

学会創立100周年記念
日本農芸化学会2024年度中四国支部大会
(第69回講演会)

講演要旨集

日時：2024年9月19日（木），20日（金）
場所：愛媛大学農学部



日本農芸化学会中四国支部

Chu-Shikoku

学会創立100周年記念

日本農芸化学会2024年度中四国支部大会（第69回講演会）

会 場：愛媛大学農学部（樽味キャンパス）

開催日：2024年9月19日（木）、20日（金）

第1日目：9月19日（木） 愛媛大学農学部

11:00～12:00 幹事打合せ (中会議室)

12:30～13:00 支部功労賞，支部奨励賞，支部技術賞 授賞式 (大講義室)

13:05～14:25 受賞講演
2024年度日本農芸化学会中四国支部奨励賞受賞講演 (大講義室)

「植物性食品成分の生体調節機能に関する研究」

中村俊之（岡山大院・環境生命）

「線維環境下での細胞応答に着目した創薬シーズの探索および合成」

花木祐輔（香川大・農）

「フラボノイドの体内動態に影響する要因に関する多角的研究」

向井理恵（徳島大・生物資源）

第7回（2024年）日本農芸化学会中四国支部技術賞受賞講演

「低分子食物繊維素材：環状四糖水飴「テトラリング®」の開発」

溝手晶子，角田省二，宮田 学，里内和弘（ナガセヴィータ(株)）

14:25～15:25 日本農芸化学会副会長特別講演 (大講義室)

「ビールと微生物 ～おいしさの秘密は酵母と微生物制御～」

山岸裕美（アサヒグループホールディングス(株)）

15:35～16:35 産学連携シンポジウム「新たな産学連携による地域創生」

「ヘルスサイエンス領域における微生物を用いた物質生産」

田畑和彦（キリンホールディングス(株)・バイオプロセス技研）

「循環型タンパク質としてのコオロギ活用について」

渡邊崇人（(株)グリラス）

「香川で育つ希少糖」

吉原明秀（香川大・国際希少糖）

18:30～20:30 情報交換会 (ANA クラウンプラザホテル松山)

第2日目：9月20日（金） 愛媛大学農学部

9:30～11:45	一般講演（午前の部）	(A～E 会場)
12:00～12:50	支部参与会	(大会議室)
13:15～14:30	一般講演（午後の部）	(A～E 会場)

一般講演 会場一覧表

会場		講演番号	分類
A	31 講義室	A-1 ~ A-15	微生物
B	32 講義室	B-1 ~ B-15	動物, 食品
C	21 講義室	C-1 ~ C-9, C-11 ~ C-14	生物化学工学, 植物
D	22 講義室	D-1 ~ D-9, D-11 ~ D-14	微生物, 食品
E	23 講義室	E-1 ~ E-9, E-11 ~ E-14	有機化学・天然物

一般講演 座長一覧表

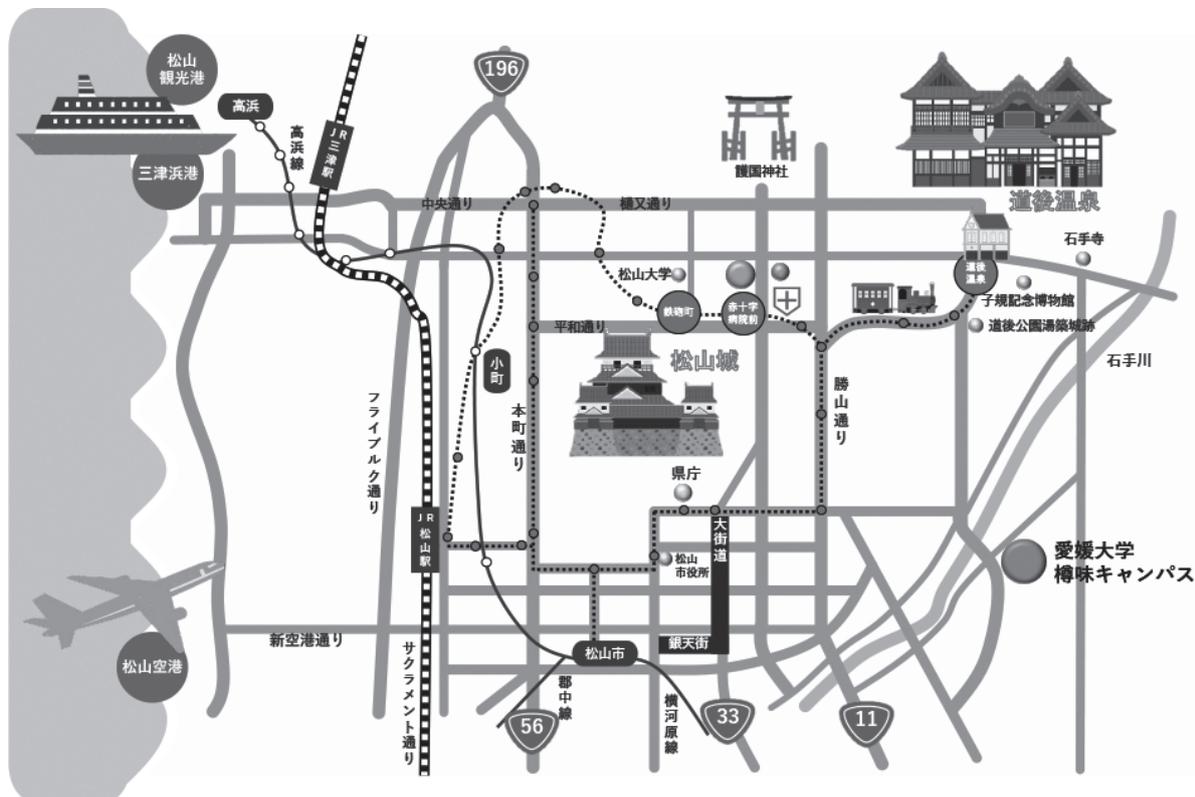
会場	AM/PM	講演番号	座長
A	AM	A - 1 ~ A - 5 A - 6 ~ A - 10	阿野嘉孝 (愛媛大院・農) 片岡尚也 (山口大院・創成科学)
	PM	A - 11 ~ A - 15	渡辺誠也 (愛媛大院・農)
B	AM	B - 1 ~ B - 5 B - 6 ~ B - 10	西 甲介 (愛媛大・食品セ) 石田萌子 (愛媛大院・農)
	PM	B - 11 ~ B - 15	中村俊之 (岡山大院・環境生命)
C	AM	C - 1 ~ C - 5 C - 6 ~ C - 9	安部真人 (愛媛大院・農) 秋田 充 (愛媛大院・農)
	PM	C - 11 ~ C - 14	上田晃弘 (広島大院・統合生命)
D	AM	D - 1 ~ D - 4 D - 5 ~ D - 9	有馬二郎 (鳥取大・農) 村田 希 (愛媛大・学術支援セ)
	PM	D - 11 ~ D - 14	宗正晋太郎 (岡山大院・環境生命)
E	AM	E - 1 ~ E - 5 E - 6 ~ E - 9	山内 聡 (愛媛大院・農) 柳田 亮 (香川大・農)
	PM	E - 11 ~ E - 14	西脇 寿 (愛媛大院・農)

注意)

- 発表には、ご自身のノートパソコンをご使用ください。Mac など、パソコン側の映像出力が HDMI 又は D-Sub 15 ピン (メス) でない場合は接続アダプターをご準備ください。また緊急時用に、バックアップデータ (発表用の PowerPoint データとそれを PDF 化したデータ) だけを保存した USB メモリーをご持参ください。なお、ご持参のパソコンと USB メモリーのウイルスチェックは必ず行ってください。
- 発表 9 分、質疑応答 2 分、交代 1 分、時間厳守での進行をお願いいたします。

愛媛大学樽味キャンパス（農学部）へのアクセス

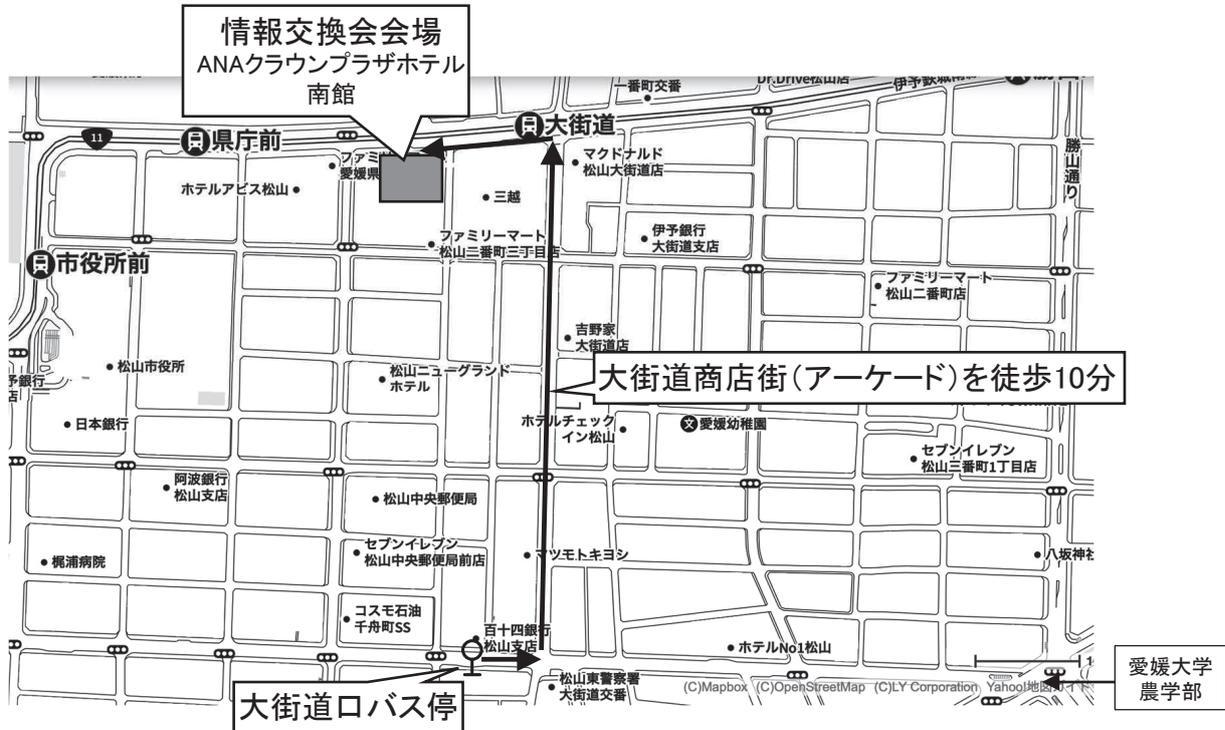
〒790-8566 松山市樽味三丁目5番7号 TEL 089-946-9803(代)



- 松山観光港から松山市駅まで
伊予鉄バス（観光港連絡バス）「高浜」下車、
伊予鉄道に乗り換え「松山市駅」下車
- 三津浜港から松山市駅まで
伊予鉄バス 三津・吉田線 松山市駅行き「松山市駅」下車、
- 松山空港からJR松山駅、松山市駅まで
JR松山駅まで：空港リムジンバス「JR松山駅前」下車
松山市駅まで：空港リムジンバス「松山市駅」下車
- JR松山駅→愛媛大学樽味キャンパス
伊予鉄バス 8番線（東野経由） 道後温泉駅前行き「愛大農学部前」下車
- 松山市駅→愛媛大学樽味キャンパス
伊予鉄バス 8番線（東野経由） 道後温泉駅前行き「愛大農学部前」下車

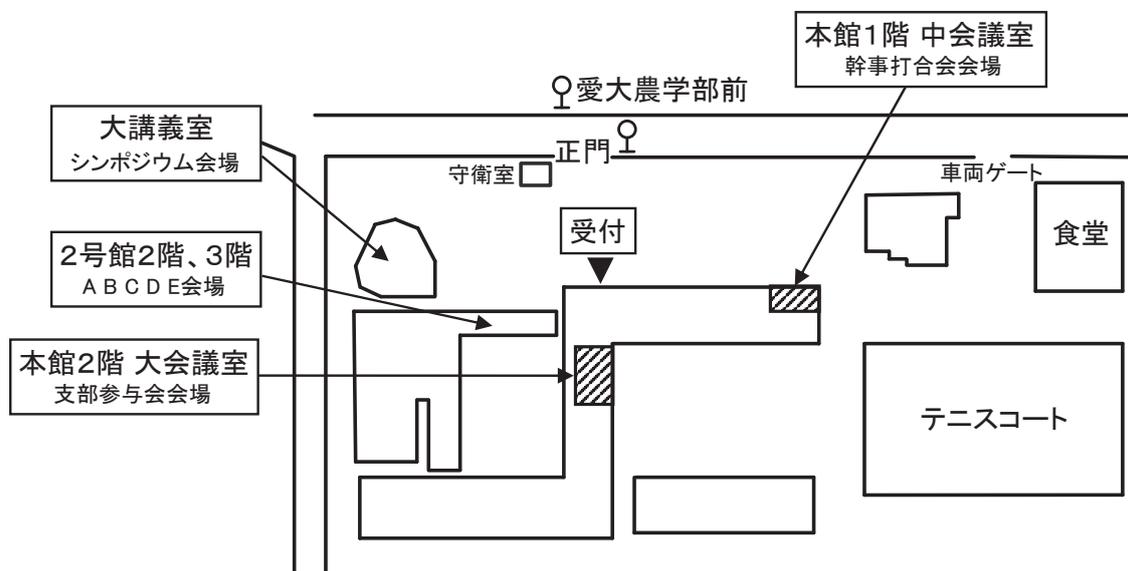
情報交換会会場へのアクセス

会場：ANA クラウンプラザホテル松山 南館 2F サファイアルーム
〒790-8520 松山市一番町 3-2-1 TEL 089-933-5511



- 情報交換会会場（ANA クラウンプラザホテル松山）へは、農学部 16 時 45 分と 17 時 10 分発の送迎バスをご用意いたします。
- 一般の交通手段での移動の場合、
 - 経路 1：「愛大農学部前」バス停から、松山市駅行き、あるいは JR 松山駅前行きバス（8 番線）に乗り、「犬街道口」（13 分、260 円）で下車してください。上地図に従って、徒歩 15 分です。
 - 経路 2：「愛大農学部前」バス停から、道後温泉駅前行きバス（8 番線）に乗り、終点「道後温泉駅前」（約 10 分、220 円）で下車してください。路面電車（3 番線、5 番線）に乗り換え、「犬街道」（約 11 分、200 円）で下車してください。電停から徒歩 2 分です。
- 農学部前からタクシーをご利用される場合は、所要時間 15 分、料金 1,000 円程度です。

愛媛大学樽味キャンパス（農学部）マップ



- 本館

玄関前：受付

1階 中会議室：幹事打合会会場

2階 大会議室：支部参与会会場

- 2号館

1階 11 講義室：休憩室

2階 21 講義室：C会場

2階 22 講義室：D会場

2階 23 講義室：E会場

3階 31 演習室：A会場

3階 32 講義室：B会場

- 大講義室

シンポジウム会場

- 農学部会館

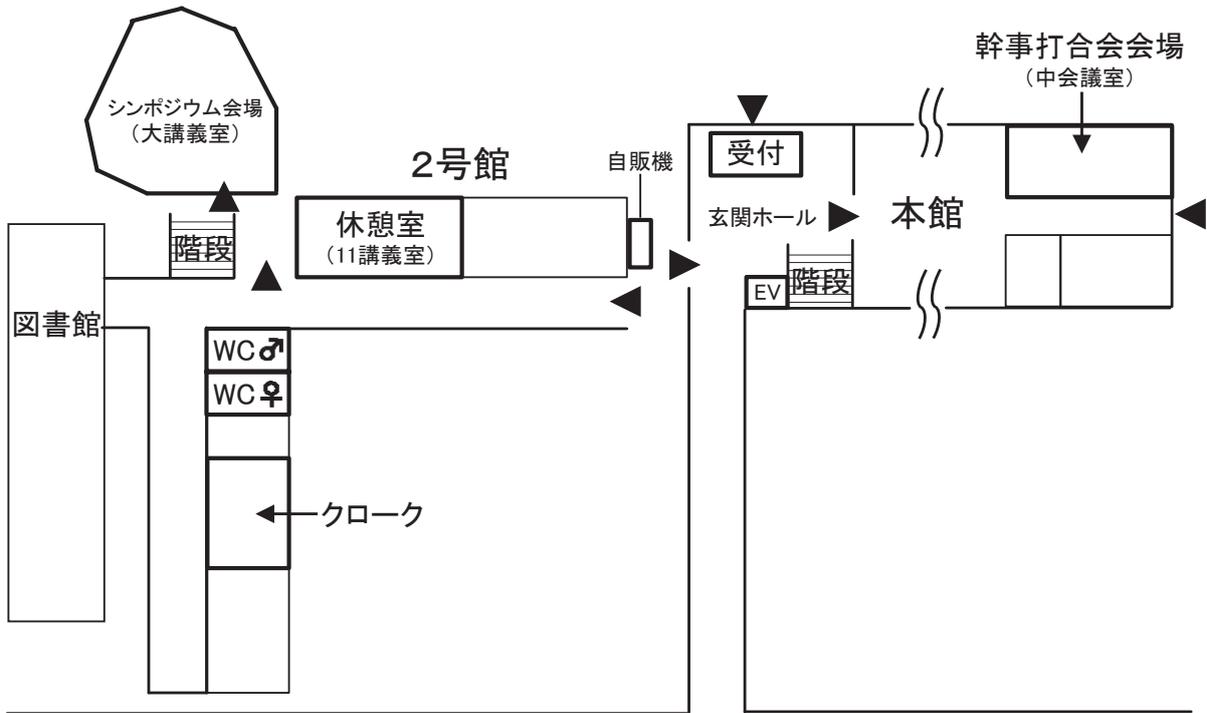
食堂

大会当日，食堂は営業しております。また，農学部周辺，特に西側に飲食店があります。

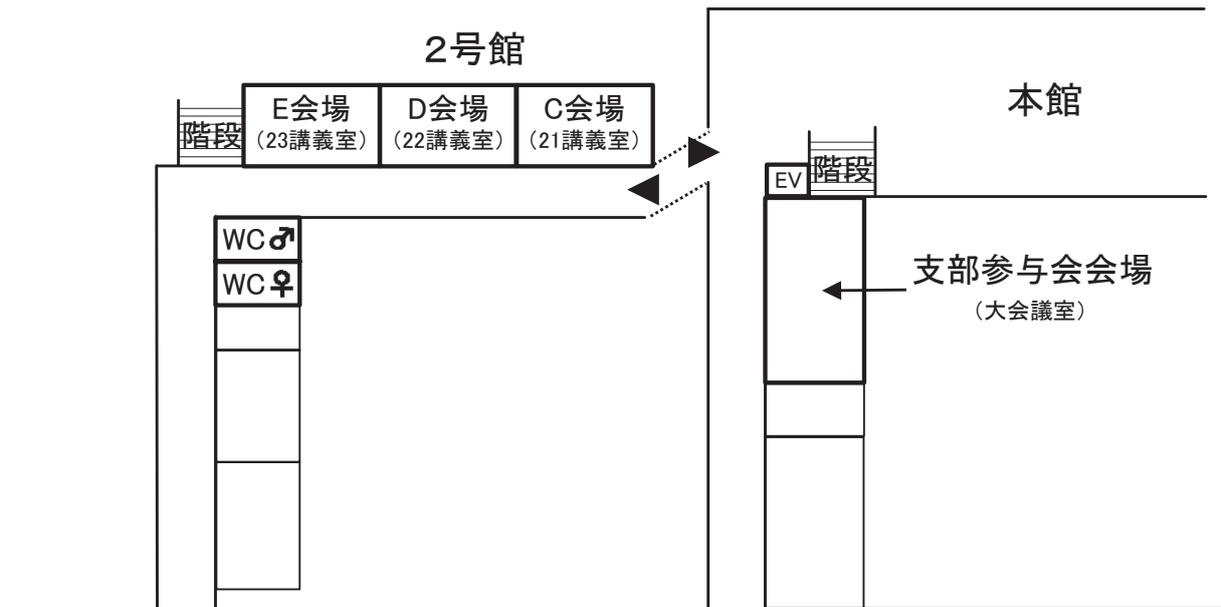
会場案内図 1

シンポジウム会場, C~E 会場

1 階



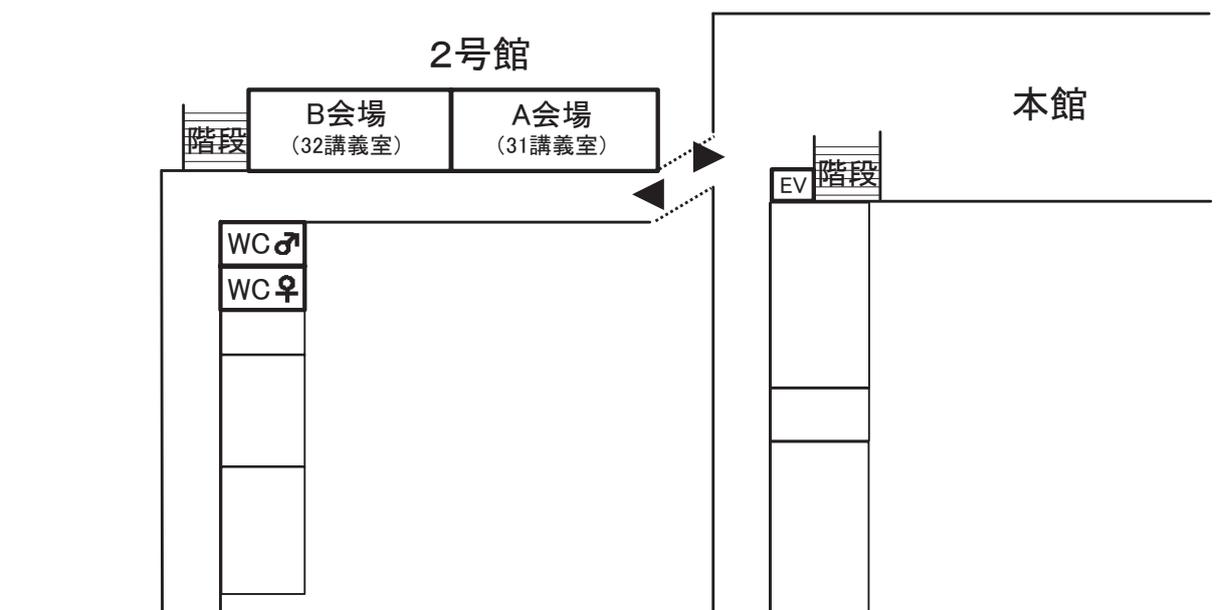
2 階



会場案内図 2

A・B会場

3階



講 演 会

プ ロ グ ラ ム

学会創立100周年記念
日本農芸化学会2024年度中四国支部大会（第69回講演会）
プログラム

第1日目：9月19日（木） 愛媛大学農学部 大講義室

12:30～13:00 授賞式

第10回（2024年）日本農芸化学会中四国支部功労賞

加藤純一（広島大院・統合生命）

神崎 浩（岡山大院・環境生命）

金 哲史（高知大・農林海洋）

中川 強（島根大院・農）

2024年度 日本農芸化学会中四国支部奨励賞

中村俊之（岡山大院・環境生命）

花木祐輔（香川大・農）

向井理恵（徳島大・生物資源）

第7回（2024年）日本農芸化学会中四国支部技術賞

溝手晶子，角田省二，宮田 学，里内和弘（ナガセヴィータ(株)）

13:05～14:25 受賞講演

2024年度日本農芸化学会中四国支部奨励賞受賞講演

「植物性食品成分の生体調節機能に関する研究」

中村俊之（岡山大院・環境生命）

座長 中村宜督（岡山大院・環境生命）

「線維環境下での細胞応答に着目した創薬シーズの探索および合成」

花木祐輔（香川大・農）

座長 田中直孝（香川大・農）

「フラボノイドの体内動態に影響する要因に関する多角的研究」

向井理恵（徳島大・生物資源）

座長 田井章博（徳島大・生物資源）

第7回（2024年度）日本農芸化学会中四国支部技術賞受賞講演

「低分子食物繊維素材：環状四糖水飴「テトラリング®」の開発」

溝手晶子，角田省二，宮田 学，里内和弘（ナガセヴィータ(株)）

座長 中村宜督（岡山大院・環境生命）

14:25～15:25 日本農芸化学会副会長特別講演
「ビールと微生物 ～おいしさの秘密は酵母と微生物制御～」
山岸裕美（アサヒグループホールディングス(株)）
座長 山内 聡（愛媛大院・農）

15:35～16:35 産学連携シンポジウム「新たな産学連携による地域創生」
座長 菅原卓也（愛媛大院・農）
岡本威明（愛媛大・教）
「ヘルスサイエンス領域における微生物を用いた物質生産」
田畑和彦（キリンホールディングス(株)・バイオプロセス技研）
「循環型タンパク質としてのコオロギ活用について」
渡邊崇人（(株)グリラス）
「香川で育つ希少糖」
吉原明秀（香川大・国際希少糖）

第2日目：9月20日（金） 愛媛大学農学部

9:30～11:45	一般講演（午前の部）	（A～E会場）
12:00～12:50	支部参与会	（大会議室）
13:15～14:30	一般講演（午後の部）	（A～E会場）

◇ 一般講演プログラム

A会場（31 講義室）「微生物」

下線*の演題は、支部優秀発表賞審査の対象となります。

- A-1* 9:30 *Klebsiella oxytoca* 由来組換えリビトールデヒドロゲナーゼの還元反応における諸性質の検討
○松本真侑, 吉田裕美^{1,2}, 吉原明秀^{2,3}
(香川大院・農,¹香川大・医,²香川大・国際希少糖,³香川大・農)
- A-2* 9:42 Cyclo(Leu-Phe) oxidase が触媒する Trp 残基を含む環状ジペプチドの脱水素反応初期における反応性の評価
○猪口慧悟, 坂口幸士朗, 仁戸田照彦, 神崎 浩
(岡山大院・環境生命)
- A-3* 9:54 オリーブ葉成分 oleuropein の麹菌固体培養による変換
○木村光喜, 三宅剛史¹, 伊藤一成¹, 渡邊 淳², 山下秀行³, 吉田靖弘⁴, 徐 恵美⁴, 菊地敬一⁴, 深野夏暉, 仁戸田照彦, 神崎 浩
(岡山大院・環境生命,¹岡山県・工技セ,²島津製作所,³樋口松之助商店,⁴日本オリーブ)
- A-4* 10:06 *Pseudomonas iranensis* SI14 由来 L-ホモアルギニン脱水素酵素の生理的役割に関する考察
○久世健人, 坂本悠馬, 加藤伸一郎¹, 村松久司²
(高知大院・農林海洋,¹高知大・総研セ,²高知大・農林海洋)
- A-5* 10:18 *Pseudomonas cichorii* ST-24 由来 D-タガトース-3-エピメラーゼを用いたケトヘプトースのエピ化反応
○綿貫花菜, 高松陽太, 望月 進^{1,2}, 花木祐輔^{1,2}, 吉田裕美^{2,3}, 神鳥成弘^{2,3}
何森 健^{1,2}, 吉原明秀^{1,2}
(香川大院・農,¹香川大・農,²香川大・国際希少糖,³香川大・医)

10:30-10:45 時間調整

下線*の演題は、支部優秀発表賞審査の対象となります。

- A-6 10:45 欠失変異体を用いたウルバン資化細菌のウルバン分解経路の解明
○木村友紀, 國信龍馬¹, 大西浩平¹
(高知大院・農林海洋, ¹高知大・農林海洋)
- A-7* 10:57 柑橘病原菌に抗菌活性を示す *Bacillus* 属細菌の生産物質の検討
○嶋崎颯真, 山内 聡, 西脇 寿
(愛媛大院・農)
- A-8* 11:09 担子菌 *Flammulina velutipes* (エノキタケ) の子実体形成に関わる遺伝子の探索
○多田遥香, Cesur Aylin¹, 麻田恭彦², 渡邊 彰²
(香川大院・農, ¹愛媛大院・連農, ²香川大・農)
- A-9* 11:21 出芽酵母の SAM 輸送に関与する Ssg1 による寿命延長メカニズム
○川寄紗矢佳, 堤 麻結, 益村晃司, 金井宗良¹, 米山香織², 河田美幸²,
関藤孝之², 小川貴史, 水沼正樹
(広島大院・統合生命, ¹酒総研, ²愛媛大院・農)
- A-10 11:33 高知県清酒酵母のストレス耐性と糖資化性の評価
○荒木鷹寧, 前田祐里, 村松久司¹, 土居睦卓², 甫木嘉朗²
(高知大院・農林海洋, ¹高知大・農林海洋, ²高知県・工技セ)

