

# 漆黒の埋もれ木でナラ枯れ被害を防げ！！

～広葉樹材の利用促進を目標とした商品開発に関する研究～

秋田県立秋田北鷹高等学校

緑地環境科 3年 ○相澤拓杜 小田原空大 近藤伸亮  
小林涼太 若松政崇

## 1. はじめに

秋田県仁賀保市で平成18年に最初のナラ枯れ被害が確認されました。その後も年々増加を続けており、平成27年までに県内で9,384本のナラ枯れが確認されています。中央地区と県南地区の山形県側に数多く確認されていますが、その勢力は現在、県北地区の八峰町地域にまで広がっています。



ナラ枯れとは、6月下旬から8月下旬にかけて、体長5mm程のカシノナガキクイムシが健全なナラ類の幹に入り込み、虫に付着しているナラ菌が樹体内に入り込むことで発症します。これまでの調査では、主に、樹齢50年以上の大径木に被害が集中しており、特に、薪や炭の原料として使用されていた薪炭林に被害が集中している傾向です。私たちは、この状況から、ナラ枯れの被害の増加は、昭和30年代に薪や炭などの原料として盛んに利用されていたナラ類が、現代に入り未利用となり、林内に放置され高齢化することからカシノナガキクイムシの食害を受けるのではと仮説をたて、広葉樹材の利活用を促進すべく、新たな視点で広葉樹材の付加価値を高めた技術開発を行うことを目的とし、本研究を行うことにしました。



## 2. 研究の動機

広葉樹資源は、現在、家具や住宅用の床材、チップ用材として利用されています。私たちはこの中でも特に、家具や床材に着目し、これまでにない発想で付加価値を高めた広葉樹商品の開発技術に挑戦しました。私たちが発想を転換した要素は、これまでの「木目や木の色を生かす」という発想から、あえて「木材の木目はそのままに、材を変色させる」という発想です。こうした発想に至ったきっかけはこちらです。



これは2500年前に由利本荘市にある「鳥海山」の山体崩壊により、土の中に埋まってしまった「埋もれ木」です。本

来、誰の目にも付かず地中深く眠っているはずの「埋もれ木」が、日本海沿岸道象潟インターチェンジ建設工事の際、出土されました。2500年前の木材であるのにもかかわらず、朽ちることもなく、何よりも製材してみても驚いたのが材の色です。

写真は左から「クリ」、「ナラ」、「スギ」ですが、左のクリは本当に漆黒で、一見すると「炭」のようにも見えます。しかし、これは木なのです。こすっても手に色がつくことは無く、2500年という時と何らかの影響がこの材の色を漆黒に変えました。この材の色に魅せられた私たちは、この「埋もれ木」を化学的に短時間で再現することはできないかと考えました。この技術を室内インテリアや家具材に応用し、通常の木材を化学的に変色させることで付加価値を高め、広葉樹の利活用に応用できないかと考えました。

### 3. 研究計画

今年度の研究計画を次のようにたてました。

昨年は木材を変色させるための基礎実験を行い、今年度はさらに実験を進め、その成果を地元の企業に持ち込み商品開発技術としての可能性を検討しました。



実験に使う試験片のデータ

試験片	素材サイズ			重量 (g)	含水率 (%)	比重	
	縦 (mm)	横 (mm)	厚さ (mm)				
A	24.46	72.22	7.12	12577.49	7.20	14.20	0.572
B	24.34	73.08	9.14	16257.93	8.86	16.10	0.545
C	24.42	72.88	8.68	15448.05	8.64	15.40	0.559
平均	24.41	72.73	8.31	14761.14	8.23	15.23	0.559

平均15%程度であることから全乾状態(乾燥しているということ)である。  
クリの気乾含水率が0.55であることから素材に問題はない。

### 4. 実験の内容

試験片として使用した樹種は、鳥海山の埋もれ木と同じ「クリ」を使用しました。また試験片のデータは次の通りです。同様のものを約100ピース作成して行いました。この試験片を使用し、様々な条件で実験を行いました。

#### ①煮沸試験

試験片を4時間煮沸して変化を観察しました。全く変化がなく失敗に終わりました。

#### ②金属物質との煮沸試験

煮沸試験の失敗の原因は何かを検討しました。「埋もれ木」はその名の通り、土中に埋まった木です。ということは、土の中に含まれる「何か」が化学的に反応しているのではないかと考えました。森林科学の授業の中で「森林土壌には多くの金属成分が含まれている」と聞き、金属と一緒に煮沸試験をしてみることにしました。

これが試験に使った金属です。左から「鉄 (Fe)」、「マグネシウム (Mg)」、「亜鉛 (Zn)」です。金属別に4時間の煮沸試験を行いました。そして、4時間後の様子です。木材が黒く変色している様子がうかがえます。また、金属別に見ても、大きな変色反応の差は見られませんが、色むらなどを総合的に判断して「鉄 (Fe) の反応が良いのでは」という意見にまとまりました。



