

軽度不調を改善する農産物

－高アントシアニン馬鈴薯のヒト介入試験－

成果の特徴

- 高アントシアニン馬鈴薯のランダム化比較試験（ヒト介入試験：8週間、15名）を行い、軽度不調*を改善することを明らかにしました。

*軽度不調は個人が主観的に感ずる軽度な心身不調であり、活気の低下、イライラ感、疲労感、不安感、抑うつ感、身体愁訴などの症状を示し、時に生産性の低下を伴う。食生活、運動等の生活習慣の改善で緩和されることが考えられる。

成果の内容

- 高アントシアニン馬鈴薯の「シャドークイーン」あるいはプラセボ「はるか」を毎日75g、8週間継続して喫食したところ、心理的ストレス反応、イライラ感、抑うつ感といった軽度不調が、「シャドークイーン」喫食でプラセボに比べ有意に改善されました（図）。
- 神経細胞などに分化可能な間葉系幹細胞数は「シャドークイーン」喫食により増加する傾向が認められました（図）。



「シャドークイーン」
アントシアニン含量：
45mg/日（デルフィニジン
当量）



「はるか」
アントシアニン
含量：0mg/日

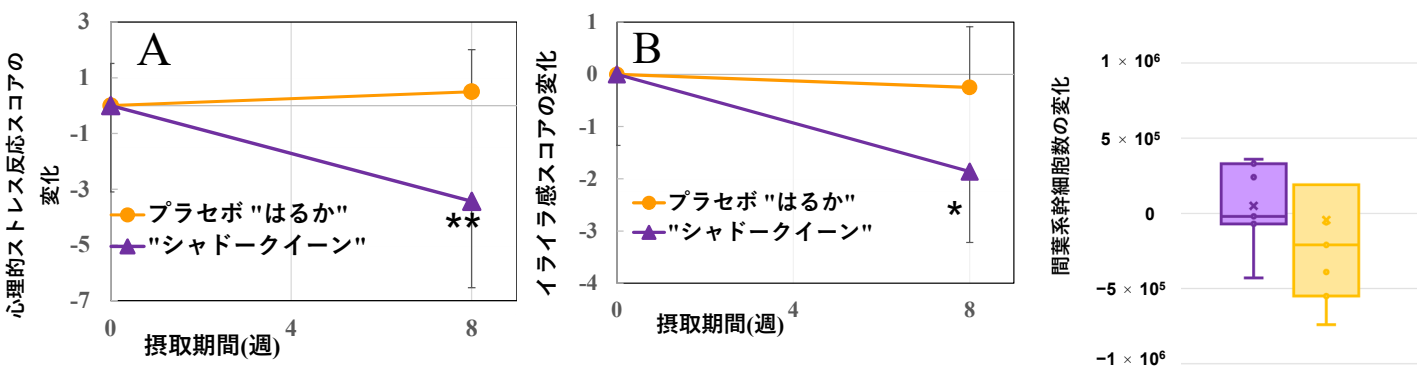


図 試験食を8週間喫食したことによる軽度不調及び間葉系幹細胞数の変化
A:心理的ストレス反応、B:イライラ感

成果の活用

農産物として販売するとともに、NARO Style PLUS弁当等中食での活用が期待されます。ただし、今回試験に使用した「シャドークイーン」はシストセンチュウ感受性なので、今後は「ノーブルシャドー」などのシストセンチュウ耐性品種を使用する必要があります。

参考

Mari Maeda-Yamamoto et al. (2022) *Nutrients* 14, 2446.

※北海道情報大学、札幌医科大学との共同研究の成果です（第2期戦略的イノベーション創造プログラム）

睡眠を指標に“軽度不調”を推定する

－仕事の生産性低下と前夜の睡眠との関連－

成果の特徴

- 軽度不調と関連の深い生産性低下の可能性を前夜の睡眠情報から推定できるようになった。

※ **軽度不調**は個人が主観的に感ずる軽度な心身不調であり、活気の低下、イライラ感、疲労感、不安感、抑うつ感、身体愁訴などの症状を示し、時に生産性の低下を伴う。食生活、運動等の生活習慣の改善で緩和されると考えられる。

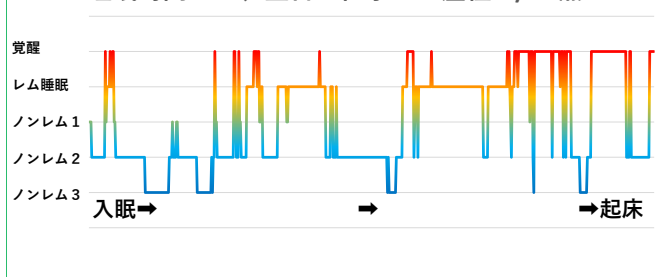
成果の内容

第2期 戦略的イノベーション創造プログラム 2Bコンソの課題として、2019-2020年度に調査研究（1000人以上×7日×2季節を）実施した。自宅で計測できる簡易睡眠脳波計測機器から得た睡眠情報（客観データ）と、翌日の仕事の生産性（主観）に関連性があることが認められた。独自のアルゴリズムで求めた睡眠点数に基準値を設定することで、睡眠情報から翌日の仕事の生産性低下の可能性を推定できるようになった。

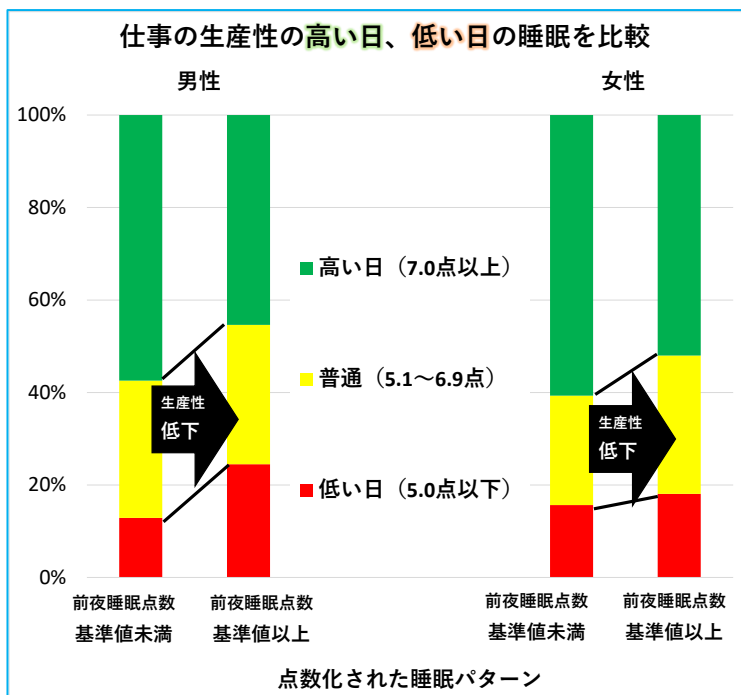


写真：PGV社提供

睡眠時間 6:20、翌日の仕事の生産性 8 / 10点



□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ と計測結果例



成果の活用

高価な脳波計の代わりに、FitbitやApple Watchをはじめとするスマートウォッチを利用して、有効な睡眠情報を得ることが可能。

健康経営に興味を示す企業や地方自治体にて、実証試験実施中。

参考

第2期 戦略的イノベーション創造プログラム 2Bコンソ公開成果報告会（2022年2月2日）。

※ PGV株式会社、北海道情報大学らとの共同研究成果。

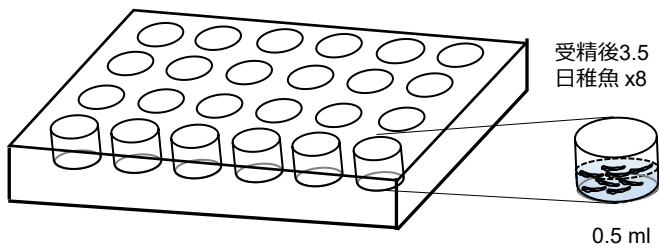
乳酸菌H61株の抗酸化作用

－新規評価系の利用でメカニズム解明へ－

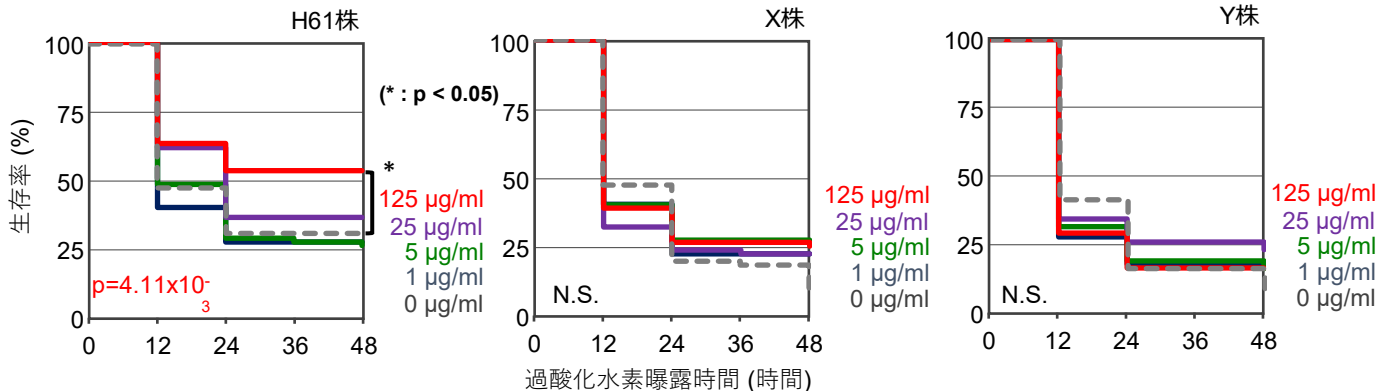
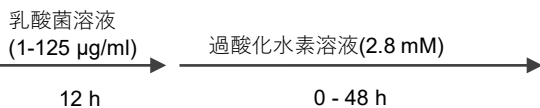
成果の特徴

- 生活習慣病の発症の要因のひとつである酸化ストレスを緩和する方策のひとつとして、抗酸化能が高い食品の摂取に関心が高まっています。
- ゼブラフィッシュを用いた評価系により、農研機構が保有する乳酸菌H61株が他の乳酸菌株に比べて高い抗酸化作用を有することを明らかにしました。

ゼブラフィッシュを用いた抗酸化作用評価系



- 野生型の稚魚
- 受精後3.5日稚魚を24穴プレートの1穴に8匹ずつ/0.5 ml 入れる
- 薬剤処理：飼育水 → 乳酸菌溶液 → 過酸化水素溶液
- 菌体の調製方法：合成培地で培養 → 生理食塩水による洗浄 → 水に懸濁して加熱処理 → 凍結乾燥



乳酸菌処理によるゼブラフィッシュの抗酸化能への影響

渡邊ら、第94回日本生化学会大会にて発表

成果の活用

- ゼブラフィッシュは生体内抗酸化機構の中心であるNrf2経路を保有し、ヒトと同様の機能と作用機序をもっています。ゼブラフィッシュは遺伝子の改変が比較的容易であることから、注目遺伝子のノックアウト系統等の作製が可能です。ゼブラフィッシュにおける抗酸化メカニズムを解明することで、乳酸菌の抗酸化メカニズムの解明に役立っています。

参考

特許番号：特願2021-105594

※筑波大学との共同研究の成果です。

糖に依存したプロバイオティクス機能の解明

－腸管上皮粘膜に対する付着性の変動とそのメカニズム－

成果の特徴

- 腸管上皮粘膜の主成分（糖タンパク質）に対し糖依存的な付着性を示す乳酸菌 *Lactococcus cremoris* 7-1株の全ゲノム配列を解読しました。
- ゲノム配列と糖別の遺伝子発現量の比較により、プロバイオティクス機能性に重要となる付着性関連遺伝子群を推定しました。

成果の内容

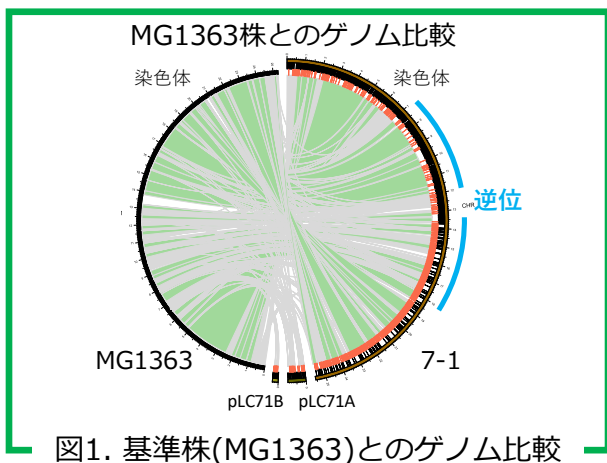


図1. 基準株(MG1363)とのゲノム比較

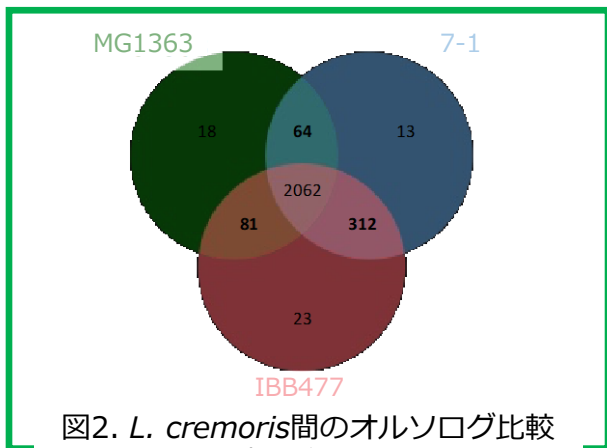


図2. *L. cremoris*間のオルソログ比較 (IBB477株: プロバイオティクス菌株)

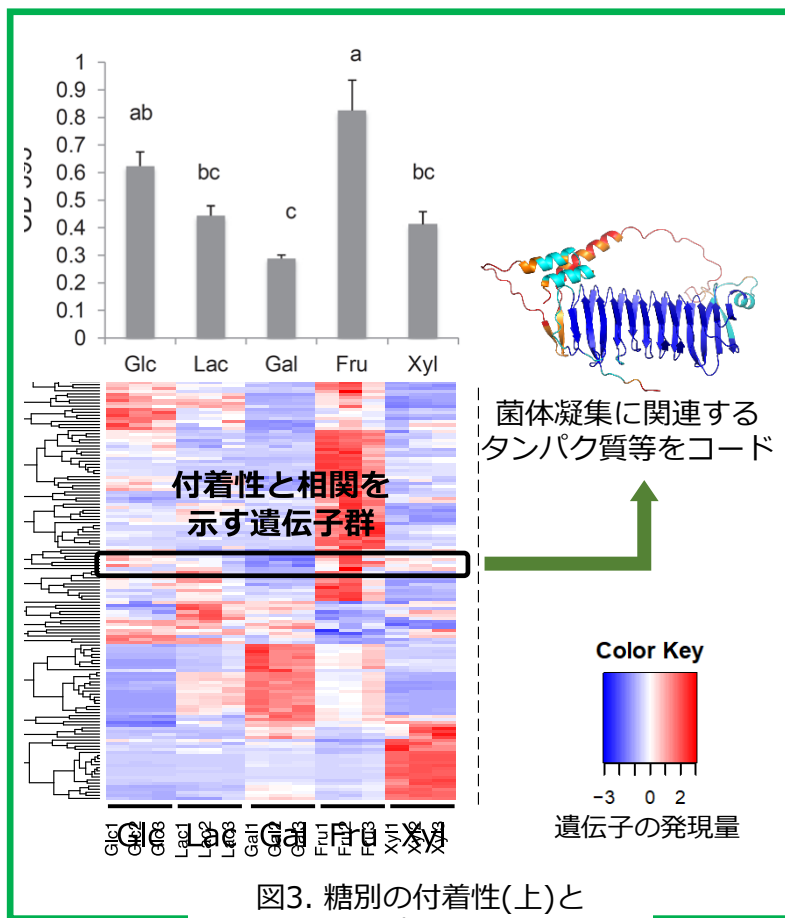


図3. 糖別の付着性(上)と遺伝子発現プロファイル(下)

成果の活用

食品原料中の糖成分によるプロバイオティクス機能の制御に向けた基盤的情報です。また、特定の糖を含む乳酸菌サプリメント等としての活用が期待されます。

参考

Sushida *et al.* (2022) Complete Genome Sequence of *Lactococcus cremoris* Strain 7-1, a Lactic Acid Bacterium Isolated from a Traditional Mongolian Milk Product Possessing Mucin-Adhesive Ability. *Microbiol Resour Announc.* 11(4).

※科研費 研究活動スタート支援 20K22573の成果です。

高アミロース米を利用した介護食用米粉

－ ミキサー・ゲル化剤不要で粥ゼリーを簡単に調理 －

成果の特徴

- ・ 医療機関、農研機構、民間企業の共同研究により介護食用米粉を開発しました。
- ・ ミキサーやゲル化剤を使わずに米粉のみで粥ゼリーが調理できます。
- ・ 独自の配合により調理作業性に優れた米粉です。



コンソーシアム
共同研究



介護食用米粉の
粥ゼリー

高アミロース品種の選定
製粉法の開発
調理・提供手順の確立
物性の調査
嚥下内視鏡検査
施設・在宅での利用者評価
市販化
普及活動



介護食用米粉

品種による澱粉特性の違いを利用して配合することで、作業性がよく、ガス火や電磁調理器、電子レンジ、スチームコンベクションオーブンをを用いて、飲み込みやすい物性の粥ゼリーを調理できる米粉です。

成果の活用

本成果の米粉は2022年9月に市販化しました。
今後、医療・介護施設を中心として普及活動を行っていきます。

参考

芦田ら (2019) 日本食品科学工学会誌66(8)290-298.
特願2021-188182

※生研支援センターJPJ007907「米粉を使用した嚥下障害者のための嚥下食の開発」
(代表：国立国際医療研究センター) 研究コンソーシアムの成果です。



代表研究者：芦田 かなえ
所 属：食品研究部門 食品健康機能研究領域
ヘルスケア食グループ

焙煎により大麦特有の臭いを改善した大麦粉 —機能性成分のβ-グルカン量は保持—

成果の特徴

- 高β-グルカン大麦品種「ビューファイバー」の原麦を段階的に焙煎し、粉碎した大麦粉について、機能性成分であるβ-グルカンや香気成分を測定し比較しました。

成果の内容

焙煎の程度が浅煎から深煎になるに従ってβ-グルカンの分子量は低下しますが、β-グルカンの総量は殆ど減少しません（表）。

大麦を段階的に焙煎すると青臭い臭いのヘキサナールやノナナールが減少し、甘い香りのフルフラールや香ばしい香りのピラジン等が増加し、大麦特有の臭いを改善することができました（図）。

表 原麦粉及び焙煎粉のβ-グルカン

	総β-グルカン量 (% 乾物重)	β-グルカンピーク分子量 (× 10 ³)
原麦粉	10.1 ± 0.1 ab	229
焙煎粉1	10.2 ± 0.1 a	255
焙煎粉2	10.0 ± 0.2 ab	140
焙煎粉3	9.8 ± 0.1 b	57
焙煎粉4	8.3 ± 0.1 c	27

異符号間で有意差あり (P < 0.05)

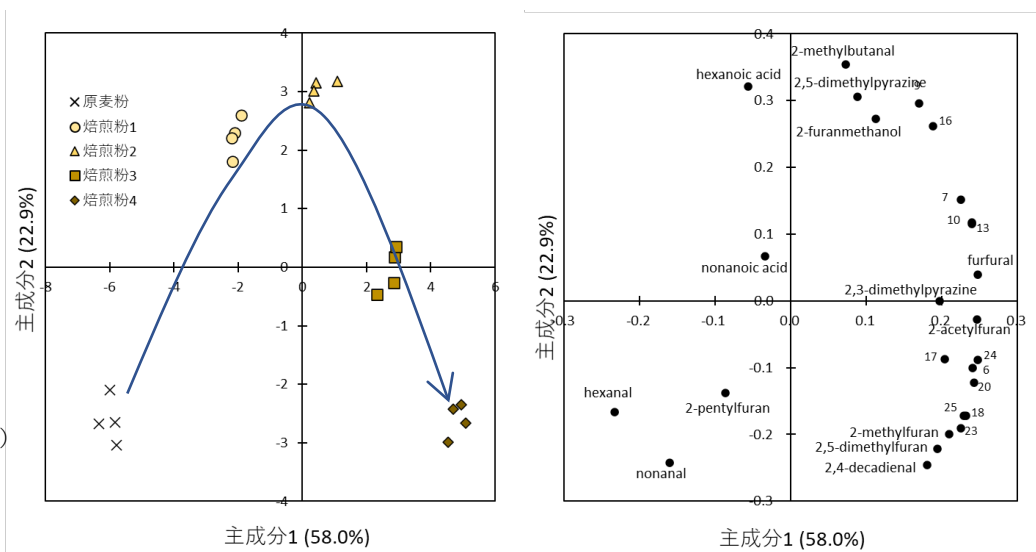


図 原麦粉及び焙煎粉の香気成分の主成分分析

成果の活用

高β-グルカン大麦品種「ビューファイバー」の焙煎大麦粉は、大麦特有の臭いが改善されているため様々な食品に利用でき、国産大麦の利用拡大につながります。

参考

Kohyama, N, Ichinose, Y., Kaneko, S., Matsuki, J. (2022) *Food Sci. Technol. Res.* 28, <https://doi.org/10.3136/fstr.FSTR-D-22-00054>

Mio, K., Yamanaka, C., Kohyama, N., Ichinose, Y., Yanagisawa, T., Aoe, S. (2021) *J. Cereal Sci.* 102, 103351. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103351>

水溶性β-グルカンの分子量分布の測定

— 大麦の焙煎度合いとβ-グルカン分子量の推移 —

成果の特徴

- 機能性成分である水溶性β-グルカンを用いて分子量により分離し、カルコフロールによる蛍光反応で特異的に検出する分析系を立ち上げました。
- この分析系を用いて、異なる温度で焙煎した大麦サンプルに含まれる水溶性β-グルカンの分子量分布を比較しました。

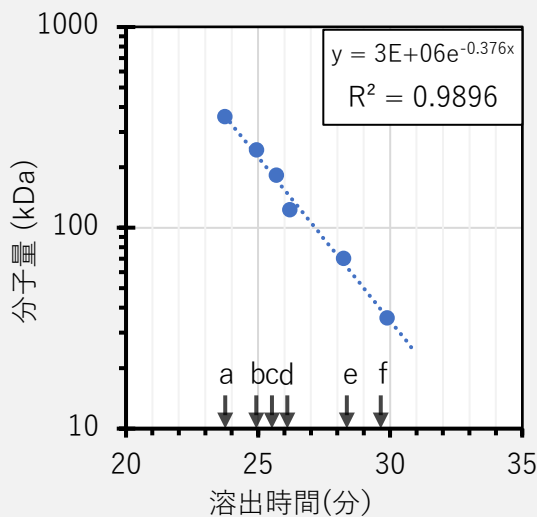
成果の内容

β-グルカンには分子量や立体構造が異なる分子が混在しており、粘度や生理作用に違いがあるといわれています。



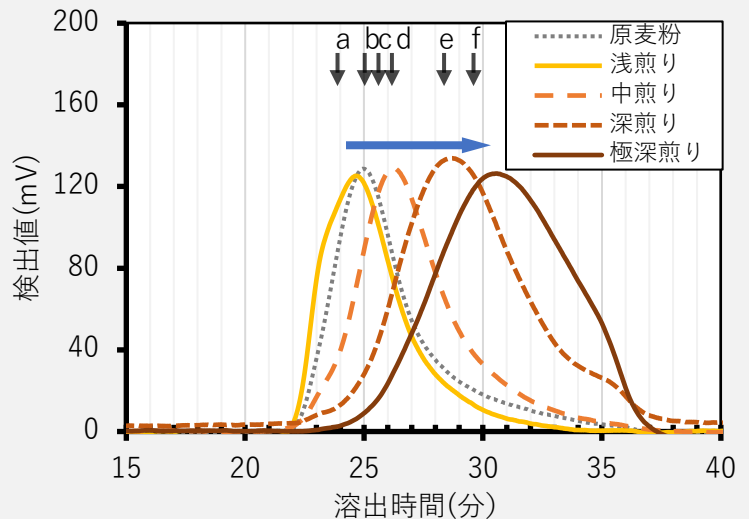
原料や加工品に含まれるβ-グルカンの総量だけでなく、分子量分布などの性質の違いも特性に影響します。

標準溶液



a: 650 kDa b: 245 kDa c: 183 kDa
d: 123 kDa e: 70.6 kDa f: 35.6 kDa

焙煎大麦中水溶性β-グルカンの分子量分布



深煎りにするほど低分子化！

成果の活用

穀類ならびに菌糸類に含まれる水溶性β-グルカン分子量分布を計測でき、これによる特性のプロファイリングなどに活用できます。

参考

Changes in starch, β-glucan, physicochemical properties, and flavor compounds in barley flour by roasting.

Noriko Kohyama, Yasunori Ichinose, Shigenobu Kaneko, Junko Matsuki

Food Science and Technology Research, 28 (5), 2022

農林水産物の研究レビュー

－機能性表示食品届出様式作成例をご利用頂けます－

成果の特徴

機能性表示食品の届出にご利用頂ける農林水産物の研究レビュー（17種）を農研機構ウェブサイト（右のQRコードをお読み取り下さい、<https://www.naro.affrc.go.jp/org/nfri/yakudachi/sys-review/index.html>）で公開しています。機能性表示食品の届出の際、機能性の根拠に関する情報として、機能性関与成分に関する研究レビューの資料を届け出る場合がありますが、その作成には専門的な知識を必要とします。研究レビューの作成が困難な事業者も、本研究レビューをご利用頂くことにより、届出時に必要な研究レビューの資料をご用意できます。本年、**リンゴ由来プロシアニジン**（肌保護）と**スルフォラファン** **グルコシノレート**（肝機能酵素低下）の研究レビューを追加しました（下表）。



成果の内容

品目	機能性関与成分	表示しようとする機能性
リンゴ	リンゴ由来プロシアニジン	本品にはリンゴ由来プロシアニジンが含まれています。リンゴ由来プロシアニジンには紫外線刺激から肌を保護するのを助ける機能があることが報告されています。
ブロッコリー、ケールなど	スルフォラファングルコシノレート	本品にはスルフォラファングルコシノレートが含まれています。スルフォラファングルコシノレートには、健康な中高年世代の方の健常域でやや高めの肝機能に関連する酵素(ALT)値の低下に役立つ機能があることが報告されています。（*ALT:アラニンアミノトランスフェラーゼ）
上記の機能性関与成分のほか、 メチル化カテキン （花粉による目鼻の不快感軽減）、 β-クリプトキサンチン （骨の健康維持）、 ルテイン （目の網膜(黄斑部)色素増加）、 リンゴ由来プロシアニジン （内蔵脂肪低減）、 GABA （血圧低下、ストレス・疲労感緩和）、 大麦由来β-グルカン （血糖値上昇抑制）、 大豆イソフラボン （骨の成分維持）、 EGCG （食後血糖値上昇抑制）、 イミダゾールジペプチド （疲労軽減）、 リコピン （LDLコレステロール低下）、 アンセリン （尿酸値低下）、 DHA （認知機能維持）、 DHA・EPA （中性脂肪低下）、 紫サツマイモ由来アントシアニン （肝機能酵素低下）についての研究レビューを公開しています。		

成果の活用

164品の機能性表示食品（うち、生鮮食品61品）の届出にご利用頂いております（2022年6月30日時点）。

りんご由来プロシアニジンの簡易分析法

－機能性表示食品の開発と分析法の標準化－

成果の特徴

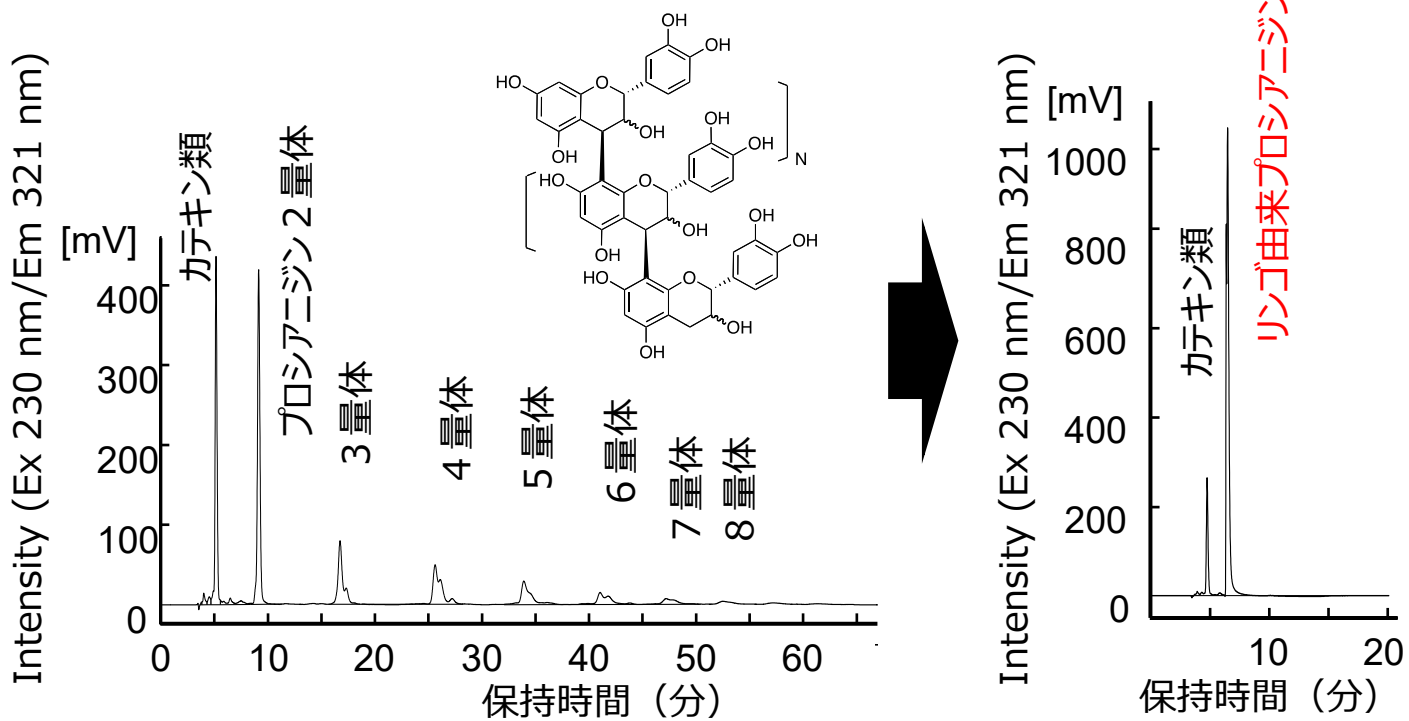
- ・りんご由来プロシアニジンを経験でHPLC分析できる簡易法を開発しました。
- ・室間再現性などを確認し、JAS試験法として制定されました。

成果の内容

従来HPLC法では、分析に**75分程度かかっていたが、20分に短縮**した簡易分析法を確立し、リンゴの機能性表示食品などの品質管理に活用することが可能となった。

従来法

迅速法



成果の活用

- ・リンゴの機能性表示食品の品質管理として活用できます。
- ・リンゴの生鮮食品やジュースなどの加工食品の機能性表示食品で実用化されました。

参考

Shoji et al., *Foods*, 10(2) 274, (2021).
特許第6508741号「プロシアニジン類の分析方法及び分析システム」

※ 「経営体強化プロジェクト」による研究成果です。



プライムアップル! ふじ
(届出番号: C385)

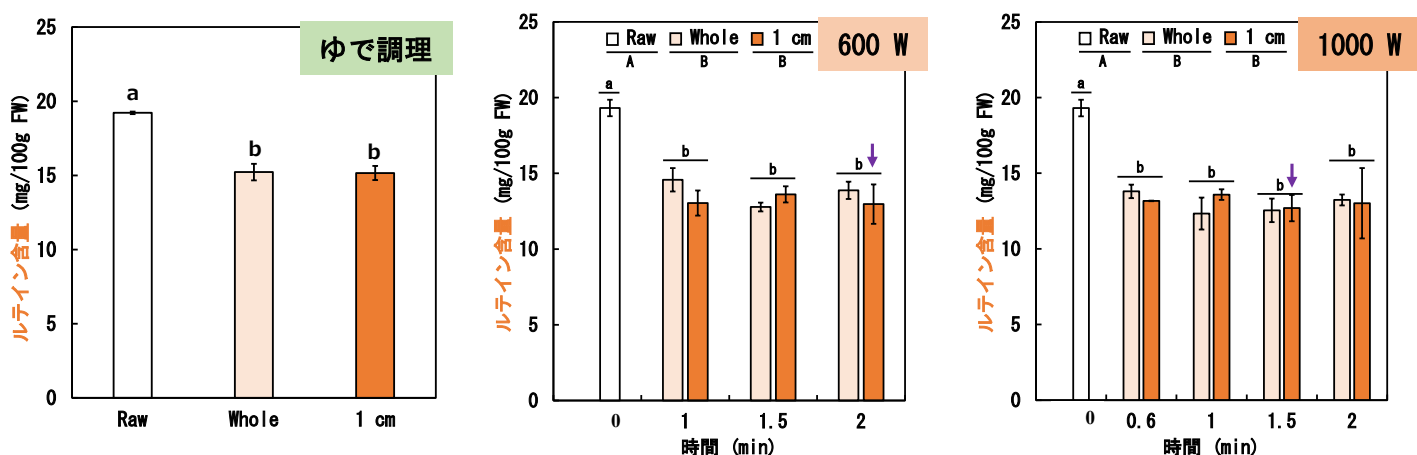
ホウレンソウの手軽な調理法

切断と電子レンジの活用でシュウ酸を効率的に除去

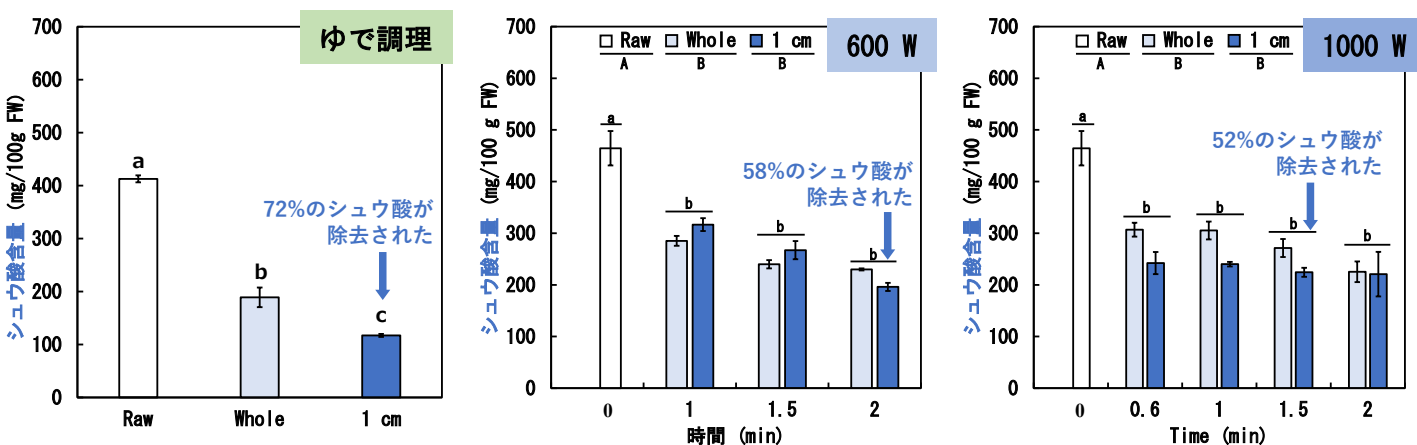
成果の特徴

- 切断と電子レンジ調理条件の組合せにより、機能性成分であるルテインの残存性に影響せず、シュウ酸の除去が促進できます。
- 本法は通常のゆで調理並みの効果があり、簡便で優れる調理法です。
- 切断（1 cm）と電子レンジ調理条件の最適な組み合わせは、「600 W, 2 min」、「1000 W, 1.5 min」です¹⁾。

成果の内容



ホウレンソウの処理条件がルテイン含量に与える影響
異なる文字間で有意な差があり ($P < 0.05$)



ホウレンソウの処理条件がシュウ酸含量に与える影響
異なる文字間で有意な差があり ($P < 0.05$)

成果の活用

本研究成果は一般家庭でのホウレンソウ調理に活用できます。

- 1) 王ら, □□□□□□□□□□□□□□ 66□□□ (2019) 講演要旨集, 3Bp10.
- 2) Wang *et al.*, Food Science and Technology Research 25(6) 801-807, 2019.

