Japanese Society for Horticultural Science (JSHS)

園学雑. (J. Japan. Soc. Hort. Sci.) 70 (5) : 607-615. 2001.

シソの香気評価に関する研究
-シソ葉香気の官能評価用語の選定-

森中洋一[1]*・福田直也[2]・高柳謙治[2]**

[1] 筑波大学農学研究科　305-8572　つくば市天王台

[2] 筑波大学農林学系　305-8572　つくば市天王台

Evaluation of Perilla (*Perilla frutescens*) Aroma
- Odor and their Descriptors of Perilla Leaves -

Yoichi Morinaka[1]*, Naoya Fukuda[2] and Kenji Takayanagi[2]**

[1] *Doctoral Degree Program in Agricultural Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki 305-8572*

[2] *Institute of Agriculture and Forestry, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki 305-8572*

Summary

The aroma of fresh leaves from 31 perilla (*Perilla frutescens*) accessions was evaluated on a 7-point scale with 27 descriptors, a 6-point scale on odor strength and a 7-point hedonic scale by untrained panelists (33-46 persons). The uniformity of ratings among assessors was evaluated by using split-half coefficients and detectability for differences among perilla samples by 1-way ANOVA. The following 8 attributes on fresh perilla leaf aroma had high concordance and resolution; stimulating (tun-tun-suru), fresh (iki-iki-to-shita), aromatic (houkou-sei), greenish odor (aokusai), perilla-like (shiso-no-youna), pickled ume-like (umeboshi-no-youna), odor strength and odor preference.

Principal components (PC) analysis was carried out on the matrix of mean ratings for these 6 sensory attributes, except for odor strength and odor preference. The data indicate that untrained panelists evaluated the perilla leaf aroma mainly on the bases of degree of perilla-like odor (PC1: 73.2%) and green odor (PC2: 12.3%).

Key Words: aroma, perilla (*Perilla frutescens*), sensory evaluation, statistical analysis.

緒　言

シソは，ヒマラヤからビルマ，中国にかけての原産で，アジアの温帯に広く分布するシソ科に属する一年生草本である．日本には奈良時代か平安時代に渡来したと考えられており，古くから日本人の食生活の中に深く入り込んでいたことがうかがえる (高柳ら，1995). 現在でもシソは，香辛料野菜として全国で栽培され，梅干しや紅生姜等の着色用，刺身のツマや，天麩羅などの食用，シソ油を菓子，タバコ，飲食料などの香料に使用するなど，広い範囲で利用されている (吉田ら，1967; 高柳ら，1995). このようにシソは様々な形で利用されており，我々日本人の食生活にとっては非常に馴染み深い作物である．また，シソは，食品としての利用例は我が国以外では見受けられず (永井，1935; 高柳ら，1995)，日本独自の食品であるといえる．シソにおいて，その独特な香気が重要な品質判定基準となっており，この香気は系統や栽培条件により変動するとされている (坂本ら，1995) が，その詳細は明らかにされてはいない．

シソの香気は，主に葉と花穂に存在する精油成分に由来していることから，古くは1900年代初頭より精油成分の単離，同定という観点から研究が行われていた (古川・富澤，1920). 伊東 (1970) は，シソ，エゴマを含めたシソ類110点について開花期の精油成分を比較した結果，主要成分により4精油型に類別した．この後，肥塚ら (1984) は，これらの異なる精油型間の交配実験による遺伝解析によって，精油成分の生合成経路上に位置づけられるいくつかの遺伝子の存在を明らかにした．近年，これらの遺伝子について分子生物学的な検討が行われ始めている (Yubaら，1996). しかしながら，シソ香気の品質評価を目的として精油成分を定量的に取り扱い，その結

2000年9月4日　受付．2001年2月9日　受理.

*Corresponding author.

**現在：退官 富山市上千俵町

NII-Electronic Library Service

Japanese Society for Horticultural Science (JSHS)

果を官能評価と関係づけた報告はない．このことは，香気が品質上重要でありながら，シソの香気品質を評価，鑑定するための客観的で定量的な官能評価法が設定されてこなかったことに一因があるものと考えられる．

定量性のある客観的官能評価データを得ることは，在来品種，系統の香気特性の把握および記録，育種のための選抜指標など遺伝資源の評価という観点から，また，栽培および流通における香気品質の管理にとって非常に有用であると考えられる．

そこで本報告では，シソの香気を評価するために有効な用語について検討した．用語の選定にあたっては，パネル選抜や訓練をしていないパネル(一般パネル)が香りの見本(リファレンス)なしで評価を行っても評価傾向が一致しやすく，シソの香気特性の把握に有効な用語を探索した．

材料および方法

1. 供試材料

全国各地より収集した137系統のシソから，色や採種地などを考慮して選抜した26系統，市販品種2系統，韓国産エゴマ2系統，計30系統を供試した(第1表)．これらの系統については，1996年10月2日に市販園芸培土を入れた40 cmポリポットに播種し，最低15℃に維持された筑波大学農林技術センター内の温室にて，16時~23時

Table 1. Perilla and egoma accessions used in present study.

