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

立山千草*・本間伸夫*・並木和子**・内山武夫***

Polyphenol Content and Antioxidative Activity of Various Flower Petals

Chigusa TATEYAMA*, Nobuo HONMA*, Kazuko NAMIKI**
and Takeo UCHIYAMA***

* Department of Human Life and Environmental Science, Niigata Women's College, 471, Ebigase, Niigata 950

** School of Life Studies, Sugiyama-Jogakuen University, 17-3, Motomachi, Hoshigaoka, Chikusa-ku, Nagoya 464

*** Faculty of Agriculture, Niigata University, 8050, 2-no-cho, Ikarashi, Niigata 950-21

The content of polyphenols, anthocyanins, and flavonols in petal extracts were determined spectrophotometrically in 95 kinds of flower petals, and the antioxidative activities of the petal extracts were examined by the decoloration of β -carotene coupled with the oxidation of linoleic acid. The polyphenol content for each family of flower showed some differences in mean levels, i.e., 8.74% in *Theaceae* (camellia), 4.78% in *Rosaceae* (rose), and 1.66% in *Compositae* (chrysanthemum), which were calculated as gallic acid in 100 g dry matter of petal. The highest content was found to be 14.83% in red *Rosa hybrida* (*Rosaceae*). Almost all of the petal extracts showed antioxidative activity, and good correlation between the activity and the level of polyphenol content was observed, suggesting the direct contribution of polyphenols in the antioxidative activity. The highest observed in the red *Rosa hybrida* was as high as 10 times that of BHA. Further examination of correlation of the kind of polyphenol component and genus of family of flower indicated that the activity of the petals of red *Rosa hybrida* (rose genus) correlated with their anthocyanin content and activity of *Compositae* (chrysanthemum family) with the flavonol content.

(Received Sep. 18, 1996 ; Accepted Dec. 8, 1996)

近年、日常に摂取する植物性食品中の抗酸化成分は、単に食品の酸化的劣化の抑制効果だけでなく、生体における活性酸素、フリーラジカルにより引き起こされる酸化的傷害を抑制し、最終的には種々の疾患の予防に寄与するものとして注目されている¹⁾。植物起源の抗酸化物質としては、果物や緑黄色野菜に含まれる β -カロテンやゼアキサンチンといったカロテノイド、アスコルビン酸やフラボノイド類がよく知られており^{2)~5)}、茶葉のポリフェノール成分であるカテキン類による抗酸化活性と

それに関連する機能が報告されている⁶⁾。

植物の花には、花菜として食用にされるものがあり、近年の食生活の洋風化・多様化に伴い、食用菊などの伝統的なものに加え、視覚を重視したエディブルフラワーやハーブとして新たな需要が増大し、現在、供給量を別にすると50種類を越える花が食用に利用されており⁷⁾⁸⁾、今後種類、量とともに増えるものと思われる。これまで、花に関する化学的研究の大部分は、その色素の天然物有機化学的研究⁹⁾であった。一部、生薬的立場で

* 県立新潟女子短期大学生活科学科 (〒950 新潟市海老ヶ瀬 471)

** 椋山女学園大学生活科学部 (〒464 名古屋市千種区星が丘元町 17-3)

*** 新潟大学農学部 (〒950-21 新潟市五十嵐 2 の町 8050)

の研究^{10)~12)}も少なくない。これらに対して、食用の立場での研究もあるが、その研究例は少なく、食文化的¹³⁾なものに限られ、食品としての特性や機能についての研究は全くなされていない。

著者らは、現在食用されている花を対象として、抗酸化機能が見出されているポリフェノール類を中心に成分と機能性についての研究を行っているが、本報では主にツバキ科、バラ科、キク科の花弁についての結果を報告する。

実験方法

1. 試料および試薬

実験に用いた花弁はツバキ科 22 種、バラ科 46 種（内バラ属 18 種）、キク科 11 種、その他 16 種の合計 95 種である（表 1）。供試試料は、新潟市大形地区および新潟県園芸試験場にて採取、または市販のものをを用いた。

試薬：リノール酸、ナカライテスク製特級品、その他の試薬は和光純薬製の特級品を使用した。

シアニンは新潟大学星野力教授より寄贈された。

煎茶は静岡産市販品を使用した。

2. 試料溶液の調製

試料花弁は採取後、直ちに水洗し、凍結乾燥した。

この凍結乾燥物から下記の抽出液を調製した。

① 50% メタノール pH 2.0 抽出液：乾燥物 0.1 g を 0.1 M クエン酸緩衝液（pH 2.0）とメタノールの 1:1（v/v）混合液 20 ml とともにテフロンホモジナイザーで磨砕抽出し、No. 2 濾紙で濾過後、残渣の洗液を合わせ 50 ml に定容した。

② 80% メタノール pH 4.5 抽出液：乾燥物 0.1 g を 0.1 M 酢酸緩衝液（pH 4.5）とメタノールの 2:8（v/v）混合液 20 ml とともにテフロンホモジナイザーで磨砕抽出し、No. 2 濾紙で濾過後、残渣の洗液を合わせ 50 ml に定容した。

