

スイートピーの花の香気成分の品種間差

井上知昭*・児玉達哉**・中西秀夫**・辻 弘之**
三浦泰昌*・小池安比古***・鈴木重俊***

(平成 13 年 8 月 29 日受付/平成 13 年 12 月 13 日受理)

要約: スイートピーの自生種、夏咲き系 'Prima Donna', 春咲き系 'Royal Rose' および冬咲き系 '茅ヶ崎 11 号' を供試して花の香気成分を調査した。花のヘッドスペースから自生種で 86 成分, 'Prima Donna' で 108 成分, 'Royal Rose' では 90 成分および '茅ヶ崎 11 号' では 116 成分が, ヘキサン抽出物からは自生種で 39 成分, 'Prima Donna' で 49 成分, 'Royal Rose' では 58 成分および '茅ヶ崎 11 号' では 32 成分が同定または推定された。これらの花の香気成分組成には品種間差が認められた。

キーワード: スイートピー, 品種, 香気成分, 花の芳香

緒 言

スイートピーは開花期から夏咲き, 春咲き, 冬咲きの系統に分類され, 自生種から夏咲き, 次に冬咲き, 春咲きの順に品種分化がおり¹⁾, 多様な品種が作出されている。これらの品種は切り花, 鉢物, 花壇などに利用され, 春の花として可憐さとともに, 花の芳香性も消費者にとって魅力の一つとなっている。

スイートピーの花の香りは野生種で強く, 現在の品種では弱い²⁾とされ, 夏咲き系では Spencer (1900 年作出) タイプ以前の品種群 (通称 Old-Fashioned sweet peas) が現代の品種に比べて芳香が強いとされる³⁾。また, 夏咲き系品種は多数作出され, 芳香が強いものが多いが, 冬咲き系の品種数は少なく, 芳香が弱いとされる^{4,5)}。

切り花生産は 1990 年代になって栽培技術の向上や品質保持剤の普及により切り花寿命が延びたことなどから飛躍的に伸びたが, 最近では生産量は増加しているものの切り花単価は下降傾向にある⁶⁾。そこで, 切り花の消費拡大を図るためには花色, 花形, 着花数などの切り花形質のほか芳香性の高い品種の育成も必要と考えられる。

スイートピーの花の香気成分については吉村・神鳥 (1992) が冬咲き系 2 品種⁷⁾, PORTER ら (1999) が 4 品種⁸⁾を報告しているが, 供試品種の系統や品種分化と香気成分との関係については明らかでない。

そこで, 本研究では前述のように芳香が強いとされる夏咲き系品種のうち花の芳香が特徴的な品種について香気成分に差が認められるか, すなわち同一系統内で香気成分に品種間差がみられるのかについて調査した。次に, 現在の品種は芳香が弱いとされることから, 品種分化と香気成分の関係性を明らかにし, 芳香性の高い品種の育成の基礎資料

ならびに新たな香気成分を検索するために, 育成経過の明確な各系統の品種を供試して, 香気成分の分析を行った。その結果, 2, 3 の知見が得られたので報告する。

材料及び方法

実験 1. 夏咲き系品種における花の香気成分

夏咲き系 122 品種を種子春化 (1.5°C, 30 日間) 処理後, 1991 年 12 月 26 日に木製の隔離栽培床に播種した。用土は容積比で褐色火山灰土 9 に牛糞堆肥 1 を混合し, 基肥として N 59.3g, P₂O₅ 212.9g, K₂O 45.7g/m² を用い, 追肥として N 9.2g, P₂O₅ 9.2g, K₂O 8.5g/m² を 2 回に分けて施した。栽植は条間 30cm の 2 条植え, 株間 16cm の無摘心とし, 各品種 6 個体を長日 (約 100lx) 下で栽培した。その半数の個体を日長延長法で 16 時間日長とし, 残りを 22 時から 2 時までの間欠照明とした。夜温は播種後 15 日間は 18°C とし, その後 2°C/週ずつ低下させ, 播種後 56 日から 5°C とした。昼温は 20~25°C の範囲に調節した。3 月 25 日より開花させ, 小花の香りの強弱を 5 段階で官能評価したところ花の芳香に差がみられた⁴⁾。官能的には著しい差はみられなかったが, 'Floral Tribute' (作出年は不明) はスズラン, 'White Supreme' (1990 年に作出) はヒアシンス, 'Diamond Wedding' (1980 年に作出) はエニシダ, 'North Shore' (作出年は不明) はセイヨイウギク的な要素を持った香り, 'Prima Donna' (1896 年作出) はみずみずしく透明感のある明るく弱い香りであった。

この 5 品種について花の香気成分の分析を行った。香気成分は栽培中の株つき花 (生花) でヘッドスペース法により 1992 年 5 月 26 日から 6 月 2 日にかけて捕集した。ガラス製の球状捕集器に開花中の花を 2 本挿入し, 底部をガラス製の蓋で閉じ, さらに捕集器の外表面をアルミホイルで遮

