

[論文]

アロマテラピーに関する研究第一報 慣用精油10種類の成分と作用に関する知見

姚 群

1. 緒言

アロマテラピーという言葉は、フランスの化学者ルネ・モーリス・ガットフォセによる造語で、1928年彼の著書『芳香療法』においてアロマテラピーという概念と言葉が初めて使われている。

アロマテラピーは植物療法の一つで、それらの治癒作用は精油の芳香化合物およびほかの植物抽出物によるものだとされている。アロマテラピーは植物から取り出した精油が使われるが各種の精油には薬効があり、病気の予防のため、心身の健康を維持するため、古代から民間療法に用いられ、今日まで広く利用されている。日本の生理学者鳥居¹⁾は随伴性陰性変動(CNV波)とよばれる特殊な脳波を用いて、香りの刺激作用や鎮静作用を研究した。このときに使われた香りは、ラベンダーやレモンである。におい物質は、嗅覚という感覚系の反応がもとになって生理的効果が現われるのではないかとされている。

精油は植物から抽出された揮発性芳香化合物を含有する濃縮された液体である。水蒸気

蒸留、圧搾、または溶剤抽出によって製造される。香水だけでなく、化粧品、薬剤、家庭用クリーニング用品および食品などに使用されており、貴重な物質である。

一般に精油は植物の特殊な分泌腺で合成され、その近くの油胞に蓄えられている。精油は植物にとって様々な有用な作用をもっている。例えば、精油の香りの誘因効果により昆虫や鳥に花粉を運ばせたり、種子の運搬を託している。また、精油の苦みなどの忌避効果によって害虫やカビなどの有害な菌から植物を守ることもある。他の植物の発芽や成長を抑える働きのある精油もある。

精油は植物が作り出した二次代謝産物であり、天然の化学物質である有機化合物が数十から数百種の混合物である。植物から抽出された精油は、その植物ごとにそれぞれ独自の成分が含まれていて、ひとつひとつの成分が違う働きをもっている。これらの有機化合物は、おおむね2種類あり。ひとつは炭素と水素で構成されている炭化水素、もうひとつは酸素を含む炭化水素である。その構造や働きにより、いくつかのグループに分類され、アルコール類、アルデヒド類、ケトン類、エステル類、フェノール類などの炭化水素類であ

る。どのグループの成分がどの程度含まれているかが、その精油の香りや働きに影響を与える。精油に含まれるほとんどの化合物はモノテルペン、セスキテルペン、ジテルペンというテルペン系化合物である。

精油成分として存在するテルペノイドとしては極性の低いモノテルペンやセスキテルペンが主である。たとえば、オレンジ油の主成分はリモネンであり、いわゆる柑橘類の芳香成分である。リモネンは製剤用賦香料、食品賦香料、化粧品賦香料など広く利用される。柑橘類の果皮を圧搾して得られる油分にはリモネンが約90%含まれる。リモネンは鎮静、殺菌、解毒等の作用によりアロマセラピーに広く利用されている。そのほか、ハッカ油に30~40%含まれるメントールは、芳香性健胃、駆風、局所刺激の薬としてアロマセラピーに利用される外、香料として広く利用されているが、近年では化学合成品が主流となりつつある。アカマツなどマツ科の松脂を水蒸気蒸留して得られるのがテレピン油であるが、主成分は α -ピネンを始めとするモノテルペン炭化水素である。 α -ピネンは針葉樹から発散する森林浴の主成分であり、アロマセラピーにも広く利用されている成分である。テレピン油は皮膚刺激の薬として外用するほか、塗料の溶剤として広く用いられる。ユーカリ油の主成分である1,8シネオールや α -ピネンは、消炎、清涼、防腐用に用いられるほか、ペパーミントと共に花粉症に効果が期待されている。イネ科レモングラスにはシトラールという鎖状モノテルペンが多量に含まれ、抗うつ病に対する効果が期待される外、香料としても用いられている。

本研究は、アロマセラピーに応用すること

を目的に、慣用10種類精油を用いて、それらの化学組成を調べ、Adams²⁾の最新のデータベースを用いて同定を行った結果、多数の化合物を確認した。これらの結果は文献値とよく一致した。以下、これらの実験方法及び実験結果を報告すると共に確認された精油成分の作用特性について若干の考察も行ったので併せて報告する。

2. 実験材料および実験方法

i) 実験材料

精油 *Cananga odorata*, *Citrus limon*, *Citrus sinensis*, *Eucalyptus globulus*, *Juniperus communis*, *Lavandula officinalis*, *Melaleuca alternifolia*, *Mentha piperita*, *Pelargonium graveolens*, *Rosmarinus officinalis* は株式会社生活の木 の市販品を供試した。

ii) 標準試料および試薬

(Z)-3-hexen-1-olは和光純薬工業株式会社より、*d*-limonene, (±)-linalool, は片山化学工業株式会社より、geraniolは関東化学株式会社より、 β -caryophylleneは東京化成工業株式会社より、*n*-pentaneはシグマ アルドリッチ ジャパン株式会社の市販品を使用した。

iii) ガスクロマトグラフィー質量分析 (GC-MS)

それぞれの精油を*n*-pentaneに溶解し、100ppmの濃度にしてGC-MSで測定した。

iv) GC-MSの測定条件

GC : Agilent Technologies 6890 N
Network GC System

MS : JMS-GC mate II/B GC-MS SYSTEM

カラム : J&W Scientific HP-5, 長さ30m,
内径0.32mm, 液相の厚さ0.25 μ m

昇温条件 : 60 $^{\circ}$ C 1分保持 ; 60 $^{\circ}$ C \rightarrow 180 $^{\circ}$ C

(1分当たり3 $^{\circ}$ C上昇)

180 $^{\circ}$ C 10分保持

キャリアガス流速 : 1.0ml/min

インジェクション温度 : 225 $^{\circ}$ C

スプリットレス導入 : 60 s

測定範囲: m/z30~350

スキャン速度 : 1s/scan

設定分解能 : 500

キャリアガス : 超高純度ヘリウム

イオン化法 : EI (70 eV)

v) 標準試料を用いた保持時間の補正方法

本研究におけるGC-MS測定の結果と同定に用いたデータベースでは、用いたキャピラリーカラムの違いなどにより保持時間が異なっていたため、保持時間の補正を行った。補正には(Z)-3-hexen-1-ol, *d*-limonene, linalool, geraniol, β -caryophylleneを標準試料として用いた。標準試料の10 μ g $m\ell^{-1}$ *n*-pentane溶液をそれぞれに溶解し、10ppmの濃度にしてGC-MSによって上記の条件で検出を行った。

標準試料の実測保持時間に対してデータベース上の保持時間をプロットして、Microsoft Excel 2007の多項式近似による回帰曲線を作成した。この回帰曲線を用いて試料中のピークの保持時間を補正して、データベース上の保持時間との比較を行った。

3. 実験結果

実験結果はFig.1~Fig.10およびTable.1~Table.10に示した通りである。以下で10種類の精油について詳細に検討した結果を示した。

検討した精油は次の10種類である。

- i) イランイラン *Cananga odorata*
- ii) レモン *Citrus limon*
- iii) スイートオレンジ *Citrus sinensis*
- iv) ユーカリ *Eucalyptus globulus*
- v) ジューニパ *Juniperus communis*
- vi) ラベンダー *Lavandula officinalis*
- vii) ティートウリー *Melaleuca alternifolia*
- viii) ペパーミント *Mentha piperita*
- ix) ゼラニウム *Pelargonium graveolens*
- x) ローズマリー *Rosmarinus officinalis*

Fig.1は精油イランイラン *Cananga odorata* のGC-MSのクロマトグラムを示した。この結果よりモノテルペンアルコールとして linalool(2), geraniol(4), セスキテルペン類は α -ylangere(5), β -caryophyllene(7), α -humulene(8), *trans*-cadin-1, 4-diene(9), amorph-4, 7-diene(10), (*E, E*)- α -farnesene

