

《報 文》

愛知県春日井市の竹尾ハーブ園で栽培した芳香性ハーブ4種の香りと揮発性成分の比較

呂 鋒・種田明子・根岸晴夫

中部大学応用生物学部

要 約

愛知県春日井市のハーブ園から芳香性の強いハーブ4種(レモンバーベナ, レモンユーカリ, フルーツ・セージ, ローズ・ゼラニウム)を選択して, 香りの特性を比較評価した。20名のパネルによって感覚的に評価した結果, レモンバーベナとフルーツ・セージの香りは「好き」という回答が8割を占めた。レモンユーカリの香りは「好き」という回答と「嫌い」という回答が半々であった。ローズ・ゼラニウムの香りは「嫌い」という回答が7割であった。レモンバーベナの香りを「好き」と答えたパネルの香りの表現には「レモンのような」, 「心地よい」, 「新鮮な」, 「甘い」, 「ミントのような」, 「やさしい」などがみられた。フルーツ・セージのそれには「花のような」, 「マイルド」, 「心地よい」, 「爽やか」などがみられた。レモンユーカリの香りについての表現には「レモンのような」, 「つんとくる」, 「青臭い」などがみられた。最も嫌われたローズ・ゼラニウムの表現には「木の香りのような」, 「落ち着かない」, 「つんとくる」, 「にがい」などがみられた。

ハーブが自然に出している揮発性成分をヘッドスペースガス-GC/MS法によって分析した。採取した植物の葉を傷つけないように蒸留水で軽くゆすいだ後, 20mlバイアル瓶に1gを入れて, 30℃, 1時間インキュベートし, ハーブの香気成分をバイアル瓶のヘッドスペース部分に集積させた。その後, ヘッドスペースガスをGC/MSに注入し分析した。レモンバーベナが自然に出している揮発性成分として, Acetone, α -Pinene, α -Thujene, β -Pinene, Sabinene, β -Myrcene, Limonene, Cineole, Ocimene, Hexenyl acetate, *cis*-Caryophyllene, Geranial, Curcumene, Nerol, Geraniolが推定さ

れた。フルーツ・セージが自然に出している揮発性成分として, α -Pinene, α -Thujene, Camphene, β -Pinene, β -Myrcene, Limonene, Cineole, γ -Terpinene, *cis*-Caryophylleneが推定された。レモンユーカリが自然に出している揮発性成分として, Ethanol, α -Pinene, β -Pinene, Citronellolが推定された。さらにローズ・ゼラニウムが自然に出している揮発性成分として, Acetone, α -Pinene, α -Phellandrene, β -Myrcene, Cineole, Limonene, Hexenyl acetate, (Z)-3-Hexen-1-ol, α -Cubebene, Isomenthone, Aristolene, γ -Cadinene, Citronellol, Geraniolが推定された。

レモンバーベナの香りを「好き」と回答した原因成分として, α -Pinene, β -Pinene, Limonene, Ocimene, Geranial, Nerolの芳香成分の存在が考えられた。フルーツ・セージの香りに関しては, α -Pinene, β -Pinene, Limonene, γ -Terpineneの芳香成分の存在が考えられた。一方, ローズ・ゼラニウムの香りを「嫌い」と回答したのは, α -Cubebene, Isomenthone, Citronellolなどの揮発性物質が影響していると考えられた。これらの物質は, 「青臭い」との回答の原因となっていると推定される。

はじめに

ハーブの利用の歴史は古く, 古代中国, インド, エジプト, ギリシャ, ローマですでにハーブを利用した薬草療法が発達していた(陽川, 1995)。ハーブはもともとラテン語のHerbまたはHerbaに由来し, フランスでは古くはErbeまたはHerbeと呼ばれたが, 現在は草を意味するHerbが用いられている。イギリスでは中世にEerbeといわれたものが現在のHerbに変化した。ハーブが対象と

キーワード: ハーブ, 香り, GC/MS分析, ヘッドスペースガス法。

受 理 日: 2007年2月8日受理

する植物は範囲が広く、1年草本に限らず、多年生草本や灌木、高木を含み、利用部位も根、茎、葉、花、種子、果実はもちろんのこと、樹皮、根茎などの特殊な部位も用いられている。陽川(1995)は、便宜上ハーブを「医療や香料、風味用などに利用される植物または植物部分」と定義できると述べている。最近ではハーブを家庭園芸として育て、食用や香料などの家庭用品として楽しむ人々が増えている。またハーブの香りによるストレス緩和などアロマテラピーへの応用も盛んである。

これまでにハーブに関しては、多くの優れた研究が報告されている。最近ではハーブから抽出した精油の揮発成分の詳細な同定、精油の昆虫に対する忌避作用、精油の抗菌作用、あるいはハーブの抗酸化作用などの研究が盛んである(Javidnia *et al.*, 2005; Omidbaigi *et al.*, 2005; Valentão *et al.*, 2002)。ハーブの精油成分は産地によって変化しやすく、土壌からの水分の供給量の変化によって精油中の有効成分の含量が異なってくる。また温度、光、あるいは土壌などによっても有効成分の含量が変化する(陽川, 1995)。精油の昆虫に対する忌避作用では、ユーカリの液胞から蚊の忌避物質として、*p*-menthane-3,8-diolsが報告された(西村, 1989)。

最近では分析機器の性能の向上によって、ハーブが自然に放出する揮発性物質を分析することが可能になった。Zini *et al.* (2001)は、生育中の植物から放出された揮発性化合物をマイクロ固相抽出法でモニタリングする方法を報告し、レモンユーカリが放出した33種の揮発性化合物を同定した。さらに岡ら(2006)は、ハーブなどの植物が放出する香気成分によるナラタケ菌の生育阻止効果について報告した。さらに香気を有する単一成分によるナラタケ菌の生育阻止効果についても調査し、 α -Pinene, β -Pinene, β -Myrcene, および α -Phellandreneなどの香気成分がナラタケ菌の生育阻止に効果があることを報告した(岡ら, 2006)。

