

# 未利用森林資源の化学成分分析と成分利用

山形大学農学部 食料生命環境学科 森林資源利用学分野  
芦谷 竜矢

研究紹介：森林資源の利用を目的として、主に化学的に森林を解析／利用する研究を行っており、特に我が国の主要な林産資源であるスギやヒノキ、マツ等の針葉樹の成分分析や、廃棄物とされる樹木の葉、樹皮などの化学的有効利用法の開発等に取り組んでいる。

## 主な研究テーマ

- 抽出成分分析による樹木の化学分類
- 未利用森林資源(枝葉・樹皮)から有用抽出成分の探索
- 未利用テルペンの誘導体の合成と生理活性(抗菌・抗害虫活性等)
- スギ樹皮を原料とした機能性材料の調製



## 抽出成分の解析と利用

### 抽出成分とは？

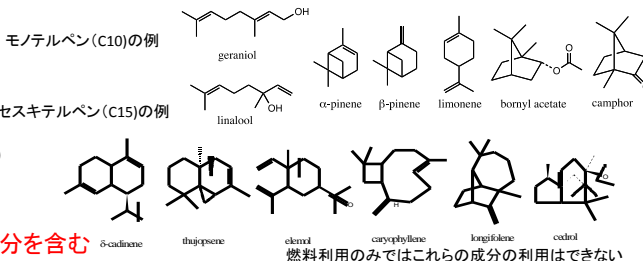
### 樹木成分の副成分(10%以下)

抽出成分＝溶媒(水や有機溶媒)で抽出される成分

- 量は少ないが、種類が多い(未知の成分も存在)
- 材部、根、葉、樹皮など、植物全体に分布
- 樹種、生育環境(産地など)によって構成成分の種類、量が異なる(化学分類の指標となる)
- 抗菌、抗害虫活性、昆虫誘引などの生理活性を持つものもある(樹木の防御物質、他の生物との相互作用:ケミカルコミュニケーション)

### どんなものがあるか？

- テルペノイド(精油、樹脂): 香料、医薬品、撥水剤、天然樹脂
- 油脂、ロウ(ワックス): 木ロウ、潤滑油、医薬品、石鹸、燃料(バイオディーゼル)
- フラボノイド: 色素、医薬品
- タンニン: 医薬品、接着剤原料



樹皮・葉・心材: 樹木の外敵からの防御物質として、抗菌・抗害虫活性成分を含む

研究例 **材部に比べて利用が進んでいない部位の樹皮・葉は比較的多くの抽出成分を含有**

スギ針葉, 樹皮

スギなどの樹皮, 針葉 利用可能分野拡大の必要

利点: 大量に排出, 比較的人体や人間の生活環境に安全

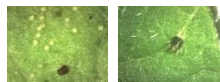


水産業や農業分野の有害生物の除去に利用できないか？

## スギ成分の抗ハダニ活性

農業害虫のハダニ類に対するスギ針葉成分の殺虫活性を確認

(クミアイ化学との共同研究)



スギ針葉ヘキササン抽出物の主成分であるelemol, ent-kaureneに活性を確認

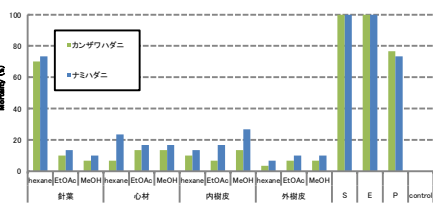
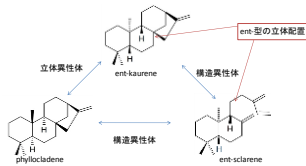


Fig. 各逐次抽出物の平均致死率(処理24時間後) note. 各サンプルの濃度は5000 ppm一定

スギ針葉は地域や品種によってジテルペンタイプが異なる

ジテルペンタイプ	特徴
ヘキサタイプ	ent-kaureneがほとんどであり、前-ピークを示すもの。
ヘプタタイプ	ほとんどがphylloladeneだけのもの。
ヘクタイプ	ほとんどent-sclarenoneで、少量のent-sclarenone異性体を含むもの。
ヘクタイプ	ent-kaureneが主成分で、少量のent-sclarenoneが副成分として存在するもの。
ヘクタイプ	phylloladeneが主成分で、少量のent-kaureneが共存するもの。
ヘクタイプ	phylloladeneが主成分で、少量のent-sclarenoneが共存するもの。
ヘクタイプ	3者が共存して見られるもの。



各ジテルペンを単離し、それぞれの活性を確認

成分	LC50 (ppm)	
	スライド法 <sup>1)</sup>	リーフディスク法 <sup>2)</sup>
ent-kaurene	15944	977
phylloladene	20736	10155
ent-sclarenone	1244	503
カンゼフハダニ	161	247
ナミハダニ	161	247

