

屋久島産のスギおよび芳香植物の精油成分の利用に関する研究

【はじめに】

屋久島に産出される植物に含有される精油成分の利用を目的として、収量、構成成分などに関する知見を蓄積するため、精油の採集および分析などの実験を以下のように行った。

I: 屋久島産地杉内装材の香り成分の採集と分析

【目的】

屋久島で生産される地杉から作られた内装材から揮発する香り成分に関して、どのような成分が揮発しているか調べることを主な目的として実験を行った。

【実験】

供試材料：屋久島産スギで実際に内装材用途に加工されたもの。

実験手順：上部蓋部分に穴が開いたガラス製デシケータ（容積18L）に、2本のガラス管を通したシリコン栓を用いて蓋の部分を開き、空気などの気体が2本のガラス管以外を通らないようにした。2本のガラス管のうち、一方はタイゴン製チューブを介してポンプに接続し、デシケータ内の空気を吸引できるようにした。デシケータ内のガラス管の口に同様のチューブを介してシリカゲルを適量（250mg程度）充填したガラス管を接続して内部の揮発成分が捕集できるようにした。また、蓋に取り付けた、もう一方のガラス管の外側には活性炭を充填したチューブを取り付け、ポンプを使ってデシケータ内の空気を吸引した際（図1-1）に、外気に含まれる揮発性の有機化合物がデシケータ内のシリカゲルを充填した吸着管（図1-2）に影響を与えないようにした。

この後、デシケータ内を空にした状態でポンプを使って吸引を行い、シリカゲルに吸着される成分を捕集した（これは後の実験の比較に用いた）。その後、デシケータ内に収まるように切断した内装材を入れ、シリカゲル吸着管を別のもの（未使用のもの）と取替え、蓋をした後、ポンプを使って同様の吸引操作を行い、地杉内装材から揮発する香り成分の捕集を行った（図1-3）。

補修後、取り出したシリカゲル吸着管はクロロホルムで洗浄を行い（図1-4）、吸着物を溶出させた溶出液を得た（図1-5）。溶出液はガスクロマトグラフィーを用いて分析を行った。GC分析条件は以下の通りである。装置：GC-14B（島津製作所）、カラム：TC-5（GLサイエンス）、試料導入口温度：200、カラム初期温度：60（5min）、昇温速度：3 /min、カラム最終温度：230（58.4min）、検出器温度：230、キャリアーガス：N₂、検出器：FID。

【結果】

内装材をデシケータに入れずにポンプ吸引を行い、吸着剤から得られた溶出液を分析した結果（クロマトグラム）は図1-6のようになった。クロマトグラムでは、横軸は時間の経過、縦軸は直接的には検出器の電気信号で一定時間経過後の物質の検出を表している。ここでは溶媒（クロロホルム）と同時

に入れた試薬のピークは認められるが、そのほかにピークは観測されず 10 分以降フラットな状態（両矢印を記した部分にピークがない）が示されており、物質の検出は認められていないことがわかる。一方、地杉内装材をデシケータに入れてポンプ吸引を行い、同様の操作で得られた溶出液の分析結果（クロマトグラム）は図 1-7 のようになった。先ほどの期間にピークが観測されており、このことから地杉内装材の香り成分がポンプ吸引によって吸着管に捕集され、溶出の後検出されたことがわかる。これらのピークを与える化合物はガスクロマトグラフィー質量分析計の結果からセスキテルペンと呼ばれる化合物であることは確認した。また内装材表面に電動かんなをもちいでプレナがけして、表面を新しくした後、同様の方法によって分析を行った結果は、図 1-8 のようになった。プレナがけを行わなかった状態の結果（図 1-7）に比べて、ピーク強度が強く出ており、さらに香りが強かったことがわかる。このことから、少なくとも 3 ヶ月程度の放置では、香り成分の消失は起こらないことが判る。

なお、これまでの実験でスギ材チップの香り成分吸引から脳波の鎮痛効果が認められているが、今回の内装材もそのような効果が比較的長く持続する可能性が高い。

II： 精油成分の分析（葉油および材油の成分分析）

【目的】

いくつかの芳香植物から得られた精油成分の収量を調べ、機器分析によって構成成分の分析を行う。

【実験】

図 2-1 のようなガラス製の循環型精油定量装置を用いていくつかの植物材料からの精油成分の採集を行った。採集した精油は量を測り、もとの材料の全乾重量に対する収量を算出した。

また、精油成分の分析は組成比の決定にはガスクロマトグラフィー（GC）、検出された成分の同定にはガスクロマトグラフィー質量分析計（GC-MS）を用いた。

GC 分析条件は以下の通りである。装置：GC-14B（島津製作所）、カラム：TC-5（GLサイエンス）、試料導入口温度：200、カラム初期温度：60（5min）、昇温速度：3 /min、カラム最終温度：230（58.4min）、検出器温度：230、キャリアーガス：N₂、検出器：FID。

