

リナロールを主成分とするハッカの精油

梅本和泰*・藤田眞一**

Essential Oil of *Mentha* Species Containing Linalool as a Major Component

(Studies on Chemical Constituents of Wild Mints, Part XXXIX)

Kazuyasu Umemoto* and Shin-ichi Fujita**

*Laboratory of Chemistry, Nagoya Gakuin University, Kamishinano-cho, Seto, 480-1298;

**Mukogawa Women's University, Ikebiraki-cho, Nishinomiya, 663-8558.

Résumé

Present report deals with the essential oil composition from several *Mentha* species containing linalool as a major component. The essential oil of *M. arvensis* grown wild in Kinashibetsu-Hokkaido consisted mainly of (–)-linalool(84.6%), limonene(4.8%), 3-octanol(2.8%), β -caryophyllene(1.0%), germacrene D(1.4%) and the following four components of linalyl acetate, pulegone, menthone and menthol were all undetected. A self-pollinated S_1 plant derived from above *M. arvensis* was composed of linalool (38.4%), limonene (37.5%), (Z)- β -ocimene(1.2%), (E)- β -ocimene (1.0%), β -caryophyllene (5.6%), pulegone (3.0%) and germacrene D(2.7%). The form and the oil of the S_1 plant were compared with those of *M. gentilis* containing linalool as a major component. While, it deals with the oil from *M. spicata* var. *longifolia* composed mainly of (+)-linalool (90.6~91.5%), 1,8-cineole(1.1~1.2%), germacrene D(0.9~1.2%) and linalyl acetate (0.03~0.05%). In addition, MS spectral data of a peak No. 128(0.12~0.45%) was showed to be 13(16), 14-labdien-8-ol as a characteristic component in this species.

各種ハッカ属植物の精油成分の研究の一環⁽¹⁾として、北海道釧路市音別町直別のキナシベツ湿原周辺に自生するハッカ（北海道アルベンシス）は、精油中に(–)-linaloolを85%前後含有する *Mentha arvensis*であった⁽²⁾。一方、通称ソ連ハッカ、*M. spicata* var. *longifolia* は精油の90%以上が(+)-linaloolから構成されており、

多くの研究者により報告されているが、今回精油成分を詳細に検索した。両ハッカは精油成分のみならず、種および系統においても大きな差異があるが、両ハッカを中心に linalool を主成分とするハッカについて論述する。

前報⁽²⁾のように2004年8月下旬、キナシベツ湿原で開花最盛期のハッカを採取し、

本論文を「野生ハッカの化学成分に関する研究」(第49報)とする。前報は文献(2)。

*名古屋学院大学化学教室, Laboratory of Chemistry, Nagoya Gakuin University, Kamishinano-cho, Seto, 480-1298; **武庫川女子大学, Mukogawa Women's University, Ikebiraki-cho, Nishinomiya, 663-8558.

地上部25gを風乾後、水蒸気蒸留を行い、精油0.10g(収油率0.40%)を得た。主な精油成分は、TableのIに示したようにlinalool 84.6%, limonene 4.8%, 3-octanol 2.8%, β -caryophyllene 1.0%およびgermacrene D 1.4%であった。その地下茎を移植して萌芽生育させ、同年12月初旬に地上部99gを採取し、精油0.20g(収油率0.20%)を得た。 $[\alpha]_D^{20}$ -17.05° ($c=1.4$, EtOH)であった。また、linaloolの光学純度は(-)R 98.9%, (+)S 1.1%であった。2番刈油の主な成分組成はTableのIIに示したようにlinalool 85.7%, limonene 2.2%, 3-octanol 0.5%, β -caryophyllene 2.8%およびgermacrene D 2.1%であった。linalool含量は開花期のものほとんど変化が認められなかった。また、linalyl acetateは確認できなかった。なお、limoneneの含量が減少した反面、セスキテルペン炭化水素の含量が漸増している。翌2005年6月下旬、開花最盛期に採取した地上部503gから精油1.71g(収油率0.34%)を得た。さらに、萌芽生育した2番刈に相当する試料を、同年8月下旬に地上部249gから精油0.44g(収油率0.18%)を得た。両精油はlinaloolが主成分でその他の成分組成も上述のそれらと同様であった。