3. ポリフェノール、アントシアニン、フラボノールの定量

ポリフェノールの定量は FOLIN-DENES 法¹⁴⁾に従って行い、没食子酸相当量として算出した。すなわち適宜希釈した前記 ① 抽出液 2 ml に、2 倍希釈の FOLIN 試薬 2 ml を加え、3 分間放置後、10%（w/w）炭酸ナトリウム溶液 2 ml を加え、30℃ 下で 30 分放置した。遠心分離したのち 760 nm での吸光度を測定した。

アントシアニンの定量は ① 抽出液の 510 nm の吸光度を測定する方法¹⁵⁾で行った。花色の主要な色素成分はシアニンであることから¹⁶⁾、アントシアニンをシアニ

ン相当量として算出した。

フラボノールはアルミニウム塩類を用いる比色法¹⁵⁾で行った。すなわち前記 ② 抽出液 1 ml に 0.1 M 塩化アルミニウム水溶液 2 ml と 0.2 M 酢酸緩衝液（pH 4.5）7 ml を加えて 2 時間放置・発色した後、0.1 M 酢酸緩衝液（pH 4.5）とメタノールの 2:8（v/v）混合液で 25 ml に定容後、410 nm の吸光度を測定し、フラボノールをルチン相当量として算出した。

4. 抗酸化性の測定

抗酸化性の測定は津志田らの方法¹⁷⁾より測定した。すなわちβ-カロチン溶液（100 mg/100 ml クロロホルム）、リノール酸（4 g/100 ml クロロホルム）、ツイーン 40 溶液（20 g/100 ml クロロホルム）を作成し、それぞれ 0.55 ml、0.55 ml、1.1 ml ずつを 200 ml の三角フラスコに取り、窒素ガス通気によりクロロホルムを完全に除去した後、110 ml の蒸留水を加え溶解し、リノール酸β-カロチン溶液を作成した。この溶液 90 ml に 8 ml の 0.2 M 磷酸緩衝液（pH 6.8）を加え、静かに攪拌後 4.9 ml を試験管に分注し、0.1 ml の花卉抽出液 ② を添加・混合し、すばやく 50℃ の反応槽に移し 15 分後から 45 分後までの吸光度（470 nm）の減少量を求めた。さらに、求めた減少量を基準溶液の BHA 溶液（1 mg/100 ml 0.1 M 酢酸緩衝液（pH 4.5）とメタノールの 2:8（v/v）混合液）を添加し作成した反応液についての吸光度の減少量で割り抗酸化活性値とした。

実験結果および考察

1. 各種花卉抽出液のポリフェノール類含有量

花卉抽出液についてポリフェノール量、アントシアニン量、フラボノール量の測定を行い花卉乾物 100 g 当たりの結果を表 2・表 3 に示した。なお、参考のため同一方法で求めた煎茶の数値も示した。

各種花卉のポリフェノール量は最低値 0.11% から煎茶 9.98% を越えた 14.83% の範囲にある。その平均値 5.05% は津志田¹⁷⁾らの市販の 43 種の茎・葉・根・果菜類のポリフェノール量の最高値 2.6%（シュンギク）を遙かに越えているので、花卉は一般野菜に較べてポリフェノールを多く含むものといえる。

さらに、花色色素として重要なアントシアニン、植物に広く分布するフラボノール含有量を測定し、種（ツバキ科、バラ科、キク科の 3 群）並びに花色の違い（赤色系と非赤色系）にわけて検討した。