サトウキビ搾汁液中遊離アミノ酸の差異

－種子島の主要品種および育成系統における特徴－

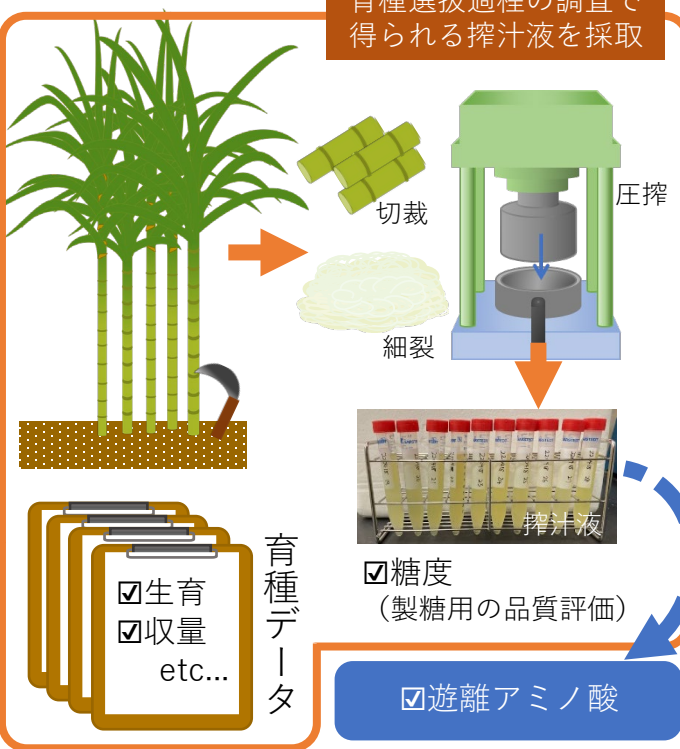
成果の特徴

- 国内のサトウキビ育種・栽培研究機関と協力して登録品種および育種選抜中の系統を含む複数年次・栽培型の搾汁液中の遊離アミノ酸を定量分析しました。
- サトウキビ搾汁液中のアスパラギン濃度は品種間差が大きいことがわかりました。

成果の内容

含蜜糖(黒糖等)の品質：ショ糖以外の成分の影響有
→鹿児島県(種子島)の主要品種・育成系統について
遊離アミノ酸を分析

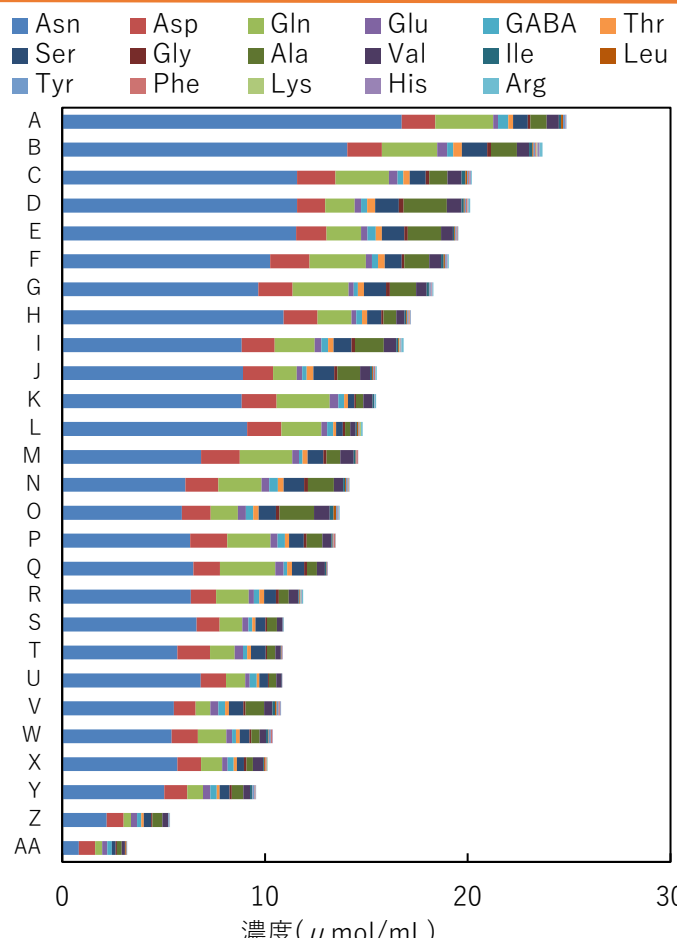
育種選抜過程の調査で
得られる搾汁液を採取



☑糖度
(製糖用の品質評価)

☑遊離アミノ酸

収量・糖度品質等の農業的形質と
含有成分との間の関連の検討



搾汁液中遊離アミノ酸濃度(2018年度春植)

種子島産サトウキビでは品種・系統により
遊離アミノ酸含量・組成に差異が見られた

成果の活用

遊離アミノ酸濃度・組成の違いは、栄養・機能性に限らず黒糖の風味や外観に影響
を与える可能性があり、本成果は特色あるサトウキビ加工品製造に活用できます。

参考 石川ら(2021) 第68回日本食品科学工学会講演要旨, p.117 *施肥や収穫時期、栽培型等の条件によって
濃度は変動する可能性があります。

本研究は、農研機構、鹿児島県農業開発総合センター、沖縄県農業研究センターからなる
黒糖品質向上コンソーシアムにより、農林水産省の「安全な農畜水産物安定供給のための包括的
レギュラトリーサイエンス研究推進委託事業」において実施しました。

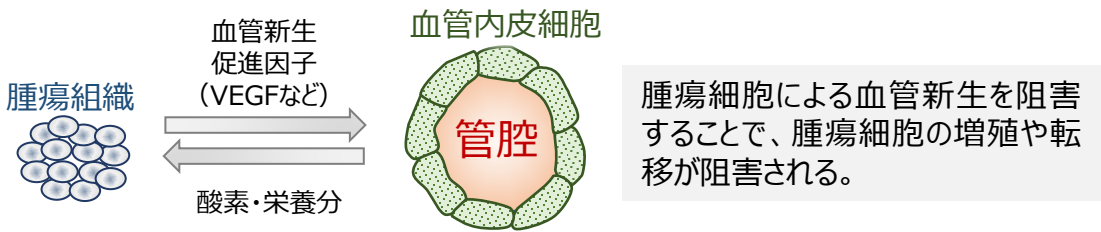
ラクトフェリンの血管新生阻害作用

－がん細胞への栄養補給を阻止する－

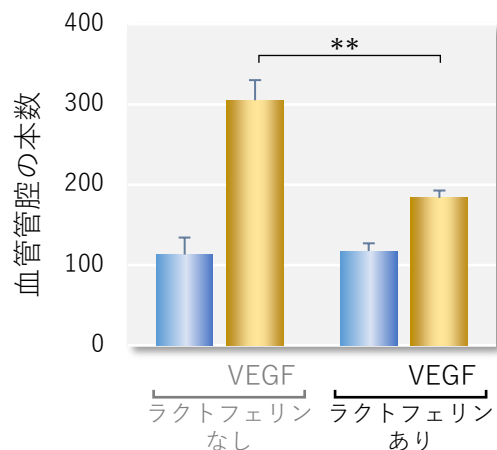
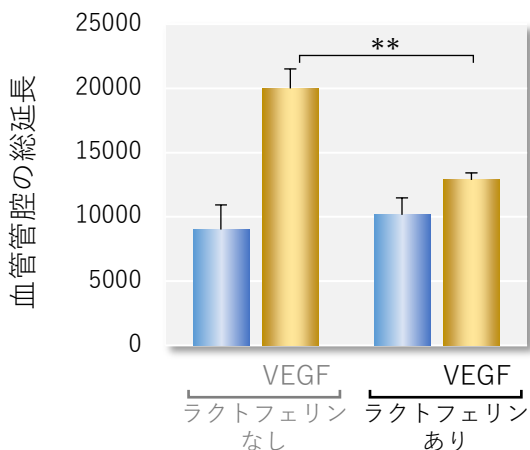
成果の特徴

- 乳に含まれる鉄結合タンパク質であるラクトフェリンが、腫瘍細胞が産生する VEGF(血管内皮増殖因子)による血管内皮細胞の管腔形成を阻害することを明らかにしました。

成果の内容



コラーゲンゲルで培養した血管内皮細胞のマーカ－(CD34)による染色像



** P<0.01

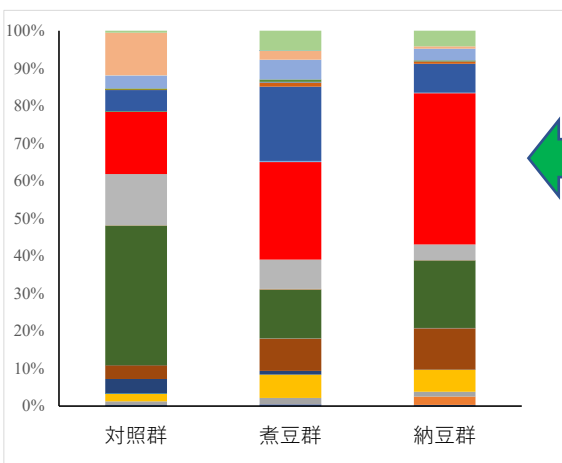
成果の活用

腫瘍細胞による血管の新生を阻害することで、腫瘍の増殖や転移を防ぐ効果が期待されます。

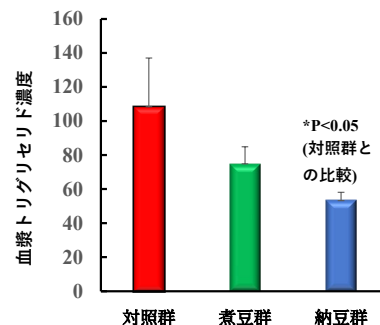
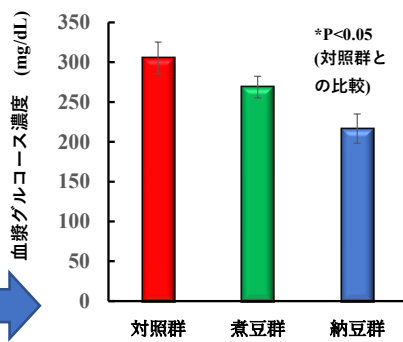
高脂肪食投与マウスに対する粘り成分ポリ- γ -グルタミン酸の有効性の検討

成果の特徴

- 高脂肪食に15%ポリ- γ -グルタミン酸(γ -PGA)高含有納豆添加(納豆食)、15%煮豆凍結乾燥粉末添加(煮豆食)、納豆・煮豆非添加(対照食)の3種類のいずれかをマウスに6週間与え、機能性を検討。納豆群は、対照群と比べて、肝脂質、血漿生化学指標、遺伝子発現の面で改善。腸内菌叢の構成は3群で異なった。
- 本成果は、 γ -PGA高含有納豆の普及に貢献することが期待される。



納豆群では対照群に比べて *Turicibacteraceae* (ピンク色の領域)の占有率が有意に低値を示し, *Lactobacillaceae* (赤色の領域)の占有率が有意に高値を示した。



血漿グルコースとトリグリセリド濃度は納豆群で有意に低い

納豆群の肝臓 FAS 遺伝子発現量低下

納豆群の肝臓 ACC 遺伝子発現量低下

納豆群の肝臓 SREBP-1c 遺伝子発現量低下

納豆群の肝臓 HO-1 遺伝子発現量増加

脂質代謝改善

抗酸化作用

成果の活用

本研究では、 γ -PGA高含有納豆の機能性の一端を明らかにした。本研究成果は、 γ -PGA高含有納豆の普及に貢献することが期待される。

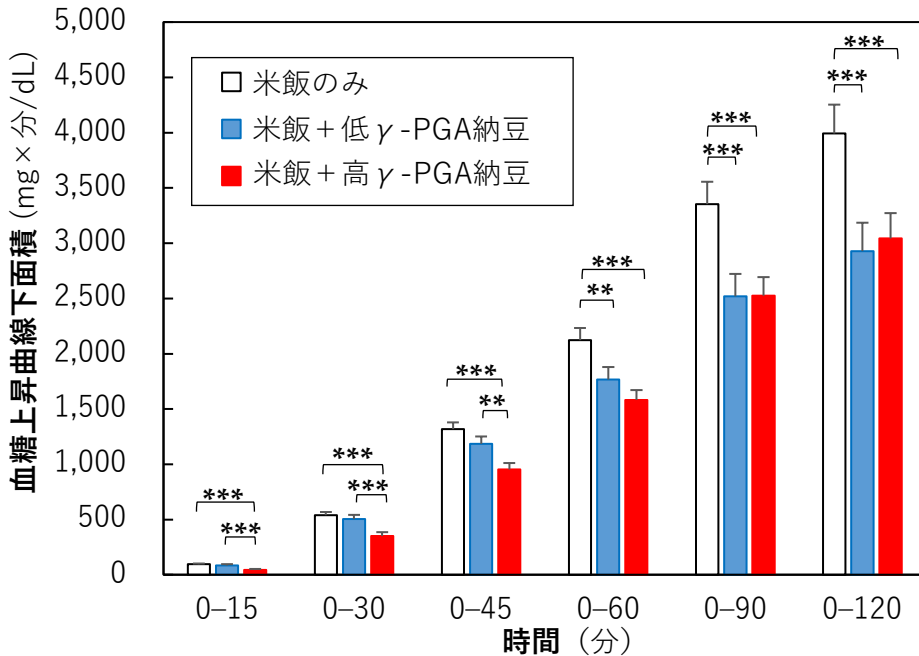
参考 Tamura M et al., Effects of a high- γ -polyglutamic acid-containing natto diet on liver lipids and cecal microbiota of adult female mice. *Bioscience of Microbiota, Food and Health* 40 (4):176-185 (2021)

ヒトを対象とした納豆の機能性評価

－食後血糖上昇抑制効果の解明－

成果の特徴

- 粘り成分であるポリ- γ -グルタミン酸 (γ -PGA) を従来品よりも多く含む納豆 [=高 γ -PGA納豆] には、この成分をあまり含まない納豆 [=低 γ -PGA納豆] に比べて“特に食後の早い段階の血糖値の上昇を穏やかにする効果”があることをヒト試験で明らかにしました。



データは推定平均±標準誤差
** p < 0.01, *** p < 0.001.

図. 食後血糖値がやや高めの健常男女36名における各試験食摂取後の血糖変動

「米飯+高 γ -PGA納豆」を食べた後の血糖上昇曲線下面積（時間経過にともなう血糖値増加量の面積）は「米飯のみ」の全ての時点（いずれもp < 0.001）、「米飯+低 γ -PGA納豆」の0-15, 0-30, 0-45分の3時点（0-15, 0-30分：p < 0.001、0-45分：p < 0.01）と比べて有意に小さかった

成果の活用

本研究成果は、今後、高 γ -PGA納豆の機能性表示食品届出の際に、機能性の科学的根拠として活用される予定です。

参考

Araki R, Yamada T, Maruo K, Araki A, Miyakawa R, Suzuki H, Hashimoto K (2020) *Nutrients* 12, 2374.

※この研究は、H28～R2年度農林水産省委託プロジェクト「地域の農林水産物・食品の機能性発掘のための研究開発」において、共同研究機関の筑波大学にて実施しました。

刺激性終末糖化産物検出技術の応用

－抗糖化活性を持つ食品素材の探索法－

成果の特徴

- 本技術は、糖とタンパク質が反応して生じる終末糖化産物のうち、生体内で受容体RAGEに結合して炎症を生じる「刺激性AGEs」を検出する技術です。
- この技術を応用すると、受容体RAGEへの結合性を指標にして、抗糖化活性を持つ食品素材を探索できます。

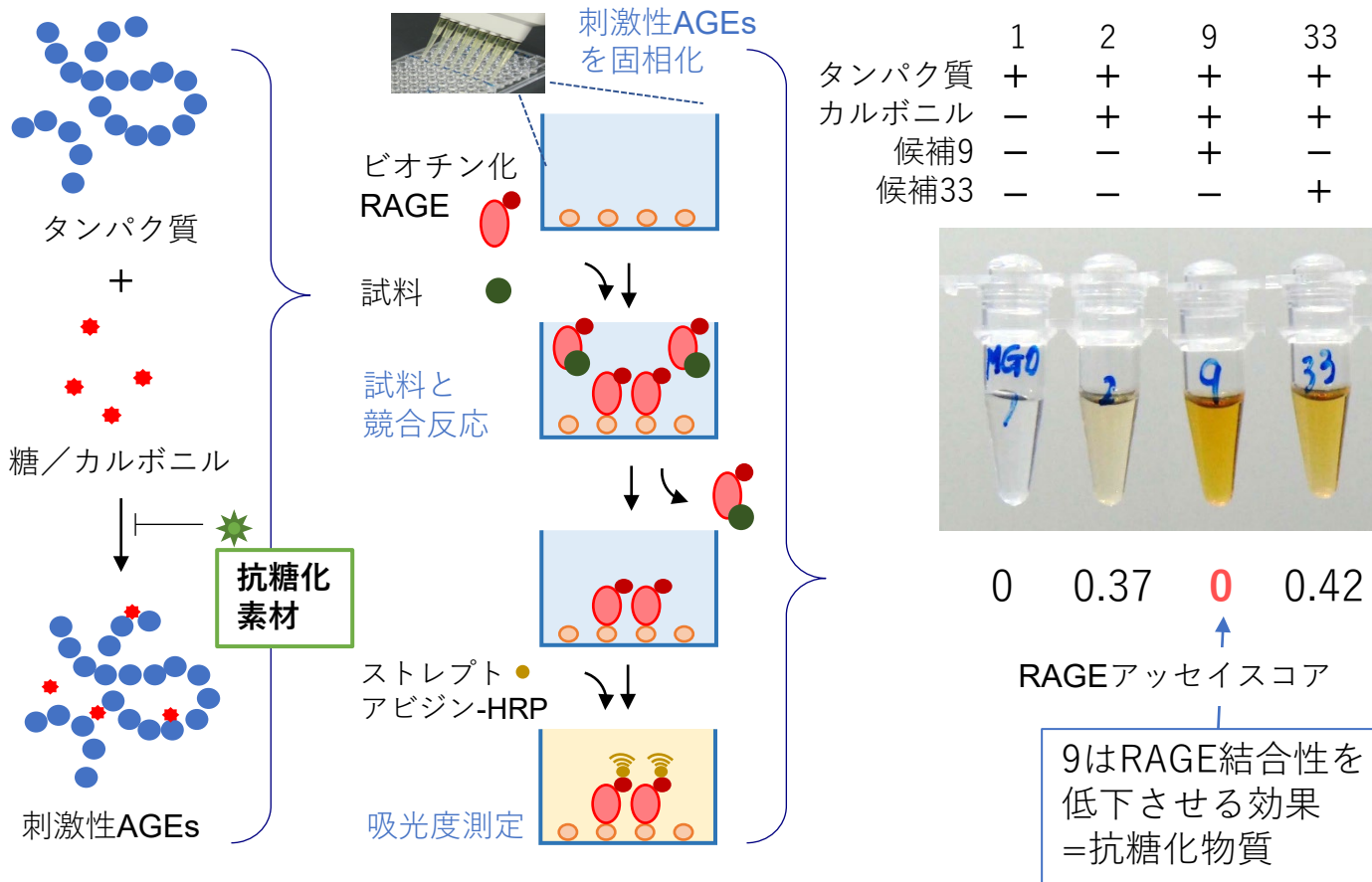
成果の内容

ステップ1

タンパク質と糖に候補素材を添加して反応

ステップ2

ステップ1の反応溶液を試料として測定したRAGE結合性を指標にして、候補素材の抗糖化能を評価



成果の活用

本技術を使うと、多くの候補から効率的に抗糖化活性を持つ素材を探索できます。

参考

特開2020-134368「AGEsを検出するためのアッセイ系」
Kobori T et al, *Analytical Biochem*, 611 (2020) 114018.

「蛍光指紋連続体」技術の確立に向けて

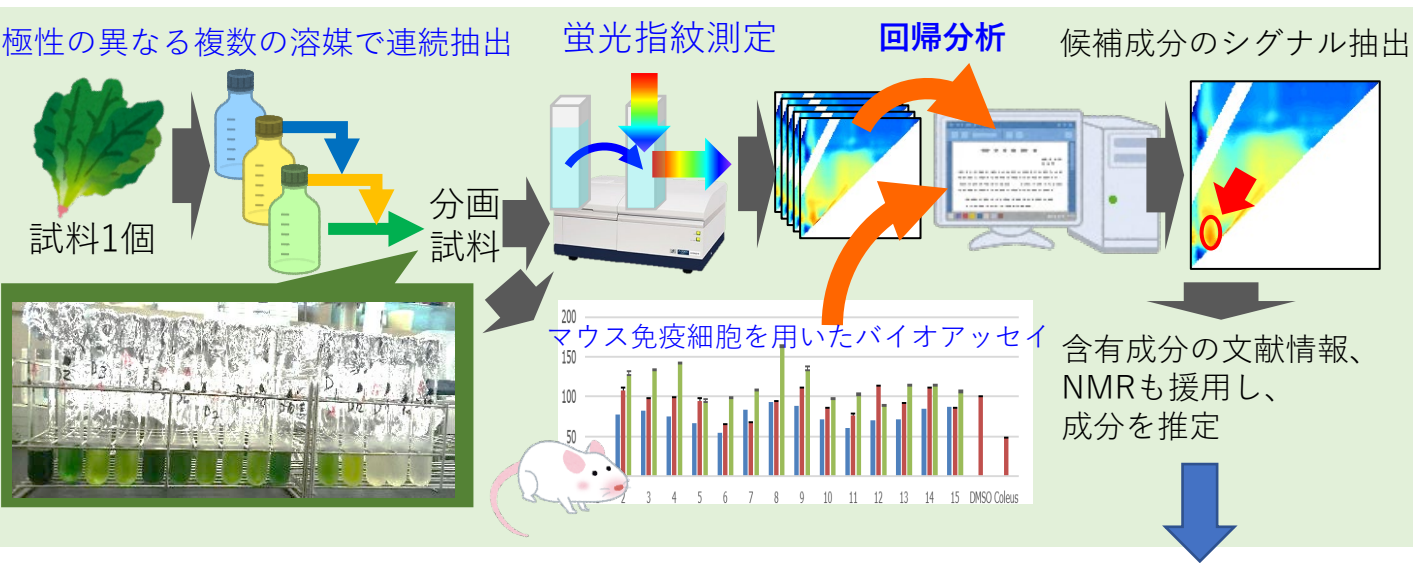
— 農産品の品質評価を迅速化する分光学的網羅解析技術 —

成果の特徴

- 蛍光指紋技術は安価・簡便に膨大な成分情報を取得できるため、食品の品質評価などへの活用が期待されます。しかし、試料を多数必要とし、前処理条件の検討にかかる労力が大きいなどの課題がありました。
- 蛍光指紋連続体は網羅的抽出により蛍光指紋を拡張し、取得情報の質・量を向上させることで、上記課題を改善します。

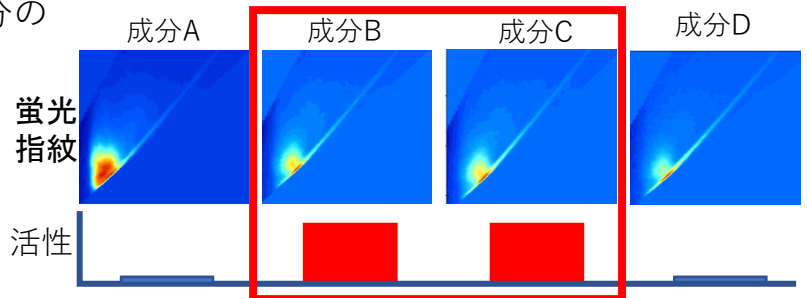
成果の内容

蛍光指紋連続体技術の実施例 (ハーブの免疫調節成分の探索)



抽出シグナルから推定された成分の
蛍光指紋、活性評価により

**免疫系のように多様な細胞が
関与する生理機能への関与成分
を見出すことができた**



蛍光指紋連続体の技術を利用して、機能性などの品質に関与する成分の同定やその成分に関わるシグナル測定による簡易な品質評価が可能になる

成果の活用

令和4年度「イノベーション創出強化研究推進事業」課題に採択

参考

・ 関連特許：後藤真生、石川祐子、蔦瑞樹、特開2020-076612

※「知の集積と活用の場」食品加工から考える健康プラットフォームで実用化に取り組み中

食品の免疫調節機能を評価する動物試験法

－ マウス糞便中IgA量を指標とする短期評価 －

成果の特徴

- ・ 約3カ月で加齢によるIgA量の減衰を安定的に評価できる試験法を構築しました。
- ・ 試験期間の大幅圧縮と動物の負担が少ない観察を可能としました。
- ・ 食品などの免疫調節機能や抗老化機能の評価に使用することが出来ます。

成果の内容

- ・ 加齢に伴う免疫機能の低下は免疫老化と呼ばれています。実験マウスは、72～96週齢が老齢とされますが、我々は糞便中免疫グロブリンA (IgA) 量が、16週齢から28週齢にかけて減少することを見出しました (図1a)。
- ・ 16週齢時の糞便中IgA量が78 $\mu\text{g}/100\text{ mg}$ 糞便以上の個体を使用することで、より高い確度でIgA量が減少することを見出しました (図1b)。
- ・ 本試験法は、少ない個体数、及び投与期間で食品などの免疫調節機能を評価することが出来ます (図2)。

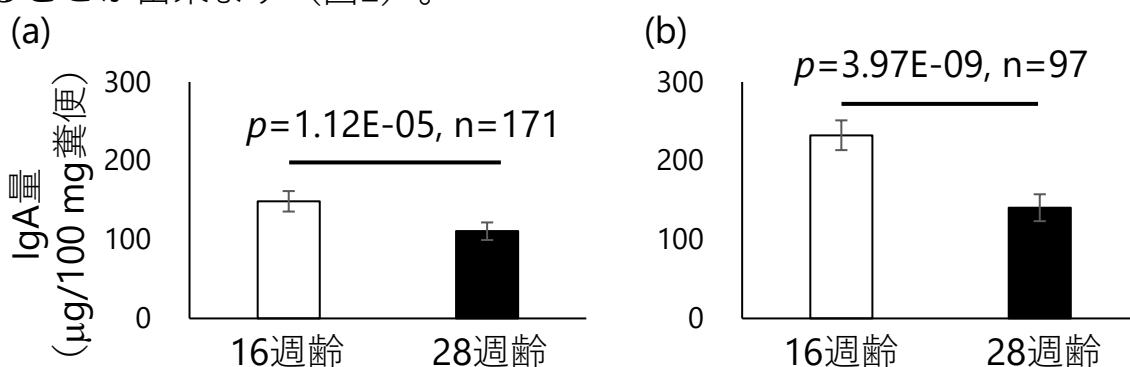
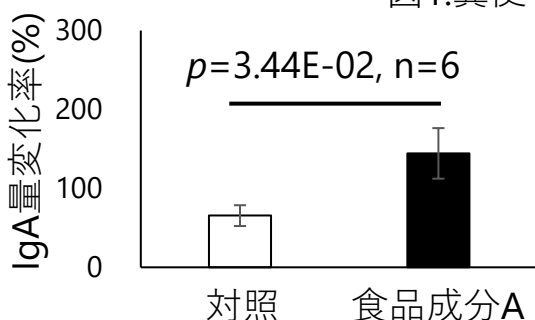


図1.糞便中IgA量の変化



IgA抗体量の維持だけではなく、向上に寄与する食品などの評価にも使用可能

図2. 食品成分Aを4週間自由飲水させた際の糞便中IgA量の変化

成果の活用

- ・ 食品などの免疫調節機能の評価にかかる試験期間を従来法より大幅に圧縮したことで、より低コスト、短期間での製品開発につなげることが出来ます。
- ・ 本試験法を活用した成果として、現在3件の特許を出願しています。

参考

特開2021-1827「試験物質の抗老化機能の評価方法」

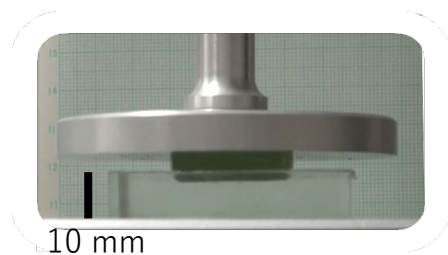
不均質な舌でつぶせる食品の評価法

— モデル舌での圧縮過程を2方向ビデオで観察 —

成果の特徴

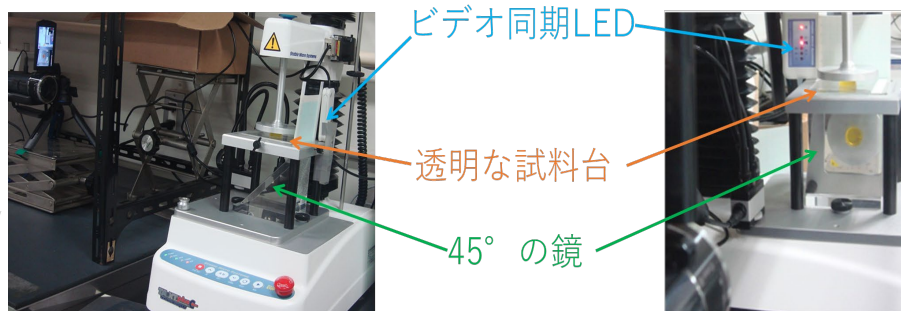
- 不均質な食品の食感評価にテクスチャーアナライザーとビデオを併用しました。
- 人の舌に近いかたさのモデル舌で圧縮し、舌でつぶせる食品かどうかを判定しました。

成果の内容



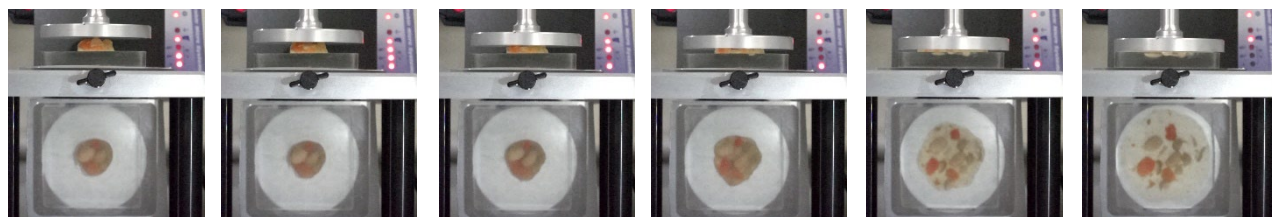
10 mm

透明なモデル舌と平板
の間で食品を圧縮



テクスチャーアナライザーとビデオの配置

- 平板とモデル舌が接触する前に壊れる食品は、舌でつぶれます。
- 不均質な食品で、どの部分が舌で壊れにくいのかよくわかります。



試料変形 0 mm

2 mm

4 mm

6 mm

8 mm

モデル舌に接触

「舌でつぶせる」区分の介護食品の試験例

- 食べる人の舌圧に応じて、かたさの異なるモデル舌を用いることができます。

成果の活用

- 舌でつぶして食べにくい食品が一目でわかります。
- 介護食品の設計に活用できます。

参考

- 1) Kohyama K *et al.* (2019) *Foods* 8(6), 182.
- 2) Kohyama K (2020) *Journal of Texture Studies* 51(4), 612-621.
- 3) Kohyama K *et al.* (2021) *Food Hydrocolloids* 112, 106283.
- 4) 神山かおる 他 (2021) 日本食品工学会第22回年次大会要旨集 p.88.

