

富山県農林水産総合技術センター

とやま農林水産 研究ニュース

No.1
2011.7

巻頭言 発刊にあたって
研究情報 チューリップ独自の青色発現機構の解明
 海洋深層水利用によるベニズワイの脱皮・成長の解明
 地震エネルギー吸収能力に優れたパネル型制震耐力壁の開発
 分野横断的な研究の取組み
トピックス 平成22年夏期異常高温の影響評価と気象変動に対応した技術開発

発刊にあたって ～ 多くの方々からのオファーを期待して ～

富山県農林水産総合技術センター所長 **高屋 武彦**

このたびの東日本大震災では、大変多くの方々が亡くなられ、行方不明者も数多くおられます。いまだに避難所などで不自由な生活を過ごしておられる方々のお気持ちはいかばかりでしょうか。原発事故は実に広範囲に農林水産業にも深刻な影響を与えています。この大きな国難を前に、直接的な支援は当然必要ですが、一方ではそれぞれの立場で自らに課せられた使命をしっかりと果たして、農林水産業の生産性を向上させ、大災害により欠損した生産を可能な限り補うことに尽力することも重要だと思います。これまでも増して、それぞれの立場で技術開発に邁進する決意です。

当センターは3年前、県内各地に点在する分野も異なる8つの農林水産系の研究所が統合されて発足しました。それまで行われてきたそれぞれの専門的な研究の一層の深化はもちろんですが、分野を越えた横断的な技術開発を行うことにより、多様化、高度化する県民の皆さまのニーズに対応しようと努めております。

センターを構成する研究所では、これまでもそれぞれの分野で広報誌を発行し、またマスコミに情報を提供することにより研究成果や開発した技術などを紹介し、鋭意PRに努めて参りました。

このたび新しく発行しました、この「とやま農林水産研究ニュース」は、さらに、これらの研究所間で連携して取り組んでいる分野横断的な研究成果や、本県の地域性、研究資源、技術力などを活かして成果をあげている各研究所の研究情報を多方面の皆さまにできるだけ分かり易く記載し、情報発信しようとするものです。

この情報誌によって、本センターがどのような試験研究に取り組み、具体的にどんな研究成果をあげているかの一端を、多くの方々に知って頂ければ幸いです。記載された研究内容についてさらに詳しくお知りになりたい方や、技術導入してみたい方、あるいは共同研究をしてみようかと思われるような方は、是非、センター企画情報課にお問い合わせ下さい。

チューリップ独自の青色発現機構の解明

～ 青いチューリップの作出を目指して ～

農業研究所 副主幹研究員 莊司 和明

チューリップの花底部で見られる青色発現が鉄イオンによることを明らかにし、その原因遺伝子を特定するなど世界で初めて分子レベルでのメカニズム解明に成功しました。

本研究を担当する莊司副主幹研究員は、社会的インパクトや科学的レベルの高さが評価され、2011年度日本農芸化学会大会においてトピックス賞を受賞しました。

1. 青いチューリップへの夢

チューリップは富山県の県花であり、これまで29品種を育成してきた実績があります。16世紀にヨーロッパで品種改良が始まって以来、「青いチューリップ」は世界中の育種目標になっています。野生種の中には花底部が青くなる種があり、それを花弁全体に広げようと、これまで多くの改良が試みられてきました。しかし、未だ実現はしていません。栽培品種の中には、その形質を受け継いで花底部が青くなる品種も多く存在しています。



図1 チューリップの野生種(左)と県育成品種「紫水晶」(右)における花底部での青色発現

サントリーが遺伝子組換え技術により、アントシアニン色素の一種であるデルフィニジンの合成遺伝子をパンジーからバラに導入した「青いバラ」は有名ですが、実際には紫色に近く、現在なお青色に近づける努力が続けられています。

