

生物系産業創出のための 異分野融合研究支援事業

(2006年度終了課題)

研究成果



独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構
生物系特定産業技術研究支援センター

表紙の説明

左上：コナガ幼虫の土着天敵コナガサムライコマユバチ

中：中山間地（京都府美山町）における典型的なミズナ栽培雨よけハウス

右下：コナガ幼虫

雨よけハウスを利用したミズナ生産において問題となっているコナガ幼虫の被害を回避するために、中山間農業地域の周辺里山環境中などに自然に涵養されているコナガサムライコマユバチを雨よけハウス内に少数誘引し、さらにそれらを活性化させることで防除する技術を開発した。

[研究課題名：天敵の行動制御による中山間地（京都府美山町）における減農薬害虫防除技術の開発]

(技術コーディネーター：高林 純示)

生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業
(2006年度終了課題)

研 究 成 果

目 次

異分野融合研究開発型 (研究期間：2002～2006年度)

チオレドキシンを応用した機能性食品の開発

淀井 淳司・井上 善晴・村田 一夫・藤田 剛・國本 祐二…………… 1

天敵の行動制御による中山間地（京都府美山町）における減農薬害虫防除技術の開発

高林 純示・矢野 栄二・下田 武志・菅野 紘男・松村 正哉
内田 徹・垣渕 和正・長坂 幸吉・山縣 真人・佐野 孝太…………… 5

農水産物の脂溶性機能性成分CDラップを用いた新規食品の開発

三輪 章志・小林 昭一・三浦 靖・三国 克彦・野田 文雄
高橋 明…………… 9

北海道の農畜産加工副産物を原料とした糖脂質セレブロシド発酵生産技術の開発

大西 正男・田村 雅彦・元島 英雄・荒井 威吉
小田 有二・高桑 直也・小野 治三郎・間 和彦……………13

異分野起業化促進型 (研究期間：2005～2006年度)

希少なキノコ新規栽培法の開発

大賀 祥治・江口 文陽・村崎 詩園……………17

GLP-1発現米の糖尿病予防食品としての研究開発

城森 孝仁……………19

消化管ホルモン制御による安全性の高い食欲調節ペプチドの開発

浅野 行蔵……………21

ダイオキシソ類モニタリング用植物の実用化

大川 秀郎・田中 良和……………23

■研究課題名

チオレドキシンを応用した機能性食品の開発

■研究項目と実施体制（◎は技術コーディネーター）

- ①チオレドキシンの誘導機能性食品の免疫学的・生化学的評価
（◎淀井 淳司／京都大学ウイルス研究所）
- ②メチルグリオキサールによるチオレドキシンの誘導機構の解明と応用
（井上 善晴／京都大学大学院農学研究科）
- ③チオレドキシンの誘導物質の探索
（村田 一夫／レドックス・バイオサイエンス株式会社）
- ④チオレドキシンの含有新食品素材の開発
（藤田 剛／オリエンタル酵母工業株式会社）
- ⑤チオレドキシンの誘導・含有機能性食品の開発
（國本 祐二／株式会社ロック・フィールド）

■研究の目的

チオレドキシンの（TRX）は細胞内抗酸化物質であり、粘膜の保護等様々なストレスに対する生体防御機能が期待されている。本研究では、野菜等の植物抽出物より、TRX誘導活性を持つ物質を探索する。また、TRX含有新食品素材として、TRX高含有酵母を開発する。これらのTRX誘導物質およびTRX含有素材の生体防御機能を解明する。さらに、その有効性、安全性評価に基づいて、これら素材をもとにした新規食品を実用化し、新事業の展開を図る。

■主要な成果

- ①紫キャベツなど7種類のアブラナ科植物の抽出物にTRX誘導活性を認めた（図1）。紫キャベツの抽出液およびその主成分であるスルフォラファンのヒト赤白血病細胞株（K562）への投与は、過酸化水素による酸化ストレスに対する障害を軽減した（図2）。
- ②スルフォラファンのマウス腹腔内投与は網膜色素上皮細胞にTRXの発現を誘導し、光障害に対する網膜保護作用を示した（図3）。
- ③アブラナ科植物以外に、ヨモギおよび青ジソの抽出物がK562細胞においてTRX誘導活性（図4）および酸化ストレスに対する障害の軽減作用を持つことを明らかにした。
- ④酵母において、メチルグリオキサールおよび緑茶抽出物（カテキン）が転写因子Yap1のシステイン残基を修飾することによって、Yap1の細胞質から核への移行を調節することを明らかにし、TRXの誘導機構を解明した（図5）。
- ⑤パン酵母実用株に変異誘発処理を行い、定常的にTRXを生産させることによりその含量を高めた変異株を取得した。
- ⑥市販パン酵母から破碎・抽出工程、分離工程、分画・濃縮工程、乾燥工程によって、TRX含量の高い食品用の酵母TRXの工業生産技術を開発した（図6）。
- ⑦酵母TRXを3日間ラットに経口投与することにより、その後に塩酸およびエタノールによって誘発した胃潰

瘍の大きさが縮小されることを示した（図7）。

- ⑧TRX誘導機能性食品として、紫キャベツ・ブロッコリー新芽を用いた生ジュースおよびヨモギ抽出物を用いた清涼飲料水を、またTRX含有機能性食品として酵母TRXを用いたサラダを開発し、試験販売を行なった（図8）。

■公表した主な特許と論文

- ①特許公開WO2006/03335A1チオレドキシン発現誘導用組成物：国立大学法人京都大学、株式会社ロック・フィールド、レドックス・バイオサイエンス株式会社
- ②特許公開WO2006/025448A1チオレドキシンを用いた消化器官保護方法：オリエンタル酵母工業株式会社、レドックス・バイオサイエンス株式会社
- ③Tanito M. *et al.*, Sulforaphane Induces Thioredoxin through the Antioxidant-Responsive Element and Attenuates Retinal Light Damage in Mice. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*: 2005, 46, 979-987.
- ④Maeta K. *et al.*, Activity of the Yap1 Transcription Factor in *Saccharomyces cerevisiae* is Modulated by Methylglyoxal, a Metabolite Derived from Glycolysis. *Mol. Cell. Biol.*: 2004, 24, 8753-8764.

■今後の展開方向

- ①TRX誘導物質の解析と誘導機構の解明を継続して行う。
- ②酵母TRXの機能性・安全性のデータを元に酵母TRXを機能性食品用の素材として販売するとともに、顧客の使用ニーズに適した新たな素材形態の開発に取り組む。
- ③TRX誘導活性を示す新規素材を利用した生ジュース、栄養ドリンク、清涼飲料水、アルコール飲料、サプリメント等の食品開発への展開を行う。
- ④TRX誘導・含有機能性食品のPR/啓蒙活動、商品導入による抗酸化食品の市場拡大を図る。

■問い合わせ先

- ①TRXの研究：京都大学ウイルス研究所
(075-751-4024) (<http://www.virus.kyoto-u.ac.jp/Lab/yodoiHPTOP.htm>)
- ②TRX含有新食品素材の開発：オリエンタル酵母工業株式会社
(03-3968-1127) (<http://www.oyc.co.jp/>)
- ③TRXを応用した機能性食品の開発：株式会社ロック・フィールド
(078-435-2840) (<http://www.rockfield.co.jp/>)
- ④TRXを応用した食品の総合開発：レドックス・バイオサイエンス株式会社
(075-762-1770) (<http://www.rbs-i.com/>)

■研究成果の具体的図表

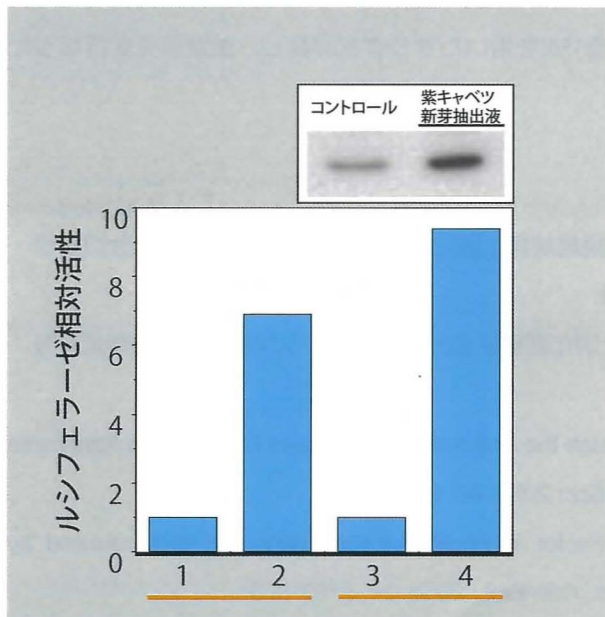


図1 スルフォラファンと紫キャベツ(新芽)抽出物によるTRX誘導

上はウエスタンブロッティング、下はルシフェラーゼアッセイ
1.コントロール 2.スルフォラファン 3.コントロール 4.紫キャベツ(新芽)の抽出液

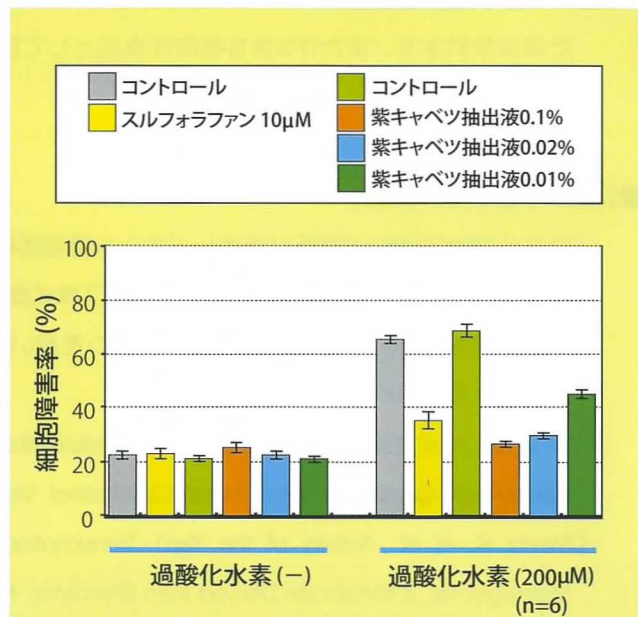
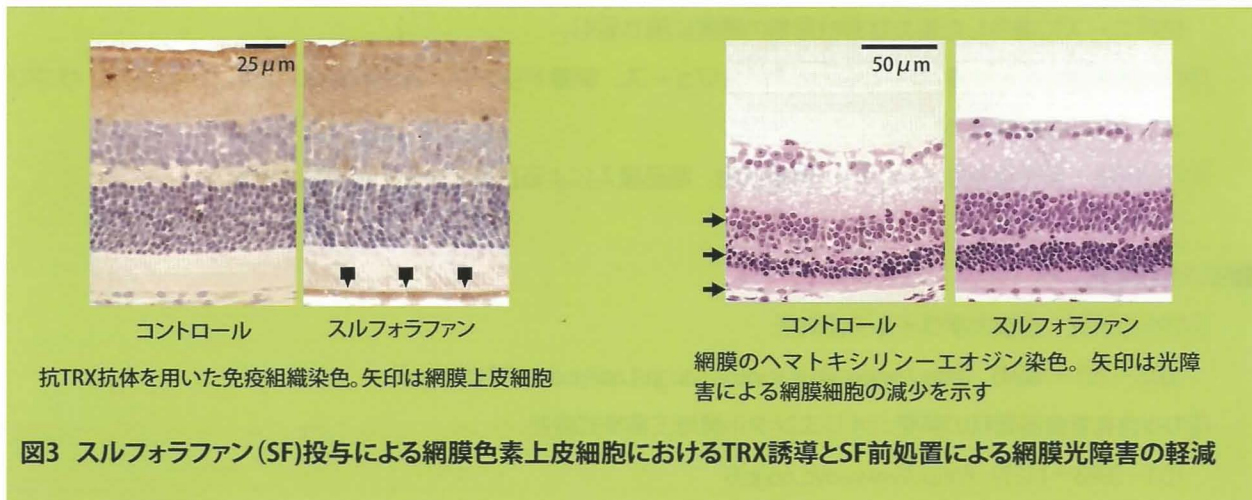