11:45-13:15 昼休憩

下線*の演題は、支部優秀発表賞審査の対象となります。

- A-11 13:15 古紙を原料とする白色腐朽菌を用いたエタノール生産
○西川拓海, 堀沢 栄
(高知工大院・工)
- A-12 13:27 コリネ型細菌における RNase の改変が芳香族アミノ酸生産に与える影響
○坂本竣亮¹, 松谷峰之介², 片岡尚也^{3,4}, 松下一信^{4,5}, 薬師寿治^{3,4}
(¹山口大院・創成科学, ²東京農大・生物産業, ³山口大・研究推進,
⁴山口大・中高温微研セ, ⁵山口大・農)
- A-13 13:39 ブタノールとイソブタノールを基質とする酢酸菌膜結合型脱水素酵素の同定と機能解析
○馬淵 奏, 片岡尚也^{1,2}, 松下一信^{1,3}, 薬師寿治^{1,2}
(山口大院・創成科学, ¹山口大・研究推進, ²山口大・中高温微研セ, ³山口大・農)
- A-14* 13:51 ヤマブシタケ抽出物によるう蝕原性細菌 *Streptococcus mutans* のバイオフィルム阻害
○Siddiqa Ayesha^{1,2}, 森川真有², 松田睦実³, 石丸隆行³, 阿座上弘行^{1,2,4}
(¹鳥取大院・連農, ²山口大・農, ³宇部フロ短大・食物栄養,
⁴山口大・中高温微研セ)
- A-15 14:03 *Gluconobacter japonicus* 由来機能未知キノプロテイン PQQ5 の生化学的解析
竹内 秀, ○片岡尚也^{1,2}, 松下一信^{2,3}, 薬師寿治^{1,2}
(山口大院・創成科学, ¹山口大・研究推進, ²山口大・中高温微研セ, ³山口大・農)

B会場（32講義室）「動物，食品」

下線*の演題は，支部優秀発表賞審査の対象となります。

- B-1* 9:30 ペルオキシレドキシシ様ダニアレルゲンは自然免疫を賦活化してアレルギー病態を悪化させる
○渡部玲央，田実大和，水流大志，武藤 慧，河本正次
(広島大院・統合生命)
- B-2* 9:42 免疫グロブリン製剤の新たなT細胞活性化抑制機構
○藤井千咲，森田彩花，渡邊優斗，堀 采音，中の三弥子，河本正次
(広島大院・統合生命)
- B-3* 9:54 Estimation of lipase inhibitory effects of persimmon leaf tea with oil and sucrose
○Mohammad Ariful Islam Bhuiya¹, Toshiya Matsumoto², Keisuke Yoshikiyo^{1,2}, Kaeko Murota^{1,2}
(¹UGSAS, Tottori Univ., ²Fac. Life Environ. Sci. Shimane Univ.)
- B-4 10:06 ストレプトコッカス属細菌由来グルコシルトランスフェラーゼの活性阻害物質の探索
○畑中唯史，楊 靈麗，逸見健司，木下 颯¹，阿座上弘行^{1,2}
(岡山生物研，¹山口大院・創成科学，²山口大・中高温微研セ)
- B-5 10:18 トウガラシ属9栽培種における果実色と一重項酸素の消去能との強い相関
○楊 靈麗，畑中唯史，加藤奈々¹，吉金 優¹，逸見健司
(岡山生物研，¹ノートルダム清心・食品栄養)

10:30-10:45 時間調整

下線*の演題は、支部優秀発表賞審査の対象となります。

- B-6* 10:45 フラボノイド類の複数同時処理が抗炎症作用に及ぼす影響
○福間淳一，宗正晋太郎，村田芳行，中村宜督，中村俊之
(岡山大院・環境生命)
- B-7* 10:57 n-3系およびn-6系脂肪酸による抗炎症作用の比較
○酒井千夏，宗正晋太郎，村田芳行，中村宜督，中村俊之
(岡山大院・環境生命)
- B-8* 11:09 過酸化水素毒性に対するフラボノール類の細胞保護効果の比較
○原田智史，宗正晋太郎，村田芳行，中村宜督，中村俊之
(岡山大院・環境生命)
- B-9* 11:21 ケルセチン抱合体代謝物のアセトアルデヒドに対する細胞保護作用
○大野修平，佐藤あやの¹，宗正晋太郎，村田芳行，中村俊之，中村宜督
(岡山大院・環境生命，¹岡山大院・ヘルスシステム)
- B-10* 11:33 フラボノール類の体内動態の比較
○橋本 淳，宗正晋太郎，村田芳行，中村宜督，中村俊之
(岡山大院・環境生命)

11:45-13:15 昼休憩

下線*の演題は、支部優秀発表賞審査の対象となります。

- B-11*** 13:15 テトラメトキシルテオリンの破骨細胞分化抑制効果
○小野遥香¹，藤岡 舞²，金 仁恵²，西脇 寿^{1,3}，戒能亮太²，芝美優香²，
中田晶大⁴，今井祐記^{3,4,5}，菅原卓也^{1,3}，西 甲介^{1,3}
(¹愛媛大院・農，²愛媛大・農，³愛媛大・食品セ，⁴愛媛大院・医，
⁵愛媛大・プロテオセ)
- B-12*** 13:27 緑茶カテキン EGCG の細胞外小胞を介した生体調節作用に関する研究
○坂本希美，村田 希，丸亀裕貴¹，藤村由紀¹，立花宏文¹
(愛媛大院・農，¹九大院・農)
- B-13*** 13:39 緑茶カテキン EGCG の筋線維型変換作用に関する研究
○堀妃麻利，村田 希，丸亀裕貴¹，藤村由紀¹，立花宏文¹
(愛媛大院・農，¹九大院・農)
- B-14*** 13:51 イソコロナリン D の抗炎症効果に関する研究
○中川一志¹，石田萌子^{1,2}，西 甲介^{1,2}，吉野七海³，恩田浩幸³，菅原卓也^{1,2}
(¹愛媛大院・農，²愛媛大・食品セ，³エスビー食品 (株))
- B-15*** 14:03 香辛料エタノール抽出物の組合せによる抗炎症効果に関する研究
○伊東周馬¹，西 甲介^{1,2}，石田萌子^{1,2}，恩田浩幸³，菅原卓也^{1,2}
(¹愛媛大院・農，²愛媛大・食品セ，³エスビー食品 (株))

C会場（21 講義室）「生物化学工学，植物」

下線*の演題は，支部優秀発表賞審査の対象となります。

- C-1* 9:30 ナノバイオ界面における機能的タンパク質固定化のための分子設計および固定化特性評価
○川上達磨，今村維克，今中洋行
(岡山大院・環境生命)
- C-2* 9:42 竹と食品廃棄物を固体培地としたセルロース加水分解酵素の生産
○奥野眞七聖，佐々木千鶴¹，松浦一雄²，大政健史³
(徳島大院・創成科学，¹徳島大・生物資源，²ナノミストテクノ(株)，³阪大院・工)
- C-3* 9:54 木材廃材を利用したセルラーゼ・ヘミセルラーゼの生産
○志摩大斗，佐々木千鶴¹，松浦一雄²，大政健史³
(徳島大院・創成科学，¹徳島大・生物資源，²ナノミストテクノ(株)，³阪大院・工)
- C-4 10:06 カンアオイの香気成分多様性とフェニルプロペン O-メチル化酵素の機能解析
○肥塚崇男，奥山雄大¹，福島健児²，山田泰之³，小埜栄一郎⁴，小崎紳一
(山口大院・創成科学，¹科博・植物研究，²遺伝研・植物進化，³神薬大・薬，⁴サントリーグローバルイノベ(株))
- C-5* 10:18 トマト果実における植物内在性基質を利用したラズベリーケトン生産
○吉田恵祐，杉本貢一¹，肥塚崇男
(山口大院・創成科学，¹筑波大・生命環境)

10:30-10:45 時間調整

下線*の演題は、支部優秀発表賞審査の対象となります。

- C-6* 10:45 ゲノム情報を利用したアイズプラントの塩輸送体の同定
○真壁幸優姫, 豊倉浩一¹, 内藤 健², 南平眞実¹, 秦 東¹, 深澤壽太郎¹,
草場 信¹, 上田晃弘¹
(広島大・生物生産, ¹広島大院・統合生命, ²農研機構)
- C-7* 10:57 イネの塩アルカリストレス応答機構の解明
○近藤美月, 南平眞実, Tanee Sreewongchai¹, 上田晃弘
(広島大院・統合生命, ¹カセサート大・農)
- C-8 11:09 イネおよびその他植物の形質転換に適用可能な簡便かつ多様なクローニングシステムの開発
○荒谷寧音^{1,2}, 志水佐江³, 佐藤 豊³, 蜂谷卓士^{1,2}, 中川 強^{1,2}
(¹島根大院・自然科学, ²島根大・遺伝子, ³国立遺伝研)
- C-9 11:21 Development of ExBoost Gateway cloning system facilitates preparation of GAL4/UAS constructs for plants and enhancement of expression in various promoters
○Mostafa Aboulela, Yuya Yamada, Neo Araya, Sumie Ishiguro¹, Takushi Hachiya,
Hironaka Tsukagoshi², Tsuyoshi Nakagawa
(Dep. Mol. Func. Genomics, Shimane Univ., ¹Grad. Sch. Agr. Nagoya Univ.,
²Fac. Agr. Meijo Univ.)

11:33-13:15 昼休憩

下線*の演題は、支部優秀発表賞審査の対象となります。

C-11* 13:15 細胞質型アスコルビン酸ペルオキシダーゼ 1 による DNA 損傷応答制御と細胞死の関係

○佐藤沙月, 菊樂香奈, 三富 弦, 石川孝博, 丸田隆典
(島根大院・自然科学)

C-12* 13:27 アスコルビン酸再生変異株の光酸化的ストレス感受性

○濱田あかね^{1,2}, 石川孝博^{1,2}, 丸田隆典^{1,2}
(¹島根大院・自然科学, ²鳥取大院・連農)

C-13 13:39 *Euglena gracilis* の増殖過程に及ぼす弱光ストレスの影響

○宮腰峻平¹, 漆原華保², 松澤芳彦², 福井優介², 前田淳史², 梶山博司^{1,2,3}
(¹徳島文理大院・工, ²徳島文理大・理工, ³徳島文理大・未来研)

C-14* 13:51 Cytosolic acidification and cellular oxidation are toxic mechanisms of SO₂ in *Arabidopsis thaliana*

○Mahdi Mozhgani, Lia Ooi¹, Christelle Espagne², Sophie Filleur², Izumi C. Mori³
(岡山大院・環境生命, ¹ナガセヴィータ (株), ²パリ=サクレ大学,
³岡山大・植物研)

D 会場（22 講義室）「微生物，食品」

下線*の演題は，支部優秀発表賞審査の対象となります。

D-1* 9:30 ピロリン-5-カルボン酸レダクターゼへの変異導入による酵素活性への影響
○伊澤命吹，林 順司¹，川上竜巳¹，金丸 芳¹，大島敏久²，櫻庭春彦³
(徳島大院・生物資源，¹徳島大・生物資源，²大工大・工，³香川大・農)

D-2* 9:42 PL 法を用いた大腸菌ペリプラズム蛋白質相互作用因子の検索
○水関海里，小室美雨¹，中山さくら¹，秋田 充
(愛媛大院・農，¹愛媛大・農)

D-3 9:54 *Apilactobacillus kunkeei* のゲノムの相同性に基づく分類の問題点
○前野慎太郎
(山口大・農)

D-4* 10:06 ゲノム解析から見た *Geobacillus stearothermophilus* の菌種内多様性
○荒金青空，佐藤 悠，橋野正紀¹，前野慎太郎
(山口大・農，¹感染研・病原体ゲノム)

D-5* 10:18 異なる2種の菌株から見出したアカモクフコイダン低分子化酵素の諸性質
○藤田太洋，川口紗季¹，八木寿梓²，鈴木宏和²，大城 隆²
(鳥取大院・持社創生，¹鳥取大・工，²鳥取大院・工)

10:30-10:45 時間調整

下線*の演題は、支部優秀発表賞審査の対象となります。

- D-6 10:45 ガゴメコンブフコイダン脱硫酸化酵素 Swsu4 の酵素化学的諸性質
○堀井悠暉, 八木寿梓¹, 鈴木宏和¹, 大城 隆¹
(鳥取大院・持社創生, ¹鳥取大院・工)
- D-7 10:57 ‘愛媛果試第48号’およびナリルチンの抗炎症作用
○奥山 聡, 大政俊樹, 武田大地¹, 天倉吉章, 菊地毅洋², 笹山新生², 澤本篤志,
内倉 崇¹, 好村守生, 中島光業
(松山大院・医療薬学, ¹松山大・薬, ²愛媛農研果樹研セ・みかん研)
- D-8* 11:09 リポ多糖誘発慢性炎症モデルマウスに対する 3,5,6,7,8,3',4'-heptamethoxyflavone の脳
保護作用
○大政俊樹, 澤本篤志, 中島光業, 奥山 聡
(松山大院・医療薬学)
- D-9* 11:21 腸内細菌代謝産物 HMAPA の adenine 腎炎モデルマウスにおける腎臓保護効果
○江井くるみ, 工藤綾音¹, 大瀬戸遥¹, 田川 岳², 吉野 進²,
Thanutchaporn Kumrungsee¹, 矢中規之¹
(広島大・生物生産, ¹広島大院・統合生命, ²丸善製薬)

11:33-13:15 昼休憩

下線*の演題は、支部優秀発表賞審査の対象となります。

D-11* 13:15 酸性アミノ酸含有ジペプチドの抗アレルギー効果に関する研究

○尾崎愛花里, 石田萌子^{1,2}, 西 甲介^{1,2}, 菅原卓也^{1,2}

(愛媛大・農,¹愛媛大院・農,²愛媛大・食品セ)

D-12* 13:27 クローブの脱顆粒抑制効果に関する研究

○岡田侑明果¹, 石田萌子^{1,2}, 西 甲介^{1,2}, 恩田浩幸³, 菅原卓也^{1,2}

(¹愛媛大院・農,²愛媛大・食品セ,³エスビー食品(株))

D-13* 13:39 センジュサイ葉エタノール抽出物の破骨細胞分化抑制作用に関する研究

○濱田皓平¹, 石田萌子^{1,2}, 西 甲介^{1,2}, 伊藤 亮³, 菅原卓也^{1,2}

(¹愛媛大院・農,²愛媛大・食品セ,³シーシーアイ(株))

D-14* 13:51 ハダカムギふすま水溶性抽出物の脱顆粒抑制効果に関する研究

○濱本成美¹, 石田萌子^{1,2}, 西 甲介^{1,2}, 菅原卓也^{1,2}

(¹愛媛大院・農,²愛媛大・食品セ)

E 会場（23 講義室）「有機化学，天然物」

下線*の演題は，支部優秀発表賞審査の対象となります。

E-1* 9:30 *Pochonia suchlasporia* が固体培養において生産する異なる α -ピロン部位を有する asteltoxin 類

○加藤陽輝，神崎 浩，仁戸田照彦

（岡山大院・環境生命）

E-2* 9:42 スダチ果汁由来の神経突起形成促進物質

○宮崎さほ，古賀武尊¹，田井章博¹

（徳島大院・創成科学，¹徳島大・生物資源）

E-3* 9:54 トマト脇芽廃棄物由来の脱顆粒抑制物質

○山田沙羅，古賀武尊¹，田井章博¹

（徳島大院・創成科学，¹徳島大・生物資源）

E-4* 10:06 動物の消化管に含まれるグリコサミノグリカンの組成分析

○北井悠仁¹，武田-奥田尚子²，延水 晶²，田村純一^{1,2}

（¹鳥取大院・持社創生，²鳥取大・農）

E-5 10:18 新規 Vibsanin A 誘導体の合成と生物活性の評価

○高淵大斗，畠中聡之，柳田 亮¹，花木祐輔¹

（香川大院・農，¹香川大・農）

10:30-10:45 時間調整

下線*の演題は、支部優秀発表賞審査の対象となります。

- E-6* 10:45 マトリグリカン長鎖オリゴ糖の合成とそのクラスター化
○小寺康太¹, 田口遥斗², 望月楽斗², 田村敬裕³, 田村純一^{1,2,3}
(¹鳥取大院・持社創生, ²鳥取大・生命環境, ³鳥取大院・連農)
- E-7* 10:57 マトリグリカンオリゴ糖立体異性体の合成と配座解析
○田口遥斗¹, 小寺康太², 田村純一^{1,2}
(¹鳥取大・農, ²鳥取大院・持社創生)
- E-8* 11:09 Cyanobacterin の新規合成経路の開発
○竹本 遥, 山内 聡, 西脇 寿
(愛媛大院・農)
- E-9* 11:21 3-(1-aryl-1-hydroxyprop-2-yl)coumarin と 3 置換 α -benzylidene- γ -butyrolactone の立体異性体の合成と, 植物生長抑制活性と抗カビ活性の評価
○三木梨花, 西脇 寿, 秋山浩一¹, 山内 聡
(愛媛大院・農, ¹愛媛大・学術支援セ)

11:33-13:15 昼休憩

下線*の演題は、支部優秀発表賞審査の対象となります。

E-11* 13:15 1-置換 benzyl-2-methylbenzimidazole 誘導体の昆虫ホルモン初期応答遺伝子発現に与える影響

○郭 維軻, 末吉歩夢, 塩月孝博¹
(島根大・自然科学, ¹島根大・生資料)

E-12* 13:27 KK-42 投与がカイコのホルモン応答遺伝子発現に与える影響

○吉川哲矢, 尾添富美代, 塩月孝博
(島根大・生資料)

E-13* 13:39 1-benzyl-2-methylbenzimidazole 誘導体の benzyl 基上の置換基と昆虫成長阻害活性の関係

○井上鼓捺, 逸見周平, 塩月孝博¹
(島根大院・自然科学, ¹島根大・生資料)

E-14* 13:51 Synthesis and insecticidal Activity of Benzimidazole with Heterocycles

○Sahan Gunasekara, Konatsu Inoue¹, Takahiro Shiotsuki^{1,2}
(UGSAS, Tottori Univ., ¹Grad. Sch. Nat. Sci. Shimane Univ.,
²Fac. Life Environ. Sci. Shimane Univ.)

支部功勞賞受賞者紹介

支部奨励賞受賞者講演

支部技術賞受賞者講演

講演要旨

第 10 回（2024 年）日本農芸化学会中四国支部功労賞 受賞者紹介

加藤 純一 広島大学大学院総合生命科学研究科 教授

2003-2004 年度庶務幹事，2015-2018 年度広島県代表幹事，2021-2022 年度第 11 代支部長。学会理事，BBB 編集委員，広報委員，学術活動強化委員，代議員を歴任し，2023 年度全国大会実行委員長として大会成功に尽力。細菌の走化性の分子生体工学的研究と，微生物機能を活用するケミカル生産に関する研究成果を多数発表。

神崎 浩 岡山大学学術研究院環境生命自然科学学域 教授

支部設立時の庶務幹事，2011-2014 年度岡山県代表幹事。学会本部では広報委員会委員長として 2 期 4 年間，監事として 2 期 4 年間，副会長として 2021 年より 2 年間重責を担った。この間に 100 周年記念担当理事も兼任。また創立以来支部講演会に，ほぼ全て参加。微生物機能を活かした生物活性物質の生産など，幅広い研究成果を数多く発表。

金 哲史 高知大学農林海洋科学部 教授

2011-2012 年度の高知県代表幹事。また第 35 回講演会（例会）と 2016 年度支部大会（第 46 回講演会）の実行委員長を務め，さらに第 22 回市民フォーラムの世話人も務めた。植物と昆虫間の寄主選択に関する化学生態学的解明について研究を行い，数々の研究成果。2002 年支部奨励賞を受賞。

中川 強 島根大学学術研究院農生命科学系 教授

2015-2019 年度島根県代表幹事，2017-2019 年度庶務幹事，2005 年から現在まで支部評議員・参与を歴任。第 47 回支部講演会と第 33 回市民フォーラムの世話人，2016-2020 年には農芸化学会代議員，2017-2021 年 BBB 編集委員。植物への遺伝子導入技術を開発，植物遺伝子研究で優れた成果。2008 年及び 2017 年 BBB 論文賞を受賞。

文責 庶務幹事 阿野嘉孝（愛媛大院・農）
(50 音順，敬称略)

植物性食品成分の生体調節機能に関する研究

中村俊之（岡山大院・環境生命）

近年、高齢者や生活習慣病患者の増加に伴い、食品の三次機能に対する期待が高まり、数多くの機能が示されている。中でも、ポリフェノール類や含硫化合物などの植物性食品成分は疾病予防・健康長寿に資する食品成分としての期待が高い。一方で、食品成分は必ずしも生体に有効的に働くわけではなく、飲酒、喫煙や既往歴などによって、その摂取が生体に悪影響を及ぼす可能性が示唆されている。この原因の一つとして、機能性の発現機構が十分に解明されていないことが挙げられる。そこで我々は、食品の機能性/安全性の観点から、植物性食品成分の生体調節機能とその作用機構に関する研究を行なっている。本講演では、含硫化合物の一つであるイソチオシアネート類に関して得られた知見を紹介する。

イソチオシアネート (ITC) 類はアブラナ科植物に含まれる含硫化合物であり、疾患予防や健康増進に寄与する食品成分の一つである。ITC 類は共通構造として ITC 基 ($-N=C=S$) を有しており、その中心の炭素がタンパク質システイン残基のチオール基と直接的、またはチオール交換反応を介してジチオカルバメートを形成する。この化学反応が ITC の有する生体調節機能に寄与すると考えられており、代表的な例として、Keap1 タンパク質のシステイン残基と ITC が相互作用することにより第二相薬物代謝酵素群の発現が誘導されることが報告されている。しかしながら、ITC とチオール基の反応は安定性が低いため、ITC の標的となるタンパク質の同定は十分になされていない。一方、ITC はタンパク質中アミノ基とも反応し、安定なチオウレアを形成する。チオウレアは不可逆であるものの、この反応を介した ITC の生体調節機能に関する知見は非常に限られている。そこで我々は、ITC とアミノ基の反応性を評価するとともに、アミノ基を介した ITC 結合分子の同定とその結合による生体調節機能の解明を試みた。

まず、中性条件下での ITC とタンパク質アミノ酸残基との反応性を評価した。モデルタンパク質と Allyl ITC (AITC) を反応させ、プロテアーゼによる分解後、LC-MS/MS 分析を行なったところ、リシン残基の ϵ -アミノ基と AITC の安定な付加体の形成が確認できた。次に、ITC と反応性が高いチオール基からリシン残基のアミノ基への ITC の転移反応を評価した。その結果、ITC とチオール基の付加体量の減少に伴い、 ϵ -アミノ基付加体が検出された。これにより、ITC は優先的にシステイン残基と反応するものの、その反応は不安定なため、解離した ITC がリシン残基と反応し安定な付加体を形成することが示唆された。

次に、アミノ基を介して ITC と相互作用する生体分子の同定を試みた。マウスマクロファージ細胞株 RAW264.7 に Benzyl ITC (BITC) を処理し、細胞培養液を LC-MS/MS で分析した。その結果、BITC 処理濃度・時間依存的に BITC とエタノールアミン (EA) の付加体が検出された。次に、BITC 処理したホスファチジルエタノールアミン (PE) を含むリポソームを RAW264.7 細胞に処理し、BITC と EA の付加体の検出を試みたところ、培養液から BITC-EA 付加体が検出された。これらの結果から、BITC は PE と付加体を形成し、細胞内に存在するホスホリパーゼが作用することで BITC-EA 付加体が培養液中に放出されることが示唆された。

さらに、BITC のタンパク質への修飾を特異抗体を用いて確認した。BITC 処理した RAW264.7 細胞の溶解液を Western blotting したところ、いくつかの BITC 修飾タンパク質の存在が確認できた。そこで、細胞溶解液を特異抗体で免疫沈降し、BITC 修飾タンパク質の同定を試みたところ、Cleaved caspase-3 が検出された。BITC 処理により Caspase-3 活性が減少していたことなどの結果から、BITC は Caspase-3 と相互作用することによりその活性を負に制御している可能性が示唆された。

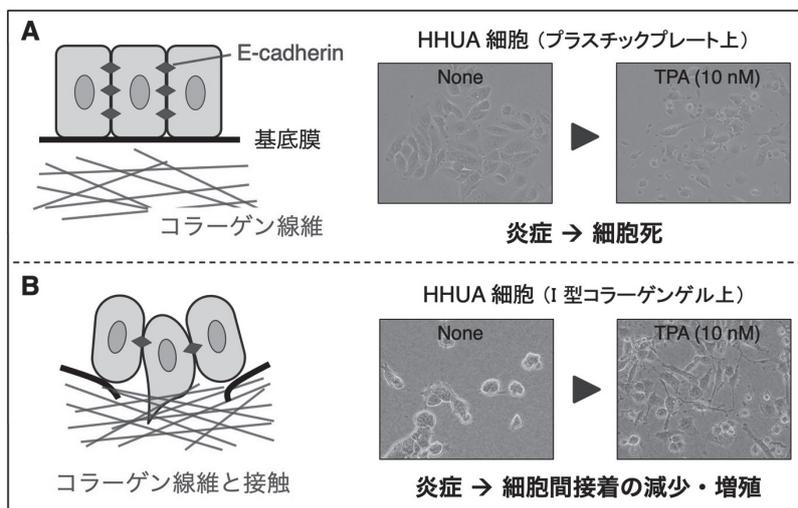
線維環境下での細胞応答に着目した創薬シーズの探索および合成

花木祐輔（香川大・農）

コラーゲンは細胞外マトリックスを構成する主要なタンパク質であり、I型コラーゲンなどの線維性コラーゲンは各種組織の形態維持に必須の役割を果たしている。正常な上皮細胞は基底膜によって細胞外マトリックスとは隔てられているが（図 A）、がん化して他の組織へと転移する過程ではコラーゲン線維の中を通過すると考えられる（図 B）。本研究室では、I型コラーゲン線維が豊富に存在する微小環境が、細胞の増殖や転移、悪性化に関与している可能性を考えた。そこで、子宮内膜がん由来 HHUA 細胞を通常のプラスチックプレート上および I 型コラーゲングル上で培養し、各種薬剤に対する細胞応答を比較した。その結果、HHUA 細胞を炎症誘導剤（12-*O*-tetradecanoylphorbol 13-acetate, TPA）で処理すると、通常培養時は細胞死が誘導されるのに対し、コラーゲングル上培養時は E-cadherin（細胞間接着を担うタンパク質）の発現が減少するとともに増殖速度が増大することが明らかになった¹⁾。従って、I 型コラーゲン線維は、炎症によって排除されるべき疾患細胞を保護し、逆に運動能や増殖能を増大させている可能性が示唆された。そこで本研究では、コラーゲン線維上でのみ引き起こされる特異な炎症応答を阻害する天然物を探索し、線維化疾患の治療薬シーズを開発することにした。

HHUA 細胞は細胞間接着を失うことにより顕著な形態変化を示すことから（図 B）、細胞形態を指標としたスクリーニングによって E-cadherin を保護する天然物を探索した。その結果、シソ科植物・ハマゴウの抽出物に形態変化抑制作用を見だし、各種クロマトグラフィーによって vitetrifolin D (**1**) および新規スピロラブダン型ジテルペノイド **2** を単離した。ウエスタンブロッティングにより、**1** は TPA 処理による E-cadherin の分解を抑制することが確認された²⁾。一方、**2** は細胞毒性が強く、細胞生存率に影響がない濃度域では他の生物活性を検出できなかったが、その細胞毒性は同様の骨格を有する既知のラブダン型ジテルペノイド類よりも

1 オーダー高いことが判明した³⁾。現在、E-cadherin 保護活性の発現に関わる構造因子を明らかにするために、**1** の誘導体の合成および構造活性相関研究を進めている。今後、大量供給可能な単純化アナログを創出し、作用機構の解明や、がんや婦人科疾患に対する治療効果を検証することを目指している。



参考文献

- 1) Hanaki, Y. *et al.*, *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **2022**, *86*, 1417–1422.
- 2) Hanaki, Y. *et al.*, *BPB Reports* **2023**, *6*, 103–107.
- 3) Hanaki, Y. *et al.*, *Results Chem.* **2024**, *7*, 101512.

