

摘果廃棄みかん及び、みかんジュース廃棄物の活用法の検討に関する研究（Ⅰ）

Study on utilization method of discarded Citrus unshiu and Citrus unshiu juice waste (Ⅰ)

小 川 ももこ, 庄 司 豊
Momoko OGAWA, Yutaka SHOJI

1. はじめに

日本では古くからミカン栽培が行われているが、栽培が本格化するのには明治末期以降である。静岡県では、奈良時代以前から伊豆地域でみかんの原果樹である「タチバナ」が自生していた¹が、中国からも柚子や橙などの柑橘が渡来していた。江戸時代には「小みかん」が中国から現熊本県に伝わり、その後紀州有田に移植栽培されたことから、小みかんは「紀州みかん」と呼ばれ全国に流通した。当時のみかんといえば、この紀州みかんが主流であった²。

静岡県でのミカン栽培が始まったのも同時期とされ、駿府城内には家康お手植えと伝えられる「小みかんの樹」が現在も残っている他、1550年頃にはすでに栽培が始められていたとされる³。

現在「みかん」というと「温州みかん」がミカンの代表種であり、前述の「小みかん（紀州みかん）」とは異なる。温州みかんは江戸時代に九州で生まれたことがわかっていたが、長年謎の多いミカンであった。2018年に清水区興津にある「国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹作業研究部門」では、国立遺伝学研究所と共同で温州みかんの全ゲノムの解読を終え、「温州みかんは紀州みかんとクネンボの自然交配により生まれたことを再確認した」と発表した⁴。温州みかんは現在も改良、栽培が行われている日本みかんの代表であり、紀州みかんよりも大玉で味が良く、種が極端に少ない等の特徴を持つ。静岡県では、江戸時代中期に庵原町や岡部町に植えられたのが最初といわれている。大正期になると温州みかんの改良種として、早生温州が生まれ、中生（なかて）、晩生（おくて）の育成が始まった²。近年は極早生品種も多数生まれているが、静岡県は静岡市で生まれた「青島温州」という品種が昭和期から主流生産されている。「青島温州」は糖度が高く、また、冬から春先まで貯蔵が効く優良品種である。

全国のミカン栽培面積は1905年（明治38年）には12,071ha（生産量9万t）、1930年（昭和5年）に28,863ha（生産量32万t）、1945年（昭和20年）に43,317haに拡大した。1905年には和歌山県が全国の栽培面積の34%を占めており、1930年には、和歌山県と静岡県の2県で全国の40%を占めていた。終戦直後には栽培面積は一時減少したが、その後回復し、1960年には63,100haに増加、1973年には73,000haとなり、日本農業の成長部門として位置づけられ、栽培が拡大した。こうした生産地拡大により、ミカンの生産量は1960年には103万t、1975年には367万tとなり、15年間で3.6倍となった。みかん農家総世帯が多い時代には、果実は嗜好品であり、贈答用にもなる貴重なものであったが、産地が拡大し、大量生産、価格暴落、輸入柑橘の自由化、他果実の充実、生産者の高齢化、後

継ぎ不足、消費者志向の多様化、などにより栽培面積、生産量ともに減り続けており⁵、2022年（令和4年）は収穫量68万t、出荷量は約61万tと、最盛期に比べて約1／5量となった。青島温州を含める普通温州みかんの収穫量はそのうち約28万t、出荷量は約24万tであるが、そのうち、静岡県での収穫量は74,000t、出荷量は62,400t⁶と、普通温州の収穫量、収穫量ともに日本一であり、様々な問題を抱えながらも、今もなお、温州みかんは静岡県が誇る特産物とえる。

この温州みかんの栽培過程で、初夏から夏季にかけて生産者は何度か摘果を行う。これは最終的に良い果実を育てるために必要な工程ではあるが、この「摘果みかん」は、ただ地面に廃棄され、摘果の労力は直接的な収入にはならないことが多い。また、樹の下に廃棄された摘果みかんは鳥や獣の餌となり、栽培中のミカンへの被害原因となる。さらに、柑橘類の皮の油胞には油が多いうえ、果実内には酸が多いことから腐敗しにくく、適正な土壌環境を保つことが難しくなるが、現状は労働力がかかるという理由でそのまま土壌に廃棄されていることがほとんどである。

摘果みかんを少なからず活用する方法として、農家では「摘果みかんジュース」が作られていることもあるが、摘果みかんは生育途中であり、酸が強く、皮に渋みも多いため、ジュース以外の適した活用方法や、一般に流通するまでの加工品の開発は少ない。

また、規格外の温州みかんは、12月～2月の期間にジュースとして加工される。このジュースを作る行程では、加熱したミカンを直接圧搾し果汁を得るが、その果汁と同量のみかん廃棄物（外皮および内皮）が出る。