Lawrence⁽³⁾は、北米産 *M. arvensis* L. var. *canadensis* Briq. から linalool が主成分で、ocimene rich type と ocimene poor type の2つの chemotype があることを報じている。前者は linalool(66.1%), (*Z*)- β -ocimene(10.0%), (*E*)- β -ocimene + γ -terpinene(12.5%)であって、その他 β -myrcene (0.5%), 1,8-cineole (0.5%), 3-octanol(0.7%), 1-octen-3-ol(2.5%), β -caryophyllene(1.4%), germacrene D(1.0%)である。後者は linalool(85.4%), (*Z*)- β -ocimene (1.1%), (*E*)- β -ocimene + γ -terpinene(0.5%)

であり、その他 β -myrcene(1.7%), 1,8-cineole (0.9%), 3-octanol(0.1%), 1-octen-3-ol(0.1%), β -caryophyllene(2.0%), germacrene D(0.9%)であった。また、Karasawaら⁽⁴⁾はモンゴルに自生する *M. arvensis* を見出した。この精油は linalool(46.6%), (*Z*)- β -ocimene(10.6%), (*E*)- β -ocimene + γ -terpinene(17.6%)であり、その他 β -myrcene(1.8%), 1,8-cineole(3.5%), 3-octanone(6.5%), α -terpineol(1.9%), β -caryophyllene(1.5%), germacrene D(0.9%)であることを報告した。これは、Lawrenceの北米産の ocimene rich type に類似するが、1,8-cineole, 3-octanone, 1-octen-3-ol および α -terpineol の含量に差異が認められる。北海道アルペンシスは、limonene, 1,8-cineole, β -ocimene および 3-octanol の組成に若干相違が認められるが、北米産の ocimene poor type に類似するように思われる。

北海道アルペンシスは pulegone, menthone および menthol を含有しないことおよび栽培ニホンハッカ (*M. arvensis* L. var. *piperascens* Mal.) の自殖株より linalool 系は全く出現しなかったことから⁽¹⁾、栽培ニホンハッカではなく北海道固有のエゾハッカ (*M. arvensis* L. var. *sachalinensis* Briq. = *M. sachalinensis* Kudo) に由来することを推定した^(3,5,6)。北海道アルペンシスは種子を形成し、発芽率も良好であった。2006年3月本草本の種子から発芽した幼苗35個体を直径約25cmの素焼鉢へ移植栽培した。7月~8月の開花期に試料の自殖株 S_1 30個体(地上部15.2~38.6g)から、おのおの水蒸気蒸留を行い精油0.23~0.34%の収率を得た。各 S_1 の外部形態は親株と相違するものが多かった。各精油はGCおよびGC-MSからいずれも linalool 含量が親株より低下したが、主成分であることを確認した。 S_1 -16の主な

リナロールを主成分とするハッカの精油

Table. Composition (%) of Essential Oil Components of *Mentha* Species as Linalool Type.

