

# 地域農産物による機能性食品の開発

## — 各種果実類のポリフェノール類の組成と機能性 —

辻 政雄・木村 英生

### Development of Functional Food by Using Local Agricultural Products

#### — Polyphenol Composition and Functionality of Fruits —

Masao TSUJI and Hideo KIMURA

#### 要 約

山梨県産果実、モモ 8 品種、スモモ 5 品種、サクランボ 1 品種、ネクタリン 1 品種、ブドウ 8 品種、リンゴ 3 品種及びカキ 4 品種の 7 種類、30 品種の果肉に含まれるポリフェノール含量を測定したところ、スモモが平均 127mg/100g で最も多く、ブドウが平均 21mg/100g で最も低い値であった。

次に、各果実の果肉からメタノール抽出液を調製し、この抽出液による抗酸化、抗アレルギー及び抗菌試験を実施した。その結果、抗アレルギー及び抗菌効果は認められなかったが、抗酸化効果が確認された。この抗酸化効果は、リノール酸の酸化抑制試験で行ったところ、モモ、スモモ、サクランボ及びネクタリンで認められ、特にサクランボ及びネクタリンで顕著であった。この抗酸化効果を示す成分として、ポリフェノールとアスパラギンの可能性が示唆された。

#### Abstract

Polyphenol (as gallic acid) contents of peaches, plums, cherry, nectarin, grapes, apples and persimmons were 45 mg%, 127 mg%, 39 mg%, 50 mg%, 21 mg%, 58 mg% and 28 mg%, respectively. Antioxidative activity of the pulp extract of each fruit with methanol on the peroxidation of linoleic acid was examined. The antioxidative assay was done by the thiocyanate method. The higher activity was shown by the extracts of peach, plum, cherry and nectarin. The antioxidants were estimated as polyphenol and asparagin, one of free amino acids.

#### 1. 緒 言

近年、青果物・野菜類に含まれる食物繊維やポリフェノール等の機能性成分の研究<sup>1)2)</sup>が進められ、抗ガン、コレステロール低下、抗酸化、抗アレルギー及び血圧上昇抑制などに効果のあることが解明されつつある。一方、山梨県は果樹王国と言われ、モモ、ブドウ、スモモ及びカキなど全国に誇る多くの特産果実が存在するにもかかわらず、これらの機能性成分について調査した報告は見当たらない。そこで、前回は県産果実の食物繊維含量<sup>3)</sup>やその機能性<sup>4)</sup>について検討を行ったが、今回は果実中のポリフェノール成分の調査、及びこれら果実から得られた抽出液による抗酸化、抗アレルギー及び抗菌効果について検討した。

#### 2. 実験方法

##### 2-1 供試果実

供試果実はモモ（ちよひめ、日川白鳳、御坂白鳳、山梨白鳳、長沢白鳳、白鳳、浅間白桃、一宮白桃）、スモモ

（大石早生、ソルダム、リオウ、太陽、ブルー（グランドライズ）、サクランボ（佐藤錦）、ネクタリン、ブドウ（デラウェア、巨峰、ピオーネ、ロザリオ、甲斐路、ネオマスカット、マスカット・ベリーA、甲州）、リンゴ（つがる、ふじ、ジョナゴールド）及びカキ（伊豆早生、富有、西村早生、次郎）の 7 種類、30 品種を用いた。これらの果実類は農家または市販スーパーから買い入れたものである。なお、スモモ（ブルー）は長野県産であるが、その他の果実はいずれも山梨県産であった。

##### 2-2 分析試料の調製

種子と果皮を除いた果肉を約 1 cm 角に切断したのち、約 40 g を 300 ml 容のビーカーに秤量した。次にビーカーにプラスチックのラップを掛け、電子レンジ（600W）で 1 分間加熱した。冷却後、重量減少した水分量を補給して冷凍庫（-20℃）に保存した。なお、加熱操作は、果実の褐変防止とポリフェノールオキシダーゼの失活を目的に実施した。分析試料は、冷凍庫から取り出して解凍後、ホモ

