愛媛大学社会連携推進機構

研 究 成 果 報 告 書

第 9 号

(2015)

社会連携推進機構研究成果報告書第９号の発行にあたって

愛媛大学社会連携推進機構長
仁科 弘重

日頃、愛媛大学の社会連携活動にご支援をいただき、ありがとうございます。

愛媛大学社会連携推進機構が設置されたのは国立大学法人化後の平成１６年ですが、その流れは、平成６年に設置された「地域共同研究センター」まで遡ることができます。大学のもつ研究力、研究シーズを社会や地域産業の発展に活かすことを目的として産学連携が始まり、現在の「産学連携推進センター」「知的財産センター」となっています。また、地域密着型センターと総称される５つのセンター（地域創成研究センター、防災情報研究センター、南予水産研究センター、植物工場研究センター、紙産業イノベーションセンター）も本機構に属しており、センターが設置されている地域の産業イノベーションを通じて、地域の活性化に貢献しています。南予水産研究センターや紙産業イノベーションセンターのように、教育コースが併設されているセンターの場合は、教員と学生（学部、大学院）の共同作業的な研究とともに、様々な研究手法・技術の伝授も含めた人材育成が行われています。その成果として、技術を身に付けた卒業生・修了生が地域で活躍することになり、さらなる活性化に繋がっています。

さて、愛媛大学も、国立大学法人に移行してから１２年が経過し、本年４月から第３期中期目標期間に入りましたが、第３期中期目標期間では「地域中核機能の強化」を具体的な目標としています。地方からの人口流出の抑制も含む「地方創生」が政府全体の重点施策として推し進められている中、愛媛大学も採択されている「ＣＯＣ事業」「ＣＯＣ＋事業」（ともに、文部科学省事業）は、学生に、地域のことをよく知ってもらい、さらに、地域でのキャリア形成を考えてもらい、最終的には、地域に就職してもらうというものです。しかし、地域に就職してもらうためには、その地域に卒業生の受け皿（就職口）が必要であり、その受け皿を増やすためには、地域産業のイノベーション、地域の活性化が必要です。

行政レベルでは「まち・ひと・しごと」という言葉が地方創生との関連でよく聞かれますが、個人的には「しごと → ひと → まち」の順ではないかと考えています。仕事がなければ人は生きていけませんし、人が集まらなければ、街はできません。大学は、「仕事作り」に直接的な貢献はできませんが、共同研究、受託研究によって地域産業や個別企業の技術的課題を解決し、その結果としての地域産業のイノベーション、地域の活性化を通して、地域に「仕事」を増やしていくことに貢献したいと考えています。社会連携推進機構では、従来からの社会連携コーディネーターによる産学連携活動に加えて、四国ＴＬＯのアソシエイツによる産学連携活動も強化しています。

本報告書の発行にご努力いただいた関係各位に心より感謝申し上げますとともに、本報告書が広く活用されることを希望いたします。愛媛大学には、本報告書に掲載されている以外にも多くのシーズがあり、また、多くの有能な研究者がいます。地方創生のためにも、愛媛大学の知的資源のより一層の活用をお願いするとともに、今後とも皆様方のご指導、ご支援を賜りますようお願い申し上げます。

目　　次

研究成果報告書第９号の発刊にあたって

愛媛大学社会連携推進機構長　仁科　弘重

研究成果報告

まちづくり人材育成・啓発事業－地域づくり支援セミナー－ ---------- 1

愛媛大学社会連携支援部社会連携課
社会連携拠点チームリーダー　竹村　輝昭
松山市市民部市民参画まちづくり課主査　網矢　宏明
松山市市民部市民参画まちづくり課主任　芳野　篤史
松山市市民部市民参画まちづくり課主事　村上　周平
松山市市民部市民参画まちづくり課主事　藤井　美穂

音を楽しむ砥部焼製品の開発に関する研究 ---------- 6

愛媛大学大学院理工学研究科講師　呉　志強
愛媛大学大学院理工学研究科客員教授　八木　秀次
愛媛県産業技術研究所窯業技術センター主任研究員　首藤　喬一
有限会社きよし窯伝統工芸士　山田　ひろみ

健常高齢者におけるエクオール産生能と動脈硬化関連因子との検討 ---------- 11

愛媛大学大学院老年神経総合診療内科特任教授　伊賀瀬　道也

栄養と母子の健康：九州・沖縄での疫学研究 ---------- 13

愛媛大学大学院医学系研究科免疫学・予防医学教授　三宅　吉博
愛媛大学大学院医学系研究科免疫学・予防医学助教　田中　景子

クリンカの農業技術利用の開発 ---------- 23

愛媛大学農学部教授　上野　秀人
愛媛大学農学部助教　当真　要
西日本砕石株式会社　岡　寛

黒酢の抗アレルギー効果に関する研究 ---------- 25

愛媛大学農学部教授　菅原　卓也
愛媛大学大学院農学研究科　粟根　聖次
坂元醸造株式会社　長野　正信
坂元醸造株式会社　橋口　和典
坂元醸造株式会社　藤井　　暁

桑野川のオヤニラミ在来固体群の遺伝的多様性解析 ---------- 31

愛媛大学南予水産研究センター農学部分室准教授　高木　基裕
日亜化学工業株式会社環境整備課　亀島　秀敏

まちづくり人材育成・啓発事業
― 地域づくり支援セミナー ―

愛媛大学社会連携支援部社会連携課社会連携拠点チームリーダー　竹　村　輝　昭
松山市市民部市民参画まちづくり課主査　網　矢　宏　明
松山市市民部市民参画まちづくり課主任　芳　野　篤　史
松山市市民部市民参画まちづくり課主事　村　上　周　平
松山市市民部市民参画まちづくり課主事　藤　井　美　穂

1　本研究の目的と成果

愛媛大学社会連携推進機構地域創成研究センターと松山市市民部市民参画まちづくり課が共同して，地域社会において，まちづくりの中心となる人材の育成と市民の啓発を目的に「地域づくり支援セミナー」を開催している。平成 27 年度は安心・安全なまちづくりに欠かせない防災対策をテーマに，前期 6 月（土砂災害・津波のリスクがある地域の減災－粟井地区－），後期 11 月（密集市街地の減災－味酒地区－）に分けて開催した。

地域住民を主体とした地域づくり及び地域活性化は重要な地域課題であり，地域づくりに関わる人材の育成と市民への啓発の必要性は言うまでもない。地域創成研究センターの地域貢献及び松山市が進める住民主体の地域づくりの一環として，本共同研究事業は平成 16 年の地域創成研究センターの創設以来継続してきた。毎年 40 名程度の受講生を対象に行ってきたものであり，これまでの受講生総数は 430 名を超えている。これらの受講生の中から，松山市の各地域における，まちづくり協議会の設立やその活動に積極的に関わる市民が輩出されている。

平成 27 年度の受講生数は 62 名であった。（修了書授与者 55 名）今年度の受講生の特徴として，防災がテーマであったことから自主防災会の役員，まちづくり協議会の役員，昨年度のセミナー参加者などで地域において防災対策の活動を継続している方や一般市民に加えて，大学生が多数参加していたことがあげられる。また，前期においては高等学校の教員が数名の生徒と一緒に受講した。アイスブレイクをはじめ，ワークショップの回数を増やしたことや短期集中型のセミナーであったことで多数の修了証書を授与できたとも言える。また，講師として活動している自主防災会会長やまちづくり協議会会長に，地域における防災活動（イベント）の様子や地域が抱える課題を紹介いただき，受講生は身近な問題として真剣にセミナーを受講することができた。まちづくり協議会に参画している大学生の意見として，火災シュミレーションを見て，今，災害が起こったら，どうしょうもない。火災の恐ろしさを改めて感じ，このような事態が発生しても，普段から対応できる知識と地域の活動を通じて，まちづくり協議会の中で減災について考えていく良い機会となったと語った。併せて他のまちづくり協議会の活動状況を知り，お互いに意見交換ができる場となったとの話を聞くことができた。

上記の意見があるように，このセミナーの特徴として①行政・地域・大学教員のさまざまな立場の専門家の話が聞けること②班活動中心によるワークショップを通して，地域まちづくりの理解を深めることができること③フィールドワークでは，一人ひとりに役割を与え，自分に今何ができるか，主体的に取り組むことなどがあげられるが，地域づくりの基本であるコミニュケーション能力や相互理解，歩み寄りの精神が求められるセミナーでもあるとも言える。今年度ほとんどの参加者が最後の授業まで継続して学べたのも，座学・ワークショップ・フィールドワークなど毎回新たな「気づき」，「ふれあい」，防災それは他人事ではない，真剣に考えていかなくてはならないことを認識した結果であり，参加者はいろいろな場面で立場を超えたコミニュケーションの実現があった，併せて，松山市消防局，ダイキ（株）の協力が得られるなど産学官の協働した取組であったことなど，地域づくり支援セミナーとしての実施に大きな成果があった。

