

庄内柿の機能性を活かした食品加工技術開発と商品開発

誌名	日本食品科学工学会誌 : Nippon shokuhin kagaku kogaku kaishi = Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology
ISSN	1341027X
著者名	菅原, 哲也 五十嵐, 喜治
発行元	日本食品科学工学会
巻/号	61巻8号
巻号補足	
掲載ページ	p. 339-345
発行年月	2014年8月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



庄内柿の機能性を活かした食品加工技術開発と商品開発

菅原哲也^{1*}, 五十嵐喜治²

¹ 山形県工業技術センター庄内試験場

² 山形大学農学部

Development of Food Processing Technology for Persimmon (*Diospyros kaki* L. cv. Hiratanenashi;
Common Name, Shonai Persimmon) Food Products with Physiological Functions

Tetuya Sugawara^{1*} and Kiharu Igarashi²

¹ Yamagata Research Institute of Technology, Shonai Testing Facility, 25 Sakuragi,
Oshikiri-shinden, Mikawa-machi, Yamagata 997-1321

² Faculty of Agriculture, Yamagata University, 1-23 Wakaba-machi, Tsuruoka, Yamagata 997-8555

Shonai persimmon is the common name for persimmons cultivated in the Shonai area of Yamagata Prefecture, Japan. They are also known as the cultivar Hiratanenashi (*Diospyros kaki* L.) and are one of the region's most popular fruits. The systolic blood pressure of spontaneously hypertensive rats (SHR) fed basal diets supplemented with either persimmon or an extract of soluble tannins decreased when compared to SHR fed the basal diet, and increased after switching to the basal diet alone. Two persimmon food materials, persimmon paste and persimmon vinegar, that can be used for processing food containing persimmon were developed. Persimmon paste lacking astringency was developed by the addition of proteins such as silk fibroin (silk protein powder) to the persimmon homogenate. Persimmon paste processed from persimmon with its peel contained most of the original flavor and bioactive components of persimmon. Persimmon vinegar, referred to as Shonai persimmon vinegar, was produced using various microbes isolated from a vinegar brewery over an extended period (about two years), resulting in its characteristic taste and flavor, as well as its high amino acids content. Persimmon paste and persimmon vinegar are now used for the development of various foods and beverages.

(Accepted Mar. 19, 2014)

Keywords : persimmon, tannin, astringency, persimmon paste, persimmon vinegar

キーワード : カキ, タンニン, 血圧, 渋戻り, 柿ペースト, 柿酢

1. はじめに

庄内柿は山形県庄内地方において収穫されるカキ果実の総称で山形県のカキの総生産量(9000トン/年, 平成24年)¹⁾の約80%を占めている²⁾。庄内柿の主な栽培品種は渋カキの一種である‘平核無’(*Diospyros kaki* L. cv. Hiratanenashi)であり, 本品種は山形県が全国一位の栽培面積(804ha, 平成23年)を誇っている³⁾。また, 山形県鶴岡市は‘平核無’発祥の地としても知られ, 庄内柿は昭和初期以降には庄内地域を代表する果実として栽培されてきた⁴⁾。しかしながら, 近年, 消費者の嗜好の多様化や価格の低迷, 農業従事者の高齢化もあって, 庄内柿の生産量は年々減少している⁵⁾。さらに出荷の際に, 庄内柿の選果場では多量の規格外果実が発生しているが, これまで, ほとんど加工食品に利用されることはなかった。また, 近年, カキ果実の生理

機能について, 抗ウイルス, 抗ガン, 血圧低下, 抗糖尿病や悪酔いの防止作用等が報告されているものの, その活性成分, 作用機構も含めて, 必ずしも十分な検討がなされている訳ではない^{1)~4)}。

このような状況下において, 平成21~23年度地域イノベーション戦略支援プログラム: 鶴岡庄内エリア(文部科学省)の一環として, 産学官連携により, 庄内柿の機能解析とその特徴を活かした加工品開発に取り組んだ。我々は, 本事業の基幹となる庄内柿を利用した新たな加工品開発に関する研究を担当し, 庄内柿の加工技術や加工品の機能性に関する研究成果は, これまで多くの学会, シンポジウムで公表している^{5)~8)}。本稿では, 庄内柿を用いて庄内地域の企業と連携した商品開発に関する取り組みを中心に報告する。

