



Sesame Newsletter

October 2019 No. 34

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	3
第34回日本ゴマ科学会大会	
プログラム	4
講演要旨	8
総説	
ゴマリグナン、特に、セサミノール類縁体の持つ機能性への期待 大澤俊彦	48
報告	
第2回国産ゴマ生産地の現地検討会を終えて 今泉和彦	58
企業めぐり	
株式会社 MC アグリアライアンス	60
本会記事	64

第34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34号 目次

日本ゴマ科学会会長あいさつ

第34回日本ゴマ科学会大会を開催するにあたって
(吉田元信)..... 2

大会実行委員長あいさつ

第34回日本ゴマ科学会大会開催にあたって
(本間香貴)..... 3

第34回日本ゴマ科学会大会プログラム

講演会プログラム 4

会場案内 6

第34回日本ゴマ科学会大会 講演要旨

特別講演1 日本および海外で発生するゴマの病害
について (宮川久義) 8

特別講演2 Sesame (*Sesamum indicum* L.) Crop
Production in Korea: Present Status and Future
Prospects (Sun-Hee Woo) 12

特別講演3 油脂の酸化原因を知りたい!!
(仲川清隆) 19

一般講演1 ゴマに含まれるカルシウムの形態別定量
(塩田萌慧 他) 25

一般講演2 ゴマリグナンとその生合成
(堀川学 他) 28

一般講演3 セサモリンが昆虫細胞S2に与える影
響について (勝崎裕隆 他) 29

一般講演4 ゴマオイルボディ形成機構についての
考察 (吉田元信 他) 30

一般講演5 ゴマの生育、収量および収量構成要素
に及ぼす喜界島方式の機械収穫を想定した密植の
影響 (道山弘康 他) 31

一般講演6 「ゴマ機械化プロ」現地実証から見え
てきた課題と展望 (田畑茂樹) 36

ポスター講演1 各種ゴマ油の酸化安定性と調理へ
の利用—未焙煎ゴマ油を中心に—
(武田珠美 他) 38

ポスター講演2 エリシター処理により誘導された
ゴマ培養細胞中配糖体化酵素の解析 (藤佑志郎)
..... 39

ポスター講演3 品種の異なるゴマの栽培中の葉中
アクテオシド含量の変化 (余田圭人 他)
..... 40

ポスター講演4 Molecular responses to waterlogging
stress in sesame (*Sesamum indicum* L.) during early
vegetative and pre-flowering stage using RNA-seq
(Sang-Heon Choi 他) 43

ポスター講演5 Proteome analysis of sesame leaves
in response to waterlogging stress at vegetative
and flowering stages (Hyun-Jin Jung 他)
..... 45

総説

ゴマリグナン、特に、セサミノール類縁体の持つ機
能性への期待 (大澤俊彦) 48

報告

第2回国産ゴマ生産地の現地検討会を終えて
(今泉和彦) 58

企業めぐり

株式会社MCアグリアライアンスの紹介
..... 60

本会記事 64

■会長あいさつ

第 34 回日本ゴマ科学会大会を開催するにあたって

日本ゴマ科学会

会長 吉田元信

令和元年の第 34 回日本ゴマ科学会大会を、東北大学大学院農学研究科の本間香貴教授を実行委員長として、10 月 19 日（土）東北大学大学院農学研究科 青葉山コモンズで開催されることになりました。実行委員長の本間香貴教授をはじめ、関係者の皆様方には、大変お世話になります。今回は一般講演会の年で特別講演 3 題、宮川久義先生の「日本および海外で発生するゴマの病害について」、韓国の Sun-Hee Woo 先生の「韓国のゴマ栽培と育種研究の現況と課題」、仲川清隆先生の「油脂の酸化原因をしりたい!!」の講演をいただき、一般講演 6 題、ポスター発表 3 題の発表があります。参加者の皆様には、興味を持ってもらえる講演内容ですので、活発な質疑応答が展開されることを期待しております。

令和元年 8 月 23 日（金）に第 2 回国産ゴマ生産地の現地検討会が「日本のへそゴマ研究会」の皆様方の御蔭で、兵庫県西脇市で開催されました。現地検討会では、より深くゴマ栽培についての意見交換が展開されました。昨年の駒ヶ根市での現地検討会での議論の結果を受けて、本大会で宮川先生に特別講演をお願いしました。今後、日本ゴマ科学会の大会と共に、国産ゴマ生産地の現地検討会が発展していくことを願っています。

Sesame Newsletter の学会誌として、昨年の Sesame Newsletter には 2 編の総説が掲載できました。本年の Sesame Newsletter にも 1 編の総説が掲載されています。また、「企業めぐり」のコーナーも久し振りに復活し、(株) MC アグリアライアンスさんに企業紹介をお願いしました。会員の皆様には、これからも Sesame Newsletter を大いに盛り上げていくために、論文投稿をはじめ、企業紹介、国際会議報告、紀行等の投稿をお願い致します。

昨年の総会で承認を得ました「ゴマ研究の在り方」を考えるワーキンググループの会議が 2 回持たれました。まだ、皆様に文章としてお配りできる状態ではありませんが、総会で内容の一端についてお話しさせていただきます。

■大会実行委員長あいさつ

第 34 回日本ゴマ科学会大会開催にあたって

第 34 回日本ゴマ科学会大会実行委員会

委員長 本間香貴（東北大学大学院農学研究科）

令和元年の第 34 回ゴマ科学会大会は 10 月 19 日（土）に宮城県仙台市の東北大学にて開催することになりました。これまでは関西での開催が多かったと伺っておりますが、兼ねてより親交のあった吉田元信会長より声をかけていただきまして、開催させていただくこととなりました。東北地方でも岩手県や山形県ではゴマ栽培が残っており、しそ巻きなどの郷土料理に用いられ、お菓子などでの利用も多いです。これを機にゴマ科学会とのつながりを保っていきたいと思いますのでよろしくお願いします。

特別講演は 3 課題の予定です。元農研機構西日本農業研究センターの宮川氏にはゴマの病害について話題提供していただくことになりました。現状ではゴマ栽培に使用できる殺菌剤がないようで、そうした状況についても話していただけるようです。韓国忠北大学校の Woo 氏には韓国のゴマ栽培と育種研究について情報提供いただけることになりました。ご存知の方が多くと思いますが韓国料理ではゴマをふんだんに使い、生産も日本の百倍にもなります。私たちの研究科の仲川氏には油脂の酸化について話題提供いただけることになりました。油脂にとっては最重要課題の一つであり、ゴマ油の測定例も話していただけるようです。

一般講演は 6 題の予定です。ゴマのカルシウムや、ゴマリグナン、セサモリン、オイルボディなどの内容成分に関わるものに加え、密植や機械化などの栽培に関するものとなっております。ポスター発表は Woo 先生の学生の 2 題含む計 5 課題の予定です。ゴマ油の酸化についてや、培養細胞中あるいは栽培中の葉中の変化、あるいは栽培時の湿害における分子応答あるいはプロテオーム解析に関するものとなっております。会員皆様への情報提供や意見交換の場になれば幸いです。

開催にあたり特別講演演者の紹介や、一般講演とポスター発表の勧誘など吉田元信会長や吉田和司幹事など執行部の皆様には多大な協力をいただきました。この場をお借りして感謝申し上げます。特別講演ならびに一般講演とポスター発表の演者の方々もどうもありがとうございます。ご出席の皆様にご満足いただける大会となるように努めてまいりますので、できるだけ多くの会員の皆様、関連の皆様のご参加をお待ちしております。

第 34 回 日本ゴマ科学会大会プログラム

日 時	2019 年 10 月 19 日 (土) 11:00 ~ 17:30
場 所	東北大学大学院農学研究科 青葉山commons 〒980-8572 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1
日 程	11:00 ~ 12:00 評議員会 12:10 ~ 12:50 総 会 13:00 ~ 13:10 大会挨拶 13:10 ~ 15:40 特別講演 15:40 ~ 16:00 ポスターセッション・休憩 16:00 ~ 17:30 一般講演 18:00 ~ 20:00 懇親会
実行委員長	本間香貴

■講演会プログラム

13:00	開会の挨拶	大会実行委員長 本間香貴
13:05	会長の挨拶	日本ゴマ科学会 会長 吉田元信

■特別講演

13:10	日本および海外で発生するゴマの病害について (元) 農研機構西日本農業研究センター企画部産学連携室 宮川久義
14:00	韓国のゴマ栽培と育種研究の現況と課題 韓国忠北大学校農業生命環境大学 Sun-Hee Woo
14:50	油脂の酸化原因を知りたい!! 東北大学大学院農学研究科; J-オイルミルズ油脂イノベーション共同研究講座 仲川清隆
15:40 ~ 16:00	ポスターセッション (演題 別紙)

■一般講演

16:00	ゴマに含まれるカルシウムの形態別定量 ○塩田萌慧 ¹ , 田代亨 ² , 勝崎裕隆 ³ , 三島隆 ⁴ , 八田珠郎 ⁵ (¹ 三重大学・地域イノベーション, ² 千葉大学, ³ 三重大学大学院・生物資源, ⁴ 三重大学大学院・生物資源, 千葉科学大学)
-------	--

- 16:15 ゴマグリナンとその生合成
大場幸江¹、東鋭明¹、小埜栄一郎²、豊永宏美²、白石慧¹、
原田英里砂¹、村田純¹、○堀川学¹
(¹ 公益財団法人サントリー生命科学財団、
² サントリーグローバルイノベーションセンター株式会社)
- 16:30 セサモリンが昆虫細胞 S2 に与える影響について
○勝崎裕隆、成川由希菜
(三重大学大学院生物資源学研究科)
- 16:45 ゴマオイルボディ形成機構についての考察
濱田聡¹、岸川彰宏¹、○吉田元信^{1,2}
(¹ 近畿大学大学院農学研究科、² 大阪総合保育大学)
- 17:00 ゴマの生育、収量および収量構成要素に及ぼす喜界島方式の機械収穫を想定した密植の影響
○道山弘康・水野一希・平野達也 (名城大学)
- 17:15 「ゴマ機械化プロ」現地実証から見えてきた課題と展望
○田畑茂樹 (三重県農業研究所)

■ポスターセッション演題

- 各種ゴマ油の酸化安定性と調理への利用—未焙煎ゴマ油を中心に—
○武田珠美・松田万季 (熊本大学教育学部)
- エリシター処理により誘導されたゴマ培養細胞中配糖体化酵素の解析
○藤佑志郎¹、大槻崇²、明石智義³、松藤寛²
(¹ 日大・生資科、² 日大・生資科・食生、³ 日大・生資科・応生)
- 品種の異なるゴマの栽培中の葉中アクテオシド含量の変化
○余田圭人¹、宮沢知也²、守屋佳奈²、大槻崇¹、藤佑志郎³、松藤寛^{1,2}
(¹ 日大院・生資科、² 日大・生資科・食生、³ 日大・生資科)
- Molecular responses to waterlogging stress in sesame (*Sesamum indicum* L.) during early vegetative and pre-flowering stage using RNA-seq
○ Sang-Heon Choi¹, Ku-Hyun Kwon¹, Ju-Young Choi¹, Hyun-Jin Jung^{1,4},
Swapn Kumar Roy¹, Soo-Jeong Kwon¹, Hyen-Chung Chun², Seong-Woo Cho³,
Yoon-Sup So¹, Yong-Gu Cho¹, Koki Homma⁴ and Sun-Hee Woo^{1*}
(¹Chungbuk National University, Korea, ²National Institute of Crop Science, Korea,
³Gyeongnam National Univ. of Science and Technology, Korea, ⁴Tohoku University, Japan)

Proteome analysis of sesame leaves in response to waterlogging stress at vegetative and flowering stages

○ Hyun-Jin Jung^{1,5}, Jang Hwan Yu¹, Swapan Kumar Roy¹, Soo-Jeong Kwon¹,
Seong-Woo Cho², Cho Kun^{3*}, Hyeun-Chung Chun⁴, Jwa-Kyung Sung¹, Hong-Sig Kim¹,
Koki Homma⁵ and Sun-Hee Woo^{1*}

(¹Chungbuk National University, Korea,

²Gyeongnam National University of Science and Technology, Korea,

³Korea Basic Science Institute, Korea, ⁴National Institute of Crop Science, Korea,

⁵Tohoku University)

■会場案内

■大会会場：東北大学大学院農学研究科 青葉山コモンズ

評議員会 第一講義室

総会・講演会 大講義室

〒980-8572 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1

TEL：022-757-4083 FAX：022-757-4085

会場ホームページ <http://www.agri.tohoku.ac.jp/jp/access/index.html>

■懇親会会場：青葉山コモンズ内 みどり食堂



大会および懇親会会場

■参加費

大会参加費：会員 無料

懇親会会費：5,000 円（学生 1,000 円）（当日、受付にて申し受けます）

■参加申し込み

- ①参加の方は同封のハガキに、大会（出席・欠席）・懇親会（出席・欠席）を必ずご記入ください。
- ②評議員の方は評議委員会の出席・欠席を必ずご記入ください。
- ③申し込みは 2019 年 8 月 30 日（金）までに大会実行委員会事務局にご返送ください。なお変更等は大会実行委員会事務局に直接ご連絡ください。

■会場までの交通

地図をご参照ください。仙台市地下鉄東西線「青葉山」駅下車、南 1 出口より南へ進み、通りに出たら右折し、徒歩約 10 分。

■当日の昼食

会場周辺には飲食店が少ないため、仙台駅周辺等でおられることをお勧めします。

■大会実行委員会

東北大学大学院農学研究科作物学研究室

〒 980-8572 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1

TEL 022-757-4083 FAX 022-757-4087

実行委員長：本間香貴 E-mail：koki.homma.d6@tohoku.ac.jp

第 34 回 日本ゴマ科学大会 講演要旨

■特別講演 1

日本および海外で発生するゴマの病害について

(元) 農研機構西日本農業研究センター

宮川久義

ゴマ（胡麻、学名：*Sesamum indicum*）は、ゴマ科ゴマ属の一年草で、その種子はすりごまの様な食材あるいはゴマ油などの油製品の材料になり、古代から今日まで世界中で利用されている植物である。FAO の統計データ（FAOSTAT）によれば 2017 年の全世界のゴマの生産量は約 553 万トンで、タンザニア、ミャンマー、インド、ナイジェリア、スーダン、中国などが主要生産国である。一方、日本の生産量は FAO がデータを入手できた 74 の国と地域の中で最下位から 2 番目（73 位）で、生産量は 10 トンとなっている。なお、隣国の韓国は 14,000 トン余で 31 位である。

日本植物病理学会編集の日本植物病名目録（2019 年 4 月改訂版）にはわが国で発生した約 11,000 種の植物病害が載っているが、ゴマの病害は 16 種（線虫病害 1 種を含む）である。高橋・持田編集の著書（1）では 10 種のゴマ病害が解説されているが、最近の発生状況については不明な点が多い。一方海外では、油糧作物病害に関する Chattopadhyay らの著書（2）では、ゴマ病害として主要なものを 6 種、その他の病害を 11 種解説している。また Singh らの著書（3）では、11 種の主要病害を解説している。その中には日本では未発生であるが、世界のゴマ生産国では大きな被害をもたらしている病害、Charcoal rot（炭腐病）、Phyllody（葉化病）等が含まれる。本稿では、ゴマの安定生産を脅かす主要な病害について文献資料をもとにご紹介します。

1. 畑作物の病虫害 - 診断と防除 - (全国農村教育協会) p.618-627 (1992)
2. Diseases of Edible Oilseed Crops, (CRC Press) , p.291-325 (2015)
3. Diseases of Oilseed Crops and their managements, (Daya Publishing House) , p.69-94 (2019)

1. 萎凋病 (*Fusarium wilt*)

病原菌は *Fusarium oxysporum* f. sp. *sesami* という糸状菌の一種で、*F. oxysporum* の内、ゴマだけを発病させる系統です。罹病株は根や茎の維管束が侵されるため、水分の供給が断たれ、地上部は萎凋し、のちに葉や茎は黒褐変して立枯れ状となる（1）。韓国の趙らは、それほど重症ではない感染症や成熟した植物に感染したときには、片側だけで症状が現れ、部分的にしおれ、半茎腐れの症状が出ることを報告した（2）。中国ではこのような病徴を片側黄色（ハーフイエロー）とも呼んでいます。感染した植物には、すじ状の黒っぽい変色が見られ、根の導管系の変色が目立ちます。発病後期の根は、病徴を示す植物の側と全体的または部分的に対応する側で腐敗を示します（3）。病原菌は一般に土壌中で長期間生存できるが、罹病ゴマ由来の種子内部から高頻度で検出されることもあります（4）。中国では幼苗段階で萎凋病抵抗性を検定する室内検定法も開発されています（5）。

1. 畑作物の病虫害 - 診断と防除 - (全国農村教育協会) p.623-624 (1992)
2. Korean Journal of Plant Protection 26:25-30 (1987)
3. <http://www.gengzhongbang.com/article-8654-1.html> (中国の農業植栽 Web サイト)
4. Iranian Journal of Plant Pathology 42:117-123 (2006)
5. Acta Phytopathologica Sinica (植物病理学报) 44 (1) :26-35 (2014)

2. 立枯病 (Rhizoctonia stem rot)

病原菌として、糸状菌の *Phoma sesami* と *Rhizoctonia solani* の2種類が報告されている。*Phoma sesami* による立枯病はかつて岡山県で発生があったが (1)、現在の状況は不明で Web サイトの検索では国内外とも情報が得られない。一方、*Rhizoctonia solani* による立ち枯れは、日本のみならず、アメリカ (テキサス) やエジプト等各地で発生している (2,3,4)。*Rhizoctonia solani* は各種野菜の立ち枯れを引き起こす多犯性の病原菌である。

1. 畑作物の病虫害 - 診断と防除 -(全国農村教育協会)p.625-626 (1992)
2. 近畿中国四国農業研究 4:3-7 (2004)
3. Plant Disease 102 (10) : 2039 (2018)
4. J. Agric.&Env. Sci. Alexandria University, Egypt. 4 (1) :23-36 (2005)



Rhizoctonia solani によると考えられる
ゴマの地際部の茎の褐変 (宮川)

3. 疫病 (Phytophthora blight)

病原菌は *Phytophthora parasitica* var. *sesame* という糸状菌です。葉や茎に生じた病斑が雨天等の湿度の高い条件下では急速に拡大進展し、最後には植物体が枯れ上がって枯死する病気です。最初、葉や茎に水浸状 (植物柔組織の中に水がしみ込んだように見える) の褐色の斑点が出現します。病斑は感染の広がりとともに、黒褐色から黒色になります。さく果に感染すると、表面には綿状の白い菌糸が認められます。激発の場合、種子の種皮は皺々になります (1)。ゴマの疫病菌はゴマのみを発病させます (2)。病原菌は土壤中に生存し、それが第一次伝染源となりますが、種子伝染することも分かっています。保菌種子から育てたゴマでは、さく果の中の種子が発芽する現象 (vivipary) が報告されています (3)。疫病に抵抗性を示すゴマの系統選抜や品種改良は各国で行われており、韓国でも抵抗性品種が発表されている (4)。

1. Diseases of Edible Oilseed Crops, (CRC Press) , p.293-296 (2015)
2. Korean Journal of Plant Protection 21 : 211-215 (1982)
3. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences 1:185-188 (2011)
4. Korean Journal of Breeding Sciences 50: (3) 256-260 (2018)

4. Charcoal rot (炭腐病)

Macrophomina phaseolina という糸状菌による病害。世界のゴマ栽培地域 (日本では未発生) の至る所で発生している。別名では Stem and Root rot とも言います。土壤中に生息する病原菌がゴマの茎の地際部や根を侵し、地上部が萎凋枯死する病気です。苗の段階から開花期まで感染します。茎の地際部に黒褐色の病斑が生じ、それは上方に伸展して茎の中央部まで広がり、植物は萎凋します。病斑が茎の周囲を取り巻くと上部は枯死します。枯死した茎病斑には微細な黒点 (柄子殻) が生じます。感染したさく果は未熟でも開き、しわが寄り変色した種子を露出させます (1,2,3)。本病原菌は広い宿主範囲で知られており、多数の雑草および輪作作物に感染し、接種源および病原体の生存源として働きます。本菌は、土壤中に遊離菌核として、または罹病作物残渣に含まれる菌糸体および菌核として生存します。ゴマ種子は種皮の内側 / 外側でこの病原菌を菌核あるいは菌糸体として保菌し、伝染源となります (2)。日本ではこの病原菌による炭腐病がダイ

ズ、キク、キュウリ等 19 植物で発生していますが、ゴマでは未発生です (4)。

1. International Journal of Chemical Studies 6 (2) :1945-1952 (2018)
2. Diseases of Edible Oilseed Crops, (CRC Press) , p.296-300 (2015)
3. <http://agritech.tnau.ac.in/> (インドの Tamil Nadu 農業大学のポータルサイト)
4. 農研機構遺伝資源センターの日本植物病名データベースによる

5. Phyllody (葉化病)

ファイトプラズマと呼ばれる細菌の一種で引き起こされる病害。但し、ファイトプラズマは通常の細菌と異なり、細胞壁を持っていませんし、培地で培養することも出来ません。本病は世界のゴマ栽培地域で発生していますが、日本では未発生です。この病害の特徴的な症状は、①花の部分に緑色色素が異常沈着し葉脈が太く透明になる、②花が葉のような構造に変化し、③花の部分から大量の新芽が異常生長する (魔女のほうきとも言います)、④さく果の亀裂と種子の発芽など、著しい形態異常を引き起こすことです。感染した植物は部分的または完全に不稔になり多大の収量損失をもたらします。特定のヨコバイが感染植物のファイトプラズマを吸汁して伝搬します (1,2,3)。このファイトプラズマの宿主範囲は広く、アブラナ科の野草やヒヨコマメなどでも生存し、伝染源になりえます (4)。日本ではファイトプラズマによる葉化病が 5 種の植物で報告されていますが (5)、それがゴマに感染するか否かは不明。

1. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 33:477-486 (2009)
2. Phytopathogenic Mollicutes 5 (2) :74-83 (2015)
3. Diseases of Edible Oilseed Crops, (CRC Press) , p.307-311 (2015)
4. Indian Journal of Virology 21 (2) :133-139 (2010)
5. 農研機構遺伝資源センターの日本植物病名データベースによる

6. 斑点病 (Alternaria leaf spot)、蛇の目病 (White leaf spot)

病原菌は各々 *Alternaria sesami*、*Cercospora sesami* という糸状菌です。ともに主に葉に斑点状の病斑を生じる病害ですが、蛇の目病では茎やさく果も侵す。蛇の目病では、中央部が白色で、周縁部が黒紫色の直径 5mm 位の丸い病斑を生じ、ヘビの目のように太い輪の形をしているのでその名がついた (1,2)。

1. 畑作物の病害虫 - 診断と防除 - (全国農村教育協会) p.622、p.626-627 (1992)
2. Diseases of Edible Oilseed Crops, (CRC Press) , p.303-307 (2015)

7. 斑点細菌病 (Bacterial leaf spot)

病原菌は *Pseudomonas syringae* pv. *sesami* という細菌。気孔や傷口から侵入感染する。葉では最初黄色斑点として現れ、葉脈や支脈で仕切られた角張った茶色斑点になる。表面には病原細菌粘液が溢出して光沢のある塊になる。茎やさく果でも病斑を生じる (1)。パキスタンの研究者から本病の病徴等の詳細な論文が発表されている (2)。

1. Diseases of Oilseed Crops and their managements, (Daya Publishing House) , p.83-84 (2019)
2. Pakistan Journal of Botany 41 (2) : 927-934 (2009)

8. 防除対策

日本ではゴマに使用できる農薬については、農薬登録上「野菜類」や「豆類」といった大分類での括りはなく、ゴマに適用のある農薬のみ使用することが可能です。すなわち野菜類に適用があっても、ゴマでは使用できません。化学農薬、生物農薬を含め、ゴマに適用のある唯一の殺菌剤のコサイド DF（銅水和剤）は、農薬登録は有効（本稿執筆時点）ですが、既に製造販売が終了しています。従って、使用できる殺菌剤が無いのが現状です。これは農薬登録には薬効・薬害試験、作物残留試験等多額の経費がかかりますが、ゴマの様なマイナー作物（3 万トン以下）はメジャー作物と比較して販売額が低いため、農薬メーカーは農薬登録に消極的と考えられます。地域特産のマイナー作物の農薬登録拡大のためには、都道府県の行政や研究機関と農薬メーカー等が協力して試験を実施することが登録推進に有効です。例えば、大阪府におけるマイナー作物の農薬登録拡大への取り組みについては、日本農薬学会誌に紹介されています（1）。