また、GC-MS 条件は以下の通りである。機種：GCMS-QP5000（島津製作所、京都）、カラム：TC-5（GLサイエンス、東京）、試料導入口温度：200、検出器温度：230、カラム初期温度：60、カラム初期時間：5分、昇温速度：3 /分、カラム最終温度：220、カラム最終時間：43分、キャリアーガス：He。

【結果】

採集された精油成分の収量は表 2-1 に記した。クスノキについてはショウノウ（camphor）が析出し、連続的に上記の精油定量装置で精油採集できなかったため、ここでは割愛した。GC 分析によるクロマトグラムは図 2-2 以降、および表 2-2 以降にそれぞれ示した。表の結果から同種の植物を起源とする精油では、類似の組成を示すことがわかった。



図1-1(左上): 用いたガラス容器
(デシケーター)とポンプ吸着管の様子

図1-2(右上): シリカゲル粉末を封入した
ガラス吸着管

図1-3(左下): デシケーターに内装材を
入れて香り成分を捕集しているときの
様子

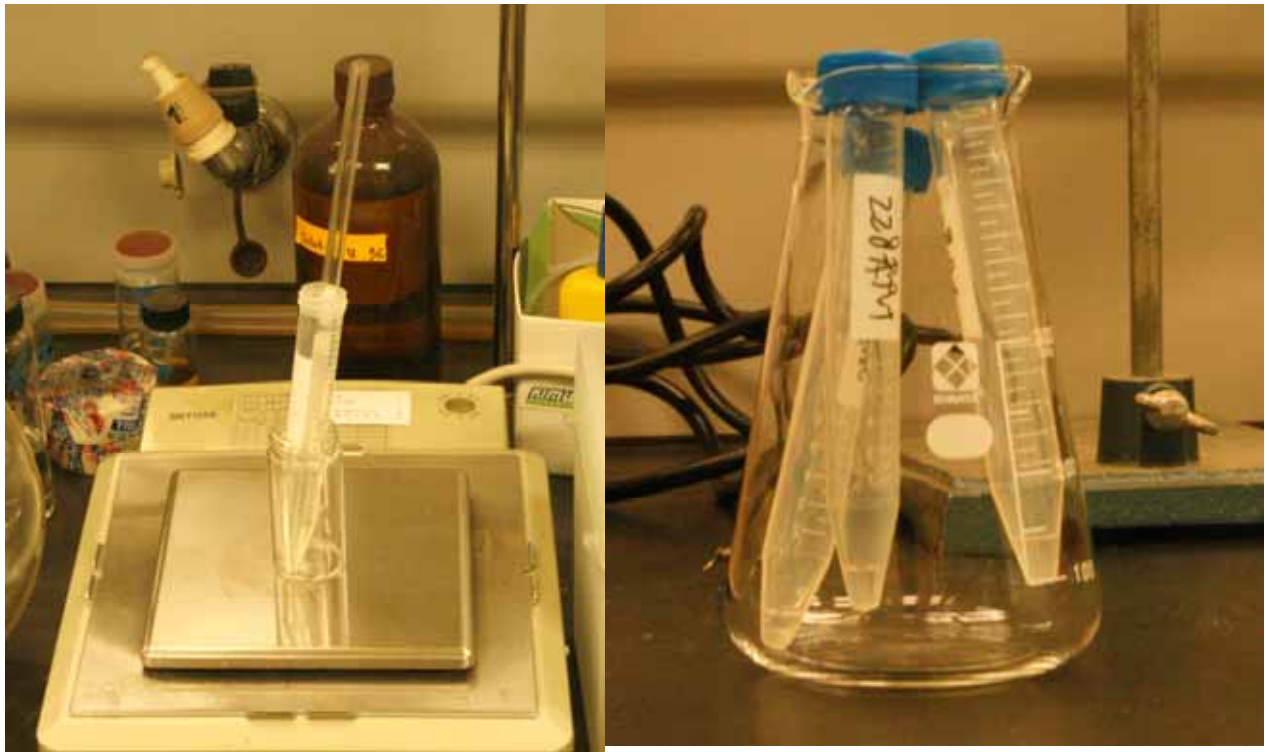


