

[成果情報名] 官能評価のための日本語テクスチャー用語リスト

[要約] アンケート等によって得た日本語テクスチャー用語リストは 445 語から構成される。このうち、都市部消費者へのアンケートによって明らかにされた「消費者の語彙」は 135 語である。これらは、分析型および嗜好型官能評価の際の用語選定に活用できる。

[キーワード] 官能評価、用語、テクスチャー、分析型パネル、消費者パネル

[担当] 食総研・食品機能研究領域・食品物性ユニット

[代表連絡先] 電話 029-838-8031、電子メール fumiyo@affrc.go.jp

[区分] 食品試験研究

[分類] 研究・普及

[背景・ねらい]

官能評価においては「かたい」「こく」等、評価用語の選択は結果に大きく影響する。特に、テクスチャーは味や匂いのような標準物質の設定が難しいことから、用語の重要性が大きく、評価用語の選定は実験者および評価者の大きな負担となっている。そこで、テクスチャー評価の際に活用できる「用語リスト」を作成する。

[成果の内容・特徴]

1. 研究者へのアンケート、文献調査、専門家へのインタビューによって得たテクスチャー用語は 445 語である(表1)。
2. 1960 年代に作成された用語リストと比較すると、テクスチャー表現には時代による変化が認められる。したがって、現代の官能評価には現代の用語リストを参照するべきである。
3. 外国語のリストと比較すると、日本語のテクスチャー表現は用語数が多く、特に粘りや弾力に関する表現が豊富である。官能評価には、国際標準で提唱されている用語だけでなく本用語リストも併用することが現実的である。
4. 都市部一般消費者を対象としたアンケートによって、用語を認知している人が 75%を超える 135 語を「消費者の語彙」とする(表1赤字)。

[成果の活用面・留意点]

農林水産業、食品産業等、食に関する様々な分野において、分析型および嗜好型パネルの官能評価の用語選定、用語の定義づけの際に参照できる。さらに、消費者への情報発信の際の用語選定にも活用できる。

[具体的データ]

表 1 日本語テクスチャー用語

厚い	堅い	乾いた	くたっ	ぐによぐによ	ゴリッ	ざらつく
脂っこい	固い	皮ばった	口あたりがよい	ぐによっ	ころころ	さらり
油っこい	塊状の	キンキン	口ざわりがよい	クリーミー	ごろごろ	ざらり
脂っぼい	かちかち	ギンギン	口どけがよい	クリーム状の	ころっ	サンドイッチ状の
油っぼい	がちがち	ぎっしり	くちやくちや	結晶状の	ごろっ	しけた
粗い	かちんかちん	ぎとぎと	ぐちやぐちや	コキコキ	ころり	しけた
泡状の	かちんこちん	ぎとっ	くちやっ	こくがある	ごろり	しこしこ
泡の立つ	がっしり	きめ細かい	ぐちやっ	固形の	こわい(強い)	しこっ
いがいが	かどばった	吸湿性がある	くちゆくちゆ	こしがある	ごわごわ	舌ざわりがよい
糸を引く	かみ切れない	球状の	ぐちよぐちよ	こちこち	ごわっ	舌に残る
薄い	かみごたえがある	吸水性がある	ぐちよっ	こちっ	こわれやすい	しっかり
うろこ状の	かゆ状の	強靱な	くつつく	こちんこちん	サクサク	しけた
液状の	からから	切れやすい	くにやくにや	ごつごつ	ザクザク	しっとり
液のしたたる	からっ	均一な	ぐにやぐにや	こってり	サクッ	じっとり
重い	からみつく	くしゃくしゃ	くにやっ	粉状の	ザクッ	じとじと
かくばった	からり	ぐしゃぐしゃ	ぐにやっ	粉っぼい	裂けやすい	しとっ
かさかさ	カリカリ	くしゃっ	くにやり	粉をふいた	さっくり	じとっ
がさがさ	ガリガリ	ぐしゃっ	ぐにやり	細かい	ざっくり	しなしな
かさつく	カリッ	ぐずぐず	くにゆくにゆ	ゴムのような	さらさら	しなっ
かすかす	ガリッ	ぐずれやすい	ぐにゆぐにゆ	コリコリ	ざらざら	しなびた
かたい	顆粒状の	くたくた	ぐにゆっ	ゴリゴリ	さらっ	しなやか
硬い	軽い	くだけやすい	くによくによ	コリッ	ざらっ	渋い

表1 つづき

しまりがある	ゼリー状の	ぬたっ	薄片状の	ふにやふにや	ぺちやり	ぼろっ
湿った	繊維状の	ぬちやっ	歯ごたえがある	ふにやり	ぺちよっ	ほろほろ
霜降り状の	層状の	ぬちやぬちや	ばさっ	ぶにゆぶにゆ	べちよべちよ	ぼろぼろ
シャーベット状の	たらたら	ぬとっ	ばさっ	ふによふによ	べったり	ぼろぼろ
シャキシャキ	だらだら	ぬめっ	ばさつく	ぶによぶによ	べったり	ほろり
シャキッ	たらっ	ぬめぬめ	ばさばさ	ぶによぶによ	べっとり	ぼろり
シャクシャク	だらっ	ぬめりがある	ばさばさ	ふやけた	べっとり	ぼろり
しゃっきり	たらし	ぬらっ	歯ざわりがよい	ぶよっ	べとっ	ほわっ
シャリシャリ	だらし	ぬらぬら	はじける	ぶよぶよ	べとっ	ほわほわ
ジャリジャリ	弾力がある	ぬらり	パチパチ	ぶよぶよ	べとつく	膜状の
シャリッ	ちぎれやすい	ぬるっ	パフ状の	ぶりっ	べとべと	まったり
ジャリッ	ちぢれた	ぬるぬる	ばらっ	ぶりっ	べとべと	まとわりつく
ジューシー	ちゆるちゆる	ぬるり	ばらっ	ぶりぶり	へなっ	まるやか
柔軟な	ちゆるっ	ねたっ	ばらばら	ぶりぶり	へなへな	水飴状の
収れん性の	ちりちり	ねたねた	ばらばら	ぶりん	ぺらぺら	水気が多い
じゅくじゅく	ちりっ	ねちっ	ばらり	ぶりん	べろべろ	水っぽい
じゆるじゆる	粒状の	ねちねち	ばらり	ぶりんぶりん	ポキッ	みずみずしい
じゅるっ	つぶつぶ	ねちやっ	バリッ	ぶりんぶりん	ポキッ	蜜状の
シュワシュワ	つぶれやすい	ねちやねちや	パリッ	ふるふる	ポキポキ	密な
ジュワジュワ	つまった	ねちよっ	バリバリ	ぶるぶる	ポキポキ	むちむち
シュワッ	つるっ	ねちよねちよ	パリパリ	ぶるぶる	ほくほく	むっちり
ジュワッ	つるつる	ねっちり	ひからびた	ぶるん	ほくほく	むにゅっ
シヨリシヨリ	つるり	ねっとり	びちやっ	ぶるん	ほぐれやすい	むにゅむにゅ
シヨリッ	つるん	ねとっ	びちやびちや	ぶるんぶるん	ほこほこ	もさもさ
汁気が多い	でこぼこ	ねとつく	びちやびちや	ぶるんぶるん	ぼそっ	もそっ
芯がある	とげとげ	ねとねと	ふかっ	ふわっ	ぼそっ	もそもそ
しんなり	どっしり	ねばい	ふかふか	ふわふわ	ぼそぼそ	もちっ
すかさすか	とろける	ねばっ	ぶちっ	ぶわぶわ	ぼそぼそ	もちもち
すかっ	とろっ	ねばつく	ぶちっ	ぶわぶわ	ほっくり	もっさり
すじっぽい	どろっ	ねばっこい	ぶちぶち	ふわり	ぼっくり	もったり
ずっしり	どろどろ	ねばねば	ぶちぶち	分離した	ほっこり	もっちり
砂状の	どろどろ	ねばりがある	ぶちゆ	ふんわか	ぼってり	もろい
砂っぽい	どろみがある	濃厚な	ぶちゆ	ふんわり	ぼってり	もろっ
すべすべ	どろり	のどごしがよい	ふっくら	べたっ	ぼてっ	もろもろ
すべる	どろり	のびた	ふっくり	べたっ	ぼてっ	やわらかい
スポンジ状の	なめらか	のびる	ふっくり	べたつく	ぼてぼて	軟らかい
するする	にちやっ	糊状の	ぶつつ	べたべた	ポリッ	柔らかい
ズルズル	にちやにちや	パキッ	ぶつつ	べたべた	ポリッ	ゆるい
するっ	乳状の	パキッ	ぶつつ	べちやっ	ポリポリ	わた状の
ズルッ	にゆるっ	パキパキ	ぶつつ	べちやっ	ポリポリ	
するり	にゆるにゆる	パキパキ	ぶにぶに	べちやべちや	ほろっ	
ずるり	にゆるり	歯切れがよい	ふにやっ	べちやり	ぼろっ	

[その他]

研究課題名：高性能機器及び生体情報等を活用した食品評価技術の開発

課題 ID：313-f

予算区分：新技術・新分野

研究期間：2004～2006年度

研究担当者：早川文代、神山かおる、風見由香利、阿久澤さゆり(東京農大)、井奥加奈(大阪教育大)、齋藤昌義(国際農研)、西成勝好(大阪市大)、馬場康維(統計数理研)、山野善正(おいしさの科学研)、米田千恵(千葉大)

発表論文等：1)早川ら(2005) 食科工 52(8):337-346

2)早川ら(2006) 食科工 53(6):327-336

[成果情報名] 食品製造ラインの迅速自主衛生管理に有効な蛋白質ふき取り検査法

[要約] 蛋白質拭き取り検査法の有効性を検討したところ、本法は実際の微生物汚染との間で高い相関を示す。食品製造現場での初期投資を抑えた自主管理法として有効である。

[キーワード] 自主衛生検査、蛋白質ふき取り検査、迅速検査

[担当] 食総研・食品安全研究領域・食品衛生ユニット

[代表連絡先] 電話 029-838-8067、電子メール skawasa@affrc.go.jp

[区分] 食品試験研究

[分類] 技術・普及

[背景・ねらい]

蛋白質拭き取り検査法は、判定結果が 10 秒程度で得られ、高感度かつ目視で汚染状況が判定可能であることから、食品製造現場での有効活用が期待されている。しかし、実際の食品製造現場において微生物汚染との関係を実証した報告は見当たらないため、本法の有効性について情報を提供する必要がある。それゆえ、様々な稼働生産ラインにおいてふき取り検査を実施し、蛋白質ふき取り検査法と微生物学的汚染度判定結果との比較や、従来現場作業監督者による経験的判断での汚染度判定結果と比較し、本法の有効性を検証する。

[成果の内容・特徴]

1. 蛋白質ふき取り検出市販キットの手法の一つである pH 誤差法を用いて検出限界を確認した結果、80~40 μ g の蛋白質量が存在すれば確実に通常の肉眼で検出できる（図 1）。本原理は医療分野で利用されている尿蛋白検査法を利用したものであり、BPB 系 pH 指示薬が蛋白質存在下では塩様青色化合物を形成することによる。蛋白質が存在すれば青緑色の呈色が目視により確認でき、即座にふき取り箇所の汚染の有無を検出できる。
2. 実際に稼働している食品製造現場で食品生産ライン（オムレツ・和菓子・惣菜・鶏肉・カット野菜など）からサンプリングを実施（図 2）し、本法・微生物汚染・経験的判断での汚染判定を比較した結果を表 1 に示す。蛋白質ふき取り検査法と他 2 つの汚染度判定結果との一致率は極めて良好であり（表 1）、蛋白質汚染から間接的に微生物リスクを含めた汚染原因を検出できる。本法は初期投資を抑えた自主衛生管理法として有効である。
3. 製造現場監督者による経験的判断での汚染判定では見落としてしまうような微量な汚染についても本法では検出可能であり（表 1）、食品製造過程の汚染環境の高感度モニタリングに有効である。

[成果の活用面・留意点]

1. 蛋白質ふき取り検査法は、目視による判定法であり、特別な技術・測定機器を必要としないため誰でもその場で汚染度確認が可能であり、本法は製造現場へ普及に適する技術と考えられる。
2. 蛋白質ふき取り検査法は微生物の有無を指標とした検査法ではなく、あくまでも蛋白質の有無を指標として汚染の存在を判断するものである。従って、微生物を直接検出するものではない点を留意して活用する必要がある。

[具体的データ]

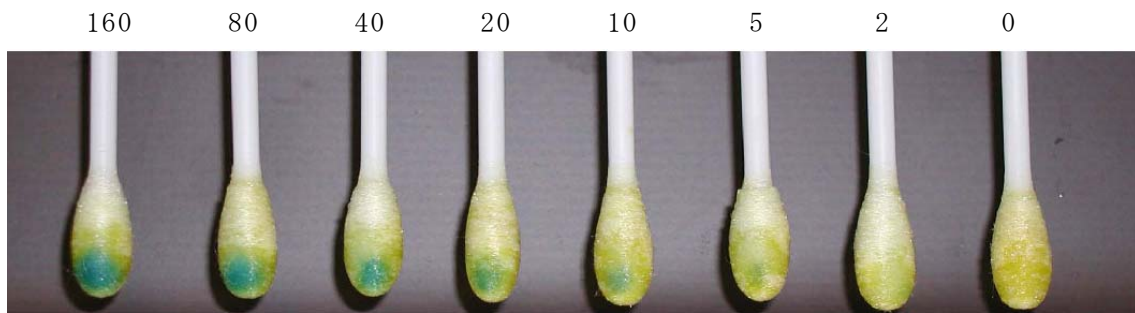


図1 pH誤差法による蛋白質検出感度

数字は綿棒に付着させた牛血清アルブミンの量(µg)を示す.

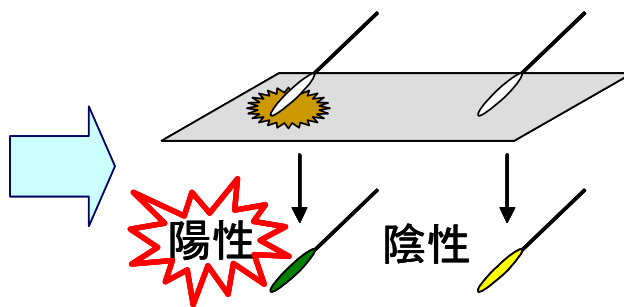


図2 実験食品製造ラインからふき取り検査を実施

表1 実験食品製造ラインでの蛋白質ふき取り検査結果とその他の汚染検査との一致

蛋白質検査	微生物汚染	経験的判断	試験数	
+	+	+	9	蛋白質検査が何らかの汚染原因と一致
+	+	-	44	
+	-	+	15	目視検査で汚染を見逃した数
+	-	-	5	
-	+	-	3	
-	-	-	76	← 非検出として一致

汚染度確認に有効なツール!

一致率: 94.7%

$$\frac{9+44+15+76}{152}$$

[その他]

研究課題名 : 危害要因の簡易・迅速・高感度検出技術の開発

課題 ID : 321-a

予算区分 : 民間結集型アグリビジネス

研究期間 : 2004~2006年度

研究担当者 : 川崎晋、川本伸一

発表論文等 : 川崎ら(2006) 日食微誌 23(4) : 230-236

[成果情報名] DNA マーカーによる品種識別と無機元素分析によるタマネギの高度産地判別法

[要 約] 北海道、兵庫県、佐賀県及び外国産を分類する 12 元素による 4 群の判別モデル、国内 3 産地と外国産を分類する 7～8 元素による 2 群の判別モデル、Sr 同位体比 ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) と無機元素組成の組み合わせによる判別式及び 19 種の DNA マーカーを用いた国内外の計 45 品種のアリアル頻度に基づくカタログを作成することで、高い中率での判別が可能である。

[キーワード] タマネギ、原産地判別、無機元素分析、ケモメトリックス、DNA マーカー、アリアル頻度

[担 当] 食総研・食品分析研究領域

[代表連絡先] 電話 029-838-8009 電子メール ayasui@affrc.go.jp

[区 分] 食品試験研究

[分 類] 技術・普及

[背景・ねらい]

輸入量の増加に伴い輸入品を国産と表示する産地偽装問題の発生や国産品種が無断で海外で生産される恐れが生じている。タマネギは産地に適した品種が栽培されることを利用して、タマネギの無機元素組成、同位体比分析、DNA による品種識別から産地を判別する方法を開発する。

[成果の内容・特徴]

1. タマネギ中の無機元素を ICP-AES 及び ICP-MS で測定し、北海道、兵庫県、佐賀県及び外国産間で分類する 12 元素による 4 群の判別モデルを構築し、309 試料を 87% の分類率で分類できた。北海道産と外国産 (7 元素)、兵庫県産と外国産 (8 元素) 及び佐賀県産と外国産 (8 元素) 間で分類する 2 群の判別モデル 3 種を構築し、それぞれ 96%、97% 及び 94% の分類率で分類できた。クロスバリデーションによる検証で、4 群の判別モデルでは 85% の的中率で、2 群の判別モデルでは、それぞれ 94%、95% 及び 94% の的中率で判別できた。
2. Sr 同位体比 ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) は、第 1 段階で Sr/Ca 比、Ca 濃度と組み合わせ、第 2 段階で比による 5 種の判別式を用い、その判定率は、86.3～96.7% であった。ブラインド試料 10 点による検証で、第 1 段階で外国産と北海道産を、第 2 段階で国産、外国産と佐賀県産を判別できた。
3. 19 種の STS 化した DNA マーカーで、国内外の計 45 品種のアリアル頻度に基づくカタログを作成し、2 群の比率の差の検定で、0.1% 及び 1% 有意水準で一部品種間を除いて識別が可能であった。ブラインド試料 17 点による検証では、全 4 機関で品種識別でき、他殖性作物でも品種を集団として捉え、マーカーの頻度比較で品種識別できることが示された。

[成果の活用面・留意点]

1. 無機元素組成による産地判別は、2 群の判別モデルで、国内 3 産地産と外国産との判別への使用が適当である。判別モデルは、複数試験室による妥当性確認を行い、農林水産消費技術センターの検査業務に使用できる形にマニュアル化され、同センターの web site で公開される
2. DNA マーカーによる品種識別は、北海道では主要な栽培品種が限定されるので、品種名を付けた流通ができれば「産地偽装を見破る」有力な方法として利用できる。西日本では、栽培品種も多く、多くは品種が混在して流通しているが、栽培・流通管理を適正にしてブランド化すれば、品種偽装あるいは品種混在品との判別が可能となる。
3. 品種識別には、対象品種の同年産の最低 24 個体による各 DNA マーカーのアリアル頻度カタログを用い、15 個体以上の調査サンプルで判定する。また、相同性が高い品種の推定には、本研究で作成した 45 品種の 2004 年度カタログ (発表論文に掲載) が使用できるが、本カタログは国内で栽培されている全ての品種をカバーしていないこと、各品種のアリアル頻度は採種ロット毎に少なからず変化することに留意する。

[具体的データ]

[試料の収集]

由来の明確な国内主要産地産及び外国産試料の収集
北海道産108点、兵庫県産77点、佐賀県産52点、外国産72点

[方法の開発]

