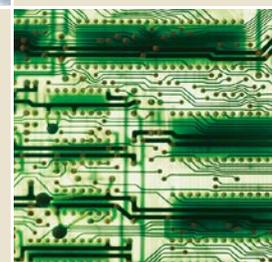
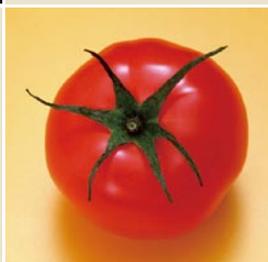
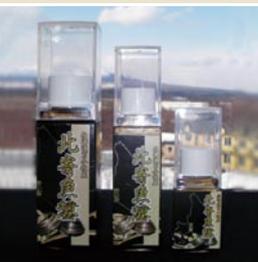


KOSEN

高専発

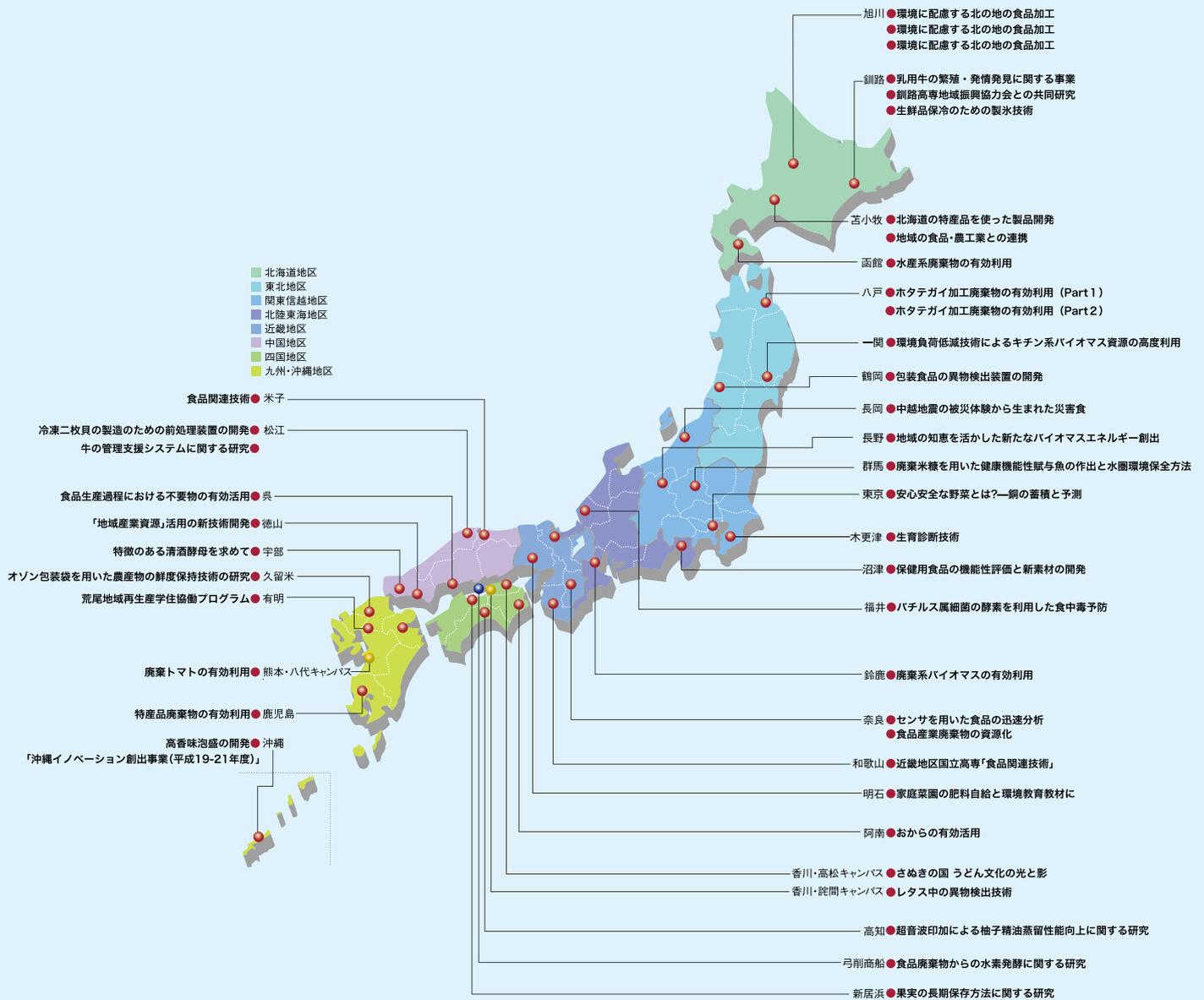
食品関連技術シーズ集



独立行政法人 国立高等専門学校機構

Institute of National Colleges of Technology, Japan

食品関連技術シーズ分布図



目 次

食品生産

乳用牛の繁殖・発情発見に関する事業 ネットワークカメラを用いた乳牛の発情発見システム	
釧路高専 高木 敏幸	1
釧路高専地域振興協会との共同研究 PCを用いたコーヒー豆選別装置の開発	
釧路高専 大槻 典行	2
生育診断技術 レーザー誘起蛍光法を用いた海苔の生育診断技術の開発	
木更津高専 岡本 保	3
安心安全な野菜とは？－銅の蓄積と予測－ 野菜中の重金属蓄積量を推定する簡便迅速な予測手法の開発	
東京高専 庄司 良	4
牛の管理支援システムに関する研究 ニューラルネットワークの各種応用事例	
松江高専 渡部 徹	5
特徴のある清酒酵母を求めて ～桜の花からの清酒酵母採取とその利用～	
宇部高専 加藤 美津子	6
荒尾地域再生産学住協働プログラム～地域再生のための焼酎づくり～ マイクロバブル技術の応用	
有明高専 氷室 昭三	7

食品加工

北海道の特産品を使った製品開発 地場産ホッキ貝からの魚醤油開発	
苫小牧高専 岩波 俊介	8
環境に配慮する北の地の食品加工 機能性材料としてのバクテリアセルロースゲル(ナタデココ)の利用	
旭川高専 沼田 ゆかり	9
環境に配慮する北の地の食品加工 発泡酒が有する殺菌性能 - 微生物制御への利用可能性の検討 -	
旭川高専 富樫 巖	10
環境負荷低減技術によるキチン系バイオマス資源の高度利用	
メカノケミカル粉碎および酵素糖化に関する基盤技術の確立	
一関高専 戸谷 一英	11
中越地震の被災体験から生まれた災害食 食事制限者向け災害備蓄用低グルテリンアルファ米の開発	
長岡高専 菅原 正義	12
保健用食品の機能性評価と新素材の開発 コタラヒムブツ含有サプリメントの開発	
沼津高専 芳野 恭士	13
センサを用いた食品の迅速分析 酵素反応と酸化還元反応を組み合わせた食品分析の開発とその応用	
奈良高専 三木 功次郎	14
近畿地区国立高専「食品関連技術」 ジャバラを素材とした健康食品の開発	
和歌山高専 藤本 晶・米光 裕・岩本 仁志	15
食品関連技術 含硫黄系有機分子による食品フレーバーの開発	
米子高専 谷藤 尚貴	16
冷凍二枚貝の製造のための前処理装置の開発 高電圧を利用した処理システム	
松江高専 箕田 充志	17
「地域産業資源」活用の新技術開発 マイクロバブル技術で「日本一・最高金賞」の酒造り	
徳山高専 大成 博文	18
超音波印加による柚子精油蒸留性能向上に関する研究 柚子搾汁後残渣の精油抽出・処理技術	
高知高専 武内 秀樹・永橋 優純	19
高香味泡盛の開発「沖縄イノベーション創出事業(平成19-21年度)」 泡盛香気成分の分析技術について	
沖縄高専 玉城 康智	20

食品流通・販売

地域の食品・農工業との連携	食品のおいしさを評価する味覚センサシステムの開発	
苦小牧高専	小島 洋一郎	21
生鮮品保冷のための製氷技術	透明氷の新生成方法とその利用技術	
釧路高専	麓 耕二	22
包装食品の異物検出装置の開発	近赤外光を利用する包装済み板海苔の異物検出装置の開発	
鶴岡高専	神田 和也	23
バチルス属細菌の酵素を利用した食中毒予防	Bacillus cereus 細菌の持つ cortex lytic enzyme を利用したバクテリア繁殖阻害と食中毒予防	
福井高専	川村 敏之	24
レタス中の異物検出技術	近赤外スペクトルイメージ技術の応用	
詫間電波高専	三崎 幸典	25
果実の長期保存方法に関する研究	ポストハーベストを使用した柿の長期保存	
新居浜高専	牧 慎也	26
オゾン包装袋を用いた農産物の鮮度保持技術の研究	オゾンを利用した福岡県産イチジクの輸送方法	
久留米高専	伊藤 義文	27

未利用資源活用

水産系廃棄物の有効利用	イカ墨から食品にも印刷できる「可食性」インクの開発	
函館高専	上野 孝	28
環境に配慮する北の地の食品加工	ホタテ貝殻・ガラス混合物からの抗菌性成型体の作製と評価	
旭川高専	高田 知哉	29
ホタテガイ加工廃棄物の有効利用 (Part 1)	ホタテガイ内蔵からの有害金属除去技術	
八戸高専	齊藤 貴之	30
ホタテガイ加工廃棄物の有効利用 (Part 2)	ホタテガイ内蔵からの EPA エチルの精製技術	
八戸高専	齊藤 貴之	31
廃棄米糠を用いた健康機能性賦与魚の作出と水圏環境保全方法	環境にもヒトの体にも優しい養殖魚の開発	
群馬高専	長阪 玲子	32
地域の知恵を活かした新たなバイオマスエネルギー創出	微生物触媒を用いた使用済植物油の BDF (バイオディーゼル燃料) 化技術	
長野高専	畠 俊郎	34
廃棄系バイオマスの有効利用	オカラの環境調和型材料への展開	
鈴鹿高専	下古谷 博司	35
家庭菜園の肥料自給と環境教育教材に	無電力生ごみ堆肥化装置	
明石高専	平石 年弘	36
食品産業廃棄物の資源化	悪臭成分分解微生物の分離	
奈良高専	伊月 亜有子	37
食品生産過程における不要物の有効活用	牡蠣殻を有効利用したエココンクリート	
呉高専	堀口 至	38
おからの有効活用～廃棄物の有効利用～	有効成分から健康食品へ	
阿南高専	一森 勇人	39
さぬきの国 うどん文化の光と影	さぬきうどん製造廃水の経済的浄化システムの開発	
高松高専	多川 正	40
食品廃棄物からの水素発酵に関する研究	動物性食品廃棄物からの水素採取の検討	
弓削商船高専	伊藤 武志	41
廃棄トマトの有効利用～地域特産物に付加価値を～	青トマト緑色色素の安定化とその利用技術	
八代高専	栗原 正日呼	42
特産品廃棄物の有効利用	きのこ生産を核とした焼酎粕乾燥固形物の多用途再生技術	
鹿児島高専	山内 正仁	43



乳用牛の繁殖・発情発見に関する事業

電気工学科 高木 敏幸

ネットワークカメラを用いた乳牛の発情発見システム

【要約】

道東の釧路地区は日本国内有数の酪農地帯で、北海道の生産量の3分の1を占めて各地に出荷されている。乳牛の飼育方式にはつなぎ飼い方式と放し飼い方式の2つある。放し飼い方式はつなぎ飼い方式と比較し、乳牛に与えるストレスが少ないため、乳量、品質が優れているが、個体管理、発情の発見が難しいという問題がある。そこで、より安価な新しい発情発見システムとして、牛舎内にネットワークカメラを設置し、画像から発情した乳牛に見られる乗駕動作を識別・発見するシステムを提案した。

【きっかけ】

乳牛から連続的に効率よく搾乳をするためには、発情をいち早く発見し、種付けを行う必要がある。しかし、放し飼い方式では、個々の個体の管理が難しいという問題がある。そこで、一般に、放し飼い方式では乳牛にICタグトランスポンダを乳牛に取り付け、各個体の運動量の測定することによって発情を発見するシステムが用いられている。しかし、設備や維持には多額の費用がかかるため、容易につなぎ飼い方式から放し飼い方式に移行することが出来ない。そこで、従来の個体管理システムに代わるより安価な新しいシステムとして、牛舎内の数箇所ネットワークカメラを設置し、これらの画像から乳牛の発情発見システムを構築できないかと考えた。

【プロセス】

図1に示すように発情した牛の特徴として乗駕行動があり、これは発情した牛が他の牛に乗る行為である。本システムではこの牛の乗駕行動に着目し、映像から乗駕が行われているか否か動画を1フレーム毎に分割して解析し、乗駕が行われている映像を判別する。

1) 観測領域の設定

動画を1フレーム毎に分割し、分割された画像から乗駕行動が観測される図2に示す観測領域を設定し、その観測領域のフレームごとの差分値を求める。

2) ルールの設定

牛舎内の明るさが急に变化した場合や通路内をトラクターや人が通過した場合など、一意的に観測領域の差分値の変化だけで乗駕行動の有無が判別できない場合がある。そこで、乗駕行動とこれらの状態に対応する観測領域のパターンを抽出し、乗駕行動のパターンのルールを設定する。

【成果】

本システムの有用性を示すため、牛舎内で撮影された1600枚の動画を用いて比較・検証を行った。これらの動画には空の牛舎、牛舎内の明るさが大きく变化したもの、牛舎内の通路をトラクターや人が通過しものなどが含まれている。本システムをこれらの動画に対して乗駕行動が撮影されている動画の判別を行った。

観測領域を3、4、7箇所を設定した場合、それぞれ、70%、81%、92%の乗駕行動の判別結果を得た。

現在、乗駕行動を行った乳牛の斑紋パターンを抽出し、個体識別を行うシステムを構築している。



図1. 乗駕行動

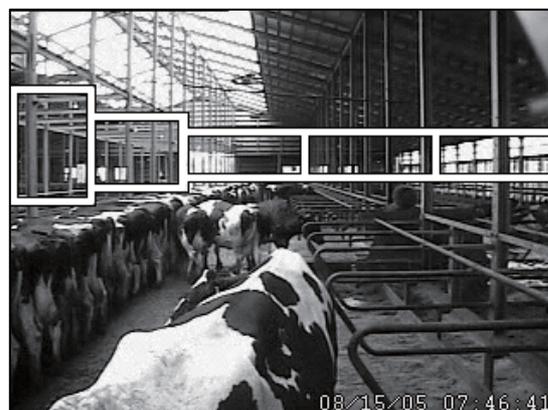


図2. 観測領域



釧路高専地域振興協力会との共同研究

情報工学科 大槻 典行

PCを用いたコーヒー豆選別装置の開発

【要約】

コーヒー豆は、焙煎後に発酵しすぎた豆等を取り除き香りを最良のものに保つことで付加価値を高めることができる。この選別を手で行う場合膨大な量のコーヒー豆を扱うため自動化が望まれていた。コーヒー豆の良否は、焙煎後の豆の色合いで判断することができる。そこで、ビデオカメラで取得した画像をPCで処理し、良否判別する装置を開発した。ビデオカメラ及びPCは、一般的なものを用い、画像処理ソフトウェアは、オープンソースソフトウェアを利用して開発したため、安価な装置を作ることができた。

【きっかけ】

本校は、釧路工業技術センターと技術協力や共同研究を常に行っている。そこへ、安価な選別装置を開発できないかという相談が持ち込まれたことからこの研究が始まった。卒業研究のテーマとして学生が授業で得た画像処理技術を実用面に応用する良い題材であり、教育効果も期待できると考えた。

【プロセス】

選別の処理は、できる限りソフトウェアで実現する方針で進めた。

- ・ベルトコンベア上にコーヒー豆が流れてくる。それをビデオカメラで捉え豆画像を取得する。従来であれば、豆の通過判定は、フォトセンサ等を用いるが、本装置は、取得画像から豆の通過を判定する。
- ・取得した豆画像から背景となるベルトコンベアの情報を取り除き豆自身の画像にする。
- ・豆画像の濃度値を調べ良否判定を行う。
- ・欠点豆と判断した豆は、空気圧で吹き飛ばし、良品豆と判断した豆は、ベルトコンベア終端のトレイに格納される。

【成果】

人が行うコーヒー豆の良否判定は、欠点豆は、淡い色で良品豆は、濃い色合いであるという特徴を利用している。しかし、PCによる画像処理では、濃度値だけでは、良否判定の精度が高くならなかった。コーヒー豆の画像を光の3原色に分解して調査すると、欠点豆と良品豆の濃度値の違いは、3原色のうち赤が大きく、緑は、あまり大きくなかった。更に、青に至っては、欠点豆と良品豆の濃度値の差が殆ど無く逆転している場合も見られた。そこで、良否判定に豆画像の赤情報だけを用いる判定を行ったところ、従来の7～8割の正解率が、8～9割の正解率にまで向上した。汎用の選別装置は、高価であり、良否判定のアルゴリズムを自由に変更できないが、本装置は、更に異なる良否判定アルゴリズムを利用できる。



コーヒー豆画像
良品豆(上)欠点豆(下)



製作したコーヒー豆選別実験装置



生育診断技術

レーザー誘起蛍光法を用いた海苔の生育診断技術の開発

【要約】

これまでの海苔養殖では、漁業従事者が目視などの経験則によって疾病・障害などの状態の判断していた。しかし、より安定な生産を行うためには、これらを定量的に判断する方法が必要である。本研究では、その計測手段としてLIF法(Laser-Induced Fluorescence method;レーザー誘起蛍光法)を提案し、この手法を用いた海苔養殖管理技術の開発を行っている。

【きっかけ】

本校ではこれまでに企業からの技術相談を受けて、「サンマ漁用LED集魚灯の開発」という共同研究を実施しており、千葉県水産総合研究センターに研究協力をお願いしていた。その際に、海苔養殖における定量的な評価技術の開発を依頼され、千葉県水産総合研究センターと共同で本研究を開始した。本研究は、半導体の評価技術を海洋の植物である海苔に応用したものである。

【プロセス】

1) 海苔の蛍光スペクトルへのストレスの影響

海苔生葉にレーザー光を照射し、蛍光スペクトルの測定を行った。正常な海苔とあかぐされ病、壺状菌病に感染した海苔や淡水に浸した海苔のスペクトルなどを評価して、蛍光スペクトル測定が海苔の生育診断に有効かどうかを検討した。

2) 海苔の蛍光スペクトルの励起波長依存性

海苔の蛍光のメカニズムを検討するため、および海苔の生育診断に適した励起波長を明らかにするために、蛍光スペクトルの励起波長依存性を検討した。連続波長を有するXeランプ光を分光器で分光して励起光として用いた。

3) 細胞レベルでの蛍光分布測定

病害の部位を初期段階で診断するために、細胞レベルでの蛍光分布測定を試みた。微小部位を測定するために、LIFスペクトルで特徴的に変化するピーク波長の干渉フィルタを介してデジタルマイクروسコープに画像として取り込み、蛍光分布測定を行った。

【成果】

1) 海苔の蛍光スペクトルへのストレスの影響

図1に示すように、病害などのストレスの影響により、蛍光スペクトルが変化することを明らかにした。このことから、蛍光スペクトルの測定により、海苔の生育診断が可能であると考えられる。