図1-4(左): 回収したした吸着管にクロロホルムを流し, 香り成分を洗い出しているところ, 図1-5(右): 回収された溶脱液

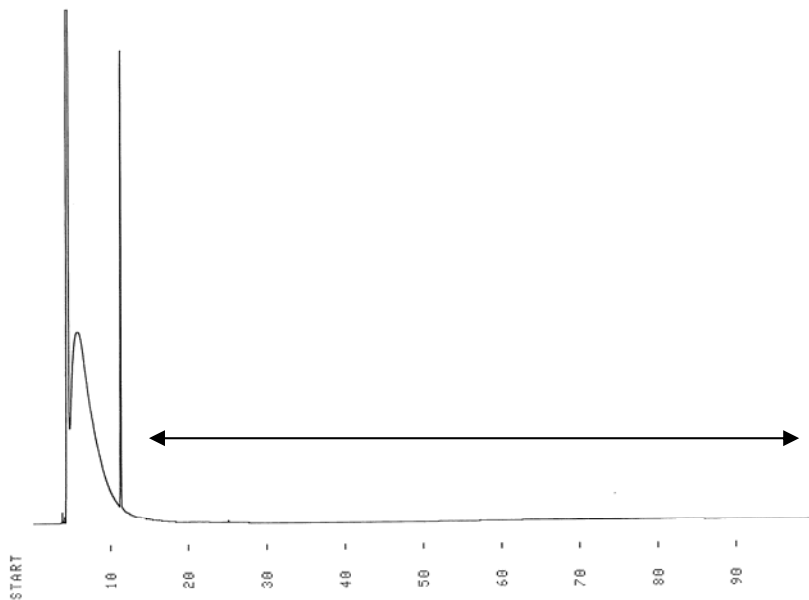


図1-6: デシケータ(ガラス容器に)屋久杉内装材を入れる前の揮発成分の分析結果(両矢印の区間にピークがない)

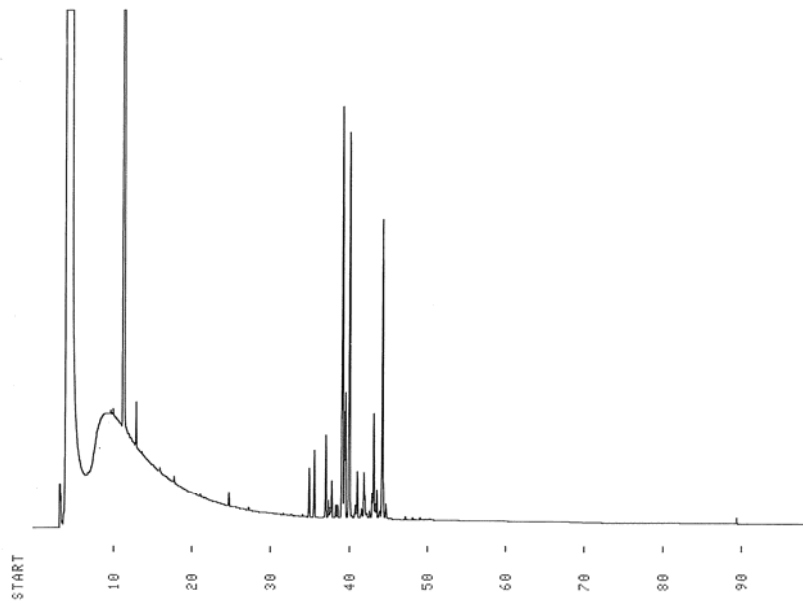


図1-7: デシケータ(ガラス容器に)屋久杉内装材(プレナがけなし)を入れたときの揮発成分の分析結果(ピークが認められる)

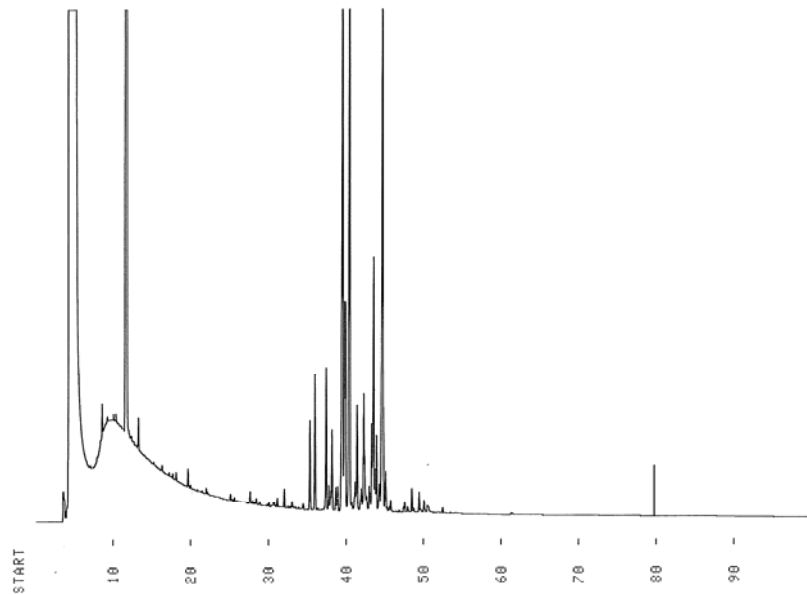


図1-8: デシケータ(ガラス容器に)屋久杉内装材(プレナがけあり)を入れたときの揮発成分の分析結果



図2-1: 精油を採集しているときの様子

表2-1: 精油の収率一覧

サンプル名	収率 (%) *
ニッキ	1.46
クス	-
屋久島地杉(1)葉性-荒	1.54
屋久島地杉(2):葉性-細	1.54
屋久杉サンダー粉末	1.06
屋久杉オガ粉	0.64
黒心材	0.44