(11), γ -cadinene(12)であり, セスキテルペンアルコールはcubenol(13)が検出された。また, フェノールは *p*-methyl-anisole(1), エステル類はbenzyl acetate(3), geranyl acetate(6), (*E*)-nerolidyl acetate(14), benzyl benzoate(15), (*2Z,6E*)-farnesyl acetate(16), benzyl salicylate(17)が検出された。

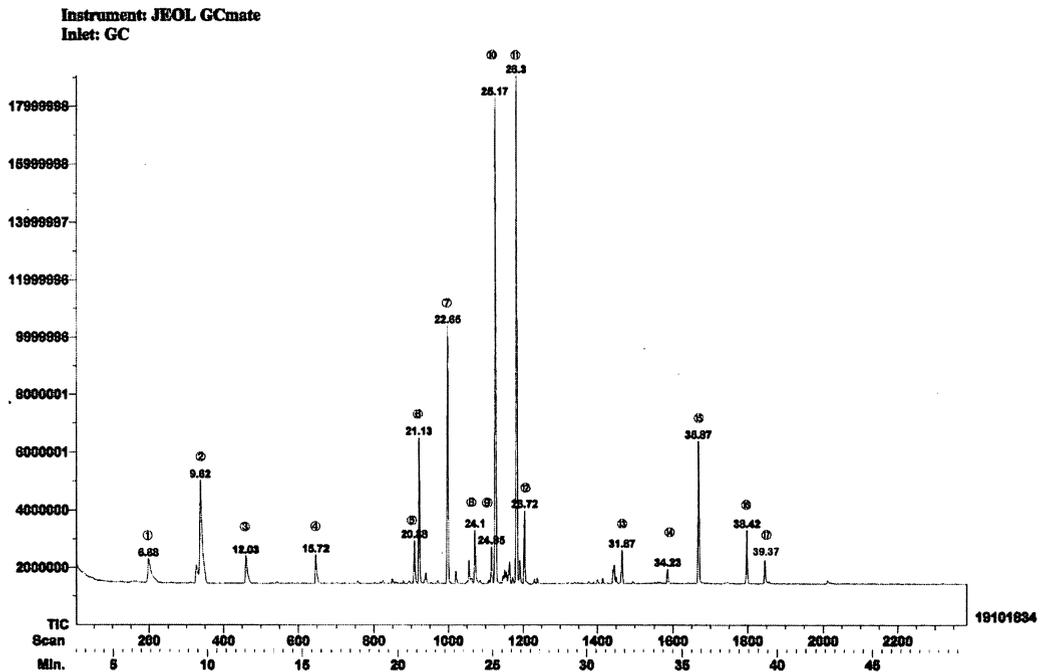


Fig. 1. 精油イランイラン *Cananga odorata* のGC-MSクロマトグラム
[*p*-methyl-anisole (1), linalool (2), benzyl acetate (3), geraniol (4), α -ylangere (5), geranyl acetate (6), β -caryophyllene (7), α -humulene (8), *trans*-cadin-1,4-diene (9), amorph-4,7-diene (10), (*E, E*)- α -farnesene (11), γ -cadinene (12), cubenol (13), (*E*)-nerolidyl acetate (14), benzyl benzoate (15), (*2Z,6E*)-farnesyl acetate (16), and benzyl salicylate (17).]

Table 1は精油イランイラン *Cananga odorata* 含まれる主な化合物についてまとめて示した。この結果より主成分は(*E, E*)- α -farnesene 21.62%, amorpho-4,7-diene 21.55%, β -caryophyllene 11.73%, linalool 9.39%, benzyl benzoate 6.53%, geranyl acetate 6.27%であった。また, ρ -methyl-anisole 3.45%, γ -cadinene 3.13%, α -humulene 2.59%, benzyl acetate 2.36%, (*2Z, 6E*)-farnesyl acetate 2.35%, α -ylangere 1.98%, geraniol 1.81%, cubenol 1.72%, *trans*-cadin-1,4-diene 1.42%, benzyl salicylate 1.11%および(*E*)-nerolidyl acetate 0.60%が検出された。

Table 1. 精油イランイラン *Cananga odorata* の成分

化合物	Rt(min)	補正Rt(min)	文献Rt(min)	含有率(%)
ρ -methyl-anisole(1)	6.88	8.31	8.34	3.45
linalool (2)	9.62	11.32	11.32	9.39
benzyl acetate (3)	12.03	13.96	13.96	2.36
geraniol (4)	15.72	17.96	17.95	1.81
α -ylangere (5)	20.88	23.46	23.43	1.98
geranyl acetate (6)	21.13	23.72	23.70	6.27
β -caryophyllene (7)	22.65	25.32	25.36	11.73
α -humulene (8)	24.10	26.84	26.82	2.59
<i>trans</i> -cadin-1,4-diene (9)	24.95	19.70	19.62	1.42
amorpho-4,7-diene (10)	25.17	27.73	27.77	21.55
(<i>E, E</i>)- α -farnesene (11)	26.30	29.13	29.03	21.62
γ -cadinene (12)	26.72	29.55	29.35	3.13
cubenol (13)	31.87	34.84	34.63	1.72
(<i>E</i>)-nerolidyl acetate (14)	34.24	37.23	37.35	0.60
benzyl benzoate (15)	35.87	38.87	38.90	6.53
(<i>2Z, 6E</i>)-farnesyl acetate(16)	38.42	41.40	41.16	2.35
benzyl salicylate (17)	39.87	42.33	42.68	1.11

Table. 1. 精油イランイラン *Cananga odorata* のGC-MSによる主要成分の含有率 (%) = (化合物のピーク面積) / (化合物のピーク総面積) \times 100

Fig.2は精油レモン*Citrus limon*のGC-MSクロマトグラムを示した. この結果よりモノテルペン炭化水素類は α -thujene (1), sabinene (2), limonene (3), γ -terpinene (4), モノテルペンアルコールは γ -terpinenol (5)であり,

セスキテルペン類は α -ylangene (7), α -trans-bergamotene (9), β -bisabolene (10)が検出された. また, ケトン類はcarvotanacetone (6), およびエステルはgeranyl acetate (8)が検出された.

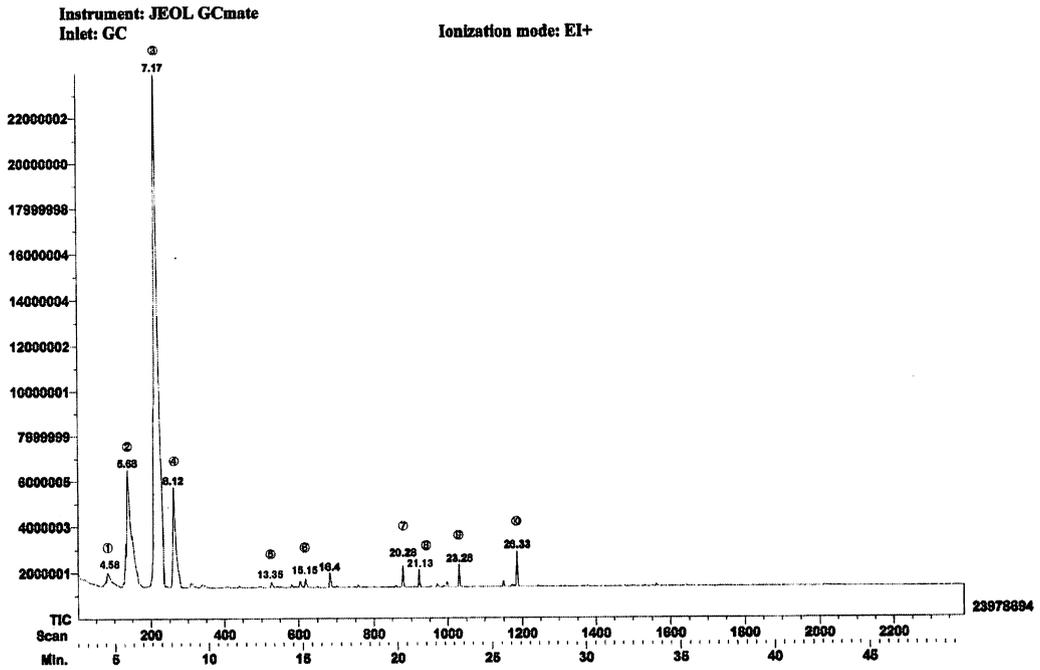


Fig. 2. レモン*Citrus limon*のGC-MSクロマトグラム
[α -thujene (1), sabinene (2), limonene (3), γ -terpinene (4), γ -terpinenol (5), carvotanacetone (6), α -ylangene (7), geranyl acetate (8), α -trans-bergamotene (9), and β -bisabolene (10).]

