

茨城県常陸太田市ブランドぶどう品種「常陸青龍」の基礎的研究

佐藤 直稀[†], 石田 美羽[†], 菊池 彩香[†], 添田 ヒカル[†], 小林 颯太[†], 國府田 宏輔^{†*}[†]茨城県立太田西山高等学校 自然科学部 〒313-0007 茨城県常陸太田市新宿町 210

(2020年11月10日 受付; 2020年11月12日 受理)

Abstract

私たちは「巨峰」を元に品種改良された「常陸青龍」に着目した。常陸青龍は、常陸太田ぶどう部会によって、平成16年に「常陸青龍」として品種登録されたブランドぶどうである。常陸青龍は、生物学的な特徴に関する報告が少なく、これを明らかにすることを目的とした。まず、常陸青龍と巨峰、安芸クイーン、シャインマスカットの長径・短径、質量、pH、糖度を比較検討した。長径や短径、質量に関して、常陸青龍は、巨峰に比べて大きいことが明らかとなった。また、糖度とpHの測定結果をもとに、甘味と酸味の相対評価を行った結果、様々な品種における甘味、酸味にはそれぞれの品種ごとの特徴の幅があり、各品種に味の多様性があるという非常に興味深い結果が得られた。さらに常陸青龍と巨峰の機能性（アントシアニン含有量、ポリフェノール濃度、抗酸化活性）を比較検討した。その結果、実際に食べる部分である果実部については、常陸青龍と巨峰の機能性は、同程度であった。

Introduction

常陸青龍は、常陸太田ぶどう部会によって、平成16年に「常陸青龍」として品種登録されたブランドぶどうである。常陸太田市でぶどう園を営んでいた本多勇吉氏が、「巨峰」の種をまき、新たな品種づくりに挑戦しました。まいた種からは、親である巨峰と異なる明るい“もえぎ色”のぶどうが実る⁽¹⁾。

ブドウの果実に見られる紫色は、主にアントシアニン色素によるものである。アントシアニンは、ブドウの他、リンゴ、ブルーベリーなどの果物や、赤～紫～青の花の色素成分である。一方、ブドウの渋味成分であるタンニンは、プロアントシアニジンとも呼ばれ、アントシアニンと似た構造の成分（カテキン類）がいくつかつなげたような構造をしている。アントシアニンやタンニンのような構造をもった化合物はフラボノイドと呼ばれ、ワインブームの時に話題になったポリフェノールの一種である。これらの成分は、植物の中で共通の経路で作られる⁽²⁾。

ぶどうの種類によりアントシアニン、ポリフェノール、フラボノイド、スチルベン化合物の含有量に大きな違いがあるが明確になっている。色の濃いブドウはポリフェノール含有量が高いこと、色の薄いぶどうはポリフェノール含有量が低いことがポリフェノールの一種であるスチルベン化合物を多く含むことが明確になっている。ポリフェノールは栽培時の温度変化および乾燥度（乾燥ストレス）により影響され、レスベラトロールは植物では防御化合物として働き動物に強い作用を持つと推定されることからさらに詳細な分析が必要であると言われている⁽³⁾。

私たちは「巨峰」を元に品種改良された「常陸青龍」に着目した。常陸青龍は、生物学的な特徴に関する報告が少なく、これを明らかにすることを目的とした。今回、常陸青龍と巨峰、安芸クイーンの長径・短径、質量、pH、糖度を比較検討し、さらに常陸青龍と巨峰のアントシアニン含有量、ポリフェノール濃度、抗酸化活性を比較検討した。その結果、興味深いことに、様々な品種における糖度、酸味にはそれぞれの品種ごとの特徴の幅があることがわかった。また、常陸青龍と巨峰において、健康効果に関わるポリフェノール濃度や抗酸化活性については、実際に食べる部分である果実部では、同程度ことがわかった。これらのことから、普段の生食では、常陸青龍も巨峰も同様と言える。

Results

長径・短径・質量の測定

常陸青龍の特徴を比較検討するためのコントロール試料としては、次の品種を選択した。常陸青龍の品種改良前の品種である巨峰、常陸青龍とは異なる品種の安芸クイーンおよびシャインマスカットとした。ブドウはすべてJA常陸ぶどう部会に提供していただいた。自家受粉で5/2に開花し、ハウス栽培したブドウ果実を次の日程で回収した。7/16（開花後76日後）、7/23（83日後）、8/6（97日後）、8/15（106日後、収穫日）。ただし、シャインマスカットは7/23(83日後)の回収は行わなかったためno dataとした。

まずは、常陸青龍の大きさや質量などの物理的な特徴を明らかにした。ノギスを用いて長径、短径を、電子天秤を用いて果実全体の質量を測定した。サンプル数は同じ木の枝から得られた1房中のn=9(粒)とし、統計処理にはt検定を用いた。図中に示される記号は、