その結果、次に示すごとく、ポリフェノール類の内容及び含有量は種類及び花色によって異なることを認め

表1 供試花卉

No. 学名 (科・属・種)	花 色	和名, その他
[A ツバキ科 (Theaceae)]		
A 1 (赤色系)		
1 <i>Camellia sasanqua</i>	pink	サザンカ, 一重咲き
2 <i>Camellia sasanqua</i>	red	"
3 <i>Camellia sasanqua</i>	pink	"
4 <i>Camellia sasanqua</i>	light red	"
5 <i>Camellia japonica</i>	red	ツバキ, 八重咲き
6 <i>Camellia japonica</i>	pink	" , 西王母
7 <i>Camellia japonica</i>	pink	" , 筒状花卉
9 <i>Camellia japonica</i>	red	" , あら獅子
10 <i>Camellia japonica</i>	light red	"
12 <i>Camellia japonica</i>	red & pink	" , ピンク斑, 雪椿
14 <i>Camellia japonica</i>	pink	" , 雪椿
16 <i>Camellia japonica</i>	pink	" , エンジェルウィングス
20 <i>Camellia japonica</i>	red	"
A 2 (非赤色系)		
8 <i>Camellia japonica</i>	white & red	" , 白地に小赤斑入
11 <i>Camellia japonica</i>	white	" , 獅子咲き
13 <i>Camellia japonica</i>	white	"
15 <i>Camellia japonica</i>	white	" , 雪椿
17 <i>Camellia japonica</i>	white	"
18 <i>Camellia japonica</i>	white	"
19 <i>Camellia japonica</i>	white	" , 雪椿
23 <i>Stewartia pseudo-camellia</i>	white	ナツツバキ
24 <i>Camellia sinensis</i>	white	茶花, 村上市産
[B バラ科 (Rosaceae)]		
1 B 1 バラ科バラ属 (<i>Rosaceae Rosa</i>) (赤色系)		
27 <i>Rosa hybrida</i>	red	バラ, 食用市販
28 <i>Rosa hybrida</i>	red	"
31 <i>Rosa hybrida</i>	red	"
35 <i>Rosa hybrida</i>	red	"
36 <i>Rosa hybrida</i>	pink	" , ローテ
37 <i>Rosa hybrida</i>	vermillion	"
38 <i>Rosa hybrida</i>	light pink	"
40 <i>Rosa hybrida</i>	red	" , 抱え咲き
42 <i>Rosa rugosa</i>	red	ハマナス
1 B 2 バラ科バラ属 (<i>Rosaceae Rosa</i>) (非赤色系)		
29 <i>Rosa hybrida</i>	white	バラ
33 <i>Rosa hybrida</i>	white	"
34 <i>Rosa multiflora</i>	white	" , ノイバラ
41 <i>Rosa hybrida</i>	white	" , ホワイトクリスマス
30 <i>Rosa hybrida</i>	yellow	"
32 <i>Rosa hybrida</i>	yellow	" , ピース
39 <i>Rosa hybrida</i>	yellow	" , ピース
43 <i>Rosa rugosa</i>	white	ハマナス
44 <i>Rosa rugosa</i>	white	" , 八重咲き
2 B 1 バラ属以外のバラ科 (赤色系)		
25 <i>Prunus yedoensis</i>	light pink	サクラ, ソメイヨシノ
26 <i>Prunus pendula</i>	light pink	" , エドヒガン
45 <i>Prunus spachiana</i>	pink	八重紅垂れサクラ
46 <i>Prunus lannesiana</i>	pink	サトザクラ, 八重
47 <i>Prunus sp.</i>	light pink	サクラ, ムラサキサクラ
48 <i>Prunus sp.</i>	pink	"
49 <i>Prunus avium</i>	light pink	サクラランボ, サトウニシキ
50 <i>Prunus avium</i>	light pink	"
51 <i>Malus pumila</i>	pink	リンゴ, ツガル
52 <i>Malus pumila</i>	pink	" , フジ
53 <i>Malus pumila</i>	pink	" , ムツ
58 <i>Prunus tomentosa</i>	light pink	ユスラウメ

表 1 の続き

No. 学名 (科・属・種)	花色	和名, その他
59 <i>Prunus persica</i>	dark pink	モモ
61 <i>Prunus persica</i>	pink	"
62 <i>Prunus persica</i>	pink	ネクタリン
63 <i>Chaenomeles speciosa</i>	light red	ボケ
64 <i>Chaenomeles speciosa</i>	red	"
66 <i>Spiraea japonica</i>	red	シモツケ
69 <i>Malus halliana</i>	light pink	カイドウ
70 <i>Prunus tomentomentosa</i>	pink	カリン
2 B 2 バラ属以外のバラ科 (非赤色系)		
54 <i>Prunus mume</i>	white	ウメ
55 <i>Raphiolepis umbellata</i>	white	シャリンバイ
57 <i>Prunus mume</i>	white	ウメ, 八重咲き
60 <i>Prunus persica</i>	white	モモ, 八重咲き
65 <i>Chaenomeles speciosa</i>	white	ボケ
67 <i>Sorbus commixta</i>	white	ナナカマド
68 <i>Spiraea thunbergii</i>	white	ユキヤナギ
72 <i>Kerria japonica</i>	yellow	ヤマブキ
[C キク科 (Compositae)]		
C 1 (赤色系)		
95 <i>Chrysanthemum morifolium</i>	violet	菊
97 <i>Chrysanthemum morifolium</i>	light pink	"
99 <i>Chrysanthemum morifolium</i>	purple	食用菊, 管状花卉
100 <i>Chrysanthemum morifolium</i>	light purple	食用菊, 管状花卉
C 2 (非赤色系)		
92 <i>Chrysanthemum morifolium</i>	white	食用菊, 平花卉
94 <i>Chrysanthemum morifolium</i>	white	菊
102 <i>Chrysanthemum morifolium</i>	white	食用菊, 管状花卉
93 <i>Chrysanthemum morifolium</i>	yellow	食用菊, 平花卉
96 <i>Chrysanthemum morifolium</i>	yellow	菊
98 <i>Chrysanthemum morifolium</i>	yellow	食用菊, 平花卉
101 <i>Chrysanthemum morifolium</i>	yellow	食用菊, 管状花卉
[D その他の花卉]		
D 1 (赤色系)		
74 <i>Antirrhinum majus</i>	purple & yellow	キンギョソウ, 食用市販
82 <i>Caryophyllaceae dianthus</i>	purple & white	ナデシコ, 食用市販
84 <i>Delphinium hybrida</i>	violet	ラックスファー, 食用市販
89 <i>Magnolia liliflora</i>	violet & white	モクレン
87 <i>Magnolia kobus</i>	violet	コブシ
103 <i>Tulipa</i> sp.	red	チュウリップ, オックスフォード
108 <i>Lilium</i> sp.	red	ユリ, スターゲザー
109 <i>Lilium</i> sp.	pale pink & red	" , 斑入り, ルレーブ
D 2 (非赤色系)		
73 <i>Antirrhinum majus</i>	yellow	キンギョソウ, 食用市販
81 <i>Primula acaulis</i>	blue	プリムラ, 食用市販
88 <i>Magnoliaceae magnolia</i>	white	タムシバ
105 <i>Tulipa</i> sp.	white	チュリップ, ビュリシマ
104 <i>Tulipa</i> sp.	yellow	" , ゴールデンオックス
106 <i>Narcissus</i> sp.	yellow	スイセン, ヤング
107 <i>Narcissus</i> sp.	white	"
110 <i>Diospyros kaki</i>	light yellow	カキ
[E その他]		
119 <i>Theaceae Camellia sinensis</i>		静岡産, 煎茶, 茶葉

