

課題 1 1 ナルトオレンジの栽培再興と食品への利用

■研究目的

ナルトオレンジは江戸時代末期に淡路島の洲本市由良付近で発祥した淡路島の固有種であり、世界でも淡路島でしか栽培されていない非常に貴重な柑橘である。かつては高級柑橘として全国的に流通していたが、担い手不足などにより現在では栽培面積が減少し、絶滅の危機にさらされている。また、現存する果樹園においても周辺環境の悪化や害獣による食害などの問題が未着手のままである。このような状況からナルトオレンジを守り、将来の品種育成につなげることを目的に、本課題ではナルトオレンジの遺伝資源の保護のため苗木生産技術の習得と生産拡大を目的とした 1) 苗木生産、2) 加工品価値を高める機能性成分の解析および 3) 加工品の開発など六次産業化における喫緊の課題に取り組み、ナルトオレンジ生産量（消費量）拡大と、それによる地域農産業と加工業の発展可能性について、地元と連携し研究すると共に、大学のブランドを高める。

■平成 29 年度の達成目標

- 1) ナルトオレンジの生産量拡大のために、新規に栽培を開始または果樹園の拡大を検討している一般の方や生産農家が一定数おり、移植するための苗木を新しく作製し、分配する必要がある。そこで、今年度はナルトオレンジの苗木を 100 本生産し、次年度以降も同程度の生産量拡大を見越して、苗木の生産体制を構築する。
- 2) 加工品としての付加価値を見出すために、大学構内に移植した成木から、2 月頃収穫して HPLC を用いて果実中に含まれる機能性成分を評価する。そして、液体クロマトを使った分析技術を教育するため、3 年生を主体に試料の調製、抽出および濃縮、分離、測定などの基本的な分析に必要な知識と技術を身につけさせを経験させ、次年度以降の研究を持続するための体制をつくる。
- 3) ナルトオレンジは果皮中に特有の香気成分を含み、生食よりも果皮の加工品として利用されるものが生産量の 9 割にもものぼる柑橘の中でも珍しい果実である。そのため、果汁は利用されずに廃棄されており、生産者や加工業者からも新しい利用方法などの加工品開発の要望が多い。今年度は果汁の新規の活用方法を開発し、その中で優良なレシピを飲食店に提供する。

■平成 29 年度研究方法

- 1) ナルトオレンジの繁殖には一般的な柑橘同様、カラタチの木を苗木の台木として生産される。ナルトオレンジ農家や技術普及センターに確認したところ、この繁殖技術が残っている苗木生産農家が 2 件しかない。そこで、大学内に管理している成木を穂木として、比較的隣で気候条件が似ている徳島県にある苗木生産農家森出精果園に出張してカラタチに接木して苗木を生産する。そして、次年度以降も苗木の生産を持続するために、カラタチの栽培や移植時期などの連絡を密にした体制づくりについて話し合う。
- 2) 2018 年 2 月頃に構内の成木から果実を収穫し、果皮中の β -クリプトキサンチンやヘスペリジンといった、機能性が指摘されているキサントフィルやフラ

ポノイドの同定と定量をHPLCを用いて評価する。

3) ナルトオレンジ果汁を用いて、ゼリーやプリン、アイスクリームなどの加工品を開発し、飲食店にレシピを提供し、大学が地域と連携して活発に活動していることをアピールする。

■平成 29 年度研究成果

1) 2017 年 8 月に徳島の森出精果園に穂木を持参して、繁殖技術を直接森出精果園方に指導して頂き、森出精果園の畑で栽培しているカラタチにナルトオレンジの芽を腹接ぎによる芽接ぎ方法によって行い (図 1)、苗木 100 本の生産に成功した。作製した苗木を構内への一時移植は 3 月頃を計画していたが、2 月頃に徳島県を襲った大雪による影響で苗木が移植に耐えうる状態ではなく、今年度中の大学構内への移植は断念した。



