

ISSN 1883-017X

BULLETIN
OF THE

KAGOSHIMA PREFECTURAL FORESTRY TECHNOLOGY CENTER

No. 17

March 2015

鹿児島県森林技術総合センター

研 究 報 告

第 17 号

平成 27 年 3 月



鹿児島県森林技術総合センター

〒899-5302

鹿児島県始良市蒲生町上久徳 182-1

KAGOSHIMA PREFECTURAL FORESTRY TECHNOLOGY CENTER
AIRA, KAGOSHIMA, JAPAN

鹿児島県森林技術総合センター研究報告

第17号

目次

論文

材積測定の効率化に関する研究
—「層積法」改良の検討—

福永寛之・・・1

奄美地域における小面積伐採施業に関する研究
奄美地域における伐出収支試算ソフトの開発と小面積伐採施業技術の影響評価
河野雄一，吉原勝利，岩智洋，迫田正和・・・9

資料

マルチキャビティコンテナによる苗木生産技術の確立

宮里 学・・・18

スギ樹脂成分のマススペクトルデータ集 (Ver.1)

森田慎一・・・20

鹿児島県選抜スギ精英樹の特性
—短伐期循環型林業のための品種選定—

森田慎一，宮里 学・・・85

奄美大島から見出されたモチノキ属の一新雑種

新原修一・・・92

論文

材積測定効率化に関する研究*¹ —「層積法」改良の検討—

福永寛之*²

要旨：木材需要の増加より、人力検収に変わる新たな材積測定の開発や既存の測定方法の改良が求められている。本研究では、層積法の改良を試みた。従来の経験に基づく実積係数を、モデル化し丸太の形状の変化にも対応可能な簡易な実積係数算出法を提案する。比較検討した結果、今回提案する方法による材積は、従来の層積法の算出材積よりも実測材積に近い値となることが分かった。

キーワード：材積測定，層積法，人力検収，実積係数

はじめに

平成 25 年 12 月に政府が策定した「農林水産業・地域の活力創造プラン」を踏まえ、農林水産省では、新たな木材需要の創出、国産材の安定的・効率的な供給体制の構築により、林業の成長産業化を実現する(林野庁 2014)とされ、また、本県においても生産性・収益性の高い林業・木材産業を構築し、「木材供給基地かごしま」の実現に向けた林業・木材産業の再生を図ることとしている(鹿児島県 2011)。さらに、来年度(2015)中には本県内で大型製材工場やバイオマス発電施設が稼働する予定となっており、安定的・効率的な原木の供給体制の構築は、本県において喫緊の課題となっている。このようなことから、現在、本県も含め全国で、この供給体制の構築に向けた取り組みが実施されている。このうち、原木流通の現場においては、原木市場を介さず山土場から製材工場等へ直接販売・輸送する「直送」の取り組みが行われている。

直送を行う場合、従来であると山土場での人力検収が必須となるが、人力作業になるため、多くの時間と労務が必要となる。この改善方法としては、個々の木口測定作業自体を効率化する方法と求められる精度を勘案して測定方法を変えることにより効率化する方法がある。前者の方法としては、専用機器を用いた画像解析による材積測定方法(川上ほか 2011；瀬戸ほか 2011)や市販デジタルカメラを用いた材積測定方法(福永 2014)が提案さ

れている。後者の方法としては、層積法や重量検知法があり、チップ工場やバイオマス施設への原木供給の際の材積測定にすでに利用されている。

層積法は薪材取引などの材積測定法として確立されたものであり(南雲ほか 1990)、その材積算出に用いられる「実積係数」には、様々な提案がなされている(西沢 1972)。現在用いられている層積法では、実際の実測材積と層積(=空体積)をサンプリングして、実積係数を決定している事例がほとんどである。現場においては、この層積法による算出材積に対し「ズレているのでは」という声をよく聞くが、層積法の性質上、原木の材長・木口径・細り・曲りなど測定する丸太の形状の傾向が実積係数を算出した際の丸太の傾向と異なれば、差異が生じることとは十分想像できる。丸太形状の傾向が変化する度に実積係数を導出すれば、精度は上がると思われるが、林分、地域ごとなどの都度ごとに材積と層積を測定し実積係数を導出するのは現実的でない。

このようなことから、本研究では、今後の木材需要の状況から利用される機会が多くなると予想される層積法について、丸太の形状の変化にも対応可能な簡易な実積係数の算出の検討を行ったので報告する。

調査方法

対象とした丸太は、2014 年 4 月から 7 月に鹿児島県森林組合連合会隼人共販所及び曽於地区森林組合共販所に

*1 Fukunaga, H. : Research on efficiency improvement of log volume measurement - Improvement of stacked logs measuring -

*2 鹿児島県森林技術総合センター資源活用部 Kagoshima Pref. Forestry Technology Ctr. Forest Resource Application div., Aira, Kagoshima 899-5302, Japan

表1 本研究に用いたはえ積み丸太の径級及び実測材積

はえ積 No	撮影 対象	材長 (m)	本数 (本)	径級分布等 [直径(本数:本)]		実測	
						材積(m ³)	計測方法
1	ヒノキ	4	525	12cm(335),13cm(190)	小径木	32.350	選別機
				5cm(1),6cm(12),7cm(87), 8cm(84),9cm(144),			
2	スギ	3	774	10cm(111),11cm(96), 12cm(141),13cm(97), 14cm(1)	小径木	24.352	選別機
				3cm(1),6cm(1), 7cm(21),8cm(45)			
3	スギ	4	705	9cm(140),10cm(244), 11cm(253)	小径木	27.992	選別機
				7cm(15),8cm(27), 9cm(86),10cm(248), 11cm(245)	小径木	25.434	選別機
4	スギ	4	621	11cm(72),12cm(73), 13cm(54),14cm(119)	小径木	20.644	選別機
5	スギ	3	132	11cm(6),12cm(16), 13cm(23),14cm(87)	小径木	7.210	選別機
6	スギ	4	290	11cm(63),12cm(56), 13cm(61),14cm(110)	小径木	19.000	選別機
7	スギ	4	822	13cm下(822)	小径木	49.160	選別機
8	スギ	4	333	16cm(173),18cm(160)	中径木	38.446	選別機
9	ヒノキ	4	269	20cm(178),22cm(91)	中径木	46.134	選別機
10	スギ	4	258	16cm(133),18cm(125)	中径木	29.816	選別機
11	ヒノキ	4	258	16cm(133),18cm(125)	中径木	29.816	選別機

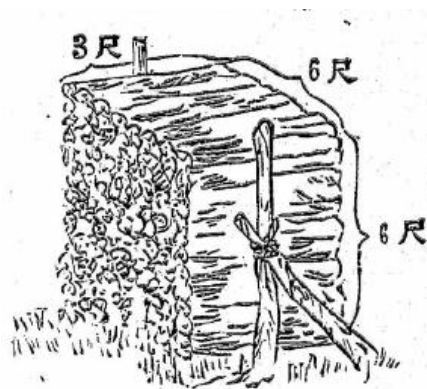


図1 柴田の層積法の測定方法

表2 実積係数(柴田の層積法)

等級	摘要	実積係数
I	径15cm以上で屈曲が少なく枝節のないもの	0.75
II	径15cm以上で屈曲および枝節のあるもの	0.70
III	径8cm以上15cm以下で屈曲及び枝節の少ないもの	0.68
IV	径8cm以上15cm以下で屈曲及び枝節の多いもの及び 3cm以上径8cm以下で屈曲及び枝節の <u>少ないもの</u>	0.60
V	径8cm以下3cm以上で屈曲及び枝節の多いもの	0.55
VI	粗朶材径3cm以下のもの	0.30

注) 柴田栄吉(1903)の実積係数をメートル法に直している。
下線部は原著では「多キモノ」となっている。

入荷されたスギ及びヒノキの丸太のはえ積み 11 体を対象とした。はえ積みごとの材長，本数，径級，材積は表 1 のとおりである。実測材積は，選別機の測定値を用いた。

実積係数の算出については，モデル化を行い，このモデルから導出される実積係数を用いて材積を算出し，この材積及び従来の層積法として柴田の層積法(柴田 1903)による材積並びに実測材積を比較し，検討を行った。

柴田の層積法は，薪炭材の測定を念頭に置いた材積測定法であり，図 1 に示すとおり，はえ積みの縦，横，材長を測定して層積(=空体積)を算出し，表 2 に示す実積係数を層積に乗じて材積を算出する方法である。図 1 中の材の材長は 3 尺(90.9cm)となっており，本試験の目的である 3～4 m 材の材積測定に用いることについては，検証する必要があると考えられる。

日本農林規格に規定されている材積測定法は，末口二乗法である。図 2 に示すとおり，丸太の末口径と材長を測定し，末口径²×材長で算出する材積は，末口径を一辺とする正方形を底面とし，底面×材長の直方体の体積と同値となる。

一方，層積法は，はえ積みした丸太全体を 1 つの塊と考え，全部の木口を含む面の面積×材長ではえ積み丸太の層積を算出し，その層積に実積係数を掛けることで材積を算出する。両方の算出方法において，材長は共通していることから，全部の木口を含む面の面積に対する末口径を一辺とする正方形の面積合計の比が実積係数に相当することとなる。このことを踏まえ，実積係数を導出するはえ積みモデルを図 3 のように想定し，このモデルから，今回検討する実積係数を

$$\text{改良実積係数} = \frac{2a^2}{\sqrt{3} \times (a+b)^2}$$

と定義した。

実積係数モデル化及び層積法の改良方法

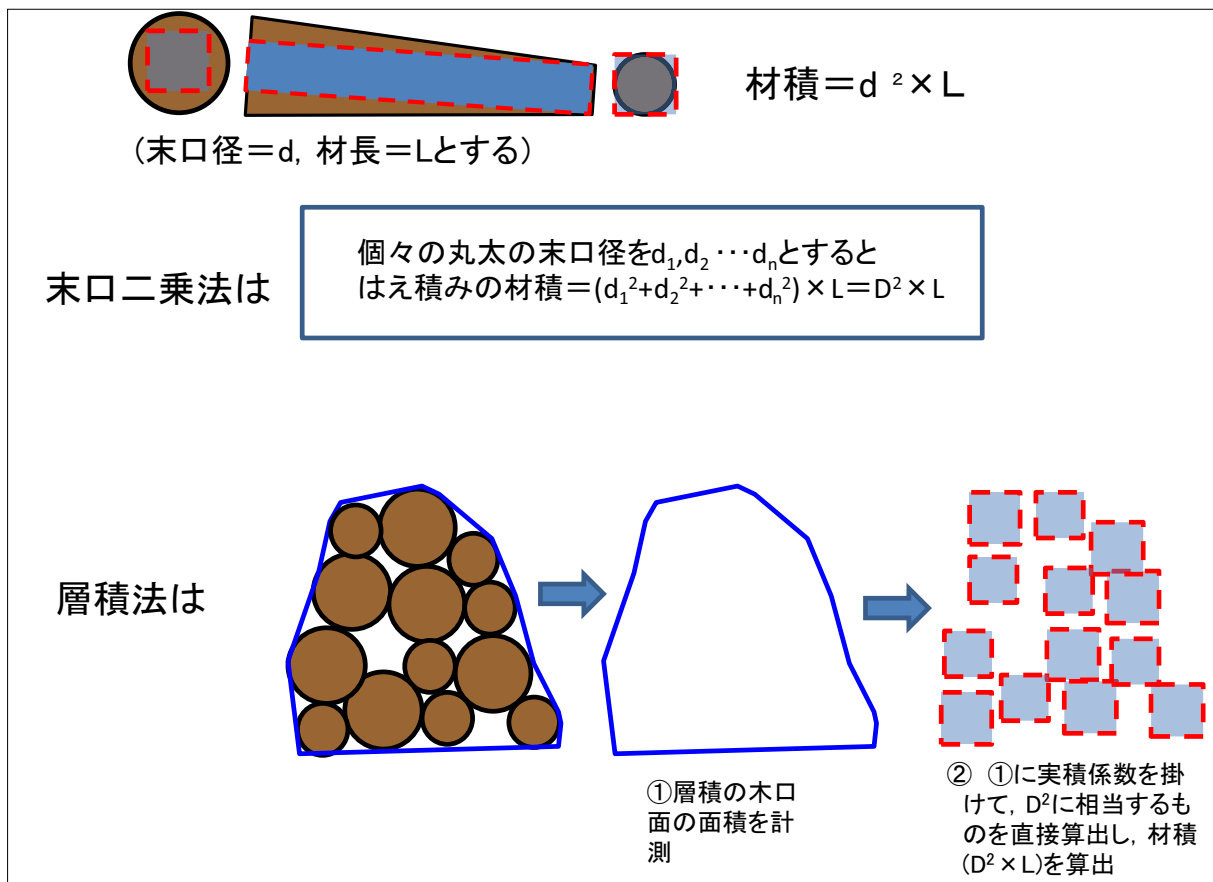


図 2 末口二乗法の材積算出と層積法の材積算出の比較

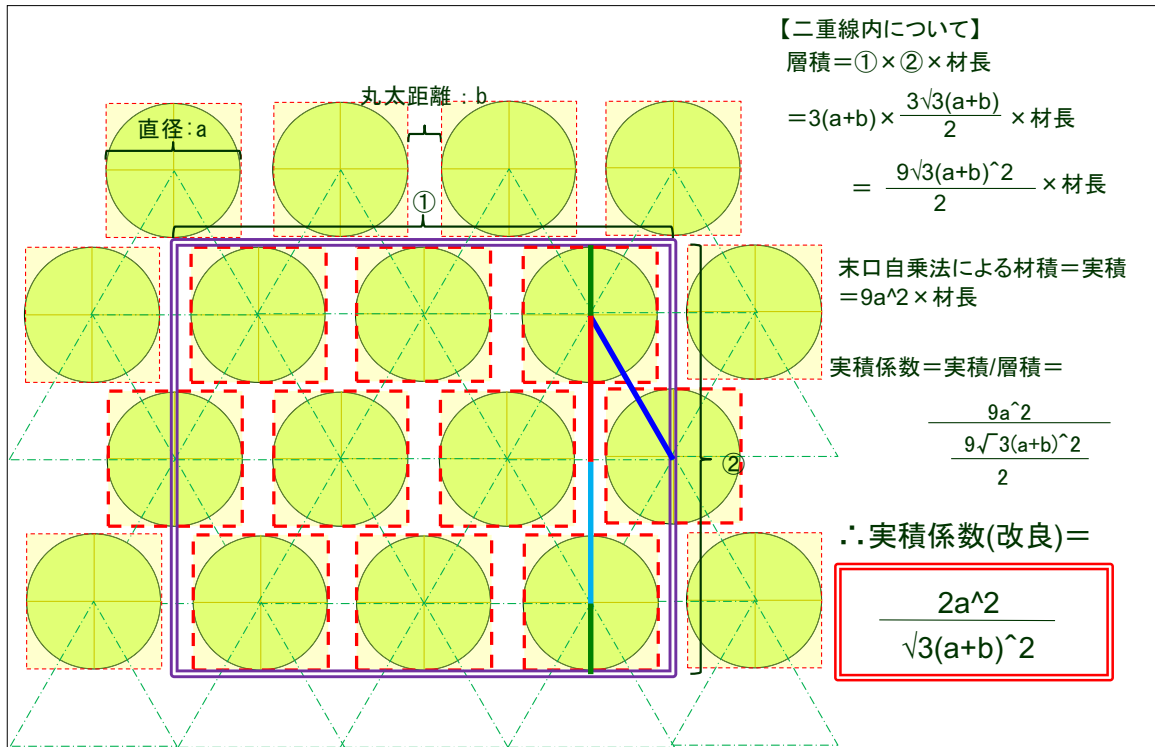


図3 層積法の実積係数の改良



図4 今回提案する層積法の測定方法(イメージ)

実線(黒)が層積測定の際の計測線。破線(白)の中の直径と丸太距離を計測して改良実積係数を算出



図5 丸太のはえ積み状況

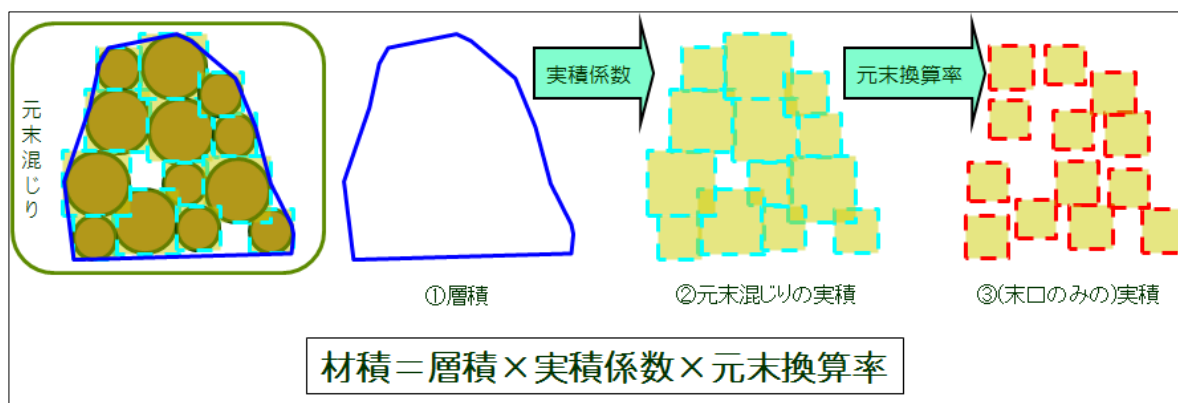


図6 本研究で改良した層積法(実積係数は図2に示す実積係数を用いる)

層積と改良実積係数と測定する場合、図4に示すとおり、はえ積の外周を測定し層積を求めるとともに、一部の丸太直径と丸太距離を測定する。層積法で測定するはえ積みは、図5のように直径を測定する面に元口、末口が混在して積まれている。従来の層積法は、測定した層積と実測材積から実積係数を算出しているため、実積係数は元口と末口の混在が前提となっていると考えることができる。一方、今回提案する方法は、はえ積の片側の木口面の直径を測定することとしており、この測定値には元口径が含まれることになるが、求める材積は末口径に基づく材積であることから、本方法では元口分を末口分に換算する必要がある。このため、「元末換算率」を定義し、従来の層積法の材積算出を図5に示すように改良した。

元末換算率の算出は以下のとおりとした。層積法で計測するはえ積は、直径測定する片側の面から見ると、元口、末口は半分ずつ向いていると仮定し、

- ① 木口径が元口だと仮定した場合の末口径を鹿児島県スギ細り表(Nagahama and Kondoh 2014)から算出した。
- ② それぞれの直径ごとに、直径がすべて末口だった場合の100本当りの材積(ア)と100本のうち半分が元口だった場合に①を用いて各径級の本数の半分、全部で50本分を末口の数値に直して材積を算出し、残り50本と合計した100本当りの材積(イ)を算出した。
- ③ それぞれの直径の(イ)/(ア)を算出し、その平均を元末換算率とした。

結 果

- 1 元末換算率
元末換算率の算出結果を表3(4mスギ材)、表4

(3 m スギ材) に示す。4 m 材で 0.7988, 3 m 材で 0.8322 となった。今回は、この結果を元末換算率として用いることとしたが、ヒノキは細り表がないため、スギ材の率を用いた。

2 算出材積の結果及び算出方法の適合具合

実測値、従来の層積法、改良した層積法の測定及び算出結果を表 5 に示す。実測値に対し、従来の層積法で算出した材積は、102% から 140% 前後と過大な傾向になり、改良した層積法で算出した材積は 81% から 110% 前後となった。

今回提案する方法の「改良実積係数×元末換算率」が従来の層積法の実積係数に相当するが、その値は小径木(16cm 未満)で 0.42 から 0.68, 平均 0.53, 中径木(16cm 以上 22cm 未満)で 0.61 から 0.66, 平均 0.63 となった。

材積について、実測値と両層積法のそれぞれの算出値の相関係数を表 6 に示す。両者とも 0.95 程度で大きな差は認められなかった。両層積法の算出値の傾向を見るため、実測値と両算出値のプロットした(図 7)。予測値が実測値と完全に一致する場合、切片 0, 傾き 1 の直線に乗ることとなる。今回の結果を見ると、改良した層積法が、より実測値に近い予測をしていることが分かった。

考 察

現在、一般的に行われている層積法は、経験的に求められた一定値の実積係数から材積を算出する方法であるが、実際は、はえ積みによって空隙の出来具合は異なるため、実積係数も、はえ積みによって異なると考えられる。本研究では、はえ積みごとに実積係数を簡易に算出する方法として、改良実積係数を提案した。本試験の結果では、従来の層積法よりも実測値に近い算出が可能となることが分かった。また、はえによって改良実積係数も変化していること、柴田の層積法が若干過大ながらも、測定値としては遜色ない数値が算出できることを考えると、層積法で材積の測定精度を上げるためには、実積係数は一定値ではなく、例えば、小径木、中径木、大径木と直、曲で区分するなど、丸太の直径分布や曲り具合など、はえの状態によって複数の実積係数を用意の方が望ましいと考えられる。

今回は、11 体のはえ、14 組のデータの結果であり、さらなる検証が必要である。また、共販市場に入荷した丸太を対象としていることから、はえ毎の丸太の直径や曲りの傾向が均一化されていると考えられる。山土場等での活用も考えると、選別されていないはえを対象とした

試験を行う必要がある。提案した改良層積法の実績係数については、測定する直径と丸太距離の測定数と算出材積の精度の関係を検討する必要がある。元末換算率については、測定対象となる丸太の径級分布でその値も変わることが想定される。

今後は、これらのことを踏まえながら、層積法の算出材積の精度向上を検討する予定である。

表 3 元末換算率(4 m スギ材)

木口径 ①	①が元口と仮定した場合の末口径 ②	100本当りの材積	
		①がすべて末口	50本が元口の時の材積
10	6	4.00	2.72
12	8	5.76	4.16
14	10	7.84	5.92
16	10	10.24	7.12
18	12	12.96	9.36
20	14	16.00	11.92
22	16	19.36	14.80
24	18	23.04	18.00
26	20	27.04	21.52
28	22	31.36	25.36
30	22	36.00	27.68
32	24	40.96	32.00
34	26	46.24	36.64
36	28	51.84	41.60
38	30	57.76	46.88
40	32	64.00	52.48
42	34	70.56	58.40
44	36	77.44	64.64
		602.40③	481.20④

④/③ = 0.7988

表 4 元末換算率(3 m スギ材)

木口径 ①	①が元口と仮定した場合の末口径 ②	100本当りの材積	
		①がすべて末口	50本が元口の時の材積
10	6	3.00	2.04
12	8	4.32	3.12
14	10	5.88	4.44
16	12	7.68	6.00
18	14	9.72	7.80
20	16	12.00	9.84
22	18	14.52	12.12
24	18	17.28	13.50
26	20	20.28	16.14
28	22	23.52	19.02
30	24	27.00	22.14
32	26	30.72	25.50
34	28	34.68	29.10
36	30	38.88	32.94
38	32	43.32	37.02
40	34	48.00	41.34
42	36	52.92	45.90
44	36	58.08	48.48
		451.80③	376.44④

④/③ = 0.8332

表 5 改良層積法の材積測定結果

写真No	撮影対象	材長 (m)	本数	実測 (選別機)		層積法			改良層積法				
				材積(m ³) ①	層積(m ³) ②	実積係数③	材積(m ³) ④=②× ③	材積④/ 実測材積①	改良実積係数⑤	元末換算率⑥	改良実積係数×元末換算率⑦=⑤×⑥	材積⑧=②×⑦	材積⑧/ 実測材積①
1(測定1)	ヒノキ	4	525	32.350	53.860	0.68	36.625	113.21%	0.6120	0.7988	0.4889	26.3320	81.40%
1(測定2)	ヒノキ	4	525	32.350	53.860	0.68	36.625	113.21%	0.6802	0.7988	0.5434	29.2662	90.47%
2	スギ	3	774	24.352	38.991	0.68	26.514	108.88%	0.6688	0.8332	0.5572	21.7272	89.22%
3	スギ	4	705	27.992	58.488	0.68	39.772	142.08%	0.5777	0.7988	0.4615	26.9907	96.42%
4	スギ	4	621	25.434	50.144	0.68	34.098	134.06%	0.5318	0.7988	0.4248	21.3029	83.76%
5	スギ	4	318	20.644	39.416	0.68	26.803	129.83%	0.6829	0.7988	0.5455	21.5014	104.15%
6	スギ	3	132	7.210	11.127	0.68	7.566	104.94%	0.8215	0.8332	0.6845	7.6161	105.63%
7	スギ	4	290	19.000	37.856	0.68	25.742	135.48%	0.6499	0.7988	0.5191	19.6526	103.43%
8	スギ	4	822	49.160	89.124	0.68	60.604	123.28%	0.7214	0.7988	0.5763	51.3581	104.47%
9(測定1)	ヒノキ	4	333	38.446	65.516	0.75	49.137	127.81%	0.7908	0.7988	0.6317	41.3848	107.64%
9(測定2)	ヒノキ	4	333	38.446	65.516	0.75	49.137	127.81%	0.8045	0.7988	0.6427	42.1039	109.51%
10(測定1)	スギ	4	269	46.134	62.948	0.75	47.211	102.33%	0.7850	0.7988	0.6271	39.4720	85.56%
10(測定2)	スギ	4	269	46.134	62.948	0.75	47.211	102.33%	0.8272	0.7988	0.6608	41.5935	90.16%
11	ヒノキ	4	258	29.816	42.368	0.75	31.776	106.57%	0.7624	0.7988	0.6090	25.8027	86.54%

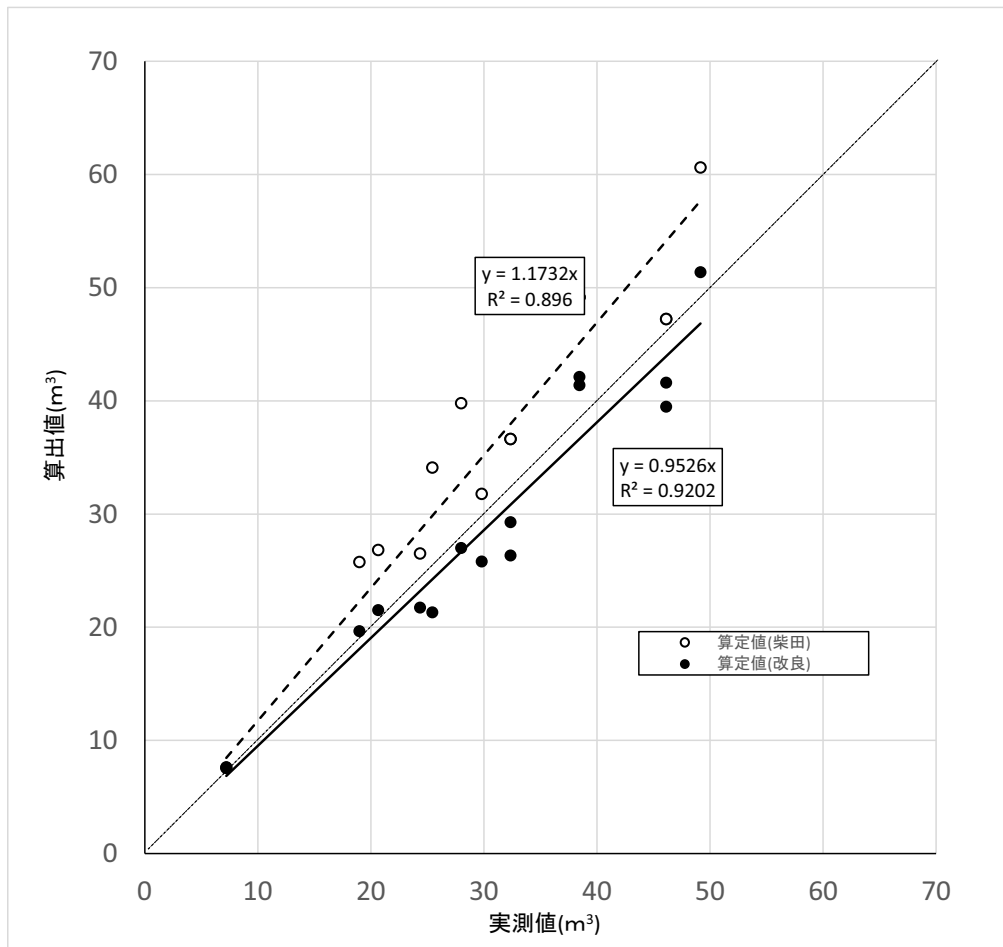


図 7 従来の層積法・改良層積法の算出値と実測値との関係
 実線は算定値(改良)の太破線は算定値(柴田)の切片 0 の直線回帰

表6 実測値と従来, 改良層積法の相関

	実測値	算出値 (従来)	算出値 (改良)
実測値	1.0000		
算出値(従来)	0.9510	1.0000	
算出値(改良)	0.9594	—	1.0000

謝 辞

本研究を行うに当たり, 鹿児島県森林組合連合会原木流通情報センター課長 湯之上修 様, 鹿児島県曾於地区森林組合林産課課長補佐 米盛竜一 様, 鹿児島県森づくり推進課県営林管理監(現, 環境林務課総括工事監査監) 東哲一 様, 森づくり推進課技術主幹兼県営林係長(現 森林経営課技術主幹兼森林育成係長) 中菌宏和 様には, 既存調査データの提供や現地調査等に御協力をいただきました。心より感謝の意を表します。

参考文献

- 林野庁 (2014) 平成 25 年度 森林・林業白書. <http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/25hakusyo/zenbun.html>
- 鹿児島県 (2011) 鹿児島県森林・林業基本計画. 80pp.
- 川上敬介・藤田亮・入澤宏・木村実次・森田晃司・小谷章二 (2011) 木材工業 Vol. 66, No. 2 : 58-61
- 瀬戸亨一郎・相馬智明・安藤直人 (2011) 東京大学農学部演習林報告, 125 : 45-70
- 福永寛之 (2014) 九州森林研究 No. 67 : 15-20
- 南雲秀次郎・箕輪光博 (1990) 「現代林学講義・10」 測樹学. 243pp
- 西沢正久 (1972) 実践林業大学XI 森林測定. 348pp
- 柴田栄吉 (1903) 増訂木材立木尺ノ計算法. 128pp
- Takayuki Nagahama and Hiroshi Kondoh (2014) Journal of Forest Planning Vol. 19 No. 2 : 33-41

論文

奄美地域における小面積伐採施業に関する研究*1 奄美地域における伐出収支試算ソフトの開発と小面積伐採施業技術の影響評価

河野雄一*2 吉原勝利*3 岩智洋*3 迫田正和*4

要旨：奄美大島の広葉樹・リュウキュウマツ混交林において自然環境との調和に配慮しつつ採算性の高い伐採技術を確立するため、魚骨状伐採を始めとした小面積伐採施業と、皆伐施業の伐出生産性を調査比較し、奄美の架線系伐出に特化した伐出収支試算用PCソフト「フォレストリー・フォーキャスター奄美版」を作成した。また、魚骨状伐採と皆伐の施業地において、伐採直後から数年間の表層の土砂移動の推移を調査し、残存林帯の配置が土砂移動の抑制に効果的であることが分かった。

キーワード：魚骨状伐採、小面積伐採、伐出生産性、収支試算、土砂移動

はじめに

鹿児島県奄美大島の森林は、シイ類を主体とした広葉樹林や、リュウキュウマツ林等で構成されている。奄美地域の民有林の70%を占める広葉樹林については、古くから製紙用チップとして利用されている。一方、奄美地域の民有林の20%を占めるリュウキュウマツ林については、年々マツクイムシ被害が拡大しており、リュウキュウマツ林の有効活用や、公益的機能の維持のための広葉樹林化を図る必要がある。

現在、奄美群島は、琉球諸島と共に世界自然遺産登録を目指しており、環境省を中心に新たな国立公園指定に向けた取り組みが進められている。

この世界自然遺産登録の動きにより、森林を含めた自然環境への関心が高まっており、森林の持続可能な管理・経営を行うためには、従来の施業手法である大面積皆伐施業だけでなく、自然環境との調和に配慮しつつ採算性の高い伐採技術を確立し、施業手法の選択肢を増やす必要がある。

そこで本研究では、奄美地域の伐出作業における自然

環境に配慮した低コスト伐出技術を確立するため、「魚骨状伐採」「群状伐採」等の小面積伐採施業について、伐出生産性や施業コストを調査し、奄美地域の架線系伐出に特化した伐出収支試算用PCソフト「フォレストリー・フォーキャスター奄美版」を作成するとともに、伐採後の土砂移動や天然更新状況などの自然環境に与える影響を調査したので報告する。

なお、本研究は国土交通省の奄美群島振興開発事業森林資源活用調査の一環として実施した。

調査方法及び調査地

1. 伐出収支試算ソフトの作成

(1) 奄美大島における森林伐採の状況

奄美大島での広葉樹とリュウキュウマツは、混交林として分布することが多い。これらの樹種は枝張りが大きいため、かかり木しないように伐採幅を広く必要とする。

また、比重が大きく重いこれらの樹種を集材するためには、大出力の機械を必要とする。加えて、地形が急峻で路網開設が難しい奄美大島では、車両系機械の導入が

*1 Kono, Y. Yoshihara, K. Iwa, T. Sakoda, M : Study of small area logging in Amami Oshima Island.
: Development of an accounting software for logging system in Amami, and Impact statement of small area logging system.

*2 鹿児島県森林技術総合センター資源活用部 Kagoshima Prefectural Forestry Technology Center.
Forestry Resource Application div., Aira, Kagoshima 899-5302 Japan.

*3 鹿児島県環境林務部森づくり推進課 Kagoshima Prefectural Environment and Forestry Affairs
Department. Forest Conservation div.

*4 鹿児島県環境林務部森林経営課 Kagoshima Prefectural Environment and Forestry Affairs
Department. Forest Management div.

困難で集材距離も遠いため、大出力の大型集材機（10ps以上）による架線集材が主流である。奄美地域での伐採及び集材作業にはこのような条件があるため、施業効率・コスト面・作業安全上、まとまった規模での伐採が望ましく、伐区が大面積化しがちである。

（2）施業調査の方法

現在、奄美大島では、自然環境に配慮した施業として、伐区規模を確保しつつ伐採面の小面積化を図る伐出方法である魚骨状伐採（図1）及び群状伐採（図2）が実施されており、その施業現場について作業工期調査を行った。具体的には、各作業システムの作業工程について、伐木、集材、造材のそれぞれの要素作業ごとにビデオ撮影を行い、時間解析して伐出生産性（工期）を調査した。併せて、日報や伝票等を収集し集計して伐出経費を調査した。

（3）調査地の概要

調査地は、魚骨状伐採、群状伐採どちらもマツクイムシ被害蔓延の防除として行われている、マツの樹種転換



図1 魚骨状伐採



図2 群状伐採

伐採事業の伐出現場である。

魚骨状伐採の施業地については、鹿児島県大島郡宇検村赤土山の林道新小勝線沿いに位置する（北緯28度15分17秒，東経129度18分24秒付近）、林齢39年生、面積4.4haのリュウキュウマツ・スダジイ混交林で、うち、リュウキュウマツが分布する3.8haが伐区である。魚骨状伐採は、伐区の中央に主索を張り、この集材線に対して魚骨状に伐倒し、横取り集材を行う架線集材方式で、主索長は300m、主索に対し45°から80°の方向に伐採列と残存列を交互に配置し、先柱から元柱方向に対し右側5列、左側7列の合計12列の伐採列を配置した。伐採幅については主索が15～35m（平均20m）で、伐採列が10～20m（平均15m）、横取り距離（伐採列の奥行き）は片側30～60mである（図3）。

急斜面の下げ荷集材のため、索張り方式はエンドレスタイラー式で、集材機は大型集材機（55ps）を使用している。伐倒及び造材はチェーンソーによる人力造材で、造材時にグラップルローダの補助（造材木の引き出し、持ち上げ、はい積み）が伴う。採材は、パルプ・チップ用のため、樹種や径級に関係なく2mである。

群状伐採の施業地については、鹿児島県龍郷町戸口と奄美市との市町村境近くにある既設作業道沿いに位置する（北緯28度20分47秒，東経129度32分34秒付近）、林齢35年生、面積3.0haのリュウキュウマツ・スダジイ混交林で、うちリュウキュウマツが分布する1.5haが伐区である。群状伐採は、林内に数ヶ所の1ha未満の小伐区を分散配置し、数回の架線の移設を伴うため、簡易架線（集材距離100m以下の非主索方式）により集材する。調査区は集材距離70m、面積0.5haの小伐区を選定した。索張り方式は、設置・撤収が容易で、伐区形状を自在に

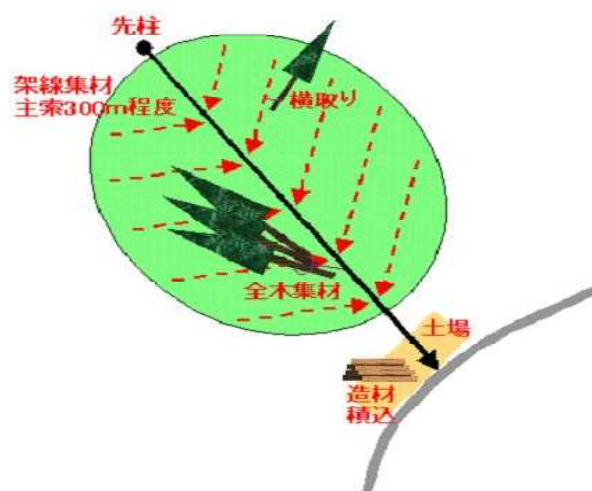


図3 魚骨状伐採模式図

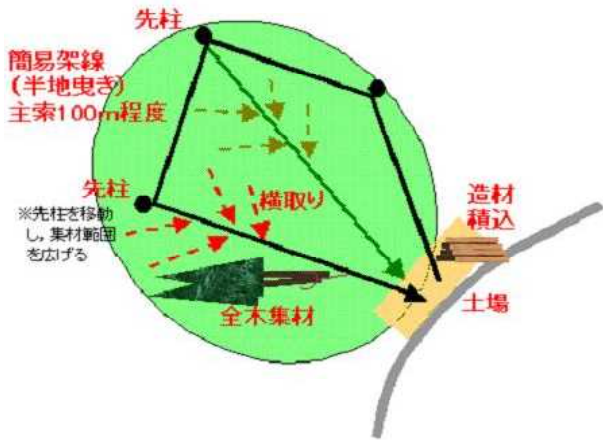


図4 群状伐採の索張り模式図

変えられるハイリード式で、集材機は小型集材機（10ps）を使用している（図4）。伐倒及び造材はチェーンソーによる人力造材で、造材時にグラブローダの補助（造材木の引き出し、持ち上げ、はい積み）が伴う。採材は、パルプ・チップ用のため、樹種や径級に関係なく2mである。

（4）伐出収支試算ソフトの作成方法

当センターで開発した伐出収支試算ソフト「フォレストリー・フォーキャスター（Forestry Forecaster）」（図5）は、スギ・ヒノキ人工林の間伐の各工程ごとの作業効率と生産性を予測する「間伐生産性シミュレーター」と、この予測結果を基に、現場の作業経費及び素材収入を試算し、伐採現場の収支見込みを試算する「間伐収支フォーキャスター」の2つの部品プログラムを組み合わ

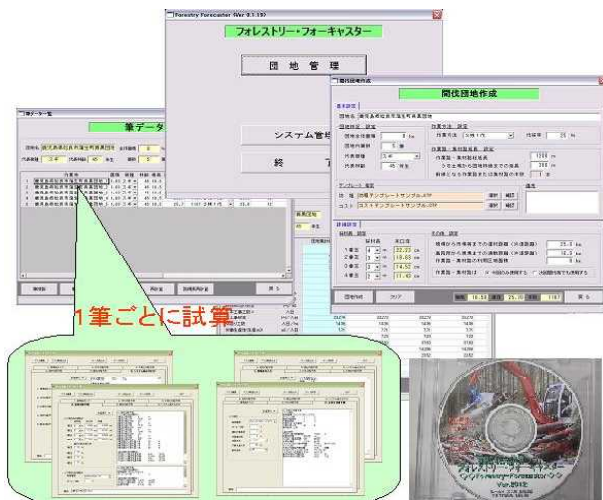


図5 フォレストリーフォーキャスター

せて間伐の収支を試算しており、今回、この両プログラムを広葉樹・リュウキュウマツ混交林の主伐の収支の試算用に改造し、奄美版の伐出収支試算ソフトを作成した。

2. 伐採後の土砂移動の動態

（1）調査地の概要

前述の魚骨状伐採地について、伐採後の土砂移動の動態の経年変化を調査した。魚骨状伐採は2010年1月に行われ、伐採後約5ヶ月経過後の2010年6月、隣接した伐採斜面と残存林帯斜面（共に傾斜32.8°の北西斜面）にプロットを設置した。

また、施業方法が異なる伐採地と比較するため、現場条件に近い鹿児島県大島郡宇検村の林道芦検線沿いに位置する（北緯28度18分27秒、東経129度16分22秒付近）、スタジイ林の皆伐跡地についても調査した。皆伐は2008年12月に行われ、伐採後約1年半経過後の2010年6月、隣接した伐採斜面と残存林帯斜面（共に傾斜28.8°の西斜面）にプロットを設置した。

なお、調査地に最も近い瀬戸内町古仁屋の測定開始年（2010年）の年平均気温は21.8℃、年降水量は2,819.5mm、最大日雨量は286.5mm、最大時間雨量は89.5mmである（気象庁HPより）。

（2）土砂移動調査の方法

土砂移動の動態は侵食ピン法により調査した。侵食ピンは、40cmに切断した塩化ビニール製（φ=13mm）のパイプを用い、パイプ上部から20cmの位置に赤色のビニールテープを2重巻きし、地表からテープが見えないようパイプ下部を正確に20cm埋設し、パイプの地表面の露出長を定期的に測定することで、地表面の侵食深または堆積厚の経年変化を把握した。微地形の影響が出ないように、プロットは平滑な単斜面に設定し、魚骨状伐採地には伐採区（伐採斜面）15本、対照区（残存林帯斜面）20本の侵食ピンを水平距離で5×10mの格子状に設置し（図6）、皆伐地には伐採区23本、対照区27本を水平距離で10×10mの格子状に設置した（図7）。

併せて、土砂移動に影響を与えると想定される、下層植生の被覆状況（図8、図9）と降水量の推移についても調査した。

被覆状況は、伐採区、対照区ともに、デジタルカメラ（Nikon製 COOLPIX 4）で定位置から定期的に撮影し、推移を調べた。

降水量は、鹿児島県土木部が管理している「鹿児島県土砂災害発生予測情報システム及び河川情報システム」の最寄りの観測点の雨量データを使用した。観測点は、

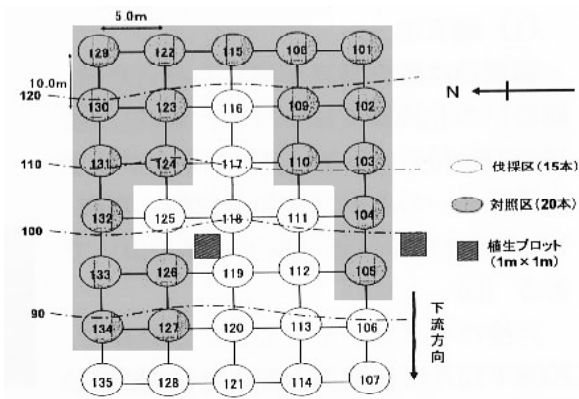


図6 魚骨状伐採地の侵食ピン配置図



図8 魚骨状伐採跡地の被覆状況（2010年6月）

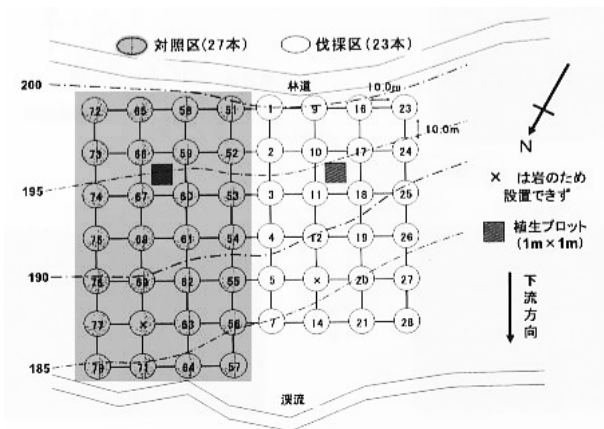


図7 群状伐採地の侵食ピン配置図



図9 皆伐跡地の被覆状況（2010年6月）

魚骨状伐採地については調査地から北西へ約3kmの宇検村湯湾、皆伐地については調査地から北北東へ約2kmの大和村今里である。

なお、観測、撮影等は、プロットを設定した翌月の2010年7月から2013年7月まで3年間行った。侵食ピンの定期測定の時期は6ヶ月おきとし、毎年2回（1月、7月）測定したが、観測開始後1年半は、月雨量との相関の有無を見るため、毎月1回測定した。

調査結果及び考察

1. 伐出収支試算ソフトの作成

魚骨状伐採と群状伐採の伐出にかかる作業システムの構成（作業工程と機械及び人員配置）を図10に示す。

魚骨状伐採での作業員配置は、先山に伐倒手兼荷掛け手2人、土場に集材機の操作手1人と造材手2人の計5人が基本構成で、造材手の1人は荷外し手を兼務し、もう1人はグラップルローダの操作手を兼務した。作業の

流れは、先山でチェーンソー伐倒後、架線により全木で（但し集材の支障となる大きな梢端や枝は適宜伐採）主索までの横取りと土場への集材を行い、土場でチェーンソー造材し、グラップルローダによりはい積みとトラックへの積み込みを行った。

一方、群状伐採での作業員配置は、先山に伐倒手兼荷掛け手1人、土場に集材機の操作手1人と造材手兼荷外し手1人の計3人が基本構成で、集材機の操作手はグラップルローダの操作手も兼務した。作業の流れは、先山でチェーンソー伐倒後、架線により全木で（但し集材の支障となる大きな梢端や枝は適宜伐採）土場への集材を行い、土場でチェーンソー造材し、グラップルローダによりはい積みとトラックへの積み込みを行った。

このように、魚骨状伐採の方が多くの人員配置を必要とするが、これは、索張り方式と架線長が異なるためである。簡易架線である群状伐採は、架線長が短く集材時の見通しが良いのに対し、本格架線である魚骨状伐採は、架線長が長いうえに横取りがあるため見通しが悪く、安全確認上、先山に2人以上を必要としていた。また、伐

作業工程(架線集材)			主索300m	主索100m
作業内容	使用機械	備考	5~6人作業	3~4人作業
① 伐採: チェンソー	先行伐倒		先山2~3人 伐倒手 2~3人	先山1~2人 伐倒手 1~2人
② 集材1: (横取り)	集材機	全木集材 (魚骨状等)	荷掛手 1人 補助員 1人	荷掛手 1人
③ 集材2: (搬出)	集材機	全木集材 (主索)	集材機 1人	集材機 1人
④ 造材: チェンソー	造材		造材手 1人 補助員 1人	造材手 1人
	バックホウ	土場整理・積込	バックホウ 1人	バックホウ 1人
			土場3人	土場2人

図10 魚骨状伐採と群状伐採の作業システム構成

区が広い本格架線では、集材機が常時稼働し操作手が機械を離れられないうえ、1回当たりの集材量が多く土場に材が貯まるため、造材と材整理を常時行う必要があり、それぞれの機械の操作手は兼任ができず、土場に3人以上を必要としていた。

次に、伐出作業にかかる労働生産性について、魚骨状伐採は5.8㎡/人日であり、群状伐採は5.0㎡/人日であった。架線の架設撤去等その他作業まで含めた労働生産性について、魚骨状伐採は3.2㎡/人日であり、群状伐採は3.0㎡/人日であった。

年間に伐採地が数件しかない奄美地域において、十分なサンプル数を確保するのは困難であるため、当センターの過去の奄美地域での工期調査結果と今回の伐出作業の労働生産性を比較することとした。平成13年に行われた、龍郷町でのリュウキュウマツ皆伐林分における工期調査（奄美産材利用推進調査事業 2002）によると、架線長180m、傾斜25°（下げ荷）、調査面積0.5haの大型集材機（索張りはエンドレスタイラー式）3人作業による全木集材現場の労働生産性は6.64㎡/人日であり、架線長65m、傾斜17°（下げ荷）、調査面積0.5haのスイングヤーダ（索張りは変形ハイリッド式）2人作業による全木集材現場の労働生産性は11.34㎡/人日であった。

以上の労働生産性を比較すると、皆伐（スイングヤーダ）＞皆伐（大型集材機）＞魚骨状伐採（大型集材機）＞群状伐採（小型集材機）の順に生産性が良いこととなる。なお、スイングヤーダについては、初期の導入経費が1台1,500万円程度かかり、導入に当たっては、減価償却が可能な年間事業量を確保するか、もしくは複数事業体での共同購入を検討する必要がある。

一方、伐出経費については、魚骨状伐採は5,115円/㎡であり、群状伐採は5,800円/㎡であった。奄美地域における伐出経費についても過去の調査事例があまりな

いが、過去の聞き取り調査によると、リュウキュウマツ・広葉樹混交林（マツの混交歩合が5～6割程度）の下げ荷の皆伐現場において、マツだけ伐出した場合（広葉樹は伐倒し林内放置）の伐出経費は8,000～9,000円/㎡との事である。今回の調査現場では広葉樹も利用しているため、単純に経費比較は行えないが、聞き取り事例について、仮に広葉樹まで伐出した場合、混交割合を考慮すると伐出経費は5,000～6,000円/㎡程度まで下がるものと思われる。よって、魚骨状伐採も群状伐採も、経費面で皆伐に比べて不利とは言えず、皆伐に変わる施業の選択肢としては十分有効ではないかと考えられる。

以上の調査結果を踏まえ、奄美版の伐出収支試算ソフトを作成した。伐出作業の作業効率と生産性を算出するプログラムの動作過程については、河野（2013）のとおりであるが、このシミュレーターの計算フローを、間伐に多い2段階集材型から、架線系の主伐作業システムに多い土場集約型に組み替える必要があった。そこで、前述の作業システムの構成の分析結果から、間伐における木寄せ（林内から集材路までの集材作業）を、架線集材の横取り（作業索で集材線上まで引き出す作業）に置き換え、搬出（集材路から土場までの集材作業）を、架線集材に置き換えてプログラムを再構成した。（図11）

更に、集材機械のデータベースに大型集材機（10ps以上）と小型集材機（10ps未満）を追加し、伐木、集材、造材の工程式のパラメーターをリュウキュウマツ・広葉樹に入れ替え、材積計算で用いる鹿児島県のスギ、ヒノキの収穫予測式（長濱 2003, 2006）を、大島地区仮想収穫表（2008）と整合を図りつつ、マツ立木幹材積式（2008）やシイ類再生林の収穫予測式（1992）に入れ替えた。細り計算に当たっては、樹種を問わずに利用可能な、井上・黒川（2001）による相対幹曲線式の推定方法を応用した。

なお、今回作成したソフトは、前述のとおり少ないサ

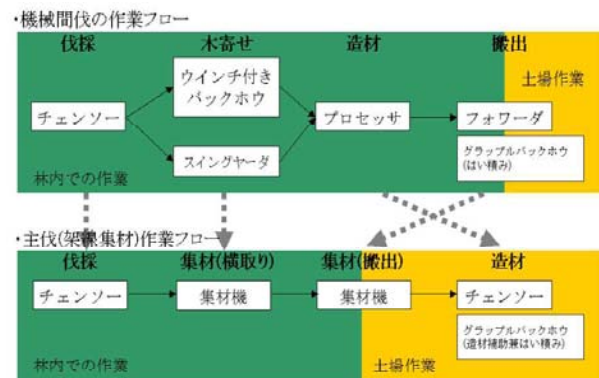


図11 間伐と主伐（架線）の作業フロー比較

ンプルで作成している事に加え、奄美地域での伐出工程や伐出経費に関する知見が少なく、現場検証が不十分であるため、今後、現場実証を重ねる必要がある。

2. 伐採後の土砂移動の動態

観測初年度の降水量と地表面の侵食深・堆積厚の推移について、図12、図13に示す。魚骨状伐採地、皆伐地共に降水量が多かった月もしくはその翌月に、侵食深・堆積厚の変動が大きくなる傾向は見られるものの、両者に明確な相関は見い出せなかった。

なお、2010年10月19日～21日にかけて集中豪雨があり、魚骨状伐採地は10月、皆伐地は11月の観測期間中に集中豪雨の期間が含まれている。この期間、奄美大島各地で災害が発生しているが、魚骨状伐採地では、最寄りの宇検村湯湾観測地で23mm/h、193mm/24hの降水量を観測し、隣接する林道新小勝線で土砂崩壊が発生しており、皆伐地では、大和村今里観測地で35mm/h、239mm/24hの降水量を観測し、隣接する林道芦検線で土砂崩壊が発生している。両試験地とも、この豪雨が明らかに土砂

の移動に影響しており、侵食深が年間のピーク値を記録している。

この時、魚骨状伐採地については、対照区より伐採区の方が侵食傾向にあり、伐採区の土砂移動が大きいものと考えられる（図12）。一方、皆伐地では、伐採区より対照区の方が侵食傾向にあり、対照区の土砂移動が大きいものと考えられる（図13）。