2. 花底部青色化の原因を解明

チューリップは元々デルフィニジンを持っており、デルフィニジンを多く含有する花はすべて紫色を呈します。ところが、花底部の青色も同じデルフィニジンであることが判明し、解析の結果、その原因は鉄イオンにあることが明らかになりました。すなわち、チューリップには花底部に多くの鉄を貯めるメカニズムが存在し、デルフィニジンと鉄イオンが錯体を形成することで青色に変化します (Shoji, K. *et al.* Plant Cell Physiol. 48:243–251, 2007)。

そこで、花底部と花弁上部で発現している遺伝子を比較した結果、花底部の細胞ではデルフィニジンが存在する液胞内へ鉄イオンを輸送する鉄イオントランスポーター遺伝子が発現し、花弁上部では発現していないことが明らかになりました。逆に、花弁上部では鉄イオン貯蔵タンパク質であるフェリチンの遺伝子が発現しており、同じ花弁細胞でも花底部と花弁上部では鉄イオンの細胞内局在性が大きく異なることが示されました (Shoji, K. *et al.* Plant Cell Physiol. 51: 215-224, 2010)。

3. 花弁全体を青くするために

花底部で特異的に発現している鉄イオントランスポーター遺伝子を花弁全体で発現させれば理論上「青いチューリップ」ができるはずですが、そこで、花弁全体で遺伝子発現を誘導するプロモーター（遺伝子の発現をオン、オフするDNA領域）を新たに単離しました。このプロモーターを使って鉄イオントランスポーター遺伝子の発現を誘導したところ、花弁上部の紫色細胞は青色へと変化することを実証しました。

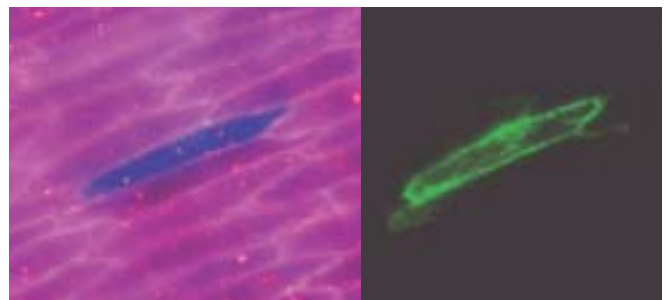


図2 '紫水晶'花弁上部での鉄イオントランスポーター遺伝子の発現誘導による青色化(左)と遺伝子導入の目印となるGFP蛍光(右)

4. 青いチューリップの作出、最終章へ

現在、花弁全体を青くするための形質転換体作出に向けた研究を進めています。まだまだ難題は山積していますが、着実に乗り越えて行きたいと思います。近い将来、「青いチューリップ」が誕生することをご期待下さい。

富山湾の深海に生息するベニズワイを採集して、海洋深層水を用いた飼育実験を長期間行うことにより、脱皮による成長過程を明らかにしました。

本研究を担当する前田主任研究員は、地道な調査研究を積み重ねて大きな成果につなげた点が評価され、平成22年度全国水産試験場長会会長賞を受賞しました。

1. 研究の背景と目的

富山県におけるベニズワイ *Chionoecetes japonicus* 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、富山県かにかご漁業保護組合では漁獲限量を800トンとした自主的な資源管理を行っています。このような漁業者の取組みを支援するためには、資源管理の効果を把握する必要がありますが、ベニズワイは深海に生息することもあり、年齢や成長といった生物学的基礎知見が明らかになっていませんでした。そこで、富山湾から汲み上げた海洋深層水を活用した飼育実験により、脱皮による成長過程を調べました。なお、本研究は(独)水産総合研究センターによる国際資源対策推進委託事業により行われました。