ココナッツの香りは温かい？

－ラクトン類が持つ口腔感覚－

成果の特徴

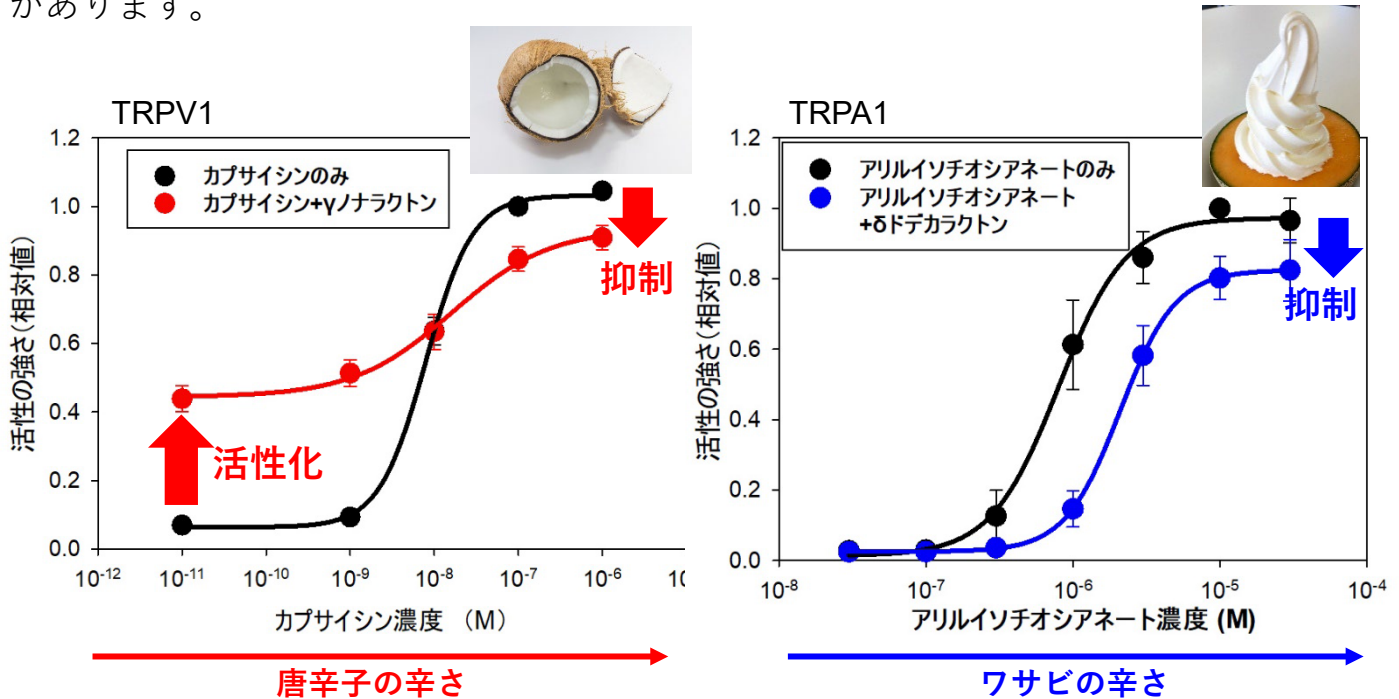
- 果実や乳製品の香気成分であるラクトン類の一部が辛味や温度の感覚のセンサー分子であるTRPチャンネルに作用することを見出しました。

成果の内容

辛味や温度感覚のセンサーであるTRPV1およびTRPA1遺伝子を導入した培養細胞を用いて、香気成分が辛味や温度に与える影響を調べました。

・ココナッツのような香りがするγノナラクトンには、単独では唐辛子の辛味や温かい温度の感覚を受容するTRPV1を活性化して温かい感覚をもたらし、唐辛子の辛味成分と混ぜると、TRPV1の活性を抑制して辛味をやわらげる機能があります。

・クリームのような香りがするδデカラクトンには、ワサビの辛さをやわらげる機能があります。



成果の活用

培養細胞を利用することで、味や辛さの制御方法を一度に多数検討することができます。最終的な確認は人で行う必要がありますが、少ない負担で素材の選抜や濃度の適性化を行うことができます。

参考

Ogawa Y. et al, "Agonistic/Antagonistic Properties of Lactones in Food Flavors on the Sensory Ion Channels TRPV1 and TRPA1" *Chem. Senses*, *in press*

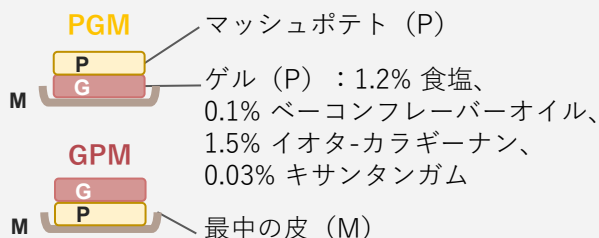
※本研究は、小川香料との共同研究と科研費による研究の成果です。

味や香りの局在と食感の違いによって生じる 味や香りの感じ方の変化

成果の特徴

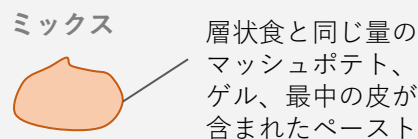
- 同じ素材からなる3種類の食品について、味や香りの分布と食感を変えた時、味や香りの感じ方がどのように変化するかをTI法（時間強度曲線法）によって測定しました。
- 味や香りの分布に偏りが無いペースト状の食品と比べて、偏りのある構造を持つ食品の方が味や香りを強く感じる事が示されました。

層状食（PGMとGPM）



- 味や香りの分布に偏りがある
- 各層の食感に違いがある

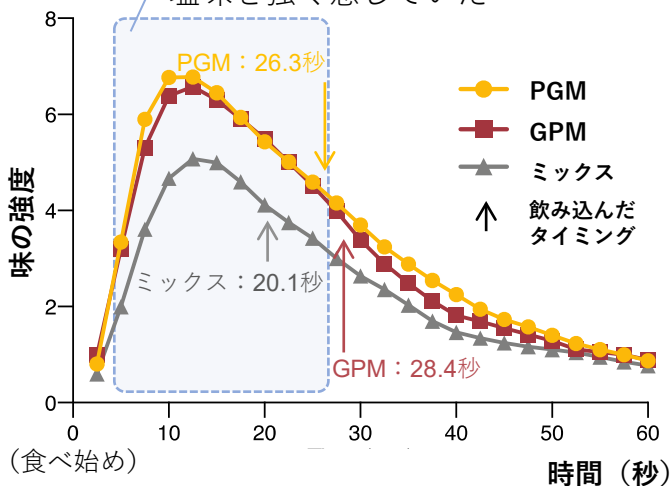
ペースト状食（ミックス）



- 味や香りが全体に様に広がっている
- 食感が単調

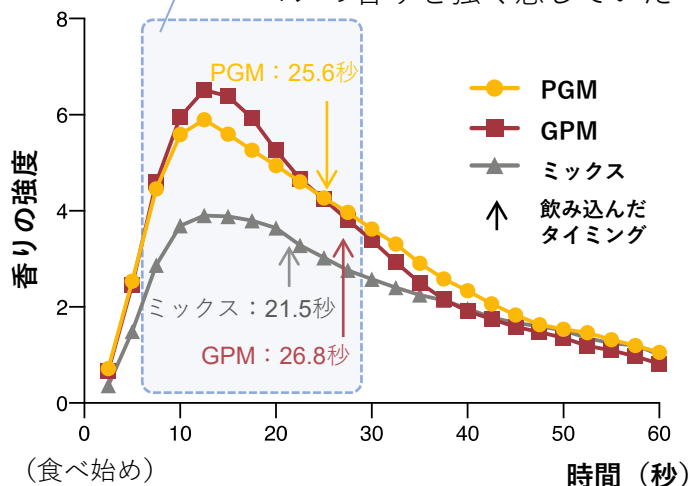
● 塩味の強さの変化

5-25秒の間では層状食の方が塩味を強く感じていた



● ベーコンの香りの強さの変化

10-27.5秒の間では層状食の方がベーコンの香りを強く感じていた



成果の活用

本研究成果は、食品の味や香りをデザインする際に役立つことが期待されます。

※本研究はムーンショット型農林水産研究開発事業によって行われ、日本味と匂学会第56回大会(2022年8月22-24日)にて発表しました。

食品摂取時の情動に基づいた食品分類の試み

— 食品のおいしさの定量化を目指して —

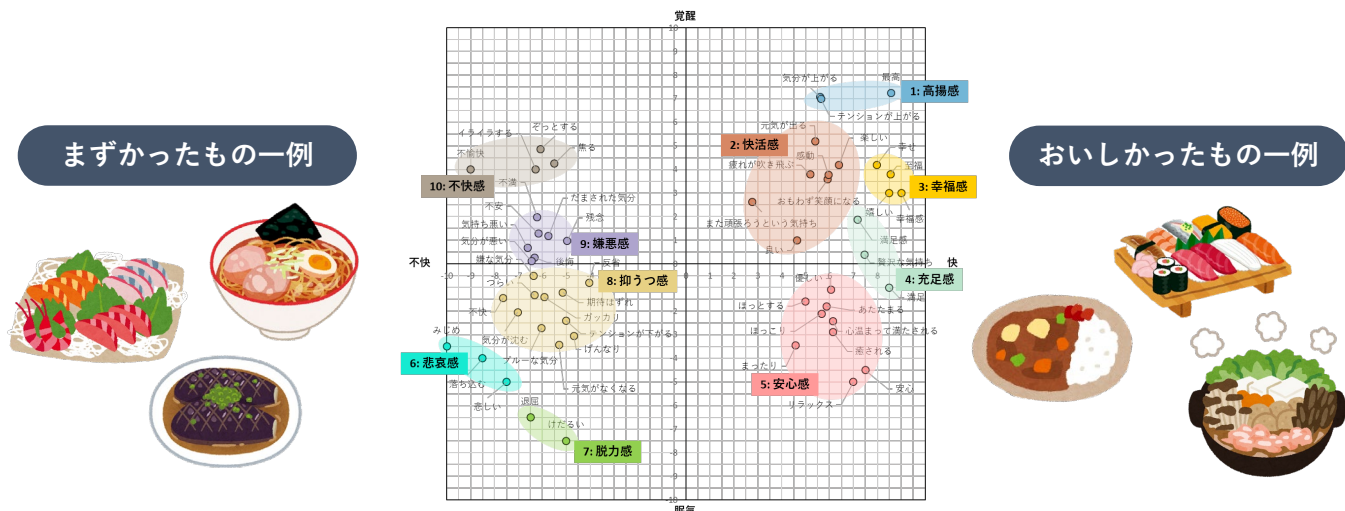
成果の特徴

- 食品摂取時の情動に関する語句を二次元座標上で数値化し、視覚化しました。
- このように定量した情動語句を使って、食品と食品を摂取したときの気分の関係について調べました。

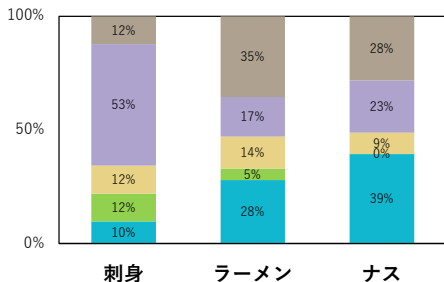
成果の内容

“快－不快”、“覚醒－眠気”の二軸からなるラッセル円環モデルに基づいて、食品摂取時の情動語句をアンケートによって評価してもらいました。さらにこの語句を使って、印象に残ったおいしかったもの（まずかったもの）とそれを食べたときの気分についてアンケートを実施し、食品ごとのおいしさ（まずさ）の特徴の違いを調べました。

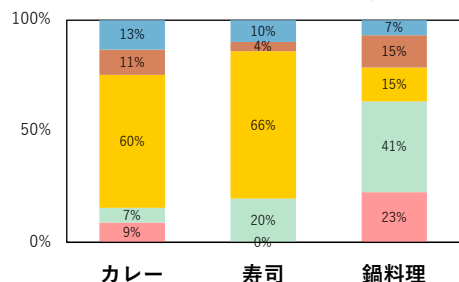
ラッセル円環モデルに基づく食品摂取時の情動語句の座標とクラスター分布



食品ごとの各クラスターの割合（まずい）



食品ごとの各クラスターの割合（おいしい）



成果の活用

情動に基づいた食品の分類によって、質の異なる食品のおいしさ（まずさ）を定量化することで、気分に応じた最適な食事の提案が期待されます。

本研究成果は日本認知心理学会第19回大会にて発表しました。

※株式会社ニチレイフーズとの共同研究の成果です。

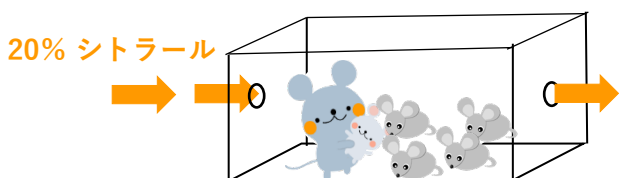
香りによるリラックス効果を高める方法

— 香りへの経験が効果を変える —

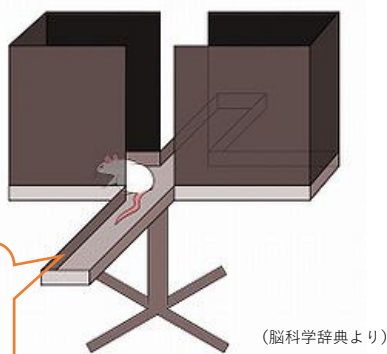
成果の特徴

- ・ 既知の香りは、新奇の香り刺激に比べてより大きなリラックス効果を示しました。
- ・ 香りによるリラックス効果は、香りに対する事前の経験によって増強できる可能性があります。本成果は動物試験によって得られた結果です。

成果の内容 ① 新生仔期：香り経験 (5日間)

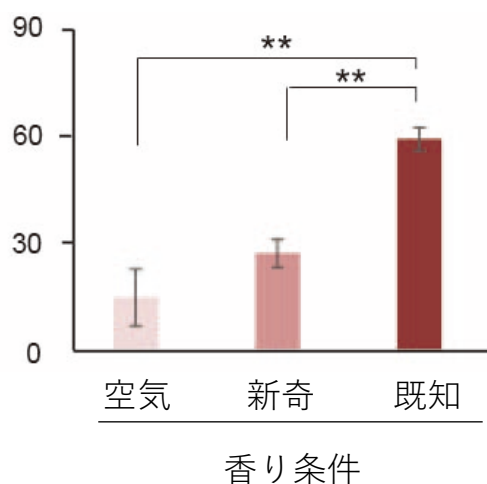


② 成体期：不安エリアでの行動を評価 (空気、新奇、既知のいずれかの香り条件下)



周囲に壁がないエリアは齧歯類に高い不安を生じさせます

不安エリアに滞在できた時間 (秒)



新生仔期に経験した「既知の香り」条件下では、不安を誘発するエリアでの滞在時間が有意に増加しました。

成果の活用

香りを用いたリラックスグッズ、ストレス対処法の提案に繋がります。

参考

Mochizuki-Kawai H, et al., Odors associated with neonatal experiences with the dam have enhanced anxiolytic effects in rat. *Chemical Senses* (IF = 4.98). In press

農研機構の乳酸菌ライブラリー

— NARO乳酸菌で新たな醗酵製品を開発しませんか —

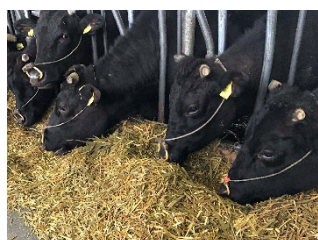
成果の特徴

- 農研機構では、食品だけでなく、飼料や環境中から収集した約6,000株の乳酸菌を保有しています。
- 食品製造や飼料調製に適した乳酸菌の選抜とその実用化に向けて、それぞれの乳酸菌株の特性解析を進めています。
- これらの株は、特許実施許諾や共同研究が可能です。

NARO乳酸菌の活用事例（検討中を含む）



発酵食品



家畜飼料

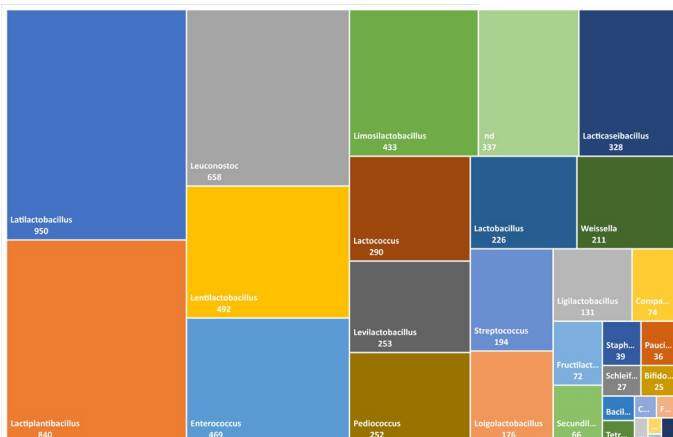


プロバイオティクス

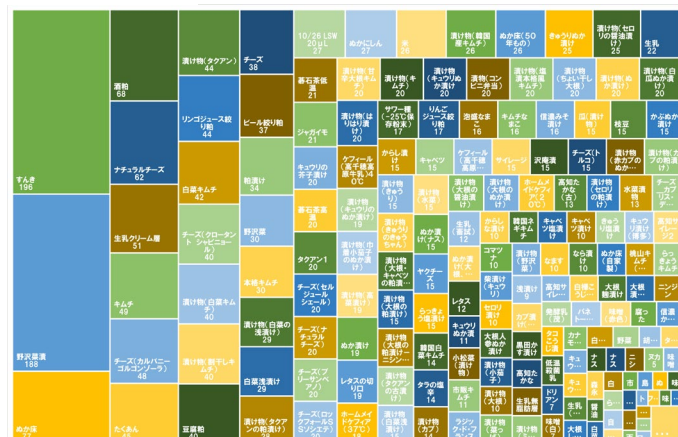


生物農薬

NARO乳酸菌の保有数



乳酸菌の種類別（属別）
 乳酸桿菌、乳酸球菌など
 約25属240種を保有しています



分離源別（食品由来）
 漬物、乳製品など
 約180の発酵食品等由来です

成果の活用

- NARO乳酸菌は特許実施許諾や共同研究により、研究開発から実用化までさまざまなご利用が可能です。
- 特許、論文情報はお問い合わせください。

Jチーズ乳酸菌カタログ

— チーズ熟成効果のあるご当地乳酸菌をアナウンス —

成果の特徴

ご当地食品由来の乳酸菌ライブラリーから、チーズ製造/熟成に利用する目的で、チーズ製造に関連する形質を比較して選抜した有望菌株をカタログ化しました。

名前	分離源情報		菌種名	性質											
	地域	分離源		推奨する	10℃	40℃	耐塩性2%	耐塩性5%	乳糖資化	ガス生産	ジアセチル生成	アミン生産性			β溶血性
				培養温度 (MRS)	生育 (MRS)	生育 (MRS)	(MRS)	(MRS)		(MRS)		プロテイン	ヒスタミン	チラミン	
TF10	帯広市	ピクルス	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	30℃	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-
TF42	帯広市	塩辛 (めふん)	<i>Lactococcus lactis</i>	36℃	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	
P-17	札幌市	熟成チーズ	<i>Lactocaseibacillus rhamnosus</i>	35℃	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	
27-6	函館市	大根味噌漬	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	30℃	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	
33-5	黒松内町	熟成チーズ	<i>Latilactobacillus curvatus</i>	30℃	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	
SHIN01	十勝	チーズ	<i>Enterococcus faecalis</i>	35~40℃	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	
OUT0010	十勝	酒粕	<i>Lactocaseibacillus paracasei</i>	35~40℃	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	
OUT0002	十勝	きゅうり 甘味噌漬	<i>Leuconostoc carnosum</i>	25~30℃	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	
EA-056	北見市	牛乳	<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	35℃	+	+	+	+	+	-	++	-	-	-	
OY-12	小山市	らっきょう たまり漬	<i>Latilactobacillus curvatus</i>	30℃	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	
OY-37	小山市	みそ漬 (大根)	<i>Latilactobacillus sakei</i>	30℃	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	
OY-57	小山市	三五八漬	<i>Latilactobacillus curvatus</i>	30℃	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	

成果の内容

北海道および栃木県ご当地食品から分離した、676菌株からなる食品由来乳酸菌ライブラリーのうち、カゼイン分解活性およびその他チーズ製造関連形質を比較し、有望株12菌株を掲載したJチーズ乳酸菌カタログを作成しました。そのうち、P-17、33-5、OUT0010、OY-57の4菌株は、ゴーダチーズ製造時に添加すると、うま味成分の増強、食感の改変などの効果が認められました（特許出願）。その他の菌株も今後の共同研究により新規用途開拓が期待できます。

成果の活用

表中で赤線を付した乳酸菌4菌株は、チーズの熟成を促進する乳酸菌として特許出願し、関連企業等と実施許諾の交渉を進めています。



酒粕から分離した乳酸菌
OUT0010株



凍結乾燥処理で
チーズスターターに加工



熟成促進、品質差別化

参考

「乳酸菌、チーズの製造法」（特願2019-195961、2019.10.29出願）

Jチーズ乳酸菌カタログ（農研機構HP/畜産研究部門/技術紹介パンフレット）

<https://www.naro.go.jp/laboratory/nilgs/contents/tech-pamph/index.html>

※紹介した成果の一部は、農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト(2017-2019)）」の支援をうけ実施した共同研究によるものです。

酒粕を添加した麴チーズ

— 酒粕が麴チーズ品質に与える影響を説明 —

成果の特徴

- 酒粕の添加が麴チーズ中の乳酸発酵を活性化し、色を変化させる（赤味が増す）ことを明らかにした。
- 酒粕は麴チーズ中の γ グルタミルペプチド（コク味を増強するペプチド）の量を増加させる効果を明らかにした。

麴チーズ



酒粕添加麴チーズ



図. チーズ断面
酒粕添加で赤味が増す

表. 酒粕添加による γ -グルタミルペプチドの変化

γ -グルタミルペプチドの種類	酒粕添加麴チーズ vs 麴チーズ	
	ペプチド量の比	p-value
γ -Glu-Phe	2.2	6.7E-04 ***
γ -Glu-Ile	2.2	0.003 **
γ -Glu-Leu		
γ -Glu-Ala	2.0	0.004 **
γ -Glu-Gly	2.0	0.013 *
γ -Glu-Thr	1.9	0.002 **
γ -Glu-Val	1.9	0.003 **
γ -Glu-Glu	1.7	0.009 **
γ -Glu-Citrulline	1.7	0.021 *
γ -Glu-Ser	1.6	0.007 **
γ -Glu-His	1.6	0.007 **
γ -Glu-Met	1.6	0.014 *

* 有意差あり。*:P<0.05, **:P<0.01, ***:P<0.001

成果の活用

酒粕添加麴チーズは財団法人蔵王酪農センターで販売されています。

参考

Hagi T, Kurahashi A, Oguro Y, Kodaira K, Kobayashi M, Hayashida S, Yamashita H, Arakawa Y, Miura T, Sato K, Tomita S, Suzuki S, Kusumoto KI, Moriya N, Nomura M. (2022) Journal of Dairy Science 105, 4868-4881.

特許(公開)番号：特開2021-129536

※成果の一部は農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）」の支援を受け実施した、共同研究によるものです。

麹菌で熟成させたチーズの特徴

－市販カマンベールチーズとの比較－

成果の特徴

- ・ 麹菌は味噌や醤油など日本の伝統的な発酵食品の醸造に欠かせません。
- ・ 麹菌をチーズ表面で生育させたチーズを開発し、揮発成分分析及び味覚センサー分析によって市販のカマンベールチーズと比較し、特徴を明らかにしました。
- ・ 麹菌株が異なると、チーズの見た目や香り、味が変化することがわかりました。



麹菌をチーズ表面に生育し熟成させた、日本発のオリジナルチーズ

味噌用麹菌

醤油用麹菌

多目的用麹菌



市販のカマンベールチーズと比較して・・・

揮発成分	脂肪酸が多い	脂肪酸が多い	脂肪酸が多い ケトンが多い	脂肪酸が多い	他4株と比べ、市販カマンベールチーズと類似
味センサー	うま味（後味）が強い	うま味（後味）が強い	塩味（先味）、渋味（先味）、苦味（先味）が強い	うま味（先味）、渋味（先味）、苦味（先味）が強い	他4株と比べ、市販カマンベールチーズと類似

成果の活用

本研究に使用した麹菌株は、株行会社 樋口松之助商店より販売。
 麹菌熟成チーズは、一般財団法人 蔵王酪農センターより販売。

参考

本研究は、日本畜産学会第130回大会（2022年9月）にて発表しました。
 特願2020-027540（特開2021-129536）

※経営体強化プロジェクト「独自発酵技術による日本オリジナル・ナチュラルチーズの開発」の成果です。

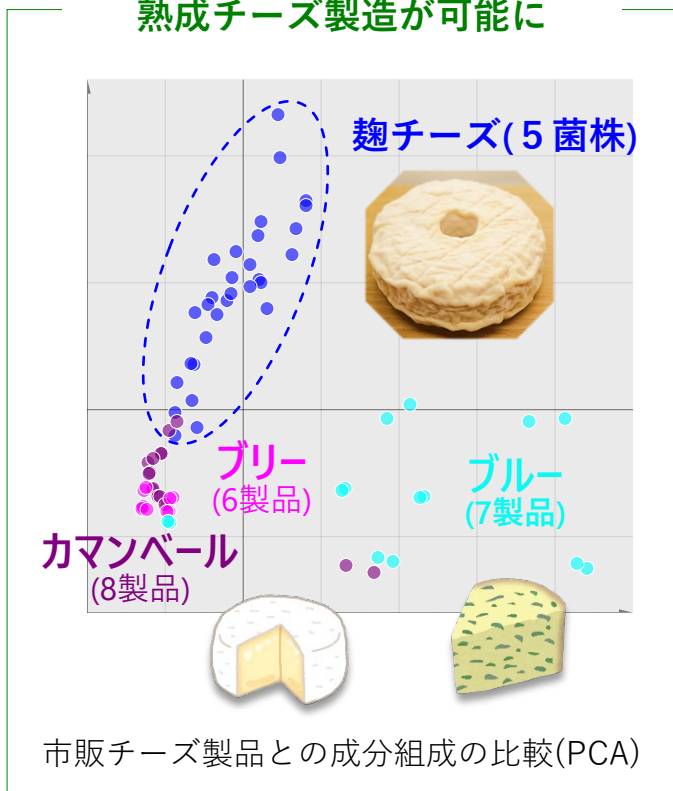
麹菌を活用した新規なソフトタイプ熟成チーズ

— 風味の独特な「麹チーズ」の特徴成分 —

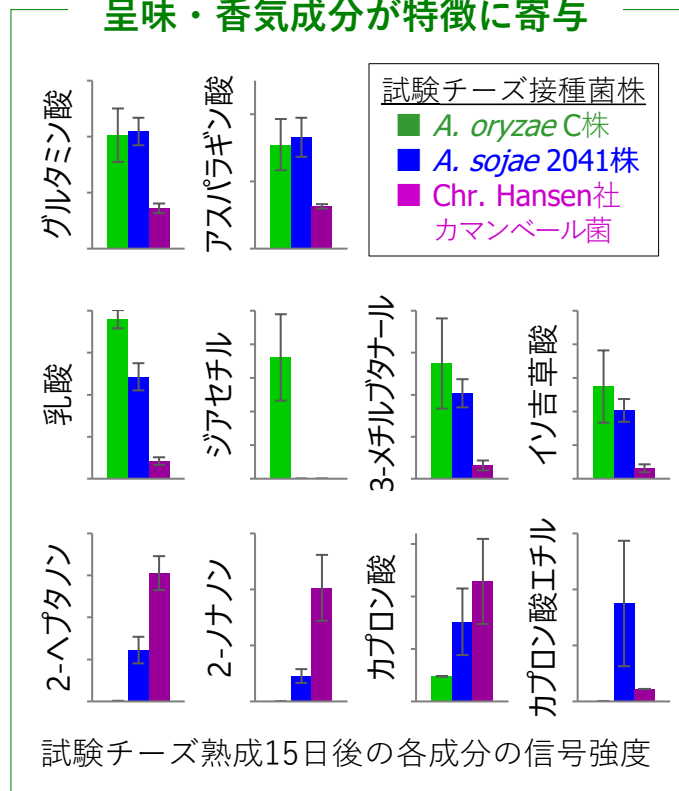
成果の特徴

- 日本伝統の麹菌を熟成チーズ製造に活かして開発した、新規のナチュラルチーズ「麹チーズ」についてメタボロミクス（包括的成分解析）を行いました。
- Aspergillus*属 麹菌によって醸し出される、他種のカビ熟成チーズとは明確に異なる呈味・香気成分の特徴を明らかにしました。

麹菌により新たな特徴を有する熟成チーズ製造が可能に



高濃度の旨味成分のほか様々な呈味・香気成分が特徴に寄与



成果の活用

一般財団法人蔵王酪農センターにて販売中（2021年6月～）
 国産チーズ・イノベーション事業にて複数のチーズ工房へ技術支援を実施中

参考

Tomita et al. (2022), *Food Res. Int.*, 158, 111535. [DOI:10.1016/j.foodres.2022.111535](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111535)
 特開2021-129536 麹菌による熟成チーズおよびその製造法

※革新的技術開発・緊急展開事業(うち経営体強化プロジェクト)
 および日本中央競馬会畜産振興事業による研究成果です。

麹菌チーズ熟成中の成分評価

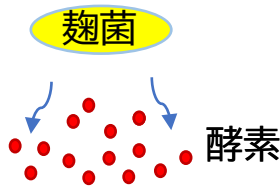
— 酵素活性による影響 —

成果の特徴

- 我が国の伝統醸造産業で用いられる麹菌を用いて、和のテイストを持ったオリジナルチーズ、麹菌熟成チーズをコンソーシアムで開発しました。

成果の内容

機構では、チーズ熟成に適した麹菌株を選抜するため、各チーズ熟成麹菌候補株の酵素活性を評価しました。また、酵素活性がチーズ内における成分に及ぼす影響を比較しました。

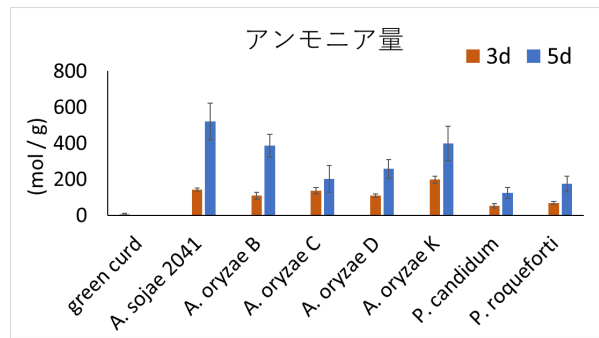
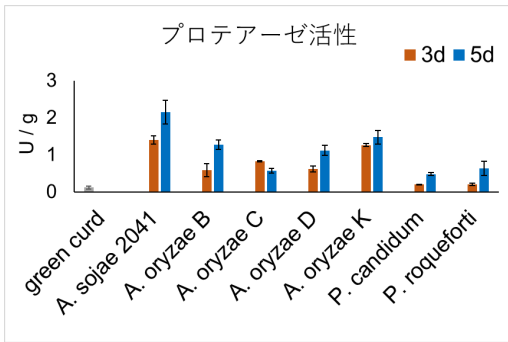


うまみ成分であるアミノ酸を遊離させるには、タンパク質分解酵素の活性が高い菌株が好ましい？



熟成

プロテアーゼ活性の高い株では、臭気となるアンモニア量が多くなる、という相関がみられました。



成果の活用

本研究成果を活用した麹菌株は、樋口松之助商店より販売。
 国産ナチュラルチーズは、蔵王酪農センターより販売。



(写真：蔵王酪農センター提供)

S.Suzuki et al. (2021) Lipase and protease activities in Koji cheeses surface-ripened with Aspergillus strains, FSTR, 27 (3), 543–549,

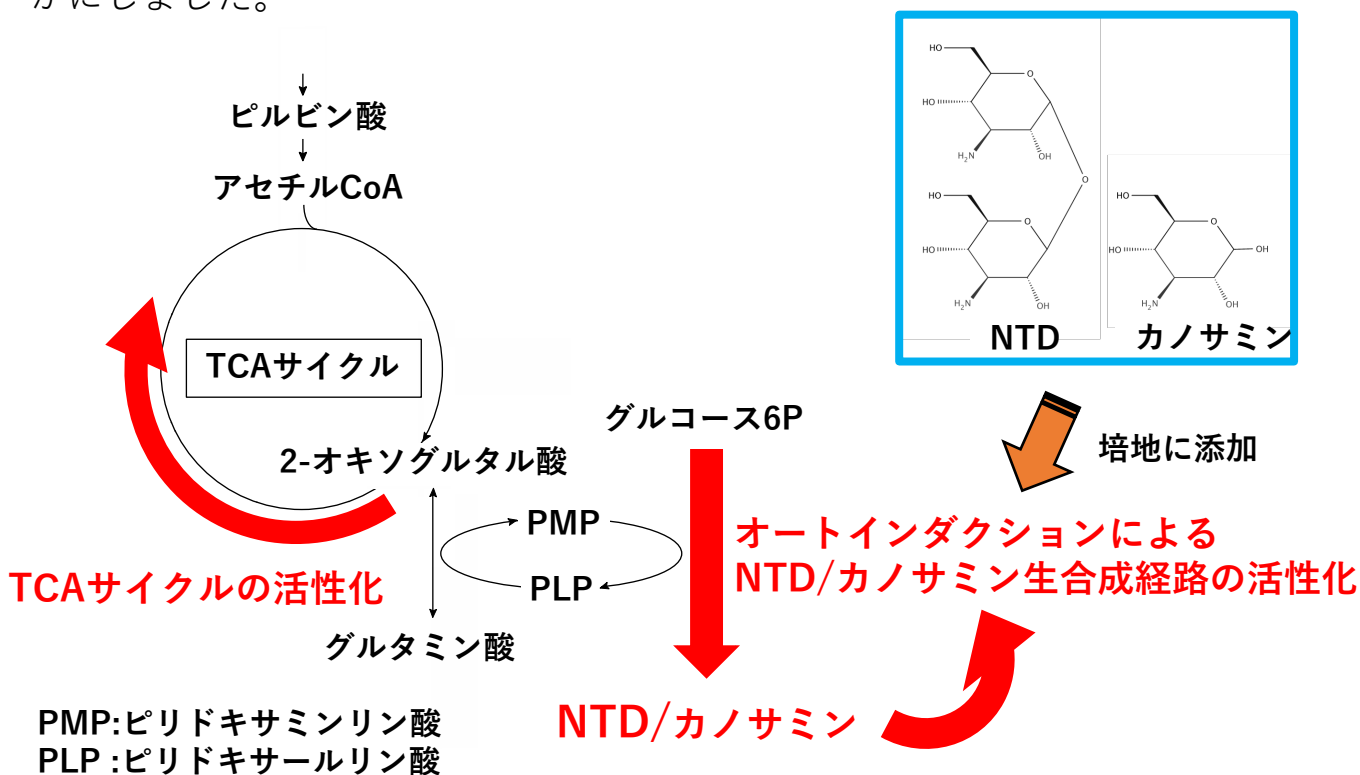
特願2020-027540

本研究成果は生物系特定産業技術研究支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）」の成果です。

納豆菌のオートインデューサーを活用した代謝制御

成果の特徴

- カノサミンはアミノグリコシド系抗生物質の合成原料として利用されます。
- ネオトレハロサジアミン(NTD)はカノサミン2分子からなる抗菌物質です。
- NTDおよびカノサミンは納豆菌を含む数種のバチルス属細菌が生産します。
- NTDおよびカノサミンは自身の生合成遺伝子の発現を誘導するオートインデューサー（菌体外シグナル物質）として機能することがわかりました。
- NTD/カノサミン生合成経路の活性化がTCAサイクルを活性化させることを明らかにしました。



成果の活用

NTDまたはカノサミンを培地に添加することにより、納豆菌を含むバチルス属細菌の代謝を人為的に制御できることが示されました。バチルス属細菌による物質生産において、NTDまたはカノサミンを活用して代謝を最適化し、生産性を向上できる可能性があります。

参考

Inaoka, T., Takahasi, K., Yada, H., Yoshida, M., & Ochi, k. 2004. J. Biol. Chem. 279. 3885-3892.
 Inaoka, T. & Ochi. K. 2007. J. Bacteriol. 189. 65-75.
 Inaoka, T., Satomura, T., Fujita, Y., & Ochi, K. 2009. FEMS Microbiol. Lett. 291. 151-156.
 Saito, N., Nguyen, H. M., & Inaoka, T. 2021. J. Bacteriol. 203. 9. e00603-20

麹菌によるオメガ3脂肪酸生産

— 食品廃棄物の有効利用に向けた次世代型発酵技術の開発 —

成果の特徴

- α -リノレン酸は、健康機能性で注目されるオメガ3脂肪酸の1種です。
- 麹菌はしょうゆやみそ、日本酒の醸造に伝統的に使用されてきた微生物です。
- 麹菌の α リノレン酸生産に関与する遺伝子を発見し、それを高発現させることで α リノレン酸を高生産する麹菌を作出しました。

成果の内容

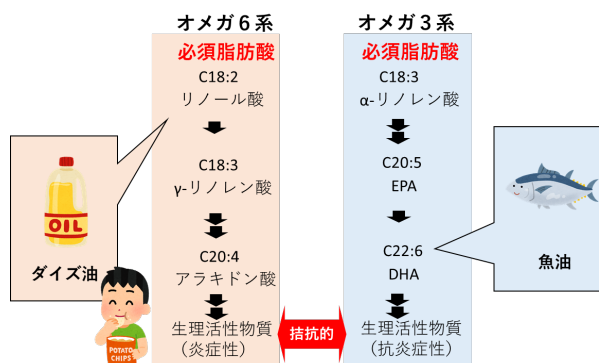


図1 摂取が推奨されるオメガ3脂肪酸

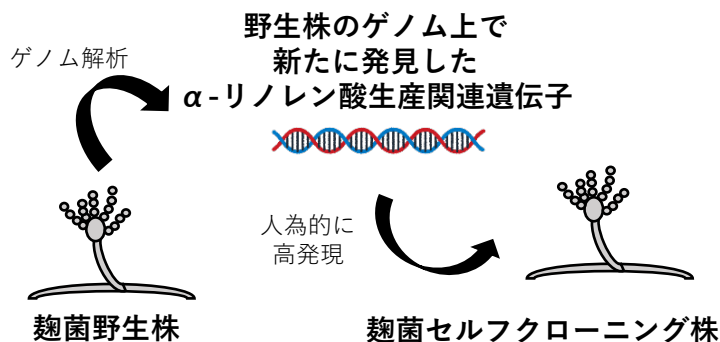


図2 麹菌の改良

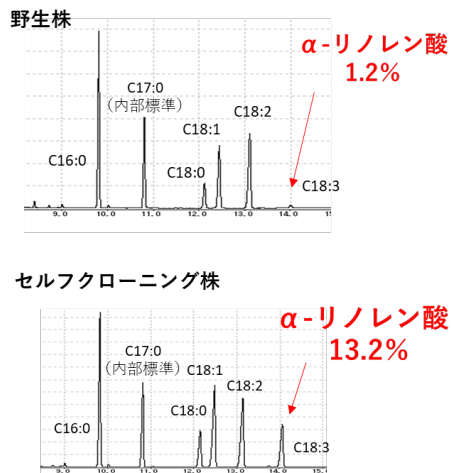


図3 麹菌改良の効果

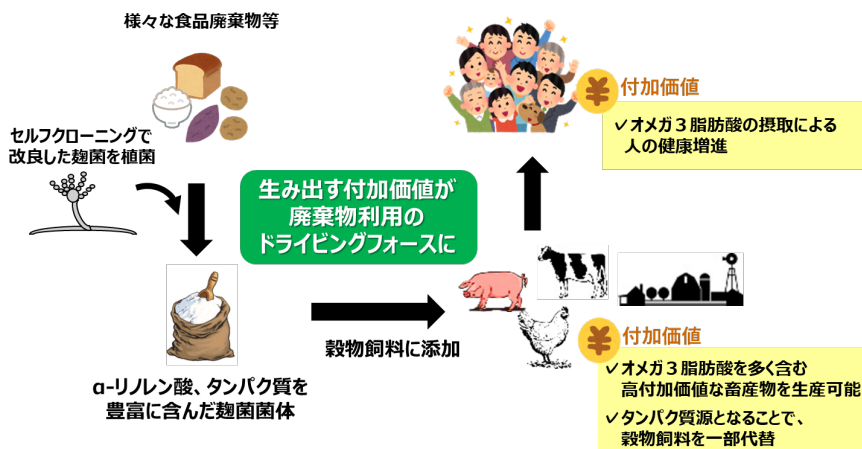


図4 期待される産業利用の形

成果の活用

食品廃棄物等を用いて麹菌を培養することで、 α -リノレン酸を大量生産することができます。新たな食飼料素材としての産業利用が期待されます。

参考

真野ら、特願2020-34277、2020年2月28日

牧草由来オリゴ糖「ロリオース」の調製

成果の特徴

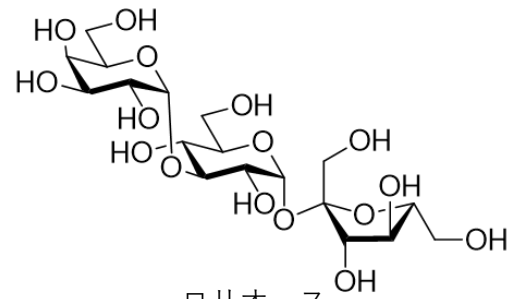
- これまであまり注目されていなかったオリゴ糖「ロリオース」の精製標品を牧草種子から調製しました。



ペレニアルライグラス メドウフェスク

成果の内容

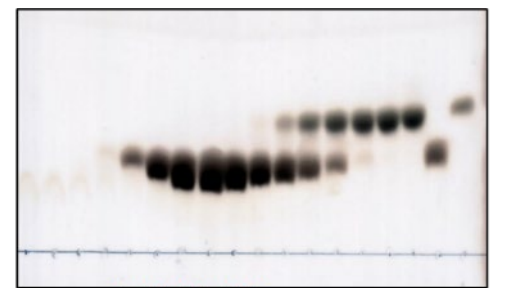
牧草として利用されているライグラス類にはロリオースと呼ばれるオリゴ糖が存在します（右図）。しかしながら、ロリオースに関する研究は立ち遅れており、ライグラスにおける動態・消長・生理的役割や存在意義なども未解明です。



ロリオース
(ガラクトシル α -1,3-スクロース)

本研究ではロリオース研究の端緒として、ロリオース分析時に必要となる精製標品の調製を行いました。

ペレニアルライグラス（ヤツカゼ2）の種子600gを粉砕し、エタノール抽出、限外ろ過後の抽出液をゲルろ過カラムに供し、その回収画分を凍結乾燥することで3.0gの精製粉末を得ることができました。



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 Lol Suc

ゲルろ過回収画分

成果の活用

精製したロリオース標品の純度は98%以上であり、ロリオース分析時に標準品としての利用が可能です。



ロリオース精製粉末

有機溶媒ゲル化剤

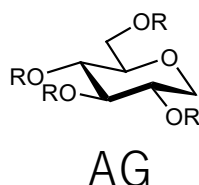
－ テーラーメイド分子デザインによる融点変更 －

成果の特徴

- ・ 澱粉由来の1,5-アンヒドロ-D-グルシトール (AG)を使用し、脂肪酸を結合させたオイル (有機溶媒) ゲル化剤を開発しました。
- ・ 天然由来の成分からなるエコロジカルなオイル (有機溶媒) ゲル化剤です。
- ・ 分子構造をデザインする事によりニーズに合った融点のゲル化剤を提供可能です。

成果の内容

様々な融点を有するオイルゲル化剤を開発しております。ゲルの溶ける温度をコントロールできます。



ニーズに合ったゲル化剤をお選びいただけます。



R	融点
12	46.5
13	56.9
14	61.5
15	66.0
16	70.5
17	72.6
18	73.4
22	80.9
G12	134.7
G14	140.0
G16	141.4
G18	139.9

成果の活用

本ゲル化剤は化粧品分野、土木分野で活用検討中。

参考

特許第6952305号糖脂肪酸エステルおよびオイルゲル化剤
 特願2021-006851新規化合物及びゲル化剤
 Kajiki, T.; Komba, S., *J. Appl. Glycosci.* **2019**, *66* (3), 103-112.
 Kajiki, T.; Komba, S.; Iwaura, R., *Chempluschem* **2020**, *85* (4), 701-710.
 Iwaura, R.; Komba, S.; Kajiki, T., *Soft Matter* **2021**, *17*, 1773-1778.
 Komba, S.; Iwaura, R., *Acs Omega* **2021**, *6* (32), 20912-20923.
 Iwaura, R.; Komba, S., *Acs Sustain Chem Eng* **2022**, *10* (23), 7447-7452.

