

第18卷 第1号(令和3年10月30日)

ISSN 1349-5488

# YACON

特定非営利活動法人日本ヤーコン協会会報



18  
2021

## 巻 頭 言

特定非営利活動法人日本ヤーコン協会理事長 月橋輝男

会員の皆様には、日頃より本協会の活動のためにご尽力いただき、有難く厚くお礼申し上げます。

本年も各地で台風などの災害により、被害を受けられたところが多かったようですが御地は如何だったでしょうか。被害にあわれた方には心からお見舞い申し上げます。また、災害で不幸にして亡くなられた方には心からご冥福をお祈りいたします。

さて、ここに懸案になっておりました会報「第18巻第1号」をお届けできる運びとなりました。第17巻第1号から今回までの間が空き、皆様には大変ご迷惑をおかけいたしました。今後は定期的に発行できるよう努力してまいります。

皆様からのご意見や地域の情報等のご投稿を頂き、更に充実した会報にしたいと思っております。会員各位のご協力をお願い致します。

昨年は、新型コロナウイルスの感染拡大の影響を受け、総会・サミット等も開けず活動がかなり停滞しました。今年も活動が困難な状況が続いていますが、一日も早く元の状況に戻ることを願っています。

会員の皆様のヤーコン商品を更に広く全国に普及していただくことを願い、「JYA 推奨シール」の価額の見直しをいたしました。協会のポスターと併せてご活用頂きたいと思えます。



## ヤーコン生産者の試み

—ヤーコン中のフラクトオリゴ糖レベルの測定：薄層クロマトグラフィー（TLC）を使用して—

千葉県船橋市 飯島農園 是永 博

## 1. 目的

ヤーコン栽培中や収穫後にヤーコン塊根中のフラクトオリゴ糖（FOS）の含量が変動することを知ったため、ヤーコン中の FOS 分子種やそれらのレベル（おおよその含量）を生産者の立場でも測定できる方法が必要と考えた。そこで、専門的な研究機器を使用せず、ヤーコン中の FOS レベルを半日常的に測定する方法として、液体クロマトグラフィーの一種「薄層クロマトグラフィー（TLC）」に着目し、その実用性を検討する。

## 2. 材料、試薬、方法

1) TLC 固定相：シリカゲル 60（メルク社製、幅：5cm、長さ：10 または 20cm）

2) TLC 移動相：1-ブタノール-酢酸-水 = 8 : 3 : 2 (v/v) など

3) FOS 標準品：「フラクトオリゴ糖」（日本オリゴ社製）

この製品は、おおよそグルコース（G）：シュークロース（GF<sub>1</sub>）：1-kestose（GF<sub>2</sub>）：ニストース（GF<sub>3</sub>）：フラクトシルニストース（GF<sub>4</sub>） = 20 : 10 : 20 : 20 : 3（重量比、残り水分：約 30）で、フラクトース（F）と GF<sub>5</sub> は微量、かつ GF<sub>6</sub> 以上はほぼ存在しない。ただし、ロットによりこの比率は変動する（メーカーからの情報）。

4) GF<sub>1</sub> 標準品：家庭用砂糖

5) 糖度測定：ポケット糖度計 PAL-1（アタゴ社製）

6) ヤーコン搾汁の調製：収穫後フリーザーまたは冷蔵庫保存した「アンデスの乙女」の塊根（それぞれ 12 月 17 日および 12 月 5 日収穫）から搾汁を調製し、それを 10 倍に希釈して TLC に使用した（測定：2019 年 1 月 3 日）。

7) 呈色操作：パラアニスアルデヒド溶液（東京化成社製）を TLC プレートに噴霧し、このプレートをホットプレートで加熱（100℃前後）した。

## 3. 結果および考察

## 1) FOS 標品の TLC

FOS 標品の分離性について検討したところ、1-ブタノールを含んだ移動相が有用であることが分かり、GF<sub>1</sub> を同時展開してその位置を確認した後、発現した 5 つのスポットそれぞれを単糖（G または F：この溶媒系では G と F は分離しない）、GF<sub>1</sub>、GF<sub>2</sub>、GF<sub>3</sub>、および GF<sub>4</sub> に同定（TLC 的に）できた。各 FOS はメーカーの情報とほぼ矛盾しない、および GF<sub>1</sub> は添加量を反映したスポット強度で分離された。

