

富山県農林水産総合技術センター研究成果集

～ 特色ある地域資源を活かす研究開発 ～



平成21年12月

富山県農林水産総合技術センター

はじめに

富山県農林水産総合技術センターは、農林水産業を巡る情勢の変化、多様化・高度化する県民ニーズに的確に対応するため、平成20年4月1日に農林水産系の試験研究機関を統合して発足しました。現在、研究領域の重点化、分野を超えた横断的な連携により、富山県の農林水産業の今日的課題や時代を先取りした課題の解決に取り組んでいます。

本書は、富山県の農林水産業の発展に向けて取り組んでいる研究から「特色ある地域資源を活かす研究開発」をテーマに平成21年11月17日に開催した平成21年度富山県農林水産総合技術センター研究成果発表会の要旨をまとめたものです。

本書が、富山県の農林水産業への関心を高めるとともに、農林水産業の活性化の一助になれば幸いです。

平成21年12月

富山県農林水産総合技術センター

所 長 高 屋 武 彦

目 次

	頁
□ 高機能性ビタミンEを多く含む稲品種の開発	農業研究所・・・・・・ 2
□ チューリップ新品種はこうして生まれた	園芸研究所・・・・・・ 4
□ リンゴ栽培 はじめの一步 ～水田転換畑での開園技術～	
	果樹研究センター・・・ 6
□ 「たまご」からつくる「とやま肉牛」	畜産研究所・・・・・・ 8
□ 乳酸菌で「GABA（ギャバ）」をつくる	食品研究所・・・・・・ 10
□ 雪に強い森をめざして	森林研究所・・・・・・ 12
□ 県産スギの利用拡大をめざして	木材研究所・・・・・・ 14
□ 富山湾に棲むベニズワイの成長を探る	水産研究所・・・・・・ 16

高機能性ビタミンEを多く含む稲品種の開発

むらた かずまさ
村田 和優（農業研究所）

1 はじめに

我が国は本格的な長寿社会を迎えるなかで、若年層の生活習慣病や成人疾患も増加していることなどから、食と健康に対する関心はこれまでになく高まっています。日常の食事から健康を維持・向上させ疾患を予防する豊かな食生活を築き上げ、健康維持・増進に寄与する作物の開発が求められています。そこで、我々は本県農業の基幹作物であるイネについて、米ぬかに含まれるビタミンEの一種‘トコトリエノール’（高機能性ビタミンE）に注目し、これを強化した品種開発に取り組んでいます。ここに、これまでの研究成果を紹介します。

〈トコトリエノールとは〉

一般の米ぬかには、ビタミンEである‘トコフェロール’と‘トコトリエノール’の2種が含まれています。このうちトコトリエノールは、以下に示すような主に3つの機能性に優れることが最近の研究でわかり、「スーパービタミンE」とも呼ばれています。

- ① トコフェロールよりも30~40倍高い抗酸化性をもつ。
- ② コレステロール低下作用や中性脂肪の蓄積を抑えることにより動脈硬化を抑制する。
- ③ ガン腫瘍等が周囲組織から養分を取り込み増殖する際の血管新生を抑制する（図1）。

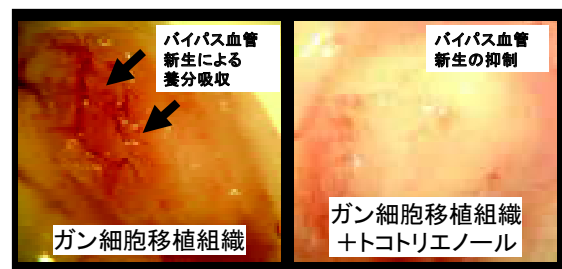


図1 トコトリエノールによるガン細胞増殖の抑制作用（東北大学より提供）

2 成果の内容

1) 米ぬかに含まれるビタミンEの品種間差異

米ぬかトコトリエノールを効率的に活用するために、250種以上の国内外品種の米ぬかビタミンE含量を分析し、その品種間差異を調査しました。その結果、米ぬか1gあたりのトコトリエノール量には約5倍の品種間差異があることを明らかにしました（図2）。

本県の主要栽培品種である「コシヒカリ」は、調査した品種の中でほぼ中間位にあり、トコトリエノール含量はそれほど高くはありませんでした。一方で、韓国の品種「密陽23号」の米ぬかには、「コシヒカリ」などの一般品種に比べ1.5倍以上のトコトリエノールが含まれていました。

その後、この高含量性は移植時期や収穫時期、施肥条件等の栽培方法の影響は受けにくく、安定したものであることがわかりました。

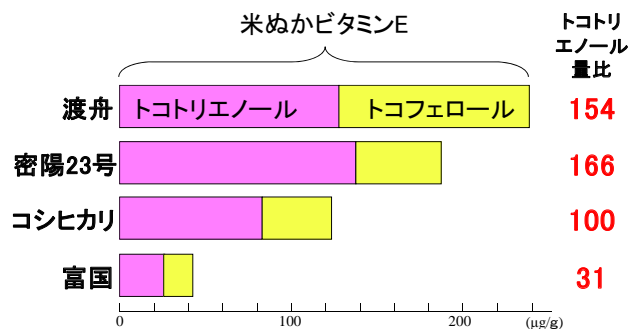


図2 米ぬかビタミンE含量と品種間差異（平成16, 17年度試験平均値）

2) トコトリエノール含量性は遺伝的な特性であり、複数の遺伝子の支配を受ける

「密陽23号」と「コシヒカリ」の雑種F₁世代の米ぬかトコトリエノール含量は、「コシヒカリ」よりも多くなりました。さらにF₂世代では、米ぬかトコトリエノール含量が「コシヒカリ」よりも少ない個体から、「密陽23号」よりも多い個体まで連続的に分布しました（図3）。このことから、米ぬかトコトリエノール含量は単一遺伝子により支配されるのではなく、複数の遺伝子により支配されるものと推察されました。

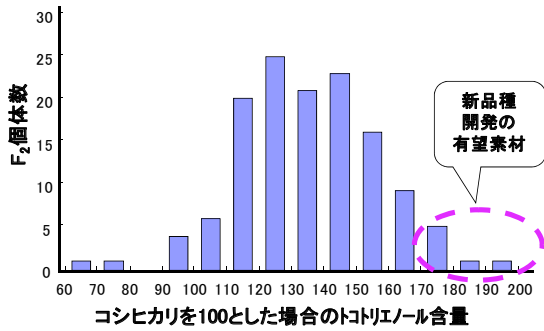


図3 「コシヒカリ」と「密陽23号」の雑種F₂世代のトコトリエノール含量分布

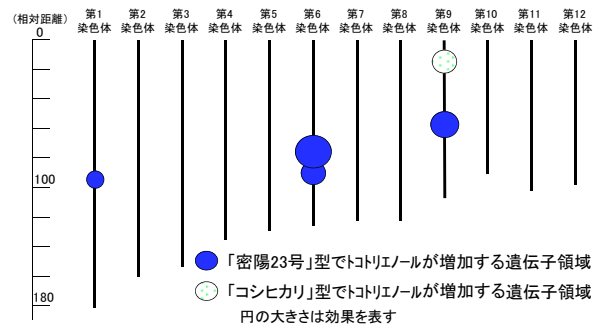


図4 トコトリエノール含量性にかかわる遺伝子領域

3) コシヒカリをベースとした新品種の開発

さらにDNA分析を進めた結果、トコトリエノール含量性にかかわる遺伝子領域を「密陽23号」の第1、第6、第9染色体上に、また「コシヒカリ」の第9染色体上に特定しました(図4)。また、それぞれの遺伝子領域にDNAマーカーを設計し、育種選抜ツールとして活用することが可能となりました。

米ぬかのビタミンE分析には収穫後の玄米を用いるため、分析結果から有望な系統を選抜しても翌年にしか交配できません。そのため従来は二年に一度の交配でしたが、これらのDNAマーカーを活用すれば、苗の段階で有望個体が選抜できます。毎年 of 交配・選抜により、育種期間が大幅に短縮されました(図5)。