Code	Accession name	Type	Seed collecting area	Source
01R	01Red	Red leaf perilla	Akita	Mr. J. Fujimoto, Akita Agricultural Experimental Station
02R	04Red	Red leaf perilla	Miyagi	Mr. E. Watanabe, Watanabe Seed Co., Ltd., Miyagi Prefecture
03R	06Red	Red leaf perilla	Chiba	Mr. T. Oizumi, Chiba Horticultural Experiment Station
04G	09Green	Green leaf perilla	Gunma	Mr. S. Kaneko, Kaneko Seeds Co., Ltd., Gunma Prefecture
05R	13Red	Red leaf perilla	Ibaraki	Mr. T. Tokita, Tokita Seed Co., Ltd., Saitama Prefecture
06G	14Green	Green leaf perilla	Gifu	Mr. T. Tokita, Tokita Seed Co., Ltd., Saitama Prefecture
07G	15Green	Green leaf perilla	Hokkaido	Mr. T. Tokita, Tokita Seed Co., Ltd., Saitama Prefecture
08R	18Red	Red leaf perilla	Shizuoka	Mr. M. Toda, Shizuoka Agricultural Experiment Station
09G	19Green	Green leaf perilla	Aichi	Mr. T. Sugiura, Verdi Co., Ltd., Aichi Prefecture
10R	34Red	Red leaf perilla	Wakayama	Hidaka Agricultural Extention Office, Wakayama Prefecture (Mr. T. Fujioka, Wakayama Agricultural Experiment Station)
11G	35Green	Green leaf perilla	Hyogo	Mr. T. Onishi, Hyogo Prefectural Agricultural Institute
12R	36Red	Red leaf perilla	Kumamoto	Mr. Y. Suenaga, Kumamoto Agricultural Reserch Center
13G	44Green	Green leaf perilla	Nagano	Mr. M. Tsukada, Nagano Vegetable & Ornamental crops Experiment Station
14G	45Green	Green leaf perilla	Fukuoka	Nakahara Seed Product Co., Ltd., Fukuoka Prefecture (Mr. H. Fushihara, Institute of Horticulture, Fukuoka Agricultural Center)
15RR	46Katamen	One-side red perilla	Fukuoka	Nakahara Seed Product Co., Ltd., Fukuoka Prefecture (Mr. H. Fushihara, Institute of Horticulture, Fukuoka Agricultural Center)
17R	49Red	Red leaf perilla	Fukuoka	Nakahara Seed Product Co., Ltd., Fukuoka Prefecture (Mr. H. Fushihara, Institute of Horticulture, Fukuoka Agricultural Center)
18R	50Red	Red leaf perilla	Hokkaido	Mr. Y. Shiga, Hokkaido Central Agricultural Experiment Station
19G	53Green	Green leaf perilla	Ibaraki	Mr. N. Asano, Horticultural Reserch Institute, Ibaraki Agricultural Center
20G	56Green	Green leaf perilla	Shiga	Mr. K. Watanabe, Shiga Agricultural Experiment Station
21RR	60Katamen	One-side red perilla	Toyama	Mr. M. Kitada, Toyama Vegetable & Ornamental crops Reserch Station
22G	66Green	Green leaf perilla	Toyama	Mr. M. Kitada, Toyama Vegetable & Ornamental crops Reserch Station
23G	67Green	Green leaf perilla	Kagawa	Mr. H. Juutori, Kagawa Agricultural Experiment Station
24R	79Red	Red leaf perilla	Nagano	Mr. M. Tsukada, Nagano Vegetable & Ornamental crops Reserch Station
25G	89Green	Green leaf perilla	Nagano	Mr. M. Tsukada, Nagano Vegetable & Ornamental crops Reserch Station
26R	93Red	Red leaf perilla	Fukui	Mr. M. Matsuyama, Fukui Agricultural Experiment Station
28G	153Green	Green leaf perilla	Chiba	Mr. Higure
EGK	156EG	Egoma	Korea	Dr. Kim Hong-Yul, Seoul National Univ. Seoul, Korea
EGO	157EG	Egoma	Korea	Dr. Kim Hong-Yul, Seoul National Univ. Seoul, Korea
TAG	-	Green leaf perilla	Niigata	Takii & Co. Ltd., Kyoto Prefecture
TAR	-	Red leaf perilla	Tokushima	Takii & Co. Ltd., Kyoto Prefecture
OB1~6	-	Green leaf perilla	Aichi	Neighboring supermarket, Ibaraki Prefecture

NII-Electronic Library Service

Japanese Society for Horticultural Science (JSHS)

まで白熱灯による長日処理を施し，慣行法(西垣，1990)に準じて栽培した．ポットあたりの個体数は2とした．系統あたり2ポットを使用し，計4個体ずつ栽培し，供試にあたっては，草丈60~90 cm，出穂前の段階で，この4個体からまんべんなく採取した．官能評価に使用する試料には，実施日の前日に採集した先端展開第1~3葉位までの葉身を用いた．またこれらに加えて，市販品の大葉1種類6サンプルも供試した(第1表)．供試した市販の大葉については，官能評価実施日の前日に購入したものを用いた．供試材料はすべて，官能評価サンプルの作成まで，系統ごとにポリ袋に入れて約4℃で冷蔵保管して用いた．

2. 官能評価

1) シソの香気評価用語の収集および一次選定

シソの香りを表現，評価し得る用語の収集および一次選定を行った．まず，下田ら(1989)が整理，選出した「食品のための匂い用語」44語，金村ら(1989)がニオイプロフィール法に用いたニオイの質を表す言葉169語などから用語を収集した．なるべく食品香気全般を表現できるよう下田ら(1989)の整理した用語を優先して，似た意味のものをまとめることで整理し，これにシソおよびエゴマの香気の表現に用いられると筆者らが考えた用語(「ビニールのような」)を加えることで50の香気表現用語を選出した．