「有機農産物の日本農林規格」（2）では、第 4 条（生産方法についての基準）の中で、「有害動植物を効果的に防除することができない場合にあっては、別表 2 に掲げる農薬のみが使用されていること。」とされていて、30 種の天然由来の農薬が示されていますが、別表 2 の農薬がすべての有機農産物栽培に使用できることは定めておりません。例えば生石灰と硫酸銅を混合して使用者が自ら調製するボルドー液については、使用できる生石灰と硫酸銅は農薬登録を受けたものに限りませんが、いずれもゴマには登録がありません。

また、特定農薬（特定防除資材）というものがありますが、これは「その原材料に照らし農作物等、人畜及び水産動植物に害を及ぼすおそれがないことが明らかなものとして農林水産大臣及び環境大臣が指定する農薬」と法令で定められ、現在 5 種類が指定されています。農薬登録の対象外なのでゴマでも使用可能です。この内、病害防除に使用できるものは食酢、重曹、次亜塩素酸水の 3 種ですが、それらのゴマ病害に対する使用方法や防除効果については不明です。

この様に、日本ではゴマ病害の防除に農薬を使用することは困難です。なお、インドではゴマの病害防除に化学農薬や生物農薬が使用できます（3）。

病害防除の基本は、罹病植物残渣を圃場外に持ち出して処分し伝染源を減少させ、土壌物理性を改善して水はけを良くするなど、圃場環境の整備だと思います。特に土壌病害の場合、激発した場合は輪作で 5 年間ゴマを栽培しない、太陽熱消毒の様な土壌消毒、品種抵抗性の利用、堆肥や有用微生物を含む土壌改良資材などによる土づくりなど地道な対策が必要だと思います。

1. 日本農薬学会誌 42 (2) : 335-341 (2017)
2. http://www.maff.go.jp/j/council/sizai/tokutei_noyaku/02/pdf/refdata1.pdf（農林水産省 HP）
3. https://nmoop.gov.in/Presentations/Sesame_28-03-2017.pptx（2017 年にインド農務省油糧種子課がまとめたゴマ生産に関するパワーポイントファイル）

ゴマに適用登録のある農薬

一般名	商品名	適用病害虫
殺菌剤 銅水和剤	コサイド DF (2 銘柄)*	斑点細菌病
殺虫剤 6 種類**	33 銘柄	アブラムシ、ネキリムシ、オオタバコガ等

*: 既に製造販売終了。製剤を改良したコサイド 3000 があるが、ゴマには未登録

** : 殺虫剤の内、1 種類 (11 銘柄) は倉庫で用いる燻蒸剤なので圃場では使わない。

農薬登録情報提供システム (2019 年 7 月 16 日検索)

https://www.acis.famic.go.jp/index_kensaku.htm

■ 特別講演 2

Sesame (*Sesamum indicum* L.) Crop Production in Korea: Present Status and Future Prospects

Sun-Hee Woo¹, Sung-up Kim², Hyen-Chung Chun³, Jin-Ki Park³, and Ki-Hyun Kim⁴

¹Department of Crop Science, Chungbuk National University, Cheong-ju, 28644, Korea

²Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang, 50424, Korea

³Division of Crop Production Technology, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang, 50424, Korea

⁴Division of Crop Research, Chungbuk Agricultural Research and Extension Services, Cheong-ju, 28130, Korea

Abstract

The aim of this paper is to review the importance of sesame crop production status in South Korea, present situation and area of production, and future opportunities. Sesame is one of the most important high value oil crops in Korea contributing high foreign currency. In addition, sesame oil is useful edible oil and has wide application reports indicate that the sesame production is increasing from year to year which is mainly driven by high current market demand and suitability of environmental factors. For instance, the recent five years data indicated that the production rate is increased with increased area coverage of same years indicating a yield gain from extensive farming system. The production is concentrated in Jeonnam province Gyeongbuk province of Korea. The presence of genetic diversity in sesame genetic resources, proximity of Korea to the international market, an increased demand for Korean sesame, the presence of relatively high oil content of sesame cultivars and suitability of environmental condition for sesame growth will give high opportunity for Korea to improve the crop. Therefore, to increase yield potential and quality of sesame crop and achieve better profit requires the collaborative efforts of all stake holders in capacity building on sesame crop improvement and post-harvest handling of the crop, development of high yielding widely adapted cultivars with resistance to diseases and pests, development of improved agronomic and management practices, environmental clustering for high oil quality and creating a capacity to process the sesame and/or oil.

1. Introduction

Sesame is a very ancient crop thought to be one of the oldest oil crops known by humankind (Bedigian and Harlan, 1986; Ashri, 1998; Fukuda et al., 1986; Osawa et al., 1985; Hanzawa et al., 2013)). Sesame (*Sesamum indicum*) is an important oilseed crop that is cultivated for its edible oil, protein, vitamins and amino acids (Wahid et al., 2007). Grown in the tropical and the temperate zones world-wide, the crop is gaining significance in Nigerian agriculture for both seed production and the nutritional content of its leaves as a leafy vegetable (Muhamman et al., 2008). Sesame flavor is also very popular in Korean cuisine. The leaves of the sesame plant are also used in Korean food as a type of wrap, eaten with meat and other vegetables.

Its research history followed three major periods viz. the “germplasm collection and genebank constitution” era, the “classical breeding and genetics” era, and currently the “Omics” era. (Dossa et al., 2017). Sesame

being the most important export oil crop in Korea, however, there is no adequate information available in Korea (Kim et al., 2014; Lee et al., 1999). Therefore, the purpose of this paper is to review the importance of sesame seed, production trend, challenges, potentials and future opportunities of the crop (Park et al., 2012; Shim et al., 2010; Shyu and Hwang, 2002).

2. Current situation of sesame cultivation

2.1. Yield and area of sesame

Sesame is one of the most important oiled crops cultivated in Korea for sesame slat and sesame oil. Area of cultivation of sesame in Korea was the most large in 1987 (94,300 ha), and it has been decreasing since 1988. In 2018, it was 24,760 ha which is decreasing 16.6% as compared with previous year.

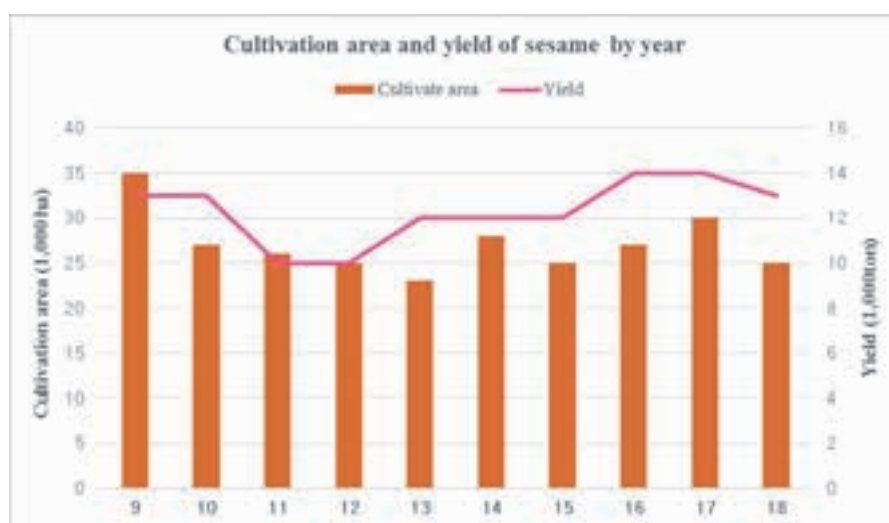


Fig 1. Cultivation area and yield of sesame by year

Table 1. Region and yield of sesame by year

	'13	'14	'15	'16	'17	'18	Rates ('18/'17%)
Yield (ton)	12,392	12,158	11,678	13,575	14,258	12,727	-10.7
Area (ha)	23,184	28,370	25,139	27,170	29,682	24,760	-16.6
Yield by 10a (kg)	53	43	46	50	48	51	6.3

Table 2. Area, consumption, net income and yield of sesame by year

Category	'00	'05	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18
Area (1000ha)	44.3	34.0	27.1	25.6	25.1	23.2	28.4	25.1	27.2	29.7	24.8
Yield (1000ton)	31.7	23.5	12.7	9.5	9.7	12.4	12.2	11.7	13.6	14.3	12.7
Consumption per person by year (Kg)	2.0	1.9	2.0	1.78	1.77	1.95	2.03	1.86	1.79	1.78	
Degree of sesame self-support (%)	26	23	14.7	13.2	10.9	13.9	14.2	12.4	14.9	15.7	
Profit(A) (1000 won/10a)	835	913	984	1,060	1,115	1,338	1,306	1,269	1387	1179	
Yield cost(B) (1000 won/10a)	420	457	-	-	-	1506	1463	1470	1388	1322	
Net income(A-B) (1000 won/10a)	274	415	456	-	-	-167	-157	-201	-2	-143	
Production output (100 million won)	2,683	2,334	2019	1708	1789	2180	1971	1878	2247	2298	
Most cultivating varieties	Gopum('05), Pyeongan('06), Gunbaek('13), Gangan('14), Nuri('16)										

2.2. Comparing yield of outdoor with green house

In Korea sesame usually cultivates outdoor using vinyl mulching or in green house after cultivating other crops. Sesame grows at the same time as flowing, maturing, and vegetative growth. In outdoor cultivation has low yield than green house because vegetative period and rainy season are same in Korea so sesame can be exposed by flooding stress. However, in the green house, there is no low temperature of seedtime or after ripening and water-logging stress or typhoon by rainy season, which are yield limited factors. As a result of rain proof, there is 57% high yield in the green house than outdoor.

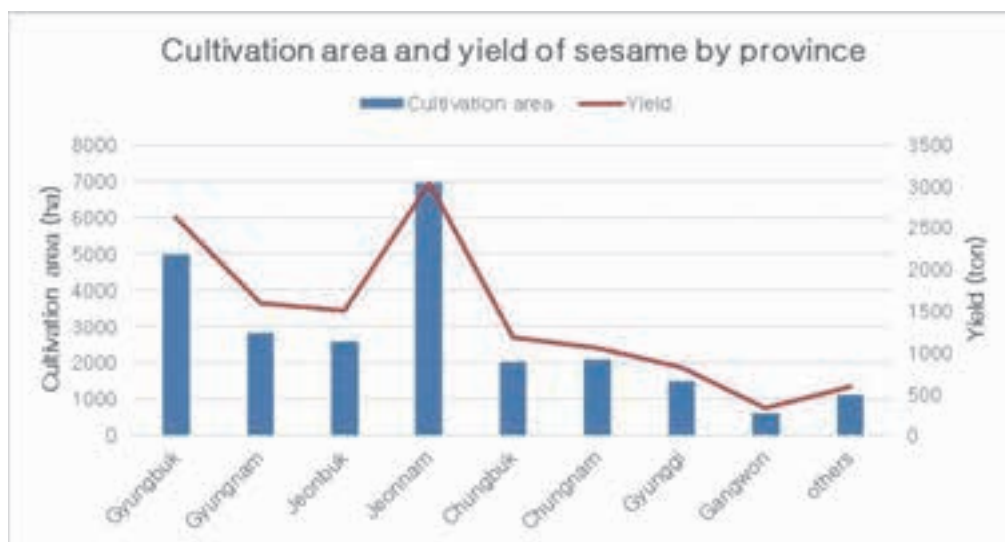


Fig 2. Cultivation region and yield of sesame in Korea by province

2.3. Region

Most high yield province which occupies 23.9% of all parts of country is Jeollanam-do province and next is Gyeongsangbuk-do province, Gyeongsangnam-do.

3. Present status of sesame breeding

Many studies in sesame have been conducted in various ways in Korea. However, researchers were simply conducted studies about productivity in past. Nowadays researchers are conducting various ways such as high-quality oiled sesame, sesame for machine cultivation to decrease works, and sesame growing up well in green house. Tables below are about current breeding variety sesame in Korea.

Table 3. Majority variety and feature of sesame for extracting oil

Year	Cultivar name	Yield (kg/10a)	Major features	Adoptable Region
1991	Suwon	87	High-oil, high grain filling, high-antioxidation, lodging-resistant, resistance-phytophthora blight	All province
1993	Annam	86	High quality, lodging-resistant	All province
1994 (2)	Osan	85	Short culm, lodging-resistant, machine adaptability, Double cropping	All Province (except for Gangwon, Jeju)
	Yangbaeg	96	High quality, lodging-resistant	All province
1995	Pungsan	89	High oil, disease tolerance	All Province (except for Chungbuk)
1996 (2)	Seodun	106	Dairy, disease tolerance, high-oleic acid	All Province (except for Chungbuk)
	Namsan	95	Dairy, double cropping	Jeollanam buk, Gyungnam buk
1998 (2)	Seongbun	89	Lodging-resistant, high-antioxidation	All province
	Dasag	93	High grain filling, high-linoleic acid	Jeollanam buk, Gyungnam buk
1999 (2)	Hansan	87	Double cropping	All province
	Pungnam	78	Low branch, multicausal, lodging-resistant, resistance-phytophthora blight	Jeollanam buk, Gyungnam buk
2000 (2)	Namda	95	Big grain, thousand grain weight, Double cropping	All province
	Pungan	89	White color grain, disease tolerance, high grain filling, thousand grain weight	Southern area
2001 (2)	Nambeag	87	Medium flowering, Double cropping, Big grain, high-antioxidation,	All province
	Naman	96	Medium flowering, White color grain, lodging-resistant	Jeollanam buk, Gyungnam buk
2002 (2)	Sunbeg	103	Pure white color grain, High oil	All Province (except for Gangwon)
	Dubeol	108	White color grain, resistance-phytophthora blight	Southern area
2004	Gangbaeg	87	Sesame-oil, lodging-resistant, resistance-phytophthora blight, high sesamine	Chungnambuk, Gyeonggi, Gangwon
2005	Gopum	92	Sesame-oil, shattering of grain, machine adaptability, high sesamine	All province
2006	Peongan	99	High oleic acid, high sesamine, high-sesamolin, resistance-phytophthora blight	All Province (except for Jeonbuk)
2007	Milseong	98	High oleic acid, high sesamine, high-sesamoline	All province
2008	Youbaeg	110	Sesame-oil, high lignan	Southern area
2009	Yangan	103	Low branch, White color grain, Sesame-oil	All province
2011	Sangbaeg	106	Low branch, White color grain,	All Province (except for Gangwon)
2012	Youmi	106	Low branch, White color flower	All province

2013	Gunbaeg	119	Resistance-phytophthora blight, high- wilt disease	All Province (except for Gangwon)
2014	Gangan	117	White color grain, resistance-phytophthora blight	All Province (except for Gangwon)
2014	Jinyul	104	Brown color grain	All Province (except for Gangwon)
2016	Nuri	118	White color grain, resistance-phytophthora blight, high- wilt disease	All Province (except for Gangwon)
2017	Geumok	123	White color grain, high- wilt disease	All Province (except for Gangwon)

Table 4. Major variety and feature of black sesame for health

Year	Cultivar name	Yield (kg/10a)	Major features	Region
1995 (2)	Yangheug	77.8	Black color grain, lodging-resistant	All Province (except for Chungbuk, jeonnam)
	Gunheug	78.4	Black color grain, resistance-phytophthora blight, high- antioxidation, high protein	All Province (except for Jeonnam)
1997	Hwareug	92	Black color grain	All province
1999	Sunheug	75	Resistance-phytophthora blight	All province
2000	Heugsun	80	Lodging-resistant, Black color grain, resistance-phytophthora blight	All province
2002	Manheug	93	Black color grain, resistance-phytophthora blight	All province (except for Gangwon)
2003	Gangheug	91	Black color grain, resistance-phytophthora blight	All province
2005	Jinheug	93	Black color grain, lodging-resistant	All province
2006	Miheug	97	High amino acid, resistance-phytophthora blight	All province
2007	Yunheug	100	Black color grain, lodging-resistant	All province
2008	Sunheug	102	Black color grain, High amino acid	All provinces
2009	Daheug	97	Black color grain	Southern area

Table 5. Majority variety and feature of color-sesame

Year	Cultivar name	Yield (kg/10a)	Major features	Region
1995	Hwangbeg	89	Early maturity, disease tolerance, high oil	Chungnam, Jeollanam buk, Gyungnam buk
1998	Manguem	78	Lodging-resistant, big grain	Jeollanam buk, Gyungnam buk
2010	Chamhwang	105	Low branch, white brown grain	All Province (except for Gangwon)
2014	Jinyul	104	Brown grain, high yielding ability	All Province (except for Gangwon)
2015	Dodam	107	Brown grain, resistance-phytophthora blight	All Province (except for Gangwon)

4. Future research prospective in sesame

There are various cultivation ways, variety, and cultivation features, however working before and after harvest are highly dependent on human resources, so yield of sesame is low. Even if annual consumption of sesame maintains about 96,000-ton, self-sufficiency rate of sesame is 10% because of domestic production decreasing consistently. To increase self-sufficiency rate of sesame, researches and analysis are needed about tenant farmer's cultivar ways, new techniques for sesame cultivation such as greenhouse cultivation, factor decreasing production.

Table 6. Rate of farmers who compliance standard techniques by technology factor (%)

Category	Continuous cropping	Variety	Sowing period	Planting density	Vinyl mulching	Disease control	Insect pest control
No. of farmers following technical standard	77	22	73	8	94	69	48
No. of farmers unfollowing technical standard	23	78	27	92	6	31	52
Technical standard	1 Year	Improved variety	Before 25/05	15~18K/10a	Mulching	More than one time	More than one time

Table 7. Rate of yield decline and influence factor decreasing yield by technology factor (%)

Category	Continuous cropping	Variety	Sowing period	Planting density	Vinyl mulching	Disease control	Insect pest control
Yield decline rate	20	20	15	20	10	20	5
Influence decreasing yield	4.6	15.6	4.0	18.3	0.6	6.3	2.6
Influence decreasing yield index	7.9	26.9	6.9	31.6	1.0	10.8	4.5

According to demand for cultivation under structure, machine cultivation for solving decreasing labor by decline rural population is increasing; researches about structure cultivation and machine cultivation are needed. Short culm, ramule sesame cultivars are good for machine cultivation and, sesame in the green house is the most vulnerable to powdery mildew, breeding a powdery mildew-resistant cultivar is needed. Additionally, people concern for their health so that breeding a sesame cultivar which has high lignan. Though there are some researches that colored-sesame has more lignan than uncolored-sesame and black one is the highest having lignan sesame, more studies are needed about content of sesamin and sesamolin because when sesamin is high, sesamolin is also high.

References

- Sung-Up Kim, Ki-Won Oh, Myoung-Hee Lee, Byoung-Kyu Lee, Suk-Bok Pae, Chung-Dong Hwang, Myung-Sik Kim, In-Youl Baek, and Jeong-Dong Lee, 2014. Variation of lignan content for sesame seed across origin and growing environments. *Korean J. Crop Sci.*, 59(2): 151~161.
- Wahid, O.A.R.A., El-Bramawy, M.A.E.H. and Ahemad, S., 2007. Resistance of some sesame (*Sesamum indicum* L.) collections against root rot disease (*Rhizoctonia solani* Kühn) under field conditions. *Journal*

- of Plant Protection Research, 47(3).
- Muhamman, M.A. and Gungula, D.T., 2008. Growth parameters of sesame (*Sesamum indicum* L.) as affected by nitrogen and phosphorous levels in Mubi. Nigeria. J Sustainable Dev in Agri & Env, 3(2), pp.80-86.
- Bedigian, D., and Harlan, J. R. (1986). Evidence for cultivation of sesame in the ancient world. Econ. Bot. 40, 137–154. doi: 10.1007/BF02859136.
- Ashri, A. 1998. Sesame breeding. Plant Breed. Rev. 16, 179-228.
- Dossa, K., Diouf, D., Wang, L., Wei, X., Zhang, Y., Niang, M., Fonceka, D., Yu, J., Mmadi, M.A., Yehouessi, L.W. and Liao, B., 2017. The emerging oilseed crop *Sesamum indicum* enters the “Omics” era. Frontiers in plant science, 8, p.1154.
- Fukuda, Y., M. Nagata, T. Osawa, and M. Namiki. 1986. Contribution of lignan analogues to antioxidative activity of refined unroasted sesame seed oil. Journal of the American Oil Chemists’ Society. 63(8): 1027-1031.
- Hanzawa, F., S. Nomura, E. Sakuma, T. Uchida, and S. Ikeda. 2013. Dietary sesame seed and its lignan, sesamin, increase tocopherol and phylloquinone concentrations in male rats. The Journal of Nutrition. 143(7): 1067-1073.
- Lee, S. W., C. W. Kang, D. H. Kim, Y. Satoko, and K. Masumi. 1999. Varietal variation of sesamin, sesamol, and oil contents according to seed coat colors in sesame. Korean Journal of Breeding Science. 31(3): 286-292.
- Osawa T, M. Nagata, M. Namiki, and Y. Fukuda. 1985. Sesamol, a novel antioxidant isolated from sesame seeds (*Sesamum indicum* L.). Agricultural and Biological Chemistry. 49: 3351-3352.
- Park, J. H. Development of core collection and its genetic evaluation by SSR markers in germplasm of sesame (*Sesamum indicum* L.). 2012 Chunbuk National University.
- Shim, K. B., C. D. Hwang, S. B. Pae, M. H. Lee, T. J. Ha, C. W. Park, and K. Y. Park. 2010. Comparison of physiochemical characters of sesame seeds according to the different producing origin. The Journal of the Korean Society of International Agriculture. 22(4): 371-375.
- Shyu, Y. S. and L. S. Hwang. 2002. Antioxidative activity of crude extract of lignan glycosides from unroasted Burma black sesame meal. Food Research International. 35(4): 357-365.

■特別講演 3

油脂の酸化原因を知りたい!!

