

平成26年度 研究成果発表会

高性能な非破壊「糖・酸度計」の実用機開発.....	1
（長崎県経常研究）	
光散乱体の内部温度と成分濃度の非破壊計測技術の開発.....	2
（独）科学技術振興機構、A-STEP FSシーズ顕在化タイプ）	
微細ピンの自動測定システムの開発.....	3
（長崎県経常研究）	
事業化例「水車発電システムの構築」.....	4
（平成24年度産学官連携FSによる事業化例）	
長崎県産農林水産物の乳酸発酵物による新規機能性食品の開発.....	5
（独）科学技術振興機構、A-STEP FS探索タイプ）	
ポリイミド樹脂の高機能化とフィルム基板への応用.....	6
（長崎県経常研究）	
県産地域資源を用いた新規調味料素材の開発.....	7
（長崎県経常研究）	
県産品を用いた食品開発事例の紹介.....	8
（長崎県経常研究／技術支援から派生した事業化例）	

平成26年4月18日（金）

高性能な非破壊「糖・酸度計」の実用機開発

電子情報科 下村 義昭

1. 目的

果物の高品質・ブランド化では果物個々の品質管理が重要となる。また、柑橘類では糖度に加えて僅か1%前後の微量な酸度が味を左右する重要な品質項目となる。光を用いて果物に含まれる糖度や酸度を正確に非破壊計測するには、光散乱の影響と同時に果実温度による光吸収への影響を排除する必要がある。しかしながら、従来の光学的計測手法ではこうした課題を本質的に克服することは難しく、いくつか商品化されてはいるが十分な測定精度が得られていない。そこで、本研究では独自の非破壊計測手法（TFDRS法）をベースとした果実温度の影響を受けない高性能な糖・酸度の非破壊計測技術の開発を目的とした。

2. 内容

図1に示すTFDRS法では、散乱光の反射強度を2箇所計測し、その強度比として反射率 R を算出し、下記式で表される相対吸光度比 γ を測定する。

$$\gamma(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) = \frac{\ln(R(\lambda_3)) - \ln(R(\lambda_1))}{\ln(R(\lambda_2)) - \ln(R(\lambda_1))}$$

ここで $R(\lambda_1)$ 、 $R(\lambda_2)$ 、 $R(\lambda_3)$ はレーザー光の波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 での反射率をそれぞれ表す。相対吸光度比 γ は果物個々の散乱係数の変化等で生じる散乱光路長の変化に左右されない物理量で糖度や酸度と良い直線相関を示す。しかしながら、水を多く含む果実では主成分となる水の吸収係数が図2に示すように温度によって変化するため相対吸光度比 γ が温度の影響を受けてしまう。そこで、本研究ではTFDRS法をベースに測定対象の温度の影響を受けない新たな非破壊計測手法を提案した。

3. 結果

新たに提案した温度の影響を受けない非破壊計測手法についてトマトの散乱モデルを用いて検証した結果を図3に示す。ここでは、グルコース濃度を4 wt%~12 wt%、クエン酸濃度を0 wt%~3 wt%、果実温度を15度~35度の範囲でそれぞれ変化させた。新たに提案した非破壊計測手法により糖度等の組成を温度変化に影響されことなく実用精度で測定できることが検証された。

