングラデュ		984	515	1,368	1,030	483	582	100	430	353
ホンジュラス	843	819	945	798	633	772	1,077	938	484	286
ソマリア		0	101	787	233	1,813	3,431	3,850	2,269	285
ベトナム	248	347	68	203	215	53	106	106	181	209
セネガル	0	0	93	0	0	0	0	497	388	0
ウガンダ	488	206	2,343	3,342	987	851	851	0	490	0
その他	2,680	2,589	2,826	3,053	662	2,681	3,216	6,389	2,521	8,479
合計	141,573	168,223	184,706	152,311	148,636	157,110	186,161	204,864	190,975	179,067

図5 日本輸入量

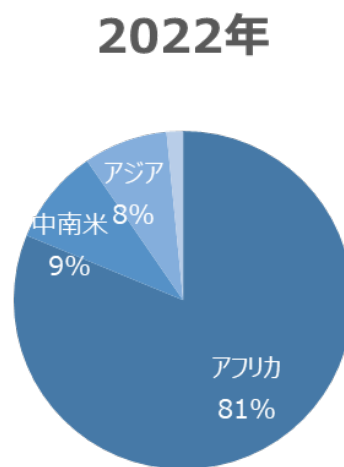


図6 原産国地域比率

6. ゴマ輸入時におけるリスクや課題について

ゴマの輸入における最大のリスクは残留農薬問題である。2007年からポジティブリスト制度が施行されて以来、積地側、揚げ地側両方で残留農薬を検査し、なるべく輸入通関時には基準値以内のものとなるようにしているが、ゴマは偏在性があることからそれでも農薬が基準値以上検出し、食品衛生法違反となってしまう場合がある。輸入商社側としても、日本油糧輸出入協議会（油糧協）として、各国大使館に適切な農薬の使用をお願いしたり、またサプライヤーに積地側での必須検査項目を指示/依頼したりし、少しでも本邦での検出件数を減らすべく努力している。一方で、サプライヤー側も、日本はオーガニック品ではないのに農薬について注文したりし、また違反した場合の積戻しや代替品の手配を求められるなど日本向けはリスクが高いと考え、品質にうるさくない中国へ優先的に販売するところもある。

また、日本の輸入原産国としては、アフリカ産が8割を占め、次いで中南米、アジアとなる。日本の輸入量上位5か国に関して言えば、ナイジェリア、ブルキナファソ、タンザニア、モザンビーク、パラグアイとなるが、これら国々、特にアフリカ諸国については治安面で不安がある。TOP 2か国については外務省渡航情報では渡航禁止となっているため、産地を訪問して状況の確認や指導ができない。また、直近でもスーダン、エチオピア、ミャンマー、ブルキナファソ等で内戦・クーデターも発生しており、政治的にも不安定、輸出についても流動的となっている。如何に安定的に調達するか、また品質も安定させるかが課題となる。

安定調達・品質（残留農薬含む）の改善には、既存の活動に加えて、契約栽培を行うことが有効と考える。契約栽培を行えば、現地にて適切な農業指導を行い、農薬をコントロールすることは可能である。また、アフリカに限らずアジアや中南米においてもゴマ農家はおおむね貧しい小作農となるため、生活基盤がぜい弱である。そのため、彼らに生活支援をすることで生活水準を向上させ、安心してゴマを生産できる環境にしてあげることも、間接的ではあるが安定調達につながると考えている。

7. 最後に

ゴマは、天ぷら油やゴマ和え、冷やし中華や鍋のたれなど様々な料理に使用され、主役ではないながらも脇役であり、日本の食卓に欠かせない食材である。最大の需要者中国の動きや世界情勢、各国の政治リスク等ありながら、安定的に品質の良いゴマを調達するには、多少のコストはかかれど産地の囲い込みが不可欠と考える。弊社としては、アフリカと南米に一人ずつゴマ選任の人材を配置し、情報収集を行っているが、引き続き積極的に産地に入り込み、お客様と共にゴマの安定調達を進めていく所存である。

8. (補足)

補足資料として、講演時点の世界ゴマ相場状況についても簡単に説明予定。

■一般講演 1

ゴマリグナン類の LC-MS による分析方法の検討

伏見 彩音、古田 貴世佳、竹下 優月、岡咲 洋三、○勝崎 裕隆

(三重大学・生物資源学部)

【背景】

現在までに、ゴマの機能性成分として、リグナン類が単離され、化学構造が決定されてきた。研究当初はリグナンの単離が行われ、セサミン、セサモリン、P1 (我々はあえて P1 と呼ぶ。シンプレオキシドのアグリコン部分、あるいは、ピペリトール、ただしイソプレノイドでも同名の物質があるので注意)、セサミノール、セサミノールなどが単離構造決定された (図 1)。その後、研究が進み、我々は新規なピノレジノール (英語的にはピノレシノール) の配糖体を単離し、化学構造を決定した。続いて、新規なセサミノール配糖体、セサミノール配糖体など単離し、化学構造を報告してきた (1-4)。ゴマには、様々なリグナンが存在するとともに、それらが配糖体として存在している。また、配糖体は、糖が 1 つから 3 つまで結合しているものが報告されている。さらに、今までわかっている糖同士の結合は、1→2 結合か、1→6 結合である。これらリグナン類の分析方法はいろいろ報告されている。しかし、精密かつ、特異的という部分では、不十分である。そこで、今回、特異的かつ網羅的にリグナン類を LC-MS を用いて分析する方法を確立すること目的とした。具体的には LC-MS を用いて分析を行い、精密質量分析で精密性を確保し、MSMS でリグナン特異的な開裂を検討した。今回は予備的な報告である。

【材料と方法】

ゴマ種子としてアメリカ産の白ゴマを使用した。抽出は 1g の試料を MeOH:H₂O 6:4 の溶媒 50mL で 1 時間転倒混和し、遠心後、上澄を抽出液とした。LC-MS は、LCMS-2010EV (島津)、LTQ orbitrap velos ETD (Thermo) を用いた。LC 条件は、TSKgel ODS-100v 3 μ m 2.0 x 75mm (Tosoh) を用いて、10% H₂O から 100% MeOH までの 10 分間のリニアグラジエントで、流速 0.2mL/min で溶出した。2010EV は ESI と APCI によるイオン化の違いを検討した。また、LTQ orbitrap velos ETD では、精密質量分析において、常に精密質量の違い補正するロックマスによる精密質量の検討を行った。さらに網羅的な解析に向けてデータ取り込み方法として、データ依存型取り込み法を変えて測定をした。また、測定際、生成するイオンの形についても、ポジティブモード、ネガティブモード、さらに、それらの付加イオンとしての形について検討を行った。また、最終的な物質の同定には、保持時間についても考慮した。

【結果と考察】

リグナン類のイオン化の違いによる検討では、APCI 法はリグナンの検出に適しており、ESI 法は、リグナン配糖体の検出に適している傾向があった。しかし、セサモリンのように、リグナンによっては検出できないなどの物質もあった。これらは、一般的に言われている傾向によるものであるが、やはり、物質固有の性質で、イオン化できないものもあることが判明した。精密質量分析はメーカー保証の時間等もあるが、常に、質量を補正しながら検出を行った方が、より精度のある分析が可能であった。自動的に網羅的にリグナン類を検出しようと試みたが、単純に分子量だけで、検出を試みると、さまざまなリグナン類が検出される可能

性があった。ここに、経験的な保持時間の指標や精密質量分析の結果を考慮しないと、誤った解釈になる可能性が示唆された。さらに、機械など測定条件が変わると、イオン化で生成するイオン付加イオンの形も異なっていた。このことは、さらに、リグナン類を特定する難しさを示した。次に、MSMSをリグナンの特異的検出に適用できないかと試みたが、現段階では、MSMSによるフラグメント化があまり生じず、このフラグメント化の条件を最適化しないとリグナン特有骨格を検出することはできず、特異的な検出には至らないと判断した。orbitrapではポジティブイオンの検出の方が感度や、検出の面で優れていた。今後、分析条件を最適化すれば、リグナン類の特異的かつ網羅的な検出条件を確立できると考えた。