２　平成 27 年度地域づくり支援セミナー実施状況

【前期】平成 27 年 6 月 3 日～ 20 日（全 4 回）

座学　松山市の防災・減災への取組

「地域におけるまちづくり」制度の概要説明

道後喜多町町内会の自主防災活動について

先進事例紹介：石井地区まちづくり協議会「避難行動要支援者支援」

南海トラフ巨大地震の概要・松山市の被害想定

和田地区における津波シュミレーション

ワークショップ

レクリエーション（アイスブレイク）

もし，明日地震が起きたら，あなたが困る，心配なこと

他市町の事例から見た気づきに関するワークショップ

要援護者支援について

避難所の運営について

フィールドワーク（まちあるき）→防災マップ作り→改善点の検討

粟井地区・和田地区

【後期】平成 27 年 10 月 29 日～ 11 月 14 日（全 4 回）

座学　粟井地区における火災・土砂災害等各種シュミレーションを用いた災害に強いまちづくりについて

「地域におけるまちづくり」制度の概要説明

松山市の防災・減災への取組

先進事例紹介：高浜地区の防災活動

味酒地区における火災シュミレーション

ワークショップ

レクリエーション（アイスブレイク）

今，震度 7 の地震が来たら何が心配か

他市町の事例から見た気づきに関するワークショップ

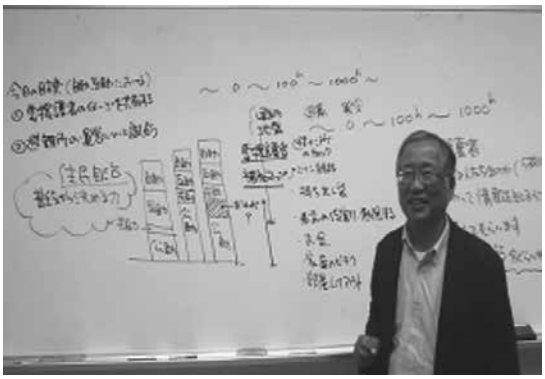
要援護者支援について

避難所の運営について
避難所運営ゲーム（ＨＵＧ）
フィールドワーク（まちあるき）→防災マップ作り
味酒地区

３　セミナーの様子

寺谷センター長の歓迎のあいさつ

高田松山市市民部副部長のあいさつ



要援護者支援に関する関するワーク説明

各班における話合いの様子

火災シュミレーションに関する講義

松山市からまちづくり制度の説明

松山市消防局からクロスロードゲームを実施

フィールドワーク

まちあるきの様子

防災マップを作成し，問題点等について発表

避難所運営ゲームＨＵＧ

４　今後の展開

台湾南部で M6.4 の地震が発生し，100 名以上を超える犠牲者が出た。日本は自然災害大国であり，大規模地震が発生する確率が高いと言われている。その点において地域防災の意識が高まることは重要である。今回の地域づくり支援セミナーでは，殆どの参加者は，まちあるきを体験し，倒れそうな電柱，密集している老朽化した建物，建物間の間隔が狭いところが多い，混乱すると二次的な被害が起こる，川幅が狭く，洪水が発生し，川に落ちる危険を感じるなどを防災マップに書き込みながら危険箇所に気づいたところが多々あった。また，学校では耐震工事が進み，災害時対応の自動販売機の設置，まちづくり協議会の役員として活動している病院や企業が多数あり，行政，企業，地域住民の間において災害への意思疎通ができているところが素晴らしい語った。まちを知るためには，ネットや車では気づくことができない。まちあるきが最良の手段であり，セミナーを経験して本当によかった，日頃から減災への工夫を考える必要があるなど防災に対する意識が高揚したとの評価をした。参加者が今後，このセミナーを活かし，防災に関わらず多様な地域づくりの活動を推進していくことを願うところである。

音を楽しむ砥部焼製品の開発に関する研究

愛媛大学大学院理工学研究科講師　呉　志強
愛媛大学大学院理工学研究科客員教授　八木秀次
愛媛県産業技術研究所窯業技術センター主任研究員　首藤喬一
有限会社きよし窯伝統工芸士　山田ひろみ

1　研究の目的

砥部焼は240年近くの歴史を持ち、食器や花瓶などを中心に発展し、愛媛県の指定無形文化財及び国の伝統的工芸品に指定されている。砥部焼の特徴は、白磁の肌に溶け込んだ呉須絵、素地の白さに調和した色絵、やや厚手の飾り気のない形と材質の堅さにある。成形方法はほとんど手作りで生産されるため、独特の風合いが愛好家に評価されている。

近年では、砥部焼製の風鈴が盛んに作られており、金属質の澄んだ音色がすることから人気が高まっているが、漠然と「いい音がする」という状況である。本研究では音を活かした砥部焼製品（ハンドベル、風鈴、ドアベル等）の開発を進めることを目的とし、以下のことを行う。

① 砥部焼の打音は金属質の澄んだ音がすることから、この性質を利用してドレミ・・・のような音階が出るようなモデル形状の作成を行う。

② 焼き物は乾燥・焼成時に形状が収縮するため、製品として開発していくためには、焼成前のモデル形状が必要不可欠となるため、焼成前のモデル形状を推定する。

③ よりよい音色を作るために、基本振動数は変化させることなく音色の変更を試みる。

2　材料定数の測定

図1に示すような数枚の簡単な形状の試料を作成し、寸法、重量、体積及び打音実験により固有振動数を測定し、有限要素法解析によりヤング率などの材料定数を推定した。

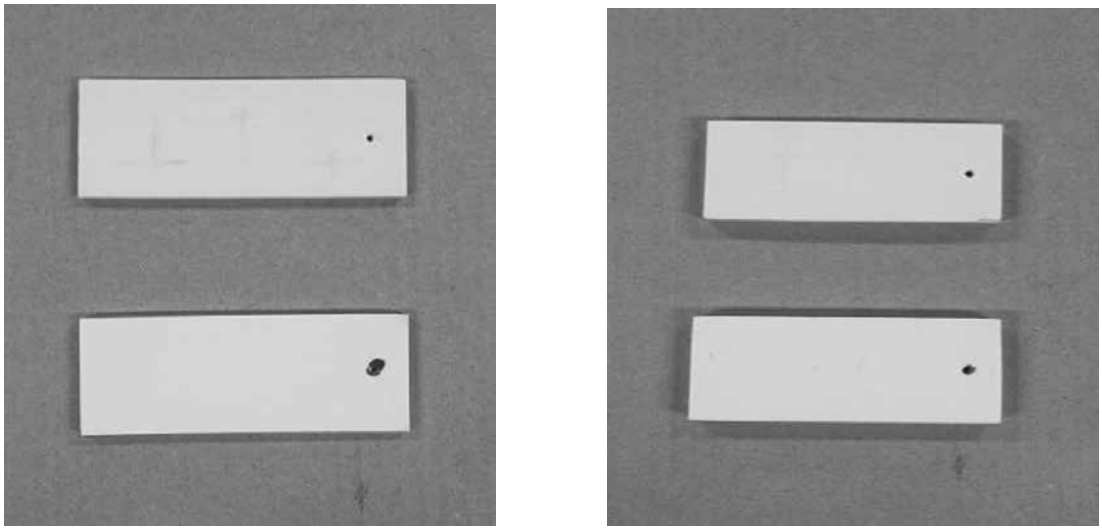


図1　試験片の様子

得られた材料定数は以下に示す。

ヤング率 E：80.675GPa

密度：2.386g/cm^3

ポアソン比：0.2

3　基本形状の設計と振動特性分析

図 2 のような底中央部に直径 10mm 程度の穴が空いている試供品を図 3 のように細い糸で吊るし、ハンマーで縁をたたき、マイクで打音の採取・録音した。Wave Spectra という音声分析ソフトを用いて分析した周波数スペクトルを図 4 に示す。

図 2　試供品

図 3　実験の様子

図 4 から 1 次固有振動数、2 次固有振動数及び 3 次固有振動数の周波数が分かる。

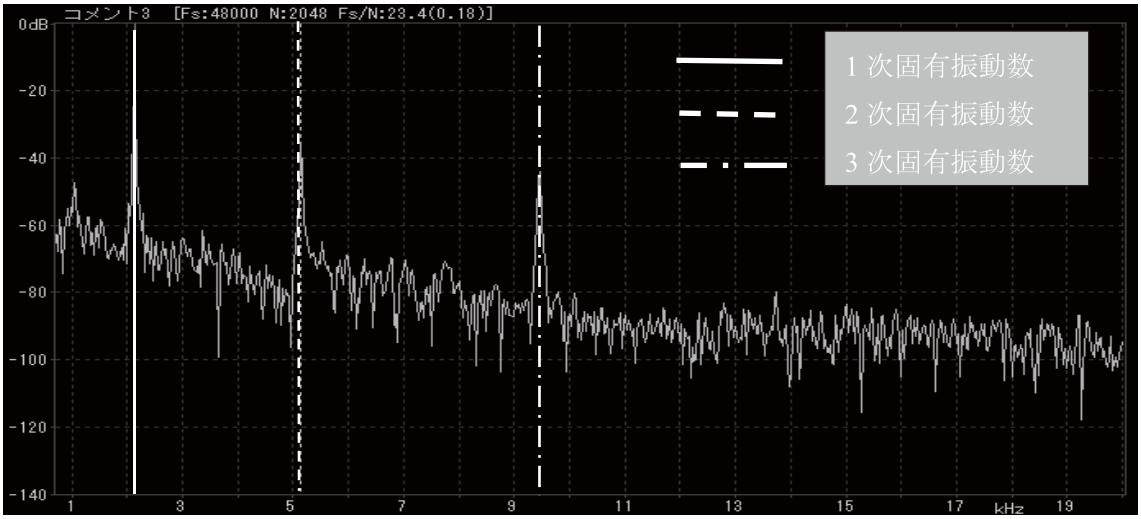


図 4　音声分析ソフトによる周波数スペクトルの測定結果

試供品の振動特性を打撃実験により測定した結果、以下のことが明らかになった。

① 打撃直後では主に 3 つの固有振動モードが励起されるが、3 次モードの振動は約 0.1 秒後に減衰して消える。

② 2 次モードの振動が約 0.3 秒で減衰し消えるが、1 次モードの振動が約 1 秒間持続する。

よって、試作品の音響特性は主に第 1 次固有振動と 2 次固有振動が寄与すると考えられる。

4 数値シミュレーションによる基本音階の形状設計

CAD ソフトである Solid works を利用し、図 2 に示す基本形状をベースに、肉厚、高さ及び形状を変更させ、さまざまなモデルを作成した。作成した各モデルと実験で得られた材料定数を利用し、有限要素法ソフト MSC nastran で固有振動解析を行い、数値解析結果により固有振動数と諸パラメーターの関係の近似式を作成した。