ジナイザーで細断したものを使用した。

### 2-3 果実中のポリフェノール含量の測定

果肉からのポリフェノール抽出は以下のように実施した。すなわち、細断した果肉20gに80%エタノールとなるように、99.5%エタノールを加え、加熱還流操作を15分間行った。冷却後ホモジナイズし、No. 2のろ紙でろ過を行った。残渣はさらに80%エタノールを加えて同様に加熱還流操作を行い、ろ過後の溶液を合わせて減圧濃縮を行い、50mlに定容したものを測定試料とした。ポリフェノール含量は、この測定試料を10倍に希釈した後、既報<sup>4)</sup>に準拠してフォーリン・チオカルト試薬を用いて定量を行い、没食子酸として算出した。なお、下記80%メタノール抽出液中のポリフェノール含量の測定では、この抽出液を5倍に希釈した後、測定するとともに、標準の没食子酸を80%メタノールに溶解したものを使用した。

### 2-4 メタノール抽出液の調製

分析試料10gに80%メタノール濃度となるようにメタノールを36ml添加し、ホモジナイズ後、80%メタノールで100mlに定容した。良く攪拌後暗所に一夜放置し、No. 5Cでろ過したろ液を80%メタノール抽出液（以下抽出液とする）とした。なお、ろ過により得られる抽出液量は、果実により差異が見られるものの80~85mlの範囲であった。

### 2-5 抗酸化試験

抗酸化試験は、石井ら<sup>5)</sup>の方法に準拠して実施した。すなわち、2.8%リノール酸含有99.5%エタノール溶液2mlを共栓付き試験管に入れ、0.1Mリン酸緩衝液(pH7.0)2ml、抽出液0.2ml、99.5%エタノール0.8ml及び蒸留水5mlを加えてよく攪拌後、40℃暗所に1週間保存した。対照としては抽出液の代わりに80%メタノール溶液を添加した。リノール酸の酸化率の測定は、ロダン鉄法<sup>6)</sup>で行った。すなわち、1週間保存した溶液（リノール酸酸化反応液とする）0.2mlに75%エタノール9.4ml、30%チオシアン酸アンモニウム溶液0.2ml及び0.02MFeCl<sub>3</sub>含有3.5%塩酸溶液0.2mlを加えてよく攪拌し、正確に3分後のOD(500nm)値を測定した。なお、各抽出液によるリノール酸酸化率は、対照を100%として算出した。

### 2-6 ビタミンCの分析

メタノール抽出液中のビタミンC含量はヒドラジン比色法<sup>7)</sup>で測定した。

### 2-7 ビタミンEの分析

メタノール抽出液中のビタミンEは日立製の高速度液体クロマトグラフ6300で分析した。カラムは250×4.6mmI.D.のステンレス製で、分離用樹脂はイナートシルODS-3、5 $\mu$ mを使用した。溶離液はアセトニトリル：メタノール=75：25で、流量は1.0 ml/minであった。カラム温度は40℃

とし、測定波長は280nmで検出した。サンプル量は10 $\mu$ lで行った。

### 2-8 遊離アミノ酸の分析

メタノール抽出液中の遊離アミノ酸は、日立高速アミノ酸分析計L8500形で分析した。

### 2-9 大豆由来リポキシゲナーゼ阻害活性試験

大豆由来リポキシゲナーゼ阻害活性試験は玉川ら<sup>8)</sup>の方法に準拠した。すなわち、石英セルにメタノール抽出液0.2mlを入れ、ホウ酸緩衝液(pH9.0)2ml添加後、大豆由来リポキシゲナーゼ(Sigma type I-B)(1000 unit)20 $\mu$ lを加えて、室温に5分間放置した。その後4.18mMリノール酸含有エタノール50 $\mu$ lを添加して、22℃ドでOD(234nm)値の増加を経時的に測定した。酵素活性値は反応2分から3分後のOD値の差異で示した。なお、対照としてメタノール抽出液の代わりに80%メタノールを使用し、これを酵素活性率100%として、各抽出液のものを算出した。

### 2-10 抗菌試験

大腸菌(*Escherichia coli*)を指示菌として抗菌試験を実施した。すなわち、ニュートリオン培地で35℃×1日培養した大腸菌1白金耳を、無菌処理したメタノール抽出液0.2mlを添加したブレインハートインヒュージョンブイヨン培地5mlに接種し、35℃の恒温器に入れて経時的にTAITEC photo METER mini photo518RでOD(660nm)値を測定した。大腸菌の増殖率は、8時間後のOD(660nm)値を対照100%として算出した。

