

能登ヒバの間伐材の有効利用と教材化に関する調査研究

指導教員：金沢大学理工研究域 助教 須田 光広・准教授 本田 光典・教授 国本 浩喜

参加学生：齊藤 裕徳・高木 拓也・中江 健太・沼田 翔・長谷川 慶・馮 一菁・堀田 瑛・佐々木 翔・
谷口 勇輔・堀田 隼・高澤 裕瑛・田中 桂子・中室 奈緒美・的場 雄将・吉田 裕紀・
秋元 美桜・新家 好恵・中川 耕佑

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、県内での育林状況や伐採・製材化のプロセスについて現場見学、現地調査と聞き取り調査を行い、植林と森林管理の困難さと間伐の重要性を認識できた。能登ヒバの間伐材・端材の有効利用を目的として、材に含有さ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。

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、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林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、県内での育林状況や伐採・製材化のプロセスについて現場見学、現地調査と聞き取り調査を行う。また、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、環境に対する理解を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。まず、品種の違いを目視および精油成分で確認するため、石川県奥能登農林総合事務所の協力を得て、クサアテとマアテの実サンプルを入手した。鳳至木材（株）と県健康の森総合交流センターにおいて、県内での育林状況や製材化のプロセスについて現場見学、現地調査と聞き取り調査を行った。さらに、端材と木くずを入手し、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。

1) 輪島市内の山林における能登ヒバの樹種調査と間伐材採取

林業振興課の金子氏の協力得て、クサアテ（輪島市門前町浦上地内、40年生）とマアテ（輪島市久手川町地内、40年生）のサンプルを採取した。

期間：平成22年2-3月

場所：石川県奥能登農林総合事務所林業振興課



クサアテの林況



クサアテ



マアテ

2) 製材所見学と能登ヒバ材の入手・情報収集

鳳至木材(株)において製材所の見学と能登ヒバ材の入手をおこなった。県健康の森交流センターでは、石下哲雄館長より、県の林業全般と能登ヒバの歴史に関する聞き取り調査を行った。

期間：平成22年8月9日(月)

場所：鳳至木材株式会社

石川県健康の森総合交流センター

① 鳳至木材(株)より能登ヒバのマアテ、クサアテの端材と商品にならなかった建材(80~100年生のマアテ建材1本、端材、クサアテ建材8本、マアテ、クサアテ混合おがくず1袋)を譲り受けた。また、現場担当者から実際に長年能登ヒバを建材として扱ってきた立場から、マアテ、クサアテが杉や松などと比較してシロアリの浸食や腐食に格段に強いことに関する経験談を聞き取り調査した。

② 健康の森総合交流センターを訪れ、県の地域振興事業「ふるさとの匠」の伝承の匠部門の認定者の一人である石下哲雄館長から能登ヒバの歴史に関して聞き取り調査を行った。



鳳至木材



能登ヒバ端材



健康の森交流センター



センター内のマアテ

3) 間伐の調査

(財) 石川県緑化推進委員会主催の森林環境の観察ツアーに参加し、間伐の状況調査を行った。

期間： 平成 22 年 8 月 22 日 (土)

場所： 旧尾口村釜谷集落

「いしかわ森林環境実感ツアー」参加

この県の企画は、間伐実施林を観察調査することにより、間伐が植生回復にどのような働きをしているかを観察するものである。観察した間伐林はアテではなく、スギであったが人工降雨装置をつかった実験により、間伐により植生が回復することにより土壌の保水性が格段に向上することが示された。また、途中、石川県林業試験場を訪問する機会を得て、アテに関する説明を受けた。