図2 スルフォラファンと紫キャベツ(新芽)抽出物による細胞障害効果

ヒト赤白血病細胞株 (K562 細胞株) における過酸化水素による細胞障害の LDH 法による測定



抗TRX抗体を用いた免疫組織染色。矢印は網膜上皮細胞

網膜のヘマトキシリン-エオジン染色。矢印は光障害による網膜細胞の減少を示す

図3 スルフォラファン(SF)投与による網膜色素上皮細胞におけるTRX誘導とSF前処置による網膜光障害の軽減

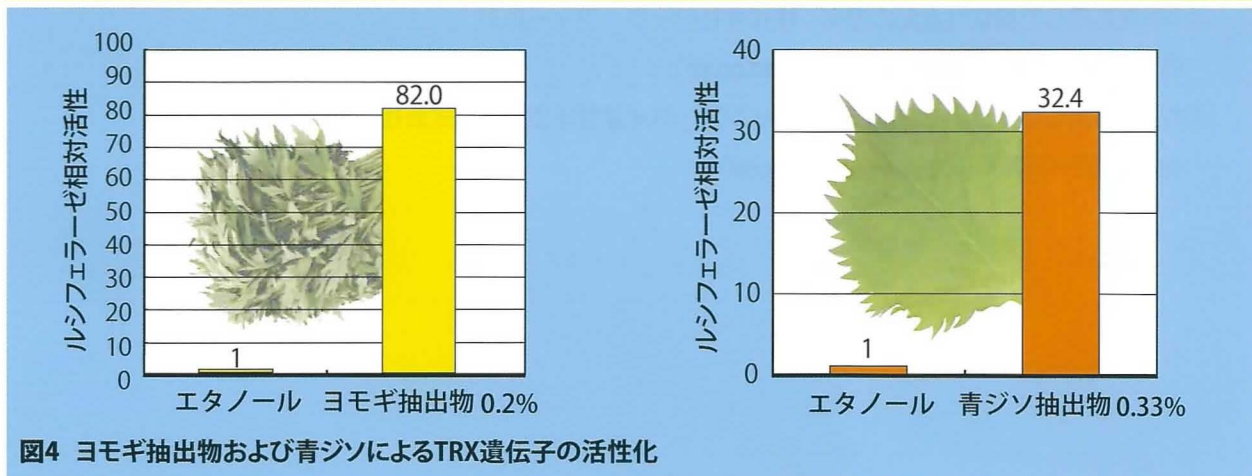


図4 ヨモギ抽出物および青ジソによるTRX遺伝子の活性化

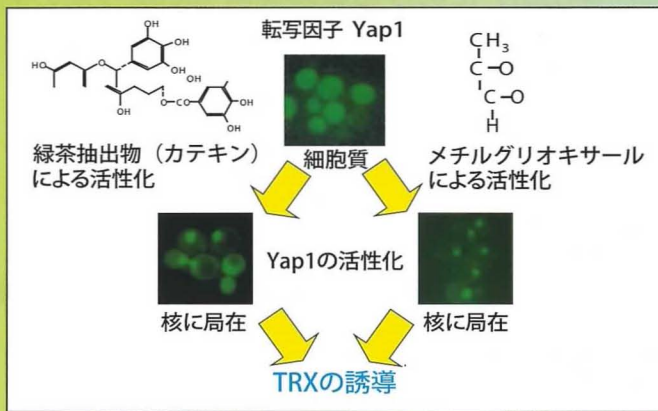


図5 メチルグリオキサールおよび緑茶抽出物(カテキン)による転写因子Yap1の活性化を介した酵母TRXの発現誘導

図6 パン酵母からの酵母TRXの工業生産工程図

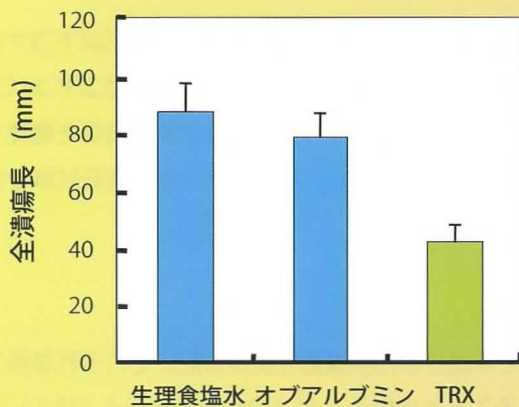
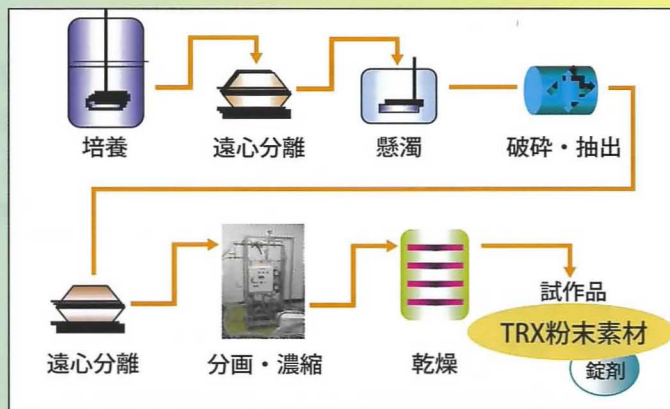


図7 酵母TRXのラットへの経口投与による薬剤による胃潰瘍の抑制

ラットに精製酵母TRXあるいはオメプラミンを3日間投与した。その後、エタノール・塩酸を経口投与し、1時間後に胃潰瘍の長さを測定した。

図8 TRX誘導活性を有する野菜からの抽出物を含んだ飲料および酵母TRXを含んだ商品の開発



■研究課題名

天敵の行動制御による中山間地（京都府美山町）における減農薬害虫防除技術の開発

■研究項目と実施体制（◎は技術コーディネーター）

- ①情報化学物質を用いた害虫の行動制御に関する生態学的解析
（◎高林 純示／京都大学生態学研究センター）
- ②天敵の行動制御技術の実験的評価・改良
（矢野 栄二[H14-16.5月]、下田 武志[H16.6月-18]／(独)農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター）
- ③天敵の最適利用システムの開発
（菅野 紘男[H14-16]、松村 正哉[H17-18]／(独)農業・食品産業技術総合研究機構九州沖縄農業研究センター）
- ④制御環境下での天敵の行動制御による害虫防除技術の開発
（内田 徹[H14-16]、垣淵 和正[H17-18]／(株)四国総合研究所）
- ⑤中山間生産圃場での天敵行動制御技術の開発
（長坂 幸吉[H14-16]、山縣 真人[H17-18]／(独)農業・食品産業技術総合研究機構近畿中国四国農業研究センター）
- ⑥天敵行動制御物質の合成とその徐放技術の開発
（佐野 孝太／曾田香料(株)）

■研究の目的

コナガ幼虫に食害された野菜の葉から、コナガの土着天敵であるコナガサムライコマユバチ（以下コナガコマユバチと称する）を誘引する物質が放出されることを世界で初めて発見した。そこで、コナガコマユバチ誘引物質の特定とそれを用いた蜂の行動制御技術、及び誘引したコナガコマユバチを活性化させる技術を開発する。これらの技術を活用したハウス内アブラナ科作物のコナガ防除理論を確立し、京都府美山町で実証試験を行う。

■主要な成果

- ①天敵誘引成分の特定
 - 1) コナガコマユバチを誘引する揮発性物質の候補として4成分の化学構造を決定した。それぞれ単独では誘引性がなかったが、4成分のブレンドが効果的であることを小型ケージ（30×35×25cm）（図1）で明らかにした。4成分ブレンドの誘引性は制御温室（3×3×2m）、大型温室（10×7×4m）（図2）、および野外（図3）でも検証した。
 - 2) 4成分ブレンド揮発性物質の製剤化を行い（図4）、ハチクールと命名した。小規模実験にはボトル剤を用い、現地圃場ではフィルム剤を用いた。
 - 3) ハチクールはコナガコマユバチを誘引するだけでなく、それらをハウス内に定着させる効果もあることを実証した。
- ②天敵給餌装置の作成
 - 1) 天敵給餌装置として蜂蜜をいれた黄色のボトル型容器を開発し、ハチゲンキと命名した（図5）。ハチゲンキを設置すると、実験室内ではコナガコマユバチの生存日数と生涯寄生数（一生の間に寄生する数）を飛躍的に延ばすことができた（図6）。
 - 2) コナガメス成虫に対するハチゲンキ設置の影響を調べた。ハチゲンキの設置によりコナガメス成虫の産

卵数はやや増えたが、ハチゲンキが天敵であるコナガコマユバチを活性化する効果の方が飛躍的に高まったため、結果的にコナガ個体群の制御にハチゲンキの設置が有効であると結論できた。

3) 生産規模の雨よけハウスにおいてもコナガコマユバチの延命するなど、ハチゲンキの効果を実証した。

③天敵の最適利用システムの開発

1) ハチクール、ハチゲンキを用いたコナガコマユバチ行動制御による防除システムを開発した（図7）。

2) 規模別の雨よけハウスのコナガコマユバチ必要定着数の提示など、天敵の最適利用のための数理モデルを開発した。

④中山間生産圃場での天敵行動制御技術（ハチクール・ハチゲンキ）を用いた実証試験

1) 美山町におけるコナガ及び他の害虫の発生動態を詳細に検討した結果、コナガが重要害虫であることが確認された（図8）。

2) 現地の地形をシミュレーションモデルで解析し、ハチクールから揮散するコナガコマユバチ誘引成分拡散の実態を明らかにした（図9）。

3) ハチゲンキを設置した雨よけハウス1棟（コマツナ2215株）でコナガコマユバチの雌成虫5頭を放飼したところ、コナガ個体群（111頭）を抑制することができた（図10）。

4) 現地圃場（雨よけハウス）でハチクール・ハチゲンキを設置し、コナガの発生を抑えることに成功した（図11）。

5) ハチクールには重要害虫ナモグリバエの産卵・摂食を忌避させる副次的効果があることも発見した。

■公表した主な特許と論文

①特願2004-343149：植物由来の天敵誘引成分：京都大学、(独)農業・食品産業技術総合研究機構、(株)四国総合研究所、曾田香料(株)

②出願番号：PTC/JP2005/21613：天敵昆虫を飼育するための給餌方法及び給餌装置：京都大学、(独)農業・食品産業技術総合研究機構、(株)四国総合研究所

③Mitsunaga *et al.* The influence of food supply on the parasitoid against *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) on the longevity and fecundity of the pea leafminer, *Chromatomyia horticola* (Goureau) (Diptera: Agromyzidae) Applied Entomology and Zoology 41 (2): 277-285 (2006)

■今後の展開方向

①ハチゲンキ、ハチクール設置による現地実証試験に成功したので、ハチクールの農薬登録に向けた実証試験を行い、農薬登録を行う。これによってハチクール、ハチゲンキを用いた世界初の天敵誘引剤による減農薬害虫管理事業の創出が見込まれる。

②天敵の最適利用のための数理モデルを一般化して、様々な現場に対応できる天敵適応技術として確立する。

③ハチクールの副次的効果として、ナモグリバエの産卵・摂食を抑制する効果が認められたので、更に詳細な検討を行い、ナモグリバエ防除の技術として確立を目指す。

■問い合わせ先

①ハチクールの農薬登録と、ハチゲンキとの組み合わせで行う減農薬害虫管理事業の創出：

京大大学生態学研究センター 高林 純示 (077-549-8235)

②天敵の最適利用のための数理モデルを一般化し予測技術として確立：

京大大学生態学研究センター 高林 純示 (077-549-8235)

③ハチクール成分を利用したナモグリバエ防除の技術の確立：

(独)農業・生物系特定産業技術研究機構中央農業総合研究センター 下田 武志 (029-838-8078)