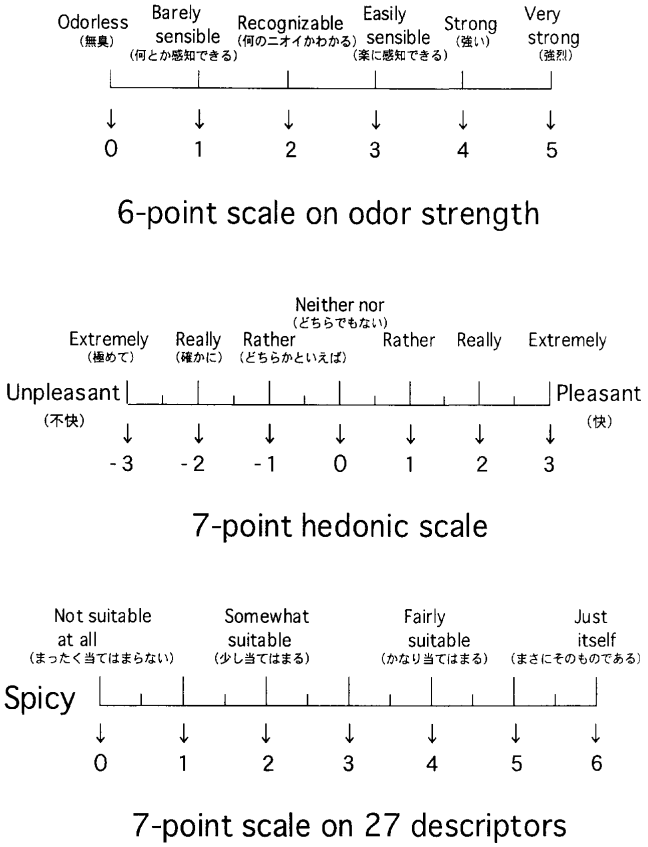

Fig. 1. Three sensory scales used for evaluating the aroma of fresh perilla leaves.

次に，この50語の用語について，7段階尺度(第1図，下段)を用いて，ガスクロマトグラフィーにより精油型が異なることが確認された青シソ1系統(TAG)，赤シソ1系統(TAR)およびエゴマ1系統(EGK)を供試材料として，46名(男性：27名，女性：19名)の学生および大学職員を評価者とした予備実験を行った．この際，評価者からの用語収集も同時に行ったが，特に新しい表現用語を得ることはできなかった．

この結果から，過半数の評価者が提示サンプルの香りに「全く当てはまらない」と評定した用語と，1元配置分散分析により，5%の有意水準で評定のサンプル間差が認められない用語を除き，第3表に示す27語を選定した．

2) 官能評価の実施手順

官能評価は，1997年1月31日から同年3月6日にかけて，6回に分けて実施した(第2表)．各回とも午前10時~午後8時のおよそ10時間にわたり行った．1回の評価で用いたサンプル数は6とし，このうちの1サンプルには必ず，評価日前日に購入した市販品の大葉を使用した．評価者はこの時間内に自由に参加することができたが，参加時には6サンプル全てを一度に評価した．

提示サンプルは，褐色共栓付き三角フラスコに，約5 mm角に刻んだ生葉約5 gを入れ，乾燥による試料の劣化を防ぎ，かつ水の添加による香り立ちの悪化を抑えるため40%メタノール水溶液40 mlを加えて作製した．なお，この40%メタノール水溶液は，若干の刺激性は認められたものの，ほぼ無臭であった．提示サンプルは，評価開始まで氷を入れた発泡スチロール容器中に保管し，約6時間毎に作製し直した．

香りの嗅ぎ方については，嗅ぐ前にフラスコを軽く振ること，嗅ぐ時以外はフラスコの栓をしておくこと，長時間嗅ぎ続けると順応して香りがわかりにくくなるなどの説明を評価者に対して行うが，特に制約を設けないで評価者の好きなように嗅がせた(上野，1992)．また，評価するサンプルの順番についても評価者の自由とした．6サンプルの評価時間に関しては，1時間程度要する評価者

Table 2. Details and schedule of each sensory evaluation session.

Session	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
Date	31-Jan	10-Feb	20-Feb	25-Feb	3-Mar	6-Mar
Number of panelists	46	41	41	40	37	33
Male/Female	22/24	21/20	21/20	22/18	20/17	17/16

NII-Electronic Library Service

Japanese Society for Horticultural Science (JSHS)

もいたが，ほとんどの評価者は30分以内であった．

評価者数に関しては，ラボテストとして嗜好テストを実施する場合の最少人数30名 (Chambers・Wolf, 1996) を参考にして，30名を目標にパネルを構成した．パネルは，実施日により構成員数の変動はあったが，毎回30名以上 (33~46名) の学生および大学職員により構成した．官能評価実施日および各評価日のパネル構成員数，男女比については，第2表に示した．評価者は，第1図に示した香りの強度に関する6段階尺度，27の香りの質についての7段階尺度，香りの快不快についての7段階尺度の3種から構成した評価用紙に従って，基準サンプルや見本を用いない絶対評価にて評定を行った．

本研究においては，前述の予備実験を含め，官能評価の事前に，嗅覚能力試験による評価者のスクリーニングや，評価法についての訓練セッションを特に行わなかった．また各官能評価セッションは，換気扇，および適宜窓と入り口ドアの開放による換気は行ったが，照明や温度などの環境制御を特に行わなわない大学の実験室にて行った．

3. 統計解析

1) 多変量外れ値の除去

前述のとおり，本研究における官能評価においては，悪臭公害の調査における T&T オルファクトメータの使用 (川崎, 1994) にみられるような評価者の嗅覚が正常か否かの検査を事前に行っていない．そこで，各サンプルについて得られた，評価者×尺度の2相データそれぞれに対して相関行列からの主成分分析を行うことで多変量外れ値，すなわち他の大多数とは極端に異なったパターンで評定を行っている評価者 (Aparicio ら, 1992) を確認し，データを削除した．

具体的には，固有値が1.0以上の主成分について，平均値 =0，分散 =1に標準化された主成分得点の分布上の位置が明らかに外れており，かつ絶対値が3より大きい場合に多変量外れ値とみなし，外れ値がみられなくなるまで，確認，削除を繰り返した．この解析には，StatView J 4.51.2 ppc (Abacus Concepts Inc.) を用いた．