2) 海苔の蛍光スペクトルの励起波長依存性

励起波長依存性を検討したところ、500 nm付近の励起光が海苔の生育診断に適していることが明らかになった。

3) 細胞レベルでの蛍光分布測定

あかぐされ病に感染した海苔生葉について、デジタルマイクروسコープを用いた細胞レベルでの蛍光分布測定を行ったところ、あかぐされ病に感染して完全に死滅した細胞からの蛍光は見られなかったが、死滅した部位の周囲において波長580 nmでの蛍光が強くなることが明らかとなった。また、あかぐされ病の感染が拡大していく様子を蛍光強度の変化で観測することができた。

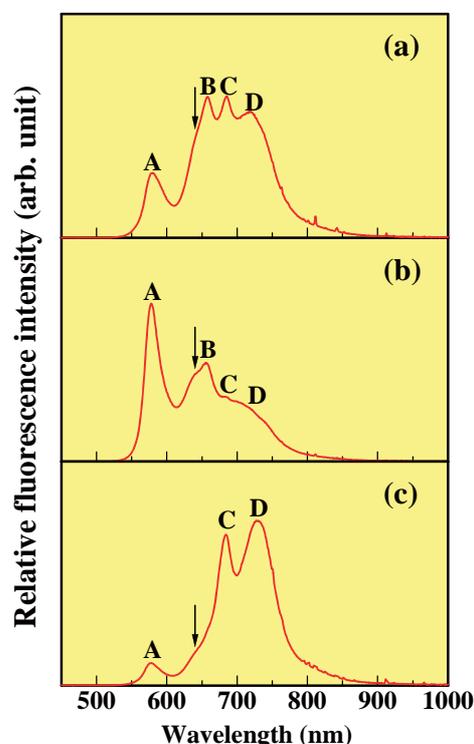


図1 (a) 正常な海苔、(b) あかぐされ病の海苔および(c) 壺状菌病の海苔の典型的なLIFスペクトル



安心安全な野菜とは?—銅の蓄積と予測—

物質工学科 庄司 良

野菜中の重金属蓄積量を推定する簡便迅速な予測手法の開発

【要約】

ボルドー液や殺虫剤などの重金属を含む農薬を長年施用した圃場では、野菜に対する重金属の吸収量が大きくなるため、食用野菜の生産に不向きとなる。そこで、重金属汚染が進行した土壌で野菜を生産することを可能とするために、フィルター試験を用いた簡便な可食部への重金属蓄積量を予測する方法を確立した。

【きっかけ】

深刻な重金属汚染が進むガーナにおける共同研究で、河川を汚染する重金属の野菜部位への蓄積量を測定する実験を行ったことから、可食部での重金属を減らすことをテーマとする実験を開始することを考えた。

農薬の中には重金属を含むものが存在し、ボルドー液と呼ばれる農薬は銅を主成分の中に組んでいる。この農薬は使用する量の規制がないことから連続的な施用によって土壌中の銅濃度を高めることが予測され、可食部に対する銅の蓄積量を測定する必要があると考えた。

【プロセス】

簡易的な野菜中銅蓄積量を測定するためにフィルター試験を採用、実圃場試験と比較をした。

1)フィルター試験

シャーレ内に濾紙を敷き野菜(ダイコンとキャベツを選択)の種を10粒ずつ濾紙上に置き、銅濃度を変化させた溶液を暴露した。試験中温度を25℃に保ち、無照明以下で5日間試験を行った後、試験後幼苗を根、茎、葉に切り分けそれぞれの銅蓄積量を測定した。

2)実圃場試験

実際の土壌において生育したダイコン、キャベツを乾燥し、根、茎、葉の部位に切り分けた。切り分けた各部位での銅蓄積量をそれぞれ測定した。

3)野菜全体での銅蓄積量の算出

乾燥した野菜の各部位の重量を測定、部位における銅濃度を用いて野菜中に蓄積された銅の量を計算し、野菜全体の重量で割ったものを野菜全体の銅蓄積量とした。

【成果】

1)フィルター試験

検討の結果、部位ごとの銅蓄積量の違いを測定、フィルター試験を用いた簡易的な試験で野菜部位での銅蓄積量の違いの測定が可能となった。

2)実圃場試験

実圃場での野菜各部位での銅蓄積量を測定、フィルター試験の結果と比較検討した。土壌や溶液中の銅濃度ではなく野菜全体での銅蓄積量を用いて部位での銅蓄積量を整理することでフィルター試験と圃場試験の間に相関性があることが判った。

3)実用性

フィルター試験と圃場試験での相関性を利用して、土壌における野菜各部位の銅蓄積量をフィルター試験を用いて算出することが可能となった。このことから簡便なフィルター試験によって野菜の可食部における銅蓄積量を予測が可能となり、食の安全性を簡便に検討する手法が開発できた。

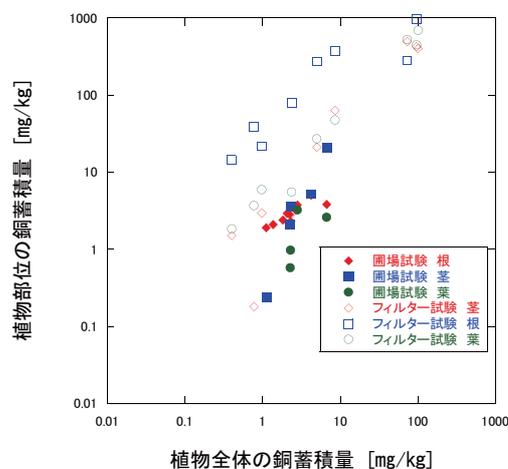


図1. 圃場試験およびフィルター試験における植物部位の銅蓄積量比較



牛の管理支援システムに関する研究

情報工学科 渡部 徹

ニューラルネットワークの各種応用事例

【要約】

牛の首に行動量計を装着し、行動量により牛の発情状態や健康状態（病気や怪我など）を識別するシステムの研究開発を行っている。発情状態・健康状態の識別には、脳の神経細胞の動作をモデル化した“ニューラルネットワーク”を応用している。

【きっかけ】

通常の牛は発情期になると、行動に落ち着きがなくなるなど様々な兆候を示す。しかし近年は環境ホルモン等の影響で、発情しているにもかかわらず、発情兆候を見せない牛が多くなり、人工授精のタイミングを逃してしまう機会が増加している。これは「1年1産」（一年に一頭の子牛を産ませること）を目標にしている畜産農家にとっては深刻な問題となっている。

【プロセス】

牛は朝晩の食事中は大きく行動し、夜間の就寝中は余り行動しない。従って、単に行動量だけの指標では判定が難しい。そこで、過去の時間帯別の行動量データから、「過去の同時時間帯と比較して、現在はどの程度行動しているか」という指標を求め、これをニューラルネットワークに入力することで、発情判定を行っている。

【成果】

現時点では発情発見率は70%程度である。今後は、時系列データを用いた予測問題に使われることの多い“リカレント型ニューラルネットワーク”を適用する予定である。さらに行動量以外（体温等）のデータを併用することにより、識別率の向上を目指す。

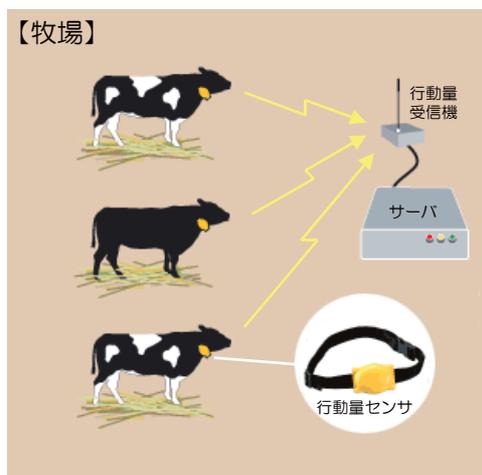


図1. 牛の管理支援システム構成図

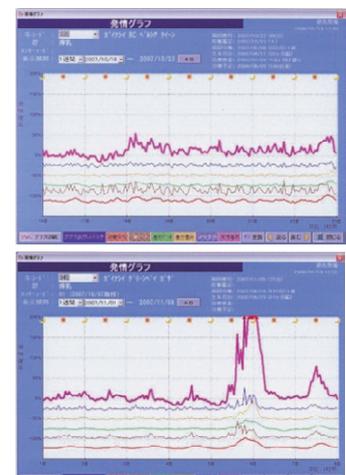
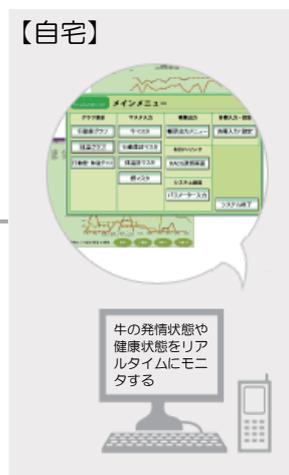


図2. 牛の行動量グラフ



特徴のある清酒酵母を求めて

物質工学科 加藤 美津子

～桜の花からの清酒酵母採取とその利用～

【要約】

産業界との共同研究に学生も参加させ、実験に対する意欲と責任を培わせることを目的に新しい酵母の採取を卒研のテーマに設定した。産学官で連携して実験を進め、「やまぐち・桜酵母」が得られた。

【プロセス】

話題性のある酵母ということで『桜の花』から単離することに決めた。学生には結果に責任があることを強調し、週2回結果の検討や今後の方針について綿密なミーティングを行った。最初は定石どおり試みたが、うまく行かず当研究室でこれまで培ってきた菌の培養ノウハウを活用し、嫌気的に行うことで酵母の単離に成功した。本校で単離した酵母を産業技術センターで増殖させ、更にこれを山口県内の酒井酒造(株)で醸造するという産学官の連携がうまく進行し、商品になり得る酵母を採取することができた。

【きっかけ】

長年、共同実験や情報交換を行っている地方独立行政法人 山口県産業技術センターより春の花から高濃度のアルコールを生産する酵母の単離についての依頼があった。日々ものづくりの重要性は掲げながらどうしても受身になりがちな学生に「身近で、結果が社会の利益に直結するテーマを選ぶことで、非常に効果があるのではないか」として、研究テーマに取り上げた。



新しく市販された日本酒

やまぐち・桜酵母 *Saccharomyces cerevisiae*の電子顕微鏡写真

【成果】

- ・[知的財産] 本技術は2006年9月1日に特許第3846623号を取得した。
- ・約100本の桜から試験管レベルで約11%のエタノール生産能のある野生酵母 (*Saccharomyces Cerevisiae*)の採取に成功した。
- ・県下の酒造会社でフルーティーな酸味の少ない新しい日本酒ができ、花見の時期に4つの酒造会社から4種の酒が一斉発売された。
- ・売れ行きは好調で、2009年1月現在、50種類以上の酒が醸造され、酸の生産が少ないことから焼酎にもむいており、現在売出している2銘柄の焼酎も非常に評判が良い。
- ・県から「第12回山口県産業技術科学技術振興賞」を受賞した。



荒尾地域再生産学住協働プログラム

～地域再生のための焼酎づくり～

物質工学科 氷室 昭三

マイクロバブル技術の応用

【要約】

荒尾市は三井三池炭鉱の町として栄えてきたが、1997年に鉱山が閉山し、その後産業は衰退してきた。この荒尾市を再生して活性化するために、有明高専のマイクロバブル技術を用いて、荒尾のブランド商品として焼酎「美泡小岱」を開発した。味を味覚センサで調べたところ、うま味の増加を確認した。

【きっかけ】

2004年有明海再生プロジェクトを立ち上げ、マイクロバブル技術によってタイラギの養殖に成功したが、そのとき底質が大きく改善されていることがわかった。そこで、細菌に及ぼすマイクロバブルの効果を明らかにしていくことにしたが、その中で酵母がマイクロバブルによって著しく増加することを見出した。このことを利用してマイクロバブルの焼酎をつくろうと思った。また、荒尾市再生のために荒尾のブランド商品開発が喫緊の課題でもあった。

【プロセス】

焼酎の原料となるサツマイモには「紅アズマ」を使用した。この栽培からマイクロバブルを用いて育てた。マイクロバブル発生装置には本校のH100型を使用した。マイクロバブル発生装置の消毒・殺菌作業を、過酸化水素水約35%のものを30分間循環させて行った後、700 dm³の焼酎仕込水にマイクロバブル発生装置で45分間バブリングを行い、マイクロバブル1次仕込水を調製した。マイクロバブル発生装置による2次仕込水調製もマイクロバブル発生装置の消毒・殺菌作業を同様にを行い、1,200 dm³の焼酎仕込水にマイクロバブル発生装置で75分間バブリングを行い、マイクロバブル2次仕込水を調製した。こうしてできあがった焼酎を「美泡小岱」と命名したが、それを図1に示す。製造した焼酎の味覚を味覚センサで調べた。焼酎の味覚測定には、(株)インセント製の味認識装置(味覚センサ)SA402Bを用いた。

【成果】

マイクロバブル系焼酎「美泡小岱」、及び通常仕込系焼酎「小岱」を試飲された方全員が「マイクロバブル系がおいしい。まろやかでのどごしがよく、なめらかで飲みやすかった。」とコメントした。中には、「米焼酎のようだ。」というコメントもあり、少し日本酒寄りの焼酎になったのかもしれない。(株)山元酒造の社長による検定の結果次のようなコメントがあった。「マイクロバブル系小岱焼酎と通常仕込系小岱焼酎は、蒸留酒の段階では、ほとんど変わらないと感じたが、割り水後の出荷品に対しては、マイクロバブル系小岱焼酎の方が、口当たりが良くなった。」

味覚センサによる測定結果、マイクロバブルで製造した焼酎およびマイクロバブルを使用していない焼酎の応答パターンは大きく異なった。味覚には酸味、苦味、甘味、塩味、うま味があるが、マイクロバブルを使用していない焼酎は塩味の応答に似たパターンを示したが、マイクロバブル処理した焼酎はうま味と似たパターンを示した。試飲ではほとんどの人が「まろやかでのどごしがよく、なめらかで飲みやすかった」という感想を述べたが、マイクロバブル処理によって味覚がうま味の応答に似たことがこのような感想になったものと思われる。

学生には、この焼酎造りから実際に販売するところまでを学ばせ、技術的なセンスはもちろんのこと経営的なセンスも学ばせようという狙いが本プログラムにあったが、今回は発売日前に完売となった。



図1 マイクロバブルを用いて造った芋焼酎「美泡小岱」



独立行政法人国立高等専門学校機構

北海道の特産品を使った製品開発

物質工学科 岩波 俊介

地場産ホッキ貝からの魚醤油開発

【要約】

地場産ホッキ貝からの魚醤油を開発するにあたり、独特の魚醤油風味とは異なりホッキ貝のもつ風味を引き出すため、ホッキ貝の持つ旨味成分の濃縮方法、発酵熟成方法、ろ過方法、殺菌方法等の検討を行った。本研究成果により得られたホッキ貝からの魚醤油は、スープ等の液体食材に数滴の添加することによりマイルドな食材に変化させることが可能となり、ホッキ貝のもつ本来の風味を維持した製品となった。

【きっかけ】

苫小牧発の道産品として知られるホッキ貝は資源量日本一を誇っており、現在、苫小牧市の貝としても制定されている。ホッキ貝は、今後も街の活性化に大きな効果をもたらす資源であると思われるが、現在その活用のほとんどが一次加工に留まっているのが現状である。本校が実施している「技術相談」に、地元企業「TSOスタッフ」から、ホッキ貝を観光資源の一躍を担う産物としてさらに幅を持たせるためホッキ貝が持つ風味を活かした魚醤油製造条件の検討依頼が持ち込まれたところから「地場産ホッキ貝からの魚醤油開発」の研究を開始した。

【プロセス】

ホッキ貝の持つ風味を活かした魚醤油の製造を行うため、以下のように製造条件の検討を順次行った。

- 1) 旨味成分等の濃縮方法
旨味濃縮条件については、試験時の環境について様々な条件での設定を行い、濃縮条件の最適化について検討を行った。
- 2) 発酵熟成方法
発酵に使用する微生物の種類、添加のタイミング、発酵温度、熟成期間について試験を行った。
- 3) ろ過方法、殺菌方法等
不溶性成分のろ過についての手法の検討、殺菌および酵素の失活のための温度設定等、風味を維持するための製造条件の最適化について検討を行った。

【成果】

- 1) 旨味成分
旨味成分の濃縮を試みたホッキ貝より魚醤油の作製を実施し、発酵完了時の各種旨味、甘味、有効成分の分析を行った。大豆醤油および他種の魚醤油との比較を行った結果、試作魚醤油100ml中のタウリンは4920mgと従来のホッキ魚醤油と比較しても多くなっていた。続いて旨味成分のGluは1245mg、Aspは552mgであり、うすくち醤油と同等の値を示し、甘味成分のGlyは2721mg、Alaは3180mgであり、これらは大豆醤油の10倍の値を示した。加えてHisは60mgであり、これは醤油の1/2である。また、ヒスタミンは未検出であった。耐塩性酵母の生産したエタノール濃度は0.5%程度であった。
- 2) 味わいと風味
本研究により開発されたホッキ魚醤油は、ホッキ貝のもつ味わいや風味を損なうことなく、魚醤油のイメージである独特な生臭さを大幅に抑制した製品となった。このため、様々な料理に利用しやすく、コクやまろやかさを引きだしつつ伸びのある隠し味として利用することが可能である。
- 3) 外食産業における利用(2009年2月現在)
外食産業における利用状況として、スープ1杯につき2滴(0.1ml)で味に変化が得られることが実証されている。本ホッキ魚醤油は、鳥、豚系統のスープにおいて味の違いが顕著に現れている。

(詳細は、物質工学科 岩波俊介 まで。

iwanami@sem.tomakomai-ct.ac.jp)



図1. 開発されたホッキ魚醤油

(現在、北海道内各所にて販売中
左より100ml、50ml、25ml)



環境に配慮する北の地の食品加工

物質化学工学科 沼田 ゆかり

機能性材料としてのバクテリアセルロースゲル(ナタデココ)の利用

【要約】

バクテリアセルロースゲルは生分解性や生体適合性など優れた性質を有することから、機能性材料としての利用が期待されているが、乾燥や圧縮によって水を失いやすく、ゲルとして機能しなくなることが欠点である。乾燥に弱いという欠点を克服するため、ゲルの水を高分子化合物であるポリエチレングリコールで置換することによって、乾燥しないゲルを創製した。このゲルはさらに、白色固体から透明ゲルへ可逆的に変化する温度応答性を有することが明らかになった。

【きっかけ】

微生物によってつくられたセルロースはバクテリアセルロースと呼ばれ、ハイドロゲル状態で培地の表面に浮かんだようにできる。一般的にはナタデココとして知られており、健康食品として市販されている。生分解性や生体適合性などの性質を有することから、機能性材料としての利用が期待されているが、乾燥しやすいことなどからゲルとしての利用は食品等狭い範囲に限られている。そのため、乾燥に強いバクテリアセルロースゲルが創製できれば、機能性材料として利用分野が広がると考えた。

【プロセス】

空気中でも揮発しない高分子化合物として生体適合性を有する分子量200のポリエチレングリコール(ポリエチレングリコール200)と分子量1000のポリエチレングリコール(ポリエチレングリコール1000)、およびポリエチレングリコール200と1000の混合物を選択した。バクテリアセルロースゲルをポリエチレングリコールで膨潤するため、各種ポリエチレングリコール水溶液にバクテリアセルロースゲルを加え、常圧で加熱することによって水を蒸発させた。