*: $p < 0.01$, **: $p < 0.05$, ***: $p > 0.05$ として示した。

* Corresponding author. e-mail address: kouda.kousuke.research@

***** = gmail.com

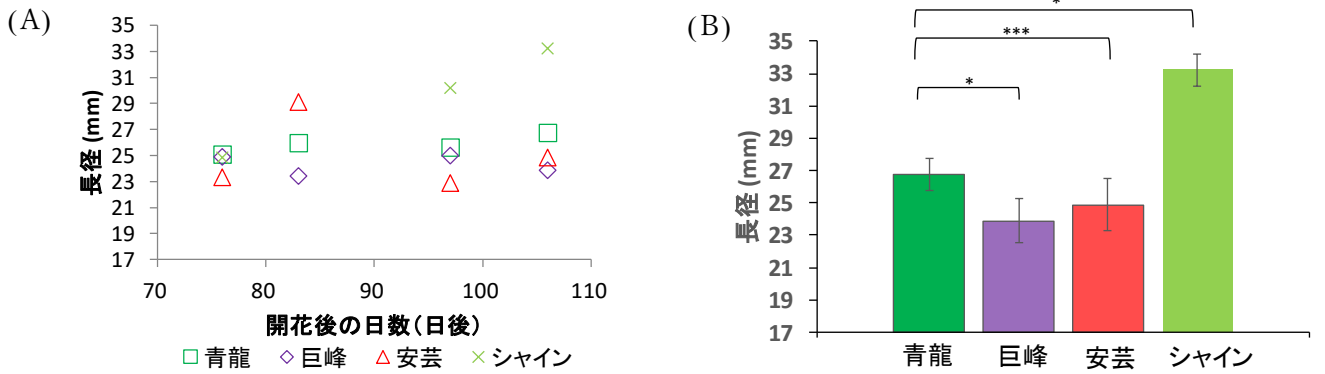


Fig. 1 各品種の果実1粒の長径の比較

各成長段階ごとの長径の変化(A), 収穫時の各品種の長径の比較(B)

サンプル数は同じ木の枝から得られた1房中のn=9(粒)とし, 統計処理にはt検定を用いた。図中に示される記号は, *: p<0.01, **: p<0.05, ***: p>0.05として示した。

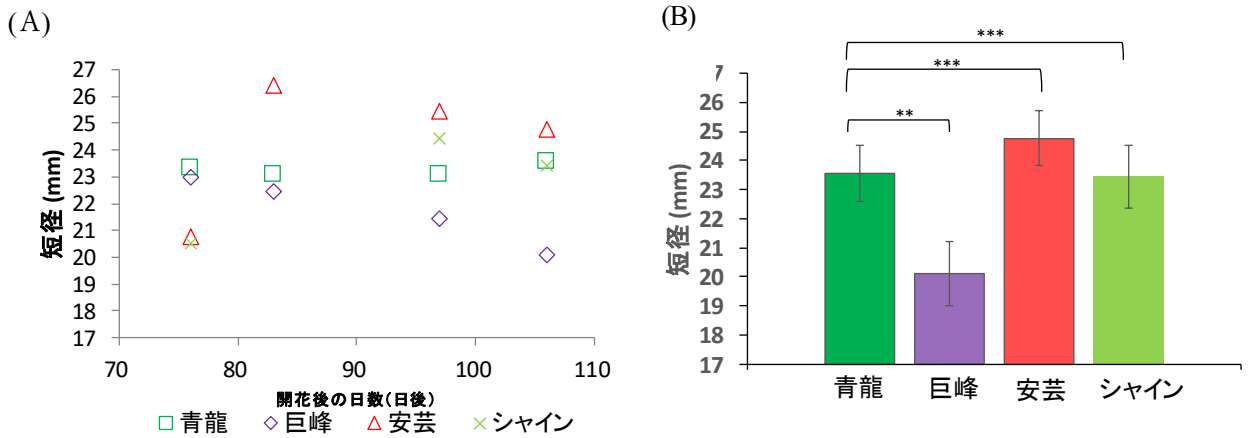


Fig. 2 各品種の果実1粒の短径の比較

各成長段階ごとの短径の変化(A), 収穫時の各品種の短径の比較(B)

サンプル数は同じ木の枝から得られた1房中のn=9(粒)とし, 統計処理にはt検定を用いた。図中に示される記号は, *: p<0.01, **: p<0.05, ***: p>0.05として示した。