#### ③金属量を増やした煮沸試験

変色反応を得るために、金属と一緒に煮沸するという点で成果は見られたものの、あの「漆黒」までは至っていま



せん。

あの「漆黒」に近づくために、もっとできることは無いかを再度検討しました。そこで出たアイデア。「金属の量を増やしたらどうなるだろう」。私たちは、ビーカー内の金属量を変えて実験してみることにしました。これまでの「金属の割合1%」に加え、「10%」、「20%」の状態を作り、再度4時間の

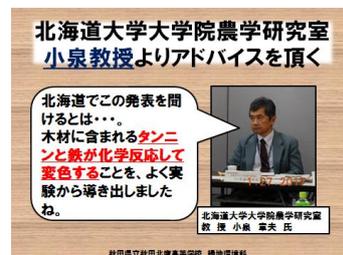
煮沸試験を行いました。ビーカー内の金属については、金属別の試験結果が比較的良かったということと、入手が容易という理由から「鉄 (Fe)」を用いることとしました。



そして、実験後の様子です。上から「1%」、「10%」、「20%」の試験片です。一見するとあまり変化が無いように見えますが、色むらや全体の変色反応の様子は、「20%」が最も良く、鉄の割合により変色の濃度に変化が見られることが解りました。このことから、鉄の割合と変色反応の間には「比例関係」のような、何らかの関係があることがうかがえました。

## 5. 北海道立岩見沢農業高校での発表会

この研究結果を北海道立岩見沢農業高校での研究発表会で発表してきました。その際、パネリストとして参加して下さった北海道大学大学院農学研究室小泉教授からは、「わたしも2年前に能代の木材加工研究所にいましたが、この発表を北海道で聞けるとは思いませんでした。皆さんが実験から導いた鉄との変色反応は正解です。木材中のタンニン成分が鉄と化学反応し変色します。実験からよくここまで導き出しました。」と助言を頂くことができました。



## 6. タンニンに漬けた材を使った鉄との煮沸試験

北海道大学小泉教授から頂いた助言をもとに、試験片をタンニンに漬け込み、鉄と煮沸する試験を実施しました。タンニンは「渋柿のシブ」と同じことから、塗料などの目的で利用される「柿渋」を入手し実験を行いました。



鉄はビーカー内の水の重量に対し「30%」の重量を加えて実験を行いました。

こちらが実験の結果です。これまでの実験結果以上に変色反応を得ることに成功しました。

## 7. 藤島木材工業株式会社訪問

北秋田市にある、日本でも有数の床材メーカーである藤島木材工業株式会社に、本研究のデータを持ち込み、商品開発技術としての可能性を検討してもらいました。社長の藤嶋眞砂子さんから、「発想としてはこれまでにない発想です。材の芯まで変色させる方法の確立ができれば面白い商品になります。実は本社でも新たな商品開発が必要となっているため、これは画期的な成果です。」と話してくれました。



## 8. 考察

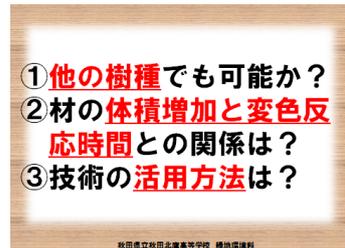
本研究の結果を以下の通りにまとめました。

- ①「ナラ枯れ」は高齢木に起こりやすく、速やかな森林更新を行えば防止できる。
- ②木材の変色反応は、木材に含まれるタンニン成分と鉄との化学反応によっておこる。
- ③材にタンニンを含浸させ、鉄と煮沸することで速やかに強い変色反応を得られる。
- ④床材の商品開発技術としての可能性が高い。

## 9. 今後の課題

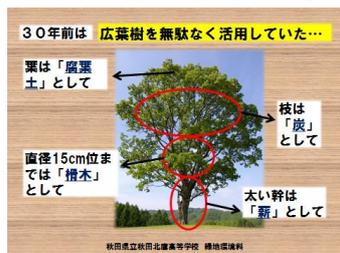
今後の課題として以下のようなことが話し合われました。

- ①他の樹種にも応用が可能かを検証する。
- ②木材の体積増加と変色反応時間との関係を探る必要がある。
- ③この技術の活用方法を探る。床材だけでなくインテリア家具としての活用を考える。



## 10. おわりに

30年前、日本の広葉樹資源は、様々な場面で活用されてきました。根元付近の太い部分は「薪」として、直径15cm位のはシイタケ栽培の楢木として、更に細い枝の部分は「炭」の材料として、葉は「腐葉土」として、一本の木全てを無駄にすることなく活用されてきました。



しかし、現代に入り、燃料が化石燃料に変わり、広葉樹資源の活用は限られたものになっています。現在の生活を30年前に戻すのは不可能ですが、この技術が新

たな広葉樹資源の活用の引き金になれば、林内に残されている広葉樹資源が活用され、速やかに森林の世代交代が図られます。若齢木が増えることでナラ枯れ被害も軽減でき、秋田だけではなく、日本の里山が保全されることにもつながります。今後も地域の里山をナラ枯れから守るために、広葉樹の利活用を研究していきます。