Table 2は精油レモン*Citrus limon*含まれる主な化合物についてまとめて示した。この結果より主成分はlimonene 69.50%, sabinene 16.95%, γ -terpinene 8.76%であった。また β -bisabolene 1.16%, α -thujene 1.00%, α -trans-bergamotene 0.69%, α -ylangene 0.63%, geranyl acetate 0.59%, carvotanacetone 0.40%, γ -terpinenol 0.13%を検出された。

Table 2. 精油レモン *Citrus limon* の成分

化合物	Rt(min)	補正Rt(min)	文献Rt(min)	含有率(%)
α -thujene (1)	4.58	5.73	5.62	1.00
sabinene (2)	5.68	7.02	6.91	16.95
limonene (3)	7.17	8.75	8.69	69.50
γ -terpinene (4)	8.12	9.85	9.78	8.76
γ -terpinenol (5)	13.35	15.70	15.73	0.13
carvotanacetone (6)	15.15	17.66	17.72	0.40
α -ylangene (7)	20.28	23.05	23.43	0.63
geranyl acetate (8)	21.13	23.92	33.70	0.59
α -trans-bergamotene (9)	23.28	26.08	25.99	0.69
β -bisabolene (10)	26.33	29.08	29.04	1.16

Table. 2. 精油レモン*Citrus limon*のGC-MSによる主要成分の

含有率 (%) = (化合物のピーク面積) / (化合物のピーク総面積) × 100

Fig.3はスイトーオレンジ*Citrus sinensis*の (1), β -pinene (2), limonene (3)およびモノテルペンアルコールとしてはlinalool (4)が検出された。この結果よりモノテルペン炭化水素類は α -pinene された。

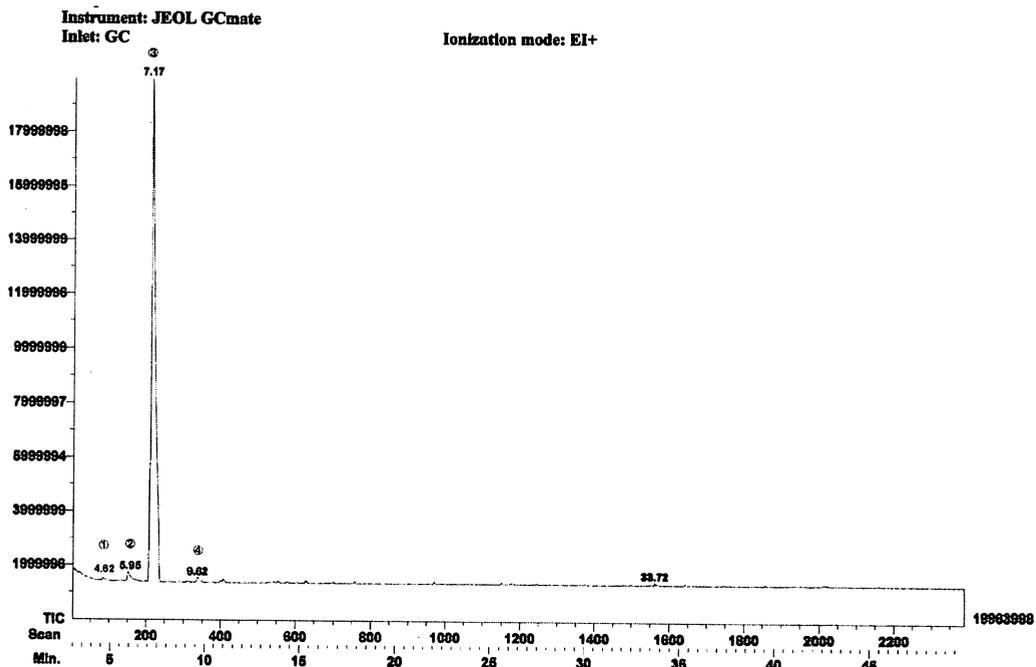


Fig. 3. スイトーオレンジ*Citrus sinensis*のGC-MSクロマトグラム [α -pinene (1), β -pinene (2), limonene (3), and linalool (4).]

Table 3は精油スイトーオレンジ*Citrus sinensis* 97.97%であり、 β -pinene 0.96%, α -pinene 0.54%, linalool 0.54%を検出された。この結果より主成分はlimonene

Table 3. 精油スイトーオレンジ*Citrus sinensis* の成分

化合物	Rt(min)	補正Rt(min)	文献Rt(min)	含有率(%)
α -pinene (1)	4.62	5.78	5.58	0.54
β -pinene (2)	5.95	7.34	7.04	0.96
limonene (3)	7.17	8.75	8.69	97.97
linalool (4)	9.62	11.55	11.32	0.54

Table. 3. 精油スイトーオレンジ*Citrus sinensis*のGC-MSによる主要成分の含有率 (%) = (化合物のピーク面積) / (化合物のピーク総面積) × 100

Fig.4はユーカリ *Eucalyptus globulus* の GC-MSクロマトグラムを示した。この結果よりモノテルペン炭化水素類は α -pinene (1), γ -terpinene (3), モノテルペンアルコール類は terpinen-4-ol (4), γ -terpinenol (5) が検出された。また、オキシドは1,8-cineole (2)が検出された。

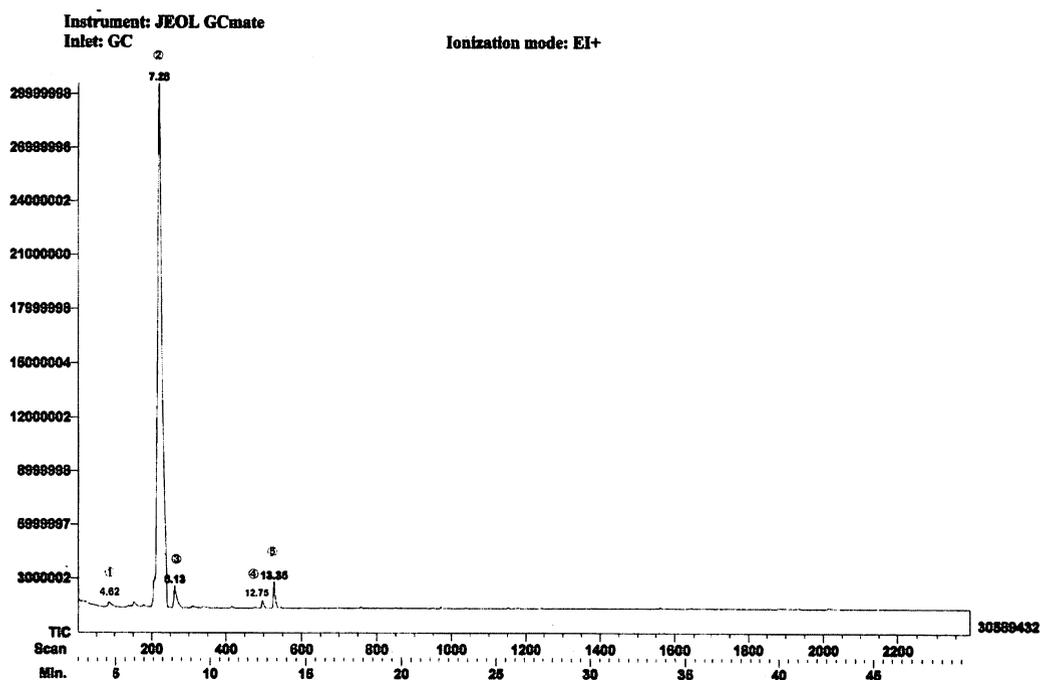


Fig. 4. ユーカリ *Eucalyptus globulus* のGC-MSクロマトグラム [α -pinene (1), 1,8-cineole (2), γ -terpinene (3), terpinen-4-ol (4), and γ -terpinenol (5).]