2) 評価用語の選定

今回得られた36サンプルの評定データについて，評価者が尺度を構成する各用語に対して抱くイメージの一致性の指標として折半相関係数 (r')(安本・本多, 1981) を，またサンプル間差の検出力の指標として，1元配置分散分析の P 値を算出した．これらの値に基づいて各評価尺度の信頼性および有効性を検討することで，予備実験で選定された評価用語の絞り込みを行った．折半相関係数の算出には，Excel 8.0 (Microsoft Corporation) を，1元配置分散分析には StatView J 4.51.2 ppc (Abacus Concepts Inc.) をそれぞれ用いた．

3) シソ香気のプロファイリング

選定した評価尺度による評価データを用いて，情報の集約を図るとともに香気の質におけるサンプル相互の関係を視覚的に把握しやすくすることを目的として主成分分析を行った．ここでは評価尺度によるサンプル変動の違いを活かすため，分散共分散行列からの主成分分析を行った．解析には Systat FPU 5.2.1 (SYSTAT Inc.) を用いた．

主成分得点プロット上に尺度として使用した用語をベクトルとして表現するのにベクトルモデル外部分析 (犬飼ら, 1977; Kruskal・Wish, 1978; Inukai, 1981; 竹内ら, 1995) を用いた．ベクトルの算出は，評価尺度を従属変数，サンプルの主成分得点プロット上の座標を独立変数とした重回帰分析を行うことに相当する (Kruskal・Wish, 1978)．重回帰分析には，StatView J 4.51.2 ppc (Abacus Concepts Inc.) を用いた．

サンプルの主成分得点プロット上の位置と官能評価結果のおおよその関係を把握する目的で，クラスター分析によりグルーピングを行い，各グループの評価結果の平均を求めた．クラスター分析に際して，まず，選定した評価用語について1元配置分散分析を行った後，Fisher の PLSD (Protected Least Significant Difference) 法による多重検定を行った．次にサンプル間の非類似度として，5%水準で有意差が見られた用語の数 (最少 =0，最多 =6) を用いて非類似度行列を作成し，このデータを非計量多次元尺度法の1つ MDSCAL (Kruskal・Wish, 1978) を用いて数量化した．クラスター分析には，MDSCAL により得られた各サンプルの座標データから算出したユークリッド距離をサンプル間の非類似度として用いた．クラスター化法には，群平均法とウォード法を用いた．両クラスター化法で得られた樹状図の妥当性に関しての比較には，コーフェン相関係数 (Romesburg, 1992) を指標として用いた．コーフェン相関係数は，クラスター化法がその出力を生み出すために，その入力における情報をどの程度歪めているかを示す指標である (Romesburg, 1992)．

分散分析および多重検定には StatView J 4.51.2 ppc (Abacus Concepts Inc.)，MDSCAL およびクラスター分析には Systat FPU 5.2.1 (SYSTAT Inc.)，コーフェン相関係数の算出には，Excel 8.0(Microsoft Corporation) を用いた．

結果および考察

1. 多変量外れ値の除去

多変量外れ値，すなわち他の大多数とは極端に異なったパターンで評定を行っている評価者の数はサンプルにより異なっていた．多変量外れ値数の最少は 06G，OB2，18R，13G，EGO，TAG，26R，TAR，10R における0名であり，最大は 20G における6名で，1サンプル平均2名であった．この値はサンプルあたり平均評価者数の約5%であり，事前に，嗅覚能力試験による評価者

NII-Electronic Library Service

Japanese Society for Horticultural Science (JSHS)

のスクリーニングや，評価法についての訓練セッションを特に行わなかった割には，低く抑えられていた．外れ値を除いた結果，各サンプルの評価者数は29~45名になった．

2. 評価用語の検討

1) 折半相関係数

評価尺度に用いられている用語それぞれに対して，各評価者が抱くイメージが一致しているか否かを確認する目的で，折半相関係数 (r') を算出した．各用語について偶数群，奇数群および重複を許した無作為抽出による折半群1~4の組み合わせより算出した15個 ($_6C_2$) の折半相関係数の平均値と変動係数 (C.V.) および最小値，最大値を第3表に示した．折半相関係数の平均値が0.65以上，変動係数が0.30未満のラインを基準として考えると，香りの質に関する27の評価用語のうち「シソのような」，「梅干しのような」，「芳香性」，「生き生きとした」，「青臭い」，「ツンツンした」の6語について，評価者間のばらつきが比較的小さく，客観性を持つ評価尺度として使用できることが示された．また，香りの強度と快不快度についても，折半相関係数の平均値がそれぞれ0.89，0.75と高い値を示し，その変動係数も0.20以下の小さい値を示した．その一方で，残りの21語については，折半相関係数の平均値が0.65未満と低く，多くは変動係数も0.30以上と高い値を示した．これらは，評価者の選抜および訓練を行わない30名程度のパネルが用いた場合には，評価者による変動が大きいと考えられ，客観的な評価結果を得るには不適であることが明らかとなった．

以上の結果から，「シソのような」といったイメージが明確な用語，もしくは，評価対象の香りから直接的かつ容易に感じ取られる要素については，評定結果の評価者

Table 3. Split-half coefficients and results of ANOVA on each attribute used for sensory evaluation of perilla leaf aroma.