みかんジュースを作っている静岡ミツウロコフーズ株式会社（静岡市清水区興津：旧JAフーズ）では、年間に1800tのミカンを加工し、その残渣（みかんしぼり粕）は900tとなる。これらみかん残渣は、家畜飼料として約740t、液肥化として約10t、その他、エキス化、製剤化として利用されるが、約150tは廃棄物となっている。しかし、飼料化などをする場合、買い手がおり、需要があることが前提であるが、様々な理由から飼料化も難しく、実際は300t（残渣の1／3）が廃棄されているとのことであった。さらに、この廃棄するみかん残渣を処理するために、みかん買取価格の1／2のコストがかかっているという。

ミカンの外皮だけであれば漢方薬や香辛料である陳皮としての活用法があるが、みかんジュース搾汁後のように内皮も一緒にになっている場合は、具体的な活用法が見出されていない。その理由としては、加熱した外皮と内皮の分別が難しく、また、加熱した外皮は加工しにくい、という理由がある。さらに、内果皮は繊維分が多く、食用加工原料としては用途が狭く限られている。また、堆肥として使用するためには果皮の精油分が多く土壌負担となる、という理由や、バイオエタノールにするためにはコストや敷地などの課題もある。

本研究では、これら廃棄みかんの活用法について、まずは食卓レベルでの活用法について考えて行き、廃棄、環境、経済、地域活性、SDGsなどについてより良い事象を検討していく。

例えば、同じ静岡の特産物であるメロンの場合、「摘果メロン」は食用として5月頃に市場に出回っている。摘果みかんについても、食卓で気軽に使えるようなレシピなどについて考案したいと考えており、まずは柑橘類を使用した食卓でよく食されるポン酢、柚子辛子、柚子味噌、ドレッシ

ング、リカー、ジャムなどを参考に、適した調理法や加工方法を検討していく。

また、摘果みかんや、ジュース廃棄物を直接食べたり、液体にしたりするのではなく、乾燥粉末などに加工し、これを用いた調味料や、新たな製品を作るための活用ができないかを検討したいと考えた。

本研究によって、今まで廃棄されていたものが資源となった場合、環境、経済、地域活性、SDGsに貢献できる。また、全国で唯一の取り組み方法が発見できた場合、ミカンの生産量の回復にも微力ながら繋がれば良いと考える。

Key Words：食・農・連携・みかん・SDGs

2. 研究の概要

・7月に摘果みかんをJAしみず柑橘共選場より譲渡していただき、7月～9月頃には摘果みかんを使った料理レシピの考案や試作を行なった。

・10月～12月は静岡ミツウロコフーズ株式会社から昨年度のみかんジュース廃棄物の凍結サンプルを譲渡していただき、それを参考にしながら今年度のみかんジュース廃棄物の活用法について検討した。

・12月～2023年3月には、新たなみかんジュース廃棄物を譲渡していただき、これを使って乾燥みかん粉末などを作成し、その活用法を検討する。

・料理の作成には、本学科の学生有志（食物栄養学科が主体のサークル、楓キッチンのメンバーなど）に参加してもらった。

3. 結果

（1）．食卓レベルでの活用法

7月から数回に渡り時期の異なる摘果みかんを使用し、まずは、家庭レベルでの活用方法を学生と共に検討した。

7月に摘果したミカンは外皮が硬く、中果皮やじょうのうが厚く（＝ゆえに機能性成分であるヘスペリジンも多いのだが）、砂じょう部が未熟で液汁が少ない。また、外皮には完熟果に比べ、テルペン油（テルペン含有）が多く、皮を食した場合独特の香りと痺れがある。それらが故に、可食や加工には不向きである。

このように、果実が果物としては食用できないが、独特の香り、渋み、酸味を生かした用法を検討した結果、摘果が夏で暑い時期でもあったため、アルコールや清涼飲料に合わせてみることとなった。

作り方としては、グラスやカップに摘果みかんを半割し入れ、そこにクラッシュドアイス、シロップ、ミントを加え、ノンアルコールのドリンクとした。試飲は8名で行ったが、爽やかな独特の芳

香で飲料の清涼感が増し、また、小さい果実がゴロゴロと飲料に入ることで見目のインパクトもある、という感想があった。今回、アルコールは使用していないが、アルコールを加え、ミントジュレップやモヒートとしても良さそうである。飲食店やイベント等で提供した場合、新しい地域食材、郷土料理としての良い宣伝効果や話題性があるのではないか、という手応えを感じた。協力いただいた企業や、県内飲食店と今後協議し、販売の実現化に繋がりたいと考える。