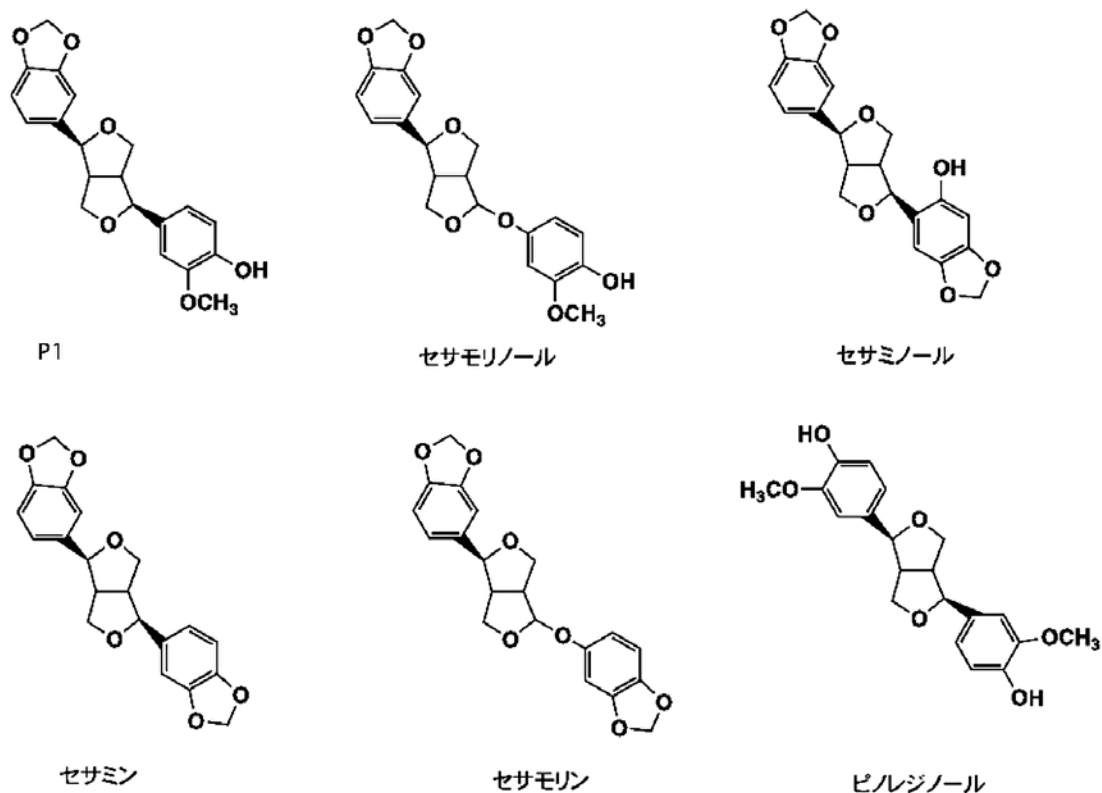


図1 リグナンの構造

文献

- (1) Structure of Novel Antioxidative Lignan Glucosides Isolated from Sesame Seed. Katsuzaki, H.; Kawasumi, M.; Kawakishi, S.; Osawa, T., *Biosci. Biotech. Biochem.* 1992, 56 (12), 2087-2088.
- (2) Structure of Novel Antioxidative Lignan Triglycoside Isolated from Sesame Seed., Katsuzaki, H.; Kawakishi, S.; Osawa, T., *Heterocycles* 1993, 36 (5), 933-936
- (3) Sesaminol Glucosides in Sesame Seeds., Katsuzaki, H.; Kawakishi, S.; Osawa, T., *Phytochemistry* 1994, 35 (3), 773-776.
- (4) Structure of Sesamolignin Diglycoside in Sesame Seed, Katsuzaki H.; Imai K.; Komiya T.; Osawa T., *ITE Letters on Batteries, New Technologies and Medicine.* 2003 4 (6) 794-797.

■一般講演 2

肝臓毒 Microcystin-LR の細胞毒性に及ぼすゴマの葉成分アクテオシドの影響

○小松 正治^{1,2}、江藤 里紗¹、佐藤 三奈¹、塩崎 一弘^{1,2}、内匠 正太^{1,2}

(¹鹿児島大学・水産学部・食品生命科学分野、²鹿児島大学大学院・連合農学研究科・食品機能科学連合講座)

【背景】

我々は、*Microcystis* 属、*Anabaena* 属等のシアノバクテリアが産生するアオコ毒 Microcystin-LR (MC-LR) が、ヒト肝細胞の類洞膜に特異的に発現している有機陰イオン輸送体の OATP1B3 を介して肝細胞内に取り込まれることを明らかにした¹⁾。また、下痢性貝毒として知られる Okadaic acid も MC-LR と同様に OATP1B3 を介して肝細胞内に取り込まれることを明らかにした²⁾。MC-LR および Okadaic acid はともにタンパク質脱リン酸化酵素 PP1 および PP2A を阻害する性質をもち、肝細胞選択的またはやや肝細胞選択的に毒性を発揮することを示した^{1), 2)}。最近、我々は OATP1B3 を強制発現させた培養細胞に生薬イワジシャ (イワタバコ: *Conandron ramondioides*) またはその主成分の Acteoside と MC-LR を複合曝露すると MC-LR の細胞毒性が抑制されることを報告した³⁾。そこで本研究では、Acteoside を含有する植物として知られるゴマの葉およびオリーブの実の抽出液が示す MC-LR の細胞毒性抑制能を評価し、さらに Acteoside が MC-LR の細胞毒性を抑制する分子機序を解析した。

【材料と方法】

HEK293細胞に OATP1B3 を強制発現させた HEK293-OATP1B3細胞を解析に用いた。HEK293-OATP1B3細胞に各濃度の MC-LR と Acteoside、または Okadaic Acid と Acteoside を複合曝露し、Acteoside が有す毒性抑制能を MTT 法で解析した。次に、細断したゴマの葉またはオリーブの実の各 10 g を 50 ml の 80% エタノールで 90 分間抽出し、ろ過残渣を除去したものをエバポレーターで濃縮・乾固し、100% DMSO 1 ml に溶解したものをゴマの葉抽出液またはオリーブの実抽出液として、MC-LR と共に細胞に複合曝露した。また、市販のオリーブオイルおよびサラダオイルを同様に MC-LR と細胞に複合曝露し、MC-LR の細胞毒性抑制能を MTT 法により評価した。さらに、Acteoside と MC-LR を様々なタイムコースで曝露し、Acteoside が MC-LR の細胞内取り込みおよび細胞内蓄積に与える影響を輸送実験で解析し、抗 MC-LR 抗体を用いた ELISA 法で評価した。そして、MC-LR の細胞内蓄積ならびに Acteoside が細胞内タンパク質と MC-LR の相互作用に与える影響を抗 MC-LR 抗体を用いたイムノブロット法で解析した。

【結果と考察】

MC-LR と同じく OATP1B3 の輸送基質である Okadaic acid の細胞毒性が Acteoside との複合曝露により減弱されることが明らかとなった。すなわち 5、10、および 20 μM の Acteoside との複合曝露によりコントロールと比較し MC-LR の半数致死濃度 (IC_{50}) はそれぞれ 3.1 倍、3.6 倍、7.4 倍、Okadaic acid の IC_{50} はそれぞれ 1.5 倍、1.5 倍、2.0 倍上昇し、Acteoside の濃度依存的にこれらの細胞毒性が抑制されることが明らかとなった。

オリーブの実抽出液は、濃度依存的に MC-LR の細胞毒性を抑制し、終濃度 4% のオリーブの実抽出液は、 IC_{50} において約 11.6 倍の MC-LR 耐性を賦与した。また、オリーブオイルも同様に MC-LR の細胞毒性抑制

効果を示したが、サラダオイルには同様の効果は認められなかった。以上の結果から、オリーブの実抽出液およびオリーブオイルに含まれる Acteoside が MC-LR の細胞毒性抑制能を発揮したものと考えられる。ゴマの葉抽出液については、現在解析中である。