2. 海洋深層水を活用した飼育実験

富山湾の水深約1,000～1,200 mの海底から、様々なサイズ(甲幅約6～90 mm)のベニズワイを採集し、活かしたまま富山県水産研究所の深層水飼育施設に持

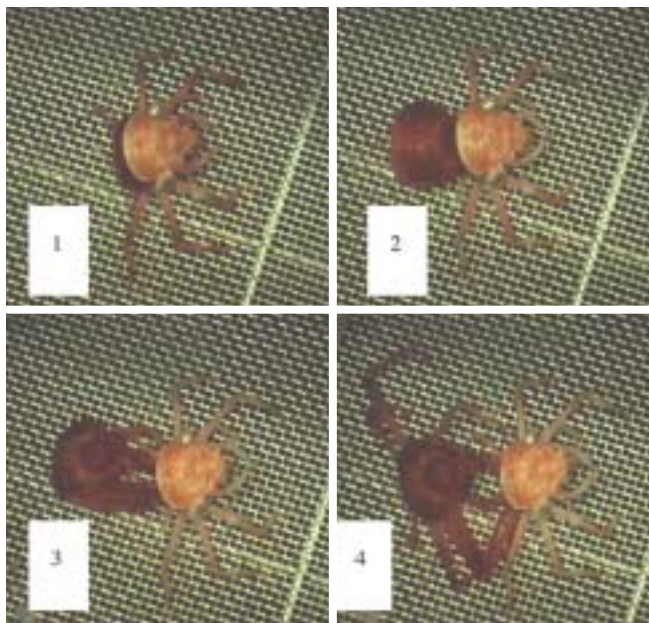


図1 ベニズワイの脱皮の様子

ち帰り、個体識別をして飼育しました。飼育水には富山湾の海洋深層水を使用し、ベニズワイの生息環境に近い水温(0.6～1.0℃)を再現しました。平成15年1月から平成21年1月までの6年間、飼育個体を補充しながら実験を継続し、脱皮による甲幅の変化や脱皮間隔日数を調査しました。

図1は水槽内で観察(撮影)されたベニズワイの脱皮の様子です。

3. 漁獲サイズまでには約10年

これまで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日数を基に、ベニズワイ(オス)の成長様式を図2に示しました。ベニズワイは11回の脱皮を行い齢期12(平均甲幅89 mm)に達するまでに9年、12回の脱皮を行い齢期13(平均甲幅105 mm)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90 mmを超えるオスのみであることから、漁獲サイズに成長するまでには、ふ化後およそ9～11年を要すると考えられました。

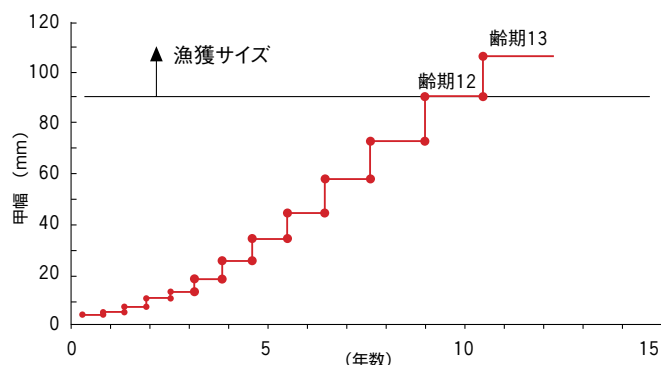


図2 ベニズワイ(オス)の脱皮成長様式

4. 成果の活用

ベニズワイの成長はかなり遅いことが明らかとなったことから、資源状態を一旦悪化させてしまうと回復までに長期間を要すると考えられます。漁業者による資源管理の取組みを、今後も効果的に推進して行く上で、本研究結果はその時間軸として十分活用できるものと期待されます。

地震エネルギー吸収能力の高い耐力壁として、木造軸組みと合板パネルを鋼製のエネルギー吸収部材（ダンパー）で連結するパネル型制震耐力壁を開発しました。

開発した制震耐力壁は、「履歴ダンパおよび木造建造物の壁」として、平成23年4月に特許登録（特許第4727710号）されました。

1. はじめに

建物の対地震安全性の確保は建築基準法に則ってなされますが、基準法はあくまでも最低限の基準であり、大地震でも建物が倒壊しないことを目指したものです。また、近年観測されている地震では、建築基準法の想定を超える、それぞれ「想定外」の地震動が多く観測されています。木造住宅では筋かいなどの壁（耐力壁）が地震力に抵抗する構造となっていますが、大きな地震ではこのような壁が壊れながら地震力を吸収して耐えるので、地震後には建物の再利用が難しい場合もあります。そこで、木造住宅が大きな地震を受けたとしても、建物の損傷を最小限に抑えるため、地震エネルギーを集中的に吸収するダンパーを建物内に設置し、建物の揺れを吸収する制震工法の開発に取り組みました。