## 3. 結 果

### 3-1 果実類のポリフェノール含量

表1に各果実類のポリフェノール含量を示した。その結果、果実による平均含量を算出すると、モモ45mg/100g、スモモ127mg/100g、サクランボ39mg/100g、ネクタリン50mg/100g、ブドウ21mg/100g、リンゴ58mg/100g及びカキ28mg/100gとなり、スモモが最も多く、ブドウが最も低い値を示した。品種間の含量差はスモモでその差異が大きかったが、その他の果実ではほとんど品種間に差異は見られなかった。

### 3-2 果実類の抗酸化試験

各種果実から調製したメタノール抽出液がリノール酸の酸化率に及ぼす影響を表2に示した。その結果、ブドウ、リンゴ及びカキではリノール酸の酸化抑制効果は見られなかったが、モモ、スモモ、サクランボ及びネクタリンで抗酸化効果が認められた。品種別にみると、モモ果実ではいずれの品種も抗酸化効果が認められ、中でも一宮白桃が顕著であった。スモモは品種により抗酸化性が異なり、ソルダムヤリオウではその効果は認められなかったが、大石早

表1 各種果実の果肉に含まれるポリフェノール含量\* (mg/100g)

モモ (ちよひめ)	46	ブドウ (デラウェア)	23
ク (日川白鳳)	38	ク (巨峰)	19
ク (御坂白鳳)	39	ク (ピオーネ)	24
ク (山梨白鳳)	80	ク (ロザリオ)	18
ク (長沢白鳳)	35	ク (甲斐路)	16
ク (白鳳)	51	ク (ネオマスカット)	19
ク (浅間白桃)	27	ク (マスカット・ベリーA)	17
ク (一宮白桃)	44	ク (甲州)	30
スモモ (大石早生)	140	リンゴ (津軽)	47
ク (リオウ)	93	ク (ジョナゴールド)	60
ク (ソルダム (適熟果))	134	ク (ふじ)	67
ク (ソルダム (完熟果))	110	カキ (伊豆早生)	20
ク (太陽)	127	ク (富有)	25
ク (ブルー (グランドプライス))	157	ク (西村早生)	35
サクランボ (佐藤錦)	39	ク (次郎)	31
ネクタリン	50		

\*没食子酸として算出

表2 各種果実から調製したメタノール抽出液がリノール酸の酸化率に及ぼす影響

モモ (ちよひめ)	++	ブドウ (デラウェア)	—
ク (日川白鳳)	++	ク (巨峰)	—
ク (御坂白鳳)	++	ク (ピオーネ)	—
ク (山梨白鳳)	++	ク (ロザリオ)	—
ク (長沢白鳳)	++	ク (甲斐路)	—
ク (白鳳)	++	ク (ネオマスカット)	—
ク (浅間白桃)	++	ク (マスカット・ベリーA)	—
ク (一宮白桃)	+++	ク (甲州)	—
スモモ (大石早生)	+	リンゴ (津軽)	—
ク (リオウ)	—	ク (ジョナゴールド)	—
ク (ソルダム (適熟果))	—	ク (ふじ)	—
ク (ソルダム (完熟果))	±	カキ (伊豆早生)	—
ク (太陽)	++	ク (富有)	—
ク (ブルー (グランドプライス))	+++	ク (西村早生)	—
サクランボ (佐藤錦)	+++	ク (次郎)	—
ネクタリン	+++		

\*酸化率は無添加区を100%とし、各抽出液による酸化率が0~24%:+++、25~49%:++、50~74%:+、75~99%:±、100%~:—としてそれぞれ表した。

生、太陽及びブルー (グランドプライス) では顕著であった。

また、サクランボ (佐藤錦) とネクタリンは両者とも顕著な抗酸化効果が見られた。

### 3-3 メタノール抽出液の抗酸化効果とポリフェノール含量との関係

メタノール抽出液によるリノール酸酸化率とこの抽出液中のポリフェノール含量との関係を図1に示した。その結果、ポリフェノール含量が高い抽出液ほど、酸化抑制効果が高い傾向であったが、この図の左隅に位置する一群のモ