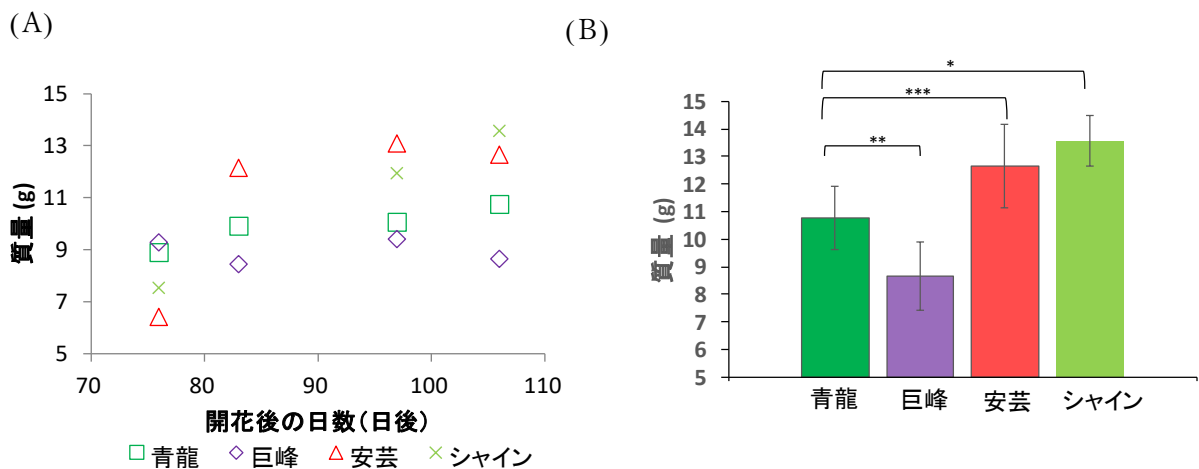


Fig. 3 各品種の果実1粒の質量の比較

各成長段階ごとの質量の変化(A), 収穫時の各品種の質量の比較(B)

サンプル数は同じ木の枝から得られた1房中のn=9(粒)とし, 統計処理にはt検定を用いた。図中に示される記号は, *: p<0.01, **: p<0.05, ***: p>0.05として示した。

長径, 短径は, いずれの品種も大きな成長は見られなかった(Fig.1, 2 (A))。果実はすでに成長期から成熟期に移行していることが示唆された。また質量については, 巨峰は大きな変化は見られなかった(Fig.3)。一方, 常陸青龍, 安芸クイーン, シヤインマスカットらは質量の増加が見られた。成熟期における水分量の増加の可能性が考えられる。

収穫時の常陸青龍の長径26.77 mm, 短径23.55 mm, 質量10.76 g, 巨峰の長径23.88 mm, 短径20.11 mm, 質量8.65 g, 安芸クイーンの長径24.88 mm, 短径24.77 mm, 質量12.65 g, シヤインマスカットの長径33.22 mm, 短径23.44 mm, 質量13.58 gであった(Fig.1, 2, 3 (B))。シヤインマスカットの長径の大きさは顕著であり, それに一致して質量も大きかった。常陸青龍はシヤインマスカットほどではないものの, 巨峰に比べると大きい果実であった。

pHの測定

常陸青龍の酸度を測定するのに酸度計が本校になかったため代用としてpHを測定した。一般に, ヒトが感じる酸味は, pHが低いほど強く感じられるものの, 同じpHであっても有機酸の種類によって感じる酸味の強弱は異なる。しかし, 一般的にブドウの酸度を測定する酸度計は酒石酸濃度を測定するものであり, 一般にブドウに含まれている有機酸は酒石酸とクエン酸であるので, 同じブドウ間の酸味を比較するためにpHを利用することも可能であると考えた。

ブドウの果汁を絞り, pHメーターを用いてpHを測定した。pHは, 8/15の収穫日までの30日間に0.48~1.00増加した(Fig. 4(A))。シヤインマスカットのpHの増加は顕著であった。

8/15の収穫日における常陸青龍のpHは3.31, 巨峰のpHは3.42, 安芸クイーンのpHは3.55, シヤインマ

スカットのpHは3.84で, 常陸青龍と他3種の間には有意差が見られた(Fig. 4(B))。

糖度の測定

糖度を比較するために, ブドウの果汁を絞り, 屈折糖度計を用いてBrix糖度を測定した。糖度については, 8/15の収穫日までの30日間に1.49~1.59倍増加した(Fig.5(A))。成熟期に移行している可能性と一致して, いずれの品種についての糖度の増加が測定された。

8/15の収穫日における常陸青龍の糖度は16.5%, 巨峰の糖度は18.3%, 安芸クイーンの糖度16.6%, シヤインマスカットは15.2%で, 常陸青龍と安芸クイーンは同程度であったものの, 常陸青龍と巨峰, シヤインマスカットの間には有意差が見られた(Fig.5 (B))。