写真1
試作した摘果みかンドリンク

9月に摘果されたミカンについては、酸味が強く、じょうのうがやや厚いが、生食できるレベルであり、これをもとに、家庭でも作ることの容易なジャム、ゼリー、シロップ漬け、ポン酢などを試作した。ジャムに関しては2パターンの作り方をを行った。ひとつは既存で販売されているような果皮を使用せず、砂じょう部のみを利用したジャムタイプ。もうひとつは、果皮も使用したマーマレードタイプである。適期のミカンに比べ糖度が低く果皮が厚い（ペクチンは多い）ため、通常のみかんジャムのように果皮を入れずに作った場合、それなりの量を作るためには大量の摘果みかんの中身が必要になり、糖度が低いため砂糖の使用量も多くなった。また、長時間の加熱も必要となったため、家庭レベルで作るには摘果みかんジャムはあまり大衆向けではないと考えた。ただし、食味は良く、色もきれいな不透明の黄色を保ったジャムとなった。もうひとつのマーマレードタイプは、硬い果皮を刻む作業に時間と労力がかかることが欠点であった。ペクチンが多いため、作成後は冷めると容易にゲル化し、透明性のあるゲルの中に刻んだ青い果皮が瓶から透けて見え美しい見映えとなった。ただし、果皮の色は元の緑色よりは酸や熱が原因で退色していた。家庭でできる対策としては、クロロフィルは銅と結合することにより銅クロロフィルとなり退色しにくくなるため、銅鍋で加熱する、ということもできるが、銅鍋での頻繁な調理は銅の過剰摂取のリスクもあるため、大量に頻繁に摂取することは推奨しない。ジャムスタイルとマーマレードスタイルを総合的に比較した場合、それぞれのデメリットがあり、両者とも、イチゴジャムなどに比べると手技がかかるため、家庭で多くの者が作るか、ということについては疑問であった。

ポン酢については、材料の比率を変えた何種類かのポン酢を試作した。出来上がったポン酢は鍋、かけだれ、和え物などいろいろな料理に使用でき、活用の幅が広く、家庭でも容易に作ることができるため、活用の可能性はあると感じた。しかし、柚子やカボスなどといった香酸柑橘類を使用し

たポン酢に比べると香りは弱いことが弱点であった。

また、みかん缶詰のようなシロップ漬けも試作してみたが、一般的なシロップ漬けに使用される完熟みかんに比べ、未熟果の砂じょう部は脆いため、じょうのうを溶解するための水酸化ナトリウム濃度で砂じょうがばらけてしまうということが起き、シロップ漬けは不向きであると感じた。ただし、他県では早い時期に摘果したカボスを丸ごとシロップ漬けにした商品があり、茶懷石料理などに使用されていることもあるため、果皮を除かず丸ごとシロップ漬けにすることも今後検討したい。

摘果みかんについては、今後もヘスペリジン等の機能性の強みを含め、活用のメニューを広げて試作をしていく。また、いずれの摘果みかんも農薬に関して不明な点があり、散布後の可食可能時期が不明であるため、調査を続行したい。



写真 2

サークルメンバーが試作した「ジャム、ゼリー、マーマレード、シロップ漬け、ポン酢、オレンジット」

（２）．ジュース廃棄物の活用

ミカンジュース廃棄物（静岡ミツウロコフーズ株式会社提供）に関しては、共同研究者庄司氏の提案により料理のソースとしての活用を検討した。庄司氏は以前研究員としてアメリカに在住していたことがあり、現地では揚げた鶏肉にオレンジソースをまぶした「オレンジチキン」がポピュラーであり、良く食べられていたとのことであった。サークル「楓キッチン」のメンバーに協力してもらい、ジュース廃棄物でみかんソースを作り、「みかんチキン」として試作したところ、甘酸っぱいソースがからむことにより食味がプラスされ、鶏肉の臭みも感じにくくなり、パサつきが抑えられ食べやすい印象を受けた。日本でも、幼稚園や保育園の給食メニューには、焼いた鶏肉にマーマレードを和える料理があり、甘酸っぱい味が子どもには受けが良い。今回のミカンジュース廃棄物を使用したソースも、子どもや、肉をあまり食べない高齢者にも適している印象を受けた。また、今流行りの「味変」のソースとしても使用できそうである。ただし、現在、肉食（素材から調理）を行う家庭は昔に比べ減り続けているため、家庭で使用しやすい半調理食品や、出来上がった惣菜として販売することを検討したほうが良い印象を受けた。



写真 3

サークルメンバーが試作した「みかんチキン」

上記以外に、みかんジュースの廃棄物であるパルプ（搾り粕）と、完全に廃棄される予定であった残渣分を別々に凍結乾燥機（EYELA FDM-1000 トラップ冷却温度 -45°C 除湿量 1 L/回 冷凍機・冷媒 出力400W・HFC）にかけ、パウダー状にした。

