

## 奈良県産シャクヤク花中の機能性成分の評価について

立本 行江<sup>\*1)</sup>, 首藤 明子<sup>\*1)</sup>, 西原 正和<sup>\*2)</sup>

### Evaluation of functional components in flowers of Peonies from Nara Prefecture

TATSUMOTO Yukie <sup>\*1)</sup>, SHUTO Akiko <sup>\*1)</sup>, NISHIHARA Masakazu <sup>\*2)</sup>

シャクヤクの花は食薬区分で食として扱われるが、生薬となる根の生育のために摘蕾し廃棄されるため、花の有効利用を目的に含有成分評価と機能性成分の検証を進めた。これによりシャクヤク花中の Paconiflorin 類の含有量測定法を確立し、県内産シャクヤクの花及び葉中に 1.5%以下で Paconiflorin が含有することを確認した。さらに花はポリフェノール含有量が高く、非常に抗酸化能があり、香气成分に柑橘系、青葉臭、加齢臭などの特徴的な成分を含んでいた。また花つぼみは血圧上昇抑制作用が高いことが判明した。今後、機能性表示食品等への展開を期待できる素材として一定の知見を得ることができたので報告する。

#### 1. 緒言

シャクヤクは日本全国で栽培可能な植物で、5月に美しい花を咲かせる。生薬であるシャクヤクは *Paeonia lactiflora* (ボタン科) の根を乾燥したもので、婦人薬等の漢方処方に繁用される重要な生薬の一つである。奈良県は主要な産地で、古くから栽培・調整された生薬は大和芍薬として珍重されてきた。<sup>1, 2)</sup>

シャクヤクの花は食薬区分で食として扱われるが、根の肥大を促すために、花はつぼみの時に全て摘蕾し廃棄される。<sup>3)</sup>

花の食を含めた有用な活用を目的に、我々は県内産のシャクヤクの花の栄養成分の測定を進めてきた。<sup>4)</sup> シャクヤク根の含有成分は多くの研究がされている一方、花の含有成分の評価はほとんどされていない。今回、花の成分評価として、一般的にシャクヤク中の含有が知られている Paconiflorin, Albiflorin の定量法を確立し、県内で生薬原料及び鑑賞用として栽培されるシャクヤク花中の成分含量を確認した。

さらに機能性評価として、ポリフェノール含有量、抗酸化能、香气成分、血圧上昇抑制評価としてアンジオテンシン変換酵素阻害作用を測定し、今後の機能性表示食品等への展開を期待できる素材としての知見を得ることができたので報告する。

#### 2. 実験方法

##### 2.1 試料

2016~2021年に奈良県内で栽培されているシャクヤクの花つぼみ 19 試料 (生薬原料用の和シャクヤク 10 試料, 観賞用の洋シャクヤク 9 試料) を収穫し、一部検体は、つぼみからガク、花弁、オシベに分けた後、予め凍結した後に凍結真空乾燥機 (日本真空技術株式会社製 DF-01 型) で 72 時間乾燥 (真空度 0.1 Torr 以下, 加熱温度 25 °C), もしくは乾燥機で 30 °C 275 時間乾燥し粉碎して均一な試料としたのち、500 μm の篩を通過したものを試料とし、検査まで -20 °C で保管した。

##### 2.2 標準品

富士フィルム和光純薬株式会社製 Paconiflorin (純度: 90.0%), Albiflorin (純度: 98.0%) 標準品を用いた。

##### 2.3 Paconiflorin 類の定量法

###### 2.3.1 試料溶液の調製

2.3.1.1 に記載した方法で調製した各抽出条件検討溶液を用いて、抽出方法、抽出試料量、抽出溶媒、抽出溶媒量の違いによる抽出効率を調査した。

\*1) バイオ・食品グループ \*2) 奈良県薬事研究センター

### 2.3.1.1 抽出方法検討溶液

試料約 0.5 g を精密に量り, メタノール/超純水混液 (1:1) 50 mL を用いて, (1) 還流冷却抽出, (2) 超音波抽出, (3) 振とう抽出によりそれぞれ 30 分間抽出した後, (1) はろ紙ろ過, (2), (3) は遠心分離を行い, ろ液及び上澄液をメタノール/超純水 (1:1) を加えて正確に 100 mL とし, その液について孔径 0.22  $\mu\text{m}$  のメンブランフィルターを通し, 抽出方法検討溶液とした. 還流冷却抽出で得られた各成分のピーク面積を 1 として比較した.

### 2.3.1.2 抽出溶媒検討溶液

試料約 0.5 g を精密に量り, 抽出溶媒としてメタノール, メタノール/超純水 (7:3), メタノール/超純水 (1:1), メタノール/超純水 (3:7), 超純水をそれぞれ 50 mL 正確に加え, 超音波抽出により 30 分間抽出した後, 遠心分離を行い, 上澄液に各液を加えて正確に 100 mL とし, その液について孔径 0.22  $\mu\text{m}$  のメンブランフィルターを通し, 抽出溶媒検討溶液とした. メタノール/超純水 (1:1) を抽出溶媒として得られたピーク面積を 1 として比較した.

### 2.3.1.3 抽出試料量検討溶液

試料約 0.1 g, 0.3 g, 0.5 g, 0.7 g, 0.9 g, 1.0 g, 1.5 g をそれぞれ精密に量り, メタノール/超純水 (7:3) 50 mL を正確に加え, 超音波抽出により 30 分間抽出した後, 遠心分離を行い, 上澄液をメタノール/超純水 (7:3) を加えて正確に 100 mL とし, その液について孔径 0.22  $\mu\text{m}$  のメンブランフィルターを通し, 抽出試料量検討溶液とした. 抽出試料量 0.5 g で得られたピーク面積を 1 として比較した.