東北大学大学院農学研究科 機能分子解析学分野
J-オイルミルズ油脂イノベーション共同研究講座

仲川清隆

油脂の酸化は、油脂食品の劣化の根源として研究されてきました。また、私達の身体の脂質の酸化は、各種疾病の発症や進行に関わるとされ、広範に研究が進められています。ただ、酸化した脂質（過酸化脂質）、とくに一次酸化物である脂質ヒドロペルオキシドの多種多様な異性体の解析は、未だ困難です。このため、過酸化脂質の異性体の構造を詳細に解析して、過酸化脂質の生成原因を特定する（即ち、ラジカル（熱）や一重項酸素（光）、酵素などの内、いずれによって過酸化脂質が生じたのか？を見極める）ことは、今もなお夢物語で、案外、このことを知る人は少ないように思います。

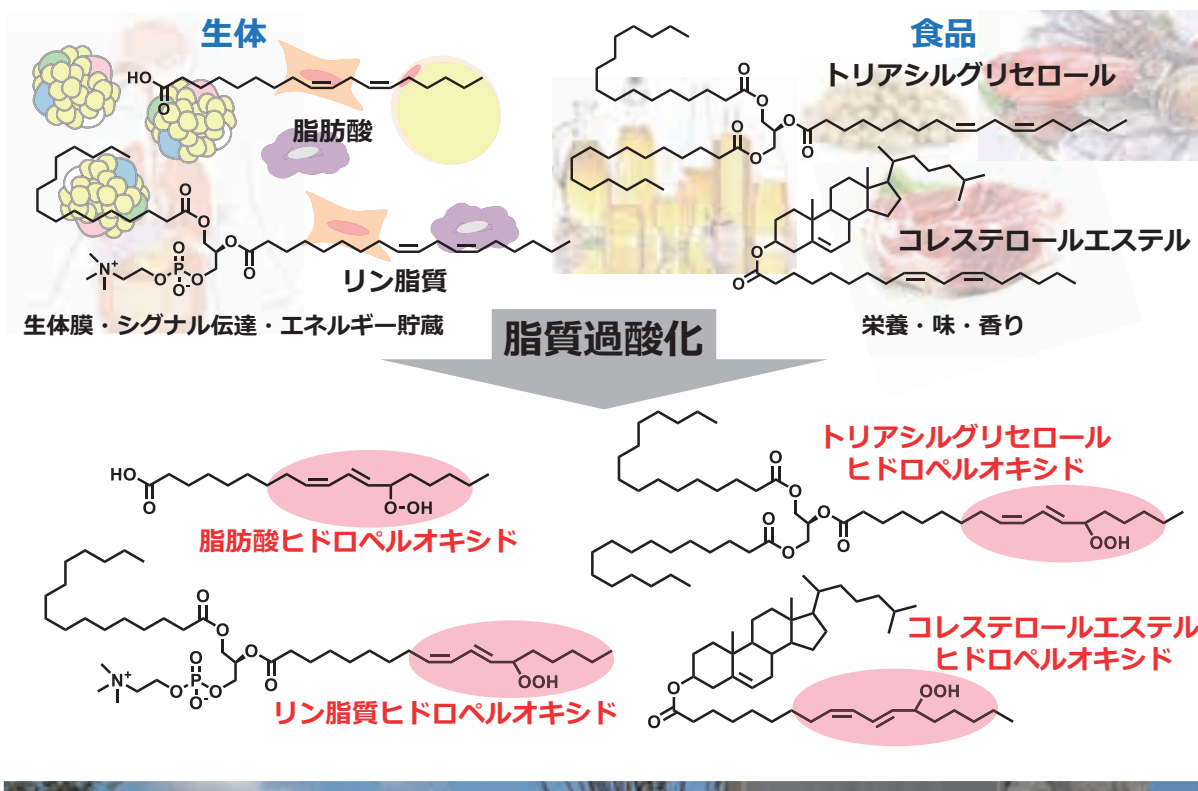
私がこの過酸化脂質の生成原因の特定に挑んだのは、1993年4月東北大学農学部食品学研究室への配属時に遡ります。この時に、“もし脂肪酸への酸素の結合位置を明らかにできれば、過酸化脂質の生成原因を特定できる？”と考え、研究に没頭しました。しかし、MSやMS/MS等の質量分析法を駆使しても、酸素の結合位置を知るための「ヒドロペルオキシ基（OOH基）由来のフラグメント」は十数年間一向に見出せず、故に実試料の分析ははるか遠い彼方に感じられました。

そんな中、5年程前に、過酸化脂質（この時は、リン脂質のヒドロペルオキシド（PCOOH））のMS/MS分析を試みていた際に、その $[M+H]^+$ と $[M+Na]^+$ の強度比が標品とサンプルで異なる（故に、サンプル中のPCOOHを精確に定量できない）ことに気づきました。そこですべての親イオンを $[M+Na]^+$ に傾けてしまおうと、測定系に Na^+ を加えたところ、定量が可能となっただけでなく、予想外に、OOH基由来のフラグメントを発見しました。これが突破口となり、PCOOHにおける酸素の結合位置の高精度な解析（即ち、PCOOH異性体の解析）を達成しました。現在では、リン脂質以外にも、トリアシルグリセロールや脂肪酸などの様々な過酸化脂質について、酸素の結合位置の高精度な解析を実現しつつあります。そして、例えば油脂では、製造・加工・輸送・販売・保管・調理といった様々な過程で油脂は酸化されますが、私が期待したように本法を用いることで「いつ・どこで・どのくらい・何によって酸化されるのか」をかなりの精度で捉えられそうです。もし販売時の光が主原因と判明すれば、効果的な対策を講じられそうです。

本公演では、本法の紹介とともに、ゴマ油の測定例もお伝えできればと思っております。

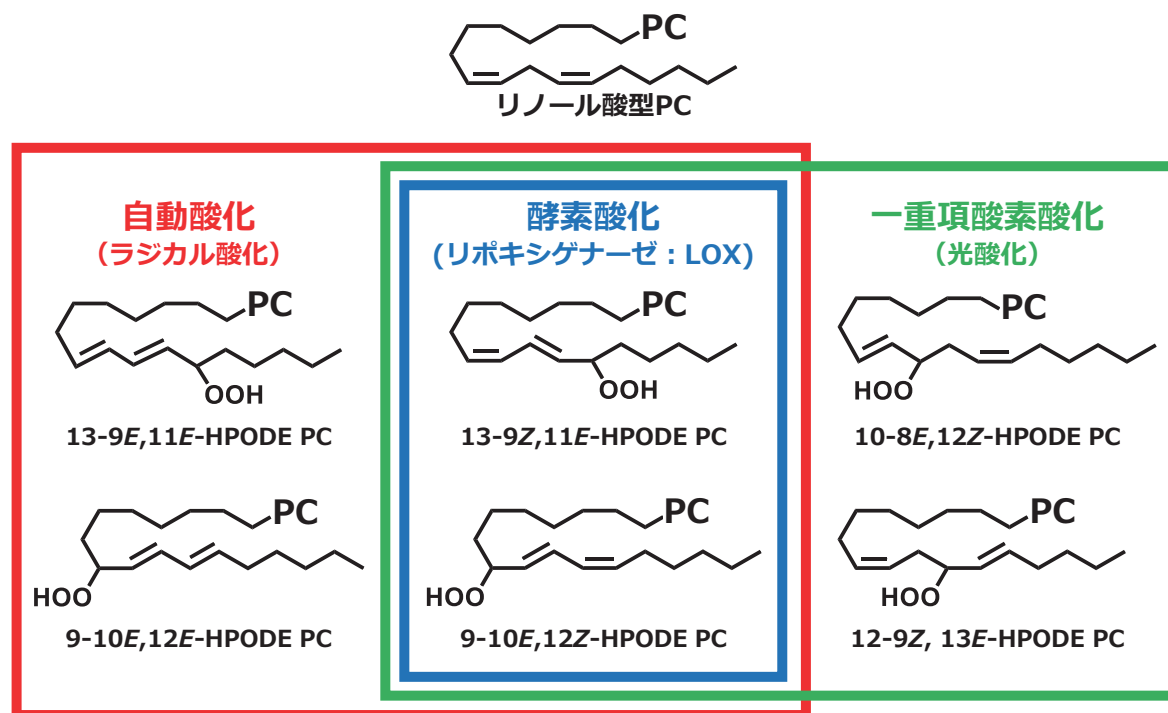
脂質過酸化は生体老化や食品劣化に大きく関与する

1



脂質の過酸化機構と異性体構造

2

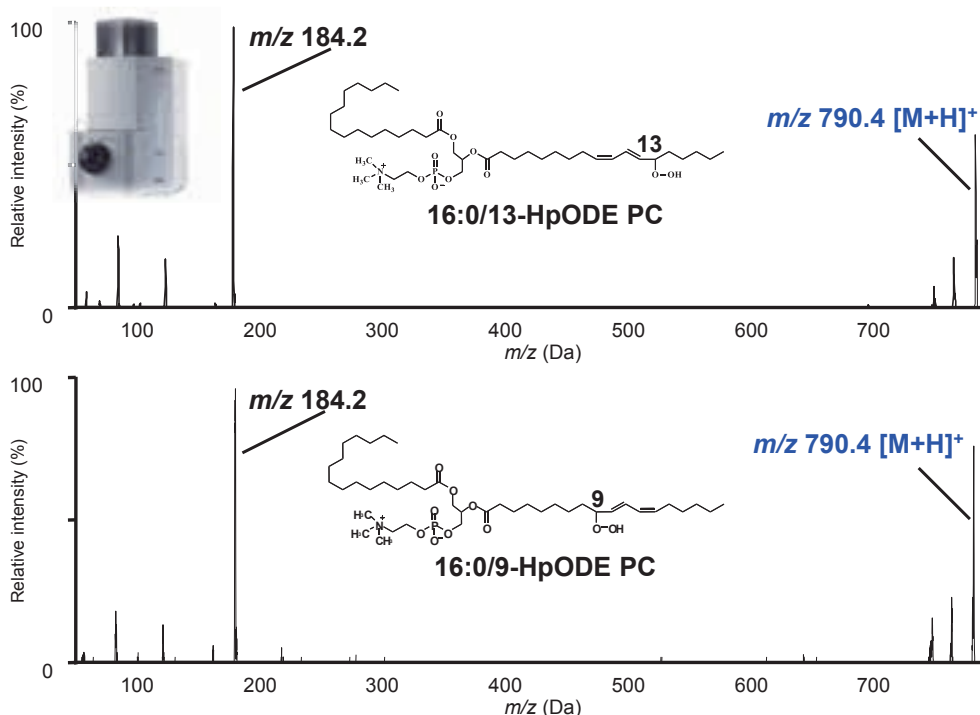


酸化機構ごとに特異的な位置・cis-trans異性体が生成する

Product ion mass spectra (MS/MS)

3

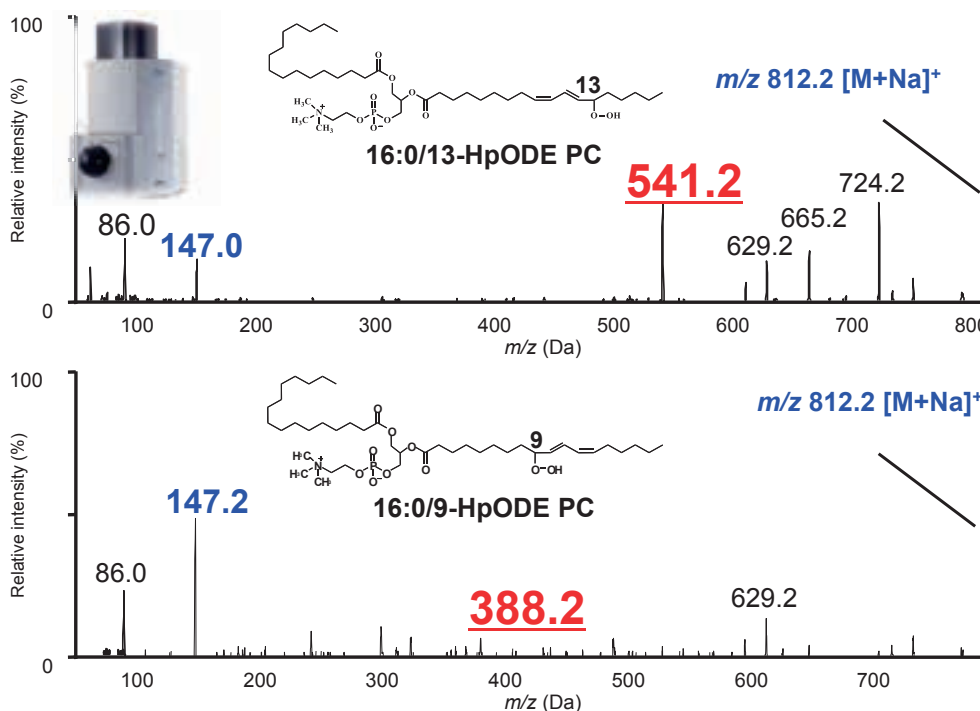
Absence of alkali metals



Product ion mass spectra (MS/MS)

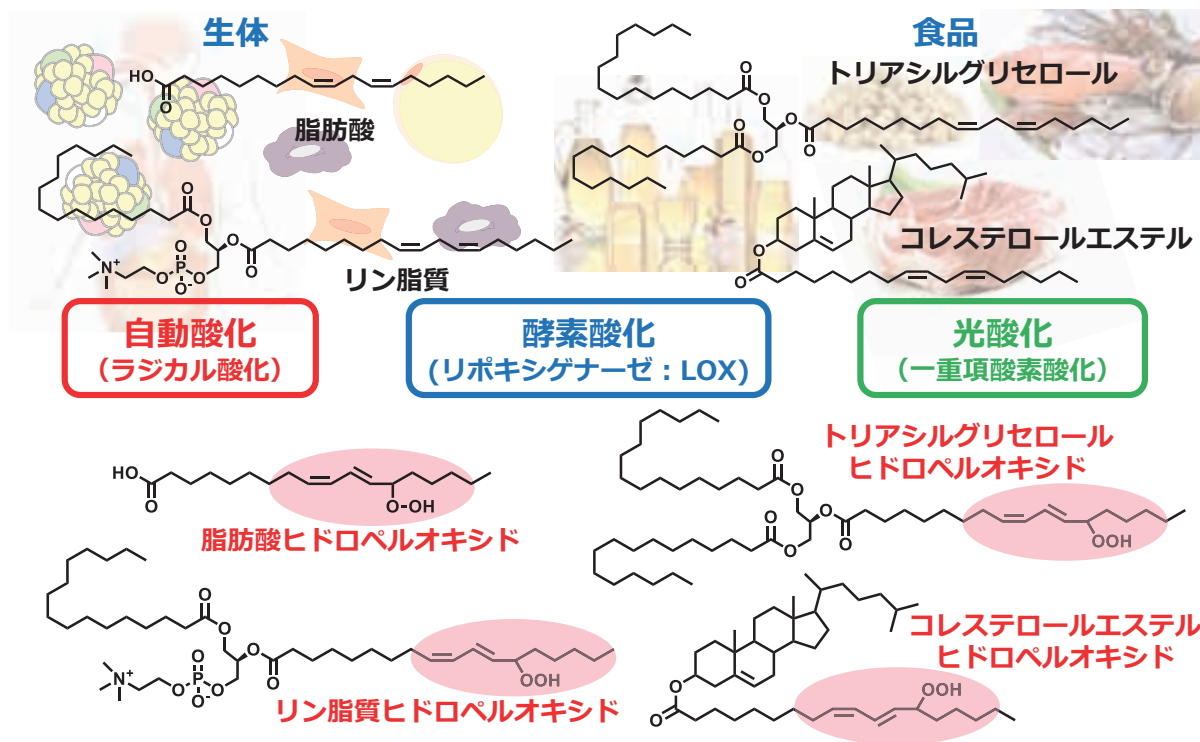
4

Presence of alkali metals (e.g., sodium)



ねらい

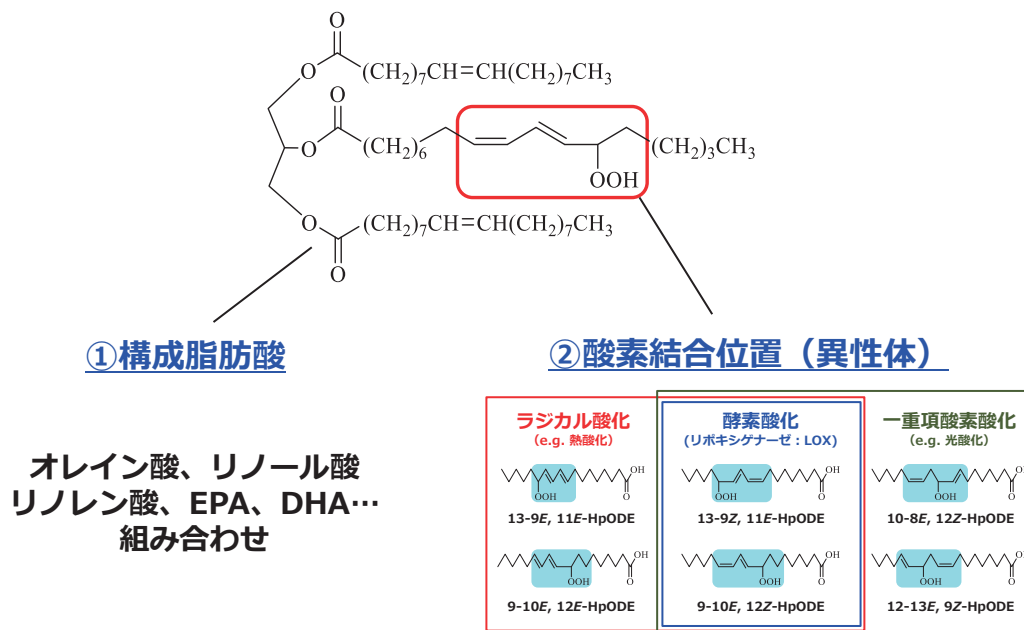
5



生体や食品の脂質過酸化機構を解明し、生体老化や食品劣化を予防する

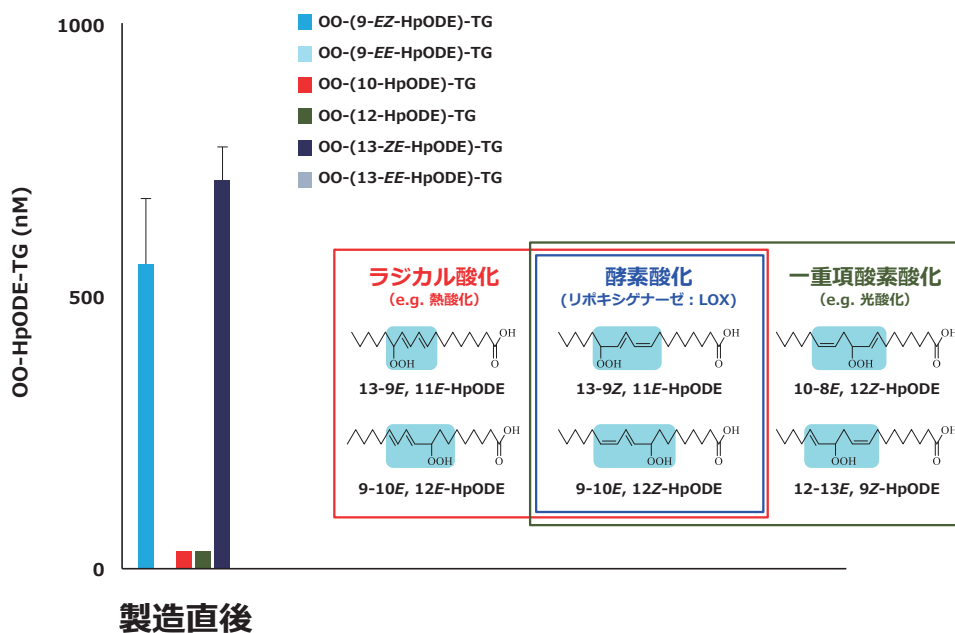


TGOOH解析に必要な情報



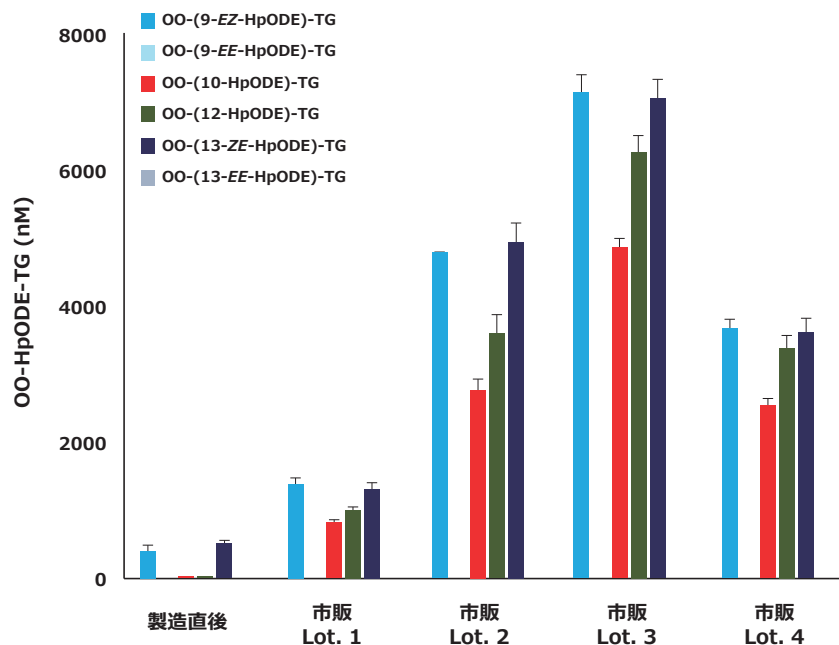
定量性と汎用性を考慮した2つの方法を構築

サンプル解析



新鮮な油脂 (POV=0) に含まれるTGOOHも
高感度に定量が可能

サンプル解析



店頭に並んでいる間は主に光酸化が亢進

Perspective



■一般講演 1

ゴマに含まれるカルシウムの形態別定量

○塩田萌慧¹, 田代亨², 勝崎裕隆³, 八田珠郎⁴, 三島隆⁵

(¹ 三重大院・地域イノベ, ² 千葉大・園芸, ³ 三重大院・生物資源,

⁴ 千葉科学大・危機管理, ⁵ 三重大院・生物資源)

1. 背景・目的

ゴマは、100g 当たり 1g を超えるカルシウム (Ca) を含有している¹⁾。ゴマ中の Ca は多量に含まれるシュウ酸と複合体を形成し、シュウ酸 Ca として存在していると言われてきた²⁾。シュウ酸 Ca は、シュウ酸の酸解離定数 pKa が 1.27 及び 4.27 であることから、胃酸環境下の pH1.5 ~ 2.0 では解離しない。したがって、シュウ酸 Ca を含むゴマは生体にとって Ca の供給源となりにくいと考えられてきた。

ところが、ラットを用いた実験において、炭酸 Ca の体内吸収率を 100% とすると、ゴマ中の Ca の体内吸収率は、65% 程度であるとの報告がなされている³⁾。この結果は、ゴマ中の Ca の 65% が体内に吸収される形態で存在する、または変化することを示している。もし、ゴマ中の Ca の大部分がシュウ酸 Ca として含まれているならば、胃酸による解離は期待できないため、Ca の吸収率は低くなると予想されてきた。この矛盾点を明らかにするためには、ゴマ中の Ca の存在形態を詳細に調べる必要がある。

これまでの研究ではゴマ中のシュウ酸を測定するため、酸性溶液で抽出してシュウ酸イオンをイオンクロマトグラフ (IC) 法などで定量してきた⁴⁾。この方法ではシュウ酸 Ca そのものを定量することはできない。本研究では、ゴマ中の Ca の形態別定量を試みるため、粉末 X 線回折 (XRD) 法による Ca 塩結晶の直接定量を試み、従来測定法を組み合わせ考察した。

2. 方法・結果

6 種のゴマ (黒ゴマ [温帯産・熱帯産]、白ゴマ [温帯産]、金ゴマ [温帯産]、濃茶ゴマ [熱帯産]、薄茶ゴマ [熱帯産]) を材料に用いた。

脱脂した粉碎ゴマを試料として用い、XRD 法で Ca 結晶を測定したところ、金ゴマ [温帯産] を除く 5 品種にシュウ酸 Ca1 水和物のピークが確認された。定量の結果、5 品種のゴマには 3.44 ~ 6.79mmol/100g のシュウ酸 Ca1 水和物が含まれていると推定した。

粉碎ゴマを用いて熱水抽出試料と 0.5MHCl 抽出試料を調整し、IC 法により遊離シュウ酸と全シュウ酸量を測定した。また ICP プラズマ発光分析法にて遊離 Ca と全 Ca を定量した。さらに、

Ca 量とシュウ酸 Ca1 水和物量を比較すると、金ゴマ [温帯産] を除く 5 種のゴマに含まれる Ca の 4 割程度がシュウ酸 Ca1 水和物がであると推定された。(図 1) シュウ酸量とシュウ酸 Ca1 水和物量を比較すると、全シュウ酸から遊離シュウ酸を除いた量と、シュウ酸 Ca1 水和物量の類似性が高かった。(図 2)

以上の結果から、ゴマ中 Ca のシュウ酸 Ca 結晶はシュウ酸 Ca1 水和物形態として存在しており、金ゴマ [温帯産] を除く 5 種のゴマに含まれる Ca の 4 割程度がシュウ酸 Ca1 水和物がであると推定された。また、金ゴマ [温帯産] はシュウ酸 Ca 形態の存在が今回の方法で確認できなかった。