Peak No.	Component	I	II	III	IV	V
1	α -Pinene	0.03	0.02	0.26	0.01	0.05
2	1-Hexanal	+	+	—	+	0.03
3	Camphene	—	—	0.01	+	+
4	β -Pinene	0.04	0.01	0.34	0.03	0.08
5	Sabinene	0.02	0.01	0.17	0.03	0.06
6	1-Butanol	—	—	—	0.01	—
7	β -Myrcene	0.34	0.42	1.22	0.03	0.05
8	Limonene	4.84	2.21	37.5	0.03	0.20
9	1,8-Cineole	+	+	0.20	1.22	1.09
10	(<i>E</i>)-2-Hexenal	0.04	0.10	+	0.49	0.01
11	(<i>Z</i>)- β -Ocimene	0.25	0.28	1.16	0.01	+
12	γ -Terpinene	+	0.01	+	0.08	0.11
13	(<i>E</i>)- β -Ocimene	0.38	0.39	1.00	0.01	0.02
14	3-Octanone	0.01	+	+	+	0.02
15	<i>p</i> -Cymene	+	+	+	0.11	+
16	Terpinolene	+	0.01	+	0.05	0.01
17	Phenyl isovalerate	—	—	0.01	—	—
18	6-Methyl-5-hepten-2-one	—	—	+	—	—
19	3-Octyl acetate	0.01	+	0.07	+	—
20	(<i>Z</i>)-2-Penten-1-ol	—	—	—	0.01	—
21	1-Hexanol	0.09	0.05	—	0.04	0.01
22	(<i>Z</i>)-3-Hexen-1-ol	0.26	0.23	—	0.77	0.06
23	1-Octen-3-yl acetate	—	—	0.03	—	—
24	3-Octanol	2.78	0.49	0.69	0.40	0.36
25	(<i>E</i>)-2-Hexen-1-ol	0.02	0.07	—	0.26	0.01
26	Hexyl isopentanoate	+	+	—	—	—
27	(<i>Z</i>)-Limonene oxide	—	—	0.01	—	—
28	(<i>E</i>)-Linalool oxide	0.16	0.17	0.01	0.10	0.13
29	(<i>Z</i>)-Linalool oxide	0.19	0.20	0.04	0.12	0.20
30	1-Octen-3-ol	0.04	0.01	0.04	0.09	0.08
31	Dihydro edulan I	—	—	—	0.08	0.09
32	Dihydro edulan II	—	—	—	0.09	0.09
33	α -Copaene	0.02	0.02	+	+	+
34	Menthone	—	—	0.07	—	—
35	(<i>Z</i>)-3-Hexenyl butanoate	—	—	+	+	+
36	(<i>E</i>)-Sabinene hydrate	—	—	0.21	—	—
37	Benzaldehyde	+	+	—	0.01	+
38	(<i>Z</i>)-3-Hexenyl 2-methyl butanoate	0.11	0.10	+	0.03	+
39	Isomenthone	—	—	0.04	—	—
40	(<i>Z</i>)-3-Hexenyl isovalerate	—	—	0.43	—	—
41	3-Nonanol	—	—	0.03	—	—
42	(<i>E</i>)-2-Hexenyl isovalerate	—	—	—	—	—
43	α -Bourbonene	—	—	—	—	—
44	β -Bourbonene	—	—	0.06	—	—
45	Isopinocampnone	—	—	0.24	—	—
46	Linalool	84.6	85.7	38.4	91.5	90.6
47	Linalyl acetate	—	—	—	0.05	0.03
48	β -Ylangene	0.02	0.04	—	+	—
49	Isopulegone	—	—	0.01	—	—
50	Bornyl acetate	—	—	0.05	—	—
51	Iso-isopulegone	—	—	0.13	—	—
52	β -Citral	—	—	0.03	—	—
53	β -Elemene	0.06	0.05	+	0.36	0.44
54	β -Caryophyllene	1.04	2.75	5.59	0.27	0.40
55	3-Decanol	0.03	0.01	—	—	—
56	Terpinen-4-ol	0.01	0.01	+	+	0.01