### 2.3.1.4 抽出溶媒量検討溶液

#### 2.3.1.4.1 抽出溶媒液量

試料約 0.5 g を精密に量り, メタノール/超純水 (7:3) を 25 mL, 50 mL, 100 mL, 200 mL, 250 mL を正確に加え, 超音波抽出により 30 分間抽出した後, ろ紙ろ過及び遠心分離を行い, 上澄液をメタノール/超純水 (7:3) を加えて正確に 25 mL, 50 mL, 100 mL, 200 mL, 250 mL とし, その液について孔径 0.22  $\mu\text{m}$  のメンブランフィルターを通し, 抽出溶媒液量検討溶液とした. 抽出溶媒液量 100 mL で得られたピーク面積を 1 として比較した.

#### 2.3.1.4.2 抽出溶媒回数

試料約 0.5 g を精密に量り, メタノール/超純水 (7:3) 100 mL について, 抽出回数を 1 回 (100 mL), 2 回 (50 mL, 50 mL), とし, それぞれを正確に加え, 以後 2.3.1.2 の抽出溶媒検討溶液と同様に調製し, 抽出溶媒回数検討溶液 1 とした. また, 得られた上澄液を取り除いた残留物についてメタノール/超純水 (7:3) 20 mL をそれぞれ正確

に加え, 以後 2.3.1.2 の抽出溶媒検討溶液と同様に調製し, 抽出溶媒回数検討溶液 2 とした. 1 回抽出で得たピーク面積を 1 とし, ピーク面積により抽出溶媒回数検討溶液 1 中の成分量を比較した. また, 残存成分率を (抽出溶媒回数検討溶液 2 のピーク面積/抽出溶媒回数検討溶液 1 のピーク面積)  $\times$  100 として算出し, 残存成分率を比較した.

### 2.3.2 試料溶液

試料約 0.5 g を精密に量り, メタノール/超純水 (7:3) 100 mL を正確に加え, 超音波抽出により 30 分間抽出した後, ろ紙ろ過を行い, 上澄液をメタノール/超純水 (7:3) を加えて正確に 100 mL とし, その液について孔径 0.22  $\mu\text{m}$  のメンブランフィルターを通し, 試料溶液とした.

### 2.3.3 標準溶液の調製

Paeoniflorin 標準品約 1.0 mg を精密に量り, メタノール 1 mL を正確に加えて溶かし, 1 mg/mL 標準原液 1 とした. Albiflorin 標準品約 1.0 mg を精密に量り, メタノール 1 mL を正確に加えて溶かし, 標準原液 2 とした. 標準原液 1 を 1 mL, 標準原液 2 を 1 mL それぞれ正確にとり, 混和したものを 500 mg/L の標準溶液とした. 以下これを 100 mg/L, 50 mg/L, 10 mg/L, 5 mg/L, 1 mg/L に段階希釈し検量線用標準溶液とした.

### 2.3.4 HPLC 装置及び測定条件

HPLC 装置は LC-20 (島津製作所株式会社製) を用いた. 測定条件は次のとおりとした. 検出器: 紫外吸光度計 (測定波長: 232 nm), カラム: Inertsil ODS-3 (ジールサイエンス株式会社製), 粒子径: 5  $\mu\text{m}$ , 内径: 4.6 mm, 長さ: 15 cm, カラム温度: 30°C, 移動相: 水/アセトニトリル/りん酸混液 (850:150:1), 流速: 毎分 0.7 mL, 注入量: 1  $\mu\text{L}$ .

### 2.3.5 試料等の 2 成分の定量値の比較

シャクヤクつぼみ末 12 ロット (奈良県産和シャクヤク 10 ロット, 洋シャクヤク 2 ロット) と部位ごとの比較としてガク 8 ロット (奈良県産和シャクヤク 8 ロット), オシベ 4 ロット (奈良県産和シャクヤク 4 ロット) 花卉 11 ロット (奈良県産和シャクヤク 4 ロット, 洋シャクヤク 7 ロット) について Paeoniflorin, Albiflorin の 2 成分量を測定し, つぼみと花卉についてそれぞれ和シャクヤクと洋シャクヤクの 2 群間において, t 検定により有意差の検定を行った.

## 2.4 抗酸化能

抗酸化能は, 須田ら<sup>5)</sup>の方法に準じ, DPPH ラジカル消去能を測定し, Trolox 相当量として算出した. 分析試料は, 各試料 0.2 g に抽出溶媒 (80%エタノール) 10 mL を加え一晩室温で回転振とうした後, 遠心分離 (10,000 rpm  $\times$  10 min)

した上澄液を適宜希釈し用いた。

### 2.5 ポリフェノール含有量

ポリフェノール量は、三重県科学技術振興センターの柿ポリフェノールの分析方法に準拠した<sup>6)</sup>。分析試料は各試料 1.0 g に 70%メタノール約 40 mL を加え 80 °C 10 分間抽出後、遠心分離 (10,000 rpm×10 min) した上澄液を可用性ポリフェノールとし、その後 1%塩酸を加えた後、70%メタノール約 40 mL を加え 80 °C 30 分間抽出後、遠心分離 (10,000 rpm×10 min) した上澄液を不溶性ポリフェノールとし、フォーリン・デニス法により 760 nm での吸光度を測定した。