近似式に基づいて 1 オクターブの基本音階に対応する各形を設計し、さらに各音階の形状を再解析し、誤差を修正した。

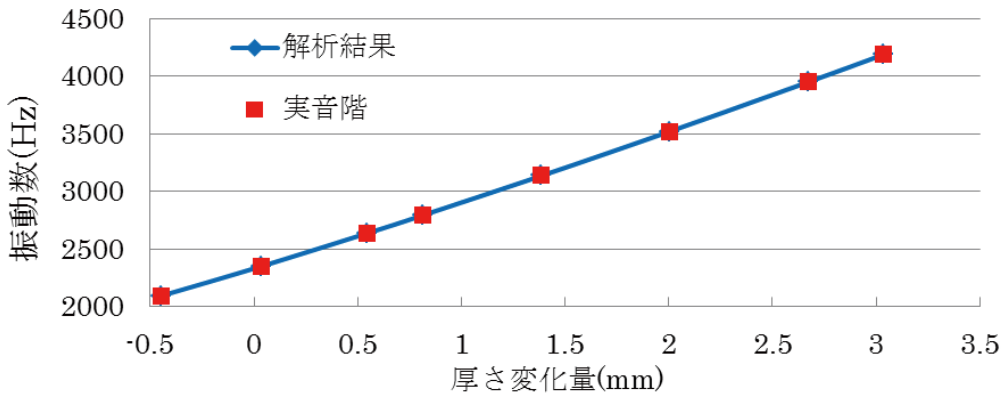


図 5 各音階モデルの推定形状と実音階の 1 次固有振動数

図 5 に示すように、作成したモデルには各実音階の振動数とは微小ながら誤差があるが、人間の耳が聞き分けられる振動数変化（元の振動数から 0.3%～0.7%）より小さいことがわかる。

5 焼成前の形状の推定

陶磁器が焼成する際に収縮するため、焼成前の形を推定する必要がある。そのため、形状が単純の試料を焼成し、焼成前の形状と焼成後の形状を比較することより、収縮率を計算した。その収縮率を用い、各音階モデルの焼成前の形を推定した。

5.1 収縮率の測定方法

図 6 のような中央に線の入った試験片から収縮率を測定した。焼成前 100mm だった中央の線が焼成後には収縮して 88.8mm となっていたため、収縮率は 11.2%であることが分かった。

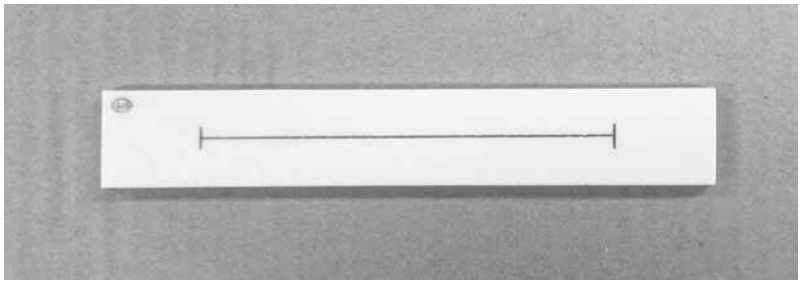


図 6　焼成後の試験片

5.2 焼成前の形状推定

11.2%収縮した試験片から収縮する前の大きさに戻すには膨張率 12.6%で体積を膨張させる必要がある。Solid Works の熱応力解析を用いて膨張率 12.6%で体積を膨張させ、焼成前のモデル形状が推定した。

図 7 と図 8 に焼成後のモデル形状と焼成前のモデル形状を示す。

図 7　焼成後のモデル形状

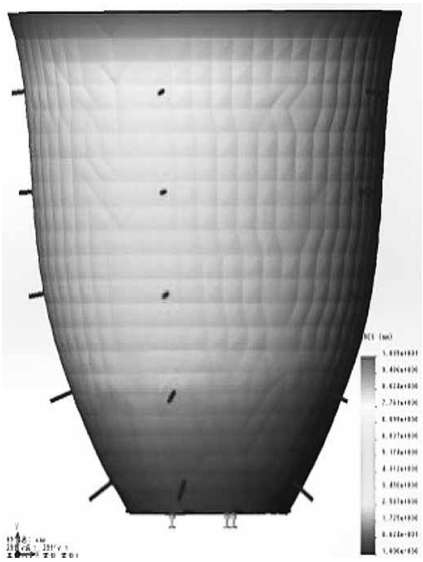


図 8　焼成前のモデル形状

6　音色変更の可能性（形状最適化システムの構築）

より良い音色を求めるために、ベースの音の高さを固定した上で、楽器の音色を変更できるか試みた。

打撃実験より砥部焼楽器の音響特性が主に第 1 次固有振動と第 2 次固有振動が寄与していることが分かったため、基本音階を決める第 1 次固有振動数を固定した上で、第 2 次固有振動を目標値まで移動することを考えた。

固有振動数を移動するためには、固有振動数の感度を利用する手法が最も一般的である。しかし、今回は陶磁器の作成しやすさを考え、円周上の厚さ分布が同じである制限を加えたため、感度ではなく、ベーシスベクトル法を利用した。解析に使うベーシスベクトルは円周上の厚さ分布が均一になるように作成した。数値解析には本研究室で開発した形状最適化プログラムを利用した。

例題として試供品の 1 次固有振動数を「ド」の 2093Hz に合わせた音階モデルを用い、初期形状で

は 5008.858Hz の 2 次固有振動数を和音である「ソ、3135.96Hz」とさらに 1 オクターブ高い「ド、4186.01Hz」に移動する 2 つの形状最適化を行った。それぞれの結果を表 1 と表 2 に示す。

表 1　形状最適化の解析結果 1

	初期値	目標値	解析結果
1 次固有振動数(Hz)	2093.979 (ド)	2093.979(ド)	2096.614 (ド)
2 次固有振動数(Hz)	5008.858	3135.96 (ソ)	3137.984 (ソ)

表 2　形状最適化の解析結果 2

	初期値	目標値	解析結果
1 次固有振動数(Hz)	2093.979 (ド)	2093.979 (ド)	2094.999 (ド)
2 次固有振動数(Hz)	5008.858	4186.01 (高音ド)	4187.543 (高音ド)

いずれの解析結果においても、1 次固有振動数も 2 次固有振動数とも 0.3%の誤差範囲内であり、2 次固有振動数を目標値に近づけることができた。

7　結言

砥部焼材料の材料定数を測定し、数値解析及び実験により、厚さ変化と形状変化から、各音階モデルの形状を推定した。また、焼成過程における収縮を考慮し、焼成前のモデル形状の推定ができた。さらに、数値解析により、1 次固有振動数を固定したままで、2 次固有振動数が変更できたため、各音階モデルにおいて音色が変更可能であることを示した。

健常高齢者におけるエクオール産生能と動脈硬化関連因子との検討

愛媛大学大学院老年神経総合診療内科特任教授　伊賀瀬　道　也

【目的】大豆イソフラボンには一般に抗酸化作用がありヒトのエストロゲン受容体にも作用して抗動脈硬化作用をもつことが広く知られている(Arterioscler Thromb Vasc Biol. 2003;23:　1066-71.)。ただし大豆イソフラボンの抗動脈硬化作用には個人差があり、大豆イソフラボンが腸内細菌により代謝され「エクオール」が産生できる者では、「エクオール」非産生者よりも抗動脈硬化作用が強い可能性が示唆されている（図 1）。たとえば大豆イソフラボンの摂取と骨密度の改善度についてエクオール産生者と非産生者では効果に有意な差があることが知られている(Menopause2007, 14: 866-874)。一方エクオール非産生者に対してエクオールあるいはプラセボを投与するクロスオーバー試験ではエクオール補充による明らかな血管機能改善効果が得られた（Clin Endocrinol 2013, 78: 365-372）。今回われわれは、愛媛大学附属病院抗加齢予防医療センターの抗加齢ドック（アンチエイジングドック）受診者に対し、エクオール産生の有無を測定し、エクオール産生者および非産生者における動脈硬化に関連するデータの差異を検討した。

【方法】2014 年 3 月から 2015 年 2 月に抗加齢ドックを受診した 135 名（平均年齢 68±10 歳、男性 54 名）を対象とした。エクオール産生の有無については早朝一番尿（中間尿）を採取し、ソイチェック（株式会社ヘルスケアシステム）を用いて判定した。抗加齢ドックの受診結果をもとに、動脈硬化関連因子についてエクオール産生者と非産生者の間にどのような差異があるかを検討した。

【成績】135 名中エクオール産生者は 50 名（37%）であった。エクオール産生者および非産生者の比較では、血圧に差はなかったが baPWV に両群間で　　有意差が認められた。（産生者群 1565±234cm/s、非産生者群 1656±249cm/s, p=0.04）その他血中 HDL-C、認知機能スケールにも群間差が認められた。エクオール産生者に関する独立した動脈硬化関連因子を検討する目的でロジスティック回帰分析を行った結果、baPWV とエクオール産生能との間には有意な関連性が認められた（OR=0.769; 95% CI0.600-0.984）。

【結論】抗加齢ドック受診者においてエクオール産生能と baPWV に関連があり、エクオール産生者では有意に動脈硬化度が低いことが明らかとなった。

図 1

【展望】動脈硬化予防の観点からエクオール非産生者において、どのような　介入が望ましいか、今後の検討が望まれる。

栄養と母子の健康：九州・沖縄での疫学研究

愛媛大学大学院医学系研究科疫学・予防医学教授　三　宅　吉　博
愛媛大学大学院医学系研究科疫学・予防医学助教　田　中　景　子

要約

横断研究の手法を用いて乳製品及びカルシウム摂取と妊娠中うつ症状有症率との関連を検討した。対象は 1757 名の妊婦である。Center for Epidemiologic Studies Depression Scale（CES-D）により 16 点以上をうつ症状有りと定義した。妊娠中うつ症状の有症率は 19.3% であった。ヨーグルト摂取の第一４分位を基準として、第四４分位では有意に妊娠中うつ症状有症率低下と関連し、その量－反応関係も有意であった。同様にカルシウム摂取と妊娠中うつ症状有症率との間に有意な負の関連を認めた。総乳製品、牛乳、チーズ摂取と妊娠中うつ症状との間に有意な関連は認めなかった。

緒言

栄養とうつ症状に関する疫学研究は注目されており、特に、n-3 系不飽和脂肪酸、魚介類、葉酸、その他のビタミン B 類摂取との関連がよく調べられているが、その多くの研究で統計学的に有意な関連を認めない [1]。我々は本研究の対象者で n-3 系不飽和脂肪酸及び魚介類摂取と妊娠中うつ症状との間に有意な負の関連を認めた [2]。乳製品やカルシウム摂取とうつ症状との関連に関する疫学研究は少なく、その結果も一致していない [3-8]。