名古屋学院大学研究年報

Peak No.	Component	I	II	III	IV	V
57	Myrtenal	—	—	0.05	—	—
58	(<i>E</i>)-Hotrienol	0.01	0.02	—	0.02	0.02
59	Benzene acetaldehyde	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
60	α -Gurjunene	—	—	+	—	—
61	Pulegone	—	—	3.01	—	—
62	α -Humulene	0.12	0.14	0.23	0.02	0.04
63	(<i>Z</i>)-Muurolo-3,5-diene	—	—	0.74	—	—
64	(<i>Z</i>)-3-Hexenyl hexanoate	0.03	0.02	—	—	—
65	(<i>E</i>)- β -Farnesene	—	—	0.43	0.12	0.15
66	δ -Terpineol	—	—	—	0.05	0.09
67	Citronellyl acetate	0.33	0.07	—	0.03	0.01
68	Germacrene D	1.39	2.12	2.71	0.87	1.21
69	α -Terpineol	0.04	0.03	0.14	0.01	0.20
70	α -Selinene	—	—	—	0.01	+
71	Bicyclogermacrene	0.25	0.44	+	0.05	0.11
72	Piperitone	0.01	0.01	0.01	—	—
73	δ -Cadinene	0.25	0.14	+	—	—
74	Carvone	—	—	0.30	0.01	+
75	γ -Cadinene	—	—	0.19	—	—
76	Germacrene A	—	—	—	0.37	0.60
77	Geranyl acetate	—	—	—	+	+
78	Perilla aldehyde	—	—	0.16	—	—
79	α -Cadinene	—	—	0.14	—	—
80	(<i>E</i>)-Linalool oxide (piranoide)	0.01	0.01	0.02	0.01	+
81	Calamenene	—	—	0.27	—	—
82	(<i>Z</i>)-Linalool oxide (pyranoide)	0.02	0.01	0.02	0.01	+
83	Citronellol	0.06	0.09	0.10	0.15	0.17
84	Nerol	0.02	0.02	—	0.02	0.04
85	Damascenone	—	—	+	+	—
86	<i>trans</i> -Carveol	0.01	0.01	+	—	—
87	(<i>E</i>)-Geranyl acetone	0.02	0.02	0.07	+	+
88	Geraniol	0.02	0.08	+	0.07	0.04
89	Limomen-10-yl acetate	—	—	0.15	—	—
90	Benzyl alcohol	+	+	—	—	—
91	<i>cis</i> -Carveol	—	—	+	—	—
92	Piperitenone	—	—	+	—	—
93	Phenylethyl alcohol	0.01	0.01	—	0.01	+
94	(<i>Z</i>)-Jasmone	+	0.02	+	0.06	0.08
95	Isocaryophyllene oxide	0.04	0.06	0.02	0.01	+
96	Caryophyllene oxide	0.12	0.24	0.08	0.02	0.01
97	(<i>E</i>)-3,7-Dimethyl-1,5-octadien-3,7-diol	0.01	0.01	0.1	+	+
98	Isoamylphenyl acetate	+	+	+	—	—
99	Anisaldehyde	0.04	0.07	—	—	—
100	Germacrene D-4-ol	0.20	0.04	0.15	0.02	0.07
101	Humulene epoxide II	—	—	0.04	—	—
102	(<i>E</i>)-Nerolidol	0.03	0.15	0.04	0.01	0.02
103	(<i>E</i>)-3,7-Dimethyl-1,7-octadien-3,6-diol	0.23	0.18	—	0.02	+
104	Octanoic acid	+	+	—	—	—
105	Spathulenol	0.12	0.45	0.02	0.03	0.01
106	6,10,14-Trimethyl-2-pentadecanone	+	+	—	—	—
107	<i>p</i> -Methoxy acetophenone	+	+	—	+	+
108	(<i>E</i>)-2,6-Dimethyl-2,7-octadien-1,6-diol	0.01	0.04	—	—	—
109	Hexyl phenyl acetate	—	—	0.05	—	—
110	τ -Cadinol	—	—	+	—	—
111	Eugenol	+	0.02	—	0.02	+
112	τ -Muurolool	0.02	0.01	0.07	0.01	+
113	δ -Cadinol	—	—	0.02	0.02	0.03

リナロールを主成分とするハッカの精油

Peak No.	Component	I	II	III	IV	V
114	α -Cadinol	0.01	+	0.18	0.06	0.10
115	(Z)-3-Hexenyl phenyl acetate	0.05	0.17	0.24	0.01	0.03
116	Dihydroactinidiolide	+	0.03	—	—	—
117	Caryophylla-4(14), 8(15) dien-5-ol	—	—	0.01	—	—
118	Methyl epi-jasmonate	0.04	+	+	—	—
119	(Z, E)-Farnesol	0.06	0.04	+	—	—
120	(E, E)-Farnesol	—	—	0.10	—	—
121	3,4-Dimethoxy benzaldehyde	0.02	+	—	—	—
122	1-Hexadecanol	—	—	—	0.02	0.03
123	Abietatriene	0.03	0.02	—	—	—
124	Dodecanoic acid	+	+	—	—	—
125	Phytol	0.04	0.04	0.22	0.02	0.08
126	Tetradecanoic acid	+	0.03	—	—	—
127	Pentadecanoic acid	+	+	—	—	—
128	13(16), 14-Labdien-8-ol	—	—	—	0.12	0.45
129	Palmitic acid	0.02	0.03	+	0.02	0.09
	others	1.02	1.68	1.86	1.40	2.07