## 2) ヤーコン搾汁の TLC

ヤーコンの搾汁（アンデスの乙女、フリーザー保存）の分析を実施したところ、単糖か

ら GF<sub>4</sub> までは FOS 標準品と同一位置にスポットが認められたが、標準品とは異なり GF<sub>5</sub> 以上の重合度が大きい FOS の存在も認められた。

### 3) 保存法の異なるヤーコン搾汁の TLC

フリーザーおよび冷蔵庫保存のヤーコン搾汁の糖度を測定したところ、それぞれの Brix% は 13.1 および 15.3 であった。これらを TLC 分析をしたところ、少なくとも単糖、およびメジャーな FOS 分子種の呈色強度に変動があった。

そこで、マイナーで重合度が大きい FOS も含めて詳細に分析する目的で、TCL のプレートの長さを 2 倍の 20cm、サンプル量も 2 倍にして同様に比較分析した。その結果、糖度 13.1 の場合は GF<sub>2</sub>、GF<sub>3</sub>、GF<sub>4</sub> および GF<sub>5</sub> スポットの発色が強く、糖度 15.3 ではこれらの発色が弱くなり、単糖が最も強く呈色した。また、オリゴ糖と言われる範疇の 9~10 糖の微量スポットまでが比較的明瞭に観察され、糖度 15.3 ではこれらの部分を含めて、FOS 分子種全体の呈色強度が弱くなっている傾向にあった。

以上より、長さ 20cm のプレートではより高精度で FOS 分子種が分析ができることが分かった。したがって、迅速性を求める場合は 10cm の (所要時間: 1.5 時間程度)、より詳細に分析したい場合は 20cm のプレート (所要時間: 6 時間程度) を採用することが適当と言える。

## 4. 結論

今回検討した TLC はヤーコン中の FOS レベルを分析できる、専門的な研究機器を使用しない、有用な方法である。ヤーコン栽培法および保存法の検討や加工品の品質管理などに活用が期待される。

## 5. 今後の課題

- 1) 各種サンプルの分析データの蓄積
- 2) TLC 移動相の検討
  - ① グルコース (G) とフラクトース (F) の分離を含めた FOS の一斉分析
  - ② 所要時間の短縮化
- 3) 加工品の分析

## 収穫後の貯蔵条件がヤーコン塊根中のフラクトオリゴ糖に及ぼす影響

奈良井（金山）朝子

（日本獣医生命科学大学 応用生命科学部 食品科学科 農産食品学教室 准教授）

南米アンデス高地原産のヤーコン (*Smallanthus sonchifolius*) はキク科の多年草植物で、地上丈1~2mの莖葉部、地下器官の塊茎と塊根から成る。日本では晩秋から初冬に塊根を収穫して食用イモとして利用する。塊根の見た目はサツマイモによく似ているが、水分が多くみずみずしい肉質で、炭水化物としてはデンプンをほとんど含まない代わりにフルクトース（果糖）、グルコース（ぶどう糖）、スクロース（しょ糖）、そしてイヌリンフラクトオリゴ糖（fructooligosaccharide: FOS）を豊富に含むという特徴がある。FOS はフルクトースとグルコースから成る難消化性オリゴ糖で、低カロリー甘味料としての用途があるだけでなく、これを資化する腸内有用菌のビフィズス菌群の増殖を促して腸内環境を改善するプレバイオティクス素材としても注目されている。