日本人のカルシウム摂取量は先進諸国より少ない [9]。韓国人の妊婦 114 名を対象とした横断研究では、Beck Depression Inventory の 10 点以上の群に比較して、10 点未満の群で有意にカルシウム摂取量が多かった [7]。

本横断研究では、九州・沖縄母子保健研究（Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study: KOMCHS）のベースラインデータを用いて、日本人妊婦における乳製品及びカルシウム摂取と妊娠中うつ症状有症率との関連を調べた。

方法

対象者

KOMCHS は現在実施中の出生前開始前向きコーホート研究である [2,10-13]。福岡県内の

131 産科医療機関に対し、平成 19 年 4 月から平成 20 年 3 月末まで、KOMCHS に関するリーフレット、詳細説明受諾同意書、返信用封筒の入った調査案内一式を可能な限り受診するすべての妊婦に手渡すよう依頼した。平成 19 年 5 月から平成 20 年 3 月末まで、沖縄県内の 40 産科医療機関に対しても同様の依頼をした。さらに、対象者数を増加する目的で、平成 19 年 8 月から平成 20 年 3 月末まで、福岡県以外の九州 6 県の 252 産科医療機関に対しても調査案内一式の手渡しを依頼した。KOMCHS に興味をもった妊婦は詳細説明受諾同意書に個人情報を記載の上、福岡大学医学部公衆衛生学内の研究事務局に郵送した。研究事務局スタッフが電話で KOMCHS に関する詳細な説明をした。KOMCHS 参加に同意し、同意書に署名をした計 1757 名の妊娠 5 週から 39 週までの妊婦がベースライン調査に参加した。学歴と家計の年収に関する情報が欠損した 12 名を除く 1745 名が本研究の解析対象者である。KOMCHS は福岡大学及び愛媛大学医学部の倫理審査の承認を得ている。

情報

ベースライン調査では、２つの自記式質問調査票を用いて情報を得た。回答済みの質問調査票は研究事務局に返送され、事務局スタッフが内容を確認し、記入漏れや合理的でない回答があれば、電話等で問い合わせた。

自記式質問調査票で生活習慣、既往歴、家族歴等の情報を得た。うつ症状は Center for Epidemiologic Studies Depression Scale（CES-D）の日本語版を用いて評価した [14,15]。16 点以上でうつ症状有りと定義した。

自記式食事歴法質問調査票(diet history questionnaire: DHQ)を用いて過去 1 ヶ月の食事習慣を評価した [16,17]。DHQ では食品成分表に基づき、計 150 の食品摂取、総エネルギー、各種栄養素の 1 日あたりの摂取量を計算できる [18]。サプリメントの摂取量は考慮しなかった。残差法により総エネルギーを補正した [19]。

統計解析

栄養の曝露変数については、４分位でカテゴリー分類した。年齢、ベースライン調査時妊娠週、居住地域、子数、家族構成、うつ既往、うつ家族歴、喫煙、家庭と職場での受動喫煙、職歴、家計の年収、教育歴、BMI で補正をした。乳製品摂取との関連では魚介類摂取も補正し、カルシウム摂取との関連では飽和脂肪酸、エイコサペンタエン酸、

ドコサヘキサエン酸、ビタミン D 摂取も補正した。ロジスティック回帰分析を用いた。統計ソフト SAS を用いた。

結果

妊娠中うつ症状の有症率は 19.3%であった。平均年齢は 31.2 歳でベースライン調査時平均妊娠週は 18.5 週であった（表 1)。1 日あたりの総エネルギー摂取量、総エネルギーを補正した 1 日あたりの総乳製品とカルシウム摂取量の平均はそれぞれ 7434.2kJ、142.8 g、502.8 mg であった。

ヨーグルト摂取の第一４分位を基準として、第四４分位では有意に妊娠中うつ症状有症率低下と関連し、その補正オッズ比は 0.69 (95% CI: 0.48−0.99)で、その量－反応関係も有意であった (*P* for trend = 0.03)。同様にカルシウム摂取と妊娠中うつ症状有症率との間に有意な負の関連を認め、第四４分位の補正オッズ比は 0.59 (95% CI: 0.40−0.88, *P* for trend = 0.006)であった。総乳製品、牛乳、チーズ摂取と妊娠中うつ症状との間に有意な関連は認めなかった。

ヨーグルト摂取とカルシウム摂取のピアソン相関係数は 0.45 ($P < 0.0001$)であった。連続変数としてカルシウム摂取をさらに補正すると、第四４分位のヨーグルト摂取とうつとの負の関連は有意でなくなったが、その負のトレンドは有意のままであった (0.70 [95% CI: 0.47−1.03], *P* for trend = 0.047)。

考察

日本人高齢者 887 名の横断研究で、毎日の牛乳摂取とうつとの間に有意な負の関連を認めた [4]。台湾人高齢者 1609 名のコーホート研究では乳製品摂取はうつ発症と関連はなかった [5]。大阪母子保健研究では妊娠中乳製品摂取と産後うつとの間に関連はなかった [3]。今回のカルシウムに関する結果は、前述の韓国の妊婦を対象とした研究結果と一致する [7]。韓国人中年女性 105 名を対象とした横断研究ではカルシウム摂取とうつとの間に有意な負の関連を認めた [8]。一方、思春期の米国人 4734 名を対象とした横断研究ではカルシウム摂取とうつとの間に関連はなかった [6]。179 名の月経前症候群のあるイラン人女子大生において、毎日 500mg の炭酸カルシウムを摂取した群ではプラセボ群に比較して疲労、食欲、うつ等の症状が有意に改善した [20]。

ヨーグルトをたくさん食べる日本人は、うつに予防的な健康的な食事パターンや行動

をしているのかもしれない。

本研究ではカルシウム摂取をさらに補正すると、第四４分位のヨーグルト摂取とうつとの負の関連は消失したため、ヨーグルト摂取とカルシウム摂取は相互に依存して妊娠中のうつ症状と関連していたのかもしれない。ヨーグルト摂取とうつとの有益な関連はある程度カルシウムに帰することができるのかもしれない。カルシウム摂取とうつとの負の関連を説明するのは困難である。Torres らによると、興奮伝達の間に起こる細胞外カルシウムイオン濃度の減少が近隣のアストロ細胞に検知され、アストロ細胞から放出される ATP が介在ニューロンにある P2Y1 受容体を活性化することで抑制性伝達を強める。カルシウム摂取が多いと、細胞外カルシウム濃度の変動を抑制することが期待され、結果としてうつの有症率が低下するのかもしれない[21]。

本研究の方法論的な短所として、食事歴法質問調査票は食事の概要を把握するのみである。これにより生じ得る誤分類は関連を弱める方向に導く。502 名の妊婦ではつわり等の理由で食習慣が大きく変わっていた。しかしながら、この 502 名の除く感度分析では、概ね全体の解析結果と同様であった。

さらに、CES-D には疲れといった肉体的な症状に関する質問を含んでおり、これは妊婦の典型的な症状であるため、うつ症状を過大評価している可能性がある。しかしながら、日本人を代表するサンプルでは、30 歳代女性のうつ症状（CES-D16 点以上）の有症率は 30.7%であった[22]。

KOMCHS の研究対象候補者数は不明であり、参加率を算出することができない。一般集団を代表している可能性は低い。実際、KOMCHS 参加者は一般集団より高学歴であった。

本研究では、妊娠中のヨーグルトとカルシウム摂取が多いほど、妊娠中うつ症状の有症率が有意に低下していた。さらなる疫学的なエビデンスの蓄積が必要である。

文献

1. Murakami K, Sasaki S. Dietary intake and depressive symptoms: a systematic review of observational studies. Mol Nutr Food Res 2010; 54: 471-88.
2. Miyake Y, Tanaka K, Okubo H, Sasaki S, Arakawa M. Fish and fat intake and prevalence of depressive symptoms during pregnancy in Japan: baseline data from the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. J Psychiatr Res 2013; 47: 572-8.

3. Miyake Y, Sasaki S, Tanaka K, Yokoyama T, Ohya Y, Fukushima W, et al. Risk of postpartum depression in relation to dietary fish and fat intake in Japan: The Osaka Maternal and Child Health Study. Psychol Med 2006; 36: 1727-35.
4. Aihara Y, Minai J, Aoyama A, Shimanouchi S. Depressive symptoms and past lifestyle among Japanese elderly people. Community Ment Health J 2011; 47: 186-93.
5. Tsai AC, Chang TL, Chi SH. Frequent consumption of vegetables predicts lower risk of depression in older Taiwanese - results of a prospective population-based study. Public Health Nutr 2012; 15: 1087-92.
6. Fulkerson JA, Sherwood NE, Perry CL, Neumark-Sztainer D, Story M. Depressive symptoms and adolescent eating and health behaviors: a multifaceted view in a population-based sample. Prev Med 2004; 38: 865-75.
7. Bae HS, Kim SY, Ahnv HS, Cho YK. Comparison of nutrient intake, life style variables, and pregnancy outcomes by the depression degree of pregnant women. Nutr Res Pract 2010; 4: 323-31.
8. Bae YJ, Kim SK. Low dietary calcium is associated with self-rated depression in middle-aged Korean women. Nutr Res Pract 2012; 6: 527-33.
9. Blumfield ML, Hure AJ, Macdonald-Wicks L, Smith R, Collins CE. A systematic review and meta-analysis of micronutrient intakes during pregnancy in developed countries. Nutr Rev 2013; 71: 118-32.
10. Miyake Y, Tanaka K, Okubo H, Sasaki S, Arakawa M. Dietary meat and fat intake and prevalence of rhinoconjunctivitis in pregnant Japanese women: baseline data from the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. Nutr J. 2012; 11: 19.
11. Miyake Y, Tanaka K, Arakawa M. Employment, income, and education and prevalence of depressive symptoms during pregnancy: The Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. BMC Psychiatry. 2012; 12: 117.
12. Miyake Y, Tanaka K, Arakawa M. Active and passive maternal smoking during pregnancy and birth outcomes: the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. BMC Pregnancy Childbirth. 2013; 13: 157.
13. Miyake Y, Tanaka K, Okubo H, Sasaki S, Arakawa M. Alcohol consumption during pregnancy and birth outcomes: the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. BMC

Pregnancy Childbirth. 2014; 14: 79.