I : *M. arvensis* native Kinashibetsu, harvested date Aug. 26, '04, in full bloom, materials 25g, yield oil (0.4%); II : culture Kobe of I, Dec. 5, '04, before blooming time, 99g (0.2%); III : S₁ from I, Aug. 16, '05, in full bloom, 15g (0.3%); IV : *M. longifolia* culture Seto, Aug. 1, '03, in full bloom, 320g (0.4%); V : culture Kobe of IV, Jul. 6, '08, before blooming time, 168g (0.2%), GC: DB-Wax, 30m, 70 ~ 200° (2°C/min), HP-5890, GC-MS: HP5890 : HP5970 unit.

精油成分組成はTableのⅢに示したように、linalool(38.4%), limonene(37.5%), (Z)- β -ocimene(1.2%), (E)- β -ocimene(1.0%), β -caryophyllene(5.6%), pulegone(3.0%) およびgermacrene D(2.7%)であった。linalool含量が減少した反面、親株油の2番目に多いlimoneneが主要成分になっている。一方、親株には存在しなかったpulegone, menthoneおよびmentholが確認されたことは、同場所で栽培しているニホンハッカあるいはヒメハッカと交雑した可能性があると考えられる。さらに、親株油から見出されなかった他の多くの成分として、(E)-sabinene hydrate, (Z)-3-hexenyl isovalerate, carvone, perilla aldehyde, α -および γ -cadineneなど*M. spicata*系の成分の存在が確認された⁽¹⁾。外部形態および精油成分から、S₁-16は上述のように、オランダハッカ(*M. spicata* L. var. *crispa* Benth)と交雑したことも考えられる。

S₁-16と類似するハッカとして、前報で述べた北海道農業試験場で保存されていたリナ

ロールハッカがある。通称“エゾハッカ”と呼ばれるが、本来のエゾハッカではなく、ニホンハッカ(2n = 96)とオランダハッカ(2n = 48)との種間雑種*M. gentilis* L. var. *cardiaca* Gerade(2n = 72)である⁽⁷⁾。清水ら^(8,9)は同ハッカの主な精油成分として、linalool(38.1%), 1,8-cineole(7.8%), menthone(27.2%), isomenthone(3.7%), β -caryophyllene(5.9%), menthol(9.2%) およびgermacreneD(1.6%)を報告している。

著者らは2000年7月の開花期、2番刈期の9月および11月にそれぞれ採取した同ハッカ油の主な成分は、linalool(38.1, 35.4, 34.1%), limonene(4.9, 4.2, 13.0), menthone(41.9, 42.0, 22.7%), isomenthone(2.8, 3.6, 1.9%), neomenthol(0.8, 0.9, 8.0%), menthol(1.5, 2.0, 2.6), β -caryophyllene(0.6, 0.6, 0.7%), germacrene D(1.2, 2.3, 1.3%) およびpiperitone(1.6, 2.2, 1.3)%であった。なお、pulegone(0.4, 0.2, 0.1%)は少量成分であった。S₁-16ハッカと種および系統について外部