* 東京農業大学短期大学部生物生産技術学科

** 曾田香料(株)

*** 東京農業大学農学部農学科

光した。そして、捕集器の両端のスリ口のうち、1 端のガラス管には活性炭を詰めて空気浄化用とし、もう 1 端に花のヘッドスペース成分を吸着する Tenax TA 管（内径 4 mm、長さ約 10 cm のガラス管に Tenax TA を約 6 cm 充填したもの）をテフロン製チューブを用いて取り付けした。この先にエアポンプ（柴田化学器械工業(株)製の MINI POMP MP-30, 12 V）を接続し、3.0 l/min の流速で空気を循環させた。更に、ポンプの排気口から活性炭をいれたガラス管の間にテフロン製チューブを取り付けループ状にし、同一の空気を連続して 24 時間捕集した。

なお、Tenax TA は 2,6-Diphenyl-p-phenylene oxide をベースとした弱酸性のポラスポリマービーズで、大気中の微量有機化合物の捕集に用いられるものである。

捕集が終了した Tenax TA 管から Tenax TA を取り出し、ガスクロマトグラフおよびガスクロマトグラフ/質量分析計により分析した。ガスクロマトグラフは Shimadzu Model 7A、カラムは DB-1, 30 m×0.25 mm i.d. を用い、昇温条件は 70°C (4 min.)~200°C で、4°C/min. とし、Tenax TA 0.07 g を用いた。ガスクロマトグラフ/質量分析はガスクロマトグラフに HP5790、質量分析に Hitachi M-80、カラムは DB-1, 60 m×0.25 mm i.d. を用い、昇温条件は 35°C (3 min.)~220°C の、5°C/min. とし、Tenax TA 量 0.27 g を用いた。

実験 2. 自生種、夏咲き、春咲きおよび冬咲き系品種の香気成分

供試材料は、1695 年にイタリアのシシリー島で発見された自生種と園芸品種として夏咲き系は 1896 年に育成された 'Prima Donna'、春咲き系は 1960 年代に育成された 'Royal Rose' および冬咲き系は 1960 年代に育成された '茅ヶ崎 11 号' の 4 品種とした。

'茅ヶ崎 11 号' は催芽種子を春化处理しないで、その他は春化 (1.5°C, 30 日間) 処理後の 1998 年 9 月 30 日にガラス室内の栽培床に株間 10 cm、条間 30 cm の 2 条植えて播種した。発芽後は無摘心とした。日長は '茅ヶ崎 11 号' と 'Royal Rose' は自然日長で、自生種と 'Prima Donna' は 16 時間日長とした。初期の花蕾は除き、12 月 15 日から着蕾、開花させた。11 月 20 日から 3 月 20 日までの夜温は 5°C、昼温は 15~20°C で管理し、播種から 11 月 19 日と 3 月 21 日から 5 月 30 日までの温度はなりゆきとした。

香気成分の測定には 4 品種とも栽培中の株つき花を用い、小花が 4~12 花着生した花茎をガラス製の球状捕集器に挿入し、実験 1 と同様な方法で捕集した。捕集は 1999 年 4 月 12 日から 4 月 15 日に行った。

なお、Tenax TA 管は内径 7 mm、長さ約 8 cm のガラス管に Tenax TA を約 7 cm 充填したものを使用し、エアポンプは柴田化学器械工業(株)製の MINI POMP MP-603 で 1.5 l/min の流速で空気を循環させた。

捕集した Tenax TA 0.80 g を分析用サンプル瓶に入れ、これを HP-7694 ヘッドスペースサンプラーを用いて 200°C で 30 分間加熱脱着し、気相部 3 ml を GCD (簡易型の GC/MS) に導入して分析した。

また、これらの溶剤抽出は 5 月 15 日に行った。前述の 4 品種について花弁を採取し、ヘキサンに約 3 時間浸漬して精油成分の抽出を行い、濾過して抽出液を取り出し、無水硫酸マグネシウムで脱水、濾過した後、減圧下でヘキサンを濃縮留去して抽出物の濃縮液を得た。この濃縮液を直接 GCD に導入して分析を行った。

測定に用いた機器は HP G1800A (GCD) で、測定条件は、カラムは HP-INNOWAX シリカキャピラリーカラム 30 m、オープン温度は 70°C~245°C (4°C/min) で、イオン化電圧は 70 eV とした。

結 果

実験 1. 夏咲き系品種における花の香気成分

夏咲き系 5 品種についての官能評価では香気に著しい差が認められず、成分組成は定性的には近似し、同定成分数は 'Floral Tribute' および 'Prima Donna' が 29 と多く、次いで 'North Shore' が 27 成分、'White Supreme' が 23 成分で、'Diamond Wedding' が 20 成分であった (表 1)。各品種に共通して認められたのは 16 成分であったが、GC/MS で検出されたピーク面積値の相対比率 (以下含有率という) が 1% 以上は Benzaldehyde, Phenyl acetaldehyde, cis- β -Ocimene, trans- β -Ocimene, Nerol, Linalool および Geraniol の 7 成分であった。

一方、特定の品種のみに認められたのはいずれも微量で、'Prima Donna' が p-Cymene および Benzyl acetate, 'Floral Tribute' が 3-Methyl butanal, 3-Methyl-2-buten-1-ol および cis-3-Hexenol, 'North Shore' が Isoamyl acetate, Methyl benzoate および Caryophyllene, 'White Supreme' が p-Methyl benzaldehyde で、'Diamond Wedding' では認められなかった。なお、いずれも植物精油に一般的に認められる成分であった。