14. Shima S, Shikano T, Kitamura T, Asai M. New self-rated scale for depression (in Japanese). Jpn J Clin Psychiatry 1985; 27: 717-23.
15. Radloff LS. The CES-D scale: a self-report depression scale for research in the general population. Appl Psychol Meas 1977; 1: 385–401.
16. Sasaki S, Yanagibori R, Amano K. Self-administered diet history questionnaire developed for health education: a relative validation of the test-version by comparison with 3-day diet record in women. J Epidemiol 1998; 8: 203-15.
17. Sasaki S, Ushio F, Amano K, Morihara M, Todoriki T, Uehara Y, et al. Serum biomarker-based validation of a self-administered diet history questionnaire for Japanese subjects. J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo) 2000; 46: 285-96.
18. Science and Technology Agency. Standard Tables of Food Composition in Japan, Fifth Revised and Enlarged Edition. (in Japanese) Tokyo: Printing Bureau of the Ministry of Finance; 2005.
19. Willett W, Stampfer MJ. Total energy intake: implications for epidemiologic analyses. Am J Epidemiol 1986; 124: 17-27.
20. Ghanbari Z, Haghollahi F, Shariat M, Foroshani AR, Ashrafi M. Effects of calcium supplement therapy in women with premenstrual syndrome. Taiwan J Obstet Gynecol 2009; 48: 124-9.
21. Torres A, Wang F, Xu Q, Fujita T, Dobrowolski R, Willecke K, et al. Extracellular Ca^{2+} acts as a mediator of communication from neurons to glia. Sci Signal 2012; 5: ra8.
22. Nagase Y, Uchiyama M, Kaneita Y, Li L, Kaji T, Takahashi S, et al. Coping strategies and their correlates with depression in the Japanese general population. Psychiatry Res 2009; 168: 57-66.

表 1　基本的特性

	n (%)或いは平均値 (SD)
年齢（歳）	31.2 ± 4.3
妊娠週（週）	18.5 ± 5.4
居住地域 (%)	
福岡県	971 (55.6)
九州 6 県（福岡県以外）	592 (33.9)
沖縄県	182 (10.4)
子数 (%)	
0	703 (40.3)
1	690 (39.5)
≥ 2	352 (20.2)
核家族 (%)	1474 (84.5)
うつ既往 (%)	84 (4.8)
うつ家族歴 (%)	175 (10.0)
喫煙歴有り (%)	563 (32.3)
家庭での受動喫煙有り (%)	1315 (75.4)
職場での受動喫煙有り (%)	1106 (63.4)
職種	
無職	705 (40.4)
専門的・技術的	435 (24.9)
事務系	328 (18.8)
販売	83 (4.8)
サービス	115 (6.6)
生産工程従事	51 (2.9)
その他（管理職、保安、農林業、運搬、建設）	28 (1.6)
家計の年収 (% 円)	
< 4,000,000	632 (36.2)
4,000,000−5,999,999	618 (35.4)
≥ 6,000,000	495 (28.4)

教育歴 (% 年)	
< 13	428 (24.5)
13−14	577 (33.1)
≥ 15	740 (42.4)
Body mass index (kg/m^2)	21.4 ± 2.8
一日あたりの摂取量*	
総エネルギー, kJ	7434.2 ± 2057.0
総乳製品, g	142.8 ± 125.0
牛乳, g	102.9 ± 111.9
ヨーグルト, g	34.8 ± 39.5
チーズ, g	5.1 ± 6.9
カルシウム, mg	502.8 ± 172.7
魚介類, g	46.7 ± 25.8
飽和脂肪酸, g	16.8 ± 4.3
EPA + DHA, g	0.46 ± 0.29
ビタミン D, μg	5.7 ± 3.0

*残渣法により総エネルギー摂取量を補正.

表 2. 妊婦中乳製品、カルシウム摂取と妊娠中うつ症状との関連

Variable	Quartile				*P* for trend
	1 (Lowest) (n = 436)	2 (n = 436)	3 (n = 436)	4 (Highest) (n = 437)	
Total dairy products					
Intake, g/day[a]	29.1	85.8	155.5	257.1	
Depressive symptoms, %[b]	22.0	19.5	15.6	19.9	
Crude OR (95% CI)	1.00	0.86 (0.62−1.19)	0.66 (0.46−0.92)	0.88 (0.64−1.22)	0.23
Adjusted OR (95% CI)[c]	1.00	0.87 (0.61−1.22)	0.70 (0.49−1.001)	0.93 (0.66−1.32)	0.47
Milk					
Intake, g/day[a]	8.9	49.8	112.5	194.7	
Depressive symptoms, %[b]	21.6	19.7	17.2	18.5	
Crude OR (95% CI)	1.00	0.89 (0.64−1.24)	0.76 (0.54−1.06)	0.83 (0.59−1.15)	0.17
Adjusted OR (95% CI)[c]	1.00	0.89 (0.63−1.26)	0.79 (0.56−1.13)	0.89 (0.63−1.25)	0.39
Yogurt					
Intake, g/day[a]	3.9	13.3	33.6	80.1	
Depressive symptoms, %[b]	23.4	19.7	16.7	17.2	
Crude OR (95% CI)	1.00	0.81 (0.58−1.11)	0.66 (0.47−0.92)	0.68 (0.49−0.95)	0.01
Adjusted OR (95% CI)[c]	1.00	0.80 (0.57−1.13)	0.70 (0.49−0.99)	0.69 (0.48−0.99)	0.03
Cheese					

Intake, g/day[a]	0.1	2.2	4.0	11.4	
Depressive symptoms, %[b]	18.4	20.4	21.6	16.7	
Crude OR (95% CI)	1.00	1.14 (0.82−1.60)	1.22 (0.88−1.71)	0.89 (0.63−1.27)	0.65
Adjusted OR (95% CI)[c]	1.00	1.06 (0.75−1.51)	1.19 (0.84−1.68)	0.86 (0.59−1.24)	0.58
Calcium					
Intake, mg/day[a]	336.3	434.3	522.7	678.8	
Depressive symptoms, %[b]	23.4	19.5	17.0	17.2	
Crude OR (95% CI)	1.00	0.79 (0.57−1.10)	0.67 (0.48−0.93)	0.68 (0.49−0.95)	0.01
Adjusted OR (95% CI)[d]	1.00	0.75 (0.53−1.06)	0.63 (0.44−0.92)	0.59 (0.40−0.88)	0.006

*Quartile medians in g/day, except for calcium (mg/day) and vitamin D (μg/day), adjusted energy intake calculated according to the residual method are given in parentheses.

†Adjustment for maternal age, gestation at baseline, region of residence at baseline, number of children at baseline, maternal and paternal education, family income, maternal and paternal history of asthma, atopic eczema, and allergic rhinitis, baby's birth weight, baby's sex, maternal smoking during pregnancy, household smoking during the first year of life, and breastfeeding duration.

クリンカの農業技術利用の開発

愛媛大学農学部教授　上　野　秀　人
愛媛大学農学部助教　当　真　　要
西日本砕石株式会社　岡　　寛

1. 研究背景

クリンカアッシュ（以下、クリンカ）は石炭火力発電所で石炭をボイラ内で燃焼することによって生じた石炭灰の粒子が相互に凝集し、多孔質な塊となったものであり、排水性、通気性、保水性に優れることから、高品質な堆肥を製造するための副資材として利用できる可能性がある。また茶殻はペットボトル飲料の消費増加により、年間 4.9 万トンも排出されている。

2. 研究目的

本研究では茶殻にクリンカを添加して堆肥化し、その堆肥を土壌に施用しコマツナ、ハツカダイコンを栽培し、生育、品質の評価を行うことを目的とした。

3. 材料および方法

低肥沃度の砂壌土を充填したポット（縦 18cm×横 60cm×高さ 19cm）を用いて栽培実験を行った。処理区として、化肥区、堆肥区、クリンカ堆肥区を設け、全ての処理区に化学肥料を施用した（表1）。さらに堆肥区には茶殻堆肥を、クリンカ堆肥区にはクリンカ入り堆肥をそれぞれ 2kg/m²施用した。各処理区は 5 反復とした。各ポットを 2 分割し、コマツナ（夏楽天）とハツカダイコン（赤丸 20 日）を 2014 年 6 月 7 日にそれぞれ片側ずつ播種した。栽培期間中は約 1 週間ごとに草高、葉数、葉色値を測定した。処理区ごとに生育の差異が生じたため、収穫は適期に行った。収穫後に植物体糖度、硝酸含量、ビタミン C 含量を測定した。堆肥の N、C 含量は NC アナライザーを用いた。湿式分解後に原子吸光光度計で Ca、Mg、Na、Mn、Zn を測定し、モリブデンブルー比色法で P を測定した。

表1　各処理区の施肥成分量(g/㎡)

施肥		化肥区			堆肥区			クリンカ堆肥区		
		N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
基肥	化学肥料	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	堆肥	0	0	0	35.7	9.8	20.2	15.1	5.3	16.1
追肥	化学肥料	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
合計		20.5	20.5	20.5	56.2	30.3	40.7	35.6	25.8	36.6

4. 結果と考察

クリンカは Ca と Fe を多く含むため、クリンカ堆肥中の含量が高くなった。栽培実験では堆肥区、クリンカ堆肥区の生育が早く、コマツナ、ハツカダイコンとも堆肥区は化肥区と比べて 7 日、クリンカ堆肥区は 5 日あるいは7日収穫日が早くなった。特に播種後 23 日目までは、堆肥区、クリンカ堆肥区の草高が化肥区より有意に高くなった（図1）。ハツカダイコンの葉色値はクリンカ堆肥区が最も低かったが草高や生育ステージは化肥区より優っていた（図2）。収穫時の品質評価では、コマツナ、ハツカダイコン葉、ハツカダイコン胚軸の全てにおいて、堆肥区のビタミン C 含量が最も高かった。逆に、化肥区とクリンカ堆肥区の糖度は、堆肥区より有意に高かった。硝酸含量は処理区間に有意差が無かったが堆肥区が他の処理区より少し高い傾向が見られた。