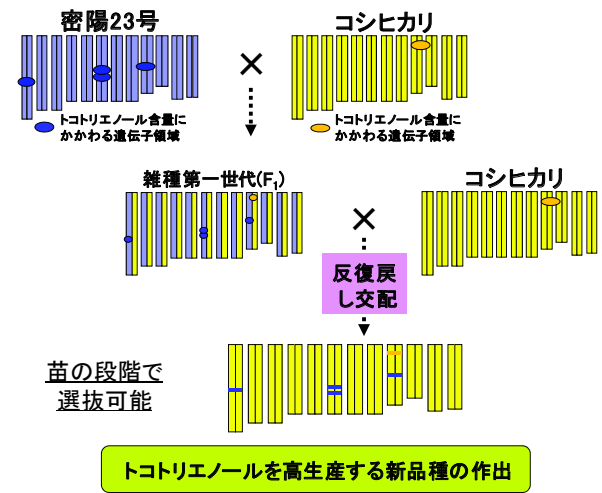


図5 DNAマーカーを用いた効率的選抜育種

現在までに、出穂期、稈長などの外観形質は「コシヒカリ」とほぼ同等であり、「コシヒカリ」の1.7倍の米ぬかトコトリエノール含量を持つ系統を選抜しています。

4) トコトリエノール含量の高い多収品種の開発

医薬原体や機能性食品素材としての活用を目的に、米ぬかトコトリエノールをより多く含む多収品種の開発も進めています。「密陽23号」と多収飼料イネ品種「ハバタキ」の雑種F₄世代では、「コシヒカリ」に対し1.6倍の米ぬかトコトリエノール含量をもち、さらに2.6倍の籾重収量を生産する個体を選抜しました(図6)。試算上、この個体では「コシヒカリ」の4.1倍(1.6x2.6)の米ぬかトコトリエノール生産量が期待できます。

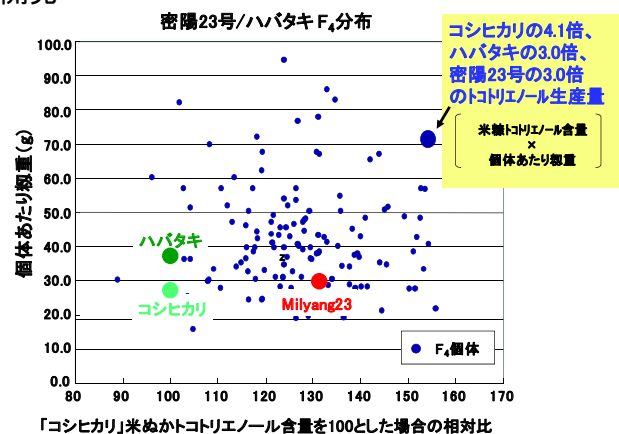


図6 トコトリエノール高含量多収系統の選抜

3 まとめ

‘トコトリエノール’は、今後さらに研究、活用が見込まれる新しい機能性成分です。我々は、‘トコトリエノール’の食品・医薬への実用化を目的とした異分野融合研究を行っています。本県には「くすりの富山」のブランドイメージが確立されており、このイメージにふさわしい、富山オリジナルの健康機能性強化品種の開発を進めていきます。

チューリップ新品種はこうして生まれた 辻 俊明（園芸研究所）

1 はじめに

チューリップは、我が国における花き球根類の代表的作物として、北陸特有の有利な立地条件を背景として、富山、新潟両県で全国出荷量の9割以上の球根を生産しています。

園芸研究所では1947年にチューリップ育種が開始され、1951年からは農林水産省の指定試験事業として受け継がれ、これまでに28の農林登録品種を発表してきました。現在、これらの品種は県内出荷球数の約1/4を占めており、富山ブランドの一翼を担っています。

ここでは、当研究所で行っている育種の方法と、近年発表した耐病性に優れ、切り花としても生産が可能（促成適応性）な品種を紹介します。

2 成果の内容

1) 「春天使」

(1) 育種目標

チューリップ品種の中で促成栽培が可能な白系品種は少ないことから、促成栽培が可能な白系品種の育成を目指しました。

(2) 育成経過

1984年に、赤色で促成栽培が可能な「クリスマス レッド」を母親とし、白色で促成栽培が可能な「アルビノ」を父親とした交配から生まれました。その後選抜と増殖を継続しながら特性を調査し、2009年4月に種苗登録が完了しました。（図1）

(3) 特徴

「春天使」は、①花色は白色で花の揃いが良く、開花後も花が乱れない、②促成栽培が可能で、切り花鉢物生産が可能、③条斑病に強い等の特徴があります。（表1～3）



表1 開花時の地上部特性(2003～2005年の平均値)

品種名	開花日(月日)	花弁長(cm)	花弁幅(cm)	茎長(cm)	葉長(cm)	葉幅(cm)	觀賞期間(日)
春天使	4/24	6.3	4.9	25.2	18.2	11.6	16
(対照)アルビノ	4/25	6.8	4.5	35.1	22.0	11.2	10

・供試サイズ:11cm球

表2 12月出し促成適応性(2003～2005年の平均値)

品種名	開花日(月日)	開花率(%)	花弁長(cm)	茎長(cm)	葉長(cm)	葉幅(cm)	切り花重(g)
春天使	12/27	97.0	5.5	29.2	20.8	5.5	27.1
(対照)アルビノ	12/30	96.8	5.5	29.5	21.4	5.0	28.5

・供試サイズ:11cm球

表3 主要病害に対する抵抗性(2001～2003年の平均値)

品種名	球根腐敗病(発病率%)	微斑モザイク病(感染率%)	条斑病(感染率%)
春天使	19.7	10.9	3.1
(対照)アルビノ	38.7	4.3	10.8
(参考)インゼル	12.0	80.8	24.5

・球根腐敗病は胞子けん濁液に浸漬処理後挿付け、1作後に腐敗球数調査

・微斑モザイク病及び条斑病は汚染土に挿付け、2作後に検定

2) 「紅ずきん」

(1) 育種目標

茎葉が強健な晩生花壇用品種の育成を目標としました。

(2) 育成経過

1984年に、桃紫色で晩生品種の「ナーシカオ」を母親とし、黄色で4倍体の「ミセスジョン・T.シーパース」を父親とした交配から生まれました。その後検定を繰り返しながら増殖し、2008年3月に種苗登録が完了しました。(図2)

(3) 特徴

「紅ずきん」は、①濃橙赤色で晩生品種である、②球根の肥大が旺盛である、③球根腐敗病、微斑モザイクウイルス病、条斑病に強い等の特徴があります。(表4～6)



表4 開花時の地上部特性(2002～2004年の平均値)

系統・品種名	開花日(月日)	花弁長(cm)	花弁幅(cm)	茎長(cm)	葉長(cm)	葉幅(cm)	葉数(枚)	着莖期(日)
紅ずきん	4/26	7.9	5.0	46.5	29.5	10.5	3.8	15
(対照) Menton	4/25	8.9	5.9	53.3	28.7	12.1	3.1	14
(参考) 春万葉*	4/27	8.1	5.7	54.1	27.6	10.2	3.8	13
(参考) 白ずきん*	5/2	9.9	5.7	62.0	31.2	12.0	3.2	13

・供試サイズ: 11cm球

*: 2001～2003年の平均値

表5 100株当たりの球根収量(2002～2004年の平均値)

系統・品種名	掘取日 (月日)	サイズ別球数(球)					総球数 (球)	総球重 (kg)	ほ場収率* (%)
		≥12cm	11cm	10cm	9～7cm	6cm以下			
紅ずきん	6/22	83	12	13	66	200	374	4.8	48.9
(対照) Menton	6/22	83	15	7	73	283	461	4.8	81.7

・供試サイズ: 9cm球

*: 裂皮幅5mm以上

表6 主要病害に対する抵抗性(2002・2003年の平均値)

系統・品種名	球根腐敗病(感染率%)	微斑モザイク病(感染率%)	条斑病(感染率%)
紅ずきん	0.0	2.2	4.2
(対照) Menton	13.6	48.4	34.6
(参考) Ile de France	23.9	34.6	14.5
(参考) ありさ	2.2	0.4	6.1

・球根腐敗病は孢子けん濁液に浸漬処理後植付け、1作後に腐敗球数調査

・微斑モザイク病及び条斑病は汚染土に植付け、2作後に検定

3 まとめ

これまで育成した28品種は、全て交配により育成されました。近年は、イオンビームなどの放射線を利用して突然変異を積極的に起こす方法や、通常の交配では種子が得られない組み合わせで、雌しべの先端を切断して受粉を行う方法を実施しています。また、花粉を部分不活化して受粉する方法や、雌しべを輪切りにして培養を行う方法など新たな手法を用いた育成にも取り組んでいます。この他、約20年も要する育成年限の短縮を図る試験も試みています。

今後は、現在富山県内で最も作付けが多い「黄小町」を超えるような優れた品種を数多く育成したいと考えています。

リンゴ栽培はじめの一步～水田転換畑での開園技術～

ふなはし しづこ
舟橋 志津子（園芸研究所果樹研究センター）

1 はじめに

近年、県内では水稻農家や主穀作経営体の経営複合化により、水田でのリンゴ栽培が増えています。水はけの悪い水田では湿害による生育不良の発生が問題となっています。リンゴ樹には耐水性に優れたわい性台木「JM 系統台木」を利用したものが多いのですが、いくら耐水性に優れた台木であっても、排水対策を講じていない園地では湿害が発生する恐れがあります。