本研究では、愛知県春日井市の竹尾ハーブガーデンが提供したレモンバーベナ、レモンユーカリ、ローズ・ゼラニウム、およびフルーツ・セージの芳香成分に注目した。これらはハーブ類の中でも強い芳香を有しており、食用、薬用、あるいは香料としてよく使用されている。

レモンバーベナ (*Lemon berberna*) はクマツヅラ

科イワダレソウ属の木本植物で2mまで育つ落葉性低木である。原産地はチリ、アルゼンチンである。形態的特徴は強いにおいのある皮針形の葉と管状の淡緑色から藤色をした花の花序を持っている(Chevaller, 2000)。レモンバーベナの葉は芳香性で揮発性オイルを非常に多く含んでおり、古くから鎮静剤、解熱剤として使われ、その精油は殺虫、殺菌効果がある。また香料、ハーブティー、料理にも利用されている(Bown, 1997)。レモンユーカリ (*Eucalyptus citriodora*) はフトモモ科ユーカリ属の木本植物で、原産地はオーストラリアである。レモンユーカリの葉は外用薬として水虫、フケ症、ヘルペス、カンジダ症、ブドウ状球菌の感染症に使われ、また吸入剤として、発熱、喘息、喉頭炎に使用されている。香料、ハーブティーにも利用されている(Bown, 1997)。ローズ・ゼラニウム (*Pelargonium spp*) はフウロソウ科の常緑多年草である。南アフリカ、ケープタウン近郊が原産である(北野, 2005)。アフリカの人々は古くからテンジクアオイ属の多種の植物の根を収斂薬として、また下痢、赤痢などの治療薬として使用している。香料、料理およびハーブティーなどにも応用できる(北野, 2005)。フルーツ・セージ (*Salvia dorisiana*) はシソ科サルビア属の多年草植物であり、原産地はホンジラスである。ベルバットのような葉は長さ約18cmで甘い香りを発散している。フルーツ・セージは冬に紫紅色からローズ・ピンクの花が長さ15cmの穂状花序につき、全草にフルーツの香りがするのが特徴である。香料、ハーブティーとしても利用されている(Bown, 1997)。



図1. 竹尾ハーブガーデン全景

本研究は、まず4種類のハーブの香りを専門パネルで感覚的に評価し、それぞれの香気プロファイルを香りの表現用語で分析した。次にハーブの葉から自然に放出されている揮発性物質をヘッドスペースガス法でGC/MS分析し、ハーブ4種の成分を比較した。さらに好ましいと評価されたハーブの揮発性物質の特徴について明らかにすることを目的として行なった。

材料と方法

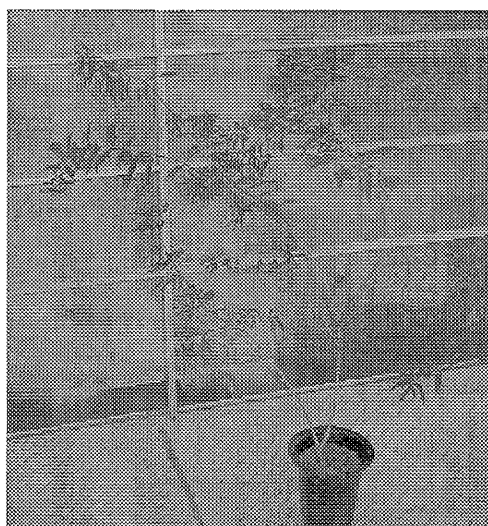
1. ハーブ試料

愛知県春日井市にある竹尾ハーブガーデン(図1)で自然に生育しているレモンバーベナ、レモンユ

ーカリ、ローズ・ゼラニウムおよびフルーツ・セージを使った。竹尾氏は1996年8月イギリスのジェフリー博物館のハーブ園を見学し、生活に密着したハーブの魅力に出会ったのがきっかけで、ハーブガーデン作りをはじめた。現在、広さ約1,000m²の庭園に300種以上のハーブを無農薬、有機肥料で育てている(竹尾ホームページ)。図2-(a)~(d)に本実験に使用した4種類のハーブの写真を示した。

2. 試料の調製方法

4種類のハーブの葉をはさみで切り取り、傷つけないように純水で3回洗浄後、ペーパータオル



(a) レモンバーベナ 2006年10月



(b) レモンユーカリ 2006年9月



(c) フルーツ・セージ 2006年7月



(d) ローズ・ゼラニウム 2006年9月

図2. 実験に使用した4種のハーブ

で水気を拭き取った。洗浄済みの葉を1g計量して20ml容バイアル瓶(スクリュウバイアル, マグネットスクリュウキャップ(株) 島津ジーエルシー)に入れ, マグネットスクリュウキャップで密栓した(図3)。この試料調製はGC/MS分析装置のオートインジェクターにセットする直前に行った。

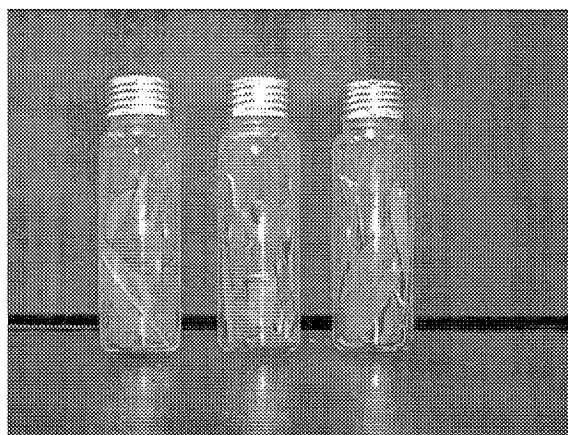


図3. GC/MS分析試料

20mlバイアル瓶にハーブの葉1.0gを入れた。バイアル瓶はレモンバーベナを採取した例を示す。

3. 標準物質

3.1. 試薬

GC/MSで推定したピークを確認するために, 表1の試薬を標準品として使用した。各標準物質10 μ lをバイアル瓶に入れ, 50 $^{\circ}$ C, 10分間インキュベートしてヘッドスペースガスを分析した。