[H⁺]に対する糖度の分析

以上までの結果から, 各品種に糖度および酸味を評価するための指標として測定したpHとの間には, 大きな違いがあることがわかった。次に, 果実の酸味に対する甘味を比較することにした。一般的に, 果実の酸味に対する甘味を比較する場合, 酸度に対するBrix糖度, すなわち糖酸比により比較する。今回は先述の理由で, 酸度の代用として, pHを利用して酸味を比較した。酸味を感じるpHの閾値は酸の種類によって異なる。しかし, ブドウの酸味を生み出す成分は主に酒石酸とリンゴ酸であり, ブドウ用の酸度計は一般的に酒石酸を基に測定される。このことから, ブドウ間の酸味を比較するためであれば[H⁺]を基に判定することができるだろうと考えた。そこで, 酸味に対する甘味の比較を行うにあたって, 水素イオン濃度([H⁺])に対するBrix糖度の比(Brix糖度/[H⁺])で比較検討することにした(Fig. 6)。その結果, 常陸青龍は 3.4×10^4 (Brix%・L/mol), 巨峰は 4.8×10^4 (Brix%・L/mol),

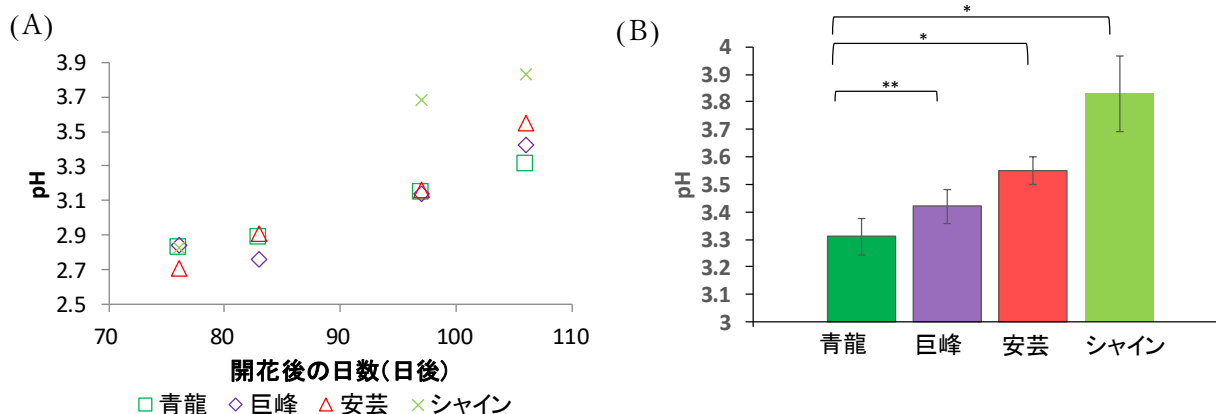


Fig. 4 各品種の果汁pHの比較

各成長段階ごとのpHの変化(A), 収穫時の各品種のpHの比較(B)

サンプル数は同じ木の枝から得られた1房中のn=9(粒)とし, 統計処理にはt検定を用いた。図中に示される記号は, *: $p < 0.01$, **: $p < 0.05$, ***: $p > 0.05$ として示した。

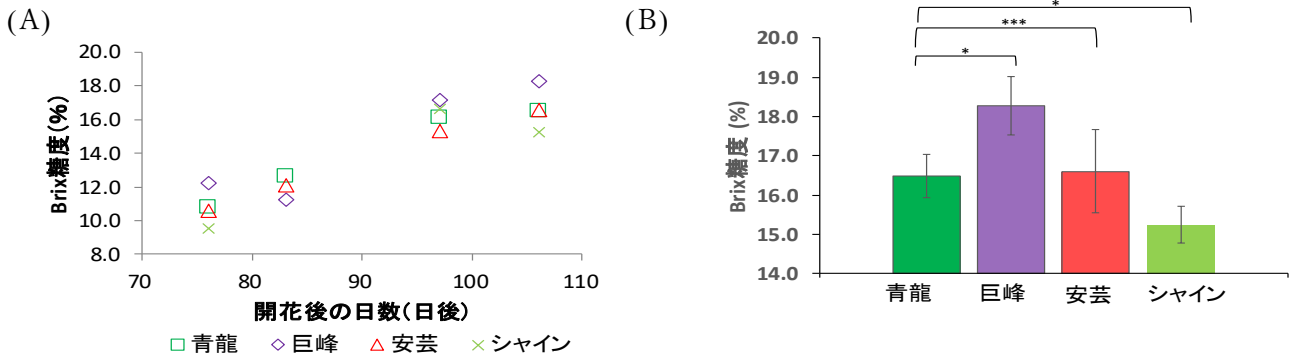


Fig. 5 各品種の果実1粒のBrix糖度の比較

各成長段階ごとの糖度の変化(A), 収穫時の各品種の糖度の比較(B)

サンプル数は同じ木の枝から得られた1房中のn=9(粒)とし, 統計処理にはt検定を用いた。図中に示される記号は, *: p<0.01, **: p<0.05, ***: p>0.05として示した。

安芸クイーンは 5.9×10^4 (Brix%・L/mol), シャインマスカットは 10.5×10^4 (Brix%・L/mol) だった(Fig.6)。この結果から, 常陸青龍をはじめとして, 今回測定した4品種はいずれも多様な甘味酸味の比を有していた。

