

リンゴの可能性を追求する

生物資源科学部 生物生産学科 1年 伊東幸親
日野佑香
天野顕史
安武詩織

アグリビジネス学科 1年 齋藤颯太
櫻井瑛介
佐藤結衣

指導教員 生物資源科学部 生物生産学科 准教授 櫻井健二

はじめに

近年、「クッキングアップル」と呼ばれるリンゴが注目されている。これは生食よりも調理をすることで美味しくなるとされている。リンゴを調理するというとアップルパイなどが代表的なものであるが、生食とこのような調理したものでは甘みや香りが異なり、品種ごとにその味わいがある。調理による変化を科学的に解明していくことを目的とし、リンゴの秘めたる可能性について追究した。

材料および方法

供試リンゴ品種は、
‘ブレンハイム・オレンジ’、‘スパータン’、‘サマーランド’（いづなアップルミュージアムから譲渡された）、‘ブラムリー’（インターネットで購入）、‘紅玉’、‘紅の夢’（株たかえんから購入）、‘ふじ’の7品種を用いた。写真は左からこの順である。

写真1 供試リンゴ品種一覧



加熱前と加熱後で以下の4項目について測定した。材料の調整方法として、リンゴ果実を半分にし、それぞれを加熱前と加熱後とし、リンゴ果実3個分をまとめて、1サンプルとした。すりおろしたのちガーゼでろ過した果汁を1, 2, 3で、すりおろしたものを4で用いて、加熱前後3サンプル合計6サンプルを供試した。加熱方法は半分にしたリンゴを電子レンジ「JM-17D」700wで2分程度行い、品種に応じて加熱前と比べて全体的に色が変化した程度に加熱時間を調節した。

1. 糖度測定：デジタル糖度計 PR-1（アタゴ社）を用いて糖度（BRIX）を測定した。
2. 酸度測定：中和滴定で酸度を測定し、リンゴ酸換算で表示した。
3. 有機酸測定：HPLC によってクエン酸とリンゴ酸の濃度を測定した。使用したカラムは「GL Sciences Inertsil ODS-3,5 μ m,150 \times 4.6 mm i.d.」、溶媒を 20 mM H₃PO₄、流速を 0.5 mL/min、カラムオープンの温度を 37 $^{\circ}$ C、検出波長を 220 nm で行った。
4. 香気成分測定：集気びんに入れカラムに 30 分吸着させた。その後 GC-MS で香気成分を検出した。カラムは、「Agilent Technologies DB-5ms 30 m \times 0.25 mm i.d, 膜厚 0.25 μ m」、カラムオープンの温度は 50 $^{\circ}$ C で 3 分維持したのち 1 分毎に 10 $^{\circ}$ C 上昇させて 290 $^{\circ}$ C にし、5 分維持した。注入口と検出器のイオン源の温度はともに 250 $^{\circ}$ C であった。

結果および考察

<糖度> (図1)

すべての供試品種で加熱前よりも加熱後の糖度が高くなった。なお、‘ブラムリー’では有意な差はみられなかった。糖度が低い品種は‘ブラムリー’（前 10.52、後 11.69）で、高い品種は‘ブレンハイム・オレンジ’（前 14.70、後 18.46）であった。加熱後の上昇の割合では、‘紅の夢’が少なく、‘ふじ’は加熱後に 4.13 上昇し、最も大きくなった。

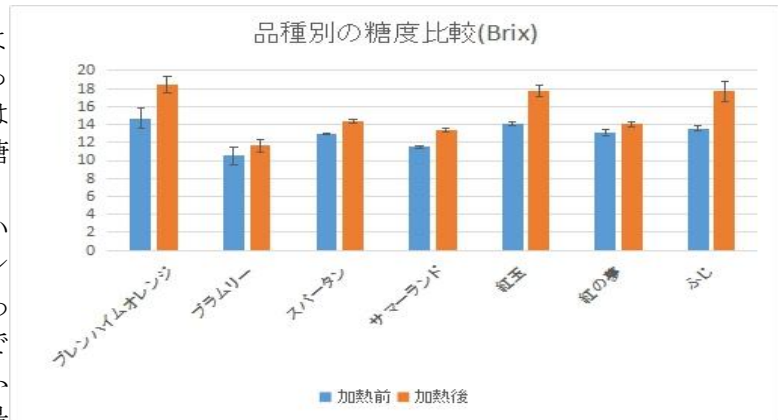


図1 品種別加熱前後の糖度(Brix)

<酸度> (図2)