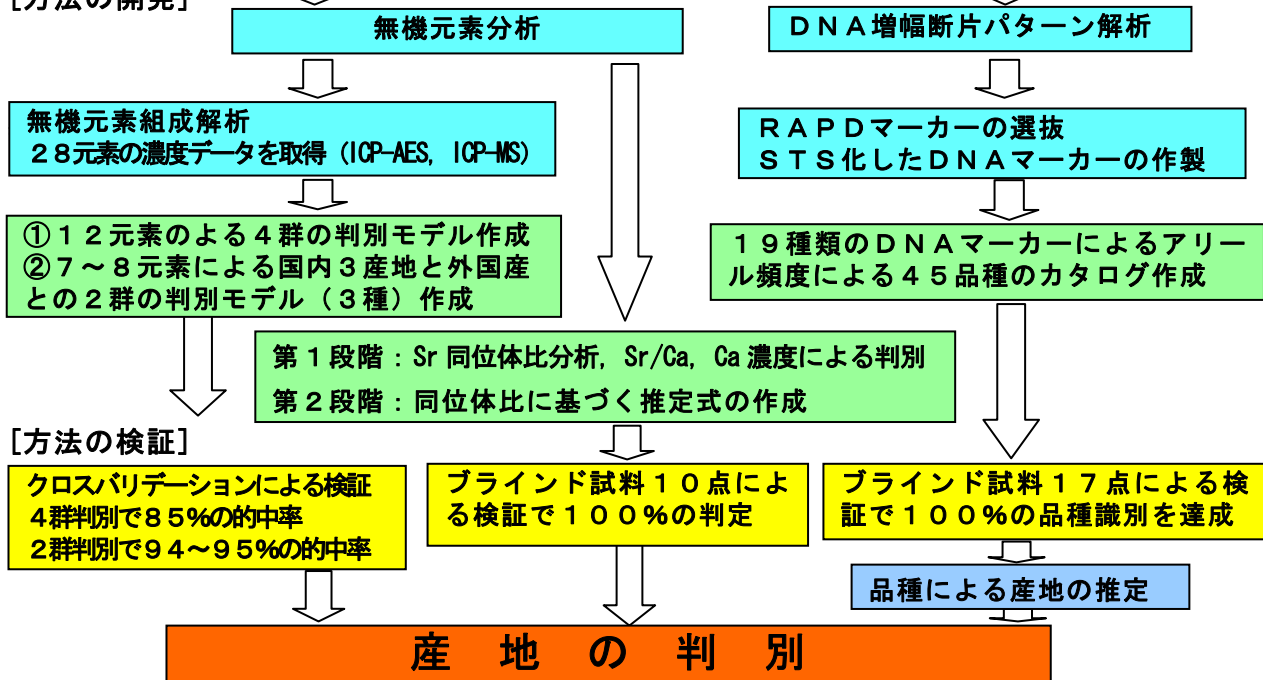


図1 産地判別法検討のフロー

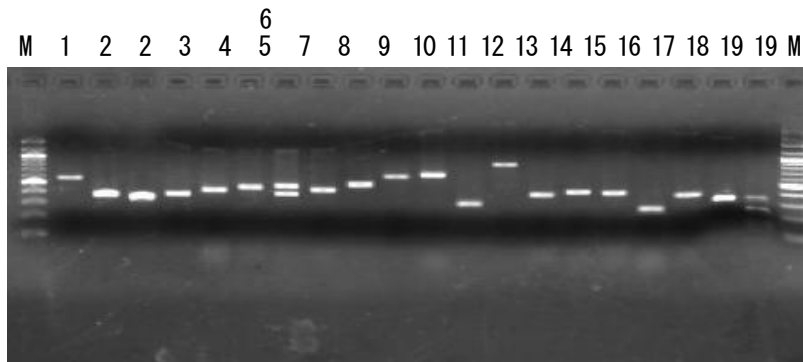


図2 タマネギの品種識別に用いた19種類のDNAマーカ

注)
マーカ名は、1. OPB3-577、2. tmLF insert、3. OPF6-382、4. OPH-429、5. API43、6. CHI-M1、7. CHI-M2、8. OPN10-443、9. OPBG19-516、10. OPW13-636、11. OPN20-690、12. OJ39、13. OPF6-873、14. API10、15. ANS、16. F3H、17. DFR、18. Xba I、19. ND4

2. は 375bp (図左) を+、350bp (図右) を-、19. は制限酵素処理で切 (図右) を+、不切 (図左) を-とし、その他のマーカは有無を+で調査。

[その他]

研究課題名:流通・消費段階における情報活用技術及び品質保証技術の開発

課題ID:324-b

予算区分:高度化事業

研究期間:2003~2005年度

研究担当者:安井明美、堀田博、鈴木忠直、有山薫(消費技セ)、法邑雄司(消費技セ)、足立静香(消費技セ)、臼井裕一(消費技セ)、西田忠志(北見農試)、野田智昭(北見農試)、柳田大介(北見農試)、紙谷元一(北海道中央農試)、河野哲(兵庫農技セ)、渡辺和彦(兵庫農技セ)、永井耕介(兵庫農技セ)、青山喜典(兵庫農技セ)、小河甲(兵庫農技セ)、望月証(兵庫農技セ)、塩飽邦子(兵庫農技セ)、吉田晋弥(兵庫農技セ)、山元義久(兵庫農技セ)、松本純一(兵庫農技セ)、玉木克知(兵庫農技セ)、杉本琢真(兵庫農技セ)、小林尚司(兵庫農技セ)、中島寿亀(佐賀農研セ)、木下剛仁(佐賀農研セ)、加藤富民雄(佐賀大)、井上興一(佐賀大)、田代洋丞(佐賀大)

発表論文等:1)Ariyama, K et al. (2006), J. Agric. Food Chem., 54(9): 3341-3350

2)Ariyama, K et al. (2007), J. Agric. Food Chem., 55(2): 347-354

3)臼井裕一ら(2006) 食科工 53(9): 498-504

4)臼井裕一ら(2006) 食科工 53(9): 505-513

[**成果情報名**] 光ルミネッセンス(PSL)による食品照射履歴検知技術の実用化

[**要 約**] 香辛料等の食品の放射線照射履歴を迅速検知する光ルミネッセンス(PSL)計測装置と判定法を開発した。本判定法では食品ごとの判定基準発光量の設定の必要はなく、照射後2年経過した試料の判別も可能である。

[**キーワード**] 光ルミネッセンス(PSL)、熱ルミネッセンス(TL)、食品照射、香辛料、

[**担 当**] 食総研・食品工学研究領域・反応分離工学ユニット/
食総研・食品安全研究領域・上席研究員

[**代表連絡先**] 電話 029-838-7323、電子メール shoji@affrc.go.jp

[**区 分**] 食品試験研究

[**分 類**] 技術・普及

[**背景・ねらい**]

一部の食品への放射線照射は有効な殺菌、殺虫、発芽抑制の技術として国際的に認知され利用されており、検知に関する研究もなされている。一方、日本ではバレイショの発芽抑制を目的とした150Gy以下の線照射以外は認められておらず、検知のための公定法もない。CEN規格(欧州標準化委員会)には、10種類の食品照射検知法があり(2007.01現在)、香辛料などの照射検知法として、熱ルミネッセンス(TL; Thermoluminescence)法や光ルミネッセンス(PSL; Photostimulated luminescence)法などの発光計測法がある。TL法は高精度であるが、判別までの一連の操作には約3日を要する。既存PSL法(EN13751)は数分以内で照射履歴を判別できるが、判別基準となる積算発光量を事前に設定する必要があり、より客観的な判別方法が必要とされていた。

本研究では輸入食品の履歴検証や消費者への信頼できる情報提供の観点から、迅速な照射食品の検知技術として新たにPSL計測装置を開発し、基準発光量を必要としない客観的な判別方法を見出した。

[**成果の内容・特徴**]

1. 自発発光計測装置に、励起光源、励起光カットフィルタを組み込みPSL計測装置を開発した(図1)。測定用試料セルには5cmのステンレスシャーレを使用する。
2. PSLは食品そのものではなく、微量に混入した鉱物等の結晶構造が発光源と考えられている。放射線由来のエネルギーは、結晶構造中にトラップされ光励起(刺激)により光として放出される。そのため、放射線照射された試料では励起光照射後PSLの発光量は減衰し、対照区ではPSLが生じないことを明らかにした(図2)。本判別法は既存PSL法のような判別のための基準発光量が不要である。
3. 開発装置・判別法を使用して、市販の香辛料・乾燥野菜(計30種)に1kGy照射し、1ヶ月後の検知の可能性を検討したところ、28種で検知可能であった。さらに、5kGy以上照射したパプリカでは2年経過しても検知可能である(図3)。

[**成果の活用面・留意点**]

1. 本研究の成果により、香辛料や乾燥野菜の放射線照射の有無を迅速に測定する技術ならびに測定装置を開発した。
2. 今後は複数の研究機関での共同実験(コラボ)により、妥当性確認、標準化する。
3. 本研究は、食品総合研究所、東京都立産業技術研究所(現:地方独立行政法人 東京都立産業技術センター)ならびに日本放射線エンジニアリング株式会社との共同研究で実施されたものである。

[具体的データ]

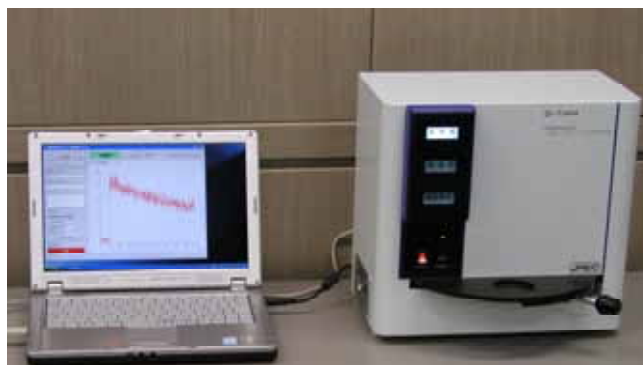
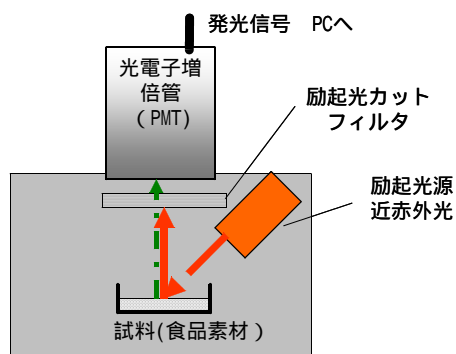


図1 PSL測定装置の構造の概略と開発装置

(左:概略図、右:開発装置の写真)

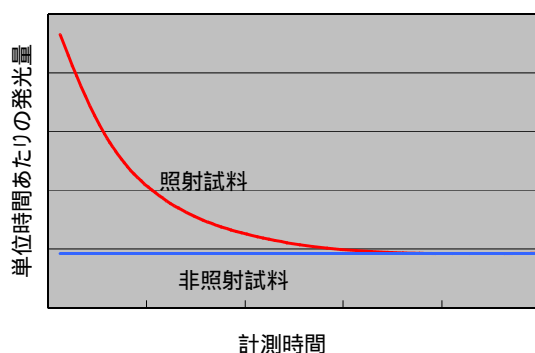


図2 新しいPSL判別方法(概念図)

放射線照射試料は単位時間あたりの発光量が時間とともに減少する。非照射試料は発光しない。

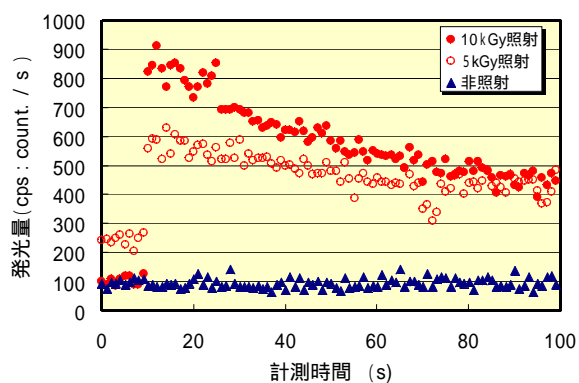


図3 ガンマ線照射処理2年後の検知の可能性

パブリカ(2004/08/22照射、2006/09/08測定)

[その他]

研究課題名：流通・消費段階における情報活用技術及び品質保証技術の開発

課題ID：324-b

予算区分：安信プロ

研究期間：2006-2010年度(2006年)

研究担当者：穂原昌司、等々力節子、鍋谷浩志

発表論文等：1)後藤典子ら(2005)食品照射 40巻(1,2)：11-14

2)穂原昌司、等々力節子(2006)食総研ニュース No.16：6-7

[成果情報名] フラボノイドの構造と抗炎症活性の強さとの関係

[要 約] 炎症反応の初期過程において重要な役割を担うプロスタグランジンの生合成は、ラットの炎症性腹腔マクロファージを用いた脂肪酸シクロオキシゲナーゼ評価系において、フラボン骨格を持つバイカレインやアピゲニンなどで最も強く抑制される。

[キーワード] フラボノイド、アレルギー炎症抑制、脂肪酸シクロオキシゲナーゼ

[担 当] 食総研・食品機能研究領域・機能性成分解析ユニット

[代表連絡先] 電話 029-838-8055、電子メール yuko@affrc.go.jp

[区 分] 食品試験研究

[分 類] 研究・参考

[背景・ねらい]

近年、花粉症やアトピー性皮膚炎などのアレルギー性炎症疾患は増加の一途をたどっているが、食品によるこれらの症状低減を目的として、フラボノイドの抗炎症活性を明らかにする。炎症の指標として、炎症反応初期に重要な役割を担うプロスタグランジン (PG) の生合成に着目し、この律速酵素となる誘導型の脂肪酸シクロオキシゲナーゼ (COX) -2の蛋白質発現およびPGE₂産生量に対するフラボノイドの効果について、構造活性相関を中心に検討を行う。また、特にCOX-2の選択的阻害剤は、副反応の少ない抗炎症薬として期待されていることから、常在型のCOX-1酵素蛋白質の発現についても併せて検討する。

[成果の内容・特徴]

1. フラボノイドの構造とPG産生抑制活性を検討したところ、抑制活性を示すためには4位のケトン基が必須である。COX-2は酸化酵素であることから、抗酸化活性の高いカテキンやアントシアニンに高い抑制活性が期待されたにもかかわらず、PGE₂産生抑制活性が認められない (IC₅₀>1000μM) のは、この構造を持たないためと考えられる。さらに、C2-C3位における二重結合およびA環の5,7位の水酸基は活性を強める (図1)。また、配糖体とアグリコンではアグリコンの活性が高いことから抑制活性の発現にはフラボノイドの細胞透過性が関与するものと推定される。
2. PGE₂産生抑制活性は、フラボンに属するバイカレインやアピゲニンなどが最も高く、非ステロイド抗炎症剤であるAspirin® とほぼ同等のIC₅₀ (50%阻止濃度) 値を示す。次いで、フラバノンのエリオディクチオールやナリングニン、イソフラボンのゲニステイン、フラボノールの7-ヒドロキシフラボノール、ケンフェロールなどにおいて高い抑制活性が認められる (表1)。
3. さらに、強いPGE₂抑制活性を有するアピゲニン等では、COX-2蛋白質の発現を選択的に抑制する (図2)。以上により、フラボノイドは、酵素活性阻害およびタンパク質発現抑制の両面から抗炎症活性を示すものと推定される。COX-2酵素蛋白質そのものの発現を選択的に抑制しうるフラボノイドは、副反応の少ない抗炎症活性成分としての利用が期待される。

[成果の活用面・留意点]

1. 青果物などに含有されるフラボノイドは大部分が配糖体であるが、腸内細菌による糖の加水分解等によってアグリコンとなり、経腸吸収されることが報告されている。また、炎症局所では抱合体を分解してアグリコンとする酵素活性の亢進が知られており、有効性は高いと考えられる。

[具体的データ]

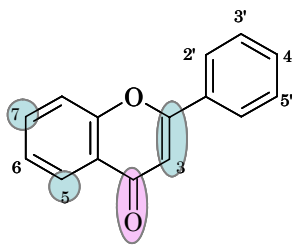
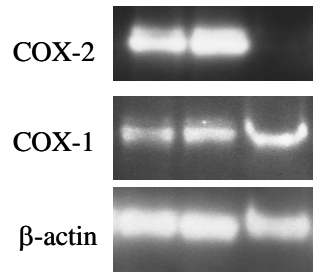


図1 フラボノイドの基本構造
(例:フラボン)

- 活性発現に必須の構造
- 活性を強める構造



0.4 4.0 40 μM
COX-2/COX-1 (2.8) (2.3) (0.1)

図2 COXタンパク質発現に対する
アピゲニンの抑制効果

表1 LPS刺激-ラット腹腔マクロファージにおけるフラボノイドのPGE₂50%産生抑制濃度(IC₅₀)

サブクラス(構造) 名称	IC ₅₀ (μM) [*]	サブクラス(構造) 名称	IC ₅₀ (μM) [*]
フラボン		フラバノン	
5-ヒドロキシフラボン	10.6±3.9 ^b	ナリンゲニン	7.9±1.9 ^b
7-ヒドロキシフラボン	5.2±2.2 ^b	エリオディクチオール	7.2±1.7 ^b
クリシン	2.8±0.4 ^b	ヘスペレチン	8.4±1.3 ^b
バイカレイン	2.5±0.9 ^b		
アピゲニン	3.3±2.0 ^b	イソフラボン	
7,3',4'-トリヒドロキシフラボン	36.3±18.8 ^c	ダイゼイン	37.6±14.3 ^c
		ゲニステイン	7.2±2.3 ^b
フラボノール		その他	
3-ヒドロキシフラボン	30.6±26.8 ^c	レスベラトロール(スチルベン類)	7.6±1.9 ^b
7-ヒドロキシフラボノール	10.7±6.6 ^b		
ガランギン	14.3±2.6 ^{bc}	非ステロイド抗炎症剤、COX-2選択的阻害剤	
ケンフェロール	13.1±1.7 ^b	アスピリン [®]	2.9±2.1 ^b
ケルセチン	13.9±2.3 ^{bc}	NS-398	<0.1 ^a

^{*}Fisher's PLSD 検定により、^{a, b, c}の異なる文字間には5%有意水準で差が認められた。

[その他]

研究課題名：農産物・食品の機能性評価技術の開発及び機能性の解明

課題 ID：312-e

予算区分：所内交付金プロジェクト

研究期間：2006～2010年度

研究担当者：石川祐子、後藤真生、新本洋士、八巻幸二（国際農研）

発表論文等：Y. Takano-Ishikawa, M. Goto, K. Yamaki (2006), *Phytomedicine*, **13**(5) :

310-317

[成果情報名] 天然抗菌物質による「ういろう」の微生物制御

[要約] ういろうにグリシンを添加することで、品質に影響を与えることなく食中毒原因微生物であるセレウス菌、あるいは離水の原因となる枯草菌の増殖を効果的に抑制することができる。

[キーワード] 和菓子、食中毒、離水、微生物制御

[担当] 食総研・食品安全研究領域・食品衛生ユニット

[代表連絡先] 電話 029-838-8067、電子メール inatu@affrc.go.jp

[区分] 食品試験研究

[分類] 技術・参考

[背景・ねらい]

生和菓子の原料である米粉あるいは餡にはセレウス菌が含まれていることがあり、また作業者の手指から黄色ブドウ球菌の汚染を受けることもある。原料あるいは作業環境に由来する枯草菌は、羊糞あるいはういろう類の離水を引き起こす。そこで「阿波ういろう」中における食中毒原因細菌あるいは品質劣化細菌の挙動を明らかにする。また天然抗菌物質による効果的な微生物制御法を開発する。

[成果の内容・特徴]

1. 市販阿波ういろう29品目の水分活性は0.900-0.949、糖度は48.0-64.0%であり、食中毒原因微生物が容易に増殖可能な範囲に入っていた。
2. 枯草菌胞子は100℃、70分蒸製後も生存した。残存胞子は30℃、4日間の保存で離水を引き起こすに足る生菌数(6logCFU/g以上)まで増殖した(図1)が、5.0mg/gのグリシン添加により完全に増殖が抑制された(図2)。
3. セレウス菌胞子は蒸製により死滅した。蒸製後に接種したセレウス菌は、枯草菌よりも最終到達菌数が低かったが、30℃3日保存後に5logCFU/g台に達したのもあった。しかし5.0mg/gのグリシン添加により、セレウス菌の増殖は完全に抑制された(図3)。
4. 黄色ブドウ球菌は蒸製により死滅した。蒸製後に接種した同菌は1日後に6logCFU/g近くまで増殖した(図3)。実用濃度におけるグリシン、ホップエキスおよび鮭精子由来蛋白質の添加効果は見られなかった。
5. 官能検査の結果、5.0mg/gグリシン添加区は対照区と比較して、色調、味およびテクスチャーに有意な差は検出されなかった。