2. 鋼製ダンパーが地震エネルギーを吸収

本研究では、地震エネルギー吸収能力の高い耐力壁として、木造軸組みと合板パネルをエネルギー吸収部材である楕円鋼製ダンパー（以下ダンパーという）で連結するパネル型制震耐力壁の開発に取り組みました。これは図1 (a) に示すよう軸組みと合板パネルをダンパーで接合するものです。軸組みが地震力などによってせん断変形すると図1 (b) のように変形し、合板パネルとの間に変形が生じます。この変形を利用してダンパーに地震エネルギーを吸収させようとするものです。図2 (a) が本研究で開発したダンパーで、図2 (b) のように軸組と合板パネル間の変形に追随するように設計されています。

3. 振動試験により制震効果を確認

開発した制震耐力壁の性能を検証するため、振動試

験を行いました。試験体は、図3 (a) のように筋かい壁を2つ並べた試験体 A、図3 (b) のように片側を制震耐力壁とした試験体 B です。大地震に相当する振動試験をした結果、試験体 B は試験体 A の2 / 3程度の揺れに抑えることができ、その制震効果が確認されました。

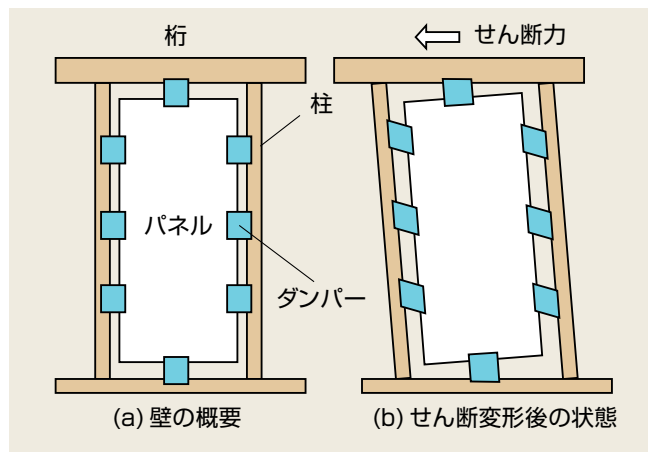


図1 パネル型制震耐力壁の概要

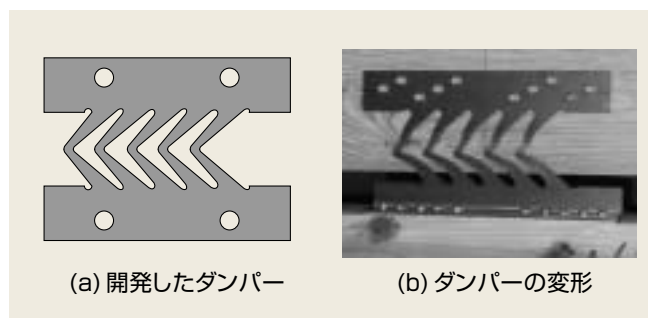


図2 エネルギー吸収部材（ダンパー）

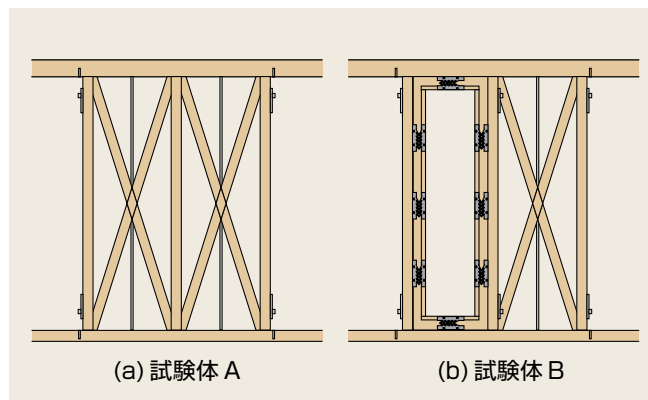


図3 振動試験体

センターでは、農林水産系の総合試験研究機関としての総合力を発揮するため、若手研究員の自由で新しい発想を課題化し、分野横断的な研究課題に積極的に取り組んでいます。

1. センター化のメリットを活かす

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等に的確に対応するため、平成20年4月に農林水産系の試験研究機関を統合して発足しました。

農林水産系研究機関の総合センター化は、各県に広がりつつありますが、当センターでは、センター化のメリットを活かすため、研究所間の連携による研究開発を行う事業（所長裁量枠とも呼ばれる予算）を実施しており、全国で初めて分野横断的な研究に積極的に取り組む体制を整備しました。

2. 若手研究員からの発想を活かす