■研究成果の具体的図表

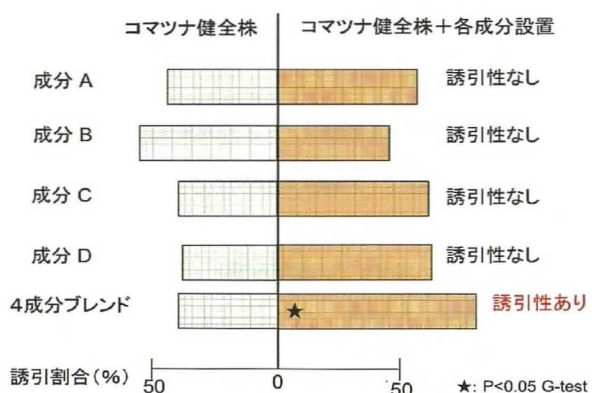


図1 小型ケージでのコナガコマユバチの4成分に対する反応

4成分(A-D)それぞれには誘引性は認められないが、4成分ブレンドにするとコナガコマユバチを誘引する。

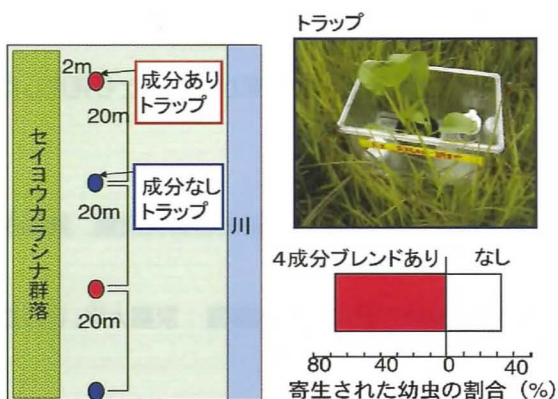


図3 野外での4成分ブレンドの誘引

河川敷に食害コマツナ株トラップ4個を設置。2個に4成分ブレンドを加えた。その後各トラップで寄生された幼虫を記録。



図5 天敵給餌装置(ハチゲンキ)の開発

ハウス内にはコナガコマユバチの餌となるものがなく、十分に活動できない。黄色で誘引し、蜜を与えて活性化するハチゲンキを開発。

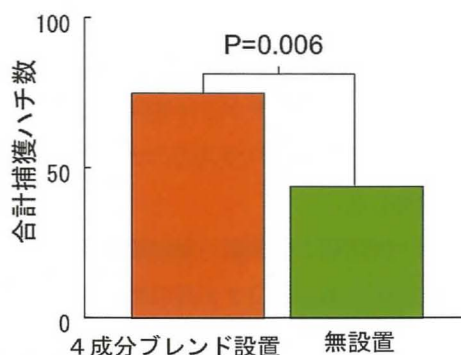


図2 大型温室での4成分ブレンドの誘引
健全コマツナプランター2個を温室内に置き、一方に4成分ブレンドを設置。ハチ100頭を放し捕獲数を記録(6反復の合計値)。

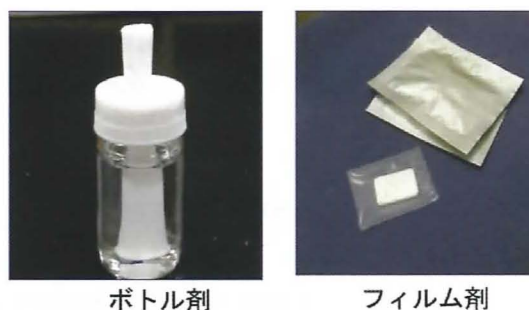


図4 天敵誘引剤(ハチクール)の開発
成分比率の安定性、持続性に優れたフィルム剤を開発した。

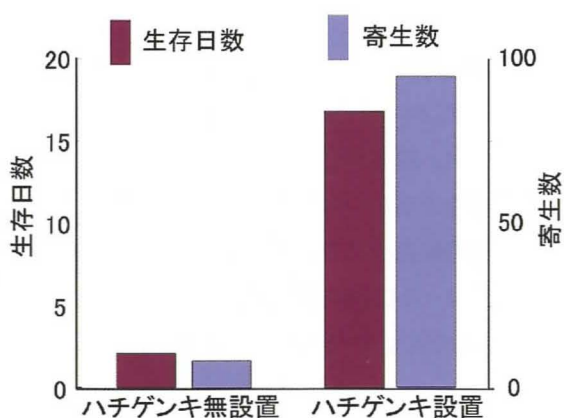


図6 ハチゲンキ設置によるコナガコマユバチの活性化

生存日数、寄生数は小型ケージ内でのコナガコマユバチ一頭あたりの平均寿命と平均生涯寄生数を示す。

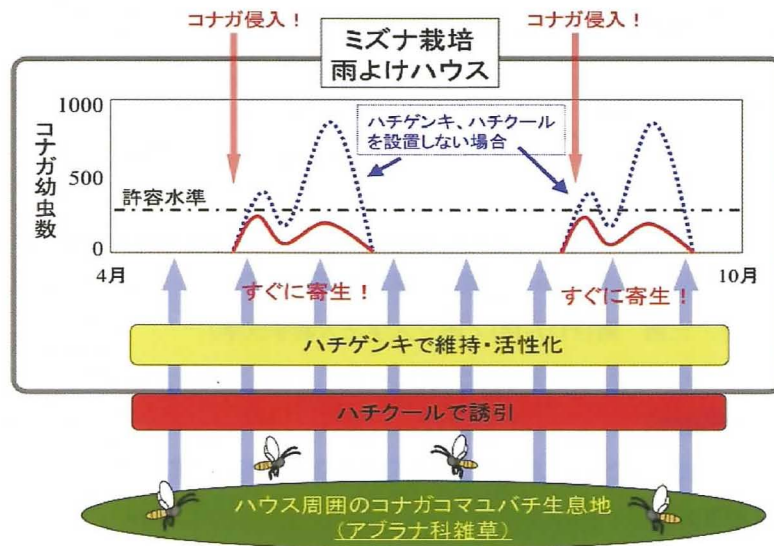


図7 ハチクール、ハチゲンキを用いたコナガ個体群管理の基本的コンセプト

ミズナ栽培雨よけハウス（灰色実線で囲った四角）内ではいつでもコナガが侵入しうる。そこでハチクールをコナガ発生期間中常時設置し、常にハチを呼び込みハチゲンキで活性化しておく。コナガの侵入（図では2回発生）があった場合、活性化されたハチの寄生によって実質的なコナガの被害を受けない程度にコナガ幼虫数を抑制できる（赤線）。ハチクール・ハチゲンキを設置しない場合、コナガ次世代が甚大な被害を及ぼすレベルまで増えてしまい、農薬の使用等が余儀なくされる（青点線）。

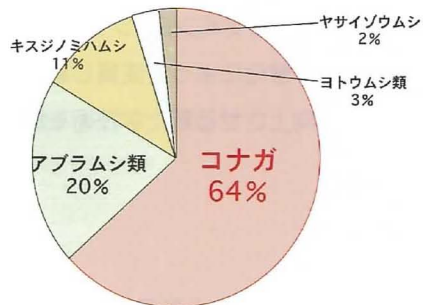


図8 ミズナ栽培で農薬散布対象となった害虫 2003～2004年美山町雨よけハウスを巡回

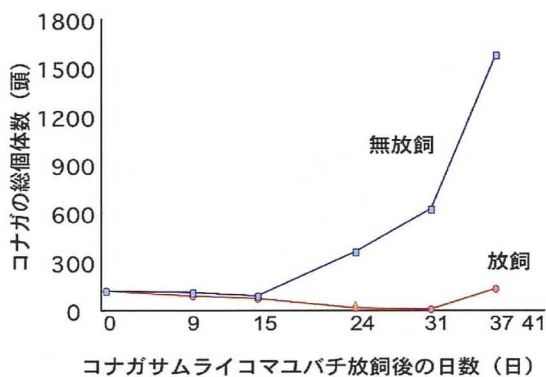


図10 コナガコマユバチによるコナガの増殖抑制効果

雨よけハウス内のコマツナ 2215 株にコナガ幼虫 111 頭（要防除密度 0.05 頭/株）接種。翌日コナガコマユバチ雌 5 頭放す。

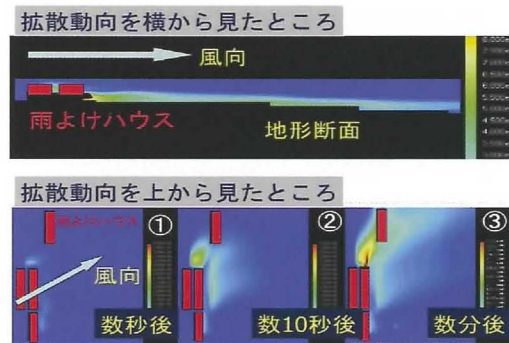


図9 天敵誘引成分の拡散シミュレーション 雨よけハウスに設置したハチクールから気化した誘引成分（黄色～水色）は地形に沿って拡散。

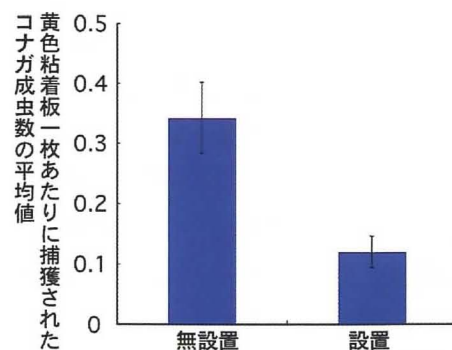


図11 現地圃場におけるハチクール・ハチゲンキ設置の効果

ハチクール、ハチゲンキの設置によってコナガの発生が抑えられている（設置 11 棟、無設置 11 棟）

■研究課題名

農水産物の脂溶性機能性成分CDラップを用いた新規食品の開発

■研究項目と実施体制（◎は技術コーディネーター）

- ①農水産物脂溶性機能性成分の検索およびそれに応じたCDラップ製造法の開発
（◎三輪 章志／石川県農業総合研究センター）
- ②市販酵素による脂溶性機能性成分CDラップ製造および利用技術の開発
（小林 昭一[H14-16]、三浦 靖[H17-18]／国立大学法人岩手大学）
- ③脂溶性機能性成分CDラップ製造技術の実用化
（三国 克彦／塩水港精糖(株)）
- ④水産物起源脂溶性機能性成分CDラップを用いた加工技術及び新規食品開発
（野田 文雄／(株)スギヨ）
- ⑤農産物起源脂溶性機能性成分CDラップを用いた加工技術及び新規食品開発
（高橋 明／(株)柴舟小出）

■研究の目的

食品に含まれる脂溶性成分（ビタミン、風味成分、色素成分、脂肪酸）は、生体調節機能、栄養機能、嗜好機能を有しており人体で重要な役割を果たしている。しかし、ビタミンD₃製剤、DHA・EPA製剤、アスタキサンチン製剤などの脂溶性成分や脂溶性成分を含んだ脂溶性素材（米糠：ビタミンE、ショウガ：ジンゲロール・ショウガオール、抹茶：クロロフィル）は、水に溶けにくく、また、酸化によって変質し易い。そこで、サイクロデキストリン（CD）を用いて、脂溶性成分の水溶性と安定性を向上させる新たな技術を開発するとともに、その効果を検証し、新規製品を開発する。

■主要な成果

- ①従来のCD包接粉末製造法では、水にCDと脂溶性成分を添加して攪拌すると脂溶性成分がCDに包接される（図1）。一方、本研究で開発したCDラップ製造法では、デンプンと脂溶性成分・素材を添加した溶液にサイクロデキストリン合成酵素を反応させると、CDと脂溶性成分の一群の混合物が形成される（CDラップと称する）（図2）。脂溶性成分として δ -トコフェロールを用い、CD包接粉末製造法とCDラップ製造法で調製した試料のマススペクトルを解析したところ、CDラップの試料では α -CDと δ -トコフェロール、 β -CDと δ -トコフェロールの複合体ピークが確認できた。しかし、CD包接の試料では、このような複合体ピークはなかった（図3）。
- ②アスタキサンチン、抹茶の色調保持効果を向上させるために、脂溶性成分・素材を油脂に分散させた油脂相とデキストリンを水に分散させた水相を調製し、両者を混合攪拌して脂溶性成分・素材を油脂で被膜し、さらに、その周りをデキストリンで被膜する糖質ラップ製造法を開発した（図4）。ただし、抹茶の糖質ラップの場合は、抹茶そのものが油脂に被覆される。
- ③CDラップ製造法でDHA・EPA製剤、ビタミンD₃製剤、ショウガ絞り粕、米糠のCDラップを調製したところ可溶性粉末が製造でき、一部の成分で耐熱性が向上した（表1）。また、糖質ラップ製造法でアスタキサンチン、抹茶の糖質ラップを調製したところ可溶性粉末が製造でき、光に対する色調保持効果が向上した（表1）。なお、抹茶で耐熱性も向上した（表1）。
- ④開発したCDラップおよび糖質ラップは、プラントレベルで試作できるようになった（図5）。また、ショウ

