四国産ネーブルオレンジ 4 品種の果皮精油成分の比較検討

杉沢 博*・山本雅子*・田村啓敏*・高木信雄**

The Comparison of Volatile Components in Peel Oil from Four Species of Navel Orange

Hiroshi SUGISAWA*, Masako YAMAMOTO**, Hirotohi TAMURA*
and Nobuo TAKAGI**

* Department of Bioresource Science, Kagawa University,
Miki-cho, Kagawa 761-07

** The Fruit Tree Experimental Station, Ehime-ken,
1618 Shimoidai-cho, Matsuyama-shi Ehime 791-01

The comparison of volatile components in the peel oil of navel orange was carried out to elucidate the difference of aroma quality between closely related species. The essential oils were prepared by simultaneous distillation-extraction, from four species of navels such as Washington (*Citrus sinensis* Osbeck Washington), Hukumotobeni (*C. sinensis* Osbeck cv. Hukumotobeni), Ohmishima (*C. sinensis* Osbeck cv. Ohmishima), Shiroyanagi (*C. sinensis* Osbeck cv. Shiroyanagi), which were harvested in Shikoku, Japan. Each oil was separated into hydrocarbon and oxygenated compound fractions through a silica gel column, and analyzed by a combined capillary gas chromatograph-mass spectrometer (GC/MS). Twelve components in the hydrocarbon fraction of each peel oil were identified by GC/MS and Kovats Indices. Moreover, 68 components in Washington navel, 62 components in Hukumotobeni, 58 components in Ohmishima, 65 components in Shiroyanagi were identified as the oxygenated compounds. As these oxygenated fractions had the characteristic aroma of the peel oil, they were further separated into four fractions, and then examined by GC/MS and GC-sniffing. The character impact compound of navel orange aroma was not found, but it was suggested that floral, herbaceous and fruity components were important to navel orange aroma and their interaction affected mainly to the characteristic aroma of navel peel oil.

(Received Aug. 15, 1988)

スイートオレンジ類のうち、世界的に最も広く栽培されているものはバレンシアとネーブルであり、わが国では伊予柑（タンゴール種）とネーブルがよく知られている。昭和 62 年度の生産量は伊予柑 217 000 t、ネーブルオレンジ 67 000 t で生産過剰の状態にある。これらのスイートオレンジは独特の風味があり、生食用のほか果皮精油の利用が考えられており、これらの精油成分の量的検討はもちろん、特に、においの官能特性（におい特性）を比較検討する必要がある。これまで、伊予柑果皮

の精油成分中、含酸素化合物 22 成分¹⁾、福原オレンジ（普通オレンジ種）の精油成分中、含酸素化合物 41 成分²⁾が報告されているが、どの成分が特徴的の香り成分であるか明らかではない。また、著者ら³⁾は白柳ネーブル果皮精油成分として、炭化水素化合物 9 成分、含酸素化合物 59 成分を同定し³⁾、それらの中で、9 成分が特徴的の香り成分であると報告した⁴⁾。

しかし、これら精油中で同定された数多くの香り成分が、精油のにおいとして官能的にどのような意味を持つ

* 香川大学農学部生物資源科学科（〒761-07 香川県木田郡三木町）

** 愛媛県果樹試験場（〒791-01 愛媛県松山市下伊台町 1618）

のか、白柳ネーブルの特徴的香気成分以外は全くわかっていない。一般的に食品フレーバー（香味）は多くの揮発成分間での複雑な相互作用や集積効果により形成されたと考えられている。また、個々の成分のいき値も異なり、においとしての寄与度も異なる。そのため、GC 分析データと官能的評価の関係を統計的手法で解析する試みがなされている⁵⁾⁶⁾。本研究は4種の近縁のネーブルオレンジを用い、それらの香気成分の官能および客観的評価を行い、それらにおい特性の関係（相異、類似）を明らかにするとともに、試料中の個々の香気成分におい評価（意味）を3次元図形化（成分、いき値またはにおい強度、濃度、においの性質のいずれか3つの組合せ）し、品質評価への利用を目的としている。