*全乾重量に対する精油量 (v/w %)

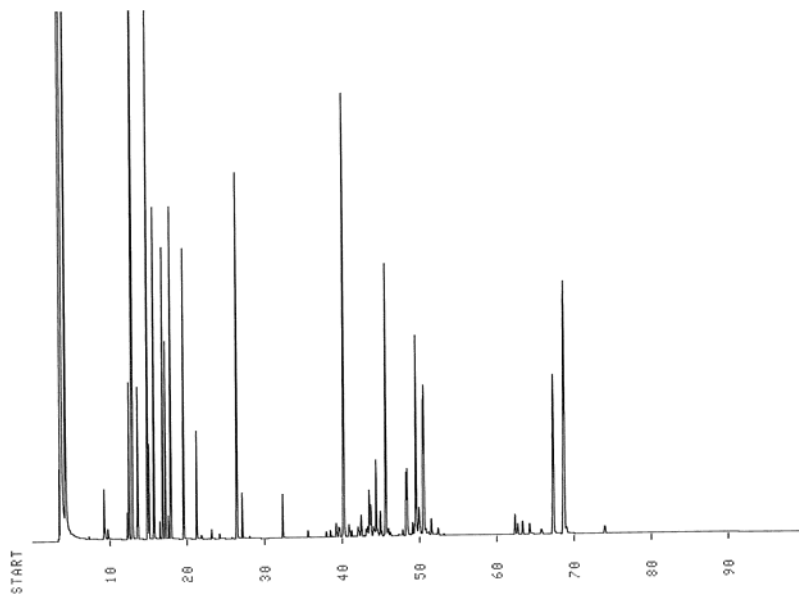


図2-2. 地杉葉油(荒)の分析結果

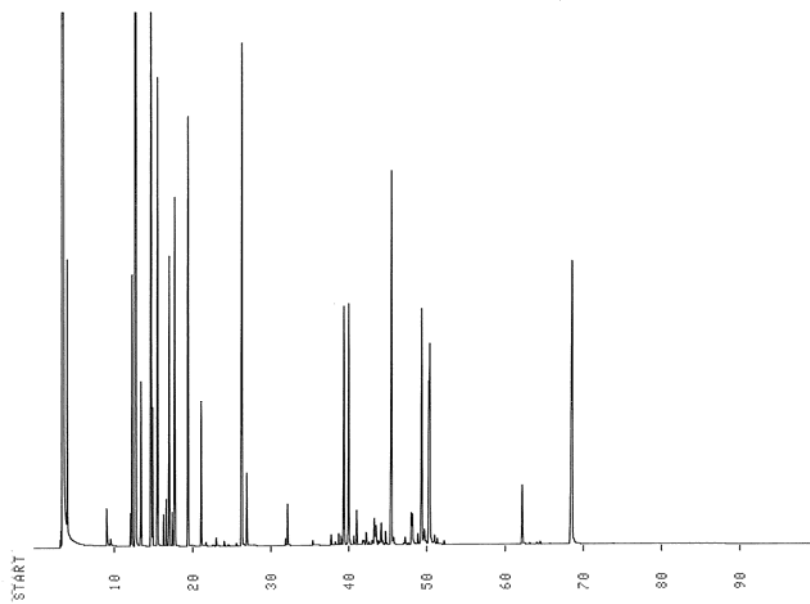


図2-3. 地杉葉油(細)の分析結果

表2-2: 地杉葉油の成分組成比(%)

	屋久杉葉油(荒)	屋久杉葉油(細)
2E-hexanol	0.78	0.48
tricyclene	0.31	0.33
thujene	1.76	2.72
-pinene	21.57	27.63
camphene	1.82	1.60
sabinene	6.06	8.21
-pinene	1.10	1.32
myrcene	5.20	4.54
-phellandrene	0.23	0.32
-3-carene	3.32	0.49
-terpinene	2.28	2.92
p-cymene	0.31	0.35
limonene	4.28	3.99
-terpinene	3.43	4.47
terpinolene	1.31	1.52
terpinen-4-ol	5.08	6.51
-terpineol	0.62	0.83
bornyl acetate	0.58	0.50
cis-thujopsene	6.75	3.07
-cuprenene	0.95	0.52
-chamigrene	0.57	0.31
-cadinene	1.13	0.33
elemol	4.21	5.06
widdrol	0.96	0.44
cedrol	1.08	0.50
-eudesmol	3.18	3.37
T-muurolol	0.87	0.35
-eudesmol + -eudesmol	4.45	5.04
phyllocladene	3.87	0.94
kaurene	6.97	6.78