ガ絞り粕については、過熱水蒸気処理して殺菌後、微粉碎処理した材料を用いるとジングロール・ショウガオールのCDラップを作ることができた。

- ⑤「ちくわ」を製造する時に行う焼成工程前後におけるDHA含量の変化を測定した。CDラップを使用した「ちくわ」のDHA含量は、あまり変化しなかった（図6）。DHA・EPA製剤を添加しない無添加の「ちくわ」やDHA・EPA製剤を直接添加した「ちくわ」では焼成後のDHA量が極端に少なくなった。このように、DHA・EPAのCDラップでは耐熱性が向上した（図6）。
- ⑥アスタキサンチンの糖質ラップと市販のアスタキサンチンを用いてカニ風味蒲鉾を着色し、色調保持効果を比較した。14日間光照射したところ、アスタキサンチンの糖質ラップを使用した「カニ風味蒲鉾」の方が色調保持効果が向上した（図7）。
- ⑦抹茶の糖質ラップと市販の抹茶を使用した「水羊羹」の色調保持効果を比較した。市販の抹茶を使用した「水羊羹」は、製造後6日で色調商品限界値を維持できなかったが、抹茶の糖質ラップを使用した「水羊羹」は、製造後15日まで色調商品限界値以上の色調を保持できた（図8、図9）。

■公表した主な特許と論文

- ①特開2005-080543：ショウガ脂溶性成分のサイクロデキストリン包接物の製造方法：石川県、(株)柴舟小出
- ②特願2007-001868：油脂-糖質粉末素材およびその製造方法：石川県、国立大学法人岩手大学、小林昭一、塩水港精糖(株)、(株)スギヨ、(株)柴舟小出
- ③S. Kobayashi *et al.*: Spectral analyses of interaction between congo red and cyclodextrins or maltooligosaccharides: *Journal of Applied Glycoscience*, In press

■今後の展開方向

- ①CDラップおよび糖質ラップの構造解析に関する研究を継続する。
- ②CDラップおよび糖質ラップのプラントレベルでの製造試作を行う。DHA・EPAのCDラップ、抹茶、アスタキサンチンの糖質ラップは、商品化を目指す。
- ③DHA・EPAのCDラップを使用したちくわ、アスタキサンチンの糖質ラップを使用した蒲鉾およびビタミンD3のCDラップを使用した真丈の商品化を目指す。
- ④抹茶の糖質ラップを使用した水羊羹の商品化を目指す。また、ショウガ絞り粕のCDラップを使用したショウガ水、米糠のCDラップを使用した焼き菓子の試作品を作製する。

■問い合わせ先

- ①CDラップ製造法の開発：石川県農業総合研究センター 流通加工グループ（076-257-6978）
糖質ラップ製造法の開発：岩手大学農学部食品健康科学講座（019-621-6255）
- ②各種CDラップおよび糖質ラップのプラントレベルでの製造法の開発：塩水港精糖(株)（045-780-1922）
- ③DHA・EPAのCDラップを使用したちくわ製造、アスタキサンチンの糖質ラップを使用した蒲鉾製造：(株)スギヨ（0767-53-8403）
- ④抹茶の糖質ラップを使用した水羊羹製造：(株)柴舟小出（076-241-1454）

■研究成果の具体的図表

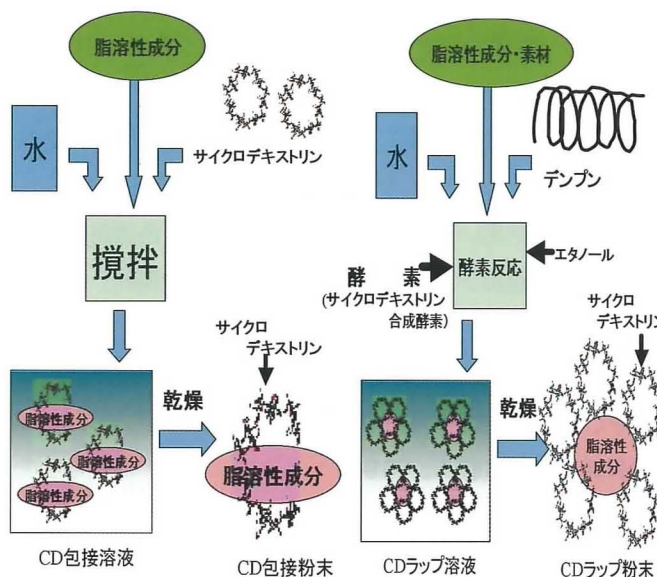


図1. CD包接粉末製造法 図2. CDラップ製造法

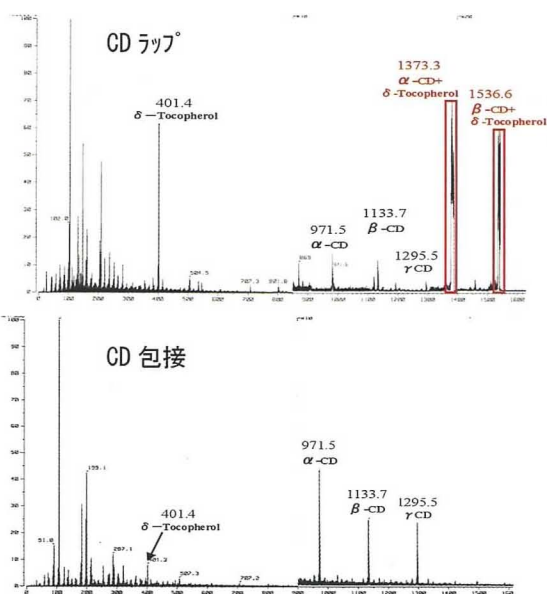


図3. δ-トコフェロールのCDラップとCD包接の試料のマススペクトル

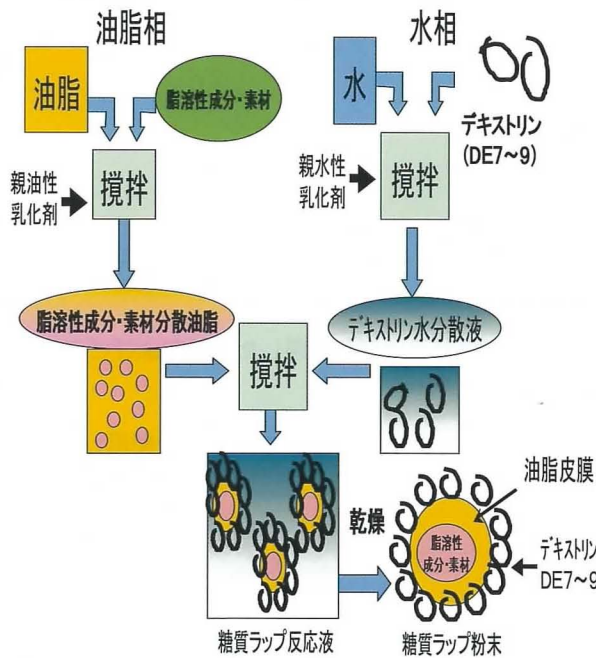


図4. 糖質ラップ製造法

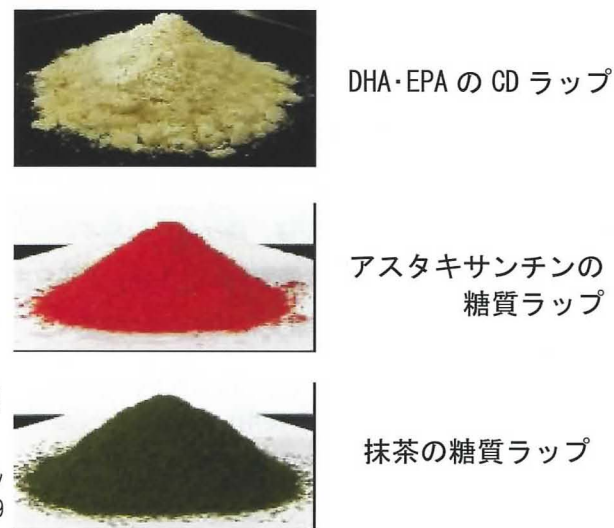
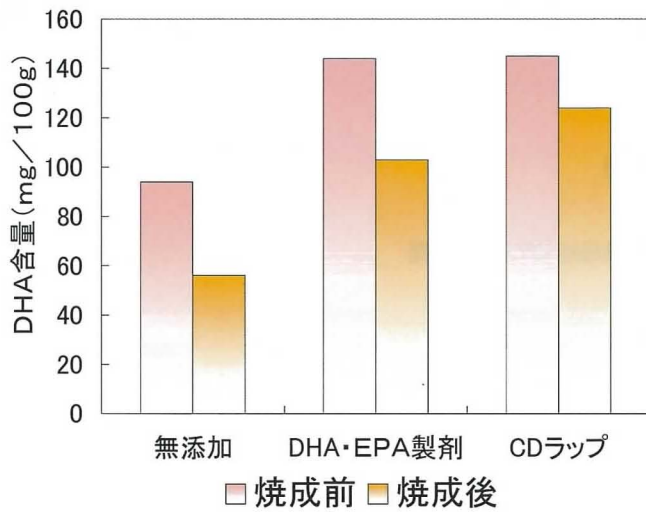


図5. プラントレベルで試作したCDラップおよび糖質ラップの粉末

表1. 実用化の見通しができたCDラップ・糖質ラップの種類と特徴

脂溶性成分	脂溶性素材	種類	特徴
DHA・EPA		CDラップ	DHA・EPAの可溶性粉末化。加熱耐性の向上。
ビタミンD ₃		CDラップ	ビタミンD ₃ の可溶性粉末化。加熱耐性の向上。
ジンゲロール・ショウガオール	ショウガ絞り粕	CDラップ	風味成分ジンゲロール、ショウガオールの可溶性粉末化。
ビタミンE	米糠	CDラップ	ビタミンEの可溶性粉末化。
アスタキサンチン		糖質ラップ	アスタキサンチンの可溶性粉末化。色調保持効果の向上。
クロロフィル	抹茶	糖質ラップ	抹茶の分散性、耐熱性、色調保持効果の向上。



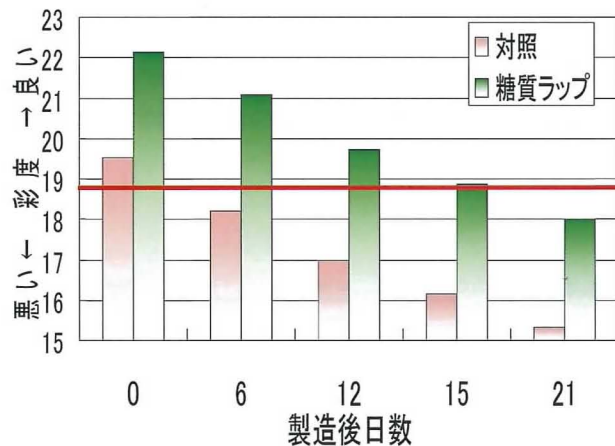
DHA・EPA 製剤および CD ラップでは、DHA 添加量を 50mg とした。
 焼成条件は、100℃2分間+150℃2分間。

図 6. ちくわ製造時の焼成工程における DHA 含量の変化



対照 **糖質ラップ**
 かに風味蒲鉾 100g中のアスタキサンチン含有量は 2 mg。
 9000 ルクス光を 14 日間照射。
 対照：市販のアスタキサンチンを用いた蒲鉾

図 7. アスタキサンチンの糖質ラップを使用した蒲鉾の色調保持効果



水羊羹 100g 中の抹茶含量は 0.2g。
 1日当たり 8 時間、2000 ルクス光を照射。
 対照：市販の抹茶を使用した水羊羹。
 —：抹茶水羊羹の色調商品限界値 18.7

図 8. 抹茶の糖質ラップを使用した水羊羹の色調保持効果 (1)



対照 **糖質ラップ**
 水羊羹 100g 中の抹茶含量は 0.2g。
 1日当たり 8 時間、2000 ルクス光を 15 日間照射。
 対照：市販の抹茶を使用した水羊羹。

図 9. 抹茶の糖質ラップを使用した水羊羹の色調保持効果 (2)