# 鹿肉の燻製利用

岩手県立盛岡農業高等学校 環境科学科 2年 森とみどりの班

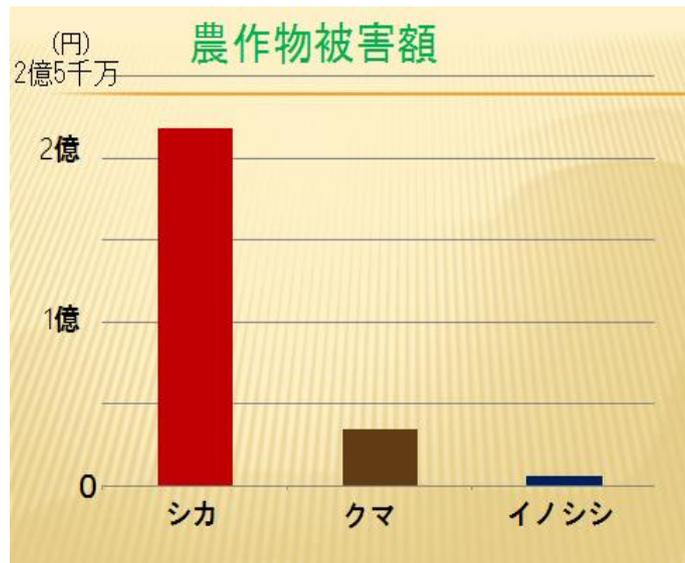
○三上 愛、○川村美紗妃、照井美妃  
田村俊輔、佐々木大輔、藤田太陽

## 1 はじめに

岩手県内の鹿の推定個体数は、2002年では1万頭に対し2012年には約4万頭になっています。10年で約4倍も増加しています。

鹿による農作物被害額の割合はクマやイノシシに比べ圧倒的に多く、野生動物の中で突出しています。また、被害総額の半分以上は牧草地の被害です。

鹿は草地を荒らすだけでなく冬になると樹皮を食べて、森林にも大きな影響を与えています。この鹿は現在、有害鳥獣駆除事業によって年に約一万頭捕殺されていますが、そのほとんどがただ廃棄物として処分されています。



## 2 目的

岩手県内で急激に増加し、森や畑を荒らしている鹿を食肉として有効利用し、鹿の生息頭数の管理を促進することです。

## 3 研究方法

獣肉の利用方法として鹿肉燻製を作ります。私たちはその第一歩として比較的手軽で保存がきくジャーキー作りに挑戦することにしました。多くの方々に試食をして頂き、アンケートによりその出来栄を評価します。

～ジャーキーの作り方～

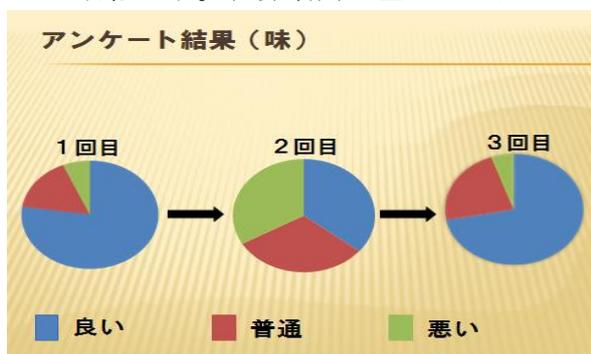
- ① 鹿肉の膜や脂を取り、6～8mm厚にスライス。血抜きをするためにスライスした鹿肉を水洗い。
- ② ピックル液を作り約8時間浸す。ピックル液の材料は鹿肉1kgに対して醤油360ml、赤ワイン360ml、三温糖60g、岩塩50g、ブラックペッパー5g、ガーリックパウダー10g、タマネギ1/4個。
- ③ 鹿肉をピックル液から取り出し拭き取る。金網に並べて約18時間しいたけ乾燥機で乾燥。
- ④ 乾燥させた鹿肉を燻煙器の中で電熱器や炭で約1時間温熱乾燥。このときの温度は40～50度。
- ⑤ スモークウッドやチップで約1時間燻煙して完成。

完成したジャーキーの客観的な評価を得るために生徒、職員、家族を対象にアンケートを実施しました。アンケートの方法は、市販のビーフジャーキーと同時に食べて頂き、味、におい、固さの3つの項目についてそれぞれ比較評価してもらうというものです。

