

ヤクスギの樹脂成分について

木材工業部 ○森田 慎一

1 はじめに・・・いわゆる「樹脂分」と抽出成分について

樹齢の高いヤクスギの材には、いわゆる「樹脂分」をはじめとする「抽出成分」（溶剤で溶かし出すことのできる樹種特有の成分）が多量に含まれている^{1), 2)}。一般に「樹脂」と呼ばれているものは、幹などを傷つけたときに分泌される滲出性の成分である。人間はこのような樹木の成分を、昔から生活の様々な場面で利用してきた。樹脂の量や成分組成は樹種によって大きく異なっているが、針葉樹の場合は「松ヤニ」に代表されるように、揮発性の精油成分と、不揮発性の樹脂酸（ロジン）やテルペン類、ワックスなどの油性成分からなるものが多い。

ヤクスギは一般のスギと比べて、樹齢がけた違いに高いことや生育環境の特殊性（多雨や台風の常襲地であること等）により、抽出成分の含有量や組成に違いを生じる可能性を持つことは言うまでもない。また遺伝的要因、すなわち品種の持つ特性によりそれらが異なってくると考えられる部分もある³⁾。従ってその抽出成分の特徴を明らかにすることは、スギの品種系統の分化過程の解明など学術的にも興味深い知見が得られるものと期待される。

一方樹木の抽出成分、特に心材に含まれる成分は、特別な機能を持っていると考えられている。例えば、樹木が作り出す特殊な成分が、個体間であるいは他の生物との間に及ぼす作用（アレロパシー⁴⁾）について近年関心が高まっている⁵⁾。また特に樹木成分の抗菌活性については比較的以前から研究されており⁶⁾、樹木中に本来含まれている抗菌性物質の他に、外来の細菌やカビなどの侵入を受けた場合に多量に生産されるファイトアレキシンと呼ばれる成分についても多くの報告がある⁷⁾。また樹木抽出成分が示す生物活性として、他にもシロアリやダニ、ゴキブリなどに対する殺虫・忌避活性、植物の生長制御活性、ヒトや動物に対する生理作用や薬理作用など様々なものがあり、それぞれに多くの活性例の報告が出されている⁸⁾。

ヤクスギの中でも「土埋木」は長期間にわたって風雨による劣化や微生物による腐朽、昆虫類による食害等を免れて来たものである。このように長期にわたって材の腐朽・劣化が進行しなかった例は極めて特殊である。もちろん抽出成分の量が多いということが、材の耐久性に深く関わっているであろうということは容易に推測できるが、何らかの抗菌物質やその他の生物活性を示す特別な成分を含んでいるという可能性も考えられる。ヤクスギに含まれる抽出成分の生物活性について明らかにすることは、抽出成分の利用について考える上でも極めて有益である。

ここではヤクスギ材抽出成分の全体量や分布、個々の成分組成などの特徴について調べた結果を述べるとともに、それらが持っている生物活性作用としてこれまでに明らかになった、木材腐朽菌に対する抗菌活性⁹⁾並びに抗ダニ活性¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾について報告する。

2 ヤクスギ材抽出成分の特徴について

2.1 ヘキサン可溶性の成分が興味深い

ヤクスギ材抽出成分の概要と樹幹内での分布を明らかにする目的で、207～265年生の3本の天然生木の抽出物量の樹幹内変動を、円盤試料を25～30年輪ごとに分割して調べた¹³⁾。