得られた各試料について、20, 28, 40℃での状態を観測した。

【成果】

1) 乾燥しないバクテリアセルロースゲル

これまでの手法では、バクテリアセルロースゲル中の水の一部しか高分子化合物で置換することができなかったが、今回、ゲルの水を完全にポリエチレングリコールで置換することに成功した。このため、作製したバクテリアセルロースゲルは長期間にわたって、変わらずゲル状態を保つことが可能になった。

2) 可逆的温度応答性

図1に得られたゲルの各温度での状態を示す。20℃ではポリエチレングリコール200で膨潤した試料は透明ゲル、その他の試料は白色固体、28℃ではポリエチレングリコール200およびポリエチレングリコール200と1000の混合物で膨潤したものは透明ゲル、40℃ではすべての試料が透明ゲルだった。温度を下げると上昇前と同じようにそれぞれ透明ゲルと白色固体になった。以上のことから、ポリエチレングリコールの分子量を選択することによって、白色固体から透明ゲルへの可逆的温度応答性を有するゲルを創製することに成功した。

3) 知的財産

本技術は、2008年10月に特許出願済みである。
(特願2008-268748)

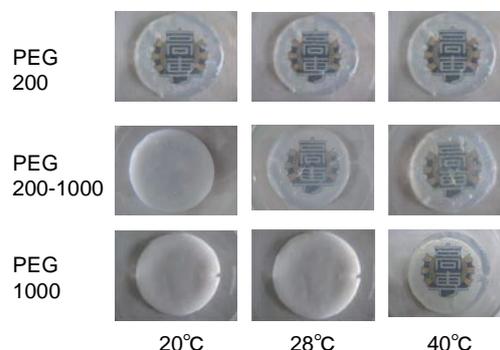


図1 各温度でのポリエチレングリコール(PEG)で膨潤したバクテリアセルロースゲル
PEG 200-1000：ポリエチレングリコール200と1000の混合物

(担当者連絡先: numata@asahikawa-nct.ac.jp)



環境に配慮する北の地の食品加工

物質化学工学科 富樫 巖

発泡酒が有する殺菌性能 - 微生物制御への利用可能性の検討 -

【要約】

清酒造りのノウハウを生かした発泡酒を開発する中で、酵母を含んだ発泡酒を凍結するとその生菌数が激減することを見出した。そこで、スパークリングワインと温度の組み合わせによる殺菌性能の評価を試みた。その結果、微生物の種類(酵母、細菌)によって挙動が異なり、酵母の場合には温度マイナス20℃で5日間凍結することで生菌数が 10^{-4} 程度減少した。この現象は、炭酸水単独や炭酸水に所定量のエタノールを添加した液で再現できなかった。

【きっかけ】

旭川は米の特産地・豊富な大雪山の伏流水・食材の集散地であり、寒冷な気候からも清酒造りが盛んである。そのため「北の灘」と呼ばれ、3軒の造り酒屋が清酒の生産を行なっている。しかし、食文化の変化から清酒の消費量が年々減少し、ビール類やリキュール類の低アルコール飲料が人気を博している。そこで、造り酒屋の清酒造りのノウハウを生かした低アルコール発泡酒の開発に向けた取組みを開始した。その中で酵母の殺菌工程の見直しを行なったところ、発泡酒を凍結することで酵母の生菌数が激減する現象を見出した。

本研究では、発泡酒と温度の組み合わせにより生じる殺菌性能を検証することで、当該取組みに生かすためのノウハウづくりと新たな微生物制御手法としての基礎的検討を行った。

【プロセス】

供試菌としては、酵母2菌株 (*Saccharomyces sake* NBRC 0308、*Candida albicans* NBRC 1594) および細菌2菌株 (*Bacillus subtilis* NBRC 3134、*Escherichia coli* NBRC 3972) を用いた。

スパークリングワイン、にごり酒、エタノール水溶液(5~10%)、炭酸水、エタノールと炭酸水の混合液、YM培地、乳酸水溶液(pH3.6)または純水に供試菌株を接種し、それらをクライオチューブに充填して温度マイナス80℃・マイナス20℃・5℃の環境下に最大15日間投入した。経時的にサンプリングを行い、栄養寒天培地に接種後に25℃で2日間培養することで各微生物の生菌数を測定し、各溶液と温度の組み合わせによる殺菌性能を評価した。

【成果】

1) 成果:

スパークリングワインの2菌株の酵母に対する殺菌効果は、温度マイナス80℃と5℃ではみられず、マイナス20℃のみで観察された。図1に示すように、開始時に 10^6 cfu/ml の *S. sake* の生菌数は、マイナス20℃で5~10日間保持されることで 10^2 cfu/ml 以下に減少した。また、*C. albicans* の生菌数についても同様に減少した。一方、2菌株の細菌についてはいずれの温度においても5日間で生菌数が1/10程度減少した。

スパークリングワイン以外の溶液では殺菌効果がほとんどみられず、各温度の保持時間を15日まで延長した場合において継続的な生菌数の減少傾向が観察されたものの、その値に大きな変化はなかった。

一般的に微生物を凍結保存する場合には、グリセリンなどの凍結保護剤を用い、氷の結晶成長による細胞破壊を防ぐために急速冷凍して温度マイナス80℃以下で保持する。このノウハウと本研究の殺菌手法を対比すると、スパークリングワイン中の酵母には、同ワイン中の水分が凍結する際に大きなダメージを受ける温度帯(マイナス20℃以上)が存在することが分かる。さらにエタノール、炭酸水、両者の混合液で生菌数が減少しないことで、ワイン中のその他の溶質との組み合わせが殺菌性能に寄与している可能性が推察される。

2) 特許:

本技術に関して、2009年5月に特許出願中。

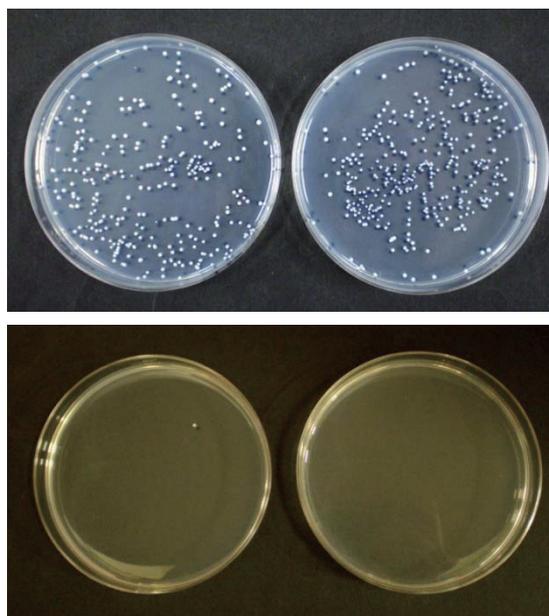


図1. スパークリングワイン中の *S. sake* の生菌数の変化(上:開始時、下:マイナス20℃5日間保持後、いずれも 10^3 倍希釈液0.2 ml を接種後に25℃2日間培養したPDA平板培地)

(担当者連絡先: togasi@asahikawa-nct.ac.jp)



環境負荷低減技術によるキチン系バイオマス資源の高度利用

物質化学工学科 戸谷 一英

メカノケミカル粉碎および酵素糖化に関する基盤技術の確立

【要約】

メカノケミカル粉碎（粉体工学）と酵素糖化法（バイオ技術）の農工連携「異分野融合」技術により、カニ殻等キチン質から関節痛緩和や美肌効果有する天然型単糖N-アセチルグルコサミンの製造に成功。本技術は工程数と劇物使用を激減させる“環境負荷低減技術”である。

平成19年度JSTシーズ発掘試験・20年度同発展型、平成20～22年度（独）生研センター イノベーション創出基礎的研究推進事業「環境負荷低減技術によるキチン系バイオマス資源の高度利用」

◎一関高専、アーステクニカ、焼津水産化学工業、静岡大、京都大、城西大

キーワード 異分野融合、農工連携、キチン、バイオマス、環境負荷低減、地域資源

【きっかけ】

平成17年度、経済産業省地域新生コンソーシアム研究開発事業「省エネ・環境対応エネルギー集中型高速高純度粉末反応装置（コンバージミル）の開発」において、本ミルの強いメカノケミカル効果で杉大鋸屑は迅速に非晶質化し酵素法による高いセルロース糖化率が実現。

【プロセス】

平成16年度 「コンバージミル」装置開発
 平成17・18年度 キチン系へ適応（効果に驚く）
 平成19年度～ **地域資源**の高付加価値化へ適応拡大（**桑、茸、貝殻、魚鱗、骨、他**）

【成果】

- キチン系**：コンバージミル処理キチンの酵素糖化率は従来法に比べ高効率（60%）。カニ殻からの直接酵素糖化も可能。
- 地域資源**：高付加価値化
 →**地域発イノベーション**

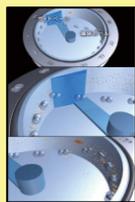


図1 コンバージミル*ドラム内の仕組み
 遊星ボールミルに比べ粉砕量が多く、一点にエネルギーが集中するので転動ボールミルよりも物質の結晶構造を破壊しやすい。
 *丹野浩一ら「高速粉体反応装置」特許第3486682号、特許第3533526号

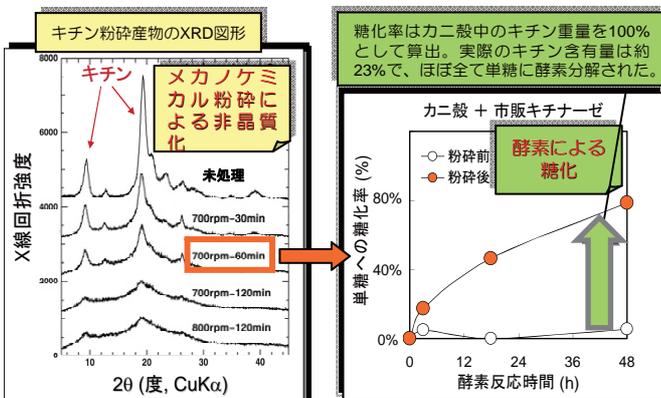


図2 キチンのメカノケミカル粉碎処理とカニ殻からの天然型N-アセチルグルコサミンの直接製造*

*キチン・キトサン研究, 13 (2), 144-145 (2007), 14 (2), 182-183 (2008).

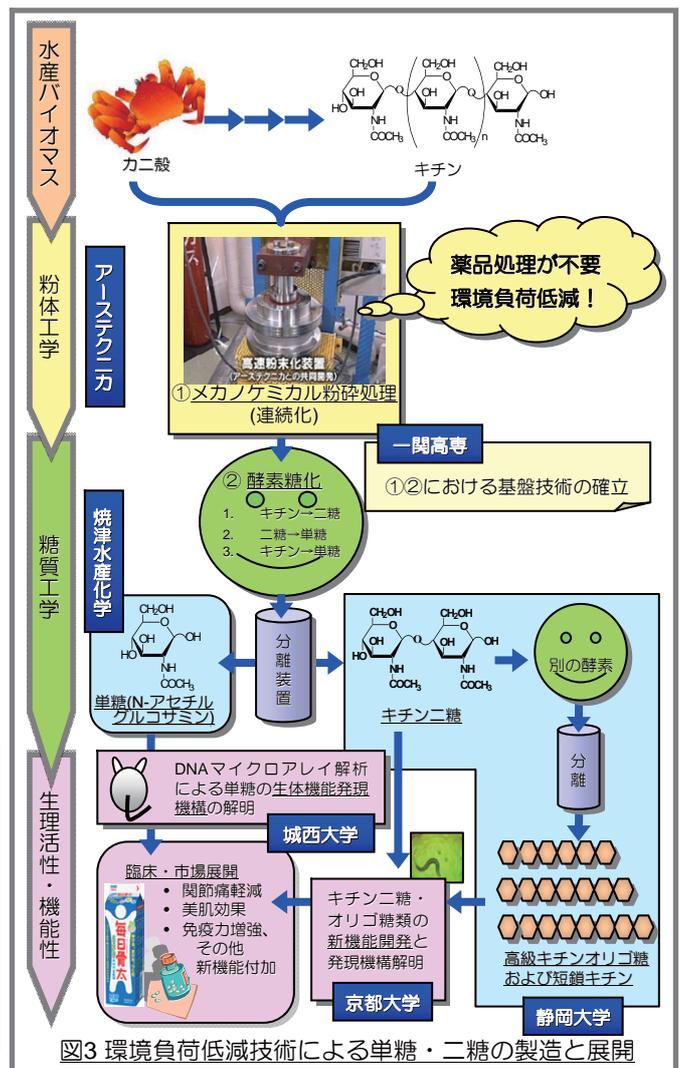


図3 環境負荷低減技術による単糖・二糖の製造と展開

連絡先：戸谷一英 0191-24-4675、ktotani@ichinoseki.ac.jp



中越地震の被災体験から生まれた災害食

物質工学科 菅原 正義

食事制限者向け災害備蓄用低グルテリンアルファ米の開発

【要約】

新潟県中越地震の被災体験で食事制限など災害弱者向け備蓄食の必要性を実感した。低グロブリン米というタンパク質制限食に適した米を栽培する農業生産者団体と共同で、災害時容易に食べることのできるアルファ米「はんぶん米」を開発した。

【きっかけ】

長岡高専は、2004年10月23日午後5時56分新潟県中越地震に襲われ、甚大な被害を被った。多くの教職員や学生が長期にわたる避難生活を余儀なくされた。この中で、災害時の「食」に関する多くの問題点を認識することができた。その一つが災害時に災害弱者になってしまう食事制限者向けの災害食である。この中で米中の消化吸収されるタンパク質であるグロブリン含量の少ない米品種、「夢十色」を生産する農業生産者団体(有)エコ・ライス新潟と出会い、共同でタンパク質制限の必要な腎臓病患者が利用可能なタンパク質の少ない低アルブミンアルファ米の開発に着手した。

【プロセス】

かつて行われてきた美味しさを追求した米品種ではない、「春陽」のような特徴を持った米品種は、新形質米と呼ばれ農水省によって育種開発されたものであるが、十分に普及して利用されているとは言い難い。

今回、「春陽」を原料米として災害時にタンパク質制限者が災害用備蓄食として、水や湯を加えるだけで簡単に食べることのできる美味しいアルファ米の開発を行った。高専は、アルファ米開発時の成分変化と加工法について担当した。(タンパク質・カリウム・リン含量、アルファ化度を中心に)

- (1) 炊飯条件の検討：春陽には、ターゲットであるグルテリンの他、アルブミン、グロブリンなどの水溶性タンパク質が含まれているため、洗米条件や炊飯条件によって低減化の検討を行った。また、腎臓病では、カリウムとリンも制限する必要があり低減化の検討を行った。
- (2) 水や湯を加えるだけで可食状態にするため、炊飯後水洗処理により還元性の改善、タンパク質・カリウム・リンの低減化と水洗時に老化進行によるアルファ化度低下防止について検討した。
- (3) 開発したアルファ米中のタンパク質組成について検討した。

【成果】

これまでのタンパク質制限用米飯は、米中のタンパク質を酵素分解したり酸で抽出したものであり、食味や食感が良くなかった。今回開発したアルファ米は、食味に優れ、容易に食べることのできる腎臓病患者から絶賛された災害食である。これは「はんぶん米」として販売され、NPO東京腎臓病協議会と「災害支援協定」を結び、新潟県や東京都などの自治体の備蓄用に採用されている。また、新潟県主催の「IDSデザインコンペティション2008」の審査が行われ、はんぶん米コンセプトが最高賞のIDS大賞を受賞した。

(他にも多くの新形質米利用に関する研究を行っており、新形質米利用シーズの詳細は、菅原まで。suga@nagaoka-ct.ac.jp)





保健用食品の機能性評価と新素材の開発

物質工学科 芳野 恭士

コタラヒムブツ含有サプリメントの開発

【要約】

スリランカ産コタラヒムブツ(図1(A))は、インドの古典医学であるアーユルベータに記載のあるサラシア属のハーブである。古来、この植物の根あるいは幹は、主に糖尿病の予防薬として使用されてきたが、他にも様々な保健作用のあることが伝承されている。また、コタラヒムブツは、産地のスリランカにおける希少植物である。そこで、生産力の高いコタラヒムブツの葉における糖尿病予防作用について検討するとともに、それ以外の保健作用についても科学的な検証を行い、その抗アレルギー作用を確認した。

【きっかけ】

本校が実施している「技術相談」に、静岡県ファルマバレーセンターを介して(株)盛光よりコタラヒムブツの保健作用の検証について依頼があったことから、平成17年度に「コタラヒムブツのマウスにおける糖吸収抑制作用の検定」と題した共同研究を開始して以来、継続して研究を行っている。

コタラヒムブツの糖尿病予防作用についてはすでに多くの報告があったが、そのほとんどは根あるいは幹に関するものであり、コタラヒムブツの過剰採取を防ぐためには葉の利用が有効であると予想された。また、伝承から糖尿病予防作用以外にも抗炎症作用等が期待できるものと考え、その効果について広範に検証することとした。

【プロセス】

コタラヒムブツの葉(図1(B))を用い、その保健作用を試験管内反応とマウスを用いた動物モデルにより、従来用いられてきた幹の作用と比較した。

1) 糖尿病抑制作用について

コタラヒムブツの葉には、幹に比較して若干弱いものの糖尿病抑制作用のあることを、各種のマウス糖尿病モデルで確認した。

2) 脂質吸収抑制作用について

コタラヒムブツの葉には、幹よりも強い脂質吸収抑制作用のあることを確認した。

3) I型アレルギー抑制作用について

コタラヒムブツの葉および幹には、花粉症などの発症機構に関わるI型アレルギーを抑制する作用のあることを確認した。現在、これらの有効成分の検索を含め、さらに別の保健機能についても検討を続けている。

【成果】

以上の結果から、多機能の保健用食品素材として、従来のコタラヒムブツの幹(図1(D))に加えて、葉(図1(C))を用いたサプリメントを開発し、商品化した。

これらの共同研究の成果は、これまでに *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, online-pub (2009)などの論文3件、日本栄養・食糧学会(2009)などの学会等での口頭発表9件、食品工業, 51, p.27 (2008)などの雑誌紹介4件、健康産業新聞, 1293, p.28 (2009)などの新聞記事3件で発表されている。

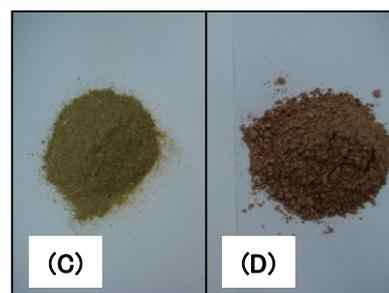
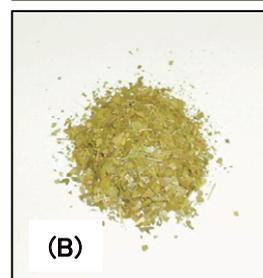
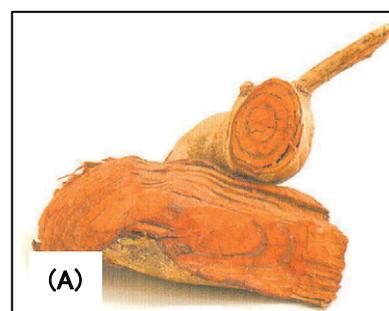