輸送実験の解析により、Acteoside と MC-LR を複合曝露した条件では、Acteoside が OATP1B3 を介した MC-LR の細胞内取り込みおよび細胞内蓄積を阻害することが明らかとなった。また、Acteoside による細胞内取り込みの阻害様式は非拮抗阻害であることが Dixon Plot から推定され、阻害定数が 12.7 μM と算出された。次に、HEK293-OATP1B3 細胞および細胞の cytosol 画分に Acteoside と MC-LR を複合曝露・作用すると、細胞内タンパク質と MC-LR が結合したことを示す MC-LR 結合タンパク質 (MC-LR 複合体: 約 22 kDa) のシグナルが、MC-LR の濃度依存的に増強し、Acteoside によって減少した。また、MC-LR 複合体は加熱・還元処理により解離しないことが明らかとなった。以上の結果から、短時間曝露条件において Acteoside は OATP1B3 を介した MC-LR の細胞内取り込み、細胞内蓄積、ならびに細胞内タンパク質と MC-LR の強固な相互作用をともに阻害することで、MC-LR の細胞毒性を抑制していることが明らかとなった。

謝辞

本研究の一部は、令和 4 年度日本ゴマ科学会の助成を受けて行ったものであり、深く感謝申し上げます。また、ゴマの葉については、喜界町役場農業振興課の榮岳海氏のご協力で喜界島産のゴマの葉を入手したものであり、榮氏をはじめ喜界町役場農業振興課のみなさまにお礼申し上げます。

参考文献

- 1) Masaharu Komatsu, Tatsuhiko Furukawa, Ryuji Ikeda, Shota Takumi, Qingqing Nong, Kohji Aoyama, Shin-ichi Akiyama, Dietrich Keppler and Toru Takeuchi (2007) Involvement of mitogen-activated protein kinase signaling pathways in microcystin-LR-induced apoptosis after its selective uptake mediated by OATP1B1 and OATP1B3. *Toxicological Sciences*, 97, 407-416.
- 2) Satoshi Ikema, Shota Takumi, Yuta Maeda, Takashi Kurimoto, Shinya Bohda, Petros Kingstone Chigwechokha, Yasumasa Sugiyama, Kazuhiro Shiozaki, Tatsuhiko Furukawa, and Masaharu Komatsu (2015) Okadaic acid is taken-up into the cells mediated by human hepatocytes transporter OATP1B3. *Food and Chemical Toxicology*, 83, 229-236.
- 3) Shota Takumi, Kairi Hashimoto, Masaru Tomioka, Mina Sato, Weijie He, Yumiko Komatsu, Shunji Aoki, Ryuji Ikeda, Kazuhiro Shiozaki, Tatsuhiko Furukawa, Masaharu Komatsu (2023) Acteoside from *Conandron ramondioides* reduces microcystin-LR cytotoxicity by inhibiting intracellular uptake mediated by OATP1B3. *Planta Medica*, 89, 616-623.

■一般講演 3

一粒入魂！～国産ごま普及への挑戦～

○三原 緋乃花、新垣 和奏、三井 拓都、大本 勇樹
(大阪府立農芸高等学校 ハイテク農芸科 作物専攻)



図1 国産金ゴマの鞘



図2 国産金ゴマ

【背景】

国産ゴマの食料自給率は0.1%。ゴマには白・黒・金ごま（図1, 2）が存在するが、私達の研究題材である金ゴマは3種の中でも特に希少価値が高く市場流通量も非常に少ないため国内の食料自給率は0.1%未満と考えられる。国産金ゴマ及び国産ゴマがこのような現状にあるのは様々な課題（機械化が進んでいないため栽培や選別などの作業に時間がかかる・販売量が少ないため販路拡大や市場開拓が困難・国産ゴマの魅力の価値や食料自給率の現状などが社会に周知されていない）が存在しているからだと考える。

私達は昨年4月から国産ゴマプロジェクトに取り組んでおり、国産金ゴマの栽培・販売・情報発信の活動を実践するにおいて、国産金ゴマ及び国産ゴマの抱える課題の解決に向けて多面的にアプローチしてきた。

【方法】

<栽培>

本校の農場で国産金ゴマの無農薬・無化学肥料栽培に取り組んだ（※令和4年5月中旬～9月初旬）。栽培面積は約1aで、株間35cmの二条千鳥植えて栽培した。和田萬商店（株）様より、栽培マニュアル資料や栽培ノウハウの伝授・国産金ゴマの種子の無償提供等のご支援をいただいた。また、和田萬商店（株）様主催のごまオーナー制度（図3）に参加して栽培技術の学習・習得に励んだ。



図3 ごまオーナー制度イベント参加時の様子

今年度からの栽培（※令和5年5月～）ではゴマ残渣（選別時に発生した未熟種子や葉茎の枯粕等）を用いて製作した堆肥を栽培に実用化できないかと思い、農場に実験区を設けて観察・生育調査に取り組んでいる。

<販売>

※販売化の流れ

→ゴマ収穫後▶乾燥▶脱殻▶振るいがけ▶唐箕がけ▶選別▶焙煎▶余熱とり▶袋詰め（全て手作業）

袋詰めしたものを販売する単体販売と、国産金ゴマを使用したお菓子を商品開発し販売する商品化販売の2通りの方法を実践した。単体販売では本校の行事である農芸祭や「泉北高島屋」・「ららぽーと堺の葉菜の森」で販売活動をした。商品開発では堺市美原区の洋菓子店「La Tortue」にご協力いただき、国産金ゴマを使ったシフォンケーキ・サブレ・チュイール・ごま団子の4商品（図4, 5）が完成した。店舗にて今年度4月～5月まで、販売活動を行った。



図4 販売活動の様子



図5 販売商品4種

< 情報発信 >

校内講演会を実施し、約120名の生徒や保護者を対象に国産金ゴマ及び国産ゴマをPRした内容（食料自給率の現状・日本の和食文化との繋がり・栄養価値等）を発信してきた。アンケート調査を多数実施し、発信力や発信効果などを確かめた。

また、プロジェクトオリジナルキャラクター“ごま姫（図6,7）”を創作し、ロゴシールの制作や制作物（チラシやポスター）等に用い、販売時の商品ブランディングやキャラクターマーケティング・プロジェクトの視覚的活動認知のために利用してきた。

SNSでは主にインスタグラムを利用し、日々のプロジェクト活動について発信している。



図6 ロゴシール



図7 ごま姫

【結果と考察】

< 栽培 >

昨年度の栽培での収量は図8より豊作であった。しかし、ゴマの収穫後から選別までの作業において機械化の壁に直面した。作業時は全て手作業だったため栽培～選別までの作業時間は480時間（作業人数4人）に上り、人件費48万円をコストとすると15万円の販売売上を上回り赤字となった。一般農家の場合、機械なしでは生産や経営維持が困難だと考える。今後は栽培から選別までの機械化・人件費削減（主に作業の省力・効率化）を図れるような、生産パフォーマンスの向上に繋がる方法を考案していきたい。

< 販売 >

単体販売ではゴマ20～30gで1パッケージの販売ができるが商品化販売では1商品1～2gのゴマで販売が可能であり、より多くの商品数と売り上げを確保できた。このことから商品化販売は背景で述べた国産金ゴマ及び国産ゴマの課題の一つである「販売量が少ないため販路拡大や市場開拓が困難」の解決策になり得ると考える。今後は販路拡大を実践すべく商品（商品化したもの）の取り扱い店舗を増やし、販売活動に取り組みたい。

< 情報発信 >

講演会・キャラクター“ごま姫”・制作物（チラシやPOP）のそれぞれにアンケート調査を実施した。結果（図9,10）より、それぞれに情報発信の効果があったと認識している。今後も活動に意欲的に取り組んでいきたい。

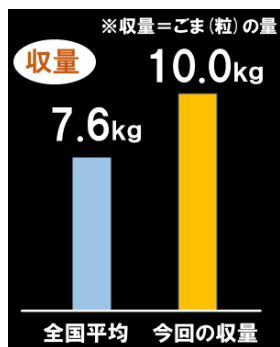


図8 収量結果

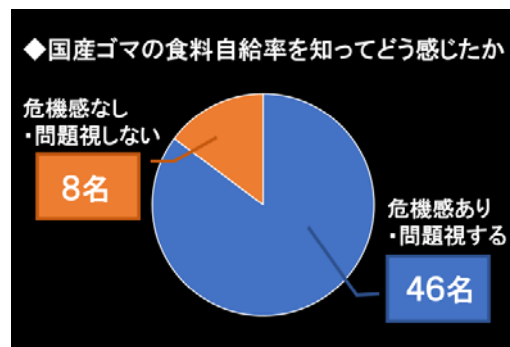


図9 講演会後のアンケート調査の結果

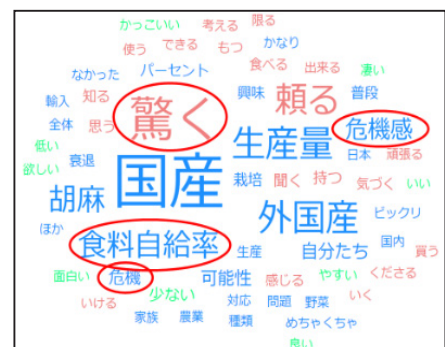


図10 講演会の参加者の感想をテキストマイニングで分析したもの

■ 一般講演 4

ゴマにおける開花期調節遺伝子の探索

○株本 慧¹、今井 裕之²、若杉 達也³、山本 将之³

(¹富山大・院・理工、²富山大・理、³富山大・学術研究・理)