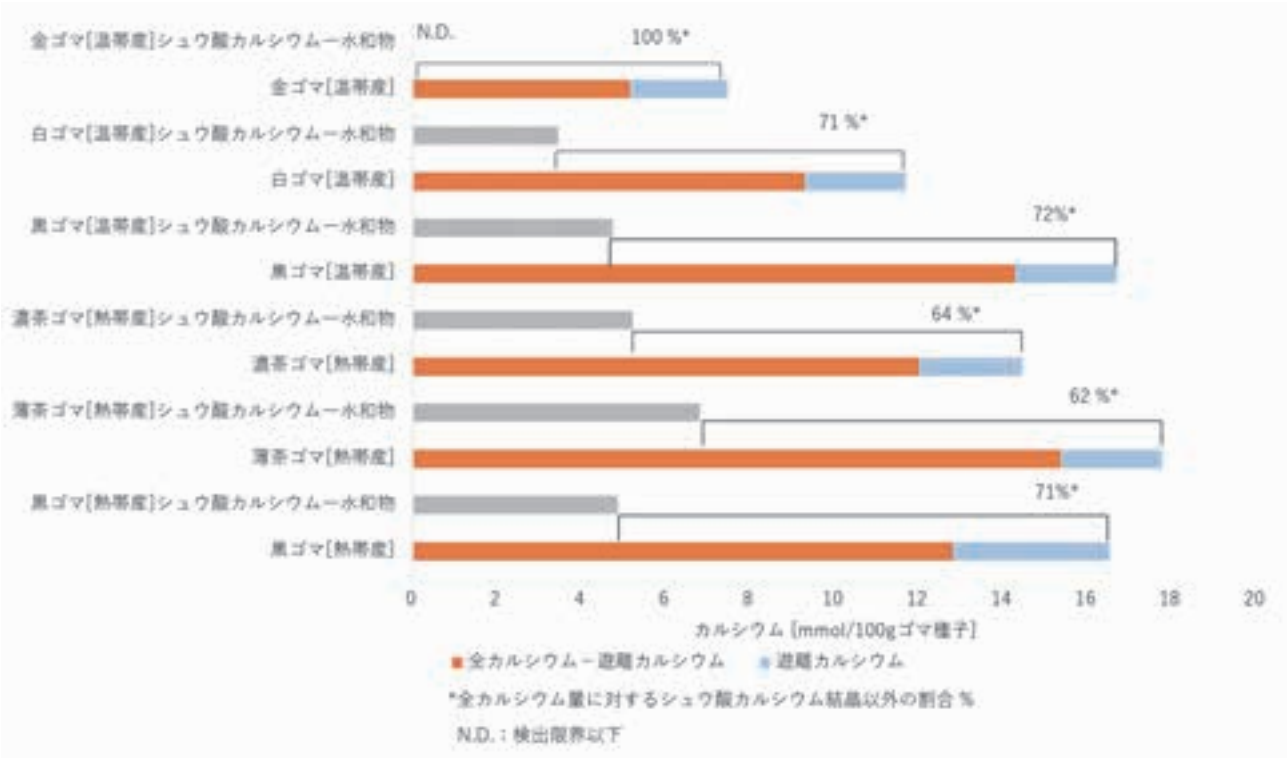


図1 ゴマ中のカルシウム量とシュウ酸カルシウム 1 水和物量の比較

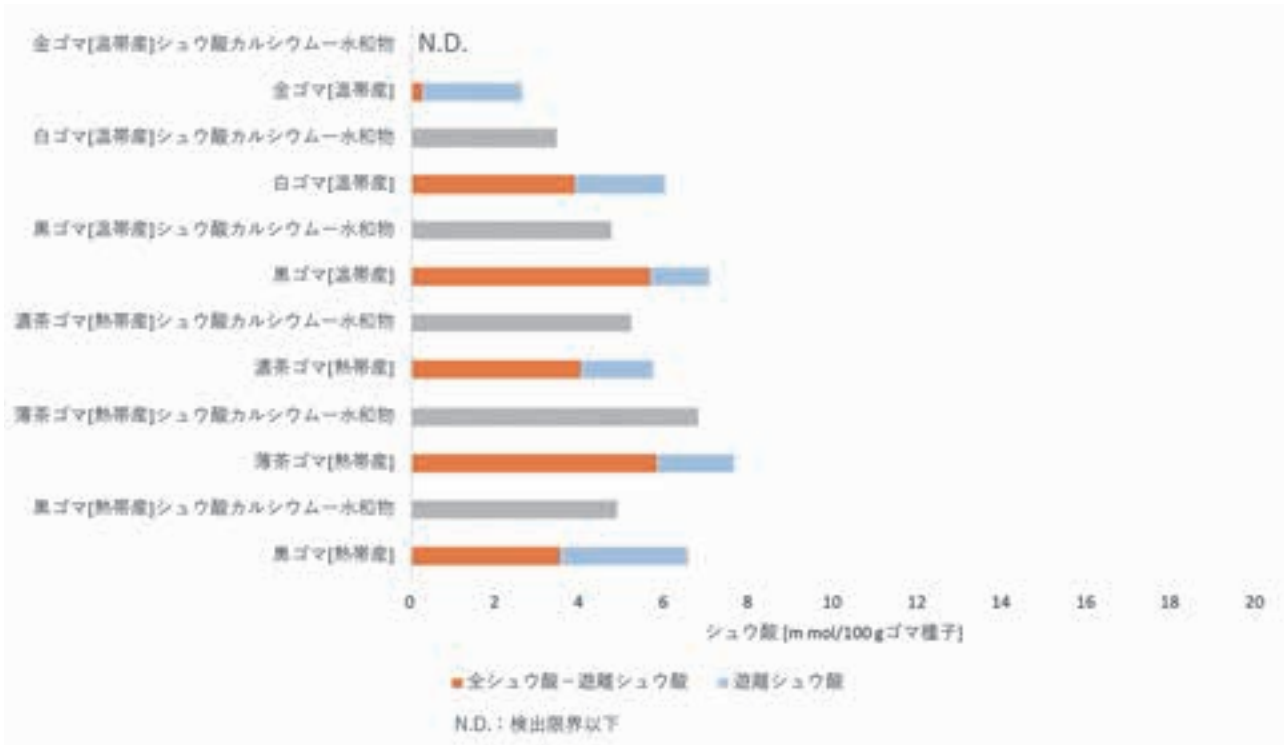


図2 ゴマ中のシュウ酸量とシュウ酸カルシウム 1 水和物量の比較

参考文献

- 1) 食品食品成分表 2015 年版（七訂）、種実類 / ごま / 乾、カルシウム [mg]
- 2) 並木満夫、小林貞作編：ゴマの科学、1989、朝倉書店、p.106
- 3) Poneros-Schneier AG, Edman.jr JW., Bioavailability of Calcium from Sesame Seeds, Almond Powder, Whole Wheat Bread, Spinach and Nonfat Dry Milk in Rats. JOURNAL OF FOOD SCIENCE Volume 54, No. 1 1989 p.150-153
- 4) 石井裕子、滝山一善。ごま中のカルシウム、シュウ酸及びシュウ酸カルシウム結晶の分離抽出。分析化学 43。1994 p151-155。

■一般講演 2

ゴマリグナンとその生合成

大場幸江¹、東鋭明¹、小埜栄一郎²、豊永宏美²、白石慧¹、原田英里砂¹、村田純¹、
○堀川学¹

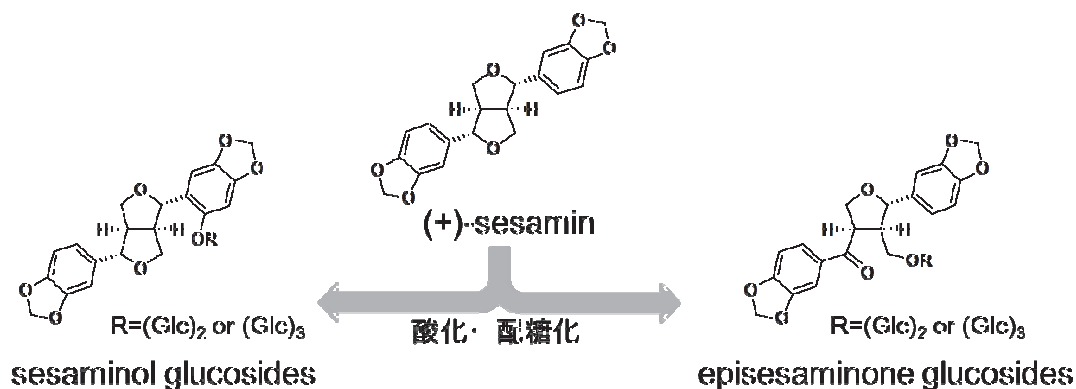
(¹ 公益財団法人サントリー生命科学財団

² サントリーグローバルイノベーションセンター株式会社)

【背景・目的】ゴマ (*Sesamum indicum*) の種子には coniferyl alcohol radical の2分子が Dirigent タンパク質をテンプレートとして縮合した pinoresinol を前駆体とするゴマリグナンと呼ばれる二次代謝物が蓄積している。sesamin をはじめとするゴマリグナンは、健康機能成分として注目され、ヒトに対する生理作用が研究されているのとは対照的に、ゴマ自身に対するゴマリグナンの生理的な役割は不明なままである。

登熟過程で蓄積する主要なゴマリグナンである sesamin および sesamolin が種子の登熟とともに増加し、発芽後速やかに代謝されることから、ゴマの種子生長におけるリグナン類の機能について注目している。そこで、発芽後に生成する複数のリグナン配糖体およびそれらを生成する配糖体化酵素の同定を試みた。

【方法・結果】発芽ゴマ抽出物の LC-MS 分析を行った結果、sesamin の酸化物である sesaminol および episesaminone の配糖体と推測される化合物群を検出した。既報^[1]では糖鎖の結合様式が未決定であったため、発芽ゴマからリグナン配糖体類を抽出し、ODS カラム等を用いて精製し、NMR 等により主要なリグナン配糖体の構造を決定した。次いで、ゴマ種子の RNASeq 解析より見出したゴマリグナン配糖体化酵素の候補タンパク質を大腸菌で発現させ、酵素活性を検討した。その結果、episesaminone monoglucoside の糖の2位水酸基の配糖化に新規酵素が触媒すること、一方で episesaminone aglycone の配糖体化および episesaminone monoglucoside の糖の6位水酸基の配糖化には、それぞれ既知の sesaminol 配糖体化酵素^[2,3]が触媒していることが分かった。



1. 栗山健一、土屋欣也、無類井建夫、*Nippon Nogeikagaku Kaishi* 69, 658-693 (1995)
2. A. Noguchi, et al. *Plant J.*, 54, 415-427, (2008) ,
3. 及川 大樹ら, 第 70 回日本生物工学会大会 (2018)

■一般講演3

セサモリンが昆虫細胞 S2 に与える影響について

○勝崎裕隆, 成川由希菜 (三重大学大学院・生物資源)

【背景・目的】

当研究室では、これまでにリグナン及びリグナン配糖体の単離と構造解析、それらが有する抗酸化作用やシヨウジョウバエ胚細胞 (S2 細胞) の増殖抑制作用についての研究が進められてきた。

過去の研究により、ゴマリグナンの一種であるセサモリンは、S2 細胞の細胞周期を調節することによる増殖抑制活性を持つことが示唆されたが、終濃度が 1 μ M という低濃度の条件ではその活性を示さなかった。

そこで本研究では、細胞増殖抑制活性を示さない濃度に調整したセサモリンが、S2 細胞に与える影響を、2 次元電気泳動と質量分析装置を用いた S2 細胞内タンパク質の変動解析によって検証することを目的とした。

【方法・結果】

細胞数を 4.0×10^5 cells/mL に調整した細胞懸濁液を 2 枚の 90mm シャーレに 10mL ずつ播種し、一方には 10 μ M のセサモリンを終濃度が 1 μ M になるように添加、もう一方にはコントロールとして培地を同量添加した。それらを 48 時間培養した後、細胞を回収、リン酸緩衝生理食塩水 (PBS) で洗浄し、細胞数を計測してからタンパク質を抽出しジチオスレイトール (DTT) でジスルフィド結合を還元した後、ヨードアセトアミドで修飾した。タンパク質濃度を算出した後、得られた 2 種類のサンプルをそれぞれ 2 次元電気泳動で分離した。1 次元目に等電点電気泳動を行い、2 次元目に SDS- ポリアクリルアミドゲル電気泳動 (SDS-PAGE、12.5%) を行った。変動の確認できたスポットについて、切り出し、トリプシンでゲル内消化を行い、その消化産物を、MALDI-TOF/TOF 質量分析装置で分析した。得られたデータをキイロシヨウジョウバエのデータベースと照合してタンパク質の同定を試みた。

セサモリン添加群において、11 個のスポットでタンパク質発現の低下が確認できた。このうち、6 種類のタンパク質が同定され、これらタンパク質の発現が低下していた。

6 種類のタンパク質について考察したところ、4 つが細胞内のタンパク質合成に関わるタンパク質であり、これらの低下により、セサモリンは 1 μ M という低濃度の条件ではタンパク質の合成活性が低下していることが示唆された。

■一般講演 4

ゴマオイルボディ形成機構についての考察

濱田聡¹、岸川彰宏¹、○吉田元信^{1, 2}¹ 近畿大学大学院農学研究科、² 大阪総合保育大学

ゴマ油脂は植物油の中でも、油脂価値を高める 1 価不飽和脂肪酸のオレイン酸の含有量が高い。オレイン酸は血中の LDL コレステロール値の低下に効果的で、かつバイオディーゼルへのエネルギー転換効率にも優れている。ゴマ油脂は 1 重膜のリン脂質に囲まれた細胞小器官のオイルボディに蓄えられている。ゴマ油脂生産性の向上のためには、オイルボディ構成タンパク質の解析は重要である。オイルボディのリン脂質膜にアンカーする 3 種類のタンパク質として、オレオシン、カレオシン、ステロレオシンが知られている。オレオシンは最も存在割合が高く、分子量 15、15.5、17kDa のものが存在する。カレオシンはカルシウムイオン結合能を持ち、分子量 27kDa である。この 2 種類のタンパク質がオイルボディの構造維持を担っている。ステロレオシンはステロールや NADH に結合能のある分子量 39、42kDa であるが、その機能については十分にわかっていない。ゴマ種子オイルボディ主要構成タンパク質として、以上の 3 種類のタンパク質が報告されている。しかしながら、これまでに私達は 2M NaCl 処理、1% Tween20 処理、8M 尿素処理を避け、フローテーション分画のみにより、オイルボディを単離し、二次元電気泳動、LC-MS/MS 解析により、103 個のスポットをオイルボディ構成タンパク質として同定した。一方、他植物（セイヨウアブラナ、ヒマワリ、ジャトロファ、ナンキンハゼ等）からのオイルボディの単離において、他細胞小器官（小胞体、ミトコンドリア、プロテインボディ、ゴルジ体、グリオキシソーム等）からのタンパク質の混入が指摘されている。私達は他細胞小器官、特にプロテインボディからのタンパク質の混入の可能性を考慮し、結果の解釈を行った。

1) 小胞体のマーカータンパク質である protein disulfide-isomerase 2 precursor、calreticulin-1、BiP が検出された。2) 11S globulin precursor isoform 3、11S globulin precursor isoform 4、11S globulin seed storage protein 2 precursor の 11S globulin 前駆体が多数検出された。7S globulin は、いずれも成熟型であった。11S globulin 抗体、凍結切片、intact オイルボディを用いての局在性実験を行った。その結果、11S globulin のオイルボディへの局在性を示す結果を得た。3) オレオシンは塩基性タンパク質であるが、酸性に荷電したオレオシンが検出された。酸性に荷電したオレオシンのリン酸基による修飾について言及する。以上の結果を踏まえて、ゴマオイルボディの形成機構についての考察を展開する。

■一般講演 5

ゴマの生育、収量および収量構成要素に及ぼす喜界島方式の機械収穫を想定した密植の影響

道山弘康・水野一希・平野達也（名城大学）

1. はじめに

本報告の著者の一人である道山は、2012年から2015年にかけてアフリカのブルキナファソ国でゴマ栽培の支援に対してアドバイスしてきた。この国では散播が一般に行われていたが、条間を60cm程度とし、株間を20cmから40cmくらいにして点播して栽培することが当時推奨されていた。私はあまり特殊な栽培法を推奨しても農家に受け入れられないと考え、日本に帰ってから名城大学内で試験すると、条間60cmで株間20cmの収量と40cmの収量の間には有意な差が見られないことが明らかになった（未発表データ）。そのため、栽植密度については現地で推奨されている点播で良いと考えていた。

その後、日本におけるゴマ栽培に対しても有益な知見を得たいと考え、日本における最も大きな生産地である鹿児島県喜界島のゴマ栽培を見学した。喜界島ではゴマ栽培にとって最も労力の必要な収穫作業を機械で行っており、イネの収穫で使う一条刈りバインダーを使っていた。そして、条間60cmくらいで条播または株間を狭めた点播によって密植し、茎が細くなるように育て、機械収穫を可能にしていた（道山2017）。しかし、このような密植がゴマの生長および収量にいかなる影響を及ぼすのかを実験した事例は見当たらなかった。

以上のことから、本研究においては、喜界島で行われているような密植栽培はゴマの生長および収量形成過程にどのように影響し、子実収量を変化させるのかについて明らかにしようとした。

2. 材料と方法

2017年に葉腋の蒴果が1蒴果型の白ゴマ品種「関東1号」を用いて愛知県春日井市の名城大学農学部附属農場の実験圃場にN、P₂O₅、K₂Oをそれぞれ14%含む高度化成肥料を53.5g/m²（N、P₂O₅、K₂Oをそれぞれ7.5g/m²）施して実験を行なった。条間を0.6mとし、1株1本植えて株間を5cm、10cm、20cmおよび40cmとする4区を設けた。それぞれの区は1m²あたりそれぞれ33.3株、16.7株、8.3株および4.2株であった。株間5cm区、10cm区および20cm区は1.6m×2.4mの区画に長さ1.6mの畝を0.6m間隔で4本、株間40cm区は3.6m×1.8mの区画に3.6mの畝を0.6m間隔で3本作り、各区3反復とした。7月8日にそれぞれの畝に株間5cm区は32株、10cm区は16株、20cm区は8株、40cm区は9株に1株あたり数粒ずつ播種し、出芽後間引いて1株1本植とした。

9月21日から10月1日にかけて、各区画中央の個体から6個体ずつを選んで収穫し、主茎長、胚軸直径、初花節位（子葉節を除く）、着果節数（段数）、次位別に側枝本数、および主茎と各側枝別に果実数を測定した。それらのうちから3個体を選んで天日で乾燥させ、個体別に主茎と側枝に分けて子実収量を調査した。

3. 結果と考察

主茎長は株間40cm区が162.4cm、5cm区は155.8cmであり、栽植密度が高くなってもあまり変化しなかった（第1図上）。主茎の節数をみると、初花節は株間40cm区が第6.7節、5cm区が第6.4節で、主茎長と同様に栽植密度による違いはほとんど無かった（第1図中）。しかし、初花節から上位に位置する着果節の数は株間40cm区が33.3節であり、5cm区はその約半分の17.8節で、栽植密度の上昇に伴って少なくなり、

そのために主茎全節数も少なくなることが示された。また、主茎の最基部である胚軸の直径は 40cm 区が 20.8mm、5cm 区が 12.1mm で栽植密度の上昇に伴って細くなった（第 1 図下）。以上から、ゴマは栽植密度が高くなると、主茎の節数（対生葉の数）が減少するにもかかわらず、主茎長はほとんど変化しないことから、節間が長くなることが明らかであった。加えて茎が細くなることから、ゴマは徒長ぎみの生長になると判断された。その結果として機械で収穫し易い姿になることが明らかになった。

単位土地面積あたり子実収量は栽植密度の上昇に伴って増加した（第 2 図上）。このとき、株間 40cm 区が 123g / m² であったのに対して 5cm 区は 248g / m² であり、2 倍にも増加した。ただし、株間 40cm 区と 20cm 区の差はこれまでの著者らの実験結果と同様に有意ではなかった。しかし、本報告は単年度の実験結果のため、本実験の株間 20cm 区（16.7 株 / m²）よりも密植の条件が子実収量に及ぼす影響については検討を繰り返す必要があると考えられた。

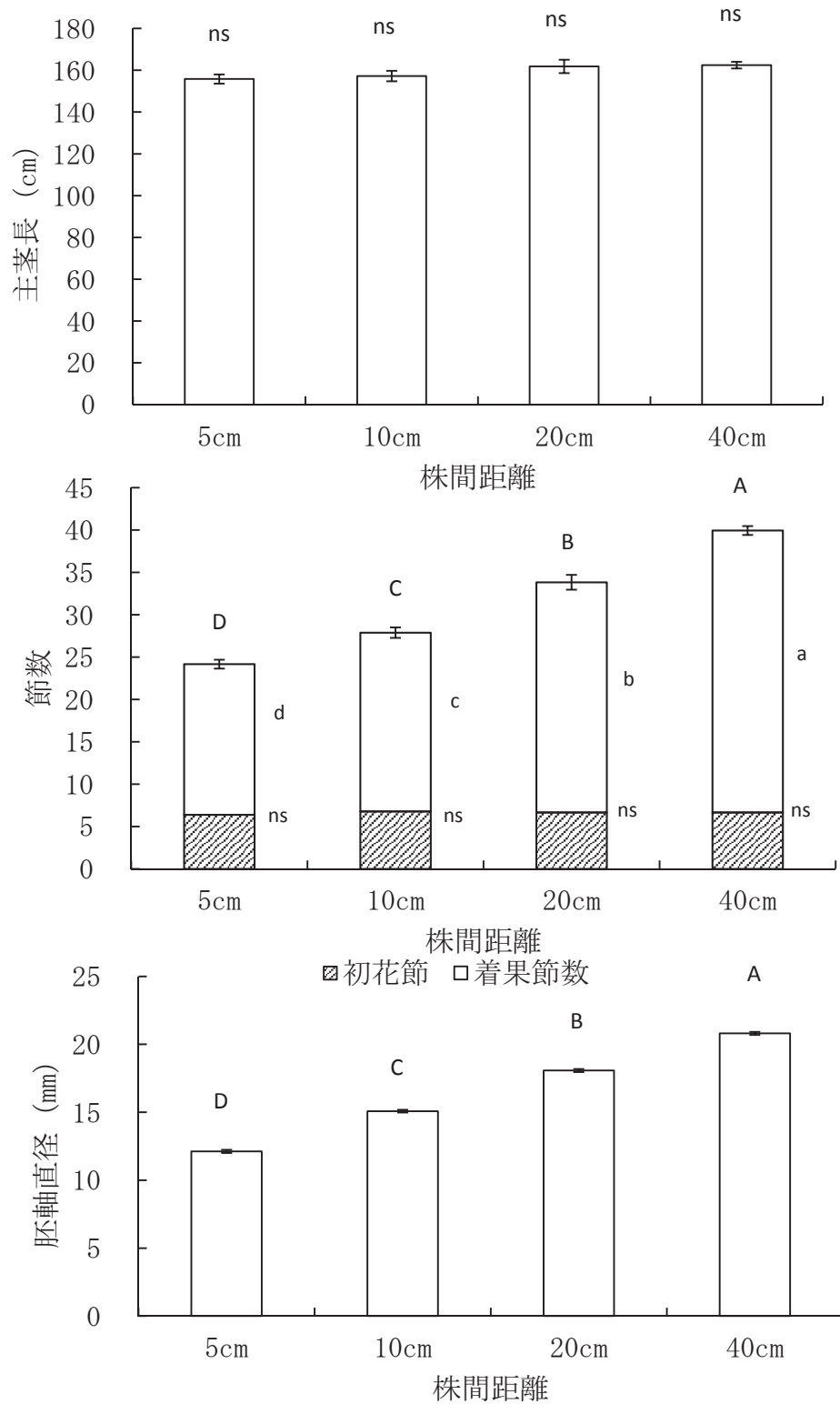
子実収量の代わりに果実数で収量構成を詳細に検討するために 1 個体あたり果実数について調査した（第 2 図中）。株間 40cm 区の 1 個体あたり果実数は、主茎が 68 個であったのに対して 1 次側枝が 101 個で 2 次側枝が 50 個であり、1 個体中に占める側枝の果実数の割合が著しく高かった。栽植密度が上昇すると 1 個体あたり果実数は著しく減少した。このとき、5cm 区の主茎果実数は 40cm 区に対して半分に減少したが、側枝果実数は減少がさらに著しかった。すなわち、1 次側枝果実数は株間 5cm 区が 40cm 区に対して 1 / 10 に減少し、2 次側枝果実数は株間 40cm 区と 20cm 区の間で著しく減少し、株間 10cm 以下の区では果実がほとんど着生しなかった。以上から、栽植密度の上昇に伴って、主茎および側枝ともに 1 個体あたり果実数が減少し、1 次および 2 次の側枝果実数の減少が著しいために株間 5cm では 1 個体あたり果実数に占める主茎果実数の割合が著しく高くなることが明らかになった。

1 個体あたり側枝果実数の構成要素である側枝数は 1 次側枝も 2 次側枝も栽植密度の上昇に伴って減少したが、2 次側枝数は株間 40cm から 20cm にかけての減少が著しく、株間 10cm 以下ではほとんど 0 に近くなり、側枝果実数の減少に強く影響していることが示された（第 3 図上）。もう一つの構成要素である側枝 1 本あたり果実数は 1 次側枝において株間 10cm から 5cm の間で急に減少したが、2 次側枝では側枝本数と同様に株間 40cm から 20cm の間で急激に減少した（第 3 図下）。したがって、栽植密度の上昇に伴う側枝果実数の著しい減少は、株間 40cm から 10cm までは 2 次側枝の、株間 10cm 以下では 1 次側枝の本数および側枝 1 本あたり果実数の両方の減少に強く影響されていることが明らかになった。