バイオ素材でアスファルト舗装を丈夫に

－澱粉由来のアスファルト改質剤－

成果の特徴

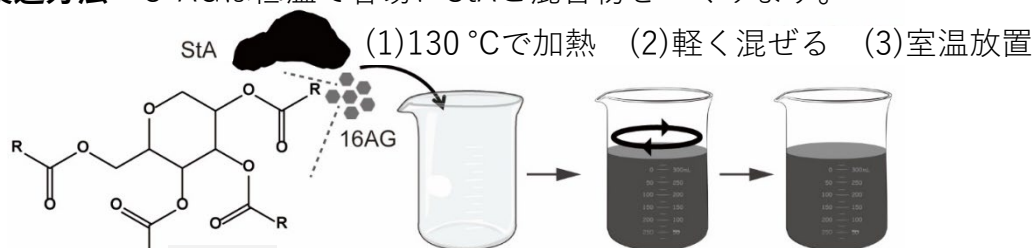
- 澱粉由来の天然糖1,5-アンヒドログルシトール (AG) に炭素鎖を導入したオイルゲル化剤C-AGは、アスファルト (StA) と容易に混合物 (StA/C-AG) を作り、アスファルトの粘弾性状を向上させます。

成果の内容

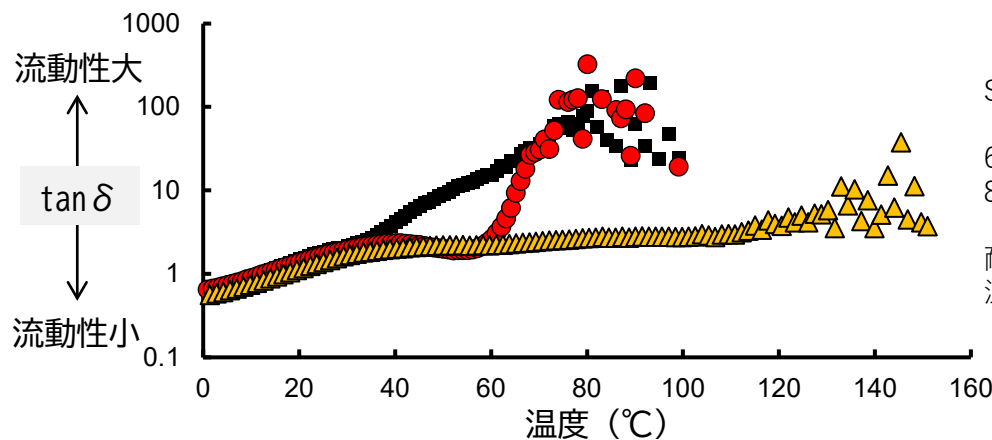
背景：道路舗装で骨材の接着に使われるアスファルトは、夏期の高温下 (60 °C) で柔らかくなるため、路面にわだちが発生し、道路の補修が必要になります。このため、高温下でのアスファルト粘弾性状の向上が課題となっています。



混合物の製造方法：C-AGは低温で容易にStAと混合物をつくります。



動的粘弾性：StA(■)、StA/C-AG(●)、およびSBS改質アスファルト(▲)の温度依存性



StA/C-AGの特徴

60 °C付近まで低い流動性を保つ
80 °C~で粘性が低下

耐流動性と加工性を両立
混練、道路施工時の低温下が可能

成果の活用

環境やエネルギーにより配慮したアスファルト改質剤としてご利用いただけます。

参考

特願2021-148419 アスファルト改質剤及びそれを含む組成物

R. Iwaura, S. Komba *ACS Sustainable Chem. Eng.*, **2022**, *10*, 7447–7452.

※本研究は、科学技術振興機構 研究成果最適展開支援プログラム A-STEP (育成型) の支援を受けました。

ナタピューレで粉末を分散して新食品加工へ —家庭用ブレンダーで作るナタピューレで粉末利用高度化—

成果の特徴

- 野菜粉末のペーストの粘りを低下させ、新たな特性を付与するための新素材「ナタピューレ」を開発しました。
- ナタピューレは、(1-3),(1-4)- β -グルカンまたはオオムギ抽出液の共存下で、脱糖されたナタデココを家庭用ブレンダーで離解することで容易に調製できました。
- ナタピューレは、粉末の懸濁液中で粉末の分散作用を有することを見出しました。また、ナタピューレ存在下で分散させたゲル化剤をレーザー加熱することで、選択的なゲル化ができることを示しました。

成果の内容



図1 ナタピューレの調製
ナタデココ（左写真）を(1-3),(1-4)- β -グルカンの存在下で家庭用ブレンダー（中央写真）で離解すると、離解物「ナタピューレ」（右写真）が得られる。

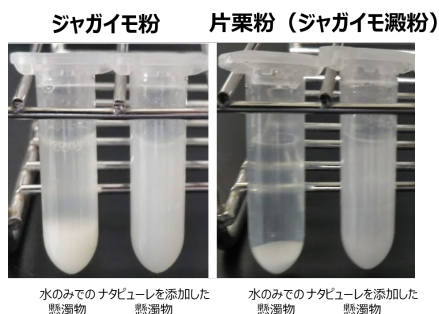


図2 ナタピューレの粉末分散作用
ジャガイモ粉（左写真）および片栗粉（右写真）の懸濁物がナタピューレ共存下では分散する。

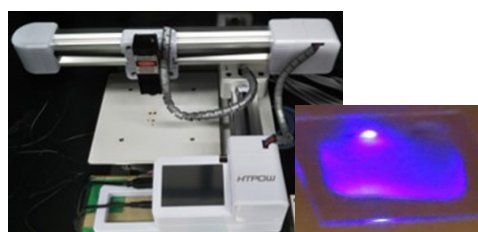


図3 ナタピューレの粉末分散作用を利用した加工
青色レーザープリンタ（上左写真）でレーザー照射（上右写真）し、ターメリックおよびカードランをナタピューレ中で分散させた懸濁物を加熱し（中段写真）、それを水洗いすることで、選択的に加熱した部分がゲル化成形物となり残る（下写真）。

成果の活用

農産物粉末をナタピューレ中に分散させた懸濁液を用いることで、新しい食品加工と新食品の調製が可能となるものと期待されます。

参考

Tokuyasu, K., et al., J. Appl. Glycosci., 68, 77-87 (2021).
本研究は、内閣府ムーンショット型農林水産研究開発事業（管理法人：生研支援センター）(JPJ009237)によって実施されたものである。

ナタピューレで農産物粉末由来ペーストを特性改変 —ペーストを硬くして3Dフードプリンタ造形範囲をシフト—

成果の特徴

- ナタデココと水溶性多糖から調製する新素材「ナタピューレ」が、農産物粉末をペースト化する際に結着性を向上させることを見出しました。
- この機能を活用することで、軟らかいペーストの硬さを変えることができます。3Dフードプリンタで成形できない低濃度のジャガイモ粉末ペーストでも、ナタピューレを加えると設計通りに成形できるようになり、粉末加工の幅を広げます。

成果の内容

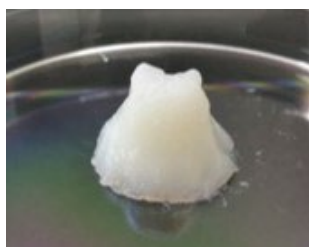


図1 ナタピューレ
(三倍濃縮物)
ナタデココ脱糖物を
(1-3),(1-4)-β-グルカンの
存在下で家庭用ブレン
ダーで離解し、遠心分離
により三倍濃縮したもの。

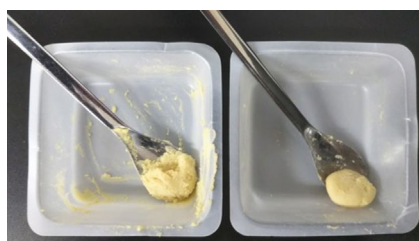


図2 大豆粉ペーストの操作性改善効果
左写真：大豆粉ペースト（水のみ）
右写真：ナタピューレを添加した大豆粉
ペースト
右側の方が粉末が結着して纏まり、匙や
皿への付着が減少。



図3 3Dフードプリンタ（左写真：3Dフードプリンタ FP-2500
(世紀株式会社)）での円筒状成形物の積層試験結果
中写真：水のみでのペースト（ジャガイモ粉濃度22.5%）
右写真：ナタピューレを添加したペースト（ジャガイモ粉濃度20%）

成果の活用

農産物粉末ペーストの結着性を改変してペーストのハンドリング性を向上し、3Dフードプリンタでの造形範囲を変えることで、新たな食感の付与や適用可能性の拡大による農産物の高度利用に道を拓くものと期待されます。

参考

Tokuyasu, K., et al., J. Appl. Glycosci., 68, 77-87 (2021).
本研究は、内閣府ムーンショット型農林水産研究開発事業（管理法人：生研支援センター）(JPJ009237)によって実施されたものである。

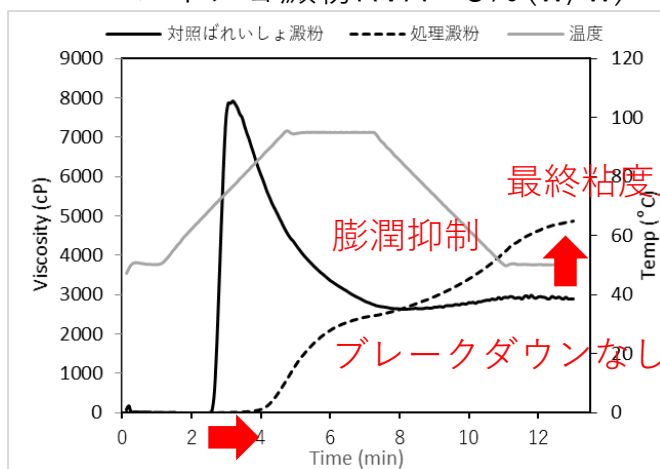
澱粉素材特性の改変

成果の特徴

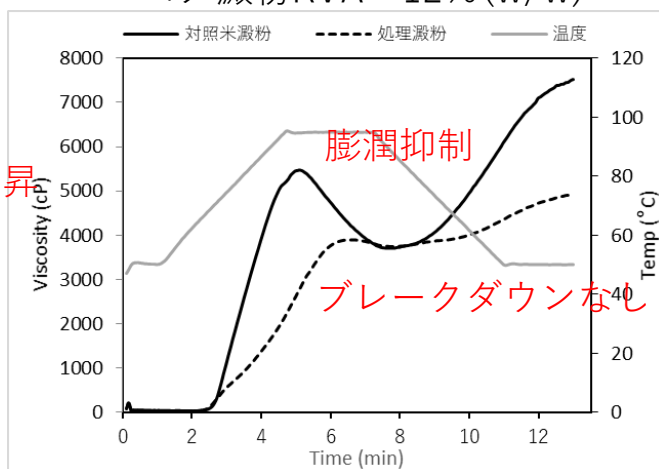
- 塩化カルシウムとエタノールの溶液に浸すことで澱粉の糊化特性を改変する方法を開発しました。
- 吸水・膨潤が抑制され、加熱初期からの粘度急上昇と急降下（RVAブレイクダウン）が喪失するなど、架橋澱粉様の膨潤・糊化しにくく攪拌力に対する耐性の高い性質を付与できることが確認されました。

成果の内容

バレイシヨ澱粉RVA 8%(w/w)



コメ澱粉RVA 12%(w/w)

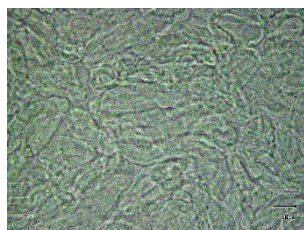


糊化温度上昇

100°Cで加熱後の様子：左対照澱粉、右処理澱粉
バレイシヨ澱粉

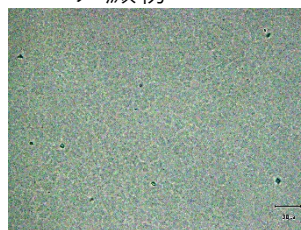


膨潤して境目が分からない

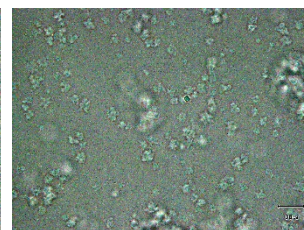


膨潤が弱く境目が残る

コメ澱粉



膨潤して境目が丸みを帯びる



膨潤が弱く星形になる

成果の活用

常圧糊化温度以下の温和な条件下での改変が可能です。

澱粉のみならず、バレイシヨ粉、米粉などの澱粉系素材を改変することによって、吸水しにくく粘度の安定した加工作業性のよい素材を作ることにも可能です。

参考

特願2021-86066

松木、日本応用糖質科学会2022年度大会で発表

脱気 + 高圧処理による高品質の液体含浸

— 液体含浸効果の定量的評価 —

成果の特徴

- 脱気と高圧処理とによる液体含浸効果を、リンゴで定量評価しました。
- 100 MPa以上で効果がありますが、200 MPa以上では食感が大きく損なわれます。

脱気包装 + 高圧処理での効率的な液体含浸法を開発し、コンポート製造に利用しています。しかしながら、従来法（脱気包装等）を含め、野菜果実への液体含浸効果についての定量的評価は不十分でした。そこで本研究では、リンゴを対象に、液体含浸効果・品質変化を定量評価しました。

液体含浸の画像解析

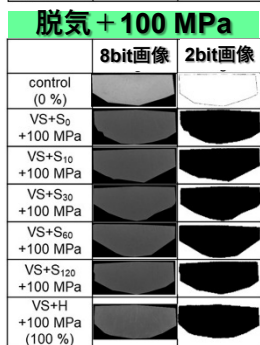
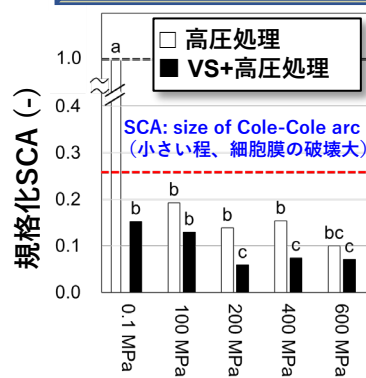
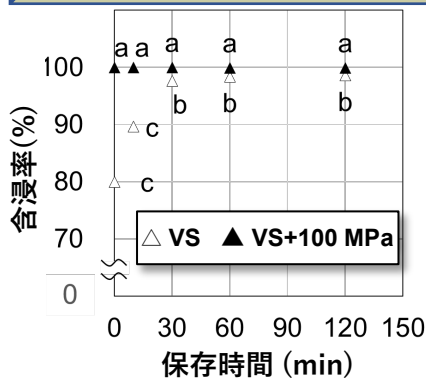
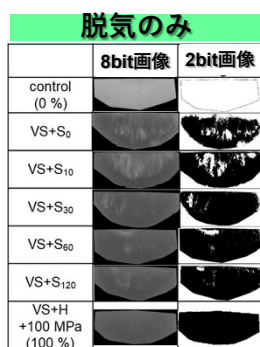
- カラー画像を2bitで二値化
- 染色領域の割合：含浸率

画像解析による含浸率

- 脱気のみ：時間依存&不十分
- 100 MPaで含浸率100%

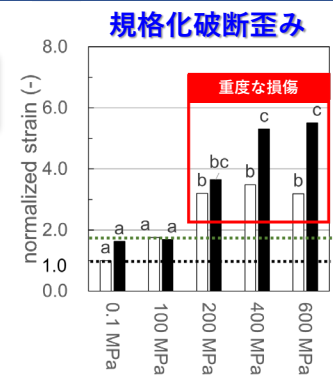
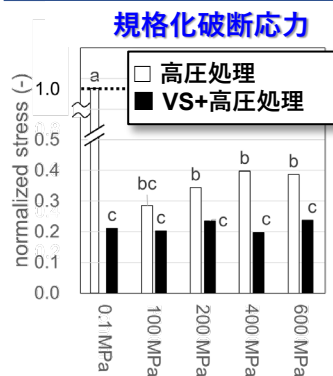
リンゴ細胞の膜損傷

- 脱気だけでも膜損傷
- 200 MPa以上で更に損傷



液体含浸による力学物性変化

- 破断応力：脱気で低下。高圧処理による更なる低下はなし。
- 破断歪み：脱気と100 MPaでは同等。200 MPa以上で更に増加し劣化。



破断応力：硬さ
破断歪み：歯切れの悪さ

部分損傷
損傷なし

V : 脱気包装(1.0 kPa, 25 °C, 1 min)
S0-S120 : 脱気包装後の4 °C放置 (0, 10, 30, 60, 120 min)
100 MPa : 高圧処理(100 MPa, 25 °C, 5 min)
VS+H+100 MPa : 100 MPa, 65 °C, 30 min

成果の活用

リンゴ、モモ、ワッサー、和ナシ（加賀しずく）の高圧加工果実コンポートは、調味液をpH4未満に設定し、65 °C以上の熱殺菌をしていますので、100 MPaより不必要に高い圧力での液体含浸は、折角の食感を損なうだけの操作です。

参考 Gao et al, *High Pressure Research*, 41(4), 414-428 (2021).
特許第6818390号, 食品に対する脱気・加熱・高圧処理方法, 2021年1月5日.

※筑波大学大学院生命環境系（張振亜教授）との共同研究の成果です。

食品粉体の3Dフードプリンターへの適用性

－ 3D成型性と食感制御の可能性 －

成果の特徴

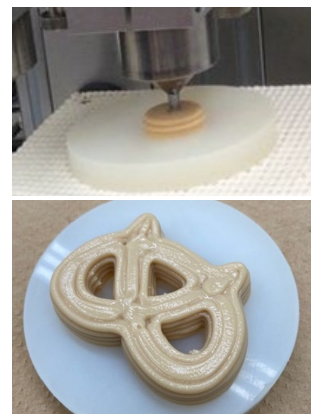
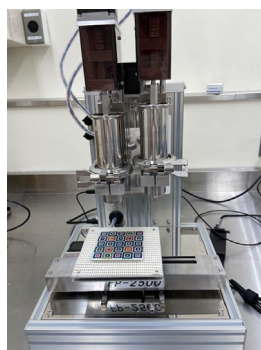
- ・ 馬鈴薯および脱脂大豆について、粉体化の条件により3D成型性が変化することを示しました。
- ・ 3Dプリント食品のテクスチャーおよび表面構造は、粉体の粒度に大きく影響されました。粉体の粒度によって成型性と食感を可変できる可能性が示されました。

成果の内容

粒径を数 μm ～100 μm 程度に調整した農産物粉体



大 ← 粒径 → 小



3Dフードプリンターによる成型性の評価

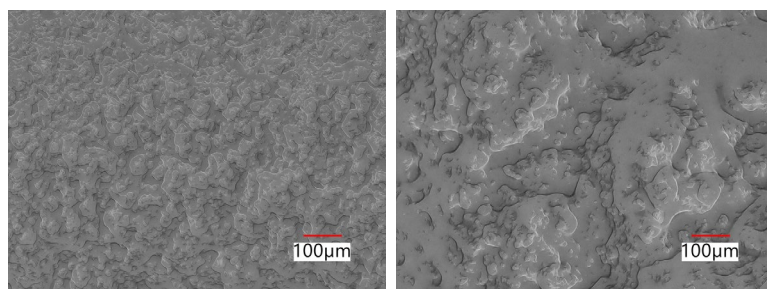


粒径 6 μm



粒径 93 μm

同じ含水率でも、粒径の違いにより成型性が異なる。



3Dプリント食品の表面微細構造（材料：脱脂大豆）
左：粒径 6 μm 、右：粒径 93 μm

微粒子化した農産物粉体では滑らかな表面構造

成果の活用

食品粉体の粒径が3Dプリント食品の成型性と品質に大きな影響を与えることが示されました。3Dプリント食品の高品質化を図るための基礎知見として活用されることが期待できます。

参考

Nei D, Ando Y, Sotome I (2022) Food Science and Technology Research 28, 207-216.

Nei D, Sasaki T (in press) Journal of Food Engineering 337, 111237.

※本研究は、内閣府ムーンショット型農林水産研究開発事業（管理法人:生研支援センター）によって実施されました。

農産物由来ペーストの3Dプリント特性

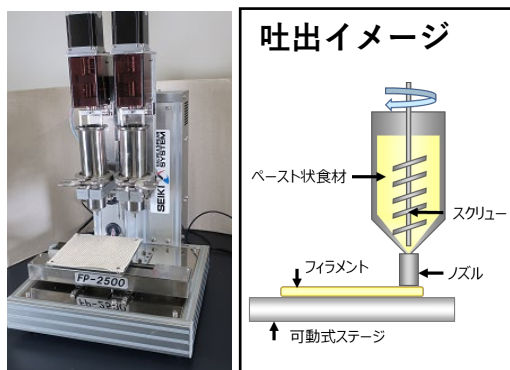
－スクリー式3Dフードプリンタの活用－

成果の特徴

- スクリー式3Dフードプリンタにおいて、農産物由来（例：カボチャ）ペーストの3D造形挙動を解析・分類し、高精度で造形可能な領域を明らかにしました。

スクリー式 3Dフードプリンタ

- ✓ スクリューを回転させることで、ペーストを吐出することが可能



FP-2500、世紀(株)

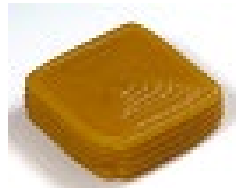
カボチャペーストの3D造形特性 (カボチャフレーク+水)

- ✓ 3Dプリント食品（四角柱）の上底と下底の辺長比から、カボチャペーストの3D造形挙動を3つの領域に分類
- ✓ 高精度で造形可能なカボチャフレーク含量の範囲を把握

(i)造形中につぶれる



(ii)高精度で造形可能

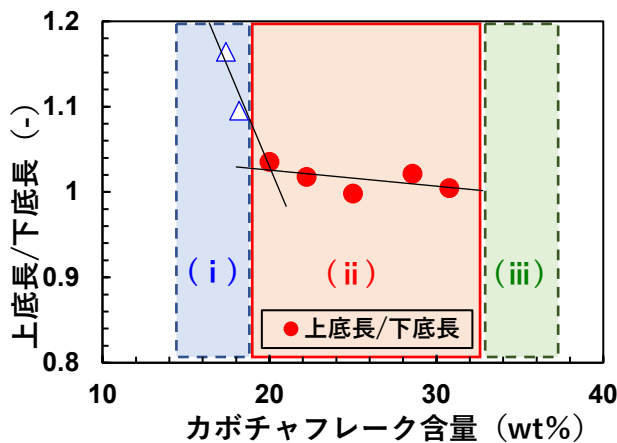
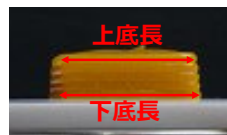
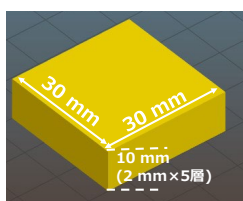
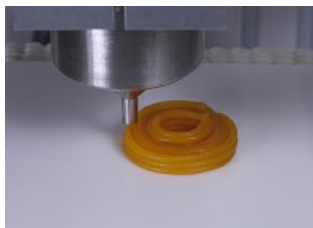


(iii)造形中に途切れる



3D造形時の様子 (カボチャペースト)

- ✓ ノズル内径：2 mm
- ✓ ステージ速度：20 mm/s



成果の活用

- 3Dプリント食材の高精度造形に必要な組成や操作条件の選定に活用可能です。
- 高精度造形が可能な3Dプリント食材の開発が期待されます。

参考

梅田、小林 日本食品工学会 第23回(2022年度)年次大会, O1(2022)

本研究は、内閣府ムーンショット型農林水産研究開発事業(管理法人:生研支援センター)によって実施されました。

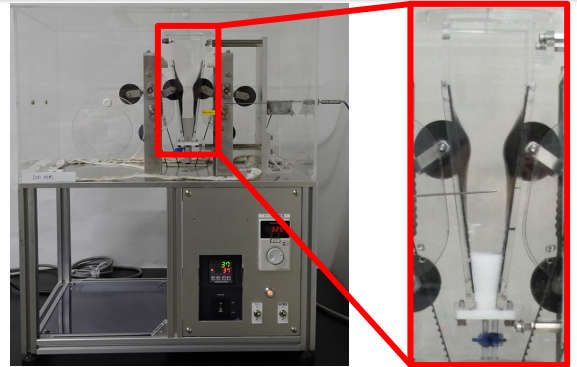
主食の *in vitro* 胃内消化の観察・解析

－ヒト胃消化シミュレーターの応用事例－

【成果の特徴】

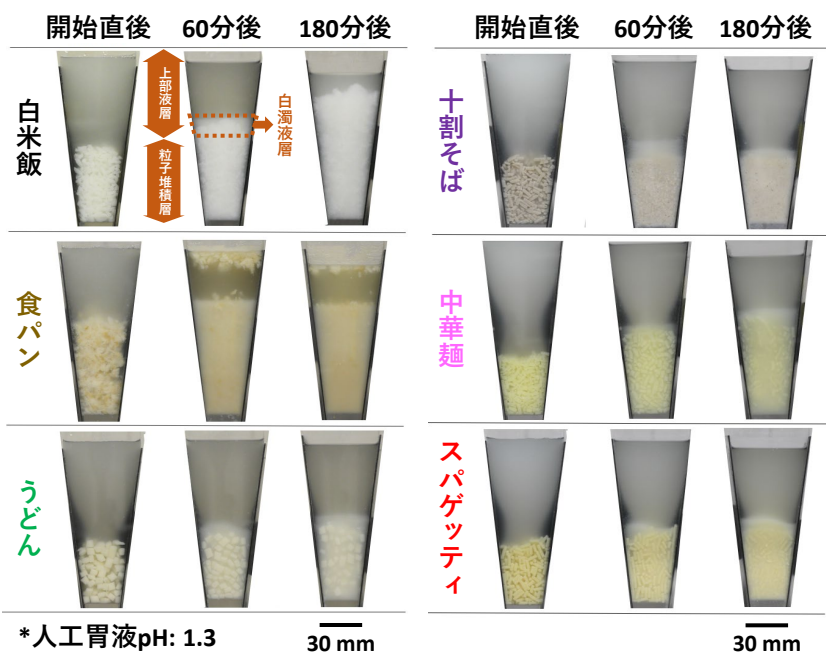
- 胃のぜん動運動が定量的に模擬された「ヒト胃消化シミュレーター」の利用により、代表的な主食の胃内消化挙動を観察・解析できた。
- 食品粒子の微細化および含有栄養成分の放出などの挙動は、主食の構造および構成成分の影響を大いに受けた。

ヒト胃消化シミュレーター (特許第6168585号)

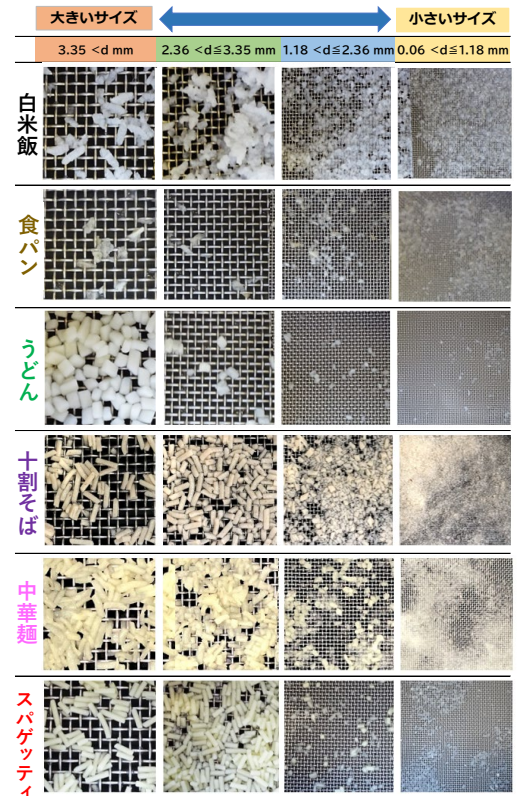


【成果の内容】

In vitro 胃内消化*の直接観察結果



消化試験後の粒子サイズ分布



✓ 主食の種類により、「粒子の微細化（破断，表面崩壊）」
「粒子表面からの栄養成分の放出」「粒子の膨潤」などの消化挙動に特徴的な違いが認められた。

【成果の活用】

- 主食の胃内消化性を考慮した新たな食品・食事の設計

参考

芝崎 本実, 前田 竜郎, 野口 律奈, 小林 功 (2021) 消化と吸収, 43(2), 145-155.

※帝京平成大学との共同研究の成果です。

構造特性とレオロジー特性による チーズ製品の溶融挙動性評価手法の確立

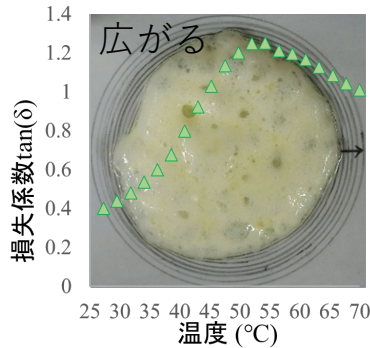
成果の特徴

レオロジー特性と構造特性から、チーズの加熱溶融性と伸展性を比較・評価するシステムを確立し、3種のチーズがそれぞれ特徴的な挙動を示すことを明らかにしました。

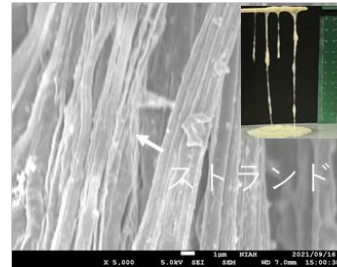
成果の内容



レオロジー特性



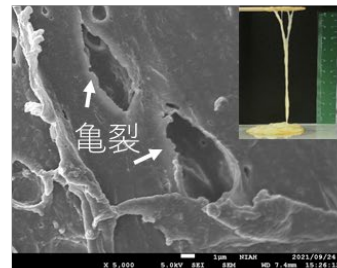
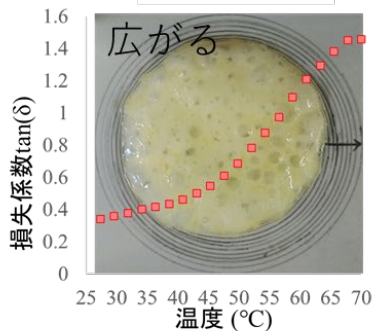
構造特性



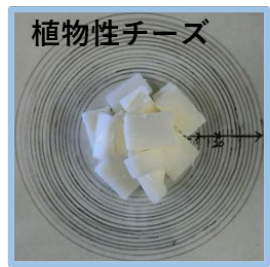
伸展性 (○)



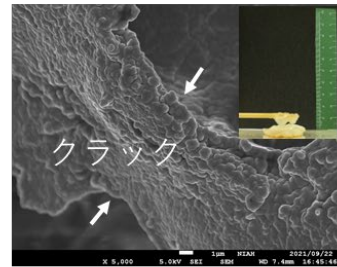
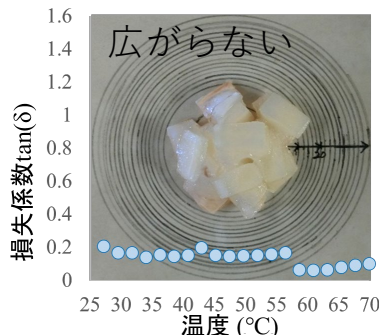
溶融性 (○)



伸展性 (○)



溶融性 (○)



伸展性 (×)

溶融性 (×)

成果の活用

新しい植物性チーズを開発する上で有効な指標となります。

参考

Wei Fu, Hiroyuki Yano. (2022) International Journal of Dairy Technology, early view

※科研費「若手研究19K15796」(2019-2021)

マイクロ波減圧技術を利用した青果物の乾燥法

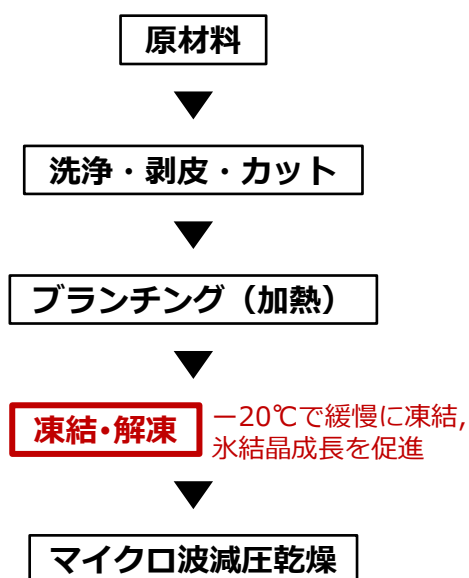
－ 予備凍結による試料収縮の抑止 －

成果の特徴

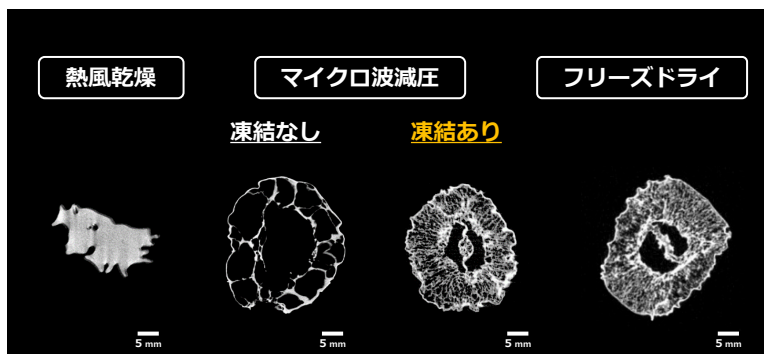
- 青果物のマイクロ波減圧乾燥における予備凍結の効果を検証しました。
- 予備凍結試料では試料内部が多孔質化し乾燥中の試料収縮を抑止することが可能です。

成果の内容

※ 提案する乾燥青果物の製造プロセス



乾燥後のマスカットの外観比較



成果の活用

本成果は様々な青果物へ応用することができます。従来乾燥と比べ製造効率を向上させることが可能であり、フリーズドライの代替法としての利用が期待できます。

参考

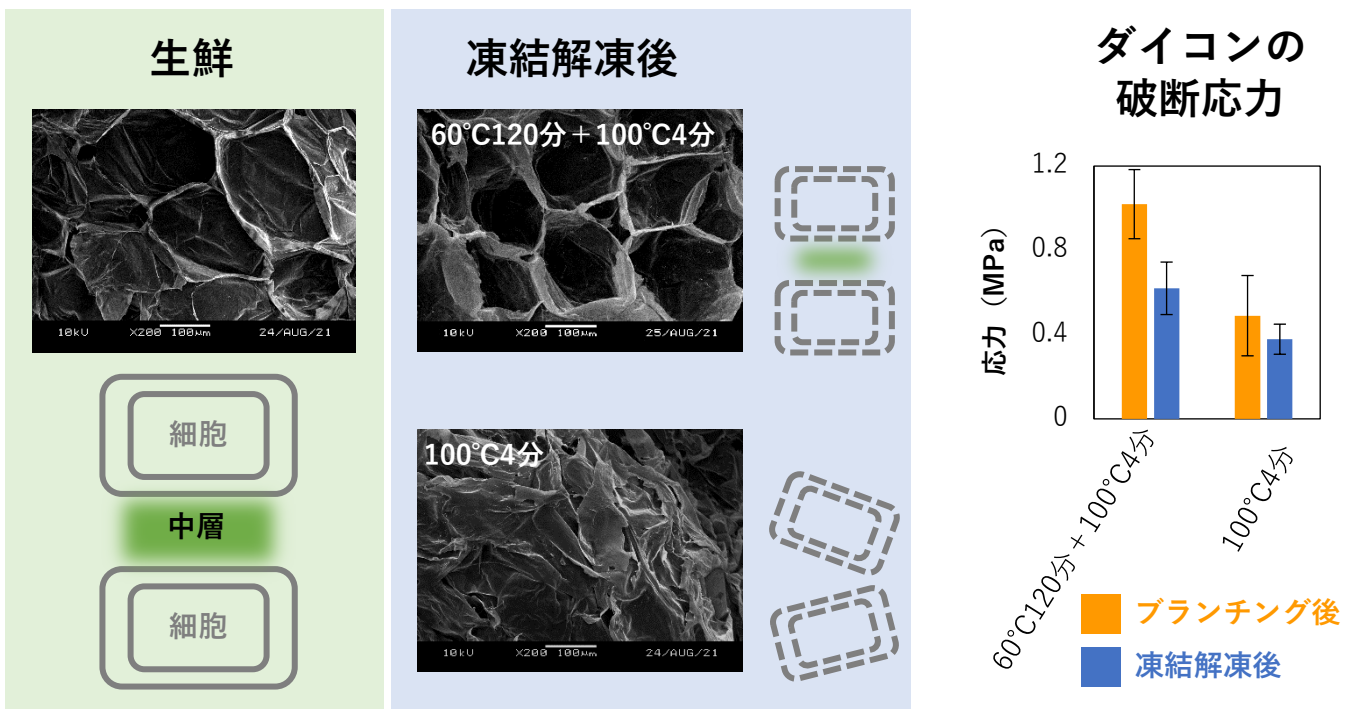
- Ando, Y. et al. (2019) *Journal of Food Engineering*, **244**, 170–177.
 Ando, Y. et al. (2019) *LWT*, 100, 294–299.