【背景】

多くの植物の開花は、日長に応じて葉で産生されるフロリゲン（花成促進物質）と、茎頂で産生されるアンチフロリゲン（花成抑制物質）によって制御されている。モデル植物をはじめとした研究により、一般に FLOWERING LOCUS T (FT) 様タンパク質がフロリゲンとして、同じタンパク質ファミリーに属する TERMINAL FLOWER1 (TFL1) 様タンパク質がアンチフロリゲンとしてはたらいていることが明らかになっている。ゴマ (*Sesamum indicum*) の原産地は熱帯地域であり、祖先野生種や熱帯地域で栽培されているゴマ品種の多くは開花に短日条件が必要であるが、温帯地域へと伝播した温帯型系統の多くは長日条件下でも開花する。我々は、この異なる日長条件下での開花期を決定する因子の同定を目指して解析を進めている。これまでに、長日条件下でも開花する早生系統#4294において、*TFL1*のゴマにおける相同遺伝子 (*SiTFL1*) のコード域に晩生系統には認められないレトロトランスポゾン様配列の挿入を見出している。*SiTFL1*もアンチフロリゲンとしてはたらくと予想されることから、#4294では*SiTFL1*の機能欠失により開花が早まっている可能性が高いと考えられる。そこで本研究では、*SiTFL1*が開花に与える影響をより詳しく調べるため、日長応答性や*SiTFL1*遺伝子型の異なる複数の系統を用いて*SiTFL1*の発現パターンの調査を行った。

【材料と方法】

3種類の早生系統（#4294、真瀬金、#0174）と1種類の晩生系統（RIL#200）を実験に用いた。#4294は上述のように*SiTFL1*の遺伝子領域にレトロトランスポゾン様配列が挿入されている系統であり、他の早生系統の真瀬金と#0174、および晩生系統ではこの挿入は認められない。それぞれの系統を、室温を28°Cに設定した室内において、長日条件下（明期16時間、暗期8時間）で育成した。

*SiTFL1*の発現解析では、播種後4週間後から8週間後まで1週間おきに、本葉と茎頂を採取した。採取したサンプルからRNAを調製し、RT-PCRによる発現解析に用いた。

【結果と考察】

(1) 早生系統の開花日数の調査

3種の早生系統（#4294、真瀬金および#0174、それぞれ5個体、6個体および5個体を調査に用いた）について、長日条件下で育成した場合の播種から開花までの日数を調査した。その結果、#4294と#0174はほぼ同時期に開花し、開花日数は#4294では49日±1日、#0174では49日±4日であった。真瀬金の開花日数は64日±5日と他の早生系統に比べると開花時期が遅くなった。なお、晩生系統のRIL #200については同じ条件下で育成した場合、播種から少なくとも3か月間は開花が認められなかった。

(2) *SiTFL1* の発現解析

本葉と茎頂における*SiTFL1*の発現をRT-PCRにより調査した。本葉では、解析に用いたすべてのサンプルで発現は確認されなかった。茎頂においては、#0174では播種後4週間後から7週間後までの時期で、

RIL#200では播種後4週間後から8週間後までのすべての時期で発現が認められた。真瀬金では播種後4週間後と5週間後で発現が確認されたが、5週間後では#0174やRIL#200と比較して発現量の減少が確認された。一方、#4294ではすべての時期で発現が確認されなかった。

アンチフロリゲンをコードすると予想される *SiTFL1* が、晩生系統では茎頂で発現しており、早生系統の#4294では発現が認められないことから、#4294ではレトロトランスポゾン様配列の挿入による *SiTFL1* の機能欠失により長日条件下での開花時期が早まっている可能性が改めて示された。一方、レトロトランスポゾン様配列の挿入変異が生じていない *SiTFL1* をもつ早生系統は、#4294とは異なる *SiTFL1* 発現パターンを示した。真瀬金では *SiTFL1* の発現量が減少しており、その結果、開花期が早まっていることが示唆された。真瀬金の *SiTFL1* 発現量の減少は、#4294とは異なる *SiTFL1* の変異、もしくは *SiTFL1* の発現を制御する遺伝子の変異に由来する可能性が高いと考えられる。#0174に関しては晩生系統のRIL#200に類似した発現パターンを示したことから、この系統の早生化には *SiTFL1* 以外の開花期調節遺伝子の変異が関わる可能性が示唆された。今後は *SiTFL1* がアンチフロリゲンとしての機能を有しているかについて解析を行うことで、*SiTFL1* が異なる日長条件下での開花期を決定している遺伝子であるかを明らかにするとともに、#0174の長日条件下での開花に関与する遺伝子の探索を行う必要がある。

発表では、現在進めている他の開花期関連遺伝子の発現解析や、異なる日長条件で育成したサンプルを用いた発現解析の結果についても報告したい。

■一般講演 5

ゴマ培養細胞を用いたフェニルエタノイド配糖体生合成酵素の解析

○藤 佑志郎^{1,2}、松藤 寛²、平井 優美¹

(¹理研・CSRS、²日大・生資科)

【背景】

これまでの研究により、ゴマ (*Sesamum indicum* L.) の葉にはフェニルエタノイド配糖体であるアクテオシドが豊富に含まれていることが明らかとなった。さらに、ゴマ草中において、アクテオシドは、根、茎、花、種子にはほとんど含まれないが (~0.05%)、葉身に多く存在し、生育途中で最大12.3% (W/DW) にもなることを明らかにした。フェニルエタノイド配糖体は、C₆-C₂ユニットのグルコシドを基本骨格とし、数百種以上の薬用植物に含まれる二次代謝産物である。様々な薬理作用を有することから、医薬品として、またこれらをリード化合物とした創薬利用が期待されている。しかし、天然中に最も広く存在し (150種以上)、代表的なフェニルエタノイド配糖体として知られるアクテオシドでさえ、大量生産系が確立されておらず、疾患治療に用いるには量産化が大きな課題となっている。アクテオシド生合成経路について、チロシンやフェニルアラニンから、カフェ酸やヒドロキシチロソールを経て生合成されることが報告されている。しかし、カフェ酸ヒドロキシチロソール以降の中間体や遺伝子、酵素は明らかにされておらず、C₆-C₂から配糖体へ至る生合成機構の詳細は不明である。そこで、遺伝子レベルから網羅的にアクテオシドの生合成経路を明らかにすることを目的とし、種々検討を行った。

【材料と方法】

ゴマの組織培養を試み、アクテオシドのみを優先的に生産し、ジャスモン酸メチル (MeJA) を用いたエリシテーションにより、アクテオシド量のみが有意に増加する培養細胞が得られた。MeJA 処理区と無処理区を試料とし、RNA-seq 解析に供した。アクテオシドの生合成に関与すると思われる候補遺伝子のうち、配糖体化、アシル化に関与する候補遺伝子をクローニングし、機能解析した。

【結果と考察】

アクテオシドの生合成に関与すると思われる218遺伝子をクラスター解析し、UDP-グリコシルトランスフェラーゼ (UGT) とアシルトランスフェラーゼ (AT) としてアノテーションされた遺伝子のうち、UGT34遺伝子およびAT1遺伝子がアクテオシドの蓄積に伴ってMeJAによりそれぞれアップレギュレートされた。さらに系統解析の結果、5つのUGT 遺伝子 (SiUGT1-5) と1つのAT 遺伝子 (SiAT1) がアクテオシドの生合成に関与する候補遺伝子として選択された。組換えタンパク質を用いた酵素アッセイにより、UGT85AF10と命名されたSiUGT1は、ヒドロキシチロソールに対して5つの候補の中で最も高いグルコシルトランスフェラーゼ活性を示し、ヒドロキシチロソール1-O-グルコシドを生成することが明らかとなった。SiAT1はカフェオイル基をヒドロキシチロソール1-O-グルコシドに転移する活性を持つことが分かった。