果実数を単位土地面積あたりでみたとき、栽植密度の上昇に伴って増加することは子実収量と同様であった（第 2 図下）。このとき、1 次側枝果実数は有意差がないものの株間 40cm から 10cm までは栽植密度の上昇に伴ってわずかに増加する傾向であり、株間 10cm から 5cm 区の間では逆に減少する傾向になった。また、2 次側枝果実数は栽植密度の上昇に伴って減少した。これらに対して、主茎果実数は栽植密度の上昇に伴って著しく増加することが示された。以上から、栽植密度の上昇に伴う土地面積あたり果実数の増加については子実収量の増加は主茎果実数の増加によっており、これは土地面積あたり個体数の増加が 1 個体あたり果実数の減少を上回ったことが原因であった。

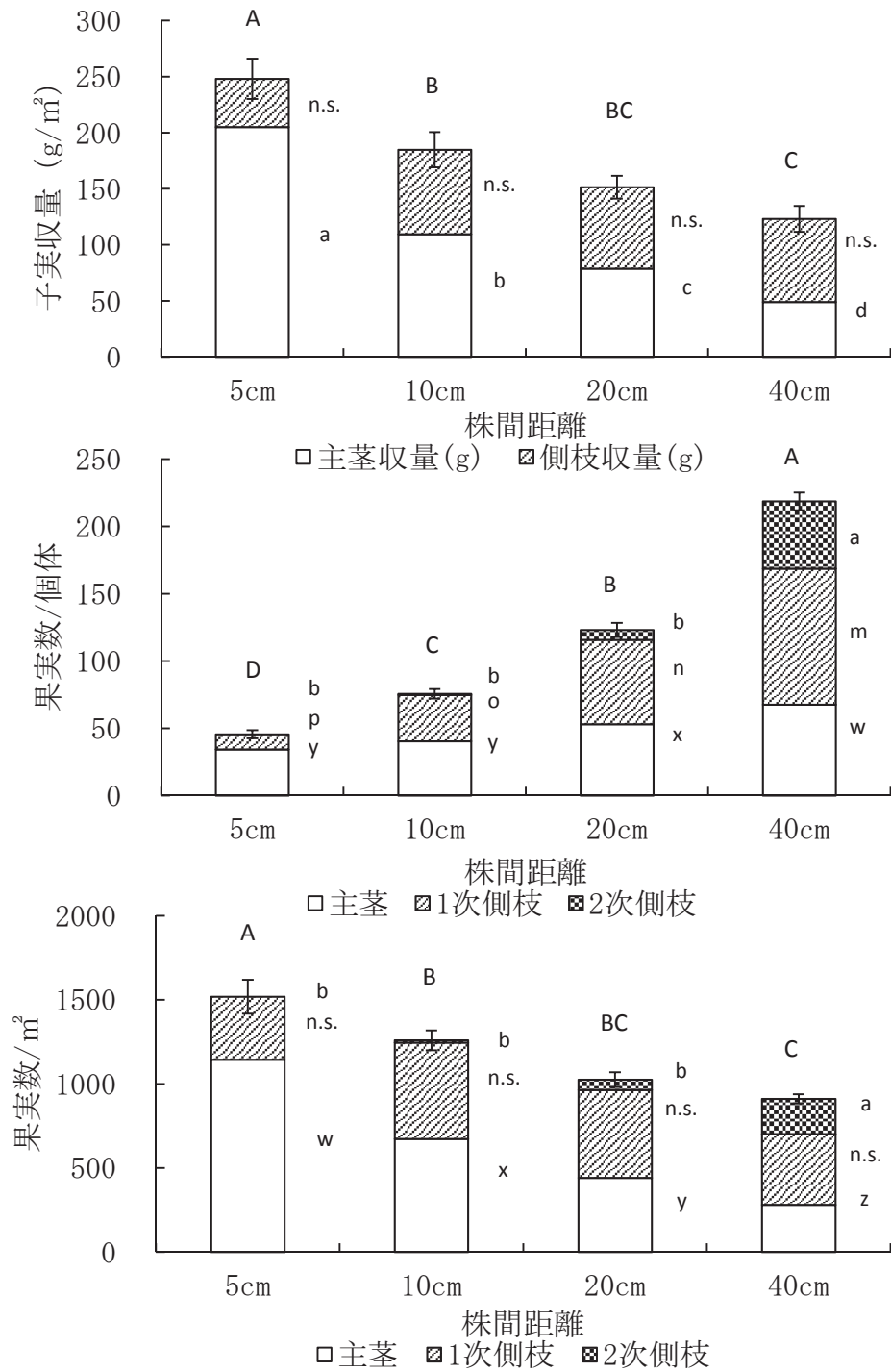
4. 引用文献

道山弘康 2017. 日本における資源作物栽培の現状。第 1 報 喜界島におけるゴマ栽培。名城大学農学報 53 : 7-10。



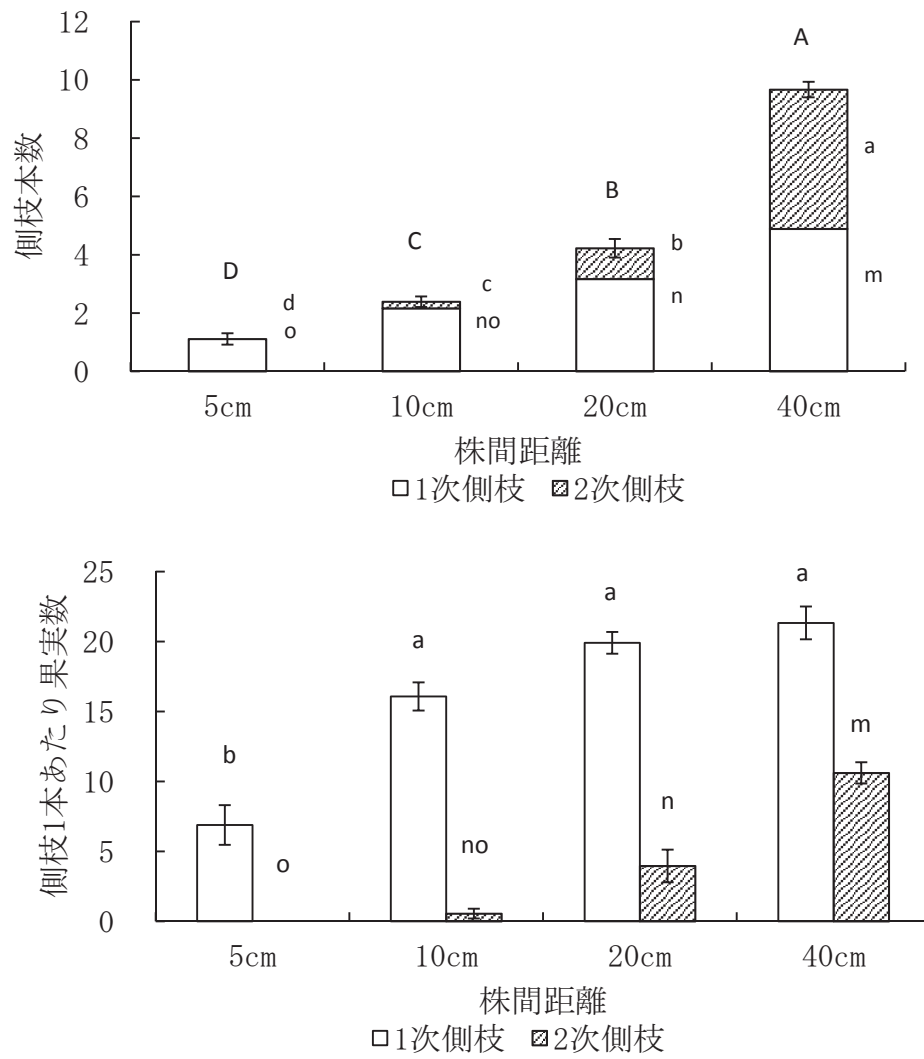
第 1 図 ゴマの主茎の生長に及ぼす栽植密度の影響。

畝間を 60cm で固定し、株間距離の変化によって栽植密度を変化させた。5cm 区、10cm 区、20cm 区、40cm 区はそれぞれ土地面積 1m²あたり 33.3 株、16.6 株、8.3 株、4.2 株であった。誤差範囲は各区 18 個体の標準誤差を示す。同じアルファベットの付いた数値間には LSD 法による 5% レベルの有意差が無いことを示す。



第2図 ゴマの子実収量および果実数に及ぼす栽植密度の影響。

試験区の説明と統計処理結果の表記法の説明は第1図に示した。子実収量の誤差範囲は各区9個体の、他は各区18個体の標準誤差を示す。



第3図 ゴマの側枝本数および側枝1本あたり果実数に及ぼす栽植密度の影響。
試験区の説明と統計処理結果の表記法の説明は第1図に示した。誤差範囲は各区18個体の標準誤差を示す。

■一般講演 6

「ゴマ機械化プロ」現地実証から見えてきた課題と展望

田畑茂樹（三重県農業研究所）

1. はじめに

平成 29 年に茨城県つくば市で開催された第 32 回日本ゴマ科学会大会の一般公演の中で、『三重県におけるゴマ作付推進—機械化への挑戦—』と題して、三重県と民間企業が連携した国産ゴマの生産振興の取り組みについて報告した。

その取り組みの大きな柱の一つである機械化体系の確立については、平成 29 年から農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）」の支援を受けて、収穫から乾燥、調製までの機械化に取り組んだ。

本報告では、平成 29 年からの 3 年間、現地実証に取り組んでいく中で見えてきたゴマの作付推進における課題について述べたい。

2. 確立しつつある収穫・乾燥・調製作業の機械化

プロジェクト研究を推進するにあたり立ち上げられた「ゴマの機械化コンソーシアム」は、生産者、農研機構（次世代作物開発研究センター、革新工学研究センター）、農業機械メーカー、ゴマメーカーと三重県（農業研究所、普及センター）で構成され、それぞれが得意とする担当部門の成果を持ち寄り、生産現場において一貫体系として実証、評価を行い、それを 3 年間繰り返して課題を明確にして改善を図りバージョンアップを行ってきた。

また、同時に、開発された技術を生産現場に迅速に実装し、新規生産者の掘り起こしや面積拡大等、ゴマの生産振興を行ってきた。

プロジェクト研究の成果の詳細な中身については、現在、最終年度ということで 3 年間の総まとめを行っているところであり、詳細については別途報告がなされるが、プロジェクト研究に取り組んだ 3 年間で県内のゴマの作付面積が 2 倍以上となり、昨年（平成 30 年）のコンバインによるゴマの機械収穫を行った生産者は 13 戸、調製作業のみの受け入れ戸数も 2 戸といった実績は、この「ゴマ機械化コンソーシアム」が生産現場に与えた影響の大きさを物語っている。



コンバインによる実証圃の収穫の様子

3. 見えてきた課題

現地実証を進める中、また、機械化体系を生産現場に実装していく中でいくつかの課題が明らかとなってきた。

まず、一番に課題となったのは雑草対策である。登録除草剤が皆無のゴマは、雑草防除に化学農薬を使用できない。夏作物であり、初期生育が緩慢で植物体が小さい状態が続くゴマは雑草との競合に敗れやすく、適期の繊細な中耕培土が必要となってくる。また、多くの場合、機械除草に加えて適宜手取り除草を行い雑草の発生を抑えているのが現状である。

コンバインによる機械収穫を前提とし、大規模土地利用型経営体の一作物としてゴマを導入する場合、少なくとも数ヘクタールの作付けが必要となり、現状行われている中耕培土と手取りを中心とした雑草防除は、他の経営作物との作業競合もあり失敗するリスクが高い。更に、担い手への農地の流動化は進んでおり規模拡大による防除圧の低下から、圃場の雑草の種子密度の高まりや難防除雑草の侵入も見られ雑草の抑制をより困難としているのが現状である。



雑草の繁茂した圃場

次に、三重県において土地利用型農家の耕作地の多くは水田であり、作付面積の拡大を図るには水田転換畑の利用が必要となってくる。湿潤な環境を嫌うゴマを水田転換畑で栽培するには、圃場の条件に応じた適切な排水対策が必要となる。これまで、排水良好な畑圃場での作付けが中心であったが、適切な排水対策を行うことで水田転換畑の利用が可能となれば、作付面積の拡大が図れるだけでなく、田畑輪換による雑草の抑制も期待できる。

4. 今後の展望

収穫から乾燥、調製作業の機械化が確立しつつある中、これまで手作業あるいは小型農機具により比較的少面積で行われてきたゴマ栽培が、土地利用型農家の1経営作物として数ヘクタール規模で取り組まれる事例が見られてきた。

しかし、急激な大規模化は、雑草の繁茂や湿潤な不適地での栽培による生育不良を引き起こしている。効果的で安全な除草剤の登録等による面積拡大に対応できる省力的な除草体系の確立や水田転換畑での栽培を可能とする排水技術の確立は、ゴマ栽培の機械化を進めるうえで避けては通れないことであり、生産現場の面積拡大に対する関心が高まっている今、早急に取り組む必要があると考えている。

一方で、収穫から乾燥、調製作業の機械化の見通しがついてきたことにより、ゴマが1導入作物として土地利用型農家に関心を持たれるようになってくれば、生産現場における多くのチャレンジが起こり、その中から多くの有用な技術が生まれ、波及し、播種から収穫、乾燥そして調製に至るまでのゴマの機械化体系が確立、定着すると考えている。

■ポスター講演 1

各種ゴマ油の酸化安定性と調理への利用—未焙煎ゴマ油を中心に—

○武田珠美・松田万季（熊本大学教育学部）

【目的】

近年、ゴマ油の種類が増え、未焙煎ゴマ油も一般に使用されるようになった。焙煎の程度が酸化安定性にどのように影響しているか、また各種ゴマ油が食味に及ぼす影響を検討することを目的とした。

【方法】

試料は、未焙煎ゴマ油（2社2製品）、焙煎白ゴマ油（4社7製品）、焙煎黒ゴマ油（3社4製品）の計13種類、参考としてキャノーラ油（日清オイリオグループ）を使用した。油の酸化安定性は60℃で保存し、重量および酸価の変化により調べた。併せて香気の変化について官能評価を行った。

調理への利用に用いたゴマ油試料は、未焙煎ゴマ油および焙煎程度の異なる焙煎ゴマ油の計4種類を選んだ。ほうれん草の和え物、炒め物およびゴマ油フィナンシェ（焼き菓子）を調製し、9段階評点法による官能評価を行った。また未焙煎ゴマ油2種およびキャノーラ油でマドレーヌ、シフォンケーキ、野菜の和え物を調製し、比較した。

【結果】

1. ゴマ油の酸化安定性

60℃で保存中、キャノーラ油は14日後に重量が増加しはじめたが、ゴマ油は最も早いもので30日後であり、60日間ほぼ増加しないものが5種類あった。酸価の結果は、重量増加の結果を概ね反映し、重量増加が顕著な油は増加がみられた。焙煎ゴマ油は保存0日の酸価が高い傾向にあったが、焙煎程度の低い、すなわち淡い色のゴマ油の方が60日後の酸価がより高くなった。

香気の変化は、未焙煎ゴマ油の「ゴマ特有の香り」、「ナッツのような香り」は、当然ながらキャノーラ油とほぼ同程度の評価値であったが、保存60日の「酸化臭」はキャノーラ油の評価値よりも有意に低かった。焙煎程度の高いゴマ油ほど「ゴマ特有の香り」が高く、60日後の「酸化臭」は弱かったが、焙煎ゴマ油の中には30日後に「酸化臭」が発生したものもあった。

2. ゴマ油の調理への利用

ほうれん草の和え物は焙煎程度が高いほど好まれる傾向であり、未焙煎ゴマ油はマイナスの評価点であった。一方、炒め物では未焙煎ゴマ油の評価がプラスに転じ、焙煎程度の弱いゴマ油が好まれた。塩味の評価との関連が考えられた。フィナンシェでは未焙煎ゴマ油が好まれる傾向であった。マドレーヌ、シフォンケーキ、和え物の官能評価の結果、未焙煎ゴマ油はキャノーラ油と比べて、コクなどに影響を与えていると思われるが、嗜好性には差がみられなかった。

■ポスター講演 2

エリシター処理により誘導されたゴマ培養細胞中配糖体化酵素の解析

藤佑志郎¹, 大槻崇², 明石智義³, 松藤寛²

(¹ 日大・生資科, ² 日大・生資科・食生, ³ 日大・生資科・応生)

1. 背景・目的

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 (Act) 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、Act 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 (PhGs) 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 PhGs として知られる Act 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。Act 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 Act 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。

2. 方法・結果

まず、ゴマ (*Sesamum indicum* L.) の組織培養を試み、Act 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、Act 量のみが有意に増加する培養細胞が得られた。そこで、MeJA 処理区と無処理区を試料とし、RNA-seq 解析に供した。得られた配列データについて、CLC Genomics Workbench による *de novo* アセンブリを行い、62,008 の Contig を得た。MeJA により発現量が有意に増加している Contig の抽出及び Blast 解析を行い、配糖体化に関わる UDP- グルコース転移酵素や UDP- ラムノース転移酵素など Act 生合成酵素をコードする遺伝子を候補として 5 種選抜できた。これら候補遺伝子の内 3 種をクローニングし、酵母異種発現酵素を用いた *in vitro* アッセイにより、C₆-C₂ (チロソールやヒドロキシチロソール) の配糖体化活性をスクリーニングした。その結果、Act 生合成経路上の基質として推定されるチロソールやヒドロキシチロソールに対する配糖体化活性は見られず、これらの酵素は他の生合成に関与する可能性が示唆された。残りの候補遺伝子の解析を進めている。

■ポスター講演3

品種の異なるゴマの栽培中の葉中アクテオイド含量の変化

○余田圭人¹, 宮沢知也², 守屋佳奈², 大槻崇¹, 藤佑志郎³, 松藤寛^{1,2}(¹ 日大院・生資科, ² 日大・生資科・食生, ³ 日大・生資科)

1. 背景・目的

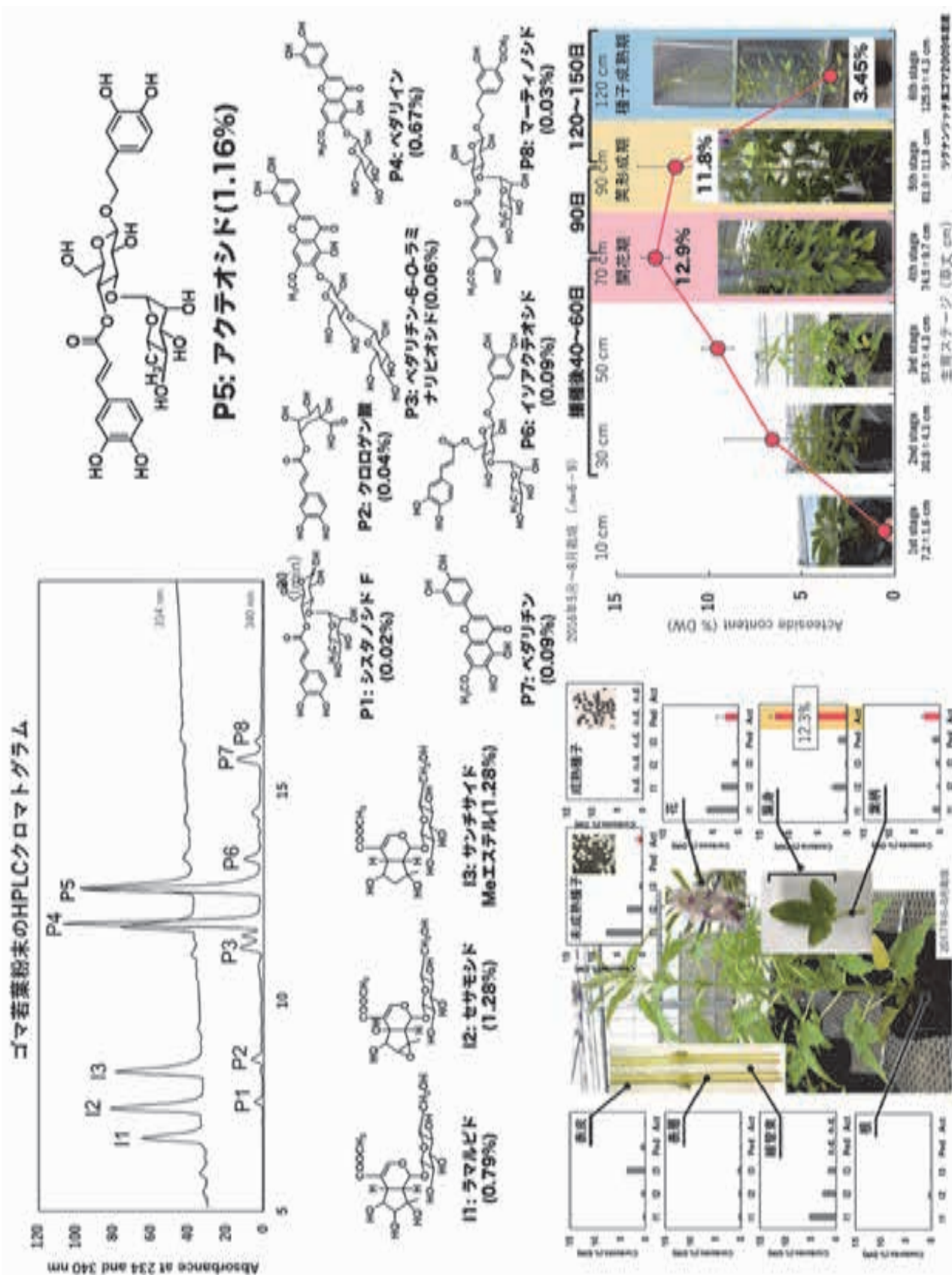
これまでの一連の研究により、ゴマ葉は優れた抗酸化性を示し、その主要活性成分はフェニルエタノイド配糖体であるアクテオイド (Act, P5) であること、またその他イリドイド類 3 種 (I1、I2、I3) 及びポリフェノール 7 種 (P1、P2、P3、P4、P6、P7、P8) の存在を明らかにした¹⁾。また、ゴマ草の生育段階における成分の局在部位と含量変化を調べたところ、Act は葉身 (12.3%)、葉柄 (3.1%)、花 (2.7%) に局在し、その他の器官 (茎部、根部、種子) では痕跡量 (<0.003%) もしくは未検出であること、葉中の Act 量は生育とともに増加し、開花時期に最大 12% 以上を示すことが判明した²⁾。Act は様々な薬用植物に含まれ (20 科 77 属 150 種以上)、また様々な生理活性を示すことから、医薬品としての利用が期待されている。しかし、多くの植物は低含有であること (0.002 ~ 0.08%)、化学合成も多段階のステップが必要で低収率であること (15 ステップ、4.4-7.1%)、また生合成関連遺伝子や酵素が不明なため効率的なバイオ生産も確立されておらず、医薬品利用のための大量生産系が確立されていない。従って、Act を大量に生合成するゴマ草は、Act 量産化の問題を解決する可能性を秘める。ただ、これまでのゴマ葉中の Act に関する研究は、ミャンマー産リグナンリッチ黒ゴマ ((株) 和田萬及び (株) わだまんサイエンスより分与) によって行われたものであり、様々なゴマの品種における Act の生産能は不明である。そこで、本研究では、産地や品種の異なるゴマを用い、葉中 Act の分析を試みた。また、種子中のリグナン量と葉中 Act 量の関係性についても調べた。

2. 実験方法

産地の異なるゴマ (品種系統不明: ミャンマー産黒 MyB、ボリビア産黒 BoB、ボリビア産白 BoW) 及び系統の異なる 3 品種 (ごまぞう、まるえもん、まるひめ) (いずれも (株) 和田萬及び (株) わだまんサイエンスより分与) を用い、草丈 10 cm までの簡易栽培試験は人工気象器内 (28°C、照度約 14000 lx、長日条件 16h 明光条件) にて、また生育段階試験は日大農場にて実施した。種子中のリグナン量は、種子粉碎物を MeOH で抽出後、HPLC (セサミン、セサモリン、セサモール) にて、葉中の Act 量は、凍結乾燥物を 60% MeOH で抽出後、HPLC にて分析した。

3. 結果及び考察

リグナン量について、「ごまぞう」「まるえもん」「まるひめ」「リグナンリッチ黒ゴマ」「MyB」は、それぞれ 1.12%、1.16%、1.11%、1.45%、1.49% と高いリグナン量を示したが、「BoB」や「BoW」は 0.33%、0.68% と低値であった。一方、これらの 10cm 簡易栽培による葉中 Act 量の分析をした。クロマトグラム上の成分組成については、大きな違いは認められなかったが、Act 量はそれぞれにおいて大きく異なった。ただ、リグナン量と Act 量の相関係数 (r) は -0.00345 と全く相関は観察されなかった。生育によって葉中含量が変化する可能性があることから、農場での栽培を試み、幼若期 (10 cm) から成熟種子を形成するまでの 6 つの生育段階での葉中 Act 量を調べることにした。現在、「ごまぞう」「まるえもん」「まるひめ」の 3 段階目までの生育途中であるため、一概には言えないが、種子リグナン量と葉中 Act 量の関係性は低いと予想され、またどの品種でも Act を高生産するわけではないと予想された。



- 1) Fuji et al. (2018) Chemical characterization and biological activity in young sesame leaves (*Sesamum indicum* L.) and changes in iridoid and polyphenol content at different growth stages. PLOS ONE, 13(3), e0194449.
- 2) Fuji et al. (2018) Accumulation and subcellular localization of acteoside in sesame plants (*Sesamum indicum* L.) . ACS Omega, 3, 17287 – 17294.