■研究課題名

北海道の農畜産加工副産物を原料とした糖脂質セレブロシド発酵生産技術の開発

■研究項目と実施体制（◎は技術コーディネーター）

- ①酵母セレブロシドの構造解析および生理機能の解明
（◎大西 正男／国立大学法人帯広畜産大学）
- ②ビートモラセスを原料としたセレブロシド高蓄積酵母培養技術の開発
（田村 雅彦／日本甜菜製糖㈱）
- ③チーズホエーを原料としたセレブロシド高蓄積酵母培養技術の開発
（元島 英雅／よつ葉乳業㈱）
- ④セレブロシド高蓄積乳酵母の探索およびセレブロシド分子種の解析
（荒井 威吉／国立大学法人帯広畜産大学）
- ⑤セレブロシドおよび関連脂質高蓄積酵母の分子育種による作出
（◎小田 有ニ[H14～17]、高桑 直也[H18]／(独)農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター）
- ⑥酵母菌体からのセレブロシドの抽出・精製方法の開発ならびにセレブロシド高蓄積酵母の食品素材への利用性の検討
（小野 治三郎[H14～16]、間 和彦[H17～18]／日本製粉㈱）

■研究の目的

北海道東部で多量に生じている農畜産加工副産物であるビートモラセス（廃糖蜜）とチーズホエー（乳清）を原料として、新たに発見したセレブロシド蓄積酵母（*Saccharomyces kluyveri*と*Kluyveromyces lactis*）を培養して、セレブロシドを発酵生産する技術を開発する。また、酵母菌体中のセレブロシドを効率的に分離精製する工程を確立するとともに、セレブロシドの生理機能を解明し、新たな機能性食品素材等の活用方策を確立する（図1）。

■主要な成果

- ①*S. kluyveri*については、研究機関保存株の中からビートモラセスで培養したときにセレブロシドを高蓄積する菌株を選抜した（図2）。また、*K. lactis*については、国内外の乳製品から分離される乳糖資化性酵母（主に*K. lactis*）を探索し、宮城県産乳より分離した*K. lactis* M-11株をチーズホエーを用いたセレブロシドの発酵生産に適した菌株として選抜した（図2）。
- ②セレブロシド高蓄積株の*S. kluyveri* CBS6546については、ビートモラセスを含んだ培地で、また、*K. lactis* NBRC1267については、チーズホエーを含んだ培地で、それぞれ培養法の最適化を検討した結果、CBS6546については糖欠乏による栄養制限下での培養で、NBRC1267についてはクエン酸と硫酸の添加で、セレブロシドがビートモラセスまたはチーズホエーのみで培養した場合と比較してそれぞれ約2～3倍増加した（図3）。
- ③セレブロシド含量と菌体収量のバランスが良い*S. kluyveri* CBS4800（四倍体）の半数体（二倍体）を計30株分離し、この中から培養液当りのセレブロシド含量（セレブロシド収量）がより高いSP-25株を実用菌株として選択し、ビートモラセスを用いたセレブロシドの発酵生産に使用することとした（図4）。
- ④セレブロシド合成に係るすべての酵素遺伝子群をクローニングし、各遺伝子の過剰発現株を作製してそれぞれのセレブロシド含量を測定したところ、セラミド合成酵素遺伝子（*LAC1*）を過剰発現することによってセレブロシドが対照群（バクターのみの群）と比較して倍増することを見出した（図5）。
- ⑤セレブロシド構造を精査した結果、構成スフィンゴイド塩基において特徴的な真菌型セレブロシド（9-メチルスフィンガジエニン含有型）を蓄積する酵母の他に、植物型セレブロシドを蓄積する乳酵母（*K. marxianus*）

および両者の中間を示す酵母を見出した(図6)。また、嫌気培養では中間型の*K. thermotolerans*がヒト型のセレブロシドを生産した。

- ⑥セレブロシドのガンに対する機能を検討し、酵母セレブロシドより精製した9-メチルスフィンガジエニン(9-Me d18:2^{4t,8t})を含めたすべての構成スフィンゴイド塩基が大腸ガン細胞(Caco-2)へのアポトーシス誘導作用を有することを確認した(図7)。また、ジメチルヒドラジン投与による大腸腺腫(ポリープ)誘発マウスにおいて、食餌性セレブロシドが大腸腺腫の発症を抑制することを見出し、酵母セレブロシドのガン予防効果を細胞および実験動物レベルで実証した(図8)。
- ⑦胆癌移植マウスでは、セレブロシドの経口投与によって脾細胞でのサイトカイン(インターフェロン- γ とインターロイキン-2)の誘導促進が認められ、免疫賦活効果を有することが明らかとなった(図9-A)。また、皮膚移植腫瘍細胞の縮小効果が観察された(図9-B)。
- ⑧ビートモラセスおよびチーズホエーを用いて培養した酵母菌体から、エタノール抽出、アルカリ分解、濃縮・精製などを行ってセレブロシド素材(10%含有の粉末とソフトカプセル)を生産する技術を確認するとともに(図10)、セレブロシド蓄積乾燥酵母の製剤化技術も確立した。
- ⑨皮膚に対する生理機能として、B16メラノーマ細胞におけるセレブロシドのメラニン生成抑制効果を実証した(図11)。また、セレブロシド摂取によるヒト皮膚での保湿性向上(図12)ならびにアトピー性皮膚炎モデルマウス(NCマウス)での血漿IgEの低下などを明らかにした。
- ⑩このように、本研究によって、ビートモラセスおよびチーズホエーを用いたセレブロシド高蓄積酵母培養技術を開発した。また、セレブロシドのガンに対する効果を明らかにするとともに、皮膚美白・保湿素材としての実用化の可能性を提示した。

■ 公表した主な特許と論文

- ①特願2003-430388：大腸ガン抑制剤およびそれを含む食品 日本製粉(株)、日本甜菜製糖(株)
- ②特願2004-240263：セレブロシドの発酵生産方法 よつ葉乳業(株)
- ③Tamura, M., et al.: Production of cerebroside from beet molasses by the yeast *Saccharomyces kluyveri*, *Food Biotechnology*, 19, 95-105, 2005.
- ④Sugai, M., et al.: Selection of lactic yeast producing glucosylceramide from cheese whey, *Bioresource Technology*, 2007, in press.

■ 今後の展開方向

- ①酵母セレブロシドの工業的生産技術の開発(工場での培養時におけるセレブロシド収量の安定化、分離精製段階での低コスト化)。酵母抽出残渣の高度利用技術の開発。
- ②皮膚保湿ならびに美白作用を訴求した機能性食品や外用スキンケア品の試作品の作製。
- ③ガンに対する機能研究を医学系研究機関とともに開始。

■ 問い合わせ先

- ①酵母セレブロシドの工業的生産技術の開発：日本甜菜製糖(株)清水バイオ事業所(01566-2-2104)、よつ葉乳業(株)中央研究所(011-377-5561)、
(独)農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター(0155-62-9281)
- ②皮膚への効用に関する研究：日本製粉(株)中央研究所(046-222-6963)
- ③ガンに対する機能研究：国立大学法人帯広畜産大学(0155-49-5546)

研究成果の具体的図表

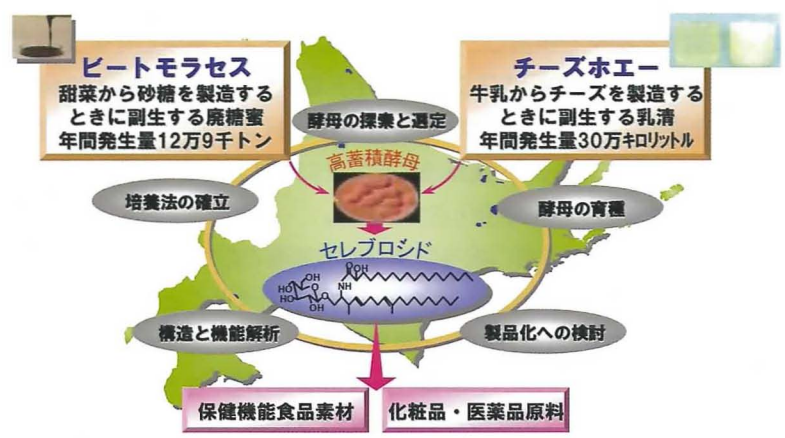


図1 研究の目的

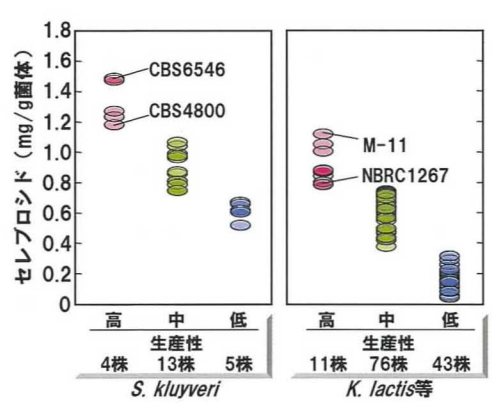


図2 酵母菌株によるセレブロシド生産性の検討

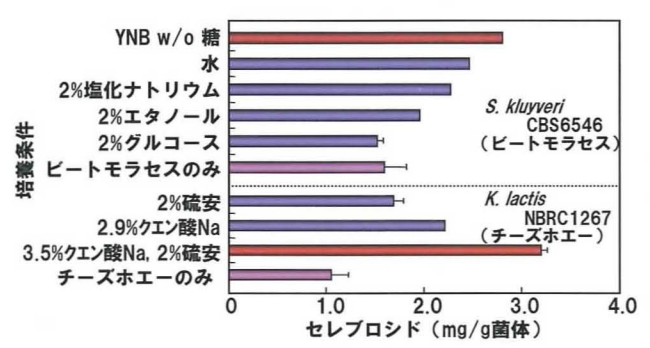


図3 ビートモラセスとチーズホエーを用いた培養条件によるセレブロシド含量の違い

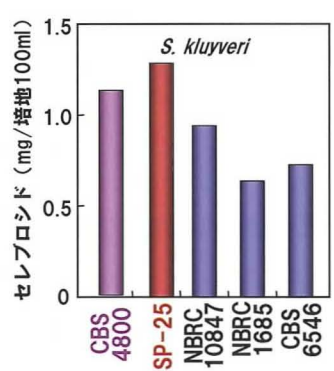


図4 孢子分離により得られた実用菌 (SP-25 株) と研究機関保存株のセレブロシド収量

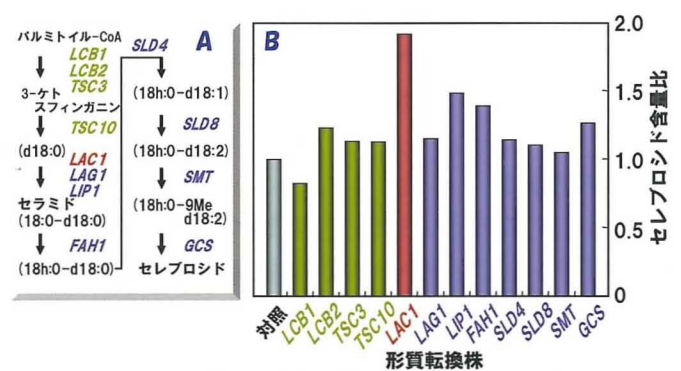


図5 セレブロシド高生産性 *K. lactis* 形質転換株の造成
A, セレブロシド合成経路と代謝関連遺伝子
B, 各遺伝子過剰発現株のセレブロシド含量

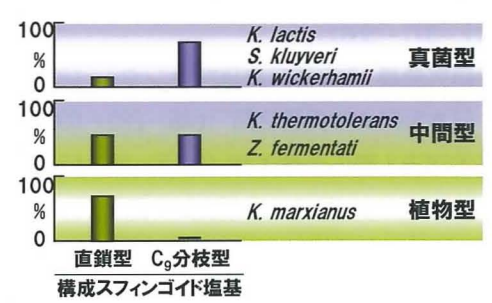


図6 酵母が生産するセレブロシドのタイプ

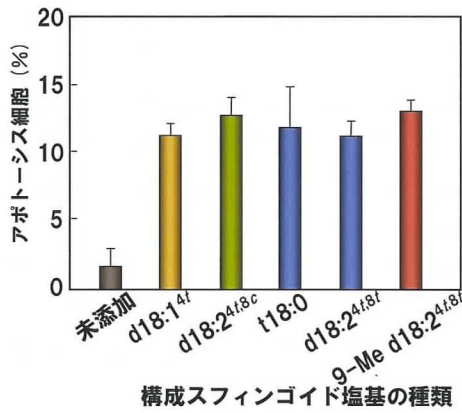


図7 各種スフィンゴイド塩基によるヒト結腸ガン (Caco-2) 細胞へのアポトーシス誘導

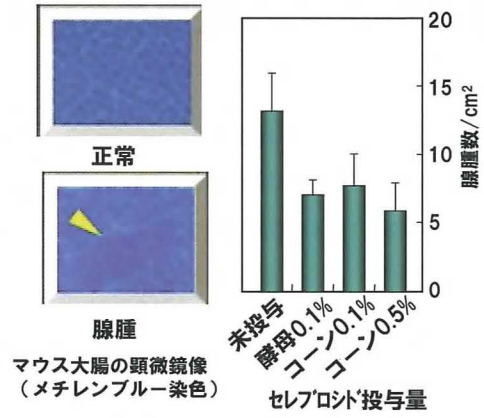


図8 大腸腺腫(ポリープ) 誘発マウスにおける食餌性セラブロシドの腺腫発症抑制効果 (大腸ガン予防効果の実証)