実験 2. 自生種、夏咲き、春咲きおよび冬咲き系品種の香気成分

同定または推定した香気成分を表 2, 3 に示した。香気成分の含有率の総和は自生種と夏咲き系の 'Prima Donna' で 90.24~91.13% と高く、春咲き系の 'Royal Rose' では 78.17%, 冬咲き系の '茅ヶ崎 11 号' では 70.46% と低かった。

同定成分数は '茅ヶ崎 11 号' が 116 成分と最も多く、次いで 'Prima Donna' が 108 成分、'Royal Rose' が 90 成分で、自生種は 86 成分と最も少なかった。4 品種に共通して認められた成分は 57 で、そのうち含有率が 1% 以上の成分は Benzaldehyde, Linalool, Phenyl acetaldehyde および Nerol の 4 成分であった。

含有率がほぼ 0.2% 以上で特定の品種にのみ存在した成分は、自生種では 3-Methyl-3-buten-1-ol, Heptanol および Isovaleric acid, 'Prima Donna' では cis- β -Ocimene, 2-Methyl-3-buten-2-ol, trans-3,5-Dimethyl-1 および 6-octadiene, 'Royal Rose' では Linalool oxide (Pyranoid), '茅ヶ崎 11 号' では p-Tolyl aldehyde であった。また、自生種には含まれず、園芸 3 品種に含まれた成分は

表 1 スイートピー-夏咲き系品種の栽培中の株つき花(生花)でのヘッドスペース成分

化合物名	Floral Tribute	White Superme	Diamond Wedding	North Shore	Prima Donna
Acetone	○	○	○	○	○
Diethyl ether	○	○	○	○	○
2-Butenal	○	○	○	○	○
Isoamyl Acetate	—	—	—	○	—
2-Butenone	○	○	○	—	○
Hexane	○	○	○	○	○
3-Methylbutanal	○	—	—	—	—
2-Methylfuran	○	○	○	—	—
Toluene	○	○	○	○	○
3-Methyl-2-buten-1-ol	○	—	—	—	—
n-Butyl acetate	○	—	○	—	○
2-Butanone	○	○	—	○	○
cis-3-Hexenol	○	—	—	—	—
Xylene(o-,m-,p-)	○	○	○	○	○
2-Buthoxyethanol	—	—	—	—	○
Styrene	—	—	—	—	○
Prenyl acetate	○	○	—	○	—
Methyl caproate	○	○	○	○	○
Benzaldehyde	2.23	7.56	3.54	4.00	6.18
p-Methyl benzaldehyde	—	○	—	—	—
n-Propyl benzene	○	○	○	—	○
6-Methyl-5-hepten-2-one	0.87	1.37	1.43	0.77	0.85
β-Myrcene	○	—	—	○	—
Phenylacetaldehyde	11.52	20.19	15.73	21.71	35.06
cis-β-Ocimene	0.79	0.79	0.69	0.21	0.1
trans-β-Ocimene	7.34	10.07	9.07	3.72	1.71
Linalool oxide(F)-1	○	○	—	○	○
Linalool oxide(F)-2	—	—	—	○	○
Linalool	14.99	12.35	15.10	13.93	9.66
Citronellal	○	—	—	○	—
Decanal	○	—	—	○	○
Nerol	9.14	7.57	7.73	6.76	9.65
Geraniol	17.85	8.95	10.01	26.34	4.82
α-Bergamotene	○	○	○	○	○
Methyl benzoate	—	—	—	○	—
Neryl acetate	—	—	—	○	○
Caryophyllene	—	—	—	○	—
1,2-Propandiol	—	—	—	—	○
p-Cymene	—	—	—	—	○
Benzyl acetate	—	—	—	—	○

数値はGC Peak Area(%), ○:GCのリテンションタイムおよびマススペクトルが一致したもの, またはマススペクトルは一致したがリテンションタイムの一致について未確認のもの, —:未確認, (F)はFuranoid体を表す

Methyl 2-methyl-butyrate, 2,6-Dimethyl-1,7-octadiene-3,6-diol および 3,7-Dimethyl-1,5,7-octatrien-3-ol であった。

一方、全品種に存在するものの特定の品種で含有率の高い成分は、'Prima Donna' では trans-β-Ocimene, δ-3-Carene, Allo ocimene および Phenylethyl acetate, 'Royal Rose' では Limonene, '茅ヶ崎 11 号' では 1-(2-Methoxy-1-methylethoxy)-2-propanol であった。自生種または夏咲き系の 'Prima Donna' で含有率が高く、冬咲き系の '茅ヶ崎 11 号' で低かった成分は 1-Acetyl-1-cyclohexene, Citronellal, Benzaldehyde, Phenyl acetaldehyde, Citronellol, Nerol, Benzyl alcohol, Benzyl isovalerate および Methyl anthranilate であった。自生種で含有率が低く、園芸 3 品種で高い成分は Methyl hexanoate, Linalool および 2,6-Dimethyl-3,7-octadiene-

