三本木夢と命の森での樹木に関する研究

青森県立三本木高等学校　○大久保詠一郎　沼尾拓海　山田直央　宮古胤哉

１．　森林環境学習について

森林環境学習は中高一貫校である本校の特色ある教育活動の一つである。下記の（１）（２）が附属中学校での活動、（３）が高校生の活動である。

（１）　森とのふれあいや観察

白神山地での宿泊研修、日本一のブナの見学、上北森林組合木材加工センター見学、蔦野鳥の森散策

（２）　森づくりの活動

ブナの植樹と下草刈り

（３）　調査・研究（SSH コースの高校生）

植林したブナの成長と、二次遷移の研究

２．　三本木夢と生命の森について

（１）　「遊々の森」制度について

三本木夢と生命の森は、林野庁「遊々の森」制度で提供していただいた国有林（杉林の伐採跡地）を利用している。平成 21 年度、三八上北森林管理署の協力により、奥入瀬渓流そばの国有林の敷地をお借りして「三本木夢と生命の森」の森林環境学習を開始した。（右写真：調印式の様子）

（２）　森林環境学習の目的と森の命名の由来

（ａ）　森林環境学習の目的

森林での自然体験活動を通して、自己と森林、人間社会と自然について考え、生き方を見つめ直す

（ｂ）　三本木夢と生命（いのち）の森 命名の由来

［ 三本木 ］　この地で

［ 生命 ］多様な生態系が育まれ

［ 夢 ］緑あふれる豊かな森を築きたい

（３）　場所と面積

青森県十和田市奥瀬幌内山国有林。奥入瀬渓流を十和田湖方面に向かい、途中右折し、奥入瀬バイパスに入り、約２km 先右側に位置する。面積は５．７５ｈａである。

（４）　植林活動について

平成２１年から平成２３年までに、約１０，０００本のブナを三本木高校併設の附属中学校の生徒、職員、保護者が協力して植林活動を行った。

３．　研究を始めた動機

平成２３年度の課題研究班は、中学校３年生時（平成２１年度）に森林環境学習が始まり、植林を初めて実施した学年である。平成２２年度、高校１年生時の基礎ＳＳでの森林環境学習で、ブナの成長度合いを測定する調査を行った。その活動を通して、２つの疑問点を持った。①ブナは今後のような成長を経て森林を形成するのか。②下草刈りをしなかった場合、他種とブナはどのような関係を持って森林を形成していくのか。

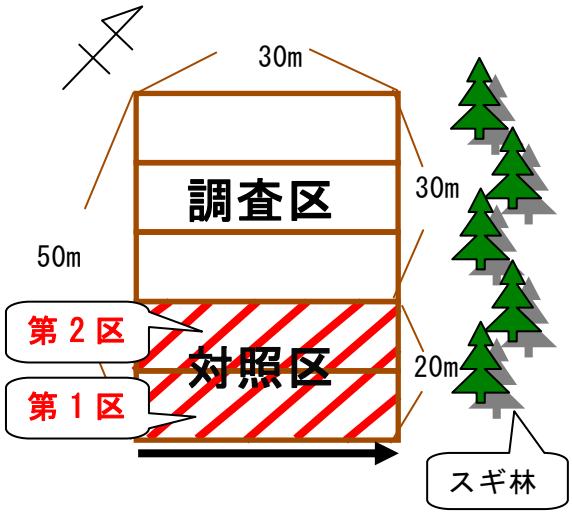
こうした疑問点を岩手大学大学院連合農学研究科、比屋根哲教授に相談したところ、敷地内に調査対象区を設定し、継続調査を行うことを提案していただいた。比屋根教授と研究室の皆さんの協力で敷地内に３０ｍ×５０ｍの方形区を設定し、研究を開始した。平成２２年度はブナの高さの測定、出現する他種の記録をした。平成２３年度より対照区、調査区に見られる個体を標識して継続的に調査をしている。

４.目的

・森林とふれあう機会を通して自然や他の生物の生命の大切さについて学ぶ。
・植林後のブナ林の形成過程について調査し、近年減少しているブナ林の保全方法の手がかりにする。
・他種を除去しない場合の二次遷移の進行過程を明らかにする。

５.調査区、対照区の設定

敷地内の比較的起伏の少ない場所に 20m×30m の対照区(0≦ｙ≦10 の範囲を第一区、10≦ｙ≦20 の範囲を第 2 区とする)と、30m×30m の調査区を設置した。対照区では、自然と同じように下草も他種個体も刈らない状態に、調査区はブナだけが成育するように下草を刈り他種も除去した。



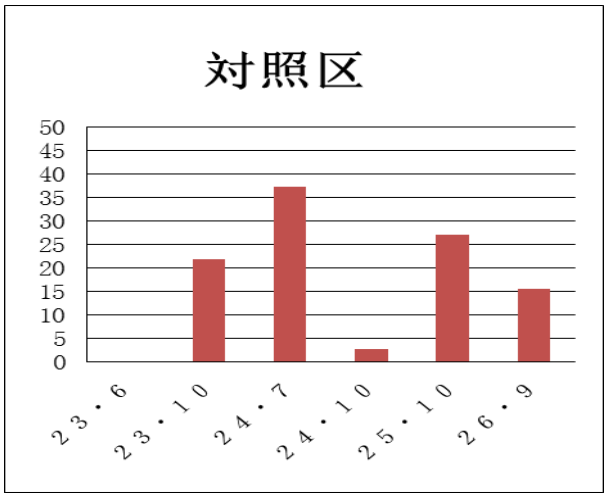
６．仮説

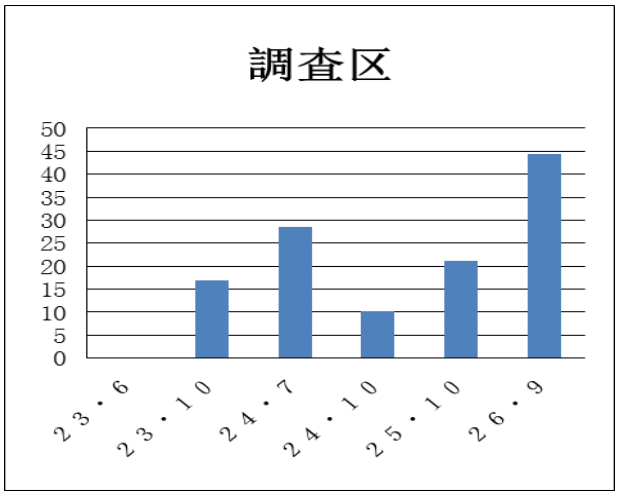
他種との競争が少ない調査区の方が、幹幅が大きく樹高が小さく、対照区の方は幹幅が小さく樹高が大きいと予想した。

７．結果と考察

（１）ブナの高さについての調査区と対照区の比較

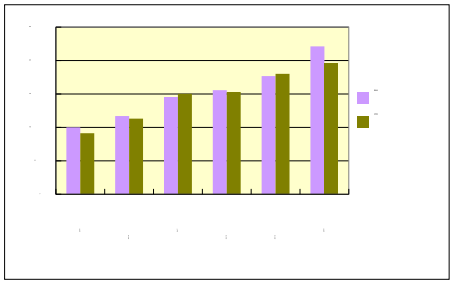
樹高の測定を開始した 23 年から両区ともに同じような成長をしてきたが 26 年 9 月では樹高の伸びにはっきりとした差が見られ、調査区の方が大きい結果となった。