モ、サクランボ及びネクタリンではポリフェノール含量が少ないにもかかわらず、高い抗酸化効果を示した。

### 3-4 抗酸化物質の検索

上記においてモモ、サクランボ及びネクタリンではポリフェノール含量が少ないにもかかわらず、抗酸化効果が高い傾向が見られたので、その抗酸化物質の検討を行った。使用した果実は抗酸化効果の高いモモ (一宮白桃)、スモモ (グランドプライス)、サクランボ (佐藤錦) 及びネクタリン、抗酸化効果が中程度のモモ (白鳳) 及びスモモ (大石早生)、抗酸化効果が見られなかったブドウ (デラウェア)、

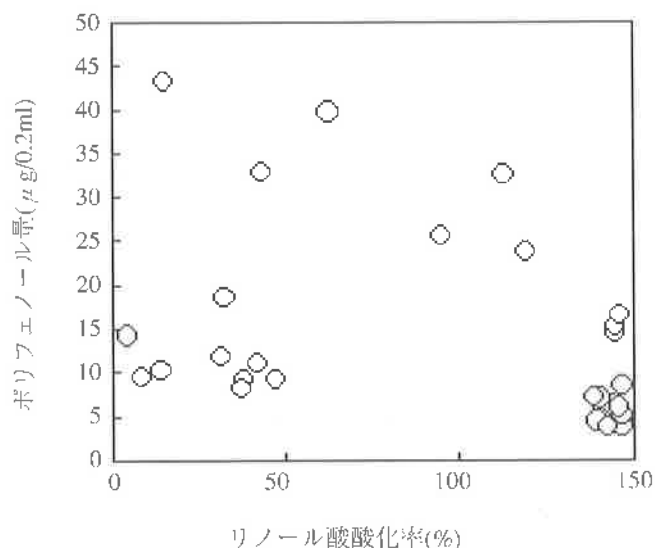


図1 リノール酸酸化率とポリフェノール含量との関係

リンゴ（ふじ）及びカキ（富有）の9果実を用いた。

3-4-1 メタノール抽出液中のビタミンC及びビタミンE含量

はじめに抗酸化物質としてビタミンC<sup>1)</sup>やビタミンE<sup>2)</sup>が知られていることから、これらの果実について両ビタミン成分を分析し、リノール酸酸化率との関係を検討した。その結果を図2及び図3に示したが、いずれの成分ともリノール酸酸化率との相関関係は認められなかった。すなわち、抗酸化物質として、これらの果実ではビタミンが関与していないことがわかった。

3-4-2 メタノール抽出液中の遊離アミノ酸含量

抗酸化効果が中程度のモモ（白鳳）及びスモモ（大石早生）を除く7果実について、そのメタノール抽出液中の遊離アミノ酸含量を測定し、図4に示した。その結果、抗酸化効果が高い4果実は、その効果が見られない3果実に比