3.2. 精油

市販されている精油として, レモンバーベナ(モロッコ産), レモンユーカリ(中国産)およびローズ・ゼラニウム(中国産)由来の精油を(株)生活の木(東京都渋谷区)から購入した。3種類の精油の成分表を表2に示した。

4. 香りのアンケート調査

香りを表現するために使われる言葉として, 「具体的なものの名前」, 「感覚用語」, 「情感を表す言葉」および「強弱や物理化学的な言葉」など, さまざまな表現が使われている。「具体的なものの名前」を利用した表現用語には「花のような」, 「果実様の」, 「柑橘のような」, および「薬草的な」などがある。「感覚的の用語」を利用した表現用語には

表1 標準物質

標準物質名称	メーカー
Acetone	関東化学(株)
(1R)-(+) α -Pinene	東京化成工業(株)
β -Pinene	東京化成工業(株)
Myrcene	東京化成工業(株)
1,4-Cineole	東京化成工業(株)
(+)-Limonene	和光純薬工業(株)
cis-Caryophyllene	東京化成工業(株)
Nerol	東京化成工業(株)
Geraniol	東京化成工業(株)
Acetaldehyde	Merck
β -Citronellol	Aldrich
γ -Terpinene	関東化学(株)
α -Phellandrene	関東化学(株)
3-Hexen-1-ol	東京化成工業(株)
Isomenthone	Chroma Dex

「甘い」, 「重い」および「つんとくる」などがある。「情感的なものの名前」を利用した表現用語としては「優雅な」, 「繊細な」および「リラックスする」などがある。また「強弱や物理化学的な言葉」を利用した表現用語には「強い」, 「弱い」および「力強い」などがある(渋沢ら, 2002)。このようなフレグランス用語を引用して, ハーブの香りを感覚的に評価するためのアンケート用紙を作成した。

パネルは中部大学に在籍する学生20名(男性16名, 女性4名)を選び, 2段階のアンケート調査を行った。1段階目ははじめに前述のフレグランス用語を例示して, 4種のハーブの香りをパネル自身の自由な言葉で表現させた。2段階目は出現頻度の高いフレグランス用語を抽出し, 表3のアンケート用紙で調査を行い, 結果を集計した。また, 香りのアンケート調査に用いる試料はGC/MS分析に使われる試料の調製と同じく, ウォーターバスで30 $^{\circ}$ C, 1時間インキュベートした後, 被験者に香りを嗅いでもらった。

5. GC/MS分析

5.1 GC/MS装置

ヘッドスペース-GC/MSの装置及び分析条件は, 以下のとおりで行った。

2.の試料をオートインジェクターで30 $^{\circ}$ C, 1時

表2 精油の成分表

レモンバーベナ	含 量 (%)	レモンユーカリ	含 量 (%)	ローズ・セラニウム	含 量 (%)
リモネン	19.21	シトロネラール	74.23	シトロネロール	35
グラニオール	12.3	シトロネロール	5.76	蟻酸シトロネリル	10.2
ネラール	9	イソプレゴール	5.69	グラニオール	8.53
1,8-シネオール	6.73	ネオイソプレゴール	2.98	イソメントン	6.49
β -カリオフィレン	4.99	酢酸シトロネリル	1.53	グアイアディエン6,9	6.32
メチルヘプテノン	2.76	β -カリオフィレン	1.25	リナロール	3.5
サビネン	2.67	α -ピネン	1.23	蟻酸グラニル	2.48
ゲルマクレンD	2.59	β -ピネン	0.88	グラニルチグレート	1.62
<i>trans</i> -オシメン	2.18	1,8-シネオール	0.42		
		酢酸 α -テルピニル	0.3		
		リモネン	0.22		
		α -テルピネオール	0.21		
		テルピノレン	0.19		
		ミルセン	0.17		
		<i>trans</i> -シメン	0.16		
		テルピネン-4-オール	0.15		
		<i>cis</i> - β -オシメン	0.14		
		サビネン	0.06		
		α -テルピネン	0.03		
		α -ツヨン	0.03		

表3 ハーブの香りのアンケート用紙

名前 _____	性別 _____
試験日 _____ 年 _____ 月 _____ 日	該当するものに○をつけてください
香りの強さ	☐ ①においがしない ☐ ②弱いにおいがする ☐ ③楽に感知できるにおいがする ☐ ④強いにおいがする ☐ ⑤強烈なにおいがする
物の名前表現	草のような ミントのような レモンのような フルーティー
感覚的な表現	明るい 甘い 暖かい 酸味 つんとくる 新鮮な
感情的な表現	落ち着く ころよい 優雅 やさしい
好き／嫌い	好き 嫌い
コメント	

間インキュベートした後、ヘッドスペースガス1.0mlをGCに注入した。

(GC/MS装置)

ガスクロマトグラフ：GC-17A ((株)島津製作所)

ガスクロマトグラフ質量分析計：GCMS-QP5050A ((株)島津製作所)

オートイジェクター：AOC-5000 ((株)島津製作所)
(ガスクロマトグラフ分析条件)

分析カラム：Stabilwax 60m×0.32mm I.D., 膜厚0.5 μ m (RESTEK)

注入口温度：230℃

キャリアガス：ヘリウム

カラム流量：2.5ml/分(線速度:40.0cm/秒)

注入法：スプリット比 (1:5)

キャリアガス：ヘリウム

カラム温度：35℃ (5分) -2℃/min-100℃-4℃/min-220℃

(ガスクロマトグラフ質量分析計分析条件)

イオン化法：EI

インターフェイス温度：230℃

測定モード：スキャン (m/z 40-300)

5.3. 香気物質の推定

GC/MS で検出されたピークは、マスマスペクトル データベース (NIST 02 Mass Spectral Library, 2002, Adams Library, 2001) を用いたマスマスペクトルの比較、標準物質の注入、リテンション・インデックス・データ (Rohloff, 2005) との比較により