形態や精油成分から比較検討するには限界があり、染色体数およびDNA多型解析などから検討しなければならない⁽¹⁾。

次にソ連ハッカの精油成分について述べる。同ハッカについては清水ら⁽¹⁰⁾により詳細な研究がある。それによれば、同ハッカは染色体数 $2n = 36$ を有し、 $2n = 24$ と $2n = 48$ の*M. spicata*の交雑種であるとされる。同ハッカの精油 ($[\alpha]_D^{20} + 15.2^\circ$) 中の主な成分として linalool(94.5%), 1,8-cineole(1.0%), β -caryophyllene(0.3%) および germacrene D(0.7%) を含有し、linaloolは $[\alpha]_D^{20} + 21.0^\circ$ であることを報じている⁽⁸⁻¹⁰⁾。著者らは2003年8月、開花期に地上部320gを採取し、精油1.28g(収率0.4%)を得た。 $[\alpha]_D^{20} + 17.54^\circ$ ($c = 1.1$, EtOH)であった。またlinaloolの光学純度は(-) R 0%, (+) S 100%であった。主な精油成分はTableのIVに示したように、linalool(91.5%), 1,8-cineole(1.2%), germacrene D(0.9%)であった。

なお、linalyl acetateはベルガモットミント、*M. citrata* ($2n = 96$) 系統以外のハッカ属から見出されていなかった。ソ連ハッカからもこれまで確認できなかったが、今回約0.05%含有することをGCおよびGC-MSから確認した。また、2008年7月の開花初期に採取した精油の成分組成も、TableのVに示したようにlinalool(90.6%), 1,8-cineole(1.1%), germacrene D(1.2%) およびlinalyl acetate(0.03%)であって、開花期のそれとよく類似した。さらに、peak No. 128成分はMSデータから分子量 $C_{20}H_{34}O$ を有する13(16), 14-labdien-8-olの文献値⁽¹⁴⁾と一致した。同化合物は*M. arvensis*や*M. japonica*など他のハッカの精油には検出されないことから、同ハッカの特有成分であると考えられる。

Lawrence⁽³⁾は*M. longifolia*のchemotype 3はlinalool(82.8%), β -myrcene(6.1%), 1,8-cineole(4.4%), β -caryophyllene(1.2%) およびgermacrene D(1.2%)であることを報告している。また、Kofidisら⁽¹¹⁾はギリシャに野生する*M. spicata*から5, 6, 8および10月にそれぞれ採取した精油の主な成分として、linalool(85.0~93.9%), β -caryophyllene(0.7~2.6%) およびgermacrene D(1.0~4.2%)であることを報告している。また、linalyl acetateもt~0.1%含有することを報じている。彼ら^(3,11)は精油およびlinaloolの旋光度については触れていないが、ソ連ハッカと同一か近似のものであると推察される。

非常に多くの植物に含有するlinaloolを主要成分とするハッカ属の精油について述べてきたが、同じ属で旋光度が+と-のlinaloolが存在することは特異的なことである⁽⁷⁾。また、精油成分の生成様式を考察するとき、nerol, geraniol, linaloolなどが閉環してlimonene, piperitenone, pulegone, menthone, mentholへと進化する過程で、例えばneryl pyrophosphateからlimoneneへの閉環障害が起こればlinalool系が出現するので、ハッカ属の起源的な成分であっても、進化の進んだ種および交配種にしばしば発現している。北海道アルベンスの染色体数は未測定であるが、 $2n = 96$ であると予測され、最小の染色体数 $2n = 24$ の4倍体に進化しており、成分的には進化の遅れたハッカ属の母体に近い。同一種で旋光度が正反対のものが出現することは、 $2n = 24$ と $2n = 48$ の*M. spicata*の交雑の過程で起こることは考え難い。X線や γ 線の放射線を照射するなどの外部要因により突然変異が起こらない限り、(-)-linaloolを含有するハッカ属から(+)-linaloolは発現しないと考えられる。

清水ら^(12,13)は, linalool系の出現にはマルバハッカ(アップルミント), すなわち piperitenone oxide 系 *M. spicata* var. *rotundifolia* (*M. rotundifolia* = *M. suaveolens*, $2n = 24$) のX線あるいは γ 線照射による変異系から選抜に成功しているが, 染色体数については不明である。 $2n = 24$ および $2n = 48$ の *M. spicata* 系には多くの chemotype が知られているが, linalool系は報告されていない。染色体数 $2n = 24$ の *M. spicata* 系の中に linalool系が存在すれば, ハッカ属の母体に近いものであると推定される^(9,13)。著者ら⁽¹⁾は piperitenone oxide 系 *M. arvensis* の自殖株の試験では, menthol系を分離している。また, menthol系 *M. arvensis* の自殖株から piperitenone 系を分離しているが, linalool系は分離していない。しかし, 両親株が進化の進んだ成分系であっても, 交雑化の過程で上述のように閉環障害が起これば linalool が出現する可能性があると考えられる。