多くの植物は、光合成器官である葉から地下器官へ転流してくるスクロースを細胞壁、細胞質、液胞に存在するインベルターゼ（invertase: INV）によってフルクトースとグルコースに分解し、糖質代謝を介したエネルギー産生や貯蔵デンプンの合成などに利用する。ヤーコンやこれと同じくキク科植物のキクイモは、スクロースを基質として貯蔵糖のFOSやイヌリンを合成する性質をもつ。地上部が枯れた後や、地上部から切り離し収穫された塊根では、スクロースの転流が途絶えるため、細胞の生命活動に必要なエネルギー獲得を貯蔵糖の分解に頼ることになる。実際にヤーコン塊根の収穫後は、家庭用冷蔵庫内で低温保存してもFOSが著しく減少する。これには塊根内のフルクタン加水分解酵素（fructan 1-exohydrolase: 1-FEH）が関わっており、分解産物であるフルクトースが顕著に増加する。収穫直後および保存中の塊根には1-FEHの活性だけでなく、FOS合成系酵素（sucrose: sucrose 1-fructosyltransferase: 1-SST、fructan:fructan 1-fructosyltransferase: 1-FFT）の活性も検出される。これらの酵素活性を測定したところ、収穫直後に比べて保存中の塊根では1-SSTや1-FFTの活性が低く、FOSの分解が優先的に進むことが示唆された。

ヤーコンの原産地が冷涼なアンデス高地であることから、ヤーコンの塊根は低温順応性が高く、一般的な低温保存条件では細胞の代謝活性が低下しないものと考えられた。青果物の代謝活性を低下させる手段としては低温の他に減圧貯蔵や低酸素・高二酸化炭素濃度下でのCA貯蔵（controlled atmosphere storage）といったガス環境調節が知られている。ヤーコン塊根の場合、皮が薄く水分含量が高いため、高二酸化炭素濃度による炭酸ガス障害が懸念される。また、CA貯蔵は高度なガス調節装置・設備を整えて青果素材それぞれに最適な温度とガス組成を検討しなくてはならず、実用的な導入はリンゴにとどまっている。極度の減圧貯蔵も、強固な耐圧構造を有する特殊貯蔵庫を要して簡便とは言いがた

く、塊根の乾燥・萎れや嫌気呼吸を介した腐敗が懸念された。そこで、演者らは0.7気圧の保冷室を内蔵した市販の冷凍冷蔵庫を用いて穏やかな減圧貯蔵試験をおこなった。塊根は湿度を保つためポリエチレン製の袋に入れ、通気孔が確保されるように軽く口を縛った状態で日立冷凍冷蔵庫R-S45XM（2007年製）の通常気圧（1気圧=101325Pa）の保冷室または0.7気圧（=70928Pa）の密閉間接冷却式減圧室（いずれの室内とも4°Cに調整）にて1ヶ月間、ドア開閉をしないで貯蔵した。その結果、常圧または減圧貯蔵した塊根の間で外観と肉質の色に明らかな差異は観察されなかった。糖質については、常圧貯蔵の塊根はスクロースと重合度3~9のFOSが著しく減少すると同時にフルクトースとグルコースの増加が認められた。これに対し、減圧貯蔵の塊根ではその変化が顕著に抑制されていた。併せて、塊根中のFOS減少に関わる酵素の活性を測定したところ、1-FEHは収穫直後と常圧貯蔵後で同等の活性を示していたが減圧貯蔵後は活性が著しく低下していた。INVの活性は減圧貯蔵後に検出限界近くまで低下しており、INV依存性の糖質代謝が抑制されていることが示唆された。このことから、ヤーコン塊根の低温減圧貯蔵は1-FEH、INVという内在性の糖質代謝関連酵素の作用を抑制し、FOS含量の保持に極めて有効であることがわかった。今後もヤーコンの普及とその有効活用に向けて、FOS含量を長期間維持できるヤーコン塊根の保存ならびに加工条件を生化学的かつ酵素利用の観点から検討していく。

## ヤーコンの6次化

令和2年2月16日

つくばヤーコン株式会社

石島 繁

今村奈良臣氏（東京大学、農業経済学者、1994年）が6次産業を初めて提唱しました。ヤーコンの6次化は、栽培（1次産業）、加工（2次産業）、販売（3次産業）となります。この工程の1次+2次+3次で6次産業化と呼ばれます。メリットとしてブランド化、直接販売、レストラン経営、菓子製造など自前の農産物を使用して行えます。