簡易同定を行った。

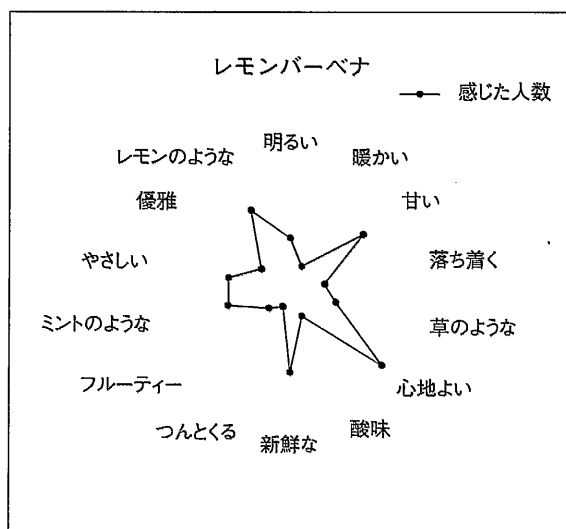
結果と考察

1. レモンバーベナ

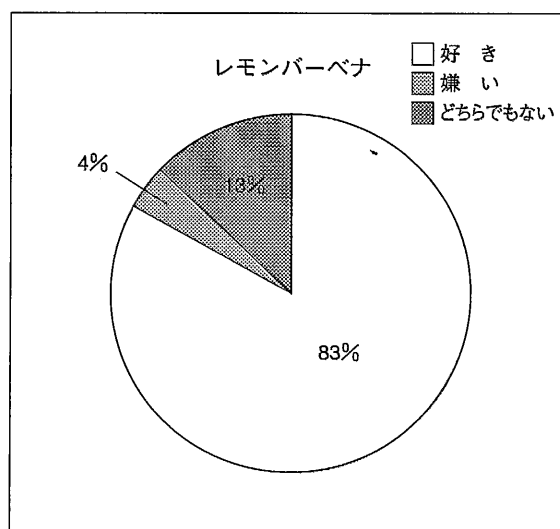
20名の専門パネルによって感覚的に評価した結果を図4 (a), (b) に示した。レモンバーベナの香りは、「レモンのような」、「心地よい」、「新鮮な」、「甘い」、「ミントののような」および「やさしい」という言葉で表現された。いずれもレモンバーベナの香りを好意的に感じた表現であり、その香りを好む割合は83%と高かった。

GC/MS分析の結果、図5のクロマトグラムのようにレモンバーベナの葉が自然に放出している香気成分として、Acetone, α -Pinene, α -Thujene, β -Pinene, Sabinene, β -Myrcene, Cineole, Limonene, Ocimene, Hexenyl acetate, *cis*-Caryophyllene, Geranial, Curcumene, NerolおよびGeraniolが推定された(表4)。

推定された成分の特徴をみると、 α -Pinene, β -Pinene, Limonene, Ocimene, GeranialおよびNerolのようなシトラス系ノートの香気成分が数多く検出された。しかも香気全体に占める割合が大きかった。また α -Thujeneの香気はwoody, greenであること、Sabineneの香気はpepper, turpentineおよびwoodyである。これらの香気成分は「新鮮」、「草ののような」、「ミントののような」、あるいは「つんとくる」という感覚表現に関連していると思われる (Acree & Arn., 2004; 堀内, 2006)。こうした



(a) レモンバーベナの香りの表現



(b) レモンバーベナが好まれた割合

図4. (a), (b) レモンバーベナの感覚評価

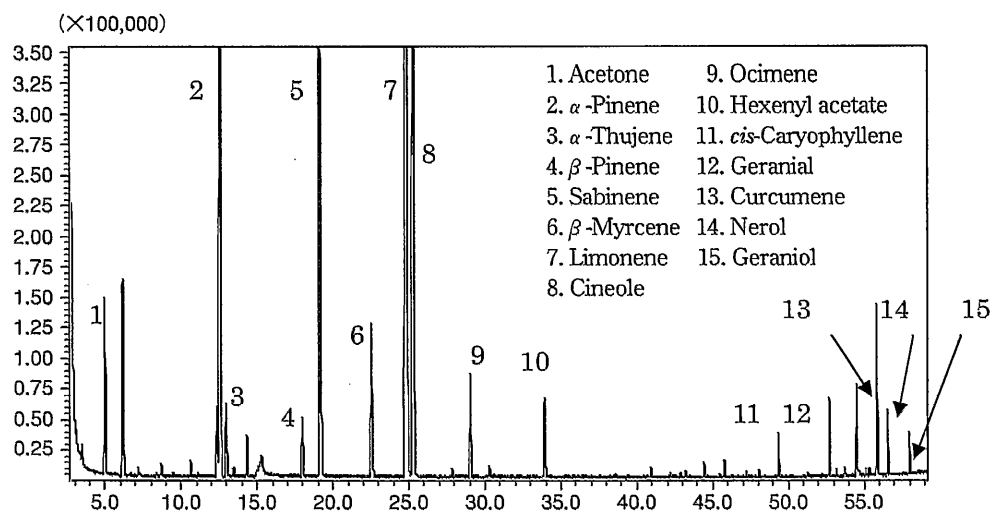


図5. レモンバーベナのGC/MSクロマトグラム

表4 切り取ったレモンバーベナ葉のGC/MS分析で同定した化合物

ピークNoと化合物名	RT ^a	RI ^b	同定方法	odor note ^c
1. Acetone	4.97	—	1,2	—
2. α-Pinene	12.32	1023	1,2,3	woody, piney, turpentine
3. α-Thujene	12.94	1032	1,3	woody, green, herb
4. β-Pinene	17.96	1105	1,2,3	woody, piney, turpentine minty, spice
5. Sabinene	19.10	1124	1,2,3	pepper, woody, turpentine
6. β-Myrcene	22.53	1180	1,2,3	balsamic, must, spice
7. Limonene	24.80	1217	1,2,3	lemon, orange
8. Cineole	25.28	1315	1,2	spice
9. Ocimene	29.03	1421	1	mild, citrus, sweet, orange, lemon
10. Hexenyl acetate	33.92	1559	1	—
11. cis-Caryophyllene	49.33	—	1,2	woody, spicy
12. Geranial	54.48	—	1	green, floral, weedy, woody
13. Curcumene	55.84	—	1	—
14. Nerol	56.54	—	2	rose-like
15. Geraniol	57.95	—	2	citrus, floral, sweet, rose, fruity, berry

a: Stabilwax columnでのリテンション・タイム

b: Stabilwax columnでの標準物質のリテンション・インデックス

c: Baranauksiene, *et al*, 2003; Acree, T. & Arn, H., 2004; 堀内, 2006

1, マススペクトルとMSデータベースによる同定

2, 標準物質のリテンション・タイムによる同定

3, 文献のリテンション・インデックスによる同定 (Rohloff, 2005)