要約

- (1) linaloolを85%前後含有する北海道アールベンシス (*Mentha arvensis*) とソ連ハッカ (*M. spicata* var. *longifolia*) の精油成分について論述した。
- (2) 上述の *M. arvensis* 中の linalool の光学純度は (-)R 98.9%, (+)S 1.1% であった。一方, *M. spicata* var. *longifolia* 中の linalool の光学純度は (-)R 0%, (+)S 100% であった。
- (3) 上述の *M. arvensis* の自殖株の精油成分について, linalool を主成分とする *M. gentilis* と比較検討した。
- (4) *M. spicata* var. *longifolia* 精油の peak No. 128成分は, MS dataから13(16),

14-labdien- 8-olの文献値と一致した。この化合物は同ハッカの特有成分であると考えられた。

August 11, 2008.

参考文献

- (1) 梅本和泰著: “ハッカ属植物の自殖株の精油成分”, 晃洋書房, 2000, pp. 1-198. 梅本和泰: 名古屋学院大学論集(人文・自然), **37**(2), 1-9(2001); 同**38**(2), 11-20(2002); 梅本和泰, 清水純夫, 唐澤傳英, 宮澤三雄, 寺澤昌敏: **38**(2), 21-30(2002); 梅本和泰: **39**(1), 19-28(2003); 同: **39**(2), 11-30(2003); 梅本和泰, 宮澤三雄, 藤田眞一: **40**(2), 9-18(2004); 梅本和泰, 藤田眞一: **41**(2), 21-37(2005); **42**(2), 19-31(2006); **43**(2), 15-22(2007).
- (2) 梅本和泰, 藤田眞一: TEAC講演要旨集, **51**, 64-66(2007); 名古屋学院大学論集(人文・自然), **44**(2), 1-6(2008).
- (3) B. M. Lawrence: “A study of monoterpene interrelationship in the genus *Mentha* with special reference to origin of pulegone and menthofuran”, 50-55, 145(Hamilton, Ontario, Canada(1978).
- (4) D. Karasawa, S. Shatar, A. Erdenechimeg, Y. Okamoto, H. Tatebe, S. Shimizu: *J. Essent. Oil Res.*, **7**, 255-260(1995).
- (5) 菅原繁蔵: 樺太植物誌, IV, 1975, p. 1612.
- (6) A. G. Nikolaev, M. V. Chernomoretz: *Chem. Abstr.*, **56**, 552i(1962); A. G. Nikolaev, B. T. Bang: *Chem. Abstr.*, **56**, 1540c(1962).
- (7) 清水純夫: 化学と生物, **12**, 659-666(1974).
- (8) 清水純夫, 唐澤傳英, 柴田久夫: TEAC講演要旨集, **27**, 280-281(1983).
- (9) 清水純夫: 飯田女子短期大学紀要, **9**, 24-34(1988).
- (10) S. Shimizu, N. Ikeda: *Agric. Biol. Chem.*, **26**, 543-545(1962).
- (11) G. Kofidis, A. Bosabalidis, S. Kokkini: *J.*

- Essent. Oil Res.*, **16**, 469-472(2004).
- (12) 唐澤傳英, 小野清六, 清水純夫: TEAC講演
要旨集, **19**, 144-145(1975); **20**, 215-217
(1976); **21**, 1-3(1977).
- (13) 清水純夫: 飯田女子短期大学紀要, **8**, 13-24
(1986).
- (14) F. W. McLafferty, D. B. Stauffer: "The
Wiley/NBS Registry of Mass Spectral Data"
volume 3. p. 2599, John Wiley and Sons, New
York(1989).