表2 各種花卉のポリフェノール類含量および抗酸化活性

試料 No.*	ポリフェノール 量**	アントシアニン 量**	フラボノール 量**	抗酸化 活性***	試料 No.*	ポリフェノール 量**	アントシアニン 量**	フラボノール 量**	抗酸化 活性***
[A ツバキ科 (<i>Theaceae</i>)]					51	4.65	0.32	3.28	0.97
A 1 (赤系)					52	2.79	0.15	2.70	1.18
1	6.40	0.54	0.77	0.87	53	2.85	0.22	2.51	1.06
2	6.89	2.46	1.28	0.74	58	3.33	0.08	3.80	1.05
3	11.50	0.32	0.45	0.93	59	2.60	0.84	2.59	0.52
4	6.96	1.14	0.84	0.75	61	2.46	0.23	2.05	0.81
5	9.83	1.30	0.40	0.63	62	2.49	0.48	2.09	0.88
6	10.73	0.17	0.36	0.56	63	1.77	1.07	0.97	1.35
7	8.69	0.57	0.37	0.87	64	1.68	1.47	0.95	0.95
9	8.55	1.39	0.50	0.97	66	4.15	0.35	2.76	0.85
10	11.49	1.40	0.44	0.80	69	4.22	0.21	2.09	1.24
12	7.26	0.45	0.50	0.74	70	0.72	0.08	1.12	1.83
14	11.77	0.03	0.77	1.00	2 B 2 (非赤系)				
16	8.25	0.06	0.73	1.00	54	3.62	0.04	5.02	0.29
20	11.39	1.60	0.97	0.88	55	4.21	0.23	2.20	0.77
A 2 (非赤系)					57	4.67	0.05	4.13	0.41
8	8.07	0.07	0.38	1.12	60	2.99	0.03	3.05	0.87
11	12.03	0.21	0.43	0.58	65	1.55	0.10	0.93	1.72
13	10.95	0.04	0.77	0.75	67	1.99	0.09	1.82	1.26
15	8.23	0.06	0.73	1.27	68	4.25	0.07	3.09	1.13
17	10.09	0.04	0.83	0.87	72	0.11	0.07	0.83	1.70
18	8.27	0.05	0.91	1.02	[C キク科 (<i>Compositae</i>)]				
19	7.12	0.05	0.87	0.89	C 1 (赤系)				
23	4.25	0.07	1.43	0.84	95	2.95	0.76	3.67	0.90
24	3.56	0.04	1.14	0.70	97	0.62	0.05	1.97	1.69
[B バラ科 (<i>Rosaceae</i>)]					99	2.62	0.42	2.82	0.48
1 B バラ科バラ属 (<i>Rosaceae Rosa</i>)					100	2.75	0.16	2.09	0.70
1 B 1 (赤系)					C 2 (非赤系)				
27	11.03	1.56	1.37	0.05	92	1.77	0.04	2.20	1.48
28	11.73	4.82	1.57	0.03	94	1.07	0.03	1.99	0.91
31	8.13	1.71	1.51	0.21	102	1.13	0.05	1.51	1.20
35	14.83	3.40	1.60	0.16	93	1.01	0.04	1.82	1.52
36	10.20	0.09	1.39	0.56	96	1.13	0.05	1.41	1.05
37	3.52	0.60	1.45	0.35	98	1.15	0.05	1.62	1.23
38	5.20	0.16	2.72	0.26	101	2.05	0.03	3.15	0.80
40	7.05	3.09	1.47	0.04	[D その他の花卉]				
42	5.35	0.86	1.04	0.16	D 1 (赤系)				
1 B 2 (非赤系)					74	2.19	0.19	2.12	1.29
29	4.93	0.00	1.97	0.48	82	2.16	0.53	3.09	1.91
33	9.29	0.01	2.03	0.30	84	2.13	2.88	1.55	0.93
34	8.31	0.00	1.91	0.20	89	7.05	1.07	2.63	0.81
41	2.54	0.03	1.84	0.60	87	4.07	0.31	2.31	0.67
30	10.22	0.00	1.93	0.14	103	1.82	1.89	3.09	1.42
32	3.73	0.01	1.93	0.68	108	0.84	0.35	1.33	1.38
39	4.76	0.05	2.22	0.23	109	2.36	0.19	1.97	0.88
43	3.79	0.04	1.01	0.27	D 2 (非赤系)				
44	5.75	0.04	1.08	0.26	73	1.55	0.05	2.67	1.72
2 B バラ属以外のバラ科					81	3.98	0.75	2.24	0.75
2 B 1 (赤系)					88	6.97	0.08	2.45	0.65
25	4.55	0.08	2.74	0.29	105	1.36	0.06	1.80	1.56
26	4.30	0.07	2.95	0.32	104	1.06	0.05	2.26	1.88
45	2.79	0.14	2.99	0.57	106	2.54	0.07	2.57	1.15
46	4.34	0.24	3.42	0.40	107	3.00	0.09	2.95	1.34
47	4.80	0.17	3.15	0.37	110	6.07	0.19	1.10	0.35
48	4.42	0.20	2.88	0.39	[E その他]				
49	4.14	0.08	3.17	0.26	茶葉 (<i>Theaceae Camellia sinensis</i>)				
50	3.10	0.18	2.26	0.58	119	9.98	0.06	1.80	0.58