図1 コタラヒムブツの写真。



センサを用いた食品の迅速分析

物質化学工学科 三木 功次郎

酵素反応と酸化還元反応を組み合わせた食品分析の開発とその応用

【要約】

食品・醸造分野の測定サンプルは、濁り・着色などがあるものが多いが、電気化学センサを用いた測定法はこれらの影響を受けないため、前処理を行うことなく、成分・酵素活性・微生物活性などを測定可能である。本測定は、簡便・迅速に測定が行える点で優れており、日本酒モロミ中のグルコース・ピルビン酸、米麴中の α -グルコシダーゼ、酵母活性などの測定に活用できる。

【きっかけ】

以前より、各種バイオセンサの研究を行ってきており、酵素反応と酸化還元反応を組み合わせたバイオセンサとしてグルコース・グルコン酸・ピルビン酸など開発してきた。また、微生物を電極表面に固定化し、その微生物の活性などを電気化学的に測定してきた。

近年、地元の日本酒醸造メーカーから日本酒モロミや米麴の提供を受け、モロミ中の各種成分測定・米麴の酵素活性測定などに電気化学測定法を応用して、簡便な測定法を開発を行っている。

【プロセス】および【成果】

(1) バイオセンサを用いた食品成分分析法の開発

パーオキシダーゼ(POD)を利用した過酸化水素センサとアスコルビン酸オキシダーゼを組み合わせて、新規なアスコルビン酸定量法を開発した(図1)。用いるオキシダーゼ(化合物を酸化して過酸化水素を生成する酵素)を替えることにより、グルコース、ピルビン酸などの定量が可能であった。

(2) 細胞内反応を用いた酵母活性測定法の開発

酵母細胞内におけるビタミン K_3 の還元反応を電極(センサ)を用いてモニターし、酵母活性測定や酵母細胞数測定への応用を試みている(図2)。

(3) 電極反応を用いた酵素活性測定法の開発

基質として α -アルブチンを用いると、 α -グルコシダーゼの酵素作用によってヒドロキノンが生成する。このヒドロキンを電解酸化し、電流応答増加から、 α -グルコシダーゼ活性を測定した(図3)。米麴中の α -グルコシダーゼ活性測定に応用したところ、従来法と良い相関が得られた。

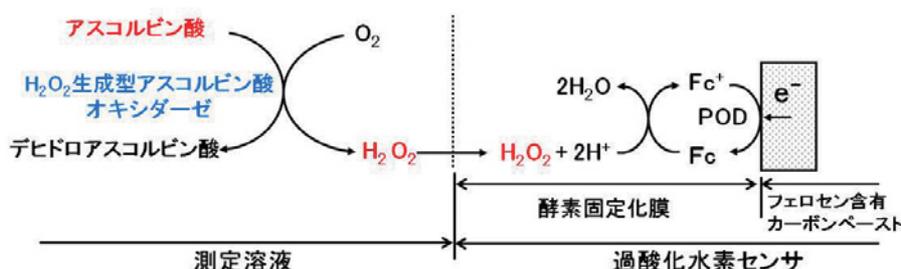


図1 過酸化水素センサを用いたアスコルビン酸測定

Fc:還元型フェロセン、Fc⁺:酸化型フェロセン

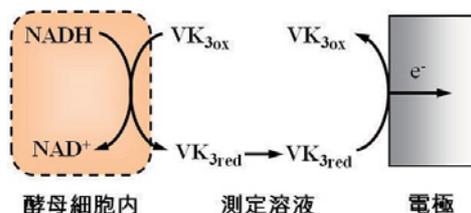


図2 酵母活性測定

VK₃:2-メチル-1,4-ナフトキノン

VK_{3ox}:酸化型ビタミンK₃、VK_{3red}:還元型ビタミンK₃

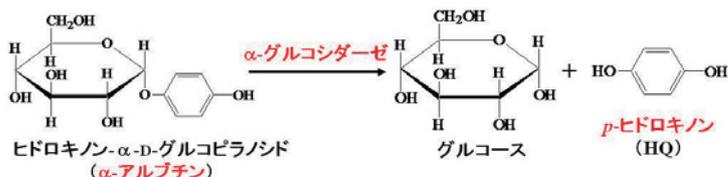


図3 α -アルブチンを基質に用いた α -グルコシダーゼ活性測定

詳細はmiki@chem.nara-k.ac.jpまでお問い合わせください。



近畿地区国立高専「食品関連技術」

電気情報工学科 藤本 晶
物質工学科 米光 裕・岩本 仁志



ジャバラを素材とした健康食品の開発

【要約】

和歌山県北山村特産の柑橘類であるジャバラの果皮の有効利用を目指し、地元パンメーカー「サンタ」（那智勝浦町）と共同で、果皮の苦味（えぐ味）を軽減する技術を開発した。処理果皮中には花粉症等に有効とされるナリルチンが検出された。さらに処理果皮からジャバラグミを作製し、花粉症に対する有効性を確認した。このグミを配合したラスクやケーキを開発し、現在和歌山高専ブランド商品として販売を開始している。

【きっかけ】

北山村特産のジャバラは、花粉症や鼻炎に効果があるとされ、ジャムやドリンク・菓子として商品化されている。しかし、果汁搾取後に残った果皮はナリルチン等の薬効成分がおおく含まれるにも拘わらず、強い苦み（えぐ味）があるため、そのほとんどが廃棄されていた。ジャバラ果皮の苦みを取り除く手法（処理A）が「サンタ」の村田氏により開発され、商品化への模索が続けられていた。

【プロセス】

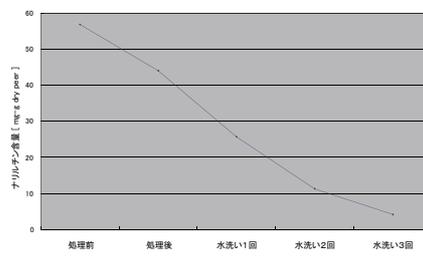
今回この苦み（えぐ味）を軽減するための、より良い製法の開発を目指し、村田氏、南紀くろしお商工会と共同で製造工程の分析と権利化の準備を進めると共に、和歌山高専ブランドの新しい健康食品の開発を進めてきた。

【成果】

ジャバラ果皮の処理Aによる苦味（えぐ味）とナリルチンの含量の変化を明らかにした（図1）。処理した果皮よりグミを作製し、花粉症に対する効果を確認した（データ省略）。さらに、グミを配合したケーキ等を和歌山高専ブランドとして商品化した（図2）。



図2 ジャバラグミとショコラケーキ



苦味* 処理A 5 2.9 1.5 0.7 1.0

*5:すごく苦い、4: 苦い、3:少し苦く気になる、2:苦味があるがあまり気にならない、1:苦味をあまり感じない、0:苦味なし
被験者数:11名

図1 処理Aによる生果皮のナリルチン含量と苦味の変化



含硫黄系有機分子による食品フレーバーの開発

【要約】

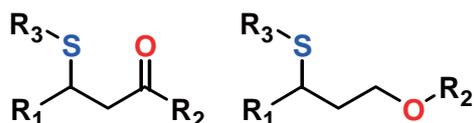
現在の調味料業界では多くの食品フレーバーが開発されているにも関わらず、熱的安定性や香気成分のコントロールを行う点で開発の余地が残されている。中でも含イオウ系有機化合物については風味を向上させる成分分子が多く知られ、香気についても閾値が低いことから実用的な食品フレーバーとして用いられている一方で、香気成分としての化学安定性や力価等について更なる改善が求められている。そのために、含イオウ有機分子について合成化学的知見を基盤とした、新しい調理香材料開発を推進していく。

【きっかけ】

現在の食品調味料業界では、食品衛生基準法によって香りの部分にシステインが使用できないため、その他の原料に頼らざるを得ない状況がある。そのために、システインの使用や含硫化合物を比較的多く有するガーリックのパウダーやオニオンのパウダー・グルタチオン高含有の酵母エキス・卵黄パウダー等を利用することで、即席麺やレトルトでは風味の出にくい調理感を付与させている。(即席麺はお湯を加えるだけのため、レトルトは独特のレトルト臭がでてしまうために求めている調理感が出し難い)。そこで、含硫化合物を利用し、より力価の強い調理香の作成や調理香以外の風味もしくは機能性等で何らか付加価値を与えたいという企業側の提案があったことから、共同研究の開始に至った。

【プロセス】

フレーバーの基本骨格



イチゴ、カカオ、紅茶、チョコレート、マンゴー、ドライフルーツ等、食品系の香気を示す。

既知の成分骨格から・・・

- ・強い力価で香りを発生(味に影響無く)
- ・熱的、化学的安定性(調理法の影響無しで)
- ・調理香としての機能性(香気の制御)

・・・等を有するフレーバーへ合成化学的に改良していく

【成果】

- 1) 熱・化学的に安定な香気分子前駆体の合成
→力価の落ちる原因となる部位を化学的に保護する処理を行った。
- 2) 生化学反応による香気分子の発生
→食品調味料等の化学成分により生じる反応を用いて、1)の保護を解除することで目的の香気を発生させることができた。



冷凍二枚貝の製造のための前処理装置の開発

電気工学科 箕田 充志

高電圧を利用した処理システム

【要約】

食品の品質や鮮度は安全性や食味と関連し、その質の高さは市場価値に大きく関連する。肉、魚、野菜、加工食品といった食品では高い品質を維持した冷凍技術が確立しつつある。

しかしながら、特に二枚貝類の冷凍は、現行の冷凍前処理技術では、ほとんどが開口不良を起こすことから、商品価値がなくなる場合が多い。

これを解決するため、本テーマでは二枚貝類の殻外部から高電圧を短時間印加する電気的作用による冷凍前処理方法を考案した。



○正常に開口

●開口不良

【きっかけ】

地元企業の技術相談、共同研究を経て、(財)しまね産学官協働推進事業可能性試験のテーマとして産学官連携による実証試験を実施した。

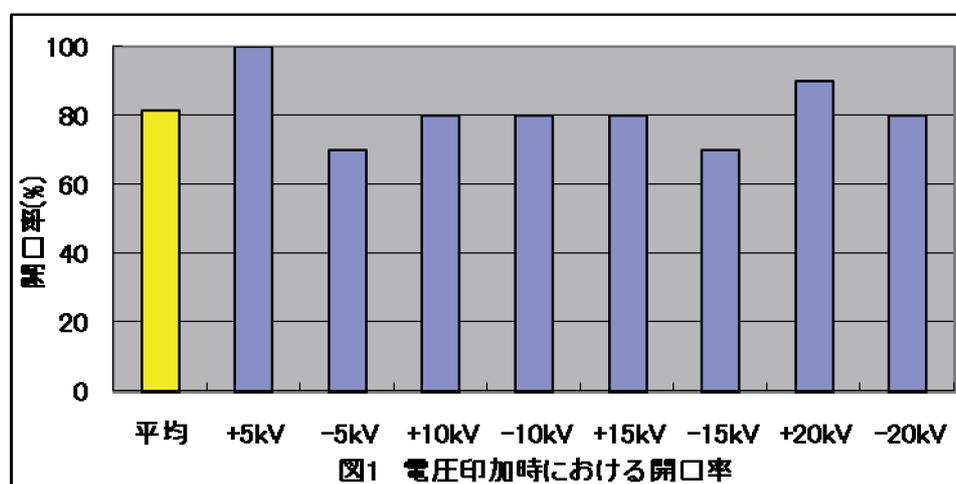
【プロセス】

安定した処理効果を有し、かつ簡易な冷凍二枚貝類の前処理方法を確立するため、二枚貝類の殻外部から高電圧を短時間印加する電気的作用による冷凍前処理方法を考案した。製作した装置を用いて次のプロセスで事業を実施した。①開口試験、②アミノ酸分析、③MRI検査による評価

【成果】

冷凍二枚貝類の調理時における開口不良の改善を目的とし、前処理として二枚貝類の殻外部から高電圧を短時間印加することで、冷凍貝の調理時の開口率を大幅に上げることができた(図1)。また、アミノ酸分析の結果、生貝と同等の値を示したことから、味に影響はほとんど無いことがわかった。

【特許】 箕田他、二枚貝の冷凍前処理方法及び前処理用電極 (2006申請)





「地域産業資源」活用の新技術開発

土木建築工学科 大成 博文

マイクロバブル技術で「日本一・最高金賞」の酒造り

【要約】

マイクロバブル技術を日本酒製造に適用した村重酒造（山口県）の「錦」が「**全国酒類コンクール第1位**」と「**モンドセレクション2009で最高金賞**」を受賞した。日本酒製造は、水とアルコールのブレンド技術であり、その製造過程においてマイクロバブルが重要な役割を果たす、従来にない新しい味（酸味とキレがあり、そしてまろやか）の日本酒を創造した。

【きっかけ】

山口県商工労働部新産業振興課の中西政美さん、徳山高専コーディネータの野崎勝美さんの紹介で、山口県岩国市にある村重酒造を訪問し、酒造りの今日の問題を討議した。その結果、日本酒離れをどう防ぐか、新しい概念の日本酒づくりをどう行うか、売上低下をどう防ぐか、これまでの酒造りの問題点はどこにあったのか等を検討し、その**共同研究**を行うことにした。

【プロセス】

1) 「水」の検討

古来より水のおいしいところで名酒が生産されている。そこで、その水にマイクロバブル技術を適用した。マイクロバブルの有無で比較検証を行い、マイクロバブル水の**優位性**を確認した。

2) 「酒」の検討

水の次は、酒にマイクロバブルを発生させ、マイクロバブルの有無で比較検証を行った。やはり、**軍配はマイクロバブルの方に上がった**。これで杜氏も、**マイクロバブルを信用した**。

3) 「装置」の検討

小型、中型、大型の三種類のマイクロバブル酒づくり装置を設計し、その機能を詳しく検討した。結果的に、最後の装置が**社運を賭けて**選択されたが、これが功を奏した。

【成果】

1) 「ダブル受賞」で「ブレイクスルー」の快挙

ダブル受賞（図1）で、日本の酒造りを一変させる「**ブレイクスルー**」が起こる可能性が出てきた。これは、山口県だけでなく日本全体に影響する。

2) 受賞したマイクロバブル酒「錦」の特徴

「酸味ときれ」があり、「薫りとコク」もあって、しかも「まろやか」という、「**不思議な**」、これまで誰も感じたことがない「**新しい味**」がする。

3) 基本はマイクロバブル混合技術

新しい酒が開発されたことの基本は、杜氏の知恵による、水とアルコールの「**混合ブレンド技術**」の「すばらしい工夫」にあり、**新融合技術が誕生した**。

4) 装置は「地域産業資源」として「認定」

2008年、「マイクロバブル発生装置」は、経済産業省の「**地域産業資源（山口県周南市ほか）**」の認定を受けている。この装置を基本にして、本酒用装置の設計・製作ではVB・(株)ナノプラネット研究所（周南市）が協力と支援を行った。

問い合わせ E-mail : oonari@tokuyama.ac.jp



図1 大吟醸酒「錦」



超音波印加による柚子精油蒸留性能向上に関する研究

機械工学科 武内 秀樹・永橋 優純

柚子搾汁後残渣の精油抽出・処理技術

【要約】

近年、自然環境保護の観点から果実搾汁後の残渣処理が問題となっており、高知県においては特産物の一つである柚子搾汁後の残渣資源の有効利用が強く望まれている。そこで、自然共生を目的とした柚子搾汁後残渣の精油抽出・処理技術の開発が求められ、柚子の果皮残渣から果実精油を高効率で取り出すための基礎的研究を行っている。



写真1 柚子果皮

【きっかけ】

H18-20年度JST育成研究「柚子搾汁後残渣のエココンシャスな精油抽出・処理技術の開発」(代表: 沢村正義・高知大学農学部、ほか2機関3企業)において共同研究を実施。高知高専では小型試験機による基礎研究を実施。)



写真2 超音波印加型蒸留装置

【プロセス】

本研究では柚子果皮残渣から柚子精油を高効率で取り出すことを目的に、超音波印加型の減圧蒸留装置により、減圧容器内部の柚子果皮懸濁液試料に超音波(共振周波数40kHz、出力60W)を照射した場合の蒸留性能を実験的に検討し、果実精油精製における超音波印加の効果について評価を行う。

【成果】

減圧蒸留において柚子果皮懸濁液中に超音波を照射し続けた場合、従来の方法に比べて精油量が約20~50%増加するが、混合比(柚子果皮:水)の違いにより精油量の増加率に影響をおよぼすことが明らかになった。

柚子果皮懸濁液を構成する柚子果皮の形状、および、音圧分布特性と精油蒸留効率への影響についても今後さらなる実験を進め、超音波印加による収率向上メカニズムの解明を行う必要がある。

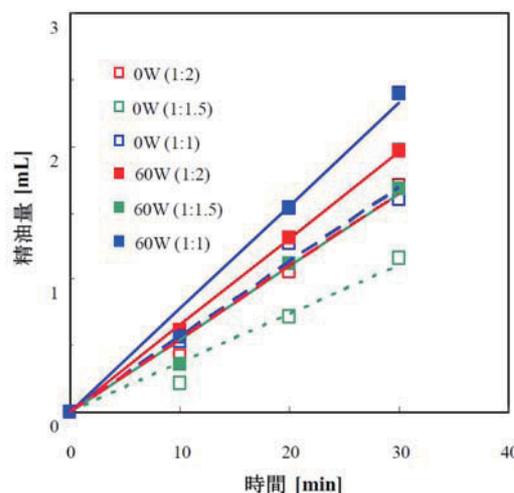


図1 混合比の違いによる累積精油量

詳細は機械工学科 武内 秀樹(takeuchi@me.kochi-ct.ac.jp)まで



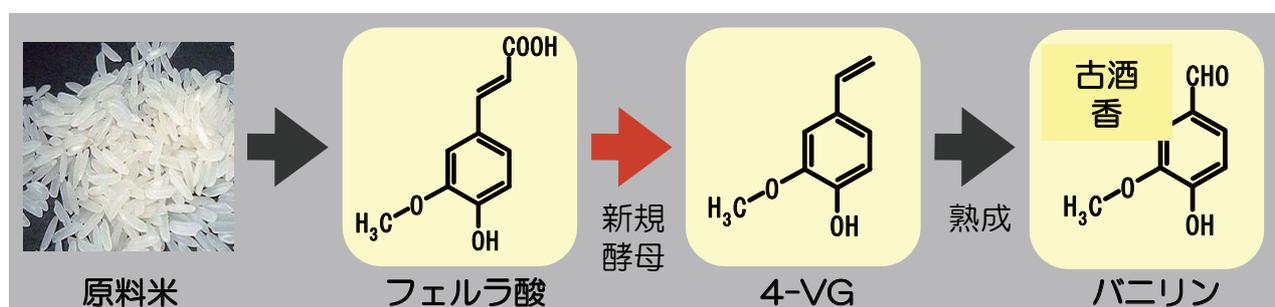
高香味泡盛の開発「沖縄イノベーション創出事業（平成19-21年度）」

生物資源工学科 玉城 康智

泡盛香氣成分の分析技術について

【要約】

近年、泡盛を取り巻く環境は、県内需要の頭打ち、競合する焼酎の隆盛など厳しい状況にあり具体的な取り組みが必要である。一方、最近の消費者の嗜好がバラエティに富む個性的な本物志向へと変わりつつあることから、他の酒類との競争力を高めるには、個性ある泡盛を数多く商品化することが必要である。そこで、古酒香のひとつバニリンに着目し、フェルラ酸からバニリンの前駆物質である4-ビニルグアヤコール（4-VG）に変換する能力を有する新規酵母をマンゴー果実から分離し、高香味泡盛の開発を行った。沖縄高専は本事業で開発した泡盛と現在市販されている泡盛の酒質の違いを検討した。