[成果の活用面・留意点]

1. 「阿波ういろう」は米粉と砂糖に生餡を練り込んで蒸製して製造される。このような生菓子の場合、セレウス菌および黄色ブドウ球菌は蒸製によって、ほぼ完全に殺菌できることが示された。ただし、食品から分離されたセレウス菌の一部が高度な熱耐性を示すという報告があるので注意を要する。
2. 枯草菌胞子は蒸製によって殺菌されず、製造後の保温により離水を引き起こした。5.0mg/gのグリシンを添加することで、品質に影響を与えることなく、枯草菌およびセレウス菌の問題は解決できる。
3. 蒸製後の阿波ういろう上では黄色ブドウ球菌が旺盛に生育した。ういろうに関しても、ナイシンの使用によってこの菌の増殖は抑制可能であるとする報告もある。しかしこの物質の使用は日本では禁止されているため、黄色ブドウ球菌については、製造過程における一般衛生管理で対処することが求められる。

[具体的データ]

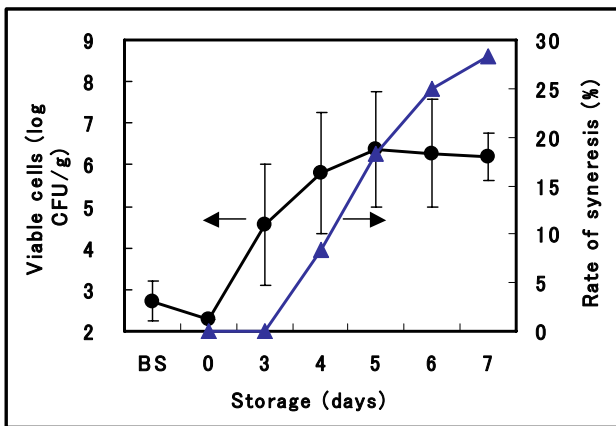


図1 未接種阿波ういろうにおける
残存枯草菌胞子の増殖と離水率
● 生菌数
▲ 離水率 (60 検体中の離水検体
の割合)

保存温度は30℃。

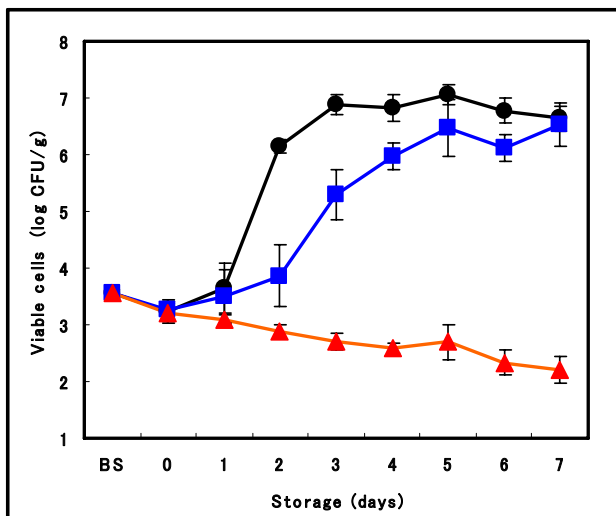


図2 加熱前に接種した枯草菌の増殖

- 添加物なし
- グリシン2.5mg/g添加
- ▲ グリシン5.0mg/g添加

保存温度は30℃。

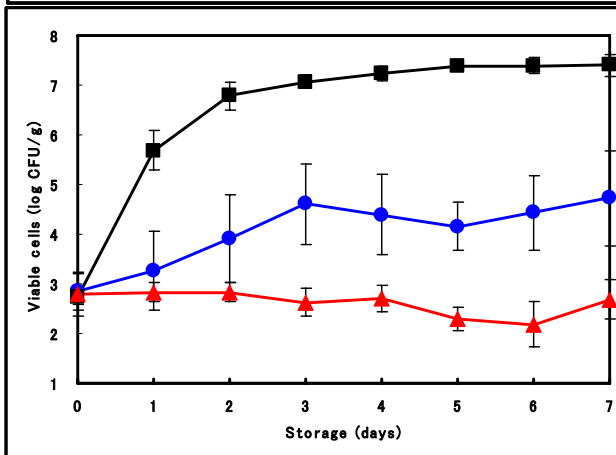


図3 加熱後に接種した黄色ブドウ球
菌およびセレウス菌の増殖

- 黄色ブドウ球菌、
(グリシンなし)
- セレウス菌、グリシンなし
- ▲ セレウス菌、グリシン添加

保存温度は 30℃。

[その他]

研究課題名：危害要因の簡易・迅速・高感度検出技術の開発

課題 ID：321-a

予算区分：所内交付金プロ

研究期間：2006年度

研究担当者：岡久修己、稲津康弘、川本伸一

発表論文等：Okahisa et al.(2007) J. Food Prot. (投稿中)

[成果情報名] コメ中フモニシン類の検出技術の開発

[要 約] コメ中のフモニシンの高感度な検出法を開発した。分析試料 10 gを 75%メタノール 50 mlで抽出し、固相抽出カートリッジ (Accell Plus QMA) を使用前平衡化無しで使用し、LC-MS/MS法で検出することで、フモニシンB₁(FB₁)、B₂(FB₂)、B₃(FB₃)のLOD0.005ppmでの測定が可能となった。

[キーワード] コメ、フモニシン、HPLC-FL 法、LC-MS/MS 法

[担 当] 食総研・食品安全研究領域・化学ハザードユニット

[代表連絡先] 電話 029-838-8069、電子メール kushirom@affrc.go.jp

[区 分] 食品試験研究

[分 類] 研究・参考

[背景・ねらい]

フモニシンはフザリウム属菌由来のマイコトキシンで、諸外国で主にトウモロコシ及びトウモロコシ加工食品のフモニシン汚染が問題となっている。コメでも数少ないがフモニシン汚染の報告があり、イネに付着するジベレラ菌 (フザリウム属菌の完全世代) のフモニシン産生能の報告があることから、国内で流通しているコメのフモニシン汚染が懸念されるが、コメ中フモニシンの分析法は確立されていない。そこで今回、コメ中フモニシンの実用的な検出・定量法の検討を行った。

[成果の内容・特徴]

1. これまでにトウモロコシ中フモニシンB₁(FB₁)、B₂(FB₂) 分析法としてAOAC公認法 (AOAC995.15) があることから、フモニシンB₃(FB₃)も検討種に加え、前処理法の効率化をはかった。AOAC995.15 法では試料 50 gを溶媒 100 mlで抽出するが、試料 10 gを溶媒 50 mlで抽出しても分析値の有意差は無かった (自然汚染トウモロコシ試料、表 1)。また自然汚染の無いコメ試料を用いて、AOAC995.15 法に基づき添加回収試験を行い、AOAC995.15 法記載の固相抽出カートリッジ (Bond Elut SAX (Varian社)) と、他の市販固相抽出カートリッジ (Accell Plus QMA (Waters社)) を比較したところ、いずれも 5 ml溶出で良好な結果 (回収率: 70%~120%) が得られた (表 2)。
2. AOAC995.15 法では、抽出溶媒を 75%メタノールとしており、トウモロコシ、コメ試料の多くで良好な結果 (回収率: 70%~120%) が得られたが、コメの一部では低回収率の試料があった。抽出溶媒組成中の水含量を上げることで回収率が向上した (表 3)。
3. AOAC995.15 法記載のHPLC-蛍光 (HPLC-FL) 法とLC-タンデム質量分析器 (LC-MS/MS) 法による検出を比較した。ブランク値の3倍を検出限界(LOD) とした場合、HPLC-FL法でのLODは 0.05 ppm (FB₁)ならびに 0.1 ppm (FB₂、FB₃)、LC-MS/MS法でのLODは 0.005 ppm (FB₁、FB₂、FB₃)であった (図 1、図 2)。

[成果の活用面・留意点]

1. 試料 50 g/溶媒 100 ml抽出を試料 10 g/溶媒 50 ml抽出としても、分析値の有意差は無く (自然汚染トウモロコシ試料)、FAPAS (トウモロコシ中FB₁、FB₂) で良好なスコアが得られた。今後、人工フモニシン汚染コメ試料を内部精度管理用試料として作成する。
2. Bond Elut SAXとAccell Plus QMAではほとんど性能に差が無く、後者では使用前平衡化無しでも良好な結果が得られるため、後者を使用事前平衡化無しで使用することで精製時間が短縮できる。
3. コメの種類や保存状態によっては抽出法の変更が必要である。
4. LC-MS/MS法により、HPLC-FL法に比べ、高感度な検出が可能となった。

[具体的データ]

表1 分析サンプル量/抽出溶媒量の違いによる分析値の違い (トウモロコシ中ppm, n=5)

	50 g/100 ml	50 g/250 ml	20 g/100 ml	10 g/50 ml
FB ₁	1.84 ± 0.05	2.03 ± 0.17	1.87 ± 0.16	2.01 ± 0.08
FB ₂	0.67 ± 0.04	0.85 ± 0.08	0.73 ± 0.09	0.83 ± 0.07
FB ₃	0.22 ± 0.02	0.22 ± 0.02	0.22 ± 0.03	0.26 ± 0.01

表2 固相抽出カートリッジ種類・使用法による回収率の違い (コメ+0.5 ppm, %, n=3)

	Bond Elut SAX 使用前平衡化(+)		Accell Plus QMA 使用前平衡化(+)		Accell Plus QMA 使用前平衡化(-)	
	分画1 (0-5 ml)	分画2 (5-10 ml)	分画1 (0-5 ml)	分画2 (5-10 ml)	分画1 (0-5 ml)	分画2 (5-10 ml)
FB ₁	75.3 ± 2.1	7.4 ± 0.4	71.2 ± 0.4	10.6 ± 0.9	72.7 ± 1.0	13.6 ± 2.3
FB ₂	70.1 ± 1.7	5.9 ± 0.3	74.2 ± 1.7	9.8 ± 0.3	74.8 ± 0.7	14.9 ± 4.1
FB ₃	69.6 ± 0.2	5.7 ± 0.3	71.9 ± 1.0	9.1 ± 0.3	71.9 ± 0.4	10.8 ± 1.9

表3 抽出溶媒の違いによる回収率の違い (コメ+0.5 ppm, %, n=1)

サンプル名	抽出溶媒	FB ₁	FB ₂
玄米#R2	75%MeOH	38	44
玄米#R2	MeOH:MeCN:Water=1:1:2	69	71

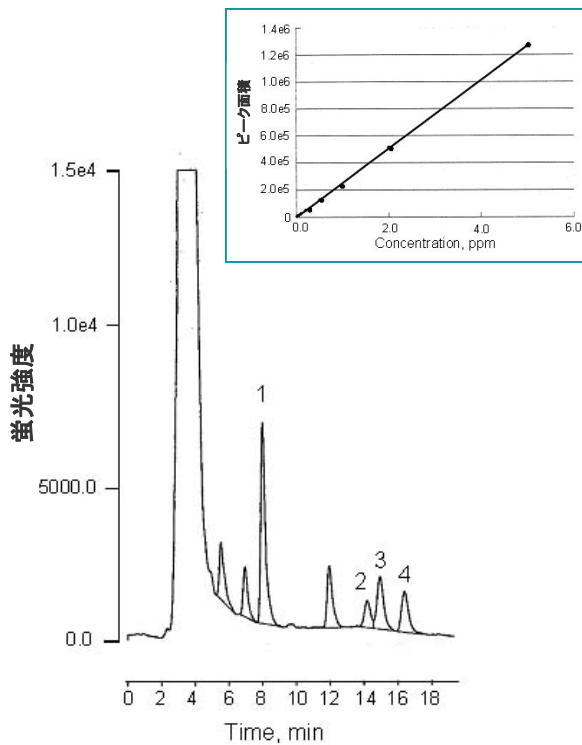


図1 フモニシン類のHPLC-FL分析
(1: FB₁, 2: 3-epi FB₃, 3: FB₃, 4: FB₂)
と検量線 (FB₁)
(定量可能範囲: 0.1~5.0ppm)

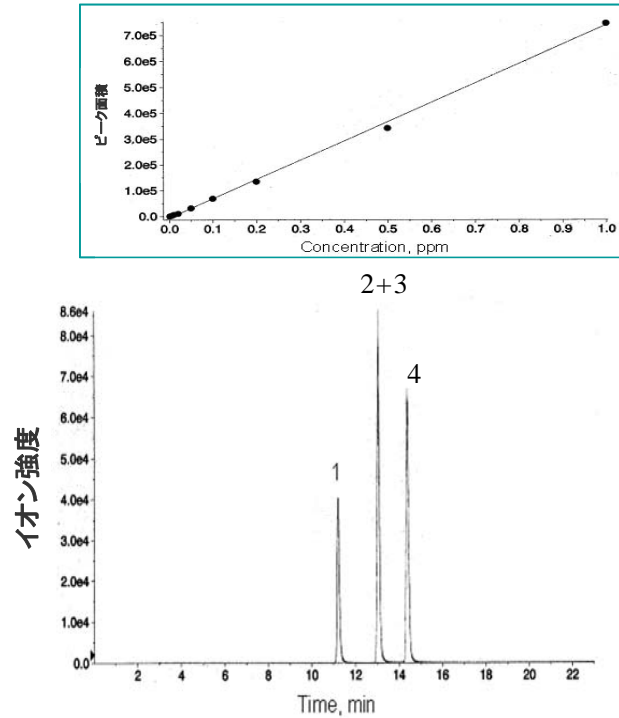


図2 フモニシン類のLC-MS/MS分析
(1~4は図1と同じ)と検量線 (FB₁)
(定量可能範囲: 0.01~1.0ppm)

[その他]

研究課題名: 危害要因の簡易・迅速・高感度検出技術の開発

課題 ID: 321-a

予算区分: 技会委託「食品」

研究期間: 2006年度~

研究担当者: 久城真代、田中健治

発表論文等: 久城(2006) 飯島記念食品科学振興財団年報: 171-175

[成果情報名] カップ麺製品へのノシメマダラメイガ幼虫の侵入様式と発育

[要 約] ノシメマダラメイガ幼虫は、カップ麺製品の包装フィルム上にある空気抜き穴をかじり、容器とフィルムの間隙に侵入する。また、製品の中身の即席麺を餌として成虫まで発育できる。どんぶり型容器のカップ麺製品への本種の侵入防止には、空気抜き穴を少なくし背貼りのない包装が望ましい。

[キーワード] カップ麺製品、ノシメマダラメイガ、昆虫混入、即席麺

[担 当] 食総研・食品安全研究領域・食品害虫ユニット

[代表連絡先] 電話 029-838-8081、電子メール akihirom@affrc.go.jp

[区 分] 食品試験研究・共通基盤病虫害（虫害）

[分 類] 技術・参考

[背景・ねらい]

食品メーカーにとって、異物混入による製品回収の経費や企業イメージの低下は企業経営に悪影響が懸念され大きな問題になっている。異物混入のクレームの現状は明らかではないが、公的機関でのデータをみると、昆虫は異物混入の内24.5%（国民生活センター）、40.2%（東京都衛生局）を占め、最も頻度が高い異物である。昆虫の混入に対する対策は、その労力が膨大であるにもかかわらず、実用的な研究が非常に遅れている。本研究では、昆虫混入が知られている様々な包装形態を持つ加工食品のうち、どんぶり型容器のカップ麺製品を取り上げ、その主要害虫であるノシメマダラメイガ幼虫の侵入様式を明らかにし、製品の中身の即席麺を餌とした場合の発育の可否を調べる。

[成果の内容・特徴]

1. 図1に示した方法により調査した結果、終齢幼虫（孵化後19日目）はシュリンクフィルムと容器の間の空間の大きな箇所を好んで侵入する。フィルムのふた面や側面にある空気抜き穴および側面や底面にある背貼り（フィルムのつなぎ目）上にある穴に対し幼虫のかじり跡が確認される（図2）。またフランジ（ふたの縁）ではフィルム上から発泡ポリスチレンシート容器を穿孔し、容器内へ侵入して、即席麺を摂食している個体が認められる。
2. 即席麺を餌とした場合、室温30℃、湿度70%、16L8Dの条件においてノシメマダラメイガ幼虫は成虫まで平均33~34日で発育し、成虫羽化率は30%と、良好な餌である米糠と比べて劣る（表1）。

[成果の活用面・留意点]

1. カップ麺製品のどんぶり型容器に使われているシュリンク包装に対して、ノシメマダラメイガ終齢幼虫は侵入できるので、昆虫混入に対して注意が必要である。
2. 幼虫はカップ麺容器の側面部分のフィルムに開口する空気抜き穴をかじって侵入する頻度が最も高いことから、フィルムの空気抜き穴を少なくする工夫が必要である。
3. 幼虫は容器の背貼り部分からも侵入するため、背貼りないシュリンク包装へ改善できれば、侵入頻度を低くできる。
4. 幼虫はフランジから発泡ポリスチレンシート容器を直接穿孔することから、フランジ表面に側面と同様なコート剤を塗布するなど侵入防止を図る必要がある。
5. 本研究の結果は、どんぶり型容器のカップ麺製品に対して有効である。カップ麺製品には様々な容器と包装形態があり、ノシメマダラメイガ幼虫の侵入様式は製品ごとに異なる可能性があり個々について検討が必要である。

[具体的データ]

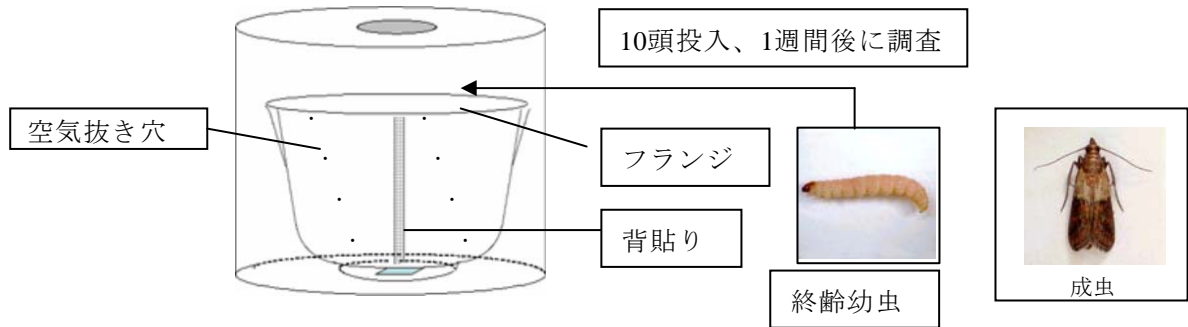


図1 ノシメダラメイガ幼虫のカップ麺製品に対する侵入実験

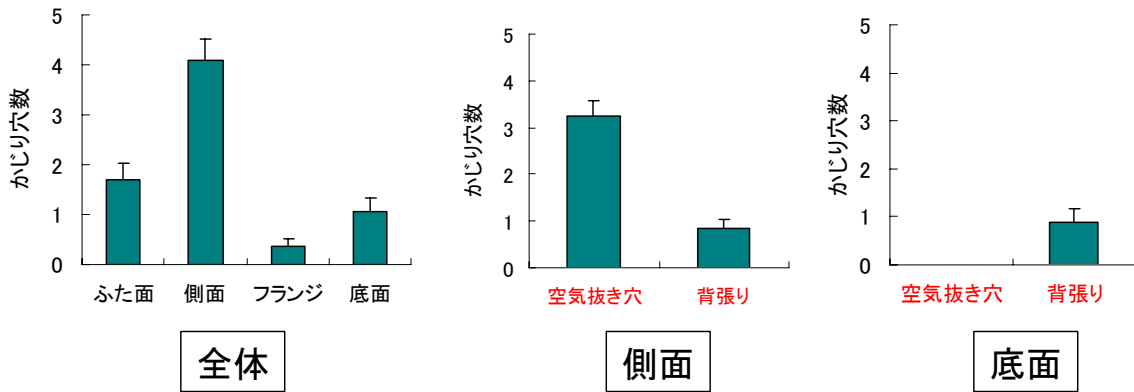


図2 カップ麺容器に対するノシメダラメイガ幼虫のかじり部位と穴数

表1 カップ麺製品の中身におけるノシメダラメイガ幼虫・蛹の発育

餌	N	羽化個体数		羽化率 (%)	幼虫・蛹の発育期間 (日)		羽化直後の生体重 (mg)	
		♂	♀		♂	♀	♂	♀
麺	80	7	17	30	33.1±4.1a	34.4±3.4a	5.7±2.2a	8.9±3.7a
油揚げ	40	0	0	0	-	-	-	-
粉末スープ	20	0	0	0	-	-	-	-
米糠(対照)	60	27	23	83.3	24.5±0.5b	24.3±0.5b	8.03±1.5b	12.3±2.9b