* 表1を参照

** 乾物重量当たり (%)

*** 抗酸化活性 = $\frac{\text{試料溶液 (15分 O.D.-45分 O.D.)}}{\text{BHA (1 mg/100 ml) (15分 O.D.-45分 O.D.)}}$

表 3 各種花卉中のポリフェノール類含量および抗酸化活性の平均値

試料		ポリフェノール量 X±STD	アントシアニン量 X±STD	フラボノール量 X±STD	抗酸化活性 X±STD
[A ツバキ科 (<i>Theaceae</i>)]					
A 1 赤系	n=13	9.21±1.93	0.88±0.70	0.64±0.27	0.825±0.132
A 2 非赤系	n=9	8.06±2.67	0.07±0.05	0.83±0.31	0.894±0.203
A 計	n=22	8.74±2.33	0.55±0.67	0.72±0.30	0.853±0.168
[B バラ科 (<i>Rosaceae</i>)]					
[1 B バラ科バラ属 (<i>Rosaceae Rosa</i>)]					
1 B 1 赤系	n=9	8.56±3.46	1.81±1.54	1.57±0.44	0.204±0.162
1 B 2 非赤系	n=9	5.92±2.55	0.02±0.02	1.77±0.40	0.351±0.178
1 B 計	n=18	7.24±3.31	0.92±1.41	1.67±0.43	0.277±0.185
[2 B バラ属以外のバラ科]					
2 B 1 赤系	n=20	3.31±1.13	0.33±0.36	2.52±0.78	0.793±0.411
2 B 2 非赤系	n=8	2.92±1.48	0.09±0.06	2.63±1.38	1.018±0.450
2 B 計	n=28	3.20±1.25	0.29±0.34	2.45±0.92	0.789±0.438
B 1 赤系	n=29	4.94±3.24	0.79±1.14	2.23±0.82	0.610±0.446
B 2 非赤系	n=17	4.51±2.59	0.05±0.05	2.18±1.08	0.665±0.495
B 計	n=46	4.78±3.02	0.52±0.97	2.21±0.93	0.630±0.466
[C キク科 (<i>Compositae</i>)]					
C 1 赤系	n=4	2.24±0.94	0.35±0.27	2.64±0.68	0.943±0.453
C 2 非赤系	n=7	1.33±0.38	0.04±0.01	1.96±0.55	1.169±0.253
C 計	n=11	1.66±0.78	0.15±0.22	2.20±0.68	1.087±0.356
[D その他の花卉]					
D 1 赤系	n=8	2.83±1.80	0.93±0.92	2.26±0.61	1.161±0.385
D 2 非赤系	n=8	3.32±2.06	0.17±0.22	2.25±0.54	1.174±0.514
D 計	n=16	3.07±1.89	0.55±0.75	2.26±0.56	1.158±0.440
[花卉全体]					
赤系	n=53	5.45±3.52	0.80±0.99	1.90±0.98	0.780±0.430
非赤系	n=42	4.51±3.16	0.08±0.12	1.86±0.96	0.900±0.472
全体計	n=95	5.05±3.40	0.49±0.83	1.87±0.97	0.825±0.455

た。

(1) ツバキ科

ポリフェノール量は平均 8.74% で 3 群中最多であったが、フラボノールは 0.72% であって最少であった。

アントシアニン量については、赤色系が平均 0.88%、非赤色系が 0.07% であって、花色による違いが明確に認められたのに対して、ポリフェノール量は赤色系 9.21%、非赤色系 8.06% であって、花色による違いは認められなかった。

また、ポリフェノール量からアントシアニンとフラボノールの合計値を差し引いた値、即ちアントシアニン及びフラボノール以外のポリフェノール（以下、その他の

ポリフェノール）の含有量は 7.47% であって 3 群中最も多い。これはツバキ科ポリフェノールにはアントシアニンとフラボノール以外のフェノール類が構成成分として含まれていると推察できる。