2,6-diol で、特に Geraniol および Geranyl acetate は '茅ヶ崎 11 号' で高い含有率を示した。

次に、ヘキササン抽出での試料量と濃縮液量はそれぞれ自生種で 11.50 g, 0.04 g, 'Prima Donna' で 66.80 g, 0.11 g, 'Royal Rose' で 95.00 g, 0.18 g, '茅ヶ崎 11 号' では 93.40 g, 0.20 g であった。得られた香気成分を表 4 に示した。

同定または推定した香気成分は 'Royal Rose' が 58 成分で、'Prima Donna' が 49 成分、自生種が 39 成分、'茅ヶ崎 11 号' が 32 成分であった。4 品種に共通して得られたのは 18 成分で、そのうち含有率が 1% 以上であった成分は Nerol, Geraniol, Nonacosane, Octacosane, Palmitic acid, Triacotane の 6 成分であった。

含有率がほぼ 0.2% 以上または特定の品種にのみ存在した成分では、自生種のみが含有したのは Heptadecane, Propionyl methyl anthranilate, 3-Oxo-α-ionol, Decanal

表 2 ヘッドスペース捕集により得られた香気成分

香気成分	自生種	Prima Donna	Royal Rose	茅ヶ崎11号
Acetone	2.97	2.35	1.59	2.49
Tetrahydrofuran	5.35	0.39	4.48	4.34
2-Methyl-2-propenal	5.05	3.59	4.48	trace
3-Buten-2-one	0.57	1.64	1.03	0.92
3-Methyl-3-Buten-2-one	-	0.28	-	-
Decane	-	-	2.16	0.52
Methyl 2-methyl butyrate	-	0.08	0.25	0.10
3-Carene	0.02	-	-	-
2-Methyl 3-buten-2-ol	-	0.32	-	-
Toluene	1.11	0.58	0.43	1.11
Butyl acetate	-	-	0.38	0.03
Undecane	0.27	0.11	0.19	0.28
Isobutanol	-	-	-	0.15
2-Methyl-2-butenal	0.13	trace	-	trace
2-Methylfuran	trace	0.10	-	trace
1-Acetyl-1-cyclohexene	0.34	0.24	0.17	trace
4-Methyl 3-penten-2-one	-	0.13	-	-
β -Myrcene	0.39	0.35	0.64	0.66
Dodecane	-	0.13	0.14	0.20
Methyl hexanoate	0.01	0.22	8.98	0.92
Limonene	0.38	0.15	1.68	0.31
3-Methyl-2-butenal	1.70	1.88	1.15	2.36
1,3,8-p-Menthatriene	-	0.05	-	-
Herboxide-1	-	-	0.12	0.07
2-Ethoxy ethenol	-	-	-	0.11
cis- β -Ocimene	-	0.48	-	-
Herboxide-2	-	-	0.12	0.08
3-Methyl-3-buten-1-ol	0.27	-	-	-
trans- β -Ocimene	0.34	4.20	0.06	0.09
δ -3-Carene	0.15	0.59	0.06	0.17
Prenyl acetate	0.11	-	0.35	0.34
Styrene	0.09	0.18	0.67	0.21
p-Cymene	0.06	0.02	0.25	0.08
Tridecane	0.18	0.14	0.91	0.56
2-Ethoxyethyl acetate	-	-	-	0.11
1-Hydroxy-2-propanone	-	0.06	-	0.07
Prenol	0.15	0.03	-	-
6-Methyl-5-heptene-2-one	0.36	0.29	0.10	0.59
Isobutyl caproate	-	-	-	0.07
Rose oxide-1	0.08	0.09	0.11	-
Rose oxide-2	0.08	-	-	0.05
Allo ocimene	-	0.43	-	0.03
Tetradecane	0.11	0.21	0.56	0.56
cis-3-Hexenol	0.08	-	0.03	-
Methyl octanoate	-	-	0.09	0.05
Nonanal	0.33	-	0.33	0.28
Allo ocimene	0.04	0.45	-	0.08
Butyl caproate	-	-	-	0.15
2,6-Dimethyl-5-hepten-1-al	0.03	0.02	0.01	0.03
3-Methyl-3-methoxybutanol	0.02	trace	0.17	trace
trans-3,5-Dimethyl-1,6-octadiene	-	0.29	-	-
Linalool oxide(F)-1	0.12	0.15	0.23	0.21
Heptanol	0.34	-	-	-
α -para-Dimethylstyrene	-	0.04	-	0.07
p-Dichlorobenzene	0.34	0.01	0.30	0.26
Acetic acid	0.86	0.98	1.57	1.33
6-Methyl-5-heptene-2ol	-	-	-	0.05
Nerol oxide	0.34	0.22	0.29	0.23
Menthone	0.06	-	-	-
Linalool oxide(F)-2	0.08	0.15	0.30	0.18
1-(2-Methoxy-1-methylethoxy)-2-propanol-1	trace	trace	trace	0.21
Citronellal	0.80	0.18	-	-
Pentadecane	0.67	0.17	0.97	0.70
2-Ethyl-1-hexanol	0.92	0.47	3.36	1.56
2,2-Dimethyl-3-(3-methylpenta-2,4-dienyl)-oxyran	-	0.12	-	-
1-(2-Methoxy-1-methylethoxy)-2-propanol-2	-	-	-	0.25
Decanal	0.18	0.07	0.56	0.30
2,5-Hexanedione	-	0.04	-	-
2-Acetyl furan	-	0.02	-	-
β -Bourbonene	0.03	-	0.09	-
Formic acid	-	0.03	-	0.03
1-(2-Methoxypropoxy)-2-propanol	-	-	-	0.16
Benzaldehyde	13.26	6.75	5.54	2.52
β -Cububene	0.09	-	0.07	-