このように、両試験地の伐採区で異なる傾向が見られた要因の1つとして、下層植生の繁茂状況の違いが影響していると考えられる。Ohnuki（2002）の沖縄本島での調査では、伐採流域における土砂移動量は下層植生が斜面をほとんど被覆した際、急激に減少すると述べ、重森ら（2002）の奄美大島での調査では、下層木（1～3mの樹木）のない森林は、下層木のある森林より移動細土量（2mm以下の土砂）が統計的に有意に多いと述べている。

伐採が1年早かった皆伐地では、伐採区においてスタジイ、タブノキの萌芽やアカメガシワなどの下層植生が1.5m～3m程度まで回復し、残存林帯よりもむしろ伐

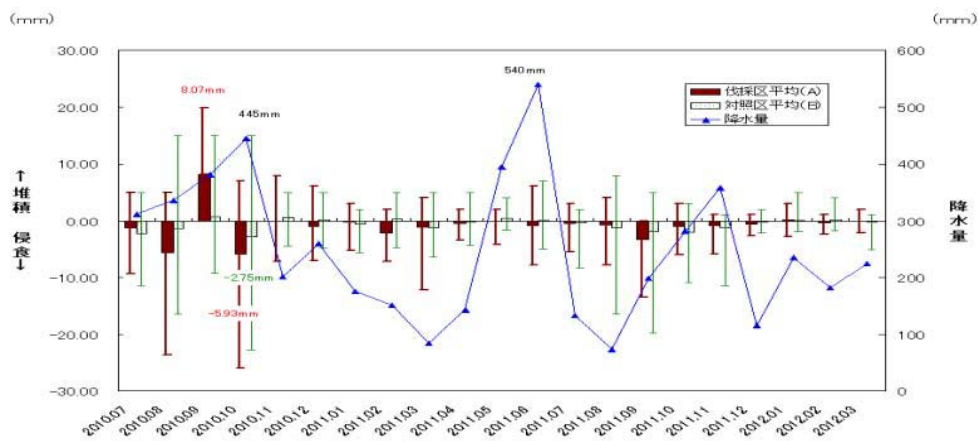


図12 魚骨状伐採地の侵食深・堆積厚の月推移

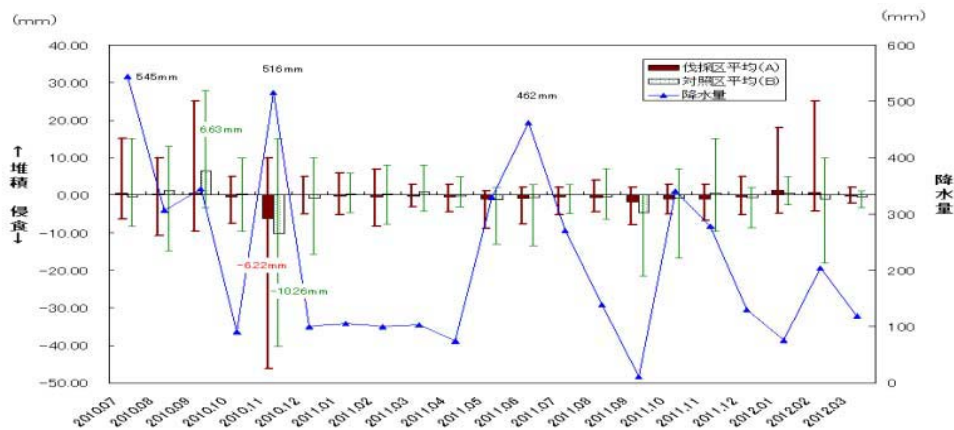


図13 皆伐地の侵食深・堆積厚の月推移



図14 皆伐跡地の被覆状況（2011年6月）



図15 魚骨状伐採跡地の被覆状況（2011年6月）

採面の方が地表面が全体的に被覆され（図14）、伐採区での豪雨による土砂移動が少なくなったと考えられる。

一方、伐採が1年遅かった魚骨状伐採地では、伐採区において斜面下部はアカメガシワ、カラスザンショウなどの下層植生が回復してきているものの、斜面上部・中部はタブノキ、コバンモチなどの萌芽は見られたが全体的に地表面を被覆するほど下層植生が十分に回復していなかったため（図15）、豪雨による雨滴の衝撃や表面侵食を十分に緩和できなかったものと考えられる。

次に、地表面の侵食深・堆積厚の経年変化について、図16、図17に示す。最終調査時の2013年7月での計測結果は、魚骨状伐採地では伐採区、対照区とも+6mm～-2mmの範囲であり土砂の移動が見られなかった。

一方、皆伐調査地では伐採区、対照区とも+10mm～-8mmの範囲で、魚骨状伐採地に比べ、若干ではあるが変動が大きく、また、侵食傾向のピン本数も多く、土砂の移動が見られた。なお、2103年1月に対象区で侵食深変動が大きく、また、侵食傾向のピン本数も多く、土砂

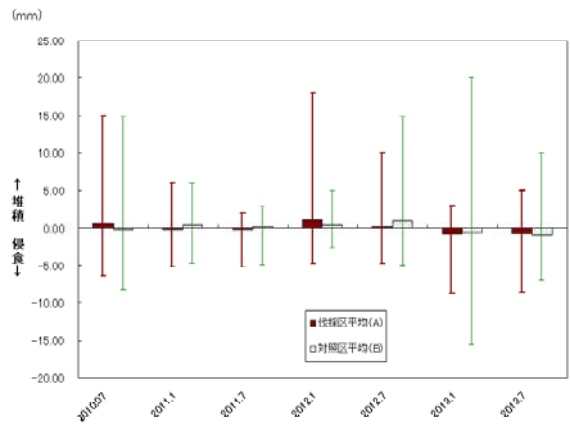


図16 魚骨状伐採地の侵食深・堆積厚の年推移

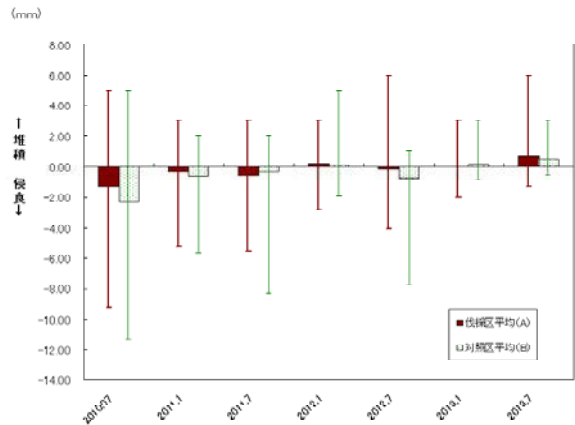


図17 皆伐地の侵食深・堆積厚の年推移

の移動が見られた。なお、2013年1月に対象区で侵食深・堆積厚ともに大きな変動が見られるが、これは、2012年10月に襲来した台風21号により、倒木が原因の微少な崩壊が起こり、土砂移動量が一時的に増加した影響である。

但し、両試験地共に調査開始直後からすると変動幅は小さくなり、侵食よりも堆積傾向のピン本数が増え、植生の回復と共に堆積量が増えているものと思われる。

前述のとおり、土砂の移動には下層植生の繁茂状況の違いが影響していると考えられる。魚骨状伐採地は、母樹林となり得る残存林帯が林内に均等に配置され、伐採面からの母樹林までの平均距離も近いことから、皆伐地に比べ天然更新の速度が早いものと予想できる。実際、2010年時点では、前述のとおり伐採が1年早い皆伐地の方が、植生の回復も早かったが、2013年時点では逆転し、魚骨状伐採地の方が被覆が著しく、侵食ピンの位置が視認できないほど樹高成長も著しい。参考として、2013年3月時点での魚骨状伐採地の植生調査結果を表1に示す

表1 魚骨状伐採地の植生調査結果（2013.3）

プロット形状 2m×2m=4m ²					
樹種	出現数 (本)	うち樹高 測定対象 (本)	最大高さ (m)	最小高さ (m)	平均高さ (m)
アカメガシワ	13	9	4.4	2.0	3.2
ウラジロエノキ	2	2	4.5	4.5	4.5
ノボタン	9	1	1.4	1.4	1.4
クサギ	4	1	1.0	1.0	1.0
その他	60	-	-	-	-
計 (ha当たり)	88 (220,000)	13 (32,500)			3.1

注1) 樹高については、1m以上のものを計測
 注2) その他は、実生でまだ測定できないもの等

が、このことから更新速度が極めて速く、伐採後3年しか経過していないにも関わらず、十分に成林している状況がうかがえる。

以上のことから、魚骨状伐採等による残存林帯の適当な配置は、天然更新の速度を早め、土砂の移動の早期抑制に有効であることが示唆される。

3. 奄美大島における小面積伐採のフロー

これまでに判明した小面積伐採の作業システムに関する知見や、伐採後の地表面の土砂移動の動態に関する知見を元に、行政や事業者等、奄美地域の林業関係者の意見も踏まえながら、奄美大島における小面積伐採手法の選択フローを作成した。(図18)

これは、残存林帯を配置すべき制限林等での伐採や、マツクイムシ被害の蔓延防除のためのリュウキュウマツ伐採において、伐採地の林分条件（伐採規模や伐採対象木の配置等）と、採算性と伐採後の自然環境に与える影響面（土砂の移動や更新速度）から、有効な小面積伐採手法を選択するためのフローである。

フローはまだ暫定版であり、今後の後継研究で判明する新たな知見等を加え、改良していく予定である。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、現地調査に御協力いただいた（有）名瀬林業を始めとする事業者の方々、試験地の設定に御協力いただいた鹿児島県大島支庁、宇検村、龍郷町、あまみ大島森林組合、ソフト開発に関して多大な貢献をいただいた富士通エフ・アイ・ピー（株）鹿児島

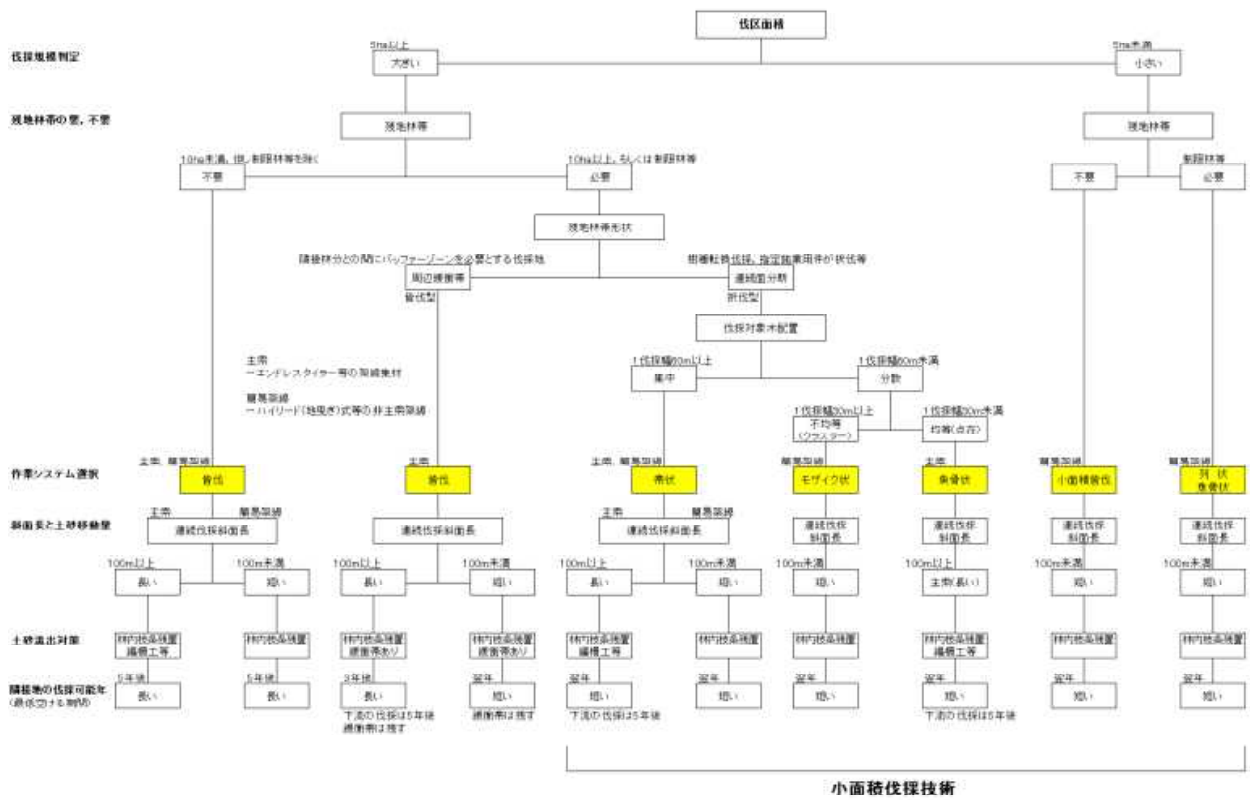


図18 奄美地域における小面積伐採手法の選択フロー

島支店，以上の団体に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 井上昭夫・黒川泰亨（2001）日林誌 83：1-4.
岩智洋・迫田正和・河野雄一（2011）九州森林研究 64
：92-94
Ohnuki, Y（2002）Jpn. J. For. Environment 44：1-10.
鹿児島県立木幹材積表・林分収穫表（2008）鹿児島県
河野雄一（2013）鹿児島県林試研報 16：1-10.
重森宙一・税所博信・岩元高治・下園寿秋（2002）平成
8年度～平成12年度亜熱帯林業研究委託事業報告書〔亜
熱帯森林資源の管理方式に関する研究〕：25-78
長濱孝行（2003）鹿児島県林試研報 8：1-11.
長濱孝行（2006）鹿児島県林試研報 9：7-25.
複層林等資源予測作成調査報告書 鹿児島県地方シイ育
成天然林資源予測表（1992）鹿児島県
平成14年度奄美産材利用推進調査事業 生産・加工実態
調査報告書別添資料（2002）鹿児島県

資料

マルチキャビティコンテナによる苗木生産技術の確立

宮里 学
森林環境部

はじめに

マルチキャビティコンテナ（以下「コンテナ」）で生産した苗木（以下「コンテナ苗」）は、ポット苗の一種で育苗に使用した培地が着いた状態で植栽することから、活着がよく植栽時期を選ばない。また、従来のポット苗よりも小型軽量であることから、造林作業の低コスト化を図るうえで有効な資材として期待されている。

コンテナ苗の生産技術は、独立行政法人森林総合研究所が作成したコンテナ苗育苗・植栽マニュアル（林野庁2009）があるが、造林用苗木は地域で使用する樹種・品種が異なることから、それぞれの特性に応じた生産手法の提示が求められている。特に、スギ苗については全国では実生による生産が主流であるが、九州ではさし木による生産が主流であり、さし付け時期の適期など不明な点が多い。各地域の生産者は使用する培地や管理方法等をそれぞれ検討している。

そこで、本研究では本県の気候及び苗木の品種特性にあったコンテナ苗生産手法を提示するため、培地とさし付け時期の違いによる成長比較試験を実施した。

調査方法

本県の主要造林樹種であるスギさし木苗生産を調査対象とし、育苗作業の省力化を図るためコンテナに詰めた培地にさし穂を直接さし付け、苗の生育を比較した。

試験には、九州でスギ苗生産に使用されている300ccのコンテナを使用し、培地はココナツハスクまたはピートモスを主体とする3種類を使用した（表1）。

さし穂は、発根及び成長ともに良好で県内で苗木が多く生産されているスギ精英樹県始良3号の採穂台木から採取した穂を使用した。

表1 培地の配合割合

種類	配合割合
培地A	ココナツハスク 80%、もみ殻 20%、もみ殻炭 3%
培地B	ココナツハスク 50%、赤土 50%
培地C	ピートモス 50%、赤土 25%、ボラ土 25%

さし付け時期については、スギさし木苗生産においてさし付けの適期とされる秋から春にかけて、毎月培地毎にコンテナを4個作成し、毎月12個のコンテナに288本をさし付けた。この作業を平成23年10月から平成24年3月まで6ヶ月実施し、1,728本をさし付け、合計72個のコンテナを作成した。作成したコンテナはガラス温室の中で育苗し、水分管理については1日2回（10時と15時）10分間の散水を行った。なお、培地及びさし付け時期別の成育状況を比較するため、肥培管理は行わなかった。

育苗したコンテナは、全体の半数36個をさし付けから1成長期（1年～1年5ヶ月）が経過した時点で、残りを2成長期（2年～2年5ヶ月）が経過して時点で苗木を取り出し、発根状況と重量等を測定した。

結果と考察

1成長期が経過した時点の発根率を表2、2成長期が経過した時点の発根率を表3に示す。培地Bと培地Cはいずれも平均95%以上で、どの時期でも発根は良好であった。これに比べ培地Aの発根率は他の培地よりも低く、さし付け時期による変動が大きい。この原因としては、比較的気温の高い時期の発根率が悪いことから、水分管理に問題があったのではないかと考えられる。また、培地Aについてはコンテナから苗木を引き抜く際、根鉢形成が不十分で培地が型崩れする個体が多かった（表4）。なお、培地Bと培地Cはココナツハスクよりも粘性が高い赤土を主原料としているため、型崩れが少なかったと考えられる。

コンテナ苗は造林時の運搬コスト低減を図るため、より軽量なものが求められている。そこで、コンテナ苗の重量を測定した。苗木をコンテナから引き抜いた後、培地の型崩れが無い個体の数量を調査し、さし付け本数に対しコンテナ苗として健全な苗の本数割合を健全率として表5に示した。軽量なココナツハスクを主原料

としている培地Aが苗木1本あたり144.4gと最も軽く、今回試験に使用した培地原料の中で重量が最も重い赤土を使用した培地Bと培地Cは、苗木1本あたり218.2gと211.5gで、培地Aの約1.5倍であった。

今回の試験で、ココナツハスクを主体とした培地Aは苗木の重量面では有利であるが、10分間の散水を1日2回実施する管理方法では、さし付け時期により発根率が大きく変動し、管理方法に改善が必要であることが判明した。また、培地Aは根鉢の形状を維持するには、コンテナ内で十分に根を発達させる必要があることから、肥培管理も必要であると考えられる。

一方、赤土を主体としている培地は、さし付け時期により発根率の変動が小さく、育苗面では培地Aよりも容易であるが、苗木1本あたりの重量が重く、軽量化に向けて赤土の配合割合変更やパーライト等より軽量な材料の利用を検討する必要がある。

引用文献

林野庁(2009)平成20年度低コスト新育苗・造林技術開発事業報告書 資料

表2 1成長期(1年～1年5ヶ月)経過した時点の発根率

単位：%

さし付け時期	H23/10月	11月	12月	H24/1月	2月	3月	平均
培地A	45.9	54.2	75.0	95.8	97.9	81.3	75.0
培地B	100.0	97.9	77.1	100.0	100.0	97.9	95.5
培地C	100.0	97.9	97.9	100.0	100.0	100.0	99.3

表3 2成長期(2年～2年5ヶ月)経過した時点の発根率

単位：%

さし付け時期	H23/10月	11月	12月	H24/1月	2月	3月	平均
培地A	66.7	88.4	75.0	97.9	97.9	91.7	86.3
培地B	95.8	100.0	97.2	100.0	100.0	100.0	98.8
培地C	95.9	100.0	95.8	100.0	100.0	100.0	98.6

表4 2成長期(2年～2年5ヶ月)経過した時点の健全率

単位：%

さし付け時期	H23/10月	11月	12月	H24/1月	2月	3月	平均
培地A	62.5	66.7	45.8	83.4	27.1	56.3	56.9
培地B	95.8	95.8	82.0	95.8	87.5	100.0	92.8
培地C	95.9	97.9	90.0	97.9	93.8	89.6	94.1

注) 健全率：培地の型崩れが無くコンテナ苗として出荷できる割合

表5 2成長期(2年～2年5ヶ月)経過した時点の苗木重量

単位：g

さし付け時期	H23/10月	11月	12月	H24/1月	2月	3月	平均
培地A	160.2	150.3	141.5	139.4	146.0	129.4	144.4
培地B	231.3	218.7	216.0	217.4	217.2	212.9	218.2
培地C	251.8	251.2	195.8	185.4	197.7	187.1	211.5

資料

スギ樹脂成分のマススペクトルデータ集（Ver. 1）

森田慎一

普及指導部

はじめに

本資料は、筆者がこれまで行ってきた、ヤクスギを始めとする様々なスギ試料から得た樹脂成分の、ガスクロマトグラフィー質量分析（以下GC/MS）の結果¹⁾を基に、含有成分のデータベース化を試みたものである。

ここでいう樹脂成分とは、水蒸気蒸留で得られる精油や、ヘキサン等の非極性～微極性溶剤による抽出物、並びに滲出樹脂など、水に溶けにくい成分で、かつ直接ガスクロマトグラフによる分析が可能であるものの総称で、その多くはテルペノイドと呼ばれるグループに属する成分である。

これまでの分析（未発表データを含む）では、全部で370余りのピークが検出されているが、もとよりすべてのピークが特定の成分に帰属されたわけではなく、未同定のものの方が多数である。また、スギの様々な部位に含まれる成分として過去に報告があるものの、これまでの筆者の分析では見つかっていない、もしくはピークを帰属できていないものも少なからずある。

このような未完成の段階ではあるが、スギの樹脂成分の分析、同定を簡便に行うための資料として用いるとともに、未同定のピークに関する情報を寄せていただくことにも期待して、データ集として公開することとした。

データベースの構成

スギから得られた様々な試料のGC/MS分析によって検出された個々のピークは、分析方法の項で記載した条件で分析した場合の、クロマトグラム上の保持時間（以下RT）順に並べ、全体での通し番号を付した。また、既に論文等で発表している番号を「成分番号」として並列して記載した。今後新たなピークが検出された場合には、通し番号は変化するが、成分番号は枝番により区分して表示し、現在の番号が変わらないようにしたい。

文献や標品とのRT及びマススペクトルの一致によって同定された成分には、物質名と化学構造式を記載し、未同定ものは3桁の通し番号を括弧とともに添え

unidentified (***) とした。

さらに、RTから下式1により計算される、Kovats' s Index (KI) の実測値及び文献値²⁾を記載するとともに、ピークが検出された試料の部位等も記載した。

$$KI=100Z+100\times\frac{\log RT(x)-\log RT(P_z)}{\log RT(P_{z+1})-\log RT(P_z)} \dots (式1)$$

式1で、xはクロマトグラム上のある特定のピーク（成分）、 P_z は炭素数Zのノルマルパラフィンを表し、 $RT(P_z) \leq RT(x) \leq RT(P_{z+1})$ であるものとする。今回は、炭素数が9から30までのノルマルパラフィンを用いて $RT(P_z)$ を実測した。

また、これまでスギから検出された報告があるテルペノイド成分³⁻⁴⁾のうち、筆者のこれまでの分析では確認できなかった成分の情報を、参考として末尾にまとめて示した。

分析方法

GC/MS装置は島津製作所QP-2010を使用し、分析条件はAdams²⁾の文献を参考に、次のとおりとした。

ガスクロマトグラフ分析条件

カラム：J&W DB-5（内径0.25mm×長さ30m,
コーティング厚0.25 μm）

分析温度：60-246℃（昇温速度3℃/min）

注入温度：220℃

キャリアガス：He

流量：1.02mL/min（線速度36.8cm/sec）

スプリット比：1：20

カラムヘッド圧：59.0kPa

質量分析条件

イオン化方式：EI

イオン化電圧：70eV

イオン源温度：260℃

測定質量範囲：m/z 40～400

スキャン速度：769 u/sec（インターバル0.5sec）

結果及び考察

これまでに行ったGC/MSによるスギ成分の分析結果を検討し、372のピークをデータベースとしてまとめた。うち246のピークは未だ成分の特定に至っていないが、既存の文献とのマススペクトルの類似などから、候補と考えられる成分がある場合については、その成分名と化学構造式を付した。

また、掲載してあるマススペクトルの中には、分離が不十分なため、混合物の状態で測定されているものも含まれていると考えられる。

データベース最後のピーク（通し番号372）である β -sitosterolは、標品とのRT及びマススペクトルの一致により同定したが、KIの実測に用いた最も大きな炭素数のノルマルパラフィンである n -triacontaneよりもRTが大きく、KIの算出ができなかった。また、直前のピーク（通し番号371）とのRT差が28分以上と大きかったため、成分番号としては番外とした。なお、測定質量範囲を m/z 400までとしたことから、 β -sitosterolの分子イオンに基づく m/z 414は、掲載したマススペクトルには現れていない。

参考部分を含めたデータ集に掲載した成分の中には、スギ独特の芳香のもととなる香气成分のほか、抗菌性や殺蟻性などの生物活性や、有害物質等の吸着作用など様々な機能を持つことが知られている物質が少なくない。一方、こうした成分は、品種や生育環境によって含有量や成分組成に変化があり、病気や風害など外部からの刺激によって特定の成分が増加するなどの現象も報告されている¹⁵⁾。また、自動酸化¹⁶⁾や乾燥時の熱による成分の変化¹⁷⁾なども知られている。今回、このような成分ごとの有用性や特質の一部についてはデータベース中にも記載したが、多くの活性等の報告を網羅するまでには至らなかった。今後改定する場合は、できるだけ多くのこうした情報も含められるよう検討したい。

謝 辞

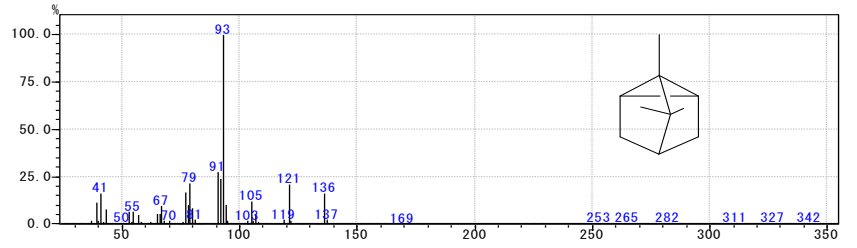
テルペノイド成分の分析に用いたGC/MSは、鹿児島県工業技術センターの設備を使用させていただいた。使用にあたって様々なアドバイスをいただいた安藤浩毅、小幡透両博士に感謝します。

引用文献

- 1) 例えば、森田慎一：木材学会誌**57**(3), 169-177 (2011).
- 2) Adams, R. P. : "Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (4th edition) ", Allured Publishing Corp., Carol Stream, 2007.
- 3) 今村博之ほか編：「木材利用の科学」(1983), 共立出版, 東京, p390.
- 4) 長濱静男ら：木材学会誌**42**(11), 1121-1126 (1996).
- 5) 長濱静男ら：木材学会誌**42**(11), 1127-1133 (1996).
- 6) 長濱静男ら：木材学会誌**44**(4), 282-286 (1998).
- 7) 長濱静男, 岩岡達矢, 芦谷竜矢：木材学会誌**46**(3), 225-230 (2000).
- 8) Nagahama, S., Sanetika, T., Tazaki, M. : *J. Wood Sci.* **47**(1), 73-75 (2001).
- 9) 長濱静男ら：木材学会誌**47**(6), 487-492 (2001).
- 10) 長濱静男ら：木材学会誌**48**(5), 380-386 (2002).
- 11) Nagahama, S *et al.* : *Phytochemistry* **33** (4), 879-882 (1993).
- 12) 成田廣枝：“埋木の特性—有機地球素材への展望—”, 八十一出版, 東京, 2006, pp. 18-20, 27-38.
- 13) 在原重信ら：木材学会誌**50**(6), 413-421 (2004).
- 14) Wang, SY. *et al.* : *J. Wood Sci.* **52**(6), 522-526 (2006).
- 15) 例えば、森田慎一, 第58回日本木材学会大会発表要旨集(つくば), 699-700(2008).
- 16) Ashitani, T., Nagahama, S. : *Nat. Prod. Lett.* **13**(3). 163-167(1999).
- 17) Matsushita, Y. *et al.* : *J. Wood Sci.* **54** (6), 476-482 (2008).

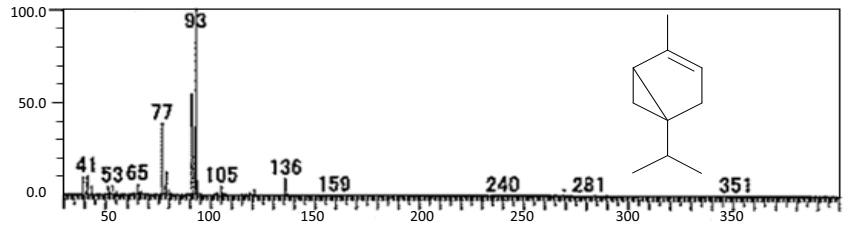
1 1 物質名: tricyclene

保持時間(RT): 5.27
 KI: 927 (文献値926)
 検出部位: 滲出樹脂



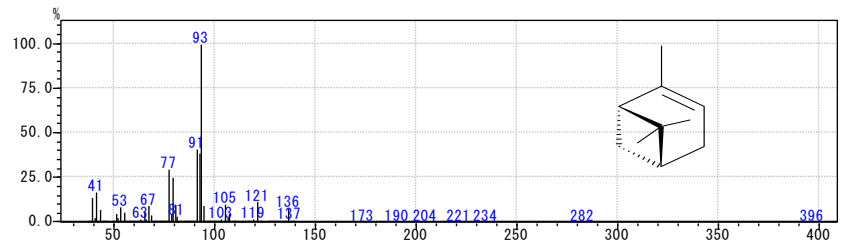
2 1-2 物質名: α -thujene

保持時間(RT): 5.35
 KI: 930 (文献値930)
 検出部位: 球果



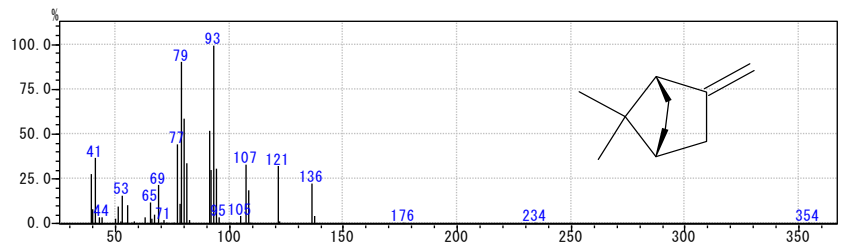
3 2 物質名: α -pinene

保持時間(RT): 5.53-5.54
 KI: 938 (文献値939)
 検出部位: 滲出樹脂



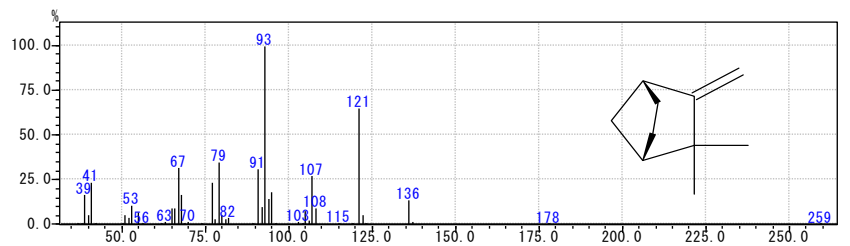
4 3 物質名: α -fenchene

保持時間(RT): 5.83-5.87
 KI: 950-951 (文献値952)
 検出部位: 滲出樹脂



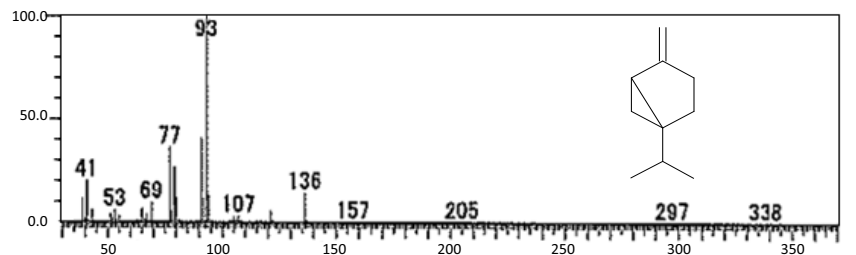
5 4 物質名: camphene

保持時間(RT): 5.88-5.93
 KI: 951-953 (文献値954)
 検出部位: 滲出樹脂

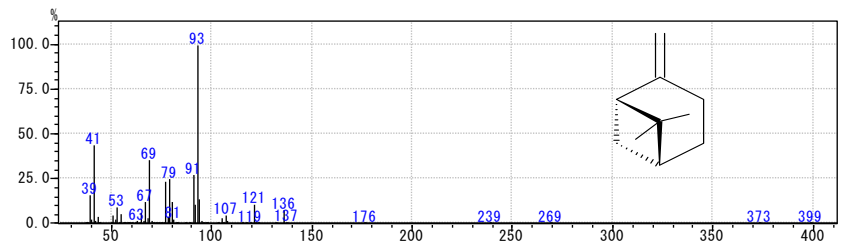


6 5 物質名: sabinene

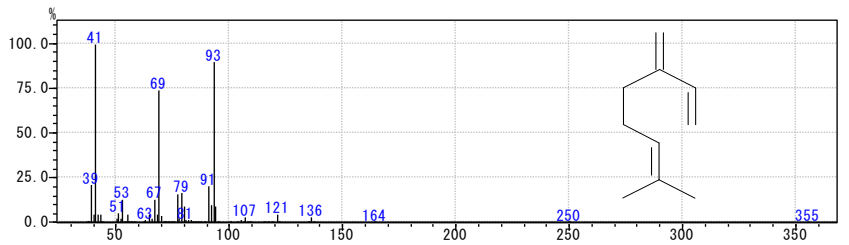
保持時間(RT): 6.59
 KI: 977 (文献値975)
 検出部位: 球果



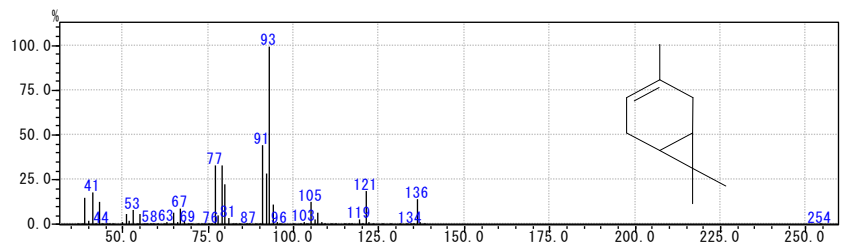
7 6 物質名: β -pinene
 保持時間(RT): 6.68—6.70
 KI: 980—981 (文献値979)
 検出部位: 滲出樹脂



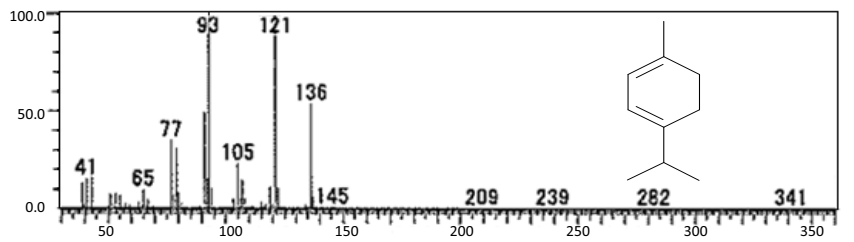
8 7 物質名: myrcene
 保持時間(RT): 7.05—7.06
 KI: 992 (文献値990)
 検出部位: 滲出樹脂



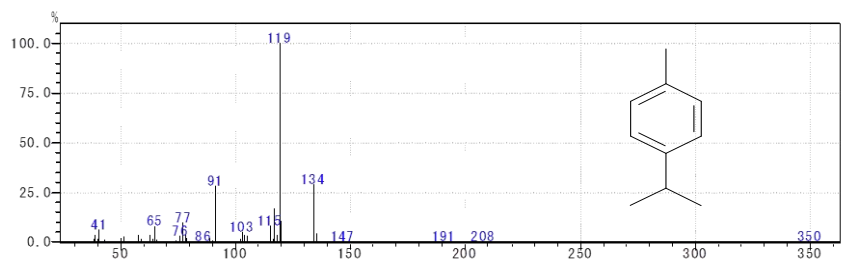
9 8 物質名: δ -3-carene
 保持時間(RT): 7.70—7.71
 KI: 1013 (文献値1011)
 検出部位: 滲出樹脂



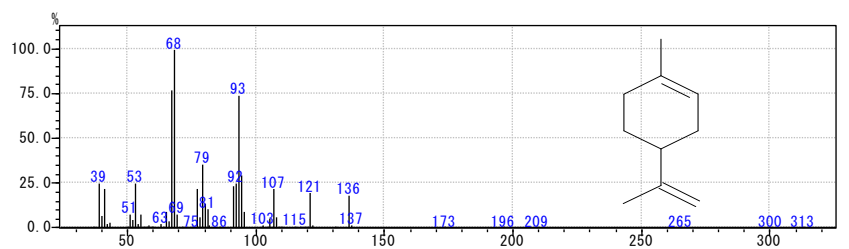
10 8-2 物質名: α -terpinene
 保持時間(RT): 7.91
 KI: 1020 (文献値1017)
 検出部位: 球果



11 9 物質名: *para*-cymene
 保持時間(RT): 8.14—8.17
 KI: 1027—2028 (文献値1024)
 検出部位: 滲出樹脂, 球果

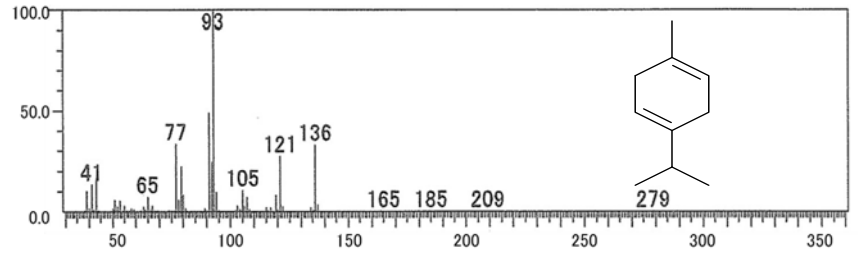


12 10 物質名: limonene
 保持時間(RT): 8.30—8.31
 KI: 1032 (文献値1029)
 検出部位: 滲出樹脂



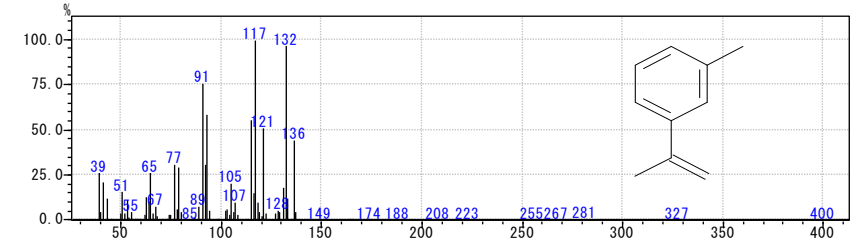
13 10-2 物質名: γ -terpinene

保持時間(RT): 9.38
KI: 1062 (文献値1059)
検出部位: 球果



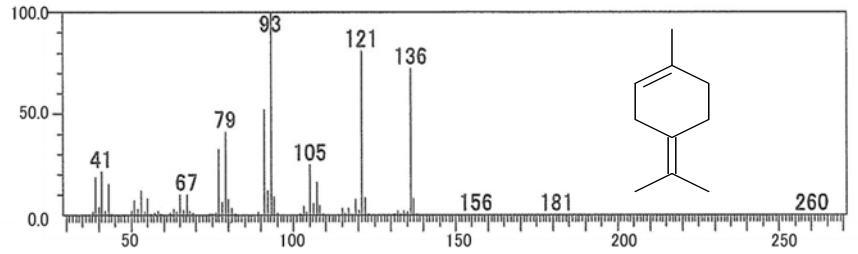
14 10-3 物質名: *meta*-cymene
(mixture?)

保持時間(RT): 10.49
KI: 1090 (文献値1088)
検出部位: 滲出樹脂



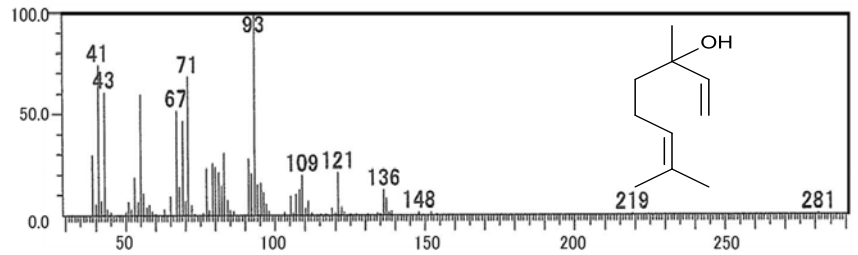
15 10-4 物質名: terpinolene

保持時間(RT): 10.50
KI: 1090 (文献値1088)
検出部位: 球果



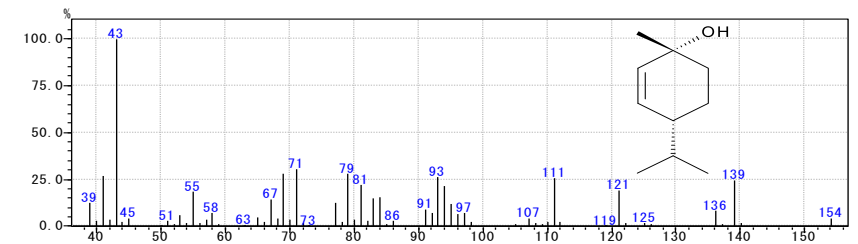
16 11 物質名: linalool
(mixture?)

保持時間(RT): 10.92
KI: 1100 (文献値1096)
検出部位: 球果



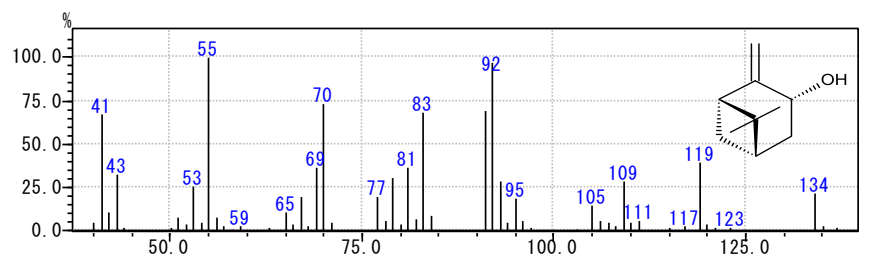
17 11-2 物質名: *cis*-*para*-menth-2-en-1-ol

保持時間(RT): 11.71-11.72
KI: 1122 (文献値1121)
検出部位: 球果, 葉



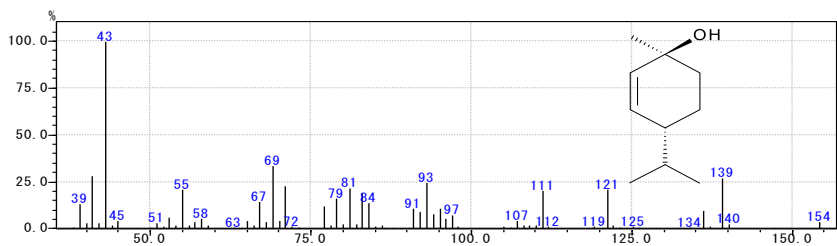
18 11-3 物質名: *trans*-pinocarveol

保持時間(RT): 12.45
KI: 1140 (文献値1139)
検出部位: 球果, 葉, 滲出樹脂



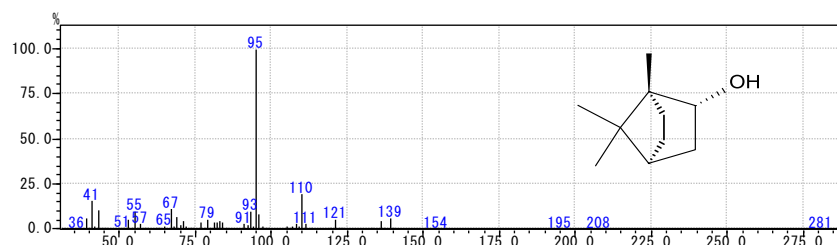
19 11-4 物質名: *trans-para*-menth-2-en-1-ol

保持時間(RT): 12.45
KI: 1141 (文献値1140)
検出部位: 球果, 葉



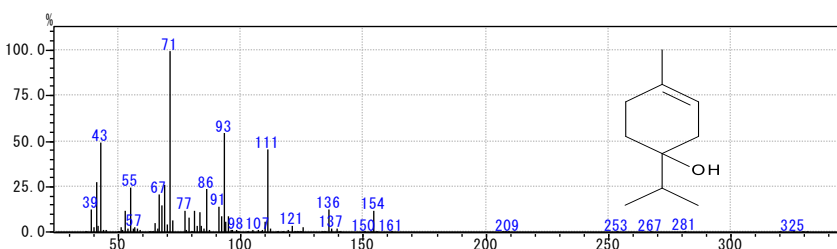
20 12 物質名: borneol

保持時間(RT): 13.57-13.63
KI: 1167-1168 (文献値1169)
検出部位: 滲出樹脂, 球果



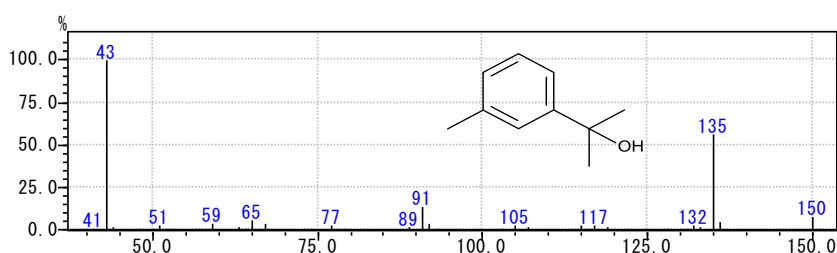
21 13 物質名: terpinen-4-ol

保持時間(RT): 14.14-14.15
KI: 1180 (文献値1177)
検出部位: 滲出樹脂, 球果, 葉



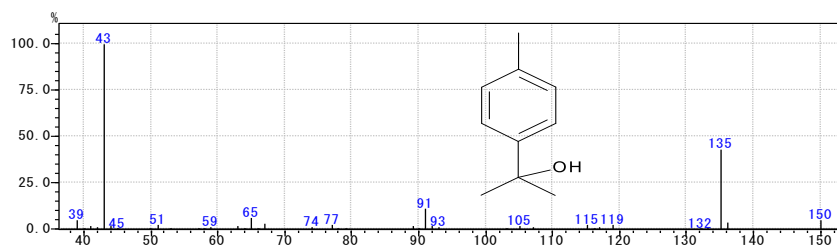
22 13-2 物質名: *meta*-cymen-8-ol

保持時間(RT): 14.33
KI: 1184 (文献値1179)
検出部位: 球果, 滲出樹脂



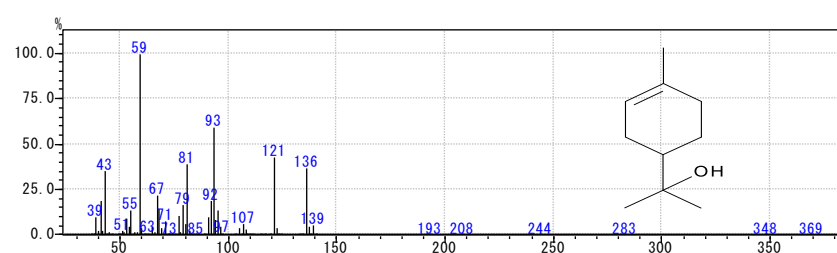
23 13-3 物質名: *para*-cymen-8-ol

保持時間(RT): 14.47
KI: 1187 (文献値1182)
検出部位: 球果, 滲出樹脂



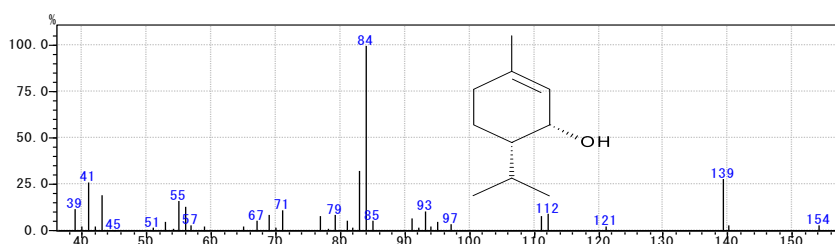
24 14 物質名: α -terpineol

保持時間(RT): 14.71-14.72
KI: 1192 (文献値1188)
検出部位: 滲出樹脂, 球果, 葉



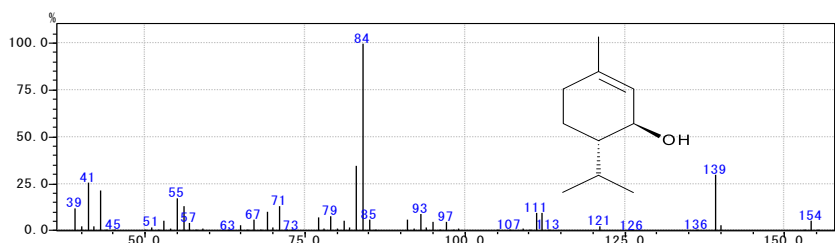
25 14-2 物質名: *cis*-piperitol

保持時間(RT): 14.93
KI: 1197 (文献値1196)
検出部位: 球果, 葉



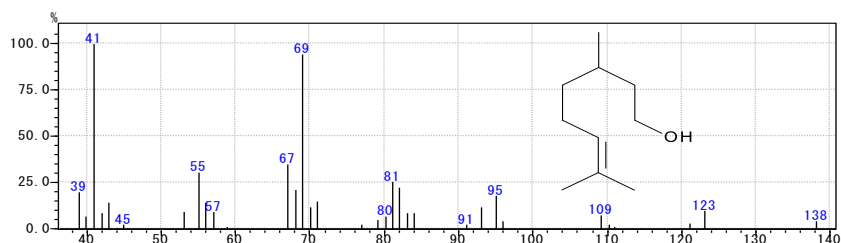
26 14-3 物質名: *trans*-piperitol

保持時間(RT): 15.44-15.45
KI: 1209 (文献値1208)
検出部位: 球果, 葉



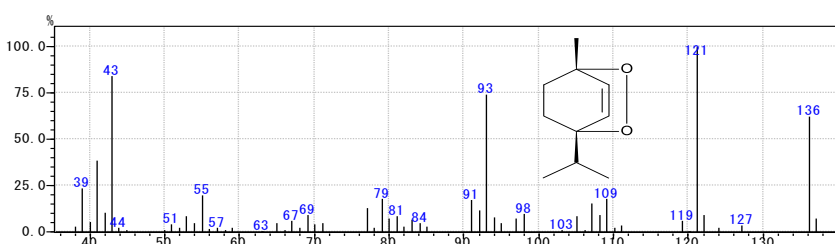
27 14-4 物質名: citronellol

保持時間(RT): 16.33-16.37
KI: 1231-1232 (文献値1225)
検出部位: 球果, 葉



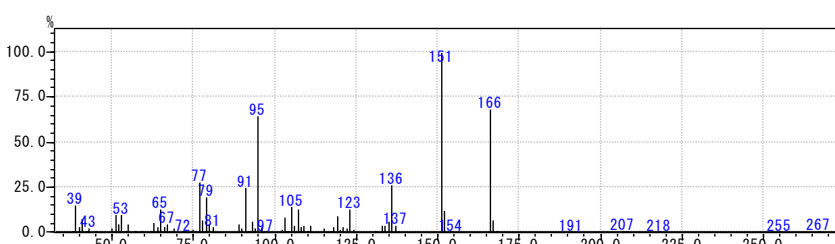
28 14-5 物質名: ascaridole

保持時間(RT): 16.78
KI: 1241 (文献値1237)
検出部位: 球果



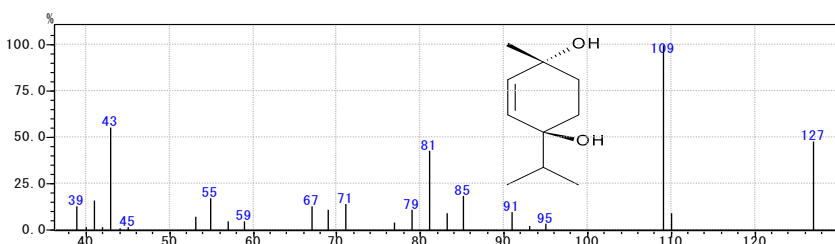
29 15 物質名: unidentified(001)

保持時間(RT): 18.01
KI: 1269 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



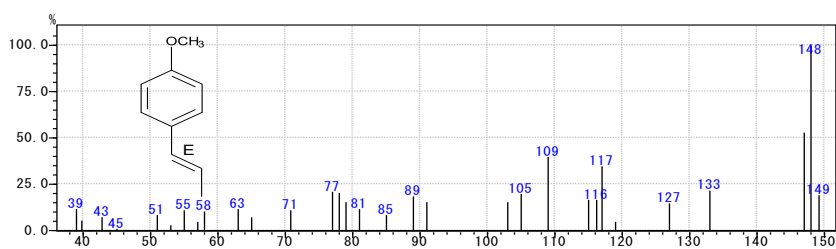
30 15-2 物質名: *trans*-ascaridol glycol

保持時間(RT): 18.11-18.12
KI: 1271 (文献値1269)
検出部位: 球果



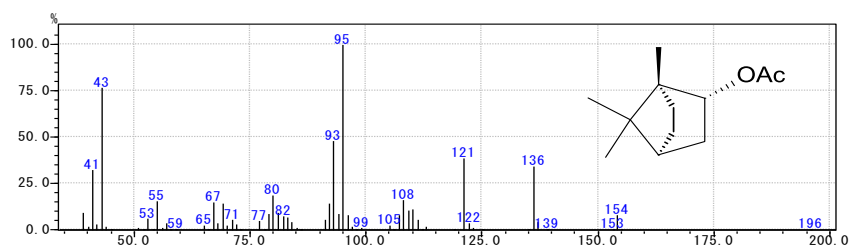
31 15-3 物質名:(E)-anethole

保持時間(RT): 18.81
KI: 1286 (文献値1284)
検出部位: 球果



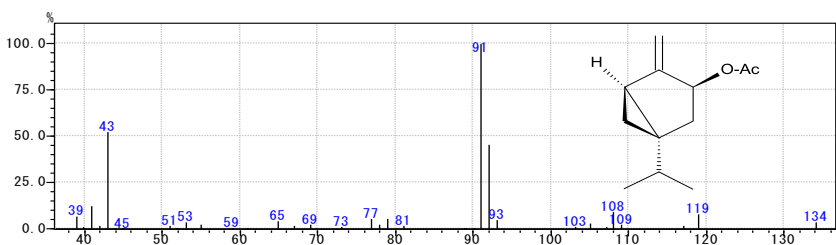
32 16 物質名: bornyl acetate

保持時間(RT): 18.83-18.89
KI: 1287-1288 (文献値1288)
検出部位: 滲出樹脂, 球果, 葉



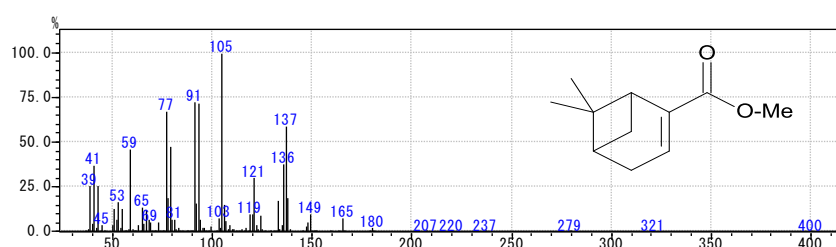
33 16-2 物質名: trans-sabinyl acetate

保持時間(RT): 19.17
KI: 1294 (文献値1290)
検出部位: 葉, 球果



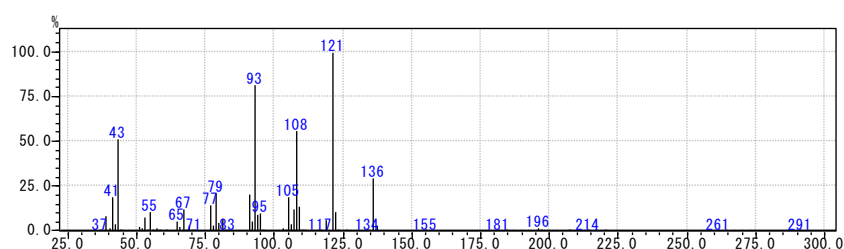
34 17 物質名: methyl myrtenate

保持時間(RT): 19.31
KI: 1296 (文献値1294)
検出部位: 滲出樹脂



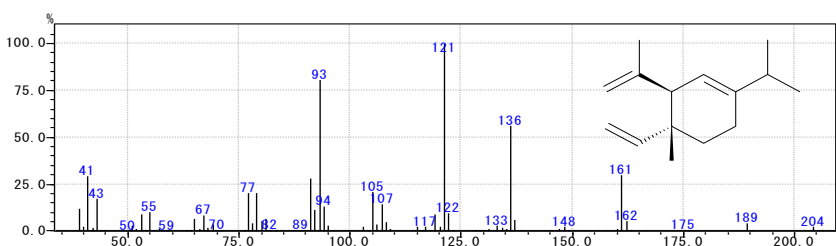
35 18 物質名: unidentified(002)
(=18-2?)