注: 構成成分全体に占める割合

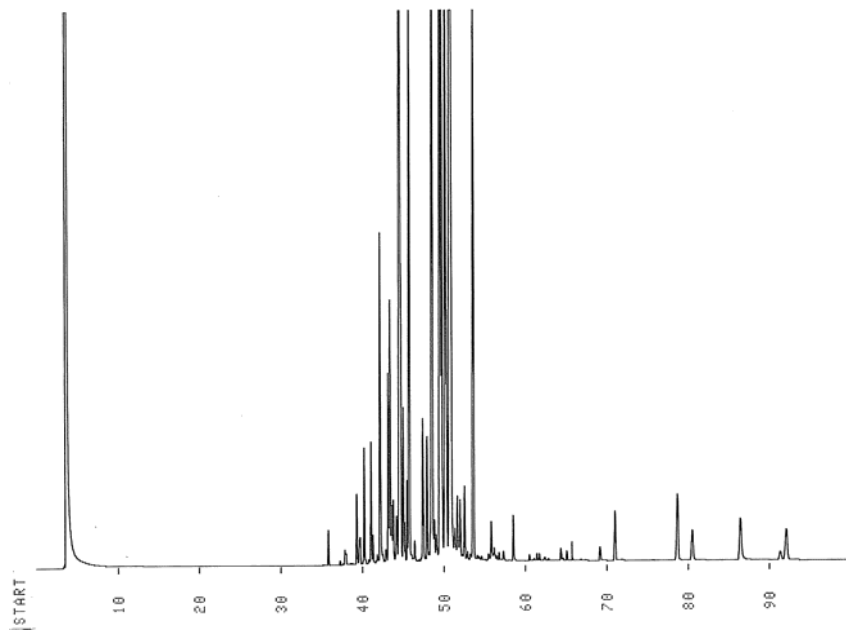


図. 屋久杉材油(サンダー粉)の分析結果

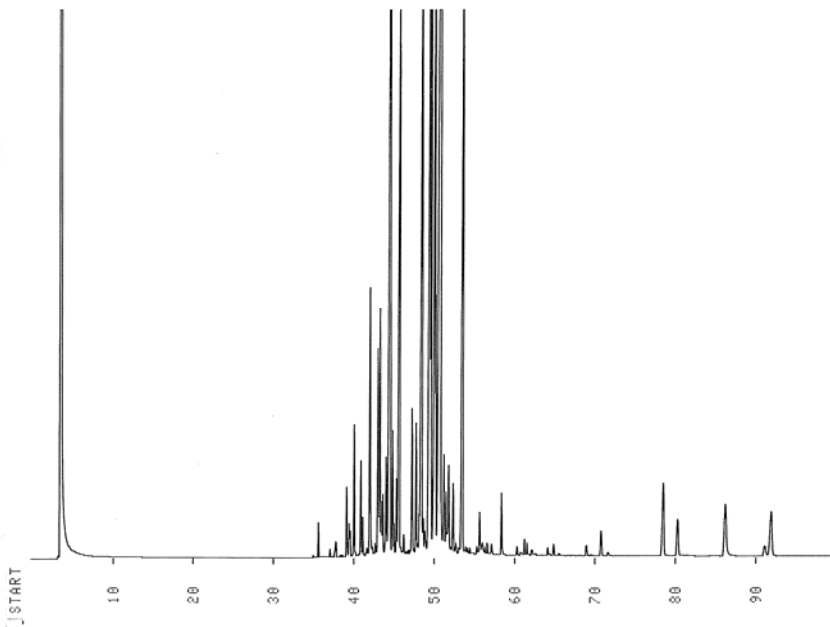


図. 屋久杉材油(オガ粉)の分析結果

表2-3: 地杉材油の成分組成比(%)

	地杉材油(オガ粉)	地杉材油 (サンダー粉)	地杉黒心
-cubebene	0.22	0.23	0.35
-copane	0.20	0.11	0.19
-elemene + -cubebene	0.49	0.12	0.13
Z-caryophyllene	0.25	0.54	0.30
cedrene	0.19	0.43	0.45
cis-thujopsene	0.94	0.87	0.32
muurola-3,5-diene	0.66	0.86	1.71
-humulene	0.28	0.22	0.13
cadina-1,(6)-diene	2.37	2.95	1.03
-cubebene	1.76	1.49	2.21
cubebol	1.64	1.83	1.29
10-epi-cubebol	0.91	0.53	0.37
-cadinene	12.57	14.95	14.14
elemol	8.10	8.39	0.43
gleenol	0.35	0.42	0.33
viridiflorol	0.30	0.35	0.32
-cedrol	8.78	9.22	7.66
1,10-epi-cubenol	4.65	4.91	7.32
10-epi- -eudesmol	6.42	6.79	5.75
cubenol	2.18	2.04	1.79
-eudesmol + -eudesmol	18.32	17.28	25.70
bisabolol	0.54	0.62	1.57
juniper campher	0.63	0.69	0.13
cryptomerion	6.76	5.65	3.54
sandaracopimarinal	1.19	1.08	1.10
phyllocladanol	0.62	0.53	1.12
sandaracopimarinol	1.11	0.91	1.14
dehydroferruginol	0.22	0.20	0.25
ferruginol	0.96	0.71	2.12