### 2.6 香気成分

香気成分の定性分析は、大野ら<sup>7)</sup>の方法を一部改変し行った。すなわち、各試料 1 g を匂い袋に精秤し、窒素で充てんし 30 分後加熱脱着捕集管 (ジーエルサイエンス社 OPTIC 用充填剤 TENAX TA 60/80 以下 TENAX という) に吸着し、ガスクロマトグラフ質量分析計 (以下、GC/MS と記す。) を用い、TENAX ガス中の成分について定性分析した。分析条件は表 1 のとおりとした。得られた Total Ion Chromatogram (以下、TIC と記す。) についてリテンションタイム及び MS スペクトルの比較により同定を行った。

表 1 香気成分の定性分析条件

装置	株式会社島津製作所製 GCMS-QP2010Ultra AOC-5000Plus
カラム	HP-INNOWAX, 60 m×0.25 mmID,0.25 μm
カラム流量	Helium,0.62 mL/min
注入口温度	250°C
注入モード	スプリット (スプリット比 1/5)
注入量	2 mL
昇温条件	35°C (5min) → 5°C/min → 220°C (5min)
イオン化法	EI
イオン源温	200°C
イオン化電圧	70eV
スキャン質量範囲	50-500 m/z
スキャン速度	1666

### 2.7 アンジオテンシン変換酵素阻害作用

アンジオテンシン変換酵素阻害作用について、久保ら<sup>8)</sup>の方法で実施した。一部、一般財団法人日本食品分析センターに分析委託した。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 成分同時定量法の設定

まず、HPLC 条件として、標準溶液を用いて日本薬局方シャクヤク<sup>9)</sup>の試験条件を適用したところ、Albiflorin, Paconiflorin, の順に溶出し、その分離度は 5.01 であった。日本薬局方の「シャクヤク」の試験条件で良好な分離及びピーク形状が得られ、かつ 30 分以内と短時間で分析を終了できることから同一の条件とした。ただし、機器の設定上、カラム温度を 20 °C に下げられないことから、30 °C に設定することとした。カラム温度の上昇に伴い Paconiflorin のピークが一部テーリングしたもののシンメトリー係数は 1.02 であり、分析に影響はない範囲であった。なお、定量にはピーク面積を使用することにした。

実験方法 2.3.4 に記載した条件で操作したとき、Albiflorin, Paconiflorin の順に溶出し、それぞれの分離度は、5.70 であった。(図 1) これらの結果から、分析条件を次のように設定した。

検出器：紫外吸光光度計 (測定波長：232 nm)、カラム：内径 4.6 mm、長さ 15 cm のステンレス管に 5 mm の液体クロマトグラフィー用オクタデシルシリル化シリカゲルを充てんしたもの、カラム温度：30 °C 付近の一定温度、移動相：水/アセトニトリル/りん酸混液 (850 : 150 : 1)、流量：毎分 0.7 mL (Albiflorin の保持時間約 12 分、Paconiflorin の保持時間約 16 分)。

### 3.2 抽出条件による抽出効率の比較

#### 3.2.1 抽出方法

抽出方法には (1) 還流冷却抽出、(2) 超音波抽出、(3) 振とう抽出を用い、実験方法 2.3.1.1 に記載した条件で抽出し、結果として Paconiflorin において、超音波抽出を行ったものがピーク面積が大きく、両成分の抽出効率が高いと考えられた (表 2)。以上の結果から、抽出方法は超音波抽出を用いることとした。

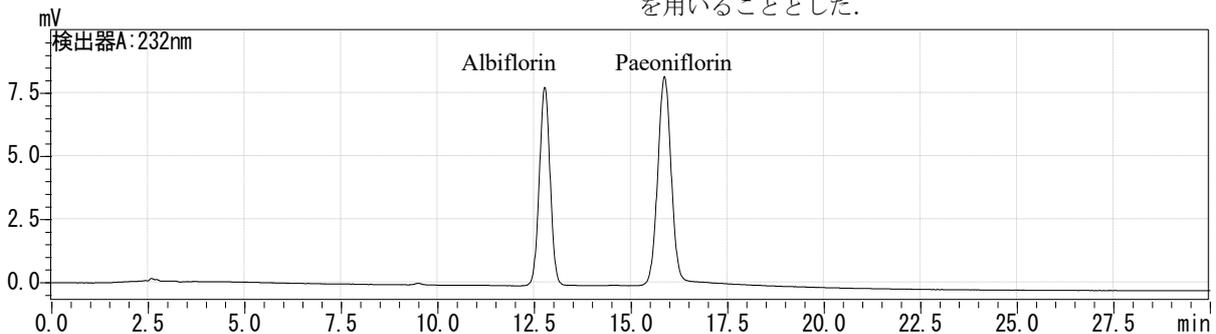


図 1 Albiflorin, Paconiflorin 100 ppm 標準溶液 HPLC クロマトグラム

表 2 抽出条件のピーク面積率

抽出条件	Albiflorin	Paeoniflorin
還流冷却抽出	1.00	1.00
超音波抽出	0.85	1.06
振とう抽出	0.80	1.06

### 3.2.2 抽出溶媒

抽出溶媒を検討するため, 実験方法 2.3.1.2 に記載した条件で抽出し, 結果として Paeoniflorin において, メタノール/超純水 (7:3) のピーク面積が大きく, それ以上メタノール濃度を高くしても抽出効率が小さくなることから, 抽出溶媒にメタノール/超純水 (7:3) を用いることとした (表 3).