(t検定 p<0.01)

[その他]

研究課題名：流通農産物・食品の有害生物の制御技術の開発

課題ID：323-e

予算区分：食品総合

研究期間：2006年度

研究担当者：宮ノ下明大、今村太郎、村田未果

発表論文等：村田ら（2006）応動昆 50(2)：131-136

[成果情報名] 無機元素組成による黒大豆「丹波黒」の一粒産地判別

[要約] 黒大豆「丹波黒」について、ICP-AES及びICP-MSにより24元素測定し、その中から選択した6元素とKとの濃度比により、日本産と中国産を分類できる線形判別モデルを構築した。一粒判別に適用したところ、約84%が的中した。さらに、ICP-MS測定元素とKとの濃度比のみから選択し構築した線形判別モデルでは、約94%が的中できた。

[キーワード] 産地判別、無機元素、丹波黒、一粒

[担当] 食総研・食品分析研究領域・分析ユニット

[代表連絡先] 電話 029-838-8059、電子メール yhomura@affrc.go.jp

[区分] 食品試験研究

[分類] 技術及び行政・参考

[背景・ねらい]

JAS法において、一般消費者の選択に資するため、生鮮食品の産地表示が義務づけられて5年以上経過するが、輸入品の高価な日本産への偽装表示が後を絶たない。黒大豆の品種の一つである「丹波黒」は、日本から持ち出された種子により栽培された中国産が日本国内へ輸入されている。また、黒大豆は粒のため、中国産を日本産と表示するだけでなく、両産地の黒大豆を混合し、日本産と表示する産地偽装も懸念される。無機元素組成による産地判別技術は、効率的な産地表示調査及び産地偽装表示の抑止効果が期待されているが、本成果では、黒大豆「丹波黒」の一粒を対象として、日本産、中国産を判別し、日本産及び中国産の混合による産地偽装表示を監視する。

[成果の内容・特徴]

1. 国産、中国産計66点の丹波黒の約100粒を酸分解し、ppm～pptレベルの元素分析が可能であるICP-AES(誘導結合プラズマ発光分析)及びICP-MS(誘導結合プラズマ質量分析)により24元素を測定した。また、得られたデータ(66点×24元素濃度)について主成分分析した結果、国産、中国産が分離した(図1)。
2. 後進ステップワイズ法により選択した6元素(Ba, Ca, Mn, Nd, W, Ni)とKの濃度比により、全66点の国産、中国産を正しく分類する線形判別モデル(A)を構築した。さらに、ICP-MSで測定した元素(15元素)は、ICP-AESで測定した元素に比べ、試料内の粒の濃度変動が試料間の変動に対して小さいことから、ICP-MS測定元素(15元素)から選択した3元素(Cd, Cs, V)とKとの濃度比による線形判別モデル(B)も構築した(表1)。
3. モデル構築に用いた試料65点と新たに収集した試料32点の計97点から一粒ずつ取り出し、各元素とKとの濃度比を測定し、構築した判別モデル(A)により判別したところ、モデル構築に用いた試料では約92%、新たに入手した試料では約66%が的中した。さらに、線形判別モデル(B)では、モデル構築に用いた試料は約95%、新たに入手した試料は約91%が的中し、判別の中率を向上させることができた(表2)。

[成果の活用面・留意点]

市販の黒大豆「丹波黒」について、黒大豆一粒の無機元素濃度比を測定し、線形判別モデルにより日本産、中国産を判別することで、中国産を日本産と表示する産地偽装のほかに、両産地を混合し、日本産と表示する偽装を監視することができる。

[具体的データ]

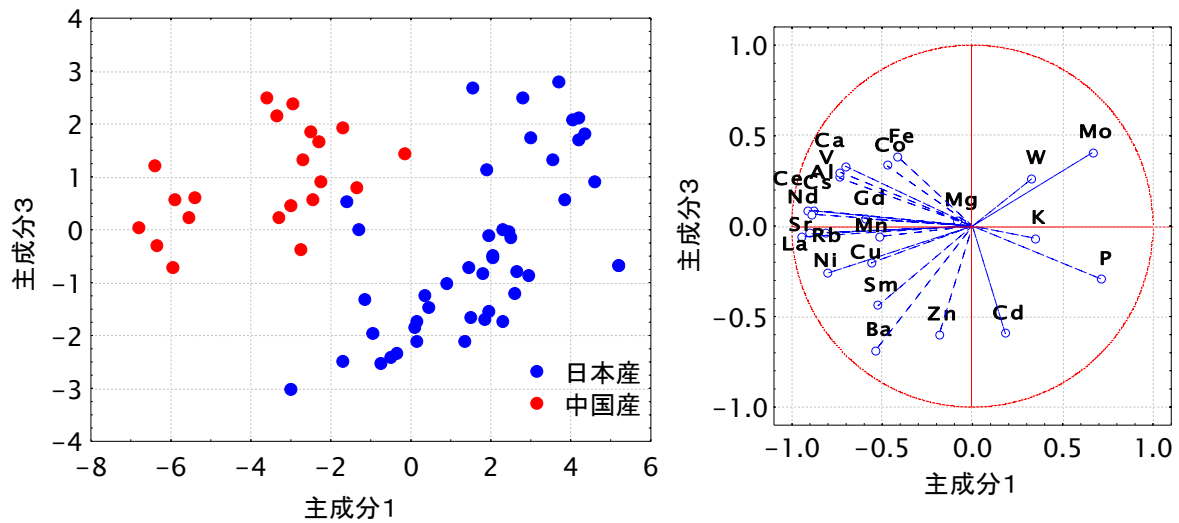


図 1 主成分得点及び因子負荷量

表 1 線形判別モデルの係数と定数

	モデル A	モデル B
Ba (/K)	1.17×10^5	-
Ca (/K)	-9.16×10^2	-
Mn (/K)	3.23×10^4	-
Cd (/K)	-	6.93×10^5
Cs (/K)	-	-2.02×10^6
V (/K)	-	-1.03×10^7
Nd (/K)	-4.45×10^7	-
W (/K)	2.17×10^7	-
Ni (/K)	-5.05×10^4	-
定数	4.02×10^1	1.09×10^1

判別式には濃度比を代入し、正の場合は日本産、負の場合は中国産と判別する。

表 2 線形判別モデルの一粒判別の中率

		モデル A		モデル B	
モデル構築に用いた試料	国産	93% (41/44)	92% (60/65)	98% (43/44)	95% (62/65)
	中国産	90% (19/21)		90% (19/21)	
新たに入手した試料	国産	65% (11/17)	66% (21/32)	94% (16/17)	91% (29/32)
	中国産	67% (10/15)		87% (13/15)	

[その他]

研究課題名：流通・消費段階における情報活用技術及び品質保証技術の開発

課題 ID：324-b

予算区分：経常

研究期間：2004～2005年度

研究担当者：法邑雄司、鈴木忠直、小阪英樹、堀田博、安井明美

発表論文等：1)法邑ら(2006) 食科工 53(12)：619-626

2)法邑ら(2005) 日作紀 74(1)：36-40

[成果情報名] イネ若葉に含まれる機能性フラボノイド成分

[要 約] イネ若葉乾燥粉末より、メラニン生成抑制作用及び好塩基球脱顆粒抑制作用を有するポリフェノール画分を得た。LC-MS/MS 及び NMR 解析により、この画分にはフラボン C-グリコシド類が含まれ、フラボン構造が脱顆粒抑制活性に関連していると推察された。

[キーワード] イネ若葉、好塩基球脱顆粒抑制、メラニン生成抑制、ポリフェノール、フラボン、C-グリコシド

[担 当] 食総研・食品分析研究領域・状態分析ユニット

[代表連絡先] 電話 029-838-8033、電子メール mitsuru@affrc.go.jp

[区 分] 食品試験研究

[分 類] 研究・参考

[背景・ねらい]

出穂前の幼若イネを粉末化したものが青汁原料として市販され、その便通改善効果が報告されている。幼若イネには一般の野菜と比較して多くのポリフェノールが含まれるため、その他の生理作用についても興味を持たれる。そこで、幼若イネのポリフェノール成分に着目し、その生理作用と化学構造について調べた。

[成果の内容・特徴]

1. イネ若葉乾燥粉末を水抽出し、固相抽出カラムクロマトグラフィーにより、ポリフェノール画分を得た。
2. このポリフェノール画分は、マウスメラノーマ B16 細胞を用いた試験において、100 µg/mL の濃度で、アルブチン 100 µmol/L (27 µg/mL) 相当のメラニン生成抑制作用を示した。
3. このポリフェノール画分から逆相 HPLC により、5 つの成分 I、II、III、IV および V を分離した (図 1)。
4. LC-MS/MS 分析で、これらの画分に含まれる物質がフラボン C-グリコシドであることが示され、そのうち II、III、IV は NMR 解析により、neocarlinoside、carlinoside、および isoorientin-2"-O-β-glucopyranoside と同定された (図 2)。I は LC-MS/MS 分析で neocarlinoside 以外の carlinoside の異性体であることが示唆された。V の画分は、アグリコンに C-グリコシド、O-グリコシドおよび有機酸が結合した 2 種の化合物から構成されていると見られた。
5. 抗アレルギー作用をラット好塩基球性白血病細胞 RBL-2H3 の顆粒中の酵素 β-hexosaminidase の放出抑制活性で評価したところ、5 つの HPLC 画分は、アグリコンに結合した糖の種類や有機酸エステルの存在に関係なく、同じような用量依存性で脱顆粒を抑制した (図 3)。よって、各成分に共通したフラボン構造が抑制活性に関連していると考えられる。

[成果の活用面・留意点]

1. メラニン生成抑制作用及び脱顆粒抑制作用を有するイネ若葉のフラボン C-グリコシド類は、青汁以外の食品や化粧品にも添加物として利用できる可能性がある。
2. フラボン C-グリコシド類は、イネに豊富に含まれるが、大麦や唐辛子、スマレ、ナデシコなど広範な植物にも含まれることが報告されているので、フラボン C-グリコシド類の利用においては、他の植物も抽出原料となり得る。

[具体的データ]

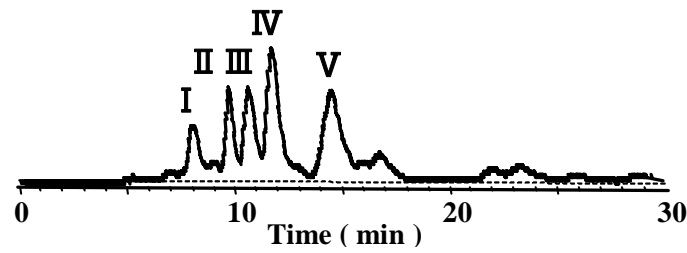


図 1 イネ若葉のポリフェノール成分の HPLC による分離

カラム, Shim-packPRC-ODS (20×250mm, 15μm, 島津); 移動相, 40% MeOH, 0.1% TFA; 流速, 5mL/min; 検出, 320nm

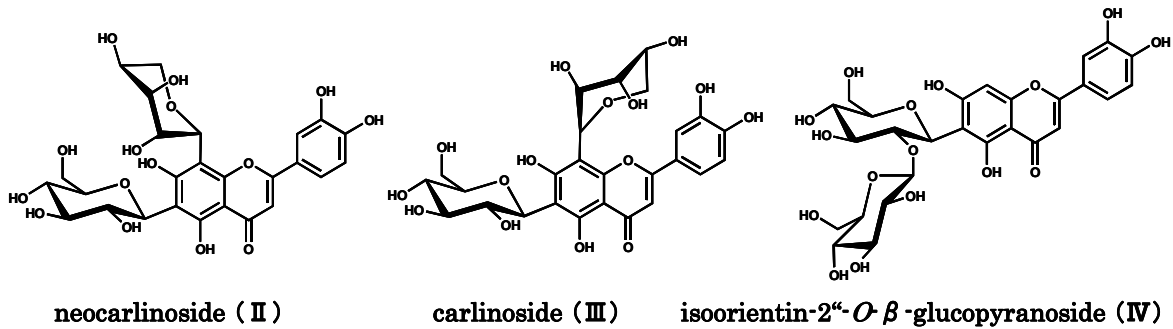
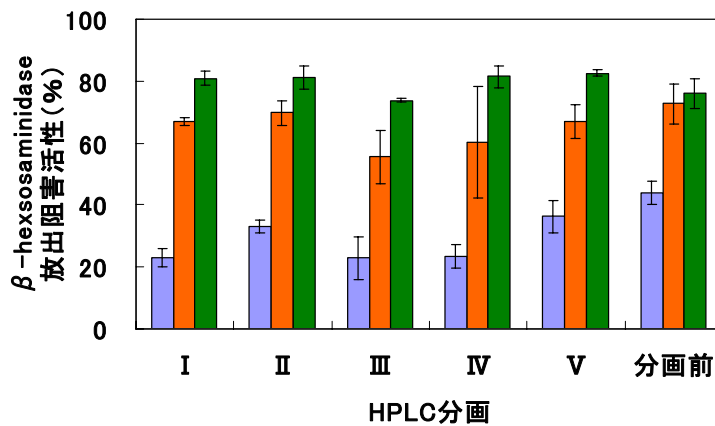


図 2 イネ若葉のポリフェノール成分の化学構造



ポリフェノール濃度 □ 20 μg/mL □ 100 μg/mL ■ 200 μg/mL

図 3 イネ若葉のポリフェノール画分による脱顆粒抑制活性
グラフ中のバーは標準偏差を示す。

[その他]

研究課題名 : 高性能機器及び生体情報等を活用した食品評価技術の開発

課題 ID : 313-f

予算区分 : 基盤

研究期間 : 2001~2010 年度

研究担当者 : 吉田充、亀山眞由美、新本洋士、金子裕隆 (亀田製菓)、川村博幸 (亀田製菓)、熊谷武久 (亀田製菓)、渡辺紀之 (亀田製菓)

発表論文等 : 1)金子ら(2006) 食科工誌 53(8) : 416-422

2)特許出願番号 2005-232432

[成果情報名] 米の吸水過程のMRIによる観察

[要約] 米の吸水や粒内水分分布は、炊飯後、加工後の米の品質を左右する大きな要因である。MRIにおける三次元グラジエントエコー法により、空間分解能 $65 \times 65 \times 130 \mu\text{m}^3$ 、1画像の測定時間最短約3分で、米の吸水過程と吸水完了時の水分分布を測定し、品種や米粒の組織構造の違いによる差を明らかにできた。

[キーワード] 磁気共鳴イメージング、米粒、水分浸透、浸漬、水分分布

[担当] 食総研・食品分析研究領域・状態分析ユニット

[代表連絡先] 電話 029-838-8033、電子メール mitsuru@affrc.go.jp

[区分] 食品試験研究

[分類] 研究・参考

[背景・ねらい]

米の調理加工過程における吸水や粒内水分分布は、炊飯後、加工後の米の品質を左右する大きな要因である。そこで、磁気共鳴画像法（MRI）で米の吸水過程と吸水完了時の水分分布を測定し、炊飯用、酒造用等各用途別の米の吸水特性を画像化して調べる技術を確立する。

[成果の内容・特徴]

1. 米一粒をプラスチックシートで保持して外径 5mmのNMR試料管に入れ、マイクロシリンジで水を注入して浸漬を開始した（図 1）。サンプルを入れたNMR試料管を内径 5mmの検出用コイルにセットし、マイクロMRI装置（DRX300WB, Bruker Biospin）を用い、三次元グラジエントエコー法によりMRIの測定を行った。1画像の測定時間は2分55秒から9分53秒とし、空間分解能 $65 \times 65 \times 130 \mu\text{m}^3$ で、時間を追って吸水の様子を測定した。
2. 炊飯用の品種コシヒカリの正常米（図 2A）では、胚乳のデンプン貯蔵細胞の密度が疎な腹側（a）や胚芽が除去された部分の中心線付近（b）から吸水が始まり、その後ひび割れが生じ、これを通して水が米粒全体へ浸透し、45～60分で吸水が完了した。
3. コシヒカリの腹白米（図 2B）では、浸漬後すぐに腹側からの吸水が始まり、30分後にはほぼ吸水が完了した。
4. コシヒカリ精白米の吸水経路や吸水時間は、腹白、心白などの組織構造や胚芽の残留の程度などによって異なり、画一的ではなかったが、吸水完了時に中心線付近やヒビ割れ部分に水が多く分布することは共通していた（図 2A,B）。
5. 酒米として利用される品種山田錦（図 2C）も腹側や胚芽除去部から吸水を開始したが、水はデンプン貯蔵細胞の密度が粗な心白部（c）に達すると心白部内に急速に拡散し、そこに貯水し、その後米粒の厚さ方向への水の浸透が見られた。
6. 吸水経路や吸水完了時の水分分布は米粒の組織構造や胚乳の硬度分布を反映しており、MRIで吸水過程や吸水完了時の水分分布を観察することにより、米の品種ごとの吸水特性を知ることができる。

[成果の活用面・留意点]

1. 米粒の吸水特性に関する情報が得られ、それを加工目的に応じた品種の適性評価に用いることができ、品種の選別、育種の方向性決定に貢献する。
2. 加工工程ごとの米粒中の水分分布の観察も可能であり、業務用米の新しい加工流通技術の開発に役立てられる。

[具体的データ]