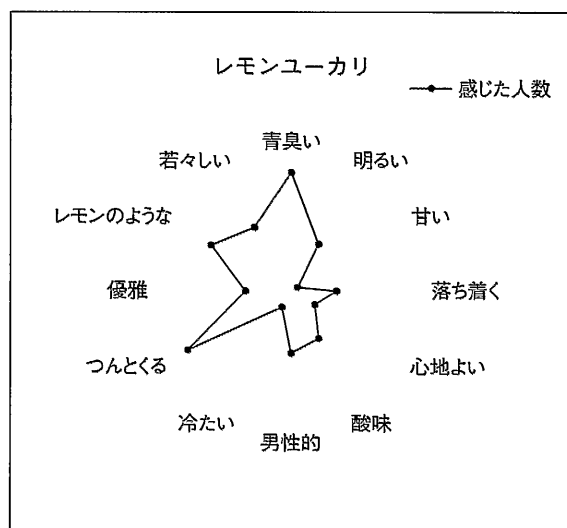
香気成分の構成の特徴が、好まれた理由になっていると考えられた (Acree & Arn, 2004; 堀内, 2006)。

2. レモンユーカリ

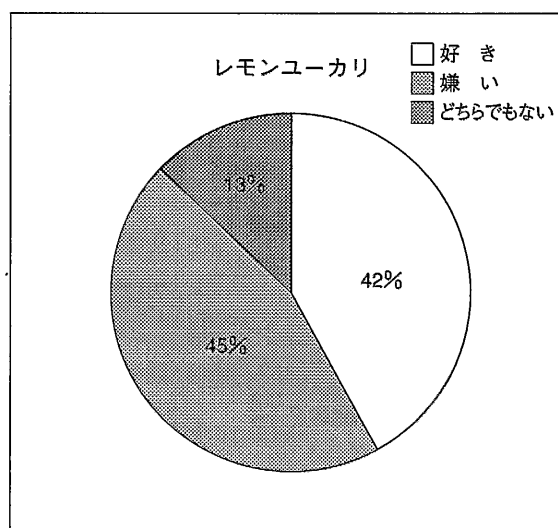
レモンユーカリの香りは、図6-(a), (b)に示すように、「レモンのような」、「つんとくる」および「青臭い」という言葉で表現され、不快さを示す表現が混在していた。この結果を裏付けるように、香りの好みは「好き」と「嫌い」の割合が半々に分かれた。GC/MS分析で得られたクロマトグラムの結果を図7に示した。検出されたピーク数は他の3種類のハーブに比べて少なく、レモンユ

ーカリが自然に出している主要な香気成分として、Ethanol, α -Pinene, β -Pinene, および Citronellol の存在が推定された (表5)。

Citronellolの香気はgreen, citrusおよびwoodyで、その閾値は0.0017と非常に小さい (堀内, 2006)。この香気物質の存在が、グリーンノートが嫌いなパネルにとって、「青臭い」、あるいは「つんとくる」と不快に感じる一因になったものと考えられた。またCitronellolの香調はシトラス系ノートでもあり、これに典型的シトラスノートの α -Pineneと β -Pineneの存在も加わることで、「レモンのような」、「心地よい」など、快さを感じるパネルが半分ほど存在したと考えられた。



(a) レモンユーカリの香りの表現



(b) レモンユーカリが好まれた割合

図6. (a), (b) レモンユーカリの感覚評価

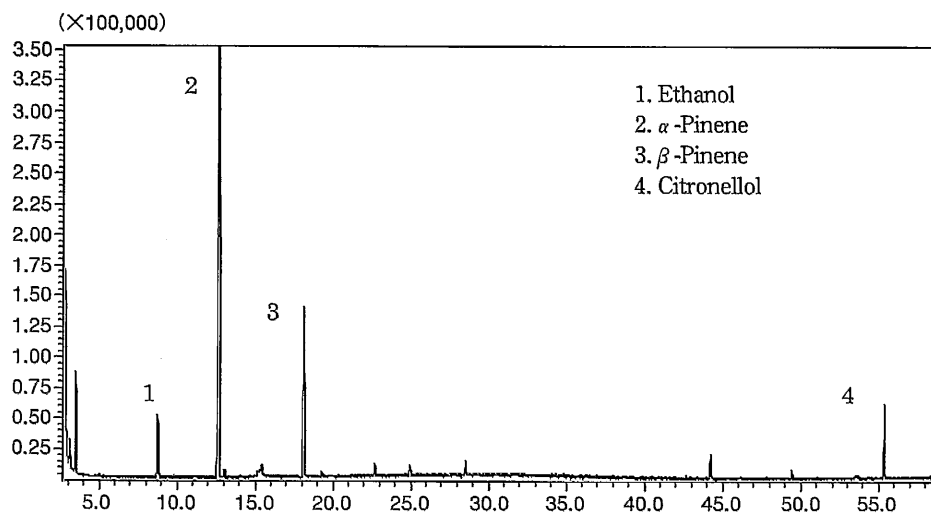


図7. レモンユーカリのGC/MSクロマトグラム

表5 切り取ったレモンユーカリ葉のGC/MS分析で同定した化合物

ピークNoと化合物名	RT ^a	RI ^b	同定方法	odor note ^c
1. Ethanol	8.75	—	1,2	—
2. α -Pinene	12.65	1023	1,2,3	woody, piney, turpentine
3. β -Pinene	18.10	1105	1,2,3	woody, piney, turpentine minty, spice
4. Citonellol	57.44	—	1,2	green, citrus, woody

a: Stabilwax columnでのリテンション・タイム

b: Stabilwax columnでの標準物質のリテンション・インデックス

c: Baranauskienė, *et al.*, 2003; Acree & Arn, 2004; 堀内, 2006.