図 1. 苗木用のカラタチ畑

次年度に、苗木取得希望者へ随時森出精果園から直接移植することにした。また、来年度の苗木生産用のカラタチ栽培も合わせて依頼し、移植時期頃に苗木の生産が決定した。

2) 2016 年に構内に淡路市から放棄園から購入し移植したおよそ 70 年ものの成木に平成 29 年度はじめて結実し、それを 2 月頃収穫してこれを試料とした。【試料調製】果実は果皮と果汁に分け、果皮をミルサー (800DG、Iwatani) に入れて均等に粉碎後、 β -クリプトキサンチンの分析では乾燥前の試料を用い、ヘスペリジンの分析では凍結乾燥機 (FDU-1200、東京理化工械) で試料を乾燥させた。 β -クリプトキサンチンは 2,6-Di-*tert*-butyl-4-methylphenol 溶液を抽出溶媒として、試料から抽出した。またこの時、無水硫酸ナトリウムを供して脱水を行った。抽出液に水酸化カリウム水溶液を加え、70°C で 30 分間加熱した。暗褐色に変色した溶液に塩化ナトリウム水溶液と 2-プロパノール、*n*-ヘキサン-酢酸エチル (9 : 1) を加えて、攪拌後上層のみナス型フラスコに回収し、減圧蒸留によって濃縮した。濃縮液は窒素ガスを穏やかに吹き付け乾固した。アセトンに再溶解し、0.45 μ m のメンブレンフィルターを用いてろ過し、測定サンプルとした。Hesperidin 分析では乾燥したものを DMSO とメタノールを 1 : 1 で混合した溶液

を抽出溶媒として、一晚溶液につけて抽出した。抽出液は、0.45 μ m のメンブレンフィルターでろ過し測定サンプルとした。

【HPLC】測定サンプルは、HPLC (Chromaster、Hitachi) を使い、表 1 の条件でそれぞれ分析した。

表 1. HPLC 測定条件

| | β -クリプトキサンチン | ヘスペリジン |
|------------------|--|--|
| Column | YMC Carotenoid /3 μ m | YMC-Pack Pro C18/S-5 μ m/12nm |
| Column size | 150 \times 4.6 mmI.D. | 150 \times 4.6 mmI.D. |
| Eleunt | 0.005% Ascorbic acid in Methanol/chloroform (= 96/4) | Acetonitrile/10 mM Phosphate Buffer solution (20/80) |
| Temperature | Ambient | Ambient |
| Flow Rate | 1.4 ml/min | 1.0 ml/min |
| Injection Volume | 10 μ l | 1 μ l |
| Detection | 450 nm | 280 nm |
| RT | 6.0 min | 9.7 min |

β -クリプトキサンチンとヘスペリジンの保持時間はそれぞれ 6.0 min と 9.7 min であった (図 3、図 4)。

成分の同定は標準品と比較することで行い、定量は標準品のピーク面積から検量線を作成して算出した。【結果】その結果、 β -クリプトキサンチンは果皮中に新鮮重あたり 1.63 mg/100g 含まれており、ヘスペリジンは 12.94 mg/100g 含まれていた。 β -クリプトキサンチンは高含有で有名な温州みかんの果汁中に 2.0 mg/100g 含まれており (文部科学省食品成分データベース)、それと比較して少ないが、ナルトオレンジの果皮中には β -クリプトキサンチンが同程度含まれていることが明らかになった。