フラボノイドの体内動態に影響する要因に関する多角的研究

向井理恵（徳島大・生物資源）

植物性食品に含まれる機能性成分・フラボノイドは種々の生物活性が報告され、一部は特定保健用食品に利用されるなど、その健康増進作用が活用されている。生体での活性発現を推定するためには吸収・代謝から排せつといった体内動態の解明は必須であり、フラボノイドについても基本的な体内動態は解明されてきた。本発表ではこれらの既知情報を深化させることを目的とし、フラボノイドの体内動態に影響する要因に関する研究成果を報告する。

1：緑茶カテキン (GTC)の吸収に対するチョコレートの影響 (*Food Funct.*, 2021;12:408-416)

フラボノイド類の吸収は共存成分の影響をうけることが知られている。GTC は幅広い健康増進効果を示すが、苦味があるため嗜好上の抵抗がある。本研究では、この苦味を緩和することを目的とした GTC 含有チョコレートを研究材料とした。まず、22 歳の健康な女性 5 名を対象に GTC である (-)-エピカテキン (EC), (-)-エピガロカテキン (EGC), (-)-エピカテキンガラレート (ECg), (-)-エピガロカテキンガラレート (EGCg)の吸収に対するチョコレートの食品マトリックス効果を評価した。この単回摂取実験では、ECg および EGCg の血漿中濃度はチョコレートによって減少したが、EC および EGC の血漿中濃度は減少しなかった。この試験において血漿中抱合代謝物の割合を算出したところ、チョコレートの影響は認められなかった。この試験の結果から、チョコレートはフードマトリックスとして GTC の血漿中濃度に影響を与えることが明らかとなり、その影響は GTC の構造によって異なることが示された。続いて、22 歳の女性 5 名を対象に GTC 含有チョコレートを 14 日間毎日摂取した場合の血漿中濃度を測定した。ECg は摂取前と比較して 14 日間の摂取で有意に増加した。EGCg は摂取による血漿中濃度の上昇は認められなかった。そこで、ECg と EGCg をほぼ等量で含む混合物を 9 匹のラットに 14 日間投与し、両者の違いを検証した。その結果、ECg の血漿中濃度は EGCg よりも高かった。さらにラットで単回投与試験を行い、経時的な血漿中濃度を測定した。ECg の最大血漿中濃度は EGCg よりも高く、投与 10 時間後の血漿中においても ECg がより多量に検出された。これらの結果から、ECg は 1 日 1 回の摂取で血漿中濃度が高くなっていく一方で、EGCg は 1 日以内に血中から消失することが明らかとなった。

2：プレニル化によるナリンゲニンの体内動態の変化 (*Food Sci. Nutr.*, 2022;10:1070-1080)

プレニル化は生物活性を向上させる構造変換であることが期待されているが、体内動態への影響は不明な点が多い。ホップに含まれる 8-プレニルナリンゲニン (8-PN)はエストロゲン活性や抗筋萎縮作用を有することが報告された有益な食品成分である。この成分の有効利用を目的とし、8-PN の体内動態の特徴を母骨格であるナリンゲニンと比較する研究を行った。C57/BL6 マウスに各フラボノイド混合飼料を 22 日間摂取させたところ、腎臓、肝臓、筋肉、肺、膵臓、心臓および脾臓での 8-PN の蓄積量はナリンゲニンよりも高かった。次に、マウスに 8-PN を経口投与 (投与量 50 mg/kg 体重)し、経時的な血漿中濃度を測定したところ、最大濃度はナリンゲニンより低かったが、摂取 8 時間後の濃度はナリンゲニンより高かった。フラボノイドの血清キャリアタンパク質であるヒト血清アルブミン (HSA)との結合親和性を評価したところ、8-PN はナリンゲニンよりも強く結合することが明らかとなった。ヒト胎児腎由来細胞株 HEK293 細胞を用いた取り込み実験では、8-PN の取り込み量がナリンゲニンより多かった。さらに、フラボノイドの排せつトランスポーターである ATP-binding cassette トランスポーターを阻害した場合に取り込み量が増加しなかったことから、細胞からの排出が起こりにくいことが示唆された。これらの結果から、プレニル化によってフラボノイドの循環時間が長くなることや、臓器からの排せつが遅延する可能性を明らかにした。

低分子食物繊維素材：環状四糖水飴「テトラリング®」の開発

溝手晶子，角田省二，宮田 学，里内和弘（ナガセヴィータ（株））

食物繊維は生活習慣病を予防する観点から、現在の日本人の摂取量が少ない栄養素として厚生労働省が「食品摂取基準」に摂取目標量を定めている。また、糖質の過剰摂取を避けるために、糖質を食物繊維に置換えた低糖質の食品が多く開発されている。一方で、市場にある一般的な食物繊維素材は分子量が大きく粘度が高いことにより作業面での使い勝手の悪さや、最終的な食品の食感や味に悪い影響を及ぼすことが課題である。今回、我々の保有する独自の微生物由来酵素を用いて、分子量が小さく、水飴形態で作業性の良い、さらには食感や味質の良い食物繊維素材の開発を目指した。

開発当初、環状四糖の一種である環状ニゲロシルニゲロース [CNN, cyclo- $\{\rightarrow 3\}$ - α -D-Glcp-(1 \rightarrow 6)- α -D-Glcp-(1 \rightarrow 3)- α -D-Glcp-(1 \rightarrow 6)- α -D-Glcp-(1 \rightarrow)] は、天然では特殊なデキストランであるアルタナンから酵素反応により生成されることは既に報告されていたが、工業スケールでの製法は確立されていなかった。我々は、土壌由来微生物が生産する CNN 生成酵素（6- α -グルコシルトランスフェラーゼと 3- α -イソマルトシルトランスフェラーゼ）を発見し、シクロデキストリングルカノトランスフェラーゼ（CGTase）と共に澱粉に作用させることで CNN の製法を世界で初めて確立した。CNN の生体での消化性を評価したところ、消化酵素によってほとんど分解されず大腸まで到達することが示された。糖質は大腸へ到達し発酵分解を受けると生体のエネルギーになるが、CNN の発酵分解率は 12% と低く、エネルギー換算係数は 0 kcal/kg と算出された。また、食品表示基準の別添で指定されている分析方法によって食物繊維として測定されることが確認され、CNN は他に例を見ない低分子かつゼロキロカロリーの食物繊維と言えることが明らかになった。

CNN 水飴は、澱粉に CNN 生成酵素を作用させて得られた反応溶液をそのまま精製・濃縮することにより得られる。この製法は原料利用効率の高いことが利点であり、サステナブルな製法であるといえる。従来の反応条件で得られる水飴は粘度が高く作業性が悪いという点、水分活性が高く保存性に課題があった。そこで反応条件を詳細に検討し CNN 生成酵素に CGTase とイソアミラーゼを組み合わせることによって、目的とした CNN 水飴を工業スケールで製造することに成功した。本水飴は CNN を主成分とし、分岐 CNN 及び、 α -1,3 あるいは α -1,6 残基からなる直鎖の糖質が含まれる。食物繊維含量は固形分当たり 76% で、消化酵素による分解率（53%）からエネルギー換算係数は 2 kcal/kg と算出された。重量平均分子量は約 800 で既存の食物繊維素材よりも小さく、粘度による課題も解決され、水分活性は酵母が生育しないとされる 0.88 以下であった。加えて CNN 水飴は澱粉の糊化やタンパク質のゲル化への影響が少ないため、既存の高分子食物繊維素材で問題であった物性や味への影響を解決でき、スポンジケーキなどの菓子類をはじめ、植物性タンパク質加工品（プラントベース食品）などへの展開など、幅広い食品へ食物繊維の付与が可能であることが確認できている。CNN 水飴は 2021 年 6 月に商品名：テトラリング®として販売を開始しており、低分子でほのかな甘さであることから、食品加工時の物性に影響を与えずに食物繊維を強化、糖質の置き換えができるとともに、味質も良く、嫌な味やにおいをマスキングするという性質が製パンや製菓を中心に高く評価されている。

CNN 水飴は使いやすい食物繊維素材として健康に寄与するだけでなく、その生理機能も示唆されており、その価値を拡充されることでさらなる展開が期待される。

本成果はナガセヴィータ株式会社（旧 株式会社林原）の研究・開発・営業に携わる多くの方々のご指導とご協力によるものであり、関係したすべての皆様に心より感謝申し上げます。

日 本 農 芸 化 学 会
副 会 長 特 別 講 演

講 演 要 旨

ビールと微生物 ～おいしさの秘密は酵母と微生物制御～

山岸裕美（アサヒグループホールディングス（株））

ビール製造には2つの微生物研究領域がある。ビール造りの主役である酵母の研究と、混入した場合にビールを混濁させるビール混濁微生物の研究である。本講演では、ビール製造における2つの微生物研究領域について紹介する。

ビール酵母は発酵中の挙動から上面発酵ビール酵母と下面発酵ビール酵母に分類される。上面発酵ビール酵母（学名 *Saccharomyces cerevisiae*）は発酵後期に上面に浮き、低温を好まない性質を持つ。一方、下面発酵ビール酵母（学名 *Saccharomyces pastorianus*）は発酵後期にタンク底に沈み、低温を好む性質を持ち、日本で主流となっている下面発酵ビールを製造する。ビール酵母は、麦汁に含まれる糖やアミノ酸を取り込み、発酵期間を経て、アルコールや炭酸ガスだけでなく味や香りの成分も排出する。したがって、ビール製造にとって酵母の発酵能や香気生成能は重要な特性となる。ビール酵母には個性があり、発酵能やアミノ酸取り込み能が高く発酵後に糖やアミノ酸を残さずすっきりした味わいのビールを造る酵母、発酵能やアミノ酸取り込み能が低く糖やアミノ酸を食べ残して甘みや旨味のあるビールを造る酵母、香気生成能が高く華やかな香りのビールを造る酵母、など酵母によって作られるビールが違い差別化することができる。また下面発酵の場合は酵母の凝集性も重要な特性である。下面発酵ビールの製造では発酵後にタンク底に沈んだ酵母を回収し次の発酵に用いるため、凝集能が高いことが製造工程で重要となる。

ビールに生育して混濁させる微生物の種類は限られている。ビールが抗菌作用のあるホップやアルコールを含み、低pHであることから、一般的に微生物の生育が抑えられるためである。主なビール混濁微生物は、*Lactobacillus brevis*, *Pediococcus damnosus*, *Lactobacillus lindneri* などである。ビール混濁微生物はビールを混濁させるだけでなく、異臭の発生や液性の粘質化によってビールの品質を低下させる。したがって、ビールの品質を保証するために、ビール混濁微生物が混入した場合に確実に検出することができる培地や検出方法が重要である。また、代表的なビール混濁性微生物である *Lactobacillus brevis* には、ビールを混濁させる菌と混濁させない菌が存在する。検出した微生物が実際にビールを混濁させる性質を持っているかを判定することも重要である。

ビール酵母は、ビールの味や香りのバリエーションをもたらす。また、ビール混濁微生物を制御することによって、求める品質のビールを造ることができる。酵母とビール混濁微生物の研究が美味しいビールの製造を支えているのである。

産学連携シンポジウム

講演要旨

産学連携シンポジウム

ヘルスサイエンス領域における微生物を用いた物質生産

田畑和彦（キリンホールディングス（株）・バイオプロセス技研）

バイオものづくりとは、遺伝子組換え等で人工的に改変して造成した高性能な微生物株（スマートセル）を用いて物質生産する技術のことです。バイオモノづくりの技術により様々な物質を生産することができれば、従来とは異なる新たな価値を提供できることが期待されています。例えばバイオモノづくりにおいて利用される出発原料は植物由来ブドウ糖など主に持続可能なバイオマスであることから、この技術を用いて化石燃料から造られている既存製品（化学品、燃料）を生産できれば、環境負荷を低減して持続性を有するものへと代替ができることが期待されます。さらに、微生物の代謝や酵素を改良活用することで、複雑な構造であって自然界では希少な成分を大量生産（精密発酵）することが可能となると考えられ、この観点での現在盛んに研究されています。

キリンホールディングスのバイオプロセス技術研究所はグループ会社である協和発酵バイオの研究所を前身として 24 年 1 月に発足しました。キリングループの事業領域は歴史の長い酒類・飲料を中心とした食の領域、抗体などのバイオ医薬品を中心とする医の領域、そして最近注力している機能性の乳酸菌や各種健康機能素材およびそれらを含む商品からなるヘルスサイエンス領域の三つで構成されますが、バイオプロセス技術研究所は、協和発酵バイオの発酵バイオテクノロジー領域を引継ぎ、近年注目を集めているバイオモノづくり領域を中心的に研究する研究所です。本講演では、協和発酵で見出したアミノ酸発酵から端を発した代謝制御発酵、そしてその技術を基盤とし、遺伝子組み換えなどの技術を黎明期から駆使することで発展させてきたヘルスサイエンス領域素材の物質生産に関する事例を紹介します。現状の技術では合成生物学と計算科学を組み合わせるスマートセルを高速で効率的に造り出すための設計-構築-評価-学習からなる DBTL ワークフローを実践することで、バイオものづくりにおけるソフト（菌株）開発のハードルは低くなり裾野も広がっていますが、ここに至る以前は、遺伝子組換え技術も未熟であり微生物の能力を引き出すことも自ずと限られる状況でした。そのような状況下で物質生産の対象を広げるため、プロセス面で編み出した改良についても解説します。

循環型タンパク質としてのコオロギ活用について

渡邊崇人（株）グリラス

様々な社会構造に関わる問題・課題が浮き彫りになって久しいが、昨年から今年にかけてほど、普通に生活をする上でそれを実感することもなかったのではないだろうか。特に、あつという間に様々な食料品の価格が高騰していくのは、「食」に関わる問題を否が応にも意識することになった。今まで通りの食料調達は年々難しくなってきたり、今後もこの傾向は続くと考えられる。また、地球全体で見ると急速に人口が増加し、2050年には約100億人に達すると予想されており、食料特にタンパク質の増産は喫緊の課題である。このような状況の中、昆虫は未活用な部分が多く残されており、新たなタンパク質資源として有望であると考えられている。特に重要な点として、既存の畜産と昆虫によるタンパク質生産を比較すると、飼料変換効率や水資源の必要量、温室効果ガスの排出量の観点で優れており、環境に優しい持続可能なタンパク質源となりうるということが挙げられている。

持続可能な生産に最も重要となるのは、食品残渣を飼料として活用する循環型の生産体制を構築することである。現在、食品残渣等の未利用資源からのコオロギ生産を核とした循環型でのコオロギ生産プロセスの全体設計を進めている。食用コオロギを持続可能なタンパク質生産とするためにも、食品や農業残渣を用いた飼育技術は大変重要であり、年間で何百万トンも排出される小麦や大豆、イモ類などの残渣を活用して動物性タンパク質を生産する技術は、食品残渣の問題を解決する一つの方法としても重要である。これまでに、食品残渣を主原料とする飼料開発を行ってきたが、既存の配合飼料と比較して遜色無いような生育効率の配合比率を見出すことが必要である。様々な食品残渣を入手し、有効な配合割合を検討してきたが、最近になって既存飼料とほぼ同等かそれ以上の生育効率となる配合比率を明らかにすることができた。現在、株式会社グリラスでコオロギに与えている飼料は100%食品残渣由来となっており、循環型食品としての道筋が見えてきたところである。

コオロギの新たなタンパク質資源としての活用方法は、①ヒト向けの直接的な食用タンパク質、②畜水産動物向けの飼料用タンパク質（間接的な食用タンパク質）の2種類の方向性が考えられる。①ヒト向けの直接的な食用タンパク質としての活用については、コオロギ粉末やエキスを外部企業に販売することや、コオロギ粉末を使用した自社商品の開発・販売を進めることで社会実装を行ってきた。社会実装に向けた最も大きな課題が、消費者における心理的なハードル・抵抗感である。最近も、SNS等により様々なネガティブな情報が飛び交い、1種の炎上状態となったことが記憶に新しい方も居られると思う。現在は炎上状態は収まっているが、今後はより丁寧なコミュニケーションを続けながら、ゆっくりと社会への浸透を図ることとしている。②畜水産動物向けの飼料用タンパク質として活用し、間接的にヒト向けのタンパク質とする取り組みについては、まだまだ始めたばかりである。畜水産業で活用していただくためには、生産量や価格等クリアしなければならない課題が山積している。しかしながら、コオロギは元来、爬虫類や小動物、魚の餌として使用されており、家畜、家禽、水産動物向けの飼料原料として十分使用可能である。日本の飼料原料は大部分を輸入に頼っており、食料安全保障の観点からも、飼料としての循環型生産コオロギのニーズは年々増していくと予想している。

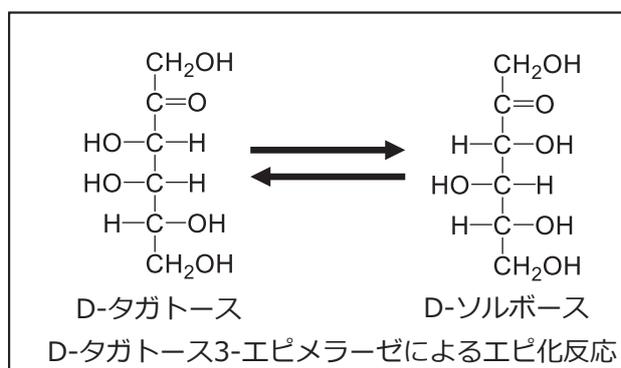
コオロギを一般的な食用・飼料用タンパク質として社会に浸透させるには、まだまだ高い壁が存在する。しかし、コオロギによる循環型でのタンパク質供給は、食料安全保障や人口増加による食料問題への解決策として重要であると考えている。開発してきた様々なテクノロジーを核として、循環型のコオロギ産業を大きなものにするべく事業を推進していきたい。

香川で育つ希少糖

吉原明秀（香川大・国際希少糖）

希少糖は国際希少糖学会において「自然界に微量もしくは全く存在しない単糖およびその誘導体」と定義されている。単糖とは糖質の最小単位であり、糖は植物の光合成によって合成されるが、自然界の糖は多くが多糖として存在し、その構成単糖はブドウ糖（D-グルコース）が最も多い。また、そのほかにも果糖（D-フルクトース）や乳糖の構成単糖である D-ガラクトースなど 7 種類のみが自然界に多く存在する。

われわれのグループでは、自然界に多量に存在する単糖を出発原料にして希少糖の生産について研究を進めており、土壌中より様々な微生物を分離し、それらの持つ酵素を希少糖の生産に利用している。現在、得られた様々な酵素や微生物を用いることで 50 種類以上の希少糖が生産できる。希少糖生産の基盤酵素である D-タガトース 3-エピメラーゼを持つ微生物 *Pseudomonas cichorii* ST-24 株は、1991 年に香川大学農学部内の土から見つかった。*P. cichorii* ST-24 株は、D-ガラクトースを還元することで得られるガラクトチールをタガトースへ酸化する微生物をスクリーニングする過程で発見された。*P. cichorii* ST-24 株はガラクトチールを酸化して D-タガトースに変換するだけでなく最終産物として D-ソルボースを蓄積することが明らかとなった。さらに、D-タガトースから D-ソルボースへの反応は新規酵素である D-タガトース 3-エピメラーゼが触媒することを見出している。本酵素の基質特異性を検討した結果、D-タガトースの炭素第 3 位の水酸基のエピ化反応を触媒して D-ソルボースへ転換するだけでなく、D-フルクトースと D-アルロース間などすべてのケトヘキソースの可逆的なエピ化反応も触媒できるだけでなく、炭素数 5 のケトペントースなど遊離のケトースに作用できることが明らかとなった。本酵素の発見により、香川大学では多数存在する希少糖の生産が可能になるとともに、希少糖を用いた応用研究が進み、得られた成果を元に産学官での連携も進んだと言える。



また、長年の希少糖生産研究を進めるなかで、さまざまな希少糖の生産に使用可能な各種の微生物やアルドースイソメラーゼなどの希少糖関連酵素を獲得しており、それらの微生物や酵素を用いることでこれまでに炭素数 4, 5, 6 のすべての希少糖の生産に成功している。多くの単糖の生産方法を体系化して、希少糖を生産するための「設計図」イズモリング (Izumoring) を構築している。さらに香川大学農学部内には様々な希少糖の生産施設として希少糖生産ステーションが設置されており、そこで生産した希少糖が応用研究に使用されている。

希少糖の研究に関しては香川大学が中心となり産学官で連携してきており、1999 年より希少糖の有用性に関する基礎的研究開発が開始されている。事業化に関しては、産学官で連携し 2009 年に異性化糖を原料に希少糖含有異性化糖の事業化が開始され、2011 年には希少糖含有シロップとして商品化され、香川県下の食品メーカー向けに販売されている。その後、2013 年には希少糖含有シロップの製造工場が本格稼働したことにより全国で販売されている。また、純粋な結晶 D-アルロースも産学官で連携し、2021 年に D-フルクトース（果糖）から酵素を用いて生産した純粋な結晶 D-アルロースの販売も開始された。その他の様々な希少糖の応用に関しても香川大学を中心に進められている。

一 般 講 演

講 演 要 旨

A-1* *Klebsiella oxytoca* 由来組換えリビトールデヒドロゲナーゼの還元反応における諸性質の検討

○松本真侑, 吉田裕美^{1,2}, 吉原明秀^{2,3}

(香川大院・農,¹香川大・医,²香川大・国際希少糖,³香川大・農)

【目的】NAD⁺依存型リビトールデヒドロゲナーゼ(RDH)はNAD⁺/NADHの存在下でリビトールとD-リブロース間の酸化還元反応を触媒することができる。これまでの研究ではD-リブロース生産に向け、*Klebsiella oxytoca*由来RDHの酸化反応における諸性質を解明した。この研究の中で、*K. oxytoca*由来RDHがアリトールやL-タリトールに対しても活性を持つことが分かった。そこで、本研究では、ケトースから糖アルコールの生産に向け、基質にケトース、補酵素にNADHを使用した還元反応における諸性質を解明することを目的とした。

【方法・結果】この研究では、*K. oxytoca*由来RDHの還元反応における諸性質の検討を行った。酸化反応同様、RDHの精製酵素はHisTrap HPカラムに供することで得た。得た精製酵素を用い、各諸性質の検討を行った。至適pHの検討は、酵素反応での緩衝液にpH 4.0からpH 10.0の各緩衝液を用い検討した。至適pHはpH 6.0であり、クエン酸緩衝液のpH 5.0からリン酸緩衝液のpH 7.0の範囲で約80%以上の活性を示した。至適温度は、至適pHでの10分間の酵素反応から検討した。至適温度は40℃であり、30℃から55℃で約80%以上の活性を示した。温度安定性は30℃から70℃の各温度で10分間熱処理を行った酵素を使用し検討した。熱処理を行っていない酵素の活性を100%とした相対活性を算出し、30℃から45℃で約80%以上の活性を保持した。pH安定性、至適金属、基質特異性については現在検討中である。今後の展開として、ギ酸デヒドロゲナーゼなどを用いたカップリング反応を行いたいと考える。

A-2* Cyclo(Leu-Phe) oxidase が触媒する Trp 残基を含む環状ジペプチドの脱水素反応初期における反応性の評価

○猪口慧悟, 坂口幸士朗, 仁戸田照彦, 神崎 浩 (岡山大院・環境生命)

【目的】我々は、放線菌 *Streptomyces albulus* KO23 株より、環状ジペプチド (CDP) の脱水素反応を触媒する CFL oxidase を見出した。本酵素は CDPs に対して非常に幅広い基質特異性を有しており、当研究室では CDPs に対する本酵素の反応性の定量的な判定を、電子受容体への電子授受を測定する方法で行ってきた。この電子受容体への電子授受の反応性が実際の脱水素生成物 (Δ CDPs) の生成に反映されているかを、3種の Phe 含有 CDPs (CFL, CFH, CFP) について検討したところ、いずれにおいても酵素反応初期には Phe 残基の脱水素反応が優先して進むが、その反応はもう一方のアミノ酸によって影響を受けることがわかり、それらの反応性は電子授受による測定で求めたものと同様の傾向を示すことを示してきた。今回は、Trp 含有 CDPs について反応初期の Δ CDPs 生成について UHPLC-PDA-MS で追跡した。【方法・結果】CFW, CWW, CLW を基質とした酵素反応を行い、UHPLC-PDA-MS 分析で Δ CDPs を定量した。結果、CFW と CLW の酵素反応初期において、Phe 残基と Leu 残基の脱水素は進行するが、Trp 残基の脱水素は進行しない一方で、CWW では Trp 残基の脱水素が進行していた。これは本酵素が天然基質の CFL の脱水素を触媒し、C Δ F Δ L を効率よく生成することから、Phe 残基や Leu 残基への本酵素の反応性が Trp 残基より高く、それらの反応が優先されたためだと考えられた。また、Phe 含有 CDPs の酵素反応において、2種の活性測定法すなわち、電子授受による測定と Δ CDPs の生成の測定の両方で観察された人工電子受容体 (PMS-DCIP) の添加による反応の促進が、Trp 含有 CDPs においても確認された。

A-3* オリーブ葉成分 oleuropein の麹菌固体培養による変換

○木村光喜, 三宅剛史¹, 伊藤一成¹, 渡邊 淳², 山下秀行³, 吉田靖弘⁴,
徐 恵美⁴, 菊地敬一⁴, 深野夏暉, 仁戸田照彦, 神崎 浩 (岡山大院・環境生命,
¹岡山県・工技セ, ²島津製作所, ³樋口松之助商店, ⁴日本オリーブ)

【目的】これまでに我々は、オリーブ葉を基材として *Aspergillus oryzae* 6001 株を用いた麹菌固体培養を行い、オリーブ葉成分の変化について報告してきた。総ポリフェノール量測定と UHPLC による成分分析の結果から、麹菌固体培養で得られたオリーブ葉麹においては、オリーブ葉に含まれる主要なポリフェノール化合物である oleuropein が、構造の異なるポリフェノール化合物に変換されることが示唆されている。このため、本研究では oleuropein の変換によって生成している可能性のある化合物の探索を行った。

【方法・結果】UHPLC-UV-MS 分析結果の解析を行い、UV スペクトルが oleuropein に比較的類似している化合物①, ②を見出した。化合物①, ②は、 m/z が oleuropein からそれぞれ 32, 16 増加した値を示しており、oleuropein 関連化合物であることが示唆された。高分解能 MS/MS 測定の結果、化合物①は、oleuropein と比べて酸素原子が 2 個増加した組成式を持つこと、さらに oleuropein のものと同じ開裂のパターンを有するプロダクトイオンを生じることが確認され、oleuropein の水素原子が 2 個水酸基に置換された化合物であると推測された。また化合物②についても同様に、高分解能 MS/MS 測定の結果より oleuropein から酸素原子が 1 個増加した組成式を持つことが明らかとなり、oleuropein の水素原子が 1 個水酸基に置換された化合物と推測された。化合物①はオリーブ葉基材ではほとんど見られなかった一方で、麹菌固体培養の培養時間の経過に伴う増加が見られたことから、*A. oryzae* 6001 株の代謝により生成していることが示唆された。1) 2024.1 農化中四国支部第 67 回講演会 (鳥取) F-8

A-4* *Pseudomonas iranensis* SI14 由来 L-ホモアルギニン脱水素酵素の生理的役割に関する考察

○久世健人, 坂本悠馬, 加藤伸一郎¹, 村松久司²
(高知大院・農林海洋, ¹高知大・総研セ, ²高知大・農林海洋)

【目的】ホモアルギニン (hArg) はアルギニン (Arg) の類縁体であり、L-hArg は心血管疾患のバイオマーカー候補として期待されている。我々は L-hArg の簡易定量に利用できる微生物酵素を探索し、土壌から分離した *Pseudomonas iranensis* SI14 に NAD(P)⁺依存性 L-hArg 脱水素酵素 (L-hArgDH) を見出し、本酵素遺伝子を同定した。L-hArgDH と *P. aeruginosa* PAO1 由来 L-Arg 脱水素酵素 (L-ArgDH) のアミノ酸配列は 70%の同一性がある。また、*P. aeruginosa* PAO1 の L-ArgDH の生理的役割は D-Arg から L-Arg への変換であると報告されている。本研究では、*P. iranensis* SI14 の L-hArgDH の生理的役割を考察した。