■ポスター講演 4

Molecular responses to waterlogging stress in sesame (*Sesamum indicum* L.) during early vegetative and pre-flowering stage using RNA-seq

Sang-Heon Choi¹, Ku-Hyun Kwon¹, Ju-Young Choi¹, Hyun-Jin Jung^{1,4}, Swapan Kumar Roy¹, Soo-Jeong Kwon¹, Hyen-Chung Chun², Seong-Woo Cho³, Yoon-Sup So¹, Yong-Gu Cho¹, Koki Homma⁴ and Sun-Hee Woo^{1*}

¹Dept. of Crop Science, Chungbuk National University, Cheong-ju 28644, Korea

²Crop Production Technology Research Div, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang 50424, Korea

³Dept. of Agronomy and Medicinal Plant Resources, Gyeongnam National Univ. of Science and Technology, Jin-ju, 52725, Korea

⁴Graduate School of Agriculture, Tohoku University, Sendai, 981-8555, Japan

Introduction

Recently, the demand for the cultivation area of the crops has been increasing in domestic paddy fields. At the same time, flooding in the rainy season is threatening with adverse weather. Waterlogging is a common abnormal environmental condition that limits plant growth and productivity. Waterlogging is thought to be one of the critical abiotic stresses leading to hinder crops yield including Sesame. This study was conducted to investigate RNA expression pattern of sesame leaves under waterlogging stress.

Materials and methods

The seeds of sesame (*Sesamum indicum* L. var. Gunback) were collected from the RDA, Korea. Experiments were carried out in a greenhouse of paddy soil condition. The seedlings were exposed to waterlogging stress for 5 days at 2- and 10-leaf stage maintaining 2cm flooding above the soil surface. For transcriptomic studies, total RNA of leaves were extracted using RNeasy Plant mini Kit. RNA-seq was performed using the extracted RNA, and the differentially abundant transcripts were identified in response to waterlogging stress.

Results

As a result, a total of 4455 genes from 2-leaf stage and 5153 genes from 10-leaf stage were revealed to be differentially expressed between normal and waterlogging conditions. Among them, top ranked differentially expressed genes from 2- and 10-leaf stage were mainly involved in energy and metabolism, stress and defense, and biological regulation. However, top five selected genes from both stage showed significantly differentiated expression between normal and waterlogging conditions. In the 2-leaf stage, genes of 105166101, 105161472, 105160297, 105175684 and 105177942 were selected whereas the LOC105166101 gene showed an increase in FPKM value from approximately 1855 to 3725 and induces cysteine proteinase expression. The LOC1051756 gene showed reduced FPKM values from 5828 to 1893. The expression of LHC was decreased by waterlogging stress, which is associated with the expression of chlorophyll a-b binding protein 21.

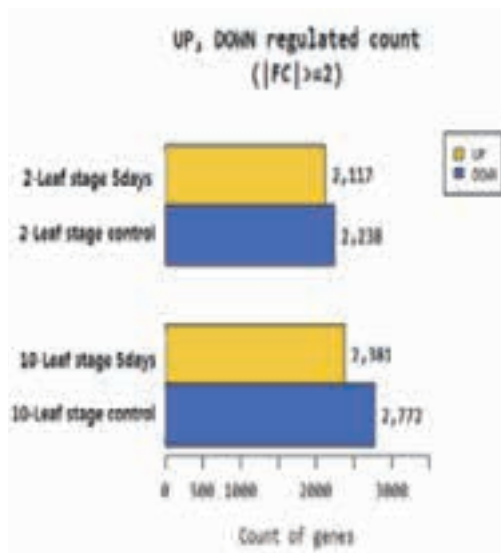


Fig 1. Up or down regulated genes identified from 2- and 10-leaf stage

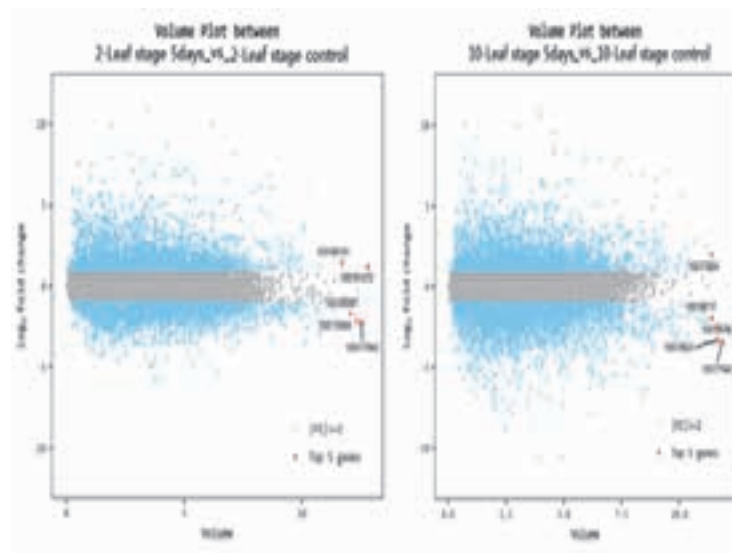


Fig 2. Up or down regulated genes identified from 2- and 10-leaf stage

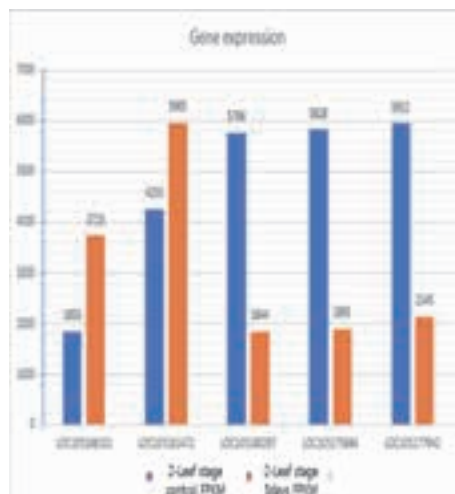


Fig 5. Differentially expressed top five selected genes from 2-leaf stage

In the 10-leaf stage, the genes of 105173924, 105166717, 105178780, 105178031 and 105177942 were selected. In addition, the LOC105166717 gene, which decreased FPKM value from 6593 to 1080, was associated with acidic endochitinase SE2-like, and it was thought that carbohydrate metabolism, amino sugar and nucleotide sugar metabolism were inhibited by waterlogging stress.

Acknowledgement

This work was supported by a grant from the Agenda project (No. PJ01228605) of the RDA, Republic of Korea

*Corresponding Author E-mail: shwoo@chungbuk.ac.kr

■ポスター講演 5

Proteome analysis of sesame leaves in response to waterlogging stress at vegetative and flowering stages

Hyun-Jin Jung^{1,5}, Jang Hwan Yu¹, Swapan Kumar Roy¹, Soo-Jeong Kwon¹, Seong-Woo Cho², Cho Kun^{3*}, Hyeun-Chung Chun⁴, Jwa-Kyung Sung¹, Hong-Sig Kim¹, Koki Homma⁵ and Sun-Hee Woo^{1*}

¹Department of Crop Science, Chungbuk National University, Cheong-ju, 28644, Korea

²Department of Agricultural Pesticides, Oriental Medicine Support, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jin-ju, 52725, Korea

³Biomedical Omics Center, Korea Basic Science Institute, Ochang, Cheong-ju, 28119, Korea

⁴Division of Crop Production Technology, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang, 50424, Korea

⁵Graduate School of Agriculture, Tohoku University, Sendai, 981-8555, Japan

Introduction

Waterlogging is one of the major environmental stresses, and it is becoming frequently increasing worldwide due to climate change, limiting plant growth, and thereby reducing the yield of crops. Sesame is typically considered drought-tolerant but highly sensitive to waterlogging, caused by poor drainage, flooding, and long periods of rainfall. Protein is an essential molecule that participates in enzymes that act as catalysts for various chemical reactions in cells, hormones with regulatory functions, in vivo reactions and energy metabolism. These proteins are very diverse in different kinds of plants and also in various organs in plants, and the expression pattern varies depending on the growth stage of the plant and the environment in which the plant is located.

Materials and Methods

The seeds of sesame (*Sesamum indicum* L., cv. Miryang 44) used in this study were collected from the Rural Development Administration, Korea. Seeds were surface-sterilized with sodium hypochlorite solution (5%) for 20 min. Then, seeds were washed with sterile deionized water and then placed into small pots for germination in a controlled environment (25°C, 16 h day/8 h night, 150 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ light intensity) for 7 days. During the ten-leaf (10-LS) and flowering stage (FS), the seedlings were subjected to waterlogging stress. A control experiment was also conducted in parallel. For the physiological and proteomic assays, leaves from 10-LS and FS were collected from the control and treated seedlings, rapidly frozen in liquid nitrogen and stored at -80°C.

Results and Discussion

Waterlogging caused a significant inhibition in plant growth at both the 10-LS and FS (Fig. 1 A). After 3 days of waterlogging stress, stem diameter showed a significant inhibition during both the 10-LS (7.9 mm) and FS (13.1 mm) compared to the control plants (Fig. 1 B). Chlorophyll contents and H_2O_2 levels in leaf

tissues had a negative impact when sesame plants were exposed to waterlogging conditions (Fig. 1C-D). The H_2O_2 content increased gradually in waterlogged leaf samples, and the highest H_2O_2 content ($451.7 \text{ nmol. g}^{-1} \text{ FW}$) was found after 3-days of treatment during the 10-LS. During the FS, significant increases in the H_2O_2 level ($431.7 \text{ nmol. g}^{-1} \text{ FW}$) of the leaves were observed at 3-days under waterlogging stress compared to the control treatment (Fig. 1 D).

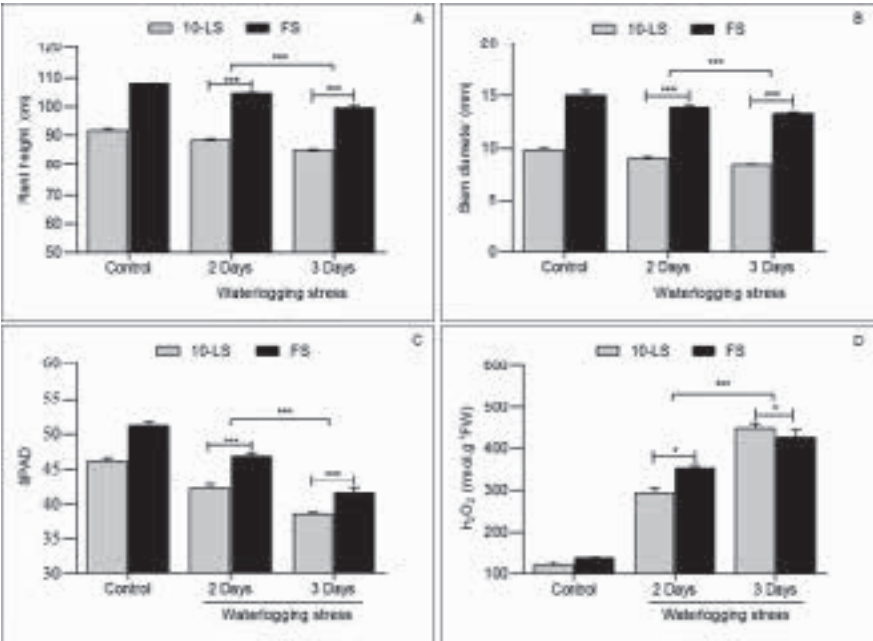


Fig. Morpho-physiological responses under waterlogging stress

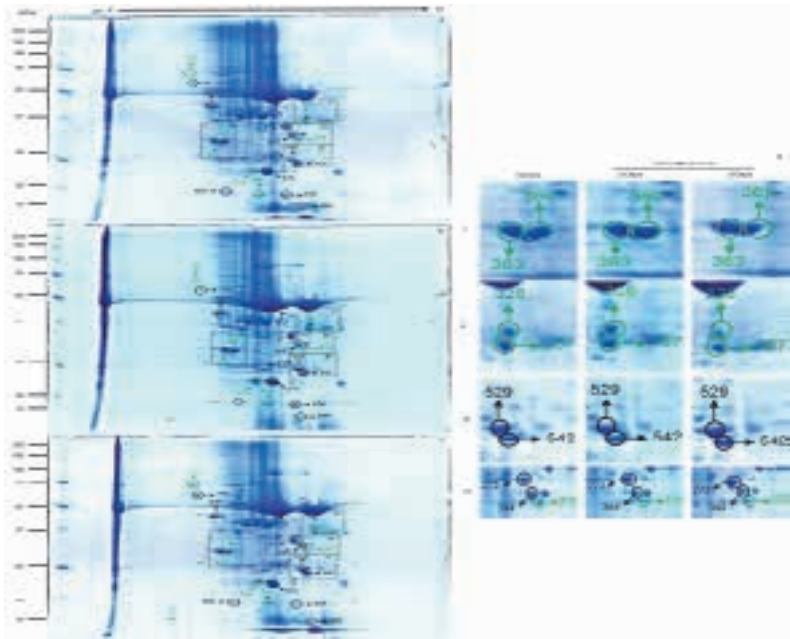


Fig. Representative 2-DE maps of the identified proteins

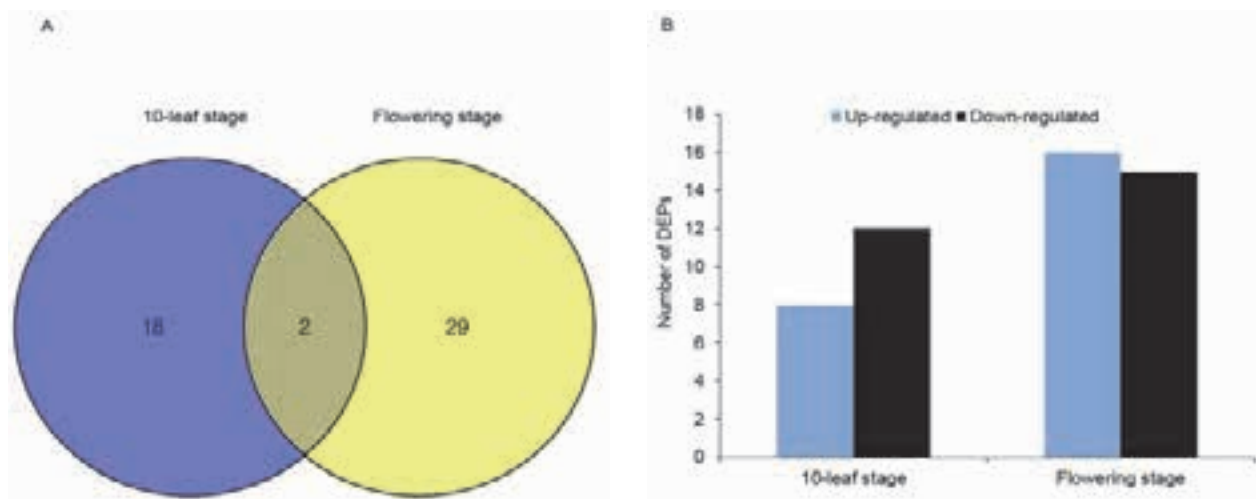


Fig. Expression patterns of Sesame at the ten-leaf- and the flowering stage grown under waterlogging conditions.

The comprehensive leaf proteome was performed during the 10-LS and FS to examine the molecular characterization in sesame under waterlogging stress. Extracted leaf proteins were separated using 2-DE, and the spot patterns were compared. The intensity of 20 protein spots from the 10-LS and 31 protein spots from the FS differed significantly between waterlogged and control plants (Fig. 2 A-C, Fig. S1). An enlarged image of a few the identified gel spots is shown to illustrate the changes observed in the differentially abundant protein spots among the groups (Fig. 2 I-IV). However, reproducible protein spots were detected on 2-DE gels in all three biological replicates from the leaves of 10-LS and FS (Fig. S2, Fig. S3). Only protein spots with fold changes greater than 1.5 or less than 0.66 ($p < 0.05$) were considered differentially abundant proteins. A total 18 proteins were identified from the 10-LS and 29 proteins were identified from the FS. However, 2 proteins were found to be the same from both the 10-LS and FS (Fig. 3 A). Under waterlogging stress, 20 (8 increased and 12 decreased) protein spots from the 10-LS, and 31 (15 increased and 16 decreased) from the FS were significantly altered ($p < 0.05$) compared to the control plants (Fig. 3 B).

Acknowledgement

This work was supported by a grant from the Agenda project (No. PJ01228605) of the Rural Development Administration, Republic of Korea

*Corresponding Author E-mail: shwoo@chungbuk.ac.kr;

ゴマリグナン、特に、セサミノール類縁体の持つ機能性への期待

大澤俊彦

1. ゴマ脱脂カスへの注目

ゴマが体に良い、ということは古くから言われつづけてきたものの、その根拠は長い間、明確ではなかった。われわれはゴマの持つ機能性の解明を目的に、ゴマ種子やゴマ油に存在する機能性リグナン類の検索を進めてきた。ゴマ油を大別すると、「太白ゴマ油」も「焙煎ゴマ油」にわけられるが、特に「太白ゴマ油」が酸化しにくく、加熱しても劣化しにくい理由は長い間不明であったが、長年の研究結果により、「太白ゴマ油」には、強力な抗酸化リグナンとして「セサミノール」が大量に含まれていることを明らかにした¹⁾。この「セサミノール」の持つ機能性は、世界中で注目され、私たちの研究グループは、動脈硬化や糖尿病の合併症の予防作用、大腸がんなどのがん予防効果とともに、最近では、脳内老化予防効果に注目されている。

もともと、我々の研究グループがゴマリグナンに着目したのは、「ゴマ油、特に、太白ゴマ油の持つ強力な抗酸化性の本体は何か？」という研究アプローチと共に、ゴマ油を搾った「脱脂カス」の有効利用であった。すなわち、抽出材料のゴマ種子が高価であるにも関わらず、脱脂カスは、肥料や飼料としての利用されているのみであったので、有効利用の道を探ろうというアプローチも、我々の研究室の重要なテーマであった。我々の研究グループが、初めてゴマ脱脂カス中に存在するセサミノール配糖体の存在を明らかにしたのち、世界中で、健康食品素材として「ゴマ脱脂カス」に着目した研究が、数多く報告された。最近、ゴマ脱脂カスの持つ高い付加価値が、廃棄物から健康素材として大きく高められたとする総説も発表され、「ゴマ脱脂カス」の有効利用が再認識され、世界中から熱い視線が向けられている²⁾。

2. セサミノール配糖体の機能

セサミノール配糖体は、それ自身抗酸化性はもたないが、ゴマ種子を食品成分として摂取した時には、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、最終的には脂溶性アグリコン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、作用機構を明らかにすることができた³⁾。リグナン配糖体の新しい機能として、抗酸化前駆物質としても定義づけられるのではないかと期待されてきている。すなわち、糖の存在により抗酸化性を示す官能基であるフェノール性水酸基は食品中では保護されているが、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アグリコン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のも重要な役割ではないかと考えられている。

そこで、Mochizukiを中心とする我々の研究グループは、ゴマ脱脂粕中に多く含まれるセサミノール配糖体の代謝物による生理機能解明を目的に、ラットの肝臓薬物代謝系(P-450)を用いて、セサミノールの代謝物について検討した。その結果、カテコール構造を有するセサミノールカテコールが確認された⁴⁾。このセサミノールカテコールは生体内で生成するとともに、麹菌でも生成することが明らかにされた。Miyakeらとの共同研究グループの研究から、ゴマ脱脂粕に種々の麹菌を作用させたところ、とくに、黒麹(*Aspergillus saitoii*)とともに白麹菌(*Aspergillus usami* mut. shirousamii)で麹菌が代謝され、カテコール体に変換されることが明らかとなった⁵⁾。ゴマという機能性食品が、発酵によっ

てさらに高い生理活性を有する物質に変換されるという結果は、新たな機能性食品開発への大きな原動力になり得ると考える。

セサミノール配糖体は、Katsuzaki を中心とする我々の研究グループにより、1993 年に初めて単離・構造決定が行われた⁶⁾。セサミノール配糖体自身は抗酸化性をもたないが、経口摂取された際、腸内細菌の持つ β -グルコシダーゼの作用によって加水分解を受けてから腸管より吸収され、強力な抗酸化活性を有しているセサミノールが血中に存在することが報告されている。またこの時、セサミノール配糖体は血中から検出できなかったと報告している。さらに興味深い研究結果として、われわれの研究グループは動脈硬化モデル動物（高コレステロール血漿モデルウサギ、家族性高脂血漿モデル WHHL ラビット）を用いた実験において、ゴマ脱脂粕を投与したウサギの動脈硬化病巣形成を有意に抑制することが明らかとされている。そこで、われわれは動脈硬化病巣形成の抑制はゴマ脱脂粕中に多く含まれるセサミノール配糖体の代謝物による影響と仮定し、ラットの肝臓のミクロゾーム画分である薬物代謝系（S9 と呼ばれる）を用いて、セサミノールの代謝物について検討した。その結果、セサミノールのメチレンジオキシフェニル基の一方が開裂し、カテコール構造を有するセサミノールカテコールが確認された。さらに、メチル化酵素を用いてセサミノールと反応させたところ、そのカテコール構造の一方のヒドロキシル基がメチル化されたメチルセサミノールカテコールを同定した⁷⁾。（図 1）これら代謝物はセサミノール配糖体を経口投与したラットの肝臓中にも存在することが明らかとなり、ヒドロキシル基を有することからセサミノールアグリコンと比較して抗酸化性が高いことも報告されている。動脈硬化モデル動物において、動脈硬化発症に重要な役割を果たす接着因子の過剰発現をセサミノールカテコールが強く抑制するという興味あるデータも発表している⁸⁾（図 2）。

一方、台湾の研究グループは腸管におけるセサミノールの代謝に着目し、セサミノール配糖体を経口投与させたラットからエンテロジオール（END）、エンテロラクトン（ENL）などの女性ホルモン様活性を持つ代謝物の存在を明らかにしている。しか

も、その存在量は、血漿≫腸管≫肺～心臓～腎臓～脳の順に組織で検出され、さらにこれらの代謝物の抗炎症性も確認されている⁹⁾。このように、セサミノールの生体内における代謝が次第に明らかとなってきたが、代謝物はこれだけにとどまらず、さらにこれら代謝物の抱合体も確認されている。

3. セサミノール類縁体の生合成経路

今まで述べたように、セサミノール類縁体をはじめとするゴマリグナン類は、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同時に、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、油糧種子中に存在するリグナンとしてはゴマリグナンが特異的であり、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、開発の可能性が考えられる。

では、このように多くの機能が期待されるゴマリグナン、なかでも、セサミノール類縁体は、どのような生合成機構を経てつくられるのであろうか？多くの機能が注目されているゴマリグナンであるが、それらの生合成経路には未解明の部分が多かったが、最近の目覚ましい研究によってそのユニークな生合成のメカニズムが明らかとされてきた。その全容は、最近、優れた総説が報告されたので¹⁰⁾、詳細はそちらを参照していただき、ここではその概略を紹介したい。