¹ 〒997-1321 山形県東田川郡三川町大字押切新田字桜木25, ² 〒997-8555 山形県鶴岡市若葉町1-23

*連絡先 (Corresponding author), sugawarate@pref.yamagata.jp

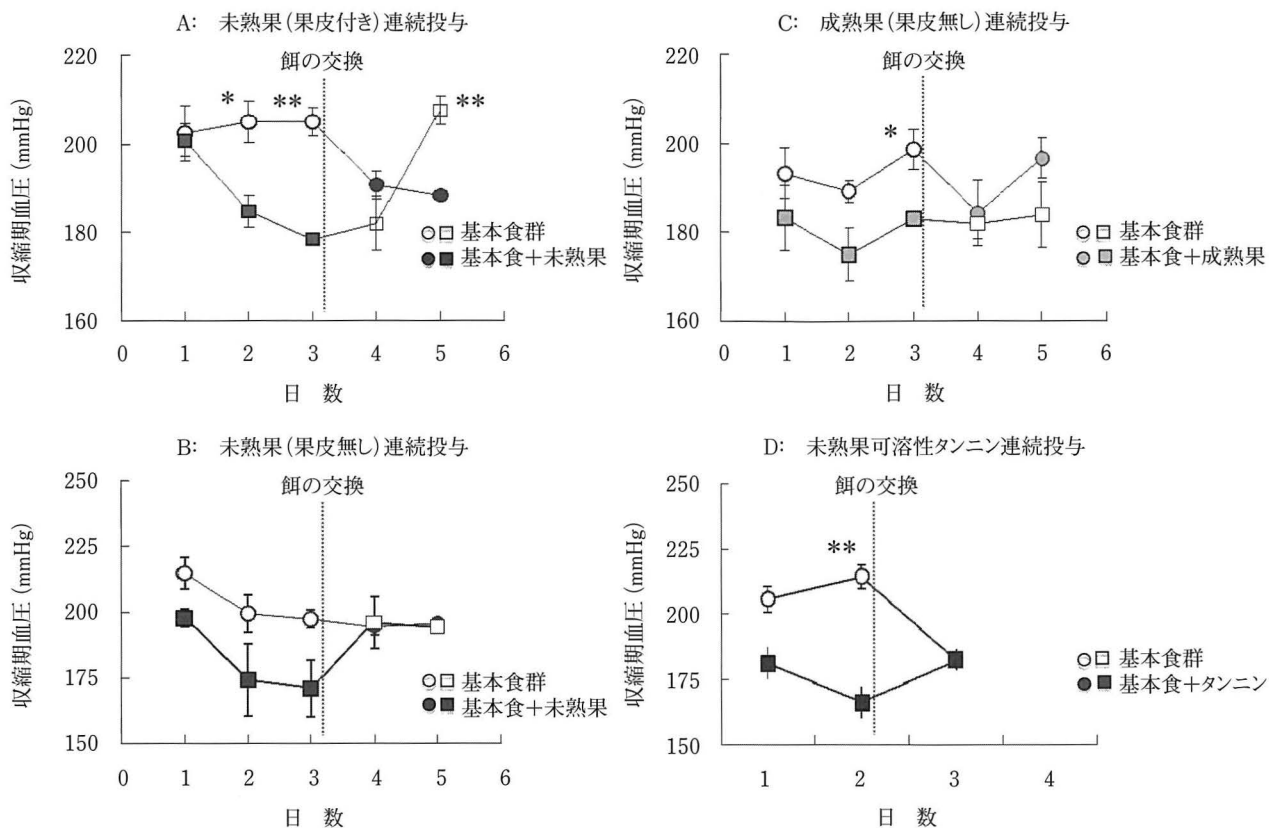


図1 高血圧自然発症ラット (SHR) に対する庄内柿果実および可溶性タンニンの血圧低下作用
データは平均値±標準誤差 ($n=4$), *, **: ANOVA Fisher test で有意差あり ($p<0.05$), ($p<0.01$)

2. 庄内柿の血圧低下作用

庄内柿の生理機能の一つとして、血圧低下作用について検討した結果について紹介したい。自然発症高血圧ラット (SHR) に庄内地域で栽培された‘平核無’の成熟果 (脱渋カキ)、未熟果の凍結乾燥パウダーを5%含む基本飼料を毎日自由摂取させると、いずれにおいても血圧は対照群と比較して低下した (図1)。投与3日後、それぞれのSHRに、パウダー添加飼料と基本飼料を交代して投与すると、交代に伴って効果も逆転し、カキ果実の血圧低下作用を確認することができた。また、‘平核無’には高分子ポリフェノールとして、水に可溶な可溶性タンニンと不溶な不溶性タンニンが多量に含まれている。カキ果実成熟果の可溶性タンニン含有量は、1000mg/100g程度である。カキ果実の加熱50%エタノール可溶画分のDIAION HP20樹脂吸着物から調製した可溶性タンニンを基本飼料に0.5% (w/w) の割合で添加して、SHRに食事として投与することで、その血圧低下作用を確認することができた (図1)。