この結果から, 常陸青龍をはじめとして, 今回測定した4品種はいずれも多様な甘味酸味の比を有していることが示された。また, 甘味と酸味の比だけでなく, 他の品種に対する常陸青龍の味の位置づけを検討した。甘味(糖度)と酸味(水素イオン濃度)に関して, 常陸青龍の糖度と水素イオン濃度の相対値を1とし, 他の品種を相対評価した。巨峰, 安芸クイーン, シャインマスカットの甘みと酸味のバランスの分布に対して, 常陸青龍のバランスは, 今までにない新しいものであることが分かった(Fig. 7)。

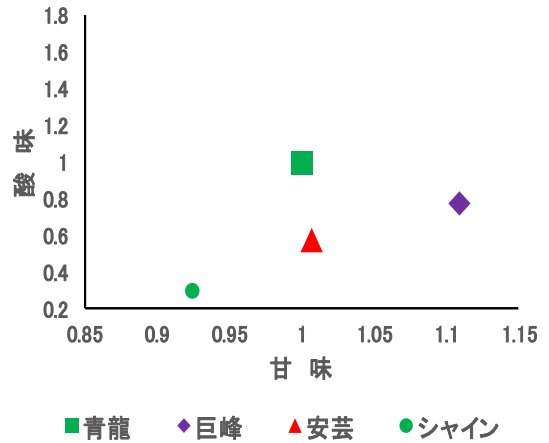


Fig. 7 甘味と酸味の相対評価

常陸青龍の糖度と水素イオン濃度の相対値を1とし, 他の品種を相対評価した。

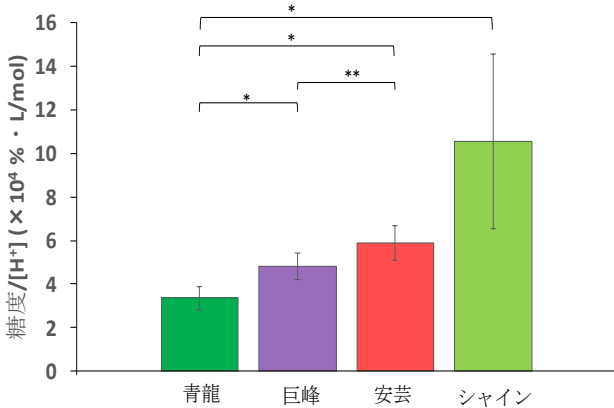


Fig. 6 [H⁺]に対する糖度の分析

サンプル数は同じ木の枝から得られた1房中のn=9(粒)とし, 統計処理にはt検定を用いた。図中に示される記号は, *: p<0.01, **: p<0.05, ***: p>0.05として示した。

アントシアニン含有量の測定

次に, 常陸青龍のブドウの健康食材としての機能性を評価するために, アントシアニン含有量を測定した(Fig. 8)。一般にアントシアニンは果皮部に含まれる色素成分のため, 果皮部100gあたりのアントシアニン含有量を, シアニジン3-グルコシドのモル吸光係数から簡易定量した。果皮部のアントシアニン含有量は, 常陸青龍0.94 mg/100 g, 巨峰55.62 mg/100 g, 安芸クイーン5.32 mg/100 g, シャインマスカット0.43 mg/100 gであった(Fig.6)。常陸青龍も, マスカットも果実の色はいわゆる緑色の果実であるのと一致して, アントシアニン含有量は巨峰に比べて少なかった。常陸青龍の性質とは直接関係はないものの, 興味深いことに, 一般に赤紫色の果実である安芸クイーンは, 常陸青龍より有意に含有量が多いものの, 巨峰に比べると著しく少ないことがわかった。ただし, この4種のいずれの品種も, 通常生食するブドウであり, 食べる場合には

皮をむいて食べるのが一般的であるため、実際の生食における健康効果に影響はない。

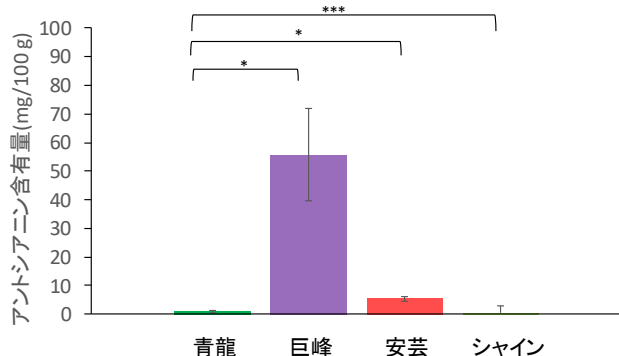


Fig. 8 常陸青龍と巨峰の果皮部のアントシアニン含有量の比較

サンプル数は同じ木の枝から得られた1房中のn=9(粒)とし、統計処理にはt検定を用いた。図中に示される記号は、*: p<0.01, **: p<0.05, ***: p>0.05として示した。