リグナンとは、フェニルプロパン単位であるコニフェリルアルコールを前駆体とした 2 量体として定義されている¹¹⁾。ゴマをはじめとする維管束植物中では、フェニルプロパン類は、シキミ酸経路とそれに続くケイヒ酸・モノリグノール経路による 2 量化反応を経て生合成されている。図 3 に示したように、2 分子のコニフェリルアルコールがオキシダーゼにより脱水反応を受ける。さらに、ディリジェントプロテイン（DIR）と命名された鋳型タンパク質の存在で起こるカップリング反応の結果、ピノレジノールが生成している。このようにして生成したピノレジノールは、2 段階で CYP81Q1 により制御されたシトクローム P 450 であるピペリトール/セサミン合成酵素（PSS）によるメチレンジオキシフェ

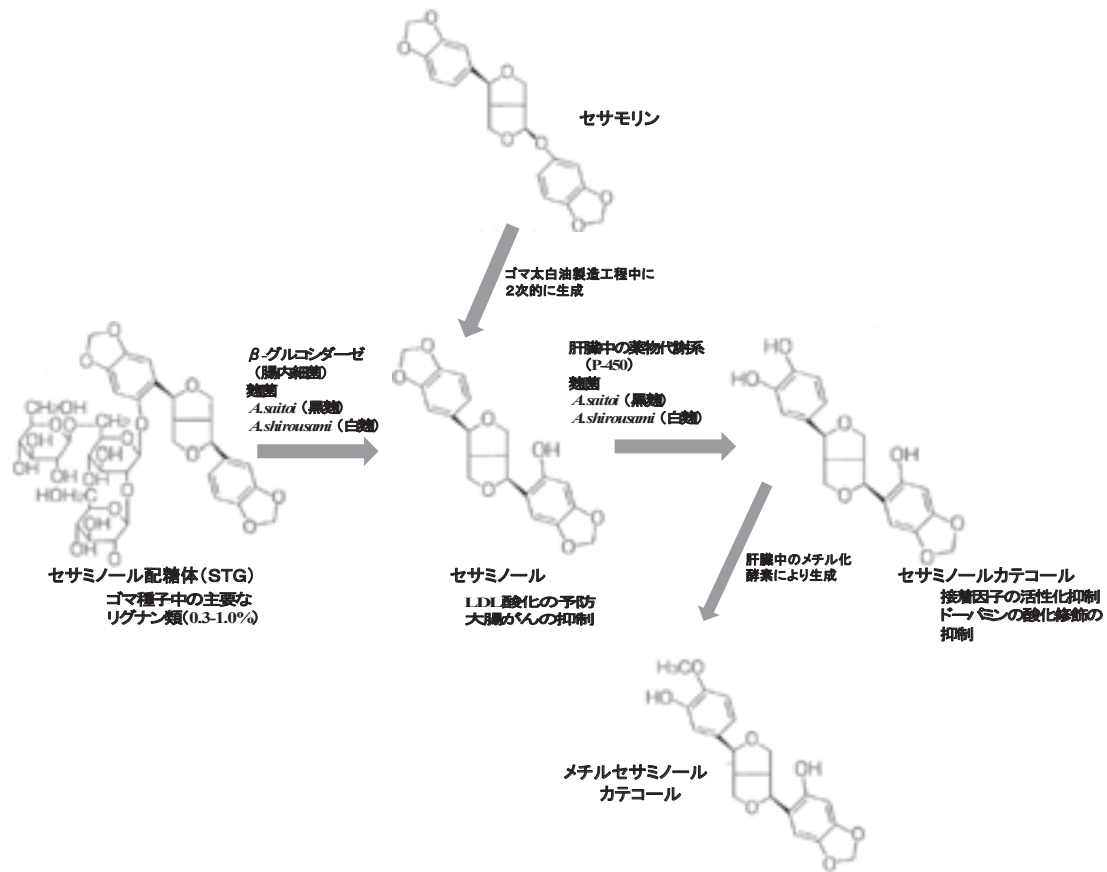


図1 セサミノール配糖体由来の代謝物の構造

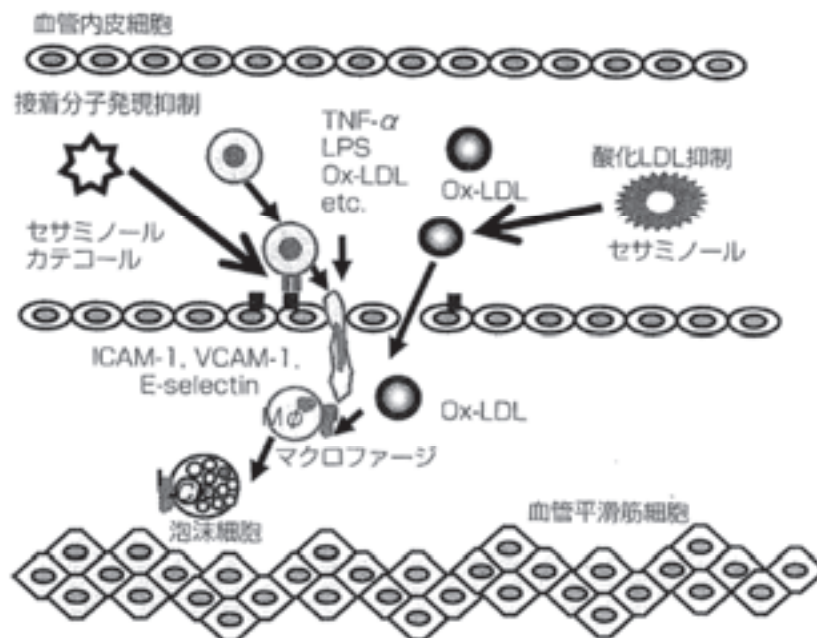


図2 粥状動脈硬化症に対するセサミノール代謝物の影響

イル反応を経てセサミンに変換されるという興味ある反応が報告された¹²⁾。しかしながら、セサミンからどのような機構でセサモリンやセサミノールが生成するかについては不明のままであった。このような背景で、最近、セサモリンの生成を制御する遺伝子 CYP92B14 が発見され、酸素挿入反応を進行させることでセサモリンが生成し、同時にセサミノールが生成するという結果が報告された¹³⁾。セサミノール配糖体は、グリコシルトランスフェラーゼによりセサミノールから生成することは知られているので、ゴマ種子中に最も多く含まれるセサミン、セサモリン、セサミノール配糖体の主な生合成メカニズムが明らかとなったのである。これらの素晴らしい研究の結果、様々な機能性を持ったゴマ種子中のリグナン類の開発研究に一層の弾みがつくものと期待される。

4. セサミノールの持つパーキンソン症予防機能

パーキンソン病に対する治療は、近年治療法の進歩により予後はかなり改善されており、神経変性疾患のなかでは比較的その病因解明も進んでいる。しかし、いったん発症すると、一生薬を飲み続ける必要があり、長期薬物療法の弊害などの問題もあり、必ずしも満足のいく治療法とは言えないのが現状である。パーキンソン病の発症の原因として挙げられるのが、ドーパミンの酸化修飾である。ドーパミン（医学・医療分野での日本語表記は「ドパミン」とされている）は、モノアミン神経伝達物質の一種で、ノルアドレナリン、アドレナリンとともにカテコール基をもつため、カテコールアミンとも総称され、6-ヒドロキシドーパミンなどの酸化修飾体の生成が、パーキンソン病の発症に関わっていると考えられている。最近、われわれの研究グループは、脳内に大量に存在するドコサヘキサエン酸（DHA）およびエイコサペンタエン酸（EPA）が、過剰な炎症反応の結果引き起こされた酸化ストレスを受けやすいこと、また、その結果生じた酸化修飾ドーパミンは、神経細胞の細胞死を誘導することでパーキンソン病発症の原因になり得るのではないか、ということを明らかにしている¹⁴⁾。

ドーパミン神経細胞（SH-SY5Y 細胞）の細胞死を指標とするわれわれの研究によると、大脳中のリ

ン脂質内に最も多く存在する DHA（26.7%）と二番目に多いアラキドン酸（AA）（16.3%）は、脳内や網膜中でさまざまな機能に關与する重要な多価不飽和脂肪酸であることがわかった。正常な状態の脳内では、酸化 - 還元バランス、いわゆるレドックス制御が働き、定常状態を保っている。ところが、さまざまな理由で本来は宿主防御に働くべき免疫担当細胞が過剰に反応し、生じた炎症反応が脳内で酸化傷害を引き起こし、その結果、 β アミロイド蛋白の酸化修飾により、アルツハイマー病の誘導および α シヌクレインの酸化修飾が、パーキンソン病発症において重要な役割を担っているのではないかと考えられている。このような酸化修飾は、蛋白質だけでなくドーパミンに対しても酸化修飾を引き起こすものと推定した。ドーパミンの酸化修飾体としては、6-ヒドロキシドーパミンがよく知られているが、われわれは、ドーパミンのアミノ基に脂質ヒドロペルオキシドがアミド結合することで、新たな酸化修飾ドーパミンが生成するのではないかと推測した。そこで、まず、DHA、AA とドーパミンを化学的に反応させ、生成物の単離・構造決定を行った。その結果、図 4 に示したように、ドーパミン修飾付加体は、メチル基末端側由来ドーパミン修飾付加体とカルボキシル基末端側由来ドーパミン修飾付加体の 2 種類に分類することができた。すなわち、DHA のメチル基末端側由来ドーパミン修飾付加体として PRD、カルボキシル基末端由来の SUD、また、AA 由来のメチル基末端側由来ドーパミン修飾付加体として HED、カルボキシル基末端由来の GLD の構造解析に成功した。そこで、これらの修飾物のドーパミン神経細胞（SH-SY5Y 細胞）に対する細胞毒性の検討を行った。その結果、メチル基末端修飾ドーパミンの方が強い細胞毒性を示し、とくに、AA 由来の HED が最も強く細胞毒性を示した（図 5）¹⁵⁾。

このような酸化修飾付加体の生成は、パーキンソン病といった神経変性疾患のバイオマーカーとなり得るだけでなく、さらにこれらの神経変性疾患の要因の一つになる可能性が考えられた。またこれらの神経変性疾患は、加齢にともない発症率が増加し、これらの疾病などにおける酸化ストレスの関与が示唆されており、酸化ストレス予防がこれらの発症予防に繋がるのではないかと考えられている¹⁶⁾。脳

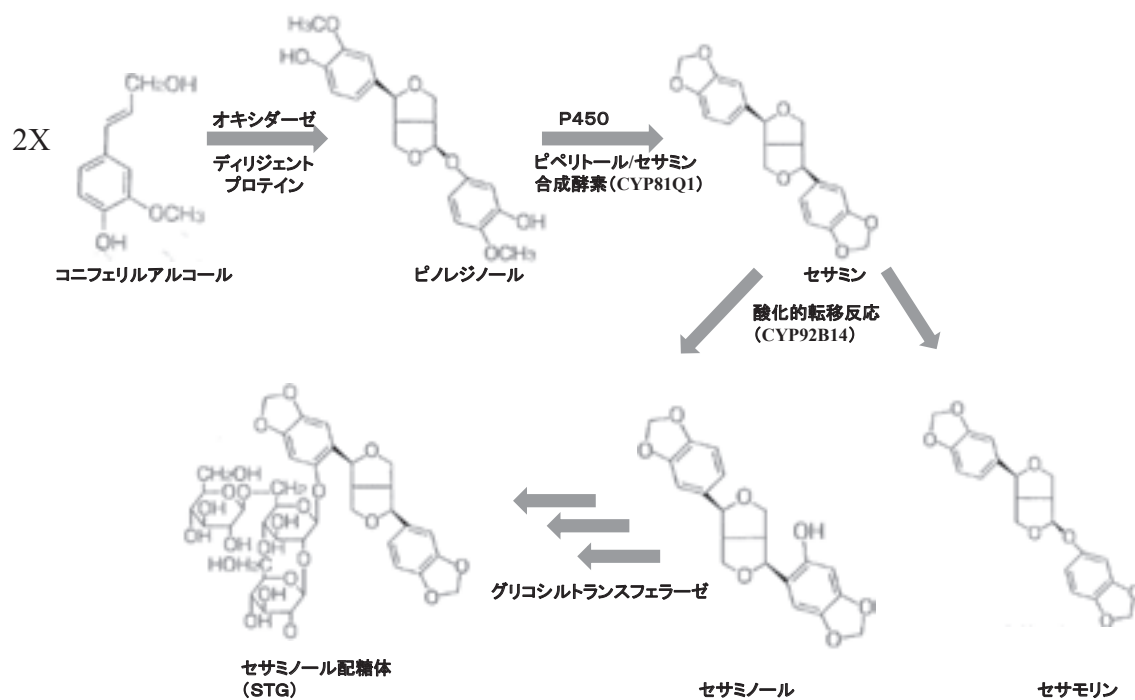


図3 ゴマリグナン類の生合成経路

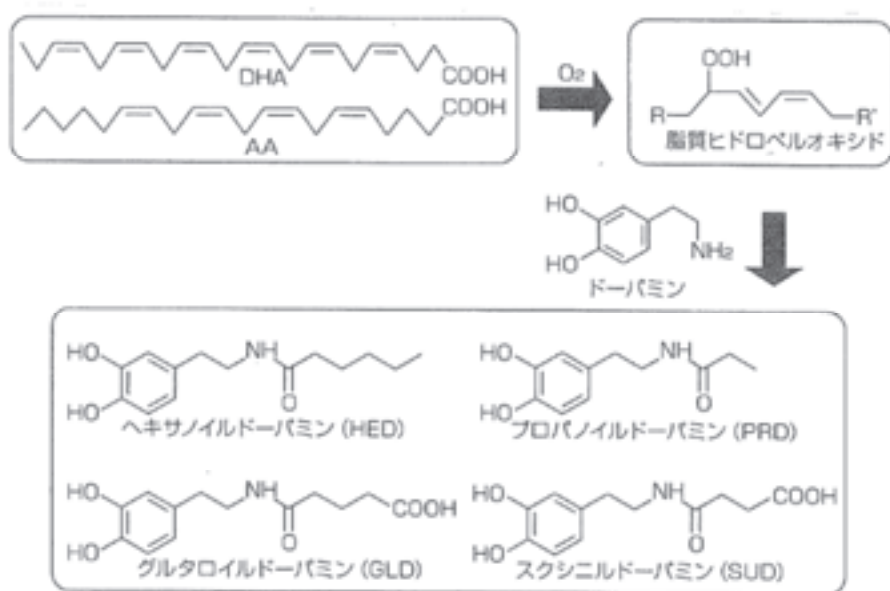


図4 ドコサヘキサエン酸 (DHA)、アラキドン酸 (AA) によるドーパミン修飾付加体の生成機構

内神経細胞変性症予防を目的としたブレインフード開発へのアプローチとして、近年、抗酸化機能を持つ食品因子の研究が盛んに行われている。したがって、抗酸化食品因子によってドーパミン修飾付加体の生成や機能を抑制することが可能になれば、これらの神経変性疾患の予防に繋がる可能性が考えられる。そこで、ドーパミン修飾付加体でもより強い細胞毒性を示したメチル基末端側ドーパミン修飾付加体、なかでも、最も強い細胞毒性を示したアラキドン酸ヒドロペルオキシド由来のヘキサノイルドーパミン (HED について検討を行った。HED の生成量は、LC/MS/MS を用いて測定した。対象とした抗酸化食品因子は、4 種類のトコフェロール (α 、 β 、 γ 、 δ -Tp) と 4 種類のトコトリエノール (α 、 β 、 γ 、 δ -T3) の計 8 種類のトコフェロール誘導体と、ゴマリグナン類縁体 (セサミン: SMI、セサモリン: SMO、セサミノール: SML、セサミノールカテコール: SMLC、セサミノール配糖体: STG)、クルクミン (U1) とその代謝物であるテトラヒドロクルクミン (THU1) およびアスタキサンチン (AST) であった (図 6)。その結果、抑制効果が見出されたのは、ゴマリグナン、なかでも、セサミノールとセサミノールカテコールで、最も強かったのは、セサミノールカテコールであった (図 7)。すなわち、脳内に到達したゴマリグナン、とくにセサミノールカテコールは、ドーパミンの酸化修飾物の生成を抑制することで、パーキンソン病の発症を予防するのではないかという、新しい機能性も見出された、というわけである (図 8)。現時点では、*in vitro* 系での結果でもあり、今後、動物モデル、ヒト臨床系での評価を進めていきたいと考えている¹⁷⁾。

5. セサミノールによる認知症予防へのアプローチ

ゴマリグナンによる脳内老化予防効果が最初に報告されたのは、脳内のグリア細胞中で起こる過剰な炎症反応、とくに NO 産生と神経細胞のアポトーシスをセサミン、セサモリンが有効に抑制し、認知症の予防効果が期待できる、という報告であった¹⁸⁾。さらに、2009 年には、アルツハイマー病の発症に重要な役割を果たしていると考えられる A β 蛋白を投与したマウスを用いた実験系において、学習能力や記憶能力の改善と共に酸化ストレスに対して、セ

サミノール配糖体が有効に抑制したという内容の報告が発表された¹⁹⁾。セサミノール配糖体は、腸内細菌によりセサミノールに代謝され、腸管を経て吸収されたのち、肝臓をはじめとする様々な臓器でセサミノール代謝物に変換され、特に脳内での機能性を期待するためには、脳関門を経る必要がある。そこで、セサミノールの直接的な脳機能改善作用の結果が興味を持たれていた。このような背景で、最近、セサミノールを老化ラットモデルである SAMP8 系に投与した研究が報告され、その内容は、A β の蓄積と共に 8-OHdG の低下、また、アミロイド前駆体蛋白質 (APP) に対する α -セクレターゼとして働く ADA10 を遺伝子レベル、蛋白レベルでの活性化に働くという興味あるものであった²⁰⁾。最近、Naio を中心とする我々の研究グループらは、SH-SY5Y 細胞のアポトーシス誘導にミトコンドリア膜透過性化 (MMP) が重要な役割を果たしており、そのメカニズムは、PK11195 という薬剤が MMP の形成によるスーパーオキシドを生成と Ca イオンの放出を促進し、最終的にアポトーシスを誘導するのである。この系で、各種ゴマリグナンを投与したところ、現在までに得られた結果では、セサミノール類縁体よりもむしろセサモリンの方が、このスーパーオキシドの生成と Ca イオンの放出を効果的に抑制し、アポトーシスを抑制するという結果が得られ、また、セサミンは逆に促進するという結果を見出している²¹⁾。セサミノール類縁体の効果については、カテコール体をはじめ各種の代謝物を対象に研究を進める必要があり、また、セサミノール以外のセサミン、セサモリンも生体内でカテコール体に代謝されるので、パーキンソン症予防に期待されるセサミノールカテコール以外の生体内代謝物、セサミンカテコール、セサモリンカテコールに関しても、今後、疾病予防効果、特に、認知症予防機能の解明が期待される。