低温ブランチングによる 冷凍ダイコンの組織軟化抑制

成果の特徴

- 低温（60°C程度）で加熱すると、細胞壁のペクチン構造が変化して、野菜組織が硬くなることが知られています。
- ダイコンの凍結前処理として、低温ブランチングの効果を検証しました。
- 細胞壁の構造変化によって、凍結解凍後のダイコンの破断応力が変化することが分かりました。

成果の内容



60°Cの加熱によりペクチン構造が変化し、
凍結解凍後の破断応力が高くなる

成果の活用

本成果は他の野菜などにも応用でき、冷凍野菜の品質面での差別化が可能です。

※本研究はJSPS科研費研究活動スタート支援20K22606の助成を受けたものです。

高周波パルス加熱による根茎野菜の殺菌

— 短時間の加熱で根茎野菜表面のカビを失活 —

成果の特徴

・温浴中の根茎野菜に高周波パルス（HFP）を20秒印加することで、根茎野菜の表面を昇温し、野菜表面に付着したカビ子嚢胞子(*Byssochilamys fulva*)を効率的に失活する。

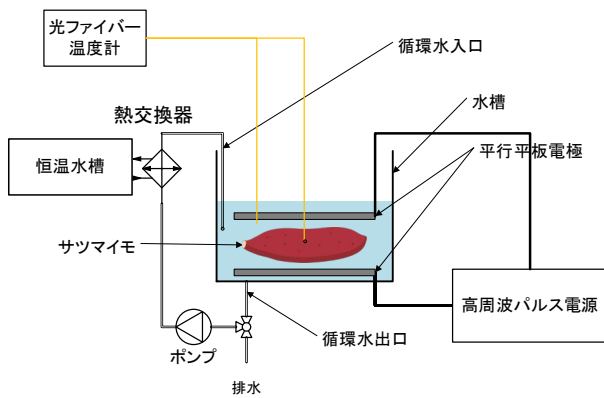


図1 高周波パルス加熱装置

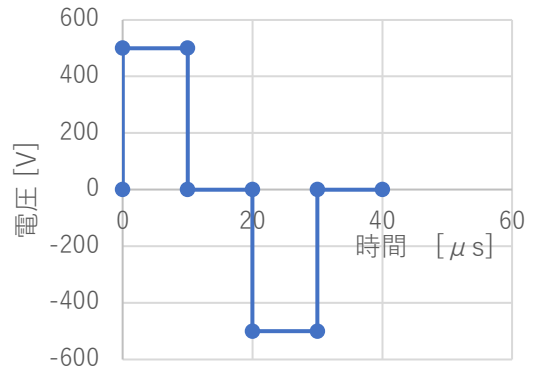


図2 高周波パルスの波形

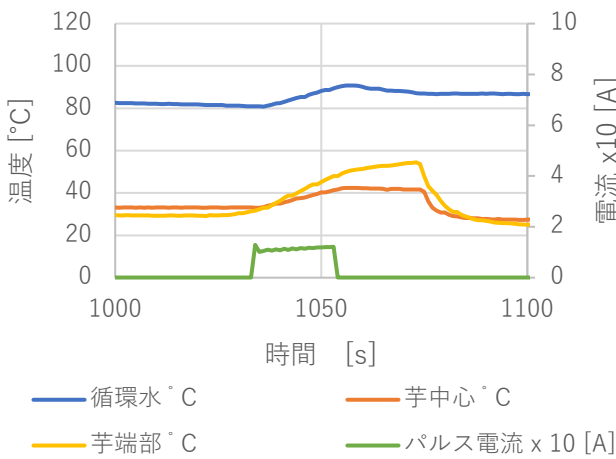


図3 HFP (80°C, 20s) の温度履歴

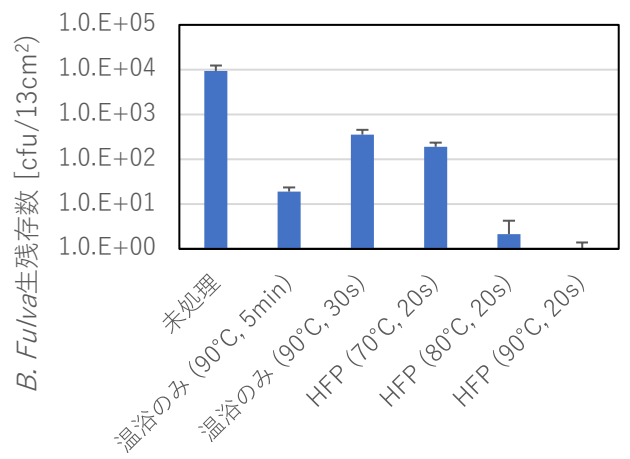


図4 *B. fulva* 残存菌数

成果の活用

根茎野菜のフードロスの削減および農産物の輸出促進に向けて、品質の維持と保存性に関する検討が必要。

参考

【特願2021-033181、特願2021-190677】

高周波パルス連続加熱による高品質な呉の製造

成果の特徴

- ・ 高周波パルス (High Frequency Pulse) 加熱により、分離しやすく焦げやすい生呉を、120°Cまで迅速・均一に昇温することが可能となりました。
- ・ 呉で問題となる耐熱性芽胞菌が失活し、不快臭の生成が抑えられました。



図1：生呉
水と大豆をすりつぶしたペースト状の食品素材で、搾汁すると豆乳になる。

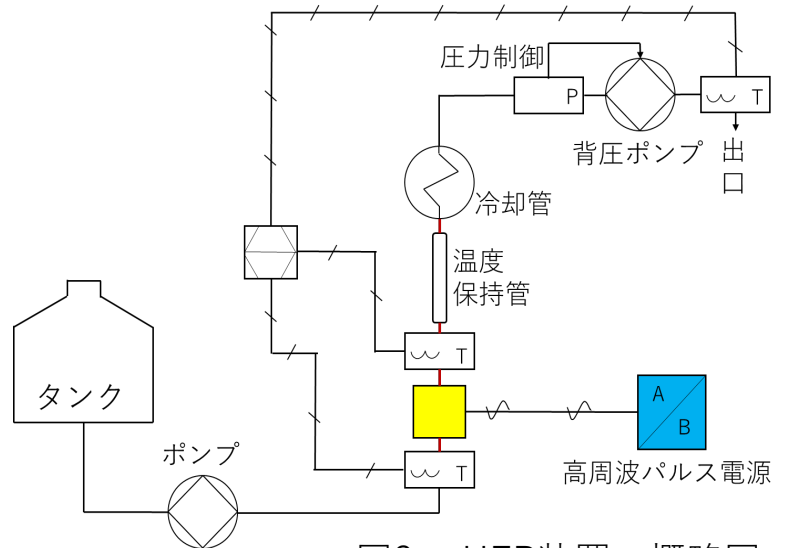
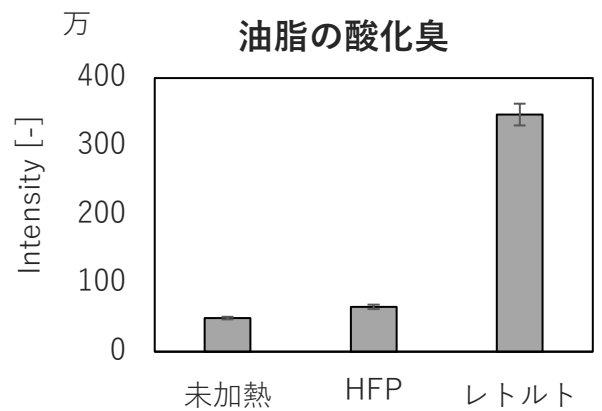
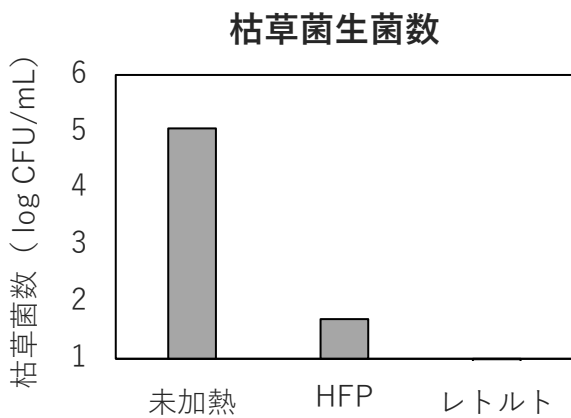


図2：HFP装置の概略図



成果の活用

本研究は大豆加工食品の基本素材である呉の保存性と品質の向上につながる。また、農産物本来の風味を保持した野菜ペーストの製造に応用できる。

参考

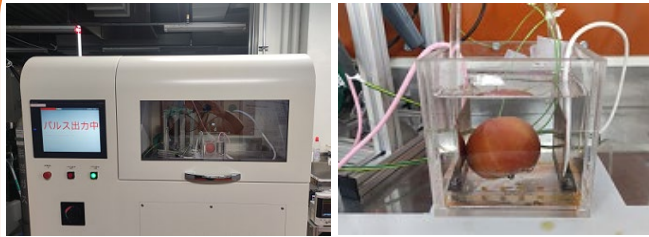
【特願2021-135346号】 本研究は第80回農業食料工学会年次大会で発表しました。

パルス電界処理によるトマトの品質変化

成果の特徴

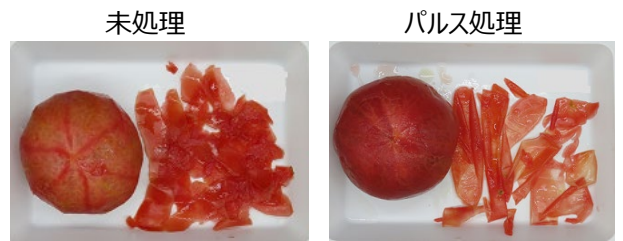
- ・パルス電界処理がトマトの物性、剥皮性、搾汁率、および果汁の粘度等の加工特性に及ぼす影響を明らかにしました。
- ・一定の条件下で、トマトの剥皮性と搾汁率の向上が確認できました。また未処理のトマトの果汁よりも粘度が低下しました。

◎パルスの処理条件



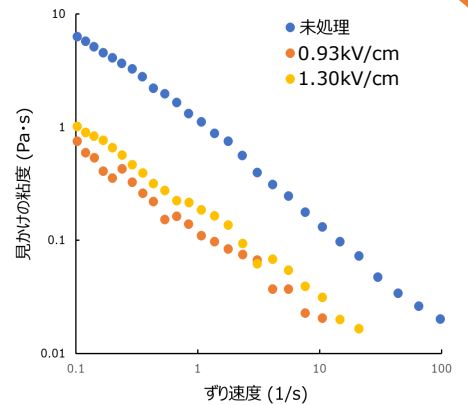
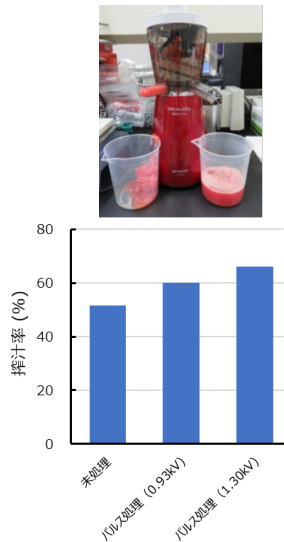
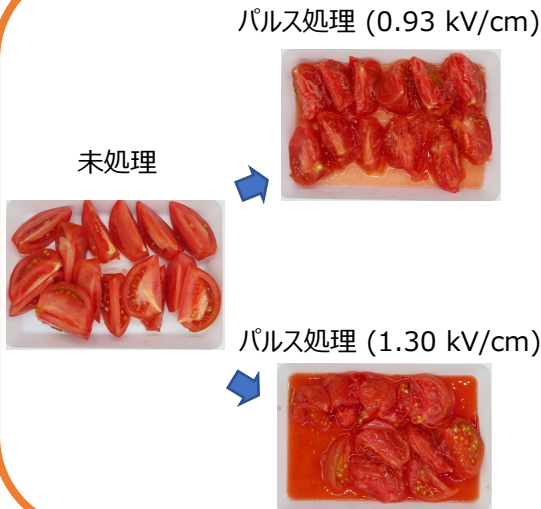
電界強度：0.65, 0.93, 1.30 kV/cm
 パルス幅：3 μs
 パルス回数：100回

◎剥皮性の向上



未処理のトマトは手では皮を剥けないが、処理済のトマトは手で簡単に薄い皮が剥ける。歩留まりも向上。

◎果汁の浸出性&評価



パルス処理によって果汁の見かけの粘度が顕著に低下。

今後の計画

- ・トマト加工品の付加価値を高めるために、パルス電界処理条件による加工特性の変動を明らかにする。



※三菱電機株式会社との共同研究の成果です。



代表研究者：佐々木 朋子
 所 属：食品研究部門 食品加工・素材研究領域
 バイオ素材開発グループ

米粉パンの澱粉消化性に及ぼす添加剤の影響

－パンの構造特性と澱粉消化性の関連性－

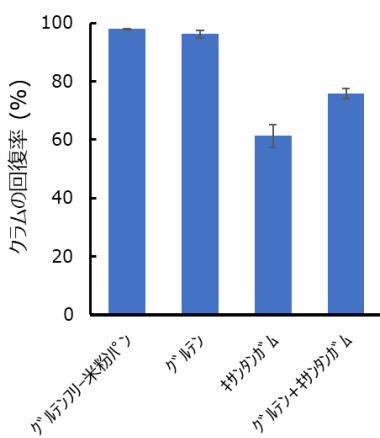
成果の特徴

- 食品に含まれている澱粉の消化酵素による分解性は、食後の血糖値上昇に影響を及ぼしており、急速に消化される澱粉の量を抑えることで食後の血糖値上昇を緩やかにする効果が期待できます。
- 添加剤をもちいて気泡構造が異なる米粉パンを調製し、パンの構造特性と澱粉消化性の関連性を明らかにしました。

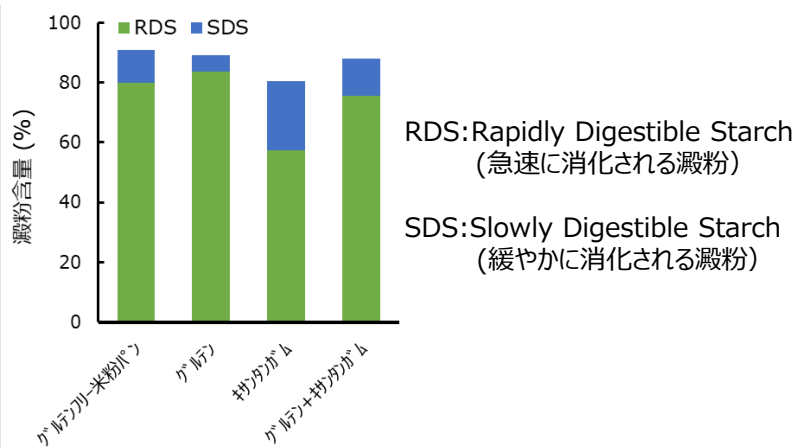
◆グルテンフリー米粉パンのテクスチャーおよび澱粉消化性におよぼす添加剤の影響

	パンの断面	気泡の入り方	クラムのテクスチャー	急速に消化される澱粉
グルテンフリー米粉パン			硬さは同程度。伸びがよくなる	少し増加傾向
グルテンフリー米粉パン + キサンタンガム			硬くなるが、指で押した時に回復しにくい付着性のあるクラム。	顕著に減少
グルテンフリー米粉パン + グルテン + キサンタンガム			少し硬くなる。回復率も低下。	少し減少傾向

◆クラムの回復率（圧縮後の戻りやすさ）



◆RDS&SDSの量比



成果の活用

- 制御メカニズムを加工食品の澱粉消化制御技術開発に活用。

参考

Sasaki, T, Influence of xanthan gum and gluten on in vitro digestibility and textural properties of rice bread. Int. J. Food Sci. Tech., 57, 2376-2383 (2022)

無添加グルテンフリーパンの開発

－ 2つの新しいメカニズム－

成果の特徴

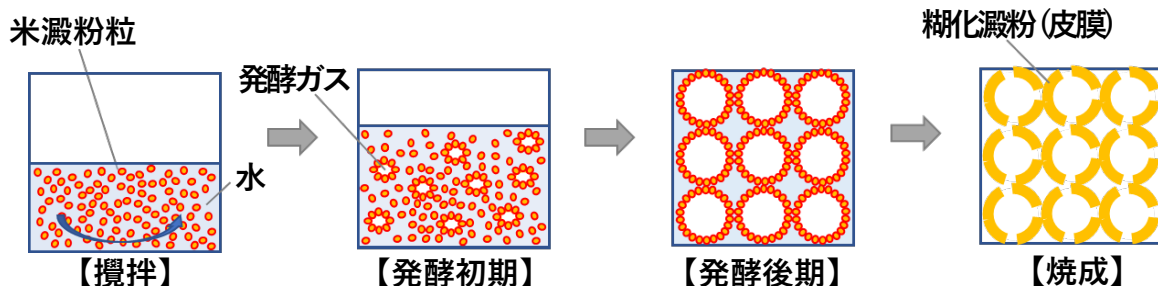
・ 2種類のグルテンフリーパンを開発しました：

- ①米粉・水・イースト・砂糖・食塩・油脂（菜種油など）で製造。
- ②卵白と大豆蛋白質で製造（高蛋白・低糖質）。

成果の内容

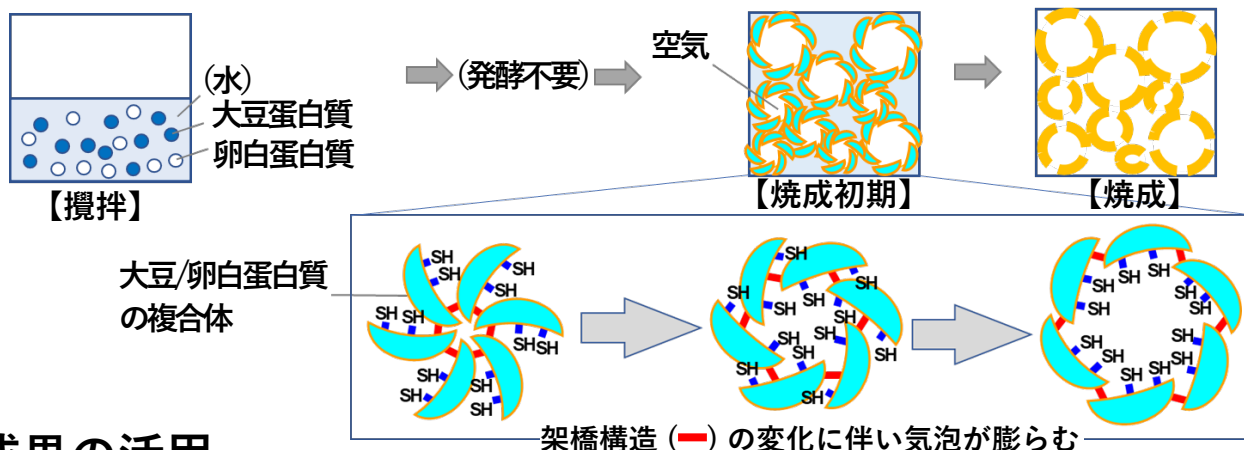
①米粉を主原料に製造する無添加グルテンフリーパンは

シャボン玉と似た「微粒子型フォーム」のメカニズムで気泡が膨らみます：



②卵白と大豆蛋白質を原料に製造する無添加グルテンフリーパンは

蛋白質の架橋構造が変化しながら気泡が膨らむと推測されます：



成果の活用

株式会社ナチュラルフードから本技術①を実用化したパンが開発されました。タイガー魔法瓶株式会社から開発された①のパンを製造できるホームベーカリーは2017年秋から5年間販売され、第13回キッズデザイン賞「少子化対策担当大臣賞」を受賞するなど、小麦アレルギー患者の方から高い評価をいただきました。

参考

Yano H, Fukui A, Kajiwara K, Kobayashi I, Yoza K, Satake A, Villeneuve M (2017) *LWT - Food Science and Technology* **79**, 632-639 ; Fu W and Yano H (2020) *Processes* **8**, 1541 ; Yano H and Fu W (2022) *Foods* **11**, 1185 ; 特許(公開)番号：特開2017-023043；特開2022-104552

※①のメカニズム説明は広島大学との共同研究成果。

米粉100%パンに適する品種の特徴

－やや高いアミロース含量が重要－

成果の特徴

- 米粉100%パン（小麦、グルテン、増粘剤等を使わないパン）には、アミロースがやや高い（22%前後）品種が適することが分かりました。

成果の内容

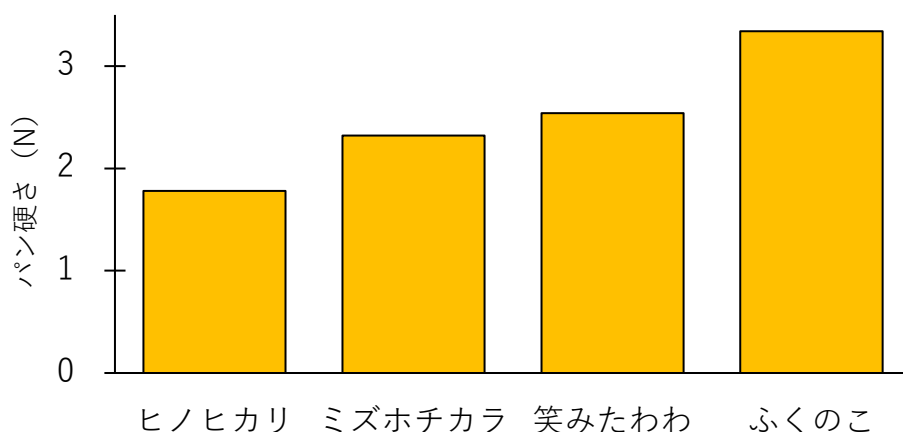
- アミロース含量が高いほど、米粉100%パンがよく膨らみます

品種名 ぴかまる ヒノヒカリ ミズホチカラ 笑みたわわ ふくのこ



アミロース含量 10% 16% 22% 22% 28%

- しかし、アミロース含量が高いほどパンが硬くなりやすくなります。膨らみと硬さのバランスから、「ミズホチカラ」「笑みたわわ」のように、一般的な品種から数ポイント高いアミロース含量を持つ品種が適しています。



成果の活用

アミロース含量の調査により、その品種の米粉100%パン適性の推定が可能となります。

参考

Aoki, N., Kataoka, T., & Nishiba, Y. (2022). Factors underlying the differential properties of gluten- and additive-free rice bread following rice flour pulverization. *Food Science and Technology Research*, 28(2), 151-158

乾式微粉碎によるフライ用米粉の開発

－ 損傷澱粉を高めて、バター液の粘度を制御 －

成果の特徴

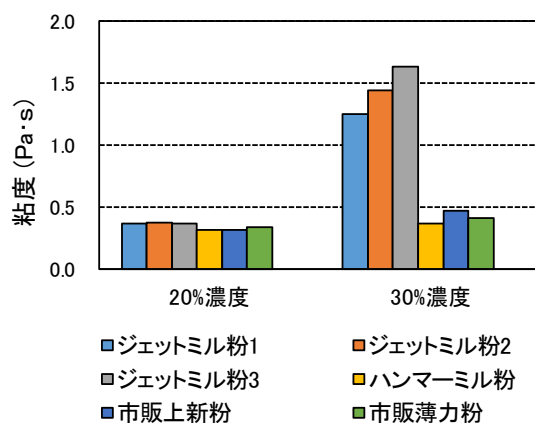
- 乾式微粉碎した微細米粉（平均粒径:10 μm前後、損傷澱粉:25%以上）は粗い米粉（100 μm以上）よりもバター液の粘度を幅広く制御できる。
- 本技術により、バター液粘度の高いフライ用米粉の開発が可能になる。

成果の内容

- 乾式で粉碎したジェットミル米粉は平均粒径が最も小さく、損傷澱粉含量が最も高い(表1)。
- フライ用途ではバター液への粘度付与が必要なため、バター液の粘度を比較。30%濃度ではジェットミル米粉は他の米粉の3倍以上の粘度を示す(図1)。

表1 粉碎した米粉の粉体特性

	原料 水分	米粉 水分	平均 粒径	損傷 澱粉	ゆるめ かさ密度
	%	%	μm	%	g/cm ³
ジェットミル粉1	11.5	10.9	10.3	29.2	0.14
ジェットミル粉2	13.5	11.8	10.6	27.1	0.14
ジェットミル粉3	15.6	11.5	10.8	29.6	0.15
ハンマーミル粉	13.3	12.9	420.7	5.5	0.36
市販上新粉	-	11.0	111.8	12.8	0.27



※回転粘度計(RVA)により25°Cで5分攪拌したときの粘度値。

図1 濃度別のバター液の粘度の比較

成果の活用

- 高粘度の微細米粉の活用により、バター液の粘度を幅広く制御できる。
- 乾式微粉碎のため湿式微粉碎よりも製粉コストの削減が期待できる。

参考

特許(公開)番号：特開2020-156469

岡留(2017). 食糧-その科学と技術-, 55:5-17.

Hossen MS. et al (2016). Cereal Chem. 93(1):53-57.

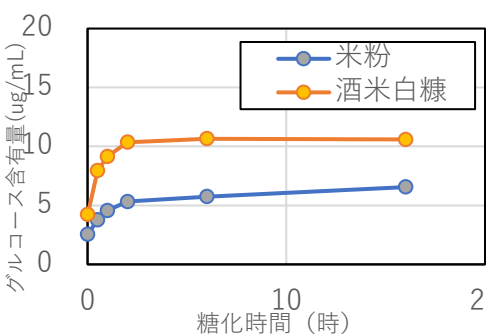
酒米の削りかすから“おこめシロップ”

－製パン改良剤としての展開も－

成果の特徴

- ・ 酒米は日本酒製造においてかなりの量を削られます。削られた粉は、今まで有効活用されていませんでした。
- ・ 米粉に糖化しやすい特性があることを発見し、酒米糖化物からのシロップ製造技術を企業と連携して開発しました。

酒米白糠は糖化が速い
(低温でも糖化しやすい)



成果の活用

- ・ 新十津川町にて新たな甘味料「しんとつかわお米シロップ」を開発。R3年3月に(株)新十津川総合振興公社から販売開始。
- ・ 糖化物の製パン改良効果を活用したパンが、セイコーマートや日糧製パン株式会社から販売。

日糧製パンで販売中の商品



セイコーマートから
期間限定販売された商品



参考

奥西・後木・平川、甘味料、パンまたは焼成食品材料の製造方法
特許番号：第6803033号（2020年12月23日）

※北海道新十津川町との共同研究の成果です。

欧州への輸出を目指した米粉パンの嗜好性調査

－フランス人は米粉バケットや米粉カンパーニュを好むか？－

成果の特徴

- 農研機構が育成した米粉向き品種「笑みたわわ」等について、輸出を含むバリューチェーンの構築に取り組んでいます。本研究では、欧州への米粉加工品の輸出を目指し、米粉パンに対するフランス人の嗜好性を調査しました。
- 「笑みたわわ」米粉が含まれる米粉バケットや米粉カンパーニュについて、フランス人はクラム（中身）の「しっとり感」や「モチモチ感」を好ましくないと感じましたが、「色」や「風味」、「味」、クラスト（外側）の「食感」は好ましいと評価しました。

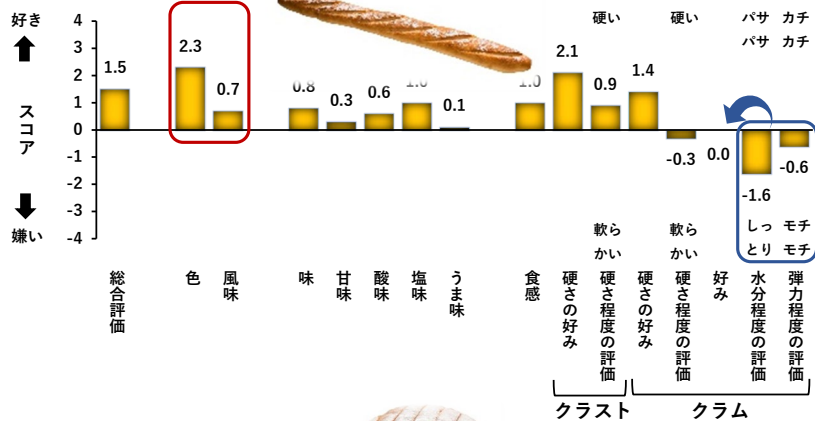
成果の内容

フランス人嗜好性調査

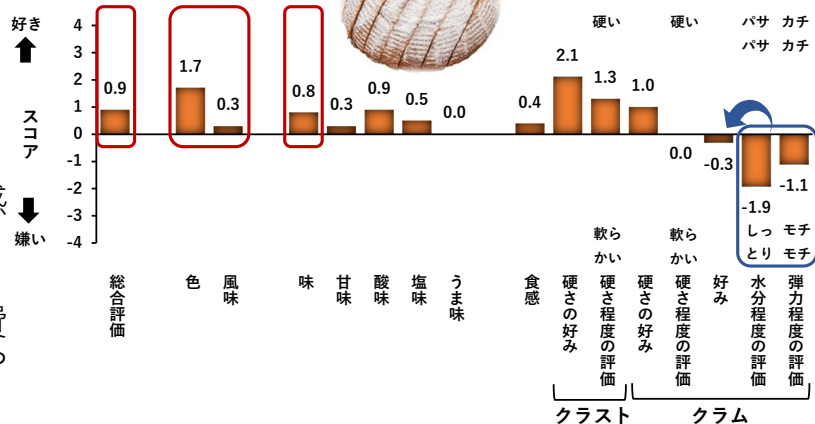
- 大分県のベーカリーが製造した米粉バケット、米粉カンパーニュをフランスへ冷凍空輸
- 試食ブース（写真）で加熱調理したパンを食べてもらい、アンケート調査を実施
- モニター：フランスで暮らすフランス人 81名
- 調査日時：2021年12月16日 11:00～15:00
- 場所：Centre des Sciences du Goût, France, Dijon
- 実施機関：農研機構 調査設計、Sensostat社



米粉バケット



米粉カンパーニュ



◎ 好ましい

色 風味 味（甘味やうま味）

クラストの食感

× 好ましくない

クラムのしっとり感、モチモチ感

成果の活用

フランス人嗜好性調査は、現地消費者のニーズに合わせた商品の改良や食べ方の提案の一助となります。

※農水省補助事業 地域の加工食品の国際競争力強化支援事業「フランス人の食嗜好を反映した九州の加工食品輸出強化事業（2021）」で実施した試験です。

種々の水稻品種の炊飯米の保存による 柔らかさと粘りの特性解析

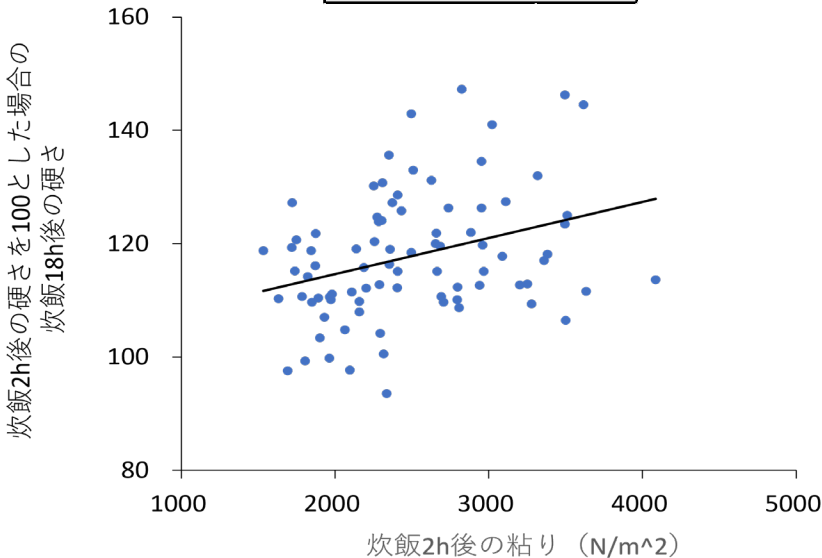
成果の特徴

- チルド米飯や中食用米飯の需要が高まっている中で、炊飯保存後の特性評価には時間を要することから、効率的な評価法が求められています。
- 炊飯米を保存する際に、柔らかさや粘りがどの程度保持されるかの評価を28品種について行いました。
- 18°C 18時間保存後に、柔らかさや粘りを維持する特性について品種間差を評価し、それらの特性と関連のある炊飯2時間後の要素を明らかにしました。

成果の内容

「柔らかさ」を維持する傾向のある品種	
はえぬき	107
ミレニシキ	108
あきだわら	109
(炊飯2h後の柔らかさを100とした時の、18°C 18h後の硬さ)	

「粘り」を維持する傾向のある品種	
ヒノヒカリ	93
ミレニシキ	88
つきあかり	88
(炊飯2h後の粘りを100とした時の、18°C18h後の粘り)	



柔らかさの保持については、炊飯2h後の粘り、について相関が認められました。
(左図)

粘りの保持については、アミロース含量、炊飯2h後の粘り、炊飯2h後の硬さ、の3つの要素について相関がありました。
(図には示さず)

炊飯2h後の硬さと炊飯18h後の硬さの比と炊飯2h後の粘りの関係

成果の活用

水稻品種開発や炊飯米を評価する際に、様々な品種や産地の炊飯米に関して、炊飯保存後の物性を比較評価できます。

※ 農林水産省委託プロジェクト「民間事業者等の種苗開発を支える「スマート育種システム」の開発 (BAC2002)」の支援を受けて実施されました。

温暖化による米の加工性低下を緩和する

— 有用遺伝子の変異特定から品種開発、加工利用まで —

成果の特徴

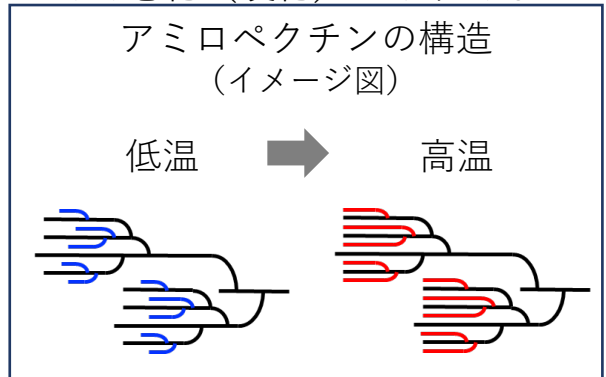
- 温暖化による「酒米の溶けが悪くなった」、「餅の硬化が速すぎる」等の問題を緩和し得る遺伝子変異を特定しました。
- この変異を活用した品種開発、加工利用法の開発を進めています。



温暖化により米が高温下で実ることが多くなっている

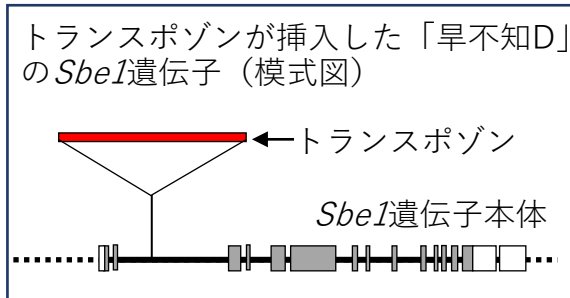


高温下で実ると米澱粉のアミロペクチンの側鎖が長くなり、糊化しにくく老化（硬化）しやすくなる



ひでりしらず

在来種「早不知D」は長い側鎖を作る澱粉枝付け酵素1遺伝子 (*Sbe1*) の変異によって酵素活性が低下し、側鎖が短いことを説明



「早不知D」を交配に用い、高温で実っても餅が硬くなりにくい「やわ恋もち」や掛け米として溶けの良い「関東287号」等を開発



成果の活用

本研究成果を活用したDNAマーカーは、農研機構の水稻育成グループ等で使われています。育成された短鎖アミロペクチン品種・系統は温暖化対応だけでなく、柔らかさ保持性に優れた米粉パン等の開発にも活用されています。

参考

Umemoto T, Fujino K, Fukuoka S, Okamoto K (2022) *Journal of Cereal Science* 106, 103479.