表 3 抽出溶液条件のピーク面積率

抽出溶液	Albiflorin	Paeoniflorin
メタノール	0.94	0.99
メタノール:超純水 (7:3)	0.96	1.03
メタノール:超純水 (1:1)	1.00	1.00
メタノール:超純水 (3:7)	0.95	0.87
超純水	0.80	0.70

### 3.2.3 抽出試料量

抽出試料量を検討するため, 実験方法 2.3.1.3 に記載した条件で抽出し, 結果として 0.5 g で抽出を行ったとき, いずれの成分においてもピーク面積が大きく, 抽出効率が高いと考えられた. また, 抽出試料量の減量では 0.5 g よりピーク面積は増加するが抽出効率を考えると差はないと判断した. 抽出試料量の増量に伴い, Paeoniflorin のピーク面積は減少した (表 4). Albiflorin についてはピーク面積の増加がみられるが, これは夾雑物を受けるものと考えられた. 以上の結果から, 0.5 g を用いることとした.

表 4 試料量条件とピーク面積率

試料量	Albiflorin	Paeoniflorin
0.1g	1.00	1.04
0.3g	1.04	1.04
0.5g	1.00	1.00
0.7g	1.11	0.95
0.9g	2.18	0.84
1.0g	1.10	0.90
1.5g	1.02	0.99

### 3.2.4 抽出溶媒量

抽出溶媒量を検討するため, 実験方法 2.3.1.4.1 に記載した条件で抽出し, 結果として 100 mL で抽出を行ったとき,

いずれの成分においても, ピーク面積が大きく, 抽出効率が低いと考えられた (表 5).

また抽出溶媒量の抽出回数を検討するため, 実験方法 2.3.1.4.2 に記載した条件で抽出し, 結果としていずれの成分においても, 抽出回数が多い方が残存成分率は少なかったが, ピーク面積には大きな差はなかった (表 6). 以上の結果から, 抽出の簡便性を考慮し, 抽出溶媒量を 100 mL とし, 抽出回数は 1 回とした.

表 5 抽出溶媒量とピーク面積率

抽出溶媒量	Albiflorin	Paeoniflorin
25 mL	0.79	1.00
50 mL	0.89	0.98
100 mL	1.00	1.00
200 mL	0.47	0.92
250 mL	0.36	1.09

表 6 抽出回数とピーク面積率

抽出回数/溶媒量	Albiflorin	Paeoniflorin
1回/100mL	1.00(0.00)	1.00(0.05)
2回/50mL,50mL	1.03(0.00)	1.00(0.05)

### 3.3 試料の 2 成分の定量値の比較

上記で設定した同時定量法に基づき, シクシク花 (つぼみ) 末 12 ロット (和シクシク 10 ロット, 洋シクシク 2 ロット) について, 2 成分量を測定した (表 7).

結果から, 本研究では奈良県産和シクシクつぼみ 10 ロット, 洋シクシク 2 ロットすべてにおいて Paeoniflorin, Albiflorin の定量が可能であった.

Paeoniflorin の成分量は, 和シクシクは 108.6~1500.4 mg/100 g (0.109~1.500 %), 洋シクシクは 7.7~923.9 mg/100 g (0.008~0.924 %) であった. Albiflorin は和シクシク 12.0~213.2 mg/100 g (0.012~0.213 %), 洋シクシク 2.0~54.9 mg/100 g (0.002~0.055 %) であった.

Paeoniflorin は表 7 No. 1~4 の 2021 年採取の和シクシクで含有量は 1303.1~1500.4 mg/100 g (1.303~1.500 %) となり, 特に No. 1 は奈良県由来の「梵天」という白花八重品種<sup>1,2)</sup>であるが, 同じ地域で栽培されている赤紫色品種と含有量の差はなかった. また, 品種系統が明確な北海道系統は 758.9~881.6 mg/100 g (0.759~0.882 %), 北宰相 710.0 mg/100 g (0.710 %), 四国系統 975.8 mg/100 g (0.976 %) となり, 2021 年採取検体の約半分の含有量であった.

No. 9 と No. 10 は 2016 年採取の同じ和シクシク, No. 11 と No. 12 は 2016 年採取の同じ洋シクシクを乾燥条件を変えて検査した. 凍結真空乾燥と 30°C 乾燥の結果は和シクシクで 1496.4 mg/100 g (1.496 %), 108.6 mg/100 g (0.109 %), 洋シクシクで 923.9 mg/100 g (0.924 %), 143.4

mg/100 g (0.143 %) となり、種別にかかわらず凍結真空乾燥では Paeoniflorin 成分が減少せず含有していた。

さらに、和シヤクヤクについて、つぼみに付随する部分をわけて比較検査を行い、ガク、オシベ、花卉についても Paeoniflorin, Albiflorin の定量が可能であった。ガクについては食区分ではないが参考として測定したところ、つぼみについているガクは 2021 年採取で Paeoniflorin は 1737.0～2597.4 mg/100 g (1.737～2.597 %), 品種系統が明確な北海道系統等は 705.5～892.3 mg/100 g (0.706～0.892 %) でつぼみとほぼ同等かそれ以上の含有量を示した。2021 年度に採取した No. 1, No. 4 など新鮮なものでは、日本薬局方で規定されている Paeoniflorin 2.0 %以上<sup>3)</sup>を含有するものもあることが判明した。

