

能登ヒバの間伐材の有効利用と教材化に関する実地研究

指導教員 金沢大学 理工研究域物質化学系 助教 須田光広・准教授 本田光典・教授 国本浩喜

参加学生 新家好恵・佐々木翔・谷口勇輔・堀田隼・LE HOANG MY LINH・秋元美桜・高澤裕瑛・

田中桂子・中室奈緒美・的場雄将・金木祐介・栗田修平・高須直・下田祐美子・

ヌルファラ・猿田みゆき・宇井亮介・ラ オデ アハマド

1. 調査研究成果要約（200文字以内）

石川県の県木である能登ヒバについて、能登ヒバの間伐材・端材の有効利用を目的として、材に含まれる香気成分に関する研究を調査し、抽出実験とGC-MS(ガスクロマトグラフィー質量分析計)を使用して物質の化学的分析を行い、抽出方法による香気成分の違いなどを検討した。また、アテ種による抗菌活性の違いについて検討した。

2. 調査研究の目的

能登ヒバは、元来より「アテ」と呼ばれ、昭和41年に石川県の県木に指定されるなど県民に親しまれている樹種である。県内でアテとして育林されている樹木には、クサアテ、マアテ、カナアテ、スズアテがあるが、いずれも植物分類学上、ヒノキ科アスナロ属アスナロの変種であるヒノキアスナロ (*Thujopsis dorabrata* var. *hondae*) と考えられている。能登ヒバは力学特性のほか、耐腐食性や耐蟻性に優れているため、建築材や輪島漆器の木地として利用されている。これらの材としての特性は、抗菌性、芳香性、防虫性などを有する精油に由来すると考えられ、これまで県の林業試験場や工業試験場を中心に詳細な研究報告がなされている。一方、間伐や製材の過程で多量に排出する端材や木くずなどの資源活用も重要な課題である。

本ゼミナールでは、能登ヒバを調査研究の材料として取り上げ、既報を参考に精油成分を抽出し、匂いや香りの原因物質の化学分析を行うとともに、耐腐食性や耐蟻性との関連を調べる。さらに、得られた知見を化学物質の抽出、物質の化学構造と匂いの関係という観点から切り出し、公開講座や中・高生対象の出前講義に活用する。本課題では、調査対象を県木とすることで地元の資源に対する理解を深め、精油の抽出対象として能登ヒバの間伐材を利用することで、環境に対する理解と意識をもってもらうことを目的とする。

3. 調査研究の内容

能登ヒバには、同一樹種でもマアテ、クサアテ、カナアテ、スズアテなど多数の品種が認められており、主として能登に分布している。マアテ、クサアテについて調査した昨年引き続き、品種の違いを目視および精油成分で確認するため、鳳至木材(株)の協力を得てカナアテとスズアテの実サンプルを入手した。

鳳至木材(株)の協力により、端材を入手し、異なる蒸留法を用いて精油成分を抽出し、樹種、樹齢、材の部位による精油成分の種類と含有量の違いについて検討した。更に金沢大学医薬保健研究域保健学系の杉谷加代先生の協力により、精油成分および精油水成分の抗菌活性について検討した。

1) 能登ヒバ材の入手

鳳至木材(株)において能登ヒバ材のカナアテ，スズアテ建材の入手をおこなった。

日時：平成 23 年 9 月 28 日（水）

場所：鳳至木材（株）

鳳至木材(株)より能登ヒバのカナアテ，スズアテの商品にならなかった建材（80年生のカナアテ建材7本，カナアテ建材6本，ともに30 cm×5 cm×80 cmほどのサイズ）を譲り受けた。カナアテは県内の全域に分布しており，スズアテは珠洲，能登町などに分布している。どちらも能登ヒバ特有の香りを放っていたが，カナアテの方がより濃厚な香りであった。



カナアテ建材



スズアテ建材

2) アテ建材のチップ化

日時：平成 23 年 10 月 6 日（木），13 日（水）

場所：金沢大学技術支援センター，株式会社ヨシカワ 湊営業所

入手した能登ヒバ建材を蒸留実験に使用できるサイズとなるよう加工した。まず金沢大学技術支援センターにて幅が 15 cm 程度になるよう切断した後，破砕機（FURUKAWA 社製 FCS410M）によりチップ化した。破砕機は機械器具リース会社である株式会社ヨシカワに依頼し，破砕していただいた。6～20 mm サイズのチップにすることが出来た。