【方法・結果】*P. iranensis* SI14 の L-hArgDH 遺伝子を導入した Rosetta-gami B(DE3)から精製した L-hArgDH は L-hArg だけでなく、L-Arg にも作用した。次に、L-hArgDH 遺伝子の下流に FAD 依存性 D-Arg 脱水素酵素 (D-ArgDH) 遺伝子と転写制御因子遺伝子と予想される塩基配列を見出し、この推定 D-ArgDH 遺伝子を導入した Rosetta-gami B(DE3)から精製した組換え酵素が D-ArgDH 活性を持つことを確認した。最後に、L-hArg, D-Arg, L-Arg を窒素源として *P. iranensis* SI14 を培養し、粗酵素液中の L-hArgDH 活性、L-ArgDH 活性、D-ArgDH 活性を測定した。その結果、L-hArg と D-Arg を窒素源とした場合には L-hArgDH 活性、L-ArgDH 活性、D-ArgDH 活性が検出されたが、L-Arg を窒素源とした場合には、これらの酵素活性は検出されなかった。以上の結果から、我々は *P. iranensis* SI14 の L-hArgDH は L-hArg と D-Arg の資化に関わると考えている。

A-5* *Pseudomonas cichorii* ST-24 由来 D-タガトース-3-エピメラーゼを用いたケトヘプトースのエピ化反応
○綿貫花菜, 高松陽太,
望月 進^{1,2}, 花木祐輔^{1,2}, 吉田裕美^{2,3}, 神鳥成弘^{2,3}, 何森 健^{1,2}, 吉原明秀^{1,2}
(香川大院・農,¹香川大・農,²香川大・国際希少糖,³香川大・医)

【目的】*Pseudomonas cichorii* ST-24 由来 D-タガトース-3-エピメラーゼ(D-TE) は D-タガトースと D-ソルボース間のエピ化反応を触媒するとともに D-フルクトースと D-アルロース間のエピ化反応も触媒する希少糖生産の基盤酵素である。先行研究において, *Thermus thermophilus* HB8 由来のトランスケトラーゼは遊離の糖に作用し, さらに七炭糖であるケトヘプトースの生産に応用できることも確認された。さらに水素添加反応や酢酸菌による酸化反応を用いることで, 現在までに 16 種類中 11 種類のケトヘプトース生産に成功している。そこで本研究では, *P. cichorii* ST-24 由来 D-TE を用い, すでに生産が確認されているケトヘプトースのエピ化を試み, 全種のケトヘプトース生産に挑戦した。

【方法・結果】ケトヘプトースのエピ化に *P. cichorii* ST-24 由来 D-TE の大腸菌組換え酵素を用いた。この組換え大腸菌を SB 培地で 12 時間培養し, 4 時間の発現誘導の後に, 集菌, 洗浄, 破碎を行い, 粗酵素液を調製した。その後, 50°C, 10 分間の熱処理によって, 部分精製酵素液を得た。本酵素および, 基質に L-グルコヘプツロース, D-マンノヘプツロース, D-タロヘプツロース, L-アロヘプツロースを用いて 30°C, 24 時間の酵素反応を行った後, 3 分間の熱処理にて反応を停止した。HPLC 分析にて結果を確認したところ, L-イドヘプツロース, D-グルコヘプツロース, D-ガラクトヘプツロース, L-セドヘプツロースの 4 種ケトヘプトースへのエピ化が確認された。現在, 他 1 種類の生産に取り組んでいる。

A-6 欠失変異体を用いたウルバン資化細菌のウルバン分解経路の解明
○木村友紀, 國信龍馬¹, 大西浩平¹
(高知大院・農林海洋,¹高知大・農林海洋)

緑藻 *Ulva* 属の細胞壁構成成分として硫酸化多糖ウルバンが知られている。ウルバンは 3 位が硫酸化された L-ラムノースにグルクロン酸, イズロン酸, キシロースのいずれかが結合した二糖を構成単位としている。天然には, ウルバンを唯一の炭素源として生育できる海洋性細菌が存在している。我々は, これまでに高知県浦ノ内湾から多様なウルバン資化細菌を単離しており, それらは主に *Alteromonas* 属と *Vibrio* 属に属していた。ウルバン分解酵素遺伝子群はゲノム上の polysaccharide utilization locus (PUL) にクラスターを形成して局在している。ウルバン分解の初発酵素 ulvan lyase は脱離反応によりグリコシド結合を切断し, オリゴウルバンを生成する。Ulvan lyase をコードする遺伝子も PUL 上に存在する。*Alteromonas* 属では *ullA*, *ullB*, *ullC* の 3 種類, *Vibrio* 属では *ullB*, *ullC* の 2 種類の ulvan lyase 遺伝子が PUL 上に見いだされた。それぞれの遺伝子をクローニングし大腸菌で異種発現することで, ウルバン分解活性を確認してきた。しかしながら, それらの遺伝子が実際にウルバン資化に関与している確証は得られていなかった。そこで, 致死遺伝子 *ccdB* をカウンターセレクトに利用した 2 回の相同組換えで *Vibrio* 属ウルバン資化細菌 KUL80 を親株とした遺伝子欠損株の作製を試みた。KUL80 に存在する 2 種類の *ullB*, *ullC* の各遺伝子単独の遺伝子欠損株および両方の遺伝子を欠損した二重遺伝子欠損株を作製した。現在, これらの欠損株のウルバン資化能について調べている。

A-7* 柑橘病原菌に抗菌活性を示す *Bacillus* 属細菌の生産物質の検討
○嶋崎颯真, 山内 聡, 西脇 寿
(愛媛大院・農)

【目的】*Alternaria citri* によって引き起こされる柑橘黒腐病は、収穫後の柑橘に発病する貯蔵病害である。*A. citri* に強い抗菌活性を示す細菌をスクリーニングしたところ、*Bacillus subtilis*17-4 株を単離することができた。この 17-4 株は *A. citri* に対して阻止円の形成と黒変症状を誘導する。*B. subtilis* 標準菌株にはこのような抗菌活性が認められないことから、17-4 株は何らかの抗菌物質を生産していると考えられた。本研究では、この物質を特定することを目的とした。

【方法・結果】はじめに *Bacillus* 属細菌が生産する代表的な抗菌物質である iturin A や surfactin が 17-4 株の活性物質であるのか抗菌試験や MS 解析により検討したが、17-4 株が生産する主要な抗菌物質ではないことが示唆された。そこで、17-4 株の培養上清から有機溶媒または硫酸アンモニウムを用いて分画して抗菌試験を試みたところ、有機溶媒画分に黒変症状の誘導が認められた一方で、両画分に阻止円の形成は認められなかった。次に、17-4 株と *A. citri* の共培養上清へ *A. citri* を植菌した際に菌糸の生育に異常が認められたことから、共培養上清由来のタンパク質画分の抗菌活性を評価したところ、阻止円の形成が認められた。

A-8* 担子菌 *Flammulina velutipes* (エノキタケ) の子実体形成に関わる遺伝子の探索
○多田遥香, Cesur Aylin¹, 麻田恭彦², 渡邊 彰²
(香川大院・農, ¹愛媛大院・連農, ²香川大・農)

【目的】担子菌 (キノコ類) は、通常、生育環境が安定な状態では菌糸状態で生育し、外的環境要因 (栄養状態, 温度変化, 光など) を受けることにより、その生育様式を菌糸成長から子実体形成へと変換させる。当研究室では、担子菌の子実体形成機構の解明に取り組んでおり、これまで担子菌の一種である *Flammulina velutipes* (エノキタケ) の子実体を形成する正常株 (FVN-1) と子実体を形成しない子実体形成不良株 (FVD-1) の比較解析から、両菌株間においては少なくともラッカーゼの生産性に差があることを見出してきている。そこで本研究では、ラッカーゼ生産を指標に FVN-1 株と FVD-1 株の RNA-Seq 解析を行い、*F. velutipes* の子実体形成に関わる遺伝子の探索を行った。【方法・結果】ラッカーゼ生産に大きな差が観察される子実体誘導処理後の FVN-1 株と FVD-1 株の培養菌体より、Total RNA を調製し、RNA-Seq 解析に供した。その結果、FVN-1 株では、ハイドロフォービンと呼ばれる糸状菌の気中菌糸や子実体の形成などに関わることが考察されている低分子タンパク質をコードする遺伝子オルソログの高い発現が観察された。また、他にも FVN-1 株において高い発現量差を示す複数の遺伝子が検出された。特に、タンパク質分解酵素に高い相同性を有する遺伝子オルソログにおいて顕著に高い発現が観察されたことから、*F. velutipes* の子実体形成過程には、タンパク質の分解系が大きな影響を及ぼしていることが示唆された。現在、タンパク質分解酵素に関わる解析を進めているところである。

A-9* 出芽酵母の SAM 輸送に関与する Ssg1 による寿命延長メカニズム
○川崎紗矢佳, 堤 麻結, 益村晃司, 金井宗良¹, 米山香織², 河田美幸²,
関藤孝之², 小川貴史, 水沼正樹
(広島大院・統合生命,¹酒総研,²愛媛大院・農)

【目的】老化・寿命制御機構の解明は、老化の仕組みの理解のみならず、老化に伴って発症する疾患の予防及び治療への貢献が期待される。我々の研究室では、出芽酵母の *SSG1* 長寿変異株の取得に成功し、この変異株では生体内の主要なメチル基供与体である *S*-アデノシルメチオニン(SAM)の高蓄積が観察された。*SSG1* 変異株はフレームシフト変異により C 末端伸長型の Ssg1 を液胞膜に発現し、多剤輸送体 MATE(multidrug and toxic compound extrusion)ファミリーと高い相同性を有することから、Ssg1 は SAM を液胞へ輸送する輸送体と予想した。そこで本研究では、Ssg1 の機能解析を通して、SAM の液胞輸送と寿命延長の関連を明らかにすることを目的とした。

【方法・結果】まず、Ssg1 が SAM の輸送に関与するか調べるため、*SSG1* を高発現させた液胞膜小胞を用いて SAM の輸送活性を調べたところ、SAM の液胞への輸送が観察された。従って、Ssg1 は SAM を液胞へと輸送するトランスポーターであることが示唆された。次に、Ssg1 の輸送体としての機能が重要か調べるため、MATE ファミリーの輸送活性に必要と予想された 411 番目の Glu を Gln に、412 番目の Phe を Ala に変異させた。その結果、*SSG1* 変異株で観察された SAM の高蓄積と寿命延長が消失したことから、SAM の液胞輸送が寿命延長と関連していることが分かった。以上より、Ssg1 は液胞膜に局在する SAM 輸送体であり、SAM の液胞輸送が寿命延長に関わることが示唆された。現在、Ssg1 と遺伝的に相互作用する因子の同定にも成功し、Ssg1 の生理意義についても解析している。

A-10 高知県清酒酵母のストレス耐性と糖資化性の評価
○荒木鷹寧, 前田祐里, 村松久司¹, 土居睦卓², 甫木嘉朗²
(高知大院・農林海洋,¹高知大・農林海洋,²高知県・工技セ)

【目的】高知県工業技術センターが育種し、高知県内の酒造会社で利用されている高知県清酒酵母は、これまでにアルコール生成量や香氣成分生成量といった醸造特性が明らかにされてきた。しかし、醸造中に生じる可能性があるストレスに対する耐性や糖の資化能力は未調査であった。そこで、低 pH 耐性、浸透圧耐性、糖資化性試験を行うことで、酵母の特徴や醸造中に酵母を生育させる際の注意点を把握し、醸造現場で有益になる情報を得ることを目的とした。

【方法・結果】本研究では、高知県清酒酵母 15 株、公益財団法人日本醸造協会が現在頒布中の清酒用きょうかい酵母 7 株と頒布が終了した 8 株を使用した。すべての試験は 96 ウェルプレートを用いて 30°C で培養を行い、酵母の生育が定常期に至るまで濁度 (OD660) を測定することで生育を評価した。低 pH 耐性試験では乳酸と酒石酸を用いた。乳酸では pH 4.0、酒石酸では pH 2.75 までは全株が生育したが、それ以下の pH では株毎に違いがあり、pH 2.0 では全株が生育しなかった。浸透圧耐性試験では培地に 0、10、20、30% ソルビトールを加えて浸透圧を与えた。ソルビトール濃度が高くなるほど、濁度の平均値が段階的に減少したが、株毎の耐性は 10~30% で共通した傾向があった。糖資化性試験では単糖にグルコースとフルクトース、二糖にスクロースとマルトースを各 2% で用いた。濁度がグルコースでは 0.9 から 1.2 程度、フルクトースとスクロースでは 0.9 から 1.3 程度であり、全株が一定の資化能を有していた。一方、マルトースでは濁度が 0.3 を下回る株から 1.1 程度の株まであり、資化能に違いがあった。

A-11 古紙を原料とする白色腐朽菌を用いたエタノール生産
○西川拓海, 堀沢 栄
(高知工大院・工)

【目的】スエヒロタケ NBRC4928 株は白色腐朽菌であり、セルロース系バイオマスを用いたエタノール生産において脱リグニン、糖化、発酵の工程を1つの反応槽で行うことができる可能性がある。これまでの研究でスエヒロタケ NBRC4928 株は、グルコースを高い効率でエタノールに変換することが示されたが、結晶性セルロースの場合、糖化の進行が極端に遅く、エタノール変換効率の低下を招いた。本研究では、糖化の向上を目的として、結晶性セルロースを用いて酵素処理および酸加水分解の2通りで、エタノール変換効率を検討した。さらに、これらの検討結果に基づき、古紙を原料とするエタノール生産における糖化補助方法を検討した。

【方法・結果】酸処理の場合、結晶性セルロースを原料とし、希硫酸による処理を行った。その後、処理液を中和し、液体培地と混合した。酵素処理の場合、ガラスフラスコに原料となる結晶性セルロースおよび紙を含む液体培地を調製し、多糖加水分解酵素を添加した。これら2通りの液体培地に PDA 培地で前培養したスエヒロタケ NBRC4928 株の菌糸片を接種し、回転培養を行った。培地液中の糖およびエタノール濃度を HPLC で測定し、発酵効率を評価した。その結果、酵素処理は、スエヒロタケ NBRC4928 株のみの発酵試験に比べて高いエタノール変換効率を示した。一方、酸処理は酵素処理に劣るエタノール変換効率であった。この結果から、酵素処理を施した古紙の発酵試験では、酵素処理を施した結晶性セルロースと同程度のエタノール変換効率を得られた。

A-12 コリネ型細菌における RNase の改変が芳香族アミノ酸生産に与える影響
○坂本竣亮, 松谷峰之介¹, 片岡尚也^{2,3}, 松下一信^{3,4}, 薬師寿治^{2,3}
(山口大院・創成科学,¹東京農大・生物産業,²山口大・研究推進,
³山口大・中高温微研セ,⁴山口大・農)

【目的】コリネ型細菌は、アミノ酸発酵に用いられている産業微生物で、これまでにランダム変異とアナログ分子を活用する戦略で多くの芳香族アミノ酸高生産株が構築されている。これら高生産株のゲノム配列を解析したところ、複数の株で RNase R に変異が蓄積していることが見出された。本研究では、RNase R の改変が芳香族アミノ酸生産に与える影響を解析した。

【方法・結果】*Corynebacterium glutamicum* ATCC 13032 を宿主にして遺伝子工学的にフェニルアラニン (Phe) 高生産株を構築した際に作製した AD3 株 (*J. Gen. Appl. Microbiol.*, 69: 11, 2023) を親株に用いた。まず、RNase R 欠損の効果を検証した。AD3 ΔRNase R 株を作製し、芳香族アミノ酸生産を評価したところ、中間代謝物であるシキミ酸と3-デヒドロシキミ酸 (3-DSA)、最終生成物である Phe とチロシン (Tyr) の生産量が半分程度に減少した。これを受けて、ゲノム解析で見出された3つのアミノ酸置換を伴う変異を導入した AD3 RNase R^{MUT} 株を作製し、同様の方法で評価した。その結果、シキミ酸と3-DSA の生産量は AD3 株の4倍程度、Phe と Tyr の生成量は2倍程度増加した。これらの結果は、RNase R に蓄積した変異により、シキミ酸経路への炭素流量が増加しているが、シキミ酸から芳香族アミノ酸へ至る経路は変化していない可能性を示唆していた。以前、RNase J の欠損がシキミ酸以降の代謝経路の発現を強化するという結果を得ており、現在、AD3 RNase R^{MUT} 株への RNase J 欠損が、芳香族アミノ酸生産に与える影響の評価を行っている。

A-13 ブタノールとイソブタノールを基質とする酢酸菌膜結合型脱水素酵素の同定と機能解析

○馬淵 奏, 片岡尚也^{1,2}, 松下一信^{1,3}, 薬師寿治^{1,2} (山口大院・創成科学,
¹山口大・研究推進, ²山口大・中高温微研セ, ³山口大・農)

【目的】酢酸菌は、細胞質膜のペリプラズム側に様々な膜結合型脱水素酵素を保有しており、その働きにより糖やアルコールを不完全に酸化する。生化学的な解析により、これら脱水素酵素の中でもピロロキノリンキノンやモリブドプテリンを補欠分子族に持つ酵素は基質特異性が低いことが明らかにされている。この特徴は、新規酸化反応系の発見につながる可能性を持つことから、産業利用の点で有用である。本研究では、組換え大腸菌により糖から生成可能なブタノールとイソブタノールを基質にできる酢酸菌由来膜結合型脱水素酵素の同定およびその生成物を明らかにすることを目的にした。

【方法・結果】酢酸菌 *Gluconobacter japonicus* NBRC 3271 を宿主に膜結合型脱水素酵素を段階的に欠損させたライブラリから調製した膜画分を用いた酵素活性測定により、目的酵素の探索を行った。その結果、アルコール脱水素酵素 (ADH) がエタノールに加えてブタノールやイソブタノールを基質にできることが示された。ADH を持つ膜画分を用いて物質変換試験を行ったところ、ブタノールはブチルアルデヒドを介して酪酸に、イソブタノールはイソブチルアルデヒドを介してイソ酪酸に変換されることが示された。これらの結果は、ADH がアルデヒドの酸化も行うことを示唆している。ADH は、酢酸菌に広く分布しているため、*Gluconobacter* 属以外の *Acetobacter pasteurianus* SKU1108, *Gluconacetobacter diazotrophicus* PAL5 も対象にして同様の試験を試みたところ、株間で異なる生化学的特性を持つこと、生成物の生成速度に違いがあることが見出された。これらの結果は、種間で ADH の機能に差があることを示唆していた。

A-14* ヤマブシタケ抽出物によるう蝕原性細菌 *Streptococcus mutans* のバイオフィルム阻害

○Siddiq Ayesha^{1,2}, 森川真有², 松田睦実³, 石丸隆行³, 阿座上弘行^{1,2,4} (1鳥取大院・連農, ²山口大・農,
³宇部フコ短大・食物栄養, ⁴山口大・中高温微研セ)

【目的】*Streptococcus mutans* は、口腔バイオフィルムを形成し、最もう蝕原性が高い微生物の 1 つと考えられている。定着すると、*S. mutans* は 2 つのクオラムセンシングシグナル、AI-2 と CSP を使用して、最終的に異種間コミュニティによるバイオフィルムを形成する。以前の研究で、我々はヤマブシタケ (*Hericium erinaceum*) の水抽出物が歯周病関連細菌 *Eikenella corrodens* のバイオフィルム形成を阻害することを報告した。今回の研究では、ヤマブシタケ抽出物がう蝕原性細菌 *S. mutans* のバイオフィルム形成に及ぼす影響を調査した。

【結果】ヤマブシタケの水抽出物がスクロースの存在下で *S. mutans* UA159 株と MT8148 株を阻害した。しかし、バイオフィルム阻害効果は *S. mutans* に対する殺菌活性によるものではなかった。さらに、ヤマブシタケ抽出物は、UA159 の 2 つの変異株 (*AcomC* および *AcomS*) に対する効果を通じて、*S. mutans* の AI-2 シグナルを妨害する可能性が示唆された。さらに、リアルタイム PCR を実施して、*H. erinaceum* 抽出物が *luxS*, *gftB*, *ComDE* などのバイオフィルムおよびクオラムセンシング関連遺伝子の発現を阻害する能力を観察した。したがって、ヤマブシタケ水抽出物が、口腔細菌の増殖に影響を与えることなく、細菌バイオフィルム形成に関連する特定の遺伝子を阻害できることが示唆された。

A-15 *Gluconobacter japonicus* 由来機能未知キノプロテイン PQQ5 の生化学的解析
竹内 秀¹, ○片岡尚也^{2,3}, 松下一信^{3,4}, 薬師寿治^{2,3}
(¹山口大院・創成科学, ²山口大・研究推進, ³山口大・中高温微研セ,
⁴山口大・農)

【目的】酢酸菌は、細胞質膜のペリプラズム側に多種多様な膜結合型脱水素酵素を保有しており、その働きにより基質を不完全に酸化する。我々は、複数の酢酸菌ゲノムを解析する中で、糖質の酸化に長けた酢酸菌 *Gluconobacter japonicus* NBRC 3271 に、新規なピロロキノリンキノン (PQQ) を補欠分子族とすると推測されるキノプロテイン PQQ5 が存在することを見出した。本研究は、機能未知 PQQ5 の生化学的特性を明らかにすることを目的としている。

【方法・結果】*G. japonicus* NBRC 3271 の主要な 6 つの膜結合型脱水素酵素を不活化した $\Delta 6$ 株を宿主に、PQQ5 を高発現させた。得られた株から膜画分を調製し、様々な基質に対する酵素活性を指標に基質の同定を試みた。その結果、PQQ5 の高発現により D-乳酸に対する酵素活性の顕著な向上が確認され、D-乳酸が PQQ5 の基質であることが示唆された。この結果を受けて、*G. japonicus* NBRC 3271 が持つ D-乳酸脱水素酵素と推測される遺伝子をすべて欠損させるとともに PQQ5 を高発現させた株を作製し、その膜画分を用いて生化学的特徴を解析した。その結果、D-乳酸に対する至適 pH が 4-6、pH 5 における K_M が 1.08 mM であるとともに、電子受容体はユビキノンであることが示唆された。加えて、PQQ 生合成経路を不活化させた *Acetobacter pasteurianus* SKU1108 を用いた解析から、PQQ5 の D-乳酸脱水素酵素活性は PQQ に依存することが示され、このことから PQQ5 の補欠分子族が PQQ であると結論した。また、膜画分を用いた D-乳酸を基質とした物質変換試験の結果、生成物がピルビン酸であることが示された。

B-1* ペルオキシレドキシ様ダニアレルゲンは自然免疫を賦活化してアレルギー病態を悪化させる
○渡部玲央, 田実大和, 水流大志, 武藤 慧, 河本正次 (広島大院・統合生命)

【目的】 ハウスダスト中のダニアレルゲンは喘息や鼻炎等の主要な原因であるが、なぜダニがアレルギーを引き起こしやすいのかについては未だに不明な点も多い。我々のグループではペルオキシレドキシ (Prx) に相同な高 IgE 反応性ダニアレルゲン DFA67 を同定している。Prx は細胞内で酸化ストレス保護作用を示す一方、細胞外の Prx はダメージ関連分子パターン (DAMPs) として自然免疫系を活性化することが甲殻類からヒトに至るまで確認されている。本研究では DFA67 が DAMPs 様分子として働きうるか否かを検証するとともに、そのアレルギー病態進展に及ぼす影響を解析することを目的とした。

【方法・結果】 DFA67 の *in vitro* 刺激はマウスマクロファージ細胞株 RAW264.7 細胞からの起炎症性サイトカイン (IL-6) の産生を誘導した。DFA67 の本 IL-6 産生誘導作用は Toll-like receptor 4 (TLR4) の特異的阻害剤 (TAK242) の添加により抑制された。これらの結果から、DFA67 がマクロファージに TLR4 を介して認識され、自然炎症応答を惹起しうることが示唆された。また DFA67 の刺激はマクロファージばかりでなく、ヒト正常気道上皮細胞株 BEAS-2B からの IL-6 の産生も誘導することが判明した。更にモデルアレルギー (OVA) の腹腔内免疫と経鼻感作を基調とするアレルギー性鼻炎モデルマウスの症状誘発相において DFA67 を共投与したところ、鼻炎症状の更なる悪化が認められた。以上の結果から、DFA67 は自身のアレルギーとしての活性のみならず、DAMPs 様分子としても自然免疫の賦活化を介してアレルギー病態進展に関わる可能性が推察された。

B-2* 免疫グロブリン製剤の新たな T 細胞活性化抑制機構
○藤井千咲, 森田彩花, 渡邊優斗, 堀 采音, 中の三弥子, 河本正次
(広島大院・統合生命)

【目的】 献血健常者由来の精製 IgG 抗体画分からなる免疫グロブリン製剤 (Ig 製剤) は自己免疫疾患や重症感染症の治療に用いられている。本製剤は強力な免疫抑制作用を示す一方、その作用機序の全容は未解明のままである。演者の所属グループでは Ig 製剤が T 細胞に直接作用し、抗原受容体 (TCR) シグナル伝達経路を負に制御することによってその活性化を抑制することを見出している。本研究では、Ig 製剤の T 細胞活性化抑制作用を担う詳細な作用部位を特定することを目的とした。

【方法・結果】 Ig 製剤をパパイン消化により可変 (Fab) 領域と定常 (Fc) 領域とに分離後、各断片を Protein G アフィニティークロマトグラフィーと Superdex 200 ゲルろ過クロマトグラフィーにて精製した。両断片の T 細胞活性化抑制作用につき、BALB/c マウス脾細胞由来精製 T 細胞を TCR 架橋刺激する系にて検証したところ、Fc 領域が著明な T 細胞活性化抑制作用を示すこと、また Fab 領域には当該作用が全く認められないことが判明した。また、Fc 領域が担う Ig 製剤の T 細胞活性化抑制作用は Fc 受容体 (FcR) の中和抗体によりキャンセルされることがわかった。これらの結果から、Ig 製剤は Fc 領域を介して T 細胞に直接作用し、FcR に依存しない未知の機構により T 細胞の活性化を抑制しうることが示唆された。現在、Ig 製剤 Fc 領域に結合した N 型糖鎖のグライコミクス構造解析、ならびに同結合糖鎖が T 細胞活性化抑制作用に及ぼす影響についても解析を進めており、それらの結果も合わせて報告したい。

B-3* Estimation of lipase inhibitory effects of persimmon leaf tea with oil and sucrose
○Mohammad Ariful Islam Bhuiya¹, Toshiya Matsumoto², Keisuke Yoshikiyo^{1,2},
Kaeko Murota^{1,2} (¹UGSAS, Tottori Univ., ²Fac. Life Environ. Sci. Shimane Univ.)

Obesity, a precursor to various metabolic disorders, is increasingly prevalent. Herbal teas contain important bioactive phytochemicals and we have investigated their beneficial health effects. Persimmon leaf tea has been reported to exhibit lipase inhibitory effect to reduce fat absorption, which could prevent obesity. In our previous in vivo experiments, persimmon leaf tea has been shown to inhibit lipid absorption. However, such effect was diminished when oil and sucrose were co-administered. In this study, the lipase inhibitory effect of persimmon leaf tea against oil and sucrose was investigated. To estimate the lipase inhibitory effects, porcine pancreatic lipase was reacted with triolein as standard substrate with or without sucrose and the liberated fatty acid were determined with GC-MS. As a result, persimmon leaf tea inhibited lipase activity against triolein, but the inhibitory effect was reduced when sucrose was added to the reaction mixture. In addition, it was suggested that the mixed ratio between triolein and sucrose could change the inhibition ratio. Further study will be performed to clarify the underlying mechanism of these phenomena to find out more beneficial herbal tea with high fat and high sucrose diet.