Attribute (Descriptor)		Split-half coefficient				ANOVA
English	Japanese	Mean[z]	C. V. [y]	Min.	Max.	P-value
Perilla-like	シソのような	0.89	0.045	0.79	0.92	<0.0001
Pickled ume-like	梅干しのような	0.72	0.173	0.40	0.89	<0.0001
Aromatic	芳香性	0.70	0.167	0.45	0.82	<0.0001
Fresh	生き生きとした	0.69	0.170	0.45	0.83	<0.0001
Green	青臭い	0.65	0.213	0.30	0.81	0.0002
Stimulating	ツンツンした	0.65	0.228	0.33	0.84	<0.0001
Deep	深みのある	0.63	0.235	0.31	0.81	<0.0001
Sour	すっぱい	0.62	0.252	0.27	0.83	<0.0001
Dark	暗い	0.61	0.236	0.29	0.75	0.0006
Ample	広がりのある	0.59	0.271	0.32	0.78	0.0004
Refreshing	さわやかな	0.58	0.290	0.22	0.81	0.0333
Spicy	スパイスのような	0.57	0.283	0.19	0.74	0.0071
Fishy	生臭い	0.54	0.341	0.06	0.72	0.0021
Humid	湿っぽい	0.50	0.398	0.15	0.78	0.0059
Medicinal	薬品のような	0.44	0.485	0.00	0.68	0.5632
Parsley-like	パセリのような	0.40	0.624	-0.26	0.72	0.6446
Earthy	土のような	0.40	0.572	-0.01	0.69	0.4212
Sweet	甘い	0.40	0.609	-0.12	0.75	0.3037
Heavy	重い	0.40	0.579	-0.11	0.65	0.3063
Floral	花のような	0.36	0.740	-0.15	0.67	0.8237
Timber-like	材木のニオイ	0.36	0.701	-0.16	0.64	0.7126
Bitter	苦い	0.35	0.779	-0.20	0.67	0.5166
Cool	冷たい	0.33	0.828	-0.26	0.74	0.6324
Minty	ミントのような	0.31	0.853	-0.28	0.57	0.7092
Fruity	フルーツのような	0.29	1.033	-0.33	0.71	0.9748
Citrus-like	柑橘のような	0.27	1.028	-0.25	0.59	0.9021
Incense stick-like	線香のような	0.21	1.539	-0.34	0.66	0.9756
Odor strength	強度	0.89	0.048	0.80	0.94	<0.0001
Hedonic	快不快度	0.75	0.131	0.53	0.87	<0.0001

[z]Mean of 15 coefficients calculated from 6 split-half groups of evaluators.
[y]Coefficient of variation.

NII-Electronic Library Service

Japanese Society for Horticultural Science (JSHS)

間のばらつきが小さいことが示唆された.

2) 分散分析

各評価用語について，1元配置分散分析を行うことでサンプル間の有意差の有無を検討した．各評価用語について得られたP値より，本実験データにおいては，折半相関係数が0.50以上，またその変動係数が0.40未満の尺度で，評定値のサンプル間差異を有意(P<0.05)に検出できることが判明した(第3表)．一方，折半相関係数の平均が0.50未満，ならびに変動係数が0.40以上を示すような評価者間のばらつきがかなり大きいと考えられる用語については，5%水準でも分散分析により有意差を検出できなかった.

以上の結果から，30名程度の評価者からなる非訓練パネルの使用においても用語の解釈など個人差によるばらつきが生じにくく，サンプルの識別に有効な尺度，すなわち折半相関係数の平均値が0.65以上とある程度高く，かつサンプル間の有意差(P<0.05)を検出できる尺度は，「シソのような」，「梅干しのような」，「芳香性」，「生き生きとした」，「青臭い」，「ツンツンした」の6つの香気質に関する評価用語の尺度に香りの強度と香りの快不快度の評価尺度を加えた計8評価尺度であった．信頼性のある評価尺度が比較的少数であった点については，最初の香気表現用語の収集，選定にあたりサンプルの香気を十分に表現，識別できる用語が漏れていた可能性が考えられる．また，これまで香りやニオイの表現や評価に関していわれているように，香りの表現力や，評価者個人が持つ評価基準，もしくはこうした評価基準が確立しているか否かといった点において，育った環境や経験などの違いから生ずる個人差が大きいことが反映されているものと考えられる.

評定結果の信頼性を重視し，以後の解析には，これら8尺度による評定データを用いることにした.

3. シソ香気のプロファイリング

主成分分析により算出される主成分得点を用いてポジショニング・マップ(水野，1992)を作成し，これにより香気の官能特性における各サンプル間の関係を把握することを試みた.

香気の嗜好性や香気強度を含めない，香気質におけるサンプル間の関係を把握することを主目的とし，解析にはシソおよびエゴマ，計36サンプルについての，先に選定した8官能評価尺度の内，香気質に関する6尺度の評価者間平均値を用いた．このサンプル×評価尺度の2相データを用いて，分散共分散行列からの主成分分析を行った.

寄与率は第1主成分が73.2%，第2主成分が12.3%となり，この2主成分までの累計で80%を超えたことから，第1，第2主成分により官能評価結果が十分に要約されていることが明らかになった(第4表)．固有ベクトルをみると，第1主成分では「シソのような」，「梅干しのような」の値が高いことから，これは「シソらしさ」を表す軸であり，正の方向がシソらしく，負の方向がシソらしくないと意味づけられた．また，「青臭い」を除いた全尺度が正に寄与しており，図表には示していないが，強度と快不快度に対しても0.77，0.80と有意な(P<0.0001)高い正の相関を示すことから，第1主成分はシソ香気の良否についての総合特性であるとも解釈できる．一方，第2主成分については，「青臭い」の値が非常に高いことから「青臭さ」と解釈され，正の方向になるに従い青臭くなる軸であると意味づけられた．また，「生き生きとした」が負の方向に大きく寄与していることから，この軸の値が大きいサンプルほど，青臭く，生き生きとしていない印象を受けるものと思われる．第2主成分については，強度との相関は-0.03と無相関であり，快不快度とは-0.48と有意(P=0.0024)な負の相関が見られた.

第2図に各サンプルの第1，第2主成分得点を用いて作成したポジショニング・マップを示した．このマップ上では，評価者の評定が似たサンプル間の距離は短く，また，似ていないサンプル間の距離は長くなる．図中の原

Table 4. Principal component analysis for the aroma of fresh perilla leaves.