表 3 ヘッドスペース捕集により得られた香気成分 (表 2 のつづき)

香気成分	自生種	Prima Donna	Royal Rose	茅ヶ崎11号
Linalool	2.52	12.78	15.18	11.33
2-Methyl-6-methylene-1,7-octadien-3-one	-	-	0.01	0.07
Linalyl acetate	-	-	-	0.15
Octanol	0.11	0.06	0.19	0.08
Isopulegol	0.12	trace	-	-
Hexadecane	-	-	-	-
trans- α -Bergamotene	0.25	0.21	0.43	0.30
Isophenone	-	0.03	0.18	-
Caryophyllene	0.15	-	0.08	-
3,7-Dimethyl-1,5,7-octatrien-3-ol	-	0.26	0.48	0.26
4,4-Dimethyl-2-buten-4-olide	0.11	0.27	0.03	0.13
Ethyl diglycol	0.27	0.06	0.31	0.31
Methyl benzoate	0.44	0.34	1.20	1.07
p-Tolyl aldehyde	-	-	-	0.21
β -Farnesene	0.10	0.04	0.15	0.13
Isomenthol	-	-	0.15	-
Phenyl acetaldehyde	19.02	16.18	1.78	1.70
Acetophenone	-	-	1.21	0.87
Isovaleric acid	0.54	-	-	-
Neryl formate	-	0.13	-	0.05
Decyl acetate	0.11	0.02	-	0.07
4-Methyl-4-vinylbutyrolactone	-	0.07	-	-
Neral	0.53	0.24	-	0.30
2-Methyl-2-propenoic acid	-	0.11	-	0.05
Geranyl formate	-	0.05	-	0.11
Neryl acetate	2.51	3.29	0.67	2.75
Benzyl acetate	1.35	1.85	0.19	0.16
Geranial	0.90	0.37	0.25	1.18
Naphthalene	-	0.10	0.11	0.13
Geranyl acetate	0.20	2.87	0.87	4.75
Decanol	0.13	0.10	0.03	-
Citronellol	1.82	0.57	-	0.20
Methyl phenyl acetate	-	-	-	0.07
Linalool oxide(P)	-	-	0.21	-
Methyl salicylate	0.12	0.08	0.33	0.18
Isobutyl benzoate	-	-	-	0.07
Nerol	11.43	5.41	1.25	4.74
Phenylethyl propionate	0.06	0.06	-	-
Styrallyl alcohol	-	-	-	0.10
1,2,4-Trimethyl-4-isopropylcyclohexane	-	0.17	0.16	0.14
Phenylethyl acetate	-	0.37	-	0.08
Geraniol	0.86	4.58	1.84	8.31
Butyl benzoate	-	-	-	0.03
Benzyl butylate	0.02	0.03	-	0.02
Benzyl alcohol	3.96	2.07	0.98	0.52
Dodecyl acetate	0.44	-	0.33	0.51
Geranyl butyrate	-	0.06	0.02	0.46
Benzyl isovalerate	0.30	0.16	0.03	0.05
2-Phenyl ethanol	0.76	4.60	0.35	0.26
Benzyl cyanide	-	0.11	0.09	0.11
2,6-Dimethyl-3,7-octadiene-2,6diol	0.12	0.66	0.66	0.49
2-Ethyl hexanoic acid	-	0.02	0.08	0.03
Dodecanol	0.12	0.10	0.15	0.07
Methyl cinnamate	-	-	-	0.05
Benzothiazole	-	0.04	0.03	0.03
Diethylene glycol	-	0.04	0.10	0.11
o-Cresol	-	0.03	-	-
Phenol	0.18	0.05	0.50	0.07
Octanoic acid	0.04	0.02	0.08	0.05
2,6-Dimethyl-1,7-octadiene-3,6-diol	-	0.40	0.55	0.38
2-Phenoxyethanol	0.03	0.02	0.09	0.03
Nonanoic acid	0.08	0.04	0.08	0.07
Methyl anthranilate	2.09	0.92	0.06	0.11
Cyclohexadecane	-	-	-	0.03
Dimethyl phthalate	0.06	0.06	0.78	0.11
Diethyl phthalate	-	0.04	0.30	0.08
Benzoic acid	0.15	0.19	0.51	0.31
Indole	0.12	0.22	trace	trace
Phenyl acetic acid	0.04	0.05	-	0.01
1,1-diphenyl-2-(2,4,6-trinitrophenyl)-hydrazine	0.09	0.02	0.06	0.02
Heptacosane	-	0.07	-	0.10
Octacosane	-	0.08	-	0.05
合計	91.13	90.24	78.17	70.46