今回の発表では、6次化する為のヤーコンの栽培方法、収穫時期、加工する為の設備と加工品、販売先の選定とPRの仕方について等、私見を発表いたします。

〈栽培（1次産業）〉塊茎(種イモ)の定植と塊根(食用イモ)の収穫で機械導入による農業作業時間の節約（コストを抑える）写真-1は従来の定植、写真-2は定植機械を使用しての定植です。



写真-1

写真-2

作業人数と作業時間の短縮になります。

〈収穫〉従来はスコップをもって掘り起こしを行っていましたが現在では、ヤーコン塊根堀機械の導入で作業時間の短縮が達成されました。

〈塊根・塊茎の保存〉塊茎の保存はトラック用保冷库(10 t)を利用しています。写真-3、写真-4



写真-3



写真-4

2月現在の塊茎(写真-3)と室内(写真-4)です。写真-4 天井には多くの水滴がついています。適度な湿気と温度が保持されていると考えられます。

塊根(食用イモ)の保存は、塊根をポリプロピレン袋に入れ冷蔵庫温度(7℃)で保存する。塊根(食用イモ)の通年販売が究極の保存になります。

また、ヤーコンの機能性を考慮した収穫時期があります。(図-1)

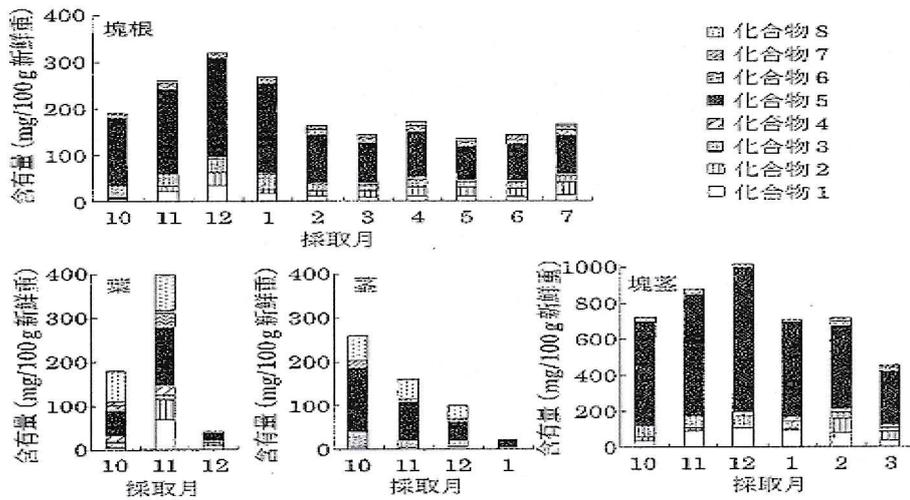


図5 ヤーコンの各部位におけるポリフェノール化合物の含有量の変化 (n=2-4)  
化合物1-8の構造と名称は図1を参照。

図-1 収穫時期の違いによるヤーコンの各部位のポリフェノール含有量について (竹中真紀子氏提供)