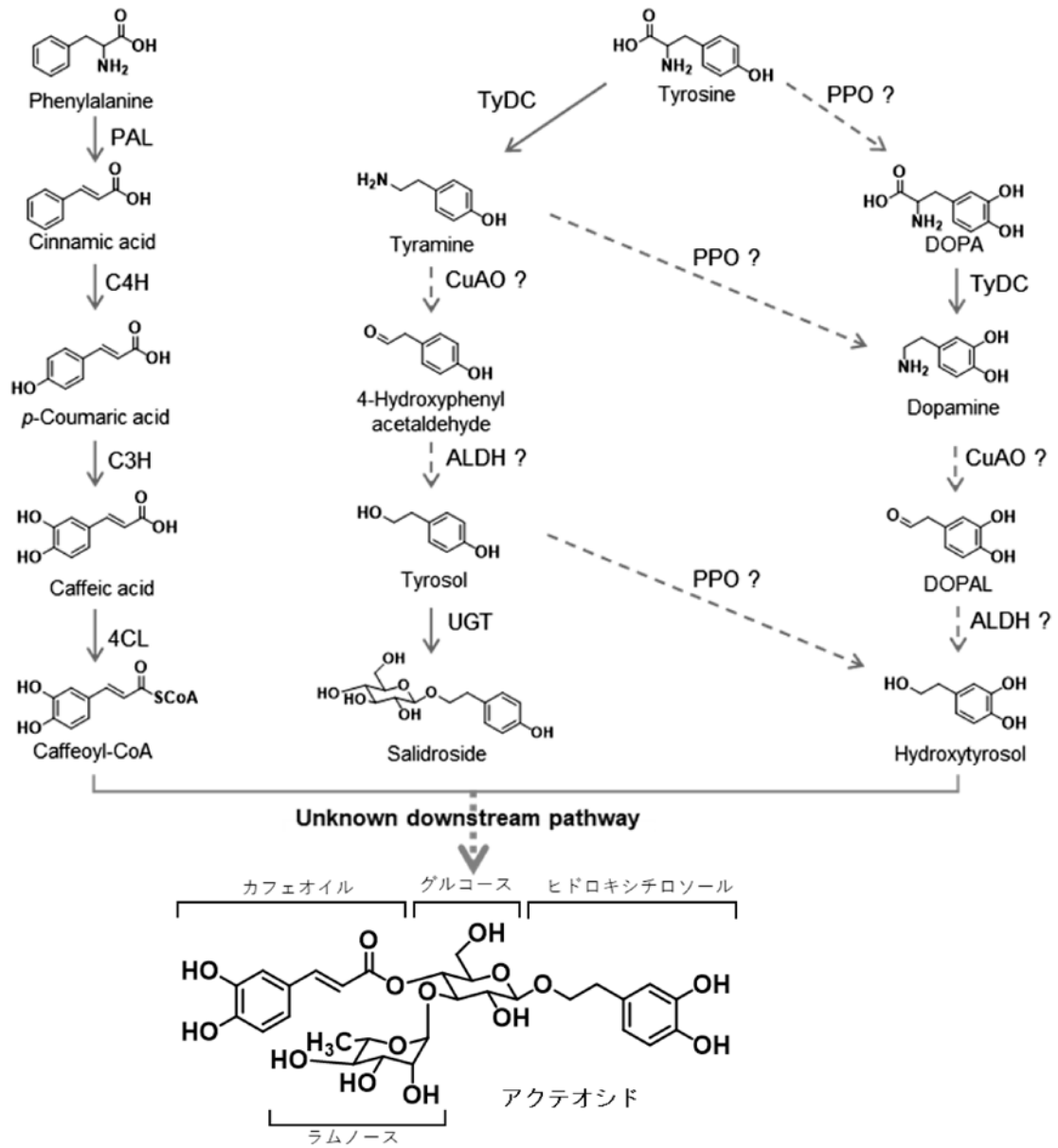


図1 推定されるアクテオシド生成経路

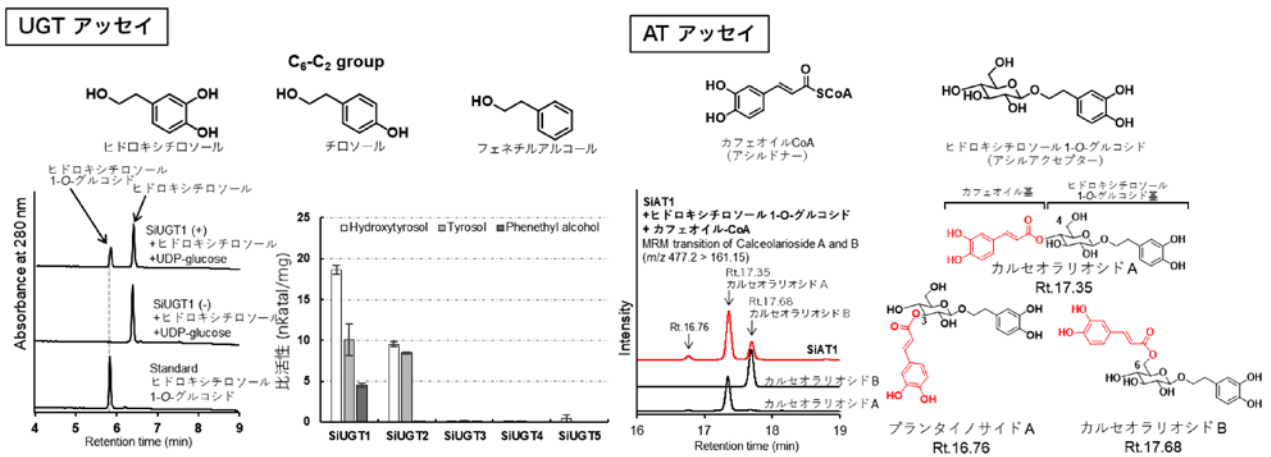


図2 候補 UGT および AT のアッセイ結果

第6回 国産ゴマ生産地の現地検討会 香胡園の国産ゴマ栽培の取り組み

鈴木香純（香胡園）

皆さんこんにちは。国産ゴマの香胡園 鈴木香純です。私は埼玉県日高市で、国産金ゴマを栽培しています。現在は、専従者3名と5～7名のアルバイトさんとともに、2.5～2.7町で国産金ゴマを栽培・商品化、販売しています。農業をはじめた当初は、自然食品店の会社員として、4年間金ゴマ栽培に従事し、2020年に独立をしました。

■ゴマをはじめたきっかけ

私は、東京の東久留米市という地域で生まれ、家は農家ではありませんでした。17歳のときに、摂食障害（拒食症・過食症）になったことをきっかけに、自然食品や有機農業に興味を持ち、農家になりました。中でも、「ゴマ」は日本に縄文時代からあった作物で、日本食にはかかずことのできない大切な食材です。しかし、栽培や選別が難しいことから、自給率0.1%以下になってしまいました。国産ゴマの復興と共に、有機農業を広げていきたいと思い、農家になることにしました。ちなみに、《金ゴマ》を選んだのは、埼玉の知り合いの農家に種を分けてもらった時に、それが金ゴマだったからです。金ゴマは埼玉のほとんどの地域で栽培されています。



■ゴマ栽培の特徴

1. 自然栽培

私たちは、農薬・化学肥料を使用しないことはもちろんのこと、有機肥料を使用せず、栽培をしています。手入れもしない、ほったらかしにするのではなく、森や野原のような、何もなくても草木が毎年育つような土づくりをすること、ゴマにあった暑くて、水はけのよい環境を整えています。また種はその気候や土地を記憶するので、自家採種をしています。金ゴマをたくさん生産したいので、私たちは積極的に機械化を進めています。そのため、土はどうしても硬くなってしまいうため、必要に応じて、サブソイラー（土壌改良の機械）、や緑肥（土壌改良の植物）を活用しています。