ポリフェノール濃度の測定

常陸青龍も、巨峰も、いずれも一般に生食のブドウであり、通常、皮をむいて食べるブドウである。そこで、実際の生食における機能性を評価したいと考え、高い抗酸化活性を有するポリフェノールの果皮部と果実部における濃度を測定した(Fig. 9)。ポリフェノール濃度は、Folin-Ciocalteu法により測定し、生体重100g当たりをクロロゲン酸当量で、総ポリフェノール量を測定した。まず、果皮部においては、常陸青龍1.21g/100g、巨峰2.56g/100gであった。次に、果実部において

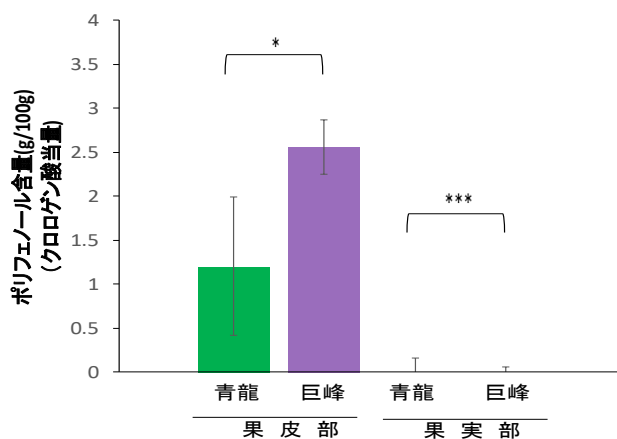


Fig. 9 常陸青龍と巨峰の果皮部、果実部のポリフェノール濃度の比較

サンプル数は同じ木の枝から得られた1房中のn=9(粒)とし、統計処理にはt検定を用いた。図中に示される記号は、*: p<0.01, **: p<0.05, ***: p>0.05として示した。

は、いずれの品種も今回の手法では検出限界以下であった。常陸青龍の果皮部におけるアントシアニン含有量とは異なり、果皮部には巨峰の半分程度のポリフェノールを含有していることは興味深い結果であった。果実部においては、クロロゲン酸当量としては、検出限界以下という結果であり、常陸青龍と巨峰の間に大きな違いは見られなかった。

抗酸化活性の測定

クロロゲン酸当量で測定したポリフェノール濃度では、常陸青龍と巨峰の果実部における違いを見出すことができなかったため、実際に果実の機能性を別な方法で評価することにした。そこで、抗酸化活性をDPPH法により測定し、生体重100g当たりをトロロックス当量で測定し比較検討した(Fig.10)。

まず、果皮部では、常陸青龍2.31g/100g、巨峰4.02g/100gであり、ポリフェノール濃度の結果と一致した。一方、実際に食べる部分である果実部においては、常陸青龍1.78g/100g、巨峰2.02g/100gで、両者に有意差は見られなかった。これらの結果から、果実部の抗酸化活性は、いずれの品種でも同程度であり、抗酸化活性における健康効果はいずれの品種も高い機能性を有していることがわかった。

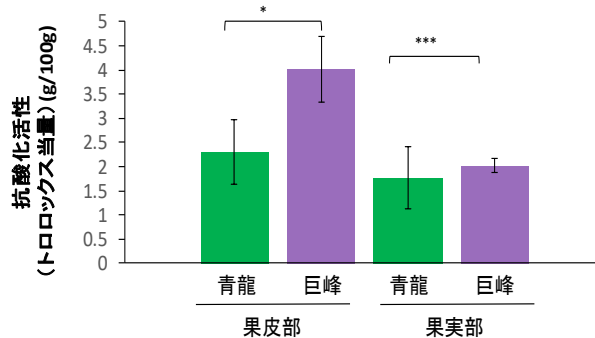


Fig. 10 常陸青龍と巨峰の果皮部、果実部における抗酸化活性

サンプル数は同じ木の枝から得られた1房中のn=9(粒)とし、統計処理にはt検定を用いた。図中に示される記号は、*: p<0.01, **: p<0.05, ***: p>0.05として示した。

Discussion

今回、常陸青龍の基本的な性質を明らかにするために、大きく3つの分析を行った。すなわち、①基本的な成長に関する性質(長径・短径・質量)、②味に関する分析(pH、糖度、酸味に対する甘みの分析)、③機能性評価(ポリフェノール濃度、抗酸化活性)の分析を行った。

長径や短径, 質量に関しては, 常陸青龍は巨峰に比べて大きいことが明らかとなった(Fig. 1~3)。実際に果実を食べる場合に, 一粒あたりの大きさが大きいことは, 食べ応えの点で巨峰より優れている。また, 販売時の房の見た目は大きく張っており, 重みも感じられる。