そこで、水田転換畑でのリンゴ栽培にあたり、開園前の排水性改善方法を紹介します。

2 成果の内容

1) リンゴ樹の健全育成に必要な排水条件

4年生の JM7 台木「ふじ」について樹体の根域を調査した結果、地表面～地下 30cm までの間に全根量の 98%以上が存在していました。

また、1年生 JM7 台木「ふじ」をポットに植え、そのポットを植え付け地表面まで水没させて徐々に引き上げることで人為的に排水不良の状況を再現し、生育への影響について調査しました。その結果、根が湛水しても根圏から 24 時間以内に排水されれば樹体生育への影響が少ないことが明らかになりました。

以上のことから、水田転換畑で JM7 台木「ふじ」が湿害もなく健全に生育するには、地下 30 cm までの深さの土壌が、降雨によって地下水位が上昇しても 24 時間以内に排水されるような排水性（排水速度 30 cm/24hr 以上）を備えていることが必要と考えられました。

2) 鋤床層等の破碎による排水性改善効果

水田には保水性を確保するため作土層の下に水を通しにくい「鋤床層」が形成されています。水田にとっては必要な鋤床層ですが、リンゴではこれが排水不良の原因となりがちです。

そこで、水田の鋤床層など水の通しにくい層を重機で破碎し、その排水性改善効果について検討しました。

(1) 処理方法

水はけが悪いとされる重粘土質の水田で(軟らかい粘土質層：地下 0～40 cm、硬い粘土質層：地下 40～80 cm、砂質層：地下 80 cm 以下)、鋤床層を破碎するため、リンゴの植栽を予定している位置にバックホーを用い、地下 80 cm の深さまで列状に掘り下げました。

掘り上げた土壌はリンゴの植えつけに支障がないよう、細かく砕き作土と混ぜて埋め戻しました。処理はリンゴ植え付け前年の 11 月に行いました。

(2) 処理効果

鋤床層等の破碎処理を行ったほ場（以下、処理園）と処理を行わなかったほ場（以下、未処理園）において、降雨により地下水位が地表面まで上昇してから 24 時間後の地下水位の変化を比較しました。その結果、24 時間後の地下水位は未処理園が平均 18.6cm であったのに対し、処理園は計測したほとんどの地点で 30cm よりも低い位置に水位が低下していました。

また、処理園では処理位置に近いほど水位の低下が早く、遠いほど水位の低下が遅いという水位低下速度の違いも確認できました。これは処理位置がほ場内の水の抜け道となり、ほ場全体の排水性を向上させていることを示していると考えられました。



バックホーによる鋤床層の破碎

3) 緑肥作物の導入による透水性改善効果

粘土質の水田では、土壌の透水性そのものが低いことも排水不良の原因と考えられます。そこで、緑肥作物の導入が土壌の透水性に及ぼす影響について検討しました。

(1) 処理方法

草種はいろいろありますが、リンゴ樹の管理のしやすさを考えて「イタリアンライグラス」を選び、リンゴ植栽直後の3月に種子 5kg/10a を、また同年 11 月には種子 4kg/10a を、計 2 回、ほ場全面に播種しました。

(2) 処理効果

「イタリアンライグラス」を播種したほ場（以下、導入園）と播種していないほ場（以下、未導入園）において、シリンダーインタークレート法と呼ばれる方法を用いて土壌の透水性を比較しました。その結果、ほ場の単位時間当たりの水の浸入量（水が土壌を通る量）は、導入園が未導入園よりも多くなっていることが明らかになりました（図 1）。

これは、「イタリアンライグラス」の根が成長とともに粘土土壌に間隙を作ることで水を通しやすくしたもので、緑肥作物「イタリアンライグラス」の導入は土壌の透水性改善に有効な方法と考えられました。

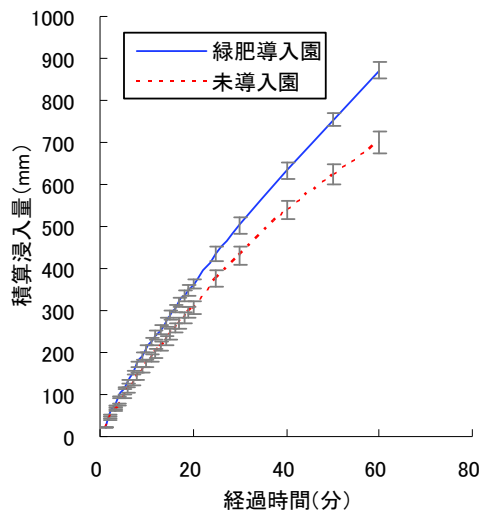


図1 シリンダーインタークレート法による土壌透水性調査(2008)

4) 排水性改善技術導入による湿害軽減効果の検証

上記 2 つの改善技術を導入した排水性改善区と、どちらの技術も導入していない未改善区において、JM7 台「ふじ」1 年生樹の樹体生育を比較したところ、排水性改善区では主幹先端の新梢長が長くなり、また、その他の新梢についても乾物重が大きく充実した枝となりました。また、梅雨時期の葉色 (SPAD 値)、および落葉率を調査した結果、未改善区では葉色の低下と落葉といった湿害と思われる症状が顕著に現れましたが、改善区では葉色の低下はほとんどなく、落葉率も未改善区の半分程度でした（図 2, 3）。この検証の結果、鋤床等の破碎処理、および緑肥作物の導入は水田転換畑でのリンゴの健全育成に有効な技術であることが明らかとなりました。

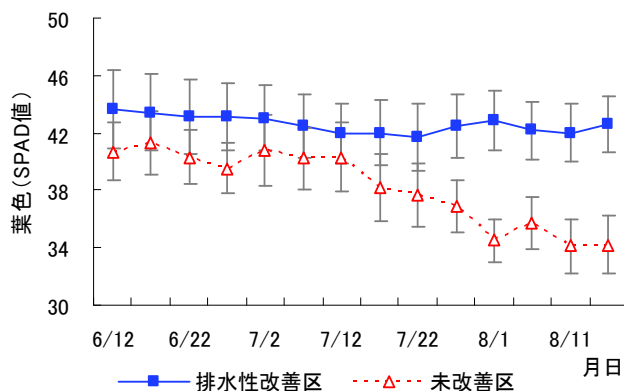


図2 水田転換畑における排水性改善技術が1年生樹の葉色に及ぼす影響(2008)

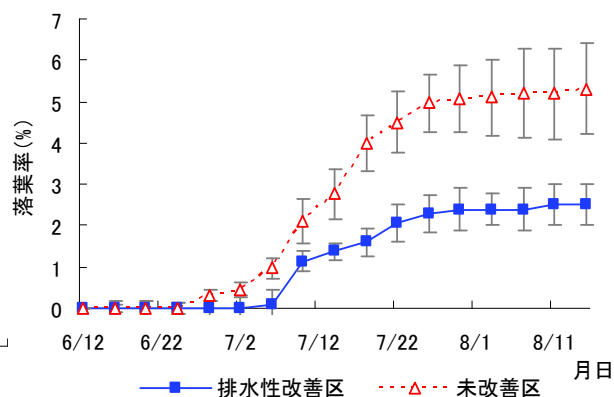


図3 水田転換畑における排水性改善技術が1年生樹の落葉率に及ぼす影響(2008)

3 まとめ

水田はもともと稲を栽培するためのほ場として長年時間をかけて整備されてきました。しかし、近年は水稲農家の経営安定対策としての経営複合化により、水田でリンゴを導入する経営体も増えてきています。リンゴを経営に定着させていくためには学ばなければならない多くの栽培技術がありますが、「リンゴ栽培を始める最初の一步」として、この技術が生産現場に活用されることを期待します。

「たまご」からつくる「とやま肉牛」

よつしま けんじ
四ツ島 賢二（畜産研究所）

1 はじめに

本県では肉牛の生産基盤は、比較的小さいものの、県民のニーズにあった牛肉生産のため、関係者が努力を重ねています。そのような状況のなかで、富山育ちの「とやま肉牛」を効率的に増産するためには、受精卵移植技術の活用が有効です。本県は、全国的にも早い時期にこの技術で肉牛を誕生させ、その後、受精卵の凍結保存や体外受精技術等の技術開発を進めてきました。今後は、これらの技術に性判別をはじめとした遺伝子診断技術、さらに、将来的にはクローン技術などを組み合わせることで、「たまご」からより質の高い「とやま肉牛」をつくるのが期待されます。そこで、今回は、受精卵の効率的生産の基礎となる体外培養技術の高度化への取り組みについて、報告いたします。