特に顕著に血圧低下作用を示したカキ未熟果、およびカキ可溶性タンニンを20日間、飼料に混合し、食事として投与しても血圧低下が認められた⁹⁾。また、カキ果実投与では可溶性タンニン投与に比べて、血清中アンジオテンシン変換酵素 (ACE) の活性が高いにも関わらず、血圧低下が可

溶性タンニン投与と同程度であること、カキ果実投与では血清中の酸化窒素および酸化窒素合成酵素 (NOS) の遺伝子発現が上昇していることから、カキ果実とカキ可溶性タンニンでは、異なる経路を介して血圧を低下させている可能性が示唆された⁹⁾。一方、カキ果実にはタンニン以外にもγ-アミノ酪酸 (GABA) やスコボレチンといった血圧低下に関与する成分が含まれることから、これら成分もカキ果実の血圧低下に関与するものと推察された⁹⁾。

3. 庄内柿の加工品開発

庄内柿の生理機能に関する研究成果を受けて、庄内柿果実を丸ごと使用し、様々な加工食品に応用可能な食品素材開発に着手した。庄内柿の加工利用を妨げる大きな要因は、独特の渋味と脱渋後の加熱処理による渋戻りと推察される。渋味の要因は可溶性タンニンであり¹⁰⁾、渋カキは、種々の方法によって脱渋処理を行った後に食される。現在では、渋抜き処理は、一般的に炭酸ガス脱渋やアルコール脱渋が用いられるが、いずれも嫌気呼吸にて生じるアセトアルデヒドにより可溶性タンニンを不溶化しているものと推察されている¹¹⁾。また、一度不溶化したタンニンが加熱処理等により、再び可溶化する現象を加熱による渋戻りと呼んでいる¹²⁾。これまで、タンパク質を利用した脱渋技術や渋戻り防止技術が報告されており¹³⁾、庄内柿において、タン

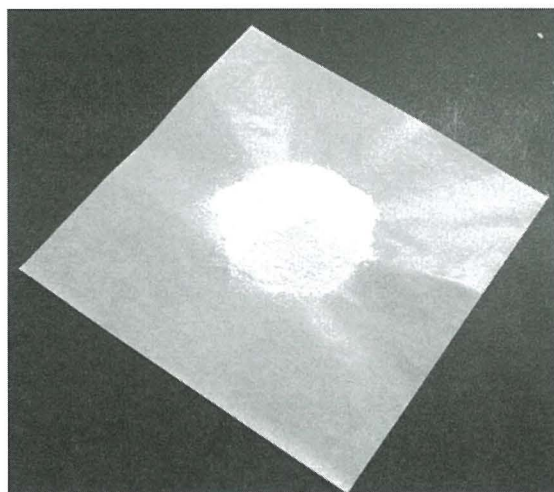


図2 絹糸から調製されたフィブロインパウダーとそのアミノ酸組成

成分	アミノ酸組成 (残基/1000)
グリシン	445
アラニン	293
ロイシン	5
イソロイシン	7
バリン	22
フェニルアラニン	6
セリン	121
スレオニン	9
アスパラギン酸	13
グルタミン酸	10
アルギニン	5
シスチン	2
メチオニン	1
リジン	3
プロリン	3
ヒスチジン	2
トリプトファン	2
チロシン	52

パク質を利用した渋戻りの起きない脱渋技術について検討した。タンパク質による可溶性タンニンの不溶化は、タンパク質のアミノ基と可溶性タンニンのフェノール性水酸基との間の静電的な結合により、重合化して生じるものと推察されている¹³⁾。また、使用するタンパク質はカキ可溶性タンニンの水酸基と効率的に結合できる、立体障害の少ない、フレキシブルな構造をとることが重要であると考えられている¹³⁾。そこで我々は、タンパク素材として庄内地域において、絹糸残糸から開発・調製されたフィブロインタンパクに着目した。山形県庄内地域では、明治初期から養蚕業が発達し、昭和40年代以降衰退したが、現在でも伝統的な絹文化を継承する取り組みが続けられている¹⁴⁾。平成8～9年に実施した産学官プロジェクト（鶴岡市絹素材食品利用実用化開発事業）により、絹生糸から食品用にフィブロインゲルとして調製する技術を確認し、庄内地域の企業が製品化している¹⁴⁾。フィブロインゲルは絹生糸からセリンを除去した後、炭酸カルシウム溶液を加え、加熱して部分分解し、カルシウムを透析して除去し、袋詰め後、加熱殺菌して調製されている。主要なアミノ酸はグリシン、アラニン、セリン、チロシンであり、種々の健康機能性が報告されている¹⁴⁾。フィブロインゲルを凍結乾燥したフィブロインパウダー（図2）を、果皮を含む渋カキ（品種：‘平核無’、冷凍保存後解凍して使用）に添加し、ホモジナイズすると添加量に依存して調製した柿ペーストの可溶性タンニンが減少し（図3）、渋味の減少を官能評価でも確認することができる⁵⁾。フィブロインパウダーは無味、無臭の白色粉末であり、フィブロインパウダーをカキ果実重量に対して1.5%（w/w）以上添加し、柿ペーストを調製すると、調製した柿ペーストの可溶性タンニン含有量は、炭酸ガス脱渋したカキ果実の可溶性タンニン含有量より低い値を示した（図3）。タンパク素材5種をカキ果実に1.5%（w/w）