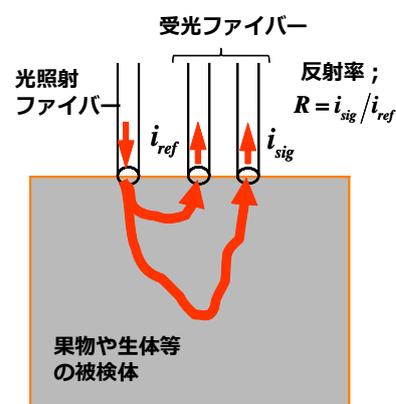


図1 TFDRS法による反射率の測定方法。

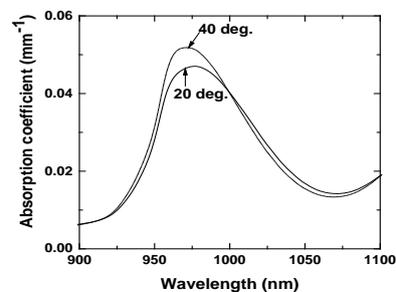


図2 水の吸収係数の温度依存。

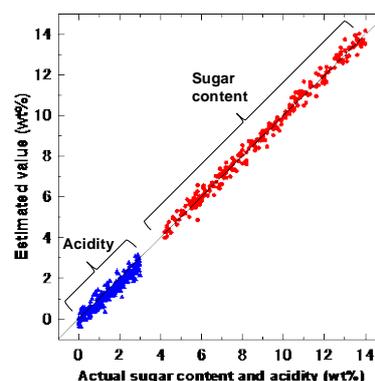


図3 TFDRS法による糖・酸度の推定結果。
長崎県工業技術センター

光散乱体の内部温度と成分濃度の非破壊計測技術の開発

電子情報科 下村 義昭
食品・環境科 三木 伸一
株式会社メカトロニクス 立石 賢二

1. 目的

果物の生育途中や収穫後の糖度管理に光学的な非破壊測定装置が利用されている。図1は長崎県独自の非破壊計測手法（TFDRS法）をベースに製品化した携帯型糖度計で重量200gの世界最軽量を実現している。しかしながら、本装置では被検体の温度の影響を補正するために放射温度計で被検体の表面温度を測定しており、表面と内部に温度差がある場合には大きな測定誤差が生じてしまう。そこで、本開発では被検体の内部温度を直接測定することで放射温度計を必要としない非破壊測定装置の試作開発と実用・商品化における具体的な課題の抽出を行った。

2. 内容

TFDRS法では散乱体からの反射光を2カ所で検出する空間分解分光法をベースとしており、散乱の影響を受けない下記式で表される相対吸光度比 γ_k を非破壊計測の物理指標として用いる。

$$\gamma_k(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_k) = \frac{\ln(R_k) - \ln(R_1)}{\ln(R_2) - \ln(R_1)}$$

ここで R_1 、 R_2 、 R_k は波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_k での反射率を表す。相対吸光度比 γ_k を異なる波長 λ_k で複数用いることにより、被検体の組成と同時に内部温度を直接測定することができる。図2に組成計測用とは別の波長の光を照射して内部温度を計測する様子を示す。測定部位の温度を直接測定することにより、表面と内部で温度差が生じても高精度な非破壊計測が可能となる。

3. 結果

図3に試作した非破壊測定装置を示す。小型・携帯化も考慮して光源に近赤外光の半導体レーザを搭載し、サイズと重量がそれぞれ181×48×70mm、314gとリモコン並の装置を実現した。今後は、測定装置の製品化に向けて測定精度向上と受発光部等の部品コスト削減を考慮した設計・改良を実施する。



図1 TFDRS法を用いて商品化した携帯型糖度計。光源に発光ダイオードを使用して重量200gと世界最軽量を実現した。

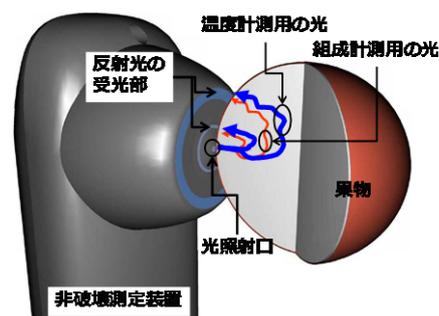


図2 内部温度の測定方法。被検体の組成計測用とは別の波長の光を照射して内部温度を直接測定する。



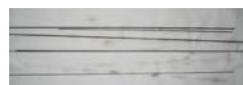
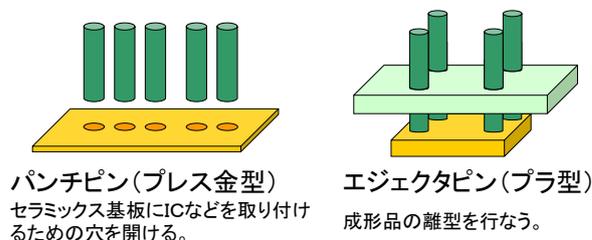
図3 試作した測定装置の外観。光源に半導体レーザを搭載し、重量約300gのリモコン並の装置を実現した。

微細ピンの自動測定システムの開発

機械システム科 小楠 進一

1. 目的

県内では、図1に示すパンチピンやエジェクタピンなど微細ピンの生産が行われている。生産工程の効率化のために寸法測定が自動化が望まれているが、0.3mm以下の測定対象物を対象とし、粉塵などの外乱に強い自動測定システムが見当たらない。そこで、本研究では、これらの課題を解決する自動測定システムを提案し、これを試作・評価した。本報では、この結果を報告する。