保持時間(RT): 21.03
KI: 1338 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂

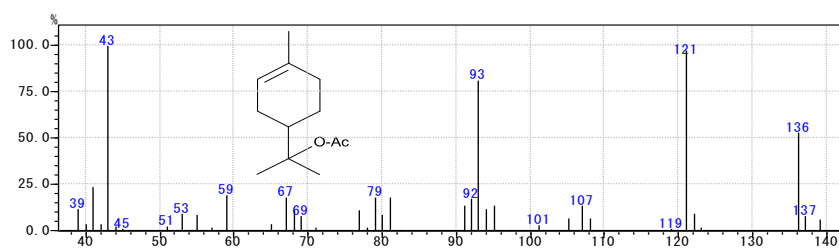


36 18-2 物質名: δ-elemene

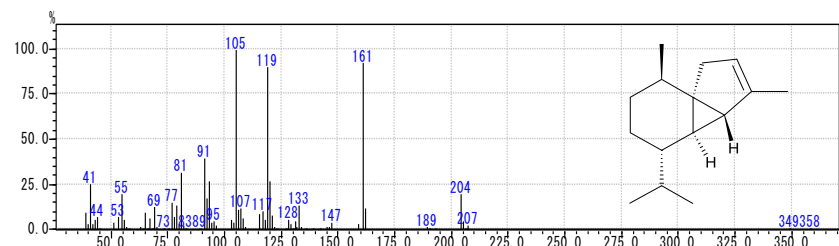
保持時間(RT): 21.16
KI: 1341 (文献値1338)
検出部位: 材精油



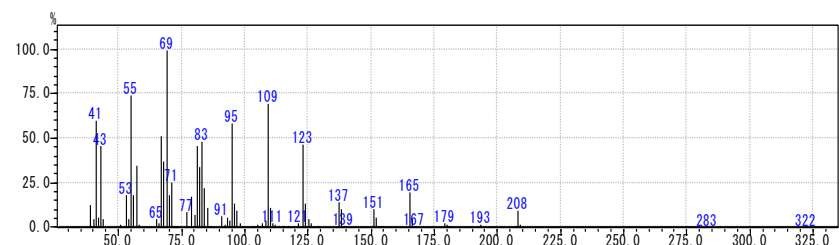
37 19 物質名: α -terpinyl acetate
 保持時間(RT): 21.62–21.68
 KI: 1351–1353 (文献値1349)
 検出部位: 滲出樹脂, 球果, 葉



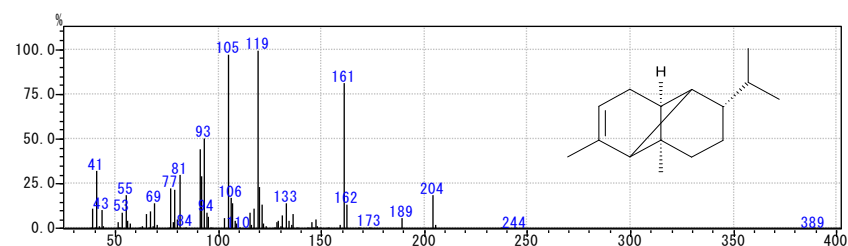
38 20 物質名: α -cubebene
 保持時間(RT): 21.68–21.69
 KI: 1353 (文献値1351)
 検出部位: 心材



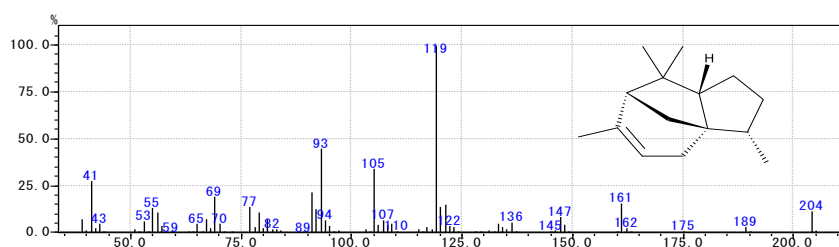
39 21 物質名: unidentified(003)
 保持時間(RT): 22.05–22.06
 KI: 1361 (文献値-)
 検出部位: 腐朽材, 材精油



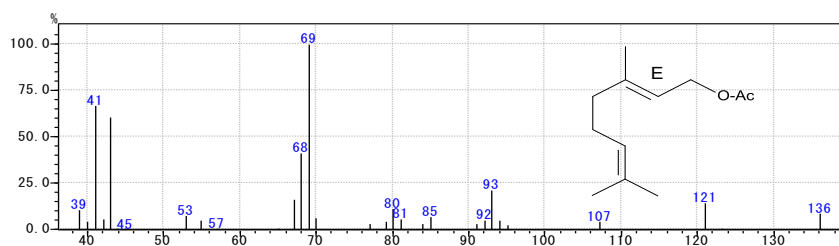
40 22 物質名: α -copaene
 保持時間(RT): 22.81–22.87
 KI: 1378–1379 (文献値1376)
 検出部位: 滲出樹脂, 心材, 材精油



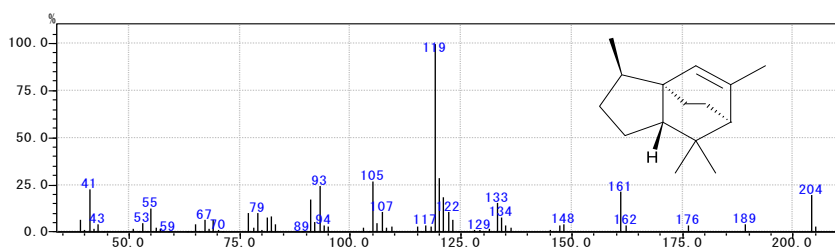
41 22-2 物質名: unidentified(004)
 候補: 2-*epi*- α -funebrene (KI: 1382)
 保持時間(RT): 23.00
 KI: 1382 (文献値一)
 検出部位: 材精油



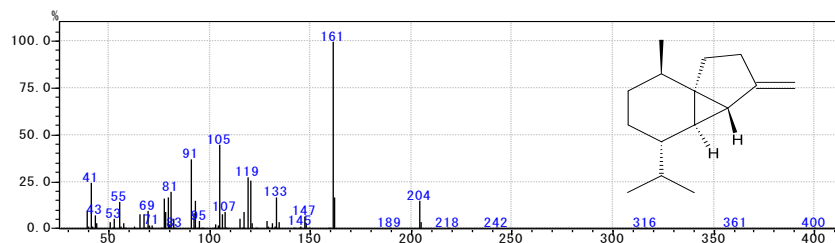
42 22-3 物質名: geranyl acetate
 保持時間(RT): 23.09
 KI: 1384 (文献値1381)
 検出部位: 葉



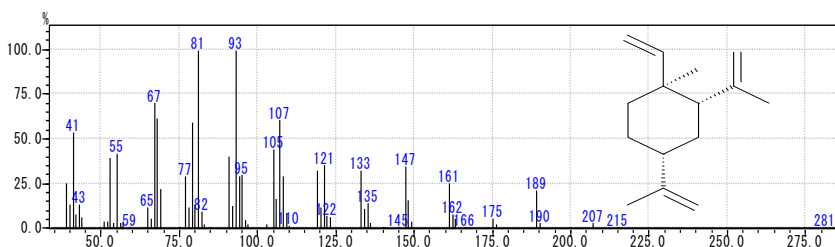
43 22-4 物質名: unidentified(005)
候補: α -duprezianene (KI: 1388)
保持時間(RT): 23.22
KI: 1387 (文献値-)
検出部位: 材精油



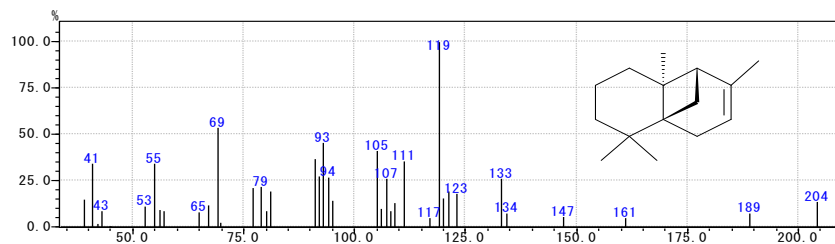
44 23 物質名: β -cubebene
保持時間(RT): 23.46
KI: 1392 (文献値1388)
検出部位: 心材



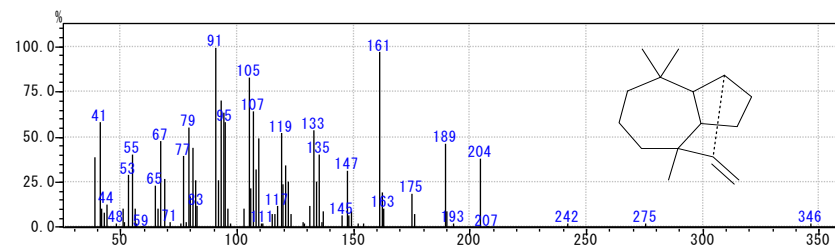
45 24 物質名: β -elemene
保持時間(RT): 23.51-23.55
KI: 1393-1394 (文献値1390)
検出部位: 心材, 材精油, 球果



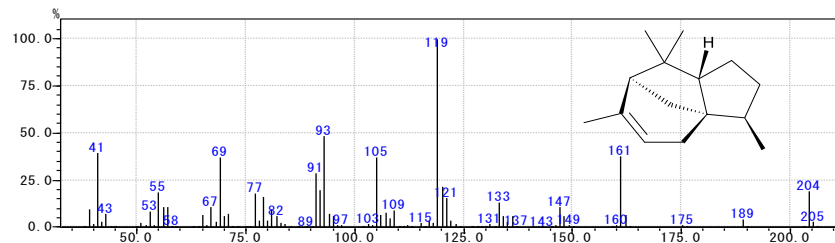
46 24-2 物質名: α -chamipinene
保持時間(RT): 23.72
KI: 1397 (文献値1396)
検出部位: 球果

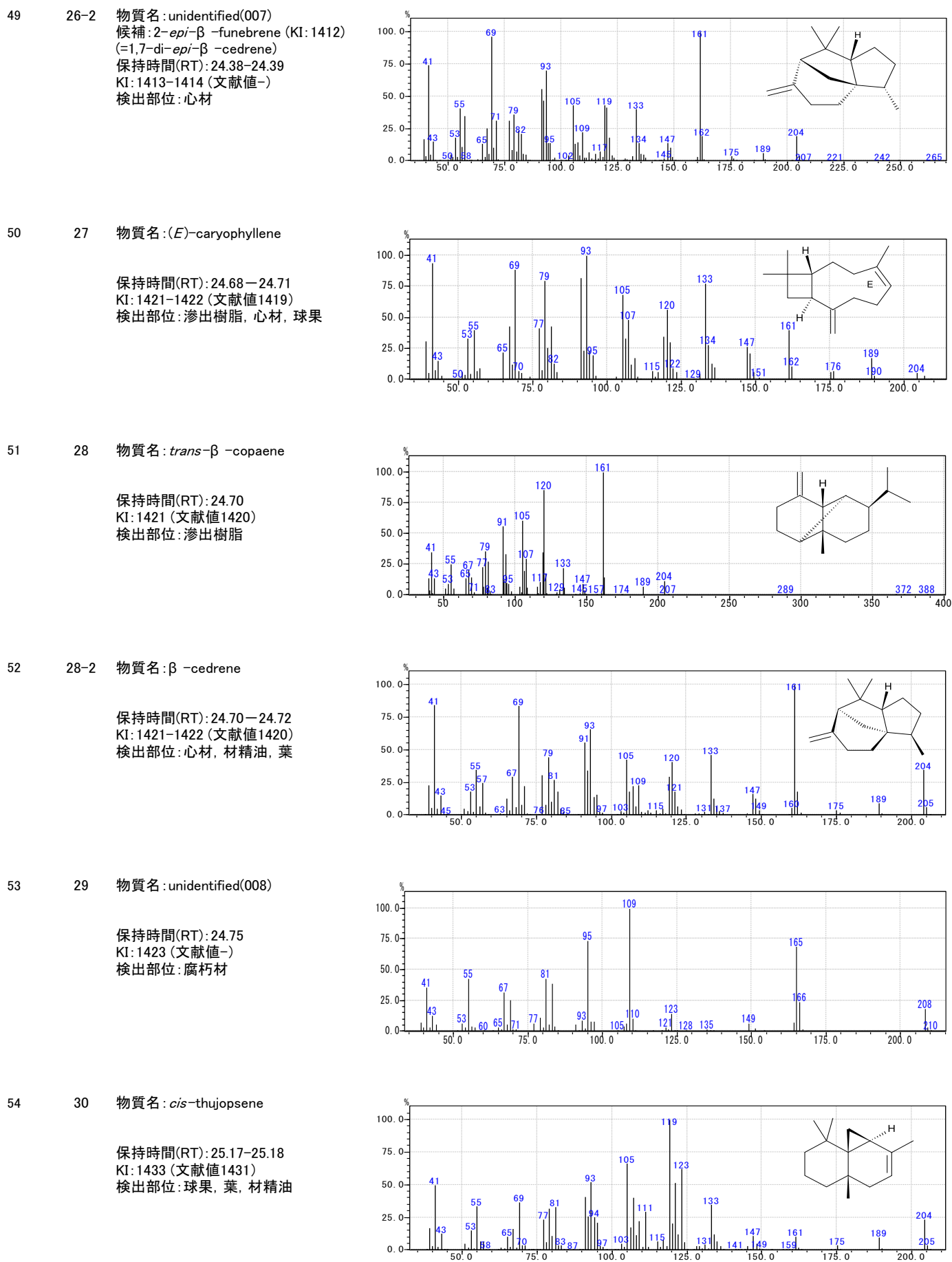


47 25 物質名: unidentified(006)
候補: longifolene (KI: 1407)
保持時間(RT): 24.08-24.09
KI: 1406 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂, 球果



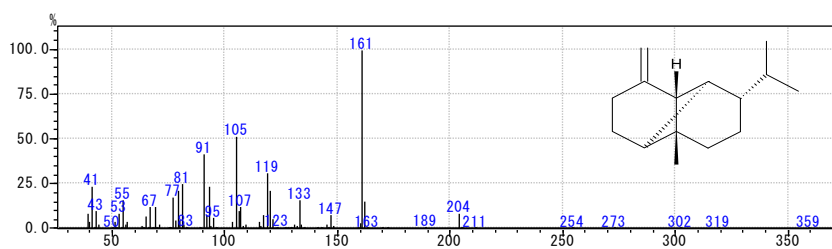
48 26 物質名: α -cedrene
保持時間(RT): 24.38-24.40
KI: 1413-1414 (文献値1411)
検出部位: 材精油, 葉, 球果





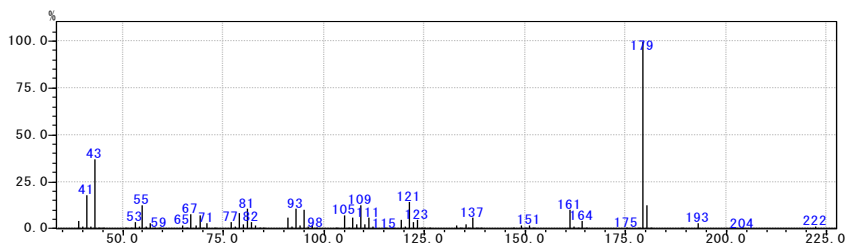
55 31 物質名: *cis*- β -copaene

保持時間(RT): 25.14
KI: 1432 (文献値1432)
検出部位: 滲出樹脂



56 32 物質名: unidentified(009)

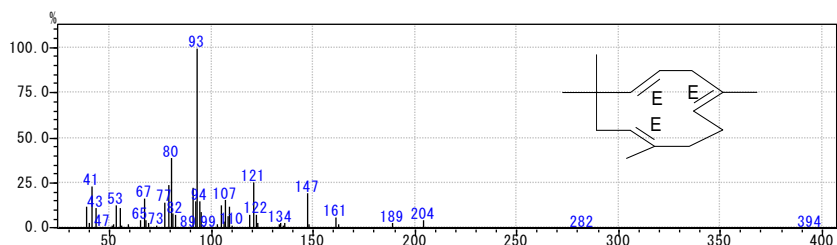
保持時間(RT): 25.97-25.98
KI: 1452-1453 (文献値-)
検出部位: 心材, 腐朽材, 材精油



57 33 物質名: α -humulene

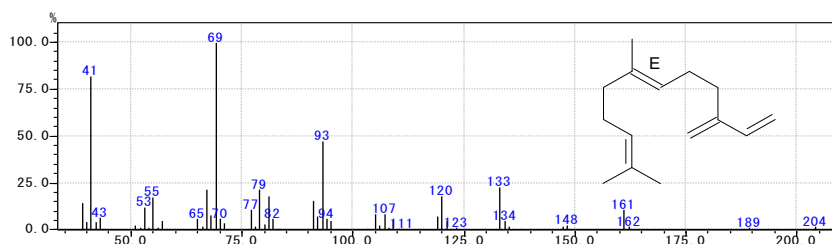
保持時間(RT): 26.11-26.17
KI: 1456-1457 (文献値1454)
検出部位: 滲出樹脂, 心材, 材精油

抗炎症作用



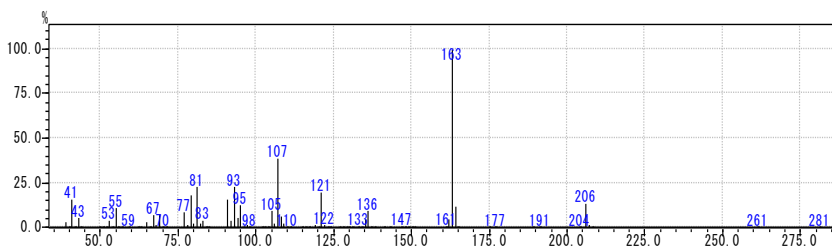
58 33-2 物質名: (*E*)- β -farnesene
(=*trans*- β -farnesene)

保持時間(RT): 26.26-26.30
KI: 1459-1460 (文献値1456)
検出部位: 球果, 葉



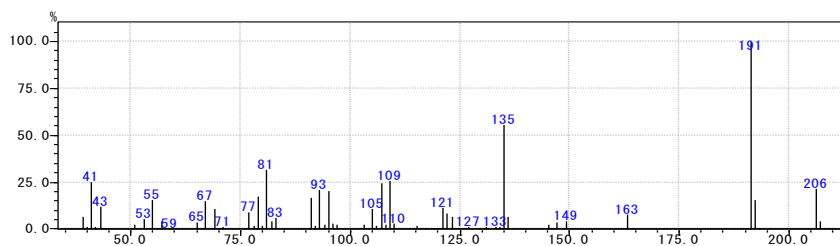
59 34 物質名: unidentified(010)

保持時間(RT): 26.35-26.37
KI: 1461-1462 (文献値-)
検出部位: 心材, 材精油



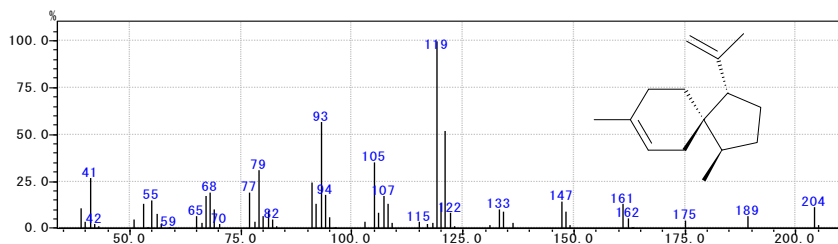
60 35 物質名: unidentified(011)

保持時間(RT): 26.58-26.60
KI: 1467 (文献値-)
検出部位: 心材, 材精油



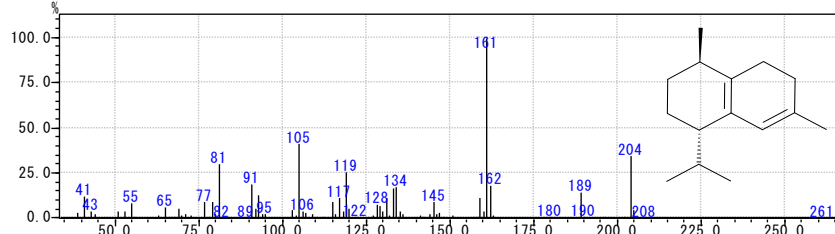
61 35-2 物質名: unidentified(012)
候補: β -acoradiene (KI: 1470)

保持時間(RT): 26.71
KI: 1469 (文献値-)
検出部位: 材精油



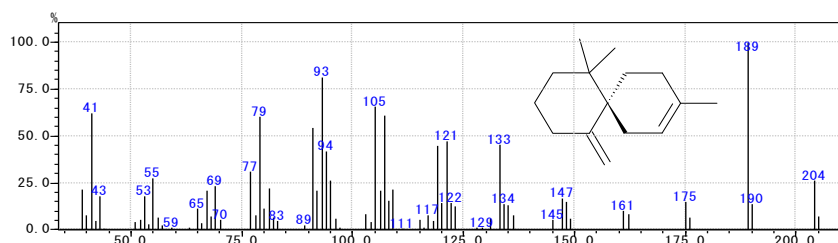
62 36 物質名: *trans*-cadina-1(6),4-diene

保持時間(RT): 26.99-27.02
KI: 1476-1477 (文献値1476)
検出部位: 滲出樹脂, 心材, 材精油



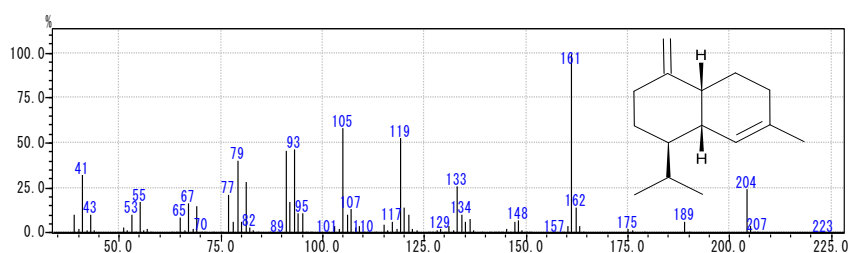
63 36-2 物質名: β -chamigrene

保持時間(RT): 27.13-27.14
KI: 1479 (文献値1477)
検出部位: 球果, 葉



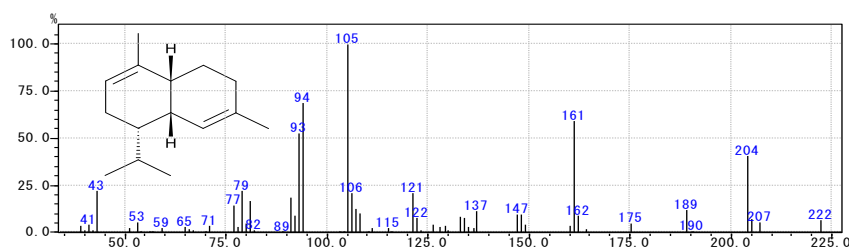
64 37 物質名: γ -muurolene

保持時間(RT): 27.12-27.16
KI: 1479-1480 (文献値1479)
検出部位: 滲出樹脂, 心材, 材精油



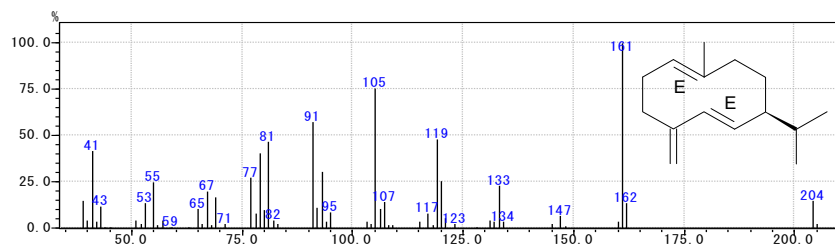
65 38 物質名: unidentified(013)
候補: α -amorphene (KI: 1484)

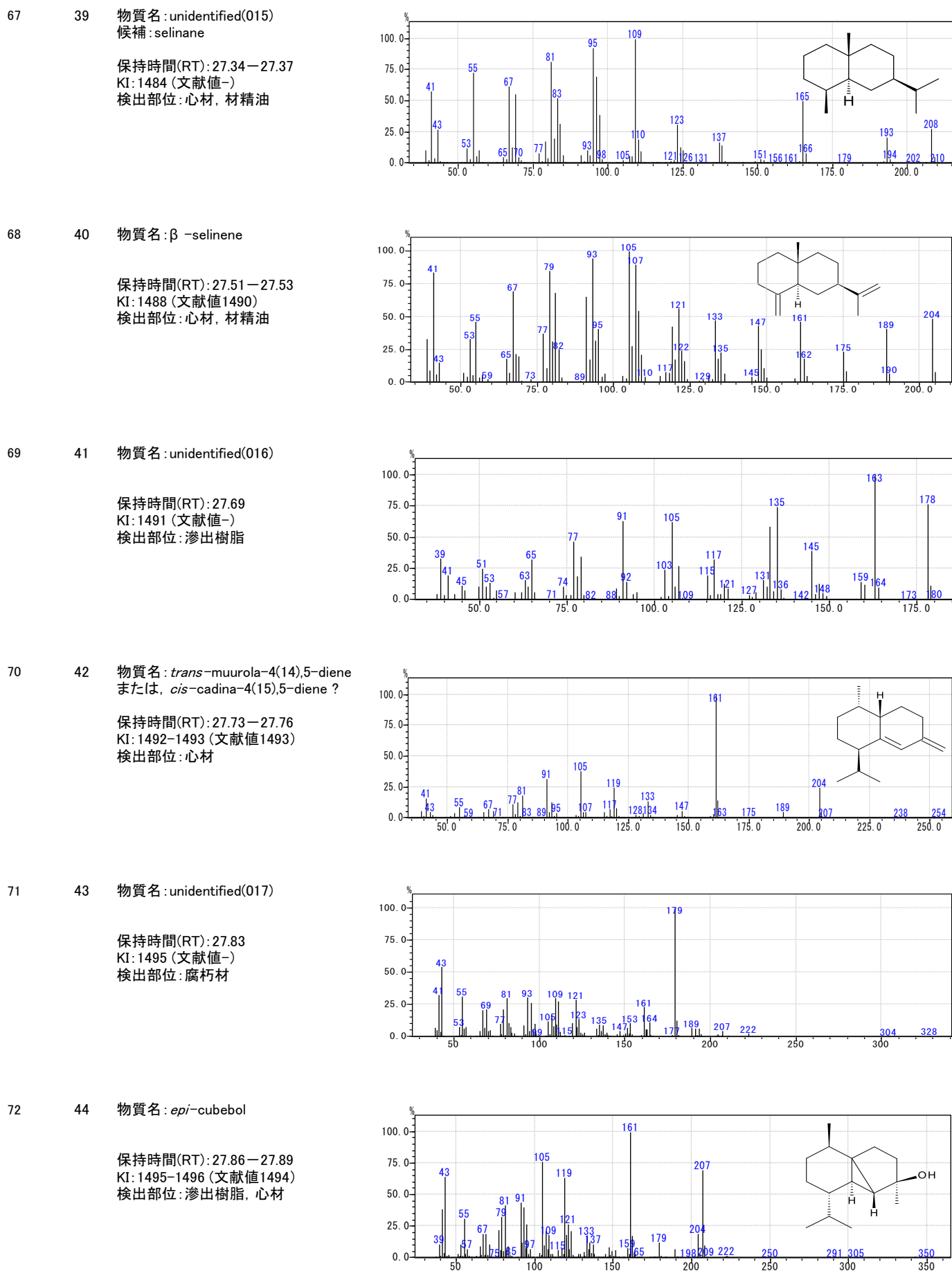
保持時間(RT): 27.26
KI: 1482 (文献値-)
検出部位: 材精油

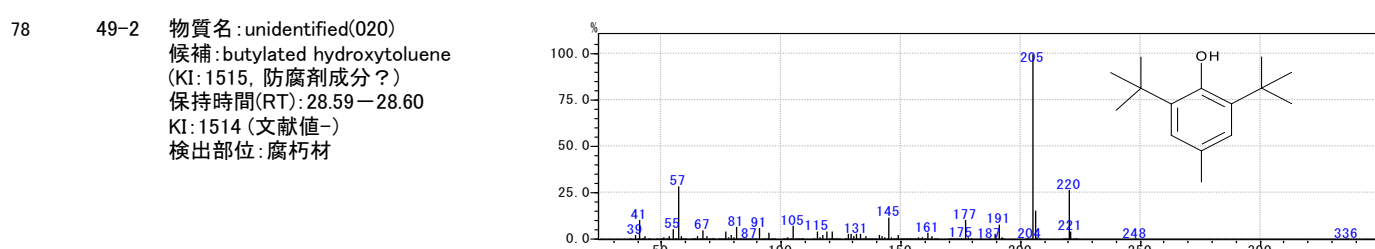
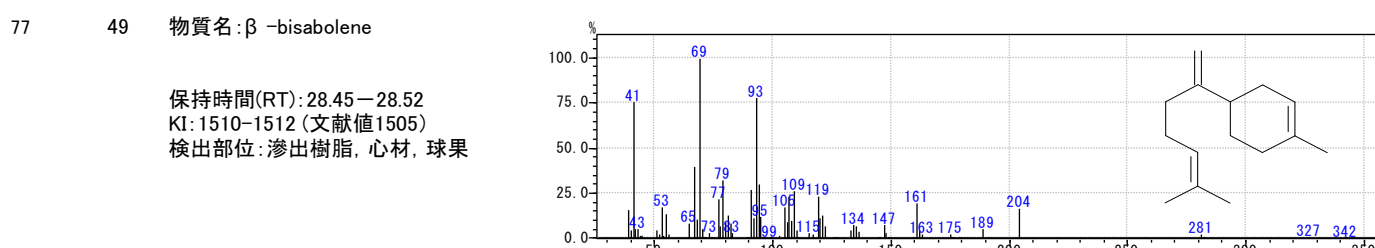
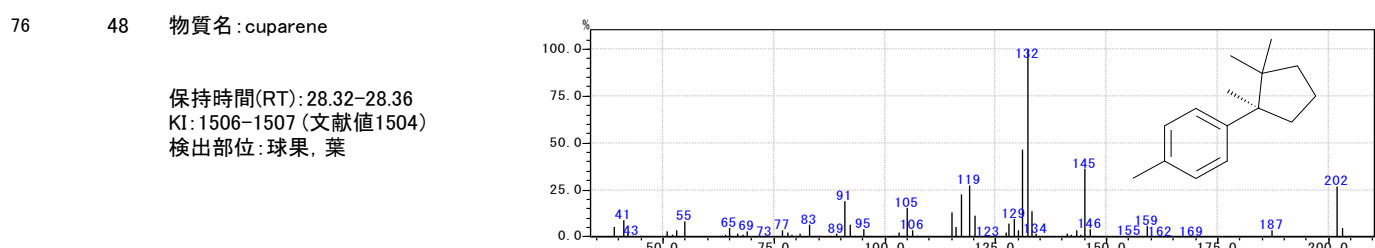
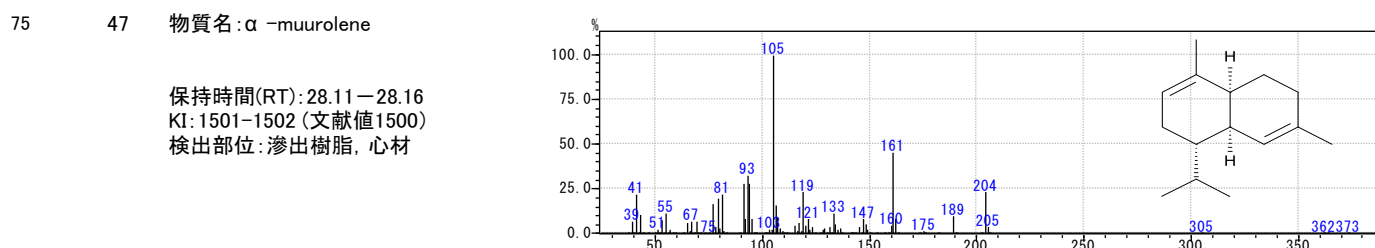
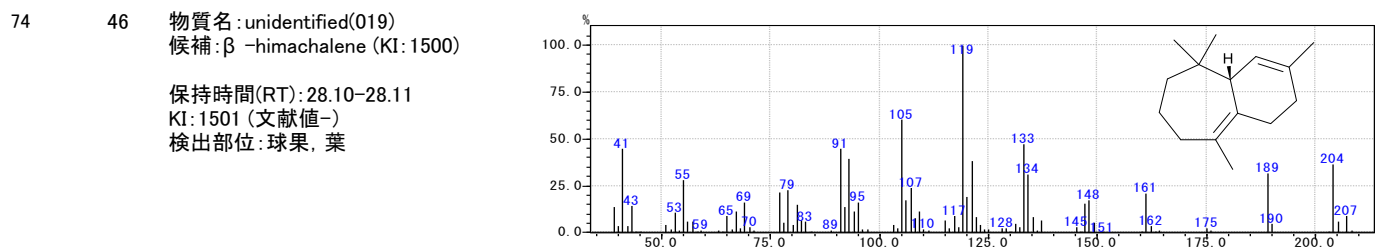
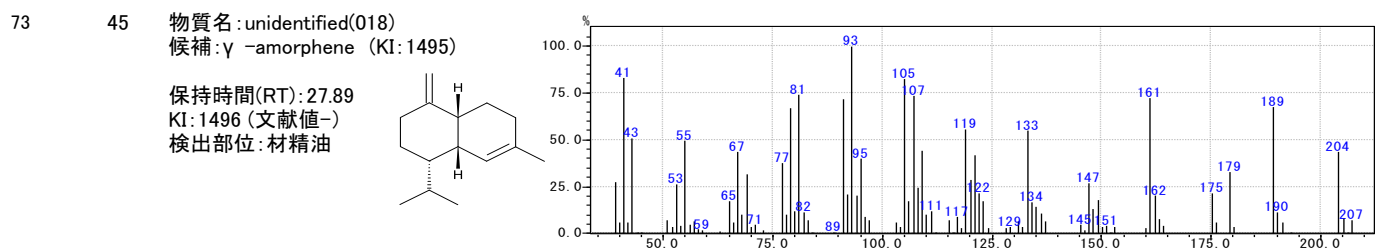


66 38-2 物質名: unidentified(014)
候補: germacreneD (KI: 1485)

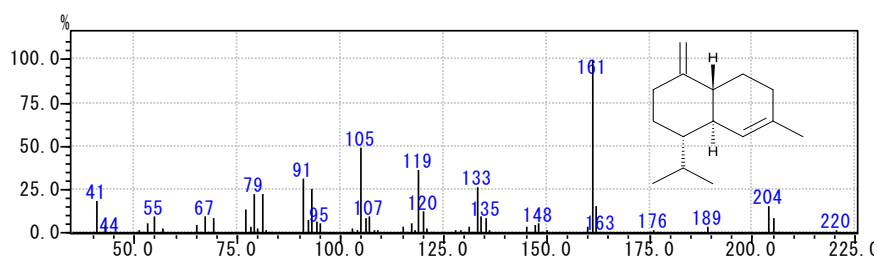
保持時間(RT): 27.30
KI: 1483 (文献値-)
検出部位: 球果



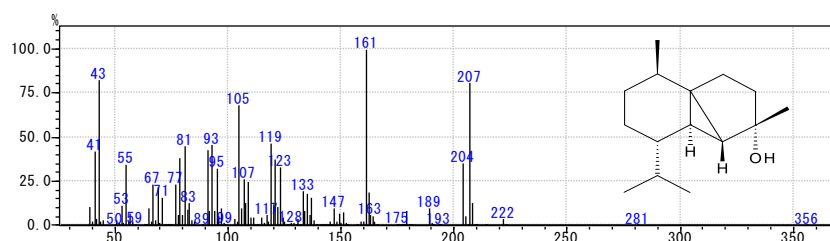




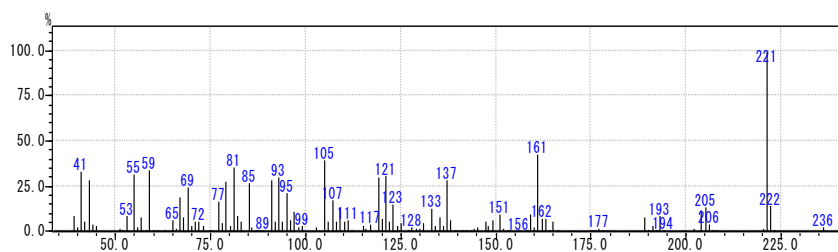
79 50 物質名: γ -cadinene
 保持時間(RT): 28.67-28.70
 KI: 1516 (文献値1513)
 検出部位: 球果, 心材, 滲出樹脂



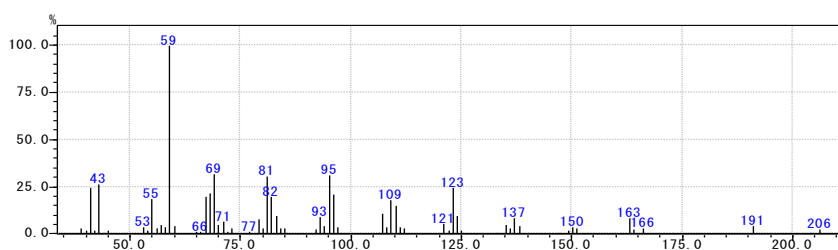
80 51 物質名: cubebol
 保持時間(RT): 28.74-28.75
 KI: 1517-1518 (文献値1515)
 検出部位: 滲出樹脂



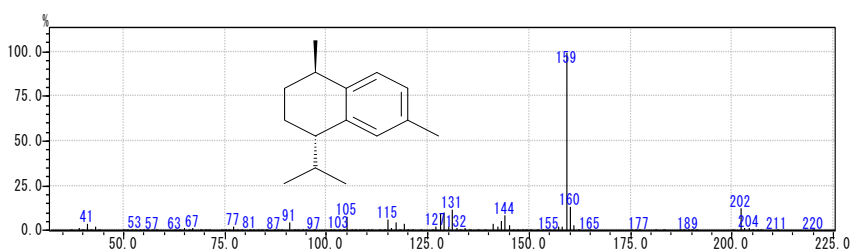
81 52 物質名: unidentified(021)
 保持時間(RT): 28.91
 KI: 1522 (文献値-)
 検出部位: 心材



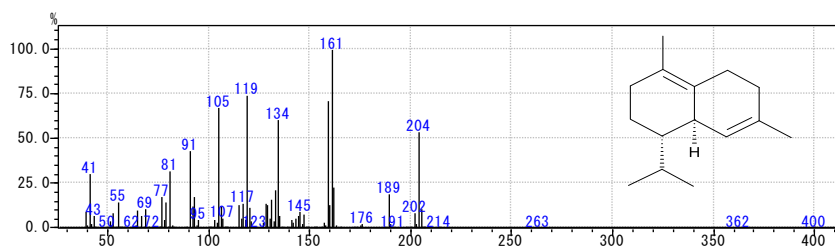
82 53 物質名: unidentified(022)
 保持時間(RT): 28.96
 KI: 1523 (文献値-)
 検出部位: 材精油

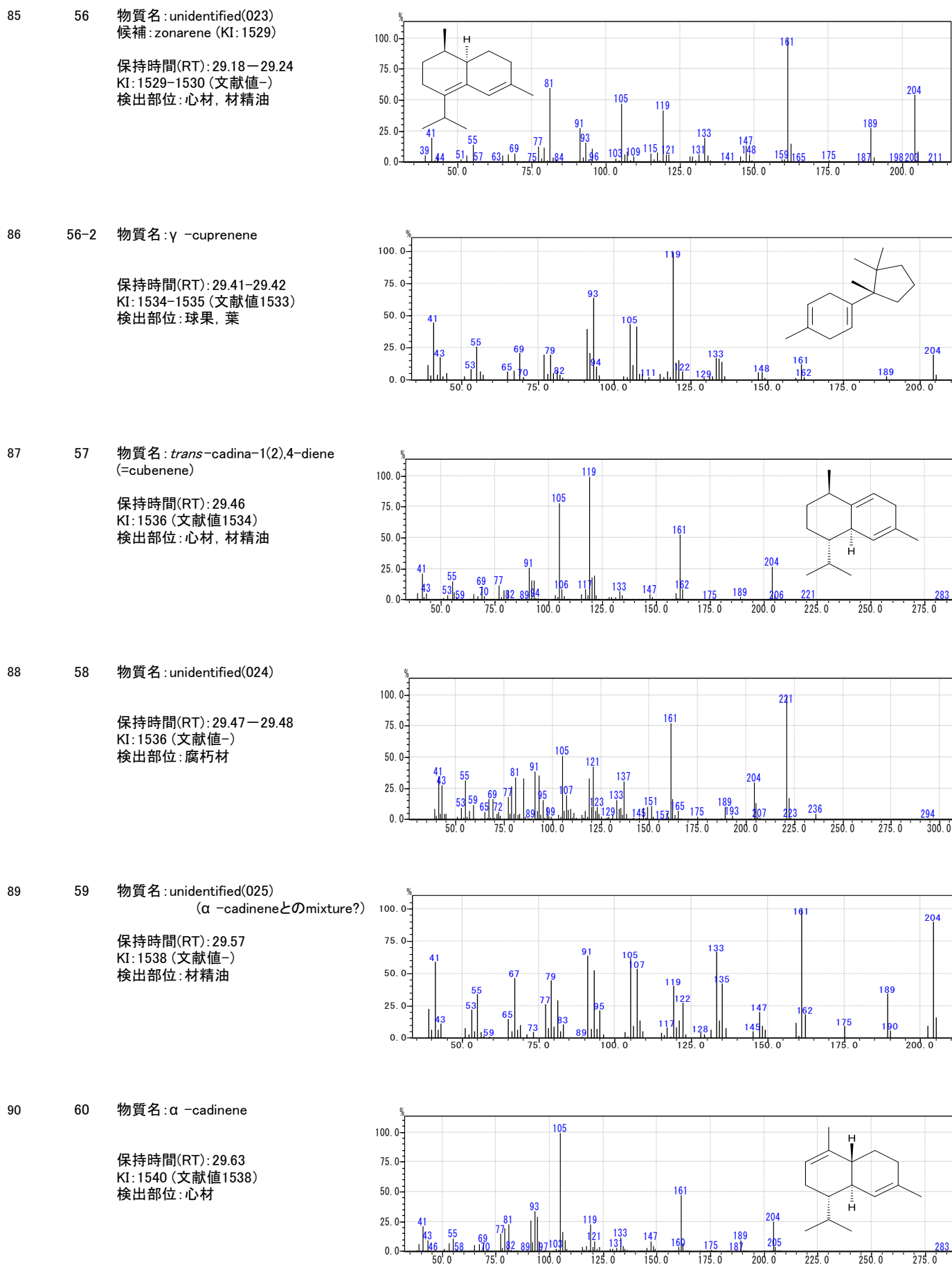


83 54 物質名: *trans*-calamenene
 保持時間(RT): 29.05-29.06
 KI: 1525-1526 (文献値1522)
 検出部位: 心材, 腐朽材

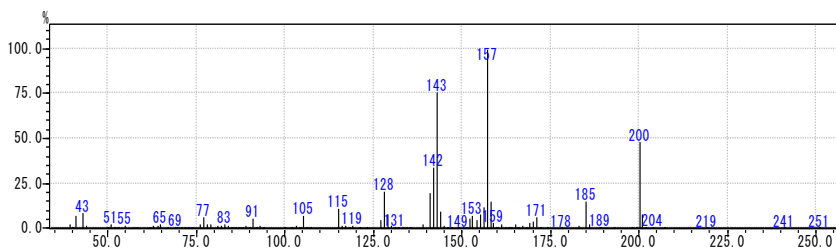


84 55 物質名: δ -cadinene
 保持時間(RT): 29.06-29.18
 KI: 1526-1529 (文献値1523)
 検出部位: 滲出樹脂, 心材, 球果, 葉, 材精油

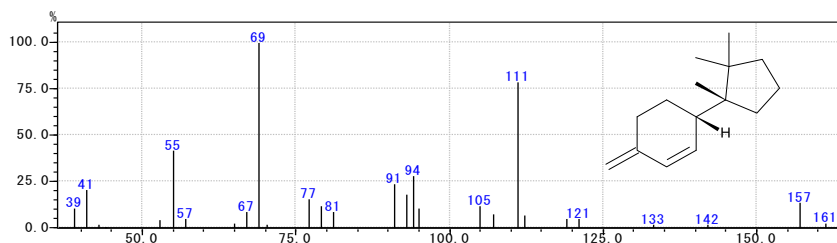




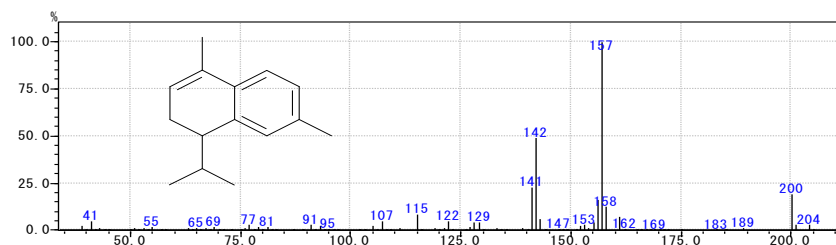
91 61 物質名: unidentified(026)
 保持時間(RT): 29.67-29.74
 KI: 1541-1543 (文献値-)
 検出部位: 心材, 材精油



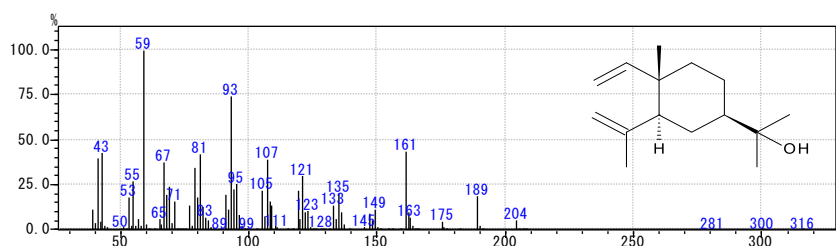
92 61-2 物質名: δ -cuprenene
 保持時間(RT): 29.81
 KI: 1545 (文献値1543)
 検出部位: 球果



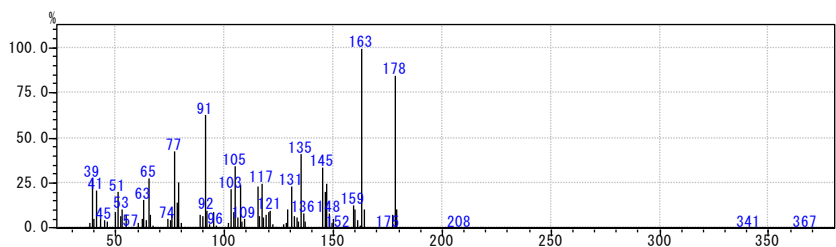
93 62 物質名: α -calacorene
 保持時間(RT): 29.81-29.87
 KI: 1545-1546 (文献値1545)
 検出部位: 心材, 材精油



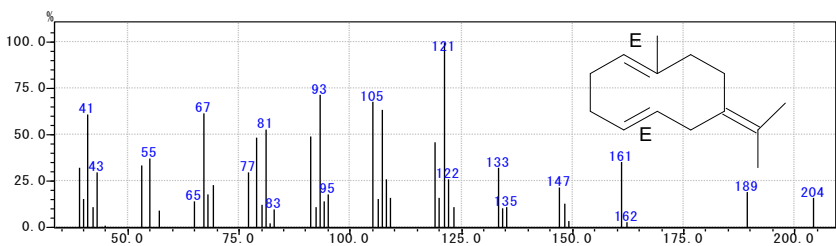
94 63 物質名: elemol
 保持時間(RT): 30.08-30.13
 KI: 1551-1553 (文献値1549)
 検出部位: 滲出樹脂, 心材, 材精油, 球果, 葉

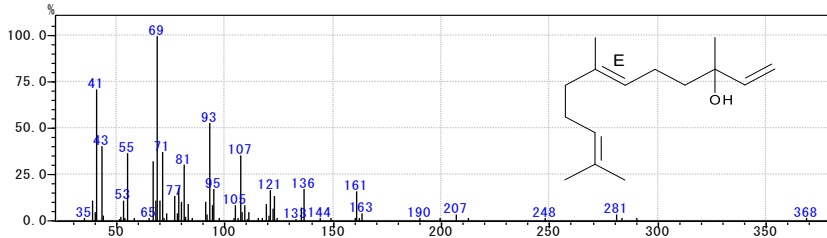
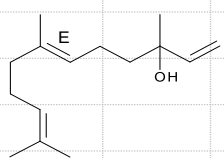
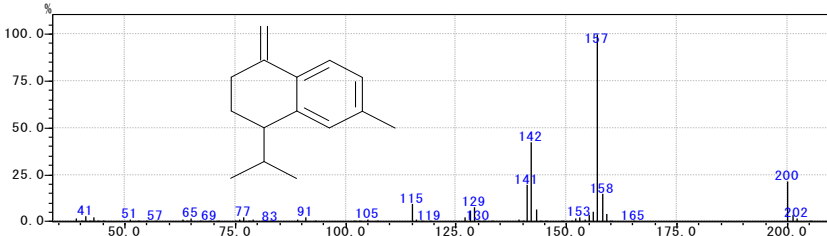
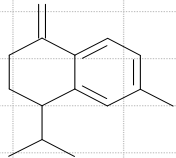
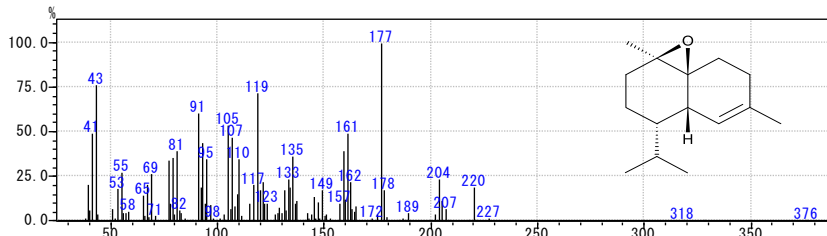
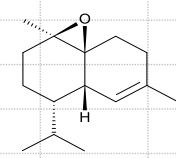
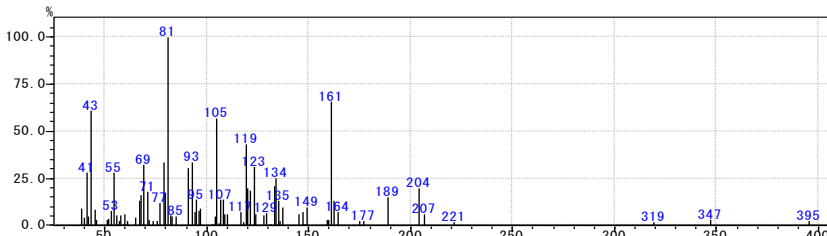
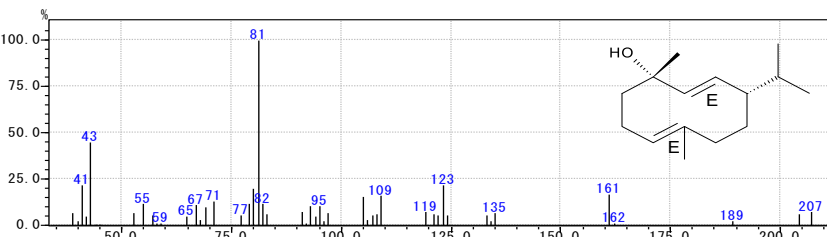
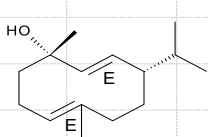
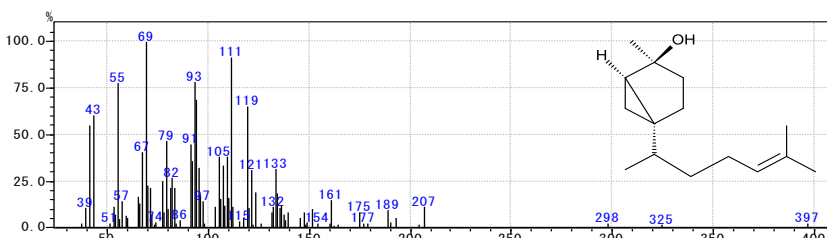
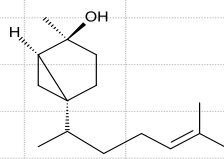


95 64 物質名: unidentified(027)
 保持時間(RT): 30.23
 KI: 1555 (文献値-)
 検出部位: 滲出樹脂



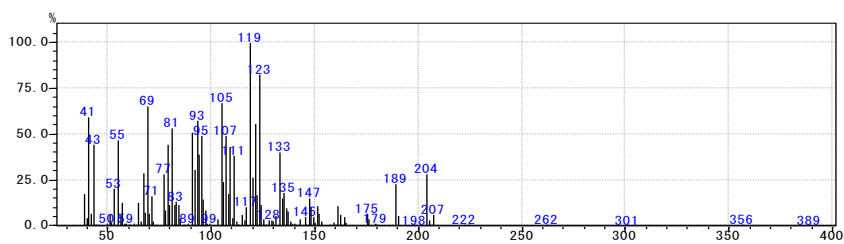
96 64-2 物質名: germacrene B
 保持時間(RT): 30.43-30.45
 KI: 1560 (文献値1561)
 検出部位: 球果



97	65	物質名: unidentified(028) 候補: (<i>E</i>)-nerolidol (KI: 1563) 保持時間(RT): 30.65–30.74 KI: 1565–1567 (文献値-) 検出部位: 滲出樹脂, 球果	 
98	66	物質名: β -calacorene 保持時間(RT): 30.65–30.68 KI: 1565–1566 (文献値-) 検出部位: 心材, 材精油	 
99	67	物質名: unidentified(029) 候補: 1 α , 10 α -epoxy-amorph-4-ene (KI: 1572) (mixture?) 保持時間(RT): 31.02–31.04 KI: 1574–1575 (文献値-) 検出部位: 滲出樹脂, 心材, 材精油	 
100	67-2	物質名: unidentified(030) 保持時間(RT): 31.16 KI: 1577 (文献値-) 検出部位: 変色辺材	
101	67-3	物質名: germacrene D-4-ol 保持時間(RT): 31.18 KI: 1578 (文献値1575) 検出部位: 球果	 
102	67-4	物質名: unidentified(031) 候補: <i>trans</i> -sesquisabinene hydrate (KI: 1579) 保持時間(RT): 31.28 KI: 1580 (文献値-) 検出部位: 心材, 変色辺材	 

103 67-5 物質名: unidentified(032)

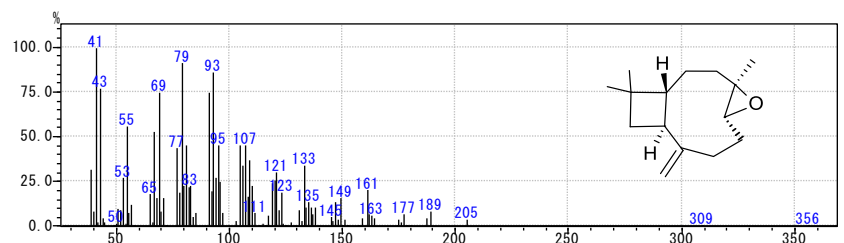
保持時間(RT): 31.40
KI: 1583 (文献値-)
検出部位: 変色辺材



104 68 物質名: caryophyllene oxide

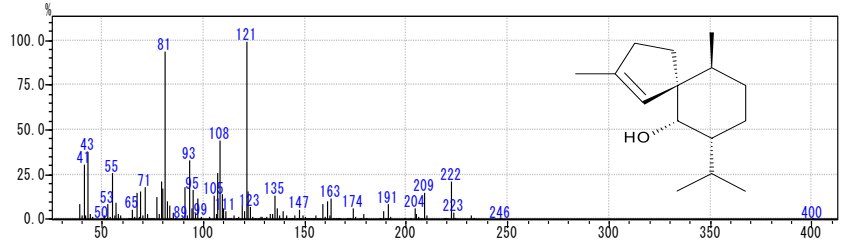
保持時間(RT): 31.44-31.47
KI: 1584-1585 (文献値1583)
検出部位: 心材, 材精油, 球果

27から自動酸化で生成



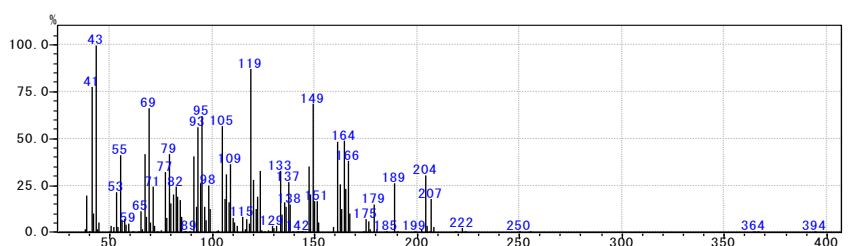
105 69 物質名: gleenol

保持時間(RT): 31.55-31.57
KI: 1587 (文献値1587)
検出部位: 心材, 材精油



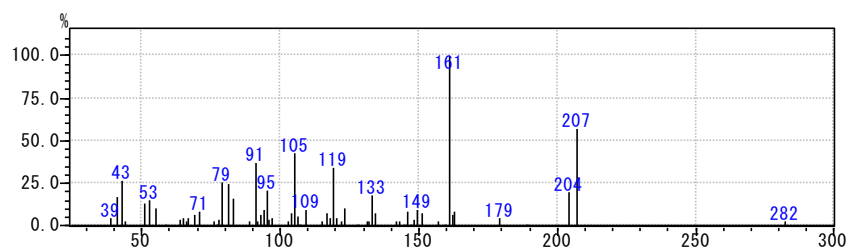
106 69-2 物質名: unidentified(033)
(69-3とのmixture?)