1, マススペクトルとMSデータベースによる同定

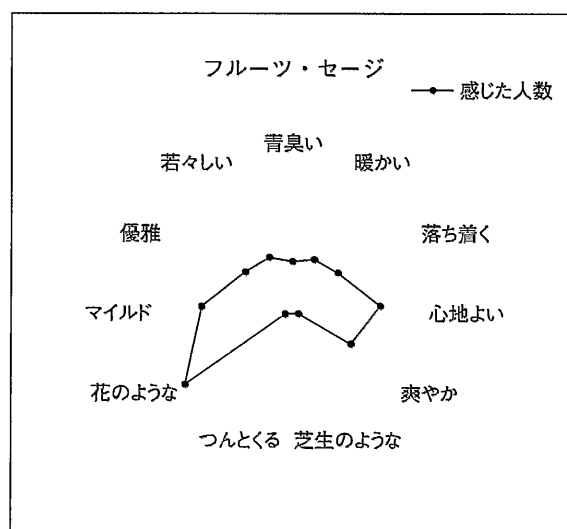
2, 標準物質のリテンション・タイムによる同定

3, 文献のRIによる同定 (Rohloff, 2005)

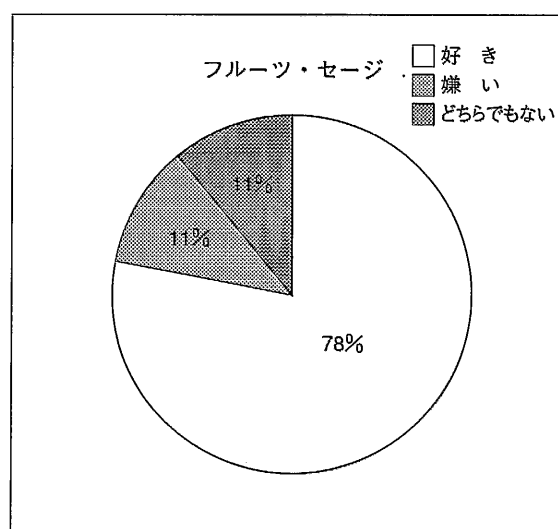
3. フルーツ・セージ

フルーツ・セージはレモンバーベナと同様に非常に好まれ、図8-(b)に示したように、パネルの78%が好むと回答した。香りの特徴を表す表現として、「花のような」、「マイルド」、「心地よい」および「爽やか」であった(図8-(a))。GC/MS分析の結果を図9のクロマトグラムに示した。フルーツ・セージから検出された香気成分として、 α -Pinene, α -Thujene, Camphene, β -Pinene, β -Myrcene, Limonene, Cineole, γ -Terpineneおよび *cis*-Caryophylleneが推定された(表6)。

前述のレモンバーベナと同様に、 α -Pinene, β -PineneおよびLimoneneなどのシトラス系ノートの香気成分が数多く検出され、全体の構成割合も大きかった。また γ -Terpineneは芳香を有することから(Acree & Arn, 2004; 堀内, 2006), 「花のような」、「マイルド」、「心地よい」、あるいは「爽やか」と感じて好まれたと考えられた。 α -Thujeneの香調はwoody, green, herbで、「青臭い」あるいは「芝生のような」などの感覚に関係すると考えられた。



(a) フルーツ・セージの香りの表現



(b) フルーツ・セージが好まれた割合

図8. (a), (b) フルーツ・セージの感覚評価

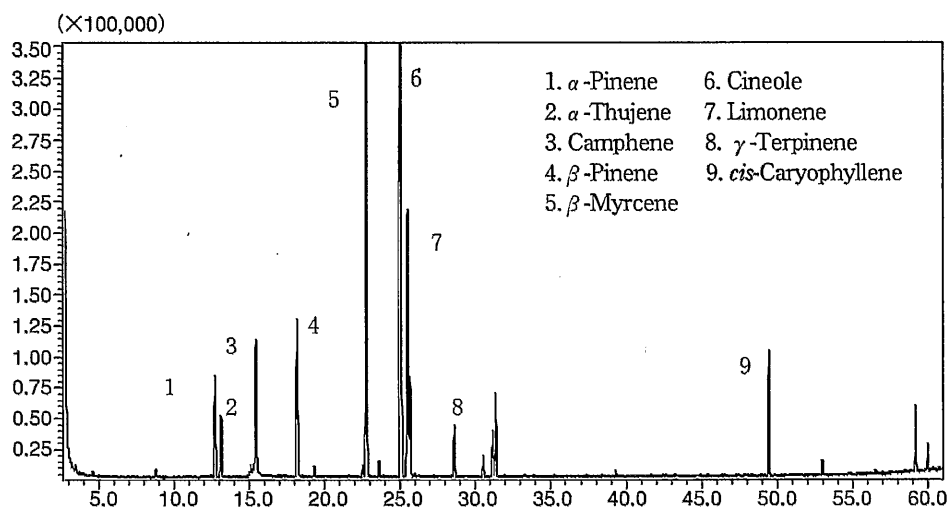


図9. フルーツ・セージのGC/MSクロマトグラム

表6 切り取ったフルーツ・セージ葉のGC/MS分析で同定した化合物

ピークNoと化合物名	RT ^a	RI ^b	同定方法	odor note ^c
1. α -Pinene	12.72	1023	1,2,3	woody, piney, turpentine
2. α -Thujene	13.13	1032	1,2,3	woody, green, herb
3. Camphene	15.42	1089	1,3	camphor
4. β -Pinene	18.16	1105	1,2,3	woody, piney, turpentine minty, spice
5. β -Myrcene	22.75	1180	1,2,3	balsamic, must, spice
6. Limonene	25.01	1217	1,2,3	lemon, orange
7. Cineole	25.48	1315	1,2	spice
8. γ -Terpinene	28.58	1275	1,2,3	terpy, herbaceous, oily, woody, sweet, citrus
9. <i>cis</i> -Caryophyllene	49.43	—	1,2	woody, spice