【きっかけ】

平成19年に創設された「沖縄イノベーション創出事業」の研究テーマとして、（株）トロピカルテクノセンターより共同研究の相談があり、（株）忠孝酒造が実機醸造、（株）トロピカルテクノセンターが実験室での試験醸造、沖縄高専が泡盛香氣成分の分析を行う産官学連携事業が3年間のプロジェクトでスタートした。

【プロセス】

沖縄高専は泡盛香味・香氣成分の分析を担当し、本校地域共同テクノセンターが保有する下記の分析装置を使用して県内全泡盛酒造所の市販酒の成分分析を行い、新規酵母泡盛との比較を行った。泡盛分析に先立ち、各分析装置の条件設定を入念に行い分析データの精度を高めた。

- ・ガスクロマトグラフ・ヘッドスペースオートサンプラー（GC-HS）
- ・サーマルディソープション・ガスクロマトグラフ（GC-TD）
- ・ウルトラパフォーマンス・リキッドクロマトグラフ（UPLC）

【成果】

新規酵母で醸造した泡盛は、これまで市販されていた泡盛と比較してバニリンのみならず多くの香氣成分が多量に含まれ、香り豊かな泡盛醸造であることが沖縄高専の分析により明らかとなった。本事業の成果は、平成20年度の沖縄産業まつり前にプレス発表、同産業まつりにおいて限定販売され多くの注目を集めた。今回、沖縄高専が行った高感度・短時間分析により消費者に対し既存製品との香りの違いをアピールすることが出来た。今後、酒質の違いを分かり易く消費者に伝えることを目標としている。



本事業で開発 市販された泡盛
銘柄：忠孝原酒、製造：忠孝酒造



独立行政法人国立高等専門学校機構

地域の食品・農工業との連携

理系総合学科 小島 洋一郎

食品のおいしさを評価する味覚センサシステムの開発

【要約】

食は人の生命の基本であり、日常の生活において安全・安心で「おいしい」食品を摂ることは、心身の健康を維持するための根幹として重要である。北海道は、我が国最大の食料生産地域であり、食に関連する産業が地域経済において重要な役割を担っている。そのため食品工業分野では、食品検査員の官能検査に依存しない評価法として、味を判断し数値化する味覚センサの開発が求められていた。これらのことから、これまでにない手法として超音波を用い、食品のおいしさを評価するセンサシステムの開発を手がけた。

【きっかけ】

食品メーカーでは、人の官能による味の評価が、新商品の開発や品質管理を行う上で、有用な判断基準となっている。しかし、1)客観的な評価が困難である、2)官能試験の作業は、疲労度が大きい、3)検査員の育成が難しいなどの問題があることから、その打開策を得るために、本校へ技術相談があった。このことから共同研究として発展し、味覚センサシステムの開発が開始した。

【プロセス】

味覚センサ用に新たに開発した超音波測定システム(図1)を用いた。振動子から超音波パルスをお茶などの被測定溶液中に入射し、端面から反射して戻った超音波パルスを電圧信号として取り込む事を「人の舌」に見立て、得られた信号をコンピュータにより情報処理する事を「人の脳」による判断として、味覚センサシステムを構築した。その結果、図2に示すようなお茶の判別が可能となった。



図1 味覚センサシステム



図2 センサによる「お茶」の判別評価

【成果】

■「特許」

特許公開2003-207486「超音波式味覚センサ」

■「新技術について」

食品や飲料等の“おいしさ”を簡易に安価な装置で視覚的にわかりやすく評価することができるため、食品工業・農業分野の業界には非常に有用である。

■「従来技術・競合技術との比較」

化学分析機器に比べ、前処理やメンテナンスが大幅に短縮でき、安価である。

■「新技術の特徴」

センサから得られるデータを、人の味覚へ模倣する情報処理システムを導入している。

■「想定される用途」

食品工業分野、医療分野、福祉分野、その他液体等の評価を行っている分野

皆様からのご相談をお待ちしております。

(詳細は、理系総合学科 小島洋一郎 まで。

kojisan@gt.tomakomai-ct.ac.jp)



生鮮品保冷のための製氷技術

透明氷の新生成方法とその利用技術

【要 約】

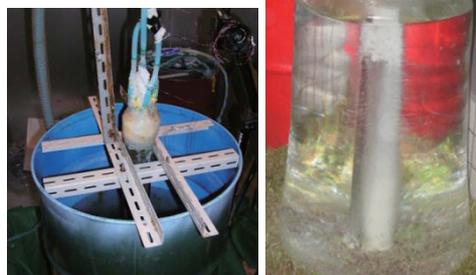
北海道東部に位置する釧路地域は、国内屈指の漁港を有し、さらに隣接する根釧台地は、酪農王国として知られている。近年、第一次産業の現場では、鮮魚保冷用のみならず、農作物の出荷時期調整による高付加価値化を目的として、多くの氷(冷熱)が使用されている。このような状況を踏まえて本取組みは、新たな製氷方法を考案した。本製氷技術は、従来の技術に比べて作業工程が少なく、かつ利用時の砕氷作業を省くことが可能である。

【きっかけ】

現在、寒冷地域の冬季自然冷熱を空調用冷熱源として利用する雪氷冷熱エネルギーが注目されている。そこで自然冷熱を利用して生成した氷を生鮮食料品や鮮魚等への直接接触型保冷材として利用できれば、自然冷熱エネルギーの更なる有効利用につながる考えた。対象とする氷は、不純物を排除した衛生的な氷、すなわち「透明氷」であり、製氷工程が少なく、かつ単純な装置構造が必要条件となる。

【プロセス】

伝熱工学的な観点(相変化を伴う移動境界問題)に基づき、透明氷の生成方法を検討し、円筒型の冷却部を有する製氷装置を考案した。

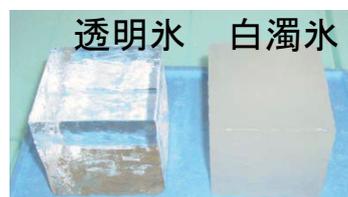


装置外観と円筒型透明氷(100kg)

【成 果】

本研究は、現在も継続的に検討を行っている、これまでの成果の一部を以下に示す。

- (1)透明氷の生成装置として基本性能および優位性を明らかにした。
- (2)知的財産として平成17年に特許出願を行った。(特開2007-139398)



切出した透明氷と白濁氷

【その他】

本取組みは、NHKおはよう北海道(北海道版2007/3/15)で紹介されました。(詳細は、機械工学科 麓耕二まで。fumoto@mech.kushiro-ct.ac.jp)



Candle ice現象(容易に崩壊する現象)を再現



包装食品の異物検出装置の開発

電気電子工学科 神田 和也

近赤外光を利用する包装済み板海苔の異物検出装置の開発

【要約】

コンビニエンス・ストアなどで販売される「おにぎり」に使用されるプラスチックフィルムで包装された板海苔を対象とした検査装置を開発した。包装済み板海苔の検査項目として、異物の有無、形状不良(欠け)の有無がある。これまで、主な異物であるペンキ片や小エビの検出除去は困難なものとしてきた。また、欠けの有無についても検出精度が低く(一辺2cmの大きさを四隅の欠けに限定)大掛かりな装置で高価なものであった。これらの課題を解決し、実用化に向けた良否判別装置を開発することを目的とした。近赤外光とCCDカラー・ライン・スキャンカメラの組み合わせで解像度の高い透過画像を取得することによって、課題解決の方途を見出し、装置の実用化に見通しを得た。

【きっかけ】

本校と山形大学農学部、(財)庄内地域産業振興センター共催の「山大・高専ジョイント市民講座」において、「食品中の異物は見える?」と題して講演した。後日、聴講頂いた地元企業・庄内クリエート工業から包装機メーカーで海苔包装後の異物検出をはじめ現場ニーズに応える精度の高い良否判別装置が無く困っているとの相談が持ち込まれ、研究を開始した。

【プロセス】

異物および欠け検出について、いずれも画像処理によって行う。

1) 海苔分光特性測定

板海苔の分光特性を分光光度計(波長400~2500nm)を用いて実験した結果、800nm以上で透過率が高くなり、620nm領域で吸収率が高くなることがわかった。

2) 近赤外光の利用

海苔の分光特性より、近赤外域で透過性が高いことから、照明に近赤外光を利用し、高速処理で解像度の高いカラー・ライン・スキャンカメラによって透過画像を取得した。

3) 画像処理と処理の自動化

透過画像をPC内に取込、濃淡画像を2値化処理し、予め設定した基準値と比較することによって、良否を判別した。判別結果、不良品は排出機構によって、除去した。実ラインに組込む装置化を目指し、以上、一連の処理を自動化した。

【成果】

1) 異物検出精度

対象物としてペンキ片、藻や海藻、金属片、プラスチック(不透明)、ビニール類での実験を行った。
1mm²以上の遮光性異物を検出することができた。

2) 欠け検出精度

10mm角以上の欠けであれば検出可能であることを確認できた。

3) 処理速度

画像取得、2値化処理、パターンマッチング、フィルム柄除去、異物・欠け抽出、判定、I/Oボー出力、排出動作という一連の流れを自動化し、実ラインに組込み可能な処理時間1秒以内に抑えた。

4) 知的財産

本技術は、2008年10月に特許を取得した。

特許番号: 特許第4209926号

発明の名称: 近赤外線を用いた包装食品の検査装置

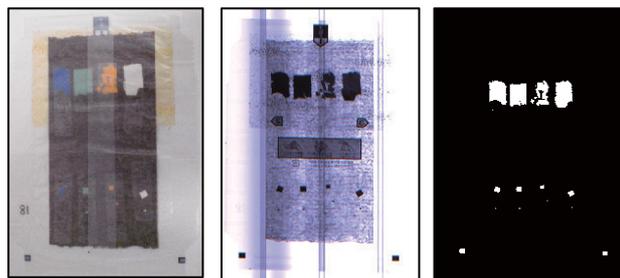


図1. 画像処理結果
(左) 表面画像(可視画像)
(中) 近赤外光による透過画像
(右) 2値化画像



バチルス属細菌の酵素を利用した食中毒予防

物質工学科 川村 敏之

*Bacillus cereus*細菌の持つ cortex lytic enzyme を利用した バクテリア繁殖阻害と食中毒予防

【要約】

*Bacillus cereus*は、種々のストレスにより内性胞子を形成する。胞子は、熱や薬剤に耐性で、食品など加熱処理を行っても胞子が残存し、食中毒を引き起こす。胞子は分厚いペプチドグリカンでできているコルテックス層に覆われており、これが胞子を様々なストレスから防衛する。発芽時には、cortex lytic enzyme (CLE)がコルテックス層に穴を開ける。

食品、薬品などで、細菌の増殖を防ぐために、卵白から単離したリゾチームを用いる。リゾチームは、グラム陽性細菌には効果を発揮しやすいが、大腸菌や緑膿菌などのグラム陰性細菌には作用しないという欠点がある。

本研究では、水環境から*Bacillus cereus*をスクリーニングし、CLE遺伝子をPCR法で増幅後、遺伝子組換えにより大腸菌にCLEタンパク質を作らせた。組換え大腸菌は、アラビノースを添加することによりCLEタンパク質を合成する。合成されたCLEタンパク質によりグラム陰性である大腸菌の増殖を停止させることが分かった(図1)。

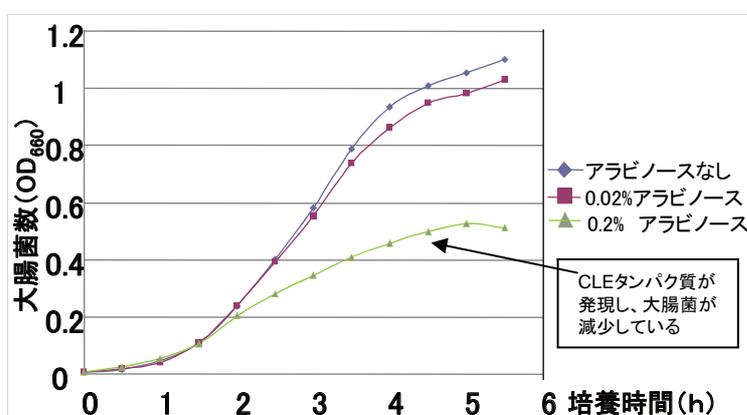


図1. アラビノースによりCLEタンパク質の合成が誘導される遺伝子組換え大腸菌。

【きっかけ】

尿素を代謝して有用物質を生産するバクテリアをスクリーニングしていたところ*Bacillus cereus*細菌が単離された。*Bacillus cereus*のセレクションに尿素が使用されることを後で知った。*Bacillus cereus*の持つ耐熱性・薬剤耐性胞子や発芽に関連するcortex lytic enzymeに着目した。

【プロセス】

魚飼育水採取
→ 尿素処理
→ 培養
→ コロニー形成
→ DNA抽出
→ 16s-rRNA配列決定

→ データベースにより*Bacillus cereus*と同定
→ PCRによりCLE遺伝子増幅
→ アラビノース誘導ベクターにクローニング
→ 大腸菌に遺伝子組換え
→ CLEタンパク質合成

【成果】

CLEタンパク質は、リゾチームの作用しないグラム陰性細菌に効果を示すことが示唆された。また、リゾチームは熱により変性・失活するが、高温に強い*Bacillus*属由来のCLEタンパク質は、高温下での耐熱性細菌の殺菌に効果を示すことが予測される。リゾチームの代わりに、または併用することで幅広い殺菌効果を発揮し、食中毒の防止に応用できる可能性がある。



レタス中の異物検出技術

電子工学科 三崎 幸典

近赤外スペクトルイメージング技術の応用

【要約】

諺間電波高専がある三豊市・観音寺市はレタスの産地で「らりるれレタス」という商標で日本全国で販売されている。レタスの選別で問題なるのが外部から見えない部分に潜む虫、レタス内部の芯腐れである。本研究の目的はこのレタス内部の虫、芯腐れを近赤外スペクトルイメージング技術を用いることにより非破壊検査の可能性を見出すことである。

【きっかけ】

レタスの選別装置を製造しているメーカーからの提案により、本校が持っている近赤外スペクトルイメージング技術の応用として研究を始めた。野菜、果物を応用対象物にすることは、本校が位置している三豊市・観音寺市の主要産業である農業への地域貢献という意味でも大きな意味がある。

【プロセス】

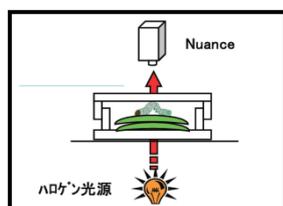


図1、測定概略図



図2、測定写真

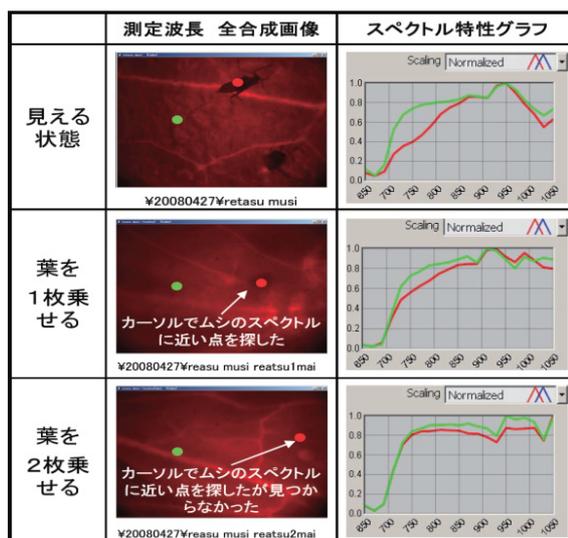


図3、レタス中の虫の測定データ

近赤外スペクトルイメージング測定装置としてマルチスペクトルイメージングシステム Nuance2™ (CRi社)を使用した。図1、図2に示すようにハロゲン光源を使用し透過特性の測定を行った。

レタス中の虫の測定データを図3に示す。虫が見える状態、レタスの葉が上部に1枚乗せた状態では透過スペクトルに顕著な違いがみられる。しかしレタスの葉を上部に2枚乗せた場合にスペクトルでは明らかな違いが見られなくなった。実用化に向けレタスの中心部に近いところで検出できる検出方法やデータ処理などさらに研究を進める必要がある。

【成果】

近赤外線は生体の窓と呼ばれ生体への透過性が非常に高い。そのため食品や生体など幅広い応用が考えられる。特に近赤外スペクトルイメージングは研究が始まったばかりで非破壊測定としての幅広い応用が考えられ、今後注目される測定技術となる。

詳細は電子工学科 三崎 幸典(misaki@de.takuma-ct.ac.jp)まで



果実の長期保存方法に関する研究

生物応用化学科 牧 慎也

ポストハーベストを使用した柿の長期保存

【要約】

果実を長期保存するためのシステム系開発を実施しています。
農薬を使用した果実が食品加工する時への影響を分子生物学的評価により検証、長期保存による栄養増加のメカニズム解明などを主要テーマに研究を行っています。

【きっかけ】

東予地区ではあたご柿などの栽培が盛んであり、柿果実を使用した食品の開発も盛んである。地域の要望により、カキ渋の脱渋メカニズムを解明していると、長期保存によりカキ渋の形態が変化するを見出した。そこでカキの長期保存方法について地域と連携して研究をおこなった。

【プロセス】

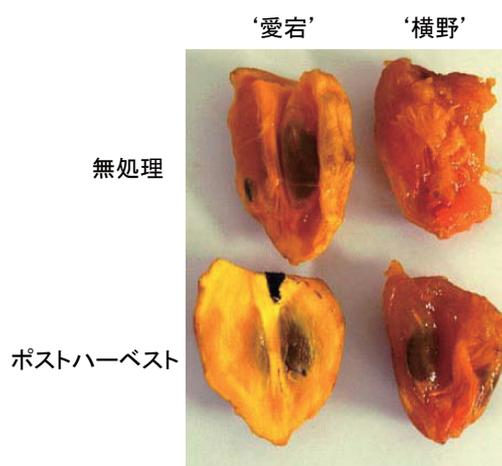


図1: 食品加工の試料



図3: アジサイの咲く季節でも果実を収穫時とほぼ同じ状態で保存可能となった。

- ①ポストハーベストを使用して長期保存した果実と、新たに開発した長期保存した果比較
- ②食品加工を実施する。
- ③硬度、糖度、食感等を詳しく調査。
- ④電子顕微鏡により果実の形態学的な調査を実施