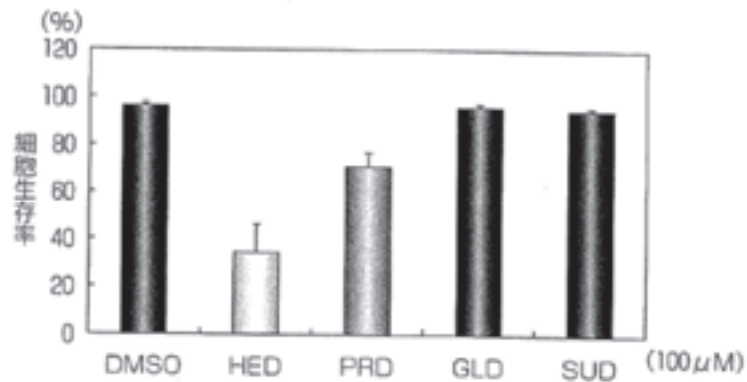


図5 神経細胞（SH-SY5Y）に対するドーバミン修飾付加体の細胞死誘導作用

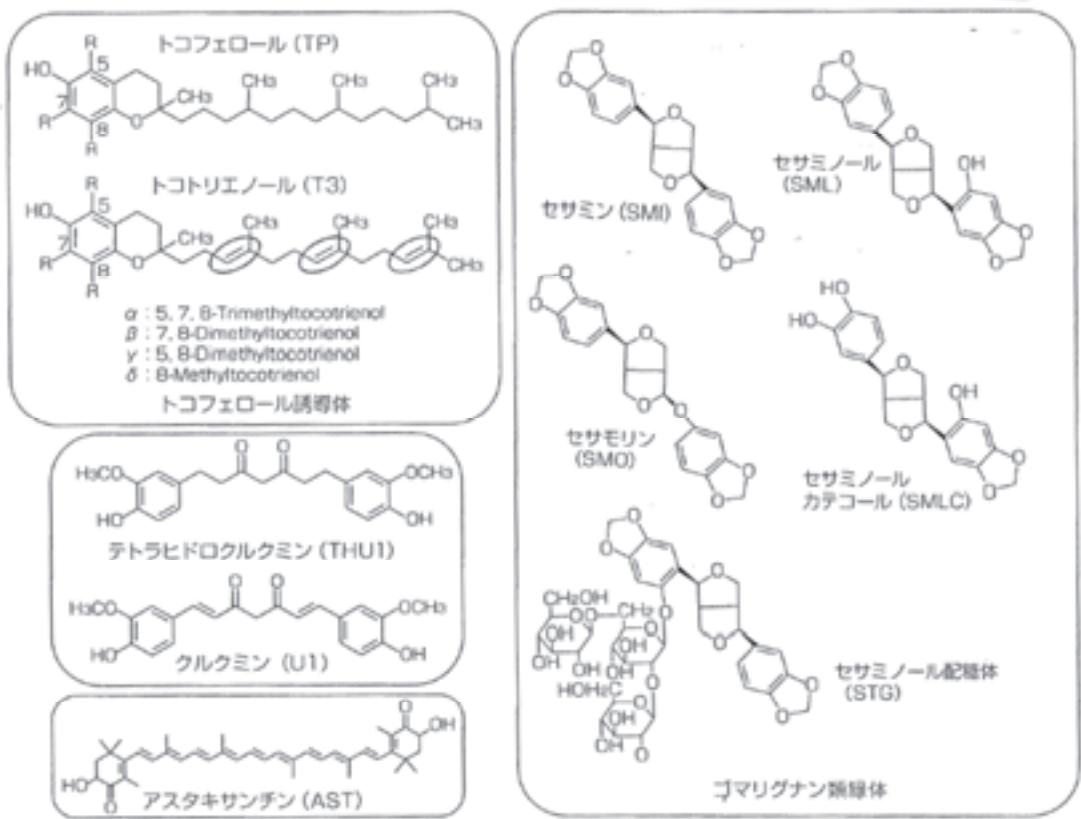


図6 各種抗酸化フードファクターの化学構造

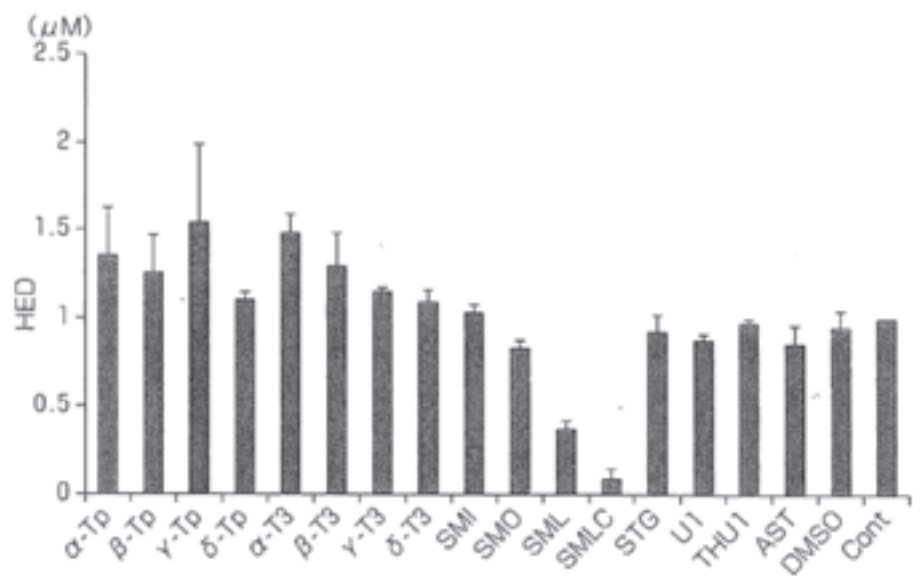


図7 各種抗酸化フードファクターによる HED 生成抑制効果

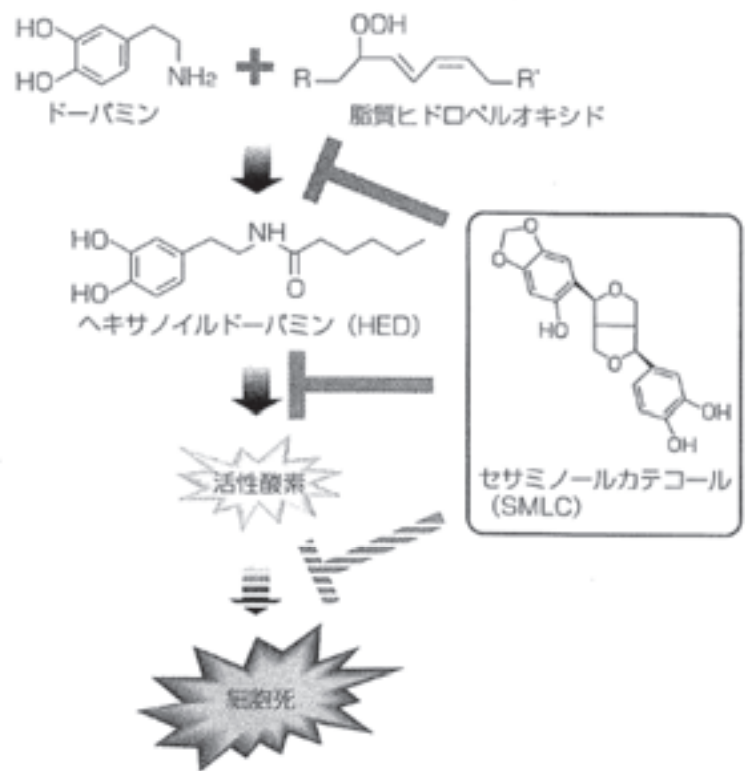


図8 セサミノールカテコール（SMLC）による HED 生成抑制機構

文 献

- 1) 大澤俊彦、井上宏生、胡麻の謎、双葉社 1999
- 2) Sahin S and Elhussein EAA, Assessment of sesame (*sesamum indicum* L.) cake as a source of high-added value substances: from waste to health, *Phytochem. Rev.*, <https://doi.org/10.1007/s11101-018-9554-4>, 2018
- 3) 大澤俊彦、ゴマリグナンの生化学と機能性、*食の科学*, No.334, 8-15, 2005
- 4) 望月美佳、ゴマリグナンの代謝と機能性、p.26-33、機能性食品・素材と運動療法—生活習慣病予防と運動機能維持、向上をめざして—(大澤俊彦、佐藤祐造監修)、シーエムシー、2012
- 5) Miyake Y, Fukumoto S, Okada M, Sakaida K, Nakamura Y, Osawa T, Antioxidative Catechol Lignans Converted from Sesaminol Triglycoside by Culturing with *Aspergillus*, *J. Agric. Food Chem.*, **53** (1), 22-27, 2005
- 6) Katsuzaki, H., Kawakishi, S. and Osawa, T. "Structure of Novel Antioxidative Lignan Triglycoside Isolated from Sesame Seed", *Heterocycles*, **36**, 933-936, 1993.
- 7) Mochizuki M, Tsuchie Y, Nakamura Y, Osawa T, Identification and Characterization of Sesaminol Metabolites in the liver, *J. Agric Food Chem.*, **57**, 10429-10434, 2009
- 8) 望月美佳、ゴマリグナンによる血管内皮機能改善効果、*Functional Food*, **7** (2), 97-101, 2013
- 9) Jan K-C, Hwang L-S, Ho C-T, Biotransformation of Sesaminol Triglycoside to Mammalian Lignans by Intestinal Microbiota, *J. Agric. Food Chem.*, **57** (14) 6101-6106, 2009
- 10) 堀川学、山本将之、小埜栄一郎、村田純、ひらけごま！見えてきたゴマリグナンの生合成機構(+)ピノレジノールから(+)セサミンを経て(+)セサモリン、(+)セサミノールに至るユニークで複雑な酸化反応について、*科学と生物*, **56** (11), 738-746, 2018.
- 11) 片山健至、ゴマリグナンの生合成、*Functional Food*, **7** (2), 130-136, 2013
- 12) Ono E, Nakai M, Fukui Y, Tomimori N, Fukuchi-Mizutani M, Saito M, Satake T, Tanaka T, Katsuta Umezawa T, Formation of two methylenedioxy bridges by a *Sesamum* CYP81Q protein yielding a furoran lignan, (+)-sesamin. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **103**, 10116-10121, 2006
- 13) Murata J, Ono E, Yoroizuka S, Toyonaga H, Shiraishi A, Mori S, Tera M, Azuma T, Nagano AJ, Nakayasu M, Mizutani M, Wakasugi T, Yamamoto MP, Horikawa M, Oxidative rearrangement (+)-sesamin by CYP92B14 co-generates twin dietary ligands in sesame. *Nature Commun.*, Article No. 2155, 2017.
- 14) Liu XB, Yamada Y, Maruyama W, Osawa T, Formation of dopamine adducts derived from brain polyunsaturated fatty acids: Mechanism for Parkinson's disease, *J. Biol. Chem.*, **283**(50), 34887-34895, 2008.
- 15) 大澤俊彦、ゴマリグナン、認知症と機能性食品(吉川敏一編)、p.83-89、フジメディカル出版、2018.
- 16) 大澤俊彦、ゴマリグナンによる神経変性疾患予防機能、*Functional Food*, **7** (2), 90-96, 2013
- 17) Liu X, Yamada N, Osawa T, Assessing the neuroprotective effect of antioxidative food factors by application of lipid-derived dopamine modification adducts. *Lipidomics Vol.2: Methods and Protocols* (ed. by Armstrong, D.) 143-52, Humana Press, 2009.
- 18) Hou RC, Chen HL, Tzen JT, Jeng KC, Effect of sesame antioxidants on LPS-induced NO production by BV2 microglial cells. *Neuroreport* **14** (14), 1815-1819, 2003
- 19) Um MY, Ahn JY, Kim S, Kim MK, Ha TY, Sesaminol glucosides protect β -amyloid peptide-induced cognitive deficit in mice, *Biol Pharm Bull*, **32** (9) : 1516-1520, 2009
- 20) Katayama S, Sugiyama H, Kushimoto S, Uchiyama Y, Hirano M, Nakamura S, Effect of sesaminol feeding on brain A β accumulation in senescence-accelerated mouse-prone 8, J

Agric Food Chem, 64 (24) , 4908-4913, 2016

- 21) Wu YQ, Shamoto-Nagai M. Maruyama W. Osawa T. Naoi M, Phytochemicals prevent mitochondrial membrane permeabilization in apoptosis induced by PK11195: A novel cellular mechanism underlying the neuroprotective anti-aging function of bioactive dietary compounds. *J. Neural. Transm.* 124:89-98, 2017.

第2回国産ゴマ生産地の現地検討会を終えて

今泉和彦

平成31年8月23日（金）みのり農業協同組合西脇支店を会場に（JAみのり）第2回国産ゴマ生産地現地検討会が開催されました。参加者の内訳として、日本ゴマ科学会会員14名、非会員9名、日本へそゴマ研究会7名、西脇市産業活力再生部振興課2名、JAみのり西脇経済センター4名でした。現地検討会の開催にあたりまして、関係者の皆様に改めて御礼申し上げます。

最初に日本ゴマ科学会会長吉田元信氏より、開催にご協力を頂いた、日本へそゴマ研究会、JAみのり西脇、西脇市に感謝の言葉にて始まり、日本ゴマ科学会の主旨を説明。第1回国産ゴマ検討会、駒ヶ根プロジェクトの黒ゴマに続き、第2回目として注目度の高い、国産金ゴマを生産している、西脇市のプロジェクトを選定させて頂き共にゴマについて意見交換と今後の課題を探っていければとご挨拶頂きました。

日本のへそゴマ研究会のあゆみ（徳岡義之様）平成20年発足、発足時会員数62名、栽培面積約2ha、出荷数量1.7トンからスタート。平成21年度、会員数107名、栽培面積約5.8ha、出荷数量約2トン。へそゴマ研究会創始者 徳岡義之氏が会長に就任。平成23年度 西脇地域で栽培した金ゴマを「日本のへそゴマ」で商標登録。当初「黒ゴマ」の栽培指導を進めていたが、「日本のへそゴマ」とするには「黒ゴマ」ではグロテスクなので「金ゴマ」に決定した経緯を説明。その後も「日本のへそゴマ」を広く知ってもらう為に広報活動に力を入れ、NHKのニュース番組への出演や、全国放送であるNHK「たべもの一直線」での紹介にまで至った。近年の実績として減少傾向にあるのは、日本酒ブームにより代表的な酒米である「山田錦」の減反政策が解除され、酒

米を生産する農家が増えた事により、金ゴマの栽培面積が減ってしまった影響との事でした。

西脇市における金ゴマ栽培の現状と取り組みについて（JAみのり西脇営農経済センター中村啓吾様）西脇市の概要説明、東経135度北緯35度が交差するので日本のへそと呼ばれる。面積132.44km² 人口40,571人。金ゴマ栽培の現状として需要が高く、道の駅や飲食店などからの引き合いも多く、供給量が不足している状況。近年の作付面積、生産者の減少等の課題もあるが、西脇市と連携して生産者をバックアップしている。新規の獲得に注力も注ぎ活動内容として、新規生産者向けの栽培講習会の開催や金ゴマ種子の無償提供なども行っている。また、既存生産者の意欲向上のために、前年度優秀者の表彰や助成金の活用推進、肥料や生産資材を特別価額での提供、シーダーマルチャーの貸し出し等で、作業効率化により面積の拡大を図っている。

近年の実績として、平成29年度の生産者数は30名 作付面積260a 出荷量1280kg、平成30年度の生産者数は32名 作付面積310a 出荷量768kg、激減した原因は台風による倒伏や収穫の遅れなどによるもの。

特産農産物活用地域活性化事業（農福連携事業）について（西脇市産業活力再生部農林振興課 蛭田佑菜様）西脇市版農福連携とは、金ゴマの生産で課題となっている農作業の一部を、日本のへそゴマ研究会から障害者福祉サービス事業所へ委託している。障害者の就労機会の創出、作業適正を検証、将来的に農作業の一部を受託できる。体制づくり、遊休農地の解消等に平成29年度から取り組みの説明がありました。

第二部での圃場見学では、西脇市の小松原さん、多可町の吉田さんの2か所の圃場を見学し、生産者から説明の後に様々な質問がなされた。西脇市の小松原さんにおいては、本年の6月20日播種、発芽は6月29日。基本方針として天水待ちでの播種を心がけており、6月27日に雨が降った事により翌日すぐに発芽したとの事。肥料は鶏糞が450kg/ha、セルカ150kg/haのみ、中耕培土は2回。連作障害の質問に対しては、ブロックローテーションでの栽培となり、ゴマは麦の後に来るローテーションで行っている。経験上は2年の連作での障害はなかったが、3年目は実付きも悪く影響が出ているとの事でした。多可町の吉田さんにおいては、早ければ9月1週には収穫という段階まで生育していました。綺麗に雑草の処理がなされ、大ぶりの葉が目立ち充分な生育状況であったが、雑草の処理がされていない横の圃場では生育段階が異なるのか、みっちり実が付いた茎が伸びており、播種の時期による差が大きく見られた。

第三部の意見交換会においては、和歌山県橋本市より参加されたメンバーから様々な質問が飛び、活発な議論となった。反当りの収穫量にはどこの生産者も興味を持っており、理想となる100kg/反に向けて、栽培面積の拡大は必須との見解であった。JAみのりの金ゴマを一括で取り扱う(株)和田萬商店の久綱氏による品種による収量の説明はわかりやすく、種子による影響よりも、土や生育状況による影響が大きいとの見解であった。

企業めぐり

株式会社 MC アグリアライアンスの紹介

1. 会社概要

弊社は2016年4月28日に、三菱商事株式会社（以下三菱商事）とOlam International Ltd.（以下Olam、シンガポールに上場する大手農産物商社）の合併会社として設立され、2016年10月1日より事業を開始しました。

従来三菱商事で行っていたコーヒー・ココア・胡麻・トマト製品等の事業を継承し、また設立を期に取引を開始したナッツ・スパイス・乾燥野菜等を加えた食品原料の輸入・販売を行っています。世界各地の生産者及びお取引様と連携の下、安心・安全、且つサステナブルな食品原料を日本のお客様に安定的にお届けすることをミッションとしています。

設立間もない弊社ではありますが、三菱商事の事業基盤、Olamのトレーサブル・サステナブルな原料の調達力・供給力を掛け合わせ、「大地の恵みを食卓へ」お届けすべく、事業に取り組んでおります。

【主要取扱品目】

- ✓ コーヒー
- ✓ ココア
- ✓ ナッツ
- ✓ 胡麻
- ✓ トマト製品
- ✓ 乾燥野菜
- ✓ スパイス

2. 世界の胡麻生産量と弊社の胡麻事業

近年、世界的に胡麻原料の需要が増えており、生産量も増加傾向にあります。全世界で約539万トン（Oil World2018統計データ）の胡麻原料が生産され、約200万トン（同）が貿易されております。

生産上位国は、ミャンマー・中国・インドといったアジア諸国、及びスーダン・ナイジェリア・タンザニア・エチオピアといったアフリカ諸国が中心となっておりますが、アジア諸国は経済成長発展に伴い労働集約的な手収穫に頼らざるを得ない胡麻原料の生産量が漸減傾向にあり、アフリカ諸国が生産数量を増やしている状況です。

輸入国に目を向けますと、中国・日本・トルコ・EU諸国が輸入数量上位となっております。中でも中国は84万トン（貿易量に於けるシェア約42%）を輸入する最大輸入国となっており、16万トンを輸入する日本は、多かれ少なかれ中国の動向に影響を受ける様になってきております。

ゴマの特徴(栽培・物流・加工)

ゴマの特徴

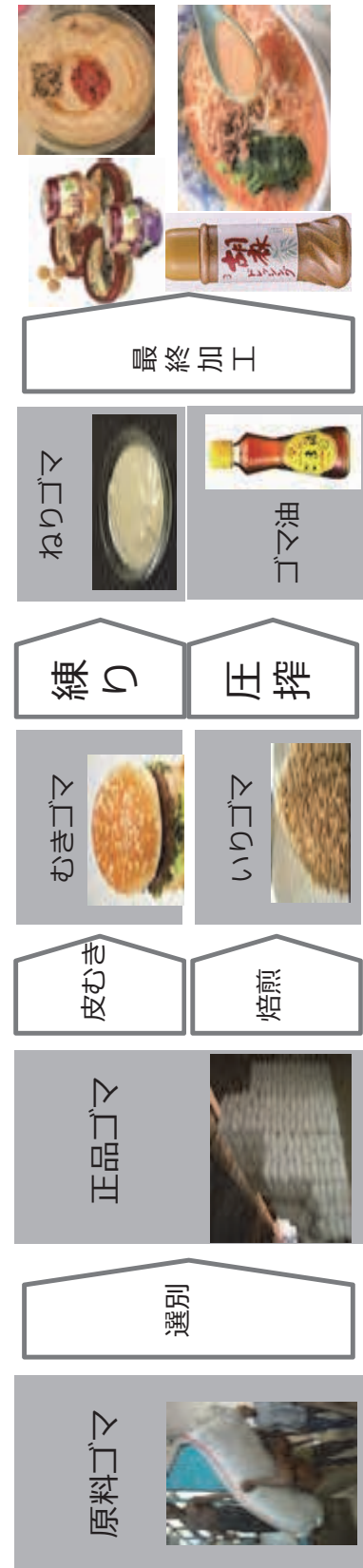
- アフリカのサバンナで生まれた乾燥に強い単年作物
- 労働集約的な手収穫に頼る為、主要生産国は途上国
- 食用・油用としてアジア・中東中心に需要拡大傾向
- 栄養面に優れ、米国等先進国でも需要は拡大傾向
- 先物相場がなく、ノンデリ等のリスクが高い
- 零細農家による栽培が殆どで、トレーサビリティ・品質の確保が困難
- グレードは主に食品用(白ゴマ、黒ゴマ、金ゴマ)、搾油用(ミックスゴマ)に大別



ゴマ栽培・物流イメージ図

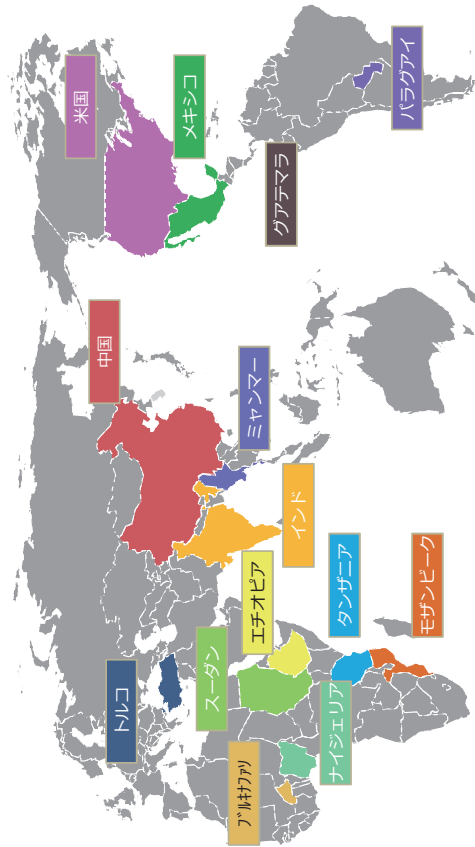


ゴマの加工工程

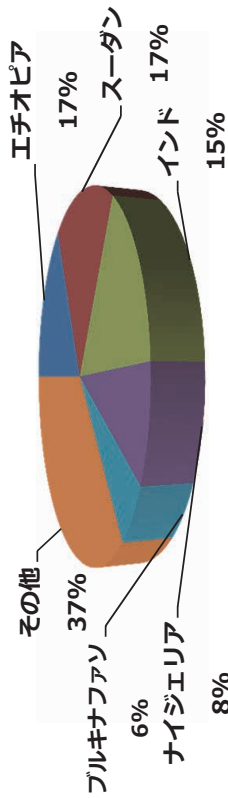


世界のゴマ需給:生産国・輸出国・輸出国・輸入国

生産国(Oil World)2018



輸出国

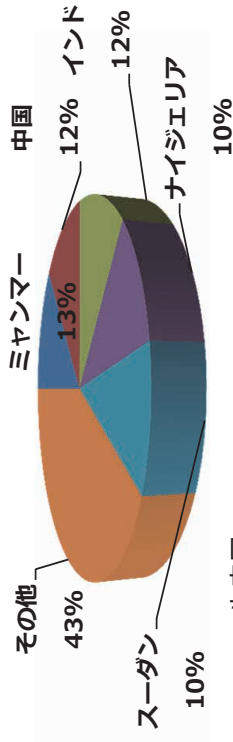


輸出国

エチオピア	345	17%
スーダン	340	17%
インド	300	15%
ナイジェリア	170	8%
ブルキナファソ	115	6%
その他	739	37%
合計:	2,009	100%

単位:千ト

主要輸出国はインド・
アフリカ
諸国



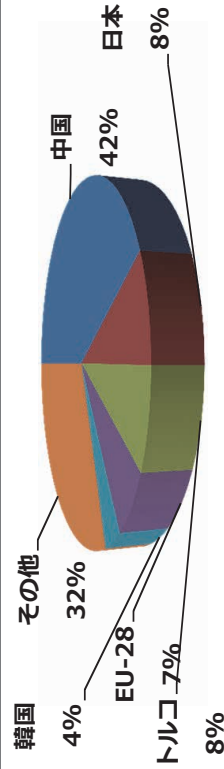
生産国

ミャンマー	700	13%
中国	650	12%
インド	630	12%
ナイジェリア	550	10%
スーダン	550	10%
その他	2,305	43%
合計:	5,385	100%

単位:千ト

労働集約的な収穫に
頼る為、主要生産国は
発展途上国

輸入国



輸入国

中国	840	42%
日本	160	8%
トルコ	150	8%
EU-28	131	7%
韓国	78	4%
その他	636	32%
合計:	1,995	100%

単位:千ト

・ 主要輸入国は東アジア、
中東諸国
・ 中国・中東諸国を中心に
需要は拡大傾向

弊社は世界トップクラスの集荷量を誇る Olam から調達するアフリカ産、三菱商事グループ企業であり機械収穫が可能な非裂開品種で多くの特許を持つ Sesaco Corporation（以下 Sesaco）から調達する米国産、本邦お取引様と共に産地開発を行ったミャンマー産・パラグアイ産を始め、世界各国より胡麻原料を調達しており、本邦に於ける胡麻の安定供給体制の実現を企図し、事業に取り組んでおります。

3. 弊社のミッションとサステナビリティ

前述の通り、胡麻の生産は労働集約的な手収穫に頼らざるを得ず、発展途上国での生産が中心となっております。零細農家による栽培が殆どで、元来トレーサビリティ・品質の確保が困難と言われてきました。

弊社は安心・安全、且つトレーサブル・サステナブルな食品原料を日本の皆様に安定的にお届けするというミッションのもと、パートナーである Olam が提供する Olam Livelihood Charter* 等を通じて、トレーサブル・サステナブルな原料調達の実現と、経済価値・社会価値・環境価値の同時実現を追求しております。

また、手収穫に頼らない大規模農家での生産、機械収穫を可能とした非裂開品種を開発した Sesaco からの調達を通じ、サステナブルな農業生産・安定供給の実現に寄与するものと信じております。

これからも日本の皆様と世界の生産者の幸せ、そしてかけがえの無い地球を守ることを念頭に置き、事業に取り組んで参ります。

*Olam Livelihood Charter とは、OLC とはオラムインターナショナルがお客様・パートナーと共に世界の生産地で行う CSV 活動であり、取り組み内容を勘案の上、オラムインターナショナルの社内基準により選定されます。

【一般的な胡麻の栽培と脱穀】



（胡麻栽培の様子）



（収穫後の乾燥）



（人手による脱穀）

【米国に於ける非裂開品種と機械収穫の様子】



（非裂開品種）



（米国に於ける機械収穫）

以上

日本ゴマ科学会 入会申込書

会員番号	6 6 0	-			-			
入会年度：								年度

貴会の趣旨に賛同し、(1. 普通会员 ・ 2. 学生会員) として入会を希望します。

申込日：西暦 年 月 日

	姓 (Family name)	名 (Given name & Middle name)
フリガナ		
氏 名		

連絡先	1. 所 属	2. 現住所	※連絡先（送付先）をご指定下さい
-----	--------	--------	------------------

■所属情報■

名 称																
	(職名)															
所在地	〒					-										
	TEL : (内線 : ・ 直通) FAX :															
	E-mail :															

■現住所（自宅）情報■

現住所	〒					-										
	TEL : FAX :															
	E-mail :															

■専門分野■

専門分野	
------	--

<入会申込書送付先>

日本ゴマ科学会事務所

庶務幹事 吉田和司

カタギ食品株式会社品質保証部

〒572-0025 大阪府寝屋川市石津元町 12-8

電話 072-828-5101 FAX 072-838-9301 E-mail : kyoshida@katagi.co.jp

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： FAX： （内線： ・直通） E-mail：					
所 在 地	（〒 － ）					

1. 本学会の会計年度は4月～翌年3月です。
2. 賛助会員年会費（1口20,000円、2口以上）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

庶務幹事 吉田和司

カタギ食品株式会社品質保証部

〒572-0025 大阪府寝屋川市石津元町 12-8

電話 072-828-5101 FAX 072-838-9301 E-mail : kyoshida@katagi.co.jp

賛助会員名簿

(令和元年7月現在)

伊藤忠食糧株式会社	株式会社波里
岩井の胡麻油株式会社	日清オイリオグループ株式会社
株式会社 MC アグリアライアンス	株式会社丹羽メディカル研究所
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	豊通食料株式会社
カタギ食品株式会社	株式会社豊年屋
かどや製油株式会社	株式会社マコト
兼松株式会社	松本製油株式会社
株式会社紀文産業	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
清本鐵工株式会社	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	株式会社和田萬商店
竹本油脂株式会社	株式会社わだまんサイエンス

2019 年（令和元年）10 月 1 日発行

セサミニュースレター No. 34

発行者 日本ゴマ科学会
会長 吉田元信

発行所 〒572-0025 大阪府寝屋川市石津元町 12-8
カタギ食品株式会社品質保証部内 日本ゴマ科学会事務所
Tel : 072-828-5101
Fax : 072-838-9301
印刷所 〒501-2517 岐阜県岐阜市三輪ぷりんとぴあ3
株式会社コムラ
Tel : 058-229-5858(代) Fax : 058-229-6001