B-4 ストレプトコッカス属細菌由来グルコシルトランスフェラーゼの活性阻害物質の探索

○畑中唯史, 楊 靈麗, 逸見健司, 木下 颯¹, 阿座上弘行^{1,2}
(岡山生物研, ¹山口大院・創成科学, ²山口大・中高温微研セ)

【背景・目的】虫歯は、虫歯菌がバイオフィルムを形成し、歯に付着した後、糖類を代謝し乳酸を作り、口腔環境が酸性化することによって、歯のエナメル質の脱灰が起これ、う蝕が始まる。バイオフィルム（＝不溶性グルカン）は、虫歯菌のグルコシルトランスフェラーゼ（Gtf）によって形成される。前回の支部大会において、我々が構築した不溶性グルカン合成酵素活性の簡易定量法を用いて、黒ブドウ皮の熱水抽出物に、高い阻害活性が存在することを報告している。本課題では、岡山県が育成した黒ブドウ（オーロラブラック）皮に含まれるバイオフィルム形成阻害物質の同定を最終目標として研究を行っている。

【方法】オーロラブラック皮熱水抽出物の凍結乾燥物を、C18 Sep-Pak で分画し、*Streptococcus salivarius* ATCC25975 株由来リコンビナント Gtf および日本小児口腔内由来臨床分離株 (*S. mutans* MT8148 株) Gtf 由来リコンビナント シュクラーゼ (Suc) に対する阻害活性について検討した。また、オーロラブラック皮熱水抽出物の *S. mutans* によるバイオフィルム形成阻害活性についても評価した。

【結果】オーロラブラック皮の熱水抽出物の Gtf および Suc 阻害活性は、C18 Sep-Pak の 20%アセトニトリル溶出画分に濃縮された。またオーロラブラック皮の熱水抽出物は、*S. mutans* MT8148 株のバイオフィルム形成を阻害した。

【謝辞】本研究は、公益財団法人・八雲環境科学振興財団の一部支援を受けて行われました。

B-5 トウガラシ属9栽培種における果実色と一重項酸素の消去能との強い相関
○楊 靈麗, 畑中唯史, 加藤奈々¹, 吉金 優¹, 逸見健司
(岡山生物研, ¹ノートルダム清心・食品栄養)

【目的】生体内において一重項酸素 ($^1\text{O}_2$) は, 不飽和脂肪酸やタンパク質, 核酸を酸化し, 損傷させる作用があることから, 食品の $^1\text{O}_2$ の消去能は, 健康の維持や老化の予防に重要と考えられる。これまでに, ①カロテノイド色素は, 他の抗酸化物質より高い $^1\text{O}_2$ の消去能を持つこと, ②いくつかの野菜において, その含量が色彩値と強い相関があると報告されている。しかしながら, 色彩値と $^1\text{O}_2$ の消去能との関係は明らかになってはいない。そこで本研究では, 黄, 橙, 赤色を呈するトウガラシ属 (6種類のトウガラシおよび3種類のパプリカ) の熟成果を用いて, その関係を検討した。

【方法・結果】果実色は色彩色差計を用いて $L^*a^*b^*$ 表色系により, $^1\text{O}_2$ の消去能は SOAC (singlet oxygen absorption capacity) 法により評価した。カロテノイドは HPLC-PDA を用いて同定・定量した。その結果, 色彩値のうち, 彩度 C^* ($=[(a^*)^2+(b^*)^2]^{1/2}$) が $^1\text{O}_2$ の消去能と最も強い相関 ($r=-0.878$) を示した。 $^1\text{O}_2$ の消去能 (25~648 $\mu\text{mol } \alpha\text{-Tocopherol 当量/g DW}$) は, 総カロテノイド含量 (104~3297 $\mu\text{g } \alpha\text{-Carotene 当量/g DW}$) に依存していた ($r=0.986$)。彩度 C^* 以外の色彩値と $^1\text{O}_2$ の消去能の相関のうち, 特に色度 a^* においては, カプサンチン含有量による影響を受け, 弱い相関 ($r=0.401$) しか認められなかった。上述の強い負の相関は, 本研究で初めて示され, 異なる組成のカロテノイド含有野菜においても, その色彩値から非破壊的に $^1\text{O}_2$ の消去能が推定できると示唆された。

B-6* フラボノイド類の複数同時処理が抗炎症作用に及ぼす影響
○福岡淳一, 宗正晋太郎, 村田芳行, 中村宜督, 中村俊之
(岡山大院・環境生命)

【目的】野菜や果物に含まれるフラボノイド類は, 様々な細胞内シグナル伝達を介して抗酸化作用や抗炎症作用などの生理活性を示すことが知られている。しかしながら, これらの作用の多くは生理的濃度を遥かに上回る濃度でのみ観察されており, 日常的な摂取量では十分な効果が得られない可能性が指摘されている。一方, フラボノイド類の生理活性は, 他の食品成分の同時摂取により変化することが示されているものの, その報告例は非常に限られている。そこで本研究では, フラボノイドの中でもフラボノール類に属するガラングエン (Gal), ケンフェロール (Kae), ケルセチン (Que) およびミリセチン (Myr) を用い, それらの組合せ処理が抗炎症作用に及ぼす影響を, 単独処理と比較しながら評価した。

【方法・結果】マウスマクロファージ様細胞株 RAW264.7 を用いて, Gal, Kae, Que および Myr の細胞毒性を MTT 法により調査した。その結果, Gal, Kae ならびに Que は 50 μM から, Myr は 25 μM から有意な細胞毒性を示した。続いて, これらフラボノイド類の NO 産生抑制効果を Griess 法により評価した。その結果, Kae, Que および Gal は細胞毒性を示さない濃度でリポ多糖により誘導された NO 産生を有意に抑制したが, Myr による NO 産生抑制効果は見られなかった。さらに, フラボノール類の複数同時処理による NO 産生抑制効果を評価したところ, Myr と Que の組合せ処理では NO 産生抑制効果に有意な変化は見られなかったが, Myr と Kae の組合せでは, それぞれの単独処理に比べ, 有意な NO 産生抑制効果が見られた。

B-7* n-3系およびn-6系脂肪酸による抗炎症作用の比較
○酒井千夏, 宗正晋太郎, 村田芳行, 中村宜督, 中村俊之
(岡山大院・環境生命)

【目的】脂質の主要構成分子である脂肪酸には、飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸が存在する。不飽和脂肪酸の中でも、分子内に炭素-炭素二重結合を多く含む多価不飽和脂肪酸は、二重結合の位置によりn-3系とn-6系に分類される。これら多価不飽和脂肪酸は、酵素的または非酵素的に酸化されることにより、n-3系脂肪酸は抗炎症性、n-6系脂肪酸は炎症性の作用を示すことが報告されている。しかしながら、このような脂肪酸の生理活性に関する報告は限定的であり、十分に比較検討されていない。そこで本研究では、n-3系脂肪酸(α-リノレン酸(ALA)、エイコペンタエン酸(EPA)およびドコサヘキサエン酸(DHA))およびn-6系脂肪酸(リノール酸(LA)およびアラキドン酸(AA))を用いて、抗炎症作用の比較を行なった。

【方法・結果】まず、マウスマクロファージ様細胞株RAW264.7における各脂肪酸の細胞毒性をMTT法により評価した。その結果、LA、AA、ALAおよびEPAは100 μMまで細胞毒性が認められなかった。一方、DHAでは50 μMから細胞生存率が低下し、100 μMにおいては有意な細胞毒性が見られた。続いて、各脂肪酸のリポ多糖誘導NO産生に対する抑制効果を、Griess法を用いて評価した。その結果、LA、AA、ALAおよびEPAは25 μMから、DHAは10 μMから、リポ多糖誘導NO産生を有意に抑制した。この効果は、n-3系、n-6系どちらにおいても脂肪酸の不飽和度に依存して抑制効果が強くなる傾向が見られた。現在、脂肪酸類によるNO産生抑制の作用機序を検討している。

B-8* 過酸化水素毒性に対するフラボノール類の細胞保護効果の比較
○原田智史, 宗正晋太郎, 村田芳行, 中村宜督, 中村俊之
(岡山大院・環境生命)

【目的】フラボノール類は、フラボン骨格の3位に水酸基を有するフラボノイド類であり、様々な果実や野菜に遍在している。フラボノール類の多くは、抗酸化作用や抗炎症作用などの生理活性を有することが示されているが、水酸基の数や位置の差異が生理活性に及ぼす影響については十分に検討されていない。そこで本研究では、B環に結合した水酸基の数が異なる4種類のフラボノール(ガランギン(Gal)、ケンフェロール(Kae)、ケルセチン(Que)およびミリセチン(My))を用いて、それらの過酸化水素毒性に対する細胞保護作用を比較した。

【方法・結果】マウス肝がん細胞株Hepalclc7を用いて、各フラボノールの前処理が過酸化水素による細胞毒性に及ぼす影響をMTT法により評価した。その結果、Queは過酸化水素によって低下した細胞生存率を濃度依存的に回復させた。また、KaeはQueよりも効果が弱いものの、過酸化水素毒性に対して細胞保護作用を示したが、GalおよびMyrは有意な保護作用を示さなかった。次に、これらのフラボノール類による抗酸化物質合成酵素heme oxygenase-1(HO-1)の遺伝子発現誘導作用を評価した。その結果、KaeおよびQueはHO-1遺伝子発現を有意に上昇させたが、GalおよびMyrではその上昇は認められなかった。以上の結果から、フラボノール類の過酸化水素毒性に対する細胞保護作用にはHO-1の発現誘導が寄与していることが示唆された。また、これらの作用の有無にはB環の水酸基の数といった構造的要因ではなく、物質の極性や安定性が関与することが示唆された。

B-9* ケルセチン抱合体代謝物のアセトアルデヒドに対する細胞保護作用
○大野修平, 佐藤あやの¹, 宗正晋太郎, 村田芳行, 中村俊之, 中村宜督
(岡山大院・環境生命, ¹岡山大院・ヘルスシステム)

【目的】飲酒等で摂取したエタノールは、肝臓でアルコール脱水素酵素によりアセトアルデヒド (AA) に酸化され、さらにアルデヒド脱水素酵素 (ALDH) によって無毒な酢酸に代謝される。過度の飲酒等により AA が体内に蓄積されると、フラッシング反応と呼ばれる頭痛や吐き気の原因となるため、食品成分による ALDH 活性の増強はこういった症状の緩和やアルコール性疾患の予防に貢献できると考えられる。そこで本研究では、タマネギに豊富に含まれるケルセチンに注目し、ケルセチンの配糖体や抱合体代謝物が AA 誘導細胞死に及ぼす影響を、ヒト肝がん細胞株 HepG2 を用いて調査した。

【方法・結果】HepG2 細胞にケルセチン (Q), ケルセチン-3-グルコシド (Q3G), ケルセチン-3-グルクロナイド (Q3GA), およびイソラムネチン (IR) を 6 時間前処理した後に、AA を 3 時間処理し、これらの処理の細胞生存率への影響を MTT アッセイにより評価した。その結果、Q3GA および IR は、Q と同様に AA による細胞毒性を抑制する傾向を示したが、Q3G には有意な保護作用が観察されなかった。次に、これらの化合物が ALDH 活性に及ぼす影響を調査したところ、Q3GA および IR は ALDH 活性を増加させる傾向を示した。以上の結果から、ケルセチンの代謝物はケルセチンと同様に ALDH 活性を上昇させることで、アセトアルデヒドから細胞を保護することが示唆された。

B-10* フラボノール類の体内動態の比較
○橋本 淳, 宗正晋太郎, 村田芳行, 中村宜督, 中村俊之
(岡山大院・環境生命)

【目的】フラボノール類は、3-ヒドロキシフラボン骨格を有するフラボノイドの一群である。フラボノール類は抗酸化作用や抗炎症作用といった様々な生理活性を示すことから、健康増進や疾病予防への寄与が期待されている。一方、生体内での効果の実現性を考慮するうえで、フラボノール類の体内動態を十分に理解する必要があるが、それらの知見は非常に限られており、特にフラボノール類の構造の違いが吸収代謝に及ぼす影響については十分に検討されていない。そこで本研究では、B 環の水酸基の数が異なるガラングイン (Gal) およびケンフェロール (Kae) を用いて、体内動態の比較を行なった。

【方法・結果】ICR 系統マウスに Gal または Kae を経口投与し、0, 0.5, 1, 3 および 6 時間後に血液および臓器を採取した。まず、血漿に脱抱合酵素処理を行い、総フラボノール量を LC-MS/MS で分析した結果、両化合物ともに投与後速やかに吸収されて血中に移行したが、血中 Gal 量は投与後 0.5 時間から 6 時間にかけて速やかに低下した。一方、血中 Kae 量は投与 6 時間後まで比較的高い濃度が維持された。次に、肝臓中の総フラボノール量を脱抱合酵素処理を行なって確認したところ、血漿とは対照的に、肝臓中 Gal 量は投与 6 時間後まで比較的高い濃度で検出されたが、Kae 量は時間とともに減少した。血漿中および肝臓中のどちらにおいても、総 Gal 量は総 Kae 量よりも少なかったものの、Gal は Kae よりも肝臓に蓄積されやすいことが示唆された。現在、肝臓以外の臓器についても分析を進めている。

B-11* テトラメトキシルテオリンの破骨細胞分化抑制効果

○小野遥香¹, 藤岡 舞², 金 仁恵², 西脇 寿^{1,3}, 戒能亮太², 芝美優香²,
中田晶大⁴, 今井祐記^{3,4,5}, 菅原卓也^{1,3}, 西 甲介^{1,3} (1愛媛大院・農,
2愛媛大・農, 3愛媛大・食品セ, 4愛媛大院・医, 5愛媛大・プロテオセ)

【目的】骨粗鬆症は、破骨細胞による骨吸収の過剰な亢進によって生じる。そのため、破骨細胞分化の抑制は骨粗鬆症の予防や症状軽減につながると期待される。本研究では、フラボノイドの一種であるテトラメトキシルテオリン (TML) による骨粗鬆症の症状緩和効果を検討するとともに、その破骨細胞分化抑制メカニズムの解明を目的とした。

【方法・結果】破骨細胞分化抑制効果の評価にはマウスマクロファージ様細胞株 RAW264 細胞を用いた。骨吸収のマーカーである酒石酸抵抗性酸性ホスファターゼ (TRAP) 活性を破骨細胞分化抑制効果の指標として評価した結果、TML は濃度依存的に RAW264 細胞の破骨細胞への分化を抑制した。生体における影響について骨粗鬆症モデルマウスを用いて評価した結果、大腿骨の骨密度の減少は TML の投与によって有意に抑えられた。よって、TML は生体内でも破骨細胞分化を抑制し、骨量の減少を抑制すると考えられる。TML が破骨細胞への分化を抑制するメカニズムを解明するために、リアルタイム RT-PCR 法により破骨細胞関連遺伝子の転写に与える影響を評価した。その結果、破骨細胞への分化誘導により発現が上昇する *Acp5*, *Nfatc1*, *Prdm1* の転写量は減少した一方、破骨細胞への分化誘導により発現が減少する *Bcl6*, *Irf8*, *Mafb* の転写量は増加した。また、破骨細胞への分化に関わるシグナル伝達に及ぼす影響をウエスタンブロット法により評価した結果、TML は MAP キナーゼ経路の JNK と NF-κB 経路の p65 のリン酸化をそれぞれ下方制御することによりシグナル伝達の活性化を抑制することが明らかとなった。

B-12* 緑茶カテキン EGCG の細胞外小胞を介した生体調節作用に関する研究

○坂本希美, 村田 希, 丸亀裕貴¹, 藤村由紀¹, 立花宏文¹
(愛媛大院・農, ¹九大院・農)

【目的】緑茶カテキンの主成分である(-)-Epigallocatechin-3-O-gallate (EGCG) は、抗炎症作用や抗アレルギー作用、抗がん作用など多様な生理作用を有することが知られている。細胞外小胞 (EVs) は、細胞から放出される粒子で、核酸やタンパク質を内包し、細胞間コミュニケーションを担うことが報告されている。本研究では、緑茶カテキン EGCG が細胞外小胞 (EVs) の放出を介して発揮する生体調節作用について明らかにすることを目的とした。

【方法・結果】マウスマクロファージ様細胞株 RAW264.7 の培養上清を超遠心分離することで EVs を回収した。EGCG 処理した RAW264.7 細胞から回収した EVs をマウス筋芽細胞株 C2C12 および RAW264.7 細胞に処理し、トリパンブルー染色で細胞数および生存率を評価した結果、細胞の増殖および生存に影響を与えなかった。一方、EGCG 処理した RAW264.7 細胞から回収した EVs をマウスメラノーマ細胞株 B16 に処理した結果、B16 細胞の増殖が緩和された。EGCG 処理した RAW264.7 細胞由来の EVs が B16 細胞の増殖メカニズムに与える影響について検討した結果、mTOR および p70S6K のリン酸化を抑制した。以上より、緑茶カテキン EGCG はマクロファージから放出される EVs を介してメラノーマの増殖シグナル経路を抑制することで細胞の増殖を緩和させる可能性が示された。

B-13*

緑茶カテキン EGCG の筋線維型変換作用に関する研究

○堀妃麻利, 村田 希, 丸亀裕貴¹, 藤村由紀¹, 立花宏文¹
(愛媛大院・農, ¹九大院・農)

【目的】緑茶の主成分である(-)-Epigallocatechin-3-O-gallate (EGCG) は抗がん作用, 抗炎症作用, 抗動脈硬化作用など多彩な生理作用を有することが知られている。また, EGCG は老齢マウスにおいて後肢懸垂誘導性の筋萎縮を抑制することやサルコペニアモデルラットの筋萎縮を抑制することなどが報告されている。しかし, EGCG が骨格筋の機能に与える影響やその作用機序については不明な点が多い。本研究では EGCG が骨格筋の機能の特徴づける筋線維型に与える影響とその作用機序についてマウス筋芽細胞株 C2C12 を用いて検討した。

【方法・結果】筋管細胞に分化させた C2C12 細胞を EGCG で処理した後, リアルタイム PCR およびウェスタンブロット法を用いて筋線維型マーカー遺伝子ならびにミオシン重鎖タンパク質の発現を評価した。その結果, EGCG は遅筋型筋線維マーカー遺伝子 *MyHC I* の発現を上昇させ, 速筋型筋線維マーカー遺伝子 *MyHC IIb* の発現を抑制した。また, EGCG は遅筋型ミオシン重鎖タンパク質の発現を上昇させた。Akt 阻害剤を処理した C2C12 細胞において, EGCG は遅筋型筋線維マーカー遺伝子の発現を変化させなかった。以上より, EGCG は Akt シグナル伝達経路を介して骨格筋の筋線維型を遅筋型へ変換する可能性が示された。

B-14*

イソコロナリン D の抗炎症効果に関する研究

○中川一志¹, 石田萌子^{1,2}, 西 甲介^{1,2}, 吉野七海³, 恩田浩幸³, 菅原卓也^{1,2}
(¹愛媛大院・農, ²愛媛大・食品セ, ³エスビー食品(株))

【目的】ラブダンジテルペン的一种であるイソコロナリン D はカルダモンに含まれる主要な成分として知られている。先行研究の結果からヘモグロビン産生を促進することが知られているものの, その他の生理活性に関する報告は少ない。そこで本研究では, 炎症誘導したマクロファージに対するイソコロナリン D の抗炎症効果について検討した。

【方法・結果】マクロファージ様細胞株 RAW264.7 細胞に対して, LPS 刺激による炎症誘導と同時にイソコロナリン D を作用させ, 炎症性メディエーター (IL-6, TNF- α , MCP-1) 産生に及ぼす影響を評価した。また, 一酸化窒素 (NO) の産生に及ぼす影響は LPS と IFN- γ の共刺激下で Griess 法により評価した。種々の炎症関連遺伝子 (*IL-6*, *TNF- α* , *MCP-1*, *iNOS*) の遺伝子発現に及ぼす影響をリアルタイム RT-PCR 法により評価し, 細胞毒性については WST-8 法で評価した。炎症応答に関与する MAPK 経路のリン酸化および NF- κ B の核内移行に及ぼす影響をウェスタンブロット法により評価した。その結果, イソコロナリン D は, 炎症誘導した RAW264.7 細胞に対して細胞毒性なく炎症関連遺伝子を下方制御することで炎症性メディエーター産生を濃度依存的に抑制した。また, ウェスタンブロット法の結果から, MAPK 経路の JNK および ERK のリン酸化, および NF- κ B の核内移行を阻害した。これらの結果から, イソコロナリン D は MAPK 経路および NF- κ B 経路を下方制御することで炎症性メディエーター産生を抑制し, 抗炎症効果を示すことが明らかになった。

B-15* 香辛料エタノール抽出物の組合せによる抗炎症効果に関する研究
○伊東周馬¹, 西 甲介^{1,2}, 石田萌子^{1,2}, 恩田浩幸³, 菅原卓也^{1,2}
(¹愛媛大院・農, ²愛媛大・食品セ, ³エスビー食品(株))

【目的】糖尿病や認知症などの疾患の原因となる慢性炎症の予防および緩和が重要視されている。香辛料の抗炎症効果については多くの研究が行われているが、その組合せによる生理効果の強化についての研究は十分ではない。そこで本研究では、香辛料の抗炎症効果に着目し、香辛料の組合せによる抗炎症効果の共同的作用について検討した。

【方法・結果】フェネグリーク、クミン、シナモン、ジンジャー、ローレル、クローブ、カルダモン、ブラックペッパー、ターメリックの9種類の香辛料をエタノールに懸濁し、各エタノール抽出物を調製した。リポポリサッカライド(LPS)による刺激で炎症誘導したマウスマクロファージ細胞株RAW264.7細胞に対し、香辛料抽出物を単独で作用させた後、トランスクリプトーム解析を行い、遺伝子発現の変動パターンをもとに9種類の香辛料をグループ分けした。次に、異なるグループに属する香辛料抽出物を組合せて、炎症マーカーとして一酸化窒素(NO)の産生に着目して抗炎症効果を検討した。その結果、シナモンとジンジャーの組合せは、単独での作用と比較してより効果的にNO産生を抑制したことから、この組合せは抗炎症作用において共同的效果を発揮する可能性が示唆された。さらに、シナモンとクローブ、シナモンとターメリックの組合せも共同的な抗炎症効果を発揮すると推察された。トランスクリプトーム解析により、単独作用よりも強い抗炎症効果を示す組合せを容易に見出すことができ、より効果的な慢性炎症の改善に向けた機能性食品の開発に繋がると期待できる。

C-1* ナノバイオ界面における機能的タンパク質固定化のための分子設計および固定化特性評価
○川上達磨, 今村維克, 今中洋行 (岡山大院・環境生命)

【目的】 バイオセンシングにおいて標的分子を高特異的に検出することは極めて重要である。近年、タンパク質性分子認識素子を材料表面に固定化し、標的分子との相互作用を検出する分子認識表面 (ナノバイオ界面) の開発・改良が進んでいる。本研究では、超好熱菌由来タンパク質 CutA1 (足場タンパク質) および EstAf に各種生体分子糊・表面親和性ペプチドタグを挿入した機能的タンパク質群を調製し、固定化特性とナノバイオ界面の機能を評価した。

【方法・結果】 Coiled-coil, SpyCatcher, SpyTag などの生体分子糊を連結/挿入した各種変異型 CutA1/EstAf 発現ベクターを構築し、大腸菌 BL21(DE3)株で発現・調製した。これらを親和性ペプチド(PS-tag)を介して親水性 PS 表面に配向固定化した。EstAf 活性を指標に固定化タンパク質(EstAf)の密度を評価したところ、分子糊を利用した高次構造体形成では、単層固定化に比べ 3 倍以上の高密度化が可能であった。また、第一層目のタンパク質固定化において、トータルモル濃度を一定とし、PS-tag 連結 EstAf と共存タンパク質の混合比率を変化させて固定化を行った。その結果、同じ PS-tag を有するタンパク質でも、不活性化 EstAf との共存では CutA1 との共存よりも見掛けの EstAf 活性が高くなった。一方、共存タンパク質非存在下では明確に固定化量が多く、PS-tag を含まない (不活性化) EstAf との共存でさらに見掛けの活性が上昇した。これらの結果から、ナノバイオ界面における基質の濃縮効果が示唆された。

C-2* 竹と食品廃棄物を固体培地としたセルロース加水分解酵素の生産
○奥野眞七聖, 佐々木千鶴¹, 松浦一雄², 大政健史³
(徳島大院・創成科学,¹徳島大・生物資源,²ナノミストテクノ (株),
³阪大院・工)

【目的】 近年、植物バイオマスからのバイオエタノール生産は需要が見込まれている。しかし、セルロースの利用においてセルラーゼの市場価格は高価であることに加え、セルロースの結合は強固であるため、分解には高活性のセルラーゼが必要である。そこで、未利用バイオマスをを用いて安価かつ高力価なセルラーゼの生産を目指す。

【方法】 オカラ、コメヌカを粉砕したタケとの重量比 1:1 で添加し 100 mL 三角フラスコに入れ、窒素源やミネラル成分を添加し、セルラーゼ生産用培地とした。セルラーゼ生産菌は *Trichoderma reesei* を液体培養にて前培養して利用した。培養温度は 30°C を基準とし、22°C, 18°C を比較検討した。セルラーゼ活性は、ろ紙分解活性により総合的に評価した。加えて CMCase 活性, β -glucosidase 活性, Xylanase 活性も評価した。また、アルカリ処理した稲わらを基質として上記基質由来の産生セルラーゼを用いて酵素糖化を行い、市販セルラーゼとの糖化能力を比較した。

【結果】 タケ単独を培地とするより、タケとオカラやコメヌカを混合した培地は、セルラーゼ活性が高くなることが確認された。これは、窒素含有量の高いオカラやコメヌカをタケに混合することで培地の C/N 比が変化したことが影響したと推察された。また、上記培地にて一般的なセルラーゼ生産温度の 30°C よりも低温で培養すると高いセルラーゼ生産活性が見られることが分かった。また、酵素糖化では、タケとオカラまたはタケとコメヌカ由来の酵素液は市販セルラーゼと同等の高い酵素糖化率を示した。

C-3* 木材廃材を利用したセルラーゼ・ヘミセルラーゼの生産

○志摩大斗, 佐々木千鶴¹, 松浦一雄², 大政健史³

(徳島大院・創成科学, ¹徳島大・生物資源, ²ナノミストテクノ (株),

³阪大院・工)

【目的】セルラーゼとはセルロースを糖化するために利用されている酵素であり, 食品加工や繊維産業, エネルギー生産分野などで広く利用されている。しかし, セルロースの利用には, 高活性セルラーゼが大量に必要であるのに加え, セルラーゼの市場価格は高価である。本研究では, セルロースを含む国産の未利用資源であるナラ・スギ(それぞれ広葉樹・針葉樹)を基質として, 固体培養法を用いて高いセルラーゼ活性を示す産生条件を検討した。

【方法・結果】おが粉状態のナラあるいはスギの培地にコムギふすまを添加し(添加なし, 1:1, 4:1), C/N比と培養温度(30°C, 22°C, 18°C)を変え, 菌体を接種後, 所定の日数にて培養を行った。セルラーゼ生産菌は *Trichoderma reesei* を使用した。また, 培地の初期含水率は60%とした。培養後, 0.05 Mクエン酸緩衝液(pH 4.8)を添加し, セルラーゼを抽出した後に, Filter Paper Unit (FPU) 活性により評価比較を行った。セルラーゼ活性は, FPU 活性に加えて CMCase 活性, β -glucosidase 活性, Xylanase 活性を評価した。また, ナラを培地として得られた酵素液と市販セルラーゼとの糖化能を比較し, 評価を行った。結果, コムギふすま(重量比1:1)を添加したナラ, スギともに一般的な培養温度である30°Cよりも低い温度(22°C)においてより高いセルラーゼ活性(ナラ:4.3 FPU/g-基質, スギ:2.3 FPU/g-基質)が得られることが明らかとなった。また, 得られたセルラーゼの糖化能は市販セルラーゼと同等の高い酵素糖化率(80%以上)が得られた。

C-4 カンアオイの香気成分多様性とフェニルプロペン O-メチル化酵素の機能解析

○肥塚崇男, 奥山雄大¹, 福島健児², 山田泰之³, 小埜栄一郎⁴, 小崎紳一

(山口大院・創成科学, ¹科博・植物研究, ²遺伝研・植物進化, ³神薬大・薬,

⁴サントリーグローバルイノベ (株))

【目的】フェニルプロペンはハーブやスパイスなどの特徴的な芳香族香気成分であり, メチル化されると揮発性や香気特性が変わることが知られている。一方で, フェニルプロペンを基質とする O-メチル化酵素(OMT)の反応特異性については未だ不明な点が多い。そこで本研究では, 異なる香気組成を示すウマノスズクサ科のカンアオイに着目し, フェニルプロペンの構造多様性に寄与する OMT の単離, 機能解析を目的として, 異なる品種間における香気組成の比較解析ならびに OMT の探索を行った。