センターとしての総合力を発揮し、出口を意識した問題解決型の研究や先駆的な研究などに取り組むため、各研究所の若手研究員で構成されるワーキンググループを設置し、自由な発想で様々なアイデアを出し合い、議論・検討を重ねながら、毎年、課題化を行っています。また、本ワーキンググループは、点在する研究所間で普段、顔を合わすことが少ない研究員同士の交流の場としても大切な機会となっています。

分野横断的な研究を実施するうえで重要なのは、研究員のチャレンジ精神であり、このマインドが、農林水産業の未来を拓く力になると思われます。

3. 分野横断的な研究の取組み状況

下記の表は、平成20年度から実施してきている研究課題の概要です。

各課題の研究内容や成果状況については、次号以降で、順次ご紹介していく予定にしています。



写真 富山湾でのマコンブ養殖試験の様子
(撮影日:平成23年5月17日)

表 分野横断的な研究の取組状況

研究課題名	研究期間	実施研究所	成果目標
酒米有望系統「富の香」の醸造特性を活かした新規地酒の開発	H 20～22	農業研究所・食品研究所	富山県で育成した酒米新品種「富の香」の高品質栽培方法を確立し、オリジナル酵母で富山らしい清酒を開発
廃材を利用した農林業用被覆シートの開発	H 20～22	木材研究所・園芸研究所	木材液化技術により、粉殻から農業用の生分解性シートを開発
森林機能が漁場生産力に与える影響評価	H 21～22	水産研究所・森林研究所 農業研究所	ケイ酸供給の面から、森と海との関わりを科学的に検証
新機能性米を活用した富山オリジナルブランド食品の開発	H 21～23	農業研究所・食品研究所 畜産研究所	富山県で育成した水稻新品種から、健康機能性を活かした新製品を開発
冷水性コンブ類の富山湾海中養殖法の開発と品質評価	H 22～24	水産研究所・食品研究所	富山湾で高品質なコンブを海中養殖し、その品質特性を活かした新製品を開発
大麦・野菜体系水田の土壌特性解明と大麦跡野菜栽培技術の確立	H 23～25	園芸研究所・農業研究所 企画管理部企画情報課	大麦の跡地を利用した園芸作物栽培を確立し、野菜生産最下位県から脱却
DNA分析による富山オリジナル農林水産物の遺伝資源保全管理に関する研究	H 23～25	農業研究所・園芸研究所 森林研究所・水産研究所	DNA分析により、富山オリジナルな農林水産物であるか否かを識別
県産魚の鮮度評価及び最適管理手法開発	H 23～25	水産研究所・食品研究所 企画管理部企画情報課	「富山のさかな」の鮮度の良さを科学的に評価し、第一級の魚ブランドの地位を確立