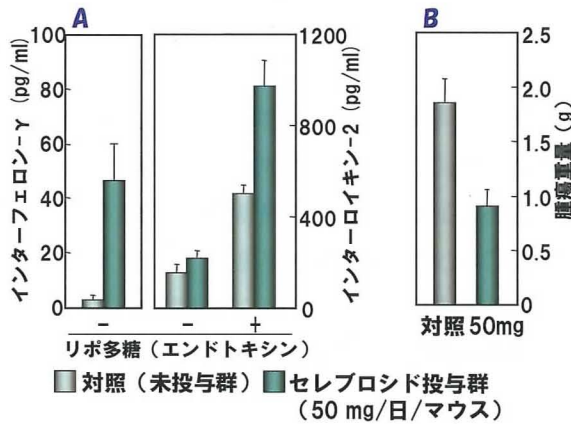


図9 経口摂取によるセラブロシドの免疫賦活作用
A, 脾細胞でのサイトカイン誘導促進能
B, 皮膚への移植腫瘍細胞の縮小効果

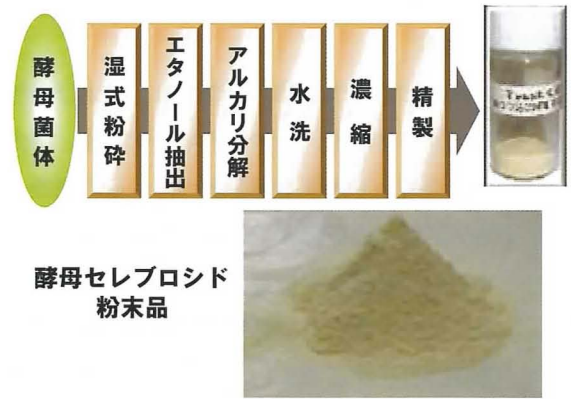


図10 酵母菌体からのセラブロシドの分離精製法

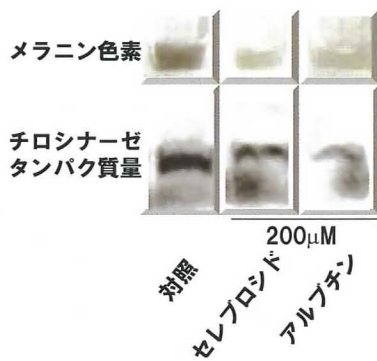


図11 B16メラノーマ細胞における酵母セラブロシドのメラニン生成抑制効果 (美白効果)
アルブチン:チロシナーゼの発現抑制剤

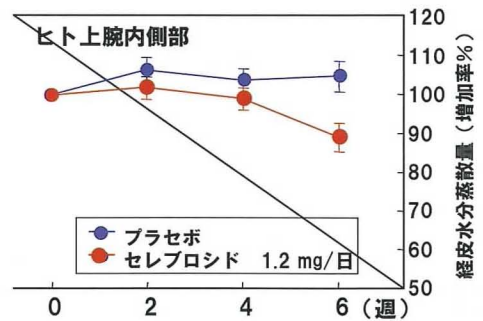


図12 経口摂取によるセラブロシドの皮膚保湿効果
プラセボ:セラブロシドを含まず、賦形剤等のみ

■研究課題名

希少なキノコ新規栽培法の開発

■研究実施体制（◎は研究代表者）

- ◎大賀 祥治／九州大学大学院農学研究院
江口 文陽／高崎健康福祉大学
村崎 詩園／社日本私立学校給食協会 バイオ研究所

■研究の目的

本研究では、農産品副産物を再利用して、希少なキノコであるセミタケ（冬虫夏草菌類）の生産システムを確立する。具体的には、国内発見菌株の中から、最もキノコの生産量が高い菌株を選抜する。また、キノコの安全性および健康機能性を明らかにするとともに、新規の培地の開発など、栽培最適法を確立する。最終的に、健康機能性の高いキノコを量産する生産システムを完成させる。

■主要な成果

- ①九州大学の冬虫夏草の保存菌株、および自然発生地熊本阿蘇地域の広葉樹林に設けた探索地から得られたセミタケ4株、ハナサナギタケ16株、コナサナギタケ2株について、子実体から組織分離を行い、液体培地で培養して菌体重量を調べた。その結果、セミタケから人工栽培に適する優良菌株が選抜できた。
- ②寒天培地および菌床での菌糸生育を調べ、農産品副産物の中から優良な基材を見出した。さらに、添加物を検討し、子実体発生量、含有される機能性成分が多い培地組成を見出した。これらを実用化するために、菌床において栽培試験を行い、菌糸の生育や子実体発生条件を調査して、温度、湿度、通風、照度などの最適環境条件を明らかにし、セミタケの安定栽培法を確立した（図1）。
- ③発生した子実体の成分分析を行い、機能性成分のコレジセピンやポリサッカロイド含有量を検討した。コレジセピンはアデノシン類似の化合物で種々の機能性が知られ、栽培する際の基材や添加物を工夫して、高含有量の子実体を得ることが可能となった（図2）。子実体からの抽出液を凍結乾燥して製品化した。
- ④マウスでの急性、亜急性、慢性毒性試験を行った結果、死亡例はなかった。また、行動薬理的な異常行動も全投与群において認められなかった。血液検査、解剖学所見においても異常は認められなかった。
- ⑤セミタケの子実体および製品を用いた健康機能性試験の結果、心筋梗塞や脳機能疾患などの重篤な症状に起因する、本態性高血圧を抑制する効果と（図3）、腎機能障害改善作用発現機序の一つとして、細胞外マトリックスの修復作用を有することが認められた。その他、血漿凝集抑制作用、ケモカイン遺伝子発現抑制、美白効果などの機能性が認められた。この結果、セミタケ製品は優れた食品としての評価が得られた。

■設立が見込まれるベンチャー企業の概要

- 名称：(株)マッシュプロジェクト
代表取締役 村崎 詩園
事業内容：冬虫夏草菌類セミタケの栽培および製品化
設立時期：平成19年1月

■問い合わせ先

大賀 祥治 九州大学大学院 農学研究院 森林資源科学部門（TEL. 092-948-3116）

■研究成果及び企業の概要の具体的図表

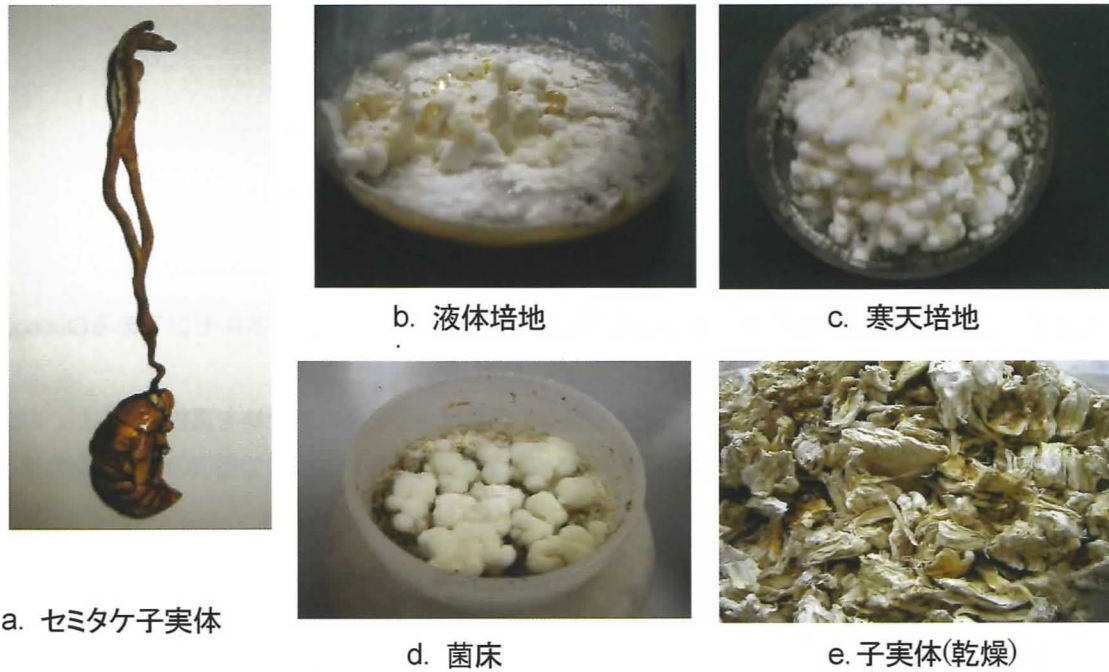


図1 冬虫夏草菌類セミタケの人工栽培

a. ニイニイゼミの幼虫から発生した野生のセミタケ, b. 液体培地での菌糸生育, c. 寒天培地での菌糸生育, d. 菌床で生育した子実体, e. 実用規模で生産し, 乾燥した子実体:これを製品化に供した。

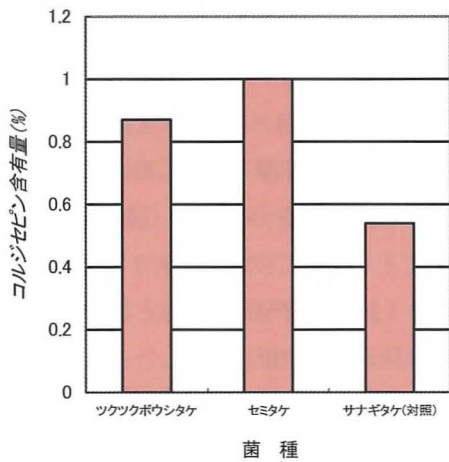


図2 冬虫夏草の各菌種のコルジセピン含有量

※対照は市販されているサナギタケとした。

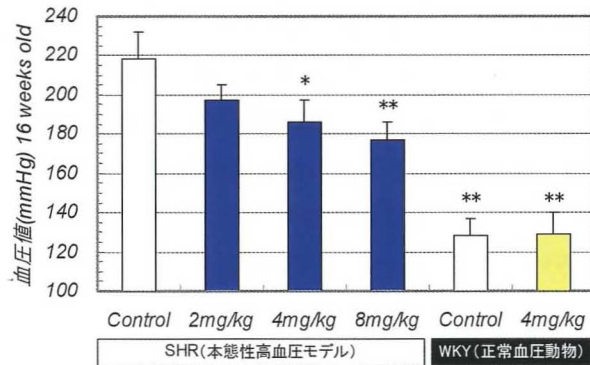


図3 セミタケ抽出物の投与による高血圧改善効果

8 週齢のマウスに投与を開始し, 2 ヶ月間投与後の血圧値を比較したもの。用量と動物種 (SHR=本態性高血圧モデルマウス、WKY=正常モデルマウスを使った。セミタケの抽出物の投与用量単位は mg/kg)。SHR の control (0 mg/kg) に対する有意水準: * 5%, ** 1%

表1 企業の概要

株式会社 マッシュプロジェクト	事業内容
①設立時期:平成19年1月	①冬虫夏草菌類セミタケの製造・販売
②資本金:50万円	②機能性食品の製造・販売
③代表:村崎詩園	③農産食料品の製造・販売

■研究課題名**GLP-1発現米の糖尿病予防食品としての研究開発****■研究実施体制**（◎は研究代表者）

◎城森 孝仁／株式会社 三和化学研究所

■研究の目的

これまでに、血糖値に依存してインスリンを分泌する作用をもつペプチドホルモンであるGlucagon-like peptide-1（以下GLP-1）を米に高含量発現させることに成功した。

本研究ではこのGLP-1発現米を利用することを目指し、商品価値のある発現米株を選抜、確定し、動物での有効性を検証するとともに、GLP-1の小腸からの吸収と吸収量を明らかにし、付加価値のある機能性米を完成させる。