間伐前のスギ林



間伐後のスギ林

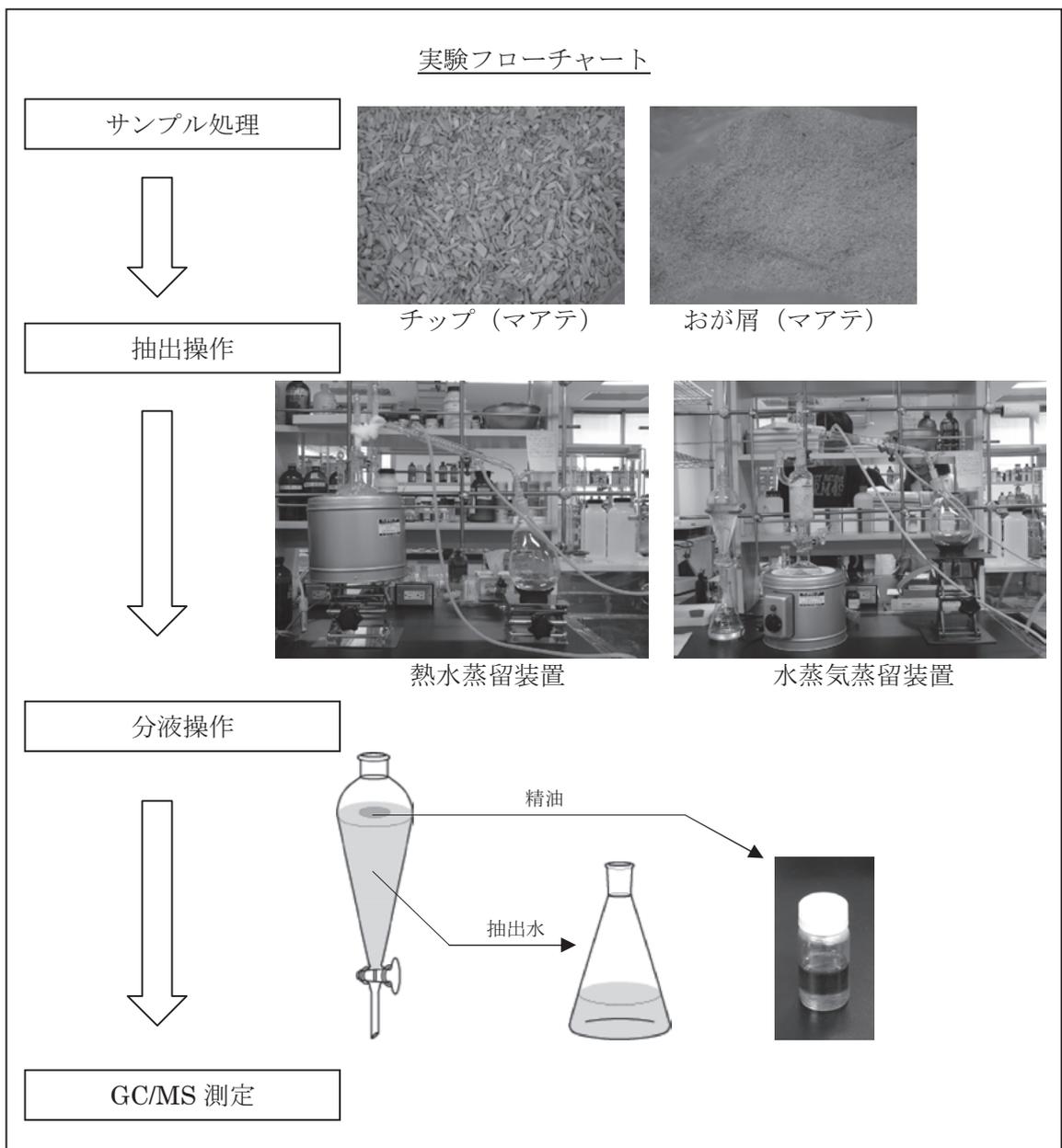
間伐されていない林では、林内は薄暗く、下草あまり見られず、もやし上の細い木や雪で幹が折れ曲がった木などが見られた。一方、強度間伐を施した林では、林内に日差しが差し込み下草の育成も十分であった。

3) 精油成分の抽出と同定

奥能登農林総合事務所より入手したサンプルをアテの品種ごとに、また、心材と辺材にわけそれぞれミキサーにより細かくおが屑状に粉碎し調製した。また、鳳至木材より入手したサンプルは、光伸製作所(株)の協力により約1cm×3cm程度のチップ、または、おが屑状に調製した。

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 もしくはおがくず 50g 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. 調査研究の成果

1) 鳳至木材（株）と県健康の森総合交流センターの聞き取り調査

① 平成3年に300年生の青森ヒバと150～200年生の能登ヒバの成分分析結果の比較が行われたが，成分に大差ないという結果だった。

② 能登ヒバは建材として，天井板以外床，土台，柱，壁面，垂木，床柱，建具などどこにでも使え，非常に優れた材料である。建材には60年生の直径20cmくらいに生長したものを使用する。

③ 能登ヒバは耐える力に富んだ樹木である。やせた土地に耐えることができ，湿気にも，シロアリにも，積雪にも，日陰にも，厳しい気候条件にも耐えることが出来る。

④ 間伐材の利用法としては，箸，枕，入浴剤などがあるが，葉や枝などの大半は山中に廃棄されている。有効な利用法がないものか，長年の課題である。

⑤ 輪島市に主に分布しているのはマアテとクサアテだが，この2種は葉や樹皮の形が異なり，またマアテの幹はねじれている事が多く見分けやすい。成長の速度や適地性も異なり，マアテは山間部に，クサアテは海岸線に多く群生している。健康の森周辺の能登ヒバはマアテばかりである。

⑥ 幹から樹液が異常に漏れ出る病気である漏脂病が近年拡大化傾向にあり，輪島ではクサアテが主に被害を受けているが，マアテにも広がりつつあり深刻化している。原因の特定はできていないが，山に入って間伐等手入れを行う人間の減少が，拡大に影響があるのではないかと考えている。