微細ピン（実物）
図1 微細ピン

2. 内容

以下の動作を行う自動測定システム（図2、図3参照）を開発した。

- 1) 微細ピンは前進フィーダーに提供され、ストッパーに空いた細い穴を通り、1本ずつ、ローラーに送られる。
- 2) このローラーはモーターの力で回転し、微細ピンを通過センサーに送る。
- 3) 通過センサーが微細ピンの通過を確認したら、ローラーと測定センサーが連動し、微細ピンの寸法を数回測定する。このとき、測定センサーは、微細ピンを「挟む」ことで寸法を測定する。
- 4) 測定結果を受けて、仕分けユニットが微細ピンを良品、不良品に仕分けする。



図2 試作した自動測定システム

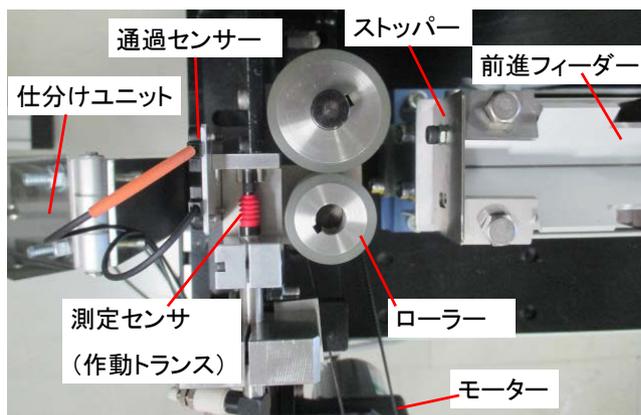


図3 測定機構

3. 結果

工作機械が微細ピンを製作する時間は30秒/本であったため、目標測定時間を30秒/本以内とした。また、これまでマイクロメータを用いて手動測定していたので、目標測定精度を3μm以内（マイクロメータの精度）とした。

試作した自動測定システムを表1、表2の条件で評価した。この結果、測定時間は最大28秒/本であり、最大測定誤差は1.6μmであった。目標を達成することができた。

表1 測定時間の評価条件

微細ピンの大きさ：	Φ0.2×400
1本あたりの測定回数：	4回
測定環境：	研削作業場
評価試料数：	20本

表2 測定精度の評価条件

微細ピンの大きさ：	Φ0.2×400
測定環境：	研削作業場
評価回数：	20回

事業化例「水車発電システムの構築」

電子情報科 堀江 貴雄
株式会社元島工作所 元島 文治

1. 目的

山間部や山麓に流れるわずかな水を用いて1 kW 程度の水力発電を行う装置が製品化されている。大手企業から水路設置用システムも製品化されているが、観光地や住宅地近辺への設置においては景観にマッチした発電システムが求められている。元島工作所では景観にマッチした木製水車発電に着目し、電気知識を持つ個人向けに増速機を製造、販売してきた。昨今の情勢から、自治体等公的機関やNPO法人、県内水利権組合等から景観を損なわない水車発電システムの新規設置問い合わせを受けている。

そのため電気知識を持たないユーザ向けに水車発電システムを開発することとした。既設観賞用水車に取り付け可能な水車発電システムを実現するため、ユニバーサルジョイントによる容易な取り付け手法、ステンレス本体カバー、ラジカル窒化処理による高耐久増速機、発電状況の遠隔監視機能も含めた電気コントローラを開発した。本システムを個人ユーザ向けに販売し長期運用実証を実施し、この結果製品化を実現できたことを報告する。

2. 内容

常時、水車からこぼれる水が増速機本体にかかるため、腐食に強くかつ効率のよい増速機的设计が必要となる。

海水にさらされる網揚げ機減速機製造のノウハウを生かし、独自のシーリング構造や内部潤滑機構を導入し、高効率かつ腐食に強い増速機を設計し試作した。また増速機歯車の耐久性を向上させるため、切削加工した歯車表面をラジカル窒化処理することにより表面の高硬化化を実現した。

発電コントローラについては、200W 発電までに対応し、鉛電池に充電しつつ AC100V を供給可能な回路構成を試作した。

3. 結果

開発したシステムを試運転したところ、バッテリー充電、AC100V出力とも良好に動作することを確認した。開発したシステム同等品を山梨の個人ユーザ所有の鑑賞用水車に接続したところ、30W程度の発電を確認し、現在まで問題なく動作することを実証することができた