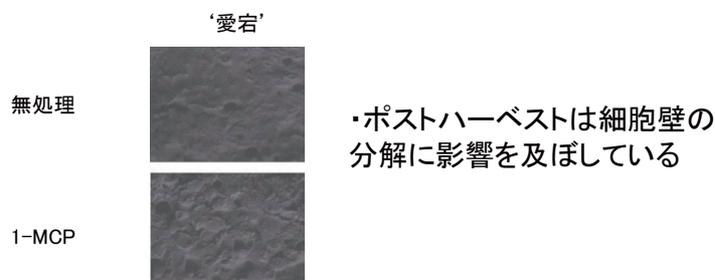


図2 あんぽ柿の果肉細胞の様子

- ⑤カキ渋の脱渋方法のメカニズムの解明
- ⑥食品加工によるポストハーベストの影響査

【成果】

- 1) 長期間安定的に保存できる方法を開発 (図3)
- 2) 特許出願準備中。

(詳細は、生物応用化学科・牧 慎也まで
maki@chem.niihama-nct.ac.jp)



オゾン包装袋を用いた農産物の鮮度保持技術の研究

生物応用化学科 伊藤 義文

オゾンを利用した福岡県産イチジクの輸送方法

【要約】

福岡県産ブランドのイチジク「蓬莱柿」「とよみつひめ」等を、広く海外まで流通させるため、緩衝袋タイプの特殊なオゾン袋を開発した。このオゾン袋を用いてダンボール詰めイチジクをリーファーコンテナによる低温輸送で博多港から香港まで船便輸送試験を実施し、その有効性を確認した。

【きっかけ】

バラを N_2 雰囲気下の加圧密閉容器に充填して輸送するMAP包装の実験で、オゾンによる殺菌効果を利用すると鮮度保持期間が延長することが判明した。そこでオゾン発生器メーカ、包装材料メーカ及び福岡県農業総合試験場と共同研究を開始し、福岡県産の美味しさを「福岡ブランド」として国内外に広く認知を図るため、オゾンによる鮮度保持技術を開発することとなった。

【プロセス】

研究開発の手順は次の通りである。

- 1) 緩衝袋タイプのオゾン袋を開発し、その表面に微細なマイクロポア加工を施し、充填された高濃度オゾンがマイクロポアを通して徐々にダンボール内に拡散し、長時間・低濃度の殺菌条件が提供できる様になった。
- 2) イチジクの殺菌に最適なオゾン濃度の確認、スタンプ法による付着菌採取と培養による菌数カウント等により、オゾン殺菌効果の確認を行った。
- 3) これらの結果を基に、福岡～香港間のリーファーコンテナによる低温（2～3℃）輸送試験を実施し、実際の鮮度保持効果を確認した。

【成果】

菌数カウントによるオゾン殺菌効果は次の通りであった。

- 1) イチジクのボディ部は、オゾン殺菌することでカビ、酵母（PDA培地）およびバクテリア（STD培地）の大幅な殺菌が可能である。
- 2) 一方、イチジクの裂果開口部は、カビ、酵母の殺菌効果は認められたが、バクテリアの殺菌効果は小さかった。

実際の輸送試験でもオゾン処理区では、イチジク24個中1個に開口部でのカビが僅かに認められたのに対し、無処理区では24個中4個に開口部でのカビの発生と、ボディ部でのとろけ現象が認められ、オゾン殺菌効果が証明された。



図1. オゾン殺菌区

図2. 無処理区



独立行政法人国立高等専門学校機構

水産系廃棄物の有効利用

物質工学科 上野 孝

イカ墨から食品にも印刷できる「可食性」インクの開発

【要約】

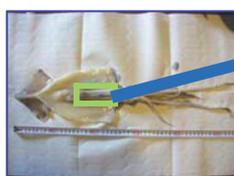
函館市はイカが重要な水産資源であるが、イカ加工工場から廃棄される内臓は年間8500 tに達する。このうちイカ墨は黒色色素のユーメラニンが含まれているが、タンパク質と微量の脂肪やアミノ酸が含まれ、臭いが強くイカ墨粒子も強固に凝集している。このイカ墨を酵素によるタンパク質の分解条件の制御や限外濾過によりナノメートルサイズのイカ墨粒子の分離に成功し、インクジェットプリンターやトナーへの活用を見出した。

【きっかけ】

卵への印刷は、クロロフィル（葉緑素）から作ったインクである。このような白地であれば薄い色のインクでも識別できるが、食品製造業や化粧品産業では食品に直接印刷できるインクや、白髪染めなど肌に直接接触する用途での「黒色系のインク」が求められている。さらにインクジェットや複写機用トナーで利用可能なナノメートルサイズの粒子にできれば、その用途は飛躍的に拡大する。



【プロセス】



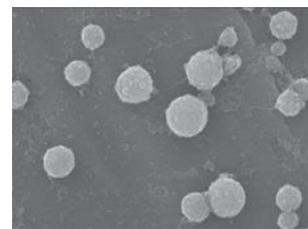
墨袋から墨の回収

酵素による不純物の分解・墨粒子の分散化

限外ろ過で墨の分離・精製・濃縮

【成果】

平均粒径が約300nmの球形のイカ墨粒子を分画することができた。限外濾過条件を検討することで、数ナノメートルのシャープな粒径分布を持つ粒子の分離にも成功し、染料としての用途拡大も視野に入っている。



平均粒子径 約300nm



活用例

イカ墨インクで「キリトリ」と印刷されている

知的財産

特許公開2005-97600、特許公開2009-046621

詳細は物質工学科 上野孝まで(ueno@hakodate-ct.ac.jp)



環境に配慮する北の地の食品加工

物質化学工学科 高田 知哉

ホタテ貝殻・ガラス混合物からの抗菌性成型体の作製と評価

【要約】

ホタテ貝殻は水産物加工業から大量に排出される産業廃棄物であり、その量は全国で年間20万トン以上となっている。このうち半量以上は野外保管や埋め立てにより処分されているが、保管用地の面積、悪臭、有機残渣の腐敗による液状物質の発生など問題が多い。

一方、工業製品の廃棄などに伴う廃ガラスも産業廃棄物の一種であり、再利用の促進が望まれる。

ホタテ貝殻は焼成処理によって、カビや菌に対する抗菌性を示すことがわかっている。また、ガラスはアルカリにより溶解するので、粉粒体を固定するバインダーとして利用できる。そこで今回、焼成処理したホタテ貝殻とガラスを混合し処理することにより、各種分野で利用可能な抗菌性成型体の作製を試み、その抗菌性を評価した。

【きっかけ】

北海道・宗谷地方は日本有数のホタテの産地である。その産業活動に伴い大量に排出される貝殻の処分方法の工夫改善策として、地元企業有志と旭川高専が協働して貝殻の有効利用を目指すという提案がなされ、研究を開始した。

【プロセス】

1) 成型体の作製

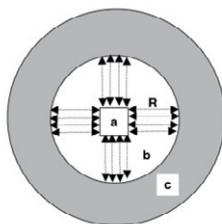
貝殻は600°C以上の温度にて焼成し、焼成貝殻・未焼成貝殻・ガラス・アルカリ水溶液を混合して粘性高い液状混合物を得た。これを成型・乾燥したのち、水蒸気にあてて硬化処理を行い、再び乾燥させて成型体を形成した。

貝殻(焼成・未焼成)とガラスの重量比が1:1である場合、全重量に対する焼成貝殻の割合が35[wt%]以下のときに十分な強度が得られた。

2) 大腸菌 *E. coli* およびクロカビ *Cladosporium spp.* に対する抗菌・抗カビ性評価

大腸菌に対する抗菌性: 大腸菌を接種した寒天培地上に成型体を置き、36時間後に成型体の周囲において菌の成長が抑制される範囲(阻止円)の大きさを測定した。

クロカビに対する抗カビ性: クロカビを接種した液体培地中に成型体を入れ、7日後に成長したクロカビをろ過・乾燥し、その重量を測定した。



a: composite
b: halo
c: *E. coli*
図1. 阻止円 (halo) の定義。

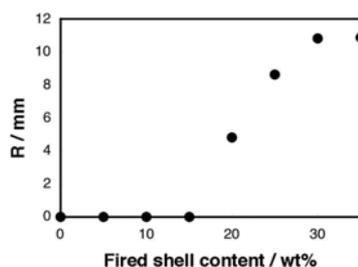


図2. 焼成貝殻含有量と阻止円の大きさの関係。焼成貝殻が多いものほど、菌成長の抑制効果が高い。

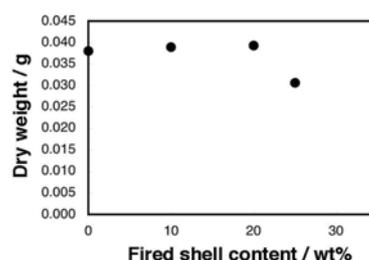


図3. 焼成貝殻含有量とクロカビ乾燥重量の関係。焼成貝殻が多いものほど、クロカビ成長の抑制効果が高い。

【成果】

1) 廃棄物リサイクルへの貢献

水産廃棄物であるホタテ貝殻と、工業廃棄物であるガラスを併せて原料とすることで、廃棄物のリサイクルへ貢献することが期待される。

2) 特許・論文

本技術については、以下の特許出願および論文出版の実績がある。

- ・高田知哉・宇野直嗣・富樫巖・杉本敬祐: 特願2007-54910 貝殻とガラスからの固化成型体の製造方法(2007)
- ・三原義広・高田知哉・宇野直嗣・富樫巖・杉本敬祐: 簡単な操作で作製された焼成ホタテガイ 貝殻-ガラス複合成形体の抗菌・抗カビ効果, *Journal of the Ceramic Society of Japan, Suppl.* 116 (7), S1- S4 (2008)

(担当者連絡先: takada@asahikawa-nct.ac.jp)



ホタテガイ加工廃棄物の有効利用（Part 1）

物質工学科 齊藤 貴之

ホタテガイ内蔵からの有害金属除去技術

【要約】

ホタテガイは青森県の主要水産物であるが、加工に伴う廃棄物も大量に発生し、内蔵の処理費用は約1億円に達する。特にホタテガイの中腸腺は、健康食品の原料として需要が多いEPA(エイコサペンタエン酸)・DHA(ドコサヘキサエン酸)を多く含みながら、有害金属であるカドミウム(Cd)も最大で40 ppm程度含むため焼却処分されている。本研究は、ホタテガイ中腸腺から有害金属であるCdの除去を行った成果である。

【きっかけ】

青森県が行ったホタテガイ加工廃棄物の有効利用に関する研究に参加したことから研究が始まった。ホタテガイの加工廃棄物は約5万トン/年が貝殻で、内蔵は約0.3トン/年である。本研究室では内蔵の有効利用の研究に関わりCd除去およびEPAエチルの精製を行った。

【プロセス】

1) 中腸腺の乾燥

中腸腺は水分が多く腐敗しやすいため、腐敗防止のため乾燥させた。今回使用した中腸腺中のCd濃度は平均20 ppmであった。

2) 中腸腺からのCd溶出および除去

乾燥中腸腺を0.1 mol/Lのリンゴ酸溶液に浸漬させCdを溶出させた。中腸腺と溶液の固液比は、10、15、20 (mL溶液/g 中腸腺)とし、温度は40、50、60℃とした。リンゴ酸溶液はイミノ二酢酸型グラフト重合捕集材を吸着剤としたカラムを循環させ、Cdを捕集した。溶液の循環速度は11.8、25.0、38.8 mL/minとした。中腸腺中のCd濃度はICP発光分析により求めた。

【成果】

1) 中腸腺中のCd除去

図1は流速25.0 mL/minにおける24 hr後の中腸腺中のCd濃度である。等温では固液比が増加するほど、一定の固液比では高温になるほど、残留するCdが減少していた。他の流速でも同様の傾向が見られた。また、温度・固液比が一定の場合、流速が大きいくほどCd除去率は高くなった。特に、温度50℃以上、流速38.8 mL/minでは固液比に関係なく、24 hr後に98%以上のCdを除去できた。

2) 関連特許

本研究の成果は特許公開している。
(特開2006-55721)

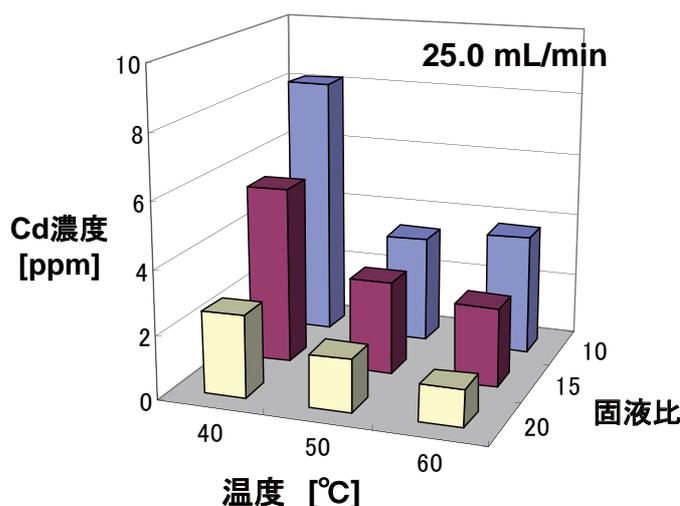


図1. 24 hr後の中腸腺中のCd量

【連絡先】

齊藤貴之 saito-c@hachinohe-ct.ac.jp



ホタテガイ加工廃棄物の有効利用 (Part 2)

物質工学科 齊藤 貴之

ホタテガイ内蔵からのEPAエチルの精製技術

【要約】

ホタテガイは青森県の主要水産物であるが、加工に伴う廃棄物も大量に発生し、内蔵の処理費用は約1億円に達する。特にホタテガイの中腸腺は、健康食品の原料として需要が多いEPA(エイコサペンタエン酸)・DHA(ドコサヘキサエン酸)を多く含みながら、有害金属であるカドミウム(Cd)も最大で40ppm程度含むため焼却処分されている。本研究は、ホタテガイ中腸腺からEPAエチルの精製を行った成果である。

【きっかけ】

青森県が行ったホタテガイ加工廃棄物の有効利用に関する研究に参加したことから研究が始まった。ホタテガイの加工廃棄物は約5万トン/年が貝殻で、内蔵は約0.3トン/年である。本研究室では内蔵の有効利用の研究に関わり、Cd除去およびEPAエチルの精製を行った。

【プロセス】

- 1) 中腸腺からの全脂質抽出およびエチルエステル化
中腸腺は凍結乾燥後、粉碎した。粉碎した中腸腺から35℃、20MPaの超臨界二酸化炭素により全脂質抽出を行った。抽出した脂質は、エタノールと水酸化カリウムによりエチルエステル化した。
- 2) EPAエチルの精製
EPAエチルを精製するため、超臨界二酸化炭素抽出機に温度勾配を付与した還流塔を設置した。温度は抽出機から還流塔頂に向かって高くした。圧力により抽出される脂肪酸エステルは異なることから、低圧から高圧へ段階的に昇圧し、脂肪酸エステルを分離した。分離した脂肪酸エステルの濃度はGC/MSにより同定した。

【成果】

- 1) 中腸腺からの全脂質抽出およびエチルエステル化
凍結乾燥した中腸腺からほぼ全量となる約20%の脂質を抽出できた。また、脂質59%、エタノール40%、水酸化カリウム1.0%で全脂質をエステル化できた。
- 2) EPAエチル精製
図1は、二酸化炭素量に対する全脂肪酸エステル回収率とEPAエチル濃度である。抽出圧力は図中に示した。11.0~12.0MPaにおいてEPAエチルが抽出され、最大で約93%までEPAエチルを精製することができた。

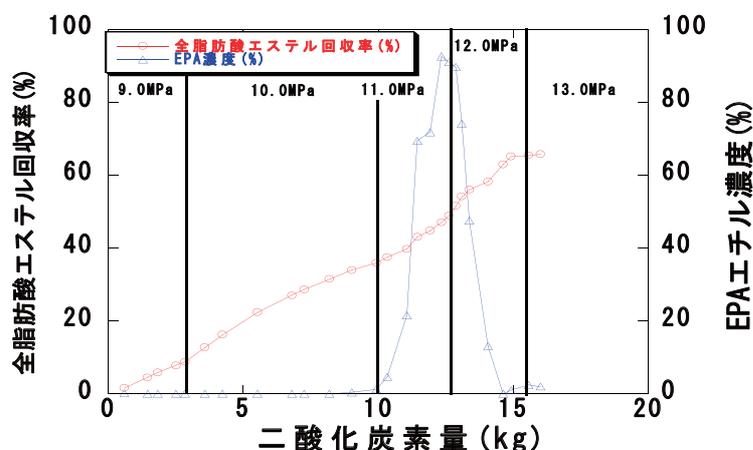


図1. 二酸化炭素量に対する全脂肪酸エステル回収率およびEPAエチル濃度

【連絡先】

齊藤貴之 saito-c@hachinohe-ct.ac.jp



廃棄米糠を用いた健康機能性賦与魚の作出と水圏環境保全方法

環境にもヒトの体にも優しい養殖魚の開発

【要約】

廃棄穀類糠には生活習慣病予防効果があること、魚類に投与すると脂質代謝を活発にすることで飼料効率が高まることが明らかとなった。現在の魚類養殖では、高エネルギー飼料が大量に使用され、水圏環境に大きな負荷を与えるとともに、大量の食資源を浪費している。本研究によって、穀類残滓糠投与による魚類脂質代謝制御を可能とし、水圏環境負荷の大幅な軽減だけでなく、生活習慣病を予防するための養殖魚の提供が可能となる。

【きっかけ】

昨今の世界的な魚類養殖では、タンパク質餌料効率の向上と経済的観点から大量の高エネルギー飼料を投与して早期出荷を目指している。養殖魚は天然魚に比べて筋肉の脂質含量が多いことが大きな欠点とされているが、その傾向に拍車がかかりつつあるのが現状である。過剰な脂質の蓄積は消費時の風味を損なうだけでなく、貯蔵時の脂質劣化が原因となって品質の低下を加速することが明らかにされている。さらに、かなり高純度な栄養素を含む飼料を大量投与することは、将来の食糧問題が叫ばれる中、食資源を浪費しているとも言える。

米は精白してから我々の食卓に上るが、その際に生じる米糠は莫大な量となり、水圏環境負荷などの問題が生じている。我々は米糠の新たな有効利用を考え、米糠中に含まれる γ オリザノールに着目して研究を進めたところ、下記のような効果が認められた。

- ・抗炎症作用 (Nagasaka et al., BBRC, 2007,特開2007-332070, WO2007/145253)
- ・炎症性大腸炎の治療 (Islam et al., Br. J. Pharmacol., 2008)
(東京大学大学院獣医薬理学教室, 東京海洋大学との共同研究, 既に化粧品として製品化)
- ・脂質代謝亢進作用 (Ohara et al., Phytomedicine, 2009, WO2006/013750, 特願2005-013630)
- ・アルコール性肝炎の予防 (Chotimarkorn et al., Phytomedicine, 2008)

したがってこの γ オリザノールを用い、魚類においても脂質代謝を制御することが可能になれば、新たな設備投資を必要としない養殖魚の品質改善法の確立が可能となると考えた。