パルプ分には主に外皮の色素成分、香気成分、砂じょう部の酸味成分などが残っているため、パウダー状にしても色が鮮やかであり、食用として十分活用できるレベルであったが、残渣分は色、風味とも薄く、食用には不適であると感じた。

いずれにせよ、凍結乾燥させたものは非常に吸湿しやすく、紫外線や酸化により退色、変質するため、保管に注意が必要であった。また、実験レベルで使用した凍結乾燥機では微量にしか製造できず、ある程度のパウダーを作るまでには数日間の時間を要した。

パルプ分のパウダー化は適正な状態を保てば保存の適がある。あらゆるものに混捏または利用しやすくなるため、活用の幅が広がることが予想できた。食用としての色素付与以外にも外皮に多く含まれる機能性成分を生かした商品づくりに大いに活用できる（実際に既にあらゆる研究機関や企業でいろいろな研究が行われている）。ヘスペリジンやナリンギンにはがん細胞のアポトーシス誘導作用や脂質代謝改善、抗炎症作用などが報告されている⁷し、 β -クリプトキサンチンには骨組織へのカルシウム量増加からの骨石灰化増進⁸や、がんの疾病低減作用も報告されている。精油成分のテルペン類には神経鎮静化⁹なども報告がある。これらの機能性成分は砂じょう部よりも外果皮に多いため、みかんパルプパウダーとして混捏、摂取しやすい形状や機能性食品とすることでの利用価値は大いにあると感じる。

ただし、それらを商品化するためには、企業と連携し、今後も利用法の検討、成分確認及び比較等を行う必要性がある。



写真 4

凍結乾燥させたパルプ分（左）と残渣（右）

摘果廃棄みかん及び、みかんジュース廃棄物の活用法の検討に関する研究（Ⅰ）

現在、サークル「楓キッチン」では、引き続きパルプ粉末の研究を行っている。凍結乾燥粉末の工程は外部企業に委託し、その利用や活用、地域への紹介などの活動を行っている最中である。今後もより良い活用方法の検討を継続し、商品化にこぎつけ、農や地域の活性化に寄与すべく活動を続けていきたい。

最後に、本研究を進めるにあたりご協力いただきましたJAしみず柑橘共選場の皆様、静岡ミッウロコフーズ株式会社の皆様、サークル「楓キッチン」のメンバーに厚く御礼を申し上げます。

参考

- 1 清水 徳朗, 長倉 建治, 奥田 薫樹, 稲木 博文, 奥田 勇, 遠藤 重由. 「静岡県沼津市戸田の自生タチバナ群落の多様性解析とその維持機構の推定」. Horticultural research (Japan). 2020, 19巻, 2号, p.141-149.
- 2 御前明良. JAありた. 有田みかんデータベース. 「紀州有田みかんの起源と発達史The Origin and the Development-Process of "Kishu Arida Mikan (Arida Mandarin)"」. 2014. <http://www.mikan.gr.jp/report/kigen.html>.
- 3 北島 宣. 「カンキツの多様化と類縁関係ー日本のカンキツのルーツを探るー」. 京大農場報告. 2014. 23号. p.13-17.
- 4 藤井浩, 太田智, 野中圭介, 片寄裕一, 松本敏美, 遠藤朋子, 吉岡照高, 大村三男, 島田武彦. 「Parental diagnosis of satsuma mandarin (Citrus unshiu Marc.) revealed by nuclear and cytoplasmic markers (核および細胞質マーカーによるウンシュウミカン (Citrus unshiu Marc.) の親子鑑定)」. Breeding Science (2016) doi:10.1270/jsbbs.16060.
- 5 清水徹朗. 「みかんの需給動向とみかん農業の課題」. 農林金融. 2002. 第55巻第8号通巻678号. p.2-23.
- 6 農林水産省統計「令和4年産みかんの結果面積、収穫量及び出荷量」農林水産省大臣官房統計部
- 7 Asghar Ghorbani, Maryam Nazari, Mahmood Jeddi-Tehrani, Hamid Zand. 「The citrus flavonoid hesperidin induces p53 and inhibits NF- κ B activation in order to trigger apoptosis in NALM-6 cells: involvement of PPAR γ -dependent mechanism」. European journal of nutrition. 2012, Feb01 Vol. 51 issue (1).
- 8 杉浦 実. 「国産柑橘類に多い β -クリプトキサンチンの生体調節機能と機能性表示食品への展開」. 園芸学研究. 2023, 22巻, 1号, p.1-10.
- 9 T Gurgel do Vale, E Couto Furtado, J G Santos Jr, G S B Viana. 「Central effects of citral, myrcene and limonene, constituents of essential oil chemotypes from Lippia alba (Mill.) n.e. Brown」. Phytomedicine. 2002, Volume 9, Issue 8, p.709-714.