今回, 酸味に対する甘味の比較を行い, その結果では, シャインマスカットが最も大きい数値であり, 酸味が少なく甘い品種であることがわかった。しかし, 実はシャインマスカットの糖度は常陸青龍よりも有意に低い。酸味がかなり低い, 控えめの甘さであるということが言える(Fig. 6)。その点で常陸青龍は, 糖度も酸味も比較的強めの味わいであると言える。現在, 果物は糖度が高い方が好まれる傾向があるものの, 酸味が抑えられ単に甘さを求めた果実は, 結局どれも同じような味の果物になってしまう。しかし, 消費者は画一的な甘い果物だけを求めているわけではなく, 酸味のある味を求めている消費者もいる⁽⁴⁾。適度な有機酸を含む酸味が, 果物の味を特徴づける。その点で, Fig. 7で示されたように, 今回の4品種はいずれも異なる性質があり, 味の多様性があった。常陸青龍が開発されたことによって, これまでにない新しい味のバランスの品種が加わったと言える。今回の4品種はいずれも異なる性質があり, 消費者はさまざまな味を楽しめる。

また, 機能性評価については, アントシアニンの含有量などからも明らかのように(Fig. 8), 一般に緑色の果実は明らかに不利であるものの, 今回の結果から, 常陸青龍の果実部が有する抗酸化活性は巨峰ものと同程度であることが明らかとなった(Fig. 10)。実際のブドウの生食における比較においては, 常陸青龍も巨峰も素晴らしい健康効果を有した機能性果実であると言える。ポリフェノール濃度については, 今回のクロロゲン酸当量での測定では検出限界以下となってしまったものの, 岡山県産ブドウのポリフェノール分析に関する先行研究では, 没食子酸当量におけるポリフェノール濃度が調べられている。ここでは, 巨峰の果皮部におけるポリフェノール濃度は10,300 g/100 g, 果実部では55.2 g/100 gであると報告されている⁽⁵⁾。果実部におけるポリフェノールが存在しており, おそらく常陸青龍にも何らかのポリフェノールが含まれていることが予想される。

最後に注意しなければならないのは, 果実の成長は, 日照時間や降水量などの天候を始め, 土壌の状態, ブドウの年齢など, 非常に多様な環境によって影響を受ける。実際, 窒素施肥量を抑えると糖度が高くなる⁽⁶⁾ことが報告されているなど, 果実の性質に与える影響は調べる必要がある。2019年の調査が常陸青龍を始め今回用いた品種の性質の全てがわかったわけではない。

より正確な性質を明らかにするためには, 継続的に調査し, 土地の影響も調べる必要がある。

Materials & Methods

試料

常陸青龍の特徴を比較検討するために, コントロール試料として品種改良前の品種である巨峰, 常陸青龍とは異なる品種の安芸クイーンおよびシャインマスカットについて調べた。ブドウはJA 常陸ぶどう部会に提供していただいた。自家受粉で2019年, 5/2に開花し, ハウス栽培したブドウ果実を次の日程で回収した: 7/16 (開花後76日後), 7/23 (83日後), 8/6 (97日後), 8/15 (106日後, 収穫日)。ただし, シャインマスカットは7/23(83日後)の回収は行わなかった。ぶどう園は, 茨城県常陸太田市瑞龍町1280, 武藤照昭ぶどう園に生育する同じ木の, 同じ枝から得られた房を用いた。

質量・長径・短径の測定

電子天秤 (SHIMADZU EB-330S) を用いて果実全体の質量を測定した。ノギス (Mitutoyo) を用いて長径, 短径を測定した。

糖度・pHの測定

ブドウの果汁を絞り, 屈折糖度計 (Nakamura D20-1911) を用いて Brix 糖度を測定した。pH メーター (AS ONE AS-pH-22) を用いて pH を測定した。

[H⁺]に対する糖度の分析

各品種で, 酸度に対する糖度 (糖酸比) を比較検討しようと考えたが, 酸度計がなかったため, [H⁺]を代用し, [H⁺]に対する糖度を解析した。酸味を感じる pH の閾値は酸の種類によって異なる。しかし, ブドウの酸味を生み出す成分は主に酒石酸とリンゴ酸であり, ブドウ用の酸度計は一般的に酒石酸を基に測定される。このことから, ブドウ間の酸味を比較するためであれば[H⁺]を基に判定することができるだろうと考えた。

ブドウ果実の凍結乾燥試料作成

予め重さを秤量しておいたメイリングチューブ (3.72g) に果実を採取しふたを閉めて正確に秤量し, 容器の重量を除いて生重量とした。ふたを開けて, 液体窒素で凍結後, 真空凍結乾燥機に入れ完全乾燥した。を取り出して正確に秤量し, 容器の重量を除いた値を, 乾燥重量とした。

抽出

凍結乾燥した試料にビーズを入れて振動粉碎機 (TAITEC BEAD CRUSHER μ T-01) で 60 秒 2500rpm 下で粉碎後, 粉末を, 15ml 遠心チューブに 100 mg とり, メタノール抽出を行った。