〈加工(2次産業)〉加工品には、ヤーコンの機能性を活かした乾燥、搾液、冷凍、総菜等があります。また、それぞれに加工設備と製造許可証

が必要となります。

〈乾燥〉乾燥には、ヤーコン茶と乾燥チップ・パウダー及び干し芋があります。

ヤーコン茶の設備①茎葉の洗浄所②茎葉の切断機③乾燥機④粉砕機  
⑤微粉末充填機⑥シーラー

乾燥チップ①塊根洗浄機②スライサー③乾燥機④シーラー

パウダー ①塊根洗浄機②スライサー③乾燥機④粉砕機⑤シーラー

干し芋 ①塊根洗浄機②蒸器③乾燥機④真空パック機

〈搾液〉ヤーコンジュース・ヤーコンシロップ

ヤーコンジュース①塊根洗浄機②冷凍庫③搾り機④加熱処理機⑤充填機

ヤーコンシロップ①塊根洗浄機②冷凍庫③搾り機④加熱処理機⑤充填機

〈冷凍保存〉・〈総菜〉については会場にて発表します。

〈販売（3次産業）〉自社店舗販売、卸売、インターネット販売などが考えられます。

栽培、加工と進み製品ができいよいよ販売となりますが知名度が無いヤーコン製品に必要なのは売れるパッケージと知名度を上げる宣伝(PR)です。

当社は最初につくば市及び茨城県の物産会に所属し物産会のパンフレットに会社と製品のPRからスタートしました。

ここで重要なのは地元での知名度を上げることに力を注いで下さい。直売場や卸専門業者、地元スーパー、百貨店、ふるさと納税品等に売り込みをします。その時ヤーコンの機能性を十分訴えて下さい。

その他、新聞や雑誌、TV放送などに便乗できるようにアンテナを張ることも重要です。

## 第13回 全国ヤーコンサミット in 野々市

文責 月 橋 輝 男

表記サミットは平成30年12月1～2日に行われた。

1日には、およそ100名の参加を得て、13時30分より富奥防災コミュニティーセンターで講演会と試食会が行なわれ、2日には見学会が行なわれた。

講演会では、

1 基調報告として、美人FOOD研究家 菊池代緒恵氏が「最強のスーパーフードでナチュラルエイジング&ビューティーライフ」で講演された。

一般社団法人日本スーパーフード協会資料によると、生はちみつやウコンなどとともにヤーコンもスーパーフードの一つに掲載されている。

健康志向は、年齢別を問わず高いが、特に30～40代で高かった。一方、家庭料理などの手作り志向は20～30代の若い層で低い傾向がみられた。

マーケティングにおいて大きな存在となるのがやはり20～30代になることに配慮する必要がある。従って、料理離れ世代には生の利用の普及は難しいので、生の普及の概念から離れる必要がある。

20～34歳代の女性に気に入られる食品は①低カロリーで高い栄養価のもの、②組み合わせや食べ方が自在であること、③オシャレ感などが挙げられる。ヤーコンも食材としてそのことを考える必要がある。

美しくあるためには腸をきれいにしておく必要がある。

2 石川県立大学 東村泰希准教授 「健康な大腸をヤーコンで」

腸、特に大腸には膨大な数の腸内細菌が生息しており、健康状態と深くかかわっており、腸内細菌叢の異常は大腸がんのみでなく糖尿病・動脈硬化・悪性腫瘍といった生活習慣病、うつや多発性硬化症などの神経疾患など多くの発病と深くかかわっている。

炎症性腸疾患は、近年急激に増加しているが、食習慣の乱れによる腸機能の異常が一因と考えられる。そこで炎症性腸疾患について詳しく調べることにした。

マウスにデキストラン硫酸ナトリウム(大腸炎を誘発する薬)にヤーコンの粉末を混合した飼料を与えることにより大腸炎発症を抑える効果が認められた。ヤーコンに含まれるフラクトオリゴ糖の効果と考えられる。

フラクトオリゴ糖の含有量は栽培状況によっても変わってくると考えられるので、今後は地域に密着して、フラクトオリゴ糖の濃度や大腸炎抑制効果を顕在化させるための条件検討、水溶性成分のみを用いた機能性検証、免疫細胞や腸内細菌叢に対する影響を解析したい。

3 石川県立翠星高等学校 安川三和教諭 「ヤーコンの魅力と SUISET=FACTORY」の

## 取り組み

食品科学研究会では、6次産業化支援を目的に地域の食材を生かした加工品の研究開発・製造販売・技術支援を行っている。平成25年度より野々市特産のヤーコンの研究に取り組んでいる。