保持時間(RT): 31.65-31.71
KI: 1589-1590 (文献値-)
検出部位: 心材, 変色辺材



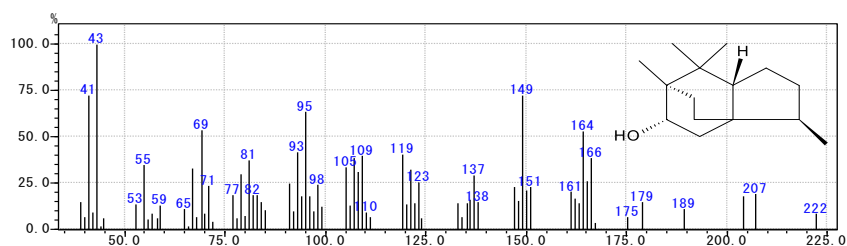
107 69-3 物質名: unidentified(034)

保持時間(RT): 31.65
KI: 1589 (文献値-)
検出部位: 心材, 変色辺材



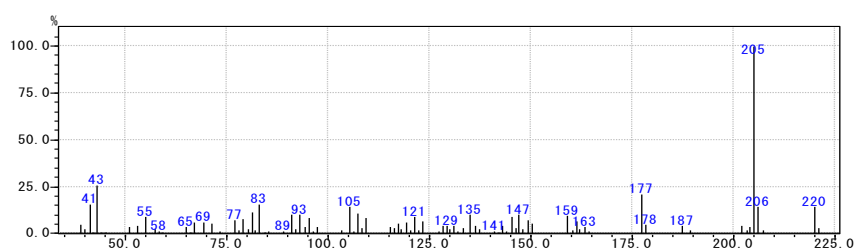
108 69-4 物質名: allo-cedrol

保持時間(RT): 31.72
KI: 1591 (文献値1589)
検出部位: 葉, 球果



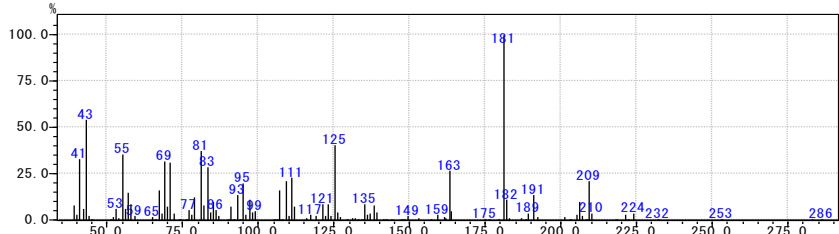
109 69-5 物質名: unidentified(035)

保持時間(RT): 31.87
KI: 1594 (文献値-)
検出部位: 材精油



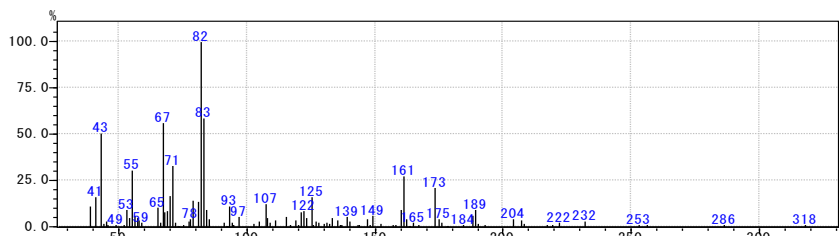
110 70 物質名: unidentified(036)

保持時間(RT): 32.03-32.05
KI: 1598 (文献値-)
検出部位: 腐朽材, 心材



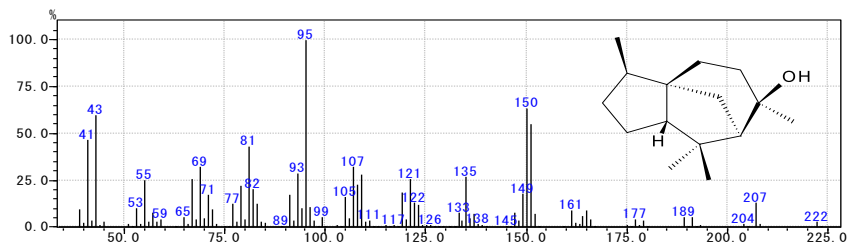
111 71 物質名: unidentified(037)

保持時間(RT): 32.17
KI: 1602 (文献値-)
検出部位: 心材



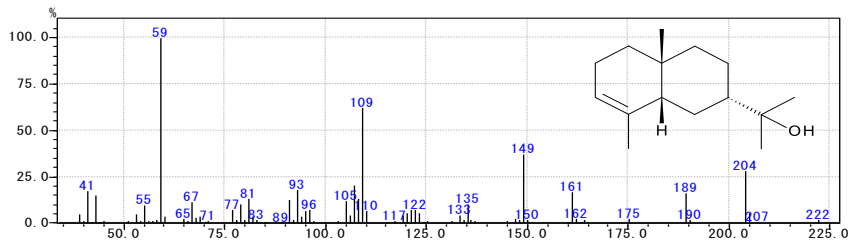
112 72 物質名: cedrol

保持時間(RT): 32.17-32.19
KI: 1601-1602 (文献値1600)
検出部位: 心材, 材精油, 球果, 葉



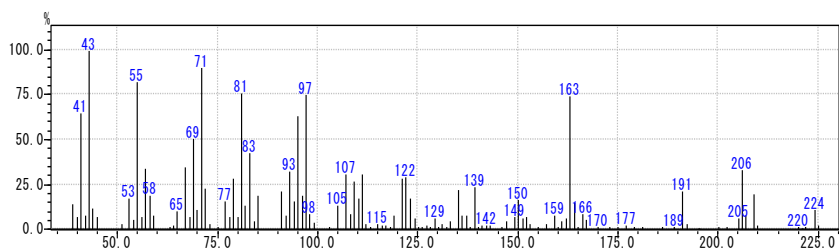
113 72-2 物質名: unidentified(038)
候補: 5-*epi*-7-*epi*- α -eudesmol
(KI: 1607)

保持時間(RT): 32.31-32.32
KI: 1605-1606 (文献値-)
検出部位: 葉, 球果

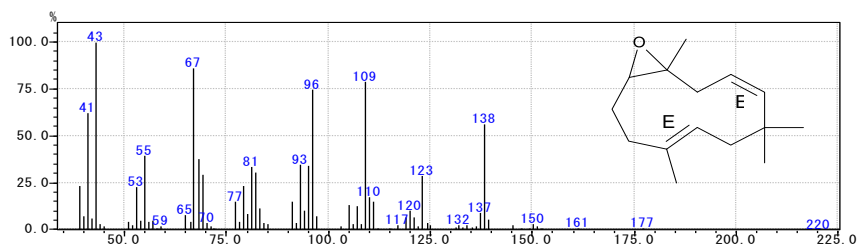


114 73 物質名: unidentified(039)

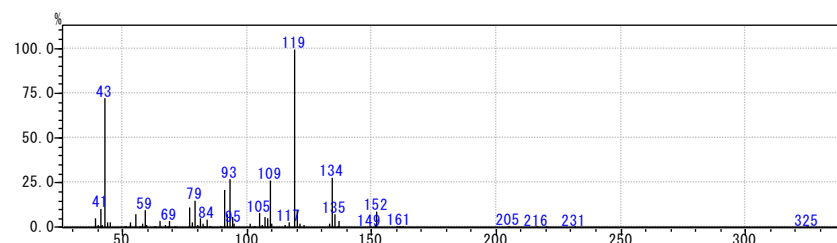
保持時間(RT): 32.39
KI: 1607-1608 (文献値-)
検出部位: 心材



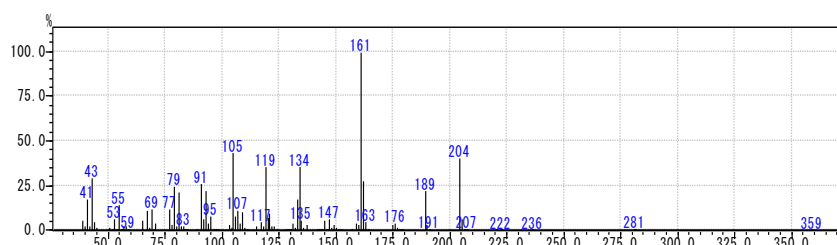
115 74 物質名: humulene epoxide II
 保持時間(RT): 32.48-32.50
 KI: 1610-1611 (文献値1608)
 検出部位: 滲出樹脂, 心材, 材精油
 33から自動酸化で生成



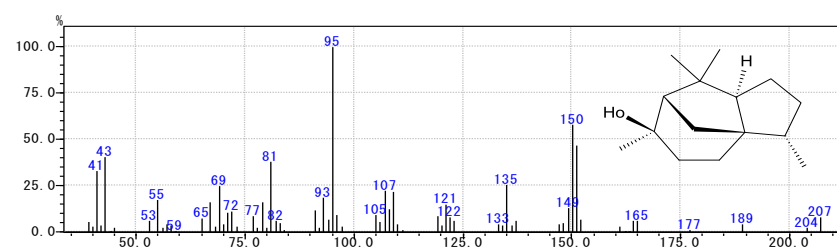
116 75 物質名: unidentified(040)
 保持時間(RT): 32.66
 KI: 1615 (文献値-)
 検出部位: 滲出樹脂



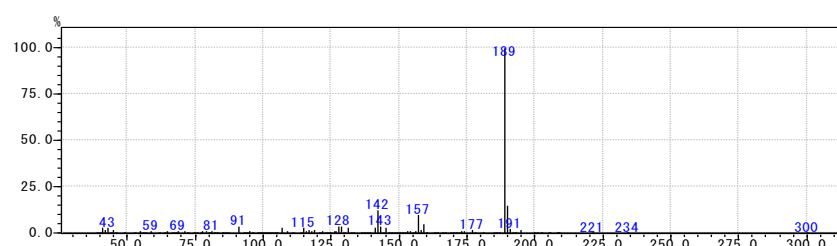
117 76 物質名: unidentified(041)
 保持時間(RT): 32.67
 KI: 1615 (文献値-)
 検出部位: 心材



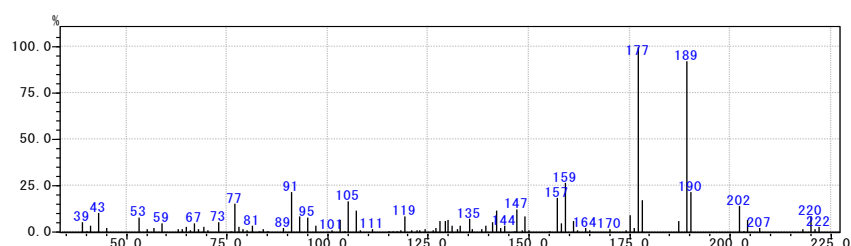
118 77 物質名: epi-cedrol
 保持時間(RT): 32.63-32.65
 KI: 1614-1615 (文献値1619)
 検出部位: 葉, 球果



119 78 物質名: unidentified(042)
 保持時間(RT): 32.77-32.82
 KI: 1618-1619 (文献値-)
 検出部位: 心材

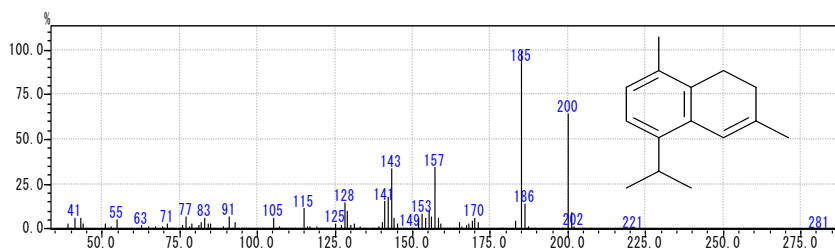


120 78-2 物質名: unidentified(043)
 (=78 または78+α ?)
 保持時間(RT): 32.82
 KI: 1619 (文献値-)
 検出部位: 心材

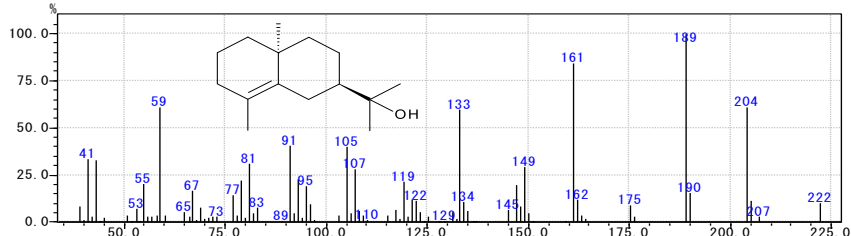


121 78-3 物質名: α -corocalene

保持時間(RT): 33.06
KI: 1625 (文献値1623)
検出部位: 心材

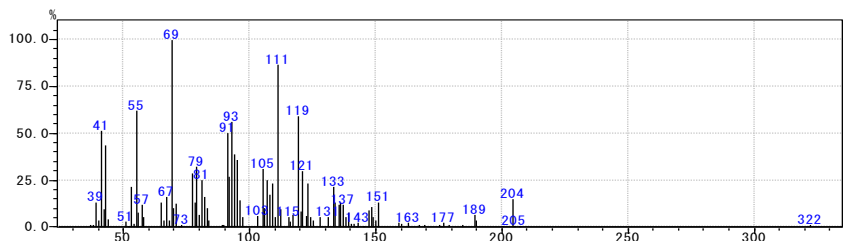


122 79 物質名: unidentified(044)
候補: 10-*epi*- γ -eudesmol
(KI: 1623)
保持時間(RT): 32.87-32.92
KI: 1620-1622 (文献値-)
検出部位: 球果, 葉



123 79-2 物質名: unidentified(045)

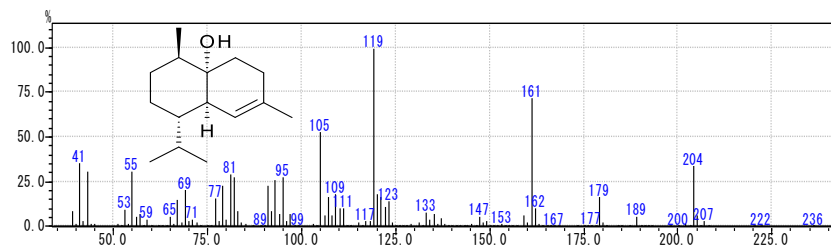
保持時間(RT): 32.99
KI: 1624 (文献値-)
検出部位: 変色辺材



124 80 物質名: 1-*epi*-cubenol

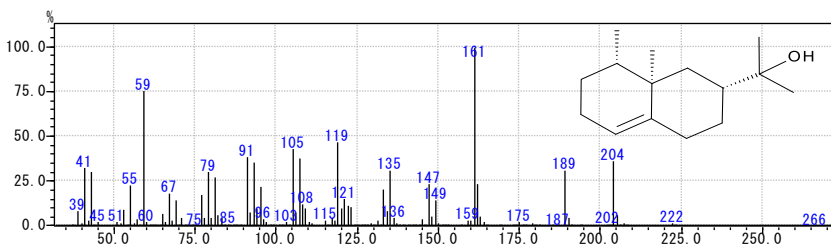
保持時間(RT): 33.25-33.28
KI: 1630-1631 (文献値1628)
検出部位: 心材, 材精油

殺蟻活性



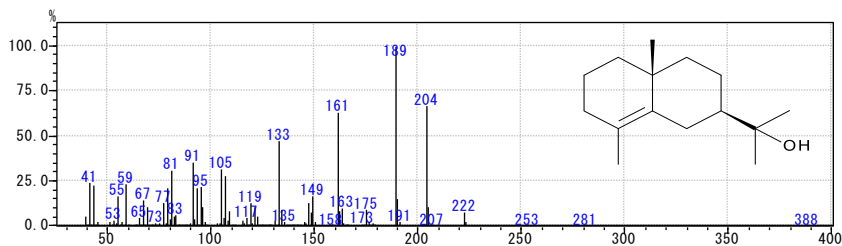
125 81 物質名: unidentified(046)
候補: eremoligenol (KI: 1631)

保持時間(RT): 33.26-33.29
KI: 1631-1632 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



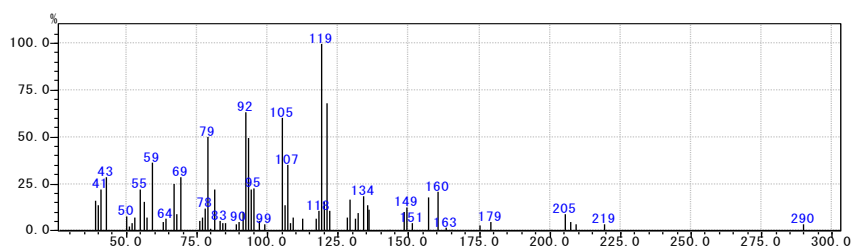
126 82 物質名: γ -eudesmol

保持時間(RT): 33.37-33.40
KI: 1634-1635 (文献値1632)
検出部位: 滲出樹脂, 心材,
材精油, 球果, 葉



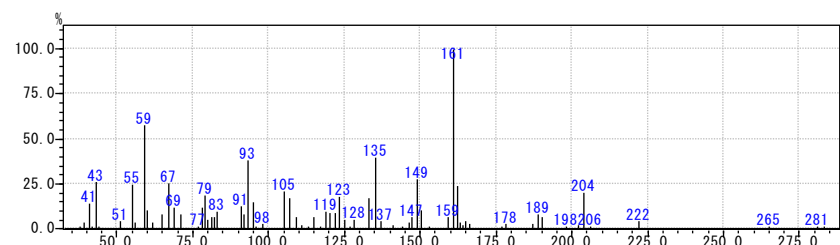
127 82-2 物質名: unidentified(047)

保持時間(RT): 33.47
KI: 1636 (文献値-)
検出部位: 心材



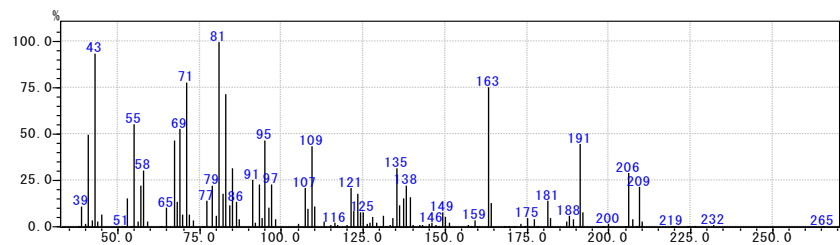
128 83 物質名: unidentified(048)

保持時間(RT): 33.50
KI: 1637 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



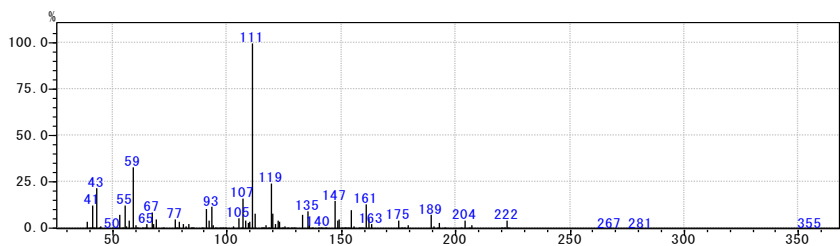
129 84 物質名: unidentified(049)

保持時間(RT): 33.53—33.54
KI: 1638 (文献値-)
検出部位: 心材



130 85 物質名: unidentified(050)
(86とのmixture)

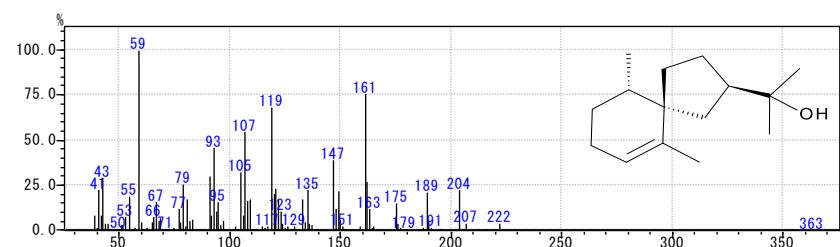
保持時間(RT): 33.67
KI: 1642 (文献値-)
検出部位: 心材



131 86 物質名: unidentified(051)

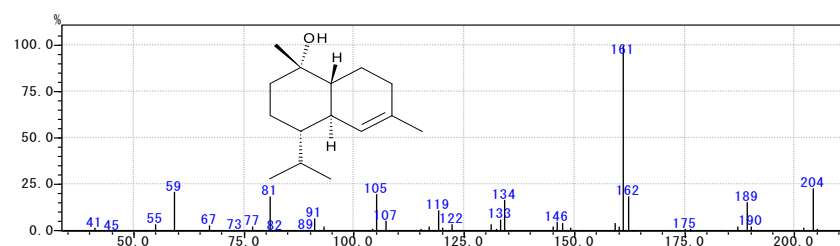
候補: hinesol (KI: 1641)

保持時間(RT): 33.67—33.68
KI: 1642 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂, 変色辺材

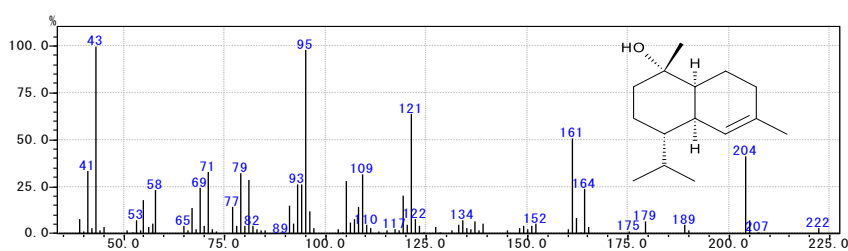


132 86-2 物質名: epi- α -cadinol(=T-cadinol)

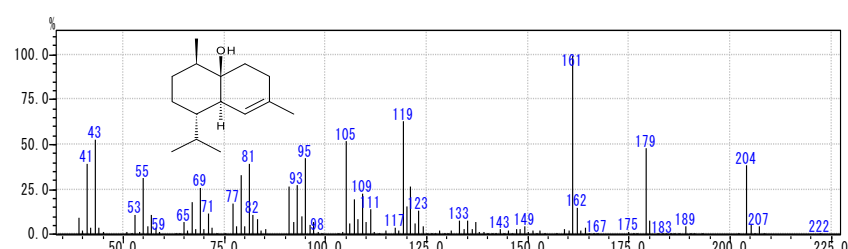
保持時間(RT): 33.72
KI: 1643 (文献値1640)
検出部位: 葉



133 87 物質名:T-muurolool
(=epi- α -muurolool)
保持時間(RT): 33.77-33.79
KI: 1644-1645 (文献値1642)
検出部位: 葉, 球果

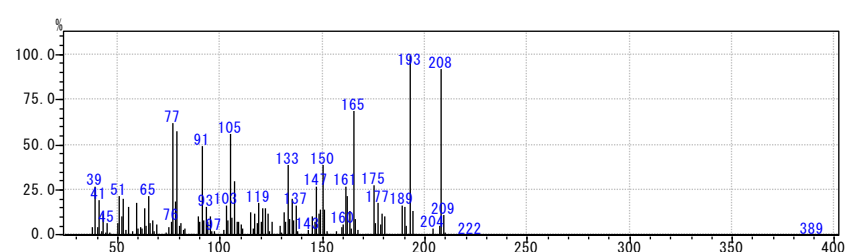


134 88 物質名:cubenol
保持時間(RT): 33.80-33.83
KI: 1645-1646 (文献値1646)
検出部位: 心材, 材精油

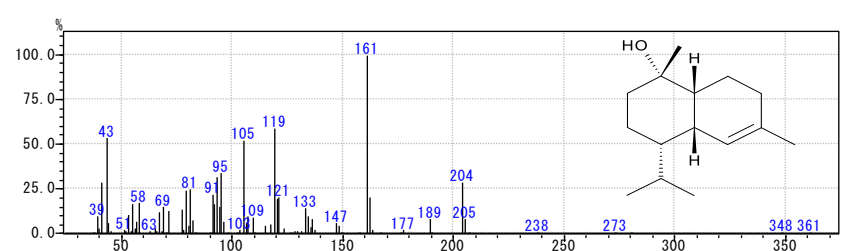


殺蟻活性

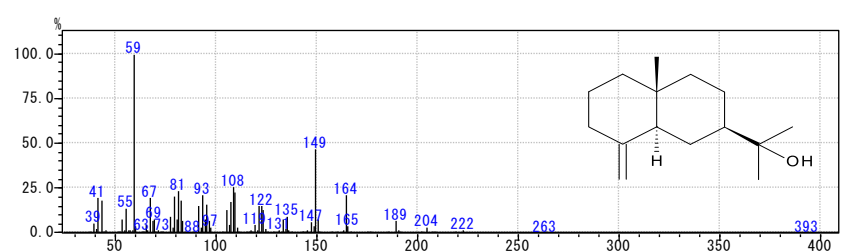
135 89 物質名:unidentified(052)
保持時間(RT): 33.85
KI: 1646 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



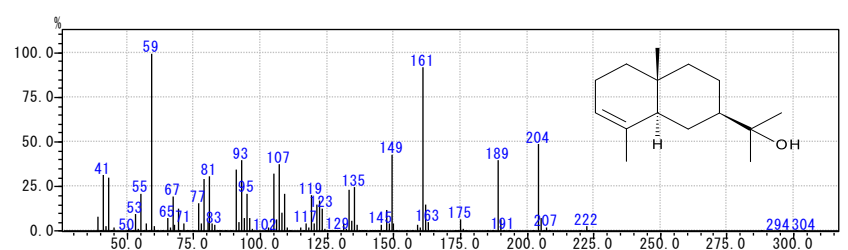
136 90 物質名:pilgerol
保持時間(RT): 33.92-33.98
KI: 1648-1650 (標品1648)
検出部位: 滲出樹脂, 心材,
材精油, 球果



137 91 物質名: β -eudesmol
保持時間(RT): 34.08-34.12
KI: 1652-1653 (文献値1650)
検出部位: 滲出樹脂, 心材,
材精油, 球果, 葉

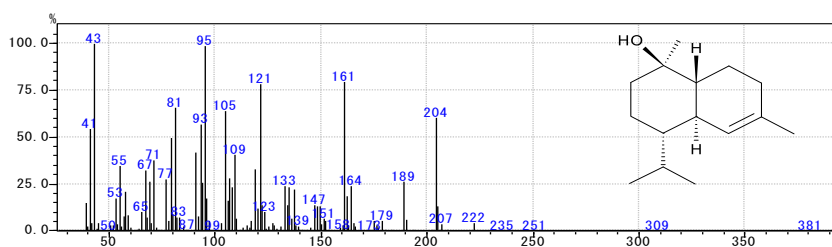


138 92 物質名: α -eudesmol
保持時間(RT): 34.19-34.25
KI: 1655-1657 (文献値1653)
検出部位: 滲出樹脂, 心材,
材精油, 球果, 葉



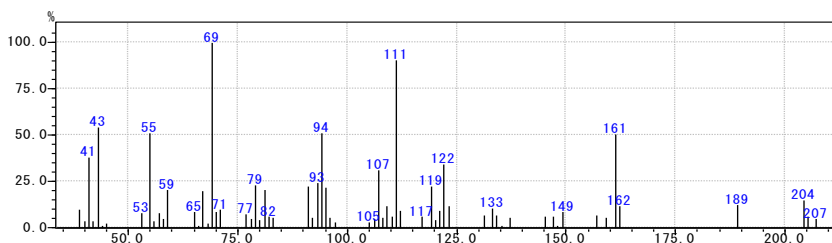
139 92-2 物質名: α -cadinol

保持時間(RT): 34.27
KI: 1657 (文献値1654)
検出部位: 心材



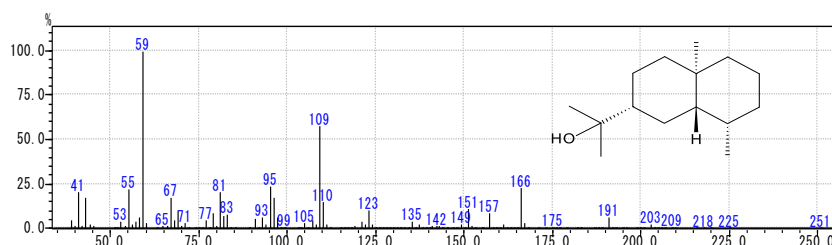
140 92-3 物質名: unidentified(053)

保持時間(RT): 34.39-34.40
KI: 1660-1661 (文献値-)
検出部位: 球果



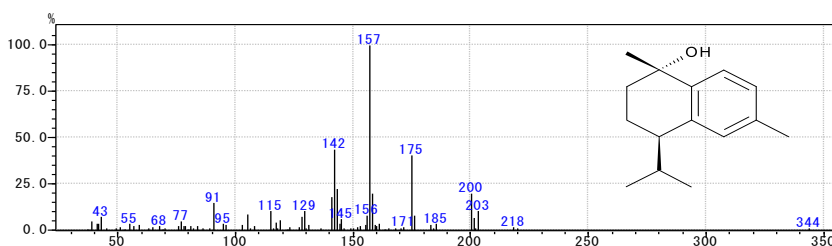
141 94 物質名: dihydro-eudesmol

保持時間(RT): 34.41-34.43
KI: 1661 (文献値1662)
検出部位: 心材



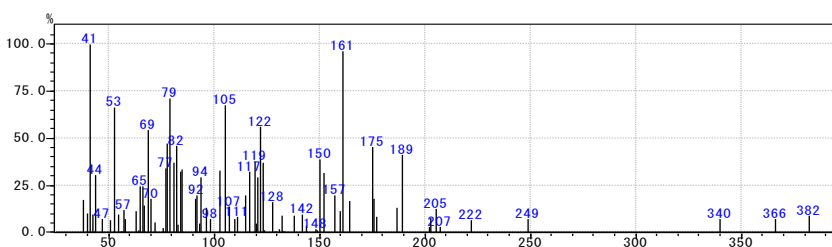
142 94-2 物質名: *cis*-calamene-10-ol

保持時間(RT): 34.45-34.46
KI: 1662 (文献値1661)
検出部位: 変色辺材, 材精油



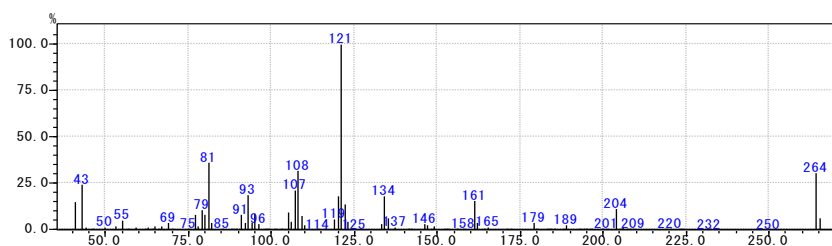
143 94-3 物質名: unidentified(054)

保持時間(RT): 34.58
KI: 1665 (文献値-)
検出部位: 変色辺材



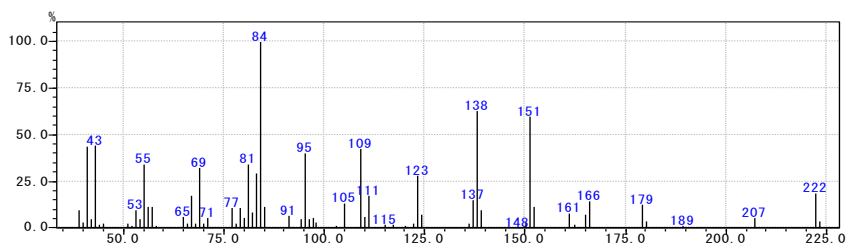
144 95 物質名: unidentified(055)

保持時間(RT): 34.65
KI: 1667 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



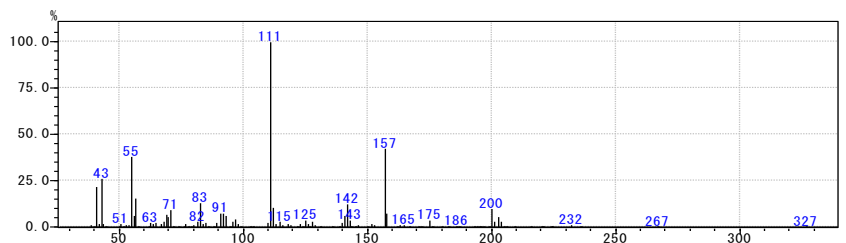
145 95-2 物質名: unidentified(056)

保持時間(RT): 34.68-34.69
KI: 1668 (文献値-)
検出部位: 葉, 球果



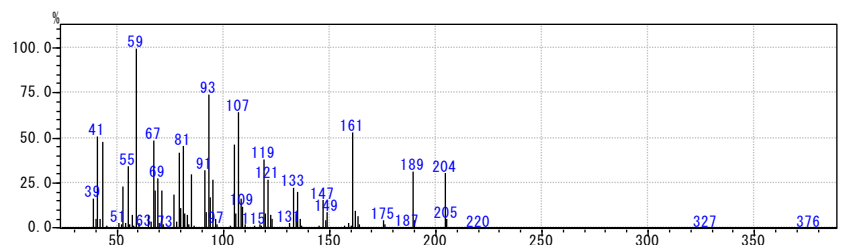
146 96 物質名: unidentified(057)

保持時間(RT): 34.76
KI: 1670 (文献値-)
検出部位: 心材



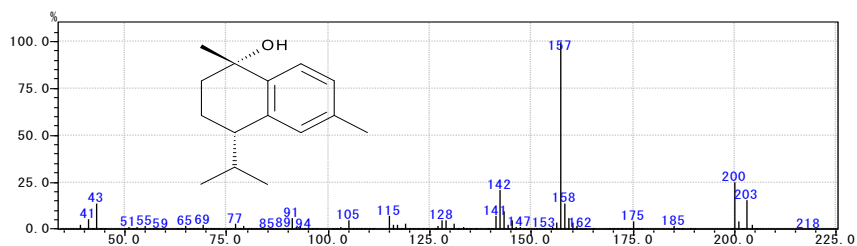
147 97 物質名: unidentified(058)

保持時間(RT): 34.76-34.78
KI: 1670 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂, 変色辺材,
葉, 球果



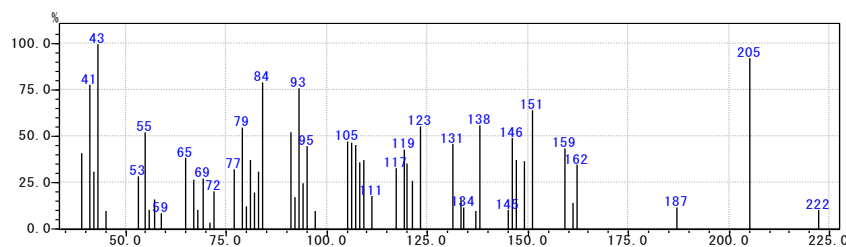
148 97-2 物質名: *trans*-calamenene-10-ol

保持時間(RT): 34.79
KI: 1670-1671 (文献値1669)
検出部位: 変色辺材, 材精油



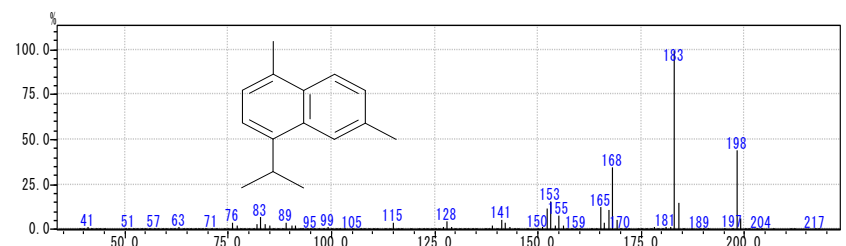
149 97-3 物質名: unidentified(059)

保持時間(RT): 34.88-34.90
KI: 1673 (文献値-)
検出部位: 球果, 葉

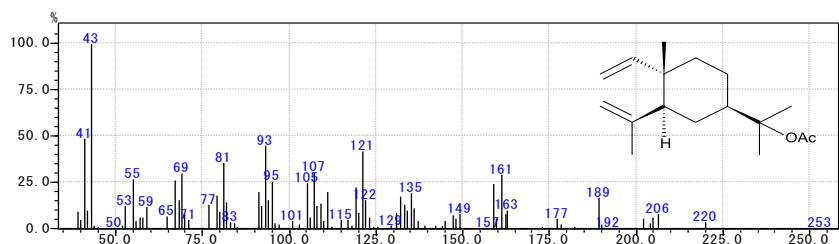


150 98 物質名: cadalene

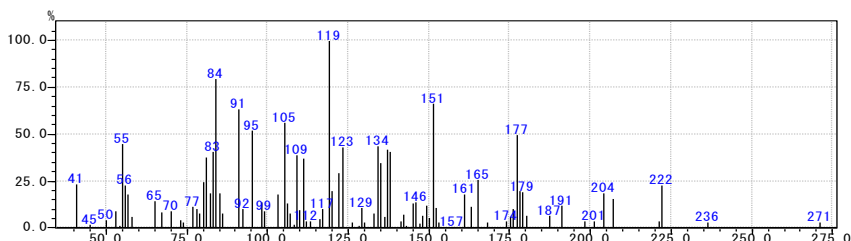
保持時間(RT): 35.05
KI: 1677 (文献値1676)
検出部位: 心材, 材精油



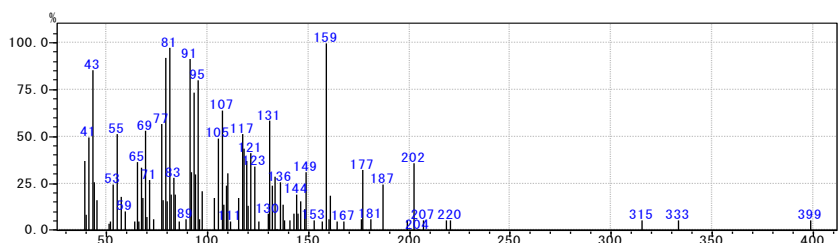
151 99 物質名: elemol acetate
 保持時間(RT): 35.13-35.19
 KI: 1679-1681 (文献値1680)
 検出部位: 滲出樹脂, 心材, 球果



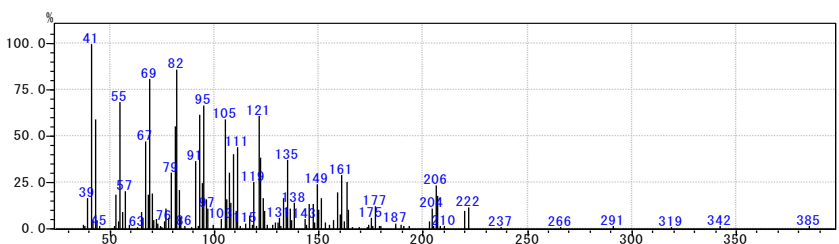
152 99-2 物質名: unidentified(060)
 保持時間(RT): 35.33
 KI: 1684 (文献値-)
 検出部位: 変色辺材



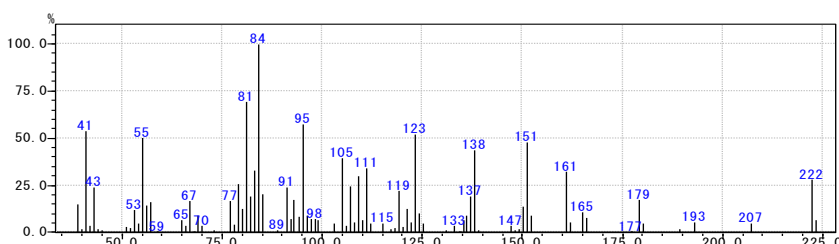
153 99-3 物質名: unidentified(061)
 (mixture?)
 保持時間(RT): 35.43
 KI: 1687 (文献値-)
 検出部位: 変色辺材



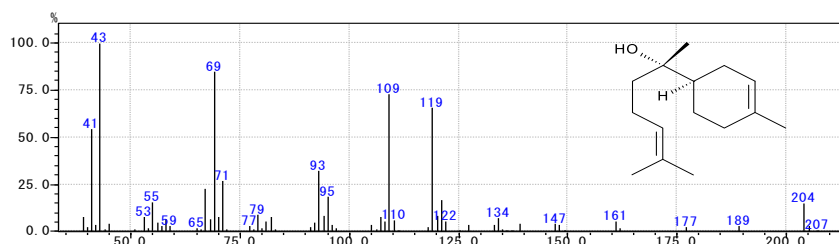
154 100 物質名: unidentified(062)
 保持時間(RT): 35.44
 KI: 1687 (文献値-)
 検出部位: 心材



155 100-2 物質名: unidentified(063)
 保持時間(RT): 35.25-35.30
 KI: 1682-1683 (文献値-)
 検出部位: 球果, 葉

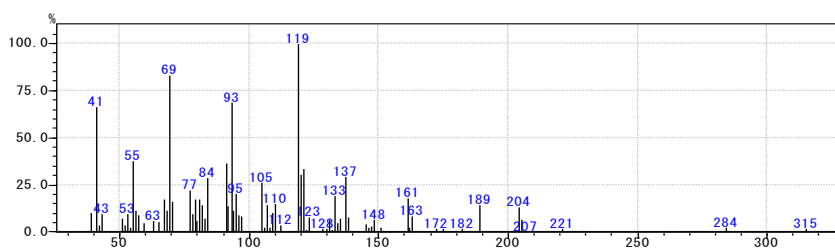


156 100-3 物質名: *epi*- α -bisabolol
 または α -bisabolol (KI: 1685)
 保持時間(RT): 35.32-35.39
 KI: 1684-1686 (文献値1684)
 検出部位: 球果, 葉, 変色辺材



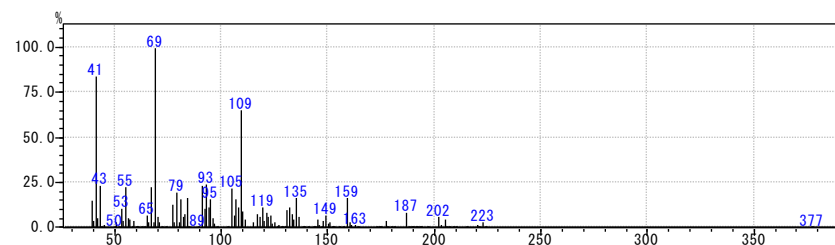
157 100-4 物質名: unidentified(064)

保持時間(RT): 35.63
KI: 1692 (文献値-)
検出部位: 変色辺材



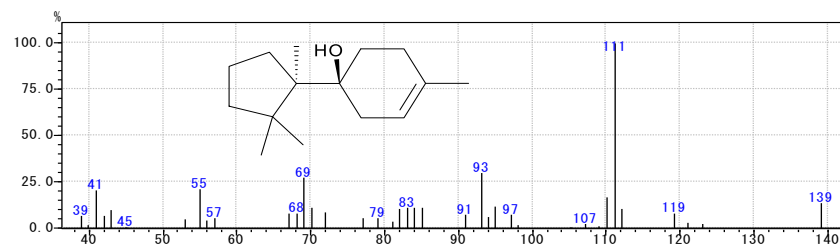
158 101 物質名: unidentified(065)

保持時間(RT): 35.72
KI: 1694 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂, 心材, 変色辺材



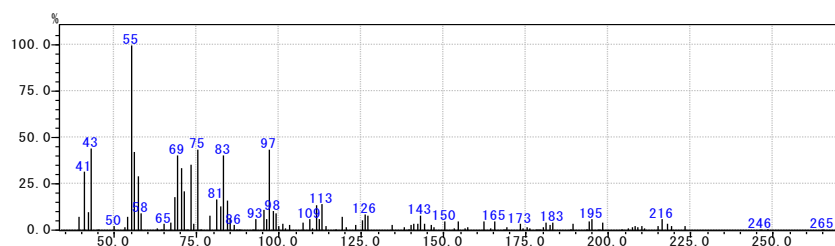
159 102 物質名: 4-cuprenen-1-ol

保持時間(RT): 35.78
KI: 1695 (文献値1692)
検出部位: 球果



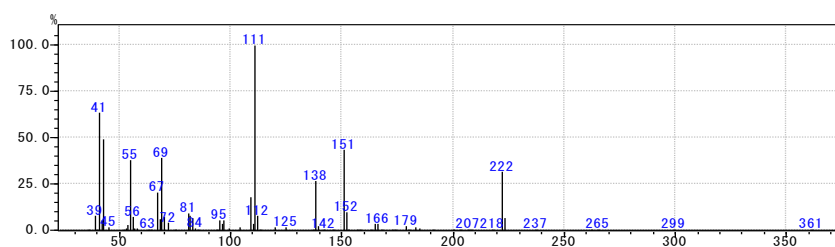
160 102-2 物質名: unidentified(066)

保持時間(RT): 35.84
KI: 1697 (文献値-)
検出部位: 腐朽材

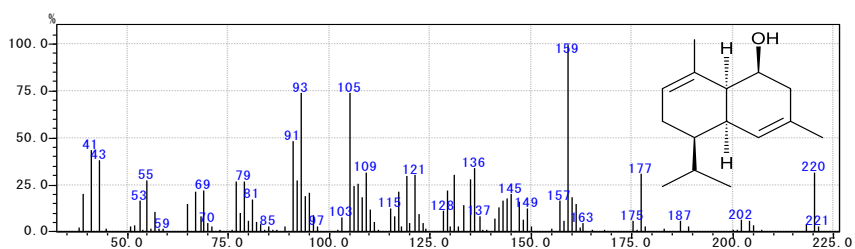


161 103 物質名: unidentified(067)