Table 4は精油ユーカリ *Eucalyptus globulus* 含まれる主な化合物についてまとめで示した。この結果より主成分は1,8-cineole γ -terpinenol 0.21%を検出された。

Table 4. 精油ユーカリ *Eucalyptus globulus* の成分

化合物	Rt(min)	補正Rt(min)	文献Rt(min)	含有率(%)
α -pinene (1)	4.62	5.78	5.85	0.73
1,8-cineole (2)	7.28	8.88	8.76	96.7
γ -terpinene (3)	8.13	9.86	9.78	0.21
terpinen-4-ol (4)	12.75	15.04	14.66	0.51
γ -terpinenol (5)	13.35	15.70	15.73	1.82

Table. 4. 精油ユーカリ *Eucalyptus globulus* のGC-MSによる主要成分の含有率 (%) = (化合物のピーク面積) / (化合物のピーク総面積) × 100

Fig.5はジュニーパ*Juniperus communis*のGC-MSクロマトグラムを示した。この結果よりモノテルペン炭化水素類は α -pinene (1), sabinene (2), β -pinene (3), limonene (4), モノテルペンアルコールはterpinen-4-ol

(6), セスキテルペン類は β -longipinene (8), β -caryophyllene (9), α -humulene (10), γ -cadinene (11)が検出された。また、フェノールは2-methoxyethyl-benzene (5)およびエステルはisobornyl acetate (7)が検出された。

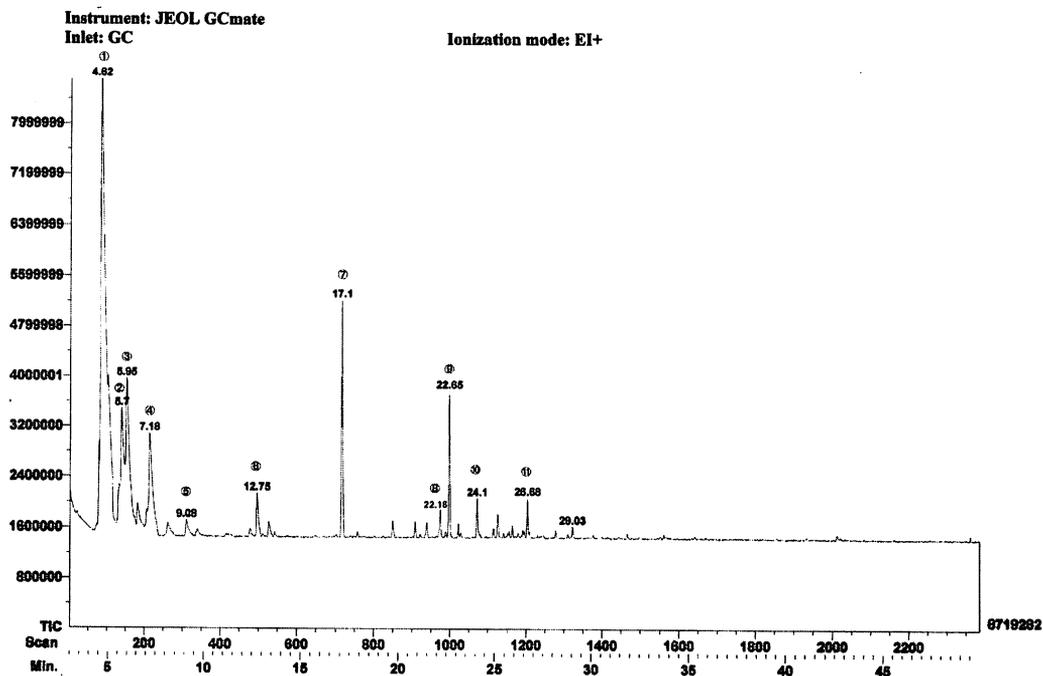


Fig. 5. ジュニーパ*Juniperus communis*のGC-MSクロマトグラム
 [α -pinene (1), sabinene (2), β -pinene (3), limonene (4), 2-methoxyethyl-benzene (5), terpinen-4-ol (6), isobornyl acetate (7), β -longipinene (8), β -caryophyllene (9), α -humulene (10), and γ -cadinene (11).]

Table 5は精油ジュニーパ*Juniperus communis*に含まれる主な化合物についてまとめて示した。この結果より主成分は α -pinene 62.76%, limonene 9.98%, isobornyl acetate 7.94%, β -pinene 5.62%であり、他に β -caryophyllene 4.17%, sabinene 3.57%, terpinen-4-ol 2.09%, α -humulene 1.16%, 2-methoxyethyl-benzene 0.90%, β -longipinene 0.90%および γ -cadinene 0.86%が検出された。

Table 5. 精油ジュニーパ*Juniperus communis*の成分

化合物	Rt(min)	補正Rt(min)	文献Rt(min)	含有率(%)
α -pinene (1)	4.62	5.75	5.85	62.76
sabinene (2)	5.70	6.99	7.04	3.57
β -pinene (3)	5.95	7.27	7.43	5.62
limonene (4)	7.18	8.63	8.69	9.98
2-methoxyethyl-benzene (5)	9.10	10.75	10.76	0.90
terpinen-4-ol (6)	12.75	14.75	14.66	2.09
isobornyl acetate (7)	17.10	19.44	19.48	7.94
β -longipinene (8)	22.18	24.83	24.64	0.90
β -caryophyllene (9)	22.65	25.32	25.36	4.17
α -humulene (10)	24.10	26.84	26.82	1.16
γ -cadinene (11)	26.68	29.52	29.35	0.86

Table.5. 精油ジュニーパ*Juniperus communis*のGC-MSによる主要成分の含有率 (%) = (化合物のピーク面積) / (化合物のピーク総面積) × 100

Fig.6はラベンダー *Lavandula officinalis* のGC-MSクロマトグラムを示した。この結果よりモノテルペン炭化水素類はmyrcene (1), (*Z*)- β -ocimene(2), モノテルペンアルコール類はlinalool (3), borneol (4), terpinen-

4-ol (5), dihydro carreol (6), geraniol (7)であり, セスキテルペン類は β -caryophyllene (11), (*E*)- β -farnesene (12)が検出された。また, エステル類はisobornyl acetate (8), terpinyl acetate (9), geranyl acetate (10)が検出された。