樹高の伸び幅で見ると 24 年 7 月は対照区、24 年 10 月は調査区の方が大きくそれぞれの時期に両区の樹高が逆転していたのが分かる。

また 26 年 9 月には調査区の方が 40ｃｍ以上もの伸びを見せており、この時期に調査区が対照区に大きな差をつけて成長していたのが分かる。



（図１）ブナの平均樹高の推移

（２）ブナの幹幅（太さ）についての調査区と対照区の比較

ブナの調査区と対照区の幹幅を比較したところ、平均値で調査区が 3.74ｃｍ、対照区で 3.24ｃｍとなり、調査区の方が太くなっていた。一方、F 検定の結果では、有意差があった（表１）。

このことから仮説は正しかったといえる。幹幅のヒストグラムを作ってみると（図２，４）、対照区は 3.5 ㎝以上の個体の割合が少ないことが分かった。他種個体から光を奪われた結果だろうか。

一方、高さについて注目してみると（図３，５）、対照区では分布にばらつきが見られ、調査区では、２１０㎝～２７０㎝までにまとまって分布が見られる。

F-検定：２ 標本を使った分散の検定

	調査区	対照区
平均	3.742211	3.237008
分散	1.037906	0.715683
観測数	199	127
自由度	198	126
観測された分散比	1.450232	
P(F<=f) 片側	0.012107	
F 境界値 片側	1.310615	

（表１）幹幅の F 検定

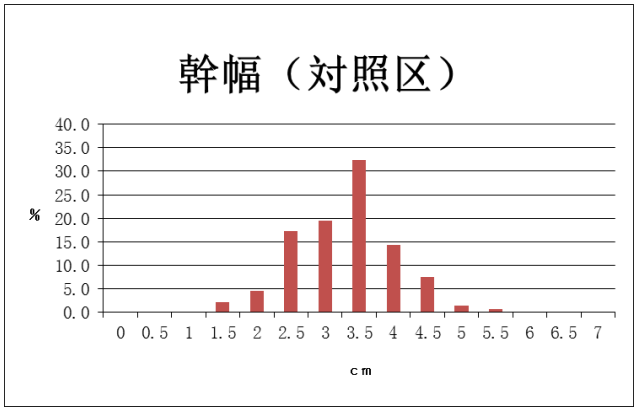


図２　幹幅のヒストグラム（対照区）

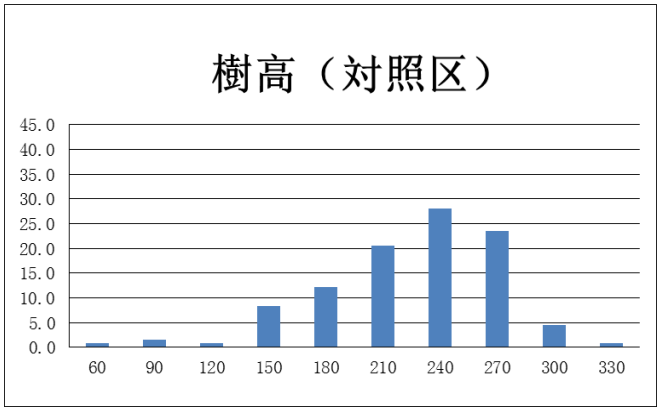


図３　樹高のヒストグラム（対照区）

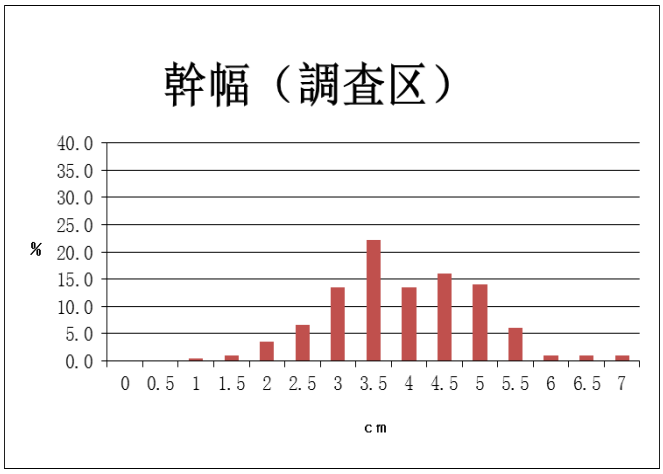


図４　幹幅のヒストグラム（調査区）

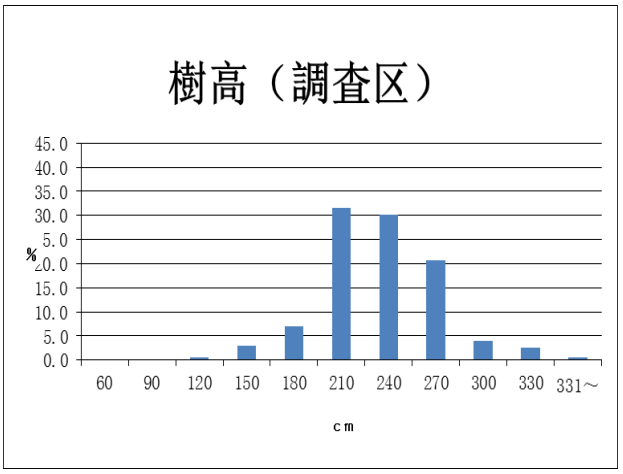


図５　樹高のヒストグラム（調査区）

（３）平均樹高の推移について

対照区ではマルバヤナギとホオノキに１ｍ以上の成長がみられた。昨年の秋から今年の春までに、急激に成長させる要因があったと考えられる。

一方、クサギやヌルデ、ニワトコには大きな成長は無いが、順調に成長していると思われる。これら３種はどれも栄養生殖で数を増やす種であった。図鑑で調べてみたところ、平均樹高が３ｍ程度であるため、今年は個体数の増加が見られたものの、ブナや他種の影響で徐々に衰退していくと思われる。