保持時間(RT): 35.94
KI: 1699 (文献値-)
検出部位: 心材

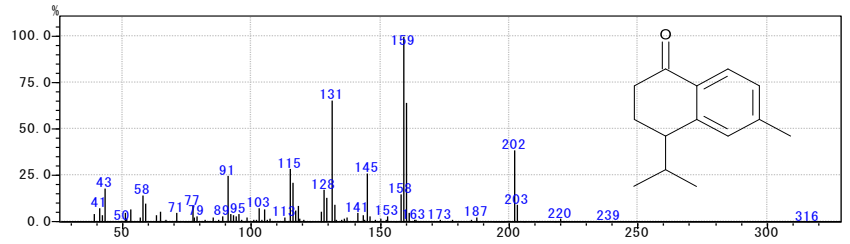


162 103-2 物質名: unidentified(068)
候補: amorpha-4,9-dien-2-ol
(KI: 1700)
保持時間(RT): 36.01
KI: 1701 (文献値-)
検出部位: 心材, 変色辺材



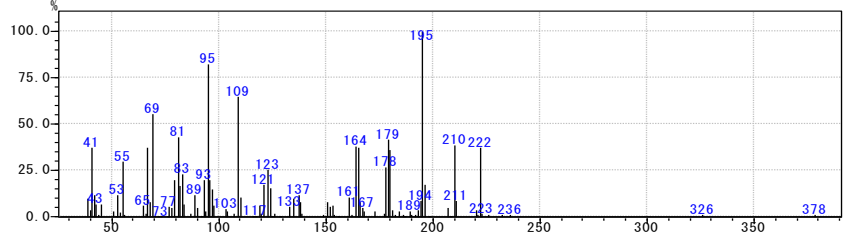
163 104 物質名:10-nor-calamenen-10-one

保持時間(RT):36.01-36.08
KI:1701-1703(文献値1702)
検出部位:心材



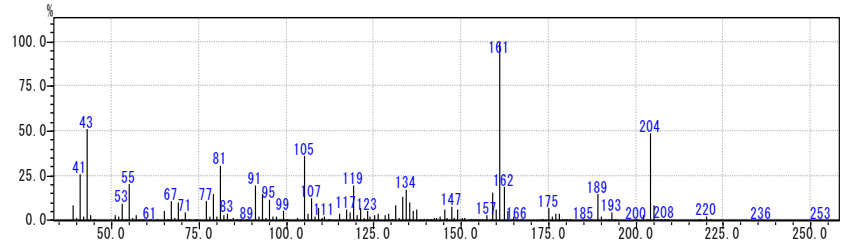
164 105 物質名:unidentified(069)

保持時間(RT):36.29-36.30
KI:1709(文献値-)
検出部位:腐朽材



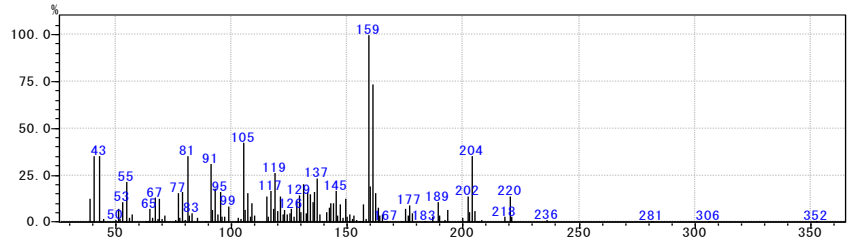
165 106 物質名:unidentified(070)

保持時間(RT):36.36
KI:1711(文献値-)
検出部位:心材



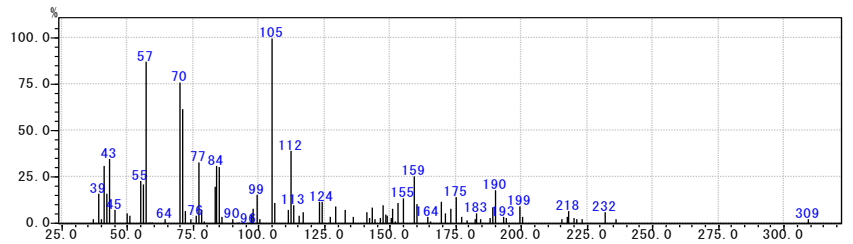
166 106-2 物質名:unidentified(071)

保持時間(RT):36.38
KI:1712(文献値-)
検出部位:心材



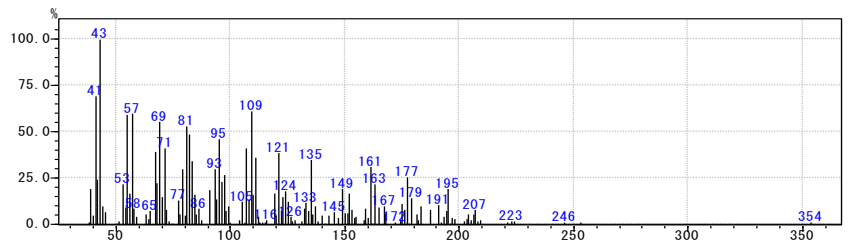
167 107 物質名:unidentified(072)

保持時間(RT):36.41-36.42
KI:1712-1713(文献値-)
検出部位:腐朽材



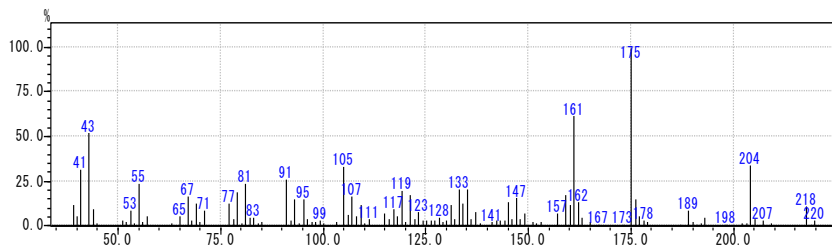
168 108 物質名:unidentified(073)

保持時間(RT):36.60
KI:1718(文献値-)
検出部位:腐朽材



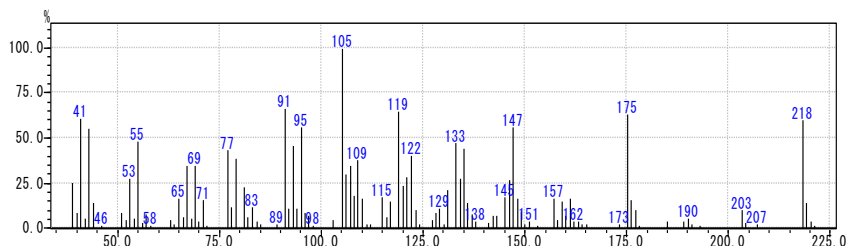
169 109 物質名: unidentified(074)

保持時間(RT): 36.65
KI: 1719 (文献値-)
検出部位: 心材



170 110 物質名: unidentified(075)

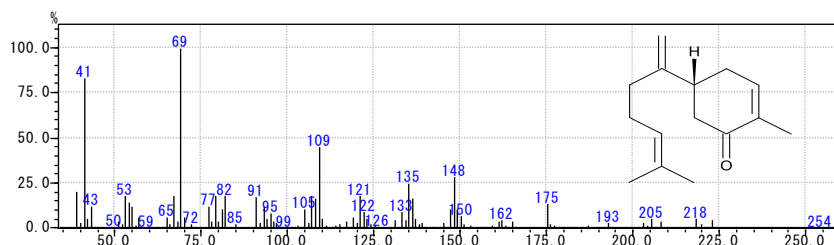
保持時間(RT): 36.89—36.90
KI: 1726 (文献値-)
検出部位: 心材



171 111 物質名: cryptomerin

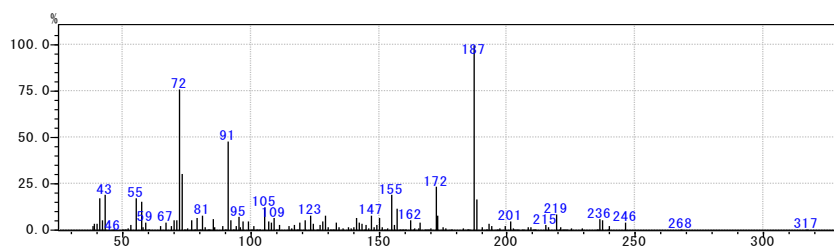
保持時間(RT): 37.03—37.05
KI: 1730 (文献値1724)
検出部位: 滲出樹脂, 心材, 材精油

殺ダニ活性
殺蟻活性



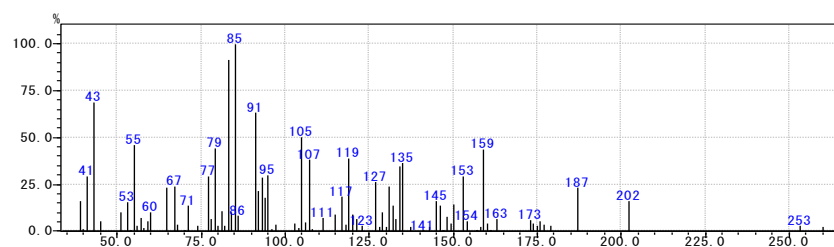
172 112 物質名: unidentified(076)

保持時間(RT): 37.34
KI: 1739 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



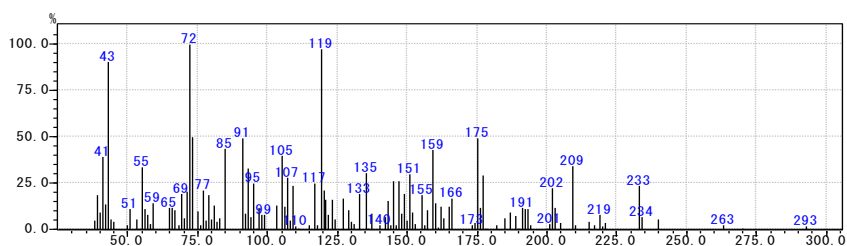
173 112-2 物質名: unidentified(077)

保持時間(RT): 37.37
KI: 1739 (文献値-)
検出部位: 変色辺材



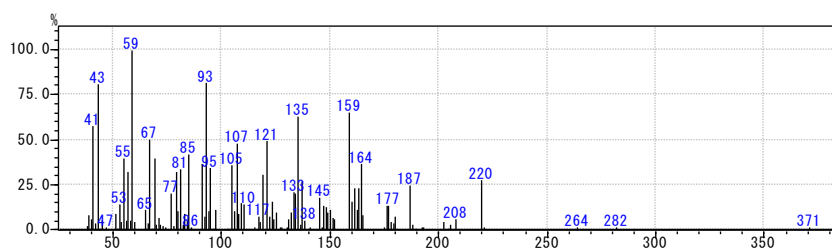
174 113 物質名: unidentified(078)

保持時間(RT): 37.38
KI: 1740 (文献値-)
検出部位: 心材



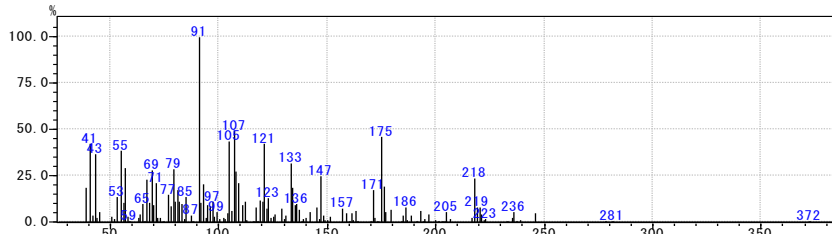
175 114 物質名: unidentified(079)

保持時間(RT): 37.75
KI: 1750 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



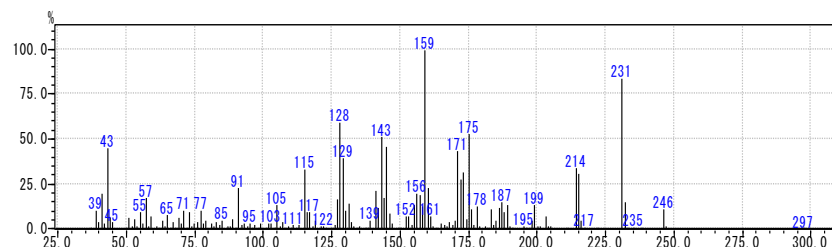
176 115 物質名: unidentified(080)

保持時間(RT): 37.78
KI: 1750 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



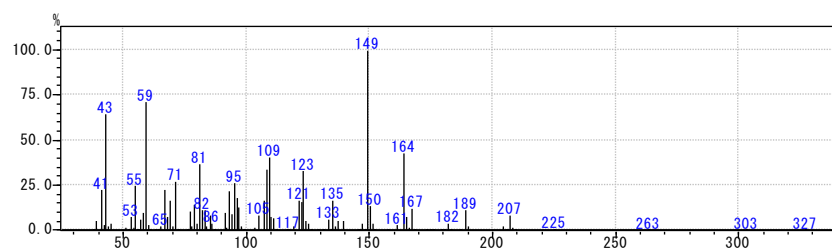
177 116 物質名: unidentified(081)

保持時間(RT): 38.49-38.50
KI: 1770 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



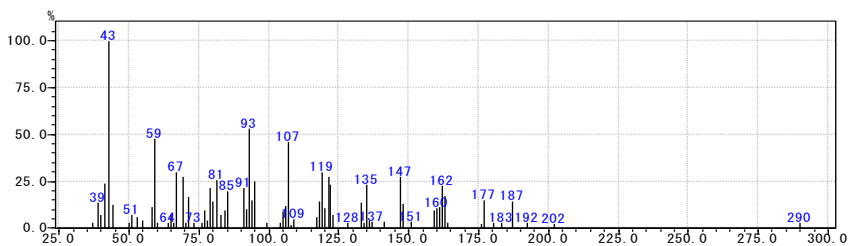
178 117 物質名: unidentified(082)

保持時間(RT): 38.65
KI: 1774 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂, 変色辺材

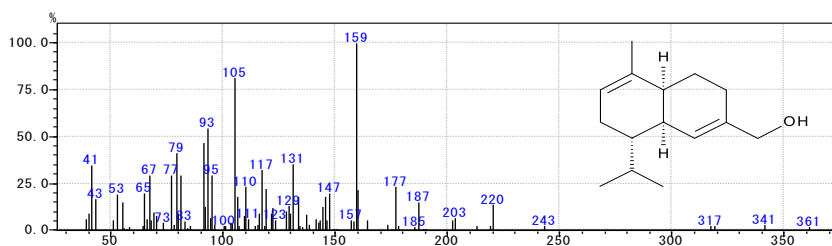


179 117-2 物質名: unidentified(083)

保持時間(RT): 38.77
KI: 1777 (文献値-)
検出部位: 変色辺材

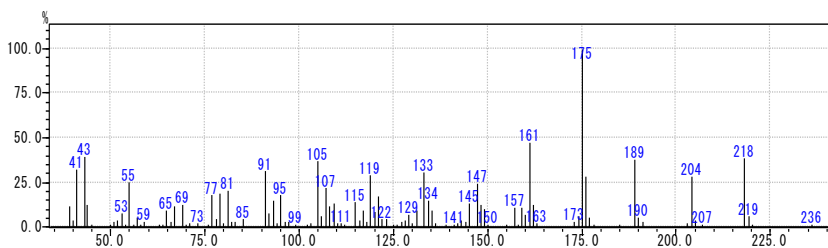


180 118 物質名: unidentified(084)
候補: 14-hydroxy- α -muurolene
(KI: 1780)
保持時間(RT): 38.76-38.78
KI: 1777 (文献値-)
検出部位: 変色辺材



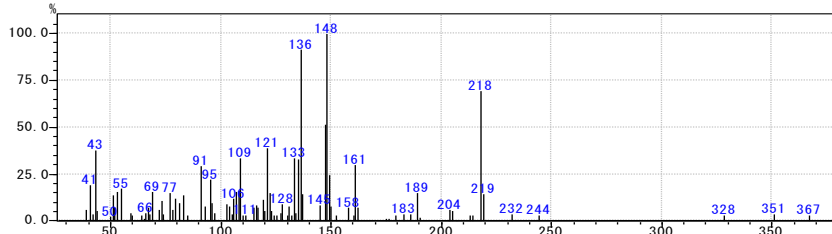
181 119 物質名: unidentified(085)

保持時間(RT): 38.93
KI: 1781 (文献値-)
検出部位: 心材



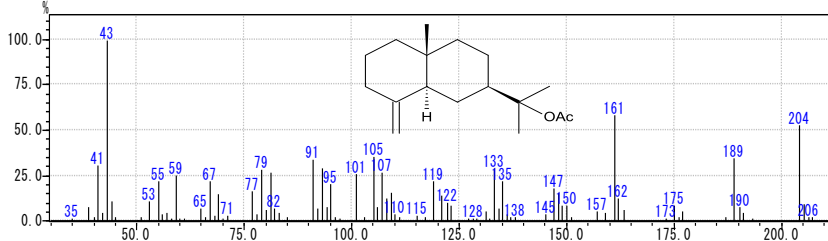
182 119-2 物質名: unidentified(086)

保持時間(RT): 38.97
KI: 1782 (文献値-)
検出部位: 変色辺材



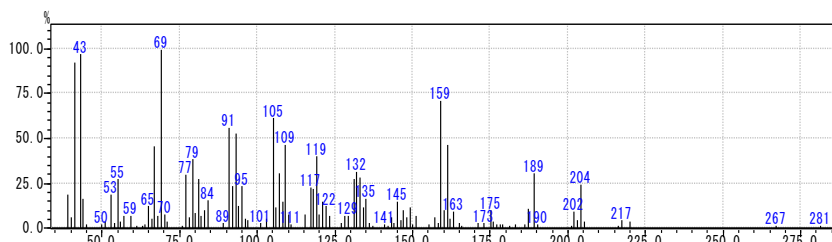
183 120 物質名: β -eudesmol acetate

保持時間(RT): 39.23
KI: 1789 (文献値1792)
検出部位: 心材



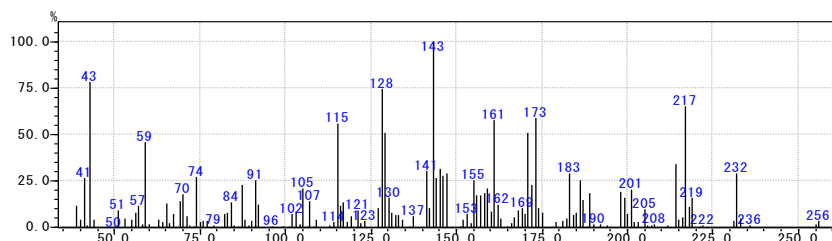
184 121 物質名: unidentified(087)

保持時間(RT): 39.33
KI: 1792 (文献値-)
検出部位: 心材



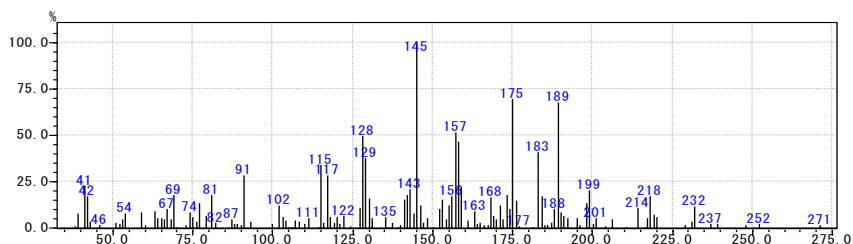
185 122 物質名: unidentified(088)

保持時間(RT): 39.37
KI: 1793 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



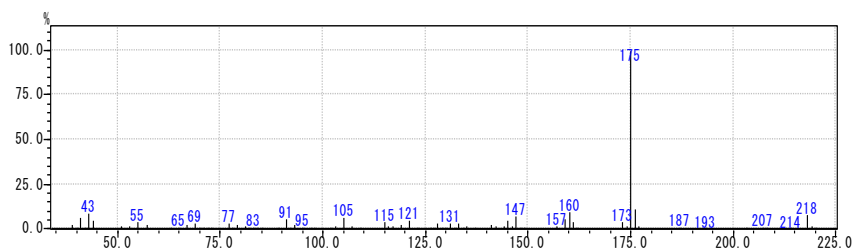
186 123 物質名: unidentified(089)

保持時間(RT): 36.65
KI: 1800 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



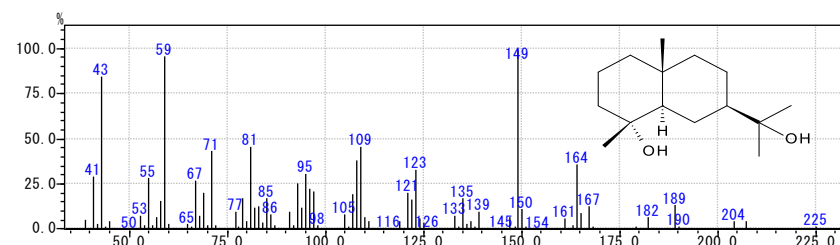
187 124 物質名: unidentified(090)

保持時間(RT): 39.83
KI: 1806 (文献値-)
検出部位: 心材



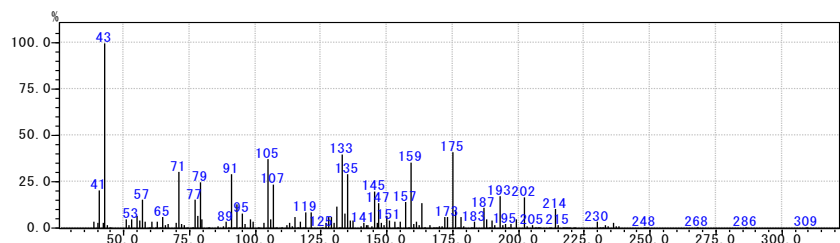
188 125 物質名: cryptomeridiol

保持時間(RT): 40.03-40.10
KI: 1812-1814 (文献値1813)
検出部位: 滲出樹脂, 心材, 球果



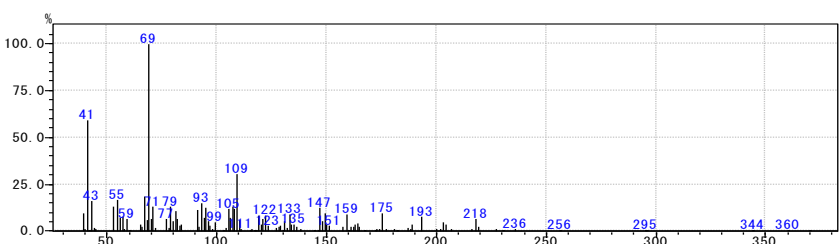
189 126 物質名: unidentified(091)

保持時間(RT): 40.18-40.19
KI: 1816 (文献値-)
検出部位: 心材



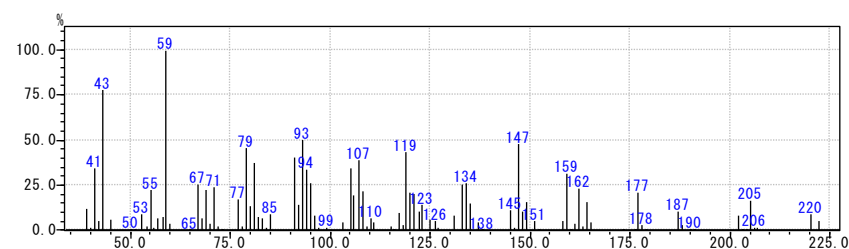
190 126-2 物質名: unidentified(092)

保持時間(RT): 40.28
KI: 1819 (文献値-)
検出部位: 変色辺材



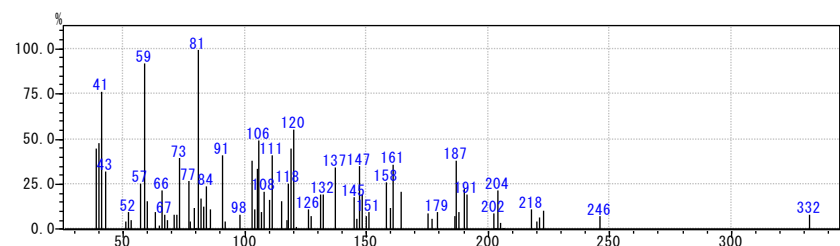
191 127 物質名: unidentified(093)

保持時間(RT): 40.30
KI: 1819 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂

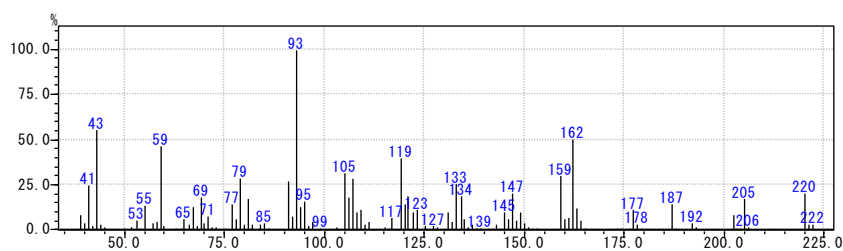


192 128 物質名: unidentified(094)

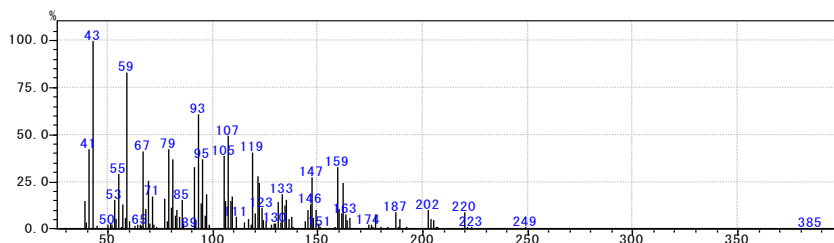
保持時間(RT): 40.39
KI: 1822 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



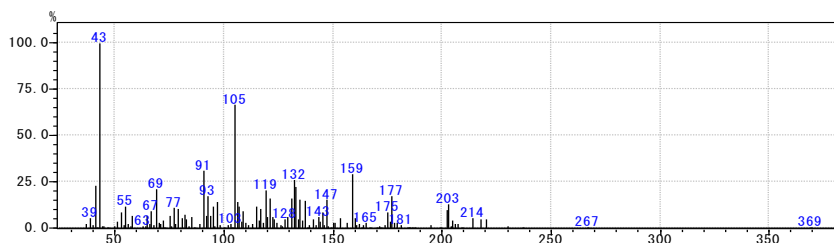
193 129 物質名 : unidentified(095)
 保持時間(RT): 40.49
 KI: 1825 (文献値-)
 検出部位: 滲出樹脂, 変色辺材



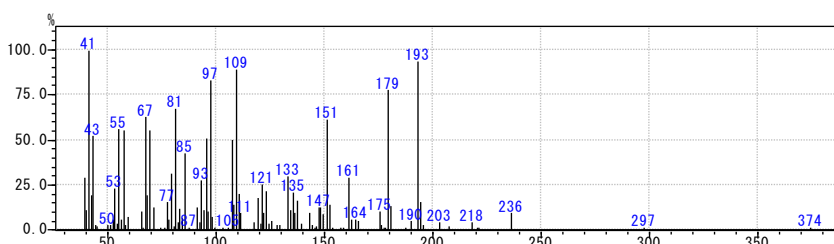
194 130 物質名 : unidentified(096)
 保持時間(RT): 40.71
 KI: 1831 (文献値-)
 検出部位: 滲出樹脂, 変色辺材



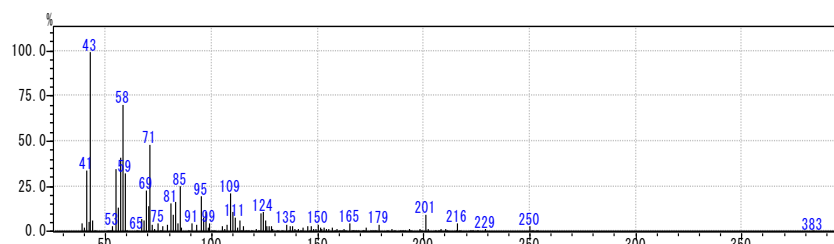
195 131 物質名 : unidentified(097)
 保持時間(RT): 40.94
 KI: 1838 (文献値-)
 検出部位: 腐朽材



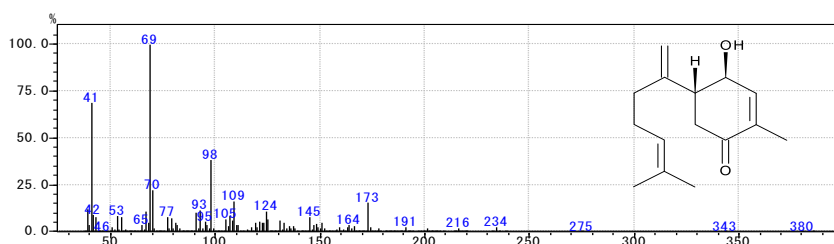
196 132 物質名 : unidentified(098)
 保持時間(RT): 41.23
 KI: 1846 (文献値-)
 検出部位: 滲出樹脂



197 133 物質名 : unidentified(099)
 候補: 6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone
 保持時間(RT): 41.26
 KI: 1847 (文献値-)
 検出部位: 腐朽材

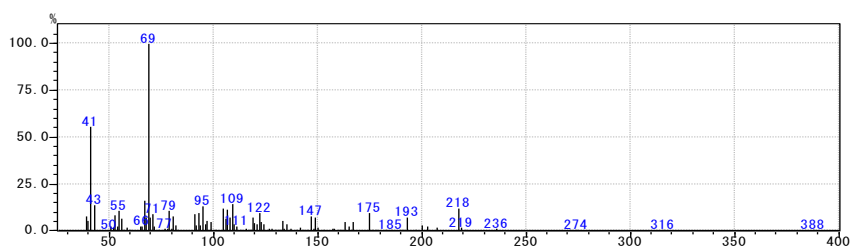


198 134 物質名 : 2,7(14),10-bisabolatrien-1-ol-4-one
 保持時間(RT): 41.36
 KI: 1850 (文献値1845)
 検出部位: 心材, 変色辺材



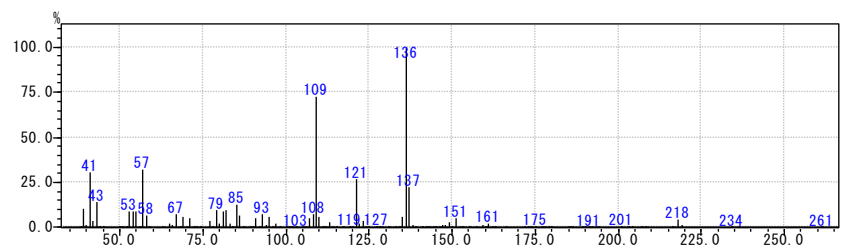
199 134-2 物質名:unidentified(100)

保持時間(RT): 41.60
KI: 1857 (文献値-)
検出部位: 変色辺材



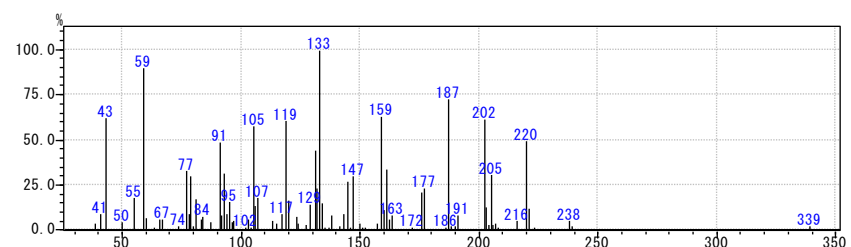
200 135 物質名:unidentified(101)

保持時間(RT): 41.65
KI: 1858 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



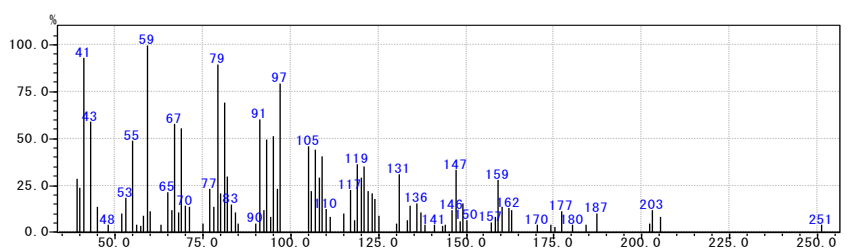
201 136 物質名:unidentified(102)

保持時間(RT): 41.78
KI: 1862 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



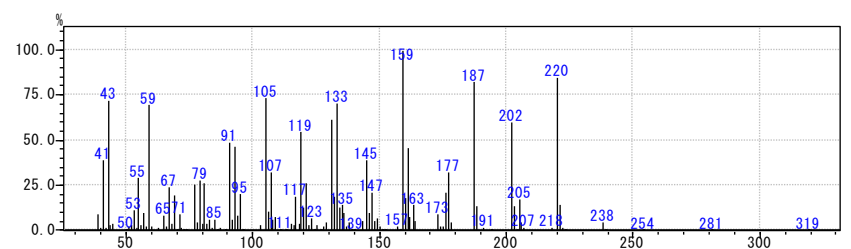
202 137 物質名:unidentified(103)

保持時間(RT): 42.06
KI: 1870 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂, 変色辺材



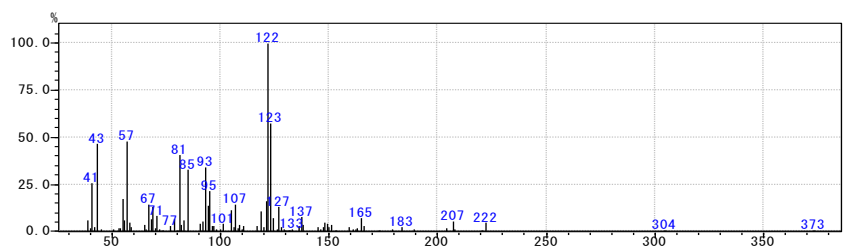
203 138 物質名:unidentified(104)

保持時間(RT): 42.15
KI: 1873 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂, 変色辺材



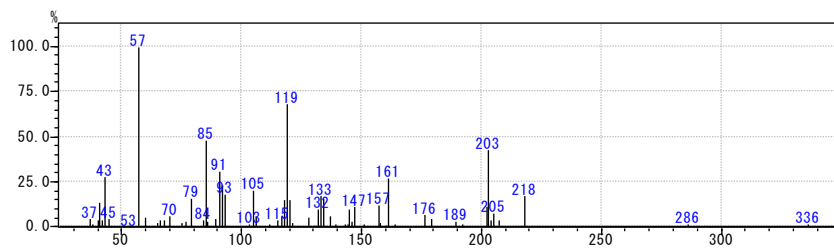
204 138-2 物質名:unidentified(105)

保持時間(RT): 42.24
KI: 1875 (文献値-)
検出部位: 変色辺材



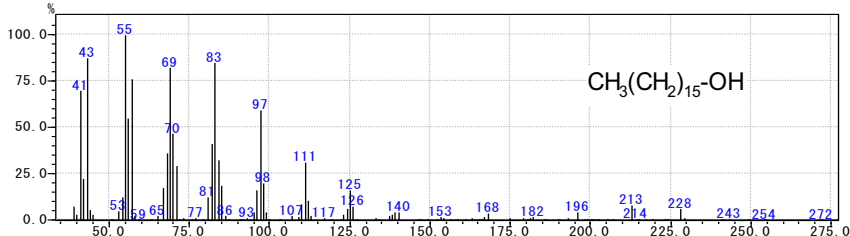
205 139 物質名: unidentified(106)

保持時間(RT): 42.44
KI: 1881 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



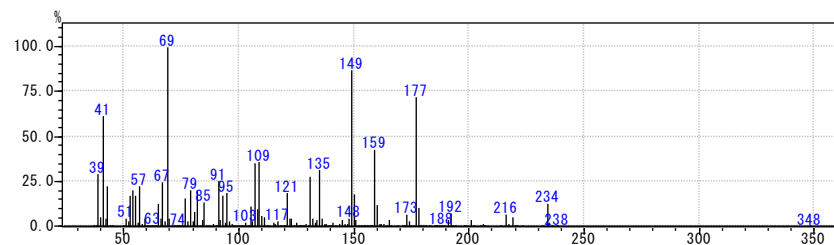
206 140 物質名: *n*-hexadecanol

保持時間(RT): 42.56
KI: 1884 (文献値1875)
検出部位: 樹皮



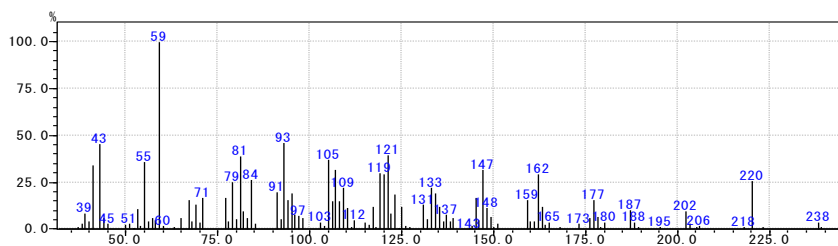
207 141 物質名: unidentified(107)

保持時間(RT): 42.59
KI: 1885 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



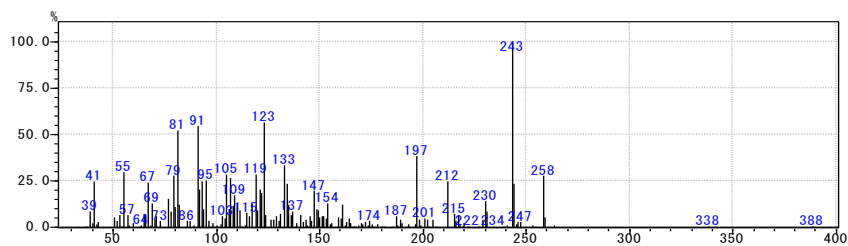
208 141-2 物質名: unidentified(108)

保持時間(RT): 42.64
KI: 1886 (文献値-)
検出部位: 変色辺材



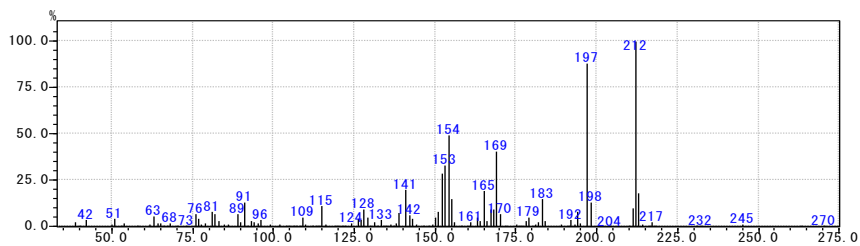
209 142 物質名: unidentified(109)

保持時間(RT): 42.64
KI: 1886 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



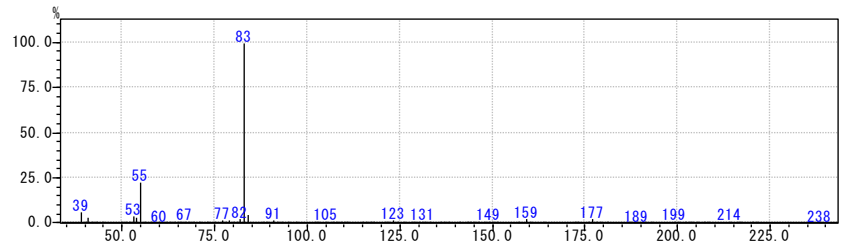
210 143 物質名: unidentified(110)

保持時間(RT): 42.80
KI: 1891 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



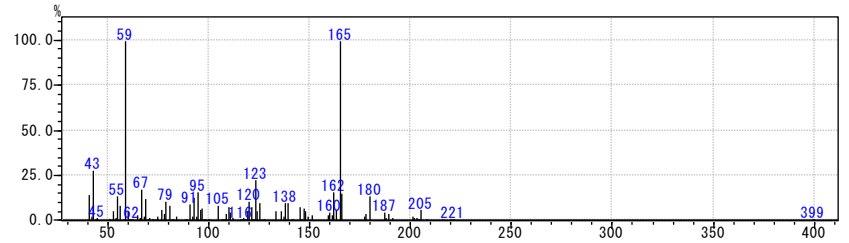
211 144 物質名: unidentified(111)

保持時間(RT): 42.81
KI: 1891 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



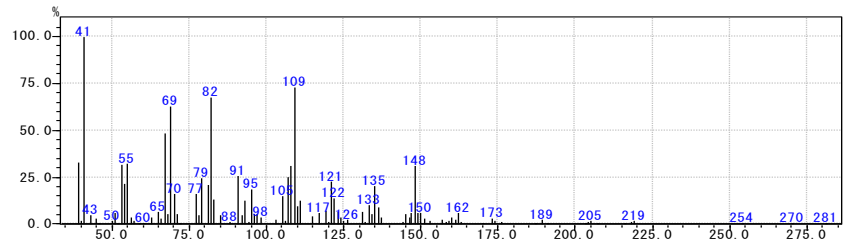
212 145 物質名: unidentified(112)

保持時間(RT): 42.99-43.00
KI: 1896 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂, 変色辺材



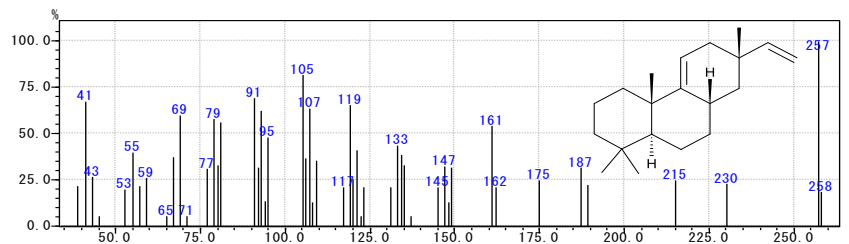
213 145-2 物質名: unidentified(113)

保持時間(RT): 43.16
KI: 1900 (文献値-)
検出部位: 変色辺材



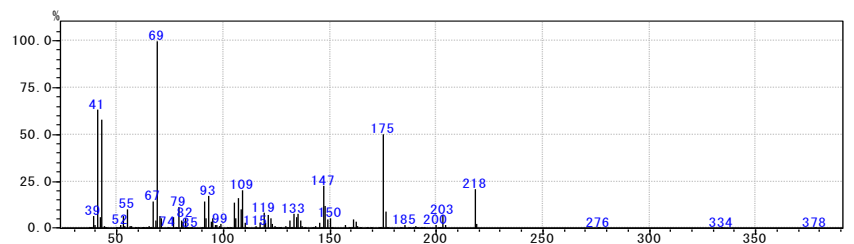
214 145-3 物質名: isopimara-9(11),15-diene

保持時間(RT): 43.21
KI: 1902 (文献値1905)
検出部位: 球果



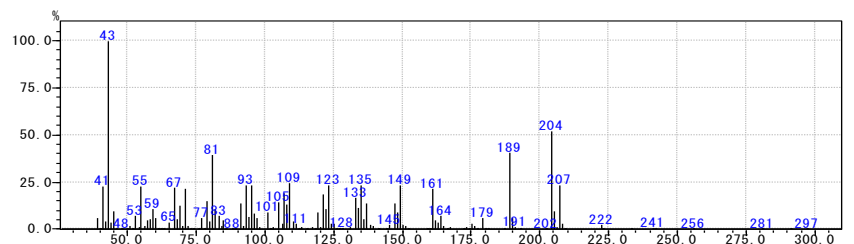
215 145-4 物質名: unidentified(114)

保持時間(RT): 43.29
KI: 1904 (文献値-)
検出部位: 変色辺材

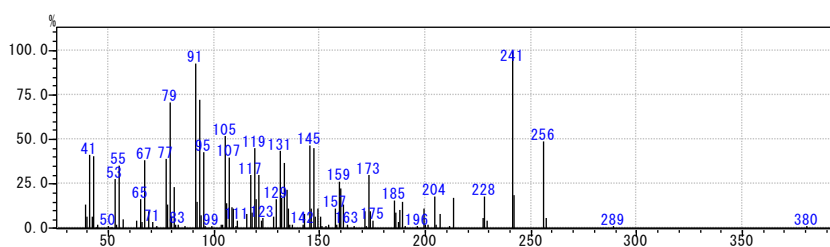


216 145-5 物質名: unidentified(115)

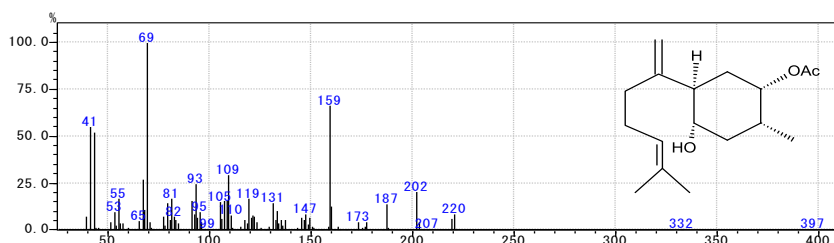
保持時間(RT): 43.45
KI: 1909 (文献値-)
検出部位: 変色辺材



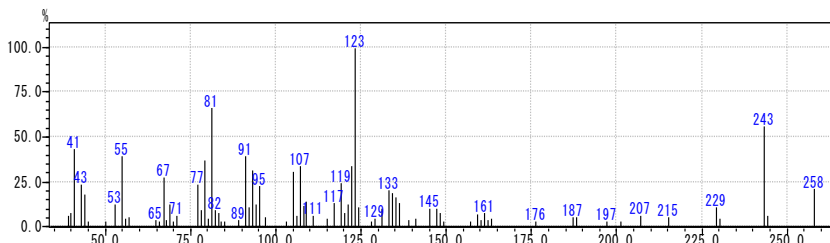
217 146 物質名: unidentified(116)
 保持時間(RT): 43.45—43.48
 KI: 1909—1910 (文献値-)
 検出部位: 滲出樹脂, 心材



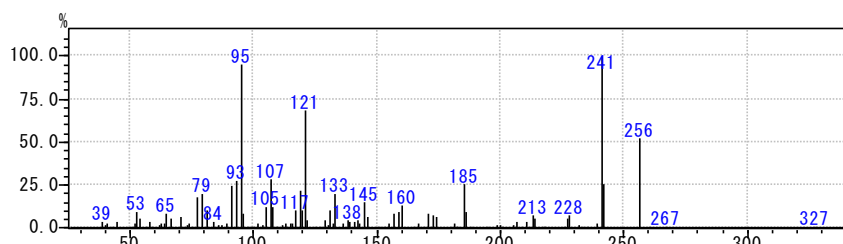
218 146-2 物質名: unidentified(117)
 候補: 4-acetoxybisaboladien-1-ol
 保持時間(RT): 43.63
 KI: 1915 (文献値-)
 検出部位: 変色辺材



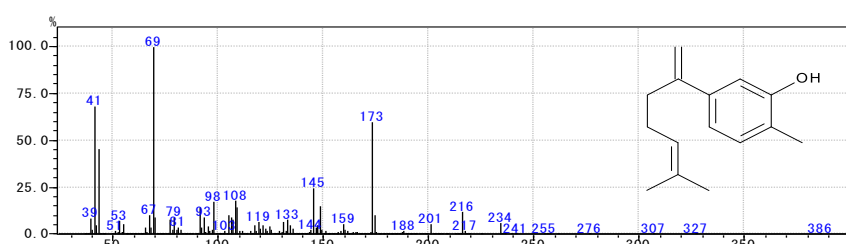
219 147 物質名: unidentified(118)
 保持時間(RT): 43.83—43.85
 KI: 1921—1922 (文献値-)
 検出部位: 心材



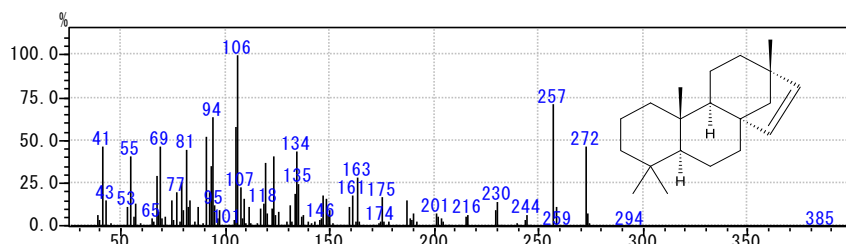
220 148 物質名: unidentified(119)
 保持時間(RT): 43.99—44.05
 KI: 1926—1928 (文献値-)
 検出部位: 腐朽材



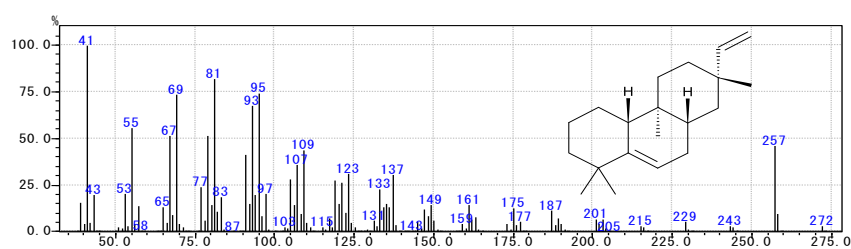
221 149 物質名: unidentified(120)
 候補: bisabolapentaenol
 保持時間(RT): 43.99—44.05
 KI: 1926—1928 (文献値-)
 検出部位: 心材, 変色辺材



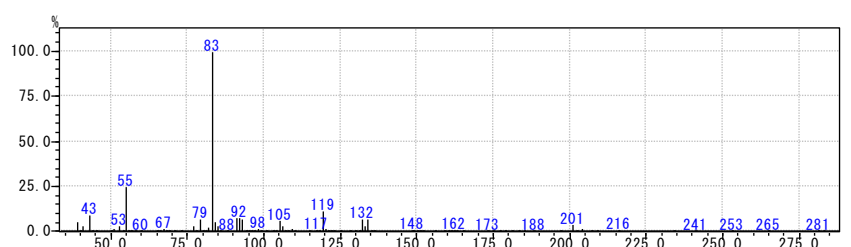
222 150 物質名: unidentified(121)
 候補: isohibaene (KI:1934)
 保持時間(RT): 44.08—44.10
 KI: 1929 (文献値-)
 検出部位: 腐朽材



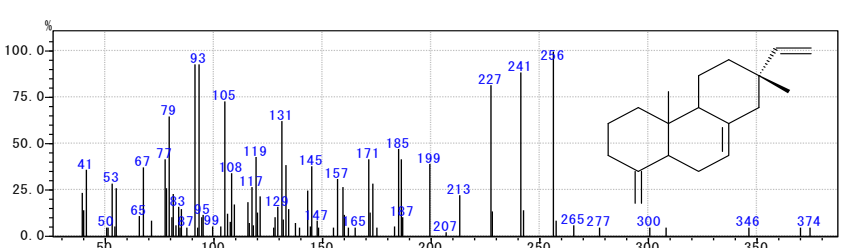
223 150-2 物質名: unidentified(122)
 候補: *ent-rosa-5,15-diene* (KI: 1934)
 保持時間(RT): 44.22-44.30
 KI: 1933-1935 (文献値-)
 検出部位: 球果, 葉



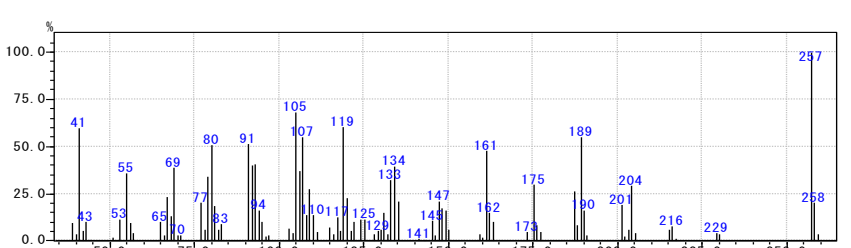
224 151 物質名: unidentified(123)
 保持時間(RT): 44.42
 KI: 1939 (文献値-)
 検出部位: 滲出樹脂



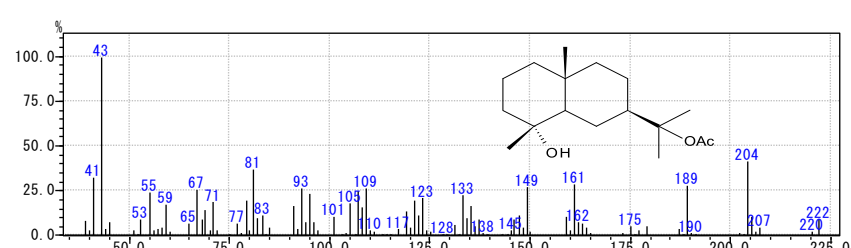
225 152 物質名: unidentified(124)
 候補: 18-nor-4(19),7,15-isopimaratriene
 保持時間(RT): 44.45
 KI: 1940 (文献値-)
 検出部位: 滲出樹脂



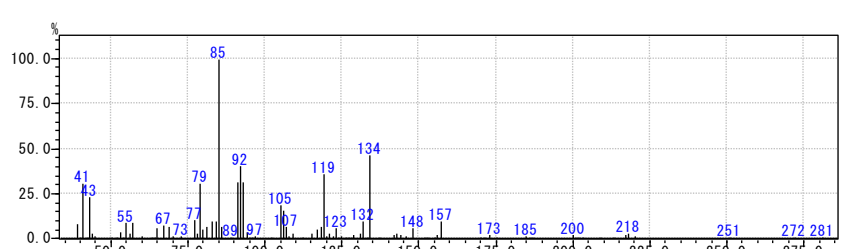
226 152-2 物質名: unidentified(125)
 保持時間(RT): 44.57
 KI: 1943-1944 (文献値-)
 検出部位: 葉, 球果