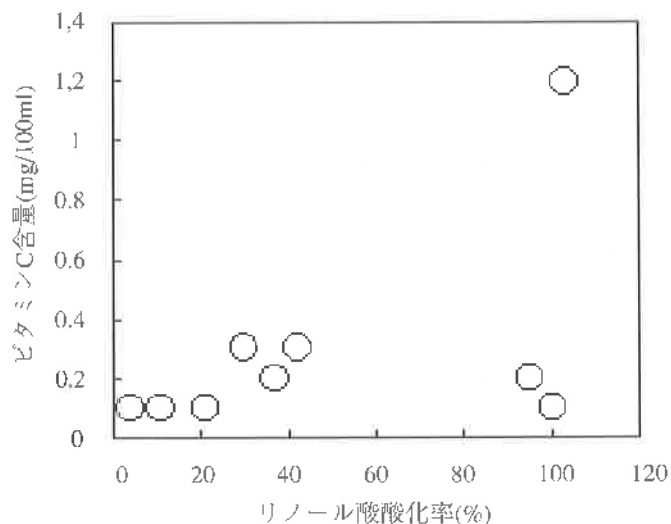


図2 リノール酸酸化率とビタミンC含量との関係

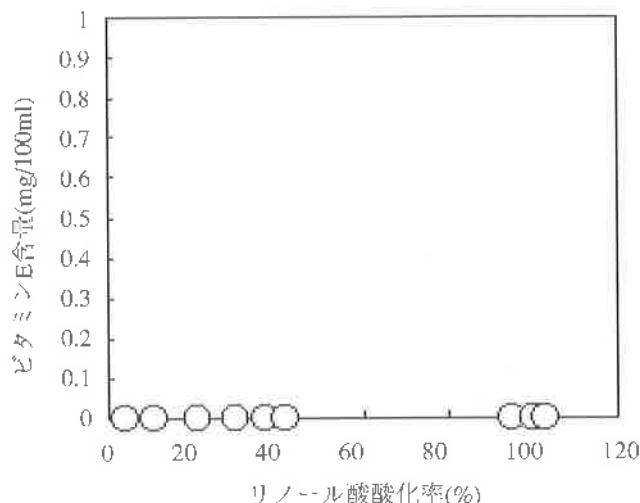


図3 リノール酸酸化率とビタミンE含量との関係

較して全遊離アミノ酸含量が高かった。しかも各遊離アミノ酸を見ると、抗酸化効果のある4果実はアスパラギンが全遊離アミノ酸の80%近くを占めていた。このことからアスパラギンによるリノール酸の酸化抑制効果が示唆された。

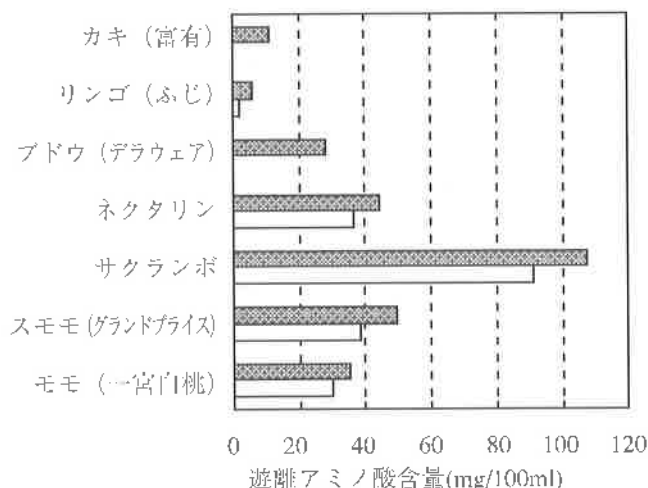


図4 各種果実のメタノール抽出液中の全遊離アミノ酸及びアスパラギン含量

3-4-3 アスパラギンのリノール酸酸化抑制効果

アスパラギンのリノール酸酸化抑制効果を確認するため、各果実のメタノール抽出液に含まれるアスパラギン濃度溶液（0～120mg/100ml）を調製し、この溶液0.2mlを用いてリノール酸の抗酸化効果を検討し、図5に示した。その結果、濃度が高くなるに従い、リノール酸酸化率が増加する傾向が示され、アスパラギンにも抗酸化効果があることがわかった。