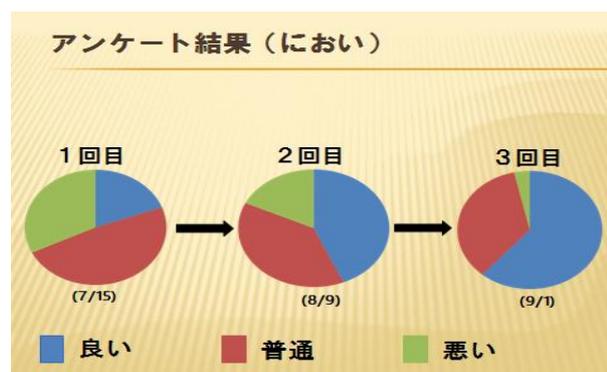
#### 4 結果

##### (1) アンケート結果

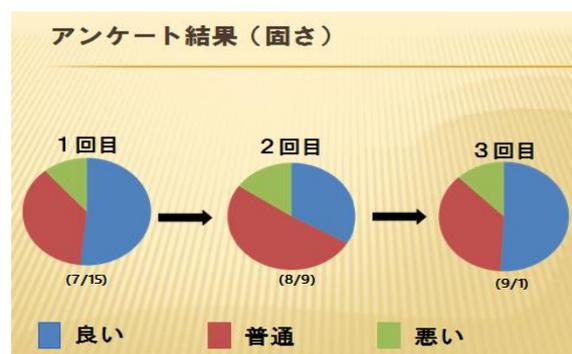
味では、7月15日に比べて8月9日はよいと答えた人の割合が減少しました。原因は肉を薄く切ったことと、前回のしょっぱいという意見から岩塩を半分にしたため味が薄かったことだと考えられます。これを改善し肉を厚く切り塩をピンク岩塩に変え、ピクルス液の分量をレシピ通りにしたところ、9月1日のアンケートでは良いと答えた人の割合は増加しました。ピンク岩塩とは豊富なミネラルを含むため味わいはまろやかでかつ複雑な雑味があるのが特徴です。世界最高の塩といわれています。



においは7月15日のアンケート結果、良いと答えた人の割合が少なく、これを改善するために8月9日と9月1日では水洗いをし、ジュニパーベリーをピクルス液に加えることでにおいを改善することができました。ジュニパーベリーは、セイヨウネズの実で、肉の臭み消しや蒸留酒の香りづけとして使われるものです。



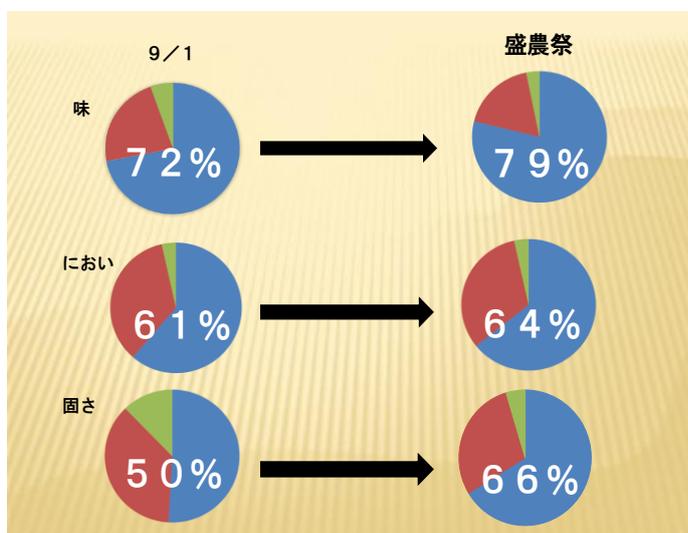
固さは、7月15日に比べ8月9日は肉を薄く切ったため良いと答えた人の割合が減少しました。そのため、肉を厚く切るようにしたところ9月1日のアンケートでは、良いと答えた人の割合は増加しました。



## (2) ベルボ訪問、盛農祭でのアンケート結果

私たちはさらに改良のヒントを得るため森の燻製屋ベルボを訪問しました。ベルボでは、様々な食材で燻製を作りお酒のつまみを提供しているお店です。そこで、私たちの鹿肉ジャーキーを試食してもらいました。「燻煙時間を長くすると良い」「味はプロ並み」など貴重な意見をいただきました。

この意見をもとに乾燥時間と燻煙時間をこれまでの2倍にしてジャーキーを作り、盛農祭で再び試食アンケートを実施しました。2日間で344人に試食していただきました。乾燥時間と燻煙時間をこれまでの2倍にした結果、味では72%から79%、においでは61%から64%、固さでは50%から66%と改善がみられ、たいへん好評でした。また、たくさんの人から商品化してほしい、煙の風味が良いというコメントをいただきました。その一方、少ししょっぱい、色が悪いなど課題をみつけることができました。



## (3) 県庁訪問

昨年9月、鹿についての理解を深めるため、岩手県庁の自然保護課を訪問し、担当者のお話を聞きました。鹿を保護しすぎたため急激に増加しており、岩手県全体で毎年一万頭を目標に狩猟を継続する必要があります。しかし、狩猟者の6割が高齢者で人数も減少傾向にあり、実行が困難である。また、福島原発事故の放射能拡散によってとられた流通禁止措置は6年たった現在も解除されていない。肉の処理や検査の態勢が整わない事も一因である。原発事故は、森の生き物、山間地の暮らしに計り知れないダメージを与えました。

## 5 考察

今回のプロジェクト活動を通して、獣肉の利用方法を学ぶことができました。鹿肉は、その個性を生かし十分おいしく食べることができると思います。

将来、鹿肉の流通が解除されたくさんの人に利益が生まれるようになってほしいと願っています。森の恵みが私たちの生活に生かされること、それは持続可能な社会を築いていくための大切な一歩だと思います。