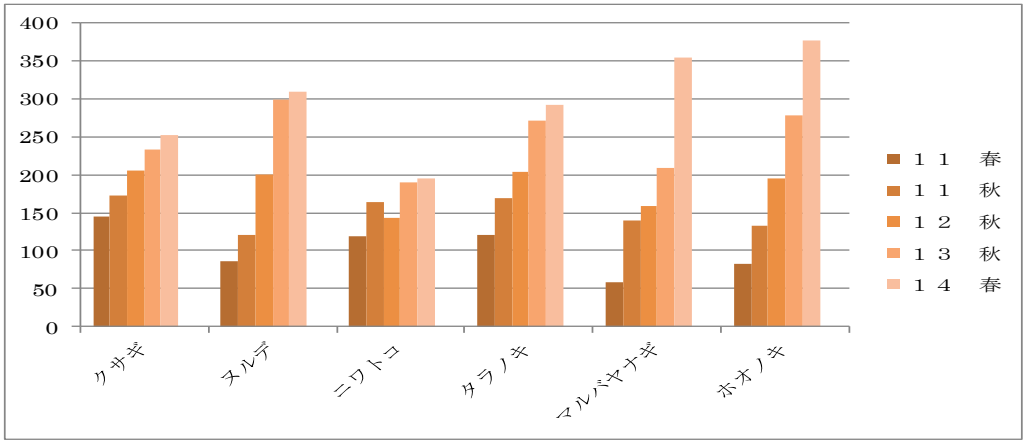


図６　平均樹高の推移

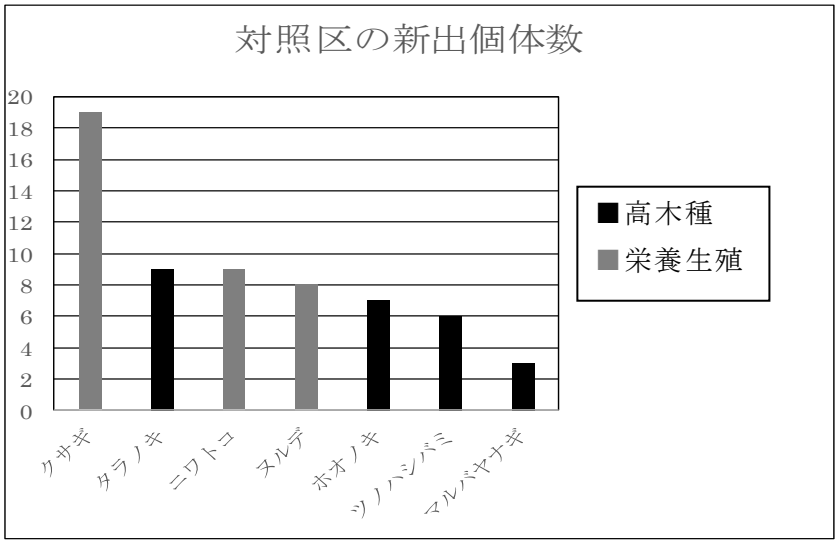


図７　新出個体数（対照区）

種	数
クサギ	19
タラノキ	9
ニワトコ	9
ヌルデ	8
ホオノキ	7
ツノハシバミ	6
マルバヤナギ	3

表２　新出個体数（対照区）

８．来年度の研究課題

調査区:継続して成長の経過を測定していく。調査区は全域で下草を刈っているので、土壌に含まれる養分を調べ、成長との関係も調査していく。ブナに関しては調査区の方が成長が良い結果がみられた。これは、調査区の方が日当りと風通しが良いためだと思われる。この考察が正しいのか、またこの他にも成長を良くさせる要因があるのか調査が必要。

対照区：新出個体についてはクサギやタラノキ、ニワトコなど、栄養生殖で数を増やす種の増加が多くみられた。ブナの樹高の伸びの推移に関しては、今年が前年度と比べて伸びが小さいのに対し、調査区の伸びが大きかったため追い抜かれてしまった。他種個体が与えるブナの成長への影響など様々な可能性について考えていく。また、両区ともにブナ同士の間隔や日光と成長の関係、さらに枯れたブナの個体数や原因についても調査していきたい。

１０．参考文献

「日本の樹木」　山と渓谷社
「日本の野生植物」　平凡社
「群落と遷移とその機構」　朝倉書店

植物を用いた環境浄化に関わる研究

岩手県立盛岡農業高等学校　環境科学科２年　森林文化研究班
〇武田晴樹　〇髙八卦虎裕　紺野大河　鹿内優人
田中拓人　箱石柊真　半田陸　山蔭正樹　山下一稀

１　はじめに

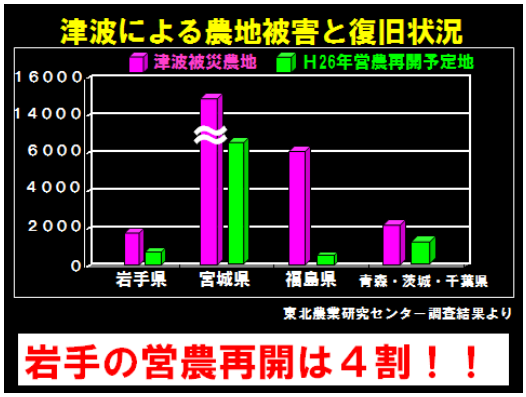
２０１１年３月１１日東北地方を襲ったマグニチュード９．０の巨大地震は、大津波を発生させ、岩手県では、それによる農林業経営者への被害が大きな問題として残っています。４年前から私たちは、この問題の解決に貢献するため、さまざまな方向から研究を重ねてきました。

農林業において津波の塩害被害を受けた場所を大きく分けると、１つは水田、２つ目は畑地、３つ目は林地です。これまでの研究で、畑地においてはアイスプラントを活用し、林地についてはソルトブッシュを活用して土壌塩分を除去できる可能性を見出せました。

しかし、これらの植物は湿潤な環境に弱く、水田では活用できないため、水田で活用できる植物の探索を進めてきました。

まずは岩手県の一次産業における現状を学ぶため、東北農業研究センターを訪れ、学習会をして頂きました。それによると被害総額は５９０億円で、農地被害面積である１８３８ヘクタールのうちに水田が占める割合は約６割でした。

昨年度の東北地方における営農再開は、進んでいる宮城県が６割ほどで、岩手県では４割程度にとどまっています。フィールド調査によって目に飛び込んできたのは、手つかずになったままの水田用地です。釜石市の農家､鈴木賢一(すずきけんいち)さんによると、やっと今年度から１部で稲作が再開されたそうです。



塩害は、土壌に塩分が加わることで植物の体内から水分を奪い、枯死させます。こちらの写真のとおり、僅かな塩分でも植物を枯死させることがわかります。最近の調査によると、一度海水に浸かってしまった土壌は、土壌そのものを入れ替える客土を行わない限り、塩害が起こることが報告されています。この方法は土壌塩分の除去に有効ですが、大変な時間とコストがかかります。岩手県ではこの客土が現在行われています。

しかし、水もちが良い水田においては深いところまで塩分が浸透し、客土を行っても、水を入れたときに、深い場所に残留した塩分が上昇し、塩害を引き起こす可能性があります。

塩性植物は、塩分土壌でも育つことができ、根から塩分を体内に吸着します。

私たちはこれまでの研究を参考に、岩手の気候に適応できる塩性植物を探し、水田での営農再開や、環境保全に役立てようと考えました。

探索を行った結果、塩性植物のアッケシソウを活用することにしました。

アッケシソウは海岸近くの湿地に群生し、常に湿潤な環境を好みます。国内では北海道などに自生する他、岩手県にも自生していたという記録があります。地域によっては保護植物ですが、近年はシーアスパラガスという名前で流通しており、水田における除塩と、農家の営農再開に役立つと考えました。

そこで私たちは、以下の計画で研究を進めることにしました。

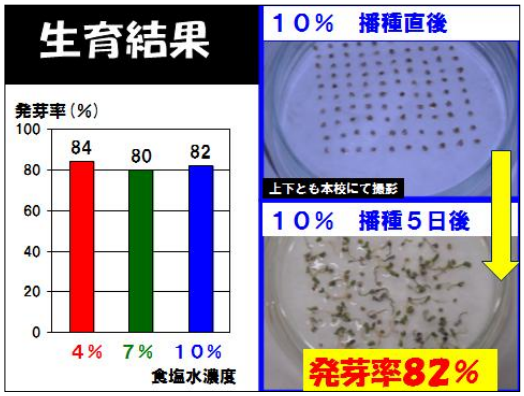
プランＡ　塩性植物の被災地利用への探求

プランＢ　塩性植物を活用した復旧、復興活動

２　研究方法および結果とその考察

（１）アッケシソウの耐塩性試験

まず、アッケシソウの耐塩性を検証するために、４％・７％・１０％濃度の食塩水を使って、濃度ごとに発芽率を調査しました。アッケシソウの種子は兵庫県の研究者である山本一清(やまもと　かずきよ)先生に譲渡して頂きました。