以上のように抗酸化効果の高いモモ、ネクタリン及びサクランボでは、リノール酸の酸化抑制にアスパラギンが関

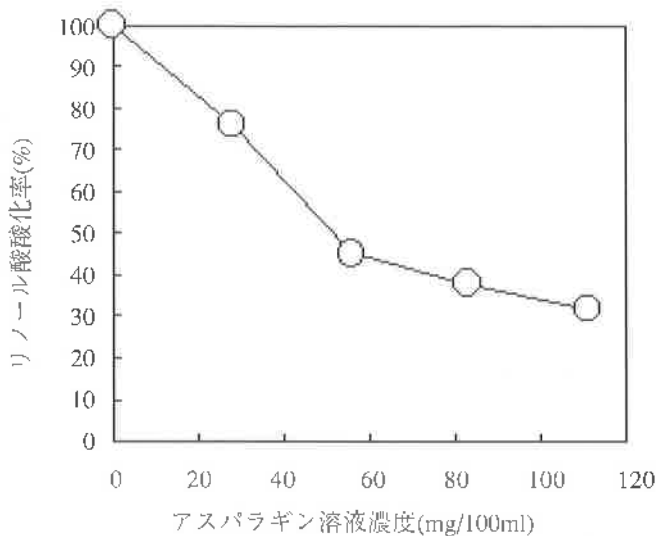


図5 アスパラギンによるリノール酸の酸化抑制

与していることが示唆された。

### 3-5 抗アレルギー試験

アレルギー反応には、生体中のリポキシゲナーゼによる生成物が関与<sup>10)</sup>していると言われている。そこで、アレルギー活性測定法の一例として、大豆リポキシゲナーゼ活性に及ぼすメタノール抽出液の影響を検討した。抽出液は抗酸化効果があったと同量の0.2mlを使用した。その結果を図6に示したが、いずれの果実においてもその酵素活性を抑制する効果は確認できなかった。

### 3-6 抗菌試験

抗菌試験は大腸菌を指示菌として用いた。その結果を図7に示したが、いずれの果実においてもその抗菌効果は認められなかった。

## 4. 考 察

果実類の抗酸化性に関する研究は、ブドウ<sup>11)</sup>、リンゴ<sup>12)</sup>、ブルーベリー<sup>13)</sup>及びレモン<sup>14)</sup>など、それぞれの果実で検討したものは見られるが、日本における主要果実を多くの種類や品種を用いて検討したものは見当たらない。今回、山梨県産果実の普及や利用拡大を目的に、モモ、スモモ、ネクタリン、サクランボ、ブドウ、リンゴ及びカキの7種類、30品種の果肉から得られたメタノール抽出液によるリノール酸の酸化抑制効果を検討した。その結果、バラ科系果実であるモモ、スモモ、サクランボ及びネクタリンで抗酸化効果が認められ、ブドウ、リンゴ及びカキではその効果が見られなかった。ブドウの抗酸化性はよく知られているところであるが、これは果皮<sup>15)</sup>や種子<sup>16)</sup>に多量に含まれるポリフェノールやアントシアニン色素によるもので、今回の試験では可食部の果肉を用いたためにその抗酸化効果が認め

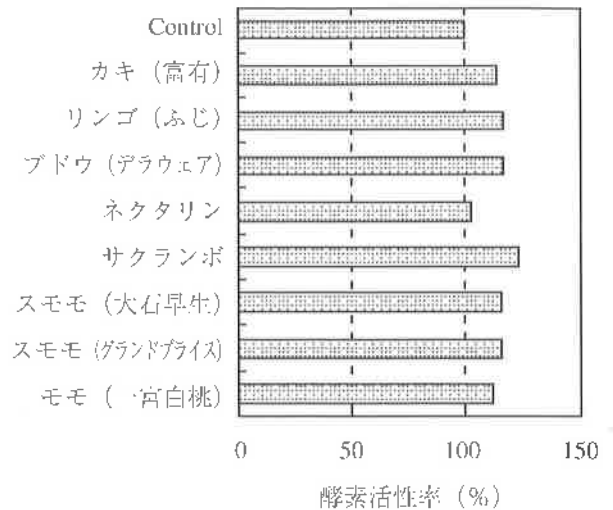


図6 各種果実のメタノール抽出液が大豆リポキシゲナーゼ活性に及ぼす影響

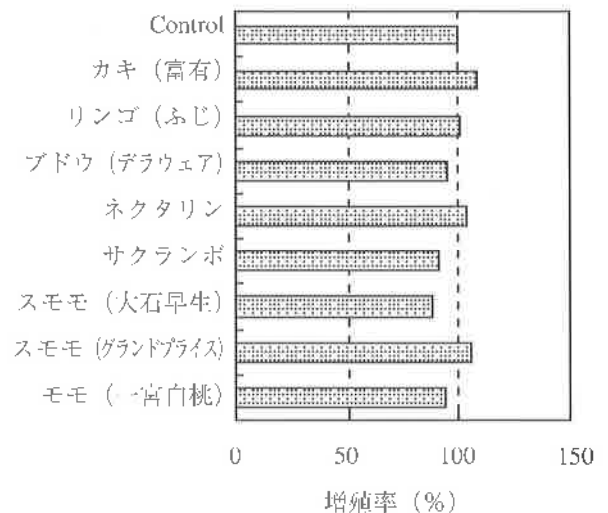


図7 各種果実のメタノール抽出液が大腸菌の増殖に及ぼす影響

られなかったものと思われる。また、濱渦ら<sup>12)</sup>は、リンゴの果肉に抗酸化作用を認めているが、この場合に抽出溶媒としてアセトンを用いており、われわれのメタノールとは異なっている。村山ら<sup>15)</sup>はアセトンはメタノールより多くのポリフェノールを抽出できるとしており、抽出溶媒によるポリフェノール量の差異が抗酸化効果の違いに現われたものと考えられた。