2. 機械化・省力化

国産ゴマを栽培されなくなった理由を考えた時に、(1)他の作物に比べて、栽培の研究が少なく栽培技術がとぼしいこと (2)ゴマの性質上、機械化がむずかしく、機械化がほとんどされていない、ほとんどが手作業であること (3)手間の割に、収益化しにくいことだと思いました。ですので、私たちは、現在あるゴマ栽培（喜界島やメーカーさんなどの栽培マニュアルを参考にしています。）を基本に、可能な限り機械化・省力化をしています。私たちの行っている代表的なものを紹介します。

★ビニールマルチ同時播種機（整地・マルチング・播種・マーキング）

この機械は整地、ビニールマルチ張り、播種、次の作業位置のマーキングにトラクターを使い、同時に行っています。これにより、ゴマの播種期間（日高市では5月10日～6月30日）までに2.7町を播きき

ることができるようになりました。これは、機械の他に、土壌選びも大切です、粘土質の圃場は極力使用せず、水はけがよく雨の日の翌日にでも作業可能な、黒ボク土の圃場を合わせることで、適期をのがさず、作業できるのだと思っています。

★バインダー（収穫）

今までは、鎌や草刈り機を使用していましたが、収穫をゴマ仕様へ改良したバインダーを使用しています。私たちの栽培している金ゴマは170~200cmになるほど長く、それは、バインダー作業者の手や顔にあたり、視界も悪く、我慢しながらどうにか作業するものでした。現状を、(株)ロブストスに見ていただき、作業しやすく改良していただきました。

★サブソイラー（ビニールマルチ剥がしの補助として）

ビニールマルチ剥がしは、ゴマ栽培における、負担が大きいと感じる作業でした。ビニールマルチ剥がしにサブソイラーを使用し剥がしやすくします。2.7町分のマルチ剥がしの作業負担を軽減しました。

★乗用除草機（中耕・除草）

現在は、歩行型の管理機を使用していますが、ビニールマルチでもキワまで除草できる、乗用型を試験しています。これは、長いスパンをかけて試験しようと思っており、成功すれば、いずれ、発表したいです。

3. 六次化

私たちは、この国産ゴマ栽培を通して、国産ゴマ栽培者を増やしたい、有機農業を広げていきたいと思っている為、そのメッセージを発信していこうと考えています。また、利益率を上げるためでもあります。商品化することであり、パッケージにも私たちの考えや想いを綴っています。私の顔写真も入っており、同じ国産ゴマの中でも、よりお客様に選択しやすいよう工夫をしています。



■今後ゴマで目指したいこと

1. 国産ゴマや新規就農者を増やしていきたい

国産ゴマの栽培技術を高め、これからの若い人がやりたいと思ってもらえるような、国産ゴマ栽培にしていけるよう、栽培技術、機械化、省力化を目指していきたいです。就農相談や栽培指導をお願いされることもあるのですが、現在は、そこまで、余裕がありません…

2. 栽培技術を高めていく

今ある、栽培方法や機械化の制度を磨いていくと同時に、新たな、技術進歩のために、取りくんでいるものがあります。ビニールマルチでの乗用型除草試験、発芽試験です。将来は、育苗・定植の試験や脱穀方法の改善をしたいと思っています。もしも、一緒に取り組んでいただける会社様や情報交換をしてくださいます会社様がいましたら、是非、お声がけいただきたいです。私たちの組織は決して大きくなく微々たる力です。協力したり、繋がりをもてればとても嬉しいです。

3. 国産ゴマの一般消費者へ認知していく

まだまだ、国産ゴマ自給率の現状や、栽培の大変さなど、消費者への認知度は低いです。価格帯だけでなく、その背景を伝えたり、一緒に応援してもらえるよう、SNSやTV出演等を通して、普及していきたいです。

SDGs に関する取り組み

カタギ食品株式会社のSDGs（有機ごま）に関する取り組み

1. はじめに

弊社は1919年滋賀県大津市で創業し、本年で105周年を迎えました。当初は食品問屋として商いをはじめ、近江商人の売り手よし、買い手よし、世間よしの「三方よし」という哲学を経営理念に営んでおりました。激動の昭和期にごまの製造販売へと専門化を進め、三方よしの経営哲学を継続しながら、持続可能な企業理念として「いいもの、いつも、いつまでも」を掲げました。ごまは体に良いことは古くから知られており、日本人にとって馴染の深い食品ながらも、原料ごまは、開発途上国の零細農家を中心とした輸入作物であり、品質が安定せず、風味豊かな製品を作るとは命題でした。栽培地にとっては重要な換金作物ですので、弊社の使命は、これら大切に育てられたごまの価値をお客様に正しく伝え、ごま食文化の発展と維持に寄与すべく、顧客満足度を高める製品販売に取り組んでおります。品質的に明らかな差が生じにくいごまだからこそ「安心・安全」、「美味しい」を追求し、結果として自然の治癒力を生かした有機栽培のごまを主力商品のひとつとして販売しております。

2. 有機ごまの歩み

弊社は1996年より、有機ごまを取り扱い始めました。開始当初の有機食品市場は広がりを見せつつも、まだ定着している状態ではございませんでした。当初は米国テキサス州産の有機白ごまを扱っておりましたが、2001年4月のJAS法改正に準拠した原料確保をすることが難しく、止むなく休売としました。その後、国外産地での有機JAS認証を取得し、2001年に弊社製造工場の有機認証を受け、有機JASマークを付与した家庭用ごま商品を再販売することができました。現在は産地を広げ、パラグアイやボリビアといった南米から有機白ごま及び有機黒ごまを調達し、トルコ、エジプトといった地中海沿岸国から良質な有機金ごまを調達しています。

また、ごまの農業形態は、機械化が困難で単収が低いことから、労働集約型作物と云われ、サプライチェーンでは一戸当たりの収量が少なく、集荷業者を介することから、生産物が集合離散を繰り返す複雑な動きをします。このため農薬が適正な使用をされているも、把握することは容易ではありません。有機ごまは有機JASの定められた基準により、化学的に合成された資材（農薬、肥料）を使用せず栽培し、またトレースが明確なことを証明するため、有機JASラベルを生産地から繋ぎ運用されるものであります。しかしながらその運用も簡単ではございません。弊社ではトレースが難しいごまにおいて、積極的に産地へアプローチを繰り返し、認証取得の支援をして参りました。



開発当初の有機ごま



有機 JAS 工場認定証
(2001年取得)

3. 商品販売での課題に対する取り組み

理化学検査や官能検査等を継続的に積み重ね、バリア性の高いアルミ蒸着PETフィルムへ改良した結果、フードロス対策に寄与する賞味期間（半年から1年へ）の延長が実現できました。また、包装資材にCO₂排出削減を目的として、植物由来の資源を原料の一部に使用したバイオマスインキを採用することも進めてきました。

同時に、SNSを通じて食育に貢献する取り組みも実施しています。ごまの料理での使い方や植物的な性質、栄養に関してなどの情報を発信し、栄養士に興味がある学生には、弊社の管理栄養士がどのような仕事をしているのかをお伝えしています。スーパーで簡単に購入できるごまですが、遥か遠くの異国から多くの方が携わり、商品化されるまでの背景を伝えることでSDGs12の目標である「つくる責任、つかう責任」を考えていきたい。食育活動を通してひとりひとりが具体化していくことが大切になっていることを、多くの方々と共感したいと考えています。



学生向け食育活動の様子

4. 今後の取り組み

昨今の流通業界は原料価格の高騰により価格改定が続いており、ごまも例外ではありません。有機ごまに関しては、消費者の意識が高まり、SDGsの認識が広がる中で需要が増えていることを感じておりますが、価格への転嫁は未だ難しく、コスト吸収には限界が来ています。有機栽培のごま製品は生産者、輸出業者、輸入商社、製造者、流通、消費者のサプライチェーン全体で協力して（コストを分け合って）推進していくものです。有機栽培農家から目先だけの利益で長続きしない買い付けをすると、結局、栽培側に負担が掛かり、作柄の影響や病害虫の発生による損失に対しても農業が使えないわけですから、相当のプレッシャーの中で栽培をされています。消費者が有機ごまに求めているものは「安心の証」と認識しておりますので、弊社では認証だけに頼らず、産地に踏み込み営農を考えることで、生産者からの信頼をいただき、相互理解の上で産地との共生を図り、有機性が維持されると考えています。