a: Stabilwax columnでのリテンション・タイム

b: Stabilwax columnでの標準物質のリテンション・インデックス

c: Baranauskienė, *et al.*, 2003; Acree, *Am.*, 2004; 堀内, 2006

1, マススペクトルとMSデータベースによる同定

2, 標準物質のリテンション・タイムによる同定

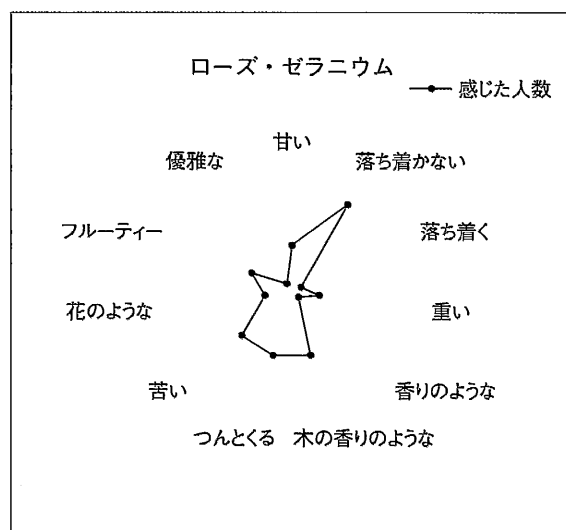
3, 文献のRIによる同定 (Rohloff, 2005)

4. ローズ・ゼラニウム

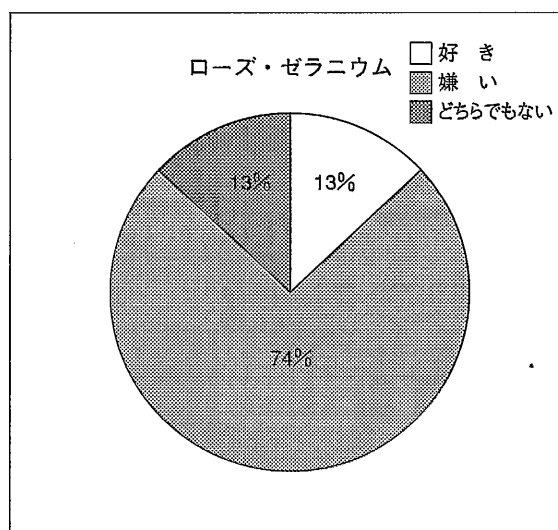
ローズ・ゼラニウムは74%のパネルに嫌われ(図10-(b)), 4種類のハーブの中では最も不快と感じられた。感覚的には図10-(a)に示したように、「木の香りのような」、「落ち着いた」、「つんとくる」および「にがい」と表現された。GC/MS分析の結果、図11に示したように、ローズ・ゼラニウムが自然に出している香り成分として、Acetone, α -Pinene, α -Phellandrene, β -Myrcene, Cineole,

Limonene, Hexenyl acetate, (Z)-3-Hexen-1-ol, α -Cubebene, Isomenthone, Aristolene, γ -Cadinene, Citronellol, および Geraniol が推定された(表7)。

α -Cubebeneの香調はherb, wax, Isomenthoneの香調はminty, さらにCitronellolの香調はgreen, citrus with lemon nuance, clean lemony floral odorおよびwoodyであった。これらの香り成分が「苦い」、「つんとくる」、「木の香りのような」などの不快さを感じる感覚をもたらしたと思われる。



(a) ローズ・ゼラニウムの香りの表現



(b) ローズ・ゼラニウムが好まれた割合

図10. (a), (b) ローズ・ゼラニウムの感覚評価

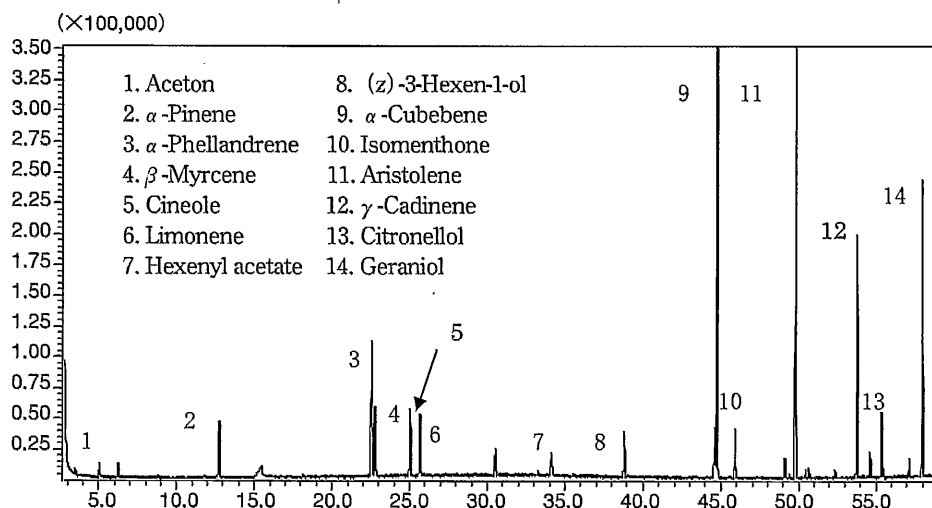


図11. ローズ・ゼラニウムのGC/MSクロマトグラム

表7 切り取ったローズ・ゼラニウム葉のGC/MS分析で同定した化合物

ピークNoと化合物名	RT ^a	RT ^b	同定方法	odor note ^c
1. Acetone	5.04	—	1,2	—
2. α -Pinene	12.74	1023	1,2,3	woody, piney, turpentine
3. α -Phellandrene	22.52	1180	1,2,3	turpentin, mint, spice
4. β -Myrcene	22.75	1180	1,2,3	balsamic, must, spice
5. Limonene	25.01	1217	1,2,3	lemon, orange
6. Cineole	25.65	1315	1,2	spice
7. Hexenyl acetate	34.11	1559	1	—
8. (z)-3-Hexen-1-ol	38.80	1697	1,2	green note
9. α -Cubebene	44.58	—	1	herb, wax
10. Isomenthone	44.71	—	1,2	minty
11. Aristolene	49.75	—	1	—
12. γ -Cadinene	53.74	—	1	woody
13. Citronellol	55.34	—	1	green, citrus, woody
14. Geraniol	57.94	—	1,2,3	citrus, floral, sweet, rose, fruity, berry