オシベは 476.0～834.4 mg/100 g (0.476～0.834 %) で北宰相が最も高く、花卉は和シヤクヤクでは北海道系統等で 339.1～406.2 mg/100 g (0.339～0.406 %), 洋シヤクヤクは

204.7～700.3 mg/100 g (0.205～0.700 %) となり和シヤクヤク、洋シヤクヤクで大きな差はなかった。

Paeoniflorin, Albiflorin の 2 成分量について、つぼみと花卉についてそれぞれ和シヤクヤクと洋シヤクヤクの 2 群間において、t 検定を行ったが有意差は示されなかった。

今回の検査結果よりシヤクヤク花の各部位に Paeoniflorin, Albiflorin が含まれており、成分含量を評価することが可能となった。和シヤクヤクと洋シヤクヤク両方も含有していることから、成分含量を評価し、食利用を含めた使用を進めることが可能な素材と判断した。

今回、採取後数年経過した検体も含めての評価となったことから、他成分での評価や、同地点でのロット間差、品種差などの検証を引き続き進めていきたい。

表 7 奈良県産シヤクヤクの Albiflorin, Paeoniflorin 含量

No	採取地	和洋	部位	花色	採取年	乾燥条件	Albiflorin (mg/100g)	Paeoniflorin (mg/100g)	Albiflorin (%)	Paeoniflorin (%)	
1	橿原市	和	梵天	つぼみ	白	2021	FD	38.4	1495.1	0.038	1.495
2	橿原市	和		つぼみ	赤紫	2021	FD	199.1	1500.4	0.199	1.500
3	下市町	和		つぼみ	白	2021	FD	83.3	1303.1	0.083	1.303
4	下市町	和		つぼみ	赤紫	2021	FD	49.2	1317.2	0.049	1.317
5	五條市	和	北海道系統	つぼみ	赤紫	2018	FD	89.6	758.9	0.090	0.759
6	五條市	和	北海道系統	つぼみ	白	2018	FD	73.9	881.6	0.074	0.882
7	五條市	和	北宰相	つぼみ	白	2018	FD	38.9	710.0	0.039	0.710
8	五條市	和	四国系統	つぼみ	赤紫	2018	FD	44.1	975.8	0.044	0.976
9	下市町	和		つぼみ	赤紫	2016	FD	213.2	1496.4	0.213	1.496
10	下市町	和		つぼみ	赤紫	2016	30°C 275時間	12.0	108.6	0.012	0.109
11	下市町	洋		つぼみ	赤	2016	FD	54.9	923.9	0.055	0.924
12	下市町	洋		つぼみ	赤	2016	30°C 275時間	2.0	7.7	0.002	0.008
1*	橿原市	和		ガク	白	2021	FD	56.0	2597.4	0.056	2.597
2*	橿原市	和		ガク	赤紫	2021	FD	234.8	1737.0	0.235	1.737
3*	下市町	和		ガク	白	2021	FD	72.0	1987.6	0.072	1.988
4*	下市町	和		ガク	赤紫	2021	FD	288.5	2128.3	0.288	2.128
5*	五條市	和	北海道系統	ガク	赤紫	2018	FD	51.9	851.8	0.052	0.852
6*	五條市	和	北海道系統	ガク	白	2018	FD	33.7	892.3	0.034	0.892
7*	五條市	和	北宰相	ガク	白	2018	FD	10.3	883.9	0.010	0.884
8*	五條市	和	四国系統	ガク	赤紫	2018	FD	19.0	705.5	0.019	0.706
5**	五條市	和	北海道系統	オシベ	赤紫	2018	FD	158.5	536.7	0.158	0.537
6**	五條市	和	北海道系統	オシベ	白	2018	FD	399.8	476.0	0.400	0.476
7**	五條市	和	北宰相	オシベ	白	2018	FD	0.0	834.4	0.000	0.834
8**	五條市	和	四国系統	オシベ	赤紫	2018	FD	3.9	555.0	0.004	0.555
5***	五條市	和	北海道系統	花卉	赤紫	2018	FD	66.131	339.134	0.066	0.339
6***	五條市	和	北海道系統	花卉	白	2018	FD	77.424	351.68	0.077	0.352
7***	五條市	和	北宰相	花卉	白	2018	FD	22.593	406.22	0.023	0.406
8***	五條市	和	四国系統	花卉	赤紫	2018	FD	7.147	397.453	0.007	0.397
13	下市町	洋		花卉	白	2019	FD	151.8	479.6	0.152	0.480
14	下市町	洋		花卉	赤	2019	FD	3.7	204.7	0.000	0.205
15	下市町	洋		花卉	ピンク	2019	FD	44.9	552.8	0.045	0.553
16	下市町	洋		花卉	オレンジ/ピンク	2019	FD	29.9	324.1	0.030	0.324
17	下市町	洋		花卉	濃ピンク	2019	FD	66.5	466.9	0.067	0.468
18	下市町	洋		花卉	赤紫八重	2019	FD	25.0	700.3	0.025	0.700
19	下市町	洋		花卉	赤紫八重	2019	FD	0.0	385.0	0.000	0.385

\*番号同じもののガク \*\*番号同じもののオシベ \*\*\*番号同じものの花卉  
乾燥条件 FD:凍結真空乾燥

### 3.4 抗酸化能

抗酸化能の結果を図2に示す. 奈良県産和シャクヤクのつぼみは1652~4894  $\mu\text{mol/g}$  乾燥重で, 2021年採取は, 採取地にかかわらず白花より, 赤紫花の方が抗酸化能が高い傾向が見られた. 洋シャクヤクは, つぼみで3132~3576  $\mu\text{mol/g}$  乾燥重で大きく差はなかった. 抗酸化能の高い柿の葉で15,000  $\mu\text{mol/100 g}$  乾燥重の報告があり<sup>10)</sup>, 奈良県産和シャクヤクのつぼみは最大のもので柿葉の約30倍の抗酸化能があり, 非常に抗酸化能のある素材であることが判明した.