酸度が低い品種は‘ふじ’（前 0.17、後 0.26）で、高い品種は‘ブラムリー’（前 0.95、後 1.00）であった。加熱後、‘紅玉’は 0.19 減少し、他の品種は加熱後上昇した。

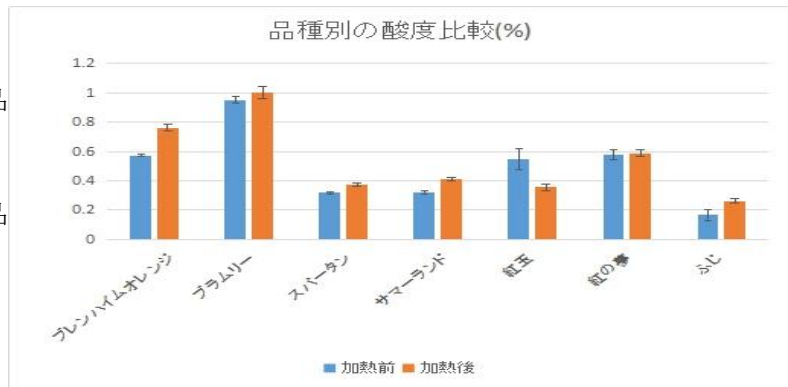


図2 品種別加熱前後の酸度(%)

<HPLC> (図3および図4)

クエン酸では特徴的な結果が見られなかったため、リンゴ酸の結果のみ示した。‘ブレンハイム・オレンジ’、‘スパータン’、‘サマーランド’、‘紅玉’、‘ふじ’は加熱後にリンゴ酸濃度が上昇した。‘ブラムリー’および‘紅の夢’では有意な差はみられなかった。

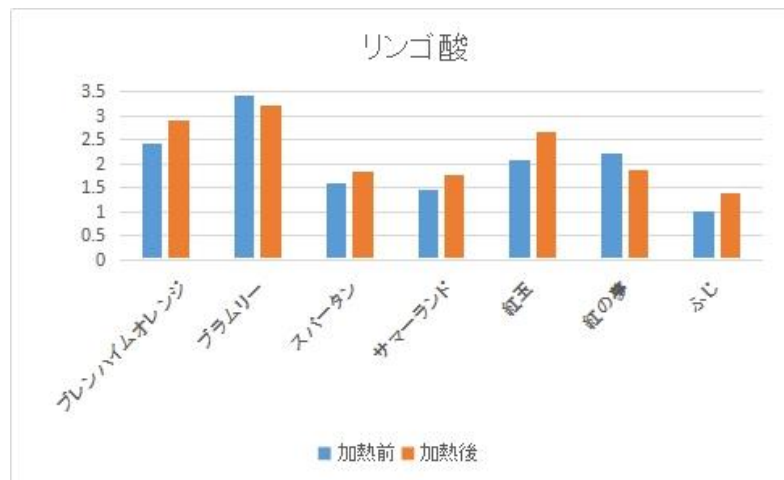


図3 ふじ加熱前のリンゴ酸濃度を1とした品種別加熱前後の相対値

<GC-MS> (表 1、2 および図 5)

品種ごとに検出された香気成分を表1に記した。各香気成分の特長を表2に記した。成分の種類が一番少ないものは‘ブレンハイム・オレンジ’の二種類で、多いものは‘スパータン’の7種類である。7品種の中で最も多く検出された成分は α -ファーネセンで、2メチル 1 ブタノールは‘ふじ’のみで検出された。ほとんどの成分は加熱後に濃度が減少、または失われた。スパータンの 1-ヘキサノールのみ加熱後に濃度が上昇した。

一例として、加熱前後の紅の夢の香気成分の分析結果を図 5 に示した。検出されたピークの分子量をデータベースと照合し成分を特定した。

表 1 品種ごとの香気成分一覧

		ブレンハイム	プラムリー	スパータン	サマーランド	紅玉	紅の夢	ふじ
1	2メチル1ブタノール							●
2	1-ブチルアセテート					●	●	●
1	エチル-2メチルブタノール		●	●	●			
1	E2ヘキセナール					●	●	
1	1-ヘキサノール	●	●	●	●	●		
2	2-メチルブチアセテート					●	●	●
2	エチルヘキサノエート			●	●			
2	1ヘキシルアセテート			●		●	●	●
1	4-テルピネオール		●					
2	1-ヘキシルブチレート			●	●			
2	1-ヘキシルヘキサノエート			●	●			
3	α ファーネセン	●	●	●	●	●	●	