注: 構成成分全体に占める割合

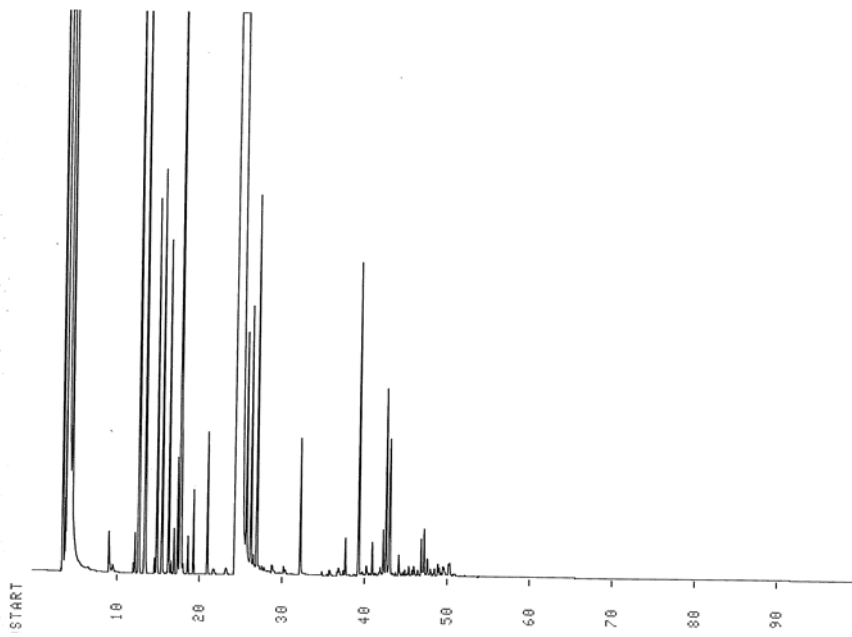


図. クスノキの葉油の分析結果

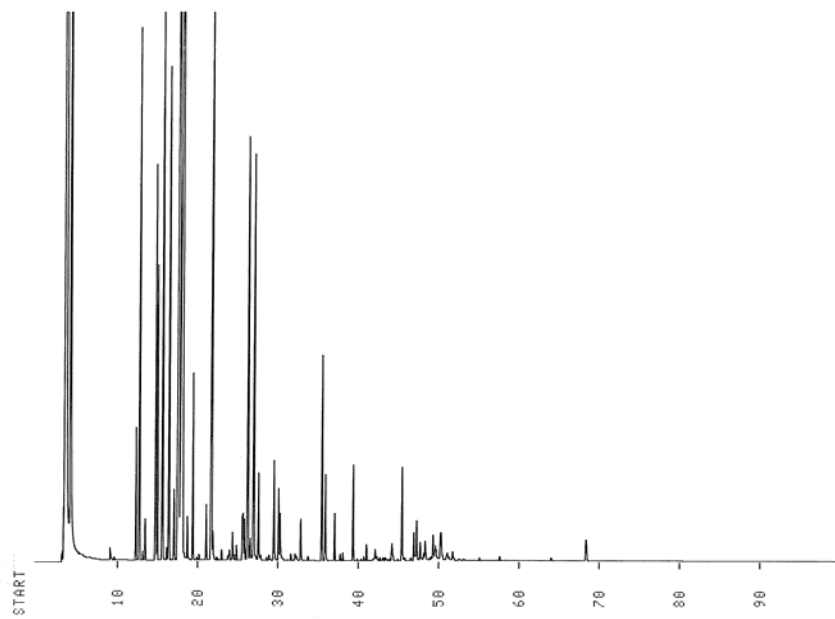


図. ニッキの葉油の分析結果

表2-4:クスノキ葉油の成分組成比(%)

	クスノキ葉油
-pinene	7.44
camphene	3.84
-pinene	1.17
myrcene	2.58
-phellandrene	3.71
-3-carene	0.20
-terpinene	0.76
p-cymene	1.52
limonene	12.21
E- -ocimene	0.33
-terpinene	0.82
terpinolene	1.53
camphor	22.96
borneol	0.51
terpinen-4-ol	0.47
p-cymen-8-ol	0.21
-terpineol	2.01
safrol	0.80
-elemene	0.99
Z-caryophyllene	6.82
aromadendrene	0.65
-humulene	0.91
-selinene	4.77
viridiflorene	3.65
-amorphene	1.06
sphathulenol	1.04
viridiflorol	2.22
intermediol	1.17

注:構成成分全体に占める割合

表2-5: ニッキ葉油の成分組成比 (%)