	PC[z]1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
Eigen value	0.95	0.16	0.11	0.03	0.03	0.02
Proportion (%)	73.23	12.31	8.79	2.40	1.90	1.37
Cumulative proportion (%)	73.23	85.54	94.33	96.73	98.63	100.00
Scale (Descriptor)	Eigen vectors					
Perilla-like	0.71	0.07	-0.40	0.27	0.40	0.30
Pickled ume-like	0.46	0.30	-0.25	-0.44	-0.44	-0.51
Aromatic	0.32	-0.17	0.31	0.40	-0.71	0.30
Stimulating	0.30	0.09	0.64	-0.58	0.21	0.34
Fresh	0.29	-0.34	0.44	0.30	0.28	-0.66
Green	-0.07	0.87	0.28	0.39	0.07	0.09

[z]PC: Principal component.

NII-Electronic Library Service

Japanese Society for Horticultural Science (JSHS)

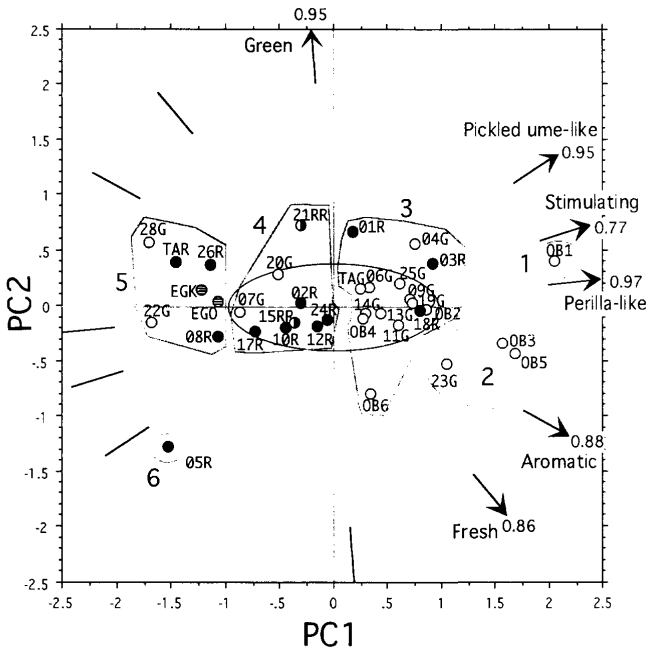

Fig. 2. The plots of scores for the first two principal component(PC)s for 36 perilla samples and vector expressions of odor.
The central ellipse indicates range of the standard deviations of two PCs. Groupings were derived from cluster analysis using coordinates calculated by MDS analysis of dissimilarity (the number of descriptors detected significant difference at $P<0.05$) matrix. The coefficients appended to the vector indicate degree of fitness (multiple correlation coefficients between each descriptor and two PCs). The white(○), filled(●), half-black(◑) and striped(⊜) circle represent green leaf-, red leaf-, one-sided red leaf- types and egoma, respectively.

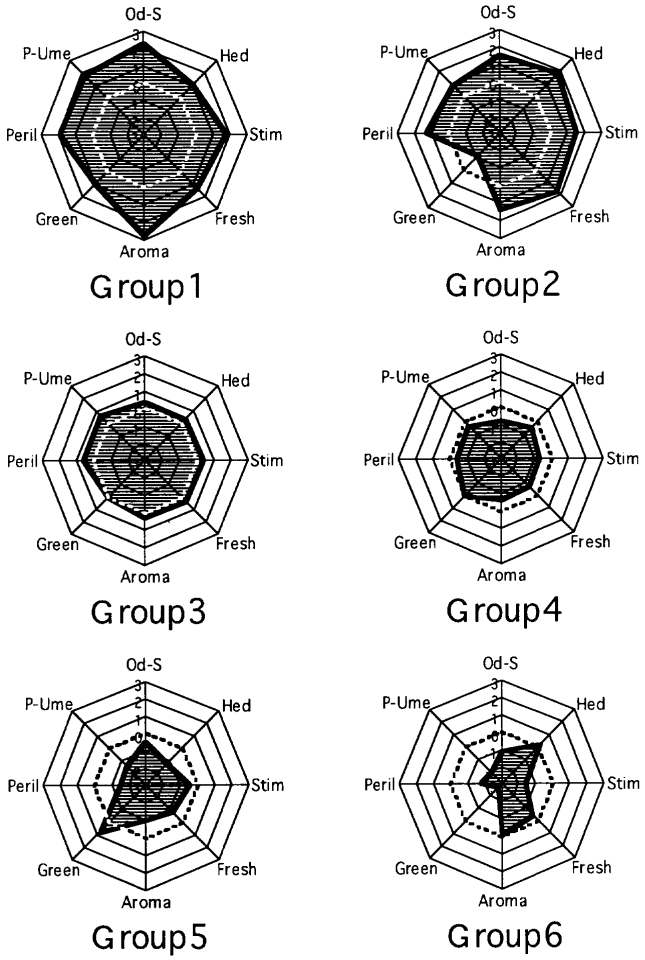

Fig. 3. Aroma profiles for each of perilla sample groups.
Scores on each scale for each sample were standardized as sample mean = 0, variance = 1. Group mean scores were used in each diagram. Dotted line represents means of 36 samples.
Od-S: Odor strength, **Hed**: Hedonic scale, **Stim**: Stimulating, **Fresh**: Fresh, **Aroma**: Aromatic, **Green**: Green, **Peril**: Perilla-like, **P-Ume**: Pickled ume-like.