この“その他のポリフェノール”成分はツバキ属に共通に含まれる独特なポリフェノール成分である可能性が考えられる。なぜならば、ツバキ属であるチャの花弁には茶葉に存在するものと同種とみなされる独特なポリフェノール成分が類似した含有比率で存在すると報告¹⁸⁾されているからである。

(2) バラ科

総ポリフェノール量はバラ属（1B）平均 7.24%、バラ

属以外(2B)が3.20%であり、バラ属が特にポリフェノール含有量が高い。そのため、バラ属を中心に検討を行った。

アントシアニン量は、赤色系と非赤色系の花間で著しい差が認められ、赤系の花弁に、多量にアントシアニンの存在を認めた。

フラボノール量は、バラ属以外のバラ科植物にバラ属よりも多く認められた。ポリフェノールに対するフラボノールの含有割合を比べると、バラ属は平均23.1%とその他のバラ科76.6%に比べて低かった。

バラ科の花弁のポリフェノール類含有量の構成は、バラ属ではアントシアニン量、バラ属以外のバラ科ではフラボノール量に多く影響を与えると推察された。

(3) キク科

総ポリフェノール量は平均1.66%、アントシアニン量0.15%であって、ともに3群中最低であった。総ポリフェノール量が低いにもかかわらず、フラボノール量は比較的高いので、供試キク属のポリフェノール成分の主体はフラボノールであると考えられる。

バラ属と同様に赤色系花弁にポリフェノール量が高く、アントシアニン量は赤色系に多く存在した。

2. 各種花弁抽出液の抗酸化活性

各種花弁抽出液の抗酸化活性について調べた結果を表2・表3に示した。

供試した花弁抽出液は対照の0.1 M 酢酸緩衝液(pH 4.5)とメタノールの2:8(v/v)混合液(抗酸化活性値の平均2.10)に比べて、全てが抗酸化活性を示し、最高が赤バラ(活性値0.03)、最低がナデシコ(活性値1.91)であった。

基準としたBHA(活性値1)の示す抑制効果の10倍以上(活性値0.1以下)の極めて強い抗酸化活性を示した花弁は、いずれも、赤色のバラ属に所属していた。ちなみに、今回、並行して検討した煎茶の抗酸化活性値は、0.58であって、赤色系バラ属平均0.21に及ばなかった。

BHA溶液が示す抑制の2倍~10倍(活性値0.5~0.1)に相当する強い酸化抑制を示した花弁はバラ科バラ属、サクラ属およびカキに認められた。キク科はBHA溶液が示す効果と同程度であった。

各種花弁をツバキ科、バラ科バラ属、バラ属以外のバラ科、キク科の花弁4群に分けて比較してみると、その活性の強さはバラ属平均0.28、バラ属以外のバラ科0.79、ツバキ科0.85、キク科1.09の順であった。さらに花色別に比べると、赤色系はバラ属0.20、バラ属以外のバラ科0.79、ツバキ科0.83、キク科0.94であり、非赤色

系はバラ属0.35、ツバキ科0.89、バラ属以外のバラ科1.02、キク科1.17であり、いずれも赤色系花弁の活性が高かった。

すなわち、各種花弁抽出液の抗酸化活性の違いは、科・属の違いに影響をうけ、同科間では、花色が赤色系であるか否かに影響をうけていることが認められた。

3. 各種花弁抽出液のポリフェノール類含有量と抗酸化活性

花弁のポリフェノール量と抗酸化活性の関係を調べた結果を図1に示した。各種花弁のポリフェノール量と抗

図1 各種花弁抽出液のポリフェノール量と抗酸化活性

◆+▽, Total of red petals; ◇+▽, Total of without red petals; ▼+▽, Family Theaceae; ◆+◇, Total of without Family Theaceae

1: ◆◇▽▽ (n=95) $y = -0.066x + 1.159$
 $r = -0.494$ $p < 0.01$

2: ◆▼ (n=54) $y = -0.054x + 1.063$
 $r = -0.440$ $p < 0.01$

3: ◇▽ (n=41) $y = -0.082x + 1.270$
 $r = -0.548$ $p < 0.01$

4: ◆◇ (n=73) $y = -0.127x + 1.316$
 $r = -0.707$ $p < 0.01$

5: ◆ (n=41) $y = -0.106x + 1.201$
 $r = -0.658$ $p < 0.01$

6: ◇ (n=32) $y = -0.163x + 1.476$
 $r = -0.779$ $p < 0.01$

A/B: 抗酸化活性

A: 試料溶液 (15分O.D.-45分O.D.)

B: BHA (1 mg/100 ml) (15分O.D.-45分O.D.)