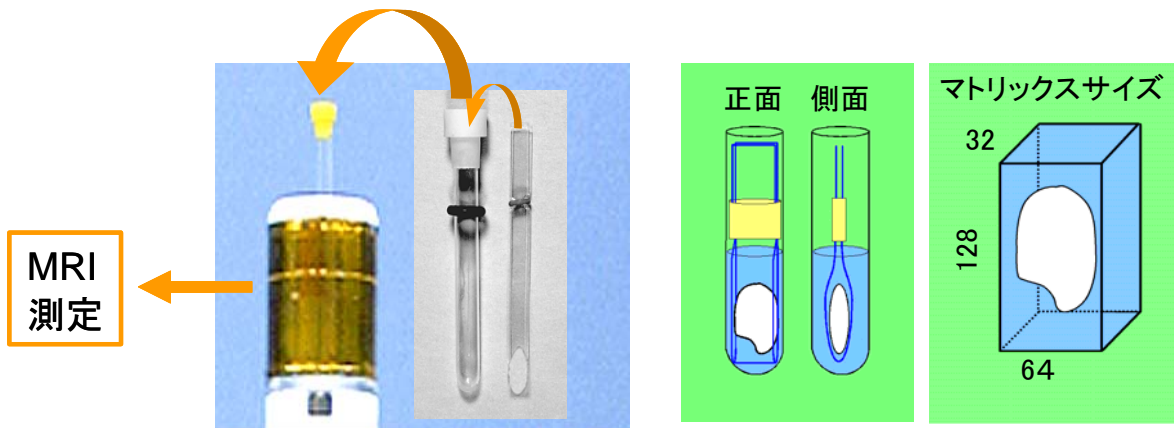


図1 米粒サンプルのセット法と画像のマトリックスサイズ

空間分解能
65 × 65 × 130 μm³

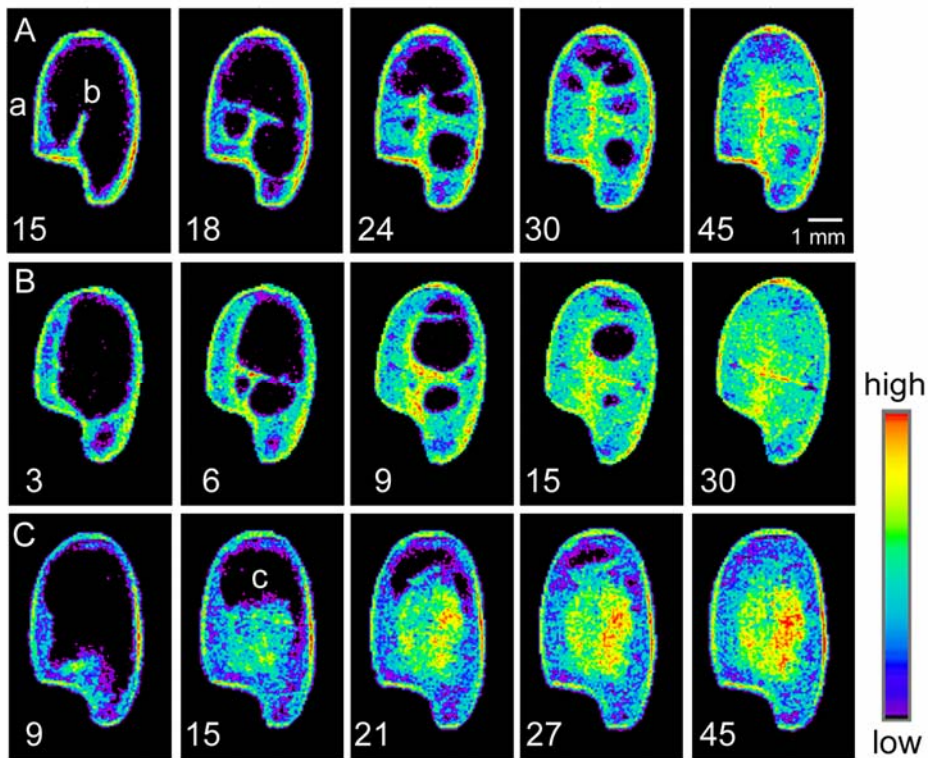


図2 精白米の吸水過程 A, コシヒカリ（正常米）；B, コシヒカリ（腹白米）；C, 山田錦；a, 腹側；b, 中心線；c, 心白部。図中の数値は浸漬中の経過時間(分)を示す。

[その他]

研究課題名：高性能機器及び生体情報等を活用した食品評価技術の開発

課題 ID：313-f

予算区分：加工業務プロ

研究期間：2006～2010年度

研究担当者：吉田充、堀金明美、大坪研一、高橋仁（秋田県総合食品研究所）、丸山幸夫（筑波大学）

発表論文等：A. K. Horigane et al. (2006)J. Cereal Sci., 44(3：307-316

【成果情報名】 日本酒の原料米品種を判別する技術の開発

【要 約】 消費者の信頼を確保するために、日本酒の原料米品種の判別技術の開発が必要である。PCR法を用いて原料米の品種を判別するため、日本酒からの鋳型DNAの調製方法の改良および判別に好適なPCR用プライマーの開発を行い、日本酒を試料とする原料米の品種判別を可能とする。

【キーワード】 米、日本酒、PCR法、品種判別、DNA

【担 当】 食総研・食品素材科学研究領域・穀類利用ユニット

【代表連絡先】 029-838-8045、kenohtsu@affrc.go.jp

【区 分】 食品試験研究

【分 類】 技術・参考

【背景・ねらい】

日本酒では、原料米の品種名が表示されている場合があり、消費者の表示に対する信頼を確保するために、原料米品種の判別技術の開発が必要である。品種識別には、植物や穀粒の形態に基づく方法や、酵素多型による方法が知られているが、これらの方法は、日本酒の原料米判別には不適當である。また、日本酒では、PCR法によって原料米の品種判別を行うに際し、(1) 発酵中の微生物酵素による米DNAの分解、(2) 麹菌および酵母のDNAの共存、(3) PCRを阻害する成分の混在、という問題がある。本研究では、日本酒に残存する極微量のDNAの相違に基づく、PCR法による原料米品種判別技術の開発を行う。特に、日本酒からのDNAの抽出精製方法の開発、PCR用プライマーの選定および開発、市販品による方法の有用性の実証に力点を置いて研究を行う。

【成果の内容・特徴】

1. 日本酒から、PCR用の鋳型DNAを抽出・精製する方法として、耐熱性 α -アミラーゼおよびプロテアーゼKを用いる「酵素法」および糖質を効率的に除去できる「CTAB法」を併用することにより、日本酒に残存する極微量のDNAを抽出することが可能である（図1）。
2. 日本酒に混在するポリフェノール等のPCR阻害物質と鋳型DNAを分離するために、70%エタノールによる精製法を加えることでPCRが可能になる（図1）。
3. 日本酒に共存する麹菌や酵母等の発酵微生物由来のDNAを増幅させずに、原料米DNAのみを増幅させるために、植物由来のプライマーを選定あるいは開発した。その一例を図2に示す（図2）。
4. 市販の「コシヒカリ100%」と表示している日本酒から図1に示す方法でDNAを抽出精製し、当研究ユニットで開発した3種類の「コシヒカリ判別用プライマー」を用いてPCRを行った結果、プライマーG22による増幅DNAが出現しないことから、この酒の原料米はコシヒカリではないことが明らかとなった（図3C）。
5. 酒米あるいは市販日本酒を試料とし、3種類のプライマーを用いたPCR法によって原料米の判別を行った結果、4種類の酒米の相互識別が可能であり、「山田錦100%」と表示した市販日本酒Cは、プライマーNG4で増幅DNAが出現することから、偽装表示であることが明らかになった（図4）。

【成果の活用面・留意点】

1. 本技術は市販の日本酒の原料米表示の真偽を判定する技術として活用できる。
2. 本技術は、ビールやワイン等の醸造酒の原料植物判別の基本技術としても発展が期待できる。
3. 原料米が混米されている場合には判別が困難となる。
4. 今後、他機関との共同試験により、方法の妥当性の確認を行う必要がある。

[具体的データ]

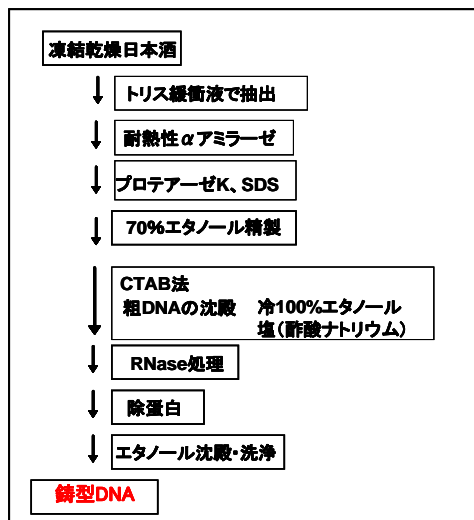


図1 醸造酒からのDNAの抽出・生成方法

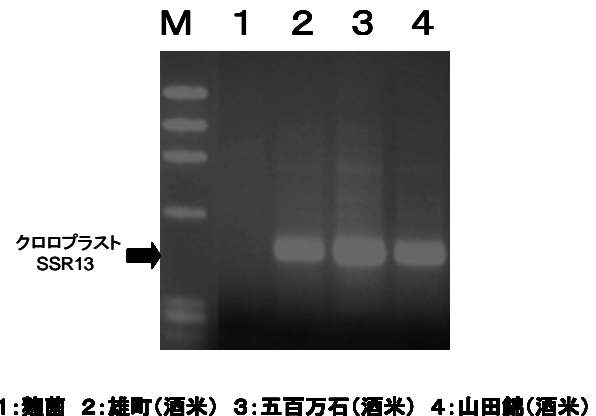


図2 植物特有のプライマーによるPCRの例

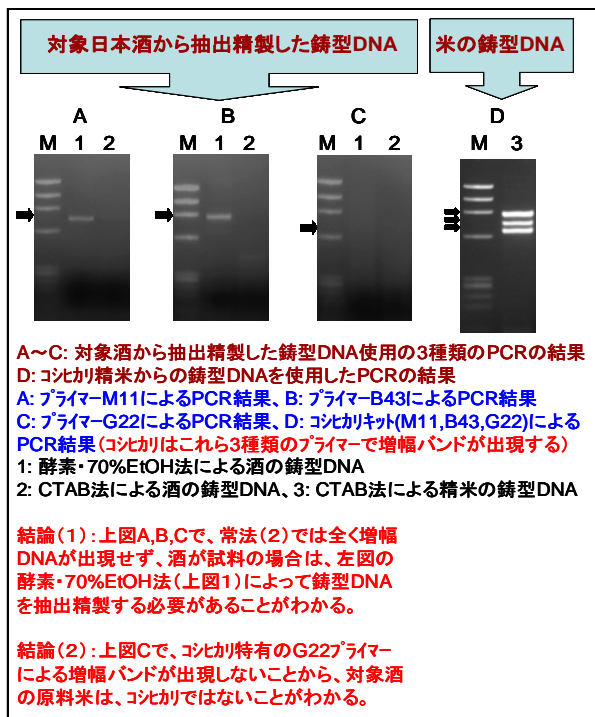


図3 日本酒の原料表示の[コシヒカリ100%]が偽装であることが判明した例

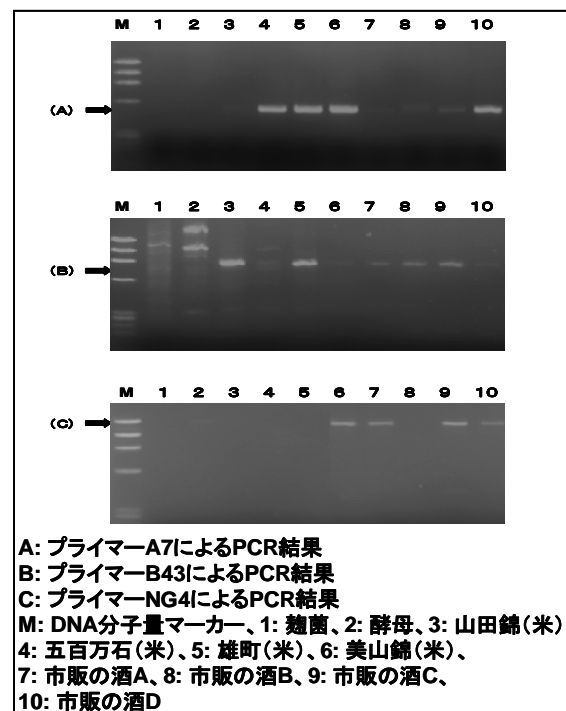


図4 各種の酒米及び市販日本酒を試料としてPCRによる原料米の判別を行った例

[その他]

研究課題名：流通・消費段階における情報活用技術及び品質保証技術の開発

課題ID：324-b

予算区分：農水省委託・食品安信プロ

研究期間：2006～2008年度

研究担当者：大坪研一、中村澄子、鈴木啓太郎、原口和朋

発表論文等：特許出願 2006-169336、2006年6月19日

[成果情報名] 食品に含まれるトランス脂肪酸組成の HPLC 法による分析方法

[要約] 食用油脂や食品に含まれるトランス脂肪酸には様々な構造異性体が存在する。GC 法によるトランス脂肪酸分析の問題を回避し、食品中のトランス脂肪酸組成を正確に分析するために HPLC 法によるトランス脂肪酸分析を開発する。

[キーワード] トランス脂肪酸、脂肪酸メチルエステル、分析、HPLC 法、

[担当] 食総研・食品素材科学研究領域・脂質素材ユニット

[代表連絡先] 電話 029-838-8039、電子メール wakako@affrc.go.jp

[区分] 食品試験研究

[分類] 技術・参考

[背景・ねらい]

食品中のトランス脂肪酸による心疾患などの健康障害の可能性が社会的な問題になっている。食品に含まれるトランス脂肪酸は、構造異性体が多く存在し、食品によって含まれるトランス脂肪酸組成も異なっている。このような複雑で微量なトランス脂肪酸の分析は、通常、GC 法（ガスクロマトグラフィー）で分析されるが、分析上の問題点もある。食品に含まれるトランス脂肪酸組成を、より正確に分析するために、HPLC 法によるトランス脂肪酸分析について検討した。

[成果の内容・特徴]

1. 脂質は常法に従ってメチル化した。炭素数 18 の不飽和脂肪酸のシス型とトランス型を分離できる HPLC カラム、溶出溶媒組成、カラム温度等を詳細に検討した。
2. 各脂肪酸メチルエステルを検出するために荷電粒子検出器（CAD）を使用した。
3. 各種の HPLC カラムの中で、数種類のカラムによって、不飽和脂肪酸メチルエステルのシス型とトランス型を分離することが可能であった。
4. GC 法では、C18:1 のシス型位置異性体の一部がトランス型位置異性体の一部に重なり、トランス型の正確な定量が困難である。HPLC 法では、シス型位置異性体同士、トランス型位置異性体同士は分離できないが、シス型とトランス型は、完全に分離することができた（図 1）。HPLC 法でシス型とトランス型を分画した後、GC 法で各々の位置異性体を分析することが可能である。
5. HPLC 法によるリノレン酸については、シス型と 7 種類のトランス型（ひとつ以上のトランス型を含むもの）を分離することができた。（図 2）。GC 法では、リノレン酸のトランス型のピーク部分に C20:0 や C20:1 の脂肪酸のピークのが重なり解析が困難であるが、HPLC 法では、これらのピークは完全に分離できた。
7. さらに、GC 法では、 γ リノレン酸は、リノレン酸のトランス型のピークと重なり、トランス脂肪酸の定量を妨げる。本法では、 γ リノレン酸はシス型の近くに溶出するので（図 3）、C18:3 のトランス脂肪酸のより正確な分析ができた。

[成果の活用面・留意点]

1. HPLC 法で各種のトランス脂肪酸を分画し、GC 法で分析すれば、これまで GC 法単独では分析が困難であったトランス脂肪酸の構造異性体やトランス脂肪酸組成をより正確に測定することが可能になる。
2. HPLC の溶出溶媒やカラム温度を検討することにより、各種の脂肪酸メチルエステルの溶出時間を容易に移動させることができる。
3. 今後、HPLC 法において、脂肪酸メチルエステルの二重結合位置異性体同士の分離についても検討を加える。

[具体的データ]

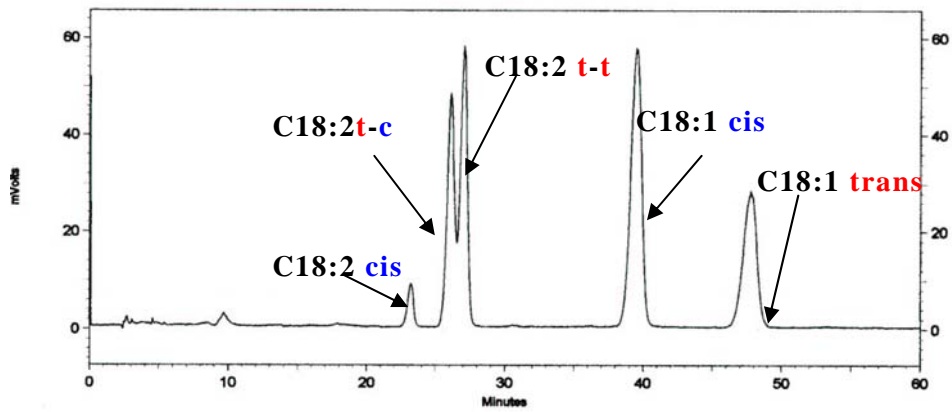


図1 CAD-HPLC 法による C18:1 と C18:2 の脂肪酸メチルエステル異性体の分析

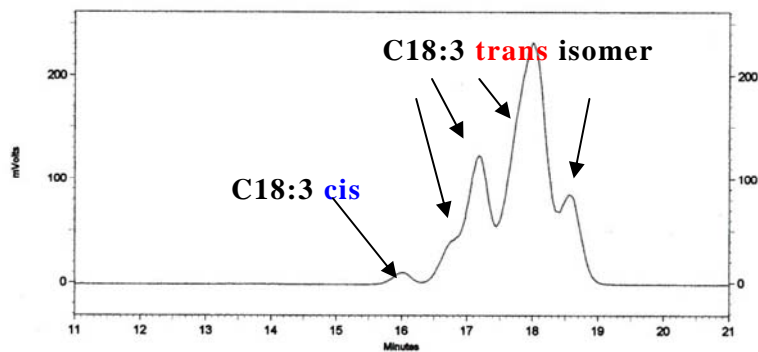


図2 CAD-HPLC法によるC18:3の脂肪酸メチルエステル異性体の分析

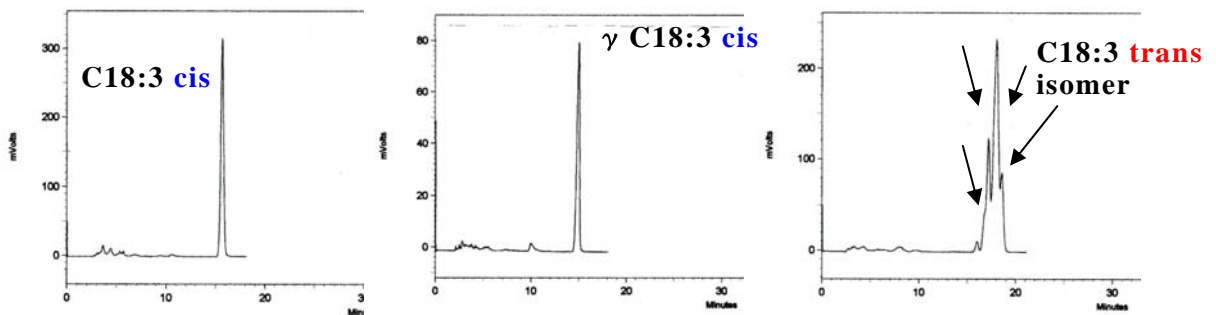


図3 CAD-HPLC法による γ C18:3とC18:3の脂肪酸メチルエステル異性体の分析

[その他]

研究課題名：加工品製造工程で生成する有害物質の制御技術の開発

課題 ID：323-f

予算区分：食品安信プロ

研究期間：2006～2010年度

研究担当者：都築和香子、長尾昭彦

[成果情報名] スペクトルイメージングによるブルーベリー果実原料中の異物検知技術

[要約] 680 nm 前後の 3 波長においてブルーベリー果実およびその上に設置した葉・枝を撮影し、得られた分光画像に画像処理を適用し、異物の検知画像を作成した。その結果、異物が実際に置かれた位置と、画像上で異物である確率が 95% 以上と判定された位置は良好に一致した。

[キーワード] スペクトルイメージング、可視化、異物、検知、ブルーベリー

[担当] 食総研・食品工学研究領域・計測情報工学ユニット

[代表連絡先] 電話 029-838-8047、電子メール mizukit@affrc.go.jp

[区分] 食品試験研究

[分類] 技術・参考

[背景・ねらい]