今回、わが国で最も生産量の多いネーブル3品種、白柳ネーブル (*Citrus sinensis* Osbeck, cv. Shiro-yanagi), 大三島 (*C. sinensis* Osbeck, cv. Ohmishima), 福本紅 (*C. sinensis* Osbeck, cv. Hukumotobeni) およびこれら3品種の原品種であるワシントンネーブル (*C. sinensis* Osbeck, Washington) の果皮精油成分を比較するとともに、GC-においかぎ法によって個々の香気成分におい特性を検討したので、その結果を報告する。

実験方法

1. 実験試料

1987年1月、愛媛県果樹試験場で採取し、2月上旬まで追熟保蔵した最適熟度のワシントン（平均果重 256 g）、福本紅（平均果重 262 g）、大三島（平均果重 267 g）、白柳（平均果重 276 g）の4品種のネーブル果皮を用いた。平均果皮重量は、ワシントンが 64.3 g、大三島が 55.0 g、白柳が 65.9 g、福本紅が 55.9 g であった。精油分離直前にそれぞれの果皮を剥離、磨砕して試料とした。

2. ネーブル果皮精油の分離

ネーブル果皮約 200 g に、再イオン交換水 450 ml を加え、0°C、2 分間ホモジナイザーにより均一磨砕した。磨砕した果皮試料の pH を測定したのち、精製エーテル 30 ml を用いて、連続蒸留抽出法⁷⁾（以下 SDE と略す）により、1 時間、揮発性精油を分離した。同操作を 2 回繰り返した。抽出液に無水硫酸ナトリウム 6 g ずつ加え、冷暗所に脱水した後、疎水性溶媒の選択的分離に適した Whatman 1-PS ろ紙にて抽出液をろ過した。ろ液をひとつに集めて減圧濃縮後、さらに、窒素気流下（30 ml/min）で濃縮して果皮精油を得た。

SDE により、ワシントンネーブルは 379 g の果皮から 4.4 g の精油（収油率 1.1%）、福本紅ネーブルは 396 g の果皮から 4.4 g の精油（収油率 1.1%）を、大三島ネーブルは 740 g の果皮から 6.4 g の精油（収油率 0.9%）を、白柳ネーブルは 756 g の果皮から 6.5 g の精油（収油率 0.9%）をそれぞれ得た。

3. ネーブル果皮精油の分画

それぞれのネーブル果皮精油成分の同定および官能検査を行うため、ネーブル果皮精油をシリカゲルカラムにより炭化水素区分、含酸素化合物区分に分画した。図1に示すように、シリカゲルカラム（kieselgel 60, 80 g, 30 cm × 3 cm）に果皮精油 4 g を負荷し、*n*-ペンタン 500 ml、ついでジエチルエーテル 500 ml により炭化水素区分（ペンタン溶出部）と含酸素化合物区分（エーテル溶出部）に分画した。含酸素化合物区分は図1に示すように、さらに、シリカゲルカラム（55 g, 30 cm × 2.2 cm）でペンタン-エーテル混合溶媒（エーテル%で、2% 1000 ml, 10% 1000 ml, 30% 500 ml, 100% 500 ml）により4画分に分画し、それぞれ Fr. 1~4 とした。得られた各画分は Whatman 1-PS ろ紙で処理し、減圧濃縮後、さらに窒素気流下（30 ml/min）で濃縮した。

4. 機器および分析条件

果皮精油成分の分析に用いた機器は次のとおりである。GC：島津 GC-6 A およびデータ処理装置クロマトパック C-R 3 A：カラム PEG 20 M（化学結合型）および OV-101, 50 m × 0.25 mm FS-WCOT キャピラリーカラム：スプリット比 1:100, キャリアーガス N₂ 0.60 ml/min；カラム温度 80~200°C, 昇温 2°C/min；検出器 FID。GC/MS：日本電子 JMS DX-300 およびデータ解析 JMA-DA 5000；GC の条件, OV-101, スプリット比 1:75；その他の GC 条件は上に同じ；イオン化 EI, 70 eV。