(図1)。また、より小規模の発電ニーズに応えるため、現在自転車用ハブダイナモを応用した小型発電装置を開発中である(図2)。今後さらなる発電能力の向上とシステム化による付加価値の向上に取り組みつつ事業化を進めていく予定である。



図1 200W 対応発電システム



図2 36W 対応直接照明型発電機

長崎県産農林水産物の乳酸発酵物による新規機能性食品の開発

食品・環境科 玉屋 圭、河村 俊哉

1. 目的

工業技術センターでは、これまでに長崎県特産物から乳酸菌約 600 株を分離してきた。さらに、これら菌株の有する特徴（有用成分生産能、抗酸化性など）を明らかにしライブラリー化することにより、各種の加工食品を開発してきた。本研究では、ライブラリー化された菌株の中で、これまでに有用成分の生産能が確認されている菌株 20 種を用いて県産農産物を発酵し、生産物に含まれる成分並びに試験管内レベルでの機能性を測定し、健康機能性食品の可能性を有する素材の探索を行った。

2. 内容

本県特産物から分離した乳酸菌 20 株を用いて、緑茶、トマト、きのこなどの農産物を乳酸発酵し、その生産物に含まれる機能性成分（ γ -アミノ酪酸（GABA）、オルニチンなどのアミノ酸など）を測定した。なお、農産物の発酵に用いた乳酸菌株は果物、醤油もろみ、漬物などから分離したものである。

3. 結果

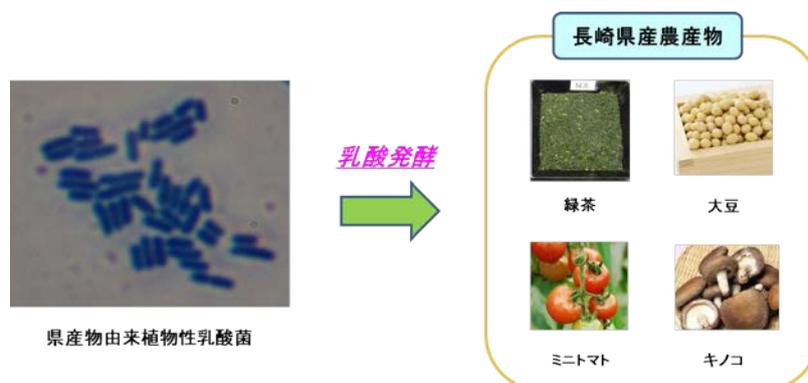
・当センター保有の乳酸菌株による緑茶発酵物を検討した結果、15 種の菌株による発酵物がそれぞれ DPPH ラジカル消去活性の上昇を示した。また、緑茶発酵物に含まれる遊離アミノ酸を AccQ-Tag 法により測定したところ、ある菌株を用いた発酵物では、GABA 量が非発酵試料と比較して約 5 倍に増加していることが明らかになった。

・20 種の乳酸菌を用いてミニトマトの乳酸発酵物を調製し、含有される遊離アミノ酸を測定した結果、5 つの菌株で GABA 量が増加しており、ある菌株では非発酵物の約 2 倍量に達するものも見受けられた。この他、オルニチン含量が増加している菌株も確認された。

・県産のキノコを 7 種の菌株を用いて乳酸発酵させ、遊離アミノ酸を測定したところ、GABA については 7 種すべての菌株で非発酵試料よりも含量が増加しており、高いものでは 11 倍以上の増加が見られた。オルニチン含有量に関しても、3 つの菌株で最大 7 倍の大幅な増大が確認された。

以上の結果から、当センターが保有する乳酸菌株を用いて本県特産物を発酵させることにより、GABA やオルニチンなどの機能性成分を増加させることが示された。

今後は、乳酸発酵物の健康機能を県内大学との連携により解明することにより、当センター保有の乳酸菌株の有効性を明らかにし、ライブラリーを用いた新たな食品素材の開発を進めていく。



ポリイミド樹脂の高機能化とフィルム基板への応用

工業材料科 市瀬 英明

1. 目的

ポリイミド樹脂は、プリンタブル・エレクトロニクス分野において、有望な材料として期待されている。しかし、接着、またはコーティングされる相手材料（主に金属）との熱膨張率の違いから、接合面における剥離や製品の変形が課題となっている。このようなことから、ポリイミド樹脂には「高耐熱・低熱膨張性」と「可とう性」（柔軟で良好な折り曲げ特性）、が求められている。本研究では、このような業界要望に即したフィルム材料の開発を目指し、ポリイミド樹脂と熱硬化性樹脂の複合による特性改善を検討した。最終的に、県内企業と共同でフレキシブル銅張積層板を試作した。