ブルーベリー果実の加工現場では、金属探知器や X 線検査器で除去できない異物の目視検査が行われている。しかしながら、目を酷使するため頻繁な交代が必要であり、多数の作業者を雇用せざるを得ないため食品企業にとってはコスト高が問題となっている。さらに、異物によっては果汁で果実と同じ色に染まり、目視での検知が困難なものがある。そこで本研究では、対象の位置情報とスペクトル情報を同時に取得し、肉眼では見えない情報を可視化する「スペクトルイメージング」により、目視では検知が難しい異物を高精度で検知可能な技術の開発を目指した。

[成果の内容・特徴]

1. ブルーベリー果実と様々な異物の可視吸光スペクトルを計測した。得られたスペクトルを 2 次微分したところ、ブルーベリー果実と葉・枝の 2 次微分吸光度が大きく異なる波長帯が 680 nm 近傍に存在することが明らかとなった（図 1）。
2. 680 nm 近傍の 3 波長においてブルーベリー果実およびその上に設置した葉・枝を撮影し、得られた分光画像に対して画像処理を適用し、各画素が吸光度の 2 次微分値となる画像を作成した。
3. さらに、統計解析によって各画素が異物である確率を算出し、値の大小によって彩色することにより、異物の検知画像を作成した。
4. その結果、異物が実際に置かれた位置と、画像上で異物である確率が 95% 以上と判定された位置は良好に一致し（図 2）、本手法により肉眼では検知不能な異物を効率的に検知可能であることが示唆された。

[成果の活用面・留意点]

1. 本技術は、分光画像の撮影波長帯を変えることにより、様々な農産物を対象とした異物・有害物質検知に応用可能であると考えられる。
2. 本技術が実用化されれば、食品の安全・安心確保に寄与し、食品企業のコスト削減及び消費者の食品に対する信頼感向上に資すると期待される。
3. 実用化に際しての課題として、多波長同時撮影技術の開発と、画像処理の高速化が挙げられる。前者に関してはラインスキャンカメラの導入、後者に関しては専用の画像処理 LSI の開発により解決可能であると考えられる。

[具体的データ]

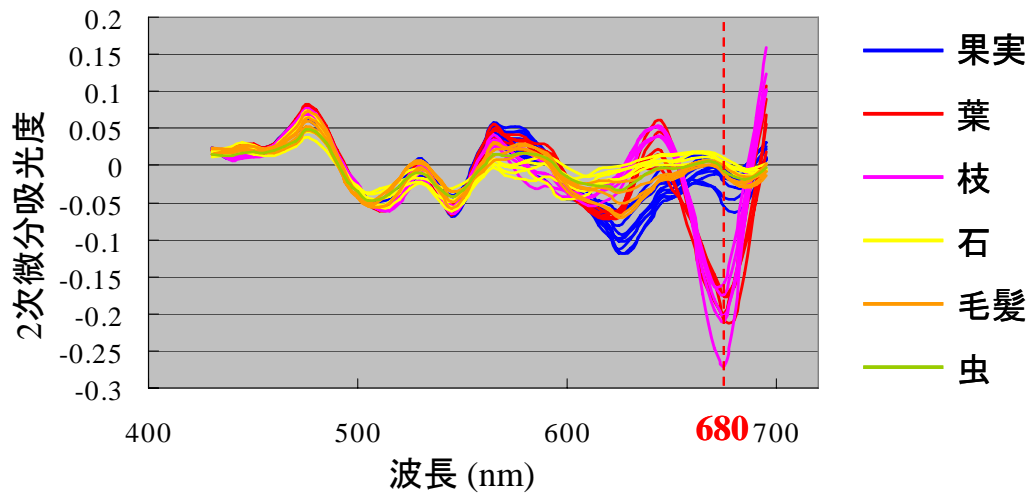


図1 ブルーベリー果実及び異物の二次微分吸光スペクトル

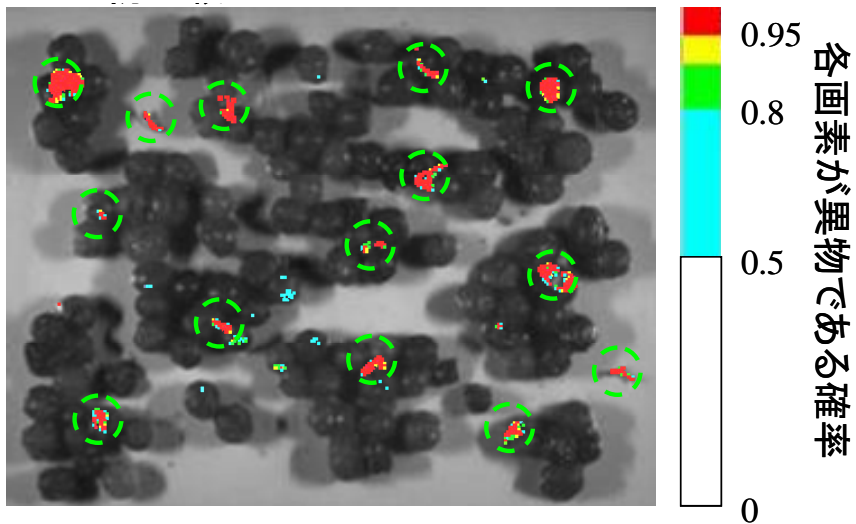



図2 異物の検知画像
(異物を設置した位置)

[その他]

研究課題名：危害要因の簡易・迅速・高感度検出技術の開発

課題 ID：321-a

予算区分：食品機能性

研究期間：2006～2010年度

研究担当者：蔦瑞樹、杉山純一

発表論文等：1)杉山純一ら 特開2004-301690、2004年10月28日

2)M. Tsuta *et al* (2006) *Food Sci. Tech. Res.*, **12** (2) : 96-100

[成果情報名] 高圧処理による細菌の不活化および損傷回復

[要約] 高圧処理によって、処理直後には不活化されていた細菌（大腸菌）が保存中に増殖能力を回復して、栄養成分の処理前と同等かそれ以上の細菌数にまで増加する。また、保存中の温度は回復に大きく影響し、回復に最適な温度は 25℃である。

[キーワード] 高圧処理、殺菌、損傷菌、回復

[担当] 食総研・食品工学研究領域・食品高圧技術ユニット

[代表連絡先] 電話 029-838-7152、電子メール koseki@affrc.go.jp

[区分] 食品試験研究

[分類] 研究・参考

[背景・ねらい]

高圧処理による微生物の不活化に関する研究はこれまでも多数行われてきた。一方、高圧処理後の微生物が保存中に回復し、増加する現象が近年報告されるようになってきた。このことは高圧処理による微生物制御の確実性に大いに関わる問題である。しかし、回復に関する詳細な研究はこれまでになかった。そこで、本研究では高圧処理後の細菌（*Escherichia coli*）の回復挙動を詳細に検討するとともに、回復を抑制する手法の開発を目的とした。

[成果の内容・特徴]

1. 高圧処理後の回復に及ぼす栄養成分の影響

高圧処理によって不活化された細菌（*E.coli* ATCC 25922）の回復には栄養成分を必要としない。すなわち、無栄養状態のリン酸緩衝液中において保存した場合にも、栄養培地中での回復と比べて緩やかではあるが、高圧処理前と同等の菌数にまで回復する（図 1）。また、回復が開始するまでに要する時間は、処理強度すなわち、処理圧力が高くなるほど長くなる。

2. 高圧処理後の回復に及ぼす温度の影響

処理直後に一定期間冷蔵保存（4℃）した後に室温保存（25℃）に切り替えると、細菌数が処理前と同等にまで増加するが、処理直後に増殖の至適温度である 37℃で保存した後に室温保存（25℃）に切り替えると、回復しない（図 2）。

[成果の活用面・留意点]

1. 高圧処理では処理直後に細菌が検出されなくても、保存中に回復する可能性がある。したがって、高圧処理食品の安全性を確保するためには、保存試験を適切な条件で行い、回復の有無を確認する必要がある。

2. 高圧処理を施した食品を流通させる場合には、損傷回復を抑制するための適切な温度管理、例えば一定期間比較的高い温度（37℃程度）で保存する等、が必要である。

[具体的データ]

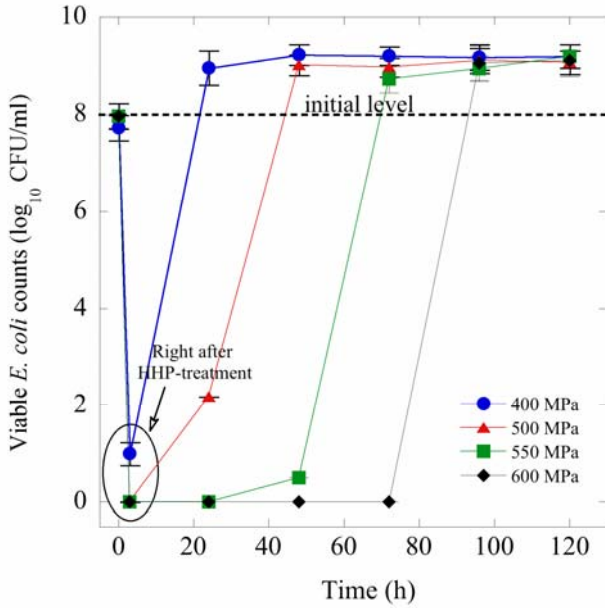


図 1 液体培地中 (25°C) における
高圧処理後の大腸菌の回復

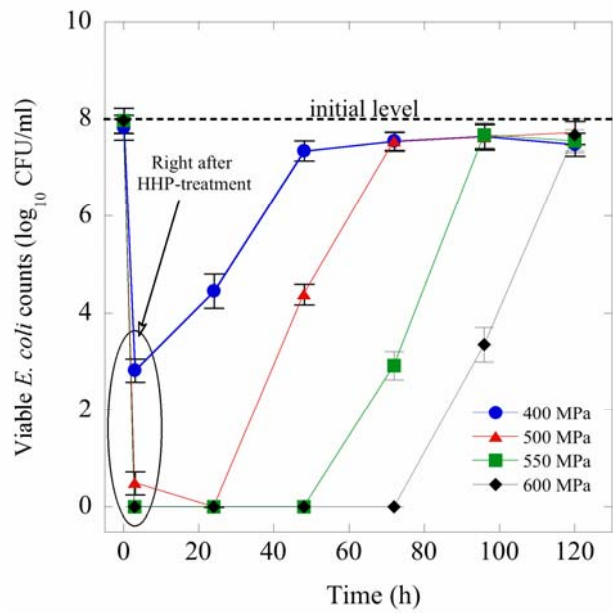


図 2 リン酸緩衝液中 (25°C) における
高圧処理後の大腸菌の回復

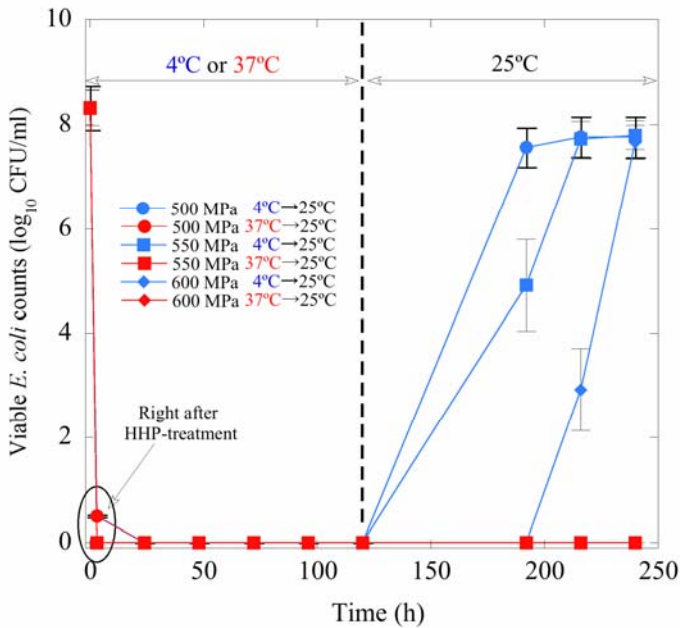


図 3 高圧処理後の大腸菌の回復
に及ぼす保存温度の影響

処理直後から 120 時間 4°C 保存した
後、25°C へ → (青) 回復が顕著。
処理直後から 120 時間 37°C 保存した
後、25°C へ → (赤) 回復せず。

[その他]

研究課題名 : 流通農産物・食品の有害生物の制御技術の開発

課題 ID : 323-e

予算区分 : 技会委託 食品安信プロ

研究期間 : 2006~2010 年度

研究担当者 : 小関成樹、山本和貴

発表論文等 : Koseki, S., Yamamoto, K. (2006) Int. J. Food Microbiol. 110(1) : 108-111

[成果情報名] 振動耐性を考慮したランダム振動試験法の開発

[要約] 振動測定用の簡易ロガーで得られた多数の短時間振動データから、試験対象物の振動耐性に基づいて個々のデータに対して重み付けを行い、周波数ごとに平均化処理することで、試験用の単一パワースペクトル密度 (PSD) 曲線を求める方法を開発した。この新たなランダム振動試験条件設計手法を用いることで、過不足のない最適な緩衝包装设计が可能となる。

[キーワード] 輸送損傷、振動耐性、ランダム振動試験、パワースペクトル密度 (PSD)、簡易ロガー

[担当] 食総研・食品工学研究領域・流通工学ユニット、食品包装技術ユニット

[代表連絡先] 電話 029-838-8027、電子メール shiina@affrc.go.jp

[区分] 食品試験研究

[分類] 技術・参考

[背景・ねらい]

これまで道路整備や輸送車両の改良などによる輸送環境の改善がなされてきたが、輸送振動による食品およびその包装の損傷の発生は大きな問題である。加えて、地球環境保全の観点から包装の適正化が強く求められている。損傷防止のための緩衝包装设计を目的とする振動試験方法としては、従来、正弦波一定周波数や正弦波掃引による方法が利用されてきたが、2004年に改訂された JIS Z 0232 においては、ランダム振動試験が推奨されている。

そこで本研究では、ランダム振動試験において、実走行における損傷を等価に再現することで適正な緩衝包装设计を行うための、新たな試験方法の開発を目的とした。

[成果の内容・特徴]

1. トラック、貨車、船舶などの輸送機関の振動加速度を簡易ロガーによって測定し、加振機制御用の単一 PSD 曲線を求める方法を開発した。これは、得られた多数の短時間振動データに対して、振動試験対象物の振動耐性に基づいて重み付け処理を行うことにより得られる。
2. エアサスペンションを装着したトラックで高速道路を走行して得た約 250 個の上下方向振動の PSD 曲線データを用いて、多数の PSD 曲線から単一の PSD 曲線を求める際に、単純平均 (A)、ピーク値 (B)、S-N 曲線を用いることで振動耐性を考慮した新開発の平均化処理 (C) による結果の比較例を、図 1 に示す。A の場合では振動試験に合格する包装条件であっても実輸送では内容物に損傷が生じる可能性が、B の場合では振動試験をパスするために過剰な包装が必要となるが、新たに開発した C の場合には、実輸送で内容物に損傷が生じない、最適な緩衝包装を設計できる。
3. 上記方法では、実輸送における損傷を等価に再現するためには、走行時間に相当する振動処理が必要となるが、S-N 曲線の α の値に基づいて PSD 値を増加させることで、試験時間を短縮することが可能である。図 2 には、図 1 の C に対して、試験時間を 1/10 に短縮するための加振機制御用 PSD 曲線を、短縮前の PSD 曲線とともに示す。

[成果の活用面・留意点]

1. 個別の輸送環境に対応した振動試験用 PSD 曲線を作成するためには、代表的な輸送環境における PSD 曲線を収集・整備する同時に、それらを用いて最適な PSD 曲線を作成するための手法開発が必要である。
2. 個々の食品の緩衝包装设计に利用するためには、対象食品の振動耐性を表す S-N 曲線が必要であり、試験の効率化のためには、S-N 曲線の簡易な作成方法の開発が求められる。

[具体的データ]

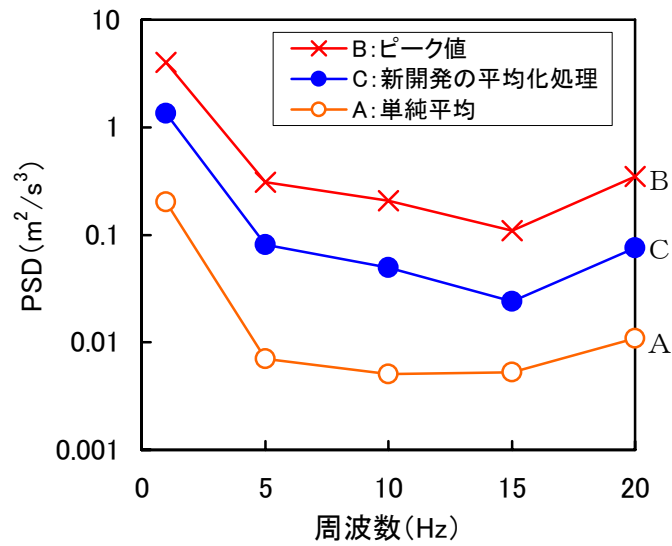


図1 実走行振動データの加振機制御用データへの変換の比較

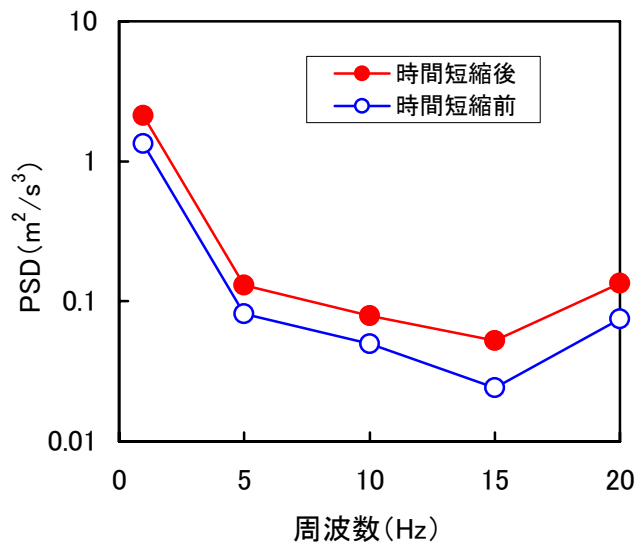


図2 試験時間を1/10に短縮するための加振機制御用データの作成例

[その他]

研究課題名：農産物・食品の流通の合理化と適正化を支える技術の開発

課題 ID：313-c

予算区分：交付金プロジェクト

研究期間：2006～2008年度

研究担当者：椎名武夫、中村宣貴、石川豊

発表論文等：1)白田ら (2006) 農業施設 37(1)：3-9

2)白田ら (2006) 農業施設 36(4)：205-212

3)椎名 (2006) 包装技術 44(10)：753-761

[成果情報名] 簡便かつ効率的な麹菌の孢子形成能の強化法

[要約] 麹菌 *Aspergillus oryzae* 低孢子形成株の簡便かつ効率的な孢子形成能の強化法を開発した。グルコース・酵母エキス寒天培地に3% (w/v) となるよう NaCl を添加した培地で麹菌株を培養することにより、着生孢子数が増大する。

[キーワード] 麹菌、孢子形成、寒天培地、NaCl 濃度

[担当] 食総研・微生物利用研究領域・糸状菌ユニット

[代表連絡先] 電話 029-838-8077、電子メール kusumoto@affrc.go.jp

[区分] 食品試験研究

[分類] 研究・参考

[背景・ねらい]

麹菌 *Aspergillus oryzae* を実験室で取り扱う場合、孢子懸濁液を調製して孢子密度を測定し、一定量を培地に接種することで再現性の高い培養を行うことができる。ところが、菌株によっては孢子形成が貧弱な場合があり、その孢子数の確保が問題となっている。そこで、このような麹菌低孢子形成株からの効率的な孢子形成能の強化法を開発した。

[成果の内容・特徴]