5. 同定定量および官能検査

精油成分の同定はマススペクトルと KI 値の一致によった。先に、GC のデータ処理装置（クロマトパック C-R 3 A）のもつ Basic 機能を利用し、GC 分析と同時に KI 値を計算、表示する方法⁸⁾を報告したが、その方法により GC 分析を行い、同時に各成分の KI 値を得た。GC/MS 分析によって得たマススペクトルを同一機種で得た標準化合物のそれやデータ集のものとの比較およびマスフラグメンテーションの解析により同定した。また、同定の補助手段として、当研究室で開発した、KI 値の計算、表示、KI 値からの化合物の検索および

図1 ネーブル果皮精油の分離・分画

データベースへの保存などの機能を持つ Kovats Index Processor⁹⁾ を用いて、KI 値から推定される化合物を検索するとともに、データベースの数値⁹⁾ およびデータベースにないものは文献値を参考にした。精油中の各成分の定量はクロマトパックの面積値を基準とした。また、それぞれの試料の原果皮と SDE で得た精油およびカラムクロマトにて分画した画分の官能検査は5人のパネリストにより行った。とくに、炭化水素区分と含酸素化合物区分については、ネーブル特有の香気の有無を2点比較法で行った。さらに、含酸素化合物区分の Fr. 1~4 について、同じパネリストにより、各画分のおい特性を2点嗜好尺度試験法により評価し、ネーブル特有の芳香のある画分を選択した。

6. GC-Sniffing (GC-においかぎ法)

GC-Sniffing は前報⁴⁾ に示した方法で行った。GC の条件は以下に示した。GC: 島津 GC-mini-2; カラム DB-1 FS-WCOT 15 m × 0.53 mm メガボアキャピラリーカラム, カラム温度 70~200°C, 2°C/min 昇温; N₂ 4.0 ml/min, スプレットレス; 検出器 FID; データ処理装置島津クロマトパック C-R 3 A; である。

精油の含酸素化合物区分のうち Fr. 1~3 について、GC で分離された各ピークのにおい特性をパネリスト3名により評価した。各フラクション毎に2回繰り返し評

価した。においの表現用語を統一するため、前報⁴⁾ に示したようなフレーバーホイール (flavor wheel) を利用した。フレーバーホイールは前報⁴⁾ に示したものの用語を一部改良した。においの表現用語を花, 果実, 木, 草様の4つに分類し, それぞれの分類について, さらに詳しく具体的イメージを用いて説明した8個の語句, 計32の語句を指定した。におい強度は前報⁴⁾ と同じように, 5段階とした。パネリストにはできるだけフレーバーホイール中の語句, におい強度で表現してもらった。

実験結果および考察

わが国で栽培されているスイートオレンジはネーブルおよび伊予柑が主体である。前者の中で代表的なものとして, 生産量の多い3品種とそれらの原品種ワシントンネーブルを本実験に用いた。白柳ネーブルは豊産で, 大果であり, 栽培地域は最も広く愛媛県全域および全国各地にわたる。大三島ネーブルは豊産で, 早生種, 比較的小果であり, 主に瀬戸内沿岸および島しょ部で栽培されている。福本紅ネーブルは和歌山県を中心に栽培され, 他のネーブルと異なり, 果皮は赤橙色の大果品種である。これらのネーブルはいずれもワシントンネーブルの枝変わりとして改良されてきたもので, その原品種であるワシントンネーブルを比較のために用いた。

用いた試料の磨砕直後の pH はいずれも 6.0 付近であり, そのまま SDE により精油分離操作を行った. 前報³⁾において, ネーブル精油の分離法に SDE が適していることが明らかになっているので, 精油分離には SDE を適用した. 4 品種のネーブル果皮精油の収油率

はそれぞれ 0.9~1.1% で, 昨年の白柳ネーブル果皮の 1.4%³⁾ に比べやや低い収率であった. 分離した精油はいずれも原果皮のそれと同様にネーブル特有の芳香を持っていたので, 以後の実験試料とした.