a: Stabilwax columnでのリテンション・タイム

b: Stabilwax columnでの標準物質のリテンション・インデックス

c: Baranauskienė, *et al*, 2003; Acree & Arn, 2004. 堀内, 2006.

1, マススペクトルとMSデータベースによる同定

2, 標準物質のRTによる同定

3, 文献のRTによる同定 (Rohloff, 2005)

結 論

4種類のハーブの香りを比較した結果、レモンバーベナとフルーツ・セージの香りは約8割のパネルが快い香りと評価した。それに対して、レモン・ユーカリとローズ・ゼラニウムの香りを不快と感じるパネルが多く、特にローズ・ゼラニウムは7割以上のパネルが嫌いな香りと評価した。

その理由として、レモンバーベナとフルーツ・セージは、 α -Pinene, β -Pinene, Limonene, Ocimene, Geraniol, およびNerolなどのシトラス系香気成分を多く含有することが良い香気を放出する原因になっていると考えられた。一方、レモン・ユーカリ、ローズ・ゼラニウムでは、 α -Cubebene, Isomenthone, Citronellolなどの成分が不快と感じられた青臭さの一因になっていると考えられた。また本研究で採用したヘッドスペースガス法によるGC/MS分析で検出したレモンバーベナ、レモンユーカリおよびローズ・ゼラニウムの香気成分は、表2に示した精油成分の成分表とは多くの点

で異なっていた。その理由として、精油は一般的に蒸留法または高圧法などの方法で抽出されるため、本研究で得られた低沸点の揮発性物質の多くは損失し、中、高沸点の揮発性物質が主体になっていると考えられる。本研究で実施したヘッドスペースGC/MS分析法は、バイアル瓶中のハーブを30℃で穏やかに加温後、ヘッドスペース部の集積ガスをGC/MSで分析するために、ハーブが自然に放出する香気成分を測定する手段として、有効な方法と考えられた。

謝辞

本研究の一部は文部科学省の学術フロンティア推進事業により支援された。また本研究を行うに当たって、ハーブの試料の提供など、多大なご協力をいただきました竹尾ご夫妻に心から感謝いたします。

参考文献

- Acree, T. and Arn, H., 2004.
<http://www.flavornet.org/flavornet.html>.
- Andrew Chevallier著. 難波恒雄監訳「世界薬用植物百科事典」2000.10 誠文堂新光社.
- Cláudia Alcaraz Zini., Fabil Augusto., Eva Christensen., Benjamin Paul Smith., Elina Bastos Caramão., Janusz Pawliszyn. 2001. Monitoring Biogenic Volatile Compounds Emitted by *Eucalyptus citriodora* Using SPME. *Anal. Chem.* **73**:4729-4735.
- Deni Bown著. 吉村則子, 石原真理訳「ハーブ大百科: 英国王立園芸協会」1997.5 誠文堂新光社.
- 堀内哲嗣郎, 「におい かおり」2006, フレグランスジャーナル社.
- Jens Rohloff and Atle M. Bones .2005. Volatile profiling of *Arabidopsis thaliana*—Putative olfactory compounds in plant communication. *Phytochemistry* **66**:1941-1955.
- K. Javidnia., I.Mehregan., H. Sadeghpour., 2005. Volatile constituents of the essential oil of *Nepeta ucrainica* L.ssp. *kopetdagensis* from Iran. *Flavour Fragr.J.* **20**:219-221.
- 川崎通昭, 中島基貴, 外池光雄, 「におい物質の特性と分析・評価」, 2003, フレグランスジャーナル社.
- 北野佐久子, 「基本ハーブの事」, 2005.12, 東京堂出版.
- 西村弘, 1989, ユーカリに含まれる蚊の忌避物質液胞に存在する精油p-menthane-3,8-diols. 化学と生物, **27**:486-488.
- 岡憲明, 高畑公之, 諏訪田友春, 干場健太郎. 2006. 香気成分によるナラタケ菌 (*Armillaria mellea*) の生育阻止. *Aroma research.* **28**:336-341.
- Patricia Valentão, Eduarda Fernandes, Felix Carvalho, Paula Branquinho Andrade, Rosa Maria Seabra, Maria de Lourdes Bastos. 2002. Studies on the Antioxidant Activity of *Lippia citriodora* Infusion: Scavenging Effect on Superoxide Radical, Hydroxyl Radical and Hypochlorous Acid. *Biol. Pharm. Bull.* **25**:1324-1327.
- R. Omidbaigi ., F. Sefidkon. , M. Hejazi. 2005. Essential oil composition of *Thymus citriodorus* L. cultivated in Iran. *Flavour Fragr.J.* **20**:237-238.
- Renata Baranauskiene, Rimantas P. Venskutonis, Jan C. R. Demyttenaere. 2003. Sensory and Instrumental Evaluation of Catnip (*Nepeta cataria* L.) Aroma. *J.Agric.Food Chem.* **51**:3840-3848.
- 竹尾ハーブガーデンホームページ
<http://www.ma.ccnw.ne.jp/takeomi>.
- 陽川昌範, 1995, ハーブの科学[1], 農業及び園芸, 70:55-61.
- 陽川昌範, 1995, ハーブの科学[4], 農業及び園芸, 70:512-518.