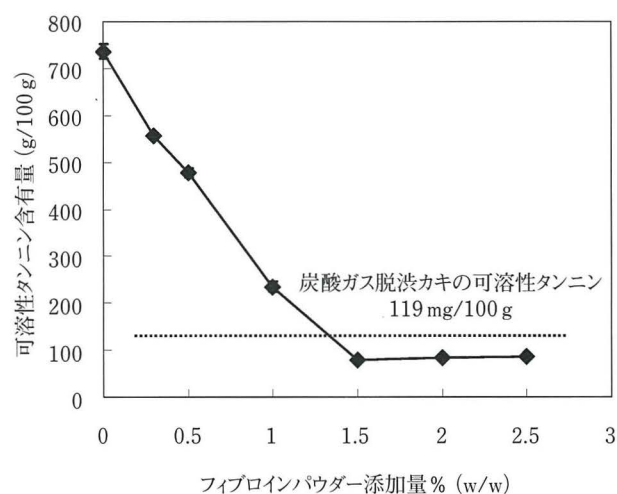


図3 フィブロインパウダー添加による調製柿ペーストの可溶性タンニン含有量の変化

添加して調製したカキペーストの可溶性タンニン含有量を図4に示した。フィブロインパウダーに加え、コラーゲンペプチド、カゼイン、ゼラチンでも顕著な可溶性タンニンの減少が認められた。しかしながら、後藤らが指摘している¹³⁾ように、カゼインを添加したカキペーストは若干苦味（不快味）があり、ゼラチン添加では加熱殺菌、冷却後に一部ゲル化し、ザラザラした舌触りが確認された。また、コラーゲンペプチドを渋カキ重量に対して1.7%（w/w）以上添加してカキペーストを調製すると、渋味がなく良好にカキペーストを調製できると報告されている¹³⁾。フィブロインパウダーの脱渋効果は、コラーゲンペプチドとほぼ同等と考えられ、フィブロインパウダーを使用することで、カキ果実本来の風味を有し、滑らかな舌触りのカキペーストを調製することができた。フィブロインパウダーで調製した柿ペーストは、96℃、30分間の加熱処理でも、可溶性

タンニン含有量が増加せず、加熱による渋戻りを防止できることが明らかにされた⁵⁾。一方、庄内柿のJA選果場では、炭酸ガス脱渋処理したカキ果実が、規格外果実として、大量に発生しており、そのほとんどが食用として流通していない。選果場にて排出される規格外果実の有効活用を図るため、脱渋カキの加熱渋戻り防止技術とそのペースト化について検討した。さらに、鶴岡市内の企業による製造、商品化ができるように、企業の製造設備、製造コストを考慮した庄内柿ペーストの調製技術について検討した。これまでに、脱渋カキを使用した柿ジャム製造において、加熱による渋戻りの防止に、ゼラチン添加が有効であるとする報告がある¹⁵⁾。冷凍保存した果皮を含む脱渋カキを、解凍

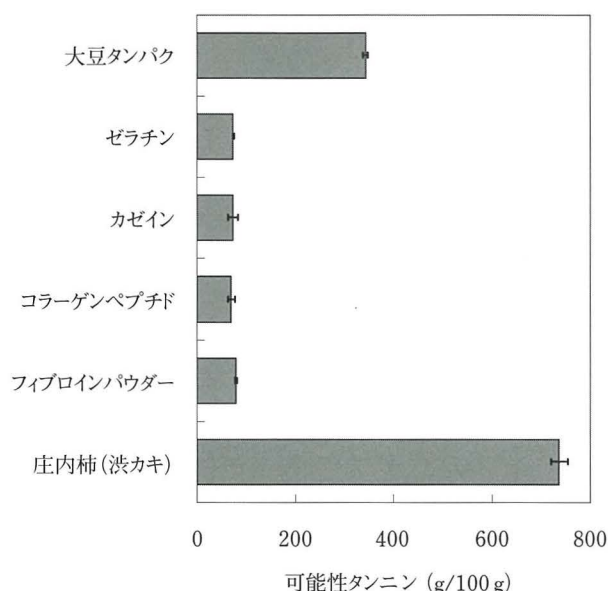


図4 庄内柿(渋カキ)のタンパク素材添加ホモジナイズ処理による可溶性タンニンの減少

タンパク素材は下記製品を使用し、添加量は果実重量の1.5% (w/w)とした

コラーゲンペプチド：日本新薬(株)製、フィッシュコラーゲンペプチド

カゼイン：関東化学(株)製、カゼインナトリウム(特級)