点は全サンプルの主成分得点の平均を示し，楕円は標準偏差の範囲を示しており，本研究で用いた中では，平均的な香気特性を持つと評価されているサンプルの範囲の参考として提示した．またこのマップに対して，ベクトルモデル外部分析を行い，尺度として使用した用語をベクトルとして表現したものも示した．ベクトルに付した数値は，ベクトルの布置に対する当てはまりの度合い(重相関係数)を示しており，1に近いほど当てはまりが良いことを示す．なお図中のベクトルについては算出過程で単位ベクトルとして正規化しているため，その方向のみに意味があり，大きさに関しては特に意味はない．

また，ポジショニング・マップ上のサンプルの位置とその評価結果との関係を把握することを目的として，クラスター分析によりグルーピングを行い，各グループの平均評価結果を第3図に示した．なお，ポジショニング・マップ上の各グループの位置については第2図に示した．クラスター分析の前処理として行ったMDSCALについては，算出されたサンプル布置(座標)が実際のデータにおける各サンプル間の関係にどれくらいよく当てはまるかを示す測度であるストレス値が5次元解で0.025と，Kruskalが「非常に良く適合している」と評価しているレベル(林・鮑戸，1976)の十分に小さな値に達したことから，5次元解を採用した．クラスター分析は，サンプル間の非類似度にこの5次元解から算出したユークリッド距離を用い，群平均法とウォード法により行った．得られた樹状図の妥当性をコーフェン相関係数を指標に比較したところ，群平均法で0.71 ($P<0.0001$)，ウォード法で0.57 ($P<0.0001$)であったため，群平均法の結果を採用した．グルーピングに際しては，エゴマ2サンプル(EGK, EGO)が同一グループに入ること，市販品の大葉6サンプル(OB1~6)の内，香気質に関する6尺度のいずれにおいても有意差の見られないものはなるべく同一グループになることを目安としつつ，ポジショニング・マップ上の各サンプルの分布も参考にして，樹状図を最大結合距離(0.86)の約6割(0.55)で切断した．第3図のレーダーチャートにおける各評価尺度のスケールは，標準化得点(全サンプル間平均=0，分散=1)を使用することで，統一してある．すなわち，このレーダーチャート中のスケール

NII-Electronic Library Service

Japanese Society for Horticultural Science (JSHS)

は，全サンプル間平均値との隔たりの度合いをその標準偏差を単位として表している．例えば，標準化得点1.5点は，全サンプル間平均よりも標準偏差の1.5倍分高いことを示す．

Group 1(第2図，第3図)に位置するサンプルはOB1のみであるが，全グループ中，最も香気が強く，「芳香性」，「シソのような」，「梅干しのような」，「ツンツンした」の評価も最も高かった．相対的に「芳香性」の評価が高く，香気が非常に強く，芳香性に富んだ濃厚な香気を有するサンプルと解釈された．快評価は全グループ中2番目に高かった．Group 2に位置するサンプルは，香気が強く，また全サンプル中で最も快評価を得た．「生き生きとした」の評価が全グループ中，最も高く，「芳香性」，「シソのような」をはじめ「青臭い」を除いた全ての尺度においても評価値が非常に高く，鮮度の高い印象を与える香気を持つサンプルであると考えられた．また，ここに位置するサンプルは青臭さが相対的に非常に低く，総合的に香気品質が最も優れたサンプルであると考えられた．Group 3に位置するものは，本研究で用いたサンプルにおいてシソとして平均的な香気品質を有するサンプルであると考えられた．Group 4のサンプルは香りの強度が弱く，シソらしさは平均的であるが，「生き生きとした」，「芳香性」が若干低く，また相対的に「青臭い」印象が強めであった．これらGroup 1から4までの範囲に位置するサンプルは，一般的なシソとして評価される範囲の香気を有しているものと思われた．中でもGroup 2および1の位置のサンプルは，快評価が高く，優れた香気品質を持つと考えられる．

一方，Group 5~6は，シソらしい香気に欠けるグループであった．Group 5に位置するものは，香気が弱く，「シソのような」および「梅干しのような」が非常に低く，青臭さのみが突出して強いサンプルであった．このグループは，快評価が最も低いサンプル群でもあった．また，この位置には香気が比較的強く，シソらしさが非常に低く，青臭く，ツンツンしていると評価されたエゴマ2サンプルも混在していた．Group 6については05Rのみであるが，香気が弱く，「生き生きとした」，「芳香性」および快評価は平均的ながら，「青臭い」を始め，その他の用語についての評価がグループ中，最も低い点が特徴的であった．

シソらしさの軸である第1主成分が負，すなわちシソらしさが平均より低いと評価されたサンプルは，ほぼ赤シソで占められていた(第2図)．これは，赤シソが，香気品質よりも色を重視して選抜されてきたことを反映しているものと思われる．

OB1~6で示した市販品の大葉は，全て同一の生産者組合から出荷されたものである．この組合では，共同採種圃場を設け，ここで選抜・採種した種子を組合員に供給しているため，遺伝的形質は安定しているはずであるが，これらのサンプルはGroup 1~3に点在していた(第2図)．主成分分析に用いた6尺度によるOB1~6各サンプルの評価結果の信頼性を15折半相関係数の平均値により検討したところ，全てのサンプルにおいて値は0.88~0.95と高い値を示し，その変動係数も0.03~0.11と低かったことから，評価結果の信頼性は高いと判断した．このため，これら市販品の大葉の，香気の官能特性に関するポジショニングマップ上のばらつきは，評価結果の信頼性の低さに由来するものではなく，生産者の違いや，出荷から購入，供試までに経た時間や環境などの要因による香気成分の変動に由来するものと考えられる．

以上から，30名程度からなる非訓練パネルによるシソ香気の官能評価において，最終的に選定した香気質に関する評価用語による6尺度に，香りの強度および香りの快不快度についての2尺度を加えた，計8官能評価尺度により，シソサンプルの香気の官能特性を客観的かつ定量的に扱えることが示された．また，これら官能評価尺度による評価結果に主成分分析を始めとした統計手法を適用することで，各シソサンプルの香気の官能特性を把握することも可能であることが明らかになった．