ヘキサン及びメタノールで逐次抽出して得られた抽出物の量は、心材部において樹幹内側から外

側に向かって増加する傾向が認められ、特にヘキサン抽出物はその傾向が顕著であった。ヘキサン抽出物の量は、同一年輪帯でも方向によるばらつきが大きかった。

ヘキサン抽出物中の成分を分析したところ、セスキテルペン類及びジテルペン類が多数検出された。それらのうち主要な成分について図1に示す。

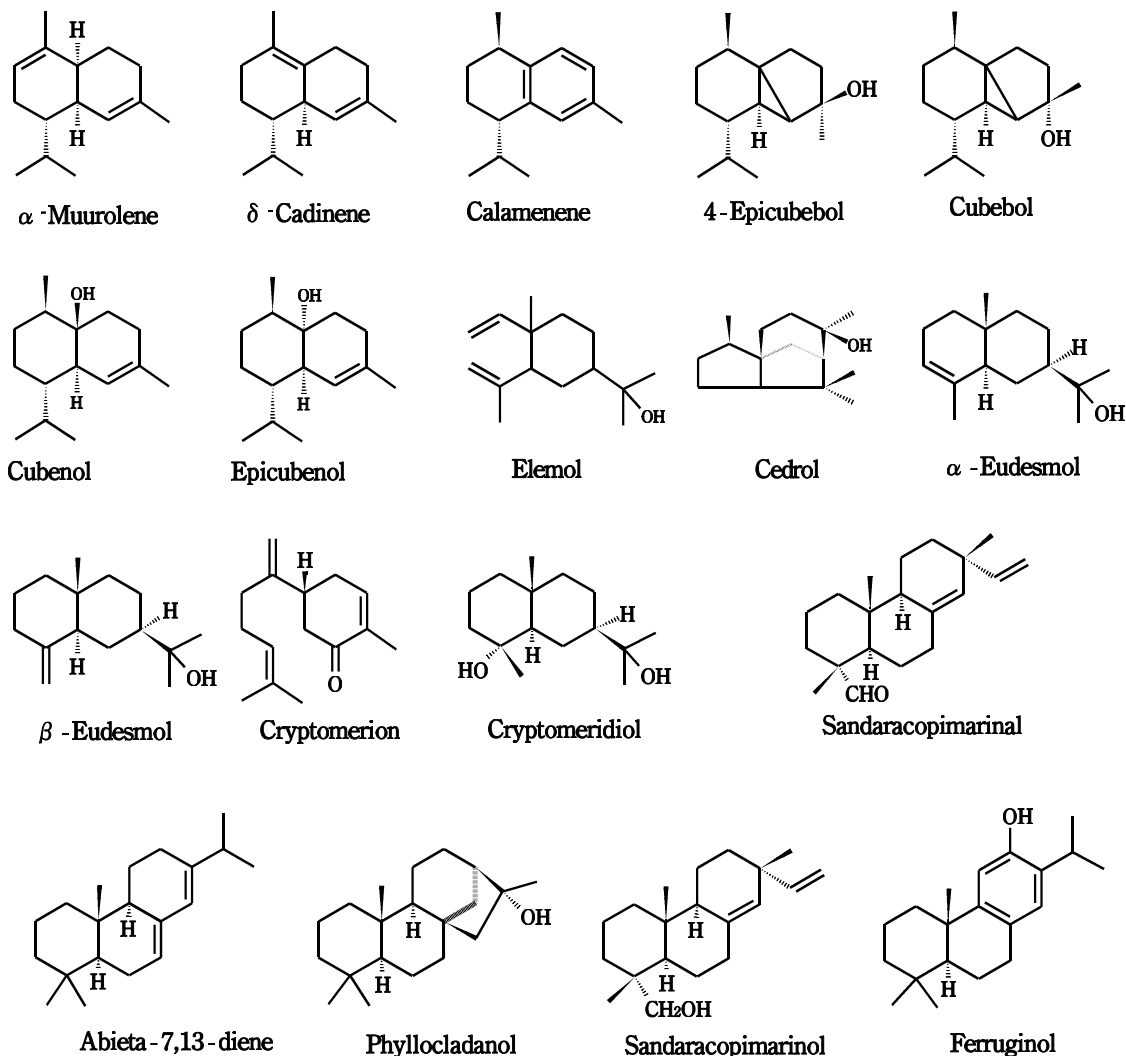


図1 ヤクスギ材のヘキサン抽出物に含まれる主なテルペン類

これらの成分のうち樹幹内で特別な分布の傾向を示したものについて以下に述べる。

供試したいずれの個体にも、心材外層部には4-epicubebolとcubebol（以下cubebols）が多く含まれていたが、これらはいずれも樹心に向かって含有割合が減少していた。逆にcubenolとepicubenol（以下cubenols）の2つの成分は、樹心に向かって組成比が増加する傾向があった。このことはcubebolsの一部が、心材中で徐々にcubenolsに変換されることによるのではないかと考えられた。この変化の時間的スパンは極めて長い（50～100年）ことから、エイジングと呼ばれる自然に起こる反応と考えられるが、このことがヤクスギにとって何らかの意味を持つものであるのかどうかについては不明である。

またcryptomerionは心材外層に向かって増加する傾向が認められたが、心材の最外層部分で、へ

キサン抽出物中の20%以上もの割合で含まれている例も見いだされた（ガスクロマトグラフでの分析による）。従ってこの成分は、何らかの刺激で大量に合成されることがある、ファイトアレキシンの挙動を示す成分とも考えられた。

さらに cedrol は、個体によって主成分のひとつとして含まれる場合と、供試したどの部位からも全く検出されない場合とがあり、この成分の合成能力に関して遺伝的な違いがある少なくとも2つの系統がヤクスギに存在する可能性も示唆された。

2. 2 土埋木にはヘキサン可溶成分が非常に多い

土埋木に含まれている抽出成分の特徴を明らかにする目的で、土埋木の端材を100年輪ごとに分割して（表1）、ヘキサン、ジエチルエーテル、メタノール、熱水による逐次抽出を行った。