ヤーコンの粕漬けを開発して冷凍保存方法を確立し、「ヤーこんにちは寿司 彗星」を開発した。

糖度54.65度のヤーコン100%のジャムを開発した。

ヤーコンコンポーネンとして(砂糖煮)として冷凍法保存を確立し、1年中スイーツが作れるようになった。

## 4 金沢工業大学 松本恵子講師他 金沢工業大学 「ヤーコンプロジェクト」の取組

金沢工業大学では、平成25年に文部科学省の「知(地)の拠点整備事業」(COC事業)に採択された。平成27年度地域志向教育研究プロジェクト推進事業「機能性食品による地域ブランド力向上および食育推進プロジェクト ～ヤーこんにちは!野々市&白山～」ならびに同28年度「地域特産物を活用した機能性食品開発プロジェクト ～ヤーこんなに健康に～」は同大学COC事業の一環として学内選定されたもので、地元の特産品であるヤーコンのブランド化を目指し、地域・行政・大学が協働し、その現状把握や課題解決に向けて取り組んでいる。

学生、教職員、地域住民、企業が一体となって、地域社会の人たちがお互いに必要な知識や技能を与えあい、共同と共創による知恵の生産を行う「場」の形成に取り組む「工学アカデミアの形成」を地域とともに目指している。参加学生には「正課学習+課外学習」による地域の課題にチャレンジする学習環境を提供している。

ヤーコンは食物繊維やフラクトオリゴ糖、ポリフェノールを含み、高い機能性を有し、健康の維持増進効果を期待できる機能性野菜と知られているが、一般に野菜の機能性は、品種、気象条件、栽培手法、収穫時期により変動するすが、野々市産のヤーコンの食品機能性についての変動要因は特定されていない。そこで本プロジェクトでは、本学と野々市市やJAのいち、地域企業、生産農家、地域住民、近隣の高校や大学と連携し、野々市生産ヤーコンのブランド化を目指した。参加学生は定期的な勉強会やヤーコンの食品機能性に関する成分分析、消費拡大を図るための加工食品の開発企画、PRのための講演会などを行った。

今後は野々市産ヤーコンのブランド力の強化に向けて野々市産ヤーコンに見いだされる食品機能性に関する優位性を示す必要がある。そこで石川県立大学と協力しマウス等を用いてヤーコンによる消化器疾患の予防効果の検証を行う

また、本地域をヤーコンの有力産地とするために、企業の農業参入や農業経営の法人化の推進を含め、環境整備や後継者の円滑な確保が重要であり、今後は農場・食品加工、流通・消費の各現場を巻き込んだ技術開発に切り替える。

なお現在は一例として葉面散布剤の活用によるヤーコンの品質。機能性の向上にも取り

組んでいる。

#### 5 金沢工業大学 地域連携による企画力養成プログラム (学生：山本昌史、水上貴裕) 「ヤーコンプロジェクトの活動紹介」

バイオ系中心の学生プロジェクトで、24名で構成されている。ヤーコンに関しては6年前から活動を開始した。

食育活動を通じて地域住民の健康増進、地域のヤーコン生産者や販売業者の増大、食育活動や商品企画体験に伴う地域との交流を行った。

具体的な今年度の活動予定は、1、Tomiche や料理教室などの継続 2、イオン御軽塚SCでの試食会&販売会 3、チャンピオンカレーに合うヤーコントッピングの試食会&審査 4、地域プロジェクトデザイン(野々市市、あやめ町内会)である。

#### 試食会

講演会の間に2回の休憩時間を取り、野々市市学校給食センターの栄養士さんによるヤーコン料理の試食会が行なわれた。

ヤーコンドレッシングマリネ、ヤーコンもち、ヤーコンぎょうぎ、ヤーコンアップルパイ、ヤーコンカップケーキ、ヤーコン白玉入りココナッツミルクなどが紹介され、美味しく試食させてもらった。

#### オプションツアー

2日には、人数は少なかったが有意義な見学会が行なわれた。

石川県立大学を車窓からながめたのち、「ののいち椿館」で椿を見学したが、椿の品種は7000種以上もあるとのことその多さに驚いた。次いで「学びの杜ののいちカレッジ」を見学した。図書館と公民館施設を兼ね備えた近代的な施設で機能的で利便性が高く、当日も多くの利用者が訪れていた。最後に「金沢工業大学」の扇が丘キャンパスでライブラリーセンターを見学した。12階建ての工学系専門図書館で蔵書数は56万冊とのことであった。昔のドーナツ盤のレコードが聞けたことが印象的であった。