摘　要

30名程度から成る非訓練パネルが使用するシソ香気の官能評価用語について検討した．まず，シソ生葉の香気特性を表現する用語の収集，選定を行った．続いて全国各地から収集したシソ系統の官能評価を行った．さらに各項目について個人差による評価のばらつきを検討することで再度，評価用語の選定を行い，主成分分析法を中心とした統計手法による評価データの解析を試みた．

1. 香りの質を表す27尺度および香りの強度と香りの快不快度についての2尺度，計29評価尺度の信頼性および有効性を検討した．その結果，個人差による評価のばらつきが小さく(折半相関係数$r' \geq 0.65$)，かつサンプル間の差を有意($P<0.05$)に検出できる尺度は，「ツンツンした」，「生き生きとした」，「芳香性」，「青臭い」，「シソのような」，「梅干しのような」の6つの官能評価用語による尺度に加え，香りの強度と香りの快不快度についての2尺度，計8評価尺度であった．

2. これら8評価尺度の内，香気質についての6尺度によるシソおよびエゴマの計36サンプルの評定データに主成分分析を適用し，情報の集約を図った．その結果，パネルは，シソの香気を主に「シソらしさ」(PC1: 73.2%)と「青臭さ」(PC2: 12.3%)の2要素により区別，評価していることが明らかになった．これら2要素により全体の情報量の85.5%が説明可能であった．

謝　辞　本研究を行うにあたり，貴重なシソおよびエゴマ種子を提供していただいた方々に心より厚くお礼申し上げます．供試材料の栽培管理において，筑波大学農林技術センター技官，軽部 潔氏，片桐孝志氏，菅原慶子氏

NII-Electronic Library Service

Japanese Society for Horticultural Science (JSHS)

のご協力をいただきました．また，官能評価には，筑波大学体育会合気道部部員をはじめ多くの方々にご協力をいただきました．ここに記して感謝の意を表します．

引用文献

Aparicio, R., F. Gutierrez and J. Morales. 1992. Relationship between flavor descriptors and overall grading of analytical panels for virgin olive oil. J. Sci. Food Agric. 58: 555-562.

Chambers, E. IV and M. B. Wolf (eds.). 1996. Sensory testing methods 2nd edition. ASTM manual series, No26. American society for testing and materials, Philadelphia, PA.

古川清治・富澤善次郎. 1920. 青紫蘇精油の分布，収量，循環，生理，化学的組成其他に就て．工業化学雑誌. 23: 342-362.

林　知己夫・飽戸　弘. 1976. 多次元尺度解析法．サイエンス社．東京.

Inukai, Y. 1981. Analysis of perceptual dimensions of schematic facial expression via three-way multidimensional scaling. Behaviometrika 9: 1-20.

犬飼幸男・中村和男・篠原正美. 1977. 顔面表情図形の非類似性判断の多次元尺度解析．製品科学研究所研究報告. 81: 21-30.

伊東　宏. 1970. 蘇葉の研究(第6報) *Perilla*属植物の精油成分と品質について．薬誌. 90: 883-892

金村早穂・斉藤幸子・飯田健夫. 1989. ニオイの快・不快度の直接的・間接的評価法の検討．人間工学. 25: 77-84.

川崎通昭. 1994. 匂いの心理・生理計測 3) T&Tオルファクトメータ法. p.63-70. 栗岡 豊・外池光雄編. 匂いの応用工学. 朝倉書店. 東京.

肥塚靖彦・本多義昭・田端　守. 1984. シソの在来種ならびに F_1 雑種の精油型．生薬誌. 38: 238-242.

Kruskal, J. B. and M. Wish. 1978. 布置の解釈. p.27-47. 多次元尺度法(高根芳雄訳). 朝倉書店. 東京.

水野　誠. 1992. ブランドのポジショニング分析. p.77-98. 魅力工学研究フォーラム編. 魅力工学. 海文堂. 東京.

永井威三郎. 1935. 紫蘇と荏に就いて．農業及園藝. 10: 2265-2273.

西垣繁一. 1990. シソ-芽じそ・葉じそ・穂じそ-. 農山漁村文化協会. 東京.

Romesburg. 1992. 基本原則，クラスター分析の6段階. p.11-35. 実例クラスター分析(西田英郎・佐藤嗣二訳). 内田老鶴圃. 東京.

坂本宏司・曽余田順子・栗原真由美・土屋義信・吉和哲朗・守本京三. 1995. 塩蔵赤紫蘇の香気分析．食科工. 42: 512-518.

下田満哉・佐々木　仁・土肥由長・亀田　弥・筑島豊. 1989. 具体的匂い用語のキャラクタリゼーション．日食工誌. 36: 17-25.

高柳謙治・福田直也・坂口　進. 1995. 関東・東海地方における日本的香辛料植物の調査収集. 平成6年度農林水産ジーンバンク事業の希少生物等の遺伝資源調査収集委託事業成果報告書. p.3-13. 農林水産技術情報協会.

竹内晴彦・青木恵子・斉藤幸子・綾部早穂・半田　高. 1995. 花の香りの官能評価用語の選定.生命工学工業技術研究所報告 3,2: 13-22.

上野吉一. 1992. 自由連想法による匂いの定性的知覚の研究．心理学研究. 63: 256-261.

安本美典・本多正久. 1981. 相関行列. p.53-55. 因子分析法．培風館．東京.

吉田照雄・東　富士雄・猪川重徳. 1967. 香料用青シソの含油組織，精油含量および精油成分について．日作紀. 37: 118-122.

Yuba, A., K. Yazaki, M. Tabata, G. Honda and R. Croteau. 1996. cDNA cloning, characterization, and functional expression of 4S(-)-limonene synthase from *Perilla frutescens*. Arch. Biochem. Biophys. 332: 280-287.

NII-Electronic Library Service