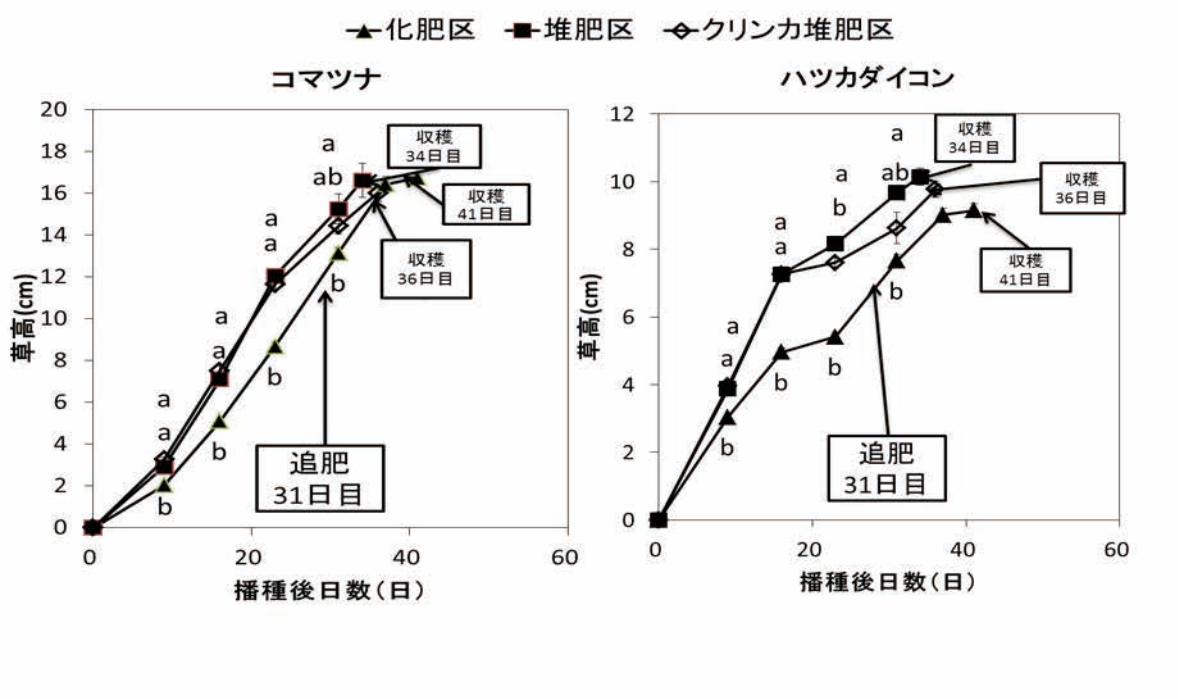


図1　クリンカ堆肥の施用がコマツナ(左図)およびハツカダイコン(右図)の草高に与える効果

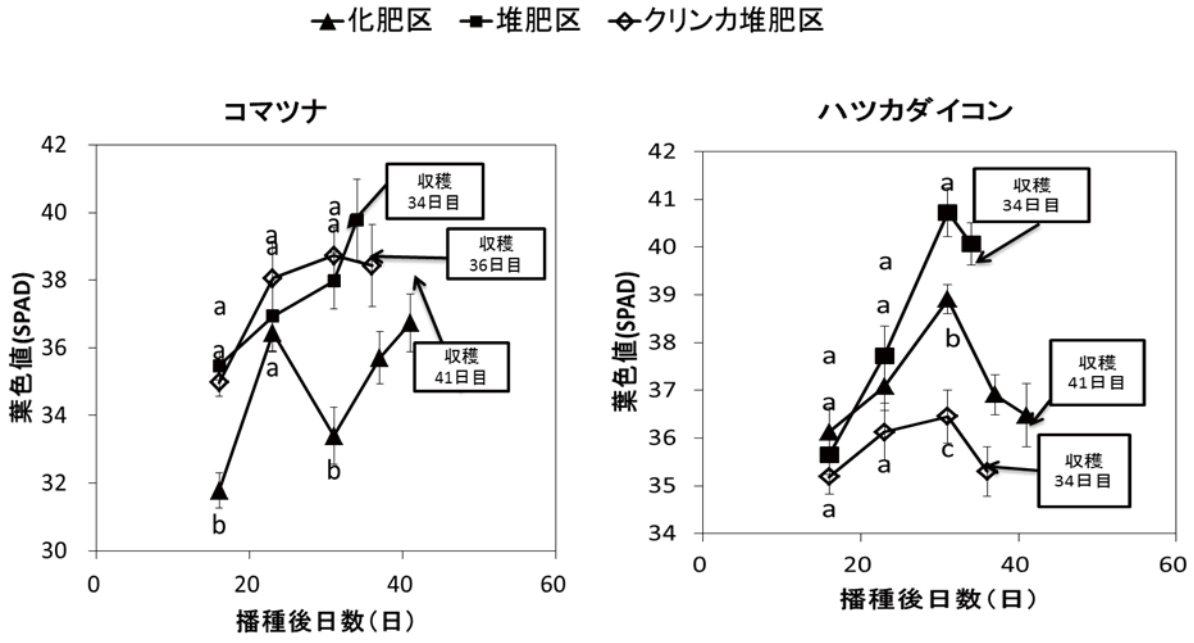


図2　クリンカ堆肥の施用がコマツナ(左図)およびハツカダイコン(右図)の葉色値に与える効果

5. まとめ

上記の結果から、茶殻堆肥やクリンカを副資材として添加した堆肥を土壌に施用すると、化学肥料より生育が旺盛になるため栽培期間が短くなり、早期出荷が可能になると考えられた。さらにクリンカ堆肥は、硝酸含量が低く、糖度が高いため高品質なコマツナ、ハツカダイコンが生産できる可能性があると考えられる。

黒酢の抗アレルギー効果に関する研究

愛媛大学農学部教授　菅原卓也
愛媛大学大学院農学研究科　粟根聖次
坂元醸造株式会社　長野正信
坂元醸造株式会社　橋口和典
坂元醸造株式会社　藤井暁

1.　緒言

鹿児島県福山町に伝わる伝統的醸造法である、壷仕込み静置発酵法(平行複式発酵法)で純米黒酢は醸造されている。原料は、蒸し米、米麹、地下水のみであり、一般的醸造酢に比べて6～9倍の玄米あるいは米を使用し、1年以上の発酵・熟成期間をかけて製造され、含有するアミノ酸の種類と量が多いことが特徴である。

これまで、黒酢の保健機能に関する数多くの研究が報告されており、脂質代謝改善作用[1),2)]、高血圧抑制作用[3)]、糖代謝改善作用[4)]、肝機能改善作用[5)]、抗酸化作用[6)]、抗腫瘍作用[7)]など、多彩な生理機能性を持つ。しかし、アレルギー症状の緩和に関する研究例はないことから、本研究では、黒酢の抗アレルギー効果について検討した。

アレルギー反応は過敏反応とも呼ばれ、抗原に対する免疫系の過剰反応のことを指す。アレルギーは発症機序の違いによってⅠ型からⅣ型の 4 群に分類される。その中で、食物アレルギー、花粉症、喘息、アトピー性皮膚炎などは、Ⅰ型アレルギー反応に分類され、国民の半数以上が何らかのアレルギーを持つと言われている。

2.　研究目的

凍結乾燥を繰り返すことにより酢酸を除去した後、10 倍濃縮した黒酢をサンプルとし、アレルギー抑制効果、特に好塩基球のアレルゲン誘導性脱顆粒に及ぼす効果の解明を目的とした。白血球の一種である好塩基球やマスト細胞の細胞膜表面上にはアレルギーの原因抗体である IgE に対する受容体である、高親和性 IgE 受容体(FcεRI)が存在し、FcεRI を介して IgE は好塩基球表面上に結合している。IgE が特異的に認識する抗原(アレルゲン)が体内に侵入すると、アレルゲンは IgE に結合する。これが、引金となり、細胞内に刺激が伝達され、脱顆粒応答が誘導される。顆粒内には、アレルギー症状を引き起こすヒスタミンやロイコトリエンなどのケミカルメディエーターが内包されている。細胞外に顆粒が放出されると、これらの物質が血管や粘膜を刺激してアレルギー症状が発症する。アレルギー症状を引き起こす物質を含む顆粒

の放出を抑えることができれば、アレルギー症状を緩和することができる。そこで本研究は、ラット好塩基球細胞株 RBL-2H3 細胞を用いた抗原特異的脱顆粒評価系を用い、黒酢の抗アレルギー効果や作用メカニズムの解明を行うとともに、アレルギーモデルマウスに対する症状緩和効果を明らかにすることを目的とした。

3. 結果と考察

3.1 RBL-2H3 細胞に対する脱顆粒抑制効果

好塩基球の脱顆粒活性は、ヒスタミンとともに顆粒中に存在するβヘキソサミニダーゼの放出量を指標として評価した。RBL-2H3 細胞を IgE を添加した培地で 2 時間培養した後、段階希釈した黒酢を添加した Tyrode 緩衝液で細胞を 10 分間処理した。その後、IgE が認識する抗原を添加してさらに 30 分インキュベートした。その後、細胞内外に存在するβヘキソサミニダーゼの酵素活性を指標として、脱顆粒を評価した。

図 1-1 に脱顆粒抑制効果を示した。黒酢の添加量は、タンパク質濃度を指標として示した。その結果、黒酢は濃度依存的に RBL-2H3 細胞の脱顆粒を抑制することが明らかになった。また、図 1-2 に示したように黒酢の脱顆粒抑制効果は、細胞傷害性に由来するものではないことが明らかになった。このことから、黒酢は脱顆粒抑制による抗アレルギー効果を有することが明らかになった。