# 国際森林認証F S C取得への挑戦

青森県立五所川原農林高等学校 森林科学科 2年  
○木村涼介 ○三上隆聖 土井基暉 盛恭一郎

## 1. はじめに

本校では2年前から農産物の国際認証グローバルG A Pに取り組み、今年度はリンゴ、コメ、メロンで認証を取得しています。この取り組みは準備から審査までほとんど高校生主体で行っており、2年前に高校で取得したのは本校が日本初でした。

森林科学科で履修している科目「森林科学」、「森林経営」には森林認証についての単元が

あります。特に森林経営においては2カ所で詳しく説明されています。本校で農作物の認証取得活動が進む中で、森林科学科でも森林の認証取得へ挑戦しようという声が授業の中で生徒から上がりました。平成29年1月頃のことです。情報収集やインターネットでの検索から、日本で取得されている森林認証は日本独自のS G E Cと世界基準のF S Cであることが分かりました。そこで私たちは世界基準であるF S Cに挑戦することにしました。

## 2. 森林認証とは

「森林認証」とは、一定の基準に従って適切に管理されている森林であることを第三者が証明し、その森林からの産品にラベルを貼って流通させる仕組みです。その中の「F S C」とは、森林認証を通して適切な森林管理を推進することを目的とした国際民間団体で、10の原則と70の基準を定め、認証機関による認定を行っており、本部はドイツにあります。主要な国際的森林認証にはP E F Cという認証もあります。この2つを比較したものがこの表になります。また、森林認証

には、森林管理のF M認証と、認証森林からの生産物の加工・流通過程を追跡するC o C認証があります。最終製品にF S Cのロゴマークを付けて販売するためには、山林だけでなく製材所や木工所などでC o C認証を取得する必要があります。本校で挑



### 森林科学科の教科書

#### 「森林科学」

- 第1章 森林の役割
- 第2節 森林管理の意義
- 第2 森林認証の制度

#### 「森林経営」

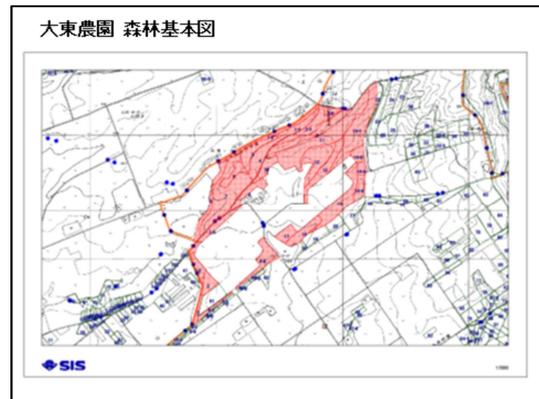
- 第4章 森林経営の計画と管理
- 第2節 森林施業
- 第1 森林施業の基礎
- 4 森林認証制度
- 第5章 木材の流通
- 第3節 木材貿易
- 第4 主要産地国の環境問題と輸出政策
- 1 森林認証制度

認証取得へ  
挑戦しよう!

### 森林認証FSCとは

- **森林認証**とは、一定の基準に従って適切に管理されている森林であることを第三者が証明し、その森林からの産品にラベルを貼って流通させる仕組みで、消費者が参加する森林保全に向けた取り組みの一つです。
- **FSC(森林管理協議会)**とは、森林認証を通して適切な森林管理を推進することを目的とした国際民間団体です(本部:ドイツ)。FSCの10の原則と70の基準を定め、認証機関による認定を行っています。

戦するのは森林管理のFSC認証で、2017年7月の時点で、日本でこの認証を受けているのは39団体しかありません。4月から本格的に活動を開始しました。本校の教育を支援するために設立されている一般財団法人大東農園勤学会が所有する約32haの農場が金木町にあり、そのうち約20haが実習林です。林業系の高校が所有する実習林としては決して広くはありませんが、この森林全体でFSCの取得に取り組みました。情報収集に伺った岩手県岩泉町役場の方からのアドバイスで、まず、森林管理マニュアルが必要なことが分かりました。また、FSC認定の認証機関も紹介していただきました。

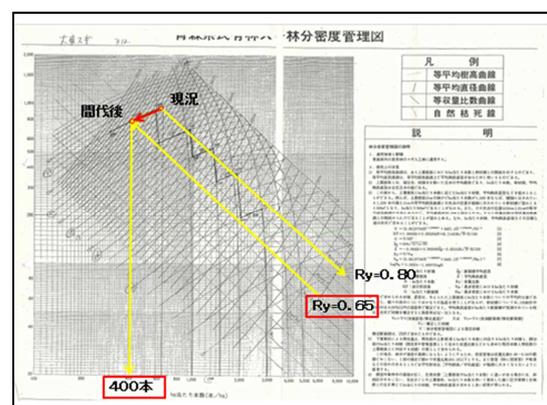


### 3. 研究方法

FSC認証取得のためには、FSCの10原則の中の70の基準、約200個ぐらいのチェック項目をクリアーする必要があります。それらの内容を網羅した森林管理マニュアルを作成する必要があるということになります。マニュアルには土地の登記状況、森林基本図、森林簿、森林の現状などをまとめる必要がありました。また、森林管理の大きな目標としては持続可能な森林生産を行い、生物や環境に配慮し、安全な森林管理を行うことがあります。それを学校の生徒が主体で管理する実習林に当てはめる必要があるのです。