結果は、どの濃度の食塩水でも発芽率に差は無く、高い塩分濃度でも問題なく発芽し、アッケシソウに耐塩性があることを確認できました。

（２）塩分土壌を用いた耐塩性試験と除塩能力試験

次に私たちは、実際の水田でアッケシソウが栽培できるかを検証するため、釜石市の水田用地から採取した土壌と海水を用いて、栽培試験を行いました。

津波直後の水田用地を想定して、海水を散布した海水ありの処理区や、現在の釜石市の水田を想定した海水なし区、本校の土壌を用いた普通土壌区を設定しま

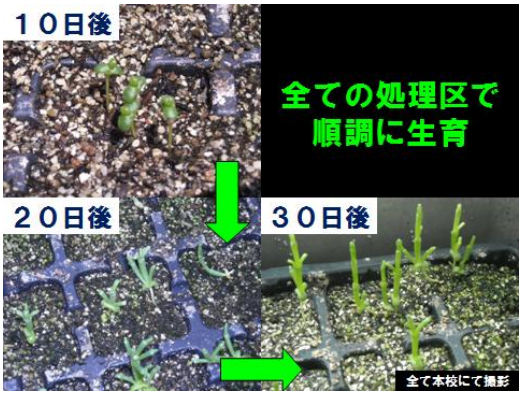
した。各処理区にアッケシソウの種子を播種して、ガラス温室内で栽培試験した結果、全ての処理区で生育が良好でした。

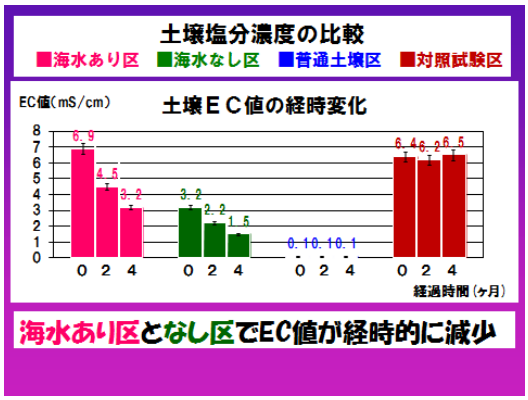
さらに、アッケシソウが土壌塩分を除去することを明らかにするために、土壌塩分濃度を測定しました。一般に土壌塩分濃度は電気伝導率を測定することで求められます。電気伝導率は電気の通りやすさを示し、土壌の場合は数値が高いほど塩分濃度が高いことを示します。

私たちは岩手県農業研究センターが行った方法を参考にしました。採取した土壌の重量を測定し、その５倍の重量の蒸留水に溶解して EC メーターで測定する、１：５法で電気伝導率を求めました。

結果として、時間の経過と共にＥＣ値を大幅に低下させることが出来ました。これは、塩分は水に溶けやすく、アッケシソウが吸収しやすかったことに起因するかもしれません。

室内実験で土壌塩分濃度を低下させることが確認できたため、今年度は紫波町にお借りした水田において調査しました。結果としては、時間の経過と共に EC 値が低下しているため、野外においてもアッケシソウが土壌塩分を吸収するといえます。１１月にすべて収穫したため、体内成分を調査する予定です。





（３）塩性植物を活用した復旧・復興活動

アッケシソウは発芽率が高く、湿潤な環境であれば順調に生育します。近年では野菜として流通していることから、水田の除塩を行いながら、稲作を再開するまでの作物として期待できます。

しかし、アッケシソウの知名度が低いため、多くの方々に塩性植物を知って頂く活動をしています。環境問題に取り組む高校生を支援する、環境団体が主催する高校生環境スクールが宮城県で開催され、参加した東北地方の高校生に広く知って頂きました。

さらに、長崎県で行われた全国高等学校総合文化祭において、高校生を始めと

した多くの方々に研究を知って頂く機会がありました。そこでは私たちの研究に高い評価を頂き、活発な意見交換が出来ました。

我々の活動に共感して下さった紫波町の農家、阿部賢一さんの御協力で、今年からアッケシソウの大量生産と、水田における野外実験を行えることとなりました。阿部さんは「内陸に住む私たちに出来ることは、何でも協力させて下さい。高校生の皆さんを通じて沿岸部で農業を行う方の助けになれば嬉しいです。」と言って下さりました。

昨年の春からお借りしていた釜石市の鈴木賢一さんの圃場ですが、我々がアッケシソウで除塩を行ったことにより、土壌塩分濃度が低下しました。そのため今年から稲作を再開されています。

鈴木さんのお話では、「これまでは津波の被害をゼロに戻すだけで精一杯でしたが、高校生の皆さんのおかげで、やっとスタートラインに立つことが出来ました。これを励みに、周りの仲間達と歩き出していきます。」と今後も研究にご協力頂けることとなりました。

岩手県農業研究センターの佐々木裕二室長さんからは、「高校生の視点から環境問題と向き合う、すばらしい研究だと思います。」と評価して頂き、大きな励みとなりました。

3　研究のまとめと今後の課題

（1）研究のまとめ

①水田の除塩方法としてアッケシソウの利用が現実的であることを証明できました。

②被災を農業の新たな転換へのチャンスにする、きっかけを作れました。

（2）今後の課題

①塩生植物のさらなる大量生産と普及。

②塩害発生地における塩生植物の利用法の PR。

震災から約４年、多くの協力にも関わらず、復興の進まない場所が数多く残っています。だからこそ今、私たちは、故郷を自分たちで守り抜くという強い決意でこれからも被災者と向き合った復興活動に取り組んでいきます。

社寺林が育む生物、生物が守る鎮守の森

青森県立五所川原農林高等学校　森林科学科２年　○對馬祐也　菊地真哉　今聖夜

１、はじめに

社寺林、これは神社やお寺の敷地内に成立している森林のことです。神社やお寺は数百年前から千年以上前に作られているものもあり、その時代から社寺林があったと考えられます。青森県弘前市十腰内（とこしない）地区には巌鬼山（がんきさん）神社（図１）というところがあり、ここには樹齢１０００年といわれる直径２．５メートルを越える大杉が２本あります。この樹木は青森県内のスギの木としては最高齢と言われています。また、深浦町北金ヶ沢には太さが日本最大といわれるイチョウもあります。このイチョウも樹齢１０００年以上と言われており社寺林として植樹されたものです。

図１　巌鬼山神社

２、社寺林を活用する生物の調査

私たち森林科学科では数年前から社寺林に注目し、そこに生息する生物の調査を行ってきました。その代表的な生物がニホンザリガニ（図２）です。ニホンザリガニは絶滅危惧Ⅱ類に指定されている希少種で、北海道と東北の北部に生息し、東北の生息地の大半が青森県にあります。本来は深山の湧水地に生息しているのですが、青森県には集落内でも湧き水が祀られている神社も多く、その湧き水にニホンザリガニが生息しているのです。

図２　ニホンザリガニ

また、社寺林には大木が残されていることが多く、樹種によっては樹洞が形成されていることをよく観察できます。その樹洞には絶滅危惧Ⅱ類のヤマコウモリ（図３）が生息していることを私たちの先輩が調査し、以前のこの発表会でも発表しています。ヤマコウモリは翼を広げると４０センチメートルほどにもなる、昆虫食コウモリの中では我が国最大のコウモリで全国的に分布しているといわれています。