ゼラチン：ゼライス株式会社製、ゼラチンA

大豆タンパク：日本新薬(株)製、フィットネスS

後、ゼラチンを0.5% (w/w)以上添加して柿ペーストを調製すると、85℃、60分間の加熱処理でも可溶性タンニン含有量が増加せず渋戻りのないことを確認した⁷⁾。ゼラチン添加量0.5% (w/w)では、加熱殺菌後にペーストのゲル化は認められず、舌触りが滑らかなカキペーストを調製することができた。また、庄内柿の風味や生理機能等の特徴を保持した柿ペースト開発においては、カキ果皮を含むペースト開発が重要と考えられる。カキ果皮を含むカキ果実は、ポリフェノールや β -クリプトキサンチン等の生理活性成分を含み、果皮はカロテノイド色素を多量に含むことから鮮やかなオレンジ色を呈する¹⁶⁾。また、カキ果皮は、国内では食用にとどまらず多面的に利用されている¹⁶⁾。庄内柿からヘタを除いた果実を丸ごと使用し(果皮も含む)、ゼラチン、デキストリン(増粘剤)およびアスコルビン酸(酸化防止剤)を加えて粉碎し、加熱殺菌することで、庄内柿らしい鮮やかなオレンジ色を保つ庄内柿ペーストを調製することが可能であった(図5)。庄内柿ペーストは、 β -クリプトキサンチンを主要成分とするカロテノイドを原料の庄内柿とほぼ同程度含有し(図6)、さらに、柿ペーストに加工することで、没食子酸やスコボレチン等の生理機能が期待される低分子量ポリフェノールが増加することも明らかになった⁷⁾。

庄内柿ペーストの製造技術は、鶴岡市の企業であるJA櫛引農工連に技術移転し、製品化され、庄内柿ペーストを利用した和洋菓子、デザート、麺類等を多数試作開発した。庄内柿ペーストを利用した加工品のなかで、庄内柿ゼリー(商品名：こほり柿)(図5)、どら焼き(商品名：柿まろ)、カステラ(商品名：柿の半熟カステラ)等が商品化されている。特に庄内柿ゼリーは、東京都内の大手デパートのお中元やお歳暮に採用され全国的に販売されるに至った(平成23年)。

4. 長期発酵による柿酢製造と機能性成分、商品開発

通常、果実酢も含めて食酢は、アルコール発酵(約1週間)、酢酸発酵(2~3週間)、熟成期間(1~2ヶ月間)を経て約3~4ヶ月間で製造され、商品として販売される¹⁷⁾。こ

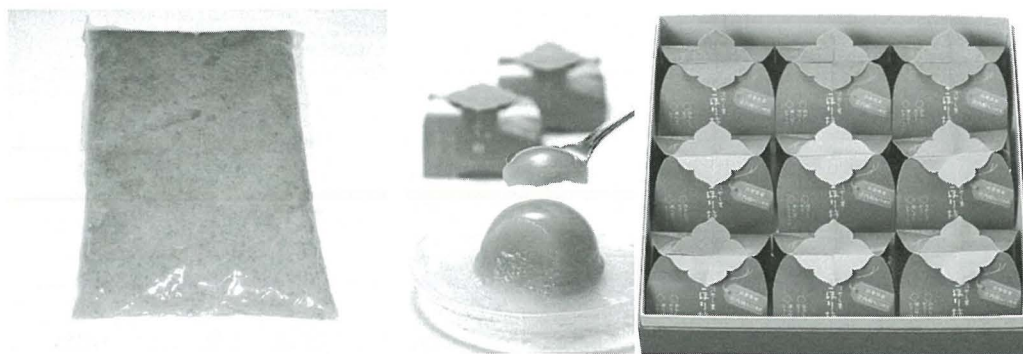


図5 庄内柿ペースト(左)と庄内柿ゼリー(右)

れに対し、山形県酒田市の企業である JA 山形農工連 (図 7) では、庄内柿の渋カキを用いて、蔵付きの微生物を活用し、静置発酵によるアルコール発酵、酢酸発酵、熟成期間を経て、2 年以上の年月をかけて柿酢 (図 7) を製造している。発酵過程に生育する微生物として、次世代シーケンサを使用したメタゲノム解析により菌叢解析を実施した。アルコール発酵期および酢酸発酵終了直後の熟成期における主要な微生物種 (真菌類は除く) の構成比を図 8 に示す。アルコール発酵期と熟成期では菌叢は大きく異なり、柿酢の風味形成には酵母や酢酸菌の他、乳酸菌をはじめとした多くの微生物が関与している可能性が示唆された。さらに CE-TOF/MS (キャピラリ電気泳動-質量分析装置) を使用したメタボローム解析では、有機酸や核酸、アミノ酸等 100 種を超える極性化合物が検出された⁶⁾。特に本企業が長期発酵により製造する柿酢には、他県の企業が製造する柿