土埋木中には合計で時として30%に近い抽出成分が含まれており、その過半はヘキサン可溶性の成分であった（表2）。エーテル並びにメタノール可溶成分も一般的なスギ材の分析結果よりもやや多かったが、熱水可溶成分はむしろ少なかった。

このような量的な分布や組成変化を見ると、ヤクスギ材中でのヘキサン可溶成分の挙動は、環境に対するスギの生物化学的反応や、種や品種の違いによる成分の変化などの学術的観点においても、また成分を利用するという実用的な点においても非常に重要であると思われる。

表1 ヤクスギ土埋木の端材試料の概要

	I	II	III	IV	V	VI	VII
樹皮側から数えた年輪番号	1- 100	101- 200	201- 300	301- 400	401- 500	501- 600	601- 700
平均年輪幅 (mm/年)	0.28	0.25	0.43	0.36	0.50	0.32	0.71

表2 逐次抽出によるヤクスギ土埋木からの抽出物の収率

単位：%

溶 媒	土 埋 木 試 料							ノコクズ
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
ヘキサン	3.63	13.34	17.89	15.85	14.69	16.13	17.57	4.84
エーテル	2.73	2.28	3.26	3.38	2.93	3.18	3.53	1.67
冷メタノール	4.65	5.80	6.57	7.14	6.73	6.19	5.24	4.92
熱メタノール	0.61	0.69	0.74	0.67	0.74	0.62	0.56	0.99
熱 水	1.43	1.73	1.50	1.83	1.79	1.52	1.36	4.19
合 計	13.05	23.84	29.96	28.87	26.88	27.64	28.26	16.61

注) 土埋木試料の番号 I～VIIは表1のとおり

2. 3 土埋木には特にセスキテルペン類が多量に含まれている

土埋木のヘキサン抽出物を分析した結果¹⁴⁾、抽出物量の増加は主にセスキテルペン類の増加によるものであることがわかった。これらのセスキテルペン類のほとんどの成分は、より樹齢の低い天

然生木にも微量成分としては含まれているものであった。すなわち土埋木など樹齢の高い個体で樹脂分の含有率が高いものは、特に異なった成分が大量に生合成されているというわけではなく、本来含まれている成分のうちセスキテルペン類の蓄積量が特に増えているものと考えられる。

また天然生木の個体の中で、組織的に何らかの異常があると思われる部分から得たヘキサン抽出成分について分析・検討した¹⁰⁾。辺材（通常は心材と比べると抽出分量は極めて少ない）の異常着色部から、周囲の心材部分よりも多くの抽出物が得られ、elemol, cryptomerion, eudesmols が多く含まれていることがわかった。一方木理が複雑に交走して、ヘキサン抽出物が異常に多く含まれていた心材部分では、cubebol と cryptomerion の2成分が非常に高い含有率を示した。従って、組織的に異常を生じるような事態が生じた場合には、特にこのような成分（いずれもセスキテルペン類）を合成する能力が高まるものと考えられる。

3 抽出成分の生物活性について

3. 1 木材腐朽菌に対して抗菌活性を示す成分がある

抽出成分をスギ辺材に注入して、オオウズラタケを用いた腐朽試験を行ったところ、ヘキサン抽出物には腐朽を阻害する作用が認められたが、ヘキサン抽出後にメタノール抽出して得た抽出物にはほとんどその効果は認められなかった。

そこでヘキサン抽出物を分画して抗菌活性を調べたところ、褐色腐朽菌のオオウズラタケと、白色腐朽菌のカワラタケとでは、生育を抑える効果のある分画物は異なっていた。オオウズラタケは比較的極性の低いものから中庸のフラクションに生育を阻害された。カワラタケは逆にヘキサン抽出物の中では比較的極性の高いフラクションに阻害された。カワラタケの生育を強く阻害するフラクションには cryptomeridiol の他に、2つの未確認の成分が主成分として含まれていることがわかった。ただしこれらの成分はいずれも材中にそれほど大量に含まれているものではない。これらの成分の抗菌活性の確認を含め、抽出成分と材の耐朽性との関連については現在も継続して研究を行っている。

3. 2 ヘキサン可溶成分には抗ダニ活性がある

室内に多く見られるダニで、小児喘息などのアレルギーの原因ともされているヤケヒョウヒダニを用いて、ヤクスギ材に含まれる抽出成分の抗ダニ活性試験を行った。その結果、精油及びヘキサン抽出物に抗ダニ活性が認められた。一方ヘキサン抽出後のメタノール抽出物にはあまり活性はみられなかった。