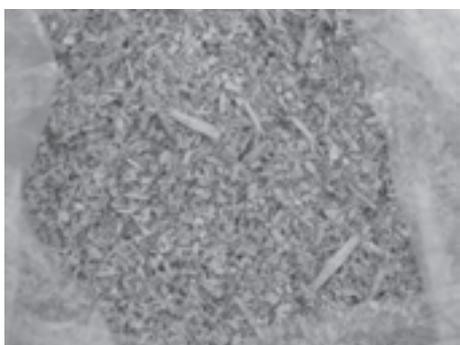
切断の様子（技術支援センター）



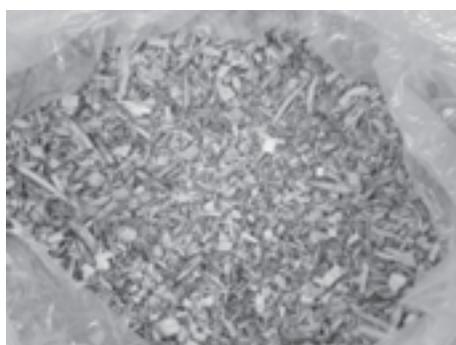
破砕機 FURUKAWA 社製 FCS410M



破碎の様子



カナアテチップ



スズアテチップ

3) 精油成分の抽出と同定

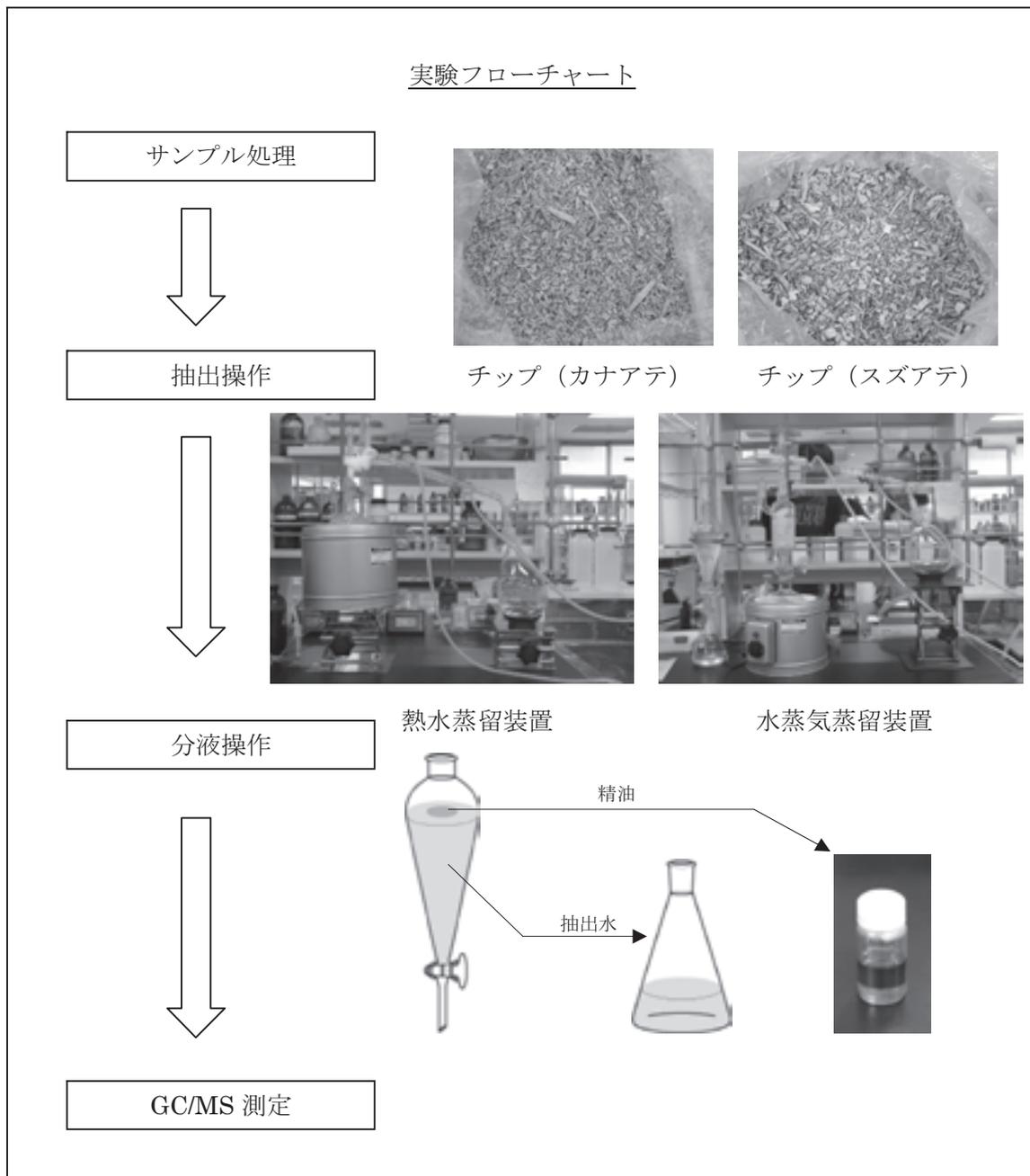
日時：平成 23 年 10 月 14 日（木）～

場所：金沢大学本ゼミナール実験室

チップ形状にしたサンプルから、蒸留により精油を抽出しその成分を同定した。

①精油の抽出

精油の抽出には、熱水蒸留法と水蒸気蒸留法を用いた。熱水蒸留法では蒸留水 900 ml と能登ヒバチップ 50 g を 1000 ml フラスコに入れマントルヒータで 4 時間加熱し、発生した蒸気を冷却管を通して冷やし精油と抽出水を抽出した。一方、水蒸気蒸留法では、蒸留水 900ml を入れたフラスコと能登ヒバチップ 20g を入れた試料管を縦に連結し、フラスコをマントルヒータで 4 時間加熱し発生した。