抗酸化物質としては、ポリフェノール類<sup>17)</sup>、カロチノイド<sup>18)</sup>、アントシアニン色素<sup>19)</sup>、リグナン<sup>20)</sup>、ユビキノリン<sup>21)</sup>、ビタミンC<sup>22)</sup>、ビタミンE<sup>23)</sup>、尿酸<sup>24)</sup>及び還元型グルタチオン<sup>25)</sup>などが知られている。特にポリフェノール類については、津志田ら<sup>26)</sup>が43種類の野菜を用いて抗酸化性評価を行った結果、それらの抽出液中のポリフェノール含量と抗酸化性には高い相関があることを報告している。また深井ら<sup>27)</sup>もブルーベリーで同様な結果を得ている。

今回各種果実から得られるメタノール抽出液中のポリフェノール含量と抗酸化性を比較したところ、ポリフェノール含量が高くなると抗酸化性が向上する傾向が認められた。しかし、モモ、サクランボ及びネクタリンのバラ系果実では、その含量が低いにもかかわらず、高い抗酸化性を示した。石川ら<sup>28)</sup>はパイナップル、バナナ、マンゴーなど熱帯性果実12種類を用いて、ポリフェノール含量とその抗酸化性を比較したが、両者にはほとんど関係が見られなかったとしている。このように果実類の抗酸化性は、われわれの結果も踏まえて考えると、ポリフェノール以外の化学成分が推測され、さらに検討する必要があると思われる。

われわれの今回の実験において、ポリフェノール以外の抗酸化物質を検索するために、抗酸化効果を持つモモ（一宮白桃）、スモモ（グランドブライス）、サクランボ（佐藤錦）及びネクタリンと抗酸化効果が見られなかったブドウ（デラウェア）、リンゴ（ふじ）及びカキ（富有）のそれぞれについて、抗酸化物質として知られているビタミンCとビタミンE含量を測定した。しかし、両ビタミン成分とも抗酸化性との関連は見当たらなかった。しかし、これら果実類の遊離アミノ酸含量を測定したところ、抗酸化効果を持つ果実は、持たない果実に比較して遊離アミノ酸含量が高く、しかもその遊離アミノ酸の80%以上をアスパラギンが占めており、アスパラギンの抗酸化効果が示唆された。そこで、アスパラギンによるリノール酸の酸化抑制効果を検討したところ、その濃度の増加とともに抗酸化性が向上した。すなわち、アスパラギンも抗酸化性を持つことがわかり、モモ、サクランボ及びネクタリン果実では抗酸化効果にアスパラギンが大きく寄与しているものと考えられた。

果実の抗アレルギー効果は、リンゴ抽出物<sup>29)</sup>（ポリフェノール）で認められているが、今回の実験ではいずれの果実でも抗アレルギー効果は見られなかった。これは抗アレルギーの評価系が異なることや、また今回使用した抽出液量が少ないことが原因かもしれない。

## 5. 結 言

山梨県産果実、モモ8品種、スモモ5品種、ネクタリン1品種、サクランボ1品種、ブドウ8品種、リンゴ3品種及びカキ4品種の7種類、30品種のポリフェノール含量を測定するとともに、これら果実の抗酸化、抗アレルギー及び抗菌効果を検討した。

- 1) 果肉に含まれる平均のポリフェノール（没食子酸として）含量は、モモ45mg/100g、スモモ127mg/100g、サクランボ39mg/100g、ネクタリン50mg/100g、ブドウ21mg/100g、リンゴ58mg/100g及びカキ28mg/100gであり、スモモが最も多く、ブドウが最も低い値であった。