2 成果の内容

1) 「たまご」の“旬”の時期を

コントロールする

体外受精などで、牛の卵子が受精できる時間は卵巣から取り出して20～24時間と限られており、早すぎても遅すぎても良好な結果は望めません。そのため、従来は卵子を回収した時間によって、作業的な大きな制約がありました。そこで、シクロヘキシミド (CH) という卵子の成熟を抑える作用がある比較的安価な物質を用いて、卵子の受精適期である“旬”の時期をコントロールすることを可能にしました。CHは、牛の体温に近い38℃で使うと受精卵発生率が低下しますが、培養温度を下げることで発生率や発育速度が改善されました。

(図1)

2) 卵子や受精卵を客観的に評価する

卵子や受精卵の品質は受胎率を改善するための大切なポイントです。従来、これらの評価は、技術者の熟練度に依存していました。一方、客観的な評価法は、蛋白質や遺伝子を分析することから、卵子や受精卵を傷つけてしまうため、客観的で非破壊による方法が望まれていました。品質のよい卵子とは周囲の保護細胞が厚く、受精卵は自身の細胞の数が多いものとされています。

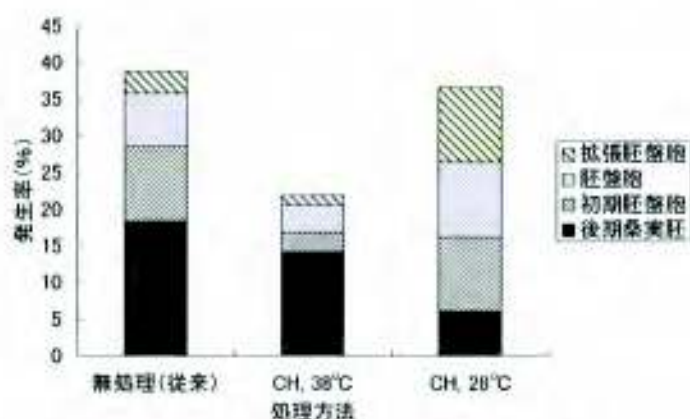


図1. “旬”の時期のコントロールによる受精卵発生率の変化

受精卵は後期桑実胚、初期胚盤胞、胚盤胞、拡張胚盤胞の発育ステージ順に成長し、それにつれて細胞数が増え、サイズが大きくなる。細胞数が多い受精卵は受胎しやすく、品質がよいとされる。

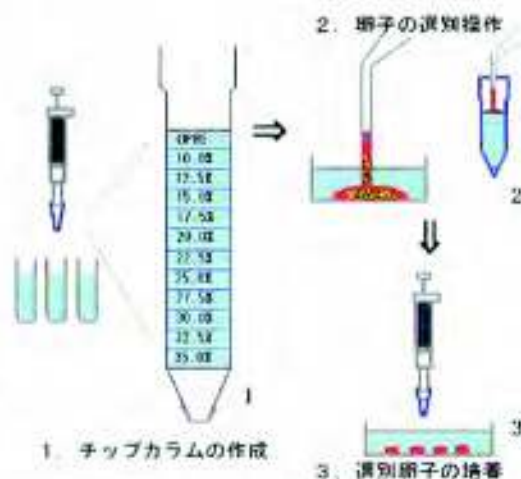


図2. パーコール不連続密度勾配チップカラムによる卵子の選別

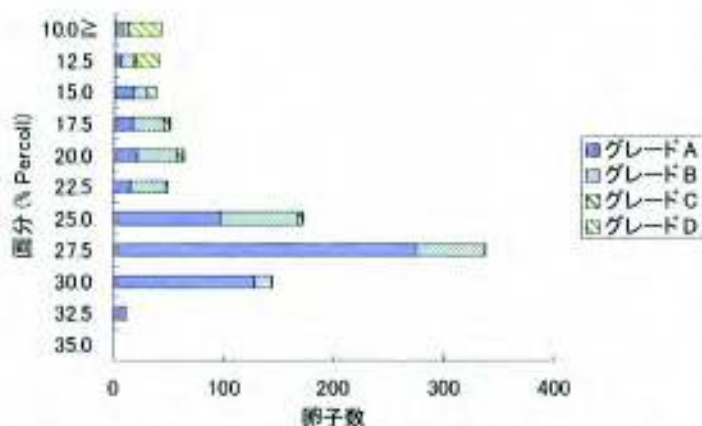
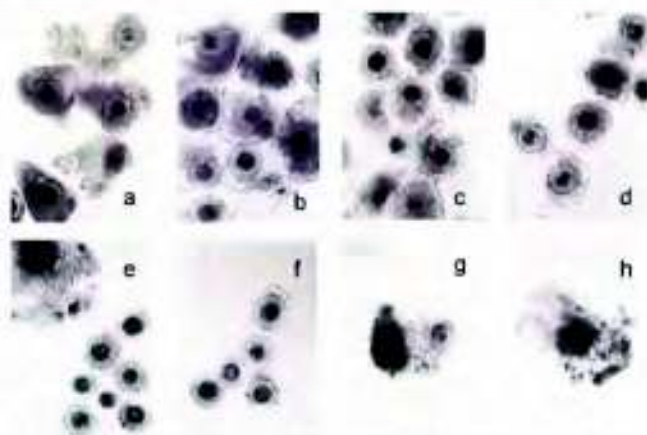


図3. パーコール不連続密度勾配チップカラムによる卵子の客観的評価

グレードAは保護細胞が厚いもの、Bは中間、Cは薄いもの、Dは保護細胞が変性しているもので、AからDの順に品質が下がる。



a: 30%Percoll, b: 27.5%, c: 25%, d: 22.5%, e: 20%, f: 17.5%, g: 12.5%, h: 10%

図4. パーコール不連続密度勾配チップカラムで選別した卵子の外観

a-dは保護細胞が厚く、品質がよい。e、fは保護細胞が薄く、g、hは保護細胞が変性している。

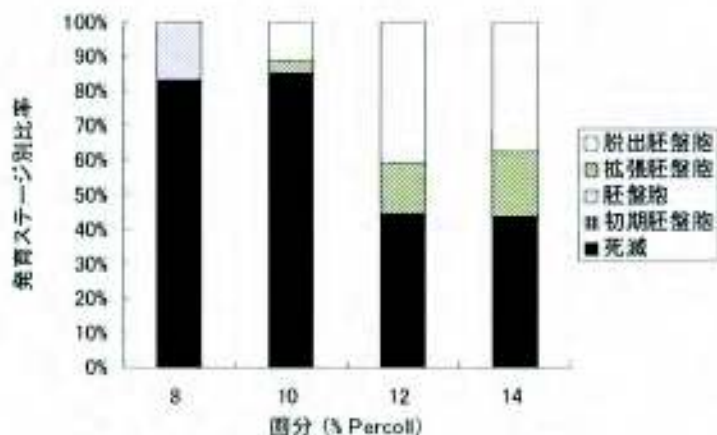


図5. パーコール法で評価した受精卵を72時間培養継続したときの発育

胚盤胞、拡張胚盤胞と発育ステージが進むと受精卵のサイズは大きくなり、ついに卵子の殻を破って出てくる脱出胚盤胞になる。品質の良い受精卵は、ここまで発育する。

そこで、パーコールという細胞の分離にも用いられる高分子化合物を利用したところ、卵子や受精卵を比重の違いにより評価できることが明らかになりました。しかし、この方法は時間がかかることから、より簡易で卵子を自動的に選別する目的で、パーコール不連続密度勾配チップカラムという技術を開発しました。(図2)

このチップカラムを用いると、品質のよい卵子はパーコールの比重が高い領域に集まるため、自動的に卵子を選別することができます。

(図3、4)

また、この技術は受精卵にも応用でき、初期胚盤胞という発育ステージにおいて、比重を調べることにより、その後の発育が良い受精卵を予測できることも明らかになりました。(図5)

3 まとめ

当所では、体外培養技術の高度化に伴い、受精卵の数・質も向上しており、県内での受精卵移植による子牛も、年々多くなっています。また、乳用牛では、性別した受精卵の移植が主流になってきています。

今後も、消費者の方々が安心して食することができる良質な「とやま肉牛」を育むために、受胎率向上などの技術的な問題を解決するため、研究を進めていきたいと考えています。

乳酸菌で「GABA（ギャバ）」をつくる

寺島 晃也 (食品研究所)