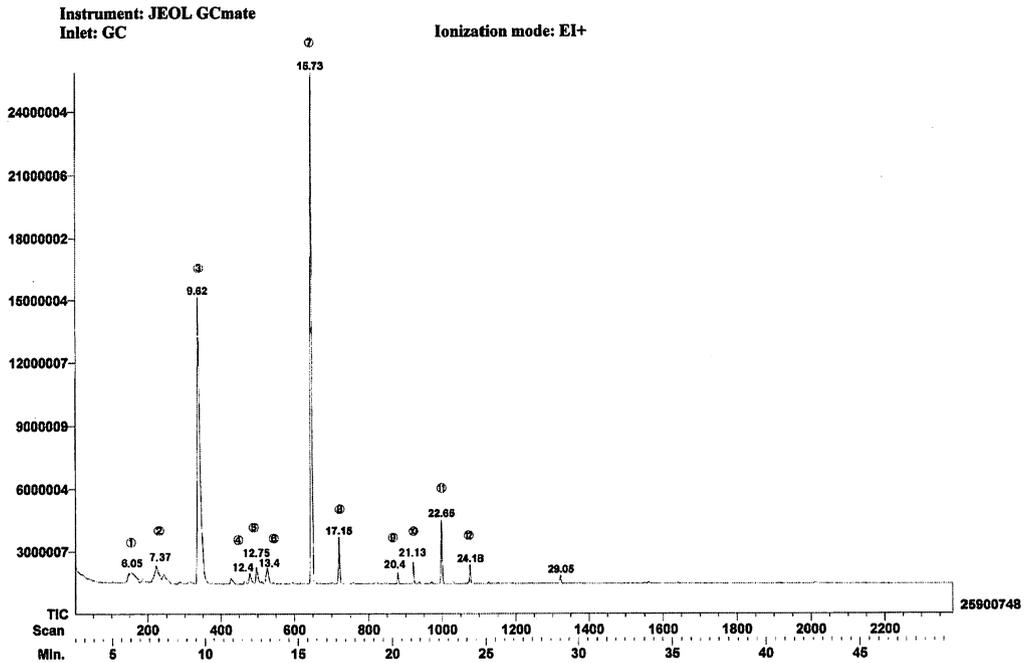


Fig. 6. ラベンダー *Lavandula officinalis*のGC-MSクロマトグラム
[myrcene (1), (*Z*)- β -ocimene(2), linalool (3), borneol (4), terpinen-4-ol (5), dihydro carreol (6), geraniol (7), isobornyl acetate (8), terpinyl acetate (9), geranyl acetate (10), β -caryophyllene (11), and (*E*)- β -farnesene (12).]

Table 6は精油ラベンダー *Lavandula officinalis* 含まれる主な化合物についてまとめて示した。この結果より主成分はgeraniol 25.04%, linalool 24.94%, (*E*)- β -farnesene 11.18%, β -caryophyllene 10.66%, geranyl acetate 10.14%, terpinyl acetate 9.63%であり, 他にmyrcene 2.23%, isobornyl acetate 1.92%, (*Z*)- β -ocimene 1.63%, terpinen-4-ol 1.03%, dihydro carreol 0.99%およびborneol 0.62%を検出された。

Table 6. 精油ラベンダー *Lavandula officinalis* の成分

化合物	Rt(min)	補正Rt(min)	文献Rt(min)	含有率(%)
myrcene (1)	6.05	7.38	7.04	2.23
(<i>Z</i>)- β -ocimene (2)	7.37	8.84	8.96	1.63
linalool (3)	9.62	11.32	11.32	24.94
borneol (4)	12.40	14.37	14.29	0.62
terpinen-4-ol (5)	12.75	14.75	14.66	1.03
dihydro carreol (6)	13.40	15.45	15.45	0.99
geraniol (7)	15.73	17.97	17.95	25.04
isobornyl acetate (8)	17.15	19.49	19.32	1.92
terpinyl acetate (9)	20.40	22.95	22.75	9.63
geranyl acetate (10)	21.13	23.72	23.70	10.14
β -caryophyllene (11)	22.65	25.32	25.36	10.66
(<i>E</i>)- β -farnesene (12)	24.18	26.92	26.92	11.18

Table.6. 精油ラベンダー *Lavandula officinalis* のGC-MSによる主要成分の含有率 (%) = (化合物のピーク面積) / (化合物のピーク総面積) × 100

Fig.7はティートウリー *Melaleuca alternifolia* のGC-MSクロマトグラムを示した。この結果よりモノテルペン炭化水素類は α -pinene (1), sabinene (2), cymene (3),モノテルペンアルコール類はterpinen-4-ol (5), dihydro

carveol (6)セスキテルペン類は α -ylangene (8),aromadendrene (9)が検出された。また、オキシドとして1,8-cineole (4)およびケトン

はpiperitone (7)が検出された。

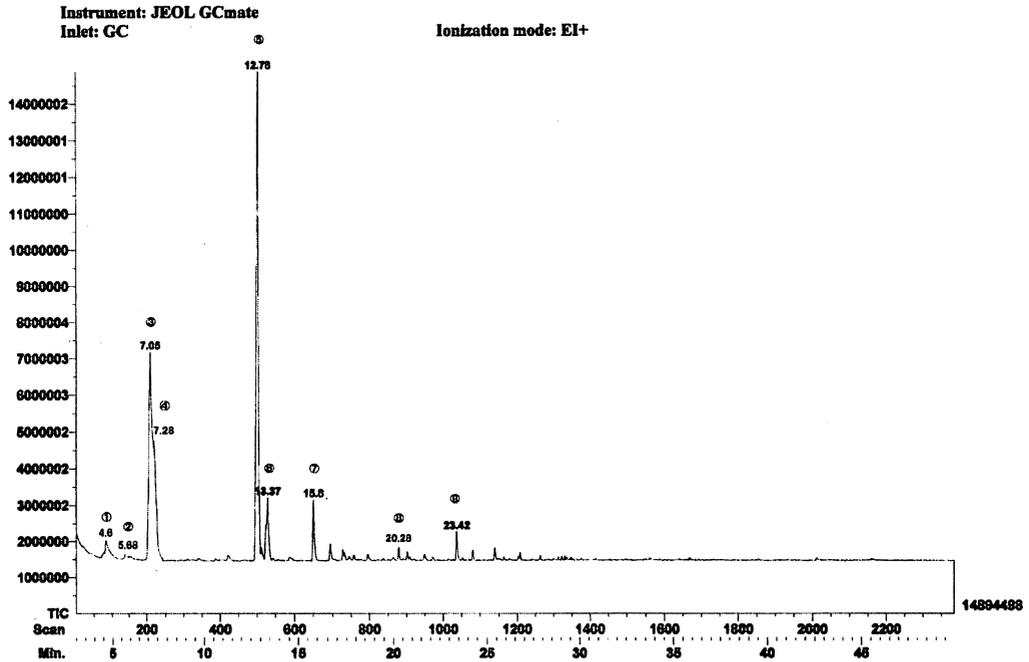


Fig. 7. ティートウリー *Melaleuca alternifolia*のGC-MSクロマトグラム
[α -pinene (1), sabinene (2), cymene (3), 1,8-cineole (4), terpinen-4-ol (5), dihydro carveol (6), piperitone (7), α -ylangene (8), and aromadendrene (9).]