【方法・結果】約90品種のカンアオイ葉から香気成分を抽出し, GC-MS 分析を行った。その結果, テルペン類を特異的に生成する系統, あるいはエレミシンやアピオール, サフロールなど多様なフェニルプロペン類を作る系統に分類された。次に, カンアオイの RNA-seq 解析データにおける BLAST 検索により, フェニルプロペン OMT 候補遺伝子を4種見出した。大腸菌発現系を用いた解析の結果, 候補の1つがエレミシンやアピオールの前駆体を含む幅広いフェニルプロペン化合物に対してメチル化活性を示した。一方で, フラボノイドやカフェ酸など非揮発性芳香族化合物に対してはメチル化活性が検出されなかった。本発表では, 以前に報告したセリ科植物のフェニルプロペン OMT と比較し, その反応特異性や酵素の機能進化についても議論したい。

C-5* トマト果実における植物内在性基質を利用したラズベリーケトン生産
○吉田恵祐, 杉本貢一¹, 肥塚崇男
(山口大院・創成科学, ¹筑波大・生命環境)

【目的】近年, GABA 高蓄積トマトがゲノム編集技術により作出され, 機能性成分を改変した高付加価値作物に対する関心が高まっている。一方で, 脂肪燃焼作用や美白効果などの機能性から注目される芳香族香気成分のラズベリーケトン (RK) は, ベリー系果実など限られ植物種でのみ生成され, その含有量が少ないことから安定供給系の確立が求められている。そこで本研究では, トマトの内在性基質を利用した代謝工学により, RK 生産トマトの作出を目的とした。

【方法・結果】RK はトマト果実に含まれるアントシアニンとともに *p*-クマロイル CoA を共通の前駆体として *BAS* および *RZSI* に依る二段階の酵素反応によって生合成される。そこで, 35S プロモーター下流に *BAS* と *RZSI* をタンデムに連結した発現コンストラクトを構築し, アグロバクテリウムを介した形質転換法を用いて, トマト (*Solanum lycopersicum*, cv. Micro-Tom) に導入することでアントシアニン代謝経路の改変を行った。その結果, 形質転換トマトでは野生株に見られない RK および更に代謝されたロドデノールが配糖体として果実特異的に蓄積しており, その蓄積量は果皮で最も多かった。加えて, 果実の異なる成熟段階で RK 量を比較した結果, 赤く着色する成熟後期 (Red stage) で最大値 (16 mg/gFW) を示した。現在, 植物内在性基質の供給を強化するために, アントシアニン生合成の転写因子である *AtMYB12* を共発現させた形質転換トマトの作出を進めており, 本発表ではその代謝物分析の結果についても議論する。

C-6* ゲノム情報を利用したアイスプラントの塩輸送体の同定
○真壁幸優姫, 豊倉浩一¹, 内藤 健², 南平眞実¹, 秦 東¹, 深澤壽太郎¹,
草場 信¹, 上田晃弘¹
(広島大・生物生産, ¹広島大院・統合生命, ²農研機構)

【目的】乾燥地を中心に拡大する塩害は, 作物の生産効率を低下させる主要な農業問題となっている。塩害地でも生育可能な耐塩性作物の創出は, 世界の食糧生産に大きく貢献しうる。耐塩性作物の創出には, 耐塩性を有する植物の生理学的・分子生物学的な機構を解明し, それを応用することが求められる。アイスプラント (*Mesembryanthemum crystallinum*) は, 海水と同濃度の塩環境下でも生育可能な性質 (超耐塩性) を持つ塩生植物であるが, アイスプラントの超耐塩性を司る機構の全容は明らかになっていない。そこで本研究では, アイスプラントのゲノム情報を利用して, 塩輸送体群の同定から超耐塩性機構の解明を試みた。

【方法・結果】これまでに我々はアイスプラントの全ゲノム約 400 Mbp の解読を行ってきた。ゲノム解読と RNA seq 解析の結果, 塩処理による光合成の CAM 化に関わる遺伝子群の発現誘導が確認された。アイスプラントゲノムにも, 耐塩性に関わる Na 輸送体である high affinity K transporter (*McHKT1*) や原形質膜型 Na⁺/H⁺アンチポーター (*McSOS1*), 液胞膜型 Na⁺/H⁺アンチポーター (*McNHX*) が保存されていることが分かった。海水と同程度の塩濃度である 500 mM NaCl 処理下では, *NHX* 遺伝子群のうち, *McNHX6* 遺伝子の発現量が増加することが明らかとなった。500 mM NaCl 処理区ではアイスプラントは枯死することはなかったものの生育は抑制され, 葉の亜鉛, 鉄, ナトリウム濃度は対照区と比較して著しく増加した。

C-7* イネの塩アルカリストレス応答機構の解明
○近藤美月, 南平眞実, Tanee Sreewongchai¹, 上田晃弘
(広島大院・統合生命, ¹カセサート大・農)

【目的】塩アルカリストレスは植物の生産性を著しく低下させる塩類集積問題の一種であり、乾燥地で拡大している深刻な農業問題となっている。この問題の解決にはまず、作物の塩アルカリストレス応答機構を理解する必要がある。塩アルカリストレスは、塩ストレスよりも作物の生育を阻害する複合的ストレスである。塩アルカリ土壌では、土壌への高濃度の Na 蓄積による塩ストレスとともに、土壌 pH 上昇による土壌養分の不可給態化によるアルカリストレスが発生する。本研究では、タイ東北地方の塩害水田の現状把握や塩アルカリストレス下におけるイネの生育阻害要因となる二価金属種の推定を試みた。

【方法・結果】現地調査の結果、タイ東北地方の塩害水田の土壌 pH は 6.8~9.0, 電気伝導度は 3.5~13.2 mS/cm であることが分かり、現地では塩アルカリストレスが発生していることが確認された。塩感受性品種のコシヒカリを用いて元素分析を行った結果、塩アルカリストレス下では体内の Ca, Mg, Mn 濃度が著しく減少しており、これらの元素の吸収抑制が生育阻害要因であることが示唆された。先行研究で選抜された塩アルカリ耐性品種を用いた RNA-seq 解析において、発現誘導が確認された遺伝子に着目してリアルタイム PCR 法による定量的発現解析を行った。その結果、塩アルカリストレス耐性品種と感受性品種間では遺伝子発現プロファイルが異なることが明らかとなった。

C-8 イネおよびその他植物の形質転換に適用可能な簡便かつ多様なクローニングシステムの開発
○荒谷寧音^{1,2}, 志水佐江³, 佐藤 豊³, 蜂谷卓士^{1,2}, 中川 強^{1,2}
(¹島根大院・自然科学, ²島根大・遺伝子, ³国立遺伝研)

【目的】

Gateway クローニングシステムでは、プロモーターと CDS 配列の間に *attB* 配列が介した遺伝子 (Pro-*attB1*-CDS) が構築され、この構造によりイネでの良好な遺伝子発現が困難な場合があることが知られている。そこで本研究ではイネでの自在な発現が可能で、複数遺伝子クローニングにも適用できる新たなクローニングシステムの開発を行った。

【方法・結果】

プロモーターと CDS の間に *attB* 配列を介在させない構築法として、シームレスクローニングを利用するシステムを検討し、各種 (13 種) プロモーターの下流に直接 CDS 断片をクローニングするための pENTR201K-Pro シリーズを作製した (*attL1*-Promoter-CDS-*attL2* 構築)。さらに同システムの利便性を向上させるため、使用する CDS を予めクローン化しておくベクター pPORTER シリーズも作製した。pPORTER-CDS から TypeIIIS 制限酵素サイトを用いて CDS を切り出し、pENTR201K-Pro へ CDS を組み込むことができるため、クローニング毎の PCR が不要となる。これらを用いて *attL1*-Promoter-CDS-*attL2* を調製し、各種 Gateway バイナリベクター (pGWB) に組み込むことでプロモーターと CDS の間に *attB1* が介在しない多様な植物用コンストラクトを構築することができる。イネにおける良好な発現が期待される。

C-9 Development of ExBoost Gateway cloning system facilitates preparation of GAL4/UAS constructs for plants and enhancement of expression in various promoters

○Mostafa Aboulela, Yuya Yamada, Neo Araya, Sumie Ishiguro¹, Takushi Hachiya, Hironaka Tsukagoshi², Tsuyohi Nakagawa
(Dep. Mol. Func. Genomics, Shimane Univ., ¹Grad. Sch. Agr. Nagoya Univ.,
²Fac. Agr. Meijo Univ.)

GAL4/UAS is a widely used technology for enhancing expression maintaining promoter specificity (for example, tissue specific expression). For this experiment, it needs two units, [Promoter:GAL4-VP16 (GV)] and [6xUAS:CDS]. Previously, we developed the R4 Dual Site (R4DS) Gateway cloning system, a two-gene cloning technology that can freely exchange promoters. In this study, we developed a ExBoost Gateway system for easy preparation of GAL4/UAS constructs using R4DS Gateway cloning system..

Using the R4DS Gateway cloning system, L4-Promoter-R1 and L1-GV-L2 were incorporated into the R4-R2 acceptor sites of the binary vector to clone the [Promoter:GV] unit. Another unit [6xUAS:CDS] is integrated into the binary vector via the intermediate vector pDD. As the result, binary construct of [Promoter:GV]-[6xUAS:CDS] was established by simple procedures. We evaluated enhancement of expression by ExBoost Gateway cloning system on various promoters.

C-11* 細胞質型アスコルビン酸ペルオキシダーゼ 1 による DNA 損傷応答制御と細胞死の関係
○佐藤沙月, 菊樂香奈, 三富 弦, 石川孝博, 丸田隆典
(島根大院・自然科学)

過酸化水素 (H₂O₂) はシグナル分子として植物の環境順応に重要な役割を担う。シロイヌナズナの主要カタラーゼの欠損株 (*cat2*) では, H₂O₂ の蓄積がグルタチオン (GSH) の酸化を促し, これが引き金となって細胞死が生じる。興味深いことに, *cat2* の細胞死は細胞質型アスコルビン酸ペルオキシダーゼ (APX1) の欠損により抑制される。私たちは最近, *apx1 cat2* 二重欠損株では GSH 酸化の抑制と同時に DNA 損傷応答 (DDR) の活性化が起こることを見出した。APX1 はデヒドロアスコルビン酸還元酵素 (DHAR) との共役により, GSH を直接酸化しうることから, APX1 は GSH レドックスを介して DDR と細胞死を調節すると考えられた。この仮説を検証するために, *apx1* および細胞質型 DHAR 二重欠損株 (*dhar1/2*) をカタラーゼ阻害剤で処理したところ, *apx1* および *dhar1/2* では GSH 酸化が抑制され, DDR が活性化された。次に, *apx1 cat2* で生じる DDR の活性化と細胞死の関連について調べるために, DDR のマスターレギュレーターである SOG1 転写因子に注目し, *apx1 cat2 sog1* 三重欠損株を作出した。強光条件下の *apx1 cat2* では DDR マーカー遺伝子の転写レベルが特異的に誘導されたが, この誘導は三重欠損株では完全に抑制されたことから SOG1 依存的であることが示された。また, *cat2* で生じる細胞死は *apx1 cat2* では顕著に抑制されたが, *apx1 cat2 sog1* の細胞死度合いは両者の中間程度になる傾向が観察されている。これらの結果から, APX1 欠損による細胞死抑制の少なくとも一部は DDR の活性化に起因すると考えられた。

C-12* アスコルビン酸再生変異株の光酸化的ストレス感受性

○濱田あかね^{1,2}, 石川孝博^{1,2}, 丸田隆典^{1,2}

(¹島根大院・自然科学, ²鳥取大院・連農)

【目的】植物はレドックス緩衝剤としてアスコルビン酸 (ASC) を高濃度に蓄積し、環境に順応する。ASC は、自身の抗酸化作用の結果としてデヒドロアスコルビン酸 (DHA) へと酸化される。DHA は極めて不安定であり、タンパク質に対して潜在的な毒性を有するが、細胞内のデヒドロアスコルビン酸還元酵素 (DHAR) およびグルタチオンのはたらきにより、還元型へと再生される。DHAR とグルタチオンを複合的に欠く四重変異株 ($\Delta dharpad2$) では、強光条件において ASC レベルの増加抑制と著しい細胞死が生じる。最近、ASC 生合成変異株 (*vtc2*) との比較解析から、 $\Delta dharpad2$ の強光感受性は ASC レベルとは独立して生じる可能性が示唆された。より詳細な検討のために、本研究では ASC 誘導体または前駆体 (L-ガラクトース) の処理が $\Delta dharpad2$ の強光感受性におよぼす影響について調べた。

【方法・結果】強光照射前後において、 $\Delta dharpad2$ の ASC レベルは *vtc2* よりも有意に高かった。しかし、強光照射後の *vtc2* では古い葉のみに細胞死が認められたのに対し、 $\Delta dharpad2$ では展開した成熟葉を含む広い領域に黄化が生じた。野生株、*vtc2* および $\Delta dharpad2$ に ASC 誘導体 (DHA を含む) または L-ガラクトースを処理した結果、いずれの株でも ASC レベルの増加が認められた。これらの処理は *vtc2* の強光感受性を抑制したが、 $\Delta dharpad2$ の細胞死を促進した。これらの結果から、 $\Delta dharpad2$ の強光感受性は ASC レベルとは独立していることが強く示された。DHA はタンパク質の糖化や酸化を引き起こすことから、現在、 $\Delta dharpad2$ におけるタンパク質修飾について調べている。

C-13 *Euglena gracilis* の増殖過程に及ぼす弱光ストレスの影響

○宮腰峻平¹, 漆原華保², 松澤芳彦², 福井優介², 前田淳史², 梶山博司^{1, 2, 3}

(¹徳島文理大院・工, ²徳島文理大・理工, ³徳島文理大・未来研)

【背景と目的】植物は光合成で生産したグルコースを様々な代謝で消費しており、一般に光ストレスと呼ばれる光照射環境が及ぼすストレス反応によっても、一次代謝と特異代謝へのグルコース分配は変化する。本研究の目的は、極めて弱い EDL (Extremely Dark Light) 光¹⁾が微細藻類ユーグレナ (*Euglena gracilis*) の増殖過程に及ぼす影響を明らかにすることである。

【方法と結果】ユーグレナの培養試験は外部光を完全遮断した暗所で3日間行った。一方は、コントロール (CNT) として一切の光の照射を行わず、もう一方の試験区にのみ1日に12時間の EDL 光を照射した。EDL 光は光合成には殆ど寄与しない弱い光 ($<0.01 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) であるが、光強度が時間的に急峻に変動している光である¹⁾。この条件下で試験開始と完了時に CNT と試験区のユーグレナの細胞密度を測定し、試験完了時にアスコルビン酸総重量を測定した。細胞密度は試験前後で CNT と試験区ともに不変であったが、アスコルビン酸総重量は試験区がコントロールに対して 1.5~2.0 倍に増加していた。アスコルビン酸は植物における重要な抗酸化物質であるため、ユーグレナは EDL を光ストレスと認識していることが示唆された。以上の結果から、本研究で用いた EDL 光は光強度としては非常に弱光であるが、ユーグレナにとっては大きな光ストレス要因になっていると結論した。

(1) A. Maeda *et al.* Control of Growth and Metabolite In *Persicaria Tinctoria* Production Using Extremely Dark Light, *J. Phys. Chem. Res.*, 6(2);172.

C-14* Cytosolic acidification and cellular oxidation are toxic mechanisms of SO₂ in *Arabidopsis thaliana* ○Mahdi Mozhgani, Lia Ooi¹, Christelle Espagne², Sophie Filleur², Izumi C. Mori³ (岡山大院・環境生命, ¹ナガセヴィータ(株), ²パリ=サクレ大学, ³岡山大・植物研)

【Aim】 Atmospheric sulfur dioxide (SO₂) renders plants detrimental effects. Two models have been proposed for toxic mechanism of SO₂ in plant cells, cytosolic acidification and cellular oxidation, while these models require further examination. In this study we aimed at elucidating these toxic models in variety of cell types in *Arabidopsis*.

【Methods and results】 We tested the acidification model using knock-out mutants in the CLCa H⁺/NO₃⁻ exchanger gene, which is involved in cytosolic pH homeostasis. The oxidation model was tested by using the antioxidant, tiron. Mesophyll cells showed much less sensitivity to SO₂ compared with guard cells and petal cells. *clca* mutants exhibited lower sensitivity in guard cells, while mesophyll cells and petal cells showed similar sensitivity between wild types and the mutants, indicating cytosolic acidification is the toxic mechanism in *Arabidopsis* guard cells. Expression analysis of CLC subfamily genes suggested that other CLCs may compensate the role of CLCa in the mutants in mesophyll cells and petal cells. Tiron reduced the SO₂ toxicity in guard cells, while no effect was observed in mesophyll cells and petal cells, indicating that the cytosolic oxidation mediated by superoxide anion radical is also a toxic mechanism in *Arabidopsis* guard cells. These results indicate two toxic mechanisms of SO₂, cytosolic acidification and cellular oxidation occurs together in *Arabidopsis* guard cells.

D-1* ピロリン-5-カルボン酸レダクターゼへの変異導入による酵素活性への影響
○伊澤命吹, 林 順司¹, 川上竜巳¹, 金丸 芳¹, 大島敏久², 櫻庭春彦³
(徳島大院・生物資源, ¹徳島大・生物資源, ²大工大・工, ³香川大・農)

【背景と目的】ピロリン 5-カルボン酸レダクターゼ (P5CR) は, ピロリン 5-カルボン酸 (P5C) が L-ピロリンとなる反応を触媒する酵素である。P5CR は腫瘍の形成・成長に関与しており, 抗がん剤の標的タンパク質として注目されている。そのため, ヒトや植物など多くの生物由来の P5CR の立体構造が解析されてきたが, 現時点で P5CR の触媒機構は分かっておらず, 触媒残基も特定されていない。本研究では, 超好熱アーキア *Pyrococcus furiosus* 由来 P5CR の立体構造から触媒残基を特定するため, P5CR に遺伝子変異を導入し, 酵素活性への影響を確認する。

【方法と結果】先行研究において, *P. furiosus* P5CR (PfP5CR) の X 線結晶構造解析に成功している。PfP5CR とヒト由来 P5CR の構造比較により, 活性中心近傍のアミノ酸残基のうち触媒残基と予想される S163, T220, T225 を PfP5CR に見出した。Quick Change 法によりこれらのアミノ酸残基をアラニンに置換した変異酵素を作製した。大腸菌で発現させた変異酵素 (S163A, T220A, T225A) の精製は疎水クロマトグラフィーにて行い, SDS-PAGE 上で単一に精製された。一方, P5C は市販されておらず, 活性測定のため, オルニチンアミノトランスフェラーゼを用いて L-オルニチンと α -ケトグルタル酸から P5C を合成した。合成した P5C を用いて P5CR 活性を測定することに成功し, 現在, 野生型酵素と各変異酵素の活性を調査している。今回の発表では, その進展を報告する。

D-2* PL 法を用いた大腸菌ペリプラズム蛋白質相互作用因子の検索
○水関海里, 小室美雨¹, 中山さくら¹, 秋田 充
(愛媛大院・農, ¹愛媛大・農)

【目的】蛋白質間相互作用解析法の一つとして, 変異型ビオチンリガーゼ (BirA) を用いた近位依存性標識 (PL: Proximity Labeling) 法が開発され, *in vivo* での一過的な相互作用の解析に有用とされている。

われわれは, 大腸菌において細胞質膜を透過したペリプラズムに到達した蛋白質の翻訳後修飾に興味をもち, PL 法の適用による相互作用因子の捕捉を着想した。ペリプラズムモデル蛋白質として, マルトース結合タンパク質 (MalE) を用いることで, 本法が活用できる条件をまず検討することとした。

【方法・結果】MalE 前駆体蛋白質 (pMalE) に変異型 BirA の一つである TurboID と V5 エピトープタグを連結した遺伝子をクローニングした発現プラスミドを作製した。細胞質膜トランスロコンによる膜透過能を蛋白質の発現量が超過し, サイトプラズムへの前駆体蛋白質が蓄積が懸念された。そこで, 発現プラスミド作製の際には, リボソームとの親和性の異なる SD 配列の利用や, サイトプラズムにおいて蛋白質の除去を選別する SsrA タグの末端への連結を検討した。その結果, ビオチン化された蛋白質を検出することができたことから, 現在ビオチン化蛋白質の精製を検討中である。

D-3 *Apilactobacillus kunkeei* のゲノムの相同性に基づく分類の問題点

○前野慎太郎
(山口大・農)

近年の膨大なゲノムデータの蓄積により、Average Nucleotide Identity (ANI) をはじめとしたゲノムの類似度に基づく手法が一般的な細菌分類の手法となっている。一方で、我々はblastによるANI (ANIb) がフルクトフィリック乳酸菌の一種である *Apilactobacillus kunkeei* とその近縁株 (以下、*A. kunkeei* 関連株とする) の分類には適さず、Genome-to-Genome Distance calculation (GGDC) では分類群が細分化され過ぎることを明らかにし *A. kunkeei* 関連株は、ゲノムの相同性に基づく手法では正確な分類の困難さを強く示唆した。そこで本研究では、シーケンスデータを用いた複数の分類手法に基づく分類結果とコア遺伝子に基づく系統関係を比較し、*A. kunkeei* の分類の妥当性を検討することを目的とした。

まず、33 菌株の *A. kunkeei* 関連株を Genome Database Taxonomy toolkit (GTDB-Tk) により分類を行った。そして、その結果をシングルコピー遺伝子 191 個を用いて作成した系統樹と合わせて解析した。GTDB-Tk では *A. kunkeei* 関連株は 6 つの菌種相当のグループにアサインされるが、2 菌株のグルーピングが系統関係と一致しなかった。GTDB-Tk もまた ANI に依存して別種相当のグルーピングが行われるため、系統関係との不一致が見られた可能性がある。つまり、*A. kunkeei* 関連株は ANI や GGDC ではいくつかの別菌種として分類される一方、本来は同一菌種として扱われるくらい近縁の菌種であり、分類が困難であることを強く示唆している。本発表ではこれらの結果を含めて総合的に、近年広く使用される *in silico* 解析に基づくゲノムの類似度による菌種分類における問題点の一端について議論する。

D-4* ゲノム解析から見た *Geobacillus stearothermophilus* の菌種内多様性

○荒金青空, 佐藤 悠, 橋野正紀¹, 前野慎太郎
(山口大・農, ¹感染研・病原体ゲノム)

近年の種分類には、ゲノムの相同性に基づく分類が行われている。*Geobacillus stearothermophilus* は、ANI (Average Nucleotide Identity) では種分類の閾値である 95% を全ての菌株で上回る一方で、GGDC (Genome-to-Genome Distance Calculator) では閾値である 70% を下回る別種相当の菌株の存在が報告されている。本研究では、*G. stearothermophilus* の *in silico* 解析による複数の分類手法の結果を評価した。

まず、2023 年 12 月 20 日時点で公開されている 101 株の *Geobacillus* 属のゲノム配列から *G. stearothermophilus* 系統群を同定した。同定された 30 株に加えて、我々が決定した 5 株のシーケンスデータを加えた。81 個のハウスキーピング遺伝子に基づく系統樹解析の結果、*G. stearothermophilus* 系統群は 2 つのクラスターに分かれた。ANI, GGDC 解析によってゲノムの相同性を確認したところ、ANI では全ての組み合わせで 95% 以上を示したのに対し、GGDC では複数の別種に相当する菌株が含まれていた。系統樹と GGDC の結果から、22 株からなる片方のクラスターは、GGDC で 70% 以上を示した。もう一方のクラスターには、閾値付近の値を取る菌株の組み合わせが確認された。複数のツールで分類の結果が異なる場合の結果の解釈には、決められたルールがない。本研究の結果は、これから細菌分類のルールを見直す際の重要な基礎データになると考えている。

D-5* 異なる2種の菌株から見出したアカモクフコイダン低分子化酵素の諸性質
○藤田太洋, 川口紗季¹, 八木寿梓², 鈴木宏和², 大城 隆²
(鳥取大院・持社創生,¹鳥取大・工,²鳥取大院・工)

[目的] オキナワモズクフコイダン資化性菌として単離された *Flavobacterium* sp. SW と *Luteolibacter algae* H18 は、どちらもアカモクフコイダンを炭素源としても生育することが可能なため、アカモクフコイダンを分解する酵素を有することが予想された。そこで2種の菌株からアカモクフコイダン低分子化酵素の遺伝子を同定、大腸菌を用いた異種発現を行い、その酵素化学的諸性質の解明を目的とした。

[方法] SW 株ゲノムから、既にフコイダン低分子化酵素として知られる GH107 ファミリーの構造遺伝子を検索し、*swfcn1* を同定した。H18 株の酵素については、H18 株をアカモクフコイダンを炭素源とする培地で培養し、得られた無細胞抽出液からアカモクフコイダン脱硫酸化酵素の精製を行う過程で、機能未知の酵素遺伝子 (*fct70*) を見出した。*swfcn1* と *fct70* を大腸菌で異種発現し、種々のフコイダンに対する分解活性をゲルろ過 HPLC 及び C-PAGE を用いて確認した。また、Alpha Fold2 による構造予測や Blast P を用いたアミノ酸配列相同性比較を行った。

[結果・考察] *Swfcn1* と *Fct70* は、どちらもアカモクフコイダンのみを特異的に分解する共通点を持っていたが、そのアミノ酸配列や立体構造の相同性は見られなかった。また、HPLC や C-PAGE の結果より、両酵素によるアカモクフコイダンの分解度合いは異なることが明らかになり、基質は同じアカモクフコイダンであるが、2つの酵素がターゲットとする箇所が異なるため、生成されるフコイダン分解産物が異なることが考えられた。

D-6 ガゴメコンブフコイダン脱硫酸化酵素 Swsu4 の酵素化学的諸性質
○堀井悠暉, 八木寿梓¹, 鈴木宏和¹, 大城 隆¹
(鳥取大院・持社創生,¹鳥取大院・工)

【目的】褐藻類がもつフコイダンには、様々な生理活性が見いだされ、医薬や健康食品等の分野で注目を集めている。しかし、高分子量かつ不規則・不均一な構造であることから構造と生理活性の関係性は定かではないため、酵素的な低分子化を利用した構造決定が期待されている。当研究室では、オキナワモズクフコイダン資化性菌として単離された *Flavobacterium* sp. SW 株ゲノム上から既知フコイダン低分子化酵素のホモログとして、フコイダン低分子化酵素 *Swfcn2* を見いだした。本研究では、*swfcn2* の周辺遺伝子に着目し、フコイダン分解に関与する酵素遺伝子を探索した結果、ガゴメコンブフコイダン脱硫酸化酵素 *Swsu4* が見出されたため、*Swsu4* の酵素化学的諸性質について評価を行った。

【方法・結果】*Swsu4* を各温度で30分間プレインキュベートした後の残存活性を測定したところ、10~25°Cでは90%の活性を保持していたが、30°C以上では活性は70%以下になった。しかし、Ca²⁺を1mM添加してプレインキュベートすると、10~35°Cの温度範囲で90%以上の残存活性を示し、無添加時に比べ10°Cほど熱安定性を向上させることが明らかとなった。その他の2価の陽イオンを添加した場合、Co²⁺、Ni²⁺がCa²⁺と同等の熱安定性向上効果を示した。至適温度は45°Cであった。pH 7.5からpH 11までの範囲で安定であり、至適pHは7.6であった。また、SH阻害剤および、Cu²⁺、Zn²⁺、Ag⁺を添加した際に活性が阻害された。さらにガゴメコンブフコイダンを*Swfcn2*により低分子化させた低分子量フコイダンに対して、*Swsu4*の脱硫酸化活性が低下することが明らかとなった。

D-7 ‘愛媛果試第 48 号’ およびナリルチンの抗炎症作用

○奥山 聡, 大政俊樹, 武田大地¹, 天倉吉章, 菊地毅洋², 笹山新生²,
澤本篤志, 内倉 崇¹, 好村守生, 中島光業
(松山大院・医療薬学,¹松山大・薬,²愛媛農研果樹研セ・みかん研)