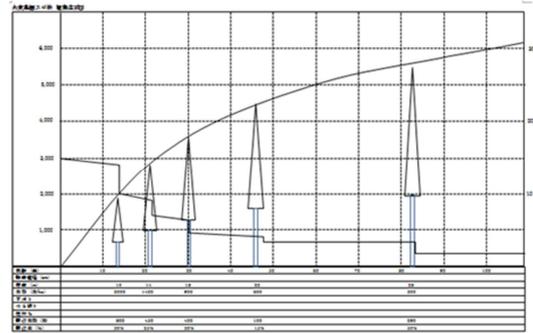
### 4. 研究と実践

まずは森林簿からそれぞれの林班ごとの境界を明確にし、現状の本数や材積を把握することを始めました。実習林での実習は枝打ちや間伐等毎年行われていましたが、これまでしっかりした毎木調査を元にした密度管理は行われていませんでした。そこで私たちはできるだけ全域の毎木調査を行うことにしました。毎木調査の方法は教科書で学習しているので、おおよそのやり方は知っていましたが、実習林内で行うのは初めてでした。森林簿と現地の観察から、大東農園の森林はスギ、アカマツ、カラマツが主要樹種で、その中でもスギ林が最も多く、まずはスギの毎木調査を実施しました。樹種ごとに区別されている各施業区のすべてスギの胸高直径を輪尺を用いて測定していきました。また、標準木の樹高をワイゼ式測高器で測定していきました。例として「施業区ろ12」の毎木調査の結果を示します。ろ12は樹齢82年生のスギで面積1.10haです。現在の平均胸高直



径

径が0.38m、平均樹高が29mで本数はhaあたり597本になりました。これらの結果を青森県のスギ密度管理図に照らし合わせ、現在の林分状況を把握し、適正本数を導き出します。現在の収量比数は0.8となり、やや密の状況で、間伐後の収量比数を0.65とすると矢印がこのように変化します。その点を真下に下ろすと適正本数は約400本になり、間伐が遅れているということが理解でき、haあたり約200本の間伐が必要であることが分かりました。また、大東農園のスギ林の場合の施業体系図はこのようになります。



施業体系図

しかし、実際にはこのような密度管理図の活用や毎木調査を行い植栽から現在に至っているわけではなく、密度管理図の目標に当てはめるという施業を現在進めていることとなります。このことを考えると毎木調査が非常に重要だということを実感できました。

毎木調査と同時進行で森林内の植物調査や生物調査、森林モニタリングのためのプロット設置を行い、毎木調査が終了した施業区では密度管理図に従い間伐作業を進めています。森林モニタリングのために設置したプロットの樹冠投影図です。また、安全の作業のためのスタイルとしてイヤーマフ・バイザー付きヘルメット、安全ズボン、安全ブーツ、安全手袋をチェーンソーマンは装着しなければなりません。チェーンオイルは生分解性のオイルを使用しています。



このような準備を進め、いよいよ10月12日13日の本審査の日が来てしまいました。審査員の先生方は東京大学大学院森林科学専攻の白石則彦教授とアマタ株式会社FSC担当の小川直也さんです。本校ではFSCチームを春に結成し、3年生は6名、2年生は3名で初日の書類審査に臨みました。審査は70の基準に従い、その中の項目をすべて一つ一つ質問される形で進められました。質問の例として「保護区はどこに設定していますか。」という質問に対して、保護区の地図を出して「ここになります。」というような回答をしていきます。初日は朝の9時から始まり夕方5時頃まで書類審査が行われました。



2日目は現地審査です。通常の間伐作業を行い、作業の手順や安全配慮について、作業を観察することで審査が行われました。林業の作業ではありますが、授業の一環での実習です。私たちは林業会社の技術者のように作業ができるわけではないので、

本校の先生にサポートしていただき、一本一本手順を確かめながら間伐していきます。かかり木になった場合にはチルホールを用いて伐倒することもありました。伐倒したものは販売するために枝払いを行い、4 mに玉切りしておきます。現地審査は2日目の午前中で終わりました。そして午後に審査員の先生方からそれぞれ審査の概要について説明をいただきました。その結果、「重大な改善点は無く、認証取得を本部へ推奨する。」という言葉をいただきました。本部からの審査結果は約3ヶ月後になります。



## 5. 今後の課題

いくつか小さな改善点も指摘されているので来年に向けて改善していきたいと考えています。また、認証は5年更新になります。それまでの間に年次監査があり、年によって書類審査、現地審査が行われます。主体で活動していた3年生は3月に卒業します。その後は私たち2年生が引き継いでいくことになります。できることなら2020年の東京オリンピックにも本校の認証材を提供できればと考えているので、現在、県林政課と情報交換しながら作業を進めているところです。