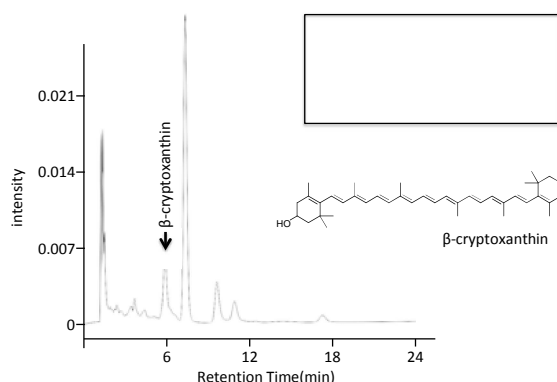


図 3. β -クリプトキサンチンのクロマト

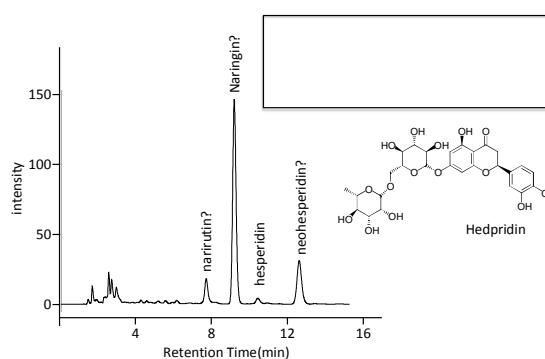


図 4. ヘスペリジンのクロマト

また、ヘスペリジンの分析では、ナリルチンやナリンギン、ネオヘスペリジンなども含まれている可能性が示唆され、果皮を主に消費する柑橘であるナルトオレンジの加工品としての新しい機能性としての価値が明らかになった。29 年度時に 3 人の学生に分析技術全般を指導し、次年度にゼミに入ってくる学生に対して、技術を引き継ぐ土台を構築した。

3) 淡路市志筑や洲本市由良からナルトオレンジ生産農家より果実を購入し、食品加工サークルの有志によってゼリーやプリン果汁を主に用いた加工品製作を試みた。しかし、果汁の酸味性が高く、固形化が困難であり内部に酢が混入することから、視覚的に製品化に向けておらず、これらのレシピは断念した。次に牛乳を混ぜ込んで冷やしたアイスクリームと果汁と砂糖水を混ぜたジェラートを試作した (図 5)。当初は、ナルトオレンジの特徴である酸味と口当たりの粘性の調整、魅力的な香りを活かした配合に困窮したが、本学の学生および教職員による試食を行い、美味しいと評価が高かったものを、洲本市五色鮎原西のパラーと淡路市長澤のカフェでそれぞれ学生たちがアイスクリームメーカーを持参して、当日収穫した果実を加工して、アイスクリームと氷菓を飲食店で提供した (図 6)。この学生が作ったアイスは地元で評判で、2018 年 3 月下旬には関西テレビ「報道ランナー (3 月 30 日放映)」の取材があり、本研究の取り組みが紹

介された。



図 5. ジェラート（氷菓）



図 6. アイスクリームとジェラートの商品を持った学生とナルトオレンジ

■平成 29 年度の達成目標の状況

- 1) 生産量が激減し、苗木生産もほとんどされず繁殖技術の記録がない中、持続的な生産に向けて苗木を 100 本生産することに成功した。苗木の移植準備ができたことで、本年度の目標は達成された。また、今後苗木を作っていく上で必要な繁殖技術を大学で記録することができ、その情報を大学ホームページ (<http://orange.kiui.ac.jp>) に掲載し、その技術を多くの人たちに広めることができた。このサイトを見て、苗木が欲しいという問い合わせがあり、次年度一部の苗木を提供する予定である。
- 2) 機能性が注目されている β -クリプトキサンチンやビタミン P として発見され最近血管の柔軟性保持などその効果が注目されているヘスペリジンの同定と定量ができた。さらに、他のフラボノイドが含有している可能性も示唆でき、果皮の加工が盛んなナルトオレンジの付加価値向上に貢献した。
- 3) レシピの開発を通し、ナルトオレンジの新しい食べ方を提案し、廃棄されてきた果汁の活用方法が見つかった。そして、此のことで本取り組みが広く関心を集めつつあり、生産農家の意欲向上、加工産業の活性化に結びついており、本年度の目標は達成された。

■最終目標の達成見込み

本学で保存・維持されている成木から採取した穂木を、徳島の森出精果園で台木に接ぎ木してもらい、継続的に苗木を生産する。また、本取り組みは次年度から県民局が中心となって淡路島の産官学民金が連携して「ナルトオレンジ復活プロジェクト」を立ち上げ、ナルトオレンジを島内外に大きく PR していく。さらに生産農家の生産意欲を向上し、新規栽培希望者を広く集めることで、生産した苗木の移植先を確保することができ、生産量の拡大に結びつく。アイスクリームや氷菓といった加工品のレシピが完成したことで、大学ブランド製品の販売は達成できる。今後、果実に含まれる機能成分の同定および定量を

進め、その機能を明らかにすることで、付加価値を見出していく。アイスは冷凍保存に貯蔵・販売方法からその品質維持や保存性がすぐれており、島内外に広く大学ブランドを販売することが可能となり、ブランド力を高めるのに適した製品である。最終年度までに、アイスクリームまたは氷菓（ジェラート）の製品化をすることで、最終目標は達成できる。

■研究成果の発表

なし