4 品種のネーブル果皮の全精油, 炭化水素区分および

図 2 大三島ネーブル果皮精油の含酸素化合物区分の GC 図
カラム Silicon OV-101, N₂ 0.80 ml/min. 80~200°C (2°C/min 昇温)

表 1 ネーブル果皮精油の炭化水素区分の各成分組成

Peak No.	化合物	KI 値	各成分組成 (%)			
			ワシントン	福本紅	大三島	白柳
1	α -pinene	936	0.4	0.5	0.4	0.4
2	sabinene	968	0.5	1.1	1.2	0.5
3	myrcene	981	1.8	2.0	1.8	1.8
4	α -phellandrene	1003	0.1	0.1	tr.	tr.
5	3-carene	1007	0.2	0.5	0.1	0.1
6	limonene	1029	96.4	95.1	95.6	96.7
7	γ -terpinene	1053	tr.	tr.	tr.	tr.
8	terpinolene	1081	tr.	0.1	tr.	tr.
9	α -copaene	1380	tr.	tr.	tr.	tr.
10	β -caryophyllene	1422	tr.	tr.	tr.	tr.
11	valencene	1494	0.2	0.2	0.2	0.1
12	δ -cadinene	1517	tr.	tr.	tr.	tr.

各成分組成は炭化水素区分における GC のピーク面積比である.

tr.: 0.1%未満

カラム: Silicon OV-101
窒素流量: 0.80 ml/min
温度: 80~200°C (2°C/min 昇温)

表2 ネーブル果皮精油の含酸素化合物区分の各成分組成

Peak No.	化 合 物	KI 値	各成分組成 (%)			
			ワシントン	福本紅	大三島	白柳
1	2-methyl-3-buten-2-ol	593	0	0	0	0.1
2	1-butanol	640	0.1	0.1	0.1	0.1
3	3-methyl-1-butanol	716	0	0	0	tr.
4	2-methyl-1-butanol	716	tr.	0	0	tr.
5	3-methyl-2-buten-1-ol	752	0.1	0.1	0.1	0.1
6	hexanal	775	tr.	0	0.1	tr.
7	(E)-2-hexenal	827	0.2	0.1	0.5	0.2
8	(Z)-3-hexen-1-ol	836	tr.	0.1	0.1	tr.
9	(E)-2-hexen-1-ol	845	tr.	0	tr.	tr.
10	1-hexanol	848	0.2	0.2	0.2	0.2
11	2-heptanone	871	tr.	tr.	tr.	0
12	heptanal	878	tr.	0	tr.	tr.
13	benzaldehyde	935	tr.	0	0	0
14	1-heptanol	951	tr.	tr.	tr.	0
15	6-methyl-5-hepten-2-one	965	0.1	0.1	tr.	tr.
16	<i>n</i> -butyl <i>n</i> -butyrate	977	0.3	0.5	0.3	0.2
17	octanal	985	11.6	13.0	5.1	7.2
18	hexyl acetate	992	0.3	0.2	0.2	0.1
19	1, 8-cineole	1029	0.1	0.1	0.1	0.1
20	1-octanol	1054	1.0	3.8	0.8	4.7
21	cis-linalool oxide*	1068	tr.	0	tr.	0
22	trans-sabinene hydrate	1059	0.3	0.5	0.6	0.4
23	trans-linalool oxide*	1082	tr.	tr.	tr.	tr.
24	nonanal	1084	1.6	1.7	1.2	1.2
25	linalool	1088	22.0	15.6	24.6	16.2
26	camphor	1128	tr.	0	tr.	tr.
27	β -terpineol	1137	tr.	tr.	tr.	tr.
28	citronellal	1137	2.5	2.8	1.9	2.5
29	isopulegol	1137	tr.	tr.	0	tr.
30	1-nonanol	1155	tr.	tr.	0.1	0.2
31	terpinen-4-ol	1169	1.8	3.3	3.9	2.6
32	<i>n</i> -butyl <i>n</i> -hexanoate	1173	0.1	0.1	0.1	0.1
33	α -terpineol	1177	4.9	5.3	6.0	5.2
34	dihydrocarvone	1179	tr.	0	0	0
35	decanal	1185	11.4	18.2	8.9	11.4
36	octyl acetate	1193	0.3	0.7	0.3	0.3
37	carveol 1	1198	0.5	0.8	0.7	0.8
38	citronellol	1209	0.5	1.5	1.2	2.1
39	nerol	1212	1.0	1.0	2.5	3.0
40	neral	1219	4.8	3.4	3.9	4.6
41	carvone	1220	0.3	0.3	0.6	0.6
42	geraniol	1234	0.5	0.9	1.0	3.5
43	(E)-2-decenal	1240	0.3	0.3	0.3	0.1