今後も有機ごまに限らず、弊社の企業理念「いいもの、いつも、いつまでも」を基に、良い商品を継続的にお客様へお届けし、ごまを通して産地の課題解決に向けた取り組みにも貢献できるように努めて参ります。



有機金ごまの生産者（トルコ）

株式会社マコト SDGs に関する取り組み

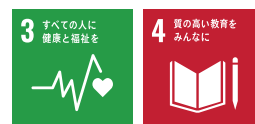
【貧困をなくそう】【飢餓をゼロに】

- ・マコト行動規範（ETI ベースコード）に基づき、最低賃金を遵守し、生活の安定を図っています。
- ・2019年に有期雇用全従業員を無期雇用へ転換しました。更に定年を65歳に延長、及び勤務態度や健康状態に問題がなく、本人が希望し、会社が認めれば実質70歳まで働くことが出来るよう就業規則を改定しました。2021年は正社員登用制度を導入、限定正社員から正社員への登用の道を拓きました。
- ・食品ロスの取り組みを実施しています。ごまの精選工程から出る格外品減少の取り組みを実施しています。保存サンプル品の廃棄を破袋することにより飼料へ、リサイクル化を図りました。
- ・皮むきゴマの生産方法を変更したことで、発酵肥料材として利用していた“ゴマ表皮”を乾燥、商品化しました。



【すべての人に健康と福祉を】【質の高い教育をみんなに】

- ・ストレスチェック（年1回）を実施し、従業員自身が個人のストレス状態を把握するとともに、心の健康管理に役立っています。
- ・2020年までの過去5年間で休日日数を10日増やし、更に計画有給休暇を5日設けました。年間の休日日数は122日となり実質完全週休2日制を実現しました。（52周×2日+祝日16日=120日/年）
- ・秋のバスハイク、夏祭り、新年会をカレンダーに組み込み実施しています。
- ・マコト行動規範（ETI ベースコード）に基づき、強制労働、児童労働の撤廃を宣言しています。
- ・全従業員を対象にした全体勉強会を年2回（2月第1土曜日、4月第2土曜日）実施しています。



【安全な水とトイレを世界中に】【エネルギーをみんなにそしてクリーンに】

- ・ゴマ表皮の洗浄水として井水を使用していますが、毎日残留塩素濃度等の自社検査を実施、及び、食品衛生法に基づいた外部検査で「飲用適の水」であることを確認しています。
- ・環境への配慮から、2020年度から皮むきゴマの生産方法を変更したことにより、前年対比で化石燃料を8割、電気使用量を2割削減することが出来ました。
- ・工場、事務所等の照明を段階的にLEDライトに自営で交換しています。現在LED化率：42.9%
- ・営業車は全てハイブリッド車に変更し、排気ガスの抑制を図っています。

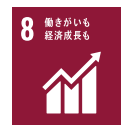


【働きがいも経済成長も】【産業と技術革新の基盤をつくろう】

- ・2017年度より永年勤続表彰制度の導入しました。マコトは勤続5年毎に従業員を表彰しています。
- ・廃棄していた“ごま表皮”を乾燥化し、商品化を目指しています。
ごま表皮は食物繊維が43%、カルシウムが12%含む、大変有用な食物素材です。



ごまの表皮



【住み続けられるまちづくりを】【つくる責任つかう責任】

- ・吉川市主催の“吉川市民祭り”に参加、地域の活性化に取り組んでいます。地元市民運動会へ当社ごま製品を賞品として協賛しています。



吉川市 商工祭（市民まつり）の様子

- ・マコト環境方針のもと、ごま製品の製造過程で発生する副産物を可能な限りリサイクル資源として再利用しています。リサイクル：紙袋、プラスチック袋、ストレッチフィルム、飼料：精選から出る格外ごま
発酵肥料：排水処理の汚泥など
- ・2022年有機JAS認証を取得し、初めての有機製品への取り組みとして、「有機皮むきやさしいパリパリごま」を発売しました。



マコト 有機皮むき やさしいパリパリごま



【パートナーシップで目標を達成しよう】

- ・全従業員勉強会では、2016年度より“みんなで取り組むテーマ”を決め、職場別のグループディスカッションを実施、個人目標の設定を行い翌年の勉強会に自己評価の結果を掲示しています。
- ・2018年度よりFSMSのFSSC22000の認証を取得、食品安全方針のもと食品安全目標を設定し、実施計画・目標に基づき部門・所属毎に取り組んでいます。



(株)わだまんサイエンスのSDGsの取り組みについて

機能性事業部 担当部長 内田あゆみ

弊社は(株)和田萬のグループ企業として 2006年に設立し、深堀勝謙社長の理念「胡麻で世界平和を」と「個性ある機能性胡麻の開発、市場開拓」をコンセプトとして活動しています。

本稿では、SDGsの活動として

日本政府（外務省）と国際協力機構（JICA）の「パラグアイの胡麻産業の支援」の活動、および機能性素材として開発した胡麻若葉、リグナン胡麻の搾油残渣の加工食品「リグナンリッチ黒胡麻マイクロファイバーF」を紹介させていただきます。

◆パラグアイ胡麻農家へのアプローチ背景～安いアフリカ産で苦境に立たされる胡麻栽培農家～

パラグアイは、かつて日本にとって最大の白胡麻輸入相手国でしたが、安いアフリカ産の拡大などにより、対日輸出額は急激に落ち込み、同国の胡麻産業は低迷し、胡麻を主要生産物とする小規模農家は苦境に立たされていました。（現地には約25万戸の小規模農家が存在）

JICAの初回中南米民間連携調査団への参加を通じてパラグアイの現状を知った弊社社長深堀は、同国の胡麻産業をもう一度復活させ、小規模農家が豊かに暮らしていける方法はないかと考えました。

その方法として

- ・生胡麻に付加価値をつける・パラグアイではほとんど食歴がない「胡麻食文化の普及」および「焙煎技術の移転」と「現地でのマーケティング、商品開発」を実施しました。

下図がその活動の概略です。



※ 2013年10月～2014年3月（案件化調査）、2016年1月～2018年2月（普及・実証事業）

◆実際の現地での成果具体例

試食会や、勉強会を通じて胡麻の健康効果、胡麻の食べ方、焙煎方法が普及し、パンや食材に添加して販売する小売店が増えました。また、アスンシオン国立大学と一緒に作った胡麻加工食品で、ブランド化したセサミックス (Sesamix) の7つの試作品も非常に好評で、農牧省や農協、農家、レストラン経営者の方々を招いた試食会では「胡麻ってこんなに美味しかったのか」と驚く声も聞かれました。



現地での焙煎指導



胡麻の食味調査を実施



胡麻加工食品を大学と共同開発



胡麻加工品を販売し始めた小売店



大学で作成した胡麻のパフレット、メニュー



農協での報告会

◆日本側の成果

パラグアイ産の白胡麻を輸入し、通販事業部で「エルセサモ」という商品を開発、通販事業部等で展開し、またTVでも紹介されました。

また大学関係者、現地で焙煎技術指導をした小売業者とのパートナーシップができ、現在でもリモートで情報交換が継続されています。



TVで紹介



会場のラテンアメリカフェスティバルで



サンペドロ県庁より感謝状

◆未使用の資源、胡麻若葉とリグナンリッチ黒胡麻残渣を機能性素材として上市

胡麻はその種子、種子油をもっぱら食用として利用していますが、その若葉を青汁素材として商品化したのが胡麻若葉青汁粉末です。素材としての特徴は

- ・ ミャンマー産のリグナン含量が高い黒胡麻を播種している点
- ・ 葉酸含量が高く、アクテオイドをはじめ8種類のポリフェノールによる抗酸化性や抗糖化性が確認されている点があげられます。

2021年には食薬区分申請で食品に認められ、現在では鹿児島、島根県（有機栽培）で栽培されています。

上記のリグナンリッチ黒胡麻は、セサミンが通常の胡麻の2から5倍含有されており特に油は2007年よりセサミンのサプリメントとして使用されていますが、2トンの搾油で70%ほど排出される残渣を凍結粉碎したのが「リグナンリッチ黒胡麻マイクロファイバーF」です。これまで残渣は肥料等にものみ使用されていましたが、微粉碎することで、製菓、製パンなどの食用素材としての用途が増えつつあります。