一般のスギではそれほど強い抗ダニ活性は報告されていないことから、抗ダニ活性を示す成分の検索を行った。ヘキサン抽出物を揮発部と不揮発部とに分けて抗ダニ活性を調べたところ、不揮発部にはほとんど活性は認められなかった。精油を分子蒸留で分画して活性試験を行った結果、蒸留残渣に抗ダニ活性が強く現れた。そこでこれをさらにカラムで分画して抗ダニ活性試験を行った。その結果から、抗ダニ活性を示す物質は精油の中に複数存在すると考えられた。そのうち最も強い活性を示したものは、cryptomerion であると同定された。また cryptomerion ほど活性は強くないものの、含有量が比較的多い β -eudesmol も、ヤクスギ土埋木抽出成分の抗ダニ活性の主体となる成分のひとつと考えられた。なお別の実験から cedrol についても比較的抗ダニ活性が強いことが示されている¹⁰⁾。

これらの成分はオビスギなどにも含まれているが、通常の含有量はヤクスギほど多くない。また品種によっては β -eudesmol は検出されないものもある¹⁶⁾。

4 おわりに・・・成分をどのように利用するか

現在ヤクスギのノコズ等に含まれる抽出成分をそのままの状態を利用して製品として、香り袋等の観光みやげ品や入浴剤があり、成分を抽出してから製品化しているものとして、精油を混入した線香類や、草木染製品が商品化されている。ヤクスギの場合、原木が高価なために材の徹底した利用が望まれることや、抽出成分を多量に含んでいること、及びヤクスギ自体が持つネームバリューなど、抽出成分の利用化には極めて有利な条件を有していると考えられる。

しかし一般のスギやその他の植物資源においても、集荷・抽出のシステムや、製品開発および流通・販売等の条件を整えば、十分に抽出成分を利用できる社会的背景あるいはニーズはあるものとする。環境問題を重要視する人々が増えていることや、いわゆる森林浴製品などの「天然物」をうたったものが数多く出回りつつあることなどがその証明となる。

ただし抽出成分の利用は、木材の総合的な利用の中で取り込まれるべきもの¹⁷⁾であり、抽出成分利用単独で考えたのではコスト的にも成功しづらいものと予想される。また単なる流行やごく一部の嗜好を頼りにした用途では継続的な利用にはつながっていかないと考えられる。

今後樹木などの植物資源に含まれる抽出成分の、さらに付加価値の高い用途の開発とともに、資源の総合的な利用が要請されると思われる。付加価値の高い利用法を見いだすためには、ここで取り上げたもの以外にも、抽出成分の持つ様々な生物・生理活性（例えば人体に与える作用など）が検討される必要があろう。また資源の総合利用を考えるには、長期的視野と地球規模での資源・エネルギーの問題を踏まえつつ、地域の特徴を生かせるような技術とシステムの開発・検討が行われるべきである。

参考文献

- 1) 西力造, 東巽: 鹿児島高等農林学校学術報告, **13**, 117-149(1938).
- 2) 甲斐勇二, 大平辰朗: 静岡大学農学部演習林報告, **10**, 85-91(1986).
- 3) 大庭喜八郎: 遺伝, **34**(6), 17-22(1980).
- 4) Rizvi, S. J. H.; Rizvi, V.: "Allelopathy", Chapman & Hall, 1992, p.11-17.
- 5) Hillis, W. E.: "Heartwood and Tree Exudate", Springer-Verlag, 1987, p.187-189.
- 6) 善本知孝 他編: “木材利用の化学”, 共立出版(1983), p.151-160.
- 7) 谷田貝光克: “樹木にみられる生化学資源-生物活性物質-”, 研究ジャーナル, 農林水産技術会議, 1989, p.29-35.
- 8) 谷田貝光克: 樹木揮発性微量成分の化学と効用(総説), 木材学会誌, **37**(7), 583-589(1991).
- 9) 森田慎一, 日崎富男, 谷田貝光克: 第46回日本木材学会大会研究発表要旨集, 熊本, 1996, p.
- 10) 谷田貝光克, 宮崎良文, 森田慎一: 木材学会誌, **37**(4), 345-351(1991).
- 11) 森田慎一, 谷田貝光克, 大平辰朗: 木材学会誌, **37**(4), 352-357(1991).
- 12) 森田慎一, 谷田貝光克: 木材学会誌, **40**(9), 996-1002(1994).
- 13) Morita, S.; Yatagai, M.; Fujita, S.: 木材学会誌, **41**(10), 938-944(1995).
- 14) 森田慎一: 第1回日本木材学会九州支部大会講演集, 福岡, 1994, p.42-43.
- 15) 森田慎一: 学位論文 “ヤクスギ材抽出成分の特徴とその生物活性に関する研究” (1996), p.42-48.
- 16) 長濱静男, 田崎正人: 木材学会誌, **39**(9), 1077-1083(1993).
- 17) 中坪文明: 木材工業, **49**(9), 402-407(1994).