図 2 各種花卉抽出液のポリフェノール類量と抗酸化活性

1) ポリフェノール量と抗酸化活性

▲, Family *Theaceae* (n=22) $y = -0.005x + 0.901$ $r = -0.076$; ●, Family *Rosaceae* (Genus *Rosa*) (n=18) $y = -0.029x + 0.488$ $r = -0.520$ $p < 0.02$; ○, Family *Rosaceae* (without Genus *Rosa*) (n=28) $y = -0.262x + 1.696$ $r = -0.730$ $p < 0.01$; ■, Family *Compositae* (n=11) $y = -0.336x + 1.644$ $r = -0.730$ $p < 0.01$

2) アントシアニン量と抗酸化活性

▲, Family *Theaceae* (n=22) $y = -0.062x + 0.888$ $r = -0.249$; ●, Family *Rosaceae* (Genus *Rosa*) (n=18) $y = -0.078x + 0.349$ $r = -0.596$ $p < 0.01$; ○, Family *Rosaceae* (without Genus *Rosa*) (n=28) $y = 0.103x + 0.830$ $r = 0.075$; ■, Family *Compositae* (n=11) $y = -0.739x + 1.200$ $r = -0.458$

3) フラボノール量と抗酸化活性

▲, Family *Theaceae* (n=22) $y = 0.034x + 0.829$ $r = 0.060$; ●, Family *Rosaceae* (Genus *Rosa*) (n=18) $y = 0.090x + 0.127$ $r = 0.209$; ○, Family *Rosaceae* (without Genus *Rosa*) (n=28) $y = -0.319x + 1.673$ $r = -0.703$ $p < 0.01$; ■, Family *Compositae* (n=11) $y = -0.248x + 1.634$ $r = -0.476$

* 図1 参照

酸化性の強さの相関係数は花卉全体(◆◇▽▽) $r = -0.494$ ($p < 0.01$)であり、かなり相関があることが認められた。

花卉を赤色系と非赤色系に分けて、ポリフェノール量と抗酸化性の関係相関係数をもとめ比べると、赤色系花卉(◆▽)の相関係数 $r = -0.440$ ($p < 0.01$)、非赤色系の花卉(◇▽)の相関係数 $r = -0.548$ ($p < 0.01$)であり、どちらもかなり相関があることが認められた。

ツバキ科は“その他のポリフェノール類”を多量に含みポリフェノールの内容に特異性が認められたため、ツバキ科を除いた場合についてポリフェノール量と抗酸化活性との相関係数を求めた。その結果、花卉全体(◆◇)の相関係数 $r = -0.707$ ($p < 0.01$)、赤色系花卉(◆)の相関係数 $r = -0.658$ ($p < 0.01$)、非赤色系(◇)の花卉の相関係数 $r = -0.779$ ($p < 0.01$)となり、赤色系、非赤色系に関わらずどちらの花色においても、ポリフェノール量と抗酸化活性との相関係数は強い相関があることが示された。

以上のことから、各種花卉抽出液の抗酸化活性は、赤色々素成分の有無が活性を左右するのではなく、ポリフェノール含有量に基づくものであること、そしてそのポリフェノール類の内容の違いが抗酸化活性に影響を及ぼすことを強く示唆された。そこで次に、ポリフェノール類成分の違いと抗酸化活性についての知見を得る目的でポリフェノール量、アントシアニン量、フラボノール量と抗酸化活性の相関を図2に示した。

(1) ツバキ科(▲)

図2に示すごとく、ほとんど相関が認められなかったため、抗酸化性とポリフェノール類との関連を明らかにすることはできなかった。この点に関してはさらに、検討を進めている。

(2) バラ属(●)

花卉抽出液のポリフェノール類含有量と抗酸化活性との相関係数は、ポリフェノール量との間 ($r = -0.520$ $p < 0.02$)、アントシアニン量との間 ($r = -0.596$ $p < 0.01$)に、かなり相関があり、フラボノール量とは、弱い相関があることを示している。

ポリフェノール量とアントシアニン量について相関を求めると ($r = -0.593$ $p < 0.01$)、かなり相関があることが認められ、バラ属の抗酸化活性にアントシアニンの寄与が大きいことが示唆された。このことは、最近のアントシアニンの機能性についてのいくつかの報告^{19)~21)}と関連するものと思われる。

(3) バラ属以外のバラ科(○)

花卉抽出液のポリフェノール類含有量と抗酸化活性の強さについての相関係数値は、ポリフェノール量に、強い相関があるが ($r = -0.731$ $p < 0.01$)、アントシアニン量にはほとんど相関がなく、フラボノール量とつよい相関 ($r = -0.703$ $p < 0.01$)を示した。バラ属以外のバラ科の花卉抽出物には多量にフラボノールを含むものが多く、この抽出物の抗酸化活性に寄与する成分は、バラ属と異なる成分であることを示唆している。これは同科の花卉であっても、属間でポリフェノールの構成が大きく違っていると抗酸化活性の強弱に著しい影響を与えるといえる。

(4) キク科(■)

花卉液のポリフェノール類含有量と抗酸化活性の強さについて相関係数をもとめると、ポリフェノール含有量 ($r = -0.730$ $p < 0.01$)、アントシアニン含有量 ($r = -0.458$ $p < 0.10$)、フラボノール含有量 ($r = -0.476$ $p < 0.10$)のいずれにも、かなり相関があることが示された。キク科花卉にはバラ属以外のバラ科と同様フラボノール含有量が多いものがあり、キク科の花卉抽出液の抗酸化活性は、フラボノールの抗酸化能の寄与も大きいのではないかと考えられた。