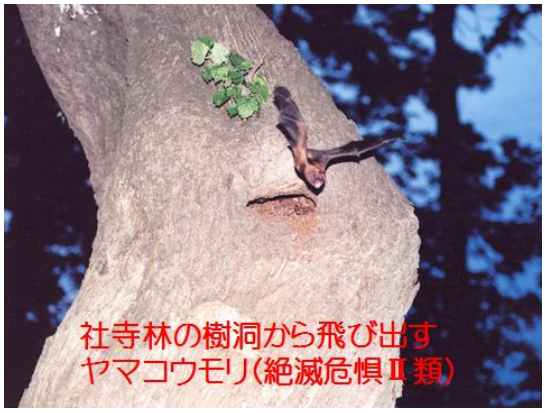


図３　ヤマコウモリ

植物についても同様です。現在ではなかなか見られなくなったエゾタンポポも、調

査の結果、社寺林内に多く残されていることが分かりました。このような植物を「潜在自然植生」と呼んでいます。また、五所川原市内のある神社に隣接する農業用ため池では、ゴイサギのコロニーが形成されていることも発見しました。社寺林は人間によって管理をされてはいるものの、改変が少ないため、ニホンザリガニやヤマコウモリなど地域の潜在的な生物が残されていることが多いのです。

図４　フクロウ

　また、青森県ではリンゴの栽培が盛んなことはご存じだと思います。そのリンゴの木にも樹洞が出来やすく、よくフクロウ（図４）が棲みついています。リンゴ園の近くにある社寺林の樹洞にもフクロウが営巣することが多く、フクロウたちはリンゴ園のネズミ類を捕獲することによって、農作物への被害を減らすという役割を果たしています。人間にとっては益獣なのです。

　このように社寺林は絶滅危惧種の生き残りの場であり、そのような貴重な生物が社寺林を守っているのではないかと考えたのです。

３、コウモリの調査結果

（１）樹洞の活用

　これまで私たちが観察してきた生物の中で、樹洞を活用するコウモリにさらに注目してみました。青森県でこれまで発見されているコウモリは１７種といわれており、すべてが昆虫食です。ヤマコウモリは樹洞性であるため、市街地で樹洞がある樹木といえば、ほぼ社寺林のみになります。調査を進めるにしたがって、社寺林として活用されている樹種、樹洞ができやすい樹種の傾向がわかってきました。（図５）津軽地方の社寺林を形成する樹種はこのようになります。この中で樹洞が形成されていたものはケヤキやイタヤカエデなど、これらの樹種です。最も樹洞が多かったのはイタヤカエデでした。イタヤカエデはほとんどの神社に植栽されており、樹洞も多く、この樹木を目当てに調査すると、ヤマコウモリを発見する確率が高くなります。また津軽平野内の水田地帯にある神社の多くにはハルニレ、ヤチダモも植栽されていました。

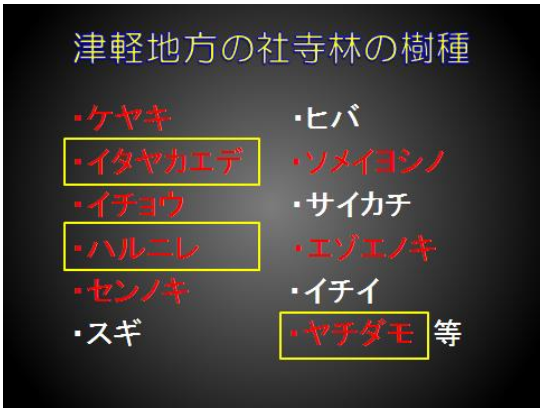


図５　社寺林の樹木

図６　マツクイムシ被害

（２）マツクイムシとの関連についての仮説

　青森県の日本海側にはクロマツを中心とし

た広大な海岸防災林があります。しかし青森県では、近年、松くい虫の被害が確認され、被害拡大が心配されています。最近では平成２５年９月に秋田県に隣接する深浦町大間越の特別予防監視区域内で被害木が確認されています（図６）。松くい虫による松枯れは、皆さんご存じの通り、マツノザイセンチュウが原因でマツが枯れる病気です。マツノマダラカミキリがそのセンチュウの運び屋になります。全国的には松枯れは減少傾向にあるものの、青森県ではこれからが心配される状況にあります（図７）。

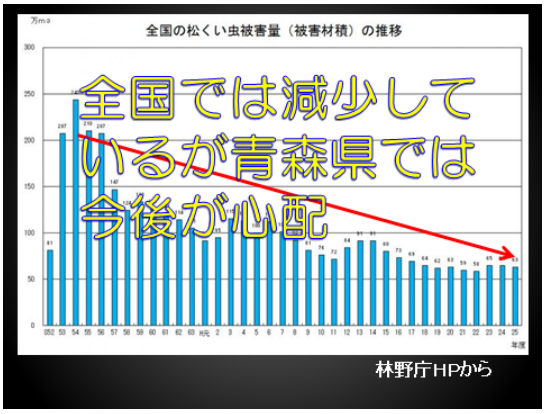


図７　被害の推移

ここで私たちは仮説(図８)を立てました。ヤマコウモリを含むコウモリ類がマツノマダラカミキリの増加をある程度制御するのではないかと考えたのです。青森県に棲むコウモリ類はすべて昆虫食、夜行性です。夜行性の昆虫として思い浮かべるものは、ガ、カ、コガネムシ類です。これらの昆虫には農作物の害虫も多く含まれます。マツノマダラカミキリは夜行性で、体重はややばらつきがありますが、１匹２００～５００ミリグラムと言われています。ヤマコウモリは１日に体重の半分ほどの昆虫を捕獲するといわれています。体重は平均４０グラム程度といわれているので、１日に２０グラムの昆虫を食べることになります。つがる市には６カ所の生息地があり、ヤマコウモリの数は２００匹前後になります。それらが１日に２０グラムずつ昆虫を食べるとすれば、４キログラムになります。昆虫食のヤマコウモリはカミキリムシ類も食べており、マツノマダラカミキリ１匹が４００ミリグラムとすれば、２００匹のヤマコウモリは１日に１万匹を食べることになります。このほかに民家周辺では家コウモリと呼ばれるアブラコウモリがよく見られます。また、十二湖近くの海岸にあるガンガラ穴（図９）にはキクガシラコウモリ、モモジロコウモリ、ニホンユビナガコウモリの大規模なコロニーが存在し、全部で１０００匹以上生息しているといわれています。まさに発見された松くい虫被害木の目の前にあるといってもいいくらいの距離です。また、白神山地での調査でも１０種のコウモリ類が確認されており、これらのコウモリ類を保全することは、長い目で見ると松くい虫被害の対策の一つになるのではないかと

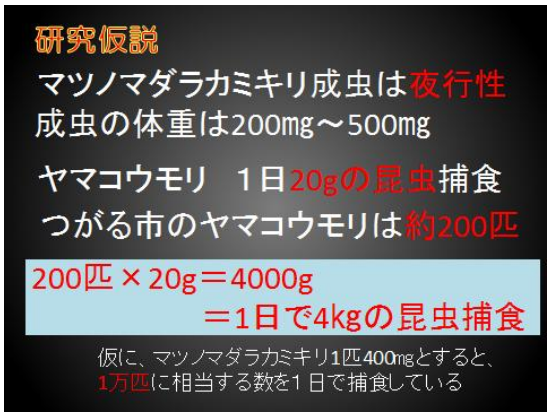


図８　研究仮説

図９　ガンガラ穴

考えています。

（３）コウモリについての研究

コウモリによる昆虫の抑制効果の研究は世界的にも少ないのですが、２００８年の「サイエンス」には、熱帯林での研究で鳥と同様なコウモリの昆虫抑制効果についての研究が発表され、「コウモリが昆虫の個体数を大幅に減らす」と言うことを発表しています。別の研究では「コウモリの存在は昆虫の数の抑制に影響を及ぼしており、コウモリが減少することは生態系に深刻な影響を及ぼす」と発表しています。西海岸地帯には樹洞ができやすいイタヤカエデやケヤキ、イチョウが多いと聞いています。これらの樹木の保存がコウモリの保全にもつながり、松枯れ対策にもなると私たちは考えたのです。