Table 7は精油ティートウリー *Melaleuca alternifolia* 含まれる主な化合物についてまとめて示した。この結果より主成分はterpinen-4-ol 87.52%, 1,8-cineole 5.87%, cymene 3.29%であり, 他にdihydro carveol 1.44%, piperitone 0.83%, α -pinene 0.36%, aromadendrene 0.33%, α -ylangene 0.21% およびsabinene 0.15%が検出された。

Table 7. 精油ティートウリー *Melaleuca alternifolia* の成分

化合物	Rt(min)	補正Rt(min)	文献Rt(min)	含有率(%)
α -pinene (1)	4.6	5.76	5.85	0.36
sabinene (2)	5.68	7.02	6.91	0.15
cymene (3)	7.07	8.51	8.59	3.29
1,8-cineole (4)	7.28	8.74	8.76	5.87
terpinen-4-ol (5)	12.78	14.78	14.66	87.52
dihydro carveol (6)	13.37	15.42	15.45	1.44
piperitone (7)	15.8	18.04	17.95	0.83
α -ylangene (8)	20.28	23.05	23.43	0.21
aromadendrene (9)	23.42	26.13	26.27	0.33

Table.7. 精油ティートウリー *Melaleuca alternifolia*のGC-MSによる主要成分の含有率 (%) = (化合物のピーク面積) / (化合物のピーク総面積) × 100

Fig.8はペパーミント *Mentha piperita* の GC-MSクロマトグラムを示した。この結果よりモノテルペン炭化水素類は α -pinene (1), sabinene (2), limonene (3),モノテルペンアルコール類は linalool (4), *neoiso*-isopulegol (6), menthol (7)であり、セスキテルペンは β -caryophyllene (11)が検出された。また、ケトン類は *iso*-menthone (5), carvotanacetone (8), piperitone (9)およびエステルは menthyl acetate (10)が検出された。

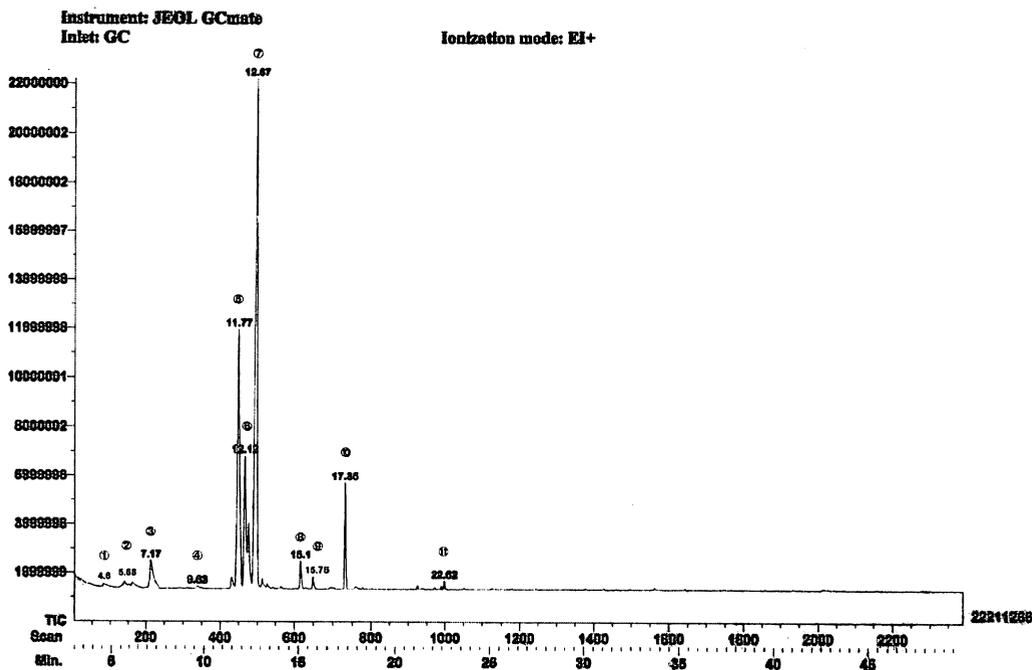


Fig. 8. ペパーミント *Mentha piperita* の GC-MS クロマトグラム
[α -pinene (1), sabinene (2), limonene (3), linalool (4), *iso*-menthone (5), *neoiso*-isopulegol (6), menthol (7), carvotanacetone (8), piperitone (9), menthyl acetate (10), and β -caryophyllene (11).]

Table 8は精油ペパーミント*Mentha piperita*に含まれる主な化合物についてまとめて示した。この結果より主成分はmenthol 49.91%, *iso*-menthone 26.32%, *neoiso*-isopulegol 8.75%, menthyl acetate 6.03%, limonene 4.69%であり,他にcarvotanacetone 1.81%, piperitone 0.79%, α -pinene 0.47%, sabinene 0.45%, β -caryophyllene 0.41%およびlinalool 0.36%が検出された。

Table 8. 精油ペパーミント*Mentha piperita*の成分

化合物	Rt(min)	補正Rt(min)	文献Rt(min)	含有率(%)
α -pinene (1)	4.6	5.75	5.62	0.47
sabinene (2)	5.68	7.02	6.91	0.45
limonene (3)	7.17	8.75	8.69	4.69
linalool (4)	9.63	11.32	11.32	0.36
<i>iso</i> -menthone (5)	11.77	13.96	13.99	26.32
<i>neoiso</i> -isopulegol (6)	12.12	14.35	14.38	8.75
menthol (7)	12.67	14.96	15.11	49.91
carvotanacetone (8)	15.1	17.60	17.72	1.81
piperitone (9)	15.75	18.30	17.95	0.79
menthyl acetate(10)	17.35	20.00	19.93	6.03
β -caryophyllene (11)	22.62	25.42	25.36	0.41

Table.8. 精油ペパーミント*Mentha piperita*のGC-MSによる主要成分

含有率 (%) = (化合物のピーク面積) / (化合物のピーク総面積) × 100

Fig.9はゼラニウム*Pelargonium graveolens*のGC-MSクロマトグラムを示した。この結果よりモノテルペンアルコール類はlinalool (1), citronellol (6), geraniol (7), セスキテルペン類は β -bourbonene (11), β -caryophyllene (12), aromadendrene (13)が検出された。また、オキシド類は*cis*-rose oxide (2), *trans*-

rose oxide (3), ケトン類は*iso*-menthone (4), *meta*-cresol acetate (5)およびエステル類は citronellyl formate (8), geranyl formate (9), citronellyl acetate (10), citornellyl butanoate (14), geranyl tiglate (15)が検出された。

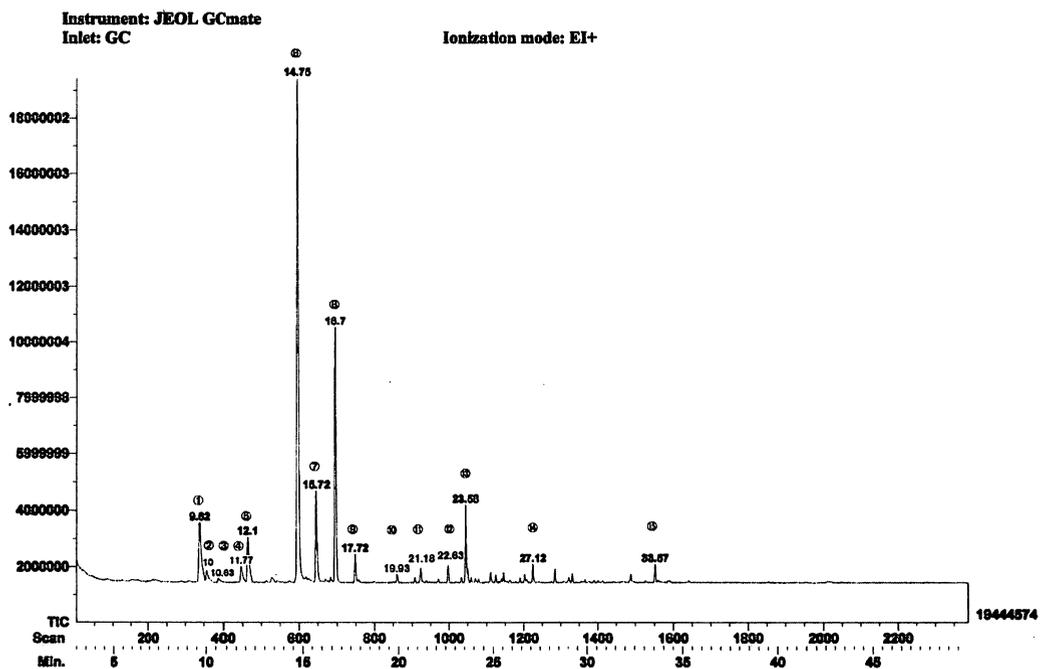


Fig. 9. ゼラニウム*Pelargonium graveolens*のGC-MSクロマトグラム [linalool (1), *cis*-rose oxide (2), *trans*-rose oxide (3), *iso*-menthone (4), *meta*-cresol acetate (5), citronellol (6), geraniol (7), citronellyl formate (8), geranyl formate (9), citronellyl acetate (10), β -bourbonene (11), β -caryophyllene (12), aromadendrene (13), citronellyl butanoate (14), and geranyl tiglate (15).]