1 はじめに

GABA (γ - アミノ酪酸) は非たんぱく質のアミノ酸で、血圧降下作用や脳機能改善作用などの生理作用が報告されており、茶やチョコレート、乳飲料など GABA を多く含む食品が販売され、大きな市場を形成しています。GABA はグルタミン酸脱炭酸酵素の作用によりグルタミン酸が脱炭酸され生成します。近年、一部の乳酸菌に GABA 生成能があることがわかり、それを利用した GABA 含有食品が販売されるようになりました。漬物などの発酵食品には多種多様の乳酸菌が存在しており、これらの中には GABA を生成する乳酸菌が存在する可能性があります。そこで、GABA を高生産する乳酸菌を漬物から探索し、これを利用することで GABA を豊富に含有する食品の開発を試みました。

2 成果の内容

1) GABA 高生産乳酸菌の探索

漬物から GABA を高生産する乳酸菌を分離するため、まず、漬物へ GABA の前駆物質であるグルタミン酸を添加し、GABA の生成量を調べました。

もしグルタミン酸が減少し、GABA が増加していれば、乳酸菌によってグルタミン酸から GABA に変換された可能性があります。

糠漬け、キムチ、しば漬けなど富山県内で製造されている漬物 20 点について、それぞれ、グルタミン酸を 0.5% 添加し、30℃ で 7 日間培養後、GABA とグルタミン酸を測定しました。

その結果、糠漬け A に顕著な GABA の増加とグルタミン酸の減少がみられ、グルタミン酸から GABA への変換が進んでいることが分かりました (表 1)。

そこで糠漬け A から 20 株の乳酸菌を分離し、100ml あたりグルタミン酸を 1000mg 添加した液体培地でそれぞれ培養し、GABA の生成能を調べた結果、GABA を 538mg と高生産する乳酸菌を得ることができました。

この GABA 高生産乳酸菌は遺伝子解析の結果、ペディオコッカス・アシディラクティス (*Pediococcus acidilactici*) と同定されました (図 1)。また、その GABA 生成条件を調べた結果、塩分 2~4%、グルタミン酸濃度 2%、pH 酸性の条件で GABA をよく生産することが分かりました。

表 1 漬物へのグルタミン酸添加による GABA 生成

	添加直後		培養後	
	GABA	グルタミン酸	GABA	グルタミン酸
糠漬け A	146	578	591	26
糠漬け B	112	551	186	456
糠漬け C	86	530	157	430
糠漬け D	91	572	135	513
糠漬け E	77	527	124	465
キムチ A	45	856	76	806
キムチ B	37	1050	42	1038
キムチ C	76	1120	104	1006
浅漬け A	25	1240	27	1230
浅漬け B	32	1080	37	1046
しば漬け A	26	1130	53	1112
しば漬け B	32	970	43	934
たくあん A	45	960	76	912
たくあん B	68	1140	70	1115
奈良漬け	76	880	115	720
かぶらずし A	38	510	41	501
かぶらずし B	17	507	22	511
かぶらずし C	32	533	40	528
かぶらずし D	41	515	27	510
かぶらずし E	37	509	33	531

mg/100g

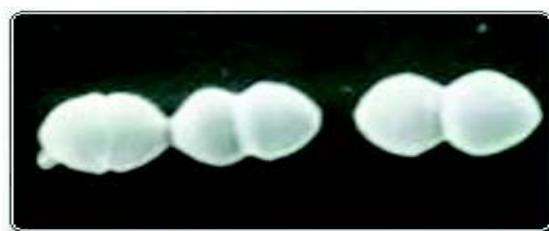


図 1 GABA 高生産乳酸菌
ペディオコッカス・アシディラクティス

2) GABA 高生産乳酸菌を用いた食品の製造

分離した GABA 高生産乳酸菌を用いて、かぶらずし、サラミソーセージを試作しました。かぶらずしは原料にかぶ、さば、米、米麴を用いました。GABA 高生産乳酸菌は麴糖化液で培養し、グルタミン酸とともに米麴に添加しました。かぶ、さばと米麴を合わせ 7 日間発酵熟成させました (図 2)。

試作したかぶらずしの GABA 含量は 100g あたり 230mg と市販製品 (17~71mg) に比べ多量の GABA を含有していました。味、風味とも良好で、市販のかぶらずしと遜色ない良好なものとなりました。サラミについては乳酸菌を用いないで製造したサラミの GABA 含量が 100g あたり 10mg であったのに対し、図 3 のように GABA 高生産乳酸菌を添加して製造したサラミの GABA 含量は 70mg と 7 倍も含有していました。味も酸味が特徴的で良好なものとなりました。

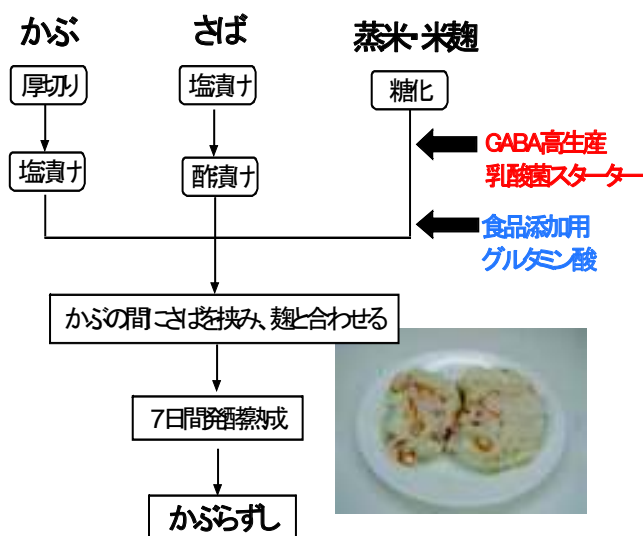


図 2 GABA 高生産乳酸菌をスターターとして用いたかぶらずしと製造工程

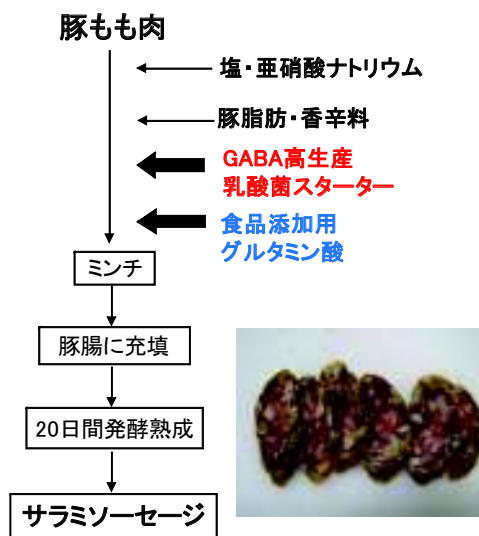


図 3 GABA 高生産乳酸菌をスターターとして用いたサラミソーセージと製造工程

3 まとめ

市販漬物より GABA 高生産乳酸菌を探索分離し、これを製造時に添加し (スターター)、GABA を豊富に含む食品を製造することができました。近年、健康機能は食品のマーケティングにおいて大きな要素となっています。GABA や乳酸菌といった健康機能性を付与するこの技術は食品の販売において大きなプラスになると考えられます。かぶらずし、サラミ以外、ヨーグルトやチーズなどの乳製品、日本酒など多くの食品が乳酸菌を利用して作られています。このような食品についても今回分離した GABA 高生産乳酸菌を応用できる可能性があり、今後、検討していきたいと考えています。

雪に強い森をめざして 嘉戸 昭夫（森林研究所）

1 はじめに

住宅等の建材に用いられる樹種はスギやヒノキなどの針葉樹が大半であり、広葉樹はわずかです。本県のような雪国ではヒノキ造林が不向きなため、スギが最も重要な造林樹種になっています。

ところが、苦勞して育てたスギ林が一夜にして、壊滅的な被害を受けることがあります。雪の重みで幹が折れたり倒伏したりするのです（図1）。この現象は樹木の冠雪害と呼ばれています。この危険度が全国で最も高いのは北陸地方、とりわけ富山県西部の里山（丘陵帯）と言われています。この一因として冠雪害に弱い品種ボカスギの造林割合が高いことがあげられます。

そこで、ボカスギが冠雪害になぜ弱いのか、現存するボカスギの冠雪害防止対策としてどのようなことが考えられるのか、などについて報告します。

2 成果の内容

1) 冠雪害の発生頻度

本県では1966年からの40年間に、被災面積が10haを超える冠雪害が10回発生しましたが、そのうちの9回は県西部の丘陵帯を中心に発生しました。また、750ha以上のスギ林が被災した56豪雪では、面積被害率も県西部の市町村で高い傾向が認められています。

2) 冠雪害の品種比較

県内の人工林面積の約80%がタテヤマスギで、15%がボカスギです。前者は県西部の山地帯や県東部の丘陵帯と山地帯に、後者は県西部の丘陵帯に植栽されています。これらの品種別に冠雪害による本数被害率を5箇所の試験地で比較したところ、ボカスギはタテヤマスギに比べて冠雪害率が高いことが再確認されました（表1）。