部位では, 和シャクヤクオシベは1533~2888  $\mu\text{mol/g}$  乾燥重でつぼみの1/2程度の抗酸化能, 和シャクヤク花卉は2458~4070  $\mu\text{mol/g}$  乾燥重でつぼみと同程度の抗酸化能であった. 一方, 洋シャクヤクは花卉で3074~10597  $\mu\text{mol/g}$  乾燥重となり, 和シャクヤクや洋シャクヤクのつぼみより2倍以上の抗酸化能であった. 色が鮮やかで八重のものは抗酸化能が高い傾向が見られた.

乾燥条件の比較では, 凍結真空乾燥と30°C275時間乾燥で見ると和シャクヤクでは3773→1652  $\mu\text{mol/g}$  乾燥重

と半分以下に減少したが, 洋シャクヤクでは3576→3132  $\mu\text{mol/g}$  乾燥重で87%を維持しており, 洋シャクヤクは乾燥条件で抗酸化の変化が少ないことが推測された.

### 3.5 ポリフェノール含有量

ポリフェノール含有量の結果を図3に示す. 和シャクヤクつぼみは12.8~28.1 g/100 g 乾燥重, 洋シャクヤクつぼみは17.9~25.1 g/100 g 乾燥重で差はなかった. 抗酸化能と同様, オシベは低く, ガクはつぼみと同程度の含有量であった. 乾燥条件の比較において洋シャクヤクのポリフェノール量は乾燥条件で変化が少ないことが推測された. ポリフェノール量と抗酸化能は相関性が見いだされなかったことから, 抗酸化能にはポリフェノール以外の成分や採取時期, 保管期間などほかの要因が関係することも推測された. 食用花の花弁のポリフェノールは15 gで一般野菜と比較してポリフェノールが多いと報告<sup>11)</sup>されていることから, 奈良県産シャクヤクは食用花の花弁と同様にポリフェノールの高い素材であることが判明した.