※茨城県、愛知県との共同研究の成果です。

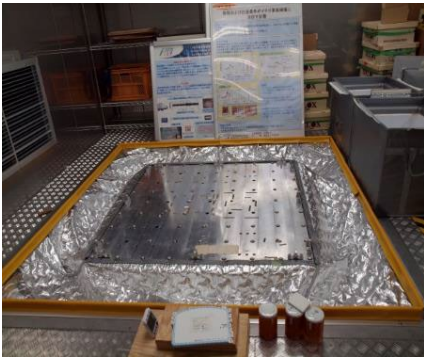
包装・流通技術の開発に役立つ研究施設

成果の特徴

- 産地から消費者まで品質劣化させないで貯蔵・輸送する研究をしています。
- 輸送中の商品に加わる衝撃や振動を軽減する包装・輸送技術の開発や最適な貯蔵条件の解明を行っています。

成果の内容

- 輸送中の振動や衝撃を実験室内で再現し、緩衝性能の高い包装形態を提案します。



三次元振動シミュレーター



落下試験機



衝撃試験機

- 青果物の呼吸速度を計測するとともに、最適な貯蔵条件を導き出します。



恒温・恒湿・恒ガスコントロール試験室



収穫後の青果物は呼吸により消耗し、品質が劣化します。

温湿度管理やガス組成の調整により品質を保持できる条件を導き出します。

成果の活用

- 「衝撃損傷予測モデルの提案」、「ブドウの脱粒防止包装の開発」、「速やかな予冷がモモ果実の軟化・損傷を防止する」などなど様々な研究に利用されてきました。
- 本研究施設は、民間企業・公設試・大学の研究者・技術者の方々にも、農研機構との共同研究等によりご活用いただけます。

参考

動画1：3次元振動試験機を用いた農産物の輸送シミュレーション トラック輸送中の振動再現事例 -

<https://www.youtube.com/watch?v=-OpGLZTuwE&list=PLW99yTRNzVkPuHrLMmOZ258P0LrLh-jbX>

動画2：農産物・食品のより良い輸送・運搬方法をめざして -新しい包装方法の研究開発-

<https://www.youtube.com/watch?v=HwlpylzQfBo&list=PLW99yTRNzVkPuHrLMmOZ258P0LrLh-jbX>



動画1



動画2

葉もの野菜の流通ロス削減

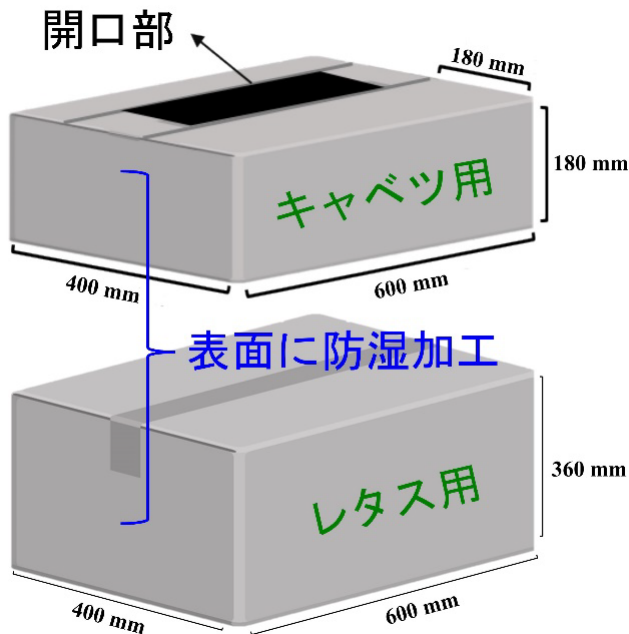
－防湿段ボール箱によるキャベツ・レタスの品質保持－

成果の特徴

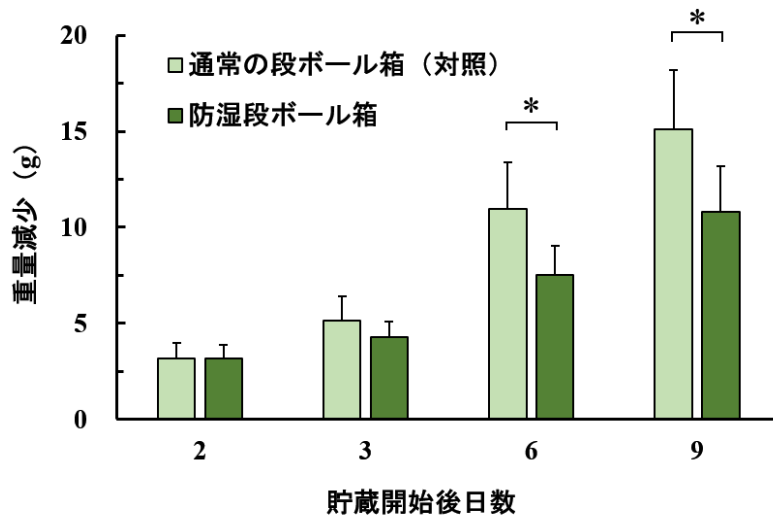
- 水蒸気を通しにくい防湿段ボール箱による梱包がキャベツおよびレタス貯蔵中の水分ロスを低減し品質保持に有効であることを実証しました。
- プラスチックフィルムなどによる個包装を簡略化できます。

成果の内容

通常使用されているものと同一の寸法・形状に対応



貯蔵中の水分減少による重量の目減りを抑制 (キャベツの例)



※10°C・85～90%RHで貯蔵。開始時重量：約1400g

*5%水準で有意 (ttest n=5)

成果の活用

品質保持期限の延長により、とりわけ業務需要における出荷・流通量の制御に貢献します。

参考

Wambrauw DZK, Sato Y, Sugino N, Matsumoto S, Li L, Kitazawa H (2020) *Journal of Applied Botany and Food Quality* 93, 54-58.

Wambrauw DZK, Sato Y, Sugino N, Matsumoto S, Kitazawa H (2020) *Journal of Packaging Science and Technology, Japan* 29, 137-143.

※SIP2「生産から流通・消費までのデータ連携により最適化を可能とするスマートフードチェーンの構築」での成果です。

冷凍青果物の物性維持は可能か？

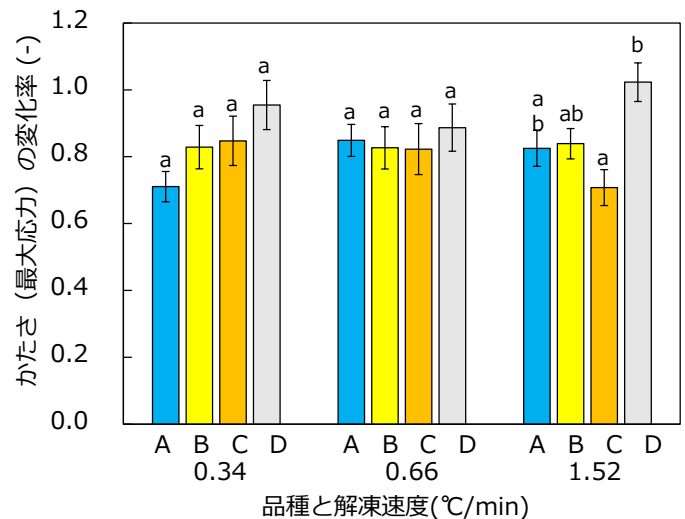
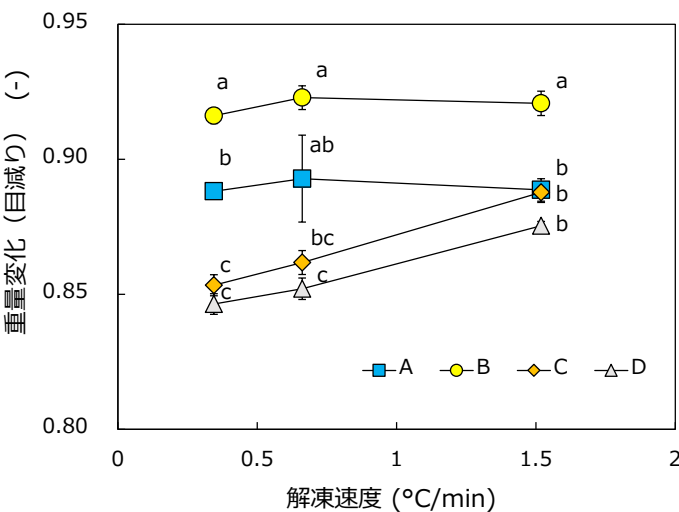
－生食化をめざしたニホンナシの冷凍耐性評価－

成果の特徴

- ・ 冷凍は長期流通に欠かせない手法であるが、青果物の場合、氷結晶生成によるドリップやかたさなどの物性劣化が著しく、生食用冷凍食品の開発が困難です。
- ・ 物性の変わりにくい、つまり冷凍耐性の高い青果物品目や品種の存在可能性について検討しました。

成果の内容

- ・ 急速凍結したニホンナシの4品種（A～D）×解凍速度3条件で、冷凍前後における物性変化を検討したところ、ドリップを要因とした、重量減少に有意な品種間差が見受けられました。
- ・ 一般的な冷凍前後の青果物のかたさの変化率（解凍後/生鮮）は0.5以下程度ですが、ニホンナシは1に近く、解凍後にもかたさを維持しやすい特性があり、冷凍耐性の高い品目であることが示唆されました。



成果の活用

各種物性の品目・品種間における冷凍耐性の差異、そして何故そのような差異が生まれるのか？について解明を進めることで、加熱用途以外の新しい冷凍青果物食品の開発が期待できます。

参考

Lee, Y., & Watanabe, T. (C.A.) (2022). Bio-electrochemical impedance analysis of frozen Japanese pear tissues: And the relationships among the physical properties, total polyphenol content, and oxidase activity. LWT, 153, 112499.

※本研究は東京海洋大学サラダサイエンス寄付講座との共同研究です。

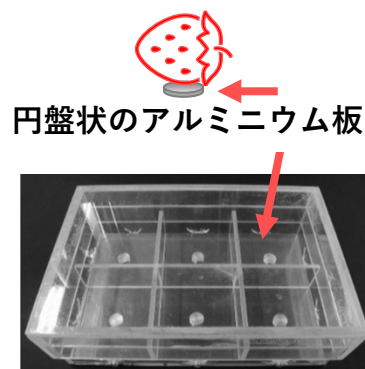
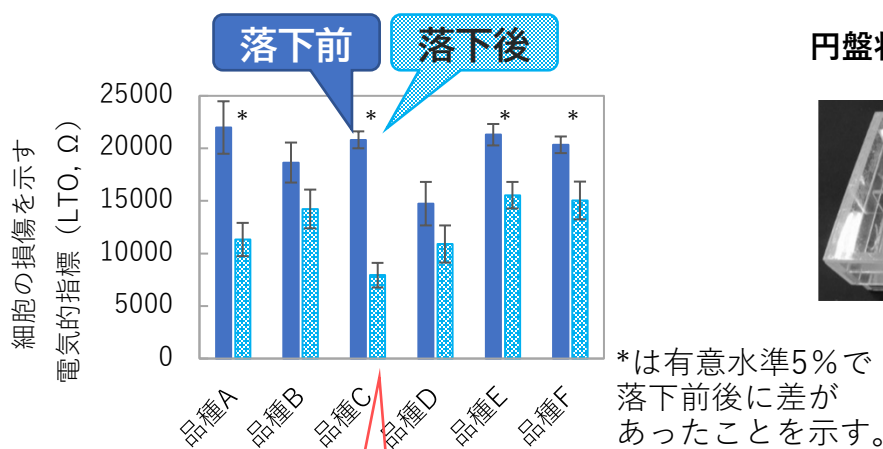
長距離輸送に適したイチゴ品種の選定手法

成果の特徴

- イチゴは、果皮が薄く果肉が柔らかい果物で、輸送振動や衝撃を受けると傷つき外観などを含む品質が急速に劣化します。
- 現在品種登録されているイチゴ品種は300種以上あります。イチゴを輸出したり、長距離輸送したりするのに適した品種の選定に役立つ技術について検討しました。

成果の内容

イチゴの流通上問題になっている「オセ（押し傷）」を与えるために、円盤状のアルミニウム板を表面に張り付けて落下させました。「オセ」の箇所を電氣的に測定（インピーダンス測定）することで、品種間の損傷度合いを数値化することができます。



ある品種では落下前には高かった数値が落下後に大きく減少し、「オセ」により細胞が壊れやすいことが明らかになりました。

成果の活用

輸出や長距離輸送を見据えた損傷しやすい果物の品種選定に役立ちます。

参考

Matsumoto S, Sugino N, Watanabe T, Kitazawa H (2022) European Food Research and Technology 248, 807-813.

トマトの軟化に関わる遺伝子の探索

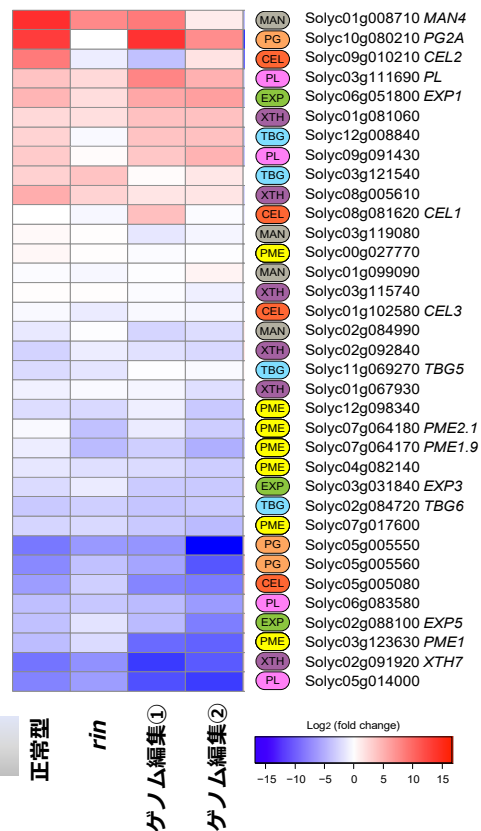
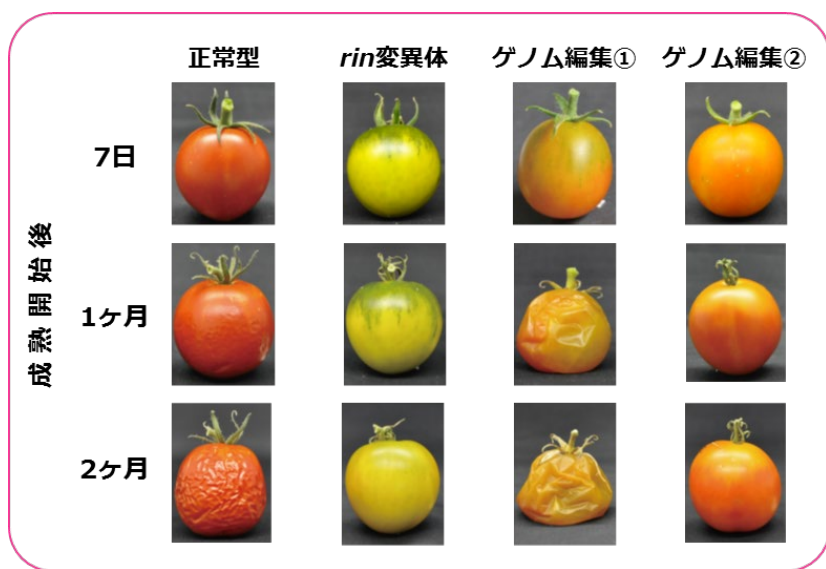
－ゲノム編集変異トマトの解析－

成果の特徴

- ゲノム編集法により、高日持ちトマト、軟化が異常に進むトマトができました。
- これらを従来の高日持ち変異体、栽培トマトと遺伝子発現を比較しました。

成果の内容

トマトの転写因子遺伝子 *RIN* は、赤くなる、軟らかくなる、芳香成分の発生等、成熟時のあらゆる生理変化を促進する機能を持ちます¹⁾。国内でいち早く成功したトマトのゲノム編集法²⁾を活用し、*RIN* に二種類の変異を導入しました。その結果、①軟化が異常に進む、②オレンジ色で日持ち性に優れる、という性質を示す果実が得られました³⁾。細胞壁関連遺伝子の発現をトランスクリプトーム法により解析し、軟化に関わる遺伝子の探索を行っています。



成果の活用

- 果実類の高日持ち性や高品質化への応用が期待されます。

- 参 考
- Allelic mutations in the Ripening-inhibitor (RIN) locus generate extensive variation in tomato ripening. Ito Y. et al. *Plant Physiology* 183(1):80-95(2020)
 - Re-evaluation of the *rin* mutation and the role of RIN in the induction of tomato ripening. Ito Y. et al. *Nature Plants*. 3(11):866-874 (2017)
 - CRISPR/Cas9-mediated mutagenesis of the RIN locus that regulates tomato fruit ripening. Ito Y. et al. *Biochem Biophys Res Commun*. 467(1)76-82 (2015)

ラマン分光法による澱粉の迅速定量

成果の特徴

- ・ 振動分光法的一种であるラマン分光法によって澱粉を定量する指標を得ました。
- ・ 非破壊ではありませんが、レーザー照射により数十秒で分析可能です。

成果の内容

- ・ バナナの追熟（糖化に伴う澱粉の減少）を例に、果肉断面のラマンスペクトルを比較しました。
- ・ 結晶性澱粉に由来するピーク（ 469 cm^{-1} ）が、定量に利用できることを見出しました。

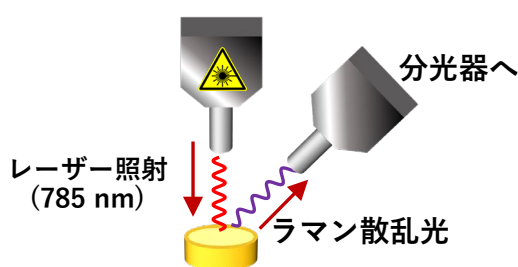


図1. ラマン分光測定

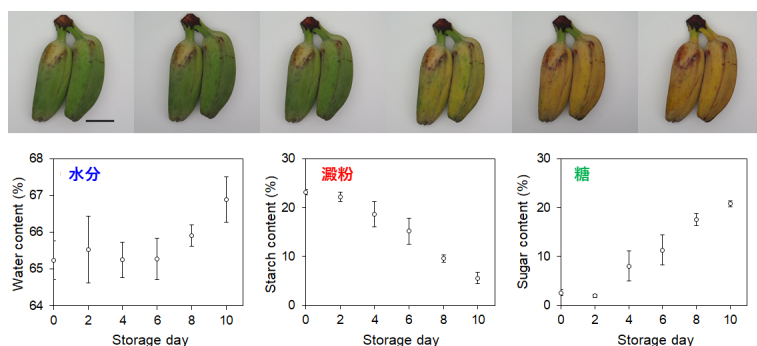


図2. バナナの追熟に伴う変化
(澱粉、糖はHPLCにて分析)

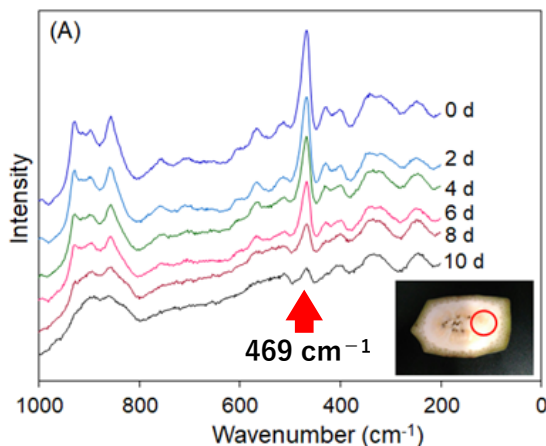


図3. 追熟に伴うバナナ果肉部の
ラマンスペクトルの変化

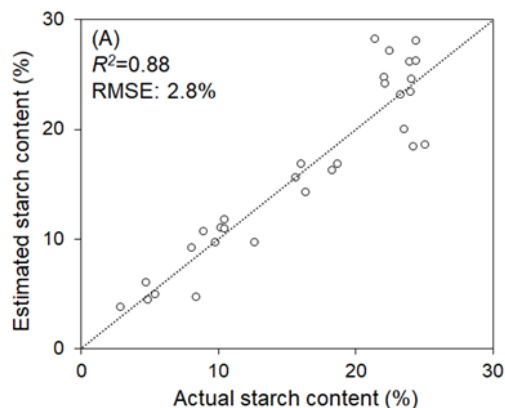


図4. 澱粉ピークと澱粉量の相関

成果の活用

食品の栄養成分としての澱粉定量はもちろん、測定が迅速であることから農作物の生育モニター指標として栽培現場での利用も期待できます。

参考

S. Nakajima, S. Kuroki, A. Ikehata, *Food Chem.* **401**, 134166 (2023).

※本件は現神戸大学・中島周作 助教との共同研究成果です。

近赤外分光法を用いた糖代謝測定

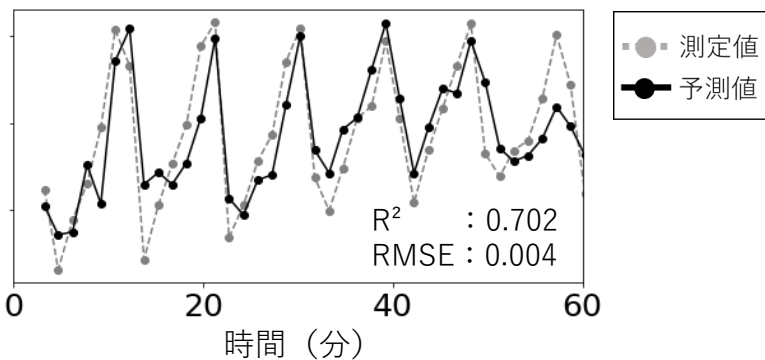
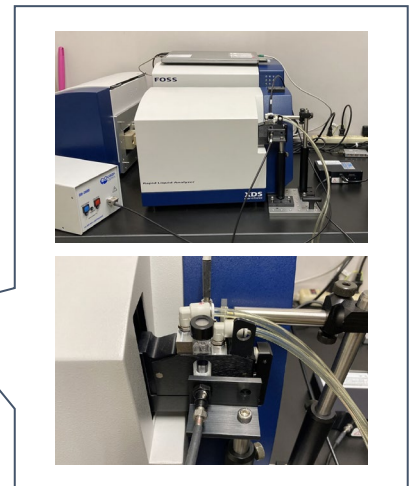
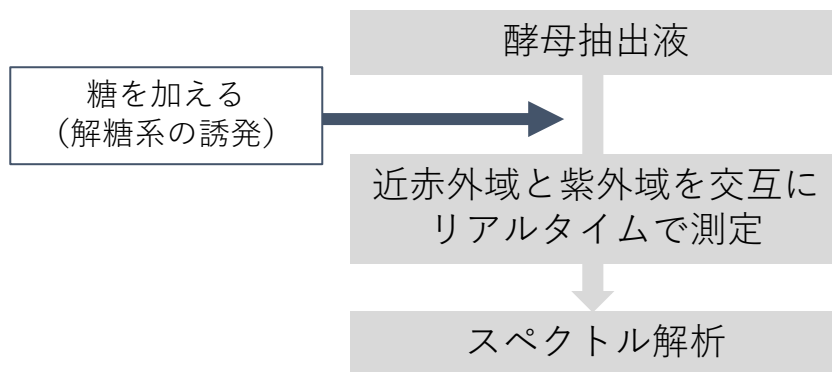
— 近赤外分光法の科学的な裏付けを目指して —

成果の特徴

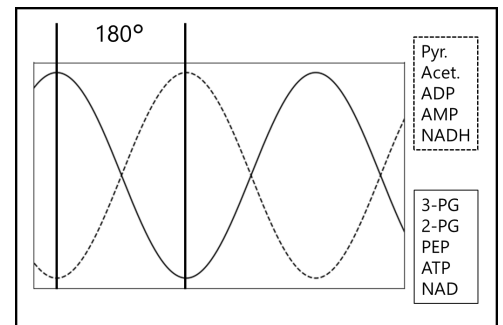
- 酵母抽出液の振動解糖反応を利用し、位相の違いから代謝に関連する代謝物群の近赤外スペクトルの類型分けを行いました。
- これにより、近赤外分光法の検量モデルの科学的な解釈が深まり、技術の信頼性向上に繋がります。

成果の内容

実験方法



第1図 NADHの測定値（紫外光）と近赤外スペクトルから得られた予測結果（上図）。



第2図 NADHと同位相もしくは逆位相を示す代謝物

NADHの振動を基準に、位相関係から代謝物群単位での近赤外スペクトルの類型分けを行いました。

成果の活用

今後代謝に関連する代謝物群の解析を進めることで、近赤外分光法における検量モデルの解釈を科学的に裏付けることに繋がります。

その結果、より信頼性が求められる場面での近赤外分光法の利用を後押しします。

茶および茶抽出物中ポリフェノールの迅速かつ高精度な定量法

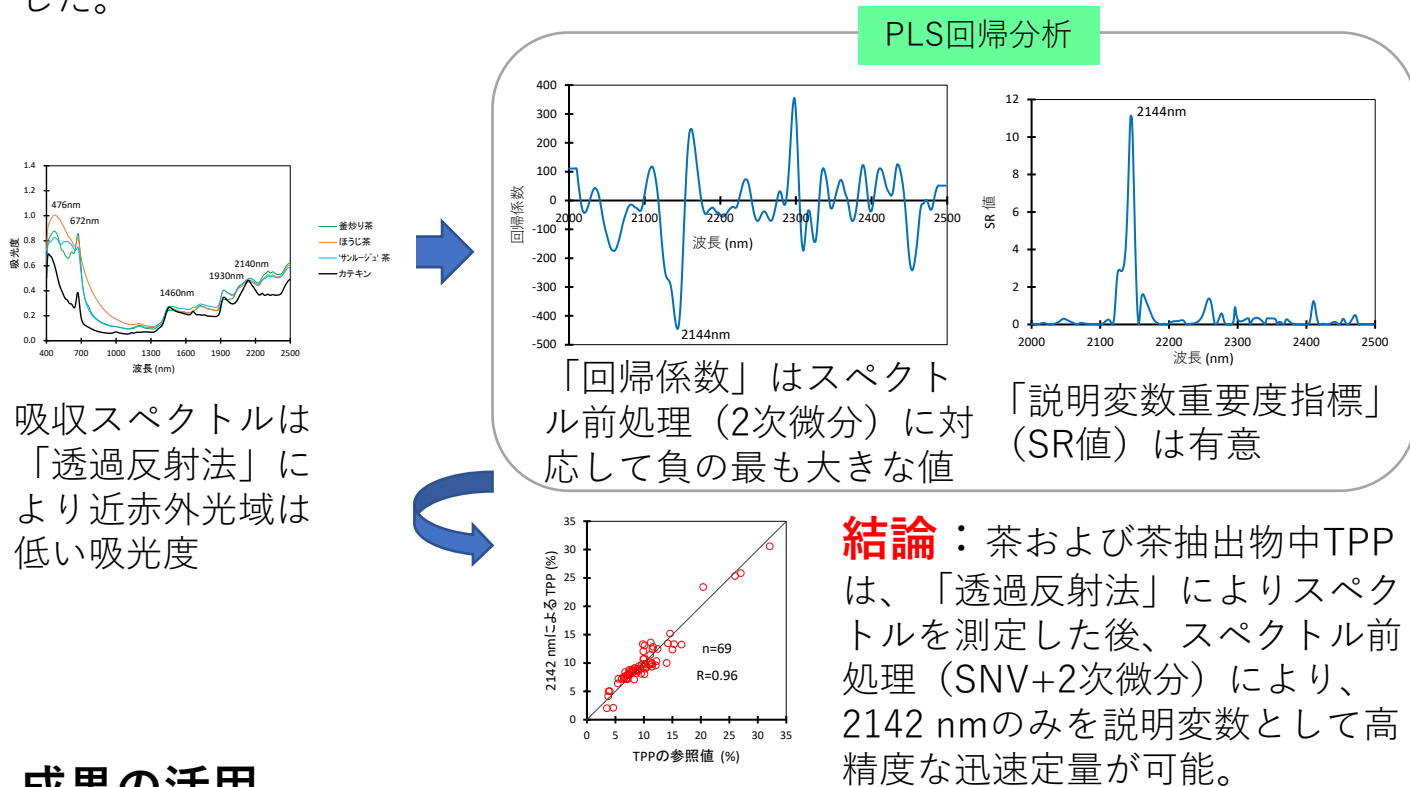
成果の特徴

- 茶および茶抽出物粉末中の総ポリフェノール (TPP) は、「透過反射法」によりスペクトルを測定し、スペクトルに前処理を施すことにより、2142 nmのみを説明変数として試薬不要で高精度な迅速定量が期待できることを見出しました。

成果の内容

近赤外分光法は、赤外光領域で観測される基本音に対応する倍音や結合音が近赤外光領域で観測され吸収が重なり合うため、糖度のような総量的な目的変数の予測は得意と考えられますが、長波長側の結合音による吸収は吸光度が高くなりやすいため、定量性の低下が懸念されます。

そこで、少ない試料で「透過反射測定」することにより比較的低い吸光度を得るとともに、ケモトリックスにより説明変数の波長範囲とスペクトルの前処理を網羅的に検討しました。また、2142 nmの吸収は-OHとC-Oによる結合音と考察しました。



吸収スペクトルは「透過反射法」により近赤外光域は低い吸光度

成果の活用

茶や茶抽出物中の総ポリフェノール (TPP) の高精度で安定した迅速定量に活用されることが期待されます。

参考

Ranatunga, M., Y. Uwadaira, A. Ikehata and H. Ito(CA). 2021. NIR spectroscopic determination of polyphenol content in teas and tea extract at 2142 nm. Sensors and Materials. 33: 4135-4145.

分光センサーによる野菜の鮮度判定

－LED光源を採用した小型分光センサーの開発－

成果の特徴

- ・ 遺伝子発現に基づくキャベツの鮮度指標を可視・近赤外分光法を用いて推定する分光センサーを試作しました。
- ・ LED光源を採用することで分光センサーの小型化と軽量化を実現しました。
- ・ 分光センサーの製品化を国内メーカーと検討中です。

成果の内容



分光センサーの外観（左）と測定のイメージ（右）

成果の活用

本研究成果はカットキャベツの加工・流通の現場で実用化されることにより、カットキャベツの日持ち向上に寄与することが期待されます。

参考文献

永田雅靖：青果物の鮮度評価法。特開2022-70641

Nakajima et al. (2021), Food Chemistry, 339, 128058

中島ら(2019), 第35回近赤外フォーラム講演要旨集, 137

Sesumi et al. (2020), The 20th International Conference on NIR, 150, O-39

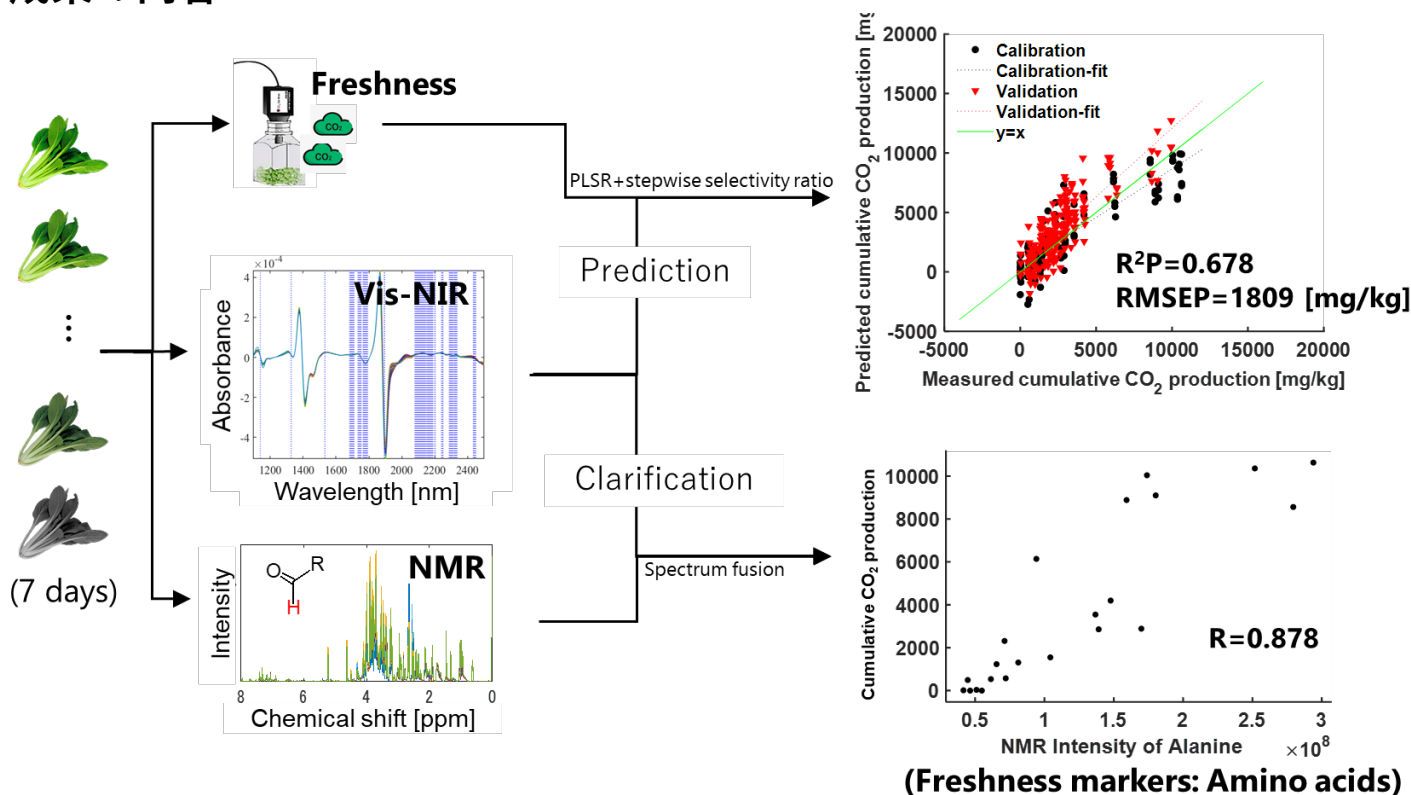
※本研究は、内閣府戦略イノベーション創造プログラム（「スマートバイオ産業・農業基盤技術」）によって実施されたものです。

Estimation of komatsuna freshness using visible and near-infrared spectroscopy

成果の特徴

- A nondestructive estimation method for komatsuna freshness using Vis-NIR spectroscopy was developed.
- Freshness marker metabolite candidates were identified.