スギ針葉成分を防虫剤として利用できる可能性

1) 処理24時間後 2) 処理96時間後 ※算出されず

## スギ樹皮成分の有害藻類生長抑制活性

赤潮原因藻類に対するスギ樹皮成分の成長阻害活性を確認

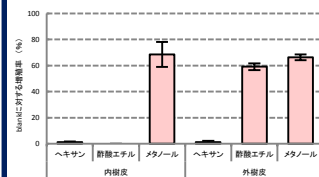


Fig. 赤潮藻類Heterosigma akashiwoを用いた樹皮抽出物の試験結果

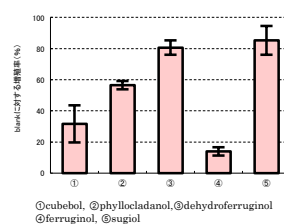
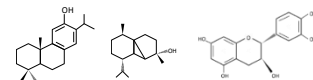


Fig. Heterosigma akashiwoに対する樹皮成分の試験結果

〇活性のある抽出物

- 内樹皮
  - ヘキササン抽出物
  - 酢酸エチル抽出物
- 外樹皮
  - ヘキササン抽出物

低活性・中活性の抽出成分に活性



〇強い抑制活性成分: ferruginolなどのジテルペン類, cubebolなどのセスキテルペン類, catechin類

スギ樹皮抽出物に赤潮藻類増殖抑制成分が確認された

# 樹木の匂い成分の分析

山形大学農学部 食料生命環境学科 森林資源利用学分野  
芦谷竜矢

-オオバクロモジとタムシバの成分分析- (2016年度井上里咲氏卒業論文: R. Inoue et al., J Wood Sci.,64(2) 2018)

## はじめに

カシノナギクイムシ (*Platypus quercivorus*) が媒介する病原菌 *Raffaella quercivora* によって発生するナラ類の集団枯損被害、いわゆるナラ枯れ被害が全国的に広がり、日本海側を中心とした地域で大きな問題となっている<sup>1)</sup>。山形県では、1990年以降、ミズナラを中心にナラ枯れが発生・拡大して、ナラ枯れ被害は20年以上継続している<sup>2)</sup>。先行研究では、ミズナラが枯死して生じた林冠ギャップに存在しているオオバクロモジ (*Lindera umbellata* var. *membranacea* (Maxim.) Momiyama) やタムシバ (*Magnolia salicifolia*) などの低木類が一斉に枯死しない限り、ミズナラの更新は難しい<sup>3)</sup>と報告されている。このことから、ナラ林再生のためには、低木類の除去と、除去木の有効利用を図る必要があると考えられる。そこで、本研究では、ナラ枯れ被害跡地の低木類の有効利用法の一つとして、オオバクロモジ、タムシバの良好な香気成分に着目し、部位ごとの詳細な分析を行った。

## 実験方法

### ◎試料

#### <オオバクロモジ>

2016年6月15日、10月26日の計2回、山形大学附属フィールド科学センター上名川演習林にて、3個体から枝葉を採取し、精油には1個体の葉のみを使用し、n-ヘキサン抽出には3個体すべてを葉、樹皮、材、枝 (直径5 mm以下のもの) に分けて使用した。

#### <タムシバ>

2016年10月26日、山形大学附属フィールド科学センター上名川演習林にて、4個体から枝葉を採取し、精油には1個体の葉からのみを使用し、n-ヘキサン抽出には4個体すべてを葉、樹皮、材、枝 (直径5 mm以下のもの) に分けて使用した。



### ◎抽出

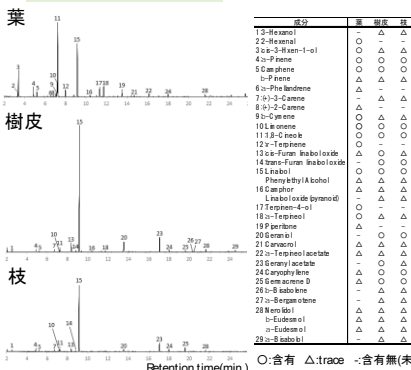
精油抽出・・・熱水蒸留法を用い、熱水蒸留装置と精油定量装置 (柴田科学製4 ml容 SPC精油定量受器) を用いた。試料をミキサーで裁断し、蒸留した。  
溶媒抽出・・・試料をはさみ小さく裁断し、各部位約5 gを精秤し、それぞれ三角フラスコに入れ、n-ヘキサンに浸漬させ、常温で6日間抽出した。

### ◎成分の分析

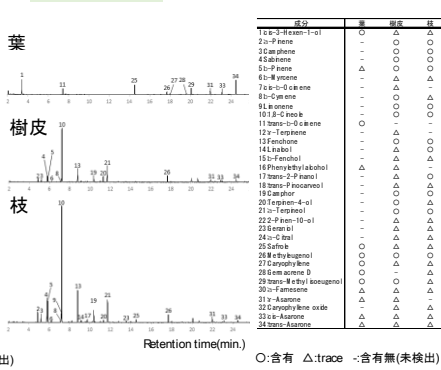
GCMS-QP2010 Ultra (SHIMADZU, Kyoto, Japan) を用い、以下の条件で分析した。  
カラム: Rtx®-SMS (0.25 mm i.d. × 30.0 m), カラム: CYCLOSIL-B (0.32 mm i.d. × 30.0 m),  
初期温度: 50℃ (1分保持), 昇温5℃/min, 初期温度: 60℃ (1分保持), 昇温4℃/min,  
最終温度: 320℃ (4分保持), 気化室: 230℃, 最終温度: 240℃ (4分保持), 気化室: 230℃,  
インターフェース: 320℃, キャリアガス: He, インターフェース: 240℃, キャリアガス: He