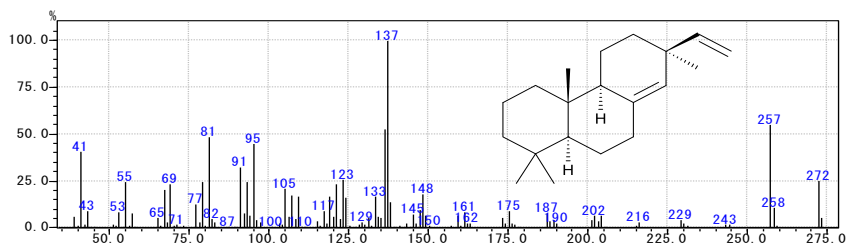
227 153 物質名: 11-acetoxyeudesman-4 α -ol
 保持時間(RT): 44.56-44.62
 KI: 1943-1945 (文献値1939)
 検出部位: 滲出樹脂, 心材



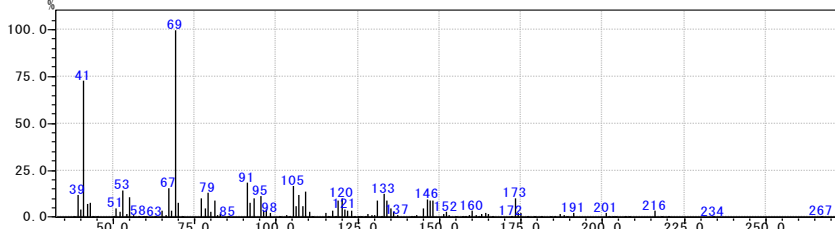
228 154 物質名: unidentified(126)
 保持時間(RT): 44.68
 KI: 1947 (文献値-)
 検出部位: 滲出樹脂



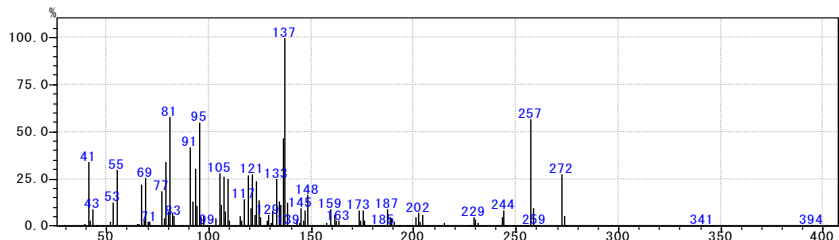
229 155 物質名:pimaradiene
 保持時間(RT): 44.66-44.71
 KI: 1946-48 (文献値1949)
 検出部位: 葉, 球果, 腐朽材



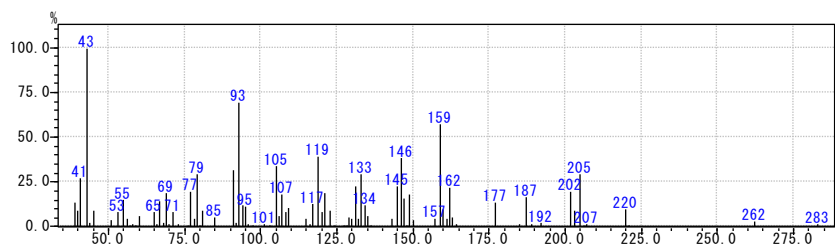
230 155-2 物質名:unidentified(127)
 保持時間(RT): 44.92
 KI: 1954 (文献値-)
 検出部位: 変色辺材, 球果



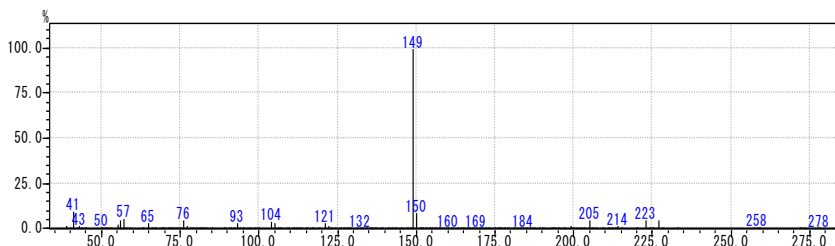
231 155-3 物質名:unidentified(128)
 保持時間(RT): 45.08
 KI: 1959 (文献値-)
 検出部位: 心材



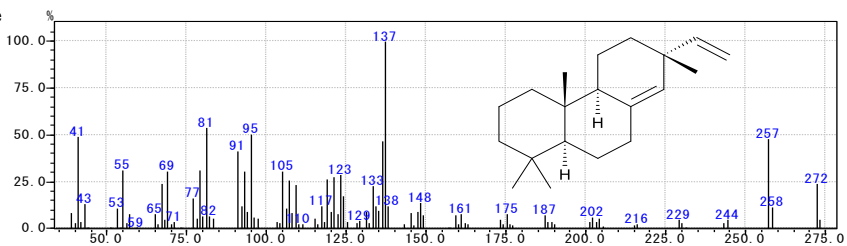
232 156 物質名:unidentified(129)
 保持時間(RT): 45.06-45.10
 KI: 1958-1959 (文献値-)
 検出部位: 滲出樹脂



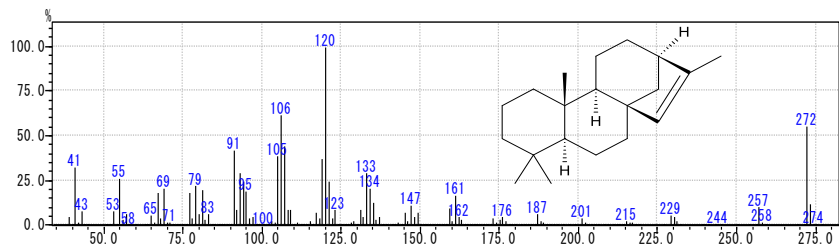
233 157 物質名:unidentified(130)
 保持時間(RT): 45.22-45.29
 KI: 1963-1965 (文献値-)
 検出部位: 腐朽材, 変色辺材



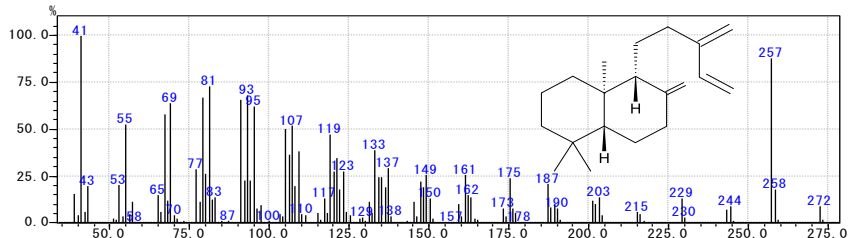
234 158 物質名:sandaracopimara-8(14),15-diene
 保持時間(RT): 45.28-45.29
 KI: 1965 (文献値1969)
 検出部位: 球果, 葉



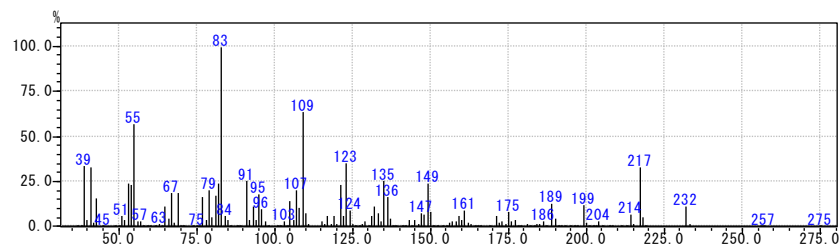
235 159 物質名 : isophyllocladene
 保持時間(RT): 45.37
 KI: 1967 (文献値1967)
 検出部位: 心材, 腐朽材, 樹皮



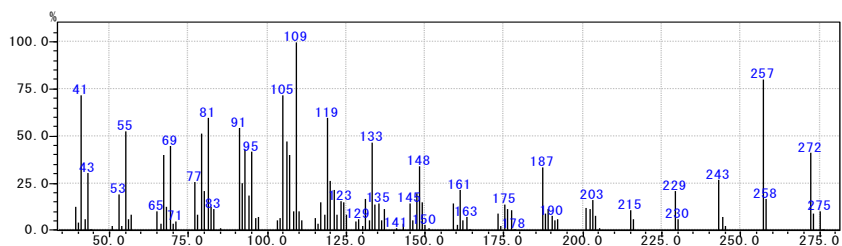
236 160 物質名 : sclarene
 保持時間(RT): 45.51
 KI: 1971 (文献値1974)
 検出部位: 葉



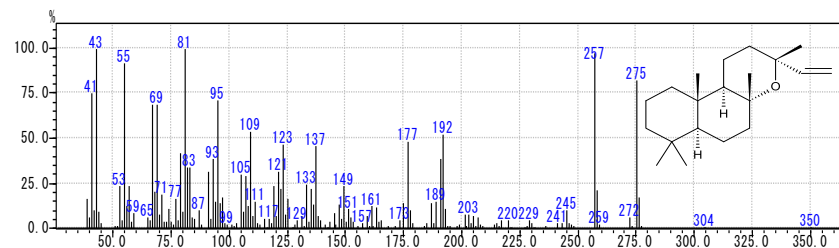
237 161 物質名 : unidentified(131)
 保持時間(RT): 46.17
 KI: 1991 (文献値-)
 検出部位: 滲出樹脂



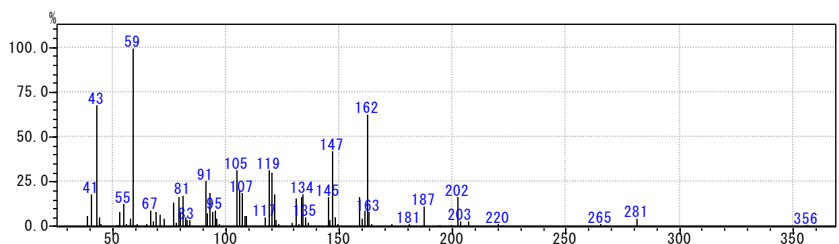
238 161-2 物質名 : unidentified(132)
 保持時間(RT): 46.21-46.26
 KI: 1992-1994 (文献値-)
 検出部位: 球果, 葉



239 162 物質名 : manool oxide
 保持時間(RT): 46.24-46.26
 KI: 1993 (文献値1987)
 検出部位: 滲出樹脂, 腐朽材

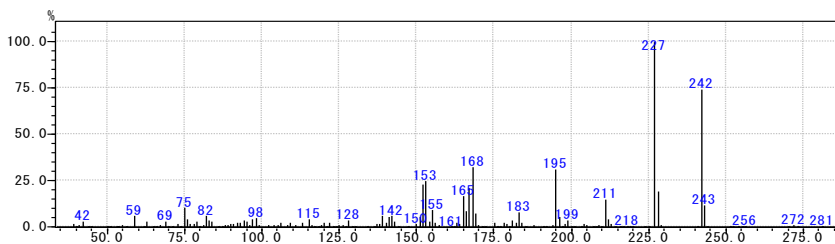


240 163 物質名 : unidentified(133)
 保持時間(RT): 46.39
 KI: 1997 (文献値-)
 検出部位: 滲出樹脂



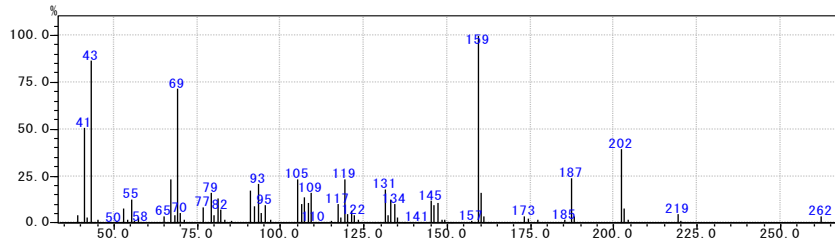
241 164 物質名: unidentified(134)

保持時間(RT): 46.59
KI: 2003 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



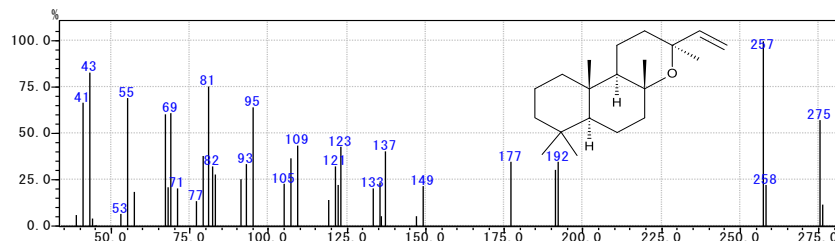
242 164-2 物質名: unidentified(135)

保持時間(RT): 46.71
KI: 2007 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂, 心材



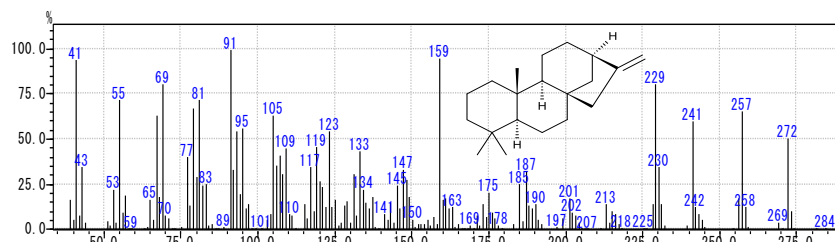
243 164-3 物質名: unidentified(136)
候補: 13-*epi*-manool oxide (KI: 2010)

保持時間(RT): 46.91-46.94
KI: 2014 (文献値-)
検出部位: 球果, 葉



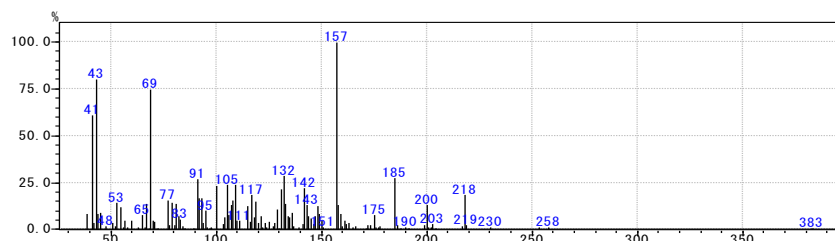
244 165 物質名: phyllocladene
(mixture?)

保持時間(RT): 47.00-47.03
KI: 2016-2017 (文献値2017)
検出部位: 心材, 腐朽材



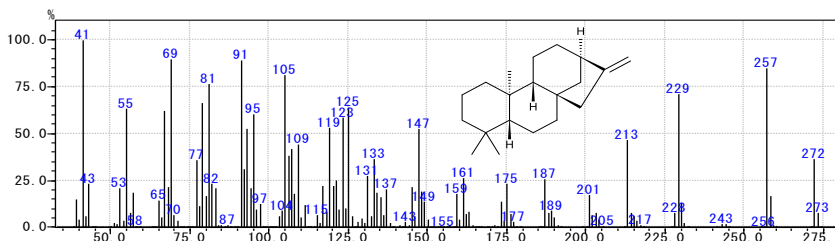
245 165-2 物質名: unidentified(137)

保持時間(RT): 47.39
KI: 2029 (文献値-)
検出部位: 変色辺材



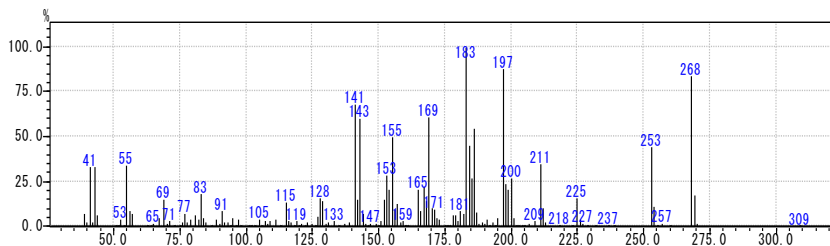
246 166 物質名: kaurene

保持時間(RT): 47.75-47.78
KI: 2040-2041 (文献値2043)
検出部位: 球果, 葉



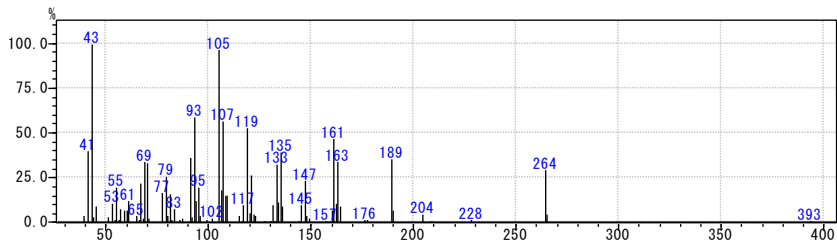
247 166-2 物質名: unidentified(138)

保持時間(RT): 47.80-47.81
KI: 2042 (文献値-)
検出部位: 心材



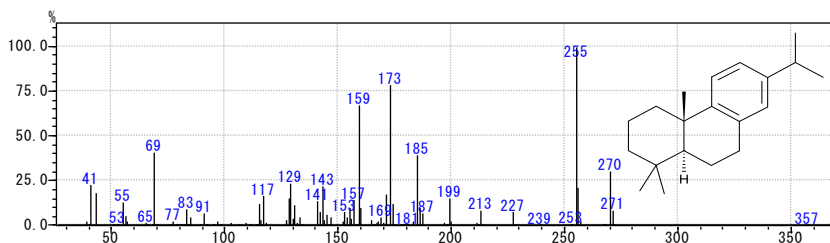
248 167 物質名: unidentified(139)

保持時間(RT): 48.08
KI: 2051 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



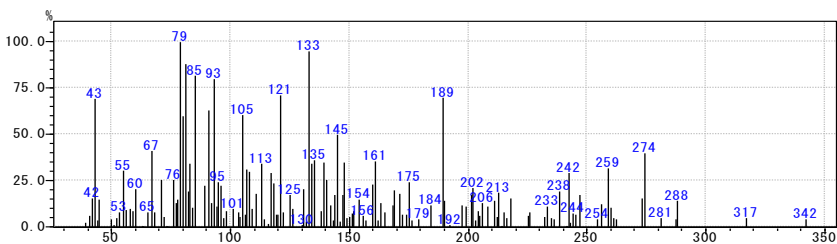
249 168 物質名: abietatriene

保持時間(RT): 48.29-48.34
KI: 2057-2059 (文献値2056)
検出部位: 滲出樹脂, 心材, 球果, 葉



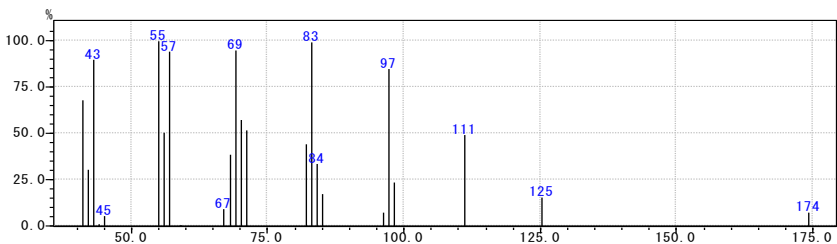
250 169 物質名: unidentified(140)

保持時間(RT): 48.44-48.45
KI: 2062 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



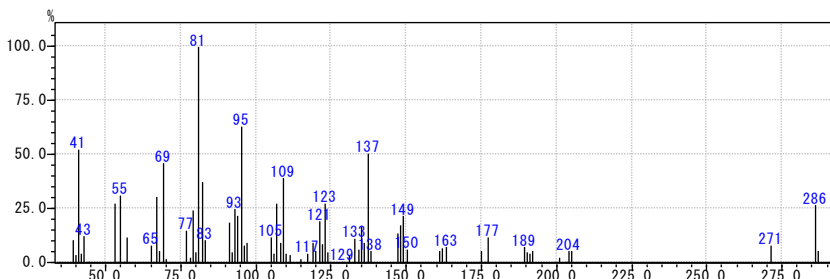
251 169-2 物質名: n-octadecanol

保持時間(RT): 48.99
KI: 2079 (文献値2077)
検出部位: 樹皮



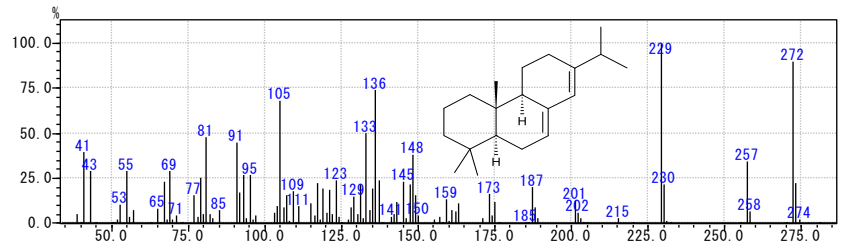
252 169-3 物質名: unidentified(141)

保持時間(RT): 49.07
KI: 2081 (文献値-)
検出部位: 葉



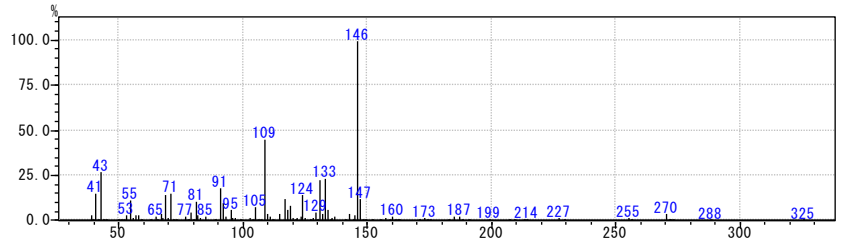
253 170 物質名: abieta-7,13-diene

保持時間(RT): 49.13-49.17
KI: 2083-2084 (文献値2087)
検出部位: 滲出樹脂, 心材



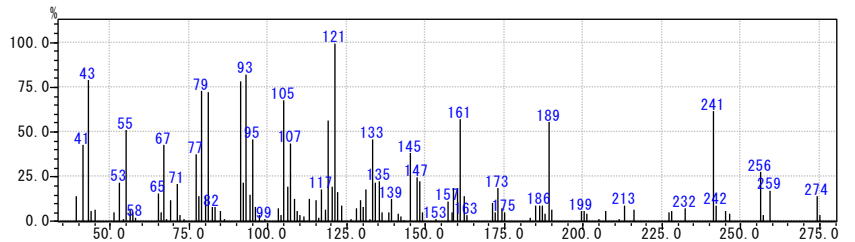
254 171 物質名: unidentified(142)

保持時間(RT): 49.30
KI: 2088 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



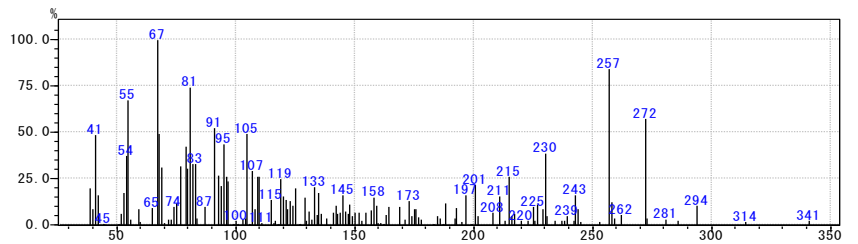
255 172 物質名: unidentified(143)

保持時間(RT): 49.45-49.51
KI: 2093-2094 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂, 心材, 変色辺材



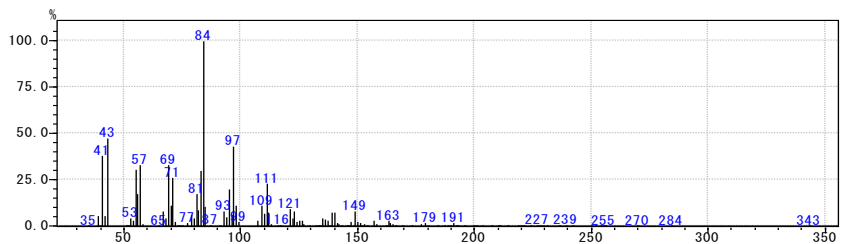
256 173 物質名: unidentified(144)

保持時間(RT): 49.61
KI: 2098 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



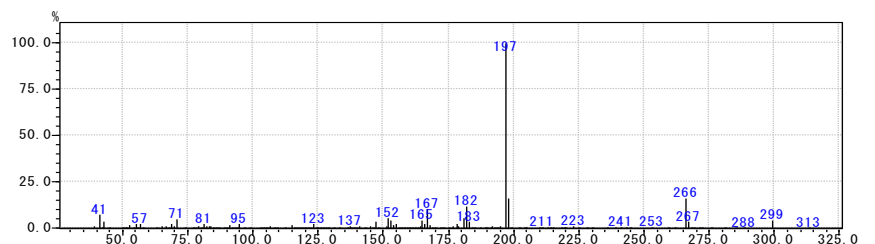
257 174 物質名: unidentified(145)

保持時間(RT): 50.04
KI: 2112 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



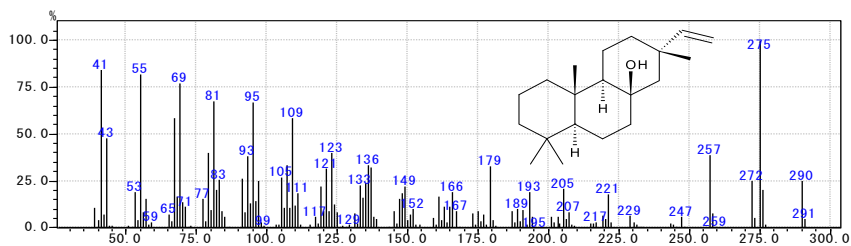
258 175 物質名: unidentified(146)

保持時間(RT): 50.20
KI: 2117 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



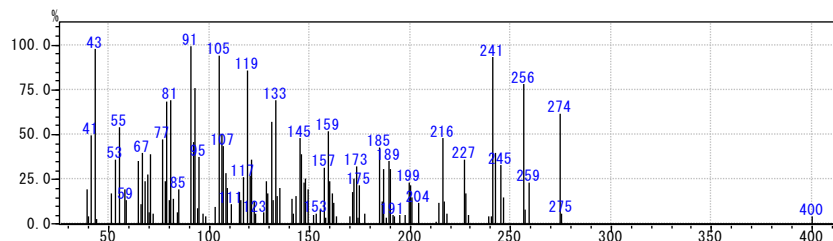
259 175-2 物質名: nezukol

保持時間(RT): 50.52-50.53
KI: 2128 (文献値2133)
検出部位: 球果, 葉



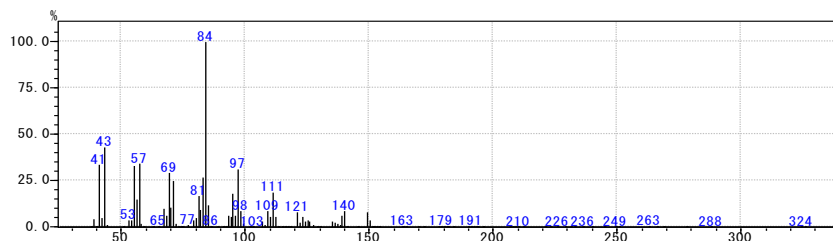
260 176 物質名: unidentified(147)
(mixture ?)

保持時間(RT): 50.58
KI: 2130 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



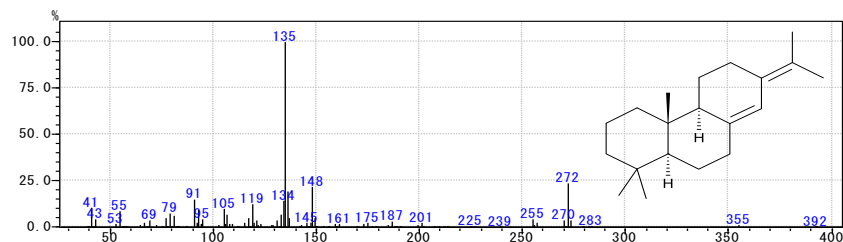
261 177 物質名: unidentified(148)

保持時間(RT): 51.10
KI: 2147 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



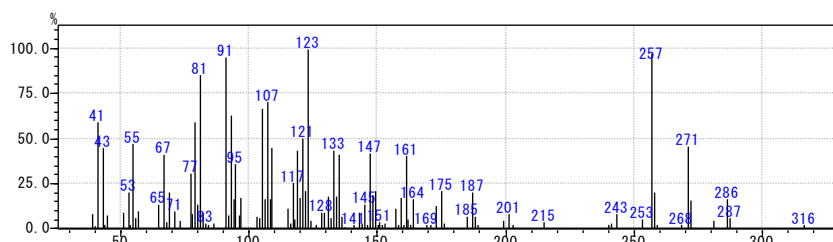
262 178 物質名: abieta-8(14),13(15)-diene

保持時間(RT): 51.23
KI: 2151 (文献値2154)
検出部位: 心材



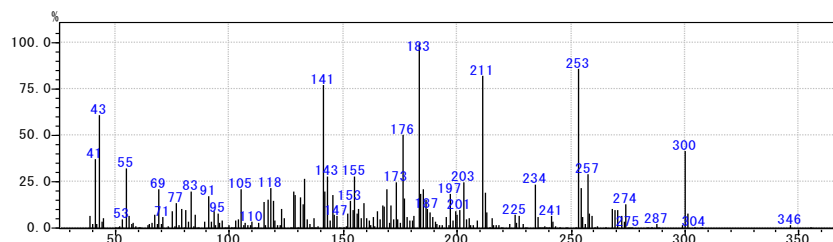
263 179 物質名: unidentified(149)

保持時間(RT): 51.62-51.68
KI: 2164-2166 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



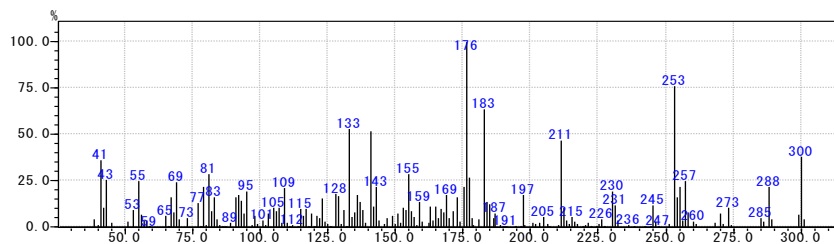
264 180 物質名: unidentified(150)

保持時間(RT): 51.77
KI: 2169 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



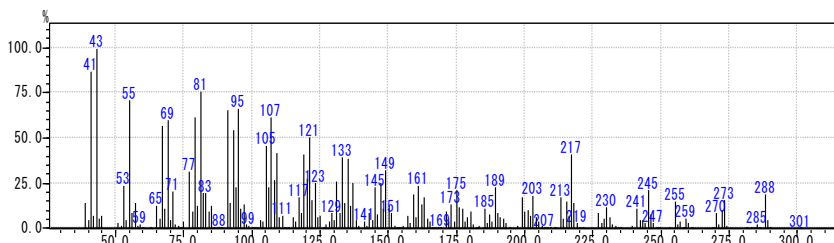
265 181 物質名: unidentified(151)

保持時間(RT): 51.96
KI: 2175 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



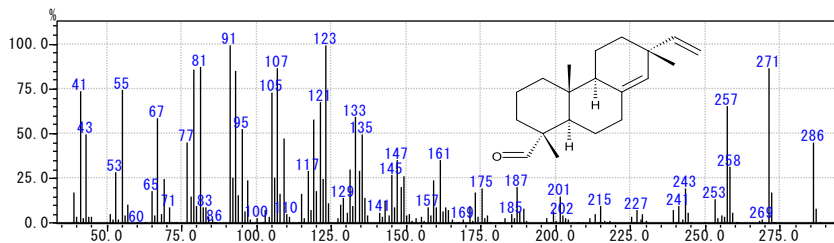
266 182 物質名: unidentified(152)

保持時間(RT): 52.09-52.12
KI: 2179-2180 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



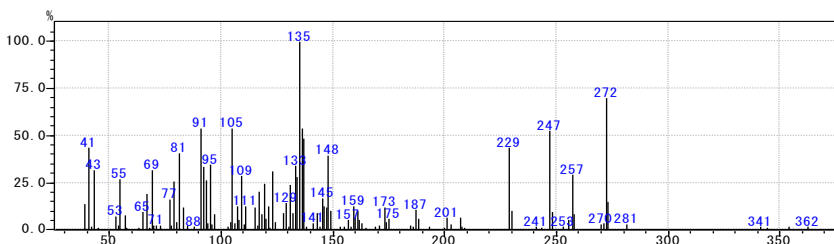
267 183 物質名: sandaracopimarinal

保持時間(RT): 52.26-52.32
KI: 2184-2186 (文献値2184)
検出部位: 滲出樹脂, 心材, 球果



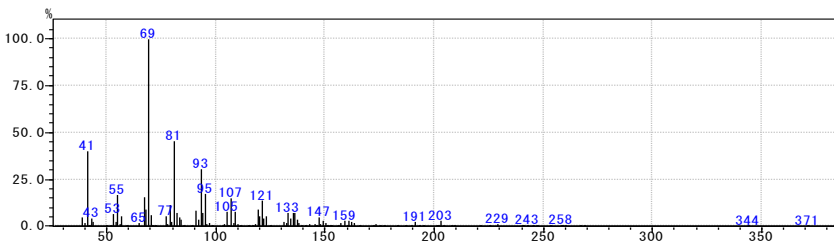
268 183-2 物質名: unidentified(153)

保持時間(RT): 52.55
KI: 2194 (文献値-)
検出部位: 変色辺材



269 183-3 物質名: unidentified(154)

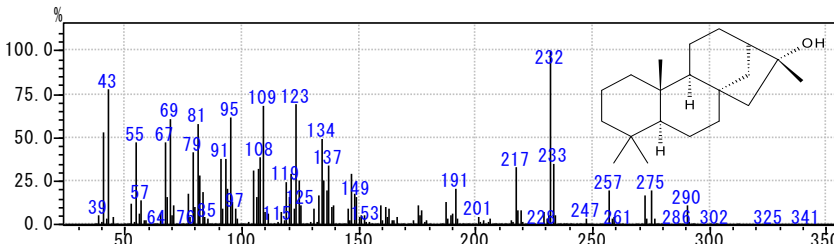
保持時間(RT): 52.59
KI: 2195 (文献値-)
検出部位: 変色辺材



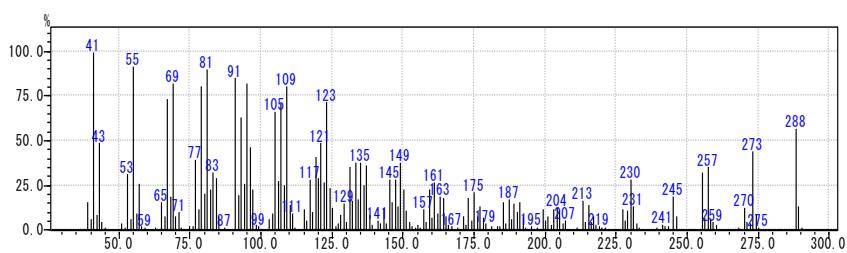
270 184 物質名: phyllocladanol

保持時間(RT): 52.83-52.88
KI: 2203-2205 (文献値2210)
検出部位: 滲出樹脂, 心材, 球果,
腐朽材, 樹皮

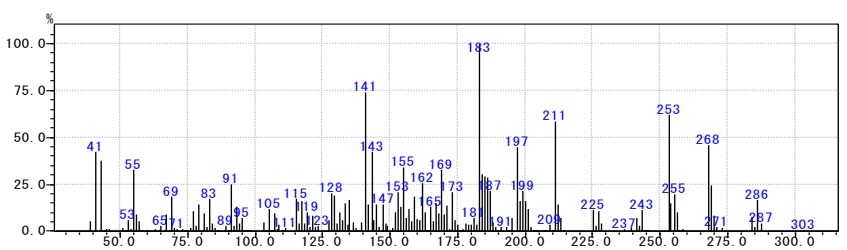
殺蟻活性



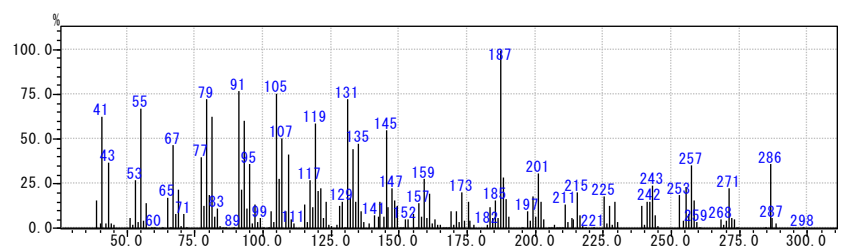
271 185 物質名: unidentified(155)
 保持時間(RT): 53.15—53.16
 KI: 2214 (文献値-)
 検出部位: 腐朽材



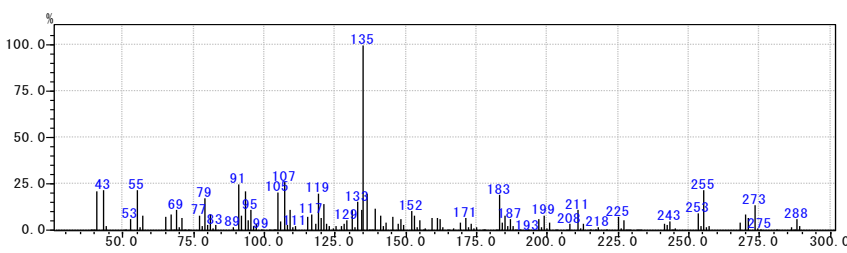
272 186 物質名: unidentified(156)
 保持時間(RT): 53.30—53.33
 KI: 2219—2221 (文献値-)
 検出部位: 心材



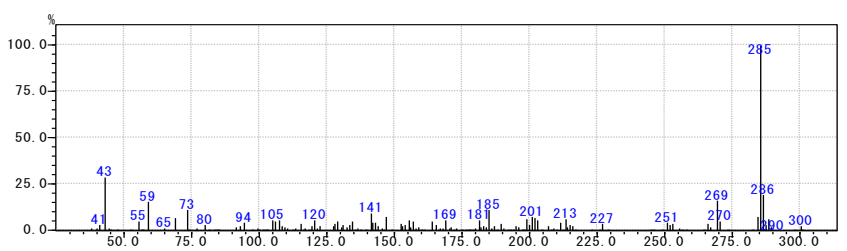
273 187 物質名: unidentified(157)
 保持時間(RT): 53.33—53.37
 KI: 2220—2221 (文献値-)
 検出部位: 滲出樹脂, 球果



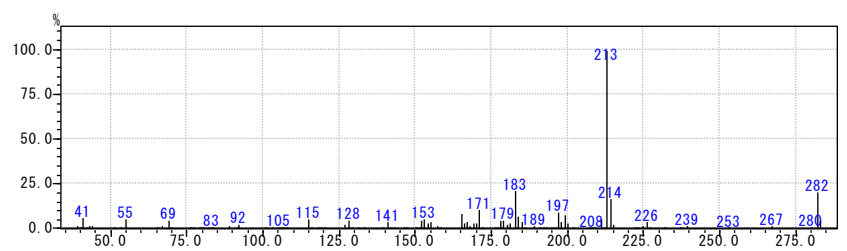
274 188 物質名: unidentified(158)
 保持時間(RT): 53.35
 KI: 2221 (文献値-)
 検出部位: 心材, 滲出樹脂



275 189 物質名: unidentified(159)
 保持時間(RT): 53.56
 KI: 2228 (文献値-)
 検出部位: 腐朽材

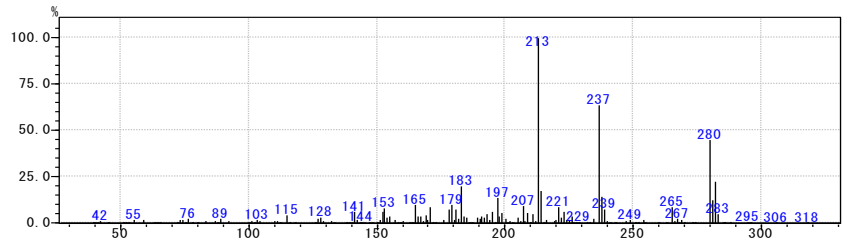


276 190 物質名: unidentified(160)
 保持時間(RT): 53.67—53.68
 KI: 2232 (文献値-)
 検出部位: 滲出樹脂



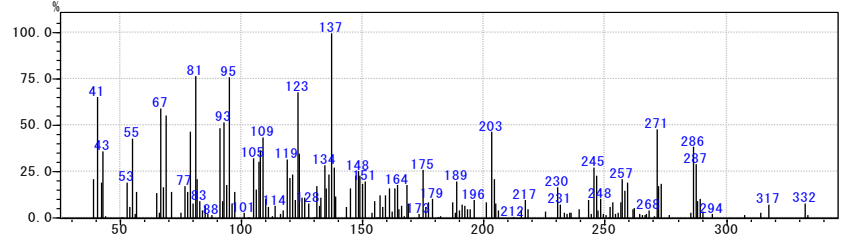
277 191 物質名: unidentified(161)

保持時間(RT): 53.70
KI: 2233 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



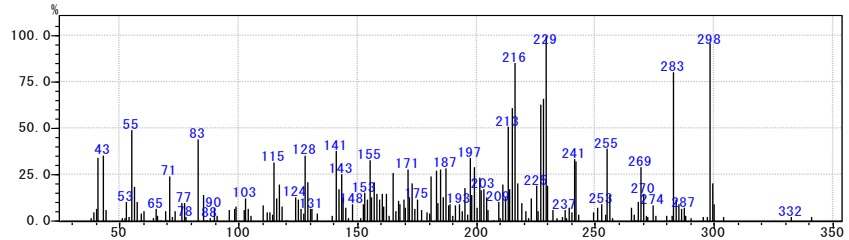
278 192 物質名: unidentified(162)

保持時間(RT): 53.85
KI: 2238 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



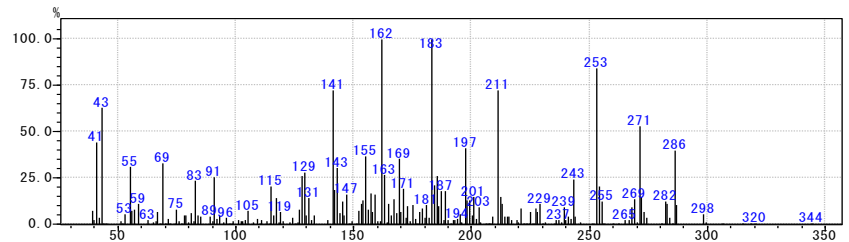
279 193 物質名: unidentified(163)

保持時間(RT): 53.96
KI: 2242 (文献値-)
検出部位: 腐朽材, 滲出樹脂



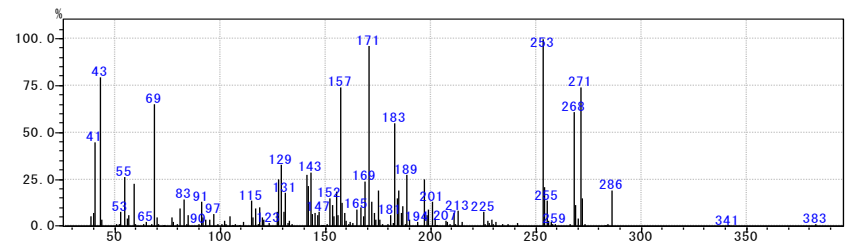
280 194 物質名: unidentified(164)

保持時間(RT): 54.04
KI: 2244 (文献値-)
検出部位: 腐朽材, 心材?



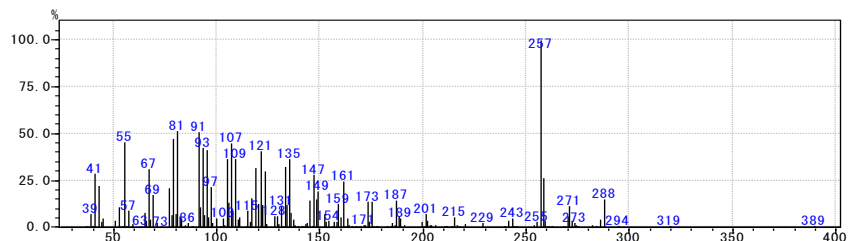
281 194-2 物質名: unidentified(165)

保持時間(RT): 54.06
KI: 2245 (文献値-)
検出部位: 心材



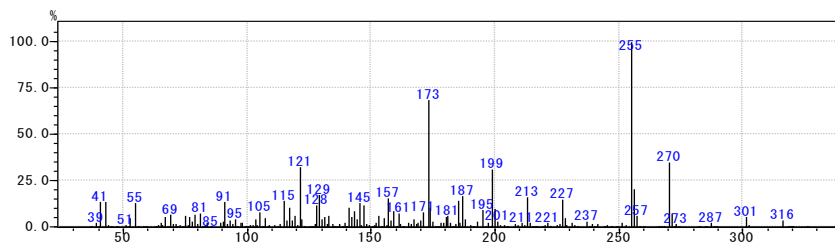
282 195 物質名: unidentified(166)
sandaracopimarinoのisomer か?

保持時間(RT): 54.23-54.27
KI: 2251-2252 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂, 心材



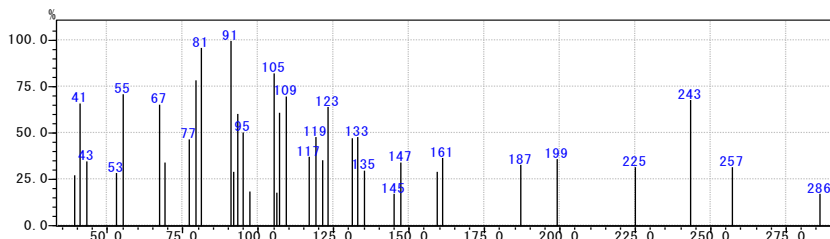
283 196 物質名: unidentified(167)

保持時間(RT): 54.42
KI: 2258 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



284 196-2 物質名: unidentified(168)

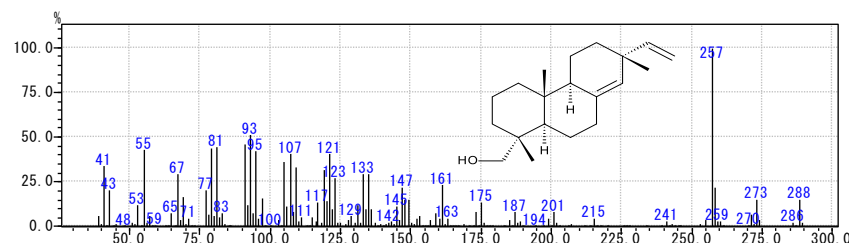
保持時間(RT): 54.60
KI: 2263 (文献値-)
検出部位: 球果



285 197 物質名: sandaracopimarinol

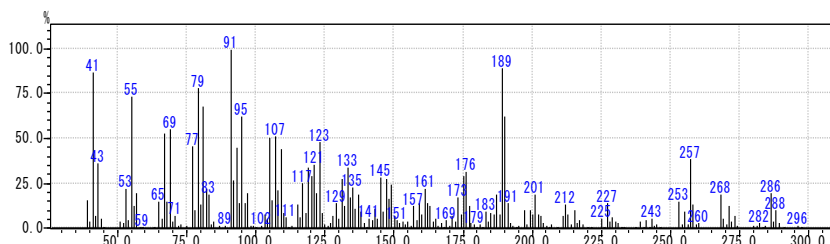
保持時間(RT): 54.79-54.85
KI: 2270-2272 (文献値2269)
検出部位: 滲出樹脂, 心材, 樹皮,
腐朽材, 球果

シイタケ菌糸生育阻害活性



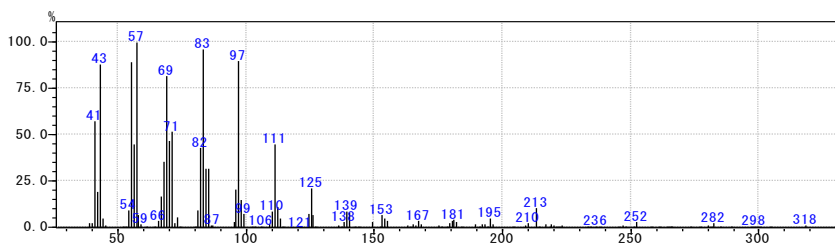
286 198 物質名: unidentified(169)

保持時間(RT): 55.10
KI: 2280 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



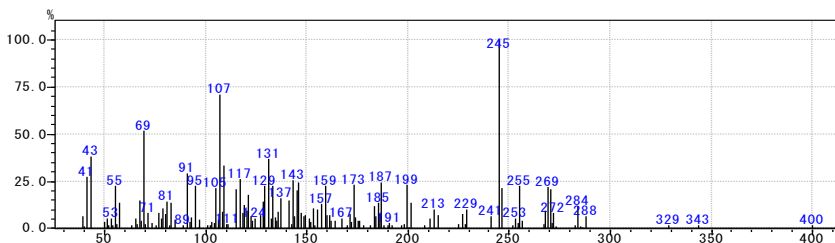
287 199 物質名: n-eicosanol

保持時間(RT): 55.26
KI: 2286 (標品2287)
検出部位: 樹皮



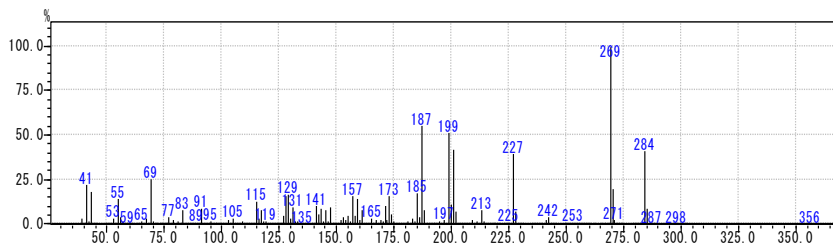
288 199-2 物質名: unidentified(170)

保持時間(RT): 55.59-55.62
KI: 2297-2298 (文献値-)
検出部位: 心材



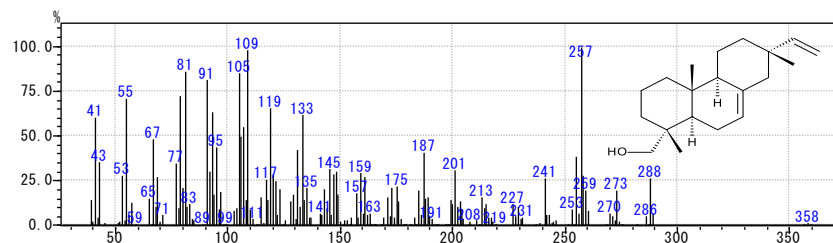
289 200 物質名: unidentified(171)

保持時間(RT): 55.66-55.68
KI: 2299-2300 (文献値-)
検出部位: 心材, 腐朽材

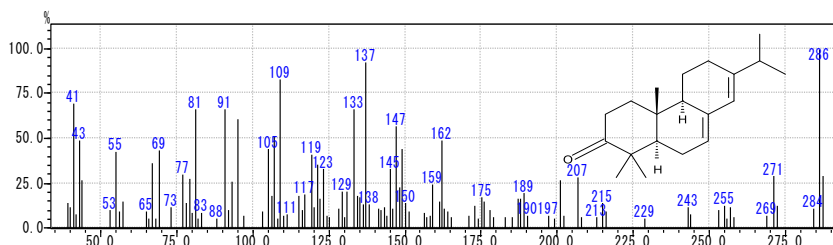


290 201 物質名: unidentified(172)
候補: isopimarol (KI: 2310)

保持時間(RT): 55.79
KI: 2304 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂

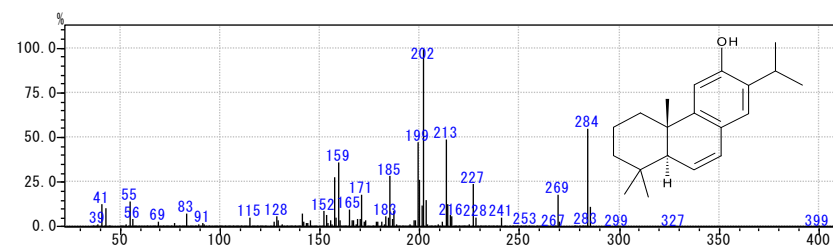


291 202 物質名: unidentified(173)
候補: abieta-7,13-diene-3-one (KI: 2313) (mixture?)
保持時間(RT): 55.88-55.96
KI: 2307-2310(文献値-)
検出部位: 心材



292 203 物質名: 6,7-dehydroferruginol

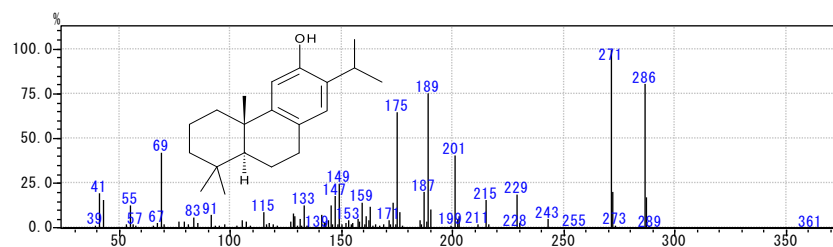
保持時間(RT): 56.24-56.34
KI: 2320-2323 (文献値2315)
検出部位: 滲出樹脂, 心材, 球果,
腐朽材, 樹皮



293 204 物質名: trans-ferruginol

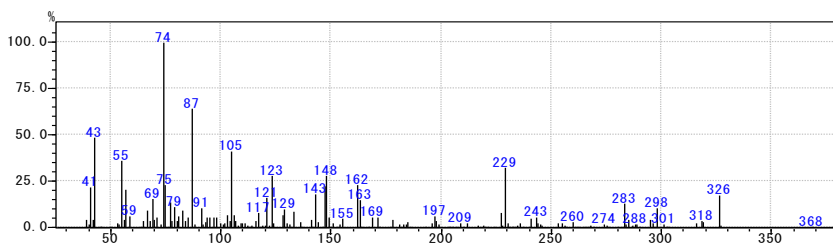
保持時間(RT): 56.43-56.50
KI: 2327-2329 (文献値2332)
検出部位: 滲出樹脂, 心材, 球果,
腐朽材, 樹皮