胡麻若葉の畑



リグナンリッチ黒胡麻マイクロファイバーF



■ 日本ゴマ科学会 会則

昭和 61 年 9 月 26 日制定

平成元年 12 月 2 日改正

平成 5 年 11 月 26 日改正

平成 7 年 11 月 17 日改正

平成 12 年 11 月 18 日改正

平成 23 年 10 月 1 日改正

平成 24 年 10 月 6 日改正

第 1 条 本会は日本ゴマ科学会と称する。

第 2 条 本会はゴマに関する研究を奨め、その知識の普及を計ることを目的とする。

第 3 条 本会の事務所は原則として庶務幹事の在籍する場所におく。

第 4 条 本会に入会しようとするものは、住所・氏名・職業を明記して、本会事務所に申し込むこと。

第 5 条 本会会員は普通会員、名誉会員、賛助会員および学生会員とする。毎年、会員として、普通会員 3,000 円、賛助会員 1 口 (20,000 円) 以上、学生会員 500 円を納める。

第 6 条 ゴマの科学に功労のあったものを、総会の決議により名誉会員とすることができる。

第 7 条 本会は随時「セサミニュースレター (Sesame Newsletter)」(ゴマ学会通信)を発行し、会員に配付する。

第 8 条 本会は原則として毎年 1 回大会を開き、総会と講演会を行う。

第 9 条 本会に評議員会をおく。評議員は総会において選出する。

第 10 条 評議員の任期は 2 年とし、再任を妨げない。

第 11 条 本会に次の役員をおく。

会長 1 名

副会長 1 名

庶務幹事、会計幹事、編集幹事 各若干名

会計監査 2 名

役員は総会において選出する。

第 12 条 役員は原則として 2 年とする。

第 13 条 本会の事業年度は 4 月 1 日より翌年 3 月 31 日までとする。

第 14 条 本会則の改正には、総会において出席会員の 3 分の 2 以上の賛成を必要とする。

付則 1. 本会の略称と英名は下記とする。

略称：ゴマ学会

英名：The Sesame Science Society of Japan

■ Sesame Newsletter 投稿募集

本学会では、機関誌 *Sesame Newsletter* への原稿を募集します。各分野にわたり、多彩な投稿を期待申し上げます。

投稿要領 (平成 30 年 10 月 27 日改正)

1. 投稿は本会会員またはその紹介者に限る。
2. 投稿の内容は、研究論文・論文総説・資料・短報・論文抄録・業界通信・内外探索調査・紀行・研究機関や工場等訪問・学会や国際会議への出席または紹介・書評などとする。
3. 原稿 1 ページ目にはタイトル、著者名、所属、住所 (e-mail アドレスなど連絡先) を和文及び英文でつけること。
4. 投稿の内容により、研究論文には以下の 5~15 項までが適用される。論文総説・資料・短報には以下の 5~8、10~15 項までが適用される。
5. 編集幹事と若干名の委員より構成される編集委員会を組織する。
6. 編集委員会は投稿原稿 1 編につき 2 名の査読者を選んで審査を依頼し、その意見を参考にして掲載の可否を判断する。ただし、本会における特別講演などに基づく論文総説の投稿には 6 項は適用しない。
7. 編集委員会は、査読者の意見に基づき、著者に執筆内容の修正を求めることができる。
8. 原稿は和文または英文とし、原則として本文が和文の場合は英文の「Summary」を、英文の場合は和文の「要旨」をつける。なお、本文が英文の場合には、編集委員会が必要と判断して依頼した英文校閲の実費は著者負担とする。
9. 本文は、新しいページから始め、原則として要旨、緒言、材料および方法、結果、考察、謝辞、引用文献の順に見出しをつけて作成する。
10. 初校は原則として著者校正とする。校正では印刷上の誤り以外の字句修正、新たな文字数増、図版の修正などは、原則として行わない。
11. 校正刷は、受領後正確かつ速やかに校正の上、編集幹事へ返送する。
12. 別刷 (リプリント) 希望者は、原稿に記入また

は初校の際申込むこと。別刷は 50 部まで無料、それを超える部数希望のとき、表紙をつけるとき、表紙に表題等印刷するときは、著者の実費負担とする。このときも原稿に記入または初校の際申込むこと。

13. 原稿の提出はメール添付ファイル（Word ファイル）が望ましい。
14. 研究論文・論文総説・資料・短報の著作権はすべて日本ゴマ科学会に属する。
15. 原稿の送付先および問い合わせは、下記の通りである。

原稿送付先：

編集幹事 小倉裕範（奈良女子大）
ogura@cc.nara-wu.ac.jp

■入会申し込み

44・45 ページの入会申込書にご記入いただき、以下の事務所まで郵送または FAX でお送りください。また本学会ホームページからダウンロードした入会申込書（Word ファイル）にご記入いただき、事務所まで電子メールでお送りいただくこともできます。会員情報の登録作業完了後に、入会確認のお知らせと会費の払い込み方法のご案内をお送りいたしますので、会費の納入をお願いいたします。

■日本ゴマ科学会事務所

庶務幹事 瀬尾幹子
かどや製油株式会社生産本部品質管理部品質管理課
〒761-4101 香川県小豆郡土庄町甲 6188
電話 0879-62-1134（直通）
FAX 0879-62-1184（直通）
E-mail: mikiko.hasuike@kadoya.com

■日本ゴマ科学会令和 4 年度役員

会 長： 片山健至（香川大）
副 会 長： 平野正真（竹本油脂）
庶務幹事： 瀬尾幹子（かどや製油）
 山本将之（富山大）
編集幹事： 小倉裕範（奈良女子大）
会計幹事： 武田珠美（元熊本大）
監 事： 吉田元信（大阪総合保育大）
 本倉 直（真誠）

日本ゴマ科学会 入会申込書

<賛助会員用>

貴会の趣旨に賛同し、賛助会員として入会を希望します。

申込年月日	西暦 年 月 日	会員番号	660-
入会年度	年度	申込口数	口
ふりがな			
法人・機関名			
ご担当者	氏名		
	所属(部署)	役職名	
	TEL:	(内線: ・直通) FAX:	
	E-mail:		
所在地	(〒 -)		

- 1) 当学会の会計年度は4月～翌年3月です。
- 2) 年会費(賛助会員1口20,000円以上)は、入会申込書ご提出後に請求させていただきます。なお、請求書発行までに約1カ月を要しますので、ご了承ください。

<入会申込書送付先>

日本ゴマ科学会事務所

住所: 〒761-4101

香川県小豆郡土庄町甲 6188

かどや製油株式会社 生産本部 品質管理部品質管理課 瀬尾幹子 宛

電話: 0879-62-1134(直通) ファックス: 0879-62-1184(直通)

E-mail: mikiko.hasuike@kadoya.com

賛助会員名簿

(令和5年7月現在)

伊藤忠食糧株式会社	豊通食料株式会社
岩井の胡麻油株式会社	株式会社波里
株式会社MCアグリアライアンス	日清オイリオグループ株式会社
大阪ガスリキッド株式会社	株式会社浜乙女
株式会社大村屋	濱田屋
Ottogi製油株式会社	株式会社紅乙女酒造
株式会社オニザキコーポレーション	株式会社豊年屋
カタギ食品株式会社	株式会社マコト
かどや製油株式会社	松本製油株式会社
兼松株式会社	丸美屋食品工業株式会社
キューピー株式会社	みたけ食品工業株式会社
清本鉄工株式会社	三井物産株式会社
九鬼産業株式会社	株式会社Mizkan
サントリーウエルネス株式会社	吉美食品株式会社
株式会社真誠	理研ビタミン株式会社
全国胡麻加工組合	株式会社和田萬
竹本油脂株式会社	株式会社わだまんサイエンス

2023年（令和5年）9月1日発行

セサミニュースレター No. 38

発行者 日本ゴマ科学会
会長 片山 健 至

発行所 〒761-4101 香川県小豆郡土庄町甲 6188
かどや製油株式会社 生産本部 品質管理部品質管理課
日本ゴマ科学会事務所
Tel : 0879-62-1134 (直通)
Fax : 0879-62-1184 (直通)

印刷所 〒630-8144 奈良県奈良市東九条町 6-6
株式会社JITSUGYO
Tel : 0742-62-3377(代) Fax : 0742-50-2555