今回、FSC取得へ挑戦し、藪こぎだった毎木調査はとても大変でしたが、森林の仕組み、自然環境への配慮、マニュアルの重要性等を確認することができ、ますます森林が好きになりました。高校として認証を取得できれば世界初になるそうです。このような経験を今後の私たちの将来にもしっかりと役立てたいと考えています。

### 今後の日程

2018年2月	認証取得予定 指摘された部分の改善
2018年4月	毎年の書類審査(年次監査) そのうち1回は現地審査
↓	
2022年	
2023年	更新のための審査

# 森林資源を活用して～新たなキノコの栽培方法の開発～

山形県立村山産業高等学校 ○西尾 真琴 齋藤みずき 細谷 桃香 日食 春菜

## 1. はじめに

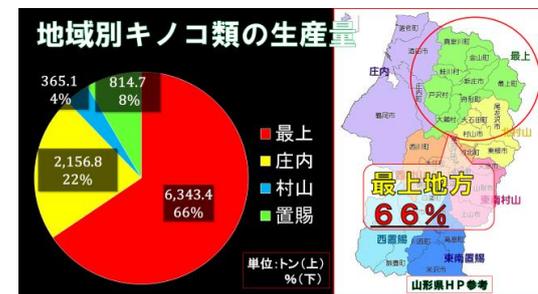
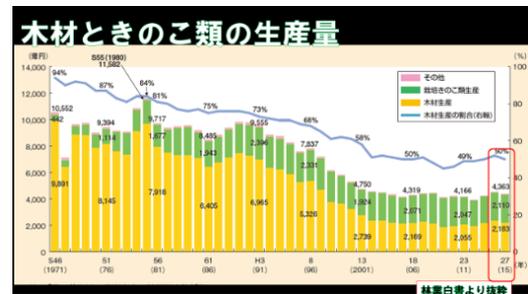
日本各地で、森林の多面的機能の向上、森林環境の改善に努める取り組みとして森林ノミクスが行われています。今年度も山形県で全国森林ノミクスサミットが行われました。森林ノミクスでは、緑の循環サイクルを展開することで、森林資源の利用拡大を推進しています。

山形県の森林ノミクスでは、森林資源の利用や地域経済の活性化、雇用創出を目的としています。用材の利用だけでなく、近年では、枯れ木や不良木を粉砕し、循環可能な資源であるバイオマスエネルギーへの利用も注目されています。他にも特用林産物は、木材以外の産物で、主にきのこ類や山菜、薬草などが挙げられ注目されています。

そこで、私たちは林産物に注目しました。その中でもきのこ類は木材に匹敵する重要な経済品目です。このグラフをみても木材とキノコ類の産出額が半々であることがわかります。

私たちが住む山形県のキノコ類の生産量は全国8位の9763t（トン）です。

山形県の最上地方でキノコ栽培が盛んに行われています。私たちが住む村山地域では、全体の4%程度しか栽培されていません。林野面積は、どの地域もほとんど差はありません。そこで、村山地域でも林産物の生産量を向上させ、林業の活性化につなげたいと考えました。



## 2. 研究方法

私たちは、これまで林産物利用などの授業を通して、キノコの原木栽培や菌床栽培を学んできました。その経験を活かしながら研究に取り組むことにしました。今回は、この3つに取り組むことにしました。

まず、廃棄シイタケの栄養体利用についてです。これまで、栽培を行っている中で、未成熟なものや収穫期を過ぎたものなど廃棄するものが多く発生し、もったいないと思いました。シイタケは、栄養価が高くビタミンなどが豊富に含まれています。これを栄養体として利用することができないか考えました。

栄養体は、これらのものを使用しました。従来の栽培を行ったものと栄養体と廃棄シイタケを混合させた試験区を設定しました。

菌床栽培については、JA山形もがみ菌床しいたけ培養センター、センター長、田島さんよりアドバイスを頂きました。そのアドバイスから、混合比は重量比で木質基材10に対して栄養体1.2、含水率は80%と手で強く握り、水がにじむ程度で仕込みを行いました。種菌は、JAもがみでも使用している北研705号を用いました。



培養管理は、菌害や培地温度の上昇を抑制するため、10℃前後、湿度70%で培養しました。試験区は、対象区：木質基材+バイデル、試験区A：シイタケ、試験区B：シイタケ+フスマ、試験区C：シイタケ+コメヌカ、試験区D：シイタケ+バイデルと5つを設定しました。試験区には廃棄シイタケを混合しました。