■主要な成果

- ①GLP-1発現ベクターは、米の蛋白であるグルテリンのプロモーターの下流にGLP-1ペプチドの遺伝子を5個連続で繋ぎ、薬剤耐性マーカーフリーのMATベクター[®]をさらに繋いだ。イネの品種・日本晴に遺伝子導入しGLP-1発現日本晴を作成した。得られたイネを選抜し第6世代まで栽培した。組み換えた遺伝子はゲノム上で1コピー存在しており、米の形状（色、形）は日本晴と差が無かった（図1）。
- ②GLP-1組換え米のGLP-1含量をラジオイムノアッセイで測定した。世代間で比較すると平均15–20 μ gと安定しており（表1）、また種子間でも約13–23 μ gと大きな差が無かった（表2）。以上のことから多量のGLP-1を発現した組換え米が確立されたと考えられた。
- ③本組換え米を炊飯しマウスに摂食させ、食後の血糖値の変化を調べた。GLP-1発現米を投与したマウスの血糖は、非発現米である日本晴を投与したマウスの血糖に比べ低く、血糖曲線下面積において約21%低下していた（ $p=0.05$ ）。GLP-1発現米は炊飯しても活性を失うことなく血糖上昇を抑制した（図2）。
- ④GLP-1発現米の血糖上昇抑制効果が、GLP-1によるものであることをさらに詳細に証明するためにGLP-1レセプター欠損マウスを用いて調べた。GLP-1レセプターは膵、胃（上部、幽門部）、肺などに存在しているが本欠損マウスは全てのレセプターが欠損している。発現米と非発現米を炊飯し投与したところ、両者の血糖値はほとんど一致し差が無かったことから、GLP-1発現米の血糖低下効果はGLP-1の作用によるものであることを明らかにした（図3）。

■設立が見込まれるベンチャー企業の概要

事業の柱となる商品は、糖尿病の予防に貢献できるGLP-1発現米である。設立ベンチャー企業の事業内容は、国内では本GLP-1発現米の栽培委託と、収穫した米の加工を委託して商品化し、販売することである。また、海外の企業に対しても米や種籾を販売する。

ベンチャー企業の設立は、GLP-1発現米の環境安全性試験と食品安全性試験を平成20年度中に終了させた後、平成21年4月に設立予定である。

■問い合わせ先

城森 孝仁 株式会社 三和化学研究所 研究推進部（0594-72-6221）

■研究成果及び企業の概要の具体的図表

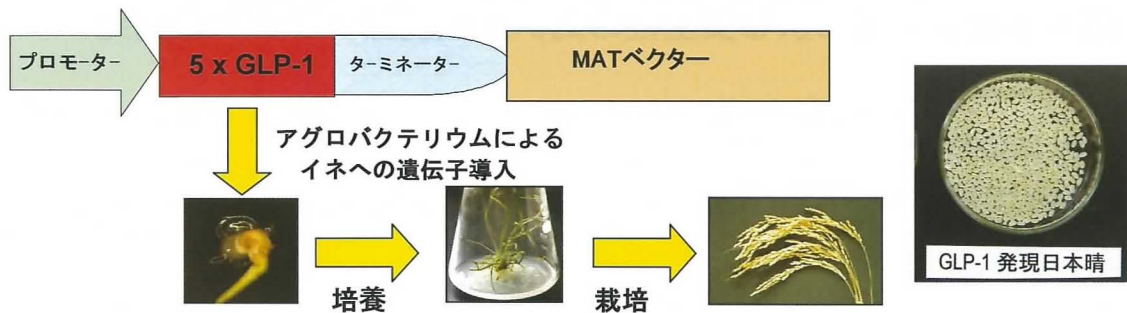


図1. GLP-1 発現ベクターの構造と組換え米の作出方法及び収穫した GLP-1 発現米

表 1. 各世代間の GLP-1 含量の比較

世代	GLP-1 含量 (μg/20mg)
T2/T3	20.2 (T2:5粒+T3:5粒の平均)
T4	15.3 (同一株 8粒の平均)
T6	18.0 (同一株 8粒の平均)

表2. 第4世代の種子 8 粒の GLP-1 含量の比較

	種子No.								平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	
GLP-1 含量 (μg/20mg)	14.5	12.5	13.0	17.4	14.0	22.5	12.8	15.9	15.3

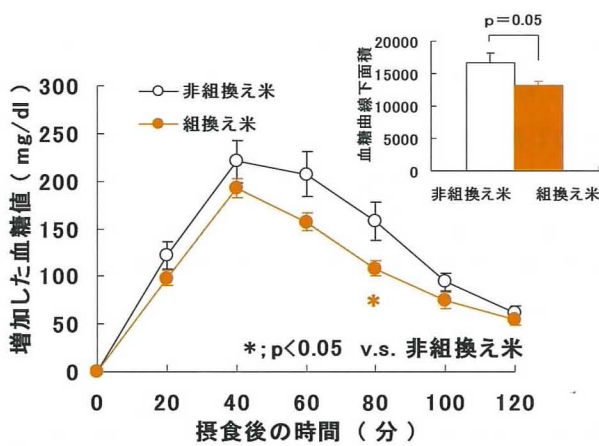


図2. GLP-1 発現米のマウスへの投与試験

24 時間絶食後におかゆ (グルコース 100mg 含有) を与え、完食後経時的にマウス尾血管より採血し血糖値を測定した。(マウス ♂, n=9)

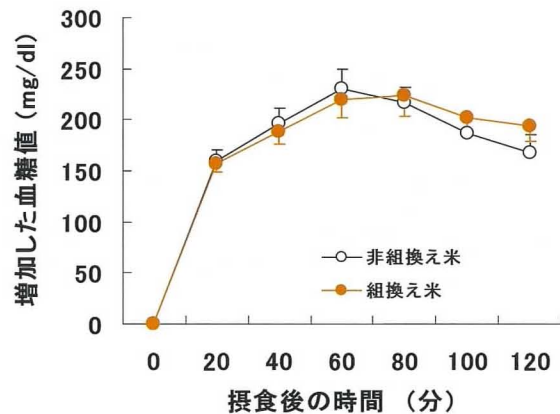


図3. GLP-1 レセプター欠損マウスへの投与試験

24 時間絶食後におかゆ (グルコース 100mg 含有) を与え、完食後経時的にマウス尾血管より採血し血糖値を測定した。(マウス ♂, n=16)

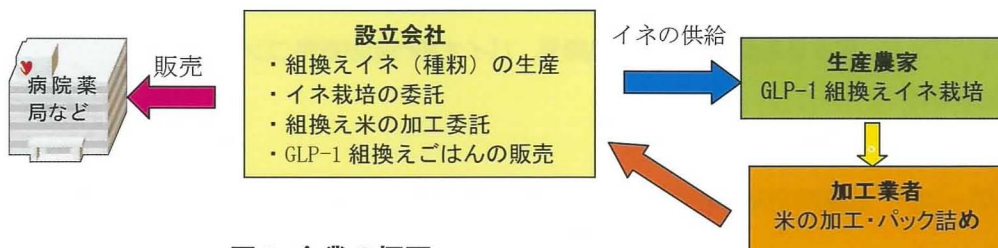


図4. 企業の概要

■研究課題名

消化管ホルモン制御による安全性の高い食欲調節ペプチドの開発

■研究実施体制（◎は研究代表者）

◎浅野 行蔵／北海道大学大学院農学研究院

■研究の目的

複数のアルギニンを含み特定のアミノ酸配列をしたオリゴペプチド（「満腹ペプチド」）が、コレシストキニン（満腹感を惹起する消化管ホルモン：CCK）の分泌を強く刺激して食欲を抑制することを初めて発見した（図1）。この特定オリゴペプチドは、大豆等豆類や豚肉などの従来の食材中に存在しており、効率的に取り出すための技術を開発し、ヒトでの満腹感惹起効果を検証するとともに、「満腹ペプチド」添加食品を開発する。また、当該オリゴペプチドの遺伝子組換え大腸菌による生産技術も特殊用途向けに開発する。

■主要な成果

- ①βコングリシニン（大豆タンパク質の一つ）の酵素（プロメライン）分解物・ペプチド画分中に含まれるCCK分泌活性ペプチド（「満腹ペプチド」）を、陰イオン交換樹脂により分画・精製し、分泌比活性を5倍に高めた。
- ②ヒトでの摂食試験の結果、「満腹ペプチド」を3g食べると満腹感を約45分間持続させることができた（図2）。
- ③未利用資源であるふじ豆のプロテアーゼ分解物に、極めて強いCCK分泌活性を発見した（図3）。さらに豚肉にも活性を見いだし特許化した。
- ④医薬用途および機能解析向けに特定アミノ酸配列の7回繰り返し配列ペプチドを遺伝子組換え大腸菌によって生産した。
- ⑤「満腹ペプチド」を1万食分生産し、それを含有する食品の開発に向けてデザート・ゼリーおよびドリンクを試作した（図4）。

■設立が見込まれるベンチャー企業の概要

名 称：(有)マイクロバイオテック

役 員 等：代表取締役社長 大野 裕深

：技術顧問 浅野 行蔵（北海道大学大学院農学研究院教授）

：技術顧問 原 博（北海道大学大学院農学研究院教授）

事業内容：当該ペプチドに関する業務、機能性食品開発、バイオ部門知財戦略コンサル等

設 立：2006年4月

資 本 金：300万円

住 所：〒060-0061 札幌市中央区南1条西9丁目6-1-501

■問い合わせ先

浅野 行蔵 (有)マイクロバイオテック技術顧問（北海道大学大学院農学研究院教授）011-706-2493

原 博 (有)マイクロバイオテック技術顧問（北海道大学大学院農学研究院教授）011-706-3352

■研究成果及び企業の概要の具体的図表



図1 「満腹ペプチド」の作用メカニズム

オリゴペプチドが腸管内壁で作用
 →コレシストキニン分泌を促進
 →脳・視床下部で満腹を感じる。

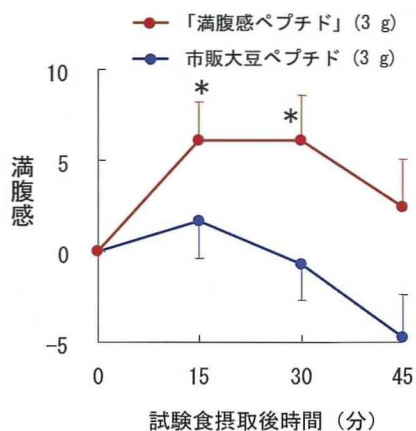


図2 ヒト試験結果

βコングリシニンのプロメライン分解物「満腹ペプチド」3gで約45分間の満腹効果が得られる。

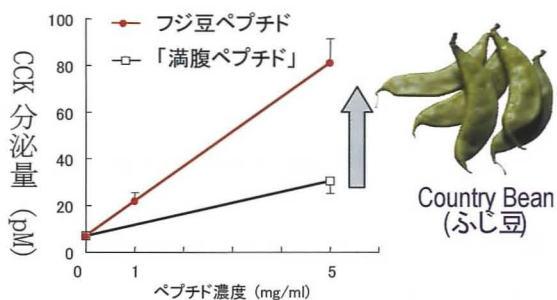


図3 ふじ豆の強いCCK分泌活性

ふじ豆のプロテアーゼ分解物中に強いCCK分泌活性を発見。



図4 「満腹ペプチド」入りゼリー

ブルーベリー味・果肉入りとグレープフルーツ味・果肉入りを試作した。

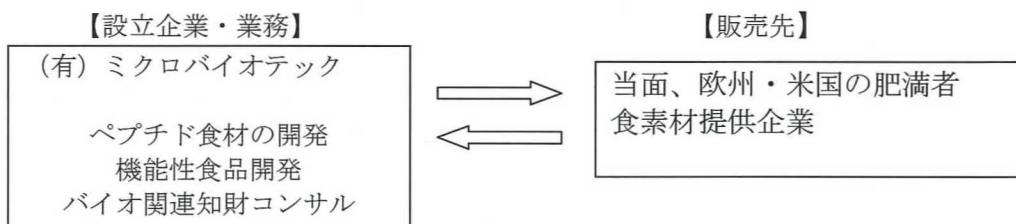


図5 企業の概要

■研究課題名

ダイオキシン類モニタリング用植物の実用化

■研究実施体制（◎は研究代表者）

◎大川 秀郎／福山大学グリーンサイエンス研究センター
田中 良和／サントリー株式会社 先進コア技術研究所

■研究の目的

哺乳動物におけるダイオキシンの毒性発現に係わるアリルハイドロカーボン受容体（AhR）に由来する組換え型AhRにダイオキシン類が結合すると β -グルクロニダーゼ（GUS）レポーター遺伝子を誘導発現してGUS活性を示す遺伝子組換え植物を作出・評価する。次いで、それを用いたダイオキシン類の実験室内検定技術を開発・実用化する。