シイタケ菌糸生育阻害活性
抗酸化活性

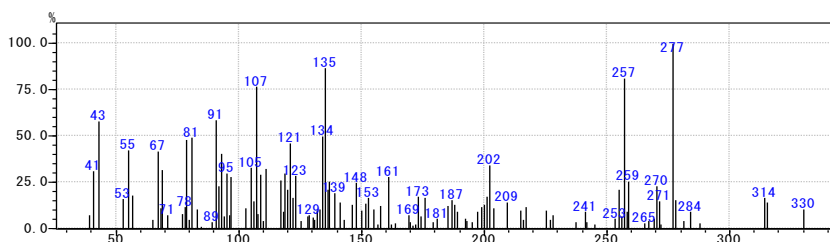


294 205 物質名: unidentified(174)

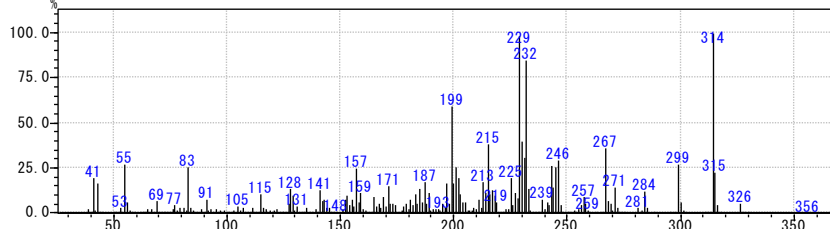
保持時間(RT): 56.66
KI: 2335 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



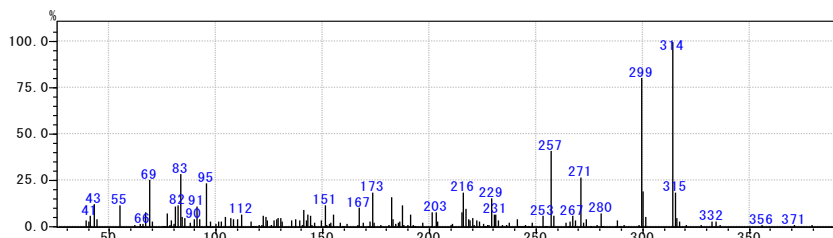
295 206 物質名: unidentified(175)
 保持時間(RT): 56.77-56.79
 KI: 2339-2340 (文献値-)
 検出部位: 心材



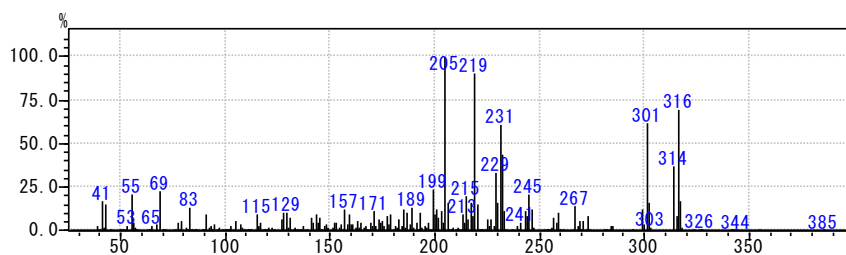
296 207 物質名: unidentified(176)
 保持時間(RT): 56.75
 KI: 2338 (文献値-)
 検出部位: 滲出樹脂



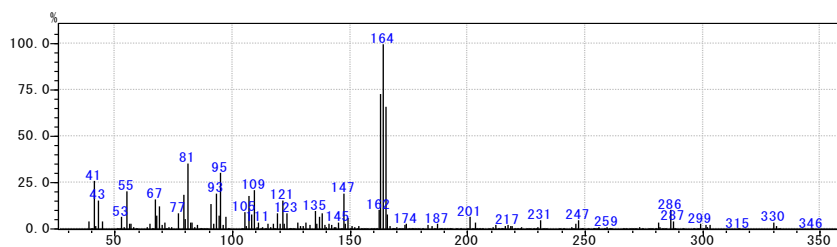
297 208 物質名: unidentified(177)
 保持時間(RT): 56.80-56.82
 KI: 2340-2341 (文献値-)
 検出部位: 樹皮, 腐朽材



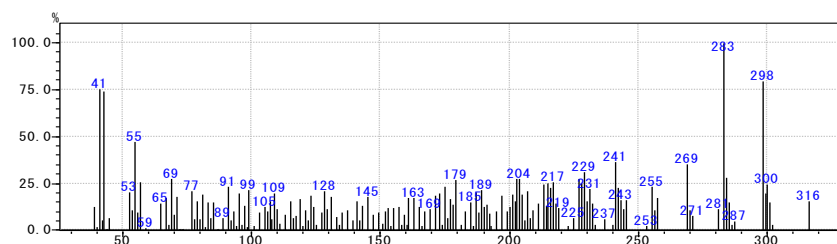
298 209 物質名: unidentified(178)
 保持時間(RT): 56.83
 KI: 2341 (文献値-)
 検出部位: 滲出樹脂



299 210 物質名: unidentified(179)
 保持時間(RT): 56.95-56.97
 KI: 2345-2346 (文献値-)
 検出部位: 腐朽材

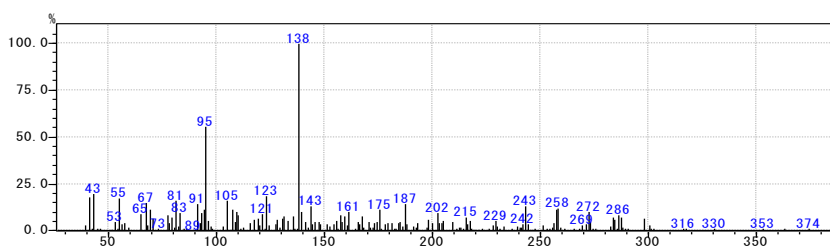


300 211 物質名: unidentified(180)
 保持時間(RT): 57.13-57.14
 KI: 2352 (文献値-)
 検出部位: 樹皮, 腐朽材



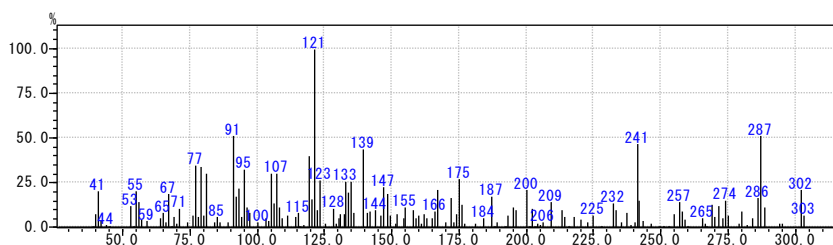
301 211-2 物質名: unidentified(181)

保持時間(RT): 57.13
KI: 2352 (文献値-)
検出部位: 心材



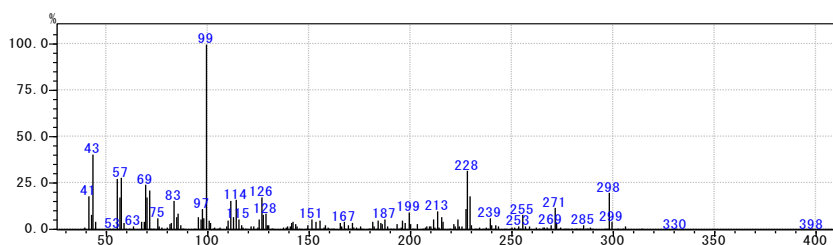
302 212 物質名: unidentified(182)

保持時間(RT): 57.15
KI: 2352 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



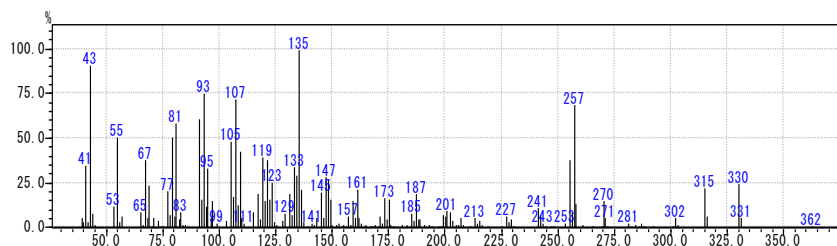
303 213 物質名: unidentified(183)

保持時間(RT): 57.27
KI: 2357 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



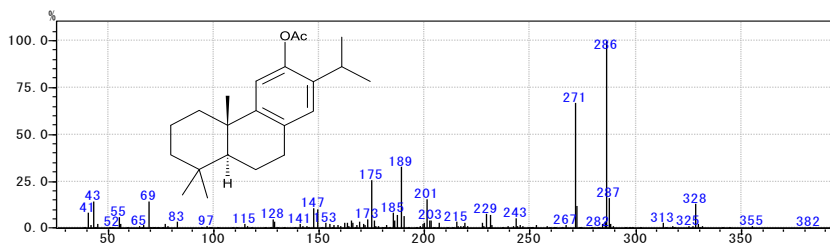
304 214 物質名: unidentified(184)

保持時間(RT): 57.31-57.33
KI: 2358-2359 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂, 心材



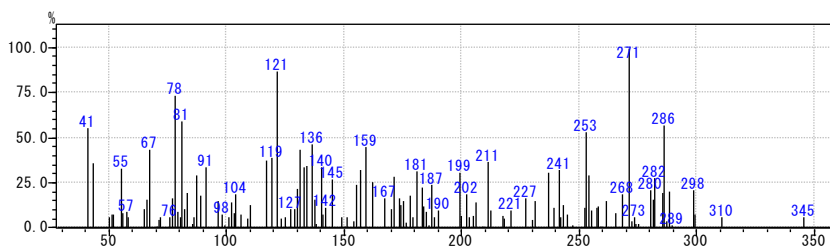
305 215 物質名: *trans*-ferruginol acetate

保持時間(RT): 57.43-57.46
KI: 2362-2363 (文献値2363)
検出部位: 滲出樹脂, 心材, 変色辺材



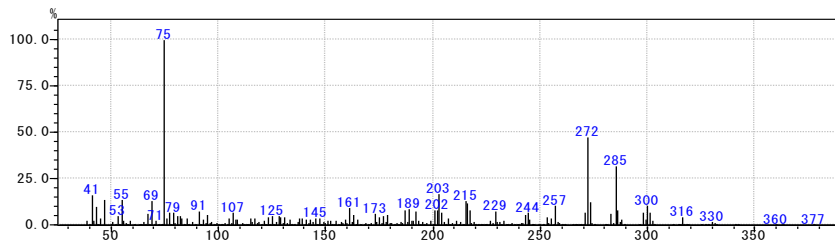
306 216 物質名: unidentified(185)

保持時間(RT): 57.48
KI: 2364 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



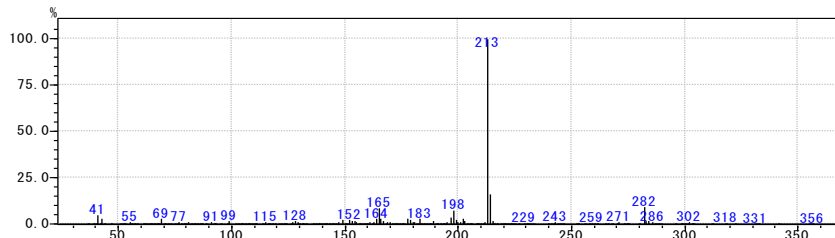
307 217 物質名: unidentified(186)

保持時間(RT): 57.54
KI: 2366 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



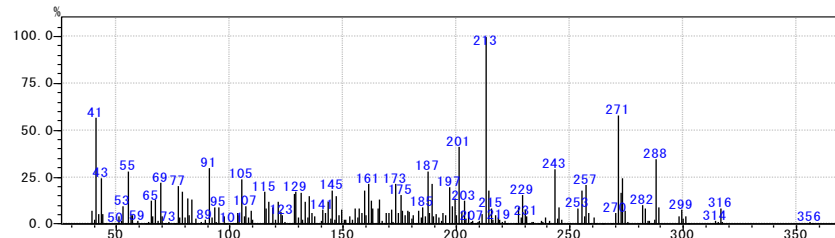
308 218 物質名: unidentified(187)

保持時間(RT): 57.75-57.79
KI: 2374-2375 (文献値-)
検出部位: 腐朽材, 滲出樹脂



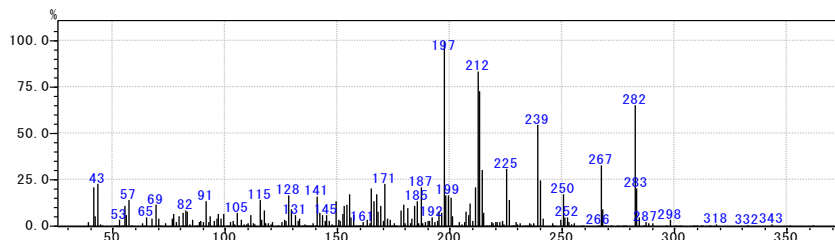
309 219 物質名: unidentified(188)
(218とのmixture?)

保持時間(RT): 57.75-57.89
KI: 2374-2377 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



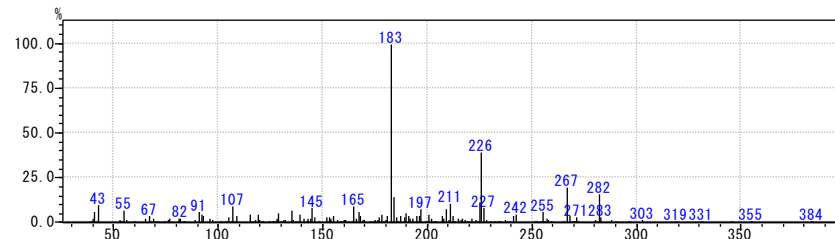
310 220 物質名: unidentified(189)

保持時間(RT): 57.98
KI: 2381 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



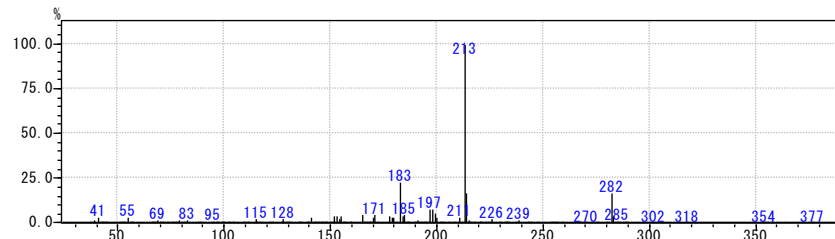
311 221 物質名: unidentified(190)
(元々はなかった?)

保持時間(RT): 58.05
KI: 2384 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



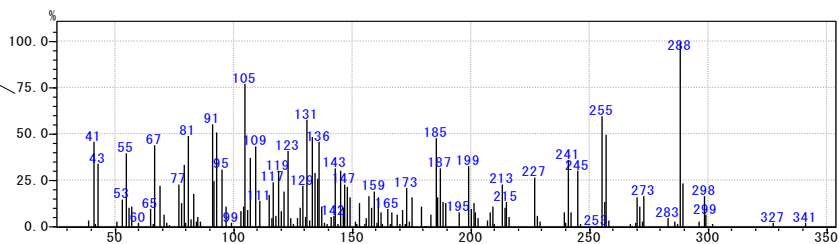
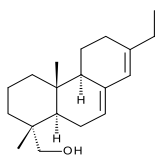
312 222 物質名: unidentified(191)

保持時間(RT): 58.22
KI: 2390 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



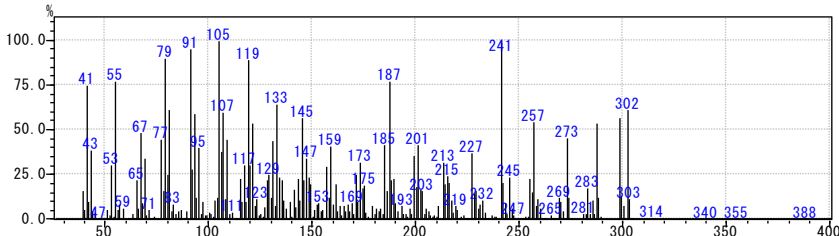
313 223 物質名: abietol

保持時間(RT): 58.43
KI: 2397 (文献値2401)
検出部位: 心材



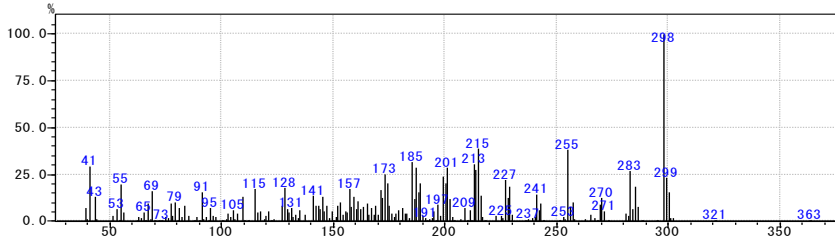
314 224 物質名: unidentified(192)

保持時間(RT): 58.45-58.53
KI: 2398-2401 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



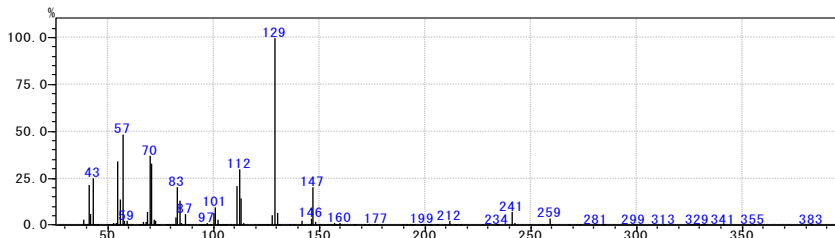
315 224-2 物質名: unidentified(193)

保持時間(RT): 58.50
KI: 2400 (文献値-)
検出部位: 心材



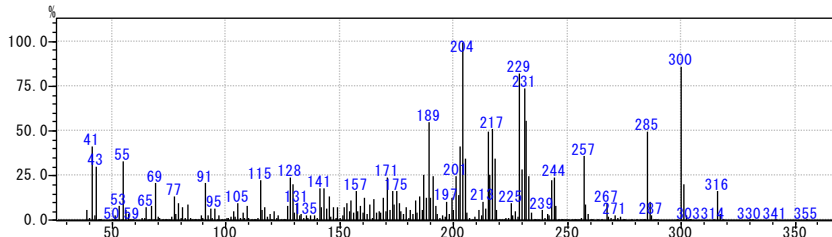
316 224-3 物質名: unidentified(194)

保持時間(RT): 58.62
KI: 2404 (文献値-)
検出部位: 変色辺材



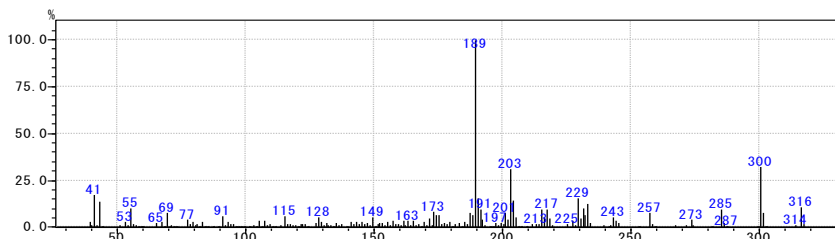
317 225 物質名: unidentified(195)

保持時間(RT): 59.12-59.17
KI: 2423-2425 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



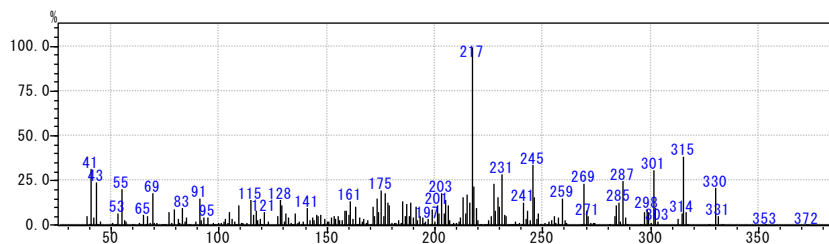
318 226 物質名: unidentified(196)

保持時間(RT): 59.13
KI: 2423 (文献値-)
検出部位: 樹皮, 滲出樹脂



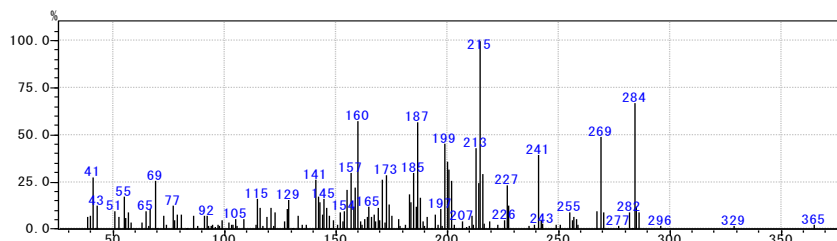
319 227 物質名: unidentified(197)

保持時間(RT): 59.44
KI: 2435 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



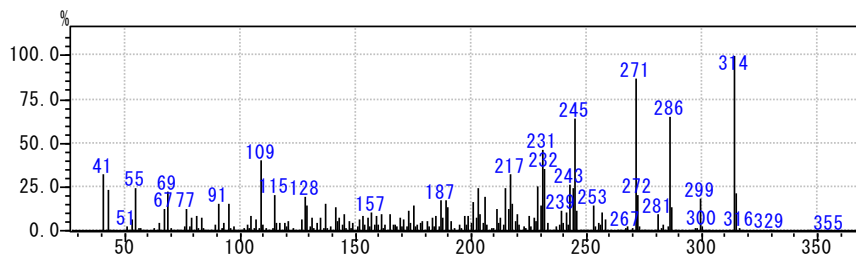
320 227-2 物質名: unidentified(198)

保持時間(RT): 59.46-59.54
KI: 2436-2438 (文献値-)
検出部位: 心材, 変色辺材



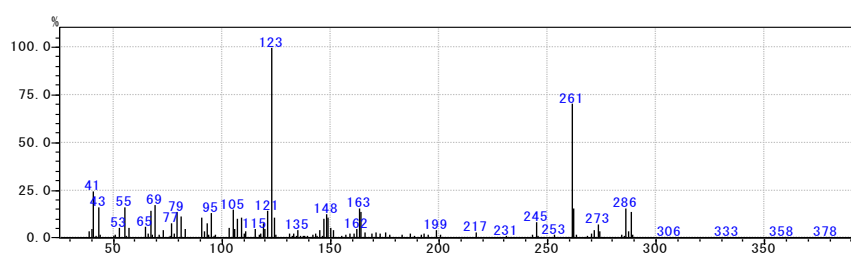
321 228 物質名: unidentified(199)

保持時間(RT): 59.76-59.80
KI: 2446-2448 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



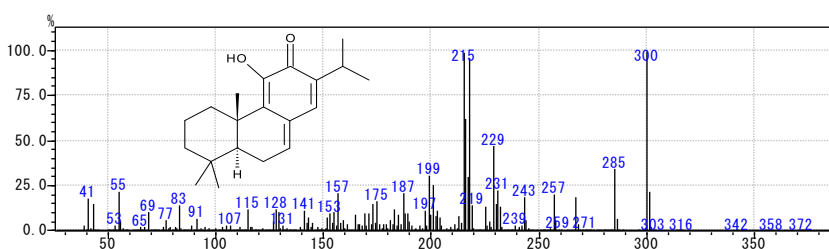
322 228-2 物質名: unidentified(200)

保持時間(RT): 59.90
KI: 2452 (文献値-)
検出部位: 心材



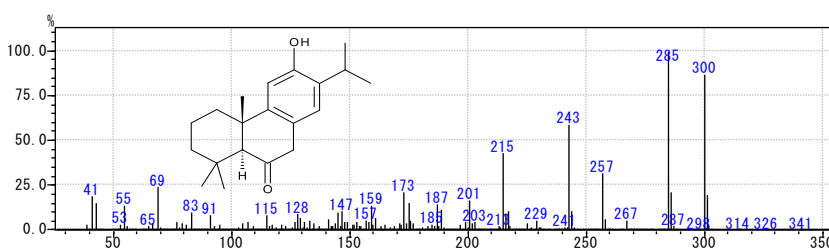
323 228-3 物質名: unidentified(201)

候補: 6-deoxy-taxodione (KI: 2436)
保持時間(RT): 60.12
KI: 2460 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



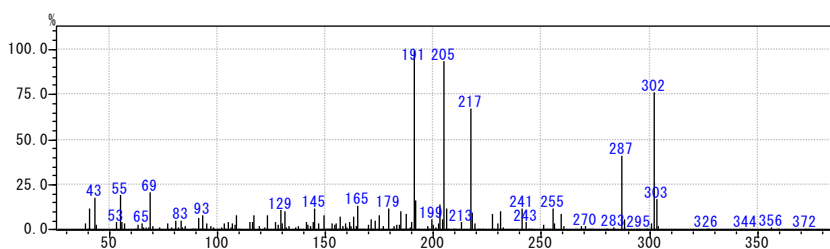
324 229 物質名: 6-keto-ferruginol

保持時間(RT): 60.18-60.24
KI: 2462-2464 (文献値2457)
検出部位: 滲出樹脂, 心材, 樹皮



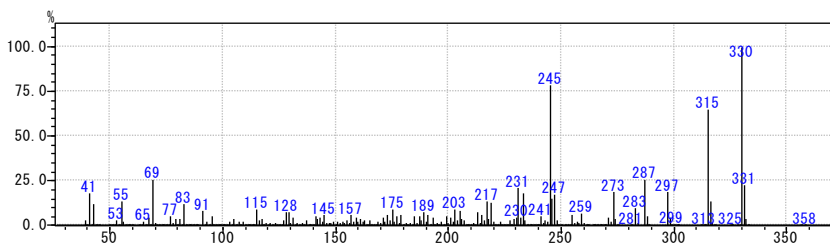
325 230 物質名: unidentified(202)

保持時間(RT): 60.38
KI: 2469 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



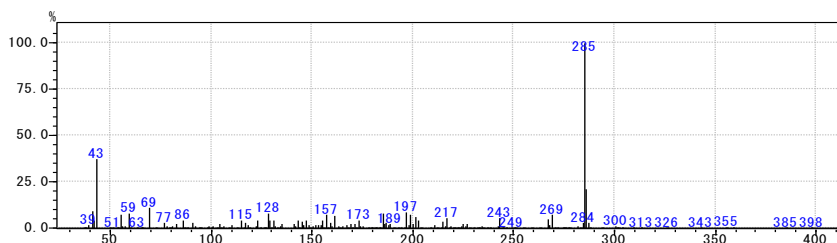
326 231 物質名: unidentified(203)

保持時間(RT): 60.50-60.56
KI: 2474-2476 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



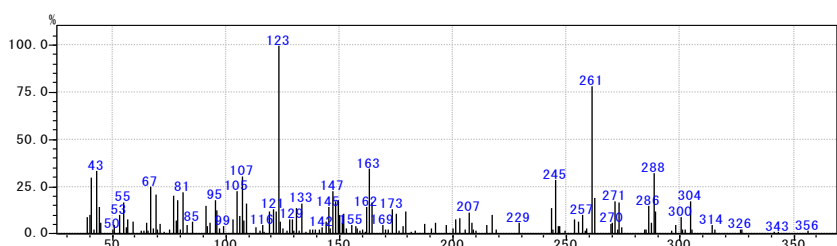
327 232 物質名: unidentified(204)

保持時間(RT): 60.68
KI: 2480 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



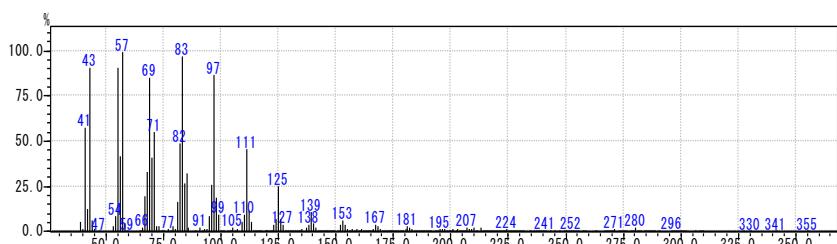
328 232-2 物質名: unidentified(205)

保持時間(RT): 61.05
KI: 2494 (文献値-)
検出部位: 心材



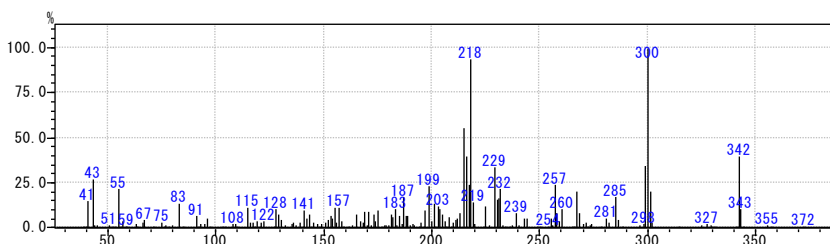
329 233 物質名: unidentified(206)

保持時間(RT): 61.15-61.17
KI: 2497-2498 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



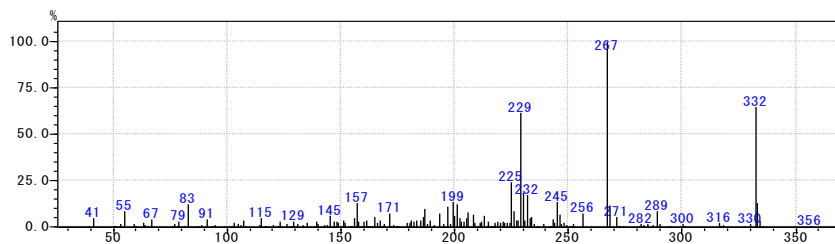
330 234 物質名: unidentified(207)

保持時間(RT): 61.19
KI: 2499 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



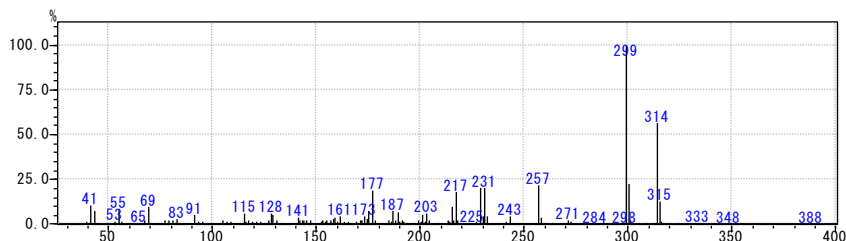
331 235 物質名: unidentified(208)

保持時間(RT): 61.60
KI: 2514 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂

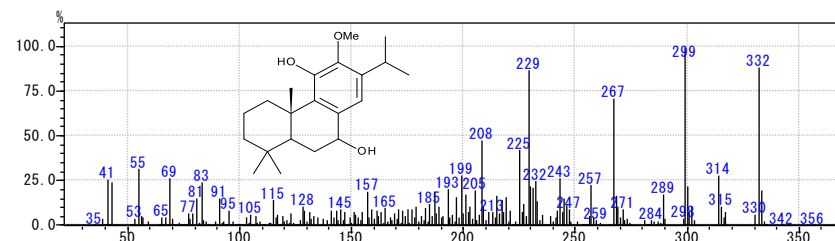


332 236 物質名: unidentified(209)

保持時間(RT): 61.62-61.70
KI: 2515-2517 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂, 樹皮, 腐朽材

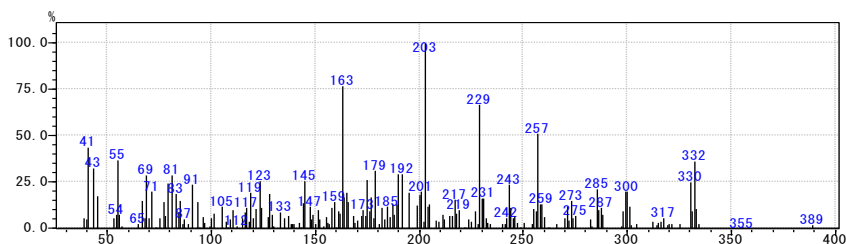


333 237 物質名: unidentified(210)
候補: 12-methoxy-8,11,13-abietatriene-7 β , 11-diol
保持時間(RT): 61.95-61.99
KI: 2527-2528 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂, 樹皮

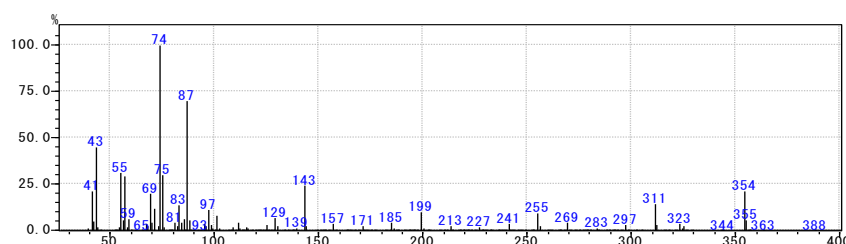


334 238 物質名: unidentified(211)

保持時間(RT): 61.99
KI: 2528 (文献値-)
検出部位: 腐朽材

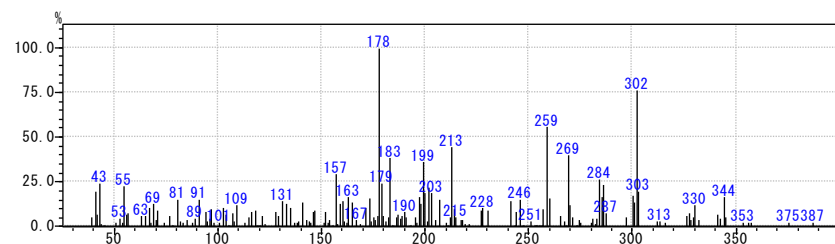


335 239 物質名: unidentified(212)
候補: docosanoic acid methyl ester
保持時間(RT): 62.18-62.20
KI: 2535-2536 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



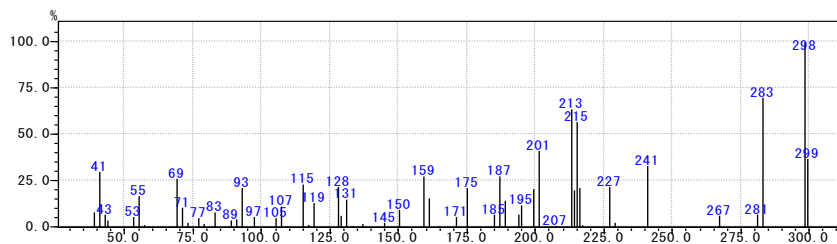
336 240 物質名: unidentified(213)

保持時間(RT): 62.28
KI: 2539 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



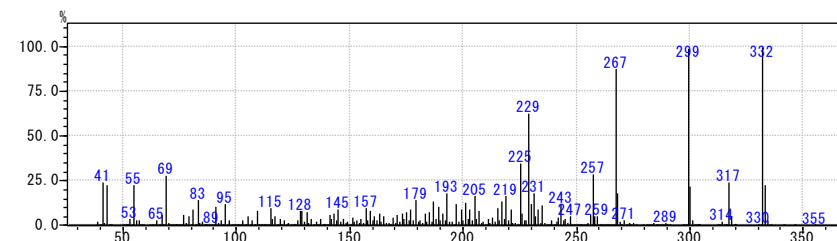
337 240-2 物質名:unidentified(214)

保持時間(RT):62.44
KI:2544(文献値-)
検出部位:樹皮



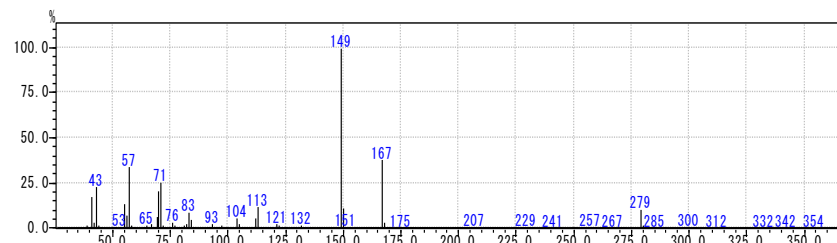
338 241 物質名:unidentified(215)

保持時間(RT):62.57
KI:2549(文献値-)
検出部位:滲出樹脂



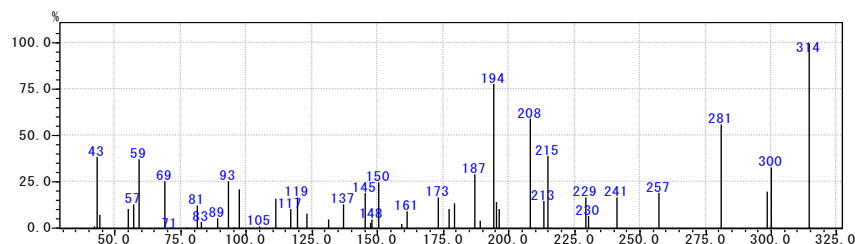
339 242 物質名:unidentified(216)

保持時間(RT):62.56-62.72
KI:2549-2554(文献値-)
検出部位:滲出樹脂, 腐朽材,
変色辺材



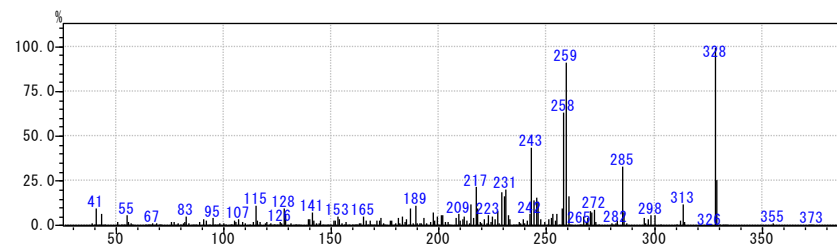
340 243 物質名:unidentified(217)

保持時間(RT):62.67
KI:2553(文献値-)
検出部位:樹皮



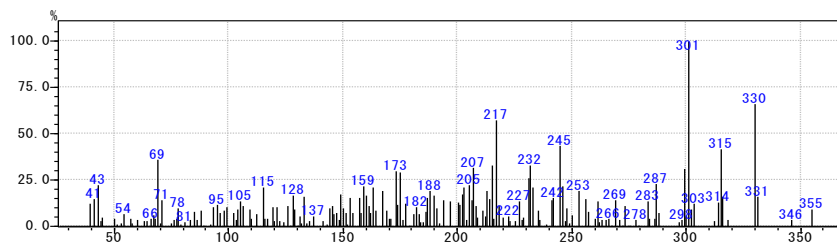
341 244 物質名:unidentified(218)

保持時間(RT):62.83-63.01
KI:2558-2565(文献値-)
検出部位:滲出樹脂, 樹皮

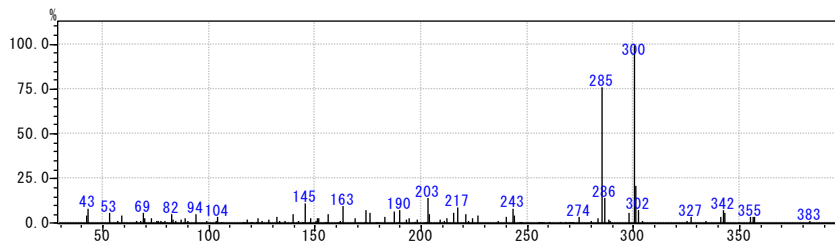


342 245 物質名:unidentified(219)

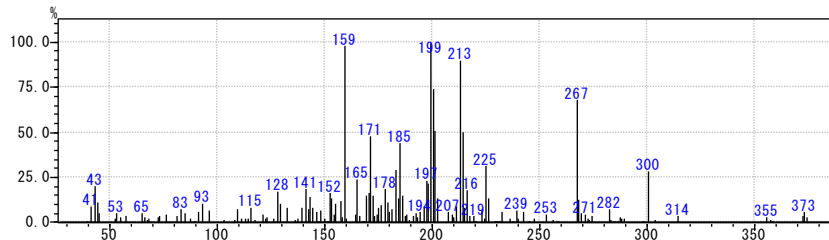
保持時間(RT):62.97
KI:2563(文献値-)
検出部位:樹皮



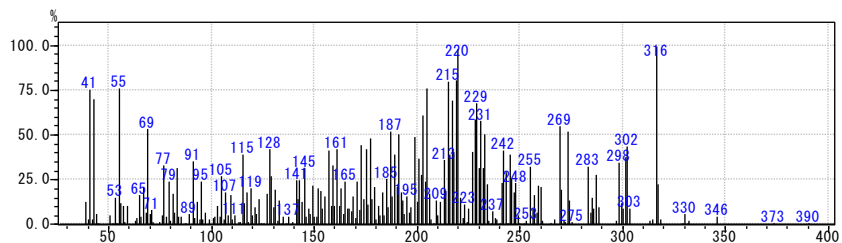
343 246 物質名: unidentified(220)
 保持時間(RT): 63.26
 KI: 2574 (文献値-)
 検出部位: 滲出樹脂, 樹皮



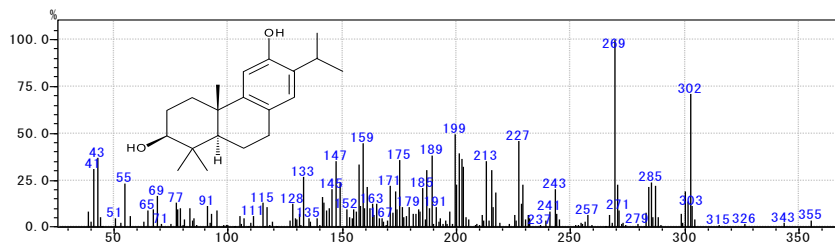
344 247 物質名: unidentified(221)
 保持時間(RT): 63.36
 KI: 2577 (文献値-)
 検出部位: 滲出樹脂



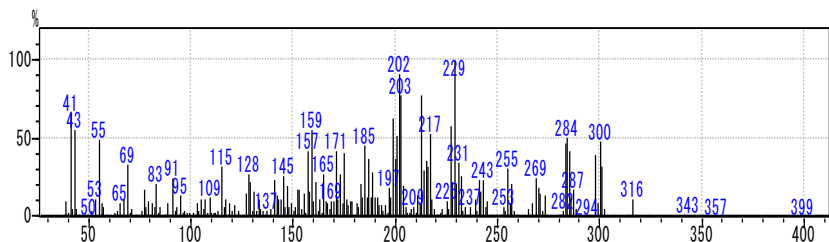
345 248 物質名: unidentified(222)
 保持時間(RT): 63.55
 KI: 2584 (文献値-)
 検出部位: 滲出樹脂



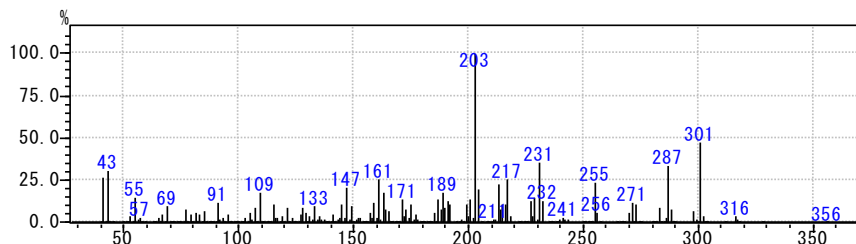
346 248-2 物質名: hinokiol
 保持時間(RT): 63.65
 KI: 2588 (文献値2589)
 検出部位: 変色辺材



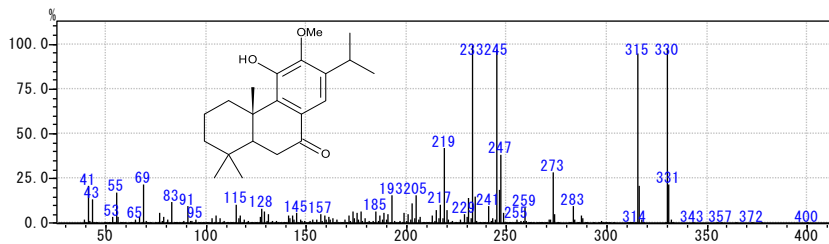
347 249 物質名: unidentified(223)
 (mixture?)
 保持時間(RT): 63.67-63.68
 KI: 2589 (文献値-)
 検出部位: 心材



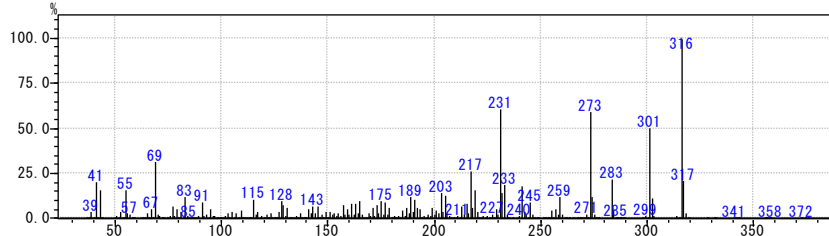
348 249-2 物質名: unidentified(224)
 保持時間(RT): 63.69
 KI: 2589 (文献値-)
 検出部位: 滲出樹脂



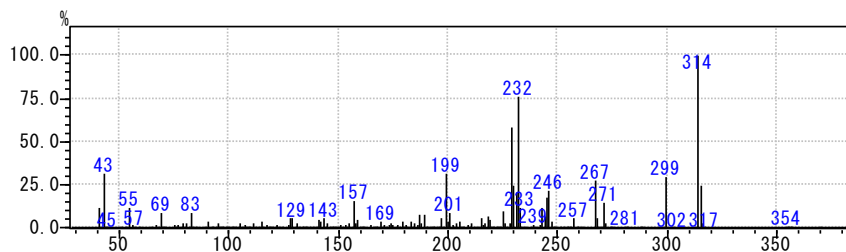
349 250 物質名: unidentified(225)
候補: cryptojaponol
保持時間(RT): 63.88
KI: 2596 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂, 樹皮



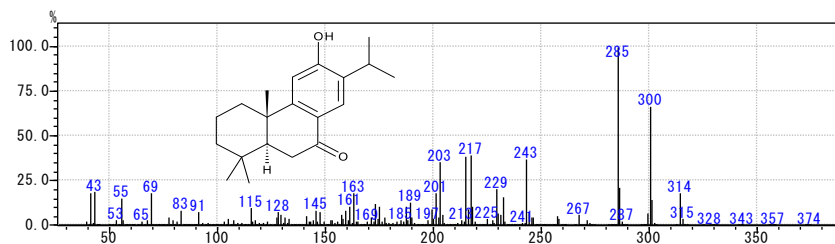
350 251 物質名: unidentified(226)
保持時間(RT): 64.21
KI: 2607 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



351 251-2 物質名: unidentified(227)
保持時間(RT): 64.39
KI: 2610 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂

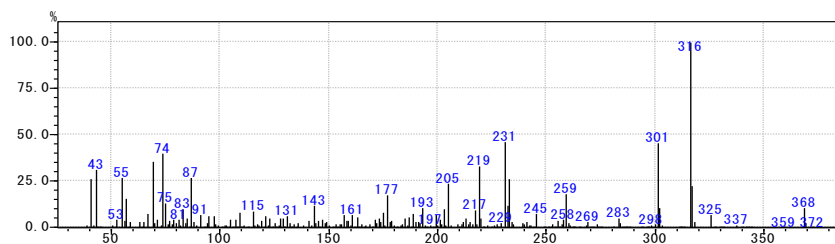


352 252 物質名: sugiol
保持時間(RT): 64.77-64.78
KI: 2615-2625 (文献値2630)
検出部位: 滲出樹脂, 心材, 樹皮

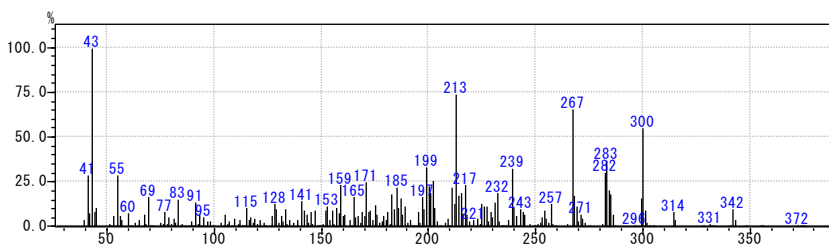


シタケ菌糸生育阻害活性

353 253 物質名: unidentified(228)
保持時間(RT): 65.18
KI: 2636 (文献値-)
検出部位: 樹皮

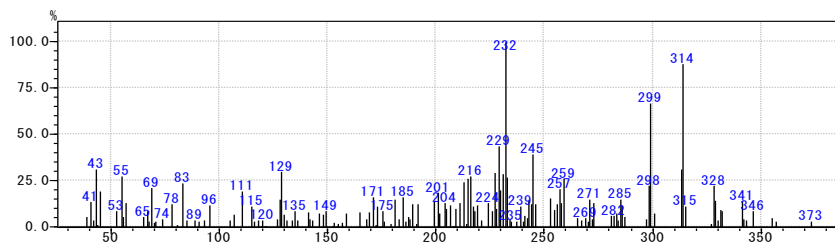


354 254 物質名: unidentified(229)
保持時間(RT): 65.34
KI: 2641 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



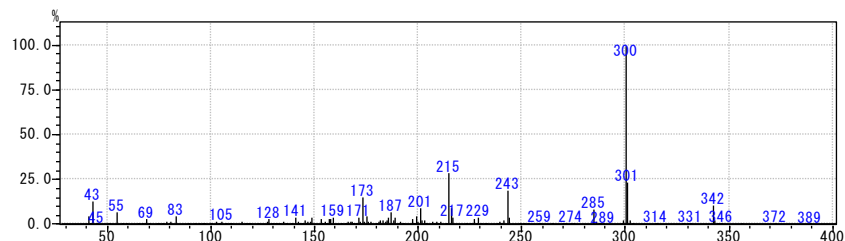
355 255 物質名: unidentified(230)

保持時間(RT): 65.51
KI: 2646 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



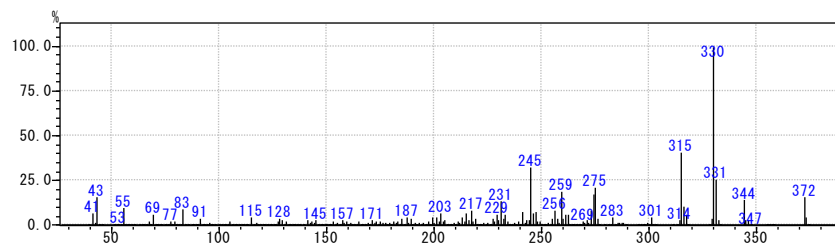
356 255-2 物質名: unidentified(231)

保持時間(RT): 66.17
KI: 2665 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



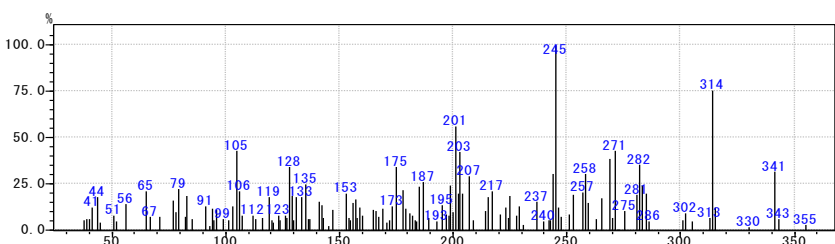
357 256 物質名: unidentified(232)

保持時間(RT): 66.41
KI: 2672 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



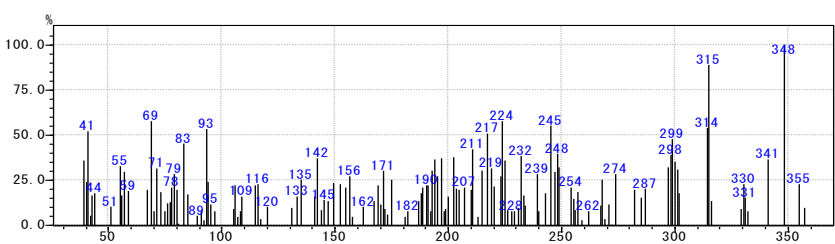
358 257 物質名: unidentified(233)

保持時間(RT): 66.50
KI: 2675 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



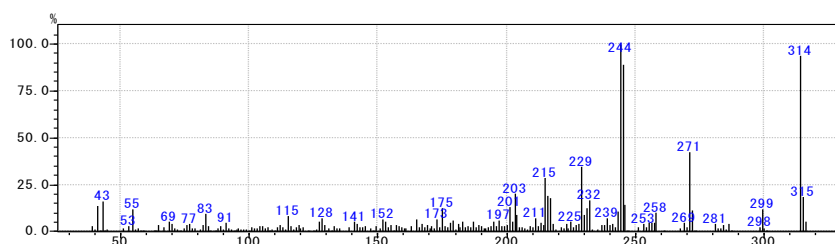
359 257-2 物質名: unidentified(234)

保持時間(RT): 66.67
KI: 2680 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



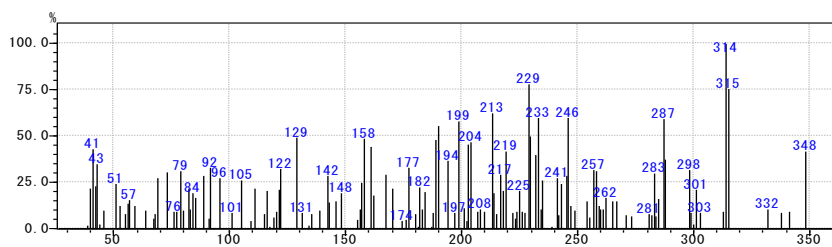
360 258 物質名: unidentified(235)