以上、ポリフェノールは各種花卉抽出液の抗酸化作用に深く関係しており、その活性は、科・属間で著しい差が認められた。それは、花卉抽出液のポリフェノール含有量およびその構成成分が、科・属間で異なることによると考えられる。

抗酸化成分が果たすと予想される種々の生理的機能を、花卉に期待するには、各種花卉の抗酸化機能について、詳細な研究が必要である。現在、今回用いた各種花卉に関する活性酸素消去能について検討を進めている。さらに、花卉のポリフェノールの働きを明らかにしていきたいと考えている。

要 約

95種の花卉(バラ科、ツバキ科、キク科)を凍結乾燥後、酸性の含水メタノールで抽出し、この抽出液についてポリフェノール類の含有量(ポリフェノール含有量、アントシアニン含有量、フラボノール含有量)および抗酸化活性性を調べた。抗酸化性の測定は、リノール酸を基質としたエマルション系に添加し、 β -カロテンの退色の防止活性を指標とする試験法で行った。

(1) 科別のポリフェノール量(乾物重量あたりの没食子酸量)の平均は、ツバキ科8.74%、バラ科4.78%、キク科1.66%であった。ポリフェノール含有量が最も高い値

を示したのはバラ属の赤色花卉で 14.83% であった。

(2) 抗酸化活性は、95 種の花弁全てが活性を示し、特にバラ属の赤色花卉の抽出液は、BHA 溶液 (1 mg/100 ml) より約 10 倍強い活性を示した。

(3) 花卉抽出液の抗酸化活性は、ポリフェノール含有量との間に高い相関性が認められ、ポリフェノール類の抗酸化活性への寄与が示唆された。

(4) 抗酸化活性に寄与するポリフェノール類の構成成分は科、属および花色でそれぞれ異なり、バラ属の赤色系花卉ではアントシアニンが、キク科ではフラボノールの寄与が大きいことが認められた。

終わりに、本実験の遂行にあたり御助言賜りました名古屋大学並木満夫名誉教授に深謝申し上げます。また、シアニンを御提供頂きました新潟大学農学部星野力教授に感謝申し上げます。

文 献

- 大澤俊彦・川岸舜朗：食品の生体調節機能，千葉英雄編，初版（学会出版センター，東京）p. 79 (1992)。
- 牛島義男：抗酸化物質，二木鋭雄・島崎弘幸・美濃 真編，初版（学会出版センター，東京）p. 59 (1995)。
- 倉田忠夫：抗酸化物質，二木鋭雄・島崎弘幸・美濃 真編，初版（学会出版センター，東京）p. 79 (1995)。
- 寺尾純二：食品と開発，28，No. 10，p. 10，(1993)。
- 高濱有明夫：活性酸素，中野 稔・浅田浩二・大柳善彦編，新装版（共立出版，東京）p. 342 (1993)。
- 松崎妙子・原 征彦：農化，59，129，(1985)。
- 橋本都三：花料理はエレガントなぜいたく，（農文協，東京）p. 16 (1989)。
- 高宮和彦・阿部真帆・犬塚郁子・大河原歩美・大野敦子：調理科学，24，32，(1991)。
- 吉田久美：農化，70，9，(1996)。
- OKUDA, T., HATANO, T., YAZAKI, K. and OGAWA, N.: *Chemical Pharmaceutical Bulletin*, 30, 4230, (1982)。
- OKUOA, T., HATANO, T., and OGAWA, N.: *Chemical Pharmaceutical Bulletin*, 30, 4234, (1982)。
- MARTIN, M.J., ALARCON, C., MARHUENDA, E., and DELGADA, F.: *Ann. Pharmaceutiques Francaise*, 46, 371, (1988)。
- 近田文弘：日食工誌，38，874，(1991)。
- 石田 裕：調理科学，26，378，(1993)。
- 片山 脩：栄養診断のための栽培植物分析測定法，作物分析法委員会編，第 4 版（養賢堂，東京）p. 392 (1980)。
- 斉藤規夫：植物色素，林 孝三編，初版（養賢堂，東京）p. 268 (1980)。
- 津志田藤二郎・鈴木雅博・黒木証吉：日食工誌，41，611，(1994)。
- 坂本 裕：茶業研究報告，8，82，(1956)。
- IGARASHI, K., YOSHIDA, T. and SUZUKI, E.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 40, 138 (1993)。
- TAMURA, H. and YAMAGAMI, A.: *J. Agric. Food Chem.*, 42, 1612 (1994)。
- TSUDA, T., WATANABE, M., OHSHIMA, K., NORINOBU, S., CHOI, S.W., KAWAKISHI, S. and OSAWA, T.: *J. Agric. Food Chem.*, 42, 2407 (1994)。

(平成 8 年 9 月 18 日受付，平成 8 年 12 月 8 日受理)