### ToroloX相当量 $\mu\text{mol/g}$ 乾燥重

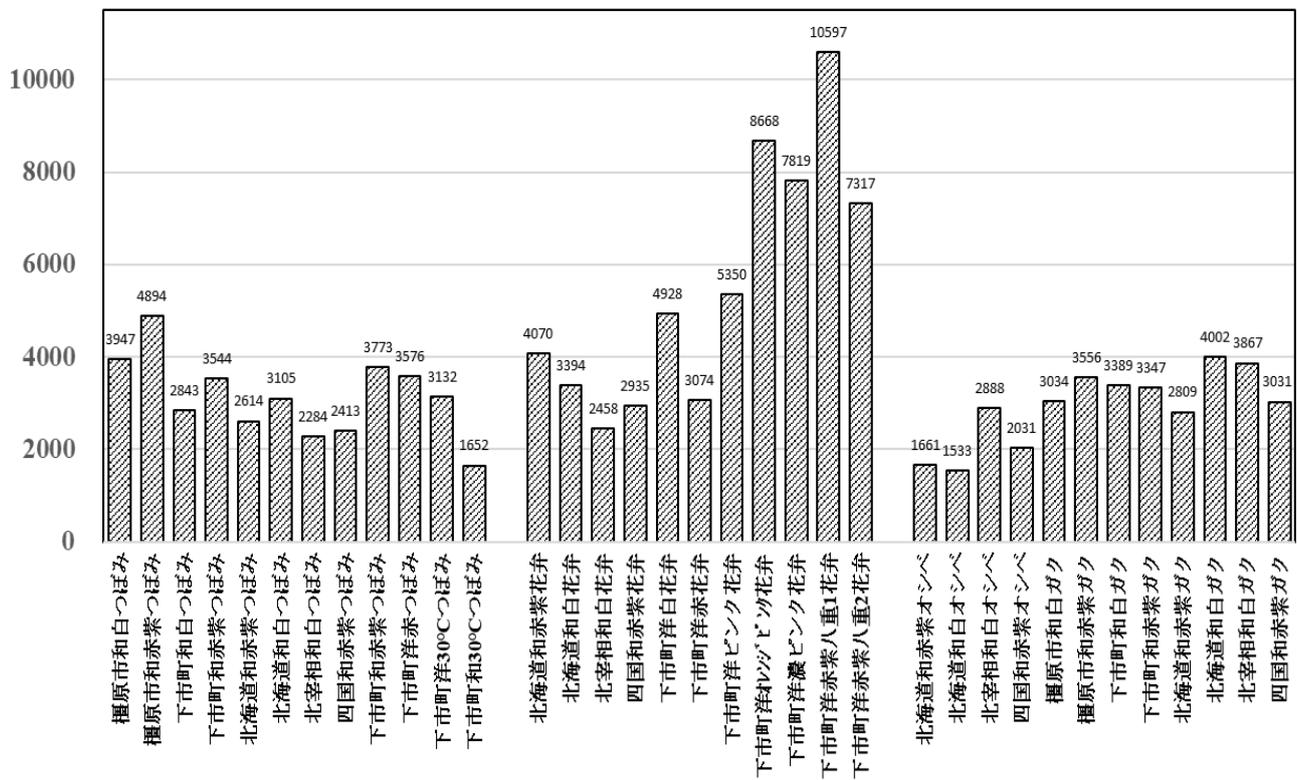


図2 奈良県産シャクヤクの抗酸化能

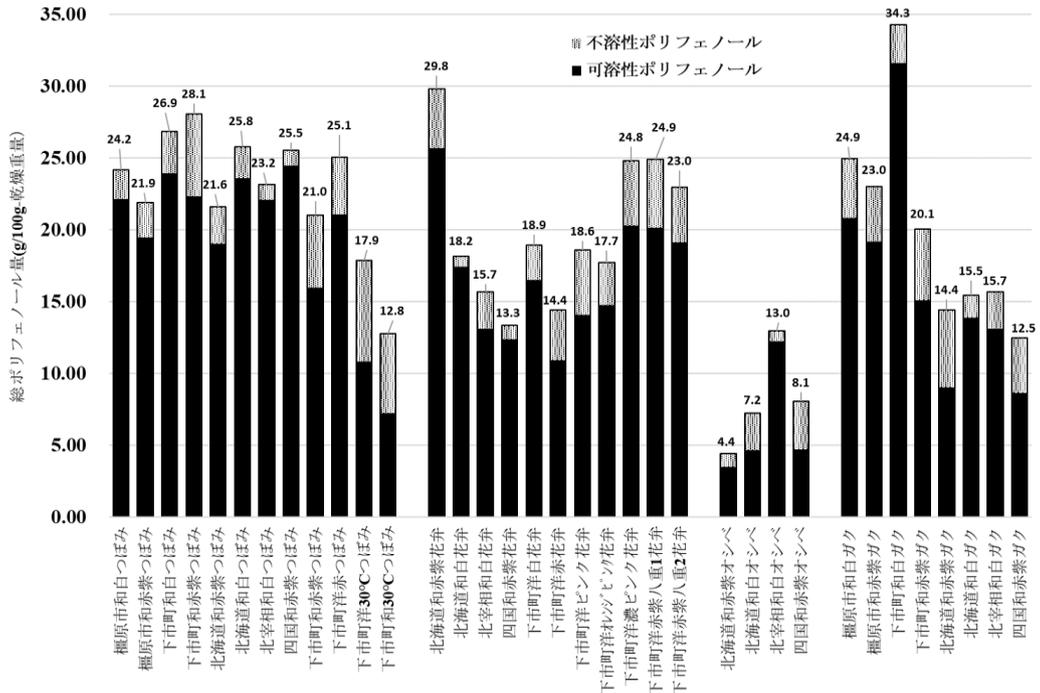


図3 奈良県産シャクヤクの総ポリフェノール量

3.6 香気成分

図4に2021年採取梵天白花つぼみ(表7 No.1)のTICを、図5に2021年採取赤紫花つぼみ(表7 No.4)のTICを示す。シャクヤクつぼみの香気成分は、白花、赤紫花ともに構成は似ており、柑橘香成分は①β-Myrcene、②D-Limoneneであった。青葉アルデヒドの③2-Hexenalをはじめ、④1-Hexanol(芝刈り臭)、⑤4-Hexen-1-ol等の強い

グリーン香、⑥2-Nonenal、(E)-の油臭、加齢臭、⑦Benzaldehyde(アーモンド臭)、⑧Bicyclo[3.1.1]heptane-2-carboxaldehyde、6,6-dimethyl-(爽やかでスパイシーな草木臭)、⑨Caryophyllene(チョウジのつぼみ臭)などが検出され、シャクヤクのフレッシュなつぼみに柑橘香、青葉臭、加齢臭などを確認した。