４、まとめ

数年前に松くい虫対策のために設置された防除帯への植樹活動には本校の先輩達も毎年参加していました。このときにはこの研究内容について提案できませんでした。しかし、今回、私たちから提案します（図１０）。樹洞の出来やすいイタヤカエデ、ハルニレ等の植樹を積極的に行う。社寺林の巨木を残す。洞窟などのコウモリの生息地を保全する。そしてコウモリの生態や生息を研究し、益獣であるということを積極的に訴えなければなりません。

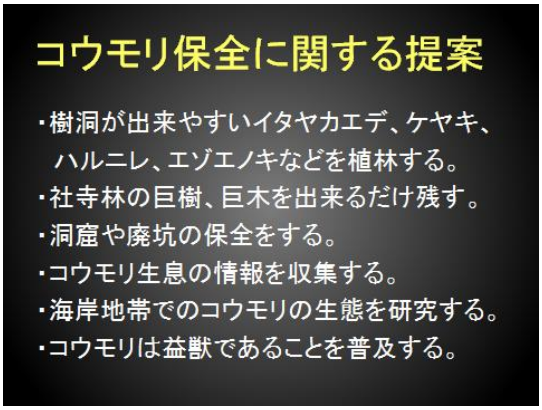


図１０　提案

まずは失われつつある社寺林を保全することが先決です。私たちは今後も地域に存在する社寺林、そして樹洞を持つ巨木を守る活動を続けたいと考えています。

養蜂による森林資源の有効活用を目指して

岩手県立盛岡農業高等学校　環境科学科林業班
○勝又　心、○立柳　綾乃、澤本　武尚、田屋　湧太
中村　和生、晴山　和正、田中　希実

1　はじめに

私達の身近な場所に森は沢山存在しています。学校の校地内にもアカマツ、カラマツ、ナラ、サクラ、クリなど様々な森があります。しかし、一般の生徒がその森に立ち入ったり、森を利用したりすることはほとんどありません。林業の収益性が低い現在、岩手県の多くの森もそのように無関心に放置されていることが多いと考えられます。

私達は一般の方々の森林に関する関心を高めるために養蜂とそこから生産されるハチミツを利用できないかと考えました。

2　研究方法

研究は次の手順で進めることにしました。

(1)業者から西洋ミツバチ購入、飼育
(2)強勢化、増群（蜂群の拡大）
(3)蜂蜜の採取
(4)蜜源の調査と養蜂に対する森林の貢献度の考察
(5)生産物の利用

3　結果及び考察

(1)養蜂の開始

昨年6月業者から到着したハチは巣門を開けると元気よく飛び立ち、本校森の広場でのハチの飼育が始まりました。

初夏のこの時期、校地は花が豊富で、働き蜂は一日中蜜を集めてきました。それぞれのハチが吸った蜜は体内の蜜嚢で酵素液と混ぜ合わされ、巣に持ち帰られます。これを巣坊に蓄え、中のハチが羽で扇いで濃縮、熟成させます。この過程で淡泊な花の蜜は濃厚なハチミツへと生まれ変わります。

巣内のハチミツが熟成するとろうで白いふたがかけられます。このふたをされたハチミツは長期間保存可能な完全栄養食品です。

群れの中心は女王バチです。巣の中に 1 匹だけ存在する女王は、巣の全てのハチの母親です。他の働きバチに世話をされながら毎日 1000 個近い卵を産みます。私たちのミツバチは校内の植物からどんどん蜜や花粉を集め、子育てをしました。働き蜂が一つ一つ部屋をのぞき込んで幼虫の世話をし、ある程度育つとふたをして蛹になるのを促します。こうしてハチの数はどんどん増えました。

こうして増えたミツバチも、平成 25 年の冬を迎えることにな

りました。寒さで動くことができず、蓄えた蜜を食べながら巣の中でじっと身体を寄せ合って暮らします。冬の日ざしにつられて巣から飛び出したハチは、雪の上に着地すると凍えてもがきながら死んでしまいました。私たち林業班の蜂は多くの仲間を失いながらも特別に作った断熱材入りの越冬箱に入って冬を乗り越え、これを私たち2年生が引き継ぎました。

(2)強勢化、増群

私たちは学校の森を生かすため、まずは蜂を増やすことにしました。巣箱の内検をこまめに行い、内部が汚れている場合にはこれを掃除したり、巣箱を日の当たる場所に移し替えたりしました。また、雨が続いてハチが外へ出られないときには砂糖水を作って巣門の脇に置きました。ハチは争ってこの砂糖水を吸っていました。

地道にこうした作業を続けていた6月10日、養蜂場に向かった私たちは養蜂場前の高い木の枝に長さ80 cm 程の黒い固まりを見つけました。分封です!!。分封とはハチの群れが2つに分裂する巣分かれです。巣箱の中のハチの数が増えると新しい女王が育成され、その新女王がいよいよ羽化するという段階になると、もとの女王は自ら巣の働き蜂の半分を引き連れて飛び立つのです。木の枝の黒い固まりは私たちの巣箱から元の女王が手下を連れて飛び立った分封群でした。

私たちは分封群の捕獲に取りかかりました。枝の高さは地上約10m、長い竹竿の先に鎌を取り付け、これで枝毎切り取ることにしました。木に登って何とか枝の切断に成功したものの、分封群は枝ごと地面に墜落してしまいました。落ちた蜂の固まりを手でかき集め、新しい巣箱に押し込みました。これで分封群が捕獲できたかと思われましたが、大半のハチは周囲に乱舞して黒雲のように舞い上がりました。見るまに近くのハンノキの梢にまた黒い固まりが4つできました。巣を飛び立った女王は捕獲を逃れ、後に従う手下と新しい蜂球

を作ったのです。ハンノキにはしごをかけてさらに蜂球を採取しました。こうして約3時間の格闘の末、奇跡的に分封群を完全捕獲することができました。捕獲成功に班員一同大盛り上がりでした。こうした作業を続け、昨年1群を購入したハチは今年7月までに5群まで増えました。

(3)蜂蜜の採取

これら増大したハチ群から本年度6月23日、7月8日、7月14日、9月23日の4回採蜜をしました。白いふたが9割以上になった巣枠を遠心分離器に掛けると濃い蜂蜜がゆっくりと流れ出しました。この夏合計で約22 kg の蜂蜜を採取しました。

採取したハチミツは 120ml の小さなボトルに入れてラベルをつけ、校内で希望者に分けました。食べた生徒、保護者、職員からは「学校のハチミツはすごく美味しい」、「学校でハチミツが採れるの？」と驚きの声をあげていました。そのたびに「学校にはニセアカシアやトチノキ、ウワミズザクラなど蜜源になる樹木がたくさんあって‥」と森についてお話しすることができました。