Table 9は精油ゼラニウム *Pelargonium graveolens* 含まれる主な化合物についてまとめて示した。この結果より主成分は citronellol 45.67%, citronellyl formate 19.97%, linalool 8.13%, geraniol 7.01%, *meta*-cresol acetate 5.18%, aromadendrene 5.05%であり、他には *iso*-menthone 1.80%, geranyl formate 1.77%, *cis*-rose oxide 1.32%, β -bourbonene 1.09%, citornellyl

butanoate 1.01%, geranyl tiglate 1.00%, β -caryophyllene 0.99%, citronellyl acetate 0.47%および *trans*-rose oxide 0.46%が検出された。揮発性モノテルペンである linalool (1)がカラムから最初に流出する。アルコール類である citronellol (6)と geraniol (7)がゼラニウムに特有の匂いの原因であり、それが2種類の rose oxide (2及び3)で強調され、活性化されていると考えられる。

Table 9. 精油ゼラニウム *Pelargonium graveolens* の成分

化合物	Rt(min)	補正Rt(min)	文献Rt(min)	含有率(%)
linalool (1)	9.62	11.32	11.32	8.13
<i>cis</i> -rose oxide (2)	10.00	11.74	11.77	1.32
<i>trans</i> -rose oxide (3)	10.63	12.40	12.45	0.46
<i>iso</i> -menthone (4)	11.77	13.68	13.55	1.80
<i>meta</i> -cresol acetate (5)	12.10	14.04	13.99	5.18
citronellol (6)	14.75	16.91	16.80	45.67
geraniol (7)	15.72	17.96	17.95	7.01
citronellyl formate (8)	16.70	19.01	18.92	19.97
geranyl formate (9)	17.72	20.10	20.11	1.77
citronellyl acetate (10)	19.93	22.45	22.40	0.47
β -bourbonene (11)	21.18	23.78	24.05	1.09
β -caryophyllene (12)	22.63	25.30	25.36	0.99
aromadendrene (13)	23.58	26.30	26.27	5.05
citornellyl butanoate (14)	27.12	29.98	30.05	1.01
geranyl tiglate (15)	33.57	36.56	39.59	1.00

Table.9. 精油ゼラニウム *Pelargonium graveolens* のGC-MSによる主要成分
含有率 (%) = (化合物のピーク面積) / (化合物のピーク総面積) × 100

Fig.10はローズマリー *Rosmarinus officinalis* (7), セスキテルペンは β -caryophyllene (10) のGC-MSクロマトグラムを示した. この結果よりモノテルペン炭化水素類は α -pinene (1), sabinene (2), モノテルペンアルコール類は linalool (4), borneol (6), terpinen-4-ol (7), オキシドは 1,8-cineole (3), ケトン camphor (5) およびエステルは bornyl acetate (9) が検出された.

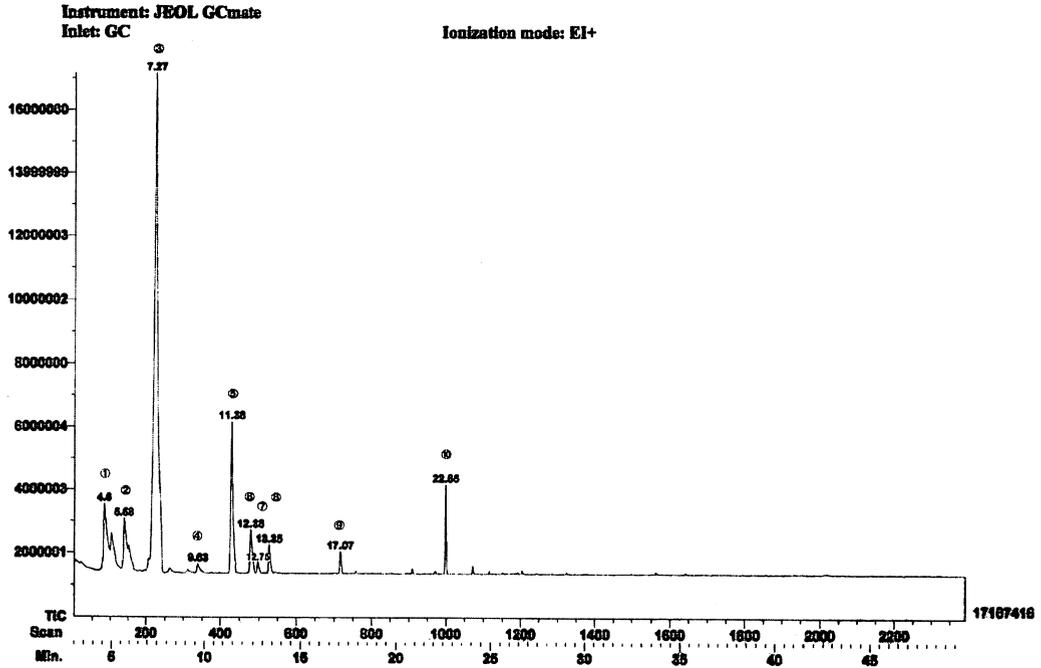


Fig. 10. ローズマリー *Rosmarinus officinalis* のGC-MSクロマトグラム
[α -pinene (1), sabinene (2), 1,8-cineole (3), linalool (4), camphor (5), borneol (6), terpinen-4-ol (7), dihydrocarveol (8), bornyl acetate (9), and β -caryophyllene (10).]

Table 10は精油ローズマリー *Rosmarinus officinalis* 含まれる主な化合物についてまとめて示した。この結果より主成分は1,8-cineole 62.82%, camphor 12.40%, sabinene 8.05%, α -pinene 5.27%であり、他には β -caryophyllene 3.57%, borneol 3.31%, bornyl acetate 1.05%, linalool 0.87%および terpinen-4-ol 0.76%が検出された。この結果は1,8-cineoleの含有率が高い典型的精油である。

Table 10. 精油ローズマリー *Rosmarinus officinalis* の成分

化合物	Rt(min)	補正Rt(min)	文献Rt(min)	含有率(%)
α -pinene (1)	4.60	5.75	5.62	5.27
sabinene (2)	5.68	7.02	6.91	8.05
1,8-cineole (3)	7.27	8.87	8.76	62.82
linalool (4)	9.63	11.32	11.32	0.87
camphor (5)	11.38	13.53	13.54	12.40
borneol (6)	12.38	14.64	14.29	3.31
terpinen-4-ol (7)	12.77	15.04	14.66	0.76
dihydro carveol (8)	13.35	15.70	15.45	1.86
bornyl acetate (9)	17.07	19.70	19.62	1.05
β -caryophyllene (10)	22.65	25.45	25.36	3.57

Table.10. 精油ローズマリー *Rosmarinus officinalis*のGC-MSによる主要成分の含有率 (%) = (化合物のピーク面積) / (化合物のピーク総面積) ×100

4. 要約および考察

慣用10種類の精油をGC-MSを用いて分析を行った。本研究の結果では、大部分の精油はモノテルペン類、セスキテルペン類が多く含まれていることが分かった。また、エステル類、ケトン類およびオキシド類などが検出された。以下各精油の検出された主成分についてまとめて示した。