酢と比較して GABA やオルニチンといったアミノ酸が比較的多く含まれることを明らかにした。これらのアミノ酸含有量は、柿酢製造過程の醪で特に高い値を示した (図 9)。また、オルニチンは原料の庄内柿にはほとんど含まれないことから、柿酢の製造過程で生産されるものと推察し、製造過程の柿酢醪からアルギニン-オルニチン変換を指標にして、オルニチンの生産に関与する微生物の探索を行った。オルニチンの生産に関わるアルギニン-デイミナーゼ経路は、乳酸菌等に存在する代謝経路であり、アルギニンからアルギニンデイミナーゼによる脱アミノ反応により、シトルリンを生産し、さらに、オルニチンカルバモイルトランスフェラーゼによってオルニチンへと変換する¹⁸⁾。アルギニンを添加した選択培地を用いて集積培養を行い、アルギニンをオルニチンに変換する微生物を分離し、遺伝子レベルで菌種を特定した。柿酢醪中に存在し、アルギニン-オルニチン変換能が強い微生物として、*Staphylococcus epidermidis* を分離した⁶⁾。本菌株は浸透圧耐性が強く、醸造物からもよく分離されている¹⁹⁾。本微生物を、アルギニンとともにアルコール発酵直後の柿酢醪に添加して培養す

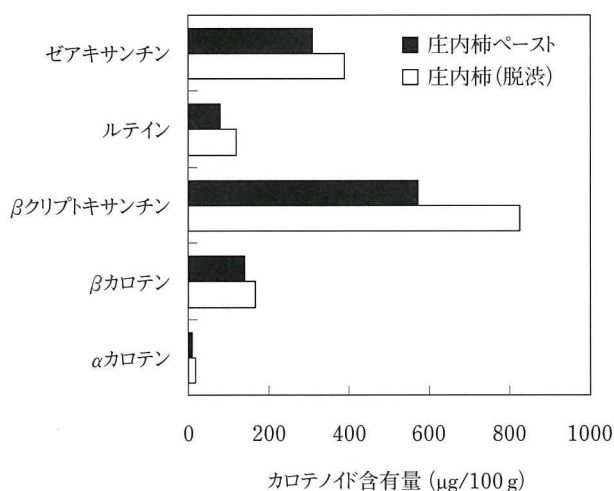


図 6 庄内柿 (果皮付き) と庄内柿ペーストのカロテノイド含有量

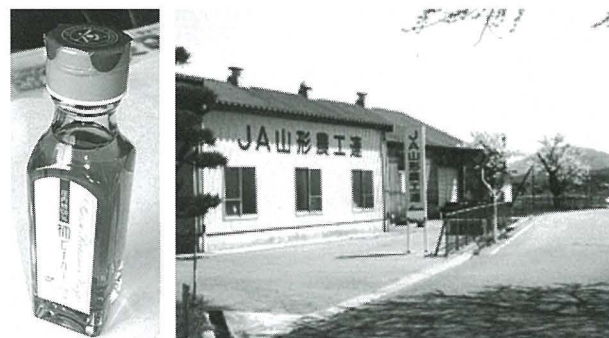


図 7 庄内柿の柿酢と JA 山形農工連 (製造企業)