1. グルコース・酵母エキス寒天培地 (GYA; 2% (w/v) グルコース、0.5% (w/v) 酵母エキス) 及び、これに NaCl を3、6、9% (w/v) となるように添加した培地を作製した。各培地は9 cm シャーレに 25ml 注ぎ入れて調製した。麹菌供試菌株7株の孢子をこれらの培地の中央に接種し、30℃で5日間培養して巨大コロニーを形成させ、コロニー径を計測した。
2. コロニー上に無菌水を添加して、コンラージ棒で孢子を懸濁した後、滅菌処理した不織布を用いて懸濁液をろ過し、孢子懸濁液とした。孢子数を血球計算盤を用いて計数した。
3. 表1に示すように、供試した7株の麹菌の生育については、各々3% (w/v) NaCl 添加にてコロニー径が最大となり、3% (w/v) NaCl 付近が増殖至適塩濃度であった。
4. GYA において孢子形成が貧弱な供試5菌株 (総孢子数 1.6×10^6 以下) の全ての株が、3% (w/v) NaCl 添加の場合に着生孢子数が最大となり、総孢子数は NaCl 無添加の場合の約2~24倍になった (図1)。6% (w/v) NaCl 以上では総孢子数は低下した。また、GYA における高孢子形成株 (総孢子数 19×10^6 以上) は、供試した2菌株共に3% (w/v) NaCl において上記とは逆に孢子数が減少した。
5. 以上のことから、麹菌の低孢子形成株は、GYA に3% (w/v) NaCl を添加することにより、効率的に孢子を調製することができる。

[成果の活用面・留意点]

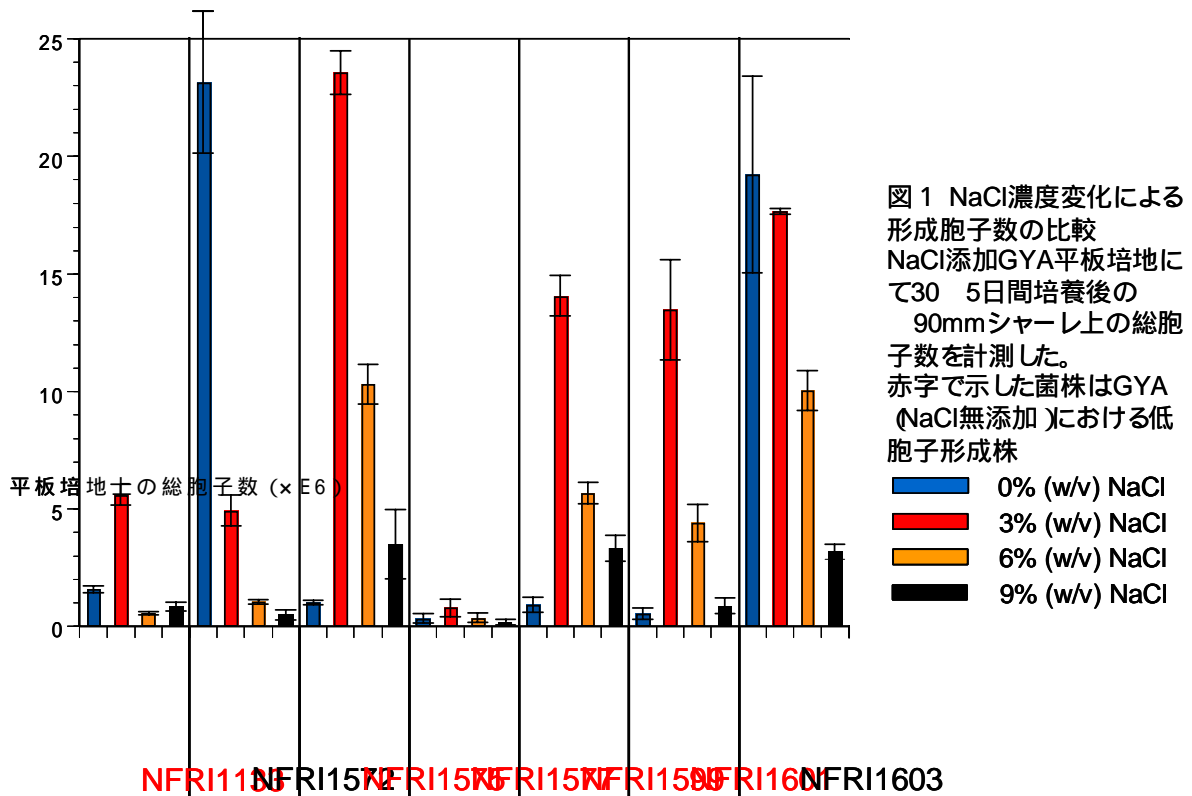
本方法は孢子形成が貧弱な麹菌株について、実験室レベルで簡便かつ効率的に多量の孢子を形成させることを目的に開発した。実用レベルでは、蒸米に木灰を添加した培地での培養により孢子を形成させる方法が一般的である。また、本方法は低孢子形成株に対して有効な方法であり、高孢子形成株では孢子形成率が低下する傾向がある。

[具体的データ]

表1 NaCl添加GYA寒天平板培養における麹菌菌株のコロニー径の比較

NaCl	コロニー径 (cm)						
	1133	1572	1575	1577	1599	1601	1603
0%	4.4 }0.0	4.2 }0.0	4.8 }0.0	4.4 }0.0	3.3 }0.0	4.8 }0.0	4.9 }0.0
3%	5.3 }0.0	5.5 }0.1	5.5 }0.0	5.5 }0.1	4.0 }0.0	5.2 }0.0	5.2 }0.0
6%	2.9 }0.0	3.5 }0.0	4.0 }0.0	4.1 }0.1	3.1 }0.1	3.9 }0.0	3.9 }0.0
9%	1.7 }0.1	1.9 }0.0	2.5 }0.0	2.6 }0.1	2.1 }0.0	2.6 }0.0	2.6 }0.0

注：各数字は30 5日後のコロニー直径 (cm) で、3回の反復試験の平均値 ± 標準誤差を示した。麹菌菌株は、食品総合研究所保存株NFRI1133、1572、1575、1577、1599、1601、1603を用いた。



[その他]

研究課題名：バイオテクノロジーを利用した新食品素材の生産技術の開発及び生物機能の解明・利用

課題ID：313-e

予算区分：バイオリサイクル

研究期間：2002～2006年度

研究担当者：楠本憲一、鈴木聡、柏木豊

発表論文等：楠本ら(2007)食品総合研究所報告(印刷中)

[成果情報名] 新しい性質の DFA III オリゴ糖合成酵素

[要 約] あらたに、DFA III (Difuctose dianhydride III) オリゴ糖合成酵素を生産する菌株 D13-3 株を取得した。分類学的検討の結果、本菌株は *Arthrobacter ureafaciens* D13-3 と分類同定された。本酵素がイヌリンに作用すると、主生成物 DFA III の他副生成物として GF2(1-ケストース)、GF3(ニストース)が生成した。他の DFA III 合成酵素の場合には副生成物は GF3、GF4(フルクトシルニストース)であるので本酵素の副生成物は特徴的と言える。

[キーワード] オリゴ糖、DFA III、イヌリン、*Arthrobacter*、チコリ

[担 当] 食総研・微生物利用研究領域・上席研究員

[代表連絡先] 電話 029-838-8045、電子メール haraguti@affrc.go.jp

[区 分] 食品試験研究

[分 類] 技術・参考

[背景・ねらい]

北海道では甜菜から砂糖が年間 70 万トンほど生産され、市場規模 1000 億円オーダーの重要な産業となっている。しかし、消費者の砂糖離れなどの原因で消費が減少し、甜菜の転作作物の導入が必要になっている。ドイツ、ベルギーなどの欧州諸国では甜菜の転作作物としてチコリが実際に導入されている。チコリの根には多糖類の一種であるイヌリンが含まれ、このイヌリンの有効利用の目的でオリゴ糖 DFA III を生産する微生物酵素について研究を行った。DFA III にはカルシウム、鉄などのミネラルの吸収を促進する機能があることが知られている。DFA III 合成酵素については、新規なタイプの酵素の開発が求められている。

[成果の内容・特徴]

1. イヌリンからオリゴ糖 DFA III を生成する酵素の生産菌を新たに分離した。本菌株 (D13-3 株) はグラム陽性の好気性細菌でカタラーゼ陽性、オキシダーゼ陰性であった。また培養の過程で菌の形態が桿菌から球菌に変化する多型性を示した。D13-3 株からゲノム DNA を抽出し 16S rDNA に対応する部分を PCR によって増幅した。増幅した断片の塩基配列を決定し 16S rDNA のデータベースと比較し、分子系統樹解析を行った。その結果 D13-3 株の 16S rDNA は *Arthrobacter ureafaciens* のそれと 99.8 % のホモロジーを示した。分子系統樹解析では図 1 に示すように D13-3 株は *Arthrobacter ureafaciens* と同一のクラスターを形成した。これらの実験結果から本菌株を *Arthrobacter ureafaciens* D13-3 と分類同定した。
2. 本菌株が培養上清中に生産する DFAIII 合成酵素をイオン交換クロマト、疎水クロマトにより電気泳動的に均一に精製した。精製酵素の反応至適 pH は 5.5, 反応至適温度は 50 °C であった。30 分間の加熱を行った場合の耐熱性について検討すると本酵素は 70 °C まで安定であった。SDS-電気泳動によって分子量の推定を行うと 40kDa という値が得られた。
3. 本酵素がイヌリンに作用したときの反応生成物について検討すると主生成物である DFA III の他に副生成物として GF2(1-ケストース)と GF3(ニストース)が生成していた。他の DFA III 合成酵素では副生成物はほとんど GF3(ニストース), GF4(フルクトシルニストース)である。今回のような副生成物を作る DFAIII 合成酵素は D13-3 株が初めてといえる。これは本酵素の基質認識部位が他の酵素と異なることを示している。本酵素の主な性質を表 1 に示す。

[成果の活用面・留意点]

1. 今回得られたオリゴ糖合成酵素の遺伝子のクローニングと塩基配列の解明によって、

従来型の酵素との性質の違いを解明することが可能と考えられる。

2. DFAIII 合成酵素についてはバイオリアクターはまだ実用化されていない。D13-3 株の酵素を固定化したバイオリアクターの開発を行うことが工業的に有用と考えられる。

[具体的データ]

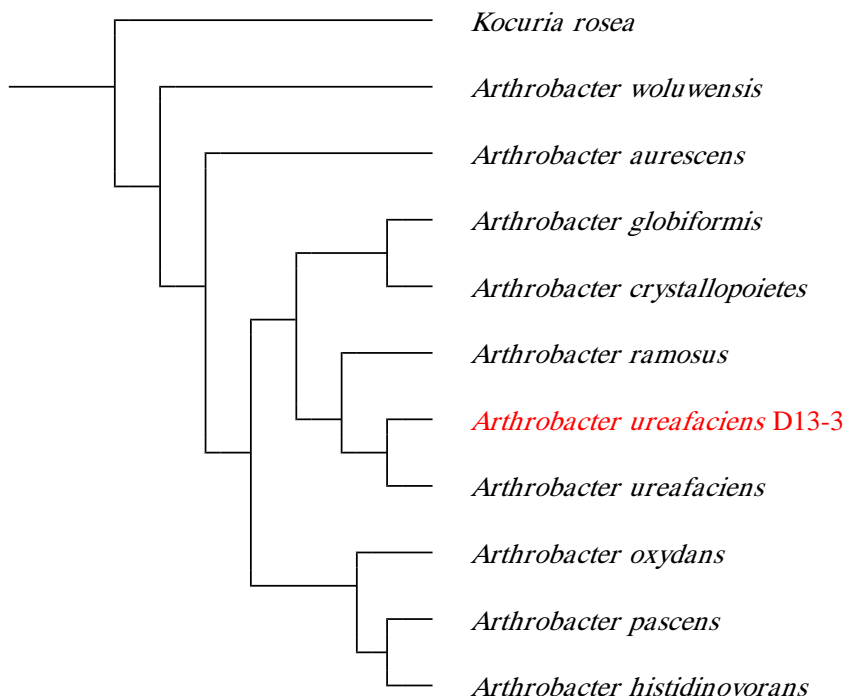


図1 16S rDNAの分子系統樹解析

表1 *A. ureafaciens* D13-3のDFA III合成酵素の主な性質

	<i>A. ureafaciens</i> D13-3	<i>A. globiformis</i> C11-1	<i>Arthrobacter</i> sp. H65-7
反応至適 pH	pH 5.5	pH 5.0	pH 5.5
反応至適温度	50	55	60
耐熱性 (30 分間加熱)	70	75	70
分子量(SDS-PAGE)	40 KDa	45 KDa	49 KDa
反応生成物 (副生成物)	GF2, GF3	GF3, GF4	GF3, GF4

[その他]

研究課題名：バイオテクノロジーを利用した新食品素材の生産技術の開発及び生物機能の解明・利用

課題ID：313-e

予算区分：交付金プロ

研究期間：2006～2008年度

研究担当者：原口和朋、吉田充、大坪研一

発表論文等：K.Haraguchi et al. (2006) *Carbohydr. Polym.* 66: 75-80

[成果情報名] 抗生物質耐性菌のその獲得メカニズムを解明

[要約] ストレプトマイシン発見以来 60 年間不明であった低レベルストレプトマイシン耐性変異を同定する事に成功した。この低レベル耐性変異は *rsmG* 遺伝子に生じたものであり、かつ本遺伝子は 16S rRNA の 527 位の G をメチル化する酵素をコードしている事を明らかにした。本成果は結核治療に関しても画期的な知見を提供するものとなった。

[キーワード] 抗生物質耐性、ストレプトマイシン、リボゾーム RNA、メチル化酵素、*Mycobacterium*

[担当] 食総研・食品バイオテクノロジー研究領域・生物機能解析ユニット

[代表連絡先] 電話 029-838-8125、電子メール kochi@affrc.go.jp

[区分] 食品試験研究

[分類] 研究・参考

[背景・ねらい]

ストレプトマイシンは現在でも結核治療に使用される重要医薬であるが、AIDS の蔓延以来、結核による死亡者数は世界で年間 200 万人を数える。結核治療においてはその治療期間の長さのためもあって、抗生物質耐性菌の出現がとりわけ重大な問題となってきた。ストレプトマイシンはワックスマンによる発見以来、既に 60 年を経ているが、高レベルストレプトマイシン耐性変異(リボゾーム蛋白質 S12 またはリボゾーム RNA に生じている)の実体は当初から明らかにされていたにもかかわらず、低レベルストレプトマイシン耐性変異の実体は 60 年間不明のままにされてきた。すなわち、低レベル耐性の実体解明は、リボゾーム学のみならず、結核治療にも極めて有用な知見となり得る。

[成果の内容・特徴]

1. 新しい変異探索技術CGS法(Comparative Genome Sequencing)を利用して、低レベルストレプトマイシン耐性変異の同定に成功した(図1)。
2. この耐性変異は *rsmG* 遺伝子に生じたものであり、RsmG蛋白質は 16S rRNA の 530 ループ領域に属する 527 位の G をメチル化(m⁷G)する酵素である事を明らかにした(図2)。
3. 放線菌に *rsmG* 変異が生じ 16S rRNA 中の m⁷G 修飾が消失すると、低レベルストレプトマイシン耐性を獲得すると共に潜在能力が活性化され、抗生物質生産能が著しく活性化される(図3)。
4. 結核菌 *Mycobacterium tuberculosis* に *rsmG* 変異が生じると、低レベルストレプトマイシン耐性を獲得するのみならず、高レベル耐性への移行頻度が 2000 倍以上に上昇する(臨床における重大性)。
5. 結核菌の臨床株 100 株以上を分析したところ、実に 33% もの高頻度で *rsmG* 変異が検出された(臨床における重大性)。

[成果の活用面・留意点]

応用微生物学においては、リボゾーム攻撃性の薬剤を活用してリボゾームを改変する事により好ましい形質を増強して、物質生産等に利用することが出来る(リボゾーム工学の本来の目的)。一方、病原菌においては、逆に薬剤耐性の獲得をいかにして避けるかが重要課題となる。今回の我々の成果は、臨床抗生物質ストレプトマイシンの耐性メカニズムのひとつを明かにしたものであり、結核治療およびその対処薬剤を開発するにおいて重要な知見となり得る。

[具体的データ]

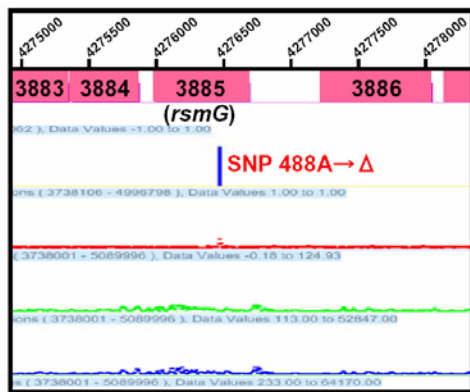


図1 CGS法による変異遺伝子の同定

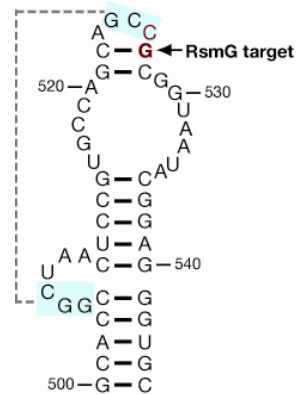


図2 RsmG蛋白質 (16SリボソームRNAメチル化酵素) による530ループのメチル化部位

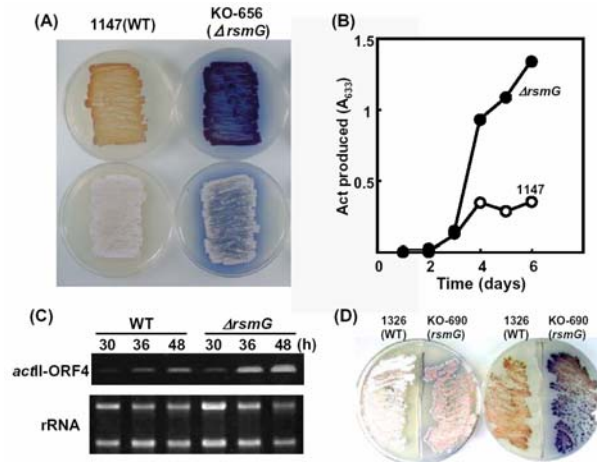


図3 *rsmG*変異導入による抗生物質生産能の活性化
(青色色素は抗生物質アクチノロージン)

[その他]

研究課題名：バイオテクノロジーを利用した新食品素材の生産技術の開発及び生物機能の解明・利用

課題ID：313-e

予算区分：交付

研究期間：2004～2006年度

研究担当者：越智幸三(農研機構・食総研)、岡本晋(農研機構・食総研)、西村賢治(食総研、静岡大)、鈴木定彦(北大)、田丸亜貴(大阪市衛研)、中島千恵(北大)、田中幸徳(食総研、静岡大)、徳山真治(静岡大)

発表論文等：S. Okamoto, et al. (2007) Mol. Microbiol. 63 (4) : 1096-1106

[成果情報名] ビフィズス増殖に効果的なミルクオリゴ糖成分の製造方法

[要約] ヒトミルクオリゴ糖中のビフィズス因子と推定されるラクト N ビオース I (LNB)の調製方法として、スクロースと GlcNAc (N-アセチルグルコサミン)を原料とする方法を試みたところ、660 mM スクロース、600 mM GlcNAc から 520 mM (200 g/L) の LNB が生成した。

[キーワード] ミルクオリゴ糖、ビフィズス菌、ラクト N ビオース

[担当] 食総研・食品バイオテクノロジー研究領域・酵素研究ユニット

[代表連絡先] 電話 029-838-8071、電子メール mkitaoka@affrc.go.jp

[区分] 食品試験研究

[分類] 研究・参考

[背景・ねらい]