本研究によって脱脂残滓糠投与による脂質代謝の制御が可能になれば、エネルギー生成系の脂質代謝への依存度を高めることにより、餌料のタンパク質への転換効率や餌料効率が上がる。歩留まりに関しても大量の脂質を投与する以上の効果が期待されるとともに、全投与餌料量の削減も可能となる。また、脂質代謝亢進によって脂質含量が低下し、凍結貯蔵時における脂質酸化による品質劣化にも影響を及ぼす可能性についても影響があるものと考えられる。また、得られた養殖魚は前述した γ オリザノールを蓄積しており、これを摂取することによって生活習慣病予防を可能とする。さらに、我が国の主食である米の消費時に一般家庭から排出される洗米排水による水圏環境負荷が全CODの1割以上を占めるという試算結果を考えると、本研究によって穀類糠等の有効性が示されれば穀類流通過程における廃棄物集中管理が産業として成立し、結果的に環境負荷の低減も可能になると期待した。



【プロセス】

マウスにおいて脂質代謝亢進作用などが認められている γ オリザノールが魚類にも同様の効果があるかどうかを検討するため、 γ オリザノールを含む飼料や γ オリザノールに富む米糠を配合した飼料をニジマス (*Oncorhynchus myskiss*)、ブリ (*Seriola quinqueradiata*) およびマダイ (*Pagrus major*) に投与した。

【成果】



γオリザノール

糖質と脂質の代謝を改善し、タンパク質の蓄積が促進されて10から20%程度の体重増加が確認された(ニジマス)。



少ない飼料で速やかに出荷できる。飼料の節約や環境負荷の軽減につながる。
特開2009-11258「魚類のタンパク質節約剤およびタンパク質節約方法」
(出願人;東京海洋大学)



ブリ、マダイでも同様の効果がある(我々と東京海洋大学、坂本飼料株式会社との共同研究)

魚類は哺乳類に比べてγオリザノールをより積極的に吸収・蓄積し、その吸収量も蓄積量も哺乳類に比べて数千倍に達し、筋肉にも多くのγオリザノールが蓄積されることが明らかとなった。

PCT/JP2009/001228、特願2008-077700「魚類を用いた植物生理活性物質の濃縮・蓄積方法」
(出願人;坂本飼料株式会社)



これまでの我々の検討によると、体重60kgの成人では1日当たり9mg程度のγオリザノールを摂取することによって生活習慣病予防効果が期待できることが明らかとなっている。上述の技術によって養殖魚では通常の食事で消費される筋肉100g当たり約10mg以上のγオリザノールが蓄積されるため、この養殖魚を毎日食べることによって生活習慣病を予防できることになる。

我々が別途開発した濃縮法によってγオリザノールの濃縮が可能であることから、さらに高濃度にγオリザノールを蓄積した養殖魚を作出することも可能である。

PCT/JP2009/001169、特願2008-73390「健康機能成分を吸着・濃縮した乾燥脱脂穀類糠、該糠から調整した健康機能成分の濃縮物、およびそれらの製造方法」
(出願人;東京海洋大学、株式会社サタケ)

この方法を用いれば魚類飼料だけではなく、様々な家畜の飼料に適用でき、ヒトを対象とした健康機能性を考慮した畜肉等の開発にもつながるものと期待される。

WO2006/013750「脂質代謝調節作用を有する食品素材、健康食品、動物飼料及び動物の飼育方法」(出願人;東京海洋大学、株式会社サタケ)



γオリザノールはフェノール性のヒドロキシ基を持っており、抗酸化性を持つことが知られている。ブリなどでは貯蔵に伴って血合肉が緑色に変色し、商品価値が著しく低下することが問題となっているが、γオリザノールを蓄積した魚肉ではこの変色も効果的に抑制されることが明らかとなった(現在特許出願中)。



切り身にして48時間後のブリの切り身を写したものの。γオリザノールをより多く含んだ餌を与えた方(写真左)で変色が抑えられている。

γオリザノールを含む飼料やγオリザノールに富む米糠を配合した飼料

- 養殖魚のエネルギー代謝を改善し、体重増加を早め、飼料効率の改善にも効果的
- 健康機能性のあるγオリザノールが魚肉に蓄積した養殖魚を提供できる

これらのことから、穀類糠やγオリザノールの添加によって養殖魚の品質および付加価値向上が可能となるだけでなく、その養殖魚を用いた生活習慣病予防が可能となる。

技術に関するご照会は

群馬工業高等専門学校 長阪 玲子
Tel.: 027-254-9204 FAX: 027-254-9198

〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580
nagasaka@chem.gunma-ct.ac.jp

本研究は独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の平成18年度産業技術研究助成事業として行われた。



地域の知恵を活かした新たなバイオマスエネルギー創出

環境都市学科 畠 俊郎

微生物触媒を用いた使用済植物油のBDF (バイオディーゼル燃料) 化技術

【要約】

長野県においては「信州味噌」ブランドに代表されるほど味噌造りが盛んである。この味噌造りにおいて培われた技術を活かし、家庭から出る使用済植物油をバイオディーゼル燃料(BDF)に変換する新たな技術開発を行った。本技術は、リパーゼ生産能を持つ微生物そのものを触媒として利用する点に特長がある。加えて、現在主流のアルカリ触媒法よりも安価にBDFを得る効果が期待される。

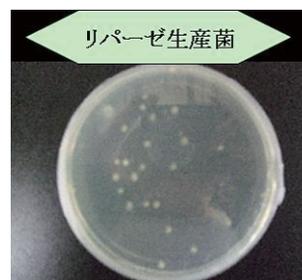
【きっかけ】

本校が位置する長野県および長野市においては市内に食品製造業が多く、バイオマスの積極的利用に関する関心が高い。自治体が主催するバイオマス利活用研究会などを通じ、長野県工業技術総合センター食品・バイオ部門との共同研究体制を構築した。

【プロセス】

使用済植物油のBDF化に関して、微生物が生産する酵素(リパーゼ)に着目した。リパーゼに関しては酵素製剤として広く市販されているが、高価なため小規模事業所などでBDF変換に利用することは困難である。このような問題を解決する手法として、リパーゼ活性を持つ微生物そのものを微生物触媒として利用する技術の開発に取り組んだ。

- 1) リパーゼ活性を持つ微生物の培養
- 2) 濾過による菌体の回収
- 3) 微生物触媒によるBDF化
- 4) 菌体回収によるリサイクル

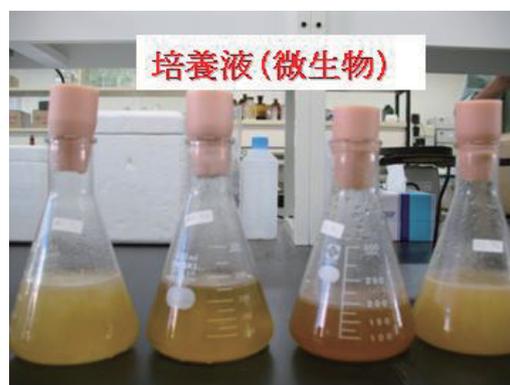


以上のフローを繰り返すことにより、従来技術よりも安価にBDFを得ることができた。

【成果】

本技術で得られた知見を県内の産業フェアなどで公表したところ、複数の県内企業より実用化に向けた共同研究の申し出を受けた。

現在は、変換効率の向上および処理装置の小型化に向けた検討をスタートさせたところであり、将来的な実用化に向けて産官学連携を進めている。





廃棄系バイオマスの有効利用

材料工学科 下古谷 博司

オカラの環境調和型材料への展開

【要約】

オカらは年間70万トン以上が廃棄処分されており、このオカらの有効利用法として環境調和型材料への応用について検討した。環境調和型材料としては廃水処理剤(凝集剤)およびポリウレタン材料への展開を試みた。その結果、凝集剤としてはカオリン懸濁液から微細なカオリン懸濁粒子を効率良く凝集沈殿除去することができた。また、ポリウレタン材料としてはマイクロ波加熱法を用い短時間で効率良くオカらを液状化した後、得られた液状化物からポリウレタンフィルムを調製することができた。

【きっかけ】

本校で実施された産学交流フォーラムの席上でオカらが話題になったことからオカらの有効利用に関する研究を開始した。オカらは大豆から豆腐を作る際に発生する副産物であり昔から食されてきたことから人体に無害でありかつ生分解性も兼ね備えている。このオカらを廃水処理剤(凝集剤)やポリウレタン材料へ応用することが可能となれば生分解性を有する環境に優しい環境調和型材料として利用可能であると考えた。

【プロセス】

オカらを凝集剤およびポリウレタン材料へ応用するにあたり次のような検討を行った。

1) 凝集剤への応用

オカらを凝集剤として使用するにあたり、pH、オカラ添加量、温度特性等の最適凝集条件について順次調べ、得られた最適凝集条件でカオリン懸濁粒子を凝集させたところ凝集剤としての強い効果が見られた。

2) ポリウレタン材料への応用

マイクロ波加熱法を用いオカらを液状化する際の反応時間や触媒濃度等の最適液状化条件を検討し、得られた液状化物の性状(含水量、粘度等)を評価した。次いで、多価イソシアネート化合物との反応条件等について検討しポリウレタンフィルムを調製した。

【成果】

1) 凝集剤への応用

オカらを凝集剤として応用可能かどうか検討した結果、カオリン懸濁液中に分散しているカオリン粒子を効率良く凝集沈殿させることが可能であった。

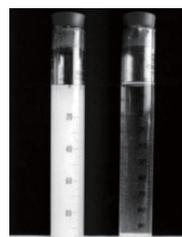


図1 カオリン懸濁液の凝集沈殿試験(静置5分後)、左:オカラなし、右:オカラ入り

2) ポリウレタン材料への応用

オカらの液状化法としてマイクロ波加熱法を用いることで従来法より短時間で効率良く液状化可能であった。また、液状化物を多価イソシアネート化合物と反応させることによりポリウレタンフィルムを調製することができた。



図2 ポリウレタン材料への応用
左:オカラ液状化物、右:オカラから調製したポリウレタンフィルム

(詳細は、hshimo@mse.suzuka-ct.ac.jpまで)



家庭菜園の肥料自給と環境教育教材に

建築学科 平石 年弘

無電力生ごみ堆肥化装置

【要約】

酸素濃度が10%以上あり、温度が40℃～65℃で活発に生ゴミを分解する好気性中高温菌に適した環境を無電力でつくり、高速に堆肥化できる装置を開発しました。電源が必要ないため、屋外などどこでも設置することができます。環境に配慮した家庭菜園や小学校・幼稚園での環境教育に使用されています。

【きっかけ】

家庭から排出される生ゴミは含水率が80%～90%ありほとんどが水分ですが、多くの自治体で燃えるゴミとして収集され焼却されています。また、家庭では生ゴミの臭いをなくすため、電気エネルギーを使って乾燥させる機器が販売されていますが、この方法では焼却処分よりもエネルギーを多用してしまいます。そこで、無電力で生ゴミを堆肥化し、有機農法での家庭菜園や小学校での学習農園に使用することができれば良いと考え開発を始めました。

【プロセス】

断熱した堆肥化槽に4つのカートリッジを配置し、それぞれがカートリッジの分解熱を隣に伝え合うことで全体の温度が40℃～65℃に維持されるようになっています。生ゴミと糠を堆肥に混ぜて投入すると隣接するカートリッジから熱を受け取り温度があがります。

4槽に分割することで生ゴミの堆肥化が進行するまで攪拌の必要が無いためニオイがあまり発生しません。

断面図に示すように、生ゴミと糠を混ぜ投入すると分解熱で温度が上がります。温度が上がると外気との温度差で浮力が生まれ重力換気がおこなわれます。この重力換気によって酸素を供給する仕組みとなっています。

蓋の裏面に結露した水分は傾斜した蓋を伝って自動的に外に排出される仕組みとなっています。

【成果】

- 1) 生ゴミを無電力で高速に堆肥化します。
- 2) 堆肥の脱臭効果と4日間攪拌しないことで、ニオイの発生が少ない。
- 3) 水分の排出機構があるので、生ゴミの水切りが不要です。

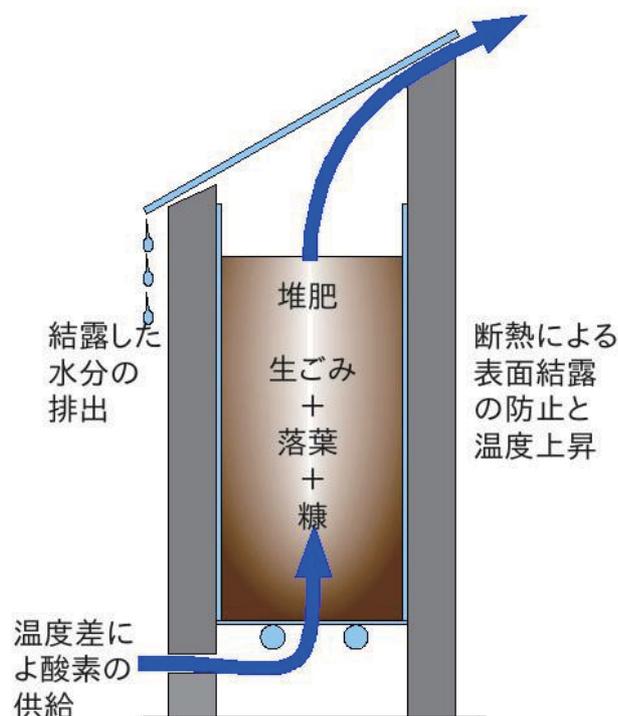
・特許 第4061527号 堆肥化装置

・論文 平石年弘 自然通気を利用した小型多槽式堆肥化装置の性能検証 日本建築学会環境系論文集 NO.586 pp.69-74 2004年12月

【連絡先】 hiraishi@akashi.ac.jp



無電力生ごみ堆肥化装置の外観



無電力生ごみ堆肥化装置の断面図



食品産業廃棄物の資源化

物質化学工学科 伊月 亜有子

悪臭成分分解微生物の分離

【要約】

超高温・好気発酵法による有機性廃棄物のコンポスト化過程において、悪臭が著しく減少することから、悪臭成分を分解する能力が著しく高い微生物が存在すると考えられる。本研究では、悪臭成分を分解する微生物を分離・同定し、その性質を調べている。

【きっかけ】

九州大学農学部（金澤晋二郎特任教授）との共同研究である。

大量に廃棄される有機性廃棄物进行处理する場合、コンポストとして緑農地へ還元することが最も望ましいとされているが、製造されたコンポストのほとんどは未熟であるため、作物の生育障害や病原菌による健康障害を引き起こす原因となる。超高温・好気発酵法では、これらの問題を解消するとともに、悪臭が著しく減少していたことから、悪臭成分を分解する微生物の存在が示唆された。

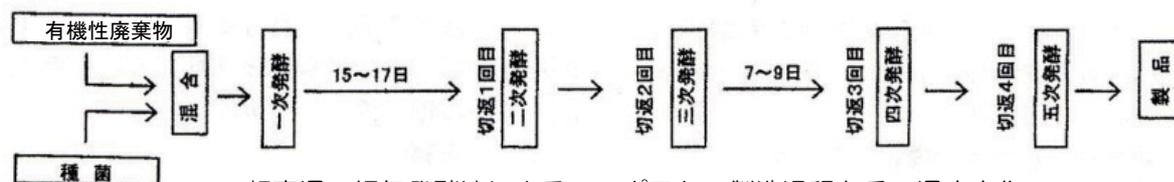
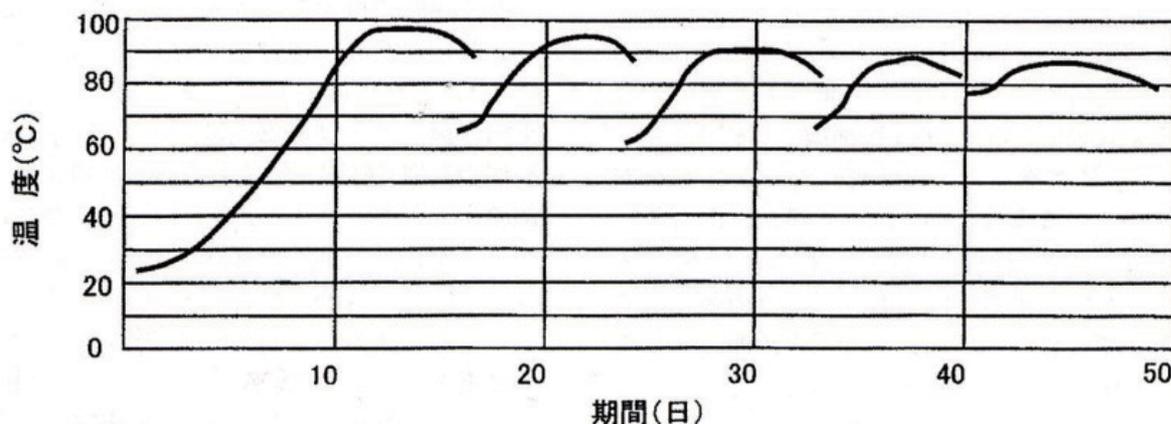
【プロセス】および【成果】

食品コンポストは、米ぬか、大豆おから、ビール粕、アガリクス菌床、竹繊維、豚骨などの食品産業廃棄物を、戻し堆肥（種菌）と混合し、九州大学付属農場で製造した。コンポストの製造過程およびコンポスト化施設の写真を図に示す。

超高温・好気発酵法による有機性廃棄物のコンポスト化過程において、特定悪臭物質の1つであるノルマル酪酸濃度が著しく減少していたことから、ノルマル酪酸分解菌に着目し、分離した。ノルマル酪酸添加M9最小寒天培地を用い、30℃で7日間培養した結果、酪酸分解能を持つコロニーが 1.17×10^6 cfu g⁻¹検出された。これらの中から、性質の異なる放線菌および糸状菌を6菌株得ることができた。これらの菌が悪臭成分の分解に関与していると推察された。



コンポスト化施設



超高温・好気発酵法によるコンポストの製造過程とその温度変化

(詳細は tsuki@chem.nara-k.ac.jp までお問い合わせください)



食品生産過程における不要物の有効活用

環境都市工学科 堀口 至

牡蠣殻を有効利用したエココンクリート

【要約】

本技術は、エココンクリートの一種であるポーラスコンクリート用粗骨材として、牡蠣殻を有効利用するものである(写真-1)。牡蠣殻ポーラスコンクリート(Oy-PoC)の強度は低いが、保水性が非常に高いことが分かった。牡蠣殻を全量使用した植生基盤材料について植栽試験を行ったところ、芝の成長を確認した。

【きっかけ】

広島県は全国有数の牡蠣の産地として知られているが、その一方で副産物として年間約100,000トンの牡蠣殻が排出出されている。再生利用方法として牡蠣殻より飼料や肥料を製造して販売を行っているが、まだその絶対量は少なく、更なる用途の拡大が必要である。

【プロセス】

- ・牡蠣殻ポーラスコンクリートの基礎特性
空隙率を変化させたOy-PoCの圧縮強度試験を行い、砕石ポーラスコンクリート(N-PoC)と比較検討した。また、Oy-PoCの保水性についても検討を行った。
- ・植生基盤材料への適用
Oy-PoCの植生基盤材料への適用を目指すために、植栽試験を行った。牡蠣殻を全量利用するために骨材として利用できない粒径5mm以下の牡蠣殻片を、植生基盤の覆土と充填材に用いた。