2. 内容

N-メチルピロリドン中で、種々のジアミンとテトラカルボン酸二無水物からポリアミック酸を合成した。次いで、キシレン中で水を共沸（連続脱水）させながら熱イミド化し、ポリイミド樹脂をワニスとして得た。得られたポリイミド樹脂と熱硬化性樹脂を所定の割合で混合したワニスをガラス基板上に塗布し、加熱乾燥、及び熱硬化させることにより、ポリイミド/熱硬化性樹脂複合フィルムを得た。得られたポリイミド/熱硬化性樹脂複合フィルムは、機械特性（引張試験、密着性試験）、及び熱重量測定（動的粘弾性測定、熱重量測定）等の基礎評価を行った。

3. 結果

図1にポリイミド樹脂/熱硬化性樹脂複合フィルムの貯蔵弾性率(E')、及び損失正接($\tan \delta$)の温度依存性を、図2に得られた複合フィルムを示す。図1より、ポリイミド/熱硬化性樹脂複合フィルム(硬化後)は、ポリイミド樹脂単体と比較して、損失正接($\tan \delta$)が高温側にシフトした。これにより、より高耐熱化が実現できたことを確認した。ポリイミド樹脂と熱硬化性樹脂が強固な三次元ネットワーク構造を形成していると推測される。

開発したポリイミド/熱硬化性樹脂複合フィルムワニスを用いて、銅箔上にこれをコーティングしたフレキシブル銅張積層板を共同研究企業にて現場試作した(図3)。試作品の熱特性、機械特性等は良好であった。試作に際して、ワニス粘度が高いため、ハンドリング性に問題があることが今後の課題である。

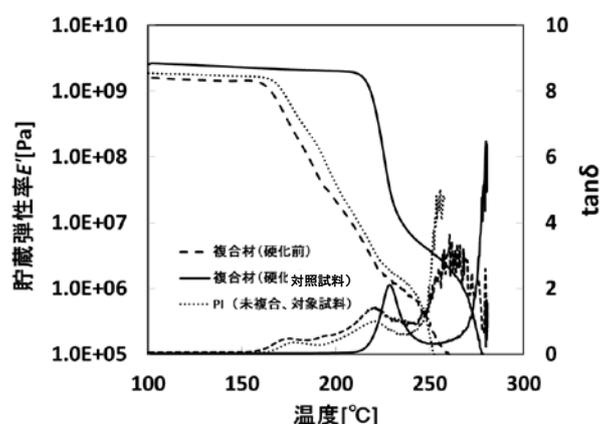


図1 ポリイミド/熱硬化性樹脂複合フィルムの動的粘弾性測定結果



図2 試作フィルム（一例）

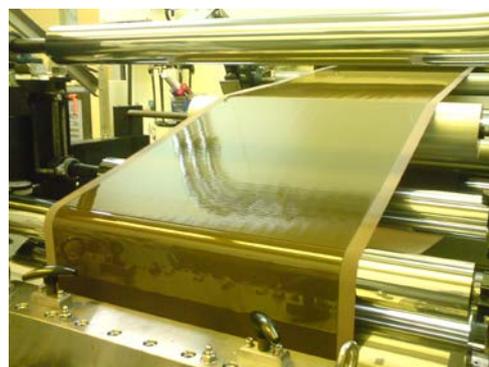


図3 フレキシブル銅張積層板の現場試作

県産地域資源を用いた新規調味料素材の開発

食品・環境科 玉屋 圭

1. 目的

本県の特産品として、ちゃんぽん、そうめん、うどんなどの麺類があげられる。本研究では、これら麺類に適した高呈味性のスープ・だしを製造するための調味料素材を、酵素分解法を用いて開発した。特に、県産の地域資源である農水産物を酵素分解に供し、タンパク質の分解物であるペプチドの呈味性に着目した調味料エキスの開発を実施した。

2. 内容

本発表では、底引き網漁などで捕獲されるヒラツメガニを原料とした酵素分解エキスの製造について報告する。加熱粉砕したヒラツメガニに、市販のタンパク質分解酵素を添加し製造条件を検討した結果、高い呈味性を有するエキスを製造できる条件を確立した。さらに、中華スープや和風だしにエキスを添加し、味認識装置に供した結果、カニエキスに旨味向上作用があることを見出した。