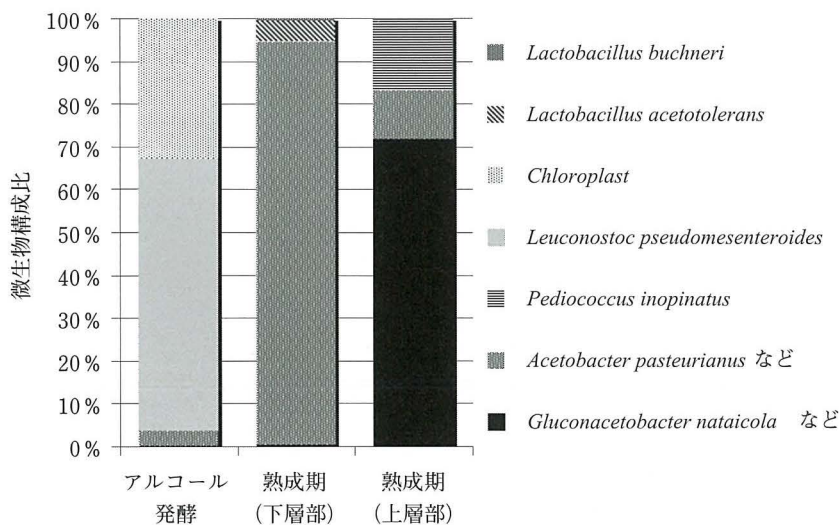


図 8 柿酢製造過程であるアルコール発酵期、酢酸発酵終了直後の熟成期 (上層, 下層) の主要な微生物 (細菌のみ真菌類は含まず) 構成比

ると、柿酢醗酵液中に多量のオルニチンを検出することができた⁶⁾。

一方、近年、健康飲料として様々な果実酢が注目されるようになったものの、柿酢のみでは販売・消費が限られることから、企業と連携し、柿酢を利用した新製品開発を行った。柿酢に山形県の特産果汁をブレンドし、甘味-酸味のバランスのとれた柿酢飲料（庄内柿味、ラ・フランス味、サクランボ味、日本ナシ味）4種を試作開発した（図10）。これら飲料は地元のマスコミにも大きく取り上げられ、開発後、すぐに製品化されるとともに、約2年間で14000本以上販売している。さらに、山形県を代表するイタリアンレストラン（店名：アル・ケッチャーノ）のオーナーシェフである奥田政行氏が企画した柿酢飲料（商品名：イエローマジック・ジュース）（図10）開発を支援した。イエローマ

ジック・ジュースは本県以外に、東京都内の奥田氏のレストラン3店舗で販売されている。これら柿酢飲料の他、柿酢を利用した漬物タレや冷やし中華タレ、ドレッシング、ノンアルコールカクテルも試作開発し、そのほとんどが同企業により商品化されている。

5. おわりに

我々のような地方公設試が実施する研究では、得られた研究成果を地域企業に技術移転、もしくは何らかの形で還元できて、初めて評価されることになるを考える。庄内柿の場合、生産者や加工企業をはじめとして、庄内地域の人々の庄内柿果実に対する思いが強く、研究を開始してから約3年で庄内柿の特徴を活かした多くの加工品群を試作開発し、その一部を商品化することができた。また、庄内柿ペーストや庄内柿の柿酢加工品は、事業成果として、Bio Japan 2011 や FOOD EX JAPAN 2012 および鶴岡市関連のイベントに出展・展示・販売され（図11）、いずれの加工品も高い評価を得た。現在では、年間約20トンの庄内柿規格外果実がペースト等に加工され、50トン以上のカキ果実が柿酢に加工されている。特に、柿酢の売り上げは、柿酢関連商品と合わせて、事業実施前の約2倍以上に増加しており、柿酢は庄内地域を代表する柿加工品の一つとして広く認知されるようになった。これら産学官連携の取組みは微力ながら、庄内柿をめぐる地域経済の振興に役立ったものと考えている。

最後に、本研究を遂行するにあたり、メタボローム解析およびメタゲノム解析を通してご協力いただいた、慶応義塾大学先端生命科学研究科特任准教授、中東憲治博士、及川彰博士に謝意を示す。さらに、加工品の試作開発、製品化に尽力いただいたJA 櫛引農工連佐藤正人氏、JA 山形農工連渡部洋史氏をはじめ、関連企業すべてに感謝の意を表す。

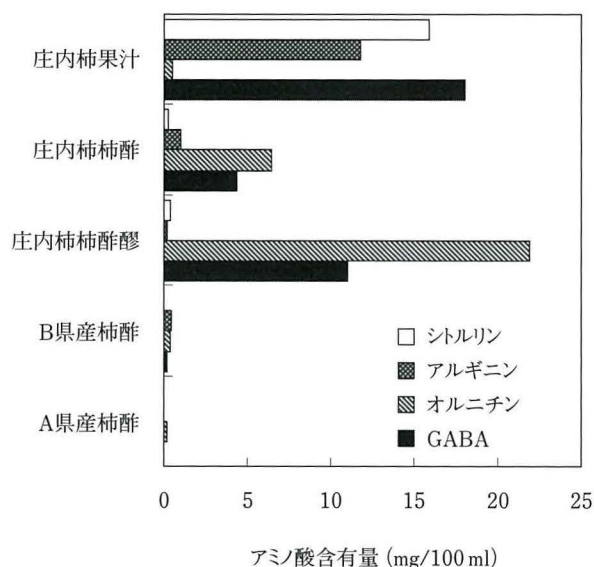


図9 長期発酵により製造される庄内柿柿酢および柿酢醗のアミノ酸（シトルリン、アルギニン、オルニチン、GABA）含有量

庄内柿果汁は県内企業より購入し、他県産柿酢は商社より購入した。

柿酢醗は酢酸発酵終了後に採取した。



図10 山形県産果汁と柿酢をブレンドした柿酢飲料4種と奥田氏提案のイエローマジックジュース
果実酢飲料は左からラフランス味、日本ナシ味、カキ味、サクランボ味



地域イノベーション戦略支援プログラム
研究成果発表会の風景 (マリカ市民ホール)