成果の内容



成果の活用

- This nondestructive and rapid estimation method for komatsuna freshness is expected to be used on-site for postharvest management to reduce food and economic losses.

参考 X. Li, *et al.* (2021). *Food Chemistry*, **364**, 130381.

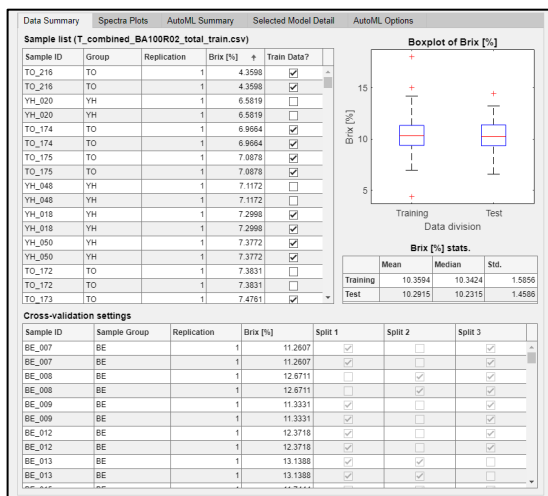
謝辞 This research was supported by Grant-in-Aid for JSPS Fellows [P21087].

可視-近赤外スペクトルの自動解析ソフトウェア

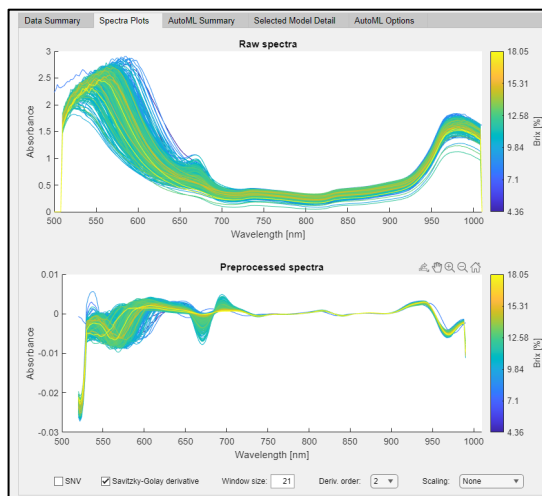
－クリックだけで、初心者でも簡単に検量線を構築－

成果の特徴

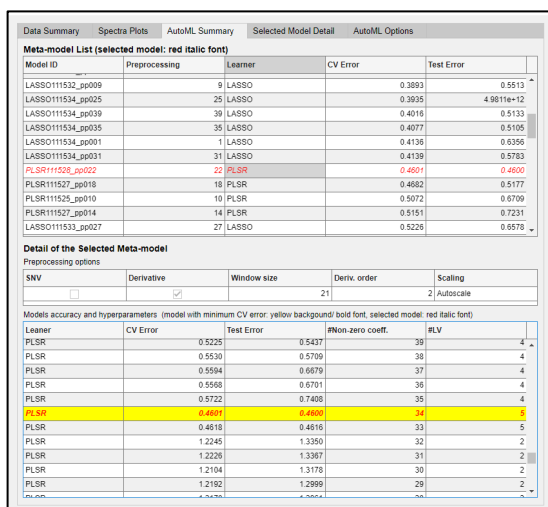
- 可視-近赤外スペクトルを用いた検量線作成を全自動を行うソフトウェアです。
- データの読み込み、データ分割（検量線作成・評価、クロスバリデーション）、スペクトル前処理方法と変数選択の最適化、線形回帰モデルの構築、解析結果の保存といった全ての作業をクリック操作のみで行なえます。
- 可視-近赤外スペクトル以外にも、スペクトル状のデータであれば適用できます。
- ライセンス契約を締結していただければご提供可能です。



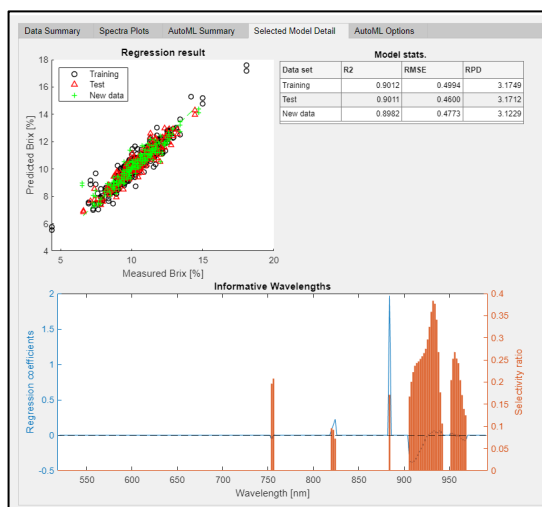
読み込んだデータの概要



スペクトルと前処理効果の確認



様々な前処理条件・変数で作成した検量線のリスト



検量線による推定結果と重要な波長条件

参考

葛 瑞樹 (2020) N2SA FullAuto (NARO NIR Spectral Analyzer Full Automatic), 農研機構職務作成プログラム, 機構-R04

オイルパーム樹液が有する抗酸化能力

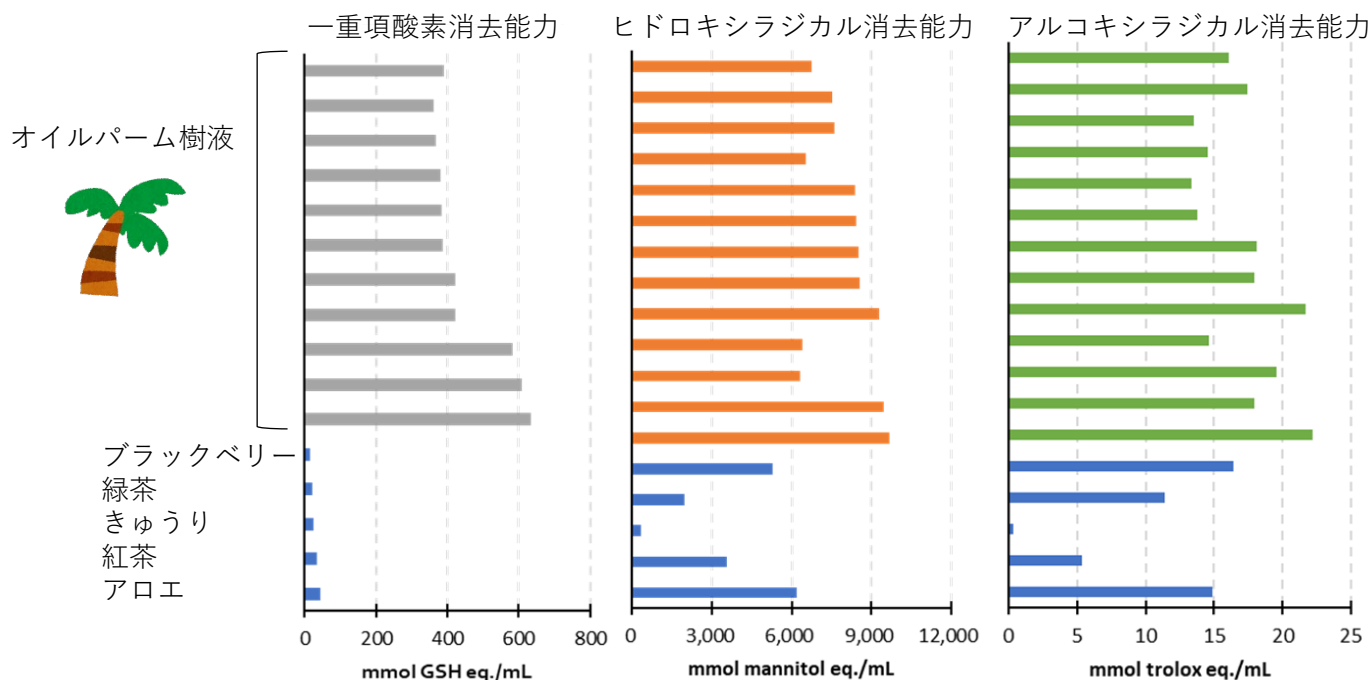
－オイルパーム古木の活用－

成果の特徴

- ・ オイルパーム樹幹から採取できる樹液に、高い抗酸化能力があることを明らかにしました。

成果の内容

パーム油原料の実が採取できるオイルパーム樹は、マレーシア、インドネシア、タイが主な生産地です。20～25年で経済寿命を迎えて伐採、農園内に放置されたオイルパーム古木は、土壌の病害、温室効果ガスの発生などを引き起こすとして世界的な問題となっています。オイルパーム古木の放置が減少するような高付加価値の発見が求められていたことから、本研究では「オイルパーム古木から採取される樹液に高い抗酸化能力がある」ことを明らかにしました。



成果の活用

現在、マレーシアの政府機関、国立研究所と、樹液の商業利用（製品開発）を進めています。

参考

W. Arai, H. Kameya, R. Hashim, O. Sulaiman, T. Arai, K. Sudesh, I. M. Yusuff, S. M. Ghani, A. H. Ab Rashid, Akihiko Kosugi (2022) *Industrial Crops & Products* 182, 114887.

国際特許(公開)番号：第WO 2022/145108号

※国際農林水産業研究センターとの共同研究の成果です。

主要無機元素で食品中放射性物質の挙動を推定

－カリウムで加工・調理時の放射性セシウムの挙動を推定－

成果の特徴

- 野生のニホンジカとイノシシの肉の調理による放射性セシウム量や濃度の変動は、主要無機元素の中で、カリウムが最も似ていることを明らかにしました。
- カリウムの分析により、肉の加工・調理による放射性セシウムの挙動を推定できます。カリウムは『日本食品標準成分表』にも収載されています。

成果の内容

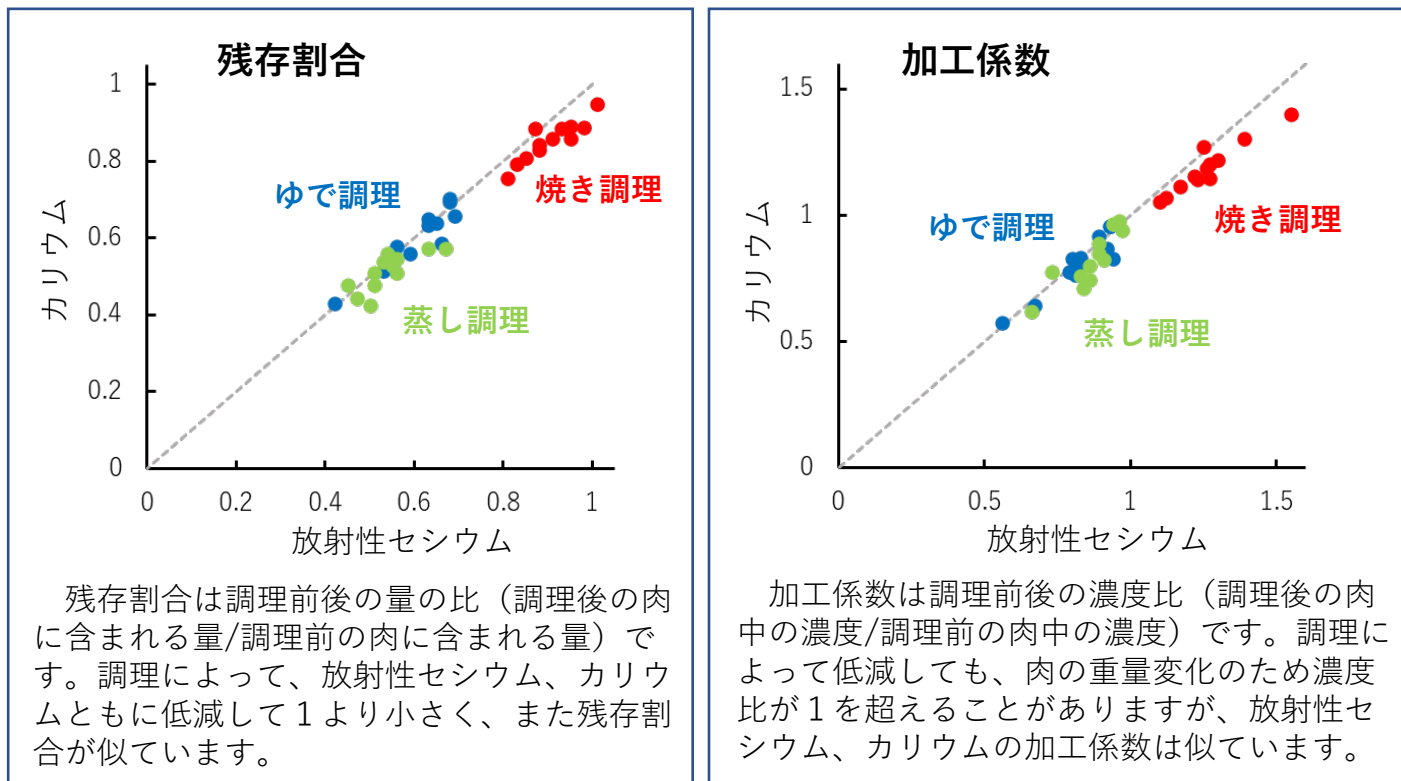


図 野生動物肉の調理における放射性セシウムとカリウムの残存割合および加工係数の関係

成果の活用

食材によって例外はありますが、カリウムは多くの食材の加工・調理における放射性セシウム挙動の目安として利用できます。

参考

進藤、藤本、八戸 (2022)、日本食品科学工学会誌 **69**(10) 481-489.

本研究の一部は、農研機構 高度分析研究センターの施設および設置機器を用いて行いました。本研究で用いた試料は、試験用に準備されたものであり、流通しているものではありません。

農産物の味強度のスケール化

－味センサ情報の標準化－

成果の特徴

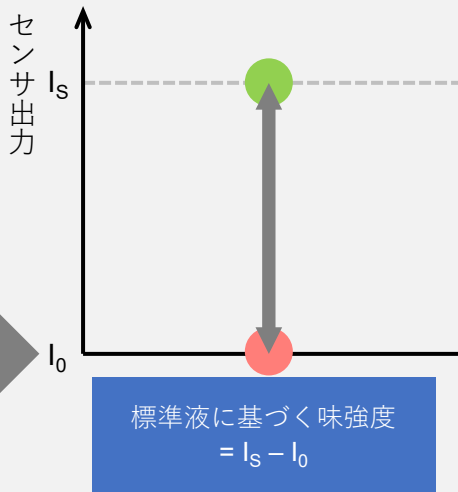
- センサを用いて得られた農産物の客観的な味強度を一定のスケール上の値として表すことによって、常に味情報の相互比較が可能になります。

成果の内容

味評価の問題点：農産物の味強度には基準点が存在しない

標準化法

化学物質（呈味物質）から調製される標準液の利用

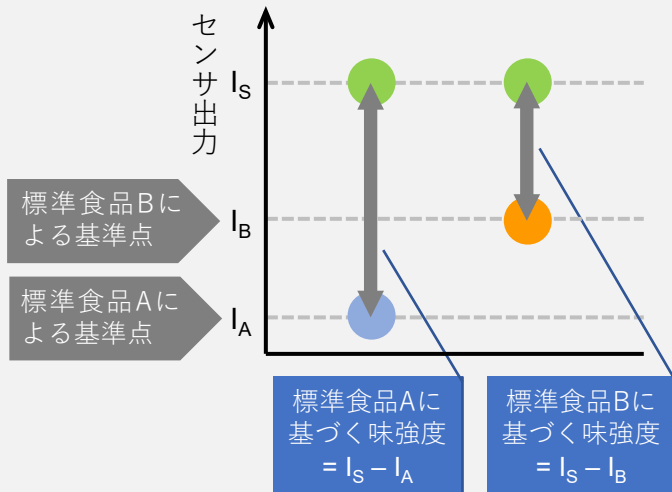


標準液による基準点

常に一定の基準点からの変化量を味強度とすることができる

非標準化法

標準食品の利用（一般的な方法）



センサ出力 (I_s) が同値でも、基準点が異なれば味強度値は異なる ($I_s - I_A \neq I_s - I_B$)

特徴 **全データ間の相互比較が可能**

想定適用先 データベース、流通システム、公的試験研究機関

特徴 **データ群間の相互比較が不可能**

単一試験室内で試料数が限定的な場合は便利

単一試験室内での品質解析、品質管理

成果の活用

標準化法は、複数年に渡るデータ、または異なった試験室間で取得したデータを、同一スケール上で取り扱う場合に適しています。市販の味センサに限らず適用が可能です。

参考

(1) おいしさの科学とフードテック最前線, 第14章, シーエムシー出版, 東京, 2022. (2) *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **2020**, *84*, 2569–2575. (3) *Food Res. Int.* **2013**, *53*, 816–821. (4) *J. Agric. Food Chem.* **2008**, *56*, 7384–7387. (5) *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **2006**, *70*, 626–631.

複合体形成に伴う色素の呈色変化機構

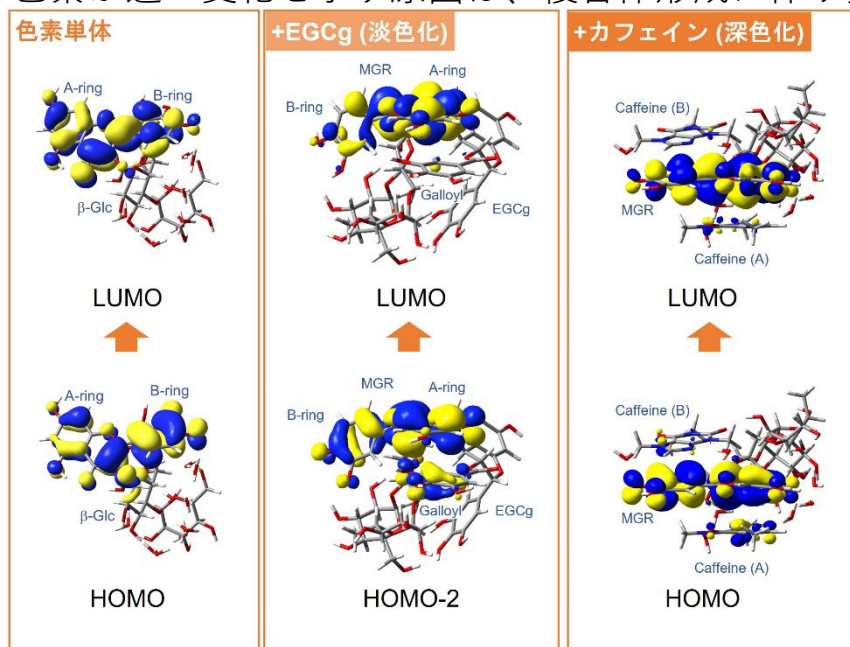
－分子軌道の変化が呈色に与える影響－

成果の特徴

- 食品には多くの化学成分が共存し、それらの成分同士の相互作用は品質に影響を与えます。食品の品質をより深く理解し、新たな品質制御技術につなげるために、成分間相互作用を理論的に把握するアプローチは有用です。
- 複合体形成により呈色が変わるルチン色素について、その機構を明らかにしました。

成果の内容

ルチン色素にEGCgを添加すると淡色化を、カフェインを添加すると深色化を示します。同じ色素が逆の変化を示す原因は、複合体形成に伴う分子軌道の変化です。



HOMO = 最高被占軌道, LUMO = 最低空軌道

Reused with permission from *J. Nat. Prod.* 2019, 82, 2–8. Copyright 2019, The American Chemical Society and American Society of Pharmacognosy, and *J. Agric. Food Chem.* 2020, 68, 323–331. Copyright 2020, The American Chemical Society.

- カフェインとの複合体では、LUMOの分布がカフェインと溶媒分子(水)にも広がり、この非局在化によって電子の励起エネルギーが低下し深色化（エネルギーがより低い長波長の光を吸収）します。
- EGCgとの複合体では、励起に関わる軌道がよりエネルギー準位の低いHOMO-2になり、電子の励起に高いエネルギーが必要となることに加え、HOMO-2とLUMOがより離れて分布するために電子の遷移確率が低下して淡色化現象が起こります。

成果の活用

本成果は、食品の色を自在に制御し、ニーズに応じた品質の食品を提供可能とする実用技術への発展が期待されます。

参考

Ujihara & Hayashi, *J. Nat. Prod.* **2019**, 82, 2–8., *J. Agric. Food Chem.* **2020**, 68, 323–331.

テクスチャー用語の消費者認知度の変化

－2004年と2018年の比較－

成果の特徴

- テクスチャー用語445語について消費者の認知度を調査しました。
- 調査年によって認知度が変化している語があります。また、地域や年齢などによる差が、調査年によって変化している語もあります。
- 用語認知度の変化は、食経験、価値観、社会背景を反映していると考えられます。

成果の内容

首都圏／京阪神地区在住の18歳以上の日本人男女対象。

2004年：質問紙調査 1945人、2018年：インターネット調査 1600人。

調査年の変化が大きい用語例

認知度上昇

破碎の表現 心地よい破碎の表現は
ほろほろ、バキバキ 語彙拡張の可能性

弾力の表現 ゆるい弾力の表現は
ふるふる、ぶにぶに 語彙拡張の可能性
ぶりぶり、ぶるぶる

素材感の表現 新たな価値観や
ごろごろ、ごろっ、ごろり 流行の反映か

認知度下降

付着の表現 付着表現は
べたべた、べとべと 語彙縮小の可能性

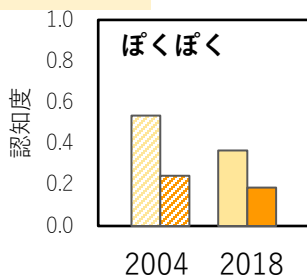
ぬめりの表現 ぬめり表現は
ぬめぬめ、ぬめりがある、ぬるぬる 語彙縮小の可能性

劣化した食品の表現
乾いた、しなびた、劣化食品の経験減少が
すかさすか、ひからびた 語彙縮小に反映か

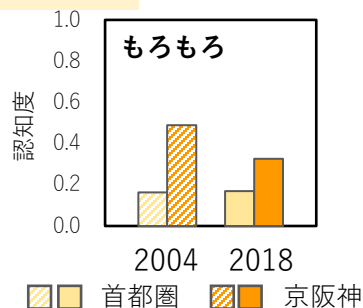
東西差のある用語例

東西の認知度差は
やや縮小傾向

東 > 西



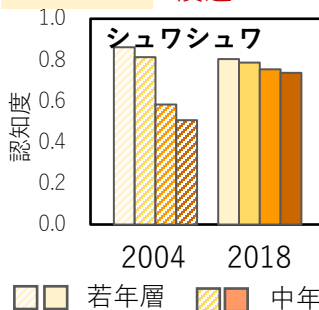
西 > 東



年齢差のある用語例

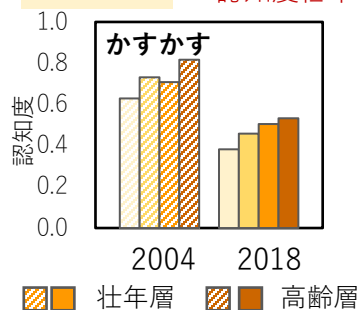
若 > 高

高齢層にも
浸透



高 > 若

全体的に
認知度低下



成果の活用

嗜好型官能評価やアンケートの設計の際、よりの確な用語選定につながります。

製品設計の際、消費者意識の手がかりを得ることができます。

参考

早川文代 他、日本食品科学工学会誌、54、488－502 (2007)

早川文代、言葉で表される食の感性、『食の現代社会論』（農文協）、80－103 (2022)

FRED法による食品異物の加熱履歴の評価

－異物の混入時期推定に役立つ新しい分析技術の実用化－

成果の特徴

- FRED法は、増幅長の異なる複数のリアルタイムPCRを用いてDNAの分解の程度を定量的に評価する農研機構が独自に開発した分析技術です。
- DNAが熱で分解する性質を利用し、食品に混入したゴキブリの加熱履歴をFRED法で評価できることを明らかにしました。

成果の内容

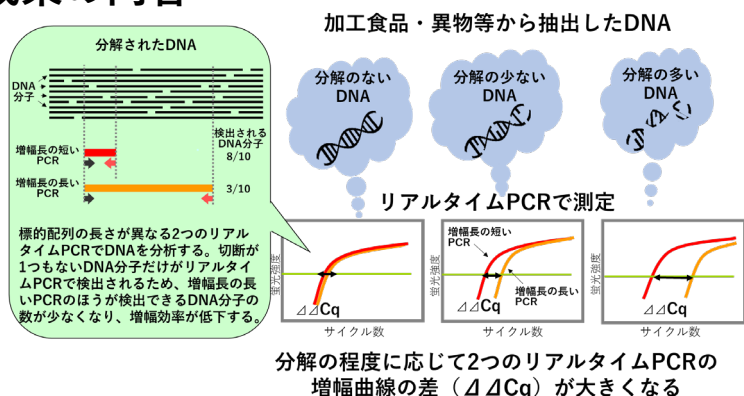


図1 FRED法の概要

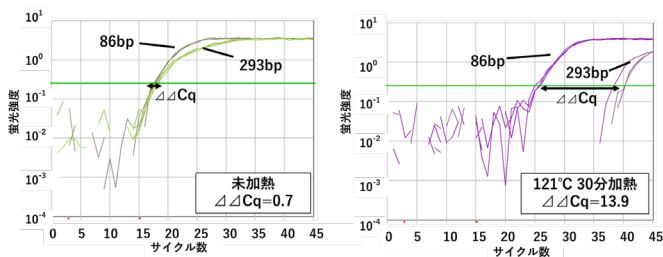


図3 開発したFRED法による分析結果の例

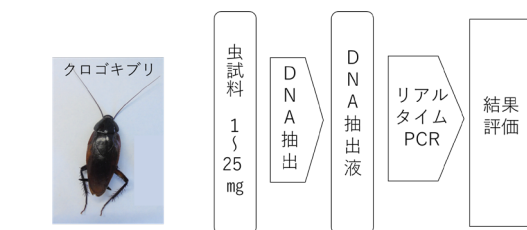
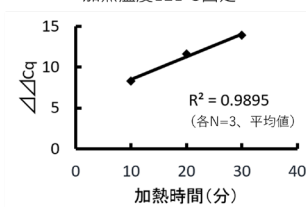


図2 分析対象のクロゴキブリと分析の流れ

加熱時間の違いによる $\Delta\Delta Cq$ の評価
－加熱温度121°C固定－



加熱温度の違いによる $\Delta\Delta Cq$ の評価
－加熱時間30分固定－

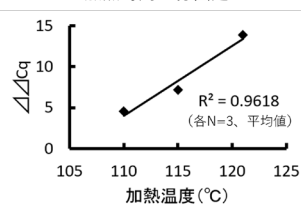


図4 開発した分析法の定量性

成果の活用

2022年7月にハウス食品分析テクノサービスで受託検査サービスとして実用化されました(受託検査問合せ先: 043-237-5676、info10@food-analab.co.jp)。分析結果にもとづいて異物が混入した時期を推定することで、異物を発見した消費者への対応や、必要に応じた製品の回収等、食品事業者による適切な意思決定が可能になります。異物混入の原因究明により、食品の安全性・信頼性の向上が期待できます。

参考

Mano et al. Food Chem. 226, 149-155 (2017)

特開2020-162586「生物の死亡時期の判定方法」、2020年10月8日

プレスリリース「食品異物の混入時期推定に役立つ遺伝子検査技術を開発」、2022年7月5日

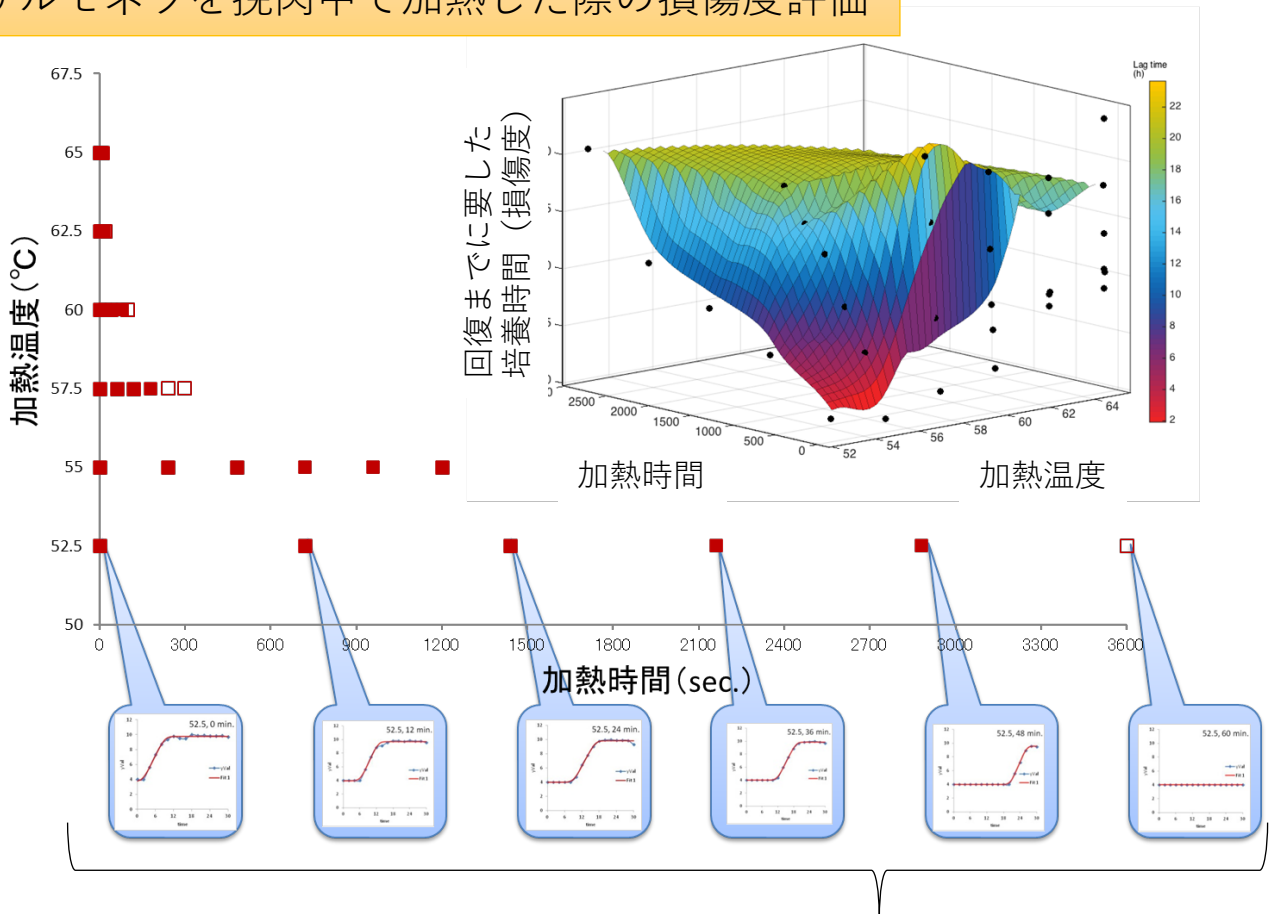
加熱によるサルモネラの損傷度評価

－リアルタイムPCRモニタリング技術の活用－

成果の特徴

- リアルタイムPCR技術を用いて食中毒菌の損傷度の把握方法を開発
- 増殖遅延時間を指標として食品中で損傷を被ったサルモネラの損傷度を評価
- 食品中での損傷度評価が可能

サルモネラを挽肉中で加熱した際の損傷度評価



サルモネラの回復能をリアルタイムPCRで取得

成果の活用

これまで食中毒菌の損傷を評価するために多くの手法が開発されてきましたが、実際の食品のように雑菌や食品残差を多数含む検体には、適用が難しい問題がありました。リアルタイムPCRによる増殖能モニタリング技術により、上記の条件下でも微生物の損傷度評価が可能になると考えており、適用幅を検討しています。

参考

Kawasaki, S., Hosotani, Y., Noviyanti, F., Koseki, S., Inatsu, Y. (2018) *LWT - Food Science and Technology* **90**, 499-504.

特許番号：特許第6796830号

Modeling the growth behavior of foodborne pathogens by real-time PCR

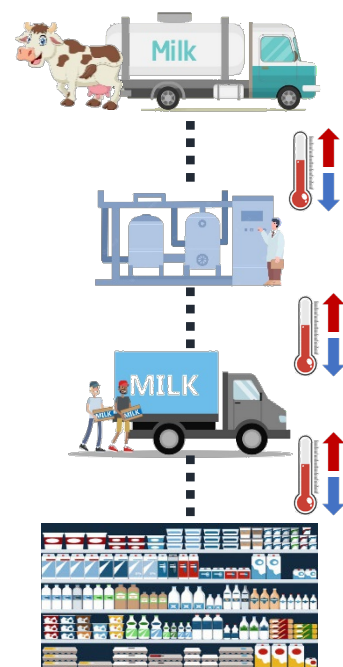
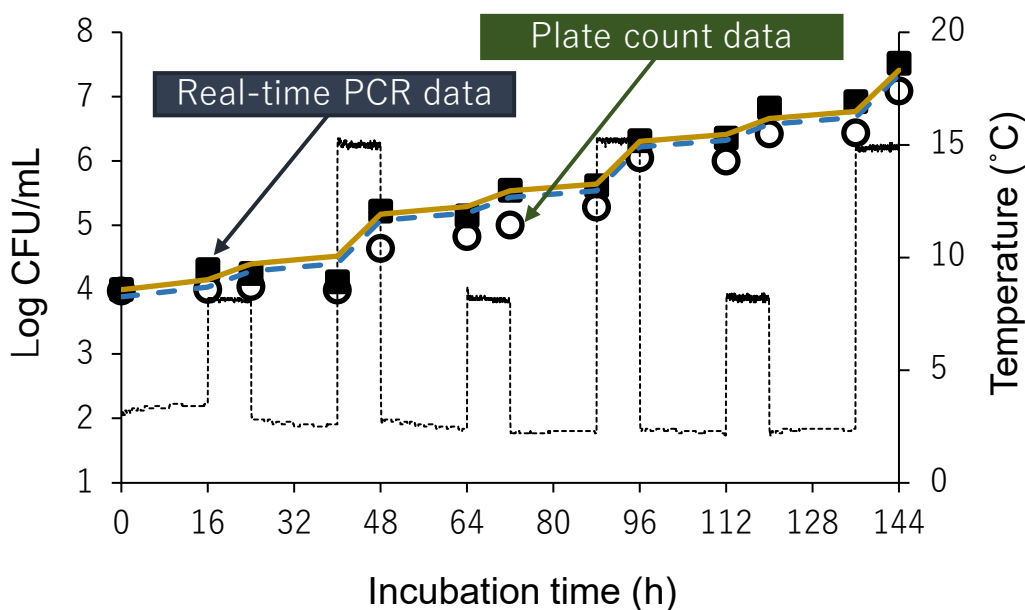
– Predicting the influence of temperature abuse –

成果の特徴

- Develop a rapid and specific genome-based method to collect numerous bacterial growth data from various food samples.
- Construct predictive models that enable the estimation of bacterial response to fluctuating temperature conditions.
- Evaluate the difference between the prediction results from real-time PCR data and traditional agar plate count method.

成果の内容

Growth pattern in the temperature abuse scenario



成果の活用

Genome-based analysis method such as real-time PCR enables accurate quantification of bacterial number despite the influence of stress conditions caused by processing treatments, food properties, temperature, and storage conditions that the traditional agar method cannot do. Real-time PCR is a promising data collection tool for customized prediction models, which is important for food companies to estimate the behavior of different pathogens in specific food types subject to food company conditions.