表 2 (つづき)

Peak No.	化 合 物	KI 値	各成分組成 (%)			
			ワシントン	福本紅	大三島	白柳
44	geranial	1247	6.5	4.7	5.7	5.9
45	perillaldehyde	1250	0.7	0.5	0.7	0.7
46	1-decanol	1257	0.1	0.5	0.2	0.8
47	perillyl alcohol	1280	1.2	0.8	0.8	1.2
48	undecanal	1288	0.6	0.6	0.4	0.4
49	(2E, 4E)-2,4-decadienal	1292	0.3	0.2	0.2	0.2
50	eugenol	1330	tr.	tr.	0	tr.
51	terpinyl acetate	1333	tr.	0.1	0	tr.
52	citronellyl acetate	1336	0	0.4	0	0
53	neryl acetate	1344	0.5	1.2	0.6	0.4
54	geranyl acetate	1362	0.4	1.1	0.5	0.4
55	<i>n</i> -hexyl <i>n</i> -hexanoate	1371	0.2	0.1	0.2	0.1
56	methyl eugenol	1372	0.1	0	0.1	0.1
57	<i>n</i> -octyl <i>n</i> -butyrate	1374	0.1	0.2	0.1	0.1
58	dodecanal	1391	1.5	2.6	1.4	1.6
59	decyl acetate	1393	0.4	0.5	0.2	0.1
60	geranylacetone	1431	0.1	tr.	0	0.1
61	1-dodecanol	1462	0	tr.	0	0.1
62	β -ionone	1462	0	tr.	0	0
63	methyl isoeugenol	1468	0.1	0	0	tr.
64	tridecanal	1491	0.1	tr.	0	0
65	elemol	1535	0.1	tr.	0.1	0.1
66	nerolidol	1551	0.2	tr.	0.2	0.2
67	caryophyllene oxide	1576	0.6	0.4	0.3	0.5
68	tetradecanal	1591	0.1	0.1	0.1	0.1
69	patchouli alcohol	1651	0.5	0.5	0.8	0.4
70	β -sinensal	1671	1.1	1.2	3.7	1.6
71	farnesol	1698	3.2	1.8	4.7	5.6
72	α -sinensal	1720	1.4	0.9	1.9	2.1
73	nootkatone	1775	0.7	0.8	0.9	0.6
74	hexadecanal	1794	0.3	0.2	0.3	0.1
75	heptadecanal	1895	0.2	tr.	0	0

各成分組成は含酸素化合物区分における GC のピーク面積比である。

tr.: 0.1%未満

ピーク番号は図2のそれと一致する。* 推定化合物

カラム: Silicon OV-101

窒素流量: 0.80 ml/min

温度: 80~200°C (2°C/min. 昇温)

含酸素化合物区分の GC 分析を行った。とくに、炭化水素区分と含酸素化合物区分の各精油成分について定量分析をした。図2に、大三島ネーブル果皮精油の含酸素化合物区分の GC 図を示した。また、GC および GC/