- i) *Cananga odorata* イランイラン : (*E, E*)- α -farnesene, amorpho-4,7-diene, β -caryophyllene, linalool, benzyl benzoate, geranyl acetate, methyl benzoate
- ii) *Citrus limon* レモン : limonene, sabinene, γ -terpinene, citral
- iii) *Citrus sinensis* スイートオレンジ : limonene, β -pinene, α -pinene, linalool
- iv) *Eucalyptus globulus* ユーカリ : 1,8-cineole, γ -terpinenol, α -pinene, terpinen-4-ol
- v) *Juniperus communis* ジュニパー : α -pinene, limonene, isobornyl acetate, β -pinene, β -caryophyllene, sabinene, terpinen-4-ol
- vi) *Lavandula officinalis* ラベンダー : geraniol, linalool, (*E*)- β -farnesene, β -caryophyllene, geranyl acetate, terpinyl acetate
- vii) *Melaleuca alternifolia* ティートゥリー : terpinen-4-ol, 1,8-cineole, cymene,

α -pinene

- viii) *Mentha piperita* ペパーミント : menthol, *iso*-menthone, *neoiso*-isopulegol, menthyl acetate, limonene
- ix) *Pelargonium graveolens* ゼラニウム : citronellol, citronellyl formate, linanool, geraniol, *iso*-menthone
- x) *Rosmarinus officinalis* ローズマリー : 1,8-cineole, camphor, sabinene, α -pinene

本研究の結果では、モノテルペン炭化水素類のlimoneneは柑橘類のレモン、スイートオレンジおよびジュニパーの精油から多く検出された。また α -pineneはジュニパーの精油から多く検出された。

モノテルペンアルコール類のgeraniolはラベンダー、ゼラニウムおよびイランイランの精油に多く検出された。linaloolはラベンダー、イランイランおよびゼラニウムの精油からcamphor, citronellol, mentholおよびterpinen-4-olもそれぞれの精油から検出された。

セスキテルペン類のfarnesene, β -caryophylleneはイランイランおよびラベンダーの精油から多く検出された。

オキシド類の1,8-cineoleはユーカリ、ローズマリーおよびティートゥリーの精油から多く検出された。また、エステル類としてbenzyl benzoate, benzyl acetateおよびgeranyl acetateなどが多く検出された。

これらの結果より、モノテルペンとセスキテルペンは精油の主成分であることを確認した。また、セスキテルペンは精油中に含まれる存在量はモノテルペンと比較すると、モノテルペンの1/3であることも確認した。

テルペンの抗菌活性はよく知られている

が、その他に抗真菌活性や抗ウイルス活性についても報告されている。Cobb³⁾らは1968年にポンデローサマツ木部に含まれるオレオレジン中の化合物について、青変菌に対する抗菌活性を調べた。Karr⁴⁾らはlimoneneのチャパネゴキブリ、イエバエ、ココクゾウ、ヒゲナガハムシに対する作用を経皮、薫蒸、経口、忌避、残効、殺卵、殺幼虫性の生物検定法で検討した結果、リモネンの殺虫作用を認めた。

モノテルペンである α -pineneや β -pineneは古くからこれらの化合物が抗菌活性を持つことがよく知られている。しかし、最近、Koide⁵⁾らは植物が自己防衛以外の目的でこれらの化合物を利用している可能性を示唆する報告を行った。Citralやlinaloolはハーブの他に柑橘類の果皮などに多く含まれる化合物であり、その抗カビ作用についても様々な菌について研究されている。Gochou⁶⁾はcitralとlinaloolが気相処理で*Aspergillus niger*, *Penicillium citrinum*, *Myrothecium verrycaria* に対して抗カビ作用があることを報告した。また、Pattnaik⁷⁾らはcitral, geraniol, linaloolを多く含むハーブの精油について、18種の細菌、12種のカビを用いて、その抗菌活性を調べた結果、citralとgeraniolが広範な微生物に対して抗菌活性を持つことが示された。さらに、テルペン類には抗炎症作用や抗腫瘍作用、抗酸化作用、殺虫作用や昆虫忌避作用を持つ化合物も存在している⁸⁾。テルペン類には人間に対する作用については、痙攣作用や抗不整脈作用、鎮痛作用、麻酔作用、鎮静・催眠・抗不安作用などが知られている⁹⁾。

セスキテルペンはモノテルペン同様に植物の精油中に含まれ、アロマセラピーでは特に重要な物質である。大部分のセスキテルペン

は多環式である。その中約30種が知られているcaryophyllane誘導体の中でもっとも重要なものはcaryophylleneである。近年では、Jürg¹⁰⁾らは β -caryophylleneが選択的にカンナビノイドCB2受容体と結合してマウスで大麻類似性抗炎症作用を示した。この研究により、痛みや炎症、アテローム性動脈硬化症、骨粗しょう症などの治療に、この成分を利用できることがほぼ実証された。

オキシド類の1,8-cineoleを特に含有するユーカリ、ローズマリー、ティートゥリーは新鮮な樟腦のようなにおいで、スパイシーでクールな味である。1,8-cineoleは炎症や痛みを軽減することが明らかになり¹¹⁾、また、Moteki¹²⁾らは生体外で白血病細胞を破壊することも発見した、特徴ある物質として注目したい。

精油の化学成分は自己防衛手段の一つとして植物が備えていると考えられている。化合物の構造と抗菌作用の関係を究明するためには、今後、古くから香水などに利用される花、木材、樹脂から抽出された精油を用いて、化学組成や生理活性など調べるが必要があると考えられる。

謝辞

本研究に当たり、GC-MSの実験等に適切な御助言御指導を戴きました茨城大学準教授長谷川守文博士に衷心より感謝致します。

また、本研究に当たり、終始御指導を賜りました本学教授赤塚尹巳博士に対し心から感謝致します。

参考文献

- 1) 鳥居鎮夫：香りの謎. 日本味と匂学誌；2 (1), 49 (1995).
- 2) Adams, R.P.: Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Mass Spectroscopy (1989).
- 3) Cobb, Krstic, M., Zavarin, E., Barber, H.: Inhibitory effects of volatile oleoresin components on *Fomes annosus* and four *Ceratocystis* species. *Phytopathology* ., 58, 1327-1335 (1968).
- 4) Karr, L. L., Coats, J. R.: Insecticidal Properties of *d*-Limonene. *J. Pesticide Sci.*, 13, 287-290 (1988).
- 5) Koide, R. T., Suomi, L., Stevens, C. M., McCormick, L.: Interactions between needles of *Pinus resinosa* and ectomycorrhizal fungi. *New Phytol.*, 140, 539-547(1998).
- 6) Gochou, S.: Antifungal action of aroma chemical vapors. *J.Antibact. Antifung. Agents.*, 20 (11), 585-589 (1992).
- 7) Pattnaik, S., Subramanyam, V. R., Bapaji, M., Kole, C. R.: Antibacterial and antifungal activity of aromatic constituents of essential oils. *Microbios.*, 89 (358), 39- 46 (1997).
- 8) 谷田貝光克：農林水産研究ジャーナル., 21, 29-33 (1998).
- 9) 谷田貝光克： *Aroma Research* ., 1(1), 2-7 (2000).
- 10) Jürg, G., Marco, L., Stefan, R., Ildiko, R., Jian, Z. C., Xiang, Q. X., Karl, H. A., Meliha ,K., Andreas, Z.: Beta-caryophyllene is a dietary cannabinoid. *Proc Natl Acad Sci.*, 105, 9099-9104 (2008).
- 11) Juergens, U.R., Dethlefsen, U., Steinkamp, G., Gillissen, A., Repges, R., Vetter, H.: Anti-inflammatory activity of 1.8-cineol (eucalyptol) in bronchial asthma: a double-blind placebo-controlled trial. *Respir Med* ., 97, 250-256 (2003).
- 12) Moteki, H., Hibasami, H., Yamada, Y., Katsuzaki, H., Imai, K., Komiya, T.: Specific induction of apoptosis by 1.8-cineole in two human leukemia cell lines, but not a in human stomach cancer cell line. *Oncol. Rep.*, 9, 757-760 (2002).