3) 冠雪害発生と林木要因

冠雪害は、枝葉に付着する冠雪荷重とそれを支える樹幹耐力との力関係で発生します。したがって冠雪荷重と樹幹耐力が定量化されるならば、冠雪害の発生機構の解明に役立つと考えられます。

そこで、スギ樹冠（葉）に付着する冠雪荷重を野外で測定しました。その結果、冠雪荷重は葉量にほぼ比例して増えることが判明しました。なお、葉量は林木の胸高断面積にほぼ比例することから、冠雪荷重は林木の直径の約2乗に比例するといえます。葉量当たりの冠雪荷重は品種間に有意な差異は認められませんでした。ボカスギはタテヤマスギより約20%葉量が多かったことから、冠雪荷重もその分多くなることが推測されました。

次に、樹幹が冠雪により座屈破壊*する現象をモデル化し、座屈荷重*から樹幹耐力を求めることにしました。スギ立木に鉛直荷重を加えて座屈荷重を測定した結果、その荷重は樹幹ヤング率と直径の4乗に比例し、樹冠の重心高（樹高の約70%の位置）の2乗に反比例することが確かめられました。

*座屈破壊：細長い棒が圧縮力を受け、折れ曲がって破壊に至る現象。このときの荷重を座屈荷重という。



図1 ボカスギ林の冠雪害

表1 冠雪害の品種比較

調査地	林齢 年生	本数被害率 (%)	
		タテヤマスギ	ボカスギ
砺波市	12	36	14
立山町	12	1	45
富山市八尾町	20	17	71
氷見市	28	9	56
小矢部市	54	4	74

以上の結果を解析したところ、冠雪害危険度は、樹幹ヤング率に反比例し、形状比（樹高/胸高直径）の2乗にほぼ比例することがわかりました。この結果は、樹幹ヤング率が小さく、かつ形状比が大きい林木ほど冠雪害危険度が高いことを示唆しています。

ボカスギとタテヤマスギの樹幹ヤング率を5林分で比較したところ、前者の方が後者よりも統計的に小さい傾向が認められたことから、前述した冠雪害の品種間差異は、樹幹ヤング率の差異によるものと考えられました。（表2）。

また、形状比が大きいほど被害率が高くなる傾向は、1985年12月に調査した氷見市のボカスギ林でも確認されています（図2）。

表2 樹幹ヤング率の品種比較

調査地	林齢 年生	樹幹ヤング率 Mpa	
		タテヤマスギ	ボカスギ
立山町1	12	3199	1831
砺波市	14	3060	2589
立山町2	20	4315	2251
氷見市	20	6610	3081
立山町3	22	5482	3491

4) 立木密度管理による冠雪害防止

冠雪害を防止するためには、樹幹ヤング率の大きな品種を選択することに加えて、形状比を小さく保つことが重要と考えられます。形状比は立木密度と密接に関連しており、生育段階が同じであれば、低密度林分ほど形状比は小さくなる傾向があります。

そこで、ボカスギを通常の2,000本/haよりも低密度(1,500本/ha)に植栽した18年生林分において、間伐回数の違いによって平均形状比がどのように変化するかを予測してみました（図3）。予測には直径階別の本数や樹高が推定できるシステム収穫表を用いました。その結果、平均形状比を小さく保つには、低密度植栽に加えて間伐を繰り返す必要があることが判明しました。

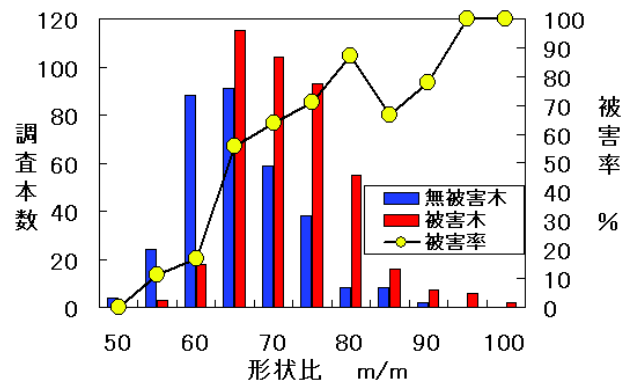


図2 無被害木と被害木の形状比(樹高/胸高直径)別本数と被害率

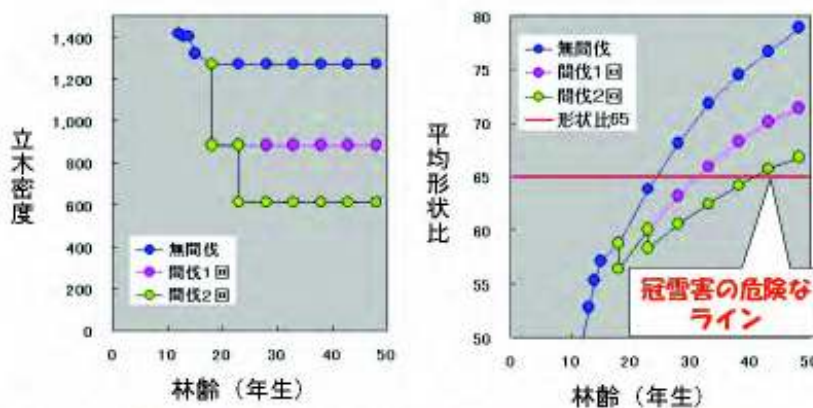


図3 間伐回数の違いによる平均形状比の変化(予測値)

3 まとめ

ボカスギがタテヤマスギよりも冠雪害の危険度が高い一因は樹幹ヤング率が小さいこと、現存するボカスギの冠雪害防止対策として低密度植栽や間伐が有効なことが考えられました。

県産スギの利用拡大をめざして

もりまつ まこと
森松 亮 (木材研究所)

1 はじめに

スギを主体とした県内の人工林は、45年生以上の林分が全体の約40%を占めており、本格的に伐採可能な資源状況にあります。また、県内の木材産業においては、ロシア材の輸出関税の引き上げに伴い、原木の確保が困難な状況にあり、国産材への移行を検討する企業もあります。このため、県産材の安定供給体制の構築と併せて、人工林の約93%を占めるスギの利用促進が求められています。

しかし、木材価格の低迷等により林業生産活動が停滞しており、県内のスギ素材生産量は28千 m^3 (H20年)と、低位に推移しています。また、建築業界では、新築住宅に欠陥があった場合に補修を義務付ける住宅瑕疵担保履行法の制定や建築基準法の改正の動きにより、木材の品質が強く求められています。

そこで、木材需要の大宗を占める建築部材としての利用拡大を図るため、地域ビルダーや建築士等に対し、県産スギ材の信頼性を一層高めることが重要と考え、住宅用の構造材や下地材における県産スギの強度性能等について明らかにするとともに、新たな内装材の開発に取り組んだ結果を報告します。

2 成果の内容

1) 県産スギは住宅部材として安心して利用できるか

住宅における部材は、柱、梁・桁などの構造材から屋根裏や壁裏に使用する下地材など、多種多様であり、求められる性能も異なります。ここでは使用部材別に県産スギの利用について検討しました。

(1) 構造材(柱、梁・桁、垂木など)としての利用

県産スギ材を構造材として利用するには、その強度特性を明確にする必要があります。このため、約230本の柱材や梁材の実大強度試験(写真1)を行いました。(図1)

県産スギは、平均曲げ強度35.1 N/mm^2 、平均曲げヤング率6.1 kN/mm^2 であり、全国のスギの平均値(40.8 N/mm^2 、7.1 kN/mm^2)と比較するとそれぞれ約1割低めの値でした。

しかし、強度データの下限值(建築法規上の基準強度に相当する値)は、県産スギは24.1 N/mm^2 であり、基準強度(22.2 N/mm^2)をみたしていることから、県産スギは構造材として安心して使えることがわかりました。

また、県内のスギの主要な品種であるタテヤマスギとボカスギ間での強度特性の違いについても検討しました。

その結果、曲げ強度はタテヤマスギ、ボカスギとも基準強度をみたしており問題がないことが示されました。しかし、ボカスギでは曲げヤング率が低い傾向が認められました。このことから、ボカスギを梁材として使用する場合には、撓みに注意することが必要になります。

- ・曲げヤング率: 材料の変形しにくさを表す係数。係数が高いほど変形しにくい。木材の強度性能を表す代表的な指標
- ・基準強度: 木材がどの程度の強度を見込んでよいかを示す値。実大強度データの低い値から5%目の値で示す。