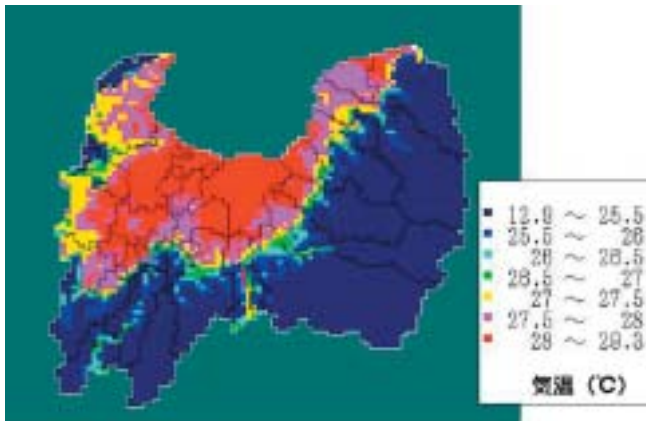
昨年の記録的な夏期異常高温が、農林水産物の生産環境や自然生態に及ぼした影響や障害等について、当センター全体で解析・評価し、資料としてとりまとめ、今後の気象変動に対応した研究開発に活用しようとするとともに、現場での技術指導の参考に供しました。

1. 去年の富山は本当に暑かった・・・

平成22年夏、全国を記録的な猛暑が襲いました。富山県も例外ではなく、7月17日の梅雨明け以降、9月下旬まで高温が続き、平均気温は7月が26.7℃（対平年+2.1℃）、8月が29.3℃（同+3.1℃）、9月が24.2℃（同+2.4℃）と、いずれも平年を大きく上回り、特に8月の平均気温は観測史上最高となりました。また、この間の猛暑日（日最高気温35℃以上）は19日間、真夏日（同30℃以上）は62日間（共に富山地方気象台観測史上1位）に達するなど、極めて暑く長い夏でした。

2. 農作物は夏バテ、自然生態にも大きな影響

この猛暑の影響により、富山県の基幹作物である水稻は登熟期前半の高温により（図）、白未熟粒が多発し、富山県産コシヒカリの1等米比率は61%（前年87%）と大幅に品質が低下しました。



（図）富山県におけるコシヒカリ登熟期前半（出穂後20日間：8月6日～25日）の平均気温（アメダスデータから算出したメッシュ気象値）
※平年値は26.8℃であるが、県中央部と西部の平野部、東部の海沿いの一部で28℃以上と非常に高い

他の作物では、大豆の小粒化や白ねぎの生育の遅れ、果樹ではリンゴの高糖度と小玉化、花きでは小ギクの切り花品質の低下、畜産では生乳や鶏卵の単位当たり生産量の低下や死亡鶏の増加、森林関係ではスギ雄花の着花量が増加し、この春の花粉飛散量が非常に増加するなど、各部門で影響が見られました。また、富山湾においては、8～10月の表層水温は平年を3～5℃近く上回る極めて高い水温が観測されました。一方、水深が100mより深い層ではほぼ平年並みの水温が保たれていたり、標高の高い山間部（1,200～1,450m）の湧水温が平年並の10℃程度と冷たいなど、富山県の自然のふところの深さも再認識できました。

3. 発揮された「品種の力」、試された「技術の力」

このような条件下で、高温登熟性に優れた富山県育成の水稻品種、早生の「てんたくく」と晩生の「てんこもり」は本領を発揮し、1等米比率は両品種とも90%を超えるなど、「品種の力」が明確に証明された年でもありました。

また、夏期の猛暑の影響が問題となって以来、試験研究成果が現場で実践され、田植時期の繰下げ、水管理や肥培管理、家畜の暑熱対策、園芸ハウスの地・気温管理等の技術により、高温の影響を最小限に抑制できることも確認できました。

4. 今後の技術開発に向けて

地球温暖化は今後も進行し、既存の品種、技術では対応できなくなることも考えられます。今回の異常高温の影響を資料集としてとりまとめましたので、今後の試験研究・技術開発に活かすとともに、単年度の調査や観察では高温との因果関係が明確でない事象についてはデータを更に蓄積することで、後年の検証に備えていきます。