MS 分析により同定された各精油成分とその定量結果は表1, 2のとおりで、同定の補助手段に用いた KI 値も示した。

ネーブル果皮精油中に含まれる炭化水素化合物は4品

表3 大三島ネーブル果皮精油の含酸素化合物区分のGC-Sniffing 分析

Peak No.	においの表現	におい強度	化合物
1	酸っぱい木の様な	3	(E)-hexenal
2	草の様な	3	
3	酸っぱい果実の様な	4	
4	木の葉の様な	3	
5	甘い草の様な	2	octanal
6	甘い草の様な	2	
7	酸っぱい草の様な	3	
8	朽ちた木の様な	3	
9	酸っぱい果実の様な	3	1,8-cineole
10	甘酸っぱい果実の様な	5	
11	甘い木の様な	3	
12	樟脳の様な	4	
13	モモの様な	2	nonanal, linalool
14	甘い花の様な	3	
15	草の様な	3	
16	甘酸っぱい果実の様な	5	
17	甘い花の様な	3	decanal
18	やわらかい花の様な	3	
19	甘い果実の様な	3	
20	木の芽の様な	3	
21	酸っぱい果実の様な	3	neral
22	木の葉の様な	2	
23	土臭い木の様な	2	
24	酸っぱい草のような	3	
25	やわらかい花の様な	4	geranial
26	甘酸っぱい果実の様な	3	
27	レモンの様な	4	
28	きゅうりの様な	2	
29	甘酸っぱい花の様な	3	
30	酸っぱい果実の様な	4	
31	酸っぱい果実の様な	2	
32	酸っぱい花の様な	2	
33	酸っぱい果実の様な	3	
34	木の葉の様な	2	
35	甘い花の様な	2	
36	やわらかい花の様な	2	
37	草の様な	2	
38	酸っぱい花の様な	3	
39	甘酸っぱい果実の様な	2	
40	酸敗した果実の様な	1	
41	御飯の様な	2	
42	甘い草の様な	1	
43	甘い花の様な	2	
44	甘い花の様な	2	
45	甘酸っぱい果実の様な	2	
46	甘い花の様な	2	

ピーク番号はメガボアキャピラリーカラムによるGC分析番号で、図2のそれとは異なる。

種とも、それぞれ12成分であった。含酸素化合物として、ワシントンネーブルより68成分、福本紅ネーブルより62成分、大三島ネーブルより58成分、白柳ネーブルより65成分を同定した。また、4品種のネーブルよりtrans-リナロールオキシドを、ワシントン、大三島ネーブルよりcis-リナロールオキシドを推定した。これまでバレンシアオレンジ（普通オレンジ）果皮精油の含酸素化合物28成分¹⁰⁾が同定され、そのうち12成分¹¹⁾について定量的検討がなされている。また、伊予柑では含酸素化合物22成分¹¹⁾、福原オレンジでは41成分²⁾の量的関係が明らかにされている。それらの結果に比べ、ネーブル精油では多くのアルデヒド類とテルペンアルコール類が同定された。とくに、テルペンアルデヒド量に著しい差があり、伊予柑の2.0%、福原オレンジの2.6%²⁾に比べ、ネーブルでは31.5%~46.6%であった。しかし、ネーブルのエステル量は福本紅を除き、伊予柑、福原オレンジに比べ低い値であった。

炭化水素区分の主成分はリモネンで、これは全精油の93~95%を占めている。含酸素化合物区分には多数の成分が含まれるが、ワシントン、大三島ネーブルにはリナロールが、福本紅ネーブルにはデカナールが他のネーブルに比べて非常に多いのが特徴であった。前報³⁾において、同じ地域で生産されたスイートオレンジの伊予柑のテルペン含酸素化合物と白柳ネーブルのそれらを比較した結果、シネンサルとテルペン含量に差のあることを報告した。今回用いた4品種のネーブル果皮精油中、いずれにもスイートオレンジの特徴的香気成分であるシネンサルが2~5.6% (α -および β -), また、ヌートカトンが0.6~0.9%含まれている。とくに、大三島ネーブルのシネンサル含量が多かった。

炭化水素区分と含酸素化合物区分の官能評価では、「どちらにネーブル特有の芳香があるか」を2点比較法の嗜好尺度試験法によった。尺度は「わずかの差、はっきりした差、非常に差がある」の3段階で評価した。その結果、全精油中、含有量が僅か約2%の含酸素化合物区分（ワシントン1.9%、福本紅2.2%、大三島2.5%、白柳1.5%）にネーブル特有の香気成分が存在することがわかった。また、これをさらに分画したFr. 1は甘酸っぱい花様、Fr. 2は甘い花様、Fr. 3は甘い草様の香気成分が含まれ、Fr. 4は焦げ臭のある木様で、むしろ嫌な香気成分であることを認めた。これらの結果、Fr. 1~3についてGC-Sniffing分析（GC-においかぎ法）を行った。

におい特性を評価する場合、いつも、においの分類と

表現用語の数およびそれらの選択の適否が問題になるが、未だ基準とすべき分類の原則も標準化もされていない。今回、においの表現用語を指定し、より具体的イメージで、かつ適切な官能的評価ができるように、柑橘類特にネーブルの香気評価用にフレーバーホイールを作成し、GC-Sniffing に用いた。GC-Sniffing で得た各パネリストの評価は最終的にひとつの評価となるようにまとめた。また、GC-Sniffing 操作を行う際、注意すべき点すなわち GC 出口での香気成分の凝縮防止、パネリストの鼻の疲労対策および GC から出る乾燥高温の香気成分ガスに対するパネリストの鼻粘膜の予防については前報⁴⁾に示したとおりである。