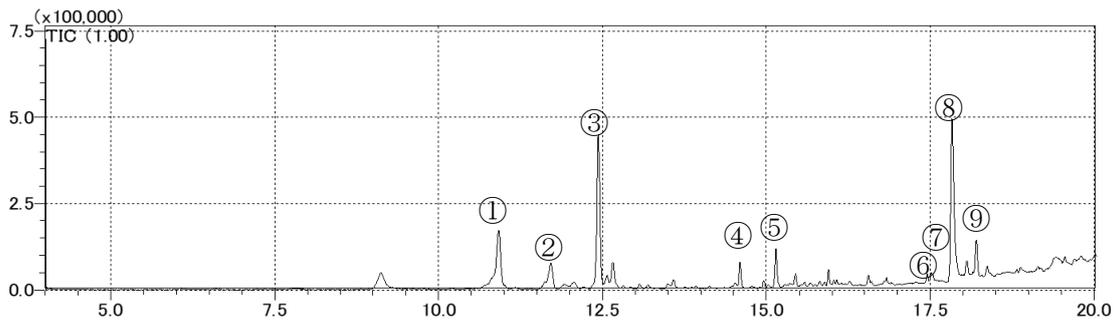


図4 梵天白花つぼみ TIC

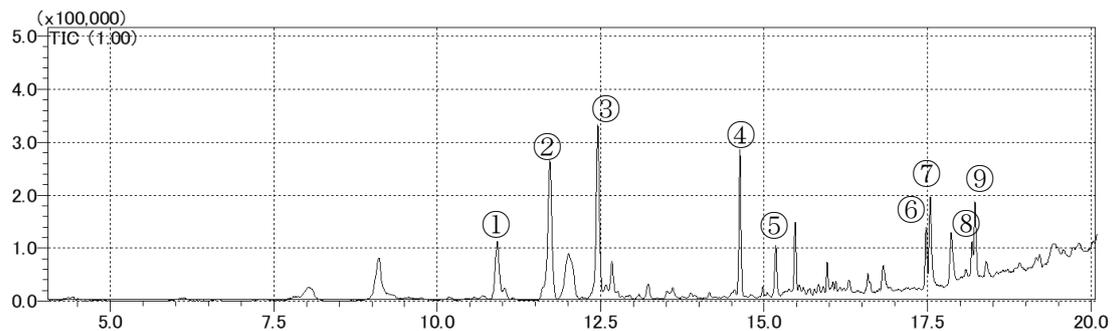


図5 赤紫花つぼみ TIC

### 3.7 アンジオテンシン変換酵素阻害作用

アンジオテンシン変換酵素は、アンジオテンシンIをIIへ変換する酵素である。アンジオテンシンIIは、末梢毛細血管を収縮させることで、直接的に血圧を上昇させるだけでなく、副腎でアルドステロンの分泌を高め、Na や水の貯留量増大を引き起こすなど、間接的な血圧上昇にも関与する。そのため、アンジオテンシン変換酵素活性を阻害することができれば、アンジオテンシンIIの増加を防ぎ血圧の上昇を抑制することができる。和シャクヤクの2021年採取梵天白花(表7 No.1)および赤紫花つぼみ(表7 No.4)の50%エタノール抽出物のアンジオテンシン変換酵素阻害率を図6に示す。梵天白花、赤紫花ともに試料濃度依存的に阻害率が高くなることが判明した。また、IC<sub>50</sub>は0.14 mg/mL, 0.45 mg/mLを示した。

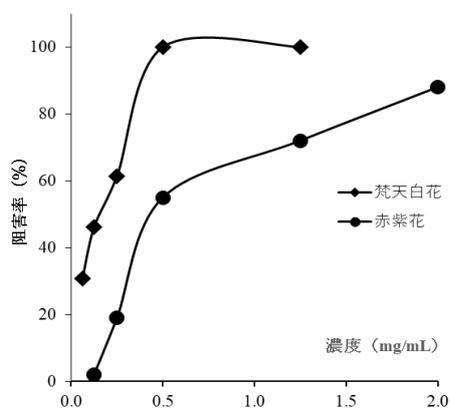


図6 シャクヤクつぼみ  
アンジオテンシン変換酵素阻害活性

## 4. 結言

本研究での主な結果は次のとおりである。

- (1) 奈良県産和シャクヤク及び洋シャクヤクの花つぼみに1.5%以下でペオニフロリンの含有が判明し、評価指標としての可能性を示唆した。
- (2) 奈良県産シャクヤクはポリフェノール含有量が高く、非常に抗酸化能のある素材であることが判明した。
- (3) シャクヤク香気成分には花の香りの中に柑橘系、青葉臭、加齢臭などの特徴的な香気成分を含むことを確認した。
- (4) 2021年栽培和シャクヤクの花つぼみにアンジオテンシン変換酵素阻害作用が高く、血圧上昇抑制の機能性素材であることが示唆された。
- (5) 食利用だけでなく、高い抗酸化能などをもとに持続可能な開発目標を目指す機能性素材としての利用検

討を進めたい。

## 謝辞

本研究にあたり、検体を提供いただいた株式会社前忠、佐藤薬品工業株式会社に深謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 柴田敏郎, シャクヤクの薬用品種育成について, 特産種苗, 公益財団法人日本特産農作物種苗協会, 16, 24-27, 2013
- 2) 福田真三, 芍薬の生産と資源, 現代東洋医学, 12(4), 77-85, 1991
- 3) 厚生省薬務局監修, "薬用植物 栽培と品質評価 Part 3", pp.45-56, 薬事日報社, 東京, 1994
- 4) 首藤明子, 岡本雄二, 大橋正孝, 清水浩美, 生薬の医薬品以外の部位を食品に利用するための加工技術の開発(第2報), 奈良県産業振興総合センター研究報告, No.43, 9-14, 2017
- 5) 須田郁夫, 抗酸化機能; 食品機能研究法, 光琳, 218-223, 2000
- 6) 西川豊, 前川哲男, 伊藤寿: 共同研究報告書「県内農水産物への機能性成分賦与・強化による健康食品の開発」三重県科学技術振興センター, p17-22
- 7) 大野一仁, 明賀久弥, 市川亮一, 柑橘の精油, 農水産物・加工食品中の健康機能性成分類の分析マニュアル集, 178-184, 四国地域イノベーション創出協議会, 2010
- 8) 久保友佳子, 清水浩美, 橘の機能性成分の調査研究(第3報) 奈良県産業振興総合センター研究報告, No.46, 11-20, 2020
- 9) 厚生労働省, 第十八改正日本薬局方, p.1956, 2021
- 10) 鶴永陽子, カキ及びヤマモモ葉の機能性ならびに茶への利用に関する研究, 日本食品保蔵科学学会誌, 35, 85-94, 2009
- 11) 立山千草, 本間伸夫, 並木和子, 内山武夫, 食用花卉に含まれるポリフェノール類含有量と抗酸化活性, 日本食品化学工学会誌, 290-299, 44(4), 1997