	ニッキ
thujene	0.88
-pinene	3.46
camphene	0.31
sabinene	3.67
-pinene	1.97
myrcene	4.26
-2-carene	0.12
-phellandrene	3.46
-terpinene	0.60
p-cymene	24.55
1,8-cineole	29.65
Z- -ocimene	0.26
-terpinene	1.23
terpinolene	0.42
linalool	5.31
hotrienol	0.28
terpinen-4-ol	3.49
-terpineol	3.51
-phellandrene epoxide	0.86
-terpinyl acetate	1.61
eugenol	0.72
-copaene	0.36
Z-caryophyllene	0.77
elemol	0.81
spathulenol	0.29
caryophyllene oxide	0.40
guaiol	0.18
-eudesmol	0.29
-cadinol	0.58

注: 構成成分全体に占める割合

秋田県立大学木材高度加工研究所での分析結果に基づいて以下に考察する。

1. 屋久島産地杉内装材の香り成分

今回の実験からは図 1-7 に示すように、内装材から明らかに複数のスギ材揮発性成分が大気中に放出されていることが確認されている。これらの揮発性成分は樹木揮発性成分の主たる構成要素を占めているテルペン類に属するものである。

針葉樹の揮発性成分は通常、保持時間（分析開始からの時間＝図の横軸）で 3 つの大きなグループに分類される。一つ目がモノテルペン（炭素 10 個のグループ）、2 つ目がセスキテルペン（炭素 15 個のグループ）、3 つ目がジテルペン（炭素 20 個のグループ）である（後述の図 2-2、図 2-3 参照）。揮発性は炭素数に関係し、炭素数が少ない方が一般に揮発性が高い。葉はモノテルペン含量が高く、したがって揮発性物質が多く、さわやかなにおいを発し、覚せい作用（目覚ましの働き）を有しているのに対して、材油はモノテルペンが少なく、セスキテルペンでそのほとんどが占められている。そのため、葉の香りに比べ揮発性が低く、どっしりとしたにおいを呈し、これは気分を落ち着かせる、鎮静作用の原因となっている。

図 1-7 からは内装材が大気中にセスキテルペン類を放出していることがわかる。これらの成分の中には入眠しやすく、睡眠効率を高める成分セドロールが多く含まれていることが表 2-3 から明らかで、気分を落ち着かせる効果があることがわかる。

プレーナー掛けした内装材からはプレーナー掛け無しの材よりも揮発性成分の放出量が多い（図 1-8）。このことは木材に一般に言えることで、揮発性成分は材表面から揮発していくので施工後、数か月でヒトの嗅覚では感じられなくなるが、材の内部組織に含まれる成分は簡単に外部に放出されず、時間をかけて材表面に移行し、外部に放出されるので、プレーナー掛けすれば内部組織が外部に現れにおいを呈することになる。ヒトの嗅覚では感じることでできない低濃度であるが、材からは常に長期間にわたって外部ににおいは放出されている。ヒトの生理に及ぼす材の揮発性成分は ppm 以下の低濃度であるので、においを感じなくても、鎮静作用などの影響は受けていると考えられている。

2. 屋久島地杉精油成分

表 2-1 の精油収率からは地杉葉（荒）と地杉（細）との間に差がなく、また、表 2-2 に示す成分組成でも 2, 3 の成分組成に若干の差はあるものの大きな差は認められない。さらに細かく評価すれば、針葉樹葉油成分の主成分を占める α -ピネン含量が（細）の方が高く、したがって揮発性に関係するさわやかさなどのイメージは（細）の方が高いことが推定される。しかしながら、柑橘系のさわやかさのにおいのもとになるリモネン含量は（荒）の方が幾分高いなど、両者の差を成分の上から判断するのは困難である。精油収率は試料採取時期にもより、夏季に高く冬季に低いので、採取時期を選べば、さらに高収率を望むことは可能。

材精油収率(表 2-1)はサンダー粉末とおが粉で差があり、サンダー粉末の方が高いが、同じ材由来のサンダー粉末とおが粉ならば、試料の細かさが影響していると考えられる。両者の精油収率は、樹齢 1000 年以上の屋久杉のそれとは大きく違い低い値で、サンダー粉末が内地スギの精油収率よりも若干高めである程度で、内地杉との大きな差は見られない。

材の色調の原因は抽出成分によるものだが、黒心材の精油収率が低いのが意外である。黒心材にはテルペン以外のフェノール性のリグナン類が多く含まれていることが明らかにされている。この成分はモノテルペン、セスキテルペン類よりも沸点が高いため、今回の精油採取条件では抽出されてこない。屋久杉地杉の黒心材も精油成分よりもリグナン等の高沸点成分を多く含むと考えられる。