数値はGC Peak Area(%), -は未確認, (F)はFuranoid体, (P)はPyranoid体を示す

表 4 ヘキササン抽出により得られた香気成分

香気成分	自生種	Prima Donna	Royal Rose	茅ヶ崎11号
Hexanal	0.16	0.11	0.30	0.24
Heptanal	0.27	0.55	0.22	0.23
2-Hexanol	-	0.06	0.13	-
trans-2-Hexenal	-	-	0.06	-
2-Pentyl furan	0.04	0.19	0.15	0.24
Tridecane	-	-	0.07	-
Methyl heptenone	-	-	0.04	-
Hexyl formate	-	-	0.01	-
Nonanal	0.77	0.46	0.30	0.44
Tetradecane	1.24	1.70	1.17	0.96
Acetic acid	0.31	0.25	0.32	0.35
trans,trans-2,4-Heptadienal	-	-	0.03	-
trans,cis-2,4-Heptadienal	-	-	0.01	-
Decanal	0.44	-	-	-
Pentadecane	0.34	-	0.10	-
Benzaldehyde	0.22	0.61	0.22	0.38
Linalool	-	0.89	0.84	0.87
Hexadecane	1.38	0.20	0.19	-
trans- α -Bergamotene	-	-	0.10	-
Methyl benzoate	-	-	0.01	-
Phenyl acetaldehyde	0.94	0.69	1.79	0.53
Neral	-	-	0.02	-
Geranyl formate	-	0.39	0.04	0.28
Heptadecane	1.61	-	-	-
Neryl acetate	-	0.81	-	-
Benzyl acetate	-	0.08	0.18	-
Geranial	-	-	0.17	0.30
Geranyl acetate	-	1.50	0.81	1.18
Citronellol	0.15	0.28	-	-
Octadecane	1.85	0.18	0.19	-
Nerol	1.95	2.62	1.33	1.23
trans,trans-2,4-Decadienal	-	-	0.07	-
2-phenylethyl acetate	-	-	0.05	-
Geraniol	1.45	9.25	10.46	12.18
Benzyl alcohol	0.11	0.29	0.47	0.15
Dodecyl acetate	0.96	0.90	0.31	-
Neryl butyrate	-	0.09	0.05	-
2-Phenyl ethanol	0.57	2.50	2.81	3.09
Benzyl cyanide	-	-	0.05	-
Hexanoic acid	-	-	0.02	-
Dodecanol	0.41	1.11	0.18	-
Methyl tridecyl ketone	-	-	0.05	-
Dodecyl butyrate	-	0.19	-	-
Octanoic acid	0.25	0.22	0.21	-
Geranyl caproate	-	0.39	0.27	0.30
6,10,14-Trimethyl-2-pentadecanone	1.05	1.39	0.92	1.21
1-Tetradecanol	-	0.49	0.18	-
Methyl anthranilate	1.50	2.36	0.27	0.12
Farnesyl acetate-1	-	-	0.27	0.88
Anisic alcohol	0.57	-	0.13	-
1-Hexadecene	0.72	0.41	1.30	-
Tricosane	0.55	0.81	-	3.36
Farnesyl acetate-2	0.32	2.34	1.23	0.92
Indole	-	trace	0.14	-
Benzoic acid	-	0.24	-	-
Methyl N-acetyl anthranilate	1.42	2.57	0.45	-
Lauric acid	0.73	0.68	0.26	-
1-Phenyl-2,3-butandiol	0.63	3.06	1.21	1.47
Chavicol	0.20	-	-	-
Pentacosane	-	2.14	26.62	5.25
Methyl-2-(formylamino)benzoate	-	0.86	-	-
3-Oxo- α -ionol	0.68	-	-	-
Propionyl methyl anthranilate	0.70	-	-	-
Phenyl acetic acid	0.58	0.55	-	0.58
Benzyl benzoate	-	-	-	0.87
Dibutyl phthalate	-	1.38	-	-
Myristic acid	2.34	2.29	0.72	0.38
Octacosane	20.19	5.99	9.76	15.65
Geranyl myristate	-	0.45	-	0.55
Palmitic acid	9.58	9.11	8.04	4.73
Nonacosane	25.82	12.83	8.34	19.28
Triacontane	6.31	9.68	7.00	13.25
Oleic acid	-	1.26	-	-
Linoleic acid	-	-	2.06	-
Methyl linolenate	-	-	0.93	-
合計	89.31	87.40	93.63	91.45

および Chavicol であった。含有率が自生種または 'Prima Donna' で高く、開花期の早い '茅ヶ崎 11 号' で最低であった成分は Palmitic acid, Myristic acid, Nerol, Octadecane, Methyl anthranilate, Hexadecane, Dodecyl acetate および Lauric acid であった。

これに対して自生種には含まれず園芸 3 品種に認められた成分は Pentacosane, Geranyl acetate, Linalool, Geranyl caproate および Geranyl formate であった。また、自生種に比べて開花期の早い品種ほど含有率の高かった成分は Triacotane, Geraniol および 2-Phenyl ethanol であった。