また、組換え型AhRにダイオキシン類が結合すると花色抑制遺伝子を誘導発現して、花色素の合成を阻害し、その結果、花色が変化する花卉新品種を作出・評価する。次いで、それを用いたダイオキシン類の野外モニタリング技術を開発・実用化する。

■主要な成果

①ダイオキシン類の簡易スクリーニング方法の開発（実験室内検定用）

- 1) 選定した組換え体タバコ植物XmD4V-26系統を温室内でダイオキシン類汚染地域から採取した土壌（360pg-TEQ/g）に栽培すると植物体で顕著なGUS誘導活性が認められた（図1と2）。本植物を用いて土壌環境基準値1,000pg-TEQ/gの1/3濃度を検出できる。（TEQ：毒性等量）
- 2) 組換え体シロイヌナズナXgD2V-1系統をPCB126（TEF：0.1）またはPCB180（TEF：0）を添加した培地で培養するとPCB126濃度依存的にGUS活性の上昇が認められ、PCB180濃度依存的活性上昇は見られなかった（図3）。本植物はPCB同族体のうち、毒性の高い同族体を特異的に検出できる。（TEF：毒性等価係数）
- 3) 遺伝子組換え植物用実験室内検定マニュアルを作成した。

②環境モニタリング園芸植物の開発（野外モニタリング用）

- 1) ダイオキシン類に応答する組換え型AhRと花色抑制遺伝子を導入した組換え体ペチュニア（図4）を作出した。これらをダイオキシン類汚染土壌（360pg-TEQ/g）で栽培し、花の赤色が白く抜ける系統を取得（図5）、特許出願（WO2006/085699）を行った。
- 2) PCB126（1,000pg-TEQ/g）を添加した土壌での栽培で花の赤色が白く抜けるペチュニア系統（図6）と、ダイオキシン類汚染土壌（3,000pg-TEQ/g）での栽培で、赤紫色が薄くなるペチュニア系統を取得した（図7）。

■設立が見込まれるベンチャー企業の概要

企業名：(株)バイオケミカルアッセイ研究所（仮称）

発起人：郷田文吾 東和科学(株)代表取締役、大川秀郎 福山大学グリーンサイエンス研究センター、
田中良和 サントリー(株)先進コア技術研究所

資本金：300万円

設立時期：2007年3月に新会社を設立・登記する計画である。

■問い合わせ先

大川 秀郎 福山大学グリーンサイエンス研究センター TEL：084-936-2111（内線4675）

田中 良和 サントリー(株)先進コア技術研究所 TEL：075-962-2204

■研究成果及び企業の概要の具体的図表

① ダイオキシン類の簡易スクリーニング方法の開発（実験室内検定用）

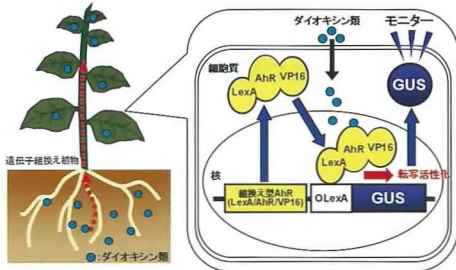


図1. 組換え体植物では吸収したダイオキシン類が組換え型 AhR (LexA/AhR/VP16) に結合して、GUS レポーター遺伝子を誘導発現する。GUS 活性の測定によりダイオキシン類を検出。

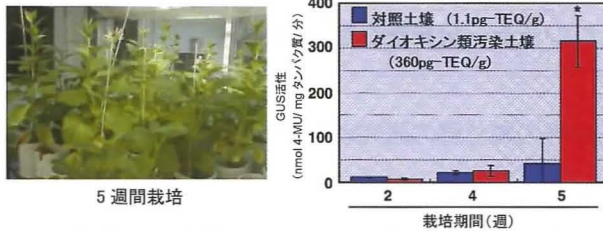


図2. 組換え体タバコ Xmd4V-26 系統は温室でダイオキシン類汚染地採取土壌 (360pg-TEQ/g) で栽培すると植物体に GUS 誘導活性を示した。
(土壌環境基準値 1,000pg-TEQ/g) 有意差 * $P < 0.01$

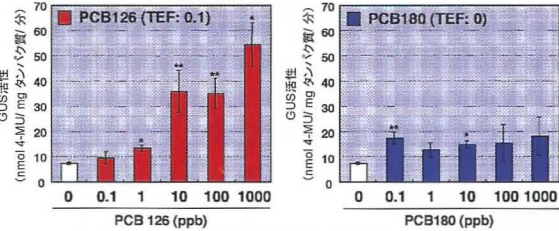


図3. 組換え体シロイヌナズナ XgD2V-1 系統は PCB126 (TEF:0.1) または PCB180 (TEF:0) 添加培地で培養すると、PCB126 濃度依存的 GUS 活性を示した。
有意差 * $P < 0.01$, ** $P < 0.05$

② 環境モニタリング園芸品種の開発（野外モニタリング用）

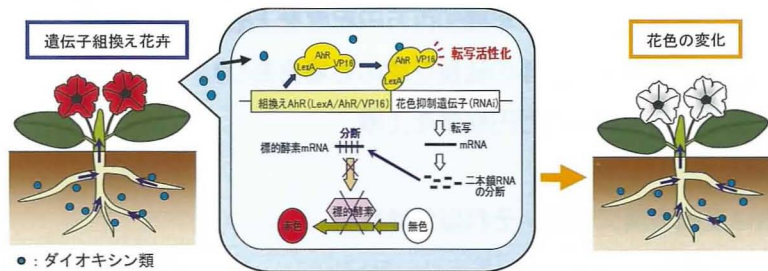


図4. 組換え体花卉品種では、吸収したダイオキシン類が組換え型 AhR (LexA/AhR/VP16) に結合して、花色抑制遺伝子 (RNAi) を誘導発現し、花色素合成を阻害する。その結果、例えば、赤い色素が抜けて白く変化する。



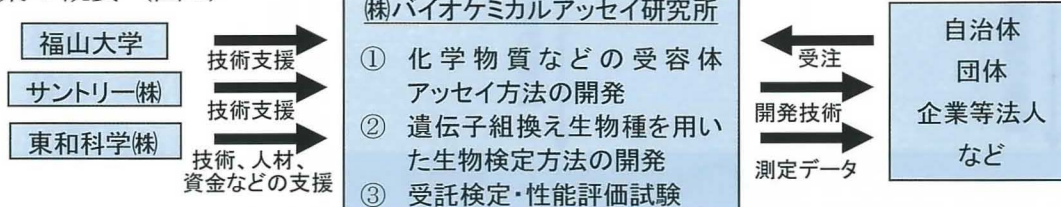
図6. ペチュニア赤品種に組換え型AhRと花色抑制遺伝子を導入し、PCB126添加土壌 (1,000pg-TEQ/g) で花色の変化が認められた系統を取得。

図5. ペチュニア赤品種に組換え型 AhR と花色抑制遺伝子を導入した系統は、土壌環境基準値の約 1/3 (360pg-TEQ/g) のダイオキシン類汚染土壌で花色が変化した(特許出願)。



図7. ダイオキシン類汚染土壌 (3,000pg-TEQ/g) で栽培し、赤紫色が薄く変化する組換えペチュニアを取得。

③ 企業の概要 (図8)



「生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業」

農林水産業、飲食料品産業、醸造業等の生物系特定産業分野において、①産学官の連携により異分野の研究者が共同して研究を行う研究共同体（コンソーシアム）、②独創的な発想や研究シーズを活かしたベンチャー創出を目指す研究者を対象として研究課題を公募し、将来的に新しい産業の創出や起業化の促進につながる画期的な技術開発を推進しています。

対象研究分野

異分野融合研究開発型：将来的に新事業の創出につながる技術開発

起業化促進型：独創的な発想や研究シーズを活かしたベンチャー企業設立を目指す技術開発

応募資格

異分野融合研究開発型：民間企業、大学、独立行政法人等の異分野の研究者が産学官の連携により共同して研究を行う研究共同体（コンソーシアム）

起業化促進型：ベンチャー企業設立を目指す民間企業、大学、独立行政法人等の研究者のほか起業化支援者及び起業家

研究期間と研究費の規模／（研究費には間接経費を含む）

異分野融合研究開発型：研究期間：原則として3～5年間

研究費：1コンソーシアム当たり年間60百万円程度を上限

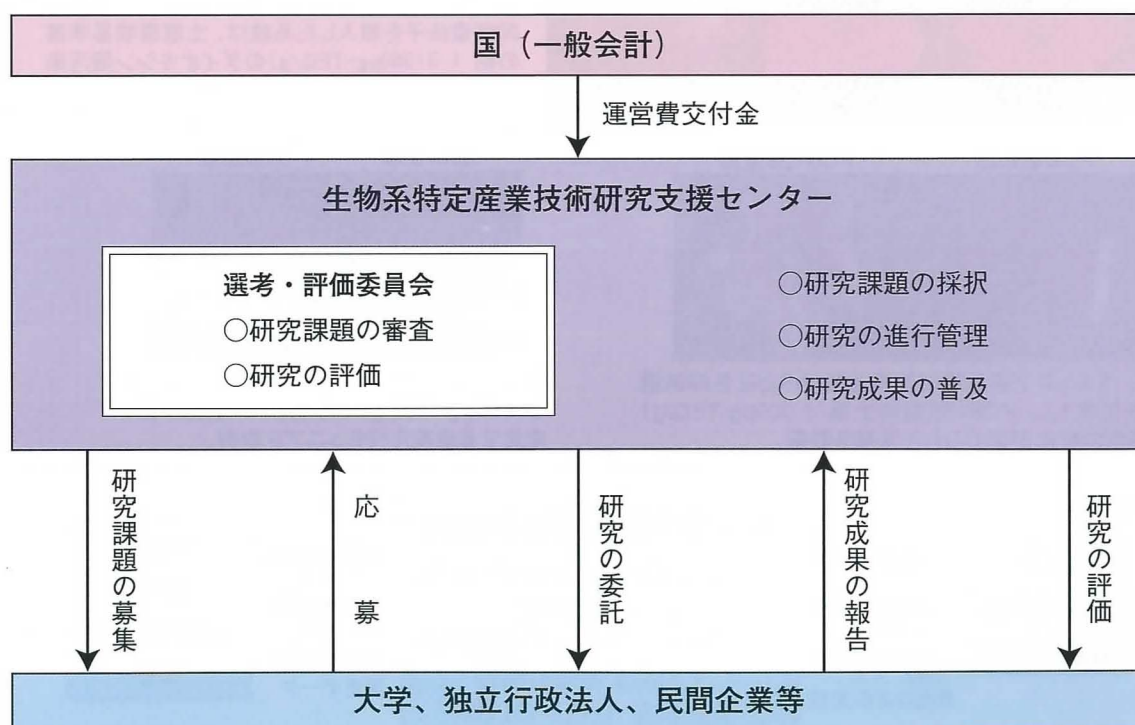
起業化促進型：研究期間：原則として2年間（1年の延長を認める場合あり）

研究費：1課題当たり年間26百万円程度を上限

研究実施形態／生研センターからの委託研究

研究成果の帰属／生研センターが認めた場合は受託機関に帰属。それ以外は共有。

■事業の仕組み





生物系特定産業技術研究支援センター 東京事務所



お問い合わせ先

新技術開発部 技術開発課

住 所 〒105-0001
東京都港区虎ノ門3丁目18番19号
虎ノ門マリンビル10階

電 話 03-3459-6567

FAX 03-3459-6577

生研センターホームページ・アドレス

URL <http://brain.naro.affrc.go.jp/tokyo/>

東京メトロ日比谷線 神谷町 徒歩2分

神谷町駅 霞ヶ関寄り出口3番を出て、左へ10m

左折後50m右手。虎ノ門マリンビル10階