保持時間(RT): 66.74
KI: 2682 (文献値-)
検出部位: 樹皮, 心材, 変色辺材



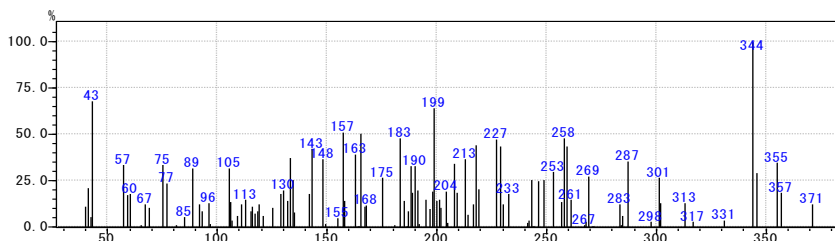
361 259 物質名: unidentified(236)

保持時間(RT): 66.80
KI: 2684 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



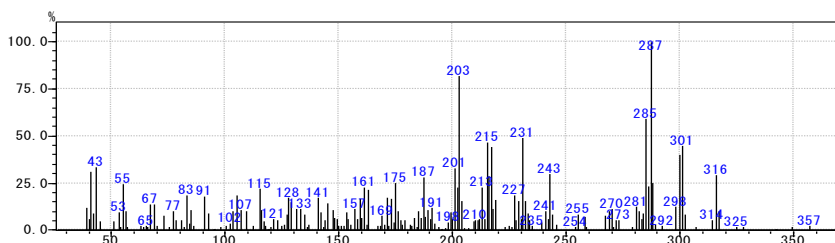
362 260 物質名: unidentified(237)

保持時間(RT): 66.85
KI: 2685 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



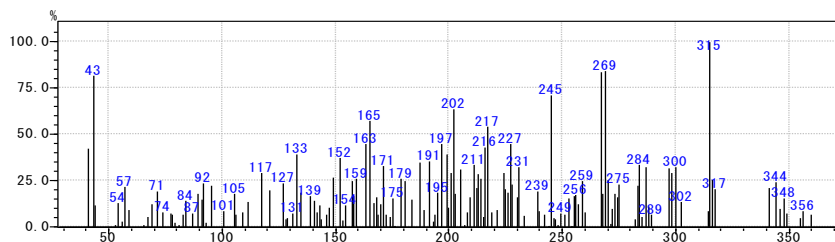
363 260-2 物質名: unidentified(238)

保持時間(RT): 66.98-67.10
KI: 2689-2692 (文献値-)
検出部位: 心材, 樹皮



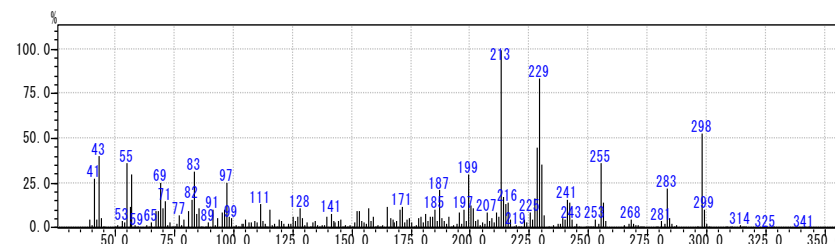
364 261 物質名: unidentified(239)

保持時間(RT): 66.97
KI: 2689 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



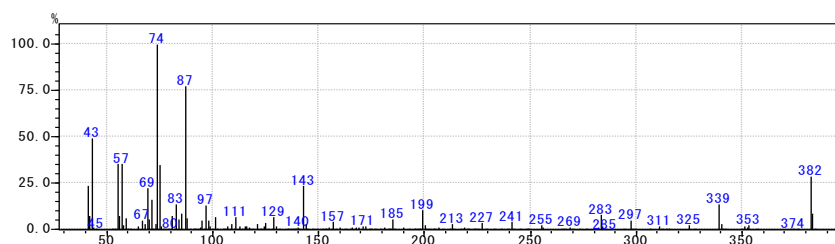
365 262 物質名: unidentified(240)

保持時間(RT): 67.04-67.38
KI: 2691-2700 (文献値-)
検出部位: 樹皮, 腐朽材



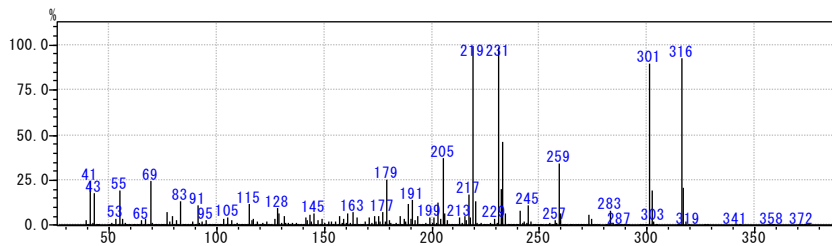
366 263 物質名: unidentified(241)
候補: tetracosanoic acid methyl ester

保持時間(RT): 68.38
KI: 2725 (文献値-)
検出部位: 腐朽材



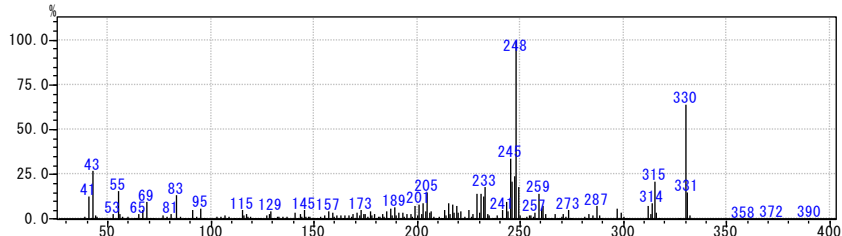
367 264 物質名: unidentified(242)

保持時間(RT): 68.53
KI: 2728 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



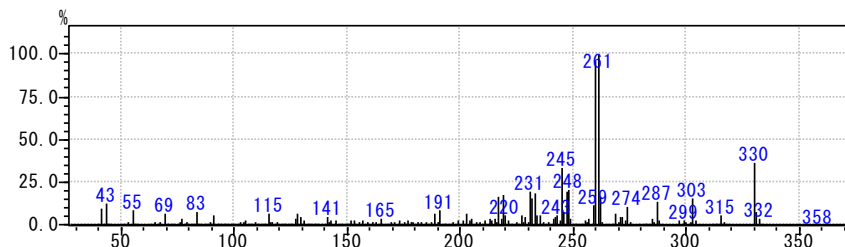
368 265 物質名: unidentified(243)

保持時間(RT): 69.51-69.53
KI: 2752 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



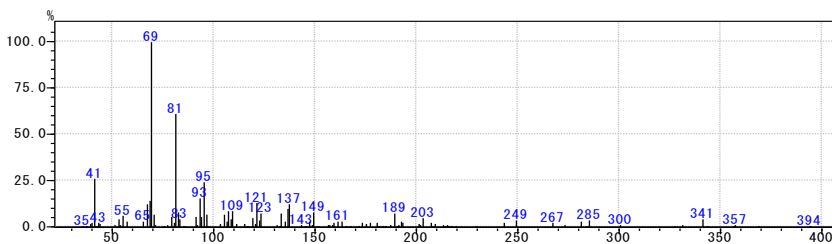
369 265-1 物質名: unidentified(244)

保持時間(RT): 71.02
KI: 2804 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



370 266 物質名: unidentified(245)

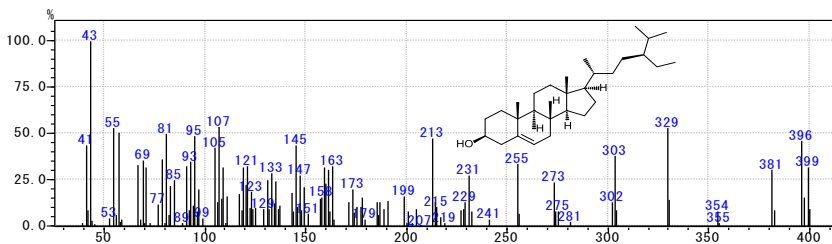
保持時間(RT): 72.13
KI: 2811 (文献値-)
検出部位: 滲出樹脂



371 267 物質名: unidentified(246)

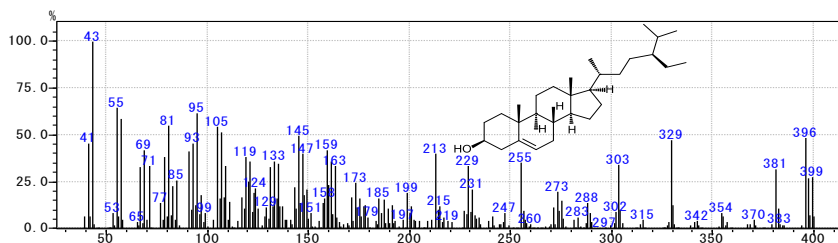
候補: γ -sitosterol

保持時間(RT): 77.20
KI: 2904 (文献値-)
検出部位: 樹皮



372 番外 物質名: β -sitosterol

保持時間(RT): 105.6
KI: - (文献値-)
検出部位: 心材



(参考) データベースに掲載されていない既知成分

4-11)
1. 長濱らによって報告された成分

物質名	長濱による番号	MSパターン(m/z)	類似ピークの成分番号	
			候補1	候補2
<i>cis</i> -cadin-4(15), 5-diene	10		42	
α -curcumene (KI文献値 1480)	13b	119, 132, 105, 41, 202, 145, 91, 55		
7(14), 10-bisaboladien-2-one	28	41, 69, 109, 55, 81, 95, 151, 137, 177, 41, 69, 93, 109, 55, 161, 81, 121, 135,		
7(14), 10-bisaboladien-2-ol	32c	204(M+-H ₂ O)		
kongol (=selin-11-en-4- α -ol, KI文献値 1659)	33	43, 81, 71, 135, 95, 67, 55, 204, 189, 109, 161		
未同定	37	41, 69, 257, 91, 55, 81, 272(M+), 229, 43, 93, 69, 59, 81, 107, 148, 121, 189,	(kaurene類似)	
2 β -acetoxo-7(14)-bisabolen-11-ol	43b	204(M+-H ₂ O-CH ₃ COOH)		
4- <i>epi</i> -cryptomeridiol-11-acetate (=11-acetoxyeudesman-4 β -ol)	43c	204(100), 222(M+-60, 9), 189(78), 161(49), 135(41), 81(52)	55-2	
4-acetoxabisaboradien-1-ol	44a			
4- <i>epi</i> -cryptomeridiol	44b			
bisabolan-2 β , 11-diol	45	59, 95, 41, 69, 81, 111, 206(M+-2H ₂ O)		
1-acetoxabisaboratrien-4-one	45c			
bisaboladien-1-ol-4-one	46	69, 41, 109, 193, 175, 218, 236(M+)	125-2	134-2
7(14)-bisabolen-2 β , 11-diol	47b	41, 59, 69, 93, 169, 81, 133, 148, 189, 204(M+-2H ₂ O)		
bisabolan-2 α , 11-diol	47c	59, 95, 41, 69, 81, 109, 206(M+-2H ₂ O), 191, 149, 166	52-2	
7-bisabolen-2 β , 11-diol	48b	41, 55, 81, 93, 105, 69, 161, 149, 189, 222(M+-H ₂ O)		
7(14)-bisabolen-2 α , 11-diol	48c	41, 69, 59, 79, 93, 109, 135, 161, 189, 204, 222(M+-H ₂ O)		
bisabola-7(14), 10-dien-1, 4-diol	48d	69, 159, 177, 109, 220, 195, 187, 202, 238(M+)		
1-acetoxabisabora-7(14), 10-dien-4-ol	48e	69(100), 220(M+-44, 24), 202(44), 159(94)	146-2	
bisabolapentaenol	51b	173, 69, 41, 216(M+=C ₁₅ H ₂₀ O)	149	148
sandaracopimarinol acetate	52			
未同定	54			
abietatrien-7 α -ol	55			
abiet-7, 13-dien-11 α -ol	57			
6, 7-secoabiet-8, 11, 13-trien-12-ol-5, 8-dialdehyde	65b	229, 298(M+-18), 283,	193	205
6, 7-dioxyferruginol	65c			
hedycaryol (KI文献値 1548)		59, 93, 43, 161, 107, 81, 67, 121, 189, 204		
thujopsan-2- α -ol (KI文献値 1587)		123, 222, 204, 189, 151, 135, 109, 95, 81, 69		
4 β -hydroxygermacra-1(10), 5-diene				

12)
2. 成田により埋もれ木等から報告された成分

成分名	KI文献値	MSパターン(m/z)	類似ピーク
amorphan-A	-		
eudalene	-		
4, 8- β -epoxy-caryophyllene	1424	43, 81, 55, 95, 83, 108, 109, 93, 67	
<i>trans</i> -muurola-3, 5-diene	1453	161, 105, 119, 41, 81, 91, 204	
<i>cis</i> -4, 10-epoxy-amorphane	1482	43, 137, 222, 109, 95, 81, 55, 207	
germacrene D	1485	161, 41, 105, 91, 79, 81, 119, 133, 204	(39) unidentified(014)
indipone	1497	149, 93, 107, 43, 41, 91, 81, 121	
α -selinene	1498	189, 204, 133, 93, 107, 105, 161, 175, 147	
epizonarene	1501	161, 81, 105, 41, 119, 204, 91, 189, 133, 147	(56) unidentified(023) (= zonarene (KI: 1529) ?)
α -dehydro- <i>ar</i> -himachalene	1517	157, 185, 200, 143, 128, 000, 000	
<i>cis</i> -calamenene	1529	159, 202	(54) <i>trans</i> -calamenene (KI: 1522)
caryophyllenyl alcohol	1572	111, 41, 55, 123, 81, 95, 161, 69, 179, 204, 189	
T-cadinol (=epi- α -cadinol)	1640	161, 204, 81, 43, 105, 119, 189, 134, 95	(87) T-murolol (KI: 1642)
α -muurolol (=torreyol)	1646	161, 43, 119, 105, 204, 95, 79	(90) pilgerol (KI: 1648)
α -phyllocladane	-		
simonellite	-		

3, 13, 14)
3. その他の既知成分

成分名	MSパターン(m/z)	備考
γ -selinene	189, 133, 204, 161, 105, 93, 91, 81, 107, 147	
cryptomerone		
18-nor-8(14), 15-isopimaradiene-4-ol		
sugikurojinol A		
sugikurojinol B		
xanthoperol	204, 271, 314(M+), 217, 161, 229, 187, 286	標品のKI実測値: 2656

資料

鹿児島県選抜スギ精英樹の特性
—短伐期循環型林業のための品種選定—

森田慎一 宮里 学
普及指導部 森林環境部

はじめに

県内のスギ人工林の多くが主伐期を迎えつつある中で、本県でもバイオマス発電等が具体化するなど、今後木材需要の増大が想定されている。これに対応して安定した木材供給を継続していくためには、森林の循環利用を進め、再造林を行うことが重要であり、その際に植栽する適切な苗木品種の選定と母樹の育成が急務となっている。

本県では、国とともに実施した林木育種事業により、数多くのスギ精英樹クローンが選抜され、次代検定林等に植栽されたクローンの特性調査が行われてきた。当センターの前身である鹿児島県林業試験場では、県内10か所の次代検定林において、当時特に優秀とされていた精英樹22クローンの特性調査を行い（山内1985）、10年次の成長をはじめ材質、増殖性等について在来品種系統別に分類して示している。

一方、林木育種センター九州育種場においては、平成17年度に、20年次のスギ精英樹推奨品種16クローンを公表し、本県選抜のものとしては、始良4号、同20号、同34号の3クローンが、成長の優れたスギ品種5品種の中に選定されている。さらに、各県で行われている次代検定林の調査データを含めて、30年生までの調査成果を「スギ精英樹特性表（30年次）」（以下「特性表」）として取りまとめ、平成22年3月に公表している（九州育種場2009）。

そこで、今後の循環型林業を推進するために、これらの研究データに基づいた精英樹クローン特性の評価を行い、比較的短伐期での循環型林業に適すると考えられる精英樹クローンを絞り込むことを試みた。

評価方法

評価にあたっては、主に「特性表」に記載されている相対評価値を使用した。短伐期の循環型林業用の苗木を選定するという目的から、成長特性が悪くないこと、か

つ材質等の特性も押しなべて高く、成長特性とバランスが取れていることを評価のポイントに置いた。

使用した評価項目は、成長特性として、「特性表」の「30年次さし木成長・曲がり」欄に記載されている樹高、直径、幹曲がり、根元曲がりの4つ、材質特性としては、ヤング率、真円性、完満性、心材色の4つである。

これらに加えて、スギ材の利用にあたっては、乾燥の難易性に対する評価が重要と考え、特性表にはない「心材含水率」を、材質特性の評価項目に加えた。評価点の決定には、当センターの次代検定林材質調査（平成8年度～21年度実施分）で得られた48クローンの心材含水率のデータを用いた。全844個体の心材含水率データについて、クローンごとにt-検定による棄却検定（危険率5%）を行ったところ、26クローン27個体のデータが棄却すべきと判定された。これらを除いた817個体の含水率データを使用し、全個体の平均含水率（以下 μ_{av} ）と標準偏差（以下SD）を求め、 $\mu_{av}=128.0\%$ 、 $SD=38.78$ を得た。それらを基に、下式1により各クローンの平均含水率の偏差値を求めた。偏差値は含水率が高いほど高くなることから、偏差値の低い方が評価点は高くなるよう評価点の偏差値範囲を定めた（表1）。表1には、評価点ごとに求めた平均含水率（%）の範囲も併せて示した。

$$\text{偏差値} = \frac{10 \times (\text{クローンの平均含水率} - \mu_{av})}{SD} + 50 \quad (\text{式1})$$

なお、偏差値の計算とそれを用いた評価点の設定は、「特性表」の手法を参考にした。

表1 含水率評価点とその含水率範囲

評価点	偏差値の範囲	含水率範囲 (%)
5	35未満	70以下
4	35～45未満	71～108
3	45～55未満	109～147
2	55～65未満	148～186
1	65以上	187以上

心材含水率以外の数値は特性表の評価をそのまま使用した（5段階評価で、数字が大きいほど良い）。ただし、真円性と完満性は評価値に2分の1をかけて、合わせて5点となるよう配分した。これは、両データが30年次のものではないことを考慮し、評価全体への影響を軽減したものである。

これらとは別に、スギ花粉症が社会問題となり、花粉の少ないスギの普及が必要とされている（林野庁2007）ことから、雄花着花性を評価に加えた。他の評価値と足し合わせて評価するために、雄花着花性は、「特性表」では着花量が少ない方から評価値1, 2, 3, 4, 5となっているところを、逆にそれぞれ5, 4, 3, 2, 1点と読み替えた。

以上の方法により、全評価点の合計で45点満点の総合点を算出した。

なお、「特性表」に含まれるその他の指標のうち、発根性のデータは、苗木生産にあたっては重要な因子となるが、植栽後の成長との関連を示す文献が見当たらないことから、評価値の集計には用いず、参考として記載した。また、各種抵抗性については、データが揃っていないことから割愛した。

結果及び考察

1 心材含水率の評価について

生材におけるスギの心材含水率は、中田（2007）によれば遺伝的形質であることは明らかであるが、環境の影響や、クローン内での変異、さらには個体内での変異もあり、信頼性の高い評価を行うためには、実験計画法に基づく試験設計を行った試験地からの情報を得る必要があるとされている。今回用いたデータは、次代検定林の材質試験調査方法（林木育種センター1996）によるもので、サンプリング及び測定手法等は統一されたものであるが、当センターで過去に行った試験データのみを使用したため、クローン別の平均繰り返し数（検定林数）が約2回とデータの数が少ない。従って、今後さらにデータを積み重ねることによって、評価の信頼性を上げていく必要があると考えられる。また、今回計算された偏差値や評価点は、県内選抜の精英樹クローンの調査結果のみを用いたものであるため、例えば県外選抜のクローンとの比較に用いることはできない。

その上で、評価値として用いることが可能であるか、統計解析によりデータの分析を行った。

図1に、各クローンの心材含水率の平均値及び95%信頼限界の範囲を、平均含水率の低いクローンほど上にな

るように並び替えて示した。クローン名がカッコ内に示されているものは、検定林1か所のみのものである。これらも含めてクローンごとの平均心材含水率をt分布表により検定すると、危険率1%で有意差が認められた。ただし、図1に示されているように、検定林数が1であるクローンは、データ数が少ないこともあり、平均値の信頼限界の範囲が大きいものが多い傾向にあった（例えば、始良17号、同23号、薩摩7号、同14号、日置7号など）。そこで、今回は検定林数が1であるクローンの偏差値に基づく評価点は参考値とし、評価点の積み上げには加えないこととした。

2 クローンごとの適性評価

国有林を含む県内から選抜された精英樹168クローンのうち、30年次さし木の成長・曲がり特性値が、複数の検定数で記載されており、これらの中に評点2以下のものがない36クローンを選び出した。これに、検定数が1である、または一部のデータが欠落しているものの、記載されている樹高、直径成長の2つの評点で7点以上ある14クローンを加え、合計50クローンについて評価した。なお、この段階で、10年次の調査（山内1985）対象クローンのうち始良49号が、また、林木育種センターによる20年次の推奨品種のうち始良34号が、データ不足等により評価対象クローンから外れた。

評価対象となった50クローンを、総合点が高い順に表2に示す。表2には、各評価点のほか、成長特性、材質特性別の評価合計点1位から10位までの順位、着花性まで含めた総合点の偏差値と、「特性表」に記載されている各クローンの遺伝子型を併せて掲載した。

表2に示したように、数値で見ると始良20号が、成長、材質、着花性のどれをとっても優れており、他のクローンと比較してきわめて良い特性を示していることがわかる。

表2に示した総合点の偏差値によって、上位からグループ化して見ると、偏差値60以上の6クローン（以下第1グループ）と、偏差値55以上60未満の12クローン（以下第2グループ）には、10年次の特性調査の対象とされた22クローンのうち16クローンが含まれている。30年次の特性においても、10年次の評価が高かった多くのクローンが上位にあることがわかる。

第1グループの6クローンはいずれも循環型林業用種苗木として選定できるものと考えられる。特に、始良20号と薩摩5号は、林木育種センターが選定した「花粉の少ないスギ品種」（九州育種基本区では30品種）に選定されており、有利性を持つと考えられる。以下、第1グル

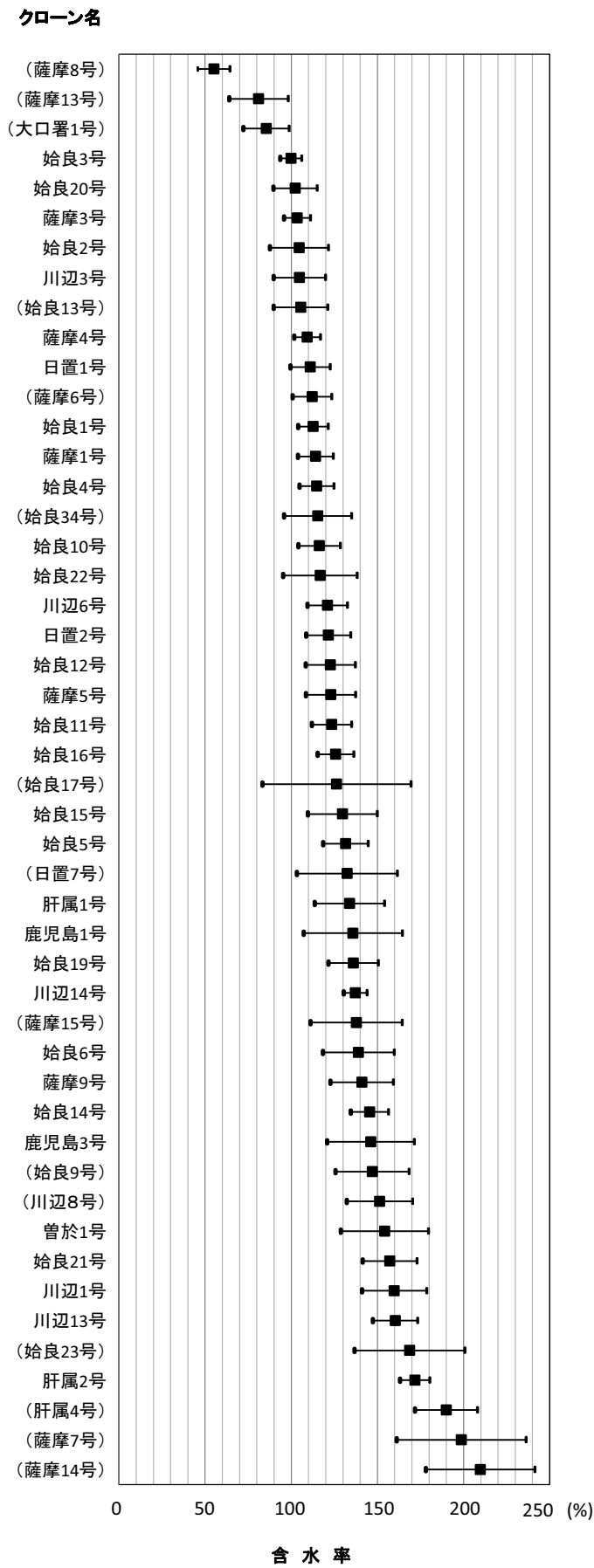


図1 精英樹クローン別心材含水率の平均値及び95%信頼限界

ープの6クローンを仮にAグループとする。

第2グループの中で10年次の22クローンに含まれていなかったのは始良10号と日置2号である。このうち始良10号は、表2からも成長特性の数値が低いことがわかる。これは、比較的短伐期の循環型林業を考える場合には明らかに不利であり、短伐期循環林業に適した品種として選定することは困難であろう。

第2グループには、データの欠落があるクローンがいくつかある。具体的には、ヤング率のデータがない薩摩3号と始良16号、着花性のデータがない始良14号と薩摩1号、及び心材含水率のデータがない指宿2号の5クローンであり、これらはデータが揃うことにより、第1グループ（=Aグループ）と同等の評価点になる可能性が高いと考えられる。

また、偏差値50以上55未満の9クローン（以下第3グループ）の中にも同様のものとして、着花性のデータがない薩摩4号とヤング率データのない始良2号、さらに偏差値50未満の第4グループには、着花性のデータがなく、心材含水率のデータが参考値となっている薩摩6号がある。第2グループの5クローンと合わせたこれら8クローンを、以下Bグループとする。

第3グループの中では、同じく着花性のデータがなく、心材色及びヤング率の評価が低いが、成長特性の評価が極めて高い川辺3号も興味深く、今後追加調査を行う価値があると考えられる。

第4グループに含まれている指宿1号、日置4号、肝属9号の3クローンは、検定数は1であるが、樹高、直径の成長特性が優れており、欠落したデータが多いことから、今後のデータ収集が必要と考える。これら3クローンと川辺3号をCグループとする。

以上、評価値の数値によって、現時点で短伐期循環林業用の苗木として適性があると考えられる6クローン（Aグループ）と、データの補完によりこれらと同等の扱いができると考えられる8クローン（Bグループ）、今後ともデータを集めて検討する必要があると考えられる4クローン（Cグループ）を選定した（表3）。

これらから、最終的に本県の「推奨品種」として、さらに絞り込みを行う必要があるとすれば、次代検定林等における各クローンの生存率や、クローン内での各指標の変動の大きさ、すなわちバラツキの度合に問題がないかなどについて検討する必要があると考えられる。しかしながら、現時点でこれらを検討できるデータが入手できていないことから、今回はそこまで踏み込んだ検討は行わない。

また、現在の採穂母樹の整備状況や苗木の生産状況も

表3 選定したクローン一覧

区分	クローン名
Aグループ (6)	始良20号, 始良19号, 始良4号 始良6号, 始良22号, 薩摩5号
Bグループ (8)	薩摩3号, 始良14号, 始良16号 薩摩1号, 指宿2号, 薩摩4号 始良2号, 薩摩6号
Cグループ (4)	川辺3号, 指宿1号, 日置4号 肝属9号

考慮する必要があるかもしれない。例えば、今回のA、B両グループには入っていないが、始良1号や同3号は第2グループの上位に入っており、県内での苗木生産量も多いクローンである。今回の選定によってこのようなクローンを排除するものではないことは明記しておきたい。

3 選定されたクローンと在来品種との関係

ここで、A及びBグループに選定された14クローンと、在来品種との関係について述べる。表2には、「特性表」に記載されている、MuPS法による遺伝子解析の結果（久枝ら2003に基づく）が示されている。

最も評価点が高い始良20号と5番目に高い始良22号は、いずれもAK型で同じ遺伝子型を示す。これらは、外観、形態の特徴から品種を識別した10年次の調査でも「その他オビ系」とされており、在来品種系統との関係の詳細は不明である。

2番目に評価点の高かった始良19号はイボアカ型で、ほかに薩摩1号と始良16号が同じ遺伝子型である。これらは10年次調査では「ハアラ」に分類されており、「ハアラ」にはほかに薩摩3号、4号、5号が含まれている。薩摩3号、4号の遺伝子型はH型で、薩摩5号は不明である。小山はRAPD法で、鹿児島県の精英樹の遺伝子分析を行ったが（小山2006）、これら6つのクローンは同じ遺伝子型を示した。また、松井らはマイクロサテライト（SSR）マーカーを用いた遺伝子分析により、メアサ、オビアカ等の九州地方のすぎ在来品種が、複数の遺伝子型で構成されていることを明らかにした（松井ら2013）。ハアラあるいはイボアカについては検討されていないが、これらも同一品種が複数の遺伝子型で構成されている例であることが予想され、遺伝的類似性について今後検討する必要があると考える。

始良4号は、始良3号及び同6号と同じT型とされている。10年次の調査では、始良3、4号はオビアカ、始良6号はトサアカとされている。松井らは始良3号、4

号についてSSRマーカーによる分析を行っているが、これらはいずれも同じオビスギ-2に分類されており、遺伝的に同じかきわめて近いものであることがわかる。トサアカは東臼杵12号（MuPS型では始良6号とは異なる）のみを分析しており、トサアカとオビスギ-1の類縁度は比較的高いとされている（松井ら2013）。

始良14号はタノアカ型で、10年次の調査では、MuPS遺伝子型不明の始良2号もタノアカとなっている。残りはAD型の指宿2号、及び遺伝子型不明の薩摩6号であるが、指宿2号はイッポンスギの系統とされている（九林試協育種部会1998）。薩摩6号は、10年次の調査ではオビアカに分類されているが、小山の分析では、日置1号とともに他の精英樹とは異なる遺伝子パターンを示している（小山2006）。日置1号は、松井らの分析ではヤブググリの系統とされており、より詳細な遺伝子分析を行って、系統を明らかにする必要がある（松井ら2013）。

以上のことから、A、B両グループに選定された14クローンは、始良20号系、オビアカ系、ハアラ系（イボアカ型、H型と薩摩5号を含む）、トサアカ系、タノアカ系、イッポンスギ系のほか、系統不明の薩摩6号に分類された。

今回は、成長特性をやや重視しながら、成長と材質のバランスを考慮した選定を目指した。従って、メアサなど、成長は遅いが材質評価が高い品種の系統は選定されたい条件であった。循環型林業の中でも、短～中伐期施業を想定すると、メアサ系統のクローンは不利になると考えられる。その中であって、Cグループに入っている肝属9号は、松井らの分析ではメアサの系統（メアサ-2）とされており、今後の調査結果が大変興味深い（松井ら2013）。

また、遺伝子の多様性の確保や、病害虫の発生リスクなどを考慮すると、限られた系統のみを推奨して植栽することには問題があると考えられる。具体的に何系統あれば良いかさらに検討する必要があるが、今回のA、B両グループに含まれる14クローンは、6～7の系統に整理することができる。それぞれの品種特性（山内1985）を考慮した施業により、利用を図るべきであると考えられる。

おわりに

林木育種センター九州育種場が公表している、「スギ精英樹特性表（30年次）」の評価をベースとして、本県選抜精英樹クローンの中から、成長、材質のバランスがとれ、短伐期の循環型施業に適していると考えられるも

のを選定した。

選定されたクローンを、在来品種との関連において整理して示すと、現時点で適性があると判断されるAグループは、始良20号、22号（以上系統不明）、始良19号、薩摩5号（以上ハアラ系）、始良4号（オビアカ）、始良6号（トサアカ？）の6クローンとなった。また、データが揃えば同等の評価が得られる可能性の高いBグループには、薩摩1号、3号、4号、始良16号（以上ハアラ系）、指宿2号（イッポンスギ）、始良2号、14号（以上タノアカ）、及び薩摩6号（系統不明）の8クローンが挙げられた。そのほか、今後データの収集を期待すべきCグループとして、川辺3号（オビアカ？）、指宿1号（イッポンスギ）、日置4号（系統不明）、及び肝属9号（メアサ？）の4クローンが考えられた。

A、B両グループに選定されたクローンについては、品種系統ごとの特徴をよく理解した上で、短伐期循環型林業用苗木生産のための母樹として今後活用を検討すべきであると考えられる。

謝 辞

本資料の取りまとめにあたって、様々な助言をいただいた、独立行政法人森林総合研究所林木育種センター九州育種場の倉本哲嗣育種課長並びに千吉良治育種研究室長に深謝します。

引用文献

林木育種センター九州育種場（2009）、スギ精英樹特性表—30年次—
 山内惇（1985）、スギ在来品種の特性調査、鹿児島県林業試験場昭和59年度業務報告、1—4
 林木育種センター（1996）、次代検定林の材質調査要領 久枝和彦、白石進、藤澤義武、宮原文彦、石松誠、家入龍二、佐々木義則、三樹陽一郎、川内博文（2003）、九州産スギ在来品種及び精英樹のMuPS(multiplex-PCR of SCAR markers)型、九大演報84:59-71
 小山孝雄（2006）、鹿児島県におけるスギさし木品種と精英樹のRAPD分析、鹿児島県林業試験場研究報告9:1-6
 中田了五（2007）、スギの樹幹内水分分布の変異とその変動要因に関する研究、林木育種センター研究報告 23：121-254
 林野庁（2007）、今後の花粉発生源対策の推進方策について、林野庁HP(<http://www.rinya.maff.go.jp/j/>)

[sin_riyou/kafun/pdf/190307.pdf](#))

松井由佳里，家入龍二，森口喜成，松本麻子，高橋誠，
津村義彦(2013)，九州における主要なスギ在来品種の
クローン識別及び遺伝的類似性の評価，日林誌95:220
-226

九林試協育種部会（1998），スギ精英樹特性表，九州地
区林業試験研究機関連絡協議会育種部会

資料

奄美大島から見出されたモチノキ属の一新雑種

新原修一

森林環境部

要旨：鹿児島県奄美大島からモチノキ属の自然交雑品を見出した。この個体は外部形態と自生状況からアマミヒイラギモチとムッチャガラの交雑個体と推定される。本植物をジワモチと命名した。

キーワード：奄美大島，モチノキ属，自然交雑種

A new natural hybrid of the genus *Ilex* from Amami-oshima Island, the Ryukyus. Shuichi NIIHARA. *Bulletin of the Kagoshima Prefectural Forestry Technology Center* 17: 92 – 97 (2015)

Abstract: A new natural hybrid of holly, *Ilex* × *ziwadakensis*, was newly described from Amami-oshima Island, the Ryukyus. Judging from its morphology and habitat observation, this plant was considered an intersectional hybrid between *I. dimorphophylla* Koidzumi and *I. maximowicziana* var. *kanehirae* (Yamamoto) Yamazaki.

Key words: Amami-oshima, genus *Ilex*, natural hybrid

はじめに

鹿児島県奄美大島の最高峰湯湾岳（694 m）からその西に位置するジワ岳（682 m）の尾根部には雲霧林が成立しており、固有種であるアマミヒイラギモチ *Ilex dimorphophylla* Koidz. (モチノキ科 Aquifoliaceae) の唯一の産地として知られている（迫 1966）。

筆者は一見アマミヒイラギモチに似た交雑品と推定される個体を発見したので報告する。

形態と考察

2001年2月、湯湾岳からジワ岳の尾根部でアマミヒイラギモチの自生状況を調査中に、葉縁の鋸歯があまり発達しない個体を見出した。手でつかんでも痛くないので、変わったものと思い、枝先を持ち帰って挿し木して活着を確認した。その後、筆者の勤務先の異動があり、この苗は失われたものと考えていたが、2013年11月、鹿児島県森林技術総合センター内に植栽されて、3本（同一クローン）が現存することがわかった（図1及び7）。

この個体は以下のような特徴がある。

1. 葉はアマミヒイラギモチに比べて大きく、針状の鋸歯は著しくは発達しない。また、全縁の葉は着けない（二型性でない、図4）。
2. 葉の裏面に腺点がない。
3. 当年生の枝に稜があり、頂芽の先が尖る（図5）。
4. 雌株であり、花は4月（始良市）、前年枝の葉腋に5個が束生する（図6）。
5. 樹形は枝が鋭角に出て、立性であり、樹皮は灰白色。隣接して同時に植えたアマミヒイラギモチと比較して、樹高は変わらないが、枝がやや横張り性である（図7）。

奄美群島からは9種のモチノキ属が知られている（堀田 2013）が、上記の形態上の特徴は既知の種に当てはまらない。検討の結果、この個体はアマミヒイラギモチと同地に自生が見られるムッチャガラ *I. maximowicziana* var. *kanehirae* (Yamam.) Yamaz. の自然交雑品と推定した（表1）。

本組み合わせの雑種については報告がないことから、*I. × ziwadakensis* ジワモチと名付けておく。アマミヒイラギモチはモチノキ節 (sect. *Ilex*)、ムッチャガラはイヌツゲ節 (sect. *Stigmatophorae*) に属する（Ohba & Akiyama 1999, 山崎 1987）ので、異節間交雑となる。

自生地周辺ではムッチャガラは普通に見られるが、アマミヒイラギモチは少ないものであり、その開花サイズの個体はさらに稀である（指村ら 2013）ことから、本雑種は非常に稀なものと思われる。こうした交雑がもたらす固有分類群の遺伝子構成への影響に興味もたれる。

Taxonomic treatment

Ilex × *ziwadakensis*, hybrid nov.

[Figs. 1-7]

I. dimorphophylla Koidzumi × *I. maximowicziana* var. *kanehirae* (Yamamoto) Yamazaki

Putative hybrid between *I. dimorphophylla* Koidz. in sect. *Ilex* and *I. maximowicziana* var. *kanehirae* (Yamam.) Yamaz. in sect. *Stigmatophorae*.

Evergreen shrub, up to 3 m high. Branchlets angulate; terminal bud pointed. Leaves thick coriaceous; petioles (3-) 4 (-5) mm; leaf blade ovate, (29-) 34 (-38) × (18-) 23 (-26) mm, base cuneate or obtuse; apex acute, margin serrate, with (4-) 6 (-8) short spines on each side, dark green adaxially, paler abaxially. Inflorescences fasciculate, sessile, axillary, on former year's branch. Flowers greenish white, 4-merous. Pistillate pedicels 5-6 mm long; calyx minute, lobes rounded; corolla rotate, 7 mm across, petals oblong; staminoides short; ovary oblong-ovoid, stigma discoid.

Japanese Name: Ziwa-mochi

Type: Japan. The Ryukyus, Kagoshima Pref., Amami-oshima, Oshima-gun, Yamato-son, Between Yuwandake and Ziwadake, alt. ca. 650 m (S. Niihara & Y. Sato, Feb. 14, 2001. Same plant cultivated in Aira-shi, Kagoshima Pref.; S. Niihara, April 22, 2014, KAG – type).

謝 辞

荒天下の困難な現地調査に協力された佐藤嘉一（現鹿児島県鹿児島地域振興局）並びに苗の管理の労をとられた片野田逸朗（現鹿児島県大島支庁）の両氏に感謝申し上げます。

引用文献

堀田 満 (2013) モチノキ科. 奄美群島植物目録, 62-64. 鹿児島大学総合研究博物館, 鹿児島.
 Ohba, H., Akiyama, S. (1999) Aquifoliaceae. In Iwatsuki, K., Boufford, D. E., Ohba, H. eds., Flora of Japan IIc, 82-92. Kodansha, Tokyo.
 迫 静男 (1966) 湯湾岳山頂附近の天然林の群落構造について. 鹿児島大学農学部学術報告 17: 13-21.
 指村奈穂子, 石田 健, 川口秀美, 藤本勝典 (2013) 奄美大島固有の絶滅危惧種アマミヒイラギモチの繁殖と更新. プロ・ナトゥーラ・ファンド助成第 21 期助成成果報告書, 65-76.
 山崎 敬 (1987) ムッチャガラについて. 植物研究雑誌 62: 190-191.

Table 1. Distinguishing characters among *I. dimorphophylla*, *I. maximowicziana* var. *kanehirae*, and *I. × ziwadakensis*.

表 1. アマミヒイラギモチ, ムッチャガラ及びジワモチを区別する形質.

Character 形 質	<i>I. dimorphophylla</i> アマミヒイラギモチ ^a	<i>I. × ziwadakensis</i> ジワモチ	<i>I. maximowicziana</i> var. <i>kanehirae</i> ムッチャガラ ^b
Shape of leaf 葉形	dimorphic juvenile; elliptic, apex acute with 3 spines, margin serrate with 2-4 spines in each side mature; obovate, entire 二型性あり 若木の葉; 楕円形, 先端は尖り, 針状 (3 個), 縁に 2-4 個の針状の鋸歯あり 成木の葉; 倒卵形, 全縁	not dimorphic ovate, serrate with short spines 二型性でない 卵形, 短い針状の鋸歯あり	not dimorphic narrow elliptic-oblongate, minutely serrate 二型性でない 長楕円形~倒披針形, 浅い鋸歯あり
Size of leaf 葉の大きさ	juvenile; 27×18 mm mature; 26×14 mm	38×23 mm	53×16 mm
Texture of leaf 葉の質	thick coriaceous 厚い革質	thick coriaceous 厚い革質	coriaceous 革質
Underside of leaf 葉の裏面	no punctate glands 腺点はない	no punctate glands 腺点はない	punctate glands 腺点を散布
Current year's branch 当年生枝	not angulate, terminal bud rounded 稜はなく, 頂芽は丸みを帯びる	angulate, terminal bud pointed 稜があり, 頂芽は尖る	angulate, terminal bud pointed 稜があり, 頂芽は尖る
Inflorescence 花序	dioecious female; fasciculate on former year's branch, pedicel 3-4 mm long 雌雄異株 雄花; 前年枝に (3-) 7 (-10) 個が束生 雌花; 前年枝に (2-) 5 (-8) 個が束生 花柄は長さ 3-4 mm	dioecious (? , collected plant is female) female; fasciculate on former year's branch, pedicel 5-6 mm long 雌雄異株 (? この個体は雌株) 雌花; 前年枝に (2-) 5 (-7) 個が束生 花柄は長さ 5-6 mm	dioecious male; 2-3 flowers axillary on current year's branch female; flower solitary, axillary on current year's branch, pedicel 5-8 mm long ^c 雌雄異株 雄花; 当年枝に 2-3 個が腋生 雌花: 当年枝に 1 個が腋生 花柄は長さ 5-8 mm
Fruit 果実	ripened red 赤熟する	ripened red ^d 赤熟する	ripened black ^c 黒熟する

^a Materials in this study were living collections in Kagoshima Pref. For. Tech. Center, Aira-shi, Pref. Kagoshima.

^b This taxa is very variable in shape and size of leaves. Materials investigated in this study were collected from Sate (alt. 220 m), Kunigami-son, Okinawa Island and Akatsuchiyama (alt. 180 m), Uken-son, Amami-oshima Island.

^c After Ohba and Akiyama (1999).

^d Artificially pollinated with pollen of *I. dimorphophylla*.

^a 鹿児島県森林技術センターの植栽木による.

^b ムッチャガラは葉の形と大きさに変異が多い. 分類上の取扱いは山崎 (1987) によった. 沖縄島国頭村佐手産と奄美大島宇検村赤土山産の生品を検した.

^c Ohba and Akiyama (1999)による.

^d アマミヒイラギモチの花粉を人工受粉した.



Fig. 1. *Ilex* × *ziwadakensis*, a natural hybrid (*I. dimorphophylla* × *I. maximowicziana* var. *kanehirae*). Female flowers on a plant cultivated at Kagoshima Pref. For. Tech. Center, Aira-shi, Pref. Kagoshima, April 15, 2014.

図 1. ジワモチの雌花. 鹿児島県森林技術総合センター内の植栽木.



Fig. 2. Fruits on the same plant. Artificially pollinated with pollen of *Ilex dimorphophylla*. October 30, 2014.

図 2. ジワモチの果実. アマミヒイラギモチの花粉を人工受粉したもの. 同上.



Fig. 3. Branches. *Ilex dimorphophylla* (A₁ and A₂), *I. ×ziwadakensis* (B), and *I. maximowicziana* var. *kanehirae* (C).
図 3. 枝. アマミヒイラギモチ(A₁とA₂), ジワモチ(B)及びムッチャガラ(C).



Fig. 4. Leaves. *Ilex dimorphophylla* (A₁ and A₂), *I. ×ziwadakensis* (B), and *I. maximowicziana* var. *kanehirae* (C).
図 4. 葉. アマミヒイラギモチ(A₁とA₂), ジワモチ(B)及びムッチャガラ(C).

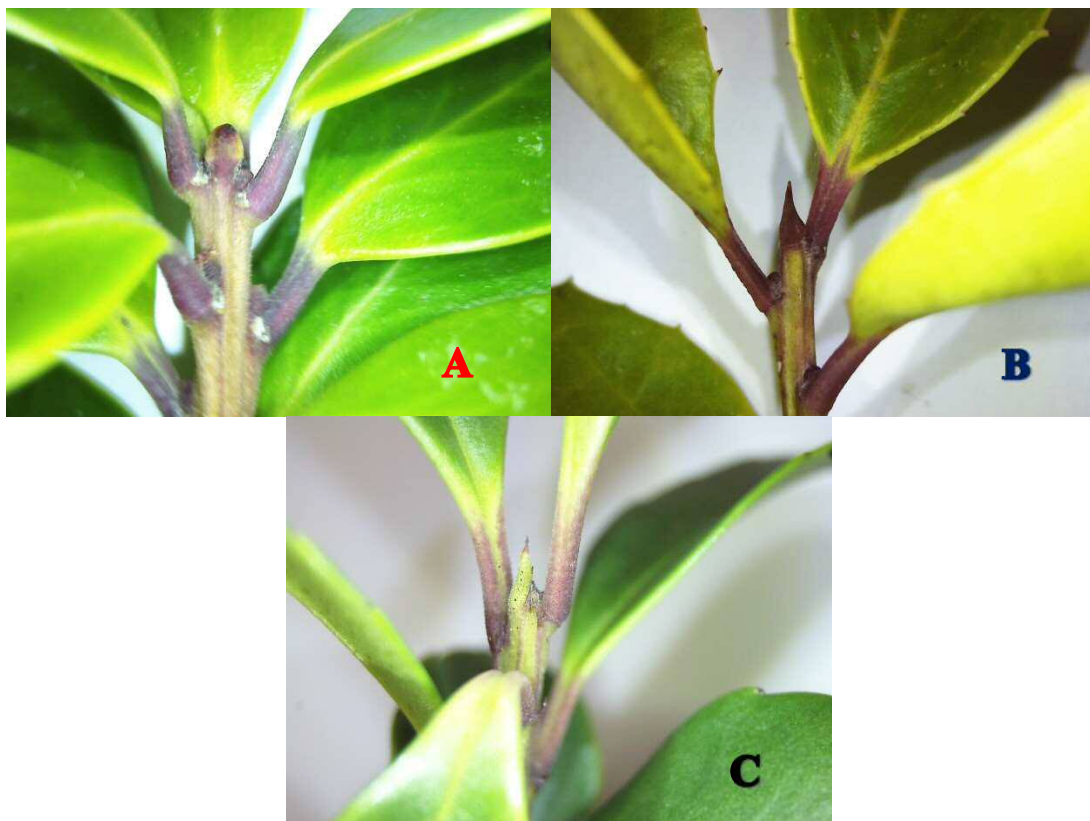


Fig. 5. Terminal bud of current year's branch. *Ilex dimorphophylla* (A), *I. x ziwadakensis* (B), and *I. maximowicziana* var. *kanehirae* (C).

図 5. 当年生枝の頂芽. アマミヒイラギモチ(A), ジワモチ(B)及びムッチャガラ(C).

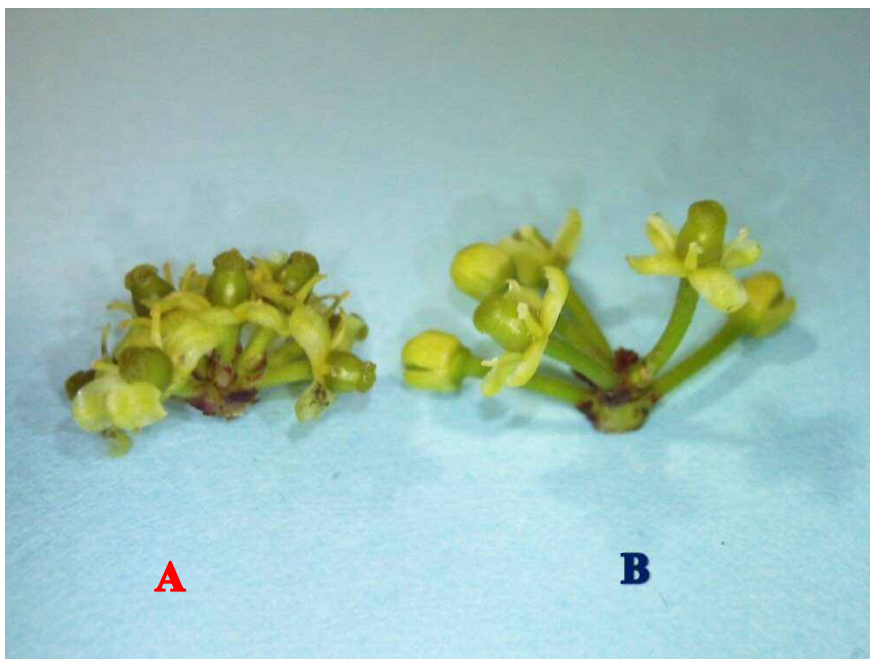


Fig. 6. Inflorescence. *Ilex dimorphophylla* (A) and *I. x ziwadakensis* (B). Female flowers, April 14, 2014.

図 6. 花序. アマミヒイラギモチ(A)とジワモチ(B). 共に雌花.

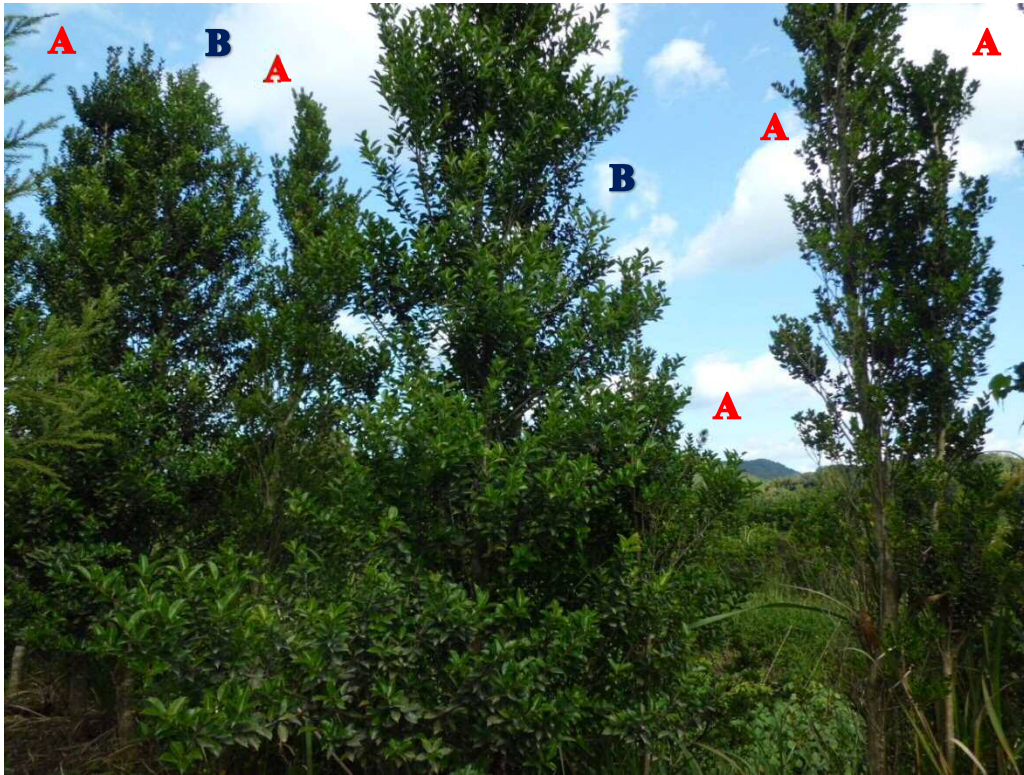


Fig. 7. *Ilex dimorphophylla* (A) and *I. × ziwadakensis* (B). Plants cultivated at Kagoshima Pref. For. Tech. Center, Aira-shi, Pref. Kagoshima.

図 7. アマミヒイラギモチ(A)とジワモチ(B). 鹿児島県森林技術総合センター内の植栽木.