水蒸気が能登ヒバの入った試料管を通過していく際、能登ヒバの精油成分と共沸し、その蒸気を冷却管で冷却して精油と抽出水を抽出した。その後、分液ロートで精油と抽出水を分離した。



② 精油の成分分析

GC/MS（ガスクロマトグラフィー質量分析計，Agilent HP6890，HP5973 MSD）を用いて，精油の成分分析を行った。

4) 精油成分と精油水成分の抗菌活性調査

金沢大学医薬保健研究域保健学系の杉谷加代先生に依頼し，熱水蒸留より得た精油と精油水についてそれぞれの抗菌活性を調査した。

4. 調査研究の成果

1) 精油抽出

チップ形状に加工した能登ヒバのカナアテ，スズアテのサンプルから精油成分の抽出実験をおこ

なるところ、カナアテからは良い収率で精油成分を抽出できたが、スズアテからは収率も評価できないほどわずかな量しか抽出できなかった。

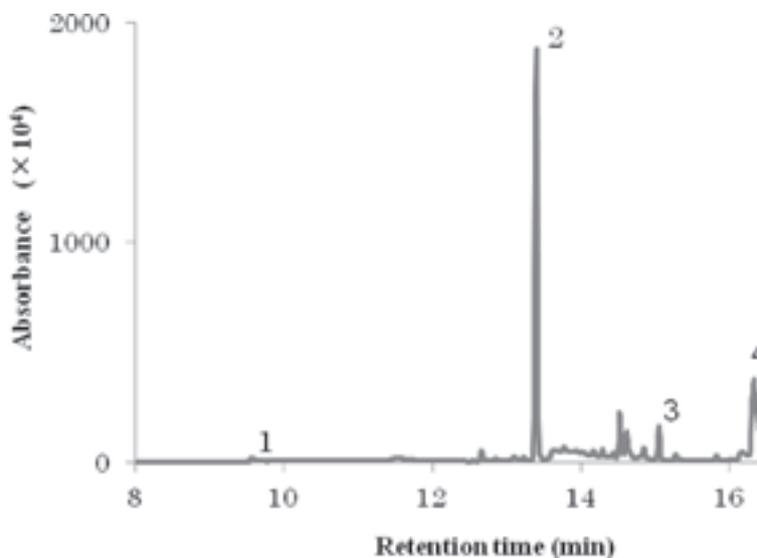
蒸留方法による比較では、昨年のマアテ、クサアテでの結果と同様に水蒸気蒸留法による収率が熱水蒸留法の2倍ほど高くなり、抽出しやすさを示した。