反面、採取したハチミツの蜜源植物が実際に何であったか、森林が蜜源としてどの程度貢献しているのかを明らかにすることはできませんでした。

(4)生産物の利用

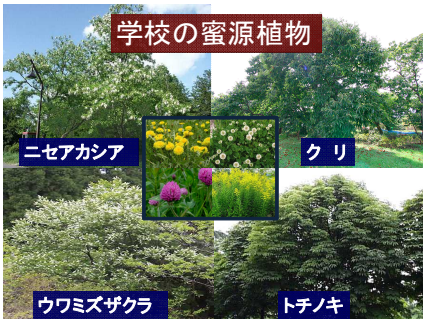
私達は森の恵であるハチミツをより多くの人に味わっていただくために、これを使ったお菓子を作成しました。一つ目はハチミツトーストです。マーガリンとハチミツを塗ってシンプルにオーブンで焼きました。運動部の生徒に大好評でした。二つ目はハチミツスコーン。チョコレートチップを混ぜ、昨年の文化祭で203個を完売しました。三つ目は食品科学科の先生から手ほどきを受けて作ったドイツの伝統的なお菓子、シュトーレンです。残念ながら砂糖を使った方が美味しいという意見もありました。四つ目は今年の文化祭で作ったスイートポテトです。連日遅くまでかかって約 185 個作りましたが、2日間ともあっという間の売り切れでした。

文化祭におけるパネル展示でもたくさんの方に森の養蜂関心を持っていただき、2日間で73人の方からハチの飼い方、蜜のでき方などの質問をいただきました。

4　まとめ

周知のようにハチの巣からはハチミツだけではなくろう(蝋)やローヤルゼリー、プロポリスも採

取できます。ハチを飼育するだけで蜜がとれ様々なお菓子ができ、ろうそくがつくれ、ムシや花、植物の分布、天候など自然の移り変わりに目を向けることにもなります。また、ハチは農薬の散布、大気の汚染など環境の変化を敏感に表すセンサーの役目もしてくれます。私たち環境科学科の生徒にとってとても魅力的な学習対象と言えます。



また、学校の敷地内には、ニセアカシア・クリ・トチノキ・ウワミズザクラなど蜜源になる樹木が数多くあります。この環境を活かして養蜂を行っていくことは、森林資源を有効に活かし、これに一般の人々の関心を向けていく意味で大きな意味があると考えます。

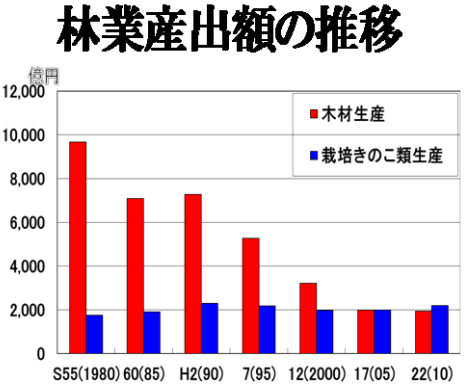
今回は、ハチを飼育しここから蜜を取り試食してみることで終わり、その蜜源を特定したり、森林からどれくらい経済効果を引き出せるかということまで明らかにすることが出来ませんでした。盛農の養蜂は始まったばかりであり、これから継続的に研究を進める中でこれらを明らかにしていきたいと思います。

オール秋田で取り組むオンリーワンのきのこづくりへの挑戦（３年目）

秋田県立大曲農業高等学校　農業科学科　３年　○立原昂平　○簗　芳洋
後藤　滉　　加藤慎也
秋田県立大曲農業高等学校教諭（兼）岩手大学大学院農学研究科　照内之尋

「いま私たちは宣言します。農山村に
活力を取り戻します。新たな雇用を創出します。革新を巻き起こします。」

１．Introduction　はじめに（研究の動機）



近年、消費者の健康に対する意識の増加から、栽培きのこが林業生産額に占める割合は年々増え続けていることに加え、きのこなどの特用林産物は山村の地域経済に大きく貢献しており、農山村における貴重な収入源となっています。一方で、コーンコブなどの培地基材や、おから・フスマなどの添加栄養材の大半を外国産に依存していることから、遺伝子組換えやポストハーベスト農薬など、食の安全面に対する課題も考えられます。

このような背景を受け、今後は、既存の添加栄養材に変わる新たな材料の開発に注目が集まっています。私たちは、秋田県内に豊富なバイオマス資源を用い、未利用地域資源を活用したきのこの開発を進めてきました。具体的には、利用過程において廃棄されている秋田県産の米糠や酒粕、規格外大豆などを培地の栄養材として再利用し、生産コストの低下はもとより、安心・安全なきのこの生産を目的としています。この研究は今年で３年目の継続研究となり、今まで多くの関係者と連携しながら研究を進めてきました。研究計画としては、栽培期間の短いヒラタケを基礎材料とし、科学的データの収集に努め、現在に至っています。

２．ヒラタケ（ *Pleurotus ostreatus* ）を用いた予備試験１

（１）研究培地の作成

秋田県産の栄養材を対象に合計 16 パターンの組み合わせを考案し、培地の組成調合を行いました。A の培地が通常のきのこ農家で用いられている栄養材であり、B～P までが秋田県産の栄養材を組み合わせたものです。

培地	米ぬか	ふすま	おから	中白米ぬか	規格外大豆	酒粕	g 合計
A	50	40	10	0	0	0	100
B	100	0	0	0	0	0	100
C	0	100	0	0	0	0	100
D	0	0	100	0	0	0	100
E	0	0	0	100	0	0	100
F	0	0	0	0	100	0	100
G	0	0	0	0	0	100	100
H	50	0	0	50	0	0	100
I	50	0	0	0	50	0	100
J	50	0	0	0	0	50	100
K	0	0	0	50	50	0	100
L	0	0	0	50	0	50	100
M	0	0	0	0	50	50	100
N	50	0	0	40	10	0	100
O	50	0	0	40	0	10	100
P	50	0	0	35	10	5	100

培地の組成調合は秋田県林業研究研修センターの菅原先生の協力を得て行いました。ヒラタケの種菌を接種し菌が蔓延してから約１ヶ月後、ヒラタケを生産することに成功しました。

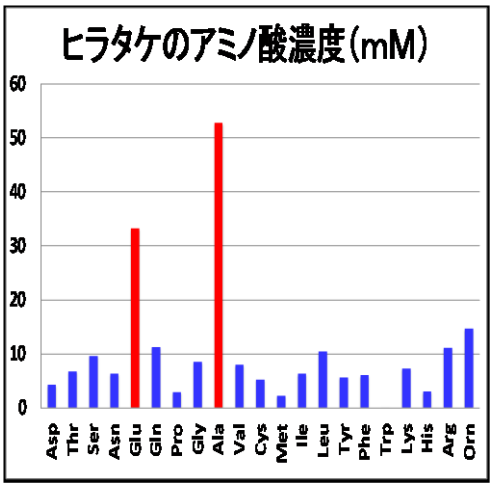
（２）培地組成の違いによる発生状況

発生量別で見た場合、酒粕のみの G 培地と、中白米糠と規格外大豆を 50%ずつ添加した K 培地が圧倒的に多い発生本数となりました。ここで発生量・足の太さ・大きさともに優れていた K 培地に着目すると、一般的に用いられている栄養材の組み合わせである A 培地と、ほぼ同様の栄養成分の割合を示しました。

コスト比較では、秋田県産の栄養材の培地の方が 10%～20%のコスト削減に成功し、安価で生産することが可能となりました。

３．アミノ酸分析実験

きのこの旨み成分であるアミノ酸に関しては、秋田県立大学と共同で分析を行いました。応用生物科学科の伊藤先生と村口先生立ち会いのもとで、アミノ酸の分離・解析を行いました。



分析結果としては、グルタミン酸とアラニンが特に多く含まれていることがわかりました。グルタミン酸は旨み成分の代表格として有名です。このグルタミン酸に注目すると規格外大豆と酒粕の組合せである M 培地が最も高くなりました。また、生育面から候補に挙がった G 及び K 培地は、ともに対照区より高い値を示しました。