3. 結果

・ヒラツメガニの熱水抽出残渣に、至適 pH の異なる市販の各種プロテアーゼ 6 種（酸性 1、中性 4、塩基性 1）をそれぞれ一定量添加し、酵素分解エキスを製造した。製造したエキスの生成率、ホルモール窒素などを測定した結果、中性（2 種）及び酸性プロテアーゼ（1 種）を用いたエキスが優れた値を有していた。また、味認識装置を用いた味測定を実施したところ、中性、酸性プロテアーゼ使用のエキス（それぞれ 1 種）が旨味センサーについて高値を示した。

・中性及び酸性プロテアーゼによるカニエキスの製造条件を決定するために、最適の反応時間を検討した結果、エキス生成率やホルモール窒素は 3 時間（中性）並びに 5 時間（酸性）で最大に達し、当該時間でエキスの旨味も一定のレベルに達していた。

・以上の検討により製造条件を確立したカニ酵素分解エキスの呈味性を検討するために、中華スープ並びに和風だしに本エキスを添加し、その際の味変化を測定した。0.1%濃度の中華スープ並びに和風だしに、0.05~0.2%のエキスを一定量添加し、味認識装置に供した。その結果、中性及び酸性プロテアーゼを用いたエキスはスープ、だしの旨味を向上させることが明らかになった。

本研究の結果、酵素分解法により得られたヒラツメガニエキスは高い呈味性を有することが示された。今後は、本エキスのスケールアップ製造試験を実施し、調味料としての実用化を検討していく。



ヒラツメガニ



カニの酵素分解エキス粉末

県産品を用いた食品開発事例の紹介

食品・環境科 晦日 房和、玉屋 圭

1. 目的

工業技術センター食品・環境科では、研究をはじめ技術相談、共同技術開発、依頼試験などの業務をとおして地元食品企業への技術的支援を行っている。平成25年度の食品加工分野の取り組みとして県内企業3社と実施した新製品の開発事例を紹介する。

2. 内容

① つくも食品(株)： 商品名 「小串トマト鍋スープ」

つくも食品(株)の食品加工技術とセンターの成分分析及び機能性解析技術をマッチさせ、川棚町特産の小串トマトをベースに県産農水産物を用いてトマト鍋スープを開発した。

② (株)玉乃舎： 商品名 「島原かんざらし」

島原の名産菓子「かんざらし」を(株)玉乃舎と共同で常温流通可能にするための検討を行い、商品化された。

③ (有)中島珈琲本社： 商品名 「おてがる寿古珈琲茶」

(有)中島珈琲本社が栽培しているコーヒー葉に含まれるポリフェノール量を測定したところ、高い含量を示すことを確認した。本知見を用いてコーヒー茶を開発した。

3. 結果

① 小串トマト等の食材の機能性及び有用成分についてレトルト処理前後でその量を調べたところ、大きな変化はないことが判明した。そこで、食材の美味しさを引き出すようにレシピを検討し、小串トマトの甘味性と食感に加え健康志向に合ったトマト鍋スープを開発した。

② かんざらしは、島原名物として認知度が高い菓子・デザートであるが、保存性が低く、飲食店で販売される以外は、商品化が難しい状態であった。そこで、地元産のもち米などを用いた白玉を共同で数種類試作し保存試験を繰り返した。その結果、白玉が常温で市販流通するのに十分な保存性を有することが確認でき商品化に繋がった。

③ コーヒー葉を凍結乾燥し、乾燥末に含まれるポリフェノール量を測定した結果、高いポリフェノール含量(5.2 g/100 g-乾燥重量)を示した。さらに、超高速液体クロマトグラフ装置を用いてポリフェノール成分を検討した結果、ポリフェノールの一種であるクロロゲン酸を豊富に含有(740 mg/100 g-乾燥重量)することを明らかにした。以上の知見を基に、(有)中島珈琲本社がコーヒー葉の利用のため、お茶として葉の焙煎法を検討することにより商品化した。



小串トマト鍋スープ



島原かんざらし



おてがる寿古珈琲茶



長崎県工業技術センター

〒856-0026 長崎県大村市池田 2-1303-8

TEL 0957-52-1133 FAX 0957-52-1136

<http://www.pref.nagasaki.jp/section/kogyo-c/index.html>