



Title	数種北方系小果樹果実の抗酸化性に影響する諸要因の解析 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	長田, 亜梨沙
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第14800号
Issue Date	2022-03-24
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/85227">https://hdl.handle.net/2115/85227</a>
Rights(URL)	<a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/</a>
Type	doctoral thesis
File Information	Osada_Arisa_abstract.pdf, 論文内容の要旨



# 学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称： 博士（農学）

氏名 長田 亜梨沙

## 学位論文題名

### 数種北方系小果樹果実の抗酸化性に影響する諸要因の解析

北方系の小果樹果実が持つ抗酸化機能に、近年注目が集まっている。果実の抗酸化性はこれまで多様な方法により評価されてきたが、基準が異なるため材料どうしを比較できないという問題があった。そこで、本研究では、従来広く用いられている DPPH 法および ORAC 法に加え、ESR スピントラップ (ESR-ST) 法を活用して各種の活性酸素種 (ROS) 捕捉活性を調査し、果実が持つ抗酸化性を多面的に評価しようとした。同時に、L-アスコルビン酸 (ASA)、デヒドロアスコルビン酸 (DHA) および総ポリフェノール含量を調査し、各種抗酸化性との関連を明らかにしようとした。また、果実の抗酸化性に影響する栽培に関わる要因として、種および品種間差、年次間差、果実の成熟段階、果実成熟の早晩性、栽培環境（高度の違いに伴う差異）の影響を検討した。研究材料は、バラ属植物 (*Rosa* spp.) および同じバラ科のアロニア (*Aronia melanocarpa*) 果実である。バラ属植物は北半球に広く自生し、花（観賞用）だけでなく果実（ローズヒップ）も利用されるが、東アジア原産のオオタカネバラ (*R. acicularis*)、カラフトイバラ (*R. davurica*)、ハマナス (*R. rugosa*) およびノイバラ (*R. multiflora*) 果実の抗酸化性は解明されておらず、その種間差を調べるため欧州原産のグラウカ (*R. glauca*) ならびにその種間交雑品種である‘北彩’ (*R. glauca* × *rugosa*) および‘コンサレッド’ (*R. davurica* × *glauca*) と比較した。アロニアはロシア型とアメリカ型があり熟期が異なるため、果実成熟の早晩が抗酸化性に及ぼす影響を調査した。さらに、ロシア型はクローン苗が北海道内で広く栽培されており、遺伝的背景が同じであることから、果実抗酸化性に及ぼす環境要因の影響を調べた。得られた結果の概要は、以下のとおりである。

#### 1. ローズヒップの抗酸化成分含量および抗酸化活性値に認められる種および品種間差

ASA, DHA および総ポリフェノール含量に種および品種間差がみられた。総アスコルビン酸 (ASA+DHA) 含量は、グラウカ (対照) と比較すると、2013 年のカラフトイバラおよび‘コンサレッド’ならびに 2017 年の‘コンサレッド’で値が高く ( $P < 0.05$ )、2013 年のノイバラおよびヤエハマナスならびに 2017 年のノイバラで値が低く ( $P < 0.05$ )、一部に年次間差が認められた。総ポリフェノール含量は、2013 年のカラフトイバラおよび‘コンサレッド’ならびに 2017 年のカラフトイバラ、ノイバラおよび‘コンサレッド’で対照より値が高く ( $P < 0.05$ )、2013 年のノイバラ、ヤエハマナス、2017 年のオオタカネバラおよび‘北彩’で値が低く ( $P < 0.05$ )、年次間差は確認されなかった。抗酸化活性値のうち、DPPH $\cdot$  および ROO $\cdot$  捕捉活性値は、2013 および 2017 年のカラフトイバラおよび‘コンサレッド’で対照より値が高かった ( $P < 0.05$ )。 $\cdot O_2$  捕捉活性値は、‘北彩’ および‘コンサレッド’で対照より高い値 ( $P < 0.05$ ) を示した。HO $\cdot$ 、RO $\cdot$  および