無極性メガボアキャピラリーカラムによる含酸素化合物区分の GC-Sniffing 分析の結果、単独でネーブル果皮精油の香気を連想できる化合物は見つからなかった。ワシントンネーブル含酸素化合物区分から 50 ピーク、福本紅ネーブルから 48 ピーク、大三島ネーブルから 46 ピーク、白柳ネーブルから 45 ピークににおいが感知された。4 品種のうち、四国産の代表的なネーブルである大三島ネーブルの含酸素化合物区分の GC-Sniffing 分析の結果を表 3 に示した。大三島、白柳ネーブルはワシントン、福本紅ネーブルに比べて、低沸点部に草様のにおいが多い特徴がみられたが、全体的に、においの質的な差ではなく、成分の量的な差が影響していると考えられた。そこで、ネーブル特有の甘酸っぱい香気を連想する花様、果実様の香気で、におい強度 4 以上を示す化合物をみると、オクタナール、ノナナール、リナロール、デカナール、ネラール、ゲラニアールの 6 成分であり、これらの化合物は 4 品種に共通した重要な香気成分と考えられる。表 3 にこれらの 6 成分のにおい特性と化合物名を示した。これらの成分は前報⁴⁾で指摘した白柳ネーブルの特徴的香気成分 9 成分中に含まれている。また、スイートオレンジの特徴的香気成分である α -および β -シネンサールの含有量は 4 品種とも異なり、におい強度も 1~2 であった。

4 品種のネーブル果皮精油の香気特性は全く同じではなく、微妙な差がある。それらの香気成分間の相互関係を検討し、品種間のにおいの相違(類似)はどの成分の差によるか、また、どの成分がとくに寄与しているのかなどを調べるため、多変量解析の手法による検討とそれ

らの図形化を試みた。その結果については次の報文で述べる予定である。

要 約

ネーブル果皮精油の香気成分の品種間差異を検討する目的で、ワシントン、福本紅、大三島、白柳の 4 品種のネーブル果皮から連続蒸留抽出法により精油成分を分離した。GC および GC/MS により、香気成分として炭化水素化合物 12 成分、含酸素化合物 65 成分を同定した。さらに、これら 4 品種間の精油成分の比較およびにおい特性の差異を検討した結果、4 品種の果皮精油のにおいの差異は香気成分間相互の量的関係に起因し、それらの香気としての寄与程度の差によると推定した。

本研究費の一部は文部省科学研究費補助金によるもので、付記して謝意を表します。

文 献

- 1) 山西 貞・府川誠子・竹井遥子：農化，54，21 (1980)。
- 2) 内田恵子・小林彰夫・山西 貞：農化，58，691 (1984)。
- 3) 杉沢 博・楊 栄華・松尾敏正・田村啓敏：農化，61，1101 (1987)。
- 4) 楊 栄華・大月ひさこ・田村啓敏・杉沢 博：農化，61，1435 (1987)。
- 5) 次田隆志・加藤博通：食品工業，26，15，49 (1983)。
- 6) 相島鉄郎：農化，57，235 (1983)。
- 7) SCHULTZ, T.H., FLATH, R.A., MON, T.R., EGGLING, S.B. and TERANISHI, R.: *J. Agric. Food Chem.*, 25, 446 (1977)。
- 8) 杉沢 博・田村啓敏・中原一晃：日食工誌，35，709 (1988)。
- 9) 杉沢 博：日本農芸化学会研究小集会「フレーバー研究におけるデータベース利用とその展開」要旨，p. 1，東京 (1986)。
- 10) COLEMAN, R.L. and SHAW, P.E.: *J. Agric. Food Chem.*, 19, 520 (1971)。
- 11) SHAW, P.E. and COLEMAN, R.L.: *J. Agric. Food Chem.*, 19, 1276 (1971)。

(昭和 63 年 8 月 15 日受理)