2) 精油抽出および成分分析

① 能登ヒバのクサアテ，マアテのサンプルから精油成分の抽出実験をおこなった。奥能登農林総合事務所より得たサンプルを心材と辺材に分け，おが屑状に細かく砕いて精油抽出を行った。辺材からは定量出来ないほどわずかにしか抽出できなかったが，心材からは水蒸気蒸留からは収率（精油／原料）0.7～0.9%抽出することができた。

② 鳳至木材（株）より得たサンプルは形状をおが屑状，チップ状としそれぞれ抽出実験をおこなったところ，ともに精油を得ることができた。また，おが屑とチップの形状の違いによる収率の差が確認でき，表面積が多く精油成分を取り出しやすいと考えられるおが屑においてより高い収率が得られた。

③ 蒸留方法による比較では，水蒸気蒸留法がアテの種類，形状に関係なく熱水蒸留法より2倍程度収率が高く精油を抽出しやすいことが判明した。

鳳至木材サンプルの精油抽出実験結果

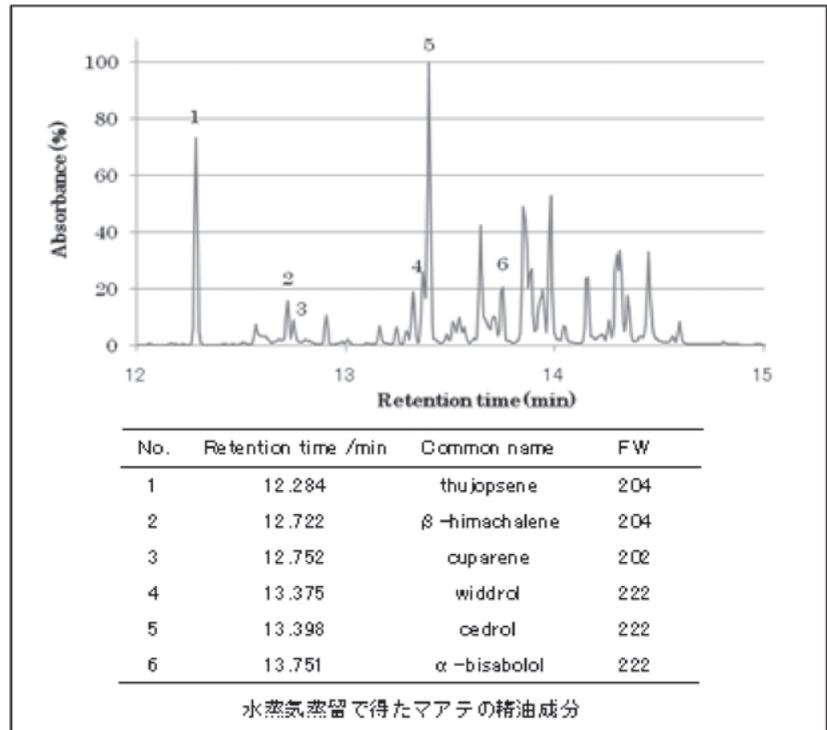
アテ種類	クサアテ			
	おが屑		チップ	
形状				
蒸留方法	熱水蒸留	水蒸気蒸留	熱水蒸留	水蒸気蒸留
収率	0.89 %	2.08 %	0.10 %	0.19 %

アテ種類	マアテ				
	形状	おが屑		チップ	
蒸留方法	熱水蒸留	水蒸気蒸留	熱水蒸留	水蒸気蒸留	
収率	0.71 %	1.41 %	0.59 %	1.13 %	

3) 精油の成分分析

① 精油と抽出水をそれぞれ 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 Thujopsene, Cedrol, β -Himachalene, Cuparene, Widdrol, α -Bisabolol を検出した。一方、抽出水からは、同様の成分に加えて Hinokitiol を検出した。

② 精油と抽出水の両方より特に多く検出した Thujopsene と Cedrol は、それぞれ脱臭作用、防虫作用、抗菌作用と鎮静作用などをもっており、聞き取り調査などで得た能登ヒバの特性と一致し、これらの効能がこの二つの成分由来であることが考えられる。また、芳香性、抗菌作用を持つ Hinokitiol が抽出水からのみ検出されたことは興味深い。



5. 調査研究に基づく提言

聞き取り調査の結果、間伐材、廃材などの有効活用が少ないこと、能登ヒバだけでなく林業全体に携わる人員の減少による山間の管理不足、それによる漏脂病などの病気の蔓延など、能登ヒバを取り巻く様々な課題について知ることができた。これらの課題について、特に間伐材、廃材の有効活用は我々なりの提案を考えていくと同時に、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、林業の現場で携わってきた人物に聞き取り調査をおこない、サンプルを現場で入手し、成分を抽出し分析にまでつなげたことには満足している。とくに化学実験室から離れ、能登ヒバの歴史や特性についての聞き取り調査は学生にとっては新鮮で、自然環境保護の重要性を理解するのに有用であった。

しかし、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。