$^1\text{O}_2$  捕捉活性値は、いずれも対照と同等かそれ以下の値を示した。この場合、ASA および総ポリフェノール含量と DPPH $\cdot$ 、ROO $\cdot$  および  $^1\text{O}_2$  の各種ラジカル捕捉活性値との間に、正の相関関係が認められ、相関係数は総ポリフェノールが ASA に比べ総じて高い値を示した。また、カラフトイバラは、多様な抗酸化性を併せ持つ優れたローズヒップを産することが明らかになった。

## 2. 果実発育に伴う抗酸化成分含量および各種抗酸化活性値の変動

アロニアのロシア型は、アメリカ型より果実着色開始が約 1 か月、着色完了が約 2 週間早かったものの、両者とも総ポリフェノール含量は果実肥大開始期（着色開始の 1~2 週間前）が最も高く、肥大中に漸減し、着色完了後は低い値のまま推移した。DPPH $\cdot$  および ROO $\cdot$  捕捉活性値は、果実肥大開始前の 7 月上・中旬の値が高く、果実肥大開始期から着色完了期にかけて値は漸減し、その後横ばい、またはやや増加する傾向を示した。ローズヒップの ASA+DHA 含量は、ノイバラを除き、果実全体が着色した時期またはそれ以降に最も高くなり、その後やや減少に転じた。総ポリフェノール含量は、果実全体が着色した時期に最も低くなり、その後増加して 9 月下旬から 10 月中旬に最も高い値を示した。DPPH $\cdot$  および ROO $\cdot$  捕捉活性値は、カラフトイバラおよび‘コンサレド’で、果実発育期間全体を通して他より高い値で推移した。総ポリフェノール含量と各種抗酸化活性値には、アロニアおよびローズヒップの両方で正の相関関係が認められたが、ポリフェノール重量換算の抗酸化活性値は、ローズヒップがアロニアよりも高かった。

## 3. 地理的環境の違いが、果実抗酸化成分含量および抗酸化活性に及ぼす影響の評価

網走市、余市町、北広島市および伊達市市街地（低地）ならびに伊達市大滝区の上野町、愛地町および宮城町（高地）で栽培されているロシア型アロニア（クローン樹）から果実を採取し、地理的環境の違いが果実抗酸化性に及ぼす影響、ならびにその年次間差を明らかにしようとした。総ポリフェノール含量は、年次間差が認められたものの、北大農場のアロニア果実と同様に着色開始前の値が高くその後減少する傾向を示した。また、アントシアニンは、採取地にかかわらず Cy3-ara および Cy3-gal が検出され、Cy3-gal が占める割合が高かった。アントシアニン総含量には、採取地および年次に伴う差異がみられ、量的変化が激しかったのは Cy3-gal だった。DPPH $\cdot$  および ROO $\cdot$  捕捉活性値は、北大農場のアロニア果実と同様の推移を示した。総ポリフェノール含量、DPPH $\cdot$  および ROO $\cdot$  捕捉活性値の推移を低地と高地の間で比較すると、2019 年の総ポリフェノール含量以外に差は認められず、地域間差は年次間差と比べて小さいものと考えられる。

以上の研究から、数種バラ属およびアロニア果実の抗酸化成分含量および抗酸化性の強弱は、種・品種間差および年次間変動が大きいものに対し、地域間差および同一種内の果実成熟の早晚に伴う差は、小さいことが明らかになった。また、果実発育に伴う変動も認められ、これには果実の種類または抗酸化成分に伴う変動パターンがあり、利用する成分ごとに果実収穫適期が異なることが判明した。さらに、各種 ROS に対する抗酸化活性の多面的評価を試み、東アジア原産カラフトイバラ (*Rosa davurica*) のローズヒップが複合的で強い抗酸化性を併せ持つ、優れた果実であることが見出された。これらの成果は、北方系小果樹の抗酸化性に着目した栽培および育種、ならびに果実の利用・加工に際し貴重な情報を提供するものであり、園芸学の発展ならびに園芸産業の振興に貢献するものと期待される。