写真1 実大強度試験

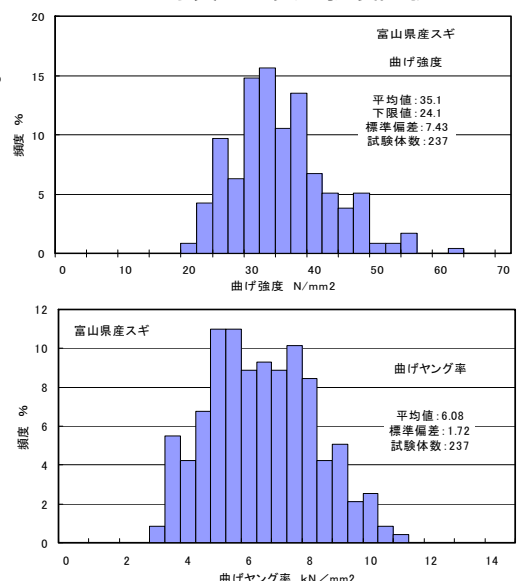


図1 県産スギの強度性能

(2) 下地材（胴縁、貫、野地板など）としての利用

これまで、住宅の下地材は、ロシア材（エゾマツ、アカマツ）が主流でしたが、原木の確保が困難な状況にあり、県内の大規模な製材工場では、国産のスギ材への移行を検討する企業もあります。また、大工の方からは、「スギはやわらかく釘が効かない」とか「浮いてくる」といった声がよく聞かれます。

このため、県産スギの下地材（胴縁、貫など）への利用を進めるために、県産スギにおける釘の引き抜き耐力について検討しました。（図2、写真2）

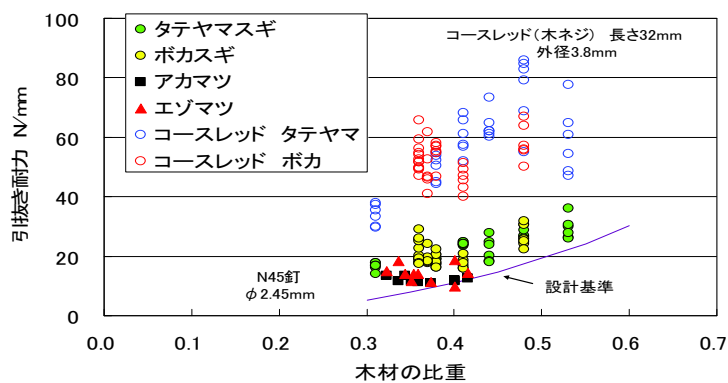


図2 釘の引き抜き耐力

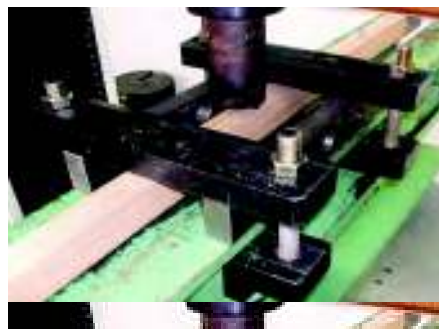


写真2 釘引き抜き試験

その結果、タテヤマスギ、ボカスギとも釘の引き抜き耐力は、ロシア産エゾマツやアカマツと比較して同等以上であることが明確になりました。また、釘接合部のせん断性能においても問題ないことがわかりました。

以上のことから、県産スギは、これまであまり利用されなかった下地材としても安心して使えると言えます。

2) 県産スギを内装材（床材）として利用できないか

梁や桁、柱などの構造材や下地材への県産スギ材利用は、量を確保する上で重要ですが、集成材や外材などと品質とコスト面での厳しい競争にさらされます。山元への利益の還元という観点からは、より付加価値の高いオリジナルな製品を開発することが重要な課題です。

付加価値の高い製品としては内装材があげられますが、木材研究所では、傷が付きやすいことから、従来あまり利用されていない床材への製品開発にも取り組みました。

木材研究所で開発した加熱ロールプレス装置により、スギの表面を約0.1mm圧縮固定するもので、簡便な表面処理で製造することができます。この製品は、フローリング JAS の磨耗A試験を満足する耐摩耗性が付与されており、有峰ハウス（富山市）や県女性相談センター等に施工されています。



写真 有峰ハウスの施工例

3 まとめ

このように、県産スギは、住宅用の構造材や下地材はもとより、付加価値の高い内装材への利用も可能です。これらの成果をH22年度に普及用資料として取りまとめる予定であり、県内の木材業界、建築業界の皆さんに活用してもらいたいと考えています。

木材は再生産可能な資源として、また環境にやさしい素材として注目されていますが、住宅に使用する場合、その性能がますます求められる時代になってきています。安定供給の体制づくりはもとより、乾燥、グレーディングや新たな製品開発により需要者が求める製品供給を図ることが喫緊の課題です。今回紹介した取組み等により、県産スギの利用拡大が進み、地域の森林・林業、木材産業が活性化されることを期待しています。

富山湾に棲むベニズワイの成長を探る

まえだ つねお
前田 経雄 (水産研究所)

1 はじめに

富山県におけるベニズワイの漁獲量は、長期的には減少傾向にあることから、平成 11 年漁期（平成 11 年 9 月～平成 12 年 5 月）より、漁獲限度量を 800 トンとした漁業者自らによる資源管理の取組みがスタートしました。

今後、資源管理の効果を把握し、漁業者による取組みを支援してゆくためには、ベニズワイの年齢や成長などの生物学的情報が必要ですが、本種は深海に生息するため未解明の部分が多く残されています。そこで、富山湾から汲み上げた海洋深層水を活用し、ベニズワイの生息環境水温を再現した飼育実験を行うことにより、脱皮による成長過程を調査しました。

甲殻類であるベニズワイは脱皮により成長することから、連続的な成長ではなく、不連続な階段状の成長を行います(図 1)。したがって、脱皮成長を解明するためには、体サイズの変化(年齢*ごとの体サイズや脱皮 1 回あたりの成長量)、ならびに脱皮間隔を明らかにする必要があります。

*ある脱皮から次の脱皮までの間の発育段階のことで、ある 1 つの年齢の間は体のサイズがほぼ一定の大きさとなります。

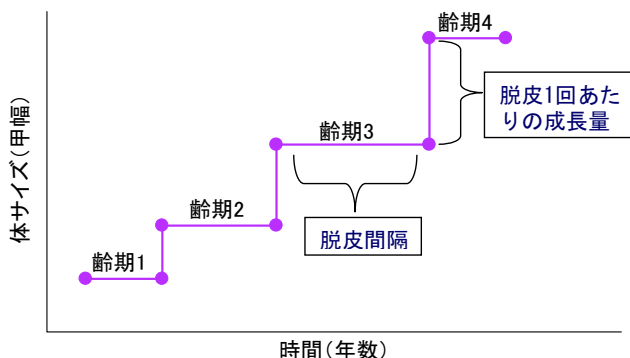


図1 甲殻類の脱皮成長モデル

2 成果の内容

1) 脱皮による甲幅の成長

平成 15 年 1 月から平成 21 年 1 月までに観察された延べ 356 回のオスの脱皮について、脱皮前甲幅の頻度分布を描くと、10 個のサイズグループに分かれることが判りました(図 2 上)。これらのサイズグループごとに甲幅成長量を調べたところ、脱皮前の甲幅が 8~11mm (平均 9.3mm) の個体では脱皮 1 回あたりの甲幅成長量は平均で 3.7mm と小さかったが、脱皮前の甲幅が 50~64mm (平均 55.6mm) の個体では甲幅成長量は 13.3mm と、大きな個体ほど甲幅成長量が大きくなる傾向が認められました(図 2 下)。

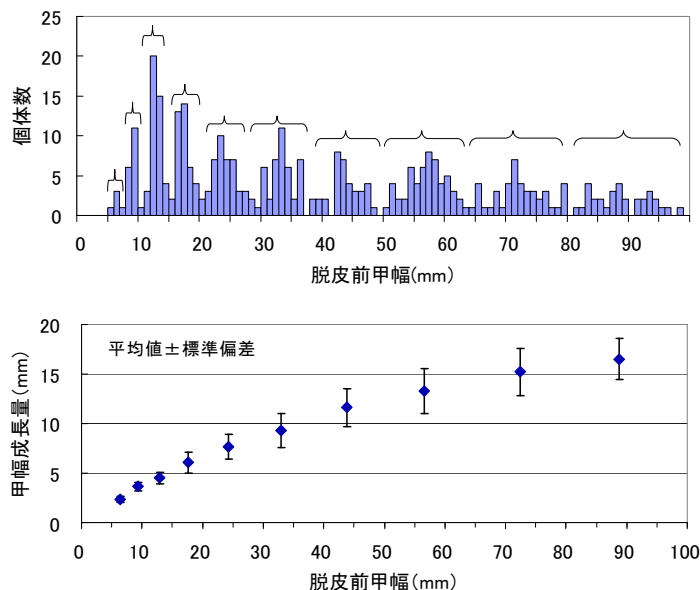


図2 脱皮前甲幅の頻度分布(上図)と各サイズグループごとの脱皮1回あたりの甲幅成長量(下図)