庄内柿ベストを利用した加工品の一部



FOODEX JAPAN 2012 での出展風景
(幕張メッセ)



Bio Japan 2011 での出展風景
(パシフィコ横浜)

図 11 地域イノベーション戦略支援プログラム (鶴岡庄内エリア) の成果発表

文 献

- 1) 笹川善三, 柿渋の血圧降下作用に関する臨床学的研究, 日本内科学会雑誌, **43**, 858-866 (1955).
- 2) Funayama, S. and Hikino, H., Hypotensive principles of *Diospyros kaki* leaves. *Chem. Pharm. Bull.*, **27**, 2865-2868 (1979).
- 3) Lee, S.O., Chung, S.K. and Lee, I.S., The antidiabetic effect of dietary persimmon (*Diospyros kaki* L. cv. Sangjudungs) peel in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Food Sci.*, **71**, S293-298 (2006).
- 4) Lee, Y.A., Cho, E.J., Tanaka, T. and Yokozawa, T., Inhibition activities of proanthocyanidins from persimmon against oxidative stress and digestive enzymes related to diabetes. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **53**, 287-292 (2007).
- 5) 菅原哲也, 五十嵐喜治, 遠田寿之, 庄内柿 (平核無) のタンニンとフィブロインタンパクによる脱渋効果, 日本食品科学工学会第 58 回大会講演要旨集, p.67, 宮城 (2011).
- 6) 菅原哲也, 及川 彰, 五十嵐喜治, 柿酢の機能性成分とその生産メカニズム, 第 46 回日本栄養・食料学会東北支部大会講演要旨集, IV-15, 山形 (2012).
- 7) 菅原哲也, 地域農産物の特徴を活かした加工品開発と 6 次産業化の取り組み, 2013 年度農業施設学会シンポジウム講演要旨集, pp.8-13, 東京 (2013).
- 8) 菅原哲也, 庄内柿の機能性を活かした食品加工開発と商品開発, 日本食品科学工学会第 60 回記念大会講演要旨集, p. 60, 東京 (2013).
- 9) Liu, C., Kurakane, S., Takita, J., Itano, R., Soga, T., Oikawa, A. and Kiharu, I., Antihypertensive effects of unripe persimmon (*Diospyros kaki* L. cv. Hiratanenashi) fruit and its component in spontaneously hypertensive rats. *Food Sci. Technol. Res.*, **18**, 391-398 (2012).
- 10) 平 智, 松本尚子, 小野未来, 甘ガキおよび渋ガキ果実の発育過程におけるタンニンの蓄積と不溶化, 園芸学会雑誌, **67**, 572-576 (1998).
- 11) 木村 進, 中林敏郎, 加藤博通, 食品の変色の化学, (光琳, 東京), p.129 (1995).
- 12) 平 智, 高林奈美, 樹上脱渋の処理時期と脱渋効果の冷蔵期間がカキ平核無果実の渋もどりに及ぼす影響, 日本食品科学工学会誌, **53**, 580-582 (2006).
- 13) 後藤裕子, 渡部 修, カキ果実の加熱渋もどり抑制技術の開発, 日本食品科学工学会誌, **57**, 220-223 (2010).
- 14) 平尾和子, 五十嵐喜治, シルクフィブロインの特性と食品への利用, 日本調理学会誌, **46**, 54-58 (2013).
- 15) 間宮正光, 食品加工総覧, 第 11 巻 (農山漁村文化協会, 東京), p.182 (2001).
- 16) 平 智, 食品加工総覧, 第 11 巻 (農山漁村文化協会, 東京), pp.170-172 (2001).
- 17) 円谷悦造, 発酵ハンドブック, (共立出版, 東京), pp.599-604 (2002).
- 18) 七谷 圭, 阿部敬悦, 乳酸菌とビフィズス菌のサイエンス, (京都大学学術出版会, 京都), pp.166-167 (2001).
- 19) 好井久雄, 金子安之, 山口和夫, 食品微生物学, (技報堂出版, 東京), pp.37-38 (1982).

引用 URL

- i) http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kazyu/pdf/syukaku_senasi_12.pdf (2014.2.10).
- ii) <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001115710> (2014.2.10).
- iii) <http://www.tsuruokakanko.com/ca05/kaki.html> (2014.2.10).
- iv) <http://www.city.tsuruoka.lg.jp/koho-pdf/pdf110801/110801-2-5.pdf> (2014.2.10).

(平成 26 年 3 月 19 日受理)