参考

Noviyanti, F., Shimizu, S., Hosotani, Y., Koseki, S., Inatsu, Y., Kawasaki, S. (2020) *Foodborne Pathogens and Disease* **17**, 693-700.

おいものカビを洗って減らすには？



— 甘藷有傷部位のカビ汚染量を低減するための洗浄薬剤の検討 —

成果の特徴

- 甘藷の腐敗・品質劣化に関わるカビ (*Penicillium*属、*Cladosporium*属、*Fusarium*属) について、次亜塩素酸Na、過酢酸製剤添加溶液での洗浄による「★殺菌効果」と「★洗浄後の付着カビの消長」を検討しました。



Penicillium expansum
ochrochloron
citrium
Cladosporium tenuissimum
anthropophilum
Fusarium cugenangens

を分離

成果の内容

★各種洗浄溶液の殺菌効果

洗浄前 (log cfu/mL)	<i>Penicillium</i> 属	<i>Cladosporium</i> 属	<i>Fusarium</i> 属
	5.1 ± 0.1	4.1 ± 0.3	4.2 ± 0.0
洗浄溶液	洗浄前検体からの生菌数減少量 (log cfu/mL)		
Water	0.8 ± 0.2 ^a	0.4 ± 0.2 ^a	0.2 ± 0.1 ^a
200 SH	0.5 ± 0.1 ^a	0.4 ± 0.2 ^a	0.9 ± 0.2 ^b
200 SH+AA	0.5 ± 0.1 ^a	0.5 ± 0.3 ^a	1.1 ± 0.3 ^b
80 PA	2.2 ± 0.1 ^b	1.9 ± 0.4 ^b	2.0 ± 0.2 ^c

左表)

甘藷スライス付着カビに対する各種洗浄溶液の殺菌効果

- ・ 200SH : 200 mg/L 次亜塩素酸Na
- ・ 200SH+AA : 200 mg/L 次亜塩素酸Na + 100 mM 酢酸
- ・ 80PA : 80 mg/L 過酢酸

* 表中の数値は各試験で得られた数値の平均値 ± 標準偏差 (n=3) を示す。

* 異なるアルファベットはTurkey-Kramer法で有意差が認められたことを示す (p<0.05, 洗浄区間で比較)。

★洗浄後の付着カビの消長

相対生菌数 = $\text{Log } N_t / N_0$
 N: 生菌数(保存 0 / 4 / 8日目)
 N₀: 未洗浄検体の生菌数

— Water — 200 SH — 200 SH+AA — 80 PA

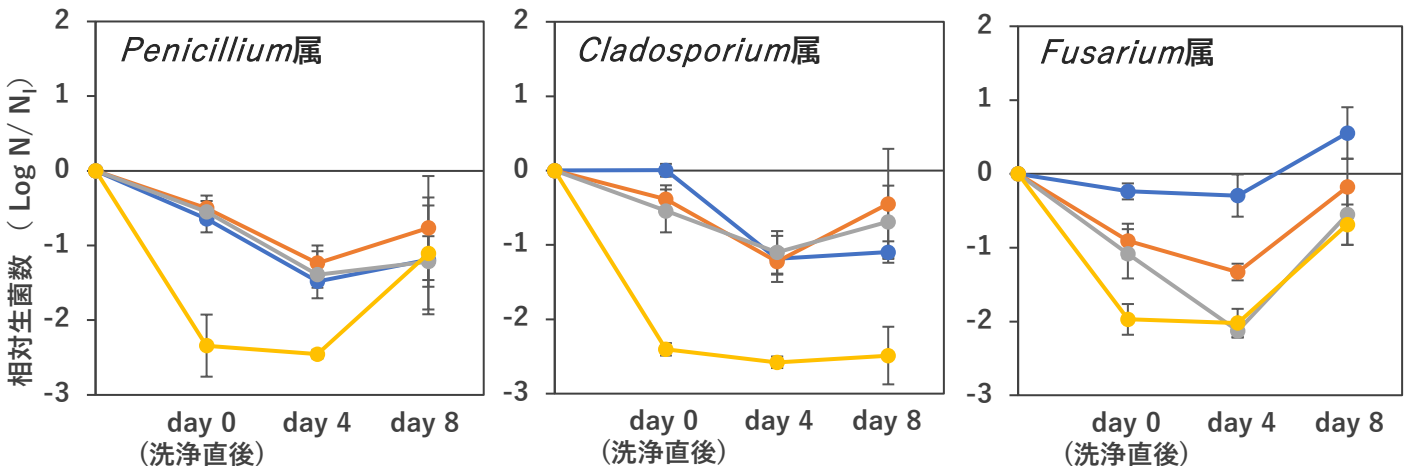


図) 洗浄後試料のカビ生菌数の推移 (13°C保存)

※本内容は実験室環境における一定条件下での予備検討の結果です。

農薬として抗菌剤を用いると何が起こるのか？

－ジャガイモ（種イモ）の消毒処理－

成果の特徴

- 抗菌剤の利用に伴う薬剤耐性菌の出現は人類にとって大きな脅威です。農業生産現場においても生産性を確保するため、農薬として抗菌剤を用いることがあり、その影響解明は急務です。
- オキシテトラサイクリン（OTC）とストレプトマイシン（SM）はヒトの感染症治療にも用いられる抗菌剤ですが、ジャガイモ（種イモ）の消毒処理過程でも一般的に用いられている抗菌剤でもあることから、消毒処理による影響を明らかにしました。

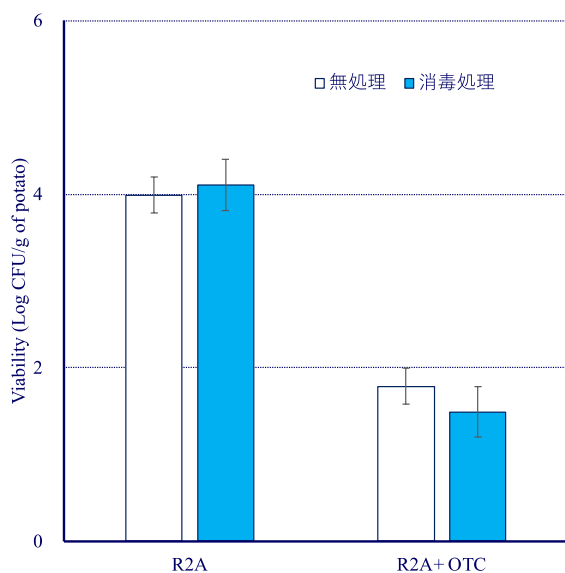


図1 ジャガイモ表面の細菌数

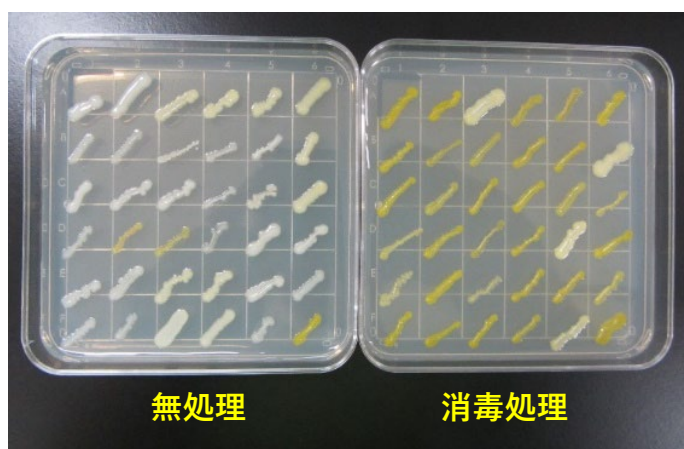


図2 ジャガイモ表面から分離した細菌の性状

OTCおよびSMによる消毒処理をした種イモと無処理の種イモ表面からはそれぞれ4 Log CFU/g程度のコロニーが寒天培地（R2A）上に出現し、両者に数的差異は認められませんでした。OTCを含むR2A上でも両者の数的差異は認められませんでした。

無処理の種イモ表面からは様々な色のコロニーが確認されましたが、消毒済みの種イモ表面からは主に黄色いコロニーが確認されました。16S ribosomal RNAの配列情報からR2A条に出現した黄色いコロニーは *Curtobacterium*属の細菌でした。

ジャガイモ（種イモ）の消毒処理過程でOTCやSMを用いても、種イモ表面の微生物の数には変化がありませんでしたが、微生物の種類は大きく変化することが判りました。

成果の活用

農業生産段階における抗菌剤の適正利用を目指し、行政の判断材料となる科学的データの収集と蓄積を行っています。

参考

本研究は農林水産省委託事業「有害化学物質・微生物の動態解明によるリスク管理技術の開発」を通じ、九州大学と合同会社アグアイッシュとの協同で実施しました。

多様なかび毒産生菌の検出

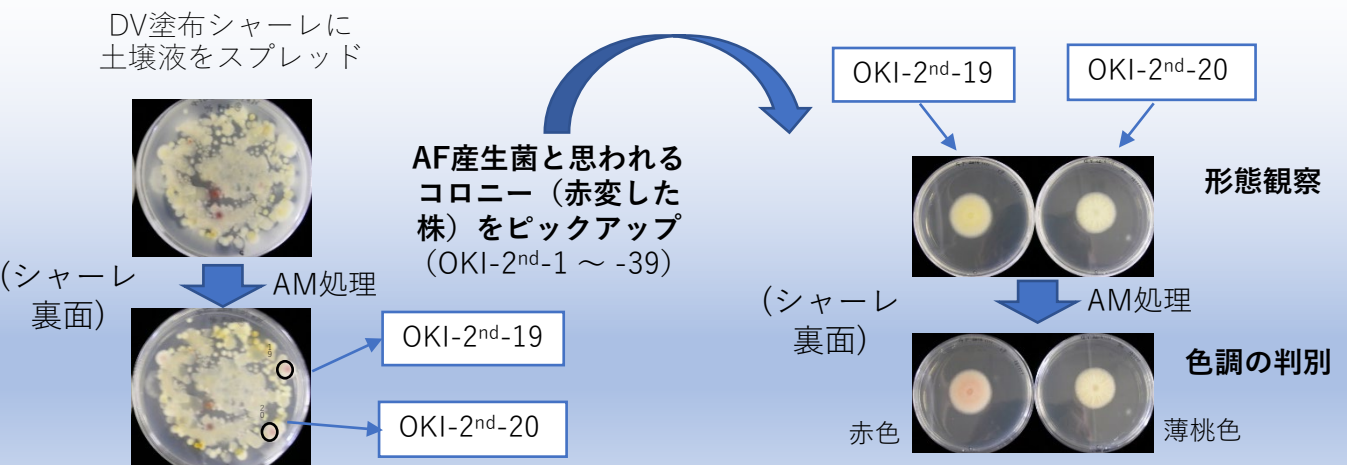
— DV-AM法とシングルコロニーAM法 —

成果の特徴

- 圃場土壌には、種々の微生物とともに様々なかびが生息しています。
- アンモニア (AM) 処理でアフラトキシン (AF) 産生菌のコロニーは赤変します。
- 土壌から、簡便に、多様なAF産生菌を検出する手法を提示します。

①ジクロールボス-アンモニア(DV-AM)法

②シングルコロニーAM法



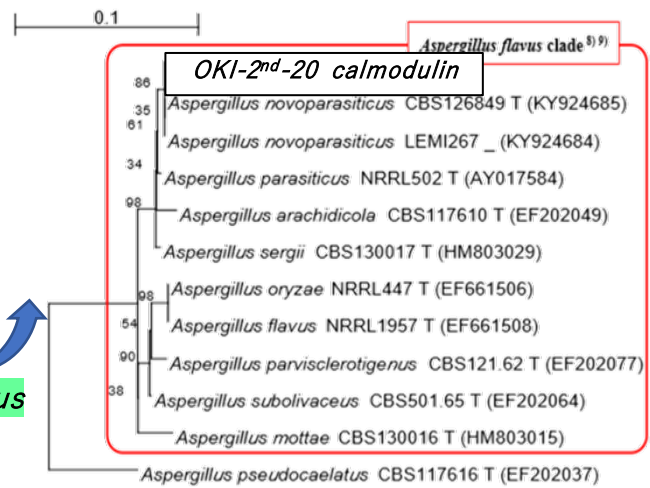
③コロニーの判別と菌種の同定

判別方法	形態	非 <i>Aspergillus</i>	<i>Aspergillus</i>	
	色調	—	赤色	薄桃色
コロニー数		9	23	1

6株 (コロニー) は生育せず

Aspergillus nomius cladeの *A. pseudonomius*

Aspergillus flavus clade



成果の活用 DV-AM法とシングルコロニーAM法の組合せにより、土壌中の多様なAF産生菌を検出できます。

参考

Kushiro M, Hatabayashi H, Nakagawa H, Yabe K (2020) *JSM Mycotoxins* 70, 51-56
 ※科研費基盤B (JP16H05785)、農水省「安全な農畜水産物安定供給のための包括的レギュラトリーサイエンス研究推進委託事業」JP J008617. 18072043の成果です。



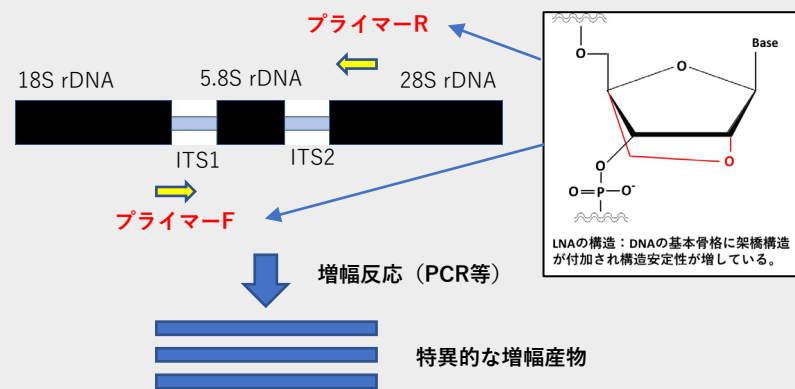
耐熱性真菌を判別するための技術開発

— 修飾オリゴヌクレオチドを用いた核酸増幅技術 —

成果の特徴

- 遺伝子増幅技術では、反応条件により僅かな塩基配列の違いを誤認識して増幅反応が進行することで、不正確な増幅結果を生じる可能性があり、類縁性の高い生物種間の正確な判別を困難にしています。
- 本研究では、Locked Nucleic Acid (LNA) と呼ばれる修飾オリゴヌクレオチドを導入したプライマーを採用することで、加工食品等の汚染原因となり、検出や判別の難しい耐熱性真菌 (*Byssochlamys*属菌, *Neosartorya*属菌, *Eurotium*属菌) の特異的判別技術を開発しました。

①プライマー配列の任意の塩基をLNAオリゴに置換



②修飾構造の付加により構造安定性が増し、融解温度が上昇することで特異的増幅が生じる。

表1. 検出試験に使用した耐熱性真菌

1	NBRC100713	<i>Eurotium chevalieri</i>
2	NBRC112071	<i>Eurotium herbariorum</i>
3	NBRC31809	<i>Eurotium repens</i>
4	NBRC7712	<i>Eurotium rubrum</i>
5	NBRC 33243	<i>Neosartorya primulina</i>
6	NBRC 33244	<i>Neosartorya pseudofischeri</i>
7	IFM 58746	<i>Byssochlamys lagunculariae</i>
8	IFM 59486	<i>Byssochlamys nivea</i>
9	NBRC9929	<i>Talaromyces cejpai</i>
10	NBRC5728	<i>Talaromyces apiculatus</i>
11	IFM54318	<i>Hamigera insecticola</i>
12	IFM57795	<i>Hamigera striata</i>
13	IFM60075	<i>Thermoascus thermophilus</i>
14	IFM61569	<i>Thermoascus aegyptiacus</i>
15	NBRC106929	<i>Eupenicillium brefeldianum</i>
16	NBRC6032	<i>Eupenicillium cinnamopurpureum</i>
17	IFM62629	<i>Aspergillus fumigatus</i>
18	IFM62508	<i>Aspergillus fumigatus</i>
19	RIB40	<i>Aspergillus oryzae</i>
20	NRRL2999	<i>Aspergillus parasiticus</i>

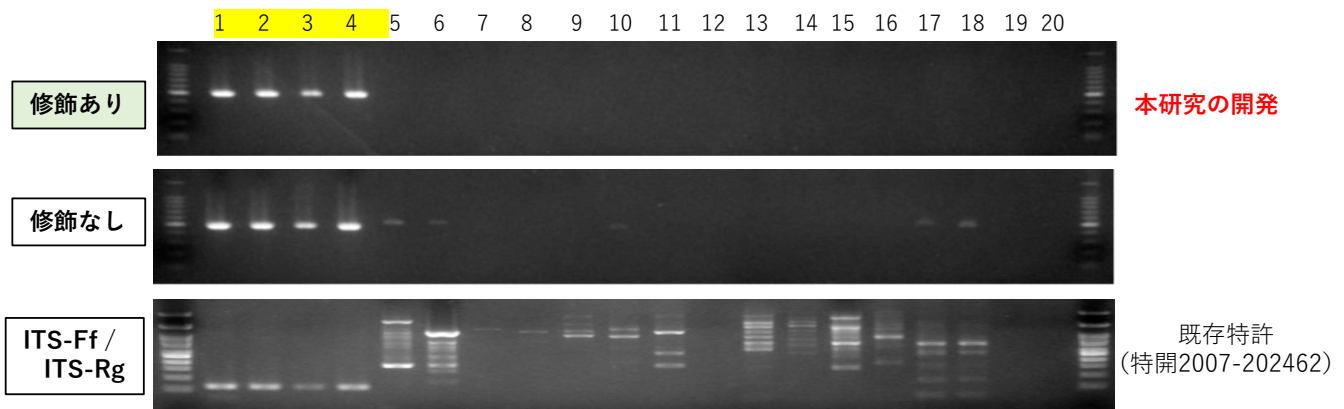


図3. *Eurotium*属菌の特異的検出を目的としたプライマーセットによる遺伝子増幅結果の比較

LNAオリゴを導入したプライマーセットによる増幅 (上段) では、*Eurotium*属菌のみが特異的に増幅産物を生じる。同じ配列のプライマーセットであっても、LNAオリゴ無し (中段) では対象属菌以外にも増幅産物を生じる。

参考

特開2021-141882：標的核酸検出用オリゴヌクレオチド及びその用途

革新的技術開発・緊急展開事業(経営体強化プロジェクト)のうち、「包装米飯及び高圧加工コンポートの流通期間延長技術の開発」(2018-2020)により開発されました。

精米工場のカビ食害虫の発生消長

－ 冬季に留意すべき混入害虫 －

成果の特徴

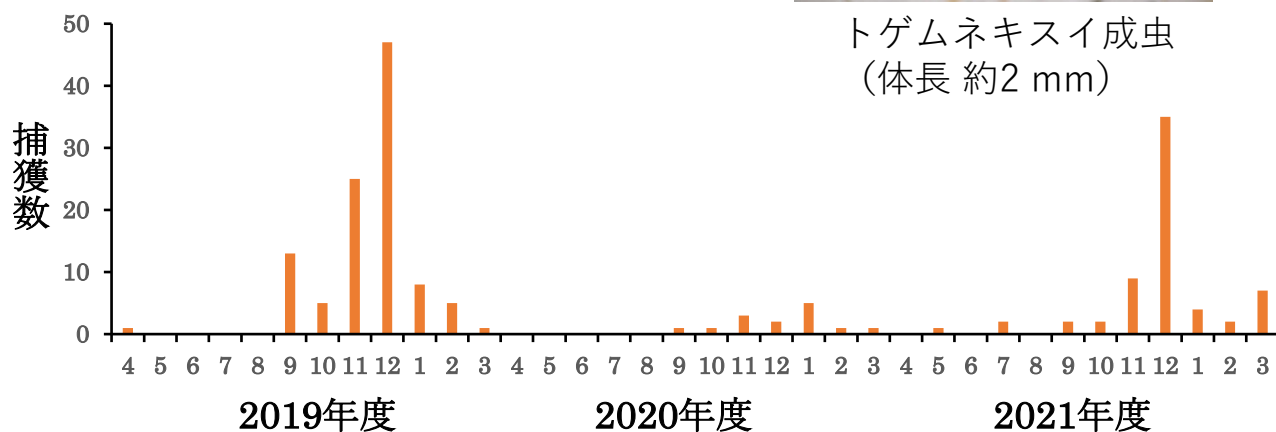
- カビ食害虫トゲムネクスイ属甲虫の精米工場における発生消長を、3年間のトラップを用いたモニタリング調査により明らかにしました。
- 3年間の月別捕獲数の変動をみると、12、1月に成虫のピークが認められました。

成果の内容

精米工場に発生する害虫は冬季には減少するのが一般的ですが、トゲムネクスイ属の成虫は12月や1月に捕獲数がピークになりました。



トゲムネクスイ成虫
(体長 約2 mm)



精米工場におけるトゲムネクスイ属甲虫のトラップ捕獲数の変動

成果の活用

精米工場におけるHACCPに沿った害虫管理の上で、冬季に発生量のピークを示すトゲムネクスイ属甲虫は、混入異物の対象として留意が必要です。

参考

宮ノ下明大 (2022) 精米工場におけるトゲムネクスイ属甲虫 (Coleoptera: Cryptophagidae) の分布, 発生量, 季節的パターン. ペストロジー 37(2), 77-81

輸出用精米の管理に用いる昆虫の分析法 - DNA分析によるアカマダラカツオブシムシの検出 -

成果の特徴

- 中国向けの輸出に係る精米・貯蔵施設においては、ヒメアカカツオブシムシ、ヒメマダラカツオブシムシ、カザリマダラカツオブシムシ等が不在であることをトラップ調査で確認する必要があります。
- アカマダラカツオブシムシは日本の在来種であり、調査の対象外です。
- アカマダラカツオブシムシは、先に述べたマダラカツオブシムシの一種であり、非常に形態が似ていて目視による判別が極めて困難です。
- 本研究では、トラップで最も多く捕獲されうるアカマダラカツオブシムシを正確に分別することで、調査を効率化するDNA分析法を開発しました。



ヒメアカ
カツオブシムシ



ヒメマダラ
カツオブシムシ

従来の方法

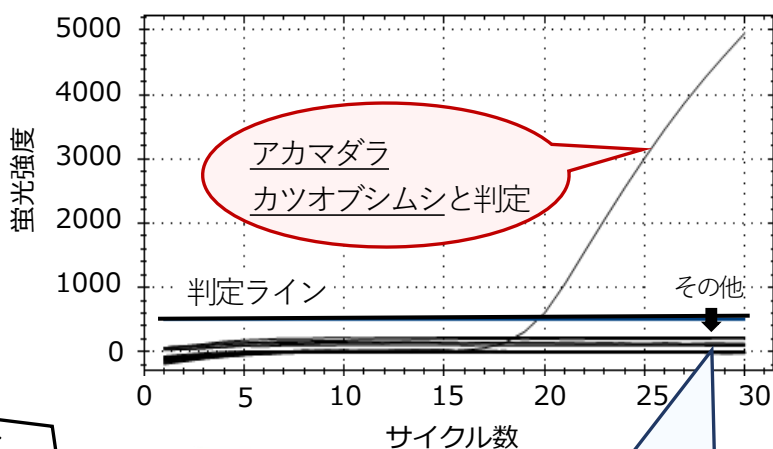
この虫の名は？

アカマダラ
カツオブシムシ



幼虫や成虫の一部（翅脈、触角等）
では判別が困難・・・

リアルタイムPCRによる検査結果の例



アカマダラ
カツオブシムシ以外と判定

“その他”はアカマダラカツオブシムシ
以外の主要な穀物害虫



迅速かつ正確に検査できる！！

幼虫や成虫の一部でも判別が可能！！

成果の活用

本研究成果は、害虫駆除業者、検査機関、試薬メーカー等での実用化が期待されます。

「玄米貯蔵倉庫におけるコクゾウムシ管理の手引き」標準作業手順書

成果の特徴

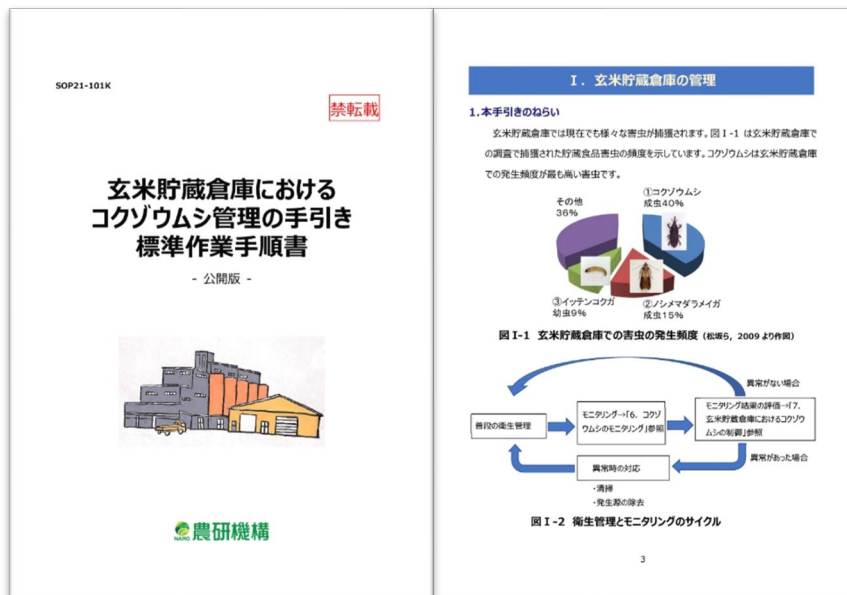
- 玄米貯蔵倉庫の管理状態を向上させ、玄米へのコクゾウムシの混入頻度を下げることのための具体的な手順をまとめた「玄米貯蔵倉庫におけるコクゾウムシ管理の手引き」標準作業手順書を作成しました。

成果の内容

- 玄米の大害虫であるコクゾウムシに焦点をあてています。
- 玄米貯蔵倉庫の管理状態を向上させ、倉庫における発生を抑制して玄米へのコクゾウムシ混入の頻度を下げることのための具体的な手順を示しています。
- 玄米貯蔵倉庫における害虫管理の必要性を解説し、フェロモントラップを使用したコクゾウムシのモニタリングの具体的な手順やモニタリング結果の評価に基づいたコクゾウムシ管理手法を紹介するとともに、倉庫管理のチェックリストも掲載しています。



コクゾウムシ成虫



成果の活用

本書は、玄米貯蔵倉庫の管理状況を向上させ、コクゾウムシの混入頻度を下げることのために利用が可能です。

参考

「玄米貯蔵倉庫におけるコクゾウムシ管理の手引き」

https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/naro/sop/150415.html

今村ら (2020) 穀物貯蔵低温倉庫におけるフェロモントラップによるコクゾウムシ成虫の捕獲調査. 都市有害生物管理 10: 1 - 7




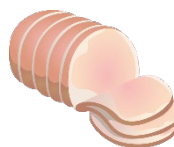
食肉加工による放射性セシウムの低減効果

ーイノシシ肉を用いたベーコン・ハムへの加工ー

成果の特徴

- ・ イノシシ肉を用いて、ベーコンまたはハムへと加工する際の放射性セシウム (^{137}Cs) の除去量や濃度変化を調べました。
- ・ ベーコン加工では原料よりも加工後に放射性セシウム濃度が上昇すること、ハム加工（スチームハム、ボイルハム）においては、原料よりも放射性セシウム濃度が低下することがわかりました。

成果の内容

	原料→加工品	加工工程*	放射性セシウム (^{137}Cs)	
			除去率 (%)	濃度変化割合
 ベーコン	骨付きバラ肉 ↓ ベーコン	調味 熟成 燻製・乾燥	1 %	1.18
 ハム	ロース肉 ↓ スチームハム	調味液に浸漬 水に浸漬（脱塩） 燻製 スチーム	47 %	0.54
	ロース肉 ↓ ボイルハム	調味液に浸漬 水に浸漬（脱塩） 燻製 ボイル	73 %	0.30

* 青文字の加工工程で放射性セシウムの除去が確認されました。

成果の活用

濃度変化割合（加工係数）を利用すると、調理前の肉の放射性セシウム濃度から、調理後の肉の放射性セシウム濃度を推定できます。加工係数が1以下の場合、加工品の放射性セシウム濃度は原料よりも高くなることはないため、原料の放射性セシウム濃度が基準値以下であることを確認することにより、加工品の安全性、摂食に対する安心感が得られます。

参考：Yoshida et al., *J. Food Prot.* (2022) 85. 1258-1264.

※注意事項

本研究で用いた試料は試験用に準備されたものであり、流通されているものではありません。

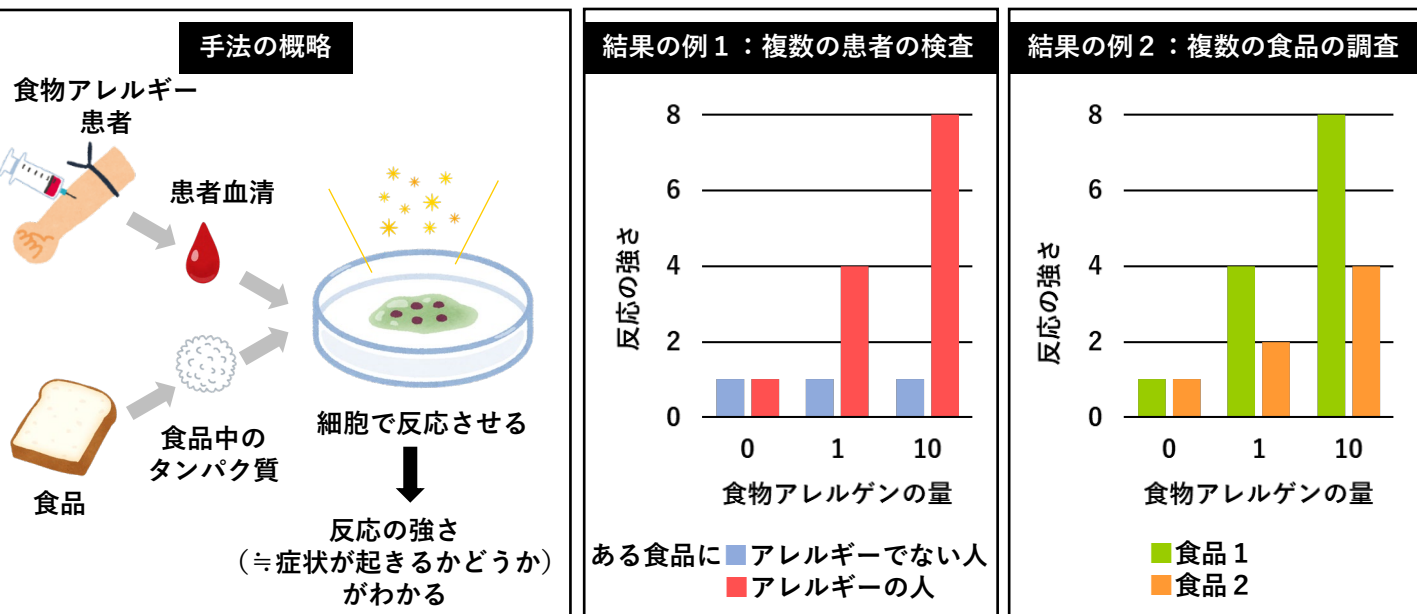
食物アレルギーのアレルギー誘発性評価

－より信頼度の高い食物アレルギー評価法－

成果の特徴

- 食物アレルギーは、問診に加え、①血液を用いた特異的IgE抗体検査、②プリックテスト、③食物経口負荷試験、などの検査の結果から診断されます。
- ①の結果と、実際に症状を引き起こすかどうかとは、必ずしも一致しません。
- ②や③は、食品を患者に接触・摂食させるため、信頼度は高いものの、強い症状を引き起こす可能性があり、患者にとってリスクのある、注意の必要な試験です。
- 本法 (IgE Crosslinking-induced Luciferase Expression, EXiLE) は、食物アレルギーがヒト血清中に存在する抗原特異的IgEに結合することで引き起こされる反応を、細胞を用いて検出する、in vitro評価法です。
(参考文献：Nakamura et al., Allergy, 2010, 65, 1266-1273)
- ある食品が、ある患者において実際に症状を引き起こすかどうかを、高感度、かつ、より臨床に近い形で評価することができる手法です。**
- 検出には、凍結保存された患者血清も使用できます。

成果の内容



成果の活用

より信頼度の高いアレルギー評価法として、食品および食品以外のアレルギーの診断や、アレルギー低減の調査への利用が期待されています。

参考

岡本薫、加藤えり那、河野透哉、斎藤彩子、山田慎吾、森雄司、中島陽一、原尚資、佐藤里絵、圓山恭之進、近藤康人、第2回日本アレルギー学会東海地方会、2021。

※本研究は生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行ったものです。

新しい「遺伝子組換えでない」表示に対応した検査法の開発

成果の特徴

- 遺伝子組換え（genetically modified : GM）食品の表示は、食品表示法に基づいて実施されています。令和5年4月より、「遺伝子組換えでない」等の不使用（任意）表示の基準が「遺伝子組換えの混入がないと認められる場合」へと厳格化されます。そのため、新しい表示基準に対応可能な検査法を開発しました。

成果の内容

「遺伝子組換えでない」表示の基準が変更

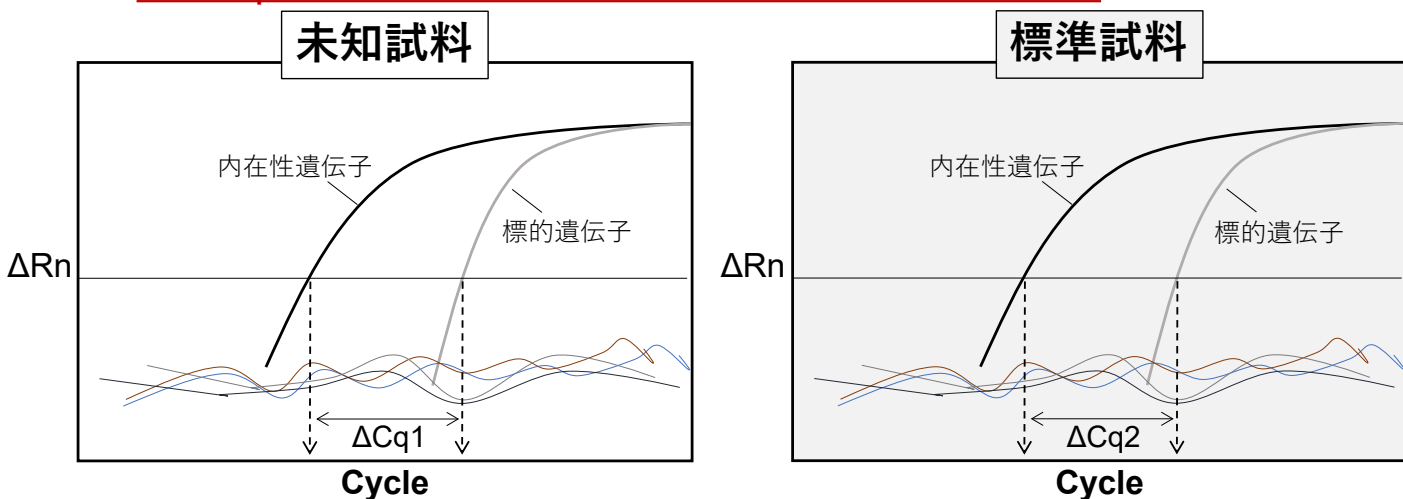
現行：意図せざる混入を5%以下に抑えていること（定量PCR検査で確認）

新制度：遺伝子組換えの混入がないと認められること

定量PCRの「定量限界 >> 新しい表示基準（不検出）」であり、現行法では対応不可



● $\Delta\Delta Cq$ 法：「基準試料」に対する差を評価（定性法）



$$\Delta\Delta Cq = \text{未知試料の}\Delta Cq(\Delta Cq1) - \text{標準試料の}\Delta Cq(\Delta Cq2)$$

図 $\Delta\Delta Cq$ 法の概略図 $\Delta\Delta Cq$ 値がゼロ以下の場合が陽性、ゼロより大きい、あるいは ΔCq 値が得られない場合は陰性と判定する（本検査法は、従来の定量PCR法と同様に、未加工のダイズ及びトウモロコシの穀粒において適用可能）



成果の活用

- 安全性審査済みの組換えDNA技術応用食品の検査方法について（消食表第201号）別添「安全性審査済みの組換えDNA技術応用食品の検査方法」（https://www.caa.go.jp/policies/policy/food_labeling/food_labeling_act/assets/food_labeling_cms202_210915_01.pdf）に収載されました

参考

「食品表示基準について」の一部改正について（消食表第389号、令和3年9月15日）