人乳中に含まれるヒトミルクオリゴ糖は、母乳栄養乳児の腸管内に速やかにビフィズス菌寡占状態の菌叢を形成させることが古くから知られている。しかしながら、そのメカニズムについては長年明らかにされていなかった。今回ビフィズス菌のもつ新規なガラクトース代謝経路の解析からミルクオリゴ糖に含まれるラクト N ビオース I (LNB)構造により増殖が誘導される仮説を発表した。さらに、LNB の酵素的大量調製法を検討することにより食品産業への応用を図ることを目的とした。

[成果の内容・特徴]

1. ラクト N ビオースホスホリラーゼを中心とする新規なガラクトース代謝系をビフィズス菌ゲノム中に見いだした。その特異性からヒトミルクオリゴ糖 (図 1) 中に含まれる LNB 構造がビフィズス因子として作用することを骨子とした仮説を発表した (図 2)。
2. ビフィズス菌由来の酵素を用い、安価な原料を用いて LNB を製造する方法を二種類考案した。両者のうち四種類の酵素を用いて砂糖と N アセチルグルコサミンを原料として LNB を調製する方法が実用的であった (図 3)。
3. 反応液を酵母で処理して LNB と GlcNAc 以外の糖を除去した後晶析操作を行うことにより LNB を単離することに成功した。この結果によりスケールアップ可能な生産方法を確立した (図 4)。

[成果の活用面・留意点]

1. 本研究で調製された LNB は、従来の市販オリゴ糖と比較してより強いビフィズス菌増殖活性を持つことが期待される。
2. 本成果を活用するにあたり、原料の選定あるいは酵素の製造方法の開発などによる、さらなるコストダウンを検討する必要がある。
3. LNB製造バイオリアクターの構築が今後の課題である。

[具体的データ]

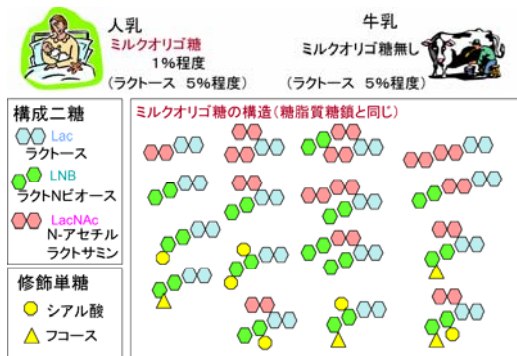


図1 ヒトミルクオリゴ糖の構造

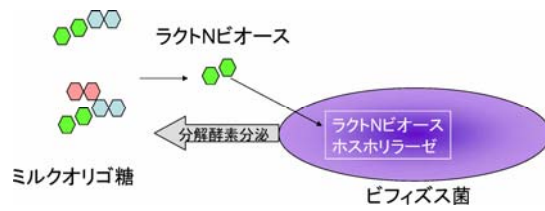


図2 ビフィズス菌増殖に関するラクトNビオース仮説

ミルクオリゴ糖に含まれるラクトNビオース I 構造が分泌酵素により切り出された後に特異的トランスポーターにより菌体内に移行し、ビフィズス菌の栄養源として用いられる。

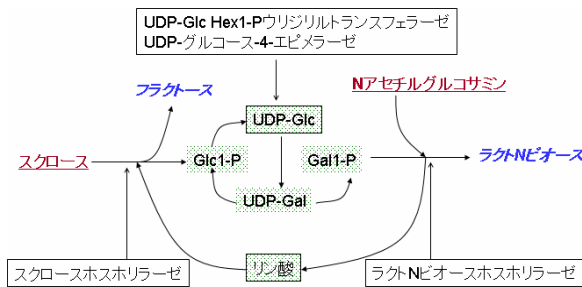


図3 スクロースとGlcNAcを原料としたラクトNビオース I の調製方法

赤字, 原料: 青字, 生成物: 枠内, 触媒網掛け・反応中リサイクルされる化合物

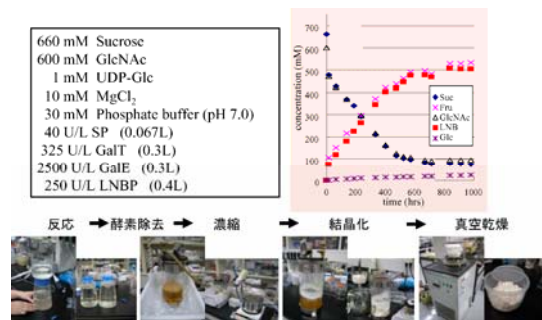


図4 ラクトNビオース I の大量調製

反応液を酵母処理後濃縮することによりラクトNビオース I の結晶を単離する

[その他]

研究課題名: バイオテクノロジーを利用した新食品素材の生産技術の開発及び生物機能の解明・利用

課題 ID: 313-e

予算区分: 新技術・新分野

研究期間: 2005~2009年度

研究担当者: 北岡本光

発表論文等: 1) Kitaoka et al. (2005) Appl. Environ. Microbiol., 71 (6): 3158-3162

2) 北岡、西本 (2007) Milk Science, 55 (3): 171-174

[成果情報名] アブラナ科野菜の塩蔵工程におけるグルコシノレート類の挙動

[要約] 多様なグルコシノレート (GSL) 類を含むクレソンおよび野沢菜について、GSL の逆相 HPLC プロファイルを作成した。塩蔵中のクレソン並びに野沢菜漬けの GSL 量は漸次減少するが、全 GSL 量に占めるインドール GSL 類の割合が増加する。

[キーワード] グルコシノレート、漬け物、クレソン、野沢菜

[担当] 畜産草地研・畜産物機能研究チーム

[代表連絡先] 電話 029-838-8688、電子メール www-nilgs@naro.affrc.go.jp

[区分] 食品試験研究

[分類] 研究・参考

[背景・ねらい]

アブラナ科野菜はその主要な二次代謝産物として多様なグルコシノレート (GSL) 類を含有している。GSL は肝臓等における解毒酵素を活性化することによる制ガン作用が注目されているイソチオシアネート類の前駆体であり、アブラナ科野菜の摂取による発ガンリスクの低減が提唱されている。本研究では、漬け物あるいはその製造過程における GSL 含量の変化について解析した。

[成果の内容・特徴]

1. 大根の主要な GSL である 4-methylthio-3-butenyl glucosinolate は甘酢漬けやキムチなど比較的熟成過程の短い漬け物で検出されるが、沢庵漬けなど熟成工程の長い漬け物では検出されない。
2. クレソンと野沢菜は分析したアブラナ科野菜の中でも特に GSL の種類に富み、それらの熱水抽出物は図 1 に示すような HPLC プロファイルを示す。同一条件で分析した場合、溶出時間によりおおよその同定が可能である。
3. クレソン生葉および湯通ししたクレソンを 3% 食塩水に 7 日間浸漬したモデル塩蔵実験においては、全 GSL 量は減少するが、全 GSL 量に占めるインドール GSL 類の割合が増加する (図 2、図中のグラフ参照)。また、生葉と湯通しの 7 日後の全 GSL 量は乾物 g 当たり 468 および 747 μ g であり、インドール GSL 類の割合は湯通しした方が少ない。湯通しによって、ミロシナーゼ活性およびストレス反応によるインドール GSL の増加が抑制されたと考えられる。
4. 野沢菜生葉と比べて野沢菜漬けにおいてインドール GSL 類の割合が増加している。
5. 野沢菜から分取した各 GSL のミロシナーゼ消化実験において、4-methoxyglucobrassicin は極めて高いミロシナーゼ耐性を示す。また 4-hydroxyglucobrassicin のミロシナーゼ消化物は速やかに hydroxyascorbigen に変換される (表 1)。

[成果の活用面・留意点]

1. インドール GSL の分解物であるインドール化合物については制ガン作用等の機能性に関する知見が蓄積しつつある。クレソン、野沢菜はインドール GSL を多く含むため、利用法、調理法を工夫することにより、より有効に機能性成分を摂取できる可能性がある。
2. 湯通しなどによってミロシナーゼ活性を制御することにより、GSL に富む漬け物や加工食品の製造が期待できる。

[具体的データ]

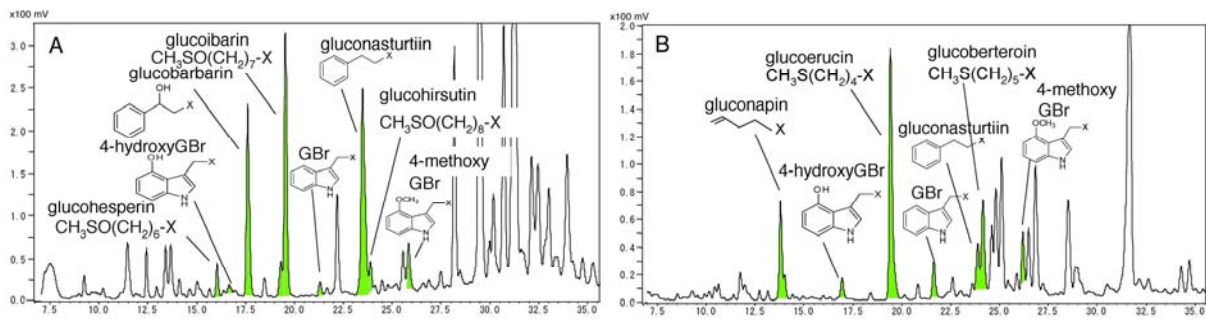


図1 クレソン (A) と野沢菜 (B) 生葉熱水抽出物の逆相 HPLC プロファイルと各 GSL ピークの同定結果 フォトダイオードアレイ検出器により GSL と判断したピークを分取し質量分析により同定した。GBr:glucobrassicin

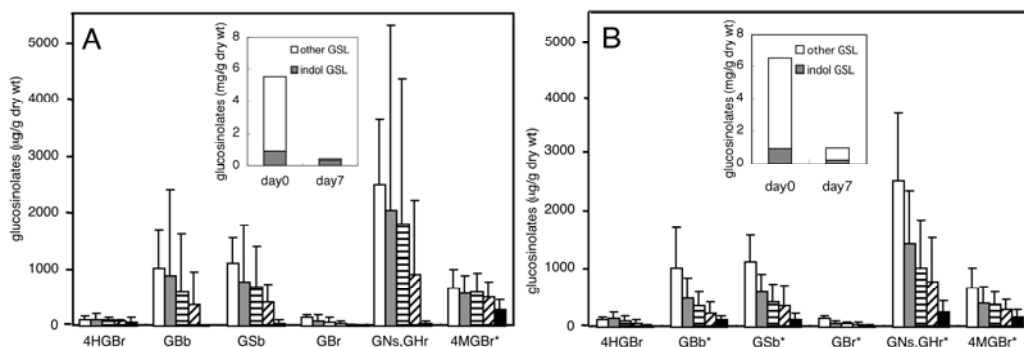


図2 クレソンの塩蔵過程がGSL含量に及ぼす効果 クレソン生葉 (A) および湯通しを行ったクレソン (B) を3%食塩水に浸漬し、各GSL (4HGBr; 4-hydroxy-glucobrassicin, GBb; glucobarbarin, GSb; glucosiberin, GBr; glucobrassicin, GNs; gluconasturtiin, GHr; glucohirstin, 4MGBr; 4-methoxyglucobrassicin) について、浸漬前、1、2、3、7日後のGSL量を各々白、灰色、横線、斜線、黒の棒グラフで示した。値は平均値±SD (n=3)で示し、*は塩蔵7日間における有意 (p<0.05) な減少を示す。図中のグラフは浸漬前と7日後の総GSL量に対するインドールGSL量を示す。

表1 野沢菜中のGSLのミロシナーゼ消化

グルコシノレート	ミロシナーゼ消化後の残存率 (%)	分解産物の生成率 (%)
gluconapin	0±0	
4-hydroxyglucobrassicin	0±0	51±0*
glucoerucin	0±0	
glucobrassicin	10±2.6	30±1.8
gluconasturtiin	16±0	
glucoiberteroin	31±28	
4-methoxyglucobrassicin	86±6.9	

* hydroxyglucobrassicin と同定

[その他]

研究課題名：プロバイオティック乳酸菌等を活用した機能性畜産物の開発

課題 ID：312-d

予算区分：食品総合

研究期間：2004～2005年度

研究担当者：鈴木チセ、亀山真由美、佐々木啓介、村田貴志、吉田充

発表論文等：Suzuki et al. (2006) J. Agric. Food Chem. 54(25)：9430-9436

[成果情報名] ソバспプラウトに含まれるフラボノイドの抗ストレス作用

[要 約] 拘束ストレス負荷したマウスに経口投与されたソバспプラウトフラボノイドは、血漿の抗ストレスホルモン、グルコース、GOT（グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ）活性、血漿及び肝臓の脂質過酸化度のいずれについてもその上昇を抑制することから、ストレス緩和作用及び生体内酸化ストレスの亢進抑制作用が期待される。

[キーワード] ソバспプラウト、フラボノイド、抗ストレスホルモン、生体内酸化ストレス

[担 当] 東北農研・寒冷地特産作物研究チーム

[代表連絡先] 電話 019-643-3513、電子メール www-tohoku@naro.affrc.go.jp

[区 分] 食品試験研究、東北農業・流通加工

[分 類] 研究・参考

[背景・ねらい]

現代はストレス社会とも言われるように、我々の周りには多様なストレスが存在する。過度のストレス状態が持続すると、副腎皮質ホルモン（抗ストレスホルモン）の継続的な分泌や生体内酸化ストレスの亢進が生体に障害を与え、また糖尿病等生活習慣病の発症にも関係するとされている。このため抗ストレス作用を有する食品成分が注目されている。そこで、ソバспプラウトに豊富に含まれる抗酸化物質であるフラボノイドの、ストレス負荷時におこる生体内反応への影響を明らかにする。

[成果の内容・特徴]

1. マウスは吸気口を開けた遠心チューブに 24 時間拘束・絶食処理（RC 群）により、非拘束・自由摂食（NC）群に比べて血漿中のコルチコステロン（抗ストレスホルモン）量が上昇する。これに対し、ソバспプラウト抽出物から Sephadex LH-20 により調製したフラボノイド（組成：ルチン、30%；オリエンチン、12%；イソオリエンチン、17%；ビテキシン、16%；イソビテキシン、25%）（以下 SF）を胃内投与し、24 時間拘束・絶食（RE 群）することにより、血漿中のコルチコステロン量は RC 群と比較して有意に低下する（図 1）。
2. 血漿グルコースは RC 群で NF（非拘束・絶食）群と比較して上昇し、RE 群では上昇が抑制される（図 2）。
3. RC 群では NC 群と比較して肝障害の指標である血漿グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ（GOT）活性が上昇するのに対し、RE 群では有意に上昇が抑制される（図 3）。従って SF の投与によりストレスによる肝臓のダメージが軽減する。グルタミン酸ピルビン酸トランスアミナーゼ（GPT）活性については有意差は認められないものの、同様の傾向を示す。
4. 血漿及び肝臓の脂質過酸化度（TBARS）は NC 群と比較して RC 群で上昇することから、ストレスの負荷により生体内での酸化ストレス亢進が示される。これに対して、RE 群では血漿・肝臓のいずれの脂質過酸化度も有意に RC 群と比較して上昇が抑制される。このことから、SF の投与により生体内の酸化ストレス亢進が抑制される（図 4 A・B）。

[成果の活用面・留意点]

1. ソバспプラウト及びフラボノイドを機能性食品素材として利用するための知見となる。
2. 本試験は小動物を用いた試験結果であり、ヒトでの試験は実施していない。

[具体的データ]

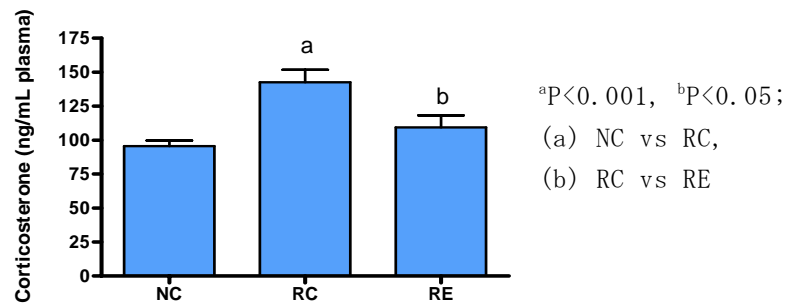


図1 SFのストレス負荷マウス血漿コルチコステロン量に及ぼす影響 (n=10~12±SEM)
NC (非拘束・自由摂食), RC (拘束・絶食) : フロピレンゲリコール (PPG) 投与*, RE (拘束・絶食・
フラボノイド投与) : フラボノイド (10 mg/mL PPG溶液) (100 mg/kg) 投与* *1日1回、計3回

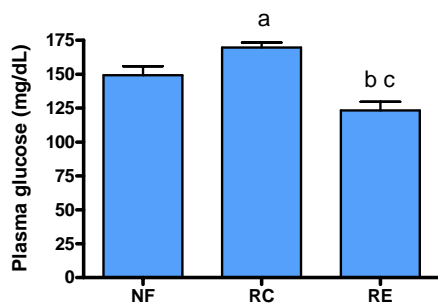


図2 SFのストレス負荷マウス血漿グルコースに及ぼす影響
NF (非拘束・絶食) : PPG投与* (n=9 ±SEM) *1日1回、計3回
^aP<0.05, ^bP<0.01, ^cP<0.0001
(a) NF vs RC, (b) NF vs RE
(c) RC vs RE

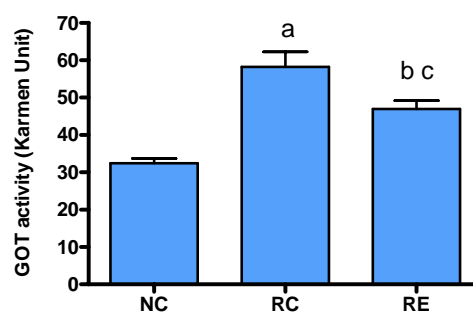


図3 SFのストレス負荷マウス血漿 GOT 活性に及ぼす影響
(n=10~12±SEM)
^aP<0.001, ^bP<0.01, ^cP<0.05
(a) NC vs RC, (b) NC vs RE
(c) RC vs RE

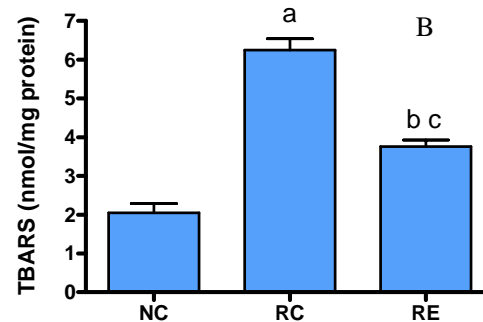
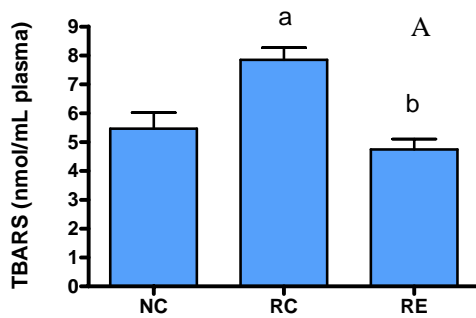


図4 SFのストレス負荷マウス脂質過酸化度 (TBARS) に及ぼす影響
(n=9~11±SEM) A 血漿 (^aP<0.01, ^bP<0.001, (a) NC vs RC, (b) RC vs RE)
B 肝臓 (^{a, b, c}P<0.001 (a) NC vs RC, (b) NC vs RE (c) RC vs RE)

[その他]

研究課題名 : 寒冷地における地域特産作物の優良品種の育成及び利用技術の開発
課題 ID : 311-f
予算区分 : 食品
研究期間 : 2005~2006年度
研究担当者 : 渡辺 満