【目的】‘愛媛果試第 48 号’は、愛媛県が‘愛媛果試第 28 号’の花に‘甘平’の花粉を交配し育成したカンキツ新品種である。本種を『紅プリンセス』として登録商標し、新たなブランド開発に取り組んでいる。本研究では‘愛媛果試第 48 号’の機能性探索として、果皮および可食部、さらに果皮に高含有しているナリルチンの炎症病態に対する効果について、全身性炎症モデルマウスを用いて検討を行った。【方法】‘愛媛果試第 48 号’成熟果の果皮乾燥粉末および果肉凍結乾燥物、未熟果（摘果）の果皮乾燥粉末、またナリルチンは果皮乾燥粉末より単離したものをそれぞれ投与サンプルとした。被験動物には雄性 6 週齢の ICR 系マウスを用いた。対照群、リポ多糖（LPS）投与群および LPS と各サンプル経口投与群で実験を行った。実験開始から 5 日間、水または各サンプル懸濁液を 1 日 1 回経口投与し、LPS を腹腔内投与して炎症を誘発させた 2 日後に行動解析を行い、続いて脳を摘出し免疫組織化学染色法により解析した。【結果・考察】LPS 投与によりマウスの行動量は有意に減少したが、各サンプル投与でその減少を抑制する傾向にあった。脳内におけるミクログリアの解析において、脳の各領域で、LPS 投与による有意な発現増加が認められたが、特に果皮および果肉投与では線条体と前頭皮質で、またナリルチン投与では海馬において有意な減少が認められた。特に果肉投与による検討では、LPS 投与直後の血清中 IL-6 の増加も抑制傾向を示した。このより、LPS 投与によって誘導される脳内の炎症反応を‘愛媛果試第 48 号’の果実が抑制すること、またナリルチンが関与成分の 1 つである可能性も示唆された。

D-8* リポ多糖誘発慢性炎症モデルマウスに対する 3,5,6,7,8,3',4'-heptamethoxyflavone の脳保護作用

○大政俊樹, 澤本篤志, 中島光業, 奥山 聡 (松山大院・医療薬学)

【目的】慢性炎症のような長期間に亘る炎症反応は様々な病態と関わっており、身体や脳の老化を加速させることが報告されている。本実験では、リポ多糖（LPS）を単回腹腔内投与し慢性炎症を誘発させたモデルマウスに対し、柑橘果皮成分である 3,5,6,7,8,3',4'-heptamethoxyflavone (HMF) を経口投与することによる作用を検討した。【方法】被験動物として C57BL/6N 雄性マウス（9 週齢）を無作為に抽出し、対照群（CON）、LPS 群および HMF 群を設定した。LPS 群と HMF 群には LPS（5 mg/kg）を単回腹腔内投与し、LPS 投与 1 週間後から HMF 群には HMF（300 mg/kg）を 16 日間毎日 1 回経口投与した。その後解剖を行い、免疫組織化学染色によりアストロサイト、脳由来神経栄養因子（BDNF）、タウタンパク質のリン酸化（pSer396）、doublecortin の定量を行った。【結果】アストロサイトマーカーである GFAP と BDNF の解析において HMF 群は LPS 群と比較し、GFAP 陽性シグナルと BDNF 陽性シグナルの有意な増加を示した。リン酸化タウタンパク質の一種である pSer396 の解析では、CON 群と比較し LPS 群で有意な pSer396 陽性シグナルの増加を示していたが、HMF 群はその増加を抑制する傾向にあった。さらに神経新生のマーカーである doublecortin の解析では CON 群と比較し LPS 群で有意な doublecortin 陽性細胞数の減少を示し、HMF 群は LPS 群と比較し有意な増加を示した。【考察】HMF は脳内アストロサイトの活性化を刺激することで BDNF 産生を促進し、また神経系に対しては、pSer396 の抑制や神経新生を促進させることで、脳保護作用を示す可能性が示唆された。

D-9* 腸内細菌代謝産物 HMPA の adenine 腎炎モデルマウスにおける腎臓保護効果
○江井くるみ, 工藤綾音¹, 大瀬戸遥¹, 田川 岳², 吉野 進²,
Thanutchaporn Kumrungsee¹, 矢中規之¹
(広島大・生物生産,¹ 広島大院・統合生命,² 丸善製薬)

【目的】慢性腎臓病の患者数は増加しており、腎障害の予防効果を有する食品素材が求められている。3-(4-Hydroxy-3-methoxyphenyl)propionic acid (HMPA) は、クロロゲン酸やヘスペリジンなどのポリフェノール類の腸内細菌による代謝によって生じる生理活性物質として注目されている。本研究では腎症の予防効果に着目し、adenine 食誘発腎炎マウスにおける HMPA の腎臓保護効果を検証した。

【結果、および考察】6週齢雄性 ICR マウスに、AIN93M に準じた正常食に 0.2%adenine を混合した食餌を2週間負荷して腎炎を誘導した。また adenine 飼料に、1%HMPA および 2%HMPA を添加し、adenine 腎炎発症に与える影響を検討した。1%HMPA および 2%HMPA の摂取により、腎機能マーカーである血中 BUN およびクレアチニン濃度の上昇が有意に抑制された。腎臓由来 mRNA を用いて遺伝子発現解析を行った結果、HMPA 摂取群では fibronectin1, collagen1a1 などの組織線維化マーカー遺伝子や Tnf α などの炎症関連遺伝子の発現量が有意に低下した。Azan-Mallory 染色により、HMPA 摂取群において尿細管障害、および組織線維化の抑制が認められた。さらに、非侵襲性の評価手法である Saa3-luc マウスを用いた in vivo imaging 解析により、マウスの背後から腎臓の化学発光を観察したところ、HMPA 摂取群の炎症反応および組織線維化の病態の改善が観察された。以上の結果から、腸内細菌代謝産物である HMPA は、尿細管障害を抑制することにより腎臓保護効果を有する可能性が示された。

D-11* 酸性アミノ酸含有ジペプチドの抗アレルギー効果に関する研究
○尾崎愛花里, 石田萌子^{1,2}, 西 甲介^{1,2}, 菅原卓也^{1,2}
(愛媛大・農,¹ 愛媛大院・農,² 愛媛大・食品セ)

【目的】酸性アミノ酸であるグルタミン酸やアスパラギン酸を含むジペプチドに、好塩基球の脱顆粒を抑制することによる抗アレルギー効果があることが明らかになっている。そこで本研究では、酸性アミノ酸含有ジペプチド、特にアスパラギン酸含有ジペプチドについて、脱顆粒抑制効果の解明を目的とした。

【方法・結果】酸性アミノ酸含有ジペプチドについて、ラット好塩基球細胞株 RBL-2H3 細胞の抗原誘導性脱顆粒に及ぼす影響を β -ヘキソサミニダーゼの放出率により評価した。細胞毒性は WST-8 法で評価した。また、脱顆粒誘導時における細胞内カルシウムイオン濃度の上昇に及ぼす影響を検討した。その結果、酸性アミノ酸含有ジペプチドは、細胞毒性なく RBL-2H3 細胞の脱顆粒を濃度依存的に抑制した。アスパラギン酸含有ジペプチドのうち、Asp-Arg (DR) および Arg-Asp (RD) に強い抑制活性が認められた。一方、アスパラギン酸およびアルギニンには脱顆粒抑制活性は認められず、ジペプチドであることが重要であると推測された。DR, RD およびグルタミン酸ジペプチド Glu-Glu (EE) に着目し、作用機序を検討した。DR, RD, EE は、いずれも細胞内カルシウムイオン濃度上昇を抑制するものの、その作用は弱いものであり、カルシウムイオンフォア誘導性脱顆粒に対しては、カルシウムイオン濃度の上昇に対して抑制作用は示さないものの脱顆粒を抑制したことから、酸性アミノ酸含有ジペプチドは、カルシウムイオン濃度上昇以降のプロセスに作用して脱顆粒を抑制していると推測された。

D-12* クローブの脱顆粒抑制効果に関する研究

○岡田侑明¹, 石田萌子^{1,2}, 西 甲介^{1,2}, 恩田浩幸³, 菅原卓也^{1,2}
(¹愛媛大院・農, ²愛媛大・食品セ, ³エスビー食品(株))

【目的】クローブは古くから世界中で使用されている香辛料である。熱帯地方に生息している常緑樹で、蕾の状態を摘み取り、乾燥させたものが香辛料として使用される。本研究では、ラット好塩基球細胞株 RBL-2H3 細胞に対するヒスタミン内包顆粒の放出(脱顆粒)の抑制による、クローブの抗アレルギー効果の解明を目的とした。

【方法・結果】30%, 50%, 70%, 100%のエタノールでクローブ成分を抽出し、抗原誘導性脱顆粒に対する抑制活性を評価した結果、70%エタノール抽出物が最も比活性が高く、また、細胞毒性なく濃度依存的に脱顆粒を抑制した。そこで、70%エタノール抽出物を用いて詳細な脱顆粒抑制効果を検討した。クローブ 70%エタノール抽出物は、抗原誘導性脱顆粒時に起こる細胞内カルシウムイオン濃度上昇を抑制した。また、脱顆粒誘導時に起こる微小管形成を抑制する傾向が観察された。そこで、抗原刺激により誘導される細胞内脱顆粒シグナル伝達経路に及ぼす影響を評価した結果、クローブ 70%エタノール抽出物は、カルシウムイオン依存経路の Lyn, Syk およびカルシウムイオン非依存経路の Akt のリン酸化による活性化をそれぞれ下方制御することで脱顆粒を抑制することが推察された。次に、クローブ 70%エタノール抽出物に含まれる活性成分の精製を試みた。COSMOSIL 3C₁₈-EB カラムで分画した結果、活性フラクションが複数得られ、クローブ 70%エタノール抽出物には複数の脱顆粒抑制物質が含まれることが推察された。

D-13* センジュサイ葉エタノール抽出物の破骨細胞分化抑制作用に関する研究

○濱田皓平¹, 石田萌子^{1,2}, 西 甲介^{1,2}, 伊藤 亮³, 菅原卓也^{1,2}
(¹愛媛大院・農, ²愛媛大・食品セ, ³シーシーアイ(株))

【目的】骨粗鬆症は、老化やホルモンバランスの乱れなどから破骨細胞の働きが過剰になることで引き起こされる。また、骨粗鬆症に起因する骨折が健康寿命終焉の要因となっている。センジュサイは、バングラデシュ由来の野菜用アマランサス種子の改良によって作出された。センジュサイの保健機能に関する報告はないことから、破骨細胞分化抑制作用に着目して研究を行った。

【方法・結果】センジュサイ葉の乾燥粉末 1 g を 50 mL のエタノールに懸濁・抽出・溶媒除去した後に、100 mg/mL の濃度で DMSO に溶解したものをサンプルとした。マウスマクロファージ様細胞株 RAW264 細胞は、RANKL 刺激によって破骨細胞へ分化誘導されると、破骨細胞マーカー酵素である酒石酸抵抗性ホスファターゼ (TRAP) を高発現する。そこで、RANKL 刺激の 5 日後に TRAP 染色を行い、破骨細胞分化に及ぼす効果を評価した。細胞毒性は WST-8 法を用いて評価した。また、RANKL 刺激後 1 日目および 3 日目に細胞を回収し、破骨細胞分化に関連する因子の遺伝子発現に及ぼす影響を検討した。さらに、RAW264 細胞にサンプルを作用させた 1 時間後、15 分間の RANKL 刺激を行った後に細胞を回収し、シグナル伝達分子のリン酸化レベルを評価した。その結果、センジュサイ葉エタノール抽出物は細胞毒性なく破骨細胞への分化を抑制した。また、破骨細胞マスター遺伝子である *Nfatc1* や破骨細胞特異的遺伝子である *Acp-5* の発現量を抑制した。さらに、MAP キナーゼの p38 及び ERK のリン酸化による活性化を抑制することが明らかになった。

D-14* **ハダカムギふすま水溶性抽出物の脱顆粒抑制効果に関する研究**
○濱本成美¹, 石田萌子^{1,2}, 西 甲介^{1,2}, 菅原卓也^{1,2}
(¹愛媛大院・農, ²愛媛大・食品セ)

【目的】ハダカムギは大麦の変種であり、実の部分と外皮が容易に離れる「はだか性」と言われる性質を持つことから、その名で呼ばれている。ハダカムギの胚乳中にはβ-グルカンが豊富に含まれ、生活習慣病の予防や整腸作用などの生理機能が認められている。しかし、精麦により排出される外皮、いわゆる「ふすま」は破棄されてしまう場合が多いため、資源の有効活用の観点からふすまの有効活用法の開発が必要となる。そこで、まだ解明されていないハダカムギふすまの脱顆粒抑制による抗アレルギー効果について検討した。

【方法・結果】抗ジニトロフェニル(DNP)-IgE で感作したラット好塩基球細胞株 RBL-2H3 細胞に、六条大麦の一種であるマンネンボシのふすまから調製した水溶性抽出物を作用させた。その後 DNP-ヒト血清アルブミンで抗原刺激することで脱顆粒を誘導し、顆粒中に内包されているβ-ヘキソサミニダーゼの放出率を測定することで脱顆粒抑制効果を評価した。また、細胞毒性は WST-8 法で評価した。その結果、ふすま水溶性抽出物に脱顆粒抑制効果が認められた。さらに、調製したサンプルに対して熱処理、透析処理、エタノール処理等を行ったところ、活性物質は熱安定性が高く、分子量は 14 kDa 以上の高分子であることが示唆された。また、β-グルカン以外の物質が脱顆粒抑制活性に関与していることが確認された。さらに、ふすま水溶性抽出物の作用機序を検討したところ、脱顆粒誘導時に起こる細胞内カルシウムイオン濃度の上昇を阻害することにより脱顆粒を抑制することが示唆された。

E-1* *Pochonia suchlasporia* が固体培養において生産する異なる α -ピロン部位を有する asteltoxin 類
○加藤陽輝, 神崎 浩, 仁戸田照彦 (岡山大院・環境生命)

【目的】当研究室では、糸状菌 *Pochonia suchlasporia* TAMA87 株の固体培養物より新規殺虫活性物質である ET-1¹⁾ 及び ET-4 を見出した。これらは asteltoxin 類に属する化合物であるが、既知の asteltoxin 類とは α -ピロン部位の炭素骨格が異なり、本菌株が asteltoxin 類の新たな化合物群を生産することが示唆された。TAMA87 株培養抽出物には、HPLC 分析において ET-1, ET-4 と類似した UV スペクトルを持つ化合物のピークが複数検出されており、これらの化合物は MS/MS 分析におけるプロダクトイオンスペクトルから、ET-1, ET-4 と同じ α -ピロン部位をもつ新規の asteltoxin 類と、従来型の α -ピロン部位をもつ asteltoxin 類の両方を含む可能性が示唆された²⁾。そこで、今回は従来型の α -ピロン部位をもつ asteltoxin 類と考えられた化合物ピーク⑤について単離を行い、各種機器分析を用いた化合物の同定を試みた。

【方法と結果】TAMA87 株培養抽出物をシリカゲルカラムクロマトグラフィー、分取 HPLC による精製を行い、化合物ピーク⑤を単離した。単離した化合物を各種機器分析による構造解析に供した結果、UV 測定、旋光度測定、質量分析、NMR 分析のいずれの結果においても、asteltoxin C の文献値と矛盾はなく、単離された化合物ピーク⑤は既知の asteltoxin 類である asteltoxin C であることが明らかとなった。このことから、糸状菌 TAMA87 株は固体培養において、従来と異なる α -ピロン部位をもつ新規の asteltoxin 類と同時に、従来型の α -ピロン部位をもつ asteltoxin 類を生産することが確認された。

¹⁾J. Pestic. Sci., 45(2), 81-85(2020) ²⁾農化中四国支部 66 回講演会 2023.9 高知 (E-9)

E-2* スダチ果汁由来の神経突起形成促進物質
○宮崎さほ, 古賀武尊¹, 田井章博¹
(徳島大院・創成科学, ¹徳島大・生物資源)

【目的】近年日本は超高齢社会を迎え、増加するアルツハイマー病等の認知症対策が急務である。アルツハイマー病発症要因の一つとして、脳内神経細胞の生存や分化、再生の促進に作用する nerve growth factor (NGF) が加齢に伴って減少し、神経突起形成の維持が困難となることが挙げられる。NGF は分子量が大きく血液脳関門を通過しないため治療薬として応用することができない、このため、NGF 増強作用や NGF 様作用を示す低分子物質の探索がアルツハイマー病の治療法・予防法確立に繋がると期待されている。本研究では、予備研究で徳島の名産品であるスダチの果汁が NGF 増強作用 (神経突起形成促進作用) を示したことを受け、スダチ果汁から神経突起形成促進物質の単離、同定を目的とした。

【方法・結果】神経細胞分化モデルである PC12 細胞と神経突起分化誘導剤の NGF を用いて、スダチ果汁に含有する神経突起形成促進作用を示す物質の探索を行った。神経突起形成促進作用を指標に各種カラムクロマトグラフィーによる精製を進め、作用物質 A, B を単離した。それらの化学構造を NMR と MS によって解析した結果、化合物 A はフラノクマリン誘導体の byakangelicin であると推定された。化合物 B は現在解析中である。Byakangelicin は β -secretase 阻害作用が報告されているが、神経突起形成促進作用の報告はなく、本研究で新規の作用として見出した。また、現在 byakangelicin 類似体を用いて構造活性相関研究を行い、byakangelicin の側鎖の有無や置換基の結合位置の違いによる作用の影響を調査している。これにより、神経突起形成促進作用に重要となる化学構造を明らかにする。

E-3* トマト脇芽廃棄物由来の脱顆粒抑制物質
○山田沙羅, 古賀武尊¹, 田井章博¹
(徳島大院・創成科学,¹徳島大・生物資源)

【目的】近年,世界的にアレルギー患者数が増加傾向にあり,その対策が急務である。I型アレルギーは,脱顆粒反応により肥満細胞から放出されるケミカルメディエーターによって誘発される。そのため,脱顆粒抑制物質はI型アレルギーの予防に有用であると考えられる。本研究では廃材の有効活用という点に着目し,材料を選択した。トマト(*Solanum lycopersicum*)は,水耕栽培を通して脇芽や葉などの廃棄物が大量発生する。これらの用途は無く,ゴミとして排出される他ないため,これを有効活用するために本研究では脱顆粒抑制作用に注目し,トマト脇芽廃棄物より脱顆粒抑制物質の単離,同定を目的とした。

【方法・結果】ラット好塩基性白血病(RBL-2H3)細胞における脱顆粒抑制作用を指標に作用物質の精製を行った。まず,トマト脇芽廃棄物を80%メタノールで3日間抽出し,得られた抽出物をヘキサン,酢酸エチル,水飽和ブタノールで分液を行った。分離した画分の脱顆粒抑制作用を評価し,ヘキサン画分に有意な作用を見出した。次に,ヘキサン画分を各種カラムクロマトグラフィーによって精製し,弱い作用ながら1つの脱顆粒抑制物質を単離した。NMRとMSによる化学構造解析の結果,得られた脱顆粒抑制物質はミリスチン酸と同定された。ミリスチン酸は食品に幅広く含まれ,抗炎症作用や2型糖尿病リスクの軽減などが報告されている。本研究では,食品だけでなく,トマト脇芽乾燥物550gから185.5mgものミリスチン酸を精製し,トマト脇芽廃棄物から多量の脱顆粒抑制物質を獲得できる可能性を見出した。今後,本研究がトマト廃材の有効活用に繋がることに期待する。

E-4* 動物の消化管に含まれるグリコサミノグリカンの組成分析
○北井悠仁¹, 武田-奥田尚子², 延水 晶², 田村純一^{1,2}
(¹鳥取大院・持社創生,²鳥取大・農)

細胞外マトリックス分子であるグリコサミノグリカン(GAG)は,軟骨基質や基底膜に普遍的に存在している。近年の研究では,GAGの一種であるコンドロイチン硫酸(CS)が免疫応答や細胞増殖メカニズムなどの生理学的作用に関与するという報告もあり,CSの機能には未開拓の幅広い利用可能性があると考えられている。本研究では,CSの構造解析と機能解明をつうじて,新規バイオマテリアル探索と未利用部位の高付加価値化を目指している。対象生物には,ウシやブタなどの産業動物やシカなどの害獣と,代表的な養殖魚である銀鮭を用いた。これら動物が持つ胃や腸などの消化管に含まれるGAGの微細構造や組織に含まれる量について調査した。

生物ごとの消化管を分類・細断し,脱脂乾燥した。プロテアーゼによる脱脂乾燥物のタンパク分解を行い,透析し,エタノールを加えて糖鎖成分を沈殿させた。得られた糖鎖は,酵素を用いて不飽和二糖に分解し,HPLCを用いてCS/デルマタン硫酸(DS)とヒアルロン酸(HA)の含有濃度について分析を行った。さらに,CS/DSについては硫酸化パターンの違いによる二糖組成を算出した。その結果,標的糖鎖について種や器官による特異性や共通点を発見した。

E-5 新規 Vibsanin A 誘導体の合成と生物活性の評価
○高淵大斗, 畠中聡之, 柳田 亮¹, 花木祐輔¹
(香川大院・農, ¹香川大・農)

【背景・目的】 Vibsanin A (VibA) は、サンゴジュ (*Viburnum odoratissimum*) の葉に含まれているプロテインキナーゼ C (PKC) 活性化剤である。多くの PKC 活性化剤はマウス皮膚において炎症を誘導し、発がんプロモーション活性を示す。一方、VibA は単独で炎症誘導を示さず、発がんプロモーターによる炎症誘導を抑制することから、PKC を標的にした抗腫瘍剤、抗ウイルス剤として注目されている。我々の研究グループでは化学的安定性の低さと抗炎症誘導活性の間に関係していると仮説を立て、誘導体の合成を行っている。本研究では、マイケルアクセプターとして機能し得る VibA の 8 位のジメチルアクリル酸エステルを安息香酸エステルに置換した **1** を合成し、化学的安定性、がん細胞増殖抑制活性、ならびに PKC 結合能を評価した。

【方法・結果】 サンゴジュの葉から単離した VibA から 4 段階、全収率 42% で **1** を合成した。**1** のリン酸緩衝生理食塩水 (PBS) 中の半減期は 6.5 h であり、VibA の半減期 (20.0 h) の約 3 分の 1 であった。この結果は VibA の 8 位側鎖のマイケルアクセプター能が不安定性の原因でないことを示している。一方、**1** は VibA と比較して顕著に高い白血病細胞増殖抑制活性および PKC 結合能を示した。今後、芳香環に多様な置換基を導入することで、生物活性と安定性を調節した誘導体の開発が期待できる。

E-6* マトリグリカン長鎖オリゴ糖の合成とそのクラスター化
○小寺康太¹, 田口遥斗², 望月楽斗², 田村敬裕³, 田村純一^{1,2,3}
(¹鳥取大院・持社創生, ²鳥取大・生命環境, ³鳥取大院・連農)

Core M3 O-マンノシルグリカン(MG)は、基底膜と筋細胞膜の連結を仲介し、筋繊維の安定化に寄与する糖鎖である。そのため、Core M3 O-MG の生合成異常は、骨格筋組織の崩壊を伴う糖鎖異常型筋ジストロフィー症(α -ジストログリカノパチー)の発症につながる。当疾患は指定難病 113 に登録される遺伝性疾患であり、未だ有効な治療薬の開発に至っていない。最近では、Core M3 O-MG の非還元末端側に位置する二糖繰り返し構造から構成されるマトリグリカン[$\rightarrow 3$] α Xyl(1 $\rightarrow 3$) β GlcA(1 \rightarrow)]が、基底膜の構成成分であるラミニンとカルシウムイオンを介して相互作用することが明らかとなった[1]。つまり、化学合成によるマトリグリカンの供給は、遺伝子治療とは異なる筋ジストロフィー症治療薬のターゲットとして有用であると考えられる。当研究室では、筋組織の再構築を指向してマトリグリカン複合糖質の有機合成研究を行ってきた。すでに直鎖マトリグリカン 6 糖までの系統的な合成を達成し、合成糖鎖がラミニンと相互作用を持つことを示した[2]。本研究では、合成マトリグリカンのラミニンに対する結合親和性を向上させるため、さらに長鎖のマトリグリカンを精密合成した。一方で、複数の糖鎖が並列に配向した糖鎖クラスター化合物は、長鎖の糖鎖が有するタンパク質との高い親和性を、短鎖の糖鎖でも再現できる可能性がある。本研究では、非天然構造のマトリグリカンデンドリマーの合成も行った。

[1] D. C. Briggs *et al.*, *Nat. Chem. Biol.*, **12**, 810-814 (2016)

[2] T. Tamura *et al.*, *Org. Biomol. Chem.*, **20**, 8489-8500 (2022)

E-7* マトリグリカンオリゴ糖立体異性体の合成と配座解析
○田口遥斗¹, 小寺康太², 田村純一^{1,2}
(¹鳥取大・農, ²鳥取大院・持社創生)

β -1,3-グルカンは、グルコースが β -1,3-結合で連なった多糖であり、生体防御系を活性化し、抗腫瘍効果や感染防御能を増強することが知られている。 β -1,3-グルカンの類縁体として、キシロース(Xyl)が β -1,3-結合で連なった β -1,3-キシランがあるが、未だ天然から Xyl とグルクロン酸(GlcA)が β -1,3-結合している多糖は発見されていない。当研究室ではこれまで、マトリグリカンオリゴ糖(-3Xyl α 1-3GlcA β 1-)の立体及び位置選択的な合成に取り組んできた。このマトリグリカンオリゴ糖の立体異性体(-3Xyl β 1-3GlcA β 1-)は、 β -1,3-グルカンと構造が類似していることから β グルカン類縁体としての生理活性が期待される。本研究ではマトリグリカンオリゴ糖立体異性体の機能受容体解明のため、有機化学的手法を用いて合成することとした。適切に保護された Xyl 供与体と GlcA 受容体を縮合し、Xyl 上の保護基を除去することで二糖トリオールを合成した。二糖トリオールは α β 混合物であるが、2,4 位水酸基保護のためボロン酸を用いると両異性体の Xyl が環反転し、2,4 位水酸基と環状ボロン酸エステルを形成した。 α 体の環状ボロン酸エステルは、シルカゲルカラムクロマトグラフィー中で加水分解され、二糖トリオールとして回収された。 β 体二糖は同条件下でも環状ボロン酸エステルが安定なため 3 位水酸基に Levulinoyl 基が導入でき、酸性の後処理によってボロン酸エステルが加水分解を受けジオールとなった。この 2,4 位水酸基は、Levulinoyl 基とは異なるアシル基で保護することができた。還元末端をイミデート化して二糖供与体に誘導することで、オリゴ糖合成を進めている。

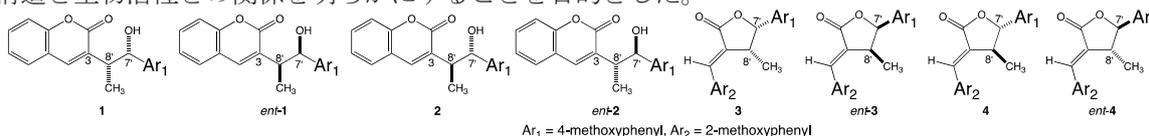
E-8* Cyanobacterin の新規合成経路の開発
○竹本 遥, 山内 聡, 西脇 寿
(愛媛大院・農)

【目的】 Cyanobacterin は、淡水に生息するラン藻の一種である *Scytonema hofmanni* が産生する二次代謝産物である。光化学系 II における電子伝達系を阻害することにより、陸上植物の成長を阻害することが報告されているが、cyanobacterin のどのような構造が光合成阻害活性に必要な検討された例は少ない。これまでに様々な全合成経路が検討されているが、本研究では構造活性相関を解析するために必要な類縁体の合成に適した合成経路の開発を目的とした。

【方法・結果】 Isobutyraldehyde からコーリー・フックスアルキン合成、ヒドロヨウ素化、菌頭カップリングによってアリルアルコールを合成した。その後、シャープレス不斉エポキシ化、エポキシド開環により不斉点の持つフラグメント A を合成した。一方、vanillin から 6 工程で合成したベンジルハライドを用いて、フラグメント A のベンジル化やアルドール反応を検討したが進行しなかった。*p*-メトキシフェニル基や TMS 基などの電子供与基の存在が原因と考え、電子求引性のニトロ基を有する類縁体の合成を試みた。

E-9* 3-(1-aryl-1-hydroxyprop-2-yl)coumarin と 3 置換 α -benzylidene- γ -butyrolactone の立体異性体の合成と、植物生長抑制活性と抗カビ活性の評価
 ○三木梨花, 西脇 寿, 秋山浩一¹, 山内 聡
 (愛媛大院・農, ¹愛媛大・学術支援セ)