【成果】

- ・研究結果
牡蠣殻骨材の骨材強度が砕石の1/10以下と低いために、Oy-PoCの圧縮強度は同一空隙率のN-PoCよりも低いことが分かった(図-1)。牡蠣殻骨材の吸水率は砕石の約20~30倍大きいため、Oy-PoC内に貯められる水分量がN-PoCと比較して非常に多い。また、貯めた水分量を徐々に放出していくことから、Oy-PoCは保水性が高いといえる(図-2)。写真-2に植栽試験終了後の供試体を示すが、牡蠣殻を全量使用した植生基盤材料での芝の成長を確認した。
- ・論文発表
堀口至、竹村和夫:牡蠣殻骨材を用いたポーラスコンクリートの基礎特性、セメント・コンクリート論文集、No.62、pp.538-543、2008...他2編
- ・研究助成金
平成19~20年度科学研究費補助金若手研究(B):牡蠣殻を骨材として利用したポーラスコンクリートの植栽能力に関する研究

*連絡先: 吳高専 環境都市工学科 堀口至 (horiguti@kure-nct.ac.jp)

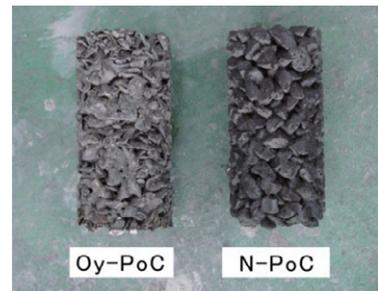


写真-1 牡蠣殻ポーラスコンクリート(左)

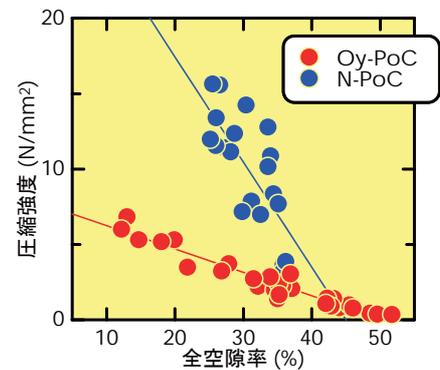


図-1 圧縮強度試験結果

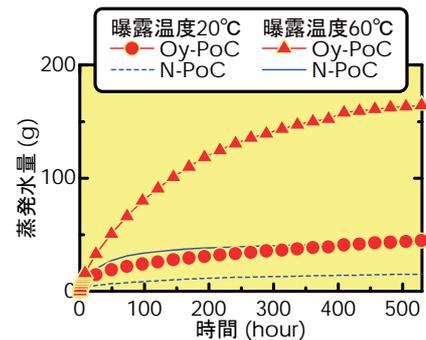


図-2 保水試験結果



写真-2 植栽試験終了後供試体



おからの有効活用～廃棄物の有効利用～

一般教科 一森 勇人

有効成分から健康食品へ

【要約】

おからは現在、国内で産業廃棄物として年間約70万トン(未乾燥の状態)発生しており、おから処理のためのコストが大きな問題となっている。

本事業では、おからエタノール抽出を用いた食品の開発により産業廃棄物の削減を図り、製造した食品を販売することを目的としている。

【きっかけ】

本校学生から、卒業研究のテーマとしておからから油を取り出し、食用油やバイオディーゼル燃料として利用したいとの提案があった。阿南市内に豆腐製造工場があり、その工場がおからの有効活用について研究開発しており、地域連携として研究をおこなった。

【プロセス】



図1: 抽出後の試料

- ① おから100gをビーカーに入れる。
- ② エタノール500mlを加える。
- ③ 50℃～60℃の水浴中で保持する。
(ときどきよくかきまぜる)
- ④ 湯煎でエタノールを飛ばし、試料とした。
オカラからの脂質成分の抽出は、原油価格の下落もあり、研究の方向は、抽出物の有効活用になった。おからをエタノール抽出すると、脂質やたんぱく質、大豆イソフラボンが抽出される。おからは健康、美容に良いというイメージが定着していることから、健康食品として商品化をターゲットとしている。

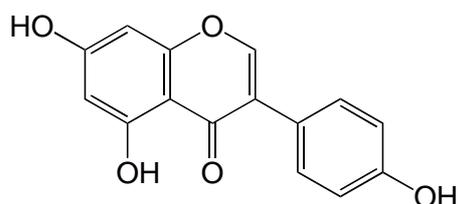


図2: ゲニステイン(フラボノイドの一種)

【成果】

- 1) ヘキサンではなくエタノールを使用したことにより、抽出物の用途に、地元食品加工業者、酒造業者が、興味を示している。
- 2) 知的財産
本技術は、2009年3月に特許出願を行った。

(詳細は、一般教科一森勇人、
制御情報工学科 田中達治まで
ichimori@anan-nct.ac.jp)



さぬきの国 うどん文化の光と影

建設環境工学科 多川 正

さぬきうどん製造廃水の経済的浄化システムの開発

【要約】

四国香川県が誇る重要な観光財産である讃岐うどんは、現在でも県内約800件のうどん店でそれぞれ特徴のある讃岐の味覚を提供しており、昼時には行列が絶えない。一方では、うどんの製造工程から排出されるうどんゆで汁には、高濃度の有機物、富栄養化の原因となる窒素が含まれているが、現在のところ廃水量が少ないため法律による規制対象になっておらず、河川やため池に垂れ流しており、水質汚濁問題を引き起こしている。本研究で考案した、安価な讃岐うどん廃水処理装置は、酸素がない環境条件で活躍する嫌気性微生物を用い、それらを大量に処理装置内に保持する特殊なスポンジを充填させることで、高効率な有機物の除去を可能とした。処理装置の構成もシンプルかつ安価（通常の処理装置の1/5程度）で、特に日常のメンテナンスも必要ない。今後は実際のさぬきうどん店に処理装置を設置し、長期間の処理有効性及び経済性を確認する。

【きっかけ】

県内における全CODMn汚濁負荷量28 t/日の内24%の汚濁原因が、うどん店を含む小規模事業場にあるとされている。この現状をふまえ、香川県環境審議会は2009年に3年ほどの猶予期間を設けたのち、1日平均排水量が10m³を超える小規模事業場に対し、TOCの許容限度を160mg/Lとする新たな排水規制をかける方針で答申している。規制対象となる平均排水量10m³/日の規模は、さぬきうどん店では約800玉/日に相当する。対象のうどん店に対し、新たに廃水処理施設を設置することで全CODMn0.3t/日の負荷量削減を見込んでいるが、うどん店に経済面での負担がかかる。安価な価格での商売をしているうどん店において、多額の排水処理装置導入・運転費の出費は大きな痛手となり、場合によっては廃業となりうる可能性もあり、経済的な浄化施設の開発が早急に求められている。



写真：うどんの釜ゆで汁

【プロセス】

うどん廃水の供給の協力いただいたうどん店は、開店7時～閉店15時、1日のうどん玉製造規模は300玉/日である。うどんのゆでの工程は容量約100Lの釜で行い、廃水の排出は閉店後に1日あたり約100Lのうどん煮汁原廃水が排出される。うどん店のゆで釜から排出される高濃度のうどん煮汁原廃水は、TOC濃度3,230mg/Lである。

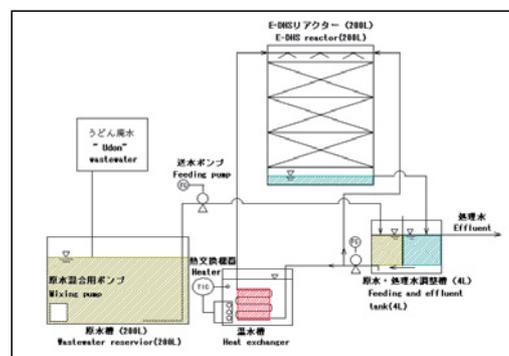
本研究では、曝気不要で省エネルギーである嫌気性Down-flow Hanging Sponge (DHS)法を用いた浄化システムを開発し、うどん煮汁原廃水を連続通水して、その浄化能力を検討した。DHSリアクター本体(容量200L)にはポリウレタン製のスポンジ担体が4,000個充填されており、多量の嫌気性微生物を保持することが可能である。

【成果】

DHSリアクターにおけるうどん原廃水処理能力は処理水のTOCは約330～760mg/L、COD_{Cr}は約1,170～2,120mg/Lの浄化能力を持つことが分かった。連続通水実験中リアクター上部の散水部分の閉塞などが発生し、内部に充填したスポンジ全てが有効的に利用されなかったショートパスによる除去率の低下などが発生し、県の規制方針であるTOC 160mg/Lの常時達成には至らなかった。

今後は本リアクターシステムを実際のうどん店に設置し、原廃水の性状変動などの応答性を確認すると同時に、更なる浄化効率の向上の手段として、嫌気性DHSを前段の酸生成リアクターの役割と位置づけ、DHSにて50%程度の負荷低減・酸生成した処理水を簡易型UASBにて処理する、DHS+UASBといった組み合わせを今後検討し、更なる除去効率の向上のプロセスを煮詰めていく。

詳細は建設環境工学科 多川 正 (tagawa@takamatsu-nct.ac.jp)まで



図：嫌気性DHSによる廃水処理装置フロー



写真：さぬきうどん廃水処理装置全景



食品廃棄物からの水素発酵に関する研究

総合教育科 伊藤 武志

動物性食品廃棄物からの水素採取の検討

【要約】

近年、廃棄物を資源化してエネルギーを回収する報告があるものの、そのほとんどが、植物由来の廃棄物からのメタン発酵を目的としたものである。

そこで、本研究はメタン生成を抑え、植物由来の食品廃棄物だけでなく、動物由来の食品廃棄物を原料とした、高濃度の水素発酵を検討した。

【きっかけ】

近年、食品廃棄物処理が問題になっており、食品廃棄物を資源化してエネルギーを回収する特許報告があるが、植物由来の食品廃棄物からのメタン発酵を目的としたものが主である。水素は全くCO₂を出さず、燃料電池の普及とともに次世代クリーンエネルギーとして注目されている。以前より本研究者は水素発酵に研究を行っており、廃棄パンからの水素・メタン二段発酵処理に関する研究やバイオディーゼル廃液からの水素生産の研究・指導を行い、高い評価を受けている。

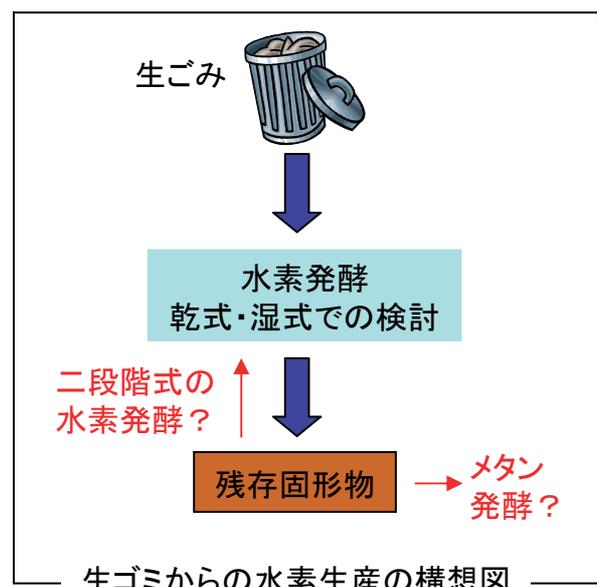
そこで、今回、食品廃棄物からクリーンエネルギーである水素を効率的に生産することを目的とし研究を行った。

【プロセス】

活性汚泥を用いた、メタン発酵は実用化されているが、水素を目的とした研究は少なく、固形分の可溶化および培養装置の容量が課題になっている。そこで、本研究は、従来の発酵槽に比べ小容量の装置で実用可能な乾式(水分含量85%以下の固体の発酵)による水素発酵の構築を目指し、動物由来の食品廃棄物について検討を行った。活性汚泥を発酵(嫌気消化)を行った場合、中間産物として水素と有機酸を介して、メタンを生成する。メタン発酵において過剰な水素は、メタン生成を阻害することが知られており、湿式メタン発酵において水素を取り出すことが可能であることが実証されている。模擬生ゴミとしてドックフードを用い、実験を行った。

【成果】

ドックフードを活性汚泥20mlに対して、それぞれ5~20g添加して、37℃、1週間嫌気条件下で培養を行った。その結果、水素、メタン共に生成が見られなかった。また、1週間以上同条件で培養を続けたが、少量のメタンは確認されたものの、水素の生成は確認されなかった。今後、乾式での水素発酵→消化液の湿式水素発酵を温度、水分などの条件等改善して実験を行う。また、塩分濃度が高いと水素・メタン発酵は阻害するが、過度の塩分が水素生産を高めた実験データがあり、今後、塩分濃度にも着目して検討を行う。



詳細は総合教育科 伊藤武志(t.ito@gen.yuge.ac.jp)まで



廃棄トマトの有効利用

～地域特産物に付加価値を～

生物工学科 栗原 正日呼

青トマト緑色色素の安定化とその利用技術

【要約】

熊本県八代地区はトマトの産地であるが、形が悪いなどとして商品化できないものは未成熟のまま「青トマト」として廃棄されている。その「青トマト」をピューレ状で加工の際、pH調整剤と包接機能を有する環状糖であるシクロデキストリン(CyD)とを適宜単独もしくは併用することにより、色調鮮やかな色素の退色を抑制することが可能であった。加工後の保存中においても、光照射による緑色の退色を防止し、鮮やかな緑色の色調を維持した。

【きっかけ】

本校が実施している「技術相談」に、八代地域振興局から色調変化(加工時の褐変化)の改善策検討依頼が持ち込まれたことから、「青トマト色素の安定化」として研究を開始した。

出荷トマトの約1%(八代地区で年間200t)が廃棄されることに対して、資源活用や地域経済の視点、および昨今の消費者ニーズの多様化を考えた場合、「青トマト」は新しい食材としてピューレやジャムとしての利用が考えられる。この場合「緑」の色調がその新鮮さから重要な付加価値となると考えた。

【プロセス】

緑色色素はクロロフィルであり、光、熱、金属、pH等の因子で変化しやすいので、以下のように順次検討を行った。

1) シクロデキストリン(CyD)の利用

環状糖であるCyDの包接現象を用いて色素の安定化を試みたところ、常温では、顕著な効果が認められるものの、温度を上げるとその効果は減少した。

2) pH調整剤の利用

クロロフィルは、塩基性下でクロロフィリン(色は緑色)に変化することを利用し、炭酸水素ナトリウムやクエン酸三ナトリウムで処理すると、色調は鮮やかな緑色を呈した。

3) 加熱時、光照射時の安定性

添加濃度、条件を変化させ、HPLCによるクロロフィルの分析や色差計による色の変化の検討を順次行い、適切な添加濃度を設定した。

【成果】

1) 相乗効果の利用

検討の結果、CyDとpH調整剤を併用することにより、加工中およびその後の緑色を効果的に維持させることが可能であった。

2) 大量試製と加工品の試作

○大量試製: 青トマト20Kgを洗浄・選別して粉碎後、 γ -CyD(1.0%w/w)、炭酸水素ナトリウム(0.5%w/w)添加して、減圧濃縮を行っても、きれいな緑色を維持していた。

○トマトフルーツソースの試作: 100gのトマトピューレに γ -CyD(1.0%w/w)、炭酸水素ナトリウム(0.5%w/w)添加して、濃縮を行い、砂糖を添加してきれいな緑色のフルーツソースができた(図1写真参照)

3) 知的財産

本技術は、2007年9月に特許出願を行った。
(特願2007-228679)

(詳細は、生物工学科 栗原正日呼 まで。
kurihara@as.yatsushiro-nct.ac.jp)



図1. フライパン加熱時(上)、

フルーツソース完成時(下)

(γ -CyD1.0w/w%、炭酸水素ナトリウム0.5w/w%添加)



特産品廃棄物の有効利用

土木工学科 山内 正仁

きのこ生産を核とした焼酎粕乾燥固形物の多用途再生技術

【要約】

焼酎粕に含まれる固形画分は、乾燥後、家畜飼料や肥料として有効利用されているだけで用途が少なく、十分な市場確保が困難な状況にある。本研究では、甘藷焼酎粕乾燥固形物を栄養材としたきのこ(エリンギ)栽培試験を試みた。その結果、米糠、フスマ等を栄養材とした慣行培地に比べ、栽培期間を短縮でき、子実体収量が増加することから、甘藷焼酎粕乾燥固形物は栄養材として適していることがわかった。また、焼酎粕培地で栽培したエリンギは慣行培地で栽培したものと比較して旨味、甘味が強く、菌ごたえのある特徴を持つことが明らかになった。さらに培地材料費を慣行培地の20~40%程度削減でき、経済的であることが示唆された。

【きっかけ】

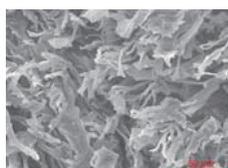
焼酎粕が農作物由来の副産物であり、栄養価、安全性の高い食品産業廃棄物であることから、これを原料に付加価値のある食品を新たに作り出すことが食品リサイクル法上、最も高度な有効利用法であり、かつ新規用途開発につながると考えるに至った。この方針のもと、焼酎粕にはアミノ酸類、ミネラル、食物繊維、ビタミン等の成分が多く含まれており、これらと同様な成分が食用きのこに多く含まれている点に着目し、焼酎粕乾燥固形物をきのこ培地の栄養材として用いることによって、焼酎粕中の栄養分をきのこへ吸収させる栽培方法を考えた。

【プロセス】

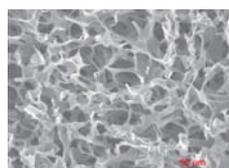
- 1) 焼酎粕培地における最適培地作製条件(焼酎粕添加率、水分率、培地詰め量など)を菌まわり日数、総栽培日数、収量性及び作業効率等の面から判断した。
- 2) 最適培地作製条件で栽培したきのこ子実体の成分分析、形状評価を行った。また官能評価も実施した。
- 3) 本研究内容を事業化するためには、コスト面を調査する必要がある。このため、培地材料費を比較検討した。
- 4) きのこ栽培後には使用済み培地(廃培地)が発生する。この廃培地を家畜飼料として利用できないか検討した。
- 5) 図-1に示すような焼酎粕の多用途再生技術による循環システムの構築が可能か検討した。

【成果】

- 1) 焼酎粕培地における最適培地作製条件は、水分率65%、培地詰め量570gであった。
- 2) 焼酎粕培地で栽培したエリンギは慣行培地で栽培したものと同様に旨味、甘味が強く、菌ごたえのある特徴を持つことが子実体の成分分析、官能評価及び電子顕微鏡の写真より明らかとなった。
- 3) 甘藷焼酎粕乾燥固形物をきのこ培地の栄養材として利用すると、慣行培地よりも材料費を最大で40%程度削減できることが示唆された。
- 4) エリンギ廃培地発酵TMR飼料を乳用牛に給餌し、消化性、嗜好性、胃液、尿性状を検討したところ、エリンギ廃培地は乾物中5~10%程度の代替給与飼料として、嗜好性に問題なく、給与可能であるとの結果が得られた。これにより、焼酎粕乾燥固形物を食品生産のための原料として活用し、食品(きのこ)→家畜飼料→肥料と段階的にその品位に応じて利用する経済的有用性および付加価値の高い利用技術がほぼ確立された。



焼酎粕培地



慣行培地

写真-2 エリンギの柄の中心部分のSEM写真(500倍)



写真-1 焼酎粕培地で栽培したエリンギ



図-1 焼酎粕の資源循環システム

KOSEN

Seeds of Food-related technology from Colleges of Technologies