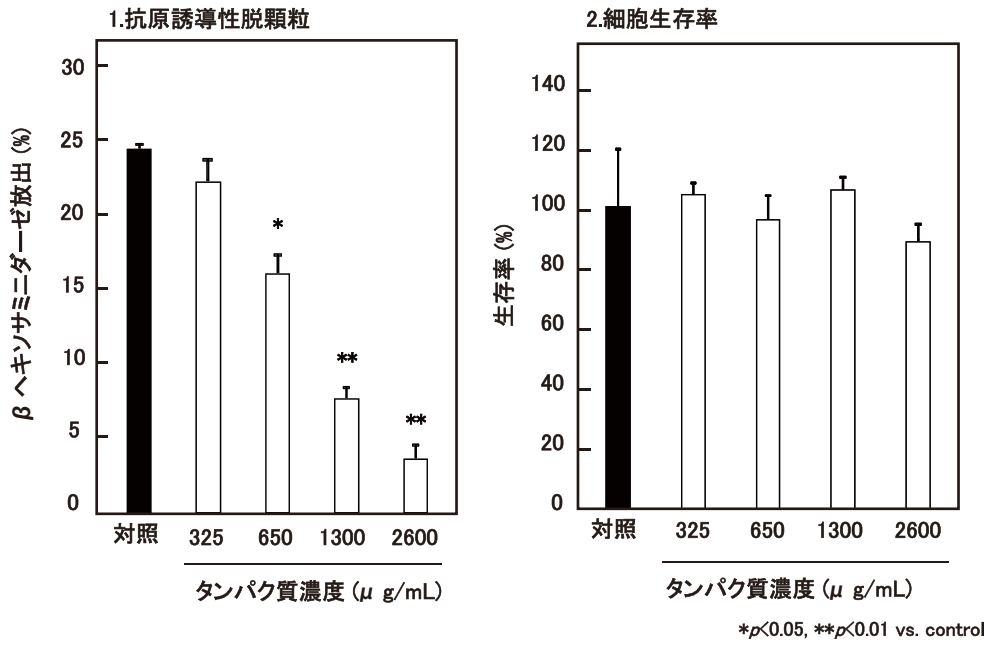


図1 RBL-2H3 細胞の脱顆粒に及ぼす黒酢の影響

3.2　黒酢に含まれる脱顆粒抑制物質の特徴

黒酢中に含まれる脱顆粒抑制物質がどの様な物質であるかを推察するために、まず、透析処理によって分子サイズの推定を試みた。黒酢を分子量カット 3,500 の透析膜を用いて透析した後、残存活性を測定した。その結果、図 2 に示したように、透析処理によって比活性が上昇した。この結果は、黒酢に含まれる低分子物質が除去されたことにより比活性の上昇が起こったことを意味しており、黒酢中に含まれる活性物質は、少なくとも、遊離アミノ酸などの低分子物質ではないことが示唆された。

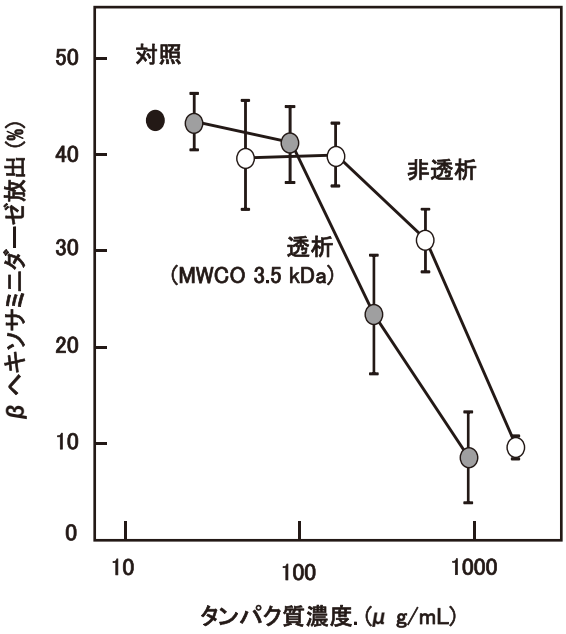


図2 黒酢の脱顆粒抑制活性に及ぼす影響

次に、熱安定性、およびプロテアーゼ抵抗性を評価した。100℃で 30 分加熱処理した後、活性評価した。その結果、図 3-1 に示したように、加熱処理による活性の変化は認められなかった。また、タンパク質分解酵素に対する抵抗性を評価するため、

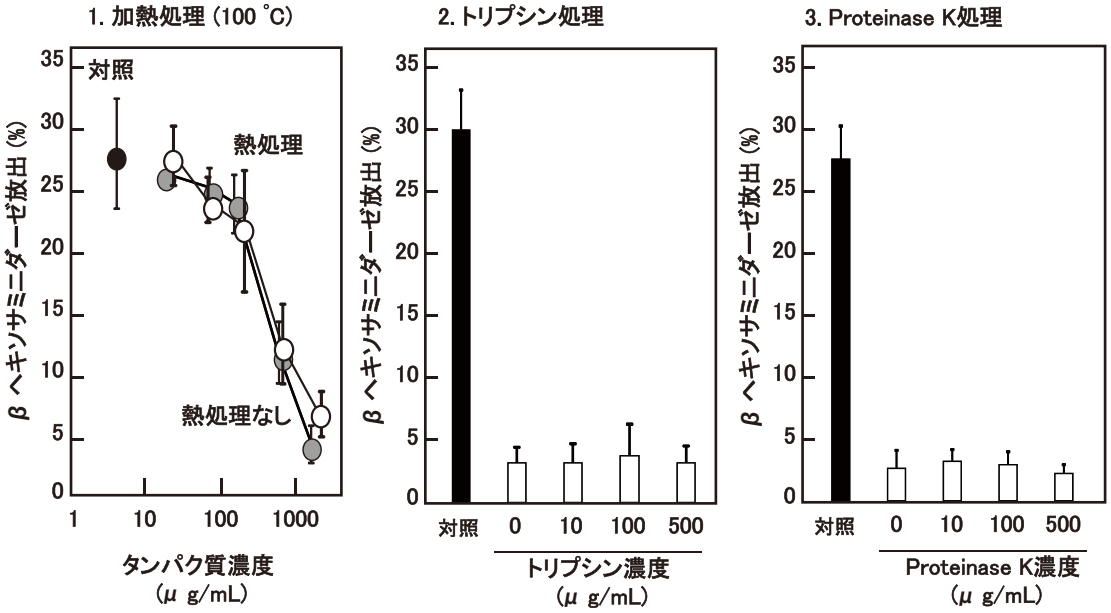


図3 黒酢の熱処理、およびプロテアーゼ処理の活性への影響

種々の濃度のトリプシン、およびProteinase Kで処理した後に活性評価したところ、図3-2、および図 3-3 に示したように、タンパク質分解酵素処理による活性の変化は認められなかった。

これらの結果から、黒酢中の活性物質は、分子量およそ 3,500 以上で、熱処理、およびタンパク質分解酵素処理によって活性が変化しない物質であることが明らかになった。このことから、活性物質は、糖関連物質ではないかと推察された。

3.3 黒酢に含まれる脱顆粒抑制物質の作用メカニズム

好塩基球やマスト細胞の細胞表面上に発現しているFcεRIに結合したIgEにアレルゲンが結合すると、受容体直下のチロシンキナーゼである Lyn がリン酸化されることで刺激が細胞内に伝達される。Lyn のリン酸化による活性化に続いて、Syk、PI3K、PLCγの順にリン酸化が起こる。PLCγのリン酸化によって小胞体内のカルシウムイオンの枯渇が引き起こされ、細胞膜のカルシウムイオンチャネルを通して細胞内にカルシウムイオンが流入する。その結果、細胞内カルシウムイオン濃度の上昇が起こり、これが最終的な引き金となって脱顆粒が誘導される。この一連のシグナル伝達はカルシウム依存経路として知られている。

そこで、抗原刺激により誘導される細胞内カルシウムイオン濃度の上昇が、黒酢の作用によりどの様に変化するかを明らかにするため、カルシウムイオンの蛍光プローブである Fluo3 を用いて検討した。その結果、図4に示したように、抗原刺激で誘導される細胞内カルシウムイオン濃度の上昇が、黒酢の作用によって抑制されることが明らかとなった。このことから、抗原誘導性の脱顆粒において、黒酢は、細胞内シグナル伝達を阻害し、細胞内カルシウムイオン濃度の上昇を抑制することにより脱顆粒を抑えることが示唆された。

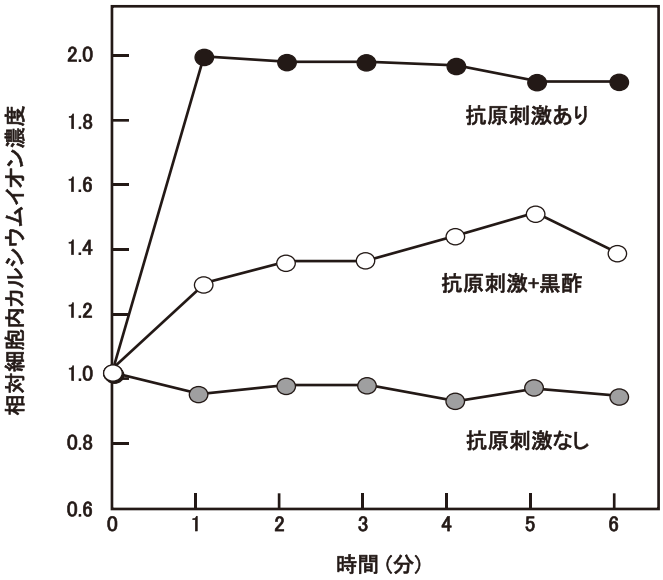


図 4 細胞内カルシウムイオン濃度に及ぼす黒酢の影響

3.4 スギ花粉症誘導モデルマウスに対する黒酢の影響

Ⅰ型アレルギー疾患である花粉症の有症率は年々増加傾向にあり、深刻な問題となっている。季節性のアレルギー疾患であるスギ花粉症については、国民の1/3以上が罹患していると言われている。そこで、黒酢の脱顆粒抑制効果が、スギ花粉症緩和に繋がるかを検討した。4 週齢メス BALB/c マウスに、スギ花粉の主要アレルゲンである Cry j1 を 5 週間、計 11 回鼻腔内投与することでスギ花粉症を誘導した。非感作群のマウスへはスギ花粉の溶媒である生理リン酸食塩水を鼻腔内投与した。Cry j1 の最終感作後に、花粉症の症状である鼻の引っ掻き、くしゃみの回数を計測し評価した。黒酢は、最終感作の 1 週間前から、低用量(6 mg タンパク質/kg 体重)、および高用量(60 mg タンパク質/kg 体重)を毎日投与した。検討の結果、図 5-1 に示すように、最終感作後の 30 分間における鼻の引っ掻き回数は、黒酢の経口投与により減少傾向を示した。一方、図 5-2 に示すように、くしゃみの回数は高用量投与群において有意に抑制された。このことから、黒酢の摂取により、スギ花粉症が緩和されることが明らかとなった。