地杉材油(おが粉、サンダー粉末)の精油成分(表 2-3)で含有量の大きいのは δ -カジネン、エレモール、 α -セドロール、 α -、 β -オイデスマール、クリプトメリオンなどである。このうち δ -カジネン、オイデスマール類はスギ、ヒノキ材に多く含まれる成分で、特に δ -カジネンはスギ、ヒノキの材のにおいのもとになっていると考えられている。地杉で特徴的なのは α -セドロール含有量が高いことで、これは内地杉に比べても高い値であり、内装材として用いた時に気分を落ち着かせる要因の一つになると思われる。屋久杉精油は内地スギに比べてクリプトメリオン含有量が高いことが知られている。クリプトメリオンは室内に生息し、ぜんそく、アトピーの原因となる室内塵ダニ類の繁殖を抑える働きがある。屋久杉精油の殺ダニ・繁殖抑制活性を調べたところ、そのもっとも強い活性成分がクリプトメリオンであり、 β -オイデスマールも強い活性を持っていることが明らかにされている。今回の実験では屋久杉だけでなく、屋久杉地杉もクリプトメリオン、 β -オイデスマール含有量が高いことから、塵ダニの繁殖抑制に屋久杉地杉が有効であると考えられる。

3. スギ精油はどんな効果を持っているか。そして、屋久杉地杉はどこが他のスギと違うのか。

スギの香りの効用、これまでも多くが経験的に知られ、そして科学的に実証された事例も多い。まず酒だ。酒からいこう。江戸時代、灘の酒をスギ樽に入れ、樽廻船で1週間ほどの船旅を終えて江戸に持ち込まれた酒はスギ樽の香りを含み、気分を落ち着かせ、ほろ酔い気分を高める効果があった。江戸の侍も町人もスギの香りに酔っていたのだ。スギ材から日本酒に抽出される成分、それはとりもなおさず、スギ材に含まれているセスキテルペンである。

マタギは花粉症を防ぐのにスギ葉を煎じて飲んでた。このことはいまだ科学的に実証はされていないものの、同様なアレルギーが原因で起こる皮膚病のアトピーにスギ葉精油をタッピングすることでかゆみ症状を抑えることが可能であることが、最近になり林野庁補助事業で複数の皮膚科医の 150 名を超える患者の臨床実験で証明されている。

スギ葉精油が鎮咳に効果があることも科学的に実証されているし、胃潰瘍を抑えるのにも効果があることも科学的に明らかにされている。

前述のようにスギ材の成分 α -セドロールには寝つきの良さを意味する入眠潜時を短くし、総睡眠時間を延ばし、睡眠効率を高める働きがある。 α -セドロールは室内塵ダニの

繁殖を抑制する効果も強い。ほかにもクリプトメリオンなど殺ダニ効果の高い成分が含まれる。

スギ材のにおいが気分を落ち着かせリラックスさせる効果があることは香りを吸引することで脈拍が減少し鎮静効果が現れることなどで証明されているし、脳波の CNV(随伴性陰性変動)の測定によっても鎮静効果が表れることが知られている。最近では脳血流量の測定によって血流が促進し、認知症防止などにも有効ではないかとの研究も進められている。内装材にスギ材をふんだんに使えばボケ防止にもつながる。元気で長生き、スローエイジングの時代である。薬なしで元気で長生きできればそれに越したことはない。

さて、それでは屋久杉地杉の精油は他のスギに比べてどこが違うのか。どこが売り込めるのか。

- ・精油量：すなわち香りの量、これは他のスギに比べてあまり変わらない。特に 1000 年を超えた屋久杉に比べたら見劣りする。ただし、材の乾燥度、貯蔵期間での差が出てくるので検討の余地はある。

- ・材成分： α -セドロール、クリプトメリオン、などの生物活性を持つ成分が、他のスギ品種に比べてその含有量が高い。ここがポイント。

- ・葉の精油：成分的にも他のスギとの違いはあまりないが、低沸点部が多いのでさわやかさを特色とできる。

4. クスノキ、ニッケイの精油

スギ葉精油のガスクロマトグラム(図 2-2,2-3)とクスノキ、ニッケイのそれと比べてピークのグループのパターンが大きく違うことがお分かりになると思う。スギをはじめとした針葉樹の葉油は 3 つのグループに分かれるのに対して広葉樹等はそれがあいまいで、特に後半部分、すなわち高沸点部が少ない。クスノキ、ニッケイともに低沸点部の成分が多く、それゆえに覚せい作用を持つものが多い。クスノキのカンファー(樟脳)はその代表的存在である。クスノキの精油収率は記載されていないが、カンファーは結晶性が高いので、精油採取に当たっては冷却しすぎないように注意が必要である。

ニッケイ、現地ではニッキと呼んでいるが、正式にはニッケイ(肉桂)である。ニッケイはクスノキと同じクスノキ科の代表的な香料植物で、セイロンニッケイ(*Cinnamomum zeyanicum*)、中国ニッケイ(*Cinnamomum cassia*)、日本産ニッケイ(*Cinnamomum loureirii*)、ヤブニッケイ(*Cinnamomum japonicum*)などがあり、それぞれ種が違う。表 2-5 からは 1,8-シネオール含有量が高いことがわかるが、1,8-シネオールはユーカリ葉油の主成分で、去痰作用があることで知られている。ニッケイ精油も香料原料以外に、のど飴などへの利用が考えられる。

谷田貝光克
(NPO)農学生命科学研究支援機構理事長
東京大学名誉教授