培養管理（積算温度の算出）

	日数 (日)	温度 (℃)	積算温度 (℃)
一次培養	104	10	1,040
二次培養	46	20	920
熟成培養	26	20	520

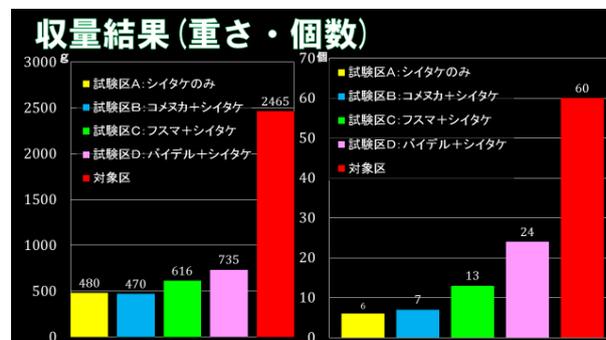
培養管理は、温度10℃以下の低温で、湿度は70%を基準として散水処理をしました。また、菌糸の伸長状況を確認しながら培地を熟成させました。一次培養から熟成管理までの積算温度は2480℃になりました。

### 3. 研究結果と考察

菌糸伸長の結果を表したものです。調査開始78日目あたりから、シイタケとバイデルの試験区Dの伸長に差が始めました。最終的にシイタケとコメヌカ試験区Cの成長が著しくなりました。シイタケのみの試験区Aは蔓延が確認されました。対象区は、試験区と比べて約30日早い蔓延でした。この結果より、栄養体として利用の可能性が高まりました。



熟成管理後、浸水法による発生操作を行い、発生量の調査を開始しました。このグラフは収量合計を表したものです。左は重さ、右は個数です。どちらも対象区が最も多い値になりました。試験区Dは対象区の1/3の収量でした。また、シイタケのみの試験区Aからも子実体が発生し栄養体への利用の可能性が高まりました。



次に、竹によるキノコ栽培についてです。竹を木質基材として利用する取り組みは行われています。私たちは、竹の形状をそのまま活かし、原木栽培に見立てたコンパクト栽培ができないか考えました。今回は、真竹（まだけ）を使用し、節板を片側のみ残し、含水率が70%になるように浸水処理をしました。種駒用の穴を開け、竹筒内に培地を充填（じゅうてん）、滅菌後、千鳥植えて原木栽培用の種駒を接種しました。原木と竹を比較すると、竹は原木の長さ1/3程度、重さ1/10以下とコンパクトでした。

培養は、原木栽培同様に行いました。黒いビニールによる遮光と適度な散水で伸長を促しました。接種から63日後に、竹を切断してみると、菌糸が確実に伸長していました。

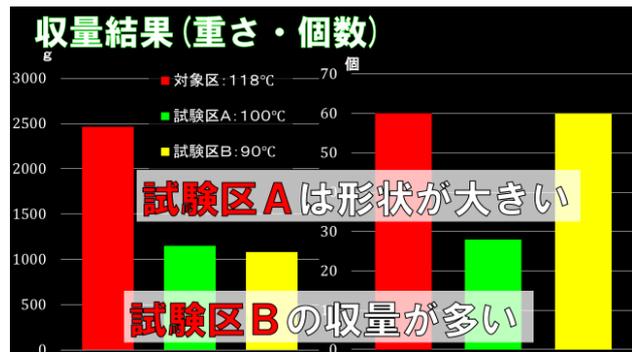
100日後には、菌糸の蔓延が確認され、浸水法による発生操作を行いました。形質はあまりよいものではありませんが、最初の子実体が発生しました。現在まで4個の子実体を収穫しました。これにより竹を使ったコンパクト栽培への第一歩を踏み出すことができました。

次に、滅菌温度の低温処理による栽培を試みました。この研究は、山形県にある舟形マッシュルームの長澤さん（代表取締役）より助言をいただきました。一般的な培地の滅菌温度は120℃です。その理由には、糸状菌やバクテリアの死滅温度はこのようになっているからです。長澤さんから、どちらも発酵を促す効果があるため、蔓延期間の短縮や収穫量の変化について調査してみてもというアドバイスを頂きました。滅菌温度120℃の対象区と100℃、90℃の2つを試験区としました。

菌糸伸長の結果、対象区の伸長が速く、試験区A、Bの順になりました。試験区からはどちらも蔓延をしました。



子実体は、このような結果になりました。試験区Aは、個数、重さともに多い値を示し、試験区Bは、個数は少ないものの大きな子実体が発生していました。これが発生した子実体です。従来の滅菌温度から30℃下回る温度でも子実体の形成及び発生が可能ということがわかりました。



今回の研究結果から、どれも害菌による影響がなかったこと、子実体の形成が確認されたこと、なによりキノコ栽培技術を習得することができました。

今後は、いずれの研究においても子実体の収量と品質を調査していきます。また、竹による栽培では、安定的な収穫と発生について、調べる必要があります。さらに滅菌温度を90度以下に処理した場合、菌糸の蔓延期間と子実体の発生量の増加が可能か調査していきます。

今年、村山地域におけるきのこ栽培生産量拡大への第一歩を踏み出すことができました。また、モリノミクスに関わる取り組みもできました。しかし、高品質で安定的な供給と省力化など課題は山積みです。今後も継続的に研究をし、キノコ生産量日本一の県を目指します。