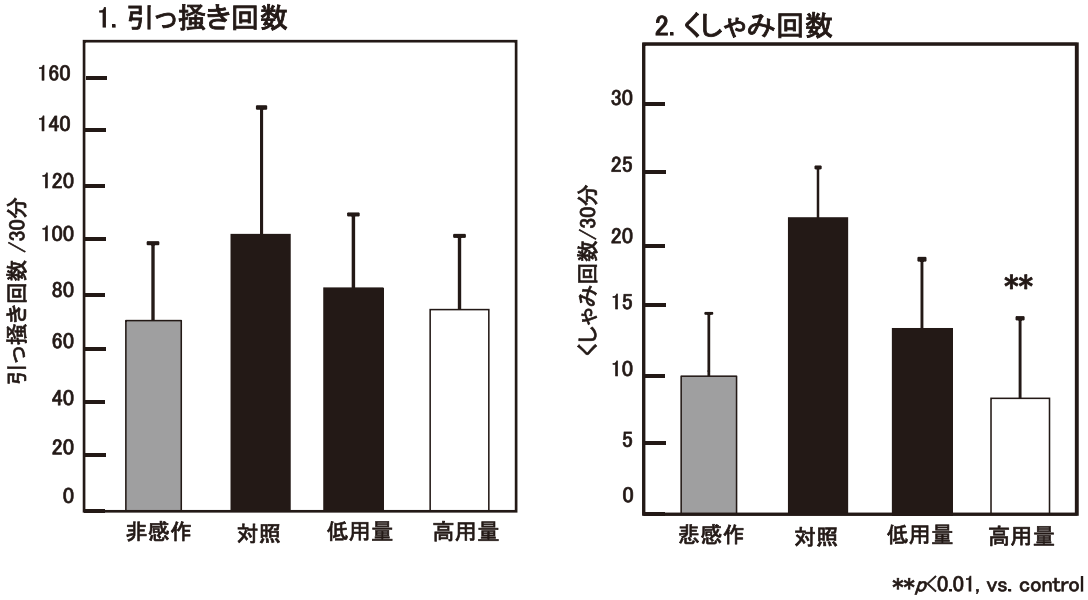


図 5 スギ花粉症誘導モデルマウスに対する黒酢の影響

4 まとめ

Ⅰ型アレルギー症状の緩和には、抗ヒスタミン剤などの抗アレルギー薬の服用が一般的である。しかし、抗アレルギー薬は長期間の服用を要する。また、長期間の服用において眠気や口渇などの副作用を生じることがあり、リスクが大きいことが欠点として挙げられる。一方、従来の抗アレルギー薬に比べて、抗アレルギー成分を含む食

品、もしくはその抽出物を摂取することは、副作用が少なく、安全性が高いと考えられる。また、日常的に食事などで摂取することができることからも、アレルギー症状の緩和や予防、さらには患者の QOL 向上が期待できる。

本研究において、培養細胞に対する黒酢の脱顆粒抑制効果、およびその作用メカニズムを明らかにした。また、スギ花粉症モデルマウスに対して、黒酢の経口投与は、有意な症状緩和効果を示した。これらのことから、黒酢にはマスト細胞や好塩基球の脱顆粒を抑制する抗アレルギー物質が含まれ、症状改善に有効である可能性が示唆された。本研究で明らかにした活性物質の特性により、黒酢の特徴的な成分である遊離アミノ酸や有機酸などの低分子成分ではなく、比較的高分子の物質である可能性が示唆された。多くの微生物は多糖類を産生し、細胞壁成分として多糖類や糖タンパク質などを含むことから、糖関連物質である可能性もある。今後、この活性成分の特定が必要である。

日常的に摂取可能な黒酢にアレルギー症状緩和効果があることが明らかになったことから、黒酢を活用した抗アレルギー機能性食品の商品化が期待できる。

参考文献

1) 谷津久之、佐塚泰之、小松 (芹回)明子、滝野吉雄、マウスにおける米酢の急性毒性と脂質代謝に及ぼす作用について、*栄食誌*、36、283-289 (1983)

2) 藤野武彦、有吉恭子、牧角和宏、金谷庄蔵、大倉洋甫、醸造酢の人体の血中脂質、血中レオロジーに及ぼす影響、*健康科学*、10、85-89 (1988)

3) 大南宏治、松岡栄子、奥田拓道、ラット(SHR)の血圧に及ぼす黒酢の作用、*基礎と臨床*、19、237-241 (1985)

4) 長野正信、藤井晩、青山美子、栗田原彦、藤井信、黒酢もろみ末および、黒酢濃縮液の糖代謝への影響、薬理と治療、34、19-206 (2006)

5) Fujii M., Hou, DX. Arimura M., Hiwata T., Suzuki M., Nagano M., Effect of kurozu (brewed rice vinegar) on maintenance of primary culture of rat hepatocytes., *Food Sci. Technol. Res.*, 5, 97-98 (1999)

6) 山路加津代、長野正信、丸山征郎、黒酢の DPPH ラジカル消去能とヒト LDL における抗酸化作用の検討、*日本栄養・食料学会誌*、54、89-93 (2001)

7) Ueno T., Fujii A., Nagano M., De-xing Hou, Fujii M., Anti-tumor and immunostimulation effects of kurozu in tumor-bearing mice., *Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi,* 57, 408-413 (2010)

桑野川のオヤニラミ在来個体群の遺伝的多様性解析

愛媛大学南予水産研究センター農学部分室准教授　高木基裕
日亜化学工業株式会社環境整備課　亀島秀敏

【目的】絶滅危惧種の保全には分布・生息状況だけでなく、個体群の存続の危急度を示す遺伝的多様度と保全単位を決定するための個体群の分化程度の把握が必要である。本研究は、徳島県において県指定の天然記念物に指定されている淡水魚類の「桑野川のオヤニラミ」の保全に向け、マイクロサテライト DNA 多型により桑野川および近隣地域のオヤニラミの遺伝的多様性解析を行い、徳島県産オヤニラミの保全単位を策定することを目的とした。

【方法】供試魚は天然記念物指定地域を含む桑野川水系 3 地点（A 地区、B 地区、C 地区）より各 30 個体採集した。近隣地域からは徳島県椿川および福井川の 2 地点の個体を用いた。また、岡山県梅木川、広島県長田川および日亜化学工業が維持・管理している飼育繁殖個体についても 12～42 個体用いた。DNA は採取した個体の尻鰭または筋組織より抽出した。マイクロサテライトマーカー座は、オヤニラミ用プライマー7 種を用い、PCR によってマイクロサテライト領域を増幅した。PCR 産物はキャピラリー電気泳動によりアリル型を決定し、遺伝的多様性と遺伝的分化程度を求めた。

【結果】遺伝的多様性の指標となる有効アリル数の平均値は桑野川水系の A 地区を除く２地点で（1.7、1.7）、ヘテロ接合体率の平均値は（0.190、0.223）であり、岡山県梅木川の（2.9、0.470）に比べて低く、桑野川の 2 個体群の遺伝的多様性が低いことが示された。一方、遺伝的異質性検定（*F*st）において全ての個体群間において遺伝的異質性があることが示された。また、遺伝的距離は徳島県産の５つの個体群と飼育個体からなる徳島グループと広島県・岡山県産の個体群と徳島県桑野川水系の A 地区からなる中国地方グループの２つに大きく分けられ、徳島県桑野川水系の A 地区の個体群は人為的に移入された可能性が示された（図１）。以上のことから桑野川のオヤニラミを保全するにあたり、各水系のそれぞれの地域集団を個別の保全単位とする必要があることが示された。

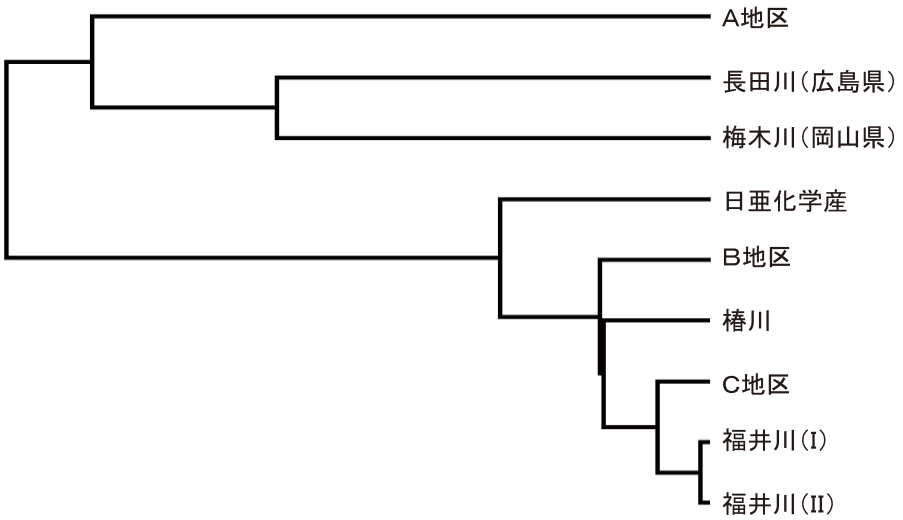


図 1.　オヤニラミ個体群の遺伝的類縁関係

愛媛大学社会連携推進機構研究成果報告書第9号

発　行　　2016年3月
発行者　　愛媛大学社会連携推進機構
〒790-8577　松山市文京町３番
TEL (089)927-8819
FAX (089)927-8820
印　刷　　セキ株式会社