80%メタノール 4ml を粉末が入った遠心チューブに入れ, タッピングで溶かしたら超音波洗浄機で 5 分間振とう後, 遠心 (10000rpm5°C10 分) にかき, 上清を 10ml のメスフラスコにとった。残渣に 3ml の 80%メタノールを加えて溶かし, 超音波洗浄機で 5 分間振とう後, 遠心 (10000rpm5°C10 分) を行ってから上清をとった。この作業をもう一度行い, 3 回取った上清を合計 10ml になるように 80%メタノールでメスアップした。完成した抽出液は 15ml 遠心チューブに移して冷凍庫で保管した。

アントシアニン含有量の測定

吸光度法でアントシアニン量を決定した。抽出液を 10 倍希釈し, 分光光度計 (Molecular Devices Flexstation3) を用いて 530 nm の吸光度値を測定した。吸光度値と以下の計算式でアントシアニン量を求めた。

モル吸光係数 (530nm) =1800, 分子量=449

吸光度 1.0 のとき $1/1800=56(\mu\text{M})=25(\mu\text{g/ml})$

アントシアニン含量($\mu\text{g}/100\text{g}$)=吸光度 $\times 25(\mu\text{g/ml})\times$ 抽出液の容量(ml) \div サンプル重量(g) $\times 100\text{g}$

ポリフェノール濃度の測定

試料抽出液 0.1 ml をマイクロチューブに移し, そこに 0.1 M トリス塩酸バッファ 0.6 ml とフォーリンチオカルト試薬 0.1 ml を加えてボルテックスミキサーで混合した。3 分後に 10%炭酸ナトリウム水溶液を 0.2 ml 加え再度混合した。暗所で 60 分間静置した後, 混合液をマイクロプレートの各ウェルに 0.2 ml ずつ分注し, マイクロプレートリーダーにより 750 nm の吸光度を測定した。標準直線は 10~100 ppm のクロロゲン酸を用いて作成し, それを用いて検量線法により濃度を測定し, ポリフェノール含有量をクロロゲン酸当量として算出した。

抗酸化活性の測定

試料抽出液 0.1 ml をマイクロチューブに移し, そこに 0.1 M トリス塩酸バッファ 0.4 ml と 1.0 mM DPPH エタノール溶液 0.5 ml を加えてボルテックスミキサーで混合した。暗所で 10 分間静置した後, 混合液をマイクロプレートの各ウェルに 0.2 ml ずつ分注し, マイクロプレートリーダーにより 517 nm の吸光度を測定した。標準直線は 10~100 ppm のトロロックスを用いて作成し, それを用いて検量線法により各濃度における抗酸化活性を推定し, 抗酸化活性をトロロックス当量として算出した。

統計解析

反応速度の有意差の判定には t 検定を用いた。有意水準は, $p < 0.05$ とした。質量 \cdot 長径 \cdot 短径の測定および糖度 \cdot pH の測定は, 同じ木の枝から得られた 1 房のブドウから, サンプル数 $n=9$ (粒)とし, アントシアニン含有量の測定, ポリフェノール濃度の測定, 抗酸化活性の測定は, $n=3$ (粒)とした。

References

- 1) 常陸太田ぶどう部会, <http://www.hitachiohtakyoho.jp> (2019 年 11 月)
- 2) 赤ワインの色(アントシアニン)と渋味(タンニン)の話, http://www.kitasangyo.com/pdf/e-academy/tips-for-bfd/BFD_21.pdf (2019 年 11 月)
- 3) 豊田正武, 伊藤優香, 西沢里美, 八木愛子, 近藤健, 菊池知古, 滝澤和宏, 山口茂明, 佐々木直, 山口卓, 鈴木剛, 中田邦彦, “可食性のブドウ若芽の数種ビタミン類とポリフェノール含量及びその利用” 実践女子大学生活科学部紀要第 49 号, (2012), 1-6.
- 4) 農委が果物の酸味 \cdot 甘味の比率研究, 本来のおいしさを, https://www.roc-taiwan.org/jp_ja/post/9173.html (2019 年 11 月)
- 5) 益岡典芳, 黒田耕平, 岡田武彦, 橋本麻希, 石原浩二, “岡山産ぶどうに含まれるポリフェノールの分析” 岡山理科大学紀要第 46 号, (2010), 1-7.
- 6) 「シャインマスカット」の窒素施肥量を抑えると糖度が高くなる, <https://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/enken/seika/kajyu/budo/documents/s21k06.pdf> (2019 年 11 月)

Acknowledgement

ぶどうの試料提供を頂いた JA 常陸常陸太田ぶどう部会部会長 武藤照昭および審査役 \cdot 営農相談員 福地学に感謝する。また, アントシアニン含有量, ポリフェノール濃度, 抗酸化活性の実験協力とご助言を頂いた茨城大学 農学部 園芸学研究室の井上栄一教授に感謝する。