ある脱皮前甲幅にその脱皮における甲幅成長量を加えると、次のサイズグループの平均サイズとほぼ等しい大きさになっていることから（例えば、脱皮前甲幅が平均 43.9mm では、甲幅成長量（平均値 11.6mm）を加えると 55.5mm となり、これは次のサイズグループの甲幅平均値（56.6mm）にほぼ一致する）、ベニズワイは脱皮により、今回認められた 10 のサイズグループ（齢期）を 1 つずつ経て成長していくことが判明しました。

2) 脱皮間隔

オスの脱皮間隔(日数)は、甲幅 7~8 mmではおよそ 150~200 日であったのが、甲幅 50~60 mmではおよそ 300~600 日であり、甲幅 7~82mm の範囲ではサイズの大きな個体ほど脱皮間隔が長くなる傾向が見られました(図 3)。脱皮前甲幅と脱皮間隔(日数)の関係については、以下に示す有意な回帰式が得られました。

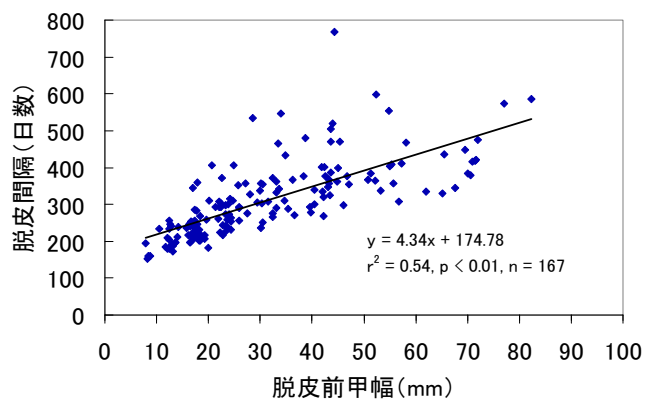


図 3 脱皮前甲幅と脱皮間隔の関係

$$\text{脱皮間隔(日数)} = 4.34 \times \text{脱皮前甲幅 (mm)} + 174.78 \quad (r^2 = 0.54)$$

3) ベニズワイ（オス）の成長様式

既往の知見や本研究で得られた齢期ごとの甲幅平均サイズと、サイズ別の脱皮間隔を基に、ベニズワイ（オス）の成長様式を図 4 に示しました。11 回の脱皮を行い齢期 12（平均甲幅 89mm）に達するまでに 9 年、12 回の脱皮を行い齢期 13（平均甲幅 105mm）に達するまでに 10.5 年を要すると推定されました。ベニズワイは省令により漁獲対象となるのは甲幅 90mm を超えるオスのみであることから、漁業資源へ加入するまでにふ化後およそ 9~11 年を要すると考えられます。

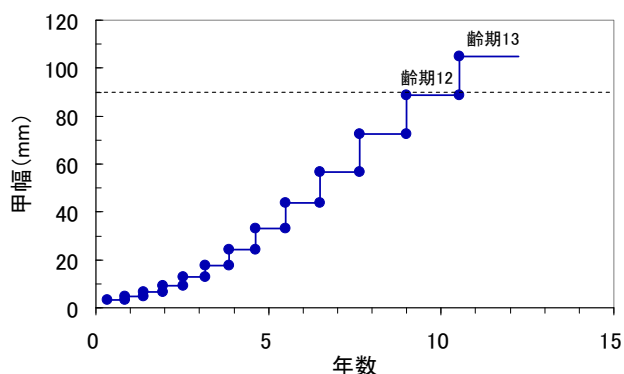
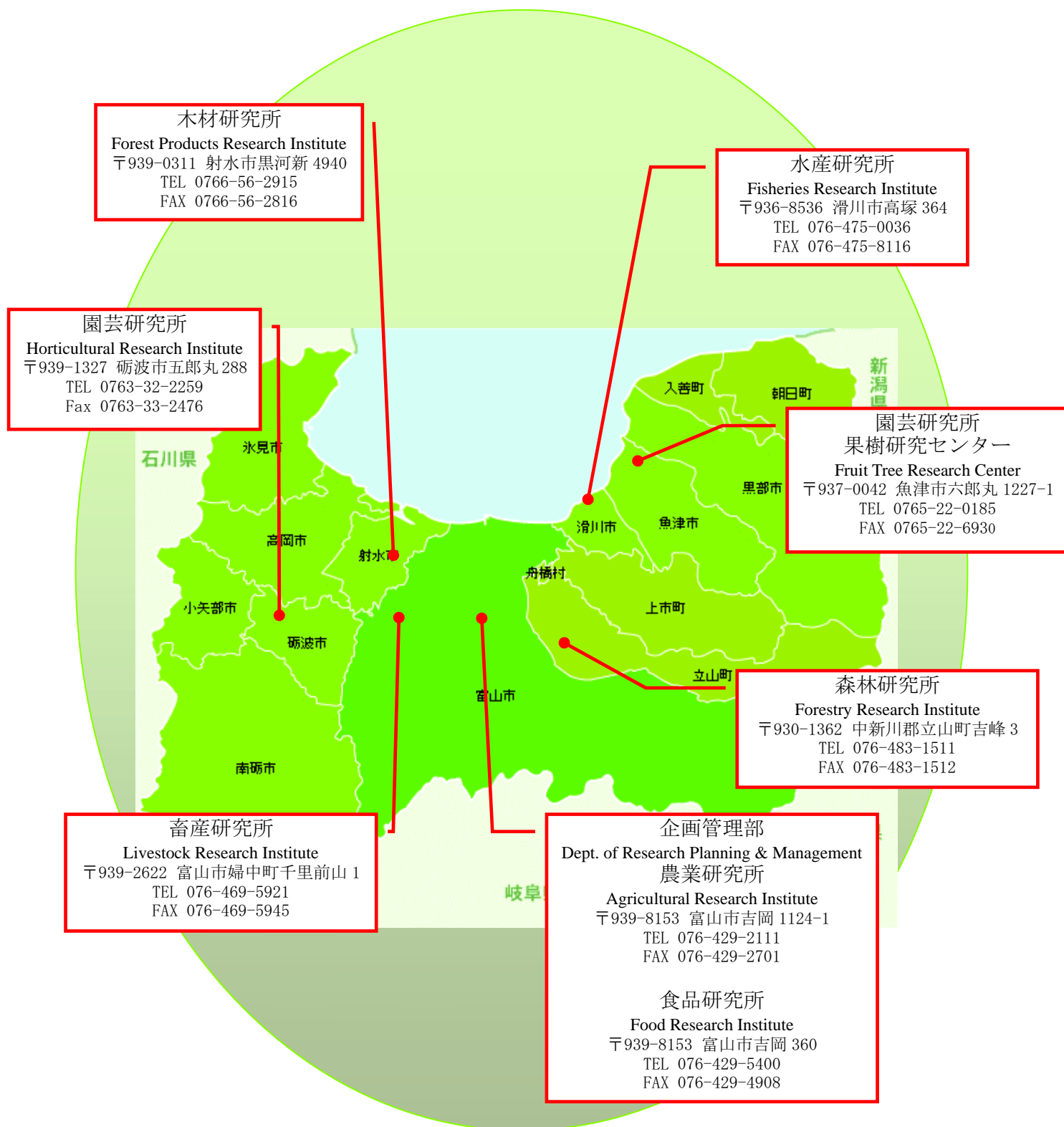


図 4 ベニズワイの脱皮成長様式

3 まとめ

ベニズワイは生まれてから漁獲対象サイズに成長するまでに、かなりの長期間を要することが明らかとなりました。平成 20・21 年に富山湾で行われた採集調査の結果では、甲幅 50~80mm の個体（あと 1~3 回脱皮を行えば漁獲対象サイズへと成長する個体）が比較的多数分布することが分かっています。したがって、これまでの資源管理の取組みは一定の効果をあげていると思われます。ベニズワイは乱獲により資源状態を一旦悪化させてしまうと、成長が遅いため、回復に長期間を要することから、資源管理の取組みを今後も継続することが重要と考えられます。

所在地・連絡先



富山県農林水産総合技術センター

Toyama Prefectural Agricultural, Forestry & Fisheries Research Center

〒939-8153 富山県富山市吉岡 1124-1 TEL:076-429-2111 FAX:076-429-2701
<http://www.pref.toyama.jp/branches/1661/>