'Prima Donna' のみに認められたのは Dibutyl phthalate, Oleic acid, Methyl-2-(formyl-amino)benzoate, Neryl acetate, および Benzoic acid で、また Methyl N-acetyl-2 anthranilate, 1-Phenyl-2, 3-butandiol および Farnesyl acetate の含有率が他品種に比べて高かった。

'Royal Rose' では Linoleic acid が本品種のみで認められ、Phenyl acetaldehyde の含有率が他品種に比べて高かった。

'茅ヶ崎 11 号' では Benzyl benzoate が本品種のみで認められ、Tricosane の含有率が他品種に比べて高かった。

考 察

実験 1 の夏咲き系 5 品種間では、官能評価の香気に顕著な差がなく、香気成分組成も近似し、含有率が 1% 以上の香気成分は Benzaldehyde, Phenylacetaldehyde, cis- β -Ocimene, trans- β -Ocimene, Nerol, Linalool および Geraniol であった。実験 2 のヘッドスペースから夏咲き系の 'Prima Donna' で含有率が高かったのは上記の成分のほか Neryl acetate であった。

また、PORTER ら (1999) は 3 品種の花のヘッドスペースから 48 成分を同定しているが、含有率の高い成分は 3 品種に共通しており、cis- β -Ocimene, trans- β -Ocimene, Linalool, Phenylacetaldehyde, Nerol, Geraniol, trans- α -Bergamotene で、微量成分は品種間で異なることを認めている⁸⁾。PORTER が用いた品種は HAMBRIDGE⁹⁾ (1996) によると 'Old Times' は 1976 年に、'Royal Wedding' は 1982 年に、'Diana' は 1985 年に作出された夏咲き系品種であり、井上⁴⁾の香気の 5 段階評価では 'Old Times' は 3 と中程度、'Royal Wedding' は 4 とやや強い香気を示したが、特徴的な香りではなかった。本実験 1, 2 の夏咲き系品種の分析結果と PORTER らの結果は類似した。すなわち、同一系統内の品種では成分組成は比較的類似し、官能評価での相違は含有率の差によるところが大きいことが示唆された。

また、吉村・神鳥 (1992) はヘキササン抽出物から 'スメルブルー' で 80 成分、'スージーピンク' で 81 成分を同定あるいは推定した⁷⁾。この 2 品種は作出年は不明であるが、冬期出荷に用いられている冬咲き系品種である。この 2 品種と本実験 2 の冬咲き系 '茅ヶ崎 11 号' のヘキササン抽出物からの含有率の高い成分とは比較的類似した成分組成を示

した。

このように同一系統内では、花の香気成分の品種間差は比較的小さかったが、スイートピーの花の香りは野生種で強く、近世の変種で弱く、あるいは現代の品種は少ないとされる^{2,3)}。

開花期の異なる 3 系統の品種でヘッドスペースから共通に認められた成分は 57 と多かったが、自生種の 86 成分のうち 11~18 成分が消失し、新たに 22~45 成分が検出され、特に冬咲き系の '茅ヶ崎 11 号' で成分の消失と新成分の出現が顕著であった。また、得られた香気成分の総含有量は自生種と夏咲き系 'Prima Donna' が 90.24~91.13% と高く、冬咲き系の '茅ヶ崎 11 号' では 70.46% と低かった。

これらの香気成分の総含有率、成分組成数ならびに特徴的な香気成分の存在が香気に影響していると考えられた。冬咲き系の '茅ヶ崎 11 号' では他の品種よりも香気成分の総含有率が低かったものの成分組成数が多く、香気に関与している成分が多いと推察された。

各品種の香気の特徴と寄与しているとみられる成分を表 5 に示した。自生種では本種のみ存在した Isovaleric acid と Heptanol、さらに園芸 3 品種よりも本種で含有率の高い Phenylacetaldehyde, Nonanal および Benzyl isovalerate が寄与しているとみられた。夏咲き系の 'Prima Donna' では、自生種に比べて高い含有率の 2-Phenyl ethanol, Linalool, Neryl acetate, Geraniol, trans- β -Ocimene および Indole があり、特に cis および trans- β -Ocimene は実験 1 の 5 品種に多く含有し、PORTER らの夏咲き系と推察した 3 品種でも最多成分であった⁷⁾ ことから、夏咲き系品種に特有の成分と考えられる。そのほかに、Phenylacetaldehyde, Methyl anthranilate, 3-Methyl-2-butenal があげられる。

一方、春咲き系の 'Royal Rose' では自生種に存在しない Acetophenone のほか、他の 3 品種よりも含有率の高い Linalool, Methyl benzoate, Methyl salicylate, Prenyl acetate および Methyl hexanoate が香気に寄与している。

冬咲き系の '茅ヶ崎 11 号' では、本品種のみ含有する p-Tolyl aldehyde と Methyl phenylacetate, 自生種で認められない Geranyl butyrate, 自生種よりも顕著に高い含有率の Linalool, 他の 3 品種よりも含有率の高い 3-Methyl-2-butenal, Geraniol, Geraniol および Geranyl acetate, そのほかに Nerol, Neral, Nonanal, Phenylacetaldehyde が香気に関与していると考えられる。