さらに G 培地については、オルニチンと GABA の値が非常に高いことがわかりました。

４．予備試験結果の再現性の確認（予備試験２）

予備試験において中白米糠・規格外大豆・酒粕の３つの素材を中心に、再現性を見るため、さらに 13 パターンの組合せを考案し、実験を行いました。アミノ酸分析においては、中白米糠や大豆の組み合わせである K’培地と L’培地にグルタミン酸やアスパラギン酸などの栄養成分を多く含むことが確認できました。また、官能試験においてもアミノ酸分析と同様に、K’培地や L’培地が旨味、甘みなどの総合評価で高い評価を得る結果となりました。

組み合わせ表一覧(2回目予備試験)

培地	米ぬか	ふすま	おから	中白米ぬか	規格外大豆	酒粕	g 合計
A'	40	0	0	40	10	10	100
B'	25	0	0	25	25	25	100
C'	25	0	0	50	5	20	100
D'	25	0	0	50	0	25	100
E'	25	0	0	25	0	50	100
F'	50	0	0	25	0	25	100
G'	25	0	0	25	50	0	100
H'	25	0	0	50	25	0	100
I'	50	0	0	25	25	0	100
J'	0	0	0	50	25	25	100
K'	0	0	0	25	25	50	100
L'	0	0	0	25	50	25	100
M'	50	40	10	0	0	0	100

以上から、１回目の試験結果と今回の結果をまとめると、規格外大豆 50%・中白米糠 25%・酒粕 25%の組み合わせが最良であるという結論に至りました。そして、今までの研究成果を商品化という形で地域貢献に成功し、各イベントや大型商業施設において販売することができました。

５．シイタケへの技術転用実験

（１）菌糸の成長速度実験

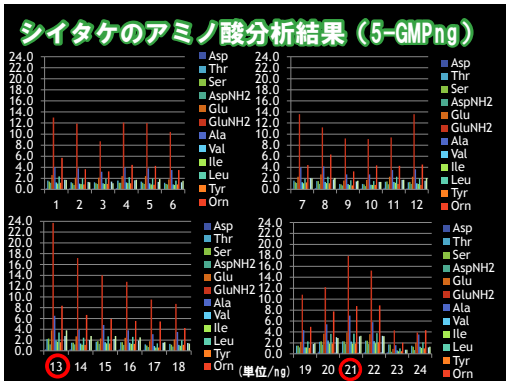
ヒラタケの実験結果をもとに、その経緯及び成果を活かしてシイタケへの技術転用を目的として新たに取り組みました。供試菌株は北研 H607/705、森 XR１号、KV-92 を用います。供試材料は前回の素材に赤糠を加え、市販の培地と比較します。

測定データを見ると、KV-92 の供試菌株が最も菌の蔓延速度が速い結果となり、栄養材としては、規格外大豆５％添加の試験区が最も早い成長を示す結果となりました。

（２）組合せの考案と発生個数調査

菌糸成長速度の結果をもとに栄養材の組み合わせを考案し、北研 H705 と KV-92 で子実体発生実験を行いました。各培地ごとの子実体発生量・発生個数を比較すると、規格外大豆と中白米糠の組み合わせが両者ともに最も多い結果となりました。この結果から、**①１袋あたりダイズ 100g 以下は良好な発生を示すこと**、**②中白は子実体の大型化に影響すること**が確認できました。特に、中白米糠を使用した場合、発生量も増加する一方で、外観も変化し「**傘がくっきりした栗色になり、輪皮（白い部分）が少なくなる**」傾向を示すことが確認できました。

さらに、シイタケにおいて収量調査を行ったところ、**赤糠 55％・中白米糠９％・規格外大豆 18％・酒粕 18％**の組み合わせが**既存の栄養材に比べ収量が 10％増加**することが確認できました。経営分析で見ると、菌床１袋あたり 22.7 円のコスト削減に成功していますので、１日 500 袋作成を 20 日続けた場合、**１ヶ月あたり 22.7 万円の資材費減**となります。収量で見ても、通常１袋の収量は約 800g であるのに対し、10％の増加に成功していますので、**１ヶ月あたり 800 kg の収量 Up** と試算できます。金額に換算すると**80 万円の増**となります。続く、アミノ酸分析において、核酸系の旨み成分であるグアニル酸の含有量が最も高いものとして No21 の組成が挙げられました。通常のアミノ酸では、グルタミン酸やアラニン等において含有量が多く見られたのが No13 と No21 となりました。そこで両者に共通する No21 の組成を見ると**赤糠 78％＋規格外大豆 20％＋酒粕２％**の組み合わせであることが確認できました。そして、念願のシイタケ生産及び商品化に成功。すなわち技術転用が実現したことを意味します。



６．研究の成果

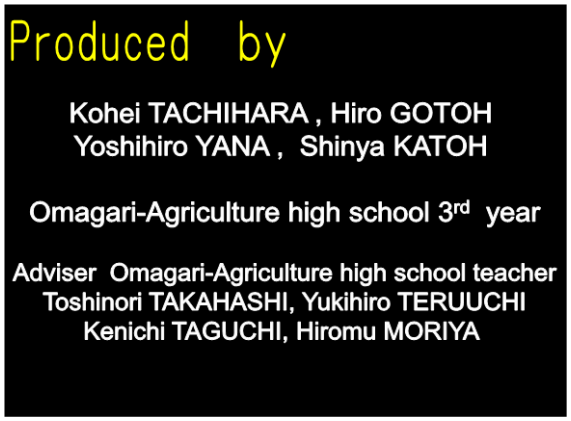
この研究成果は、東北森林科学会や今年度京都大学で行われた日本きのこ学会などハイレベルな研究会で発表を行い多くの評価を頂きました。

また、昨年の３月には秋田県内でも由緒ある齋藤憲三・山﨑貞一顕彰会様より最高賞である特別賞を頂くことができました。

さらに一昨年の 12 月には、「第二回エコワングランプリ」の最終審査会（全国大会）に北海道・東北ブロック代表として出場することができました。会場は東京の学士会館で行われました。プレゼンテーションと質疑応答を終え、審査員からは、「まさに緑の革命、成長戦略の好事例だ」と評価を受け、グランプリである**『内閣総理大臣賞』**を頂くことができました。表彰式では内閣官房副長官である杉田和博様より賞状を授与されました。

また、昨年の 10 月には農業高校の甲子園とも言える「農業クラブ全国大会」に県予選、東北ブロック大会を勝ち抜いて参加することができました。結果としては優秀賞を受賞することができ、研究の成果を発揮することができました。

７．今後の展開

この３年間で生産農家への普及活動も進み、複数の生産者でこの栽培手法を取り入れています。４月には秋田県全域のきのこ生産者へ呼びかけを行い、北は鹿角市から南は湯沢市まで多数の生産者が集結し、低コスト栽培技術会議を開催しました。会議では**「この技術を取り入れたい」「ビジネスとして立ち上げてはどうか」**という声が相次ぎ、生産者どうしのネットワークを構築することができました。このような活動が大きく評価されたことで、今年度から秋田県の大型プロジェクトとして現在始動しています。プロジェクトには新しく兵庫県の甲南大学が加わり、さらに園芸振興課による販売戦略が練り出されます。今後も低コストで機能性に富んだ新しいオンリーワンのシイタケの生産に挑戦し、関係者と連携しながらオール秋田で農山村再生に向けたグリーンイノベーションを展開していきたいと思います。

「農山村に革新を巻き起こし、地域の新たな雇用を生み出すことで、地域に活力を取り戻す」これが、新時代到来に向けた私たちの農山村再生プランです。