鳳至木材サンプルの精油抽出実験結果

アテ種類	収率 (%)			
	マアテ	クサアテ	カナアテ	スズアテ
蒸留方法				
熱水蒸留	0.59	0.10	0.50	—
水蒸気蒸留	1.13	0.19	0.97	—

2) 精油の成分分析

精油をGC/MS測定をおこない、成分を分析した。その結果、精油からは図のように主に Carvacrol, Thujopsene, 1-H Benzocycloheptene, Cedrol を検出した。前年に測定したマアテ、クサアテの精油成分と比較すると、同じように Thujopsene と Cedrol を多く検出した。しかし、他のアテ種に比べ含まれている成分数が少ないことから、これら Thujopsene, Cedrol の成分量は多く、この成分の効能である脱臭作用、防虫作用、鎮静作用などを活用するのにカナアテは有効であると考えられる。



No.	Retention time /min	Common name	FW
1	11.714	Carvacrol	150
2	13.505	Thujopsene	204
3	15.157	1-H Benzocycloheptene	204
4	16.255	Cedrol	222

水蒸気蒸留で得たカナアテの精油成分

3) 精油と精油水の抗菌活性

試験は4種のアテの精油成分、精油水成分について大腸菌 (*Escherichia coli* ATCC 25922)、黄色ブドウ球菌 (*Staphylococcus aureus* ATCC 6538P) への抗菌性を最小発育阻止濃度 (MIC)、最小殺菌濃度 (MBC) により調査した。

サンプル		判定
精油	①マアテ	<p>試験菌株に対しすべてのサンプルで抗菌活性が認められた。</p> <p>抗菌活性の強さは③カナアテ>②クサアテ>①マアテの順であった。</p> <p>最小発育阻止濃度 (MIC)の結果は, ①マアテ 0.5%, ②クサアテ 0.25%, ③カナアテ 39ppm であった。</p> <p>最小殺菌濃度(MBC)は, ①マアテ 0.5%, ②クサアテ 0.5%, ③カナアテ 0.25%の濃度で2種の被検菌(大腸菌・黄色ブドウ球菌)に対する殺菌活性が認められた。</p>
	②クサアテ	
	③カナアテ	
精油水	①マアテ	<p>試験菌株に対して抗菌活性が認められた。</p> <p>抗菌活性の強さは③カナアテ>②クサアテ>④スズアテ>①マアテの順であった。</p> <p>最小発育阻止濃度測定(MIC)の結果から, ①マアテ精油水では黄色ブドウ球菌に対して50%の濃度では静菌活性が認められたが大腸菌に対しては効果がなかった。②クサアテ, ③カナアテについては, 6.25~12.5%で静菌活性を示し, 25%以上では2種の被検菌に対して殺菌活性を示した。④スズアテ精油水では, 黄色ブドウ球菌に対しては, 6.25%以上の濃度で殺菌活性を示し, 大腸菌に対しては50%以上で静菌・殺菌活性を示した。</p>
	②クサアテ	
	③カナアテ	
	④スズアテ	

5. 調査研究に基づく提言

抽出できた精油成分のとくにカナアテ種が良い抗菌作用を持っており, 抗菌製品への活用に期待できるが, まだ既存の抗菌製品との差別化等の検証をおこなう必要があり, 調査や試験等おこなわなければならないことは多い。

また, 昨年確認できた間伐材, 廃材の有効活用等の課題については有効な提案を引き続き考えていきたい。同時に, 公開講座や出前講義を通じて県民への周知にも尽力していきたい。

6. 調査研究の自己評価

今回, 新たなアテ種のサンプルを入手し, その精油, 精油水を抽出し分析をおこなえたことには満足している。とくに今回おこなった抗菌活性試験は, 分子の合成や分析をおこなっている当ゼミナールとは分野が異なっており, 菌を扱うような生物学的な分野について体験できたことは学生にとっては刺激となった。抗菌活性について, 詳細な調査が出来たことは有用であった。

しかし, スズアテの精油を抽出することができなかった。また精油および抽出水で確認された化学成分の分析は不十分で, 特に知見の教材化と公開については実施することができなかった。次年度に匂い・香り, 耐腐食性, 耐蟻性との相関の観察や, 知見の教材化と公開について検討していきたい。