- 2) 抗酸化試験は、各果実の果肉からメタノール抽出液を調製し、この抽出液によるリノール酸の酸化抑制効果を検討した。その結果、リノール酸の酸化抑制効果は、モモ、スモモ、サクランボ及びネクタリンで認められ、特にサクランボ及びネクタリンで顕著であった。
- 3) このリノール酸酸化抑制効果は、ポリフェノール量が多い抽出液ほど、その効果が大きい傾向であったが、モモ、サクランボ及びネクタリンではそのポリフェノール量が少ないにもかかわらず、抗酸化効果が大きかった。
- 4) そこで、抗酸化物質と知られているビタミンCやビタミンE含量を測定し、リノール酸酸化率との相関関係を検討したが、両成分とも相関は認められなかった。
- 5) 次に、抽出液中の遊離アミノ酸を測定したところ、酸化抑制効果の高い抽出液にはアスパラギンが多く含まれる傾向が認められ、アスパラギンによるリノール酸酸化抑制効果が示唆された。これを確認するために、アスパラギン溶液を調製して、濃度別にリノール酸酸化率を検討したところ、濃度が高くなるに従い、リノール酸酸化抑制効果が高くなる傾向が認められた。すなわち、ポリフェノールとともにアミノ酸の一種であるアスパラギンも抗酸化性を持つことが判明した。
- 6) 抗アレルギー反応として、各種果実からのメタノール抽出液による大豆リポキシゲナーゼ活性の抑制効果を検討した。その結果、いずれの果実においてもその酵素活性を抑制する効果は認められなかった。
- 7) 抗菌試験は、メタノール抽出液を用いて、大腸菌の増殖抑制試験を実施したが、いずれの果実の抽出液とも抗菌効果を確認できなかった。

## 参考文献

- 1) 大宮あけみ：食品工業，5.30.，p43 (1998)
- 2) 津志田藤二郎：(社)日本食品科学工学会関東支部平成9年度大会講演要旨集，p5 (1997)
- 3) 辻政雄・木村英生：平成11年度山梨県工業技術センター研究報告，14，p124 (2000)
- 4) 辻政雄・原川守・中山忠博・荻野敏・小宮山美弘：平成5年度山梨県工業技術センター研究報告，8，p46 (1994)
- 5) 石井現相・森元幸・梅村芳樹：日本食品科学工学会誌，43，p962 (1996)
- 6) 大澤俊彦：生化学実験法38 食品中の生体機能調節物質研究法，川岸舜朗編，学会出版センター，p14 (1997)
- 7) 日本食品工業学会食品分析法編集委員会編：食品分析法，光琳，p466 (1982)
- 8) 平川浩司・飯塚崇史・池田彰男・小池盛・長沼慶太：日本食品科学工学会誌，46，p521 (1999)
- 9) 中谷延二：抗酸化物質のすべて，吉川敏一編著，先端医学社，p130 (1998)

- 10) 川岸舜朗・森光康次郎：生化学実験法38 食品中の生体機能調節物質研究法，川岸舜朗編，学会出版センター，p 85 (1997)
- 11) 佐藤充克：食品と開発，**33**，No.7，p 11 (1998)
- 12) 濱渦康範・飯島悦子：日本食品科学工学会誌，**46**，p 645 (1999)
- 13) 深井洋一・松澤恒友：日本食品科学工学会誌，**47**，p 97 (2000)
- 14) 三宅義明：食品と開発，**33**，No.7，p 15 (1998)
- 15) 村上秀樹・吉澤晴子・稲島忠昭・駒林和夫・阿部芳幸：園芸学会雑誌，**61** 別冊 2，p 670 (1992)
- 16) 矢野昌充：食品と開発，**33**，No.7，p 4 (1998)
- 17) 寺尾純二：抗酸化物質のすべて，吉川敏一編著，先端医学社，p 121 (1998)
- 18) 大澤俊彦：抗酸化物質のすべて，吉川敏一編著，先端医学社，p 110 (1998)
- 19) 津志山藤二郎・鈴木雅博・黒木吉：日本食品工業学会誌，**41**，p 611 (1994)
- 20) 石川（高野）裕子・朝倉利貴・村松昇・田中敬一：園芸学会雑誌，**67** 別冊 2，p 470 (1998)
- 21) 神田智正：食品と開発，**32**，No.2，p 28 (1997)