【目的】3-(1-aryl-3-hydroxyprop-2-yl)coumarin と 2 置換 α -benzylidene- γ -butyrolactone に、それぞれ立体特異的な植物生長抑制活性と抗カビ活性とを見出したので、今回は、3-(1-aryl-1-hydroxyprop-2-yl)coumarin **1**, *ent*-**1**, **2**, *ent*-**2** と、同時に合成可能な 3 置換 α -benzylidene- γ -butyrolactone **3**, *ent*-**3**, **4**, *ent*-**4** の合成を行い、立体構造と生物活性との関係を明らかにすることを目的とした。



【方法・結果】7',8'-*syn* 体である **1**, *ent*-**1**, 及び 7',8'-*cis* 体である **3**, *ent*-**3** の立体構造は、*S* 体または *R* 体の Evans の不斉補助基を用いた *anti*-aldol 縮合により構築した。一方、7',8'-*anti* 体である **2**, *ent*-**2**, 及び 7',8'-*trans* 体である **4**, *ent*-**4** の立体構造は、*S* 体または *R* 体の Evans の不斉補助基を用いた *syn*-aldol 縮合により構築した。ベンジリデンのベンゼン環上の水酸基の保護基にベンジル基を用いると、BCl₃ による脱保護の時に 7'位のエピ化が起こったため、シリル基を保護基として用いた。これにより、塩基存在下での水酸基脱離によるベンジリデン生成と同時に脱保護が起こった。*Z*-体のベンジリデンをラクトンの巻き直しによりクマリン構造へ変換した。植物成長抑制活性は *ent*-**2** が、抗カビ活性は *ent*-**4** が立体特異的に高かった。

E-11* 1-置換 benzyl-2-methylbenzimidazole 誘導体の昆虫ホルモン初期応答遺伝子発現に与える影響
 ○郭 維軻, 末吉歩夢, 塩月孝博¹
 (島根大・自然科学, ¹島根大・生資科)

【目的】安定的食糧生産を支える農作物生産のための総合的害虫防除においても化学的防除は欠かせないものの、薬剤に対する抵抗性の発現と発達課題である。それに対抗するためには新規制御剤を開発する必要がある中で、昆虫成長制御剤 (IGR) は有力な候補の一つである。その一つとして 1-benzyl-2-methylbenzimidazole (BMBI) 誘導体が合成されカイコの成長を阻害するものが発見された。しかし、その作用機構はまだ解明されていないため、本研究では、作用機構解明の一助として BMBI 誘導体を投与した後の昆虫ホルモン初期応答遺伝子発現に与える影響を調査した。

【方法および結果】3 齢 1 日(脱皮後 24 h)のカイコ幼虫の胸部背面に、BMBI 誘導体のアセトン溶液を塗布投与した。経日的に表現型を観察するとともに、5 齢 8 日まで、24 時間ごとに幼虫を解剖し、中腸を除いた全虫体から Total RNA を抽出し、逆転写した cDNA をテンプレートとして幼若ホルモンと脱皮ホルモンの各初期遺伝子である Kr-h1, BrC の発現量の経時変化を定量 PCR で解析した。蛹化時に致死を引き起こす誘導体では、BrC 遺伝子の発現に影響を与えているのが見つかった。

E-12* KK-42 投与がカイコのホルモン応答遺伝子発現に与える影響
○吉川哲矢, 尾添富美代, 塩月孝博
(島根大・生資科)

【背景・目的】 安定的な農業生産を行うためには、病害虫を防除するための殺虫剤が必要とされるが、薬剤抵抗性系統の出現が問題となっている。そこで昆虫の脱皮・変態に関わる内分泌系に作用する昆虫成長制御剤に目を付けた。九州大学の桑野らによって合成された KK-42 はチョウ目昆虫に対して高い活性を持ち、早熟変態を引き起こすことが知られているが、遺伝子に対してどのような影響を及ぼしているかは不明である。幼若ホルモンと脱皮ホルモンによる昆虫の脱皮・変態の制御において、KK-42 はカイコに対し抗幼若ホルモンの活性を示す。本研究では、KK-42 がカイコ幼虫の成長に与える活性と、幼若ホルモンと脱皮ホルモンの初期応答遺伝子である *Kr-h1* と *BrC* の発現へ与える影響の関係を調べた。

【方法・結果】 3 齢 1 日目のカイコ幼虫に 10 µg の KK-42 を投与すると、3 齢から早熟変態する個体と 4 齢から早熟変態する個体が生じた。4 齢 0 日目で投与した場合は、全て 4 齢のまま早熟変態した。それぞれの時期に KK-42 を投与したカイコの皮膚と脂肪から前蛹になるまで RNA を抽出し、qPCR で *Kr-h1* と *BrC* の発現量変化を追跡した。その結果、KK-42 は *Kr-h1* の発現に影響があることが分かった。

E-13* 1-benzyl-2-methylbenzimidazole 誘導体の benzyl 基上の置換基と昆虫成長阻害活性の関係
○井上鼓捺, 逸見周平, 塩月孝博¹
(島根大院・自然科学, ¹島根大・生資科)

【背景・目的】 農薬を用いた化学的防除はチョウ目昆虫を含む害虫の防除において重要な役割を担っている。しかし近年、薬剤抵抗性害虫の発現や非標的生物への影響が懸念されており、既存の薬剤とは異なる作用機序を持つ薬剤の開発が求められている。なかでも、昆虫の内分泌系に作用し、脱皮や変態などの昆虫特異的な機能を阻害する昆虫成長制御剤 (IGRs) の開発は有効な対策であると考えられる。我々はこれまでに、1-benzyl-2-methylbenzimidazole 誘導体 (BMBIs) が昆虫に対して様々な IGR 活性を示すことを明らかにしており、前年度の本大会では 1-benzyl 一置換体の構造と生物活性の関係について報告した。本研究では、BMBIs の構造活性相関をより詳細に調査するために 1-benzyl 二置換体などの誘導体を合成し、昆虫の成長に与える効果を調査した。

【方法・結果】 合成した化合物のアセトン溶液をカイコ幼虫の胸部背面に塗布し、その後、蛹になるまでの期間観察を行なった。その結果、投与後数日で致死する早期致死活性や、脱皮や蛹化などを阻害する成長阻害活性などが生じた。与える効果は 1-benzyl 基上の置換基の種類や位置によって様々であり、特に 1-benzyl 基に異なる 2 つの置換基を持つ化合物のうちいくつかでは特徴的な脱皮阻害や表皮異常が見られた。また、同じ化合物でも薬量によって生じる活性の割合が異なった。このように化合物の構造や薬量によって表現型や致死時期の異なる効果を示すことから、本誘導体は複数の異なる作用機序を持つことが推測された。

E-14* Synthesis and Insecticidal Activity of Benzimidazole with Heterocycles
OSahan Gunasekara, Konatsu Inoue¹, Takahiro Shiotsuki^{1,2}
(UGSAS, Tottori Univ., ¹Grad. Sch. Nat. Sci. Shimane Univ., ² Fac. Life Environ. Sci., Shimane Univ.)

Pest control is widely adopted in the agriculture sector to safeguard crop yield and improve crop quality through the using of pesticides. Therefore, we synthesized novel derivatives of benzimidazole containing heterocyclic rings as insect growth regulators based on the previously prepared benzimidazole derivatives with benzyl group that are expected to have a low impact on environmental organisms.

Several derivatives of benzimidazole with heterocycles interestingly exhibit two types of biological effects on silkworm as a model Lepidopteran insect with application on 3rd and 4th instar larvae, that is, acute lethal activity and inhibition of development. Among the synthesized compounds, the highest acute lethal activity was observed in compound that have oxygen containing six membered ring at 2-position of 1-methyl benzimidazole while the highest growth inhibition was found with sulfur containing five membered ring with disturbing larvae and pupation stages. Also, the Oxygen containing compounds exhibited dose dependent activity: high rate of acute toxicity was caused at high doses. The activities were higher with the administration at 3rd instar larvae than those at 4th instar larvae for both compounds. Moreover, Several different phenotypes were observed with regard to growth inhibition. Further studies are necessary for their mode of action, and for evaluation of the insecticidal activity for pest Lepidopteran insects.

謝 辞

学会創立 100 周年記念日本農芸化学会 2024 年度中四国支部大会（第 69 回講演会）の開催にあたり，下記の企業から，ご支援を賜りました。

ここに篤く御礼申し上げます。

（五十音順）

朝日共販株式会社

株式会社旭製作所

アルフレッサ篠原化学株式会社

伊方サービス株式会社

えひめ飲料株式会社

化研テクノ株式会社

酒六冷蔵株式会社

四国乳業株式会社

四国理科株式会社

日進商事株式会社

科学の未来を創造する。

臨床検査に貢献。

多様化するニーズに対応する。

科学研究と臨床検査機器・臨床検査用試薬の総合商社

日進商事株式会社

本 社 〒780-0901 高知市上町5丁目6番15号

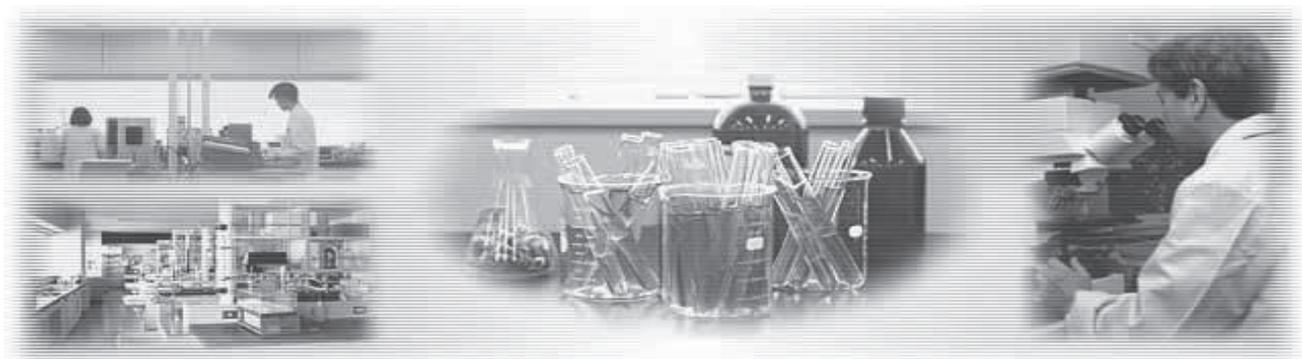
中村営業所 〒787-0019 四万十市具同8608番地1(3-305)

松山営業所 〒791-1101 松山市久米窪田町436番地10

T E L (088)822-3141(代) F A X (088)822-3140

<http://www.nisshin-syouji.co.jp>

地域の発展と豊かな環境を目指し、我々は進化します



KAKEN-TECHNO CO., LTD.

化研テクノ株式会社

<https://www.kaken-techno.co.jp>

本社 〒770-0873 徳島県徳島市東沖洲2丁目27番地1
TEL (088)664-6321(代表)

高松営業所 〒761-0301 香川県高松市林町148-19
TEL (087)815-1111(代表)

松山営業所 〒791-1102 愛媛県松山市来住町1445番1
TEL (089)960-0260(代表)

新居浜営業所 〒792-0050 愛媛県新居浜市萩生545-3
TEL (0897)43-8001(代表)

高知営業所 〒780-0082 高知県高知市南川添21番13号
TEL (088)884-8881(代表)

岡山出張所 〒700-0927 岡山県岡山市北区西古松1丁目6-3
TEL (086)250-3959(代表)

大阪出張所 〒564-0062 大阪府吹田市垂水町3丁目7番27号
TEL 06-4861-0018 (代表)

取扱品目

試験研究用試薬、一般試薬
輸入試薬、体外診断薬
試験研究用精密分析機器
実験器具及び機材
臨床検査機器
高純度化成品、工業薬品
水産薬品、水処理薬品
医薬品、動物用医薬品



ISO9001 品質マネジメントシステム認証取得



ISO14001 環境マネジメントシステム認証取得

認証範囲：ISO9001 本社、松山営業所
ISO14001 本社、高松営業所、松山営業所

人と人、人と夢をつなぐ、大きな架け橋。 四国全域をカバーするネットワーク。

医療部門・理化学部門では四国4県の支店・営業所を通じ、きめ細やかなサービス、安心できる商品を迅速に提供できるよう努めています。



理化学

Physics and Chemistry

検査部門

検査部門は、私たちを取り巻く環境の“今”を知る部門でもあります。食の安全や環境問題等に対して、保健・食品・環境等、各種の検査機関への試薬・器材・分析機器の販売を通じ、人々が安心して暮らすことのできる環境の実現を目指しています。

研究支援部門

各分野の最先端の研究開発をあらゆる方面からサポートする研究支援部門。研究者にとって最適な環境づくりから、各種の試薬・器材・機器の販売等、ハードとソフトの両面に渡ってサポートします。

教育・産業部門

スペシャリストの育成に貢献するとともに、地域の産業を支援する製造資材・品質管理器具を提供し、地場産業の発展を応援しています。

社員一人ひとりにやどる、 アルフレッサ篠原化学の理念

私たちはお客様のためになる必要とされる会社を目指します。

私たちはお客様に信頼される誠実な会社を目指します。

私たちは常に革新し続ける勇氣ある会社を目指します。

私たちは常に努力しがいのある会社を目指します。



事業案内

医療

臨床診断薬・医薬品、医療材料・医療機器・在宅酸素、感染予防用品・衛生材料

理化学

研究・分析用試薬、理化学器材・機器、理科教材・設備全般

環境

食品検査用品、環境検査管理用品、廃薬品収集運搬、工業用薬品、浄化槽・プール管理用品、太陽光発電

介護用品

介護・福祉用品の販売並びにレンタル、保健・看護用品、住宅改修

介護サービス

居宅介護支援事業所、デイサービスセンター、老人ホームの運営

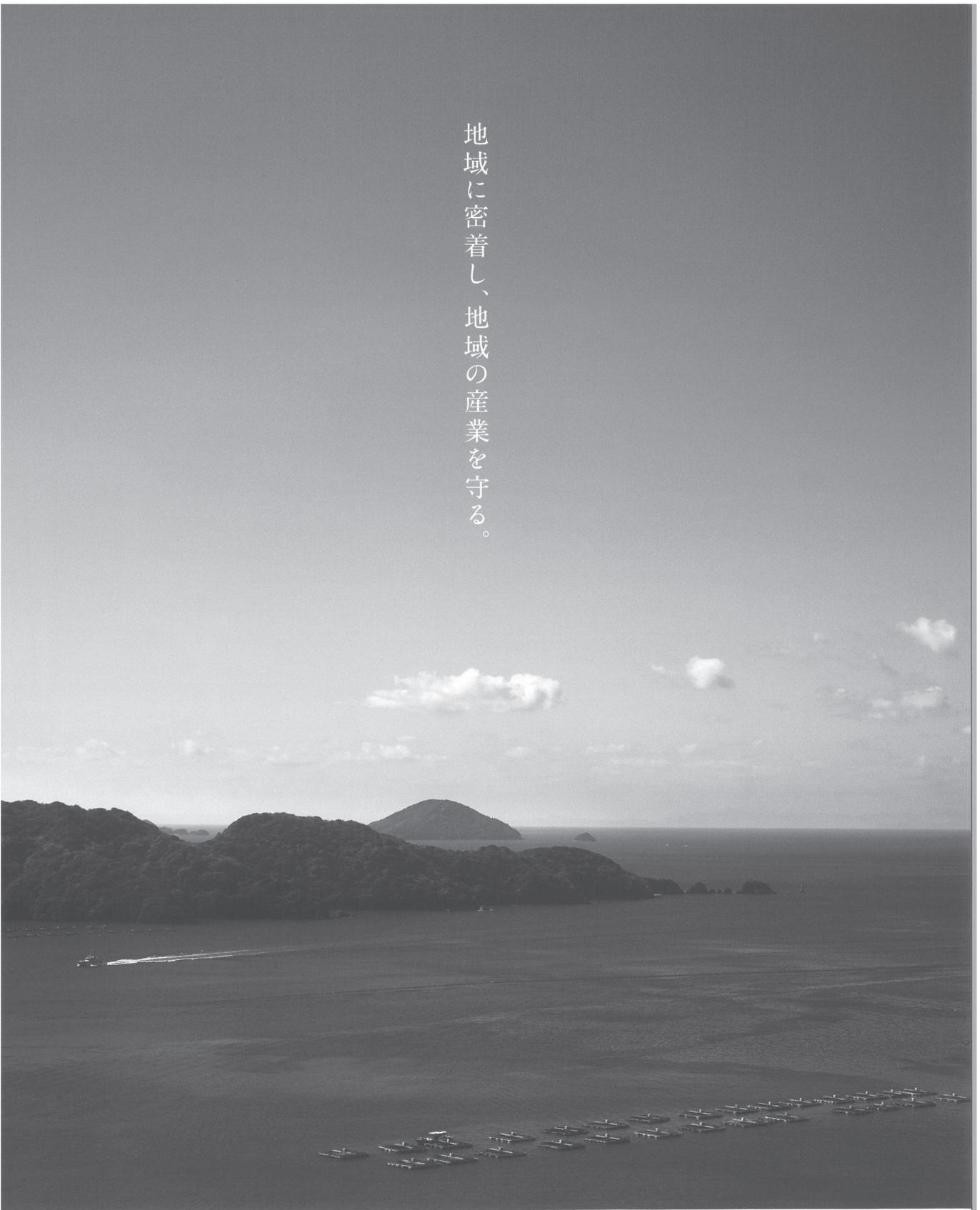
alfresa

アルフレッサ篠原化学株式会社

事業所／本社	〒781-9506	高知県高知市南御座9-41	Tel.088-882-5000	Fax.088-882-5152
高知支店	〒781-9506	高知県高知市南御座9-41	Tel.088-882-5000	Fax.088-882-5152
香川支店	〒769-0103	香川県高松市国分寺町福家甲1255-10	Tel.087-816-2001	Fax.087-816-2002
愛媛支店	〒799-3105	愛媛県伊予市下三谷1-6	Tel.089-994-8825	Fax.089-994-8826
徳島支店	〒771-0132	徳島県徳島市川内町平石夷野224-29	Tel.088-678-2201	Fax.088-678-2203
四万十営業所	〒787-0013	高知県四万十市右山天神町10-28	Tel.0880-34-4361	Fax.0880-34-4365
西条営業所	〒793-0010	愛媛県西条市飯岡261-10	Tel.0897-47-5662	Fax.0897-47-5663

<https://www.alf-shinohara.com/> e-mail:info@e-shinohara.co.jp

地域に密着し、地域の産業を守る。



酒六冷蔵株式会社

〈本社〉愛媛県八幡浜市松柏丙824番地 TEL0894-22-1020 e-mail honsha@sakaroku.jp <http://www.sakaroku.jp>





魚にかえろう。

日本の片隅の、小さな漁村から
日本の漁業を変えようと思います。

もっともっと海を知り、

もっともっと漁の技を究め、

もっともっといい魚をとる。

そうやってとった魚は本当においしくたべてもらいたい。

だから私たちは漁師ならではのカンや経験や情熱をいかして

加工も、流通も、販売も、鮮度にとことんこだわります。

私たちが漁師が海と食卓を結べば

「お魚、おいしい！」という子どもは増えてくる。

「漁師ってカッコいい！」という若者もきっと増えると思います。

日本の片隅の、小さな漁村から世界に挑戦しようと思います。

もっともっと世界の海を見つめ

もっともっと世界の漁を知り

もっともっといい魚に出会う。

そして日本の魚のプロとして世界中のどこであつても、

最高の品質を、最高の鮮度で届けることにこだわります。

私たちが漁師が日本と世界の海を結べば

「日本の魚、おいしい！」という人がきっと増えてくる。

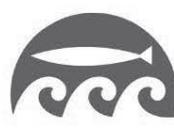
「日本ってすごい」という人もきっと増えると思うのです。

小さな漁村から日本へ、世界へ。

海の恵みで、幸福や希望や夢をひろげていく。

私たちは、シータス。朝日共販株式会社です。

新ブランド「Seatas^{シータス}」と共に、朝日共販は次のステージへ。

 **Seatas**
朝日共販株式会社

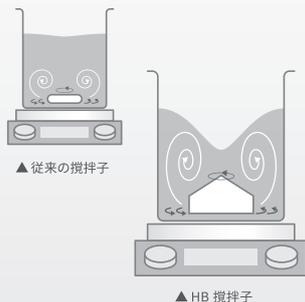
日々の実験をもっと手軽に効率よく



高性能攪拌子

HB 攪拌子

ホームベースのような翼形状により、安定した流脈を生み出し、広範囲の粘度や液深の変化に対応します。



流脈が壁面に沿って下方から上方へと広がり、混合を促進します。

開発 名古屋工業大学工学部
教授 加藤禎人先生

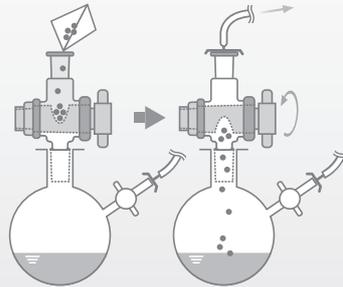


HB 攪拌子

粉体投入アダプター 特許出願中

エアレスフィードコック

気密性の高い試料供給器です。グローブボックスを使用することなく、嫌気条件下の化学物質の添加が簡単に行えます。



PTFEコックをくるっと回すだけで、試料を添加できます。

開発 九州大学大学院理学研究院
化学部門 助教 鳥飼浩平先生

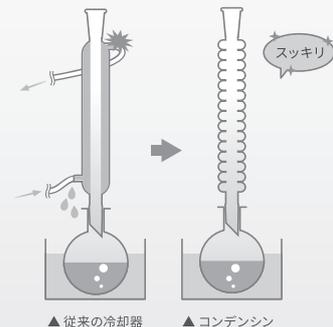


エアレスフィードコック

空冷式冷却器

コンデンシン™

水を使わない冷却器です。水冷式冷却器と同等の回収能力ながら、煩雑な配管作業がなく、設置・片付けの手間を省きます。



水漏れによる装置の破損、実験設備や器具の汚染などの心配がありません。

※コンデンシン™は Asynt 社の登録商標です



コンデンシン

AGI 株式会社 旭製作所

本社 〒864-0025 熊本県荒尾市高浜 1978

拠点 東京・千葉・名古屋・大阪・姫路・岡山・東広島
大竹・山口・宇部・松山・北九州・熊本

TEL 0120-595-996

FAX 0968-68-2125

URL www.agi.co.jp

E-mail info@agi.co.jp

YouTubeチャンネルあります

各種AGI製品の紹介や、会社のイメージを掴めるブランドムービーなど、様々な動画を掲載しています。

AGI Asahi YouTube



ご希望の仕様に応じた特注品製作も承っています。まずはお気軽にご相談ください。



From Farm to Table

— 牧場から食卓へ —

生乳の生産を担う愛媛県酪農業協同組合連合会と
 製造・販売を担う四国乳業株式会社が
 生産から製造・販売までを直結させることで
 加工が少ない“そのまま”をお届けすることにこだわっています。
 自然の贈り物である牛乳は、わたしたちの健康の源。
 らくれんは今までも、そしてこれからも、
 牛乳の“そのまま”にとことん向き合っていきます。

おいしさは、いつも自然から。



@RAKUREN_MILK

「研究機器オンライン」 「受託オンライン」

製品情報の充実
 随時、追加・更新を
 行っております。



HPトップから
 一目でラクラク
 検索!



HPトップバナーから

研究機器オンライン
 トップページへ! 受託オンライン
 トップページへ!



研究機器オンラインの特徴

- ▶ 研究用途に合わせた検索もラクラク!
- ▶ 予算申請の金額に合わせた検索もラクラク!
- ▶ 予算申請に便利
 - .. 指定範囲の金額で検索が可能に!
- ▶ あのメーカーの製品を
 - .. フリーワード検索や
 - メーカーの絞り込み検索も可能!

気になる
 ワードで検索!

受託オンラインの特徴

- ▶ 遺伝子発現解析や抗体作製から
 病理標本作製まで幅広い受託サービスを掲載
- ▶ 研究用途から受託サービス検索
 - .. 遺伝子工学、シーケンス解析、タンパク質工学などの
 カテゴリー検索!
- ▶ キャンペーン情報の確認も可能
- ▶ あのメーカーの受託サービスを
 - .. フリーワード検索やメーカーの絞り込み検索も可能!



機能性表示食品 機能性関与成分
オーラプテン 届出番号 I1155

加齢とともに衰える認知機能の一部である
記憶力を維持する (日常生活で見聞きした情報を記憶し、思い出す力)

おはよう!オーラプテン
河内晩柑



愛媛県イメージアップ
キャラクターみきゃん
許諾番号:511027



食生活は、主食、主菜、副菜を基本に、食事のバランスを
□本品は、特定保健用食品と異なり、消費者庁長官による個別審査を受けたものではありません。
□本品は、疾病の診断、治療、予防を目的としたものではありません。



オーラプテン
を多く含む河内晩柑



愛媛県 愛南町で採れた
河内晩柑を使用



「愛媛大学」との
共同企画

四国のしっぽ (伊方サービス) は、愛媛大学と柑橘の機能性成分についての共同研究を実施しております。「おはよう!オーラプテン河内晩柑」は、愛媛大学の「愛媛 Food Camp」参加学生とパッケージデザインやネーミングを共同企画しました。



四国最西端の特産市サイト「四国のしっぽ」
www.shikokunoshippo.com



お問い合わせ 伊方サービス株式会社 〒796-0421 西宇和郡伊方町九町字浦安1番耕地1349番1 TEL: 0894-39-0880 FAX: 0894-39-0883



Matsuyama JAPAN

Words Spring and Bloom

本事業は、公益財団法人松山観光コンベンション協会のMICE 開催助成金を活用しております。

賛助企業

- ・アルファー食品(株)
- ・アルフレッサ篠原化学(株)
- ・池田糖化工業(株)
- ・エイチビィアイ(株)
- ・(株)えひめ飲料
- ・(株)大熊
- ・大塚器械(株) 西条支店
- ・岡山県酒造組合
- ・オハヨー乳業(株)
- ・片山化学工業(株) 岡山営業所
- ・カバヤ食品(株)
- ・(株)機能性食品開発研究所
- ・キリンビール(株) 岡山工場
- ・キリンホールディングス(株)
R&D 本部 バイオプロセス技術研究所
- ・久保田商事(株) 広島営業所
- ・寿製菓(株)
- ・三栄源エフエフアイ(株)
- ・四国乳業(株)
- ・新青山(株)
- ・神協産業(株)
- ・(株)酔心山根本店
- ・(株)大愛
- ・大興産業(株)
- ・大山乳業農業協同組合
- ・大洋香料(株)
- ・鳥取科学器械(株)
- ・ナガセヴィータ(株)
- ・日進商事(株) 松山営業所
- ・日本オリーブ(株)
- ・備前化成(株)
- ・(株)氷温研究所
- ・広島和光(株)
- ・(株)フジワラテクノアート
- ・プロテノバ(株)
- ・丸善製菓(株)
- ・マルトモ(株)
- ・(株)三ツワフロンテック
- ・宮下酒造(株)
- ・ヤスハラケミカル(株)
- ・ヤマキ(株)
- ・八幡物産(株) (五十音順)

2024年9月1日現在 41社

日本農芸化学会2024年度中四国支部大会(第69回講演会)

主 催：日本農芸化学会中四国支部

世話人：菅原卓也

連絡先：〒790-8566 愛媛県松山市樽味3-5-7

愛媛大学大学院農学研究科

T E L : 089-946-9863

E-mail : sugahara.takuya.mz@ehime-u.ac.jp

支部からのお知らせ

1. 学会創立100周年記念 第70回 講演会（例会）
開催日：2025年1月25日（土）
場 所：広島大学
内 容：招待講演, 受賞講演, 一般講演
講演申込締切：2024年12月12日（木）
講演要旨締切：2024年12月19日（木）
世話人：秋 庸裕（広島大学）
2. 学会創立100周年記念 第47回 市民フォーラム
開催日：2024年11月9日（土）
場 所：徳島大学 常三島キャンパス
内 容：招待講演
世話人：浅田元子（徳島大学）
3. 学会創立100周年記念 第40回 若手研究者シンポジウム
開催日：2024年11月17日（日）（予定）
場 所：島根大学
内 容：招待講演（4件）
世話人：丸田隆典（島根大学）

日本農芸化学会中四国支部事務局

〒790-8566 愛媛県松山市樽味 3-5-7

愛媛大学大学院農学研究科内

支部ホームページ：<http://chushikoku.jsbba.or.jp/>

E-mail：chushikoku@jsbba.or.jp