## 結果と考察

### オオバクロモジ



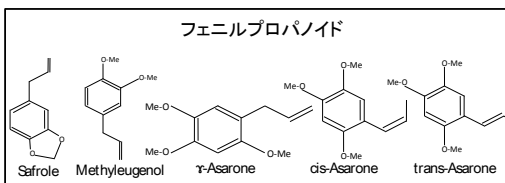
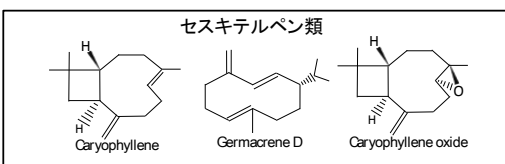
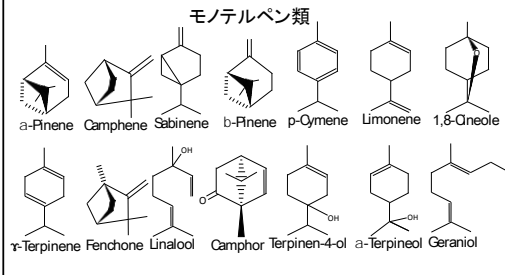
### タムシバ



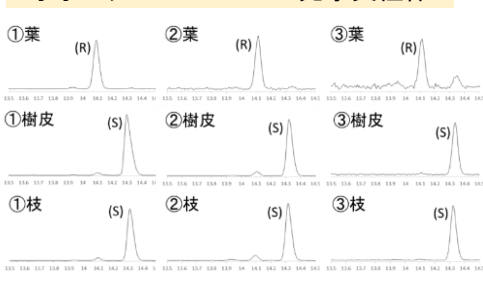
葉・・・1,8-Cineol, Linaloolを多量に含有  
**1,8-Cineol > Linalool**  
樹皮・・・Linaloolが顕著に多い  
葉でみられない **Geraniol, Geranyl acetate** を含有  
枝・・・樹皮とほぼ同じ構成だが、樹皮よりLinalool含量が少ない  
材・・・成分をほとんど含有していない

葉・・・テルペン類の含有量が非常に少なく  
Safrole, Methyl Eugenol, Asaroneなどのフェニルプロパノイドを多く含有  
**Safrole, trans-Asarone**の含量は葉 > 樹皮、枝  
樹皮・・・葉と異なり、テルペン類の含量が高く、1,8-Cineolが多い  
葉でみられないモノテルペン類を多数含有  
枝・・・樹皮とほぼ同じ構成であるが、成分量に相違があると思われる  
材・・・成分をほとんど含有していない

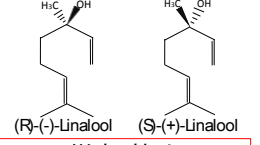
部位ごとに成分組成が異なる  
成分ごとに活性が異なる  
**オオバクロモジ、タムシバともに、部位ごとに分けた成分分析を進めていく必要がある**



### オオバクロモジ Linalool光学異性体



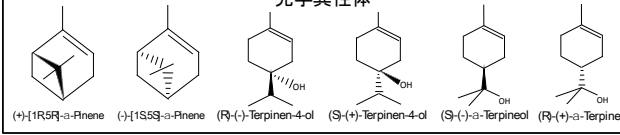
(R)-(-)-Linaloolでは抗炎症、抗菌性、酸化防止の活性が報告されている<sup>4)</sup>が、天然では(S)-(+)-Linaloolの報告は少なく、(S)-(+)-Linaloolの活性についての研究例は少ない



**樹皮・枝は (S)-(+)-Linaloolの供給源となりうる**

葉で (R)-(-)-Linalool、樹皮・枝で (S)-(+)-Linalool が顕著に多く含まれてる

### 光学異性体



成分が含まれている部位ではα-Pinene, Terpinen-4-ol, α-Terpineolもそれぞれ両光学異性体が存在したが、その比にLinaloolのような部位ごとの顕著な相違はなかった

オオバクロモジに含まれるLinaloolでは生理活性を異にする光学異性体に部位ごとの相違がみられた  
**光学異性体の含有率を考慮した部位ごとの利用法を開発すれば、より有効な成分利用につながる**

1) 沼田正俊, グリーンエージ, 464 (2012); 2-3 2) 齋藤正一, 森林技術, 839 (2012); 8-12 3) 林田光祐ら, 山形大学, 紀要, 16巻4号 (2013); 297-304 4) K. KOSKOVAら, Physiol. Res. 65 (Suppl. 4): S499-S504, 2016