1: アルコールをもつ 2: エステルをもつ 3: どちらでもない

表 2 各香気成分の特長ⁱ

2メチル1ブタノール	ペパーミント、ショウノウ
1-ブチルアセテート	バナナのような甘い芳香
エチル-2メチルブタノール	ペパーミント、ショウノウ
E2ヘキセナール	芝を刈った後、青草臭
1-ヘキサノール	芝を刈った後、葉的フルーティ香
2-メチルブチアセテート	果実臭、フルーツフレーバー
エチルヘキサノエート	ややフローラルなフルーティ香
1ヘキシルアセテート	果物系
4-テルピネオール	ライラック
1-ヘキシルブチレート	果物系
1-ヘキシルヘキサノエート	葉
α ファーネセン	青りんご臭

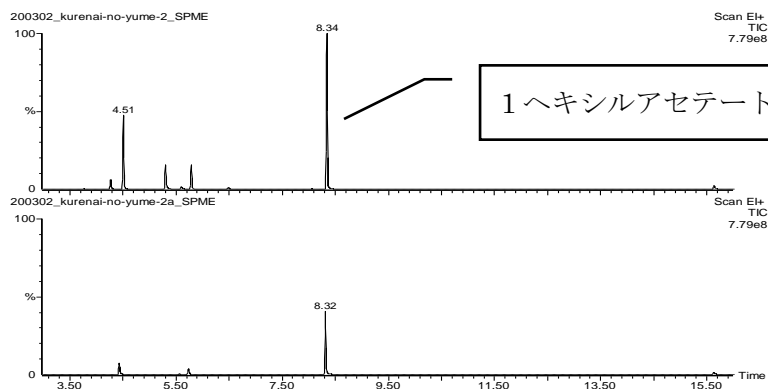


図 4 加熱前(上)加熱後(下)の GC クロマトグラム

香気成分については、検出された成分が品種間で共通しているものがあった。‘スパータン’および‘サマーランド’では、ほぼ同じ香気成分が検出された（エチル-2-メチルブタノール、1-ヘキサノール、エチルヘキサノエート、1-ヘキシルブチレート、1-ヘキシルヘキサノエート、 α -ファーンセセン）。また、‘紅玉’および‘紅の夢’についても類似した傾向であった（1-ブチルアセテート、E2-ヘキセナール、2-メチルブチアセテート、1-ヘキシルアセテート、 α -ファーンセセン）。‘紅の夢’の種子親は‘紅玉’であることからⁱⁱ、親子で香気成分が類似することが示唆された。そこで、‘スパータン’および‘サマーランド’の両親に着目すると、‘スパータン’は Mcintosh×Yellow Newtown Pippin で、‘サマーランド’は Mcintosh×Golden Delicious であるⁱⁱⁱ。両品種の種子親には‘Mcintosh’が共通していたことから、両品種に共通した香気成分と親品種である‘Mcintosh’との関連性も示唆された。

香気成分の特長によると α -ファーンセセンは青りんご臭を持つ。全ての供試品種のうち‘ふじ’以外の 6 品種にこれが検出された。また、1-ブタノールは‘ふじ’のみで検出されたことから、‘ふじ’は特徴的な香気成分であることがわかった。

検出された成分はアルコールを持つもの、エステルを持つもの、どちらでもないものの 3 種類に分類できる。これに着目すると、ブルムリーの持つ成分のうち α -ファーンセセン以外は全てアルコールをもつことになる。このような各香気成分の特性は品種ごとの香りの違いに影響していることが考えられる。

<まとめ>

クッキングアップルと呼ばれる品種を主に供試材料として、糖度や酸度、有機酸や香気成分濃度を調べた。それぞれの試験項目の結果には品種ごとに違いがあった。例えば、ほとんどの品種が加熱後に糖度が上昇していた。また、リンゴ酸については加熱後に上昇する品種とそうでない品種があった。香気成分は 12 種類の成分が検出され、品種によって検出された香気成分の種類は異なっていた。香気成分が共通している品種があり、香気成分は親子間での関係性がみられた。

以上の結果から、品種ごとの味わいの違いや加熱調理による味わいの違いは、加熱前後での香りや甘みなどの成分の変化が食味の違いに関係していることが考えられた。

<参考文献>

- i 日本香料工業会 <http://www.jffma-jp.org/about/science.html>
- ii 弘前大学農学生命科学部附属生物共生教育研究センター
<http://nature.cc.hirosaki-u.ac.jp/kurenainoyume/about.html>
- iii リンゴ品種大観（吉田義雄編著、1986）