このように、花の香気には品種間差が認められ、冬咲き系の '茅ヶ崎 11 号' では香気成分の含有率を高めることにより、香気が強まることが考えられる。冬咲き系品種は早く開花することから営利生産に必要であり、さらに他系統品種との交雑によってより強い香気が期待される。

本実験は、自生種からの品種分化の比較的明確な品種を供試したが、品種分化と香気成分の関係についてはさらに切り花形質との関係、特徴的な香気をもつ品種の検索や、PORTER ら⁸⁾が報告しているように香気成分の採取時期、

表 5 スイートピー品種の香気特徴とその構成成分

品 種	香 気	成 分
自生種	他種と比べローズ感は少なく、グリーン感とやや動物的な匂いを伴う幾分スマレを思わせる香り	
	<Green>	Phenyl acetaldehyde
	<Animalic>	Indole, Isovaleric acid(Civet like), Benzyl isovalerate
	<Violet>	Nonanal, Heptanol
Prima Donna	みずみずしいフレッシュ感とグリーン感を伴うローズ感のあるヒアシンスのような香り	
	<Fresh>	Linalool, trans- β -Ocimene, Neryl acetate
	<Green>	Phenyl acetic aldehyde, 3-methyl-2-butenal
	<Rosy>	Geraniol, 2-Phenyl ethanol, Phenyl ethyl acetate
	<Hyacinth like>	Phenyl acetaldehyde, Indole, Methyl anthranilate
Royal Rose	弱い、少しスパイシーでグリーン感のある、みずみずしい花の香り	
	<Fresh Floral>	Linalool, Methyl benzoate, Acetophenone
	<Fresh Fruity>	Methyl hexanoate, Prenyl acetate
	<Spicy>	Methyl Salicylate(Medicinal Spicy)
茅ヶ崎11号	ヒアシンスとローズを掛け合わせたような香り	
	<Hyacinth>	3-Methyl-2-butenal, Phenyl acetaldehyde, Linalool, p-Tolyl aldehyde
	<Rosy>	Geraniol, Geranyl acetate, Methyl phenylacetate, Nerol Geranyl butyrate, Geranial, Neral, Nonanal(Aldehydic rosy violet)

あるいは気候などの栽培環境との関係についても検討する必要がある。

謝辞：本研究の実施にあたり、東京農業大学厚木農場半谷繁氏と永岡総一郎氏に有益な助言を、同農学部岩崎 徹氏（現本庄農業改良普及センター）と同国際食料情報学部照井進介君に調査の協力をいただいた。記して謝意を表す。

参考文献

- 井上知昭・小池安比古・三浦泰昌・樋口春三・佐々木久章, 2000. スイートピーの自生地における生育開花と系統ならびに品種分化. *日農教誌*, 31, 67-74.
- 奥西平曹, 1949. *花香化学*. 巖翠堂書店. 東京.
- BUCHANS, U., 1999. Sweet smell of success. *The Garden*, 124, 86-89.
- 井上知昭・岩崎 徹・永岡総一郎・鈴木重俊・小池安比古・三浦泰昌・樋口春三, 2000. スイートピーの春咲き系および夏咲き系品種の種子春化と長日処理による新冬作型の開発. *東農大農学集報*, 45, 295-304.
- 鈴木 昭, 1994. スイートピー. *Hanamidori* 10, 62-63.
- 井上知昭, 1996. スイートピー. *農業および園芸*, 71, 195-200.
- 吉村正紀・神鳥敬可, 1992. スイートピーの香気成分. 第36回香料テルペンおよび精油化学に関する討論会講演要旨集, 16-17.
- PORTR, A.E.A., GRIFFITHS, D.W., ROBERTSON, G.W. and SEXTON, R., 1999. Floral volatiles of the sweet pea *Lathyrus odoratus*. *Phytochemistry*, 51, 211-214.
- HAMBRIDGE, C., 1996. *The unwins book of Sweet Peas*. 1st ed., Silent Books, Cambridge, 91-94.

Difference of floral volatiles among sweet pea (*Lathyrus odoratus*) cultivars

By

Tomoaki INOUE*, Tatsuya KODAMA**, Hideo NAKANISHI**, Hiroyuki TSUJI**
Yasumasa MIURA*, Yasuhiko KOIKE*** and Shigetoshi SUZUKI***

(Received August 29, 2001/Accepted December 13, 2001)

Summary : The volatile components of the floral fragrances in sweet pea cultivars ; native in Sicily, 'Prima Donna' (a summer flowering line), 'Royal Rose' (a spring flowering line) and 'Chigasaki No. 11.' (a winter flowering line) were determined using head space and solvent elution combined with gas-chromatography-mass spectrometry. Total of 86 in the native species, 108 in 'Prima Donna', 90 components in 'Royal Rose', 116 in 'Chigasaki No. 11.' were identified from headspace of the flowers, and there were clear differences in the volatile composition of the flowers among the cultivars.

Key Words : sweet pea, cultivars, volatile component, floral fragrances

* Department of Bioproduction Technology, Junior College of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

** Soda Aromatic Co., Ltd.

*** Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture