

富山県農林水産総合技術センター研究成果集

～技術で拓くとやまの農林水産業～

平成29年12月

富山県農林水産総合技術センター

目次

	頁
□富山湾におけるクロダイの年齢と成長	水産研究所・・・・・・・・・ 1
□ボカスギ大径材の樹幹内強度分布の解明	木材研究所・・・・・・・・・ 3
□富山県オリジナル酵母の探索と改良	食品研究所・・・・・・・・・ 5
□水稲作業と競合の少ない「富山型モモ栽培体系」の確立	果樹研究センター・・・・・・・・・ 7
□水稲新品種「富富富」の育成と栽培技術確立に向けた取組み	農業研究所・・・・・・・・・ 9

富山湾におけるクロダイの年齢と成長

主任研究員 福西 悠一 (水産研究所)

1 背景・ねらい

クロダイは、日本沿岸に生息する重要な水産資源であり、遊漁の対象としても人気があります。富山県では、栽培漁業の対象魚種となっており、資源の維持・増大のため、年間約 18 万尾の種苗が放流されています。

クロダイの放流効果の算出や適切な資源管理を行うためには、年齢組成を明らかにすることが重要です。しかし、クロダイの年齢と成長についての知見は乏しいです。そこで、本研究では、耳石の輪紋解析により、富山県におけるクロダイの年齢を査定し、成長を明らかにしたので、その結果について報告します。

2 成果の概要

2013 年～2017 年にかけて、富山県産クロダイを購入および釣獲により 371 尾を採集しました。採集したクロダイの尾叉長、体重および胃内容物重量を測定し、更に生殖腺を観察することにより、性別を判定しました。

耳石の横断切片を作成し、輪紋数を数えました。誕生日を 6 月 1 日と仮定し、各個体の採集月、耳石の輪紋数と最外輪紋から縁辺部の距離に応じて年齢を査定しました。

雌雄別にパラメーターを決定し、Von Bertalanffy の成長式 (年齢と尾叉長の関係) を求めました。また、尾叉長と胃内容物除去重量から、累乗近似により相対成長式 (尾叉長と体重の関係) を算出しました。

年齢を査定の結果、320 尾のうち最高年齢魚は約 30 歳であり、クロダイは、これまでに考えられているよりも長寿であることが明らかになりました。

Von Bertalanffy の成長式は、

$$\text{雄} : L_t = 396 \{1 - \exp[-0.210(t + 2.50)]\}$$

$$\text{雌} : L_t = 463 \{1 - \exp[-0.126(t + 4.14)]\}$$

で表されました。両曲線は、有意に異なり ($P < 0.01$)、雌は雄よりも大型になることが示唆されました。

尾叉長と体重の関係は、

$$BW = 2.8 \times 10^{-2} \times FL^{2.9098} \quad (R^2 = 0.9746)$$

で表され (図 2)、尾叉長 30cm で約 0.5 kg、37cm で約 1 kg、47cm で約 2 kg に達することが示されました。

3 成果の活用面・留意点

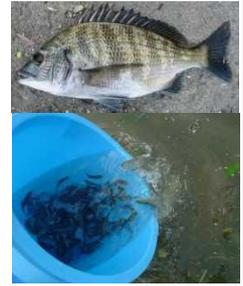
本研究により得られたクロダイの年齢と成長の知見を用いて、再捕された放流魚の年齢を推定し、放流効果の評価を行うことで、適切な資源管理方策の構築に活かされます。

研究成果の概念図

1. 背景とねらい

クロダイは、日本沿岸に生息する重要な水産資源です。富山県では、栽培漁業の対象魚種となっており、資源の維持・増大のため、年間約18万尾の種苗が放流されています。

クロダイの放流効果の算出や適切な資源管理を行うためには、年齢組成を明らかにすることが重要です。そこで、本研究では、耳石の輪紋解析により、富山県におけるクロダイの年齢を査定し、成長を明らかにすることを目的としました。



2. 成果の内容

○耳石解析による年齢の査定

- ・県産クロダイ371尾の尾叉長、体重を測定し、性別を調べた。
- ・耳石解析により年齢を査定し、雄雌別に成長式を作成。



耳石切片の輪紋

最高年齢魚は約30歳

⇒ 寿命が長い

○尾叉長と体重の関係

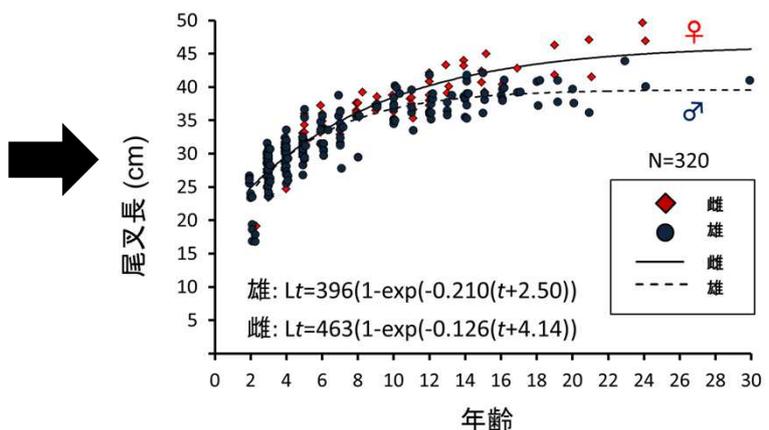
30cm: 0.5kg

37cm: 1kg

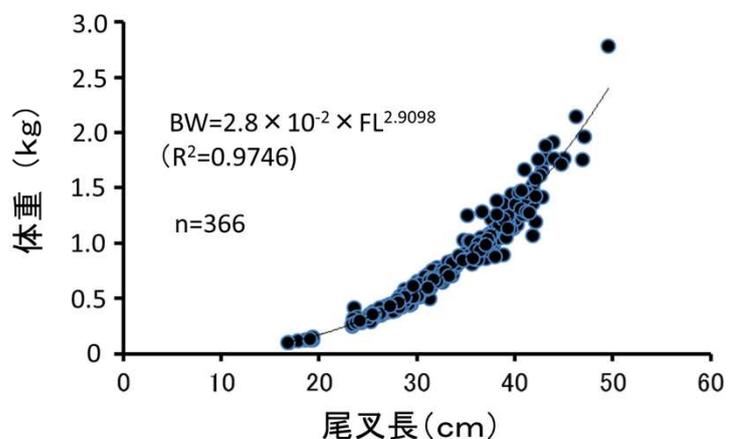
42cm: 1.5kg

47cm: 2kg

大きさから体重
の推定が可能に



雌は雄よりも大型になる



3. 成果の活用

本研究により得られたクロダイの年齢と成長の知見を用いて、再捕された放流魚の年齢を推定し、放流効果の評価を行うことで、適切な資源管理方策の構築に活かされます。

ボカスギ大径材の樹幹内強度分布の解明

主任研究員 花島 宏奈 (木材研究所)

1 背景

県内のスギ人工林では長伐期化が進んでいます。特に、県西部に多い挿木品種ボカスギは、樹齢60年生以上が6割を占め、丸太の末口直径が30cm以上に成長した大径材の出材が見込まれます(図1)。材の有効利用には、その特徴に応じた用途開発が必要ですが、大径化したボカスギの強度や材質については、これまで十分に分かっていません。

そこで、大径化したボカスギ立木1本分について、材質の指標となる密度や仮道管長等と強度の指標となるヤング率を測定し、それらの樹幹内の分布を検討しました。

2 研究成果の概要

1) 材質の樹幹内分布

樹齢62年生のボカスギ(樹高32.9m、胸高直径52cm)1本から4mごとに円盤を切り出し、密度、年輪幅、仮道管長(TL)、マイクロフィブリル傾角(MFA)を測定しました。

一般的に樹幹内では、髄周辺の未成熟材の部分は柔軟で弱く、その周囲の成熟材の部分は堅固で強い性質があります。その境界である未成熟界を仮道管長とマイクロフィブリル傾角の傾向から算出しました。さらに、実務的な判定指標を検討したところ、未成熟界は年輪幅6mm境界と概ね一致しました(図2、3)。この年輪幅6mm境界は、製材の日本農林規格(JAS)に採用されており、製材工場が使いやすい指標と言えます。

密度は、樹高位置が高いほど高くなる傾向がみられました。半径方向(水平方向)では、髄から50mm付近でやや低いものの、概ね一定の傾向がみられました(図4)。

2) ヤング率の樹幹内分布

ヤング率は、力を加えたときの変形のしにくさを示す材料の強度特性の指標です。建築設計では梁のたわみ計算に使われる重要な指標です。また、木材の強度はヤング率に概ね比例するので、破壊強度を推定するための実用指標としても使われています。ヤング率の樹幹内分布が分れば、強度の必要な製材を挽くときの参考となります。

材質試験に用いた立木を4mの丸太6本(元玉~6番玉)に切り出し、各丸太を幅3.5cm×厚さ3.5cm×長さ1mの棒状試験体に加工し、打音試験を行いヤング率(E_R)を測定しました。髄のヤング率は、樹高位置が高いほど高くなる傾向がみられました。半径方向では、各丸太とも、髄から樹皮に向かってヤング率が高くなる傾向がみられました(図4)。なお、一般的にスギは成熟材になるとヤング率が一定化する傾向が知られていますが、ボカスギは特徴的にヤング率が上昇し続けることが確認されました。

3 成果の活用

これらの結果から、ボカスギ大径材を利用するにあたり構造材や内装材に適した部位が明らかとなりました。また、製材工場において、構造材なら強度の大きい部位が含まれるように製材するなど、用途に合わせた効率的な製材への活用が期待されます。

研究成果の概念図

背景

県西部に多いボカスギは、大径材に成長し、出材が見込まれます。

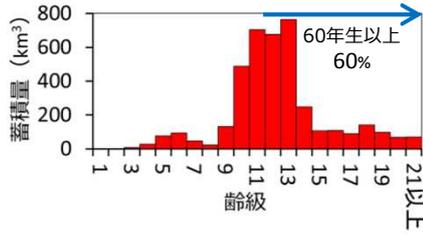


図1 富山県のボカスギの齢級別蓄積量 (27年度)

成果の活用

ボカスギ大径材の材質や強度特性の樹幹内分布を把握しておけば、効率的な製材が期待できます。



ボカスギ大径材



公共施設での利用

成果の内容

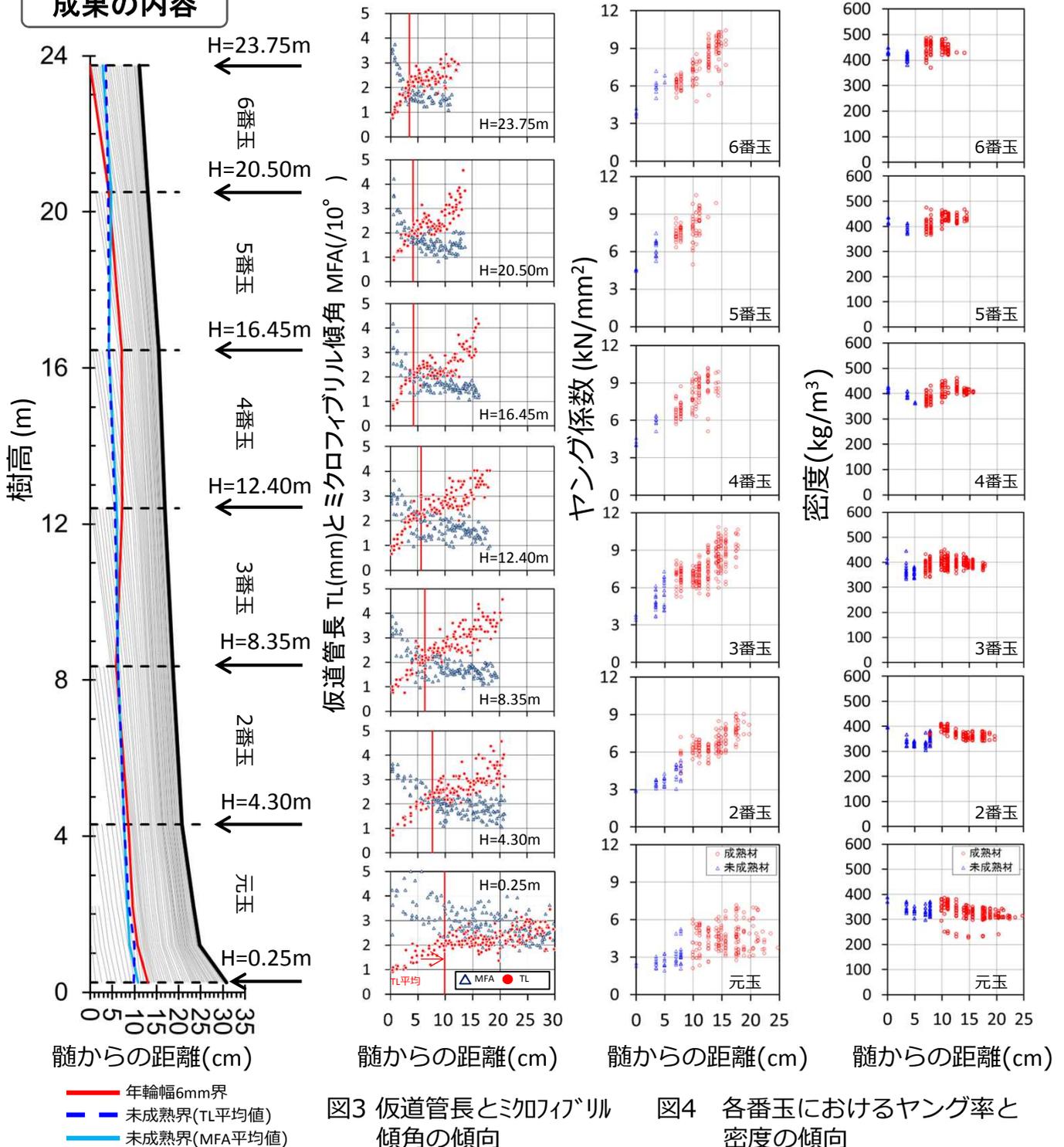


図2 年輪幅と未成熟界の傾向

図3 仮道管長とマイクロフィブリル傾角の傾向

図4 各番玉におけるヤング率と密度の傾向

富山県オリジナル酵母の探索と改良

副主幹研究員 瀬 智之 (食品研究所)

1 背景

消費者ニーズの多様化と自然志向の高まりから、特徴ある天然酵母に高い関心が示されるようになってきています。食品研究所では、これまで県内の花や海洋深層水などから酵母を分離・選抜し、特徴のある清酒やどぶろくなどの醸造に利用して製品化してきましたが、依然として富山県独自の酵母に対するニーズが多く、引き続き県内の自然界の豊富な微生物資源から新たなオリジナル酵母を分離するとともに、これらの酵母を育種・改良することにより実用酵母を取得することを目的とします。

2 成果の概要

1) 自然界から発酵性酵母の探索

県中央植物園の桜 37 品種から 19 株の酵母を分離し、その中の 3 品種から 1 株のアルコール発酵性が得られ、更に検定を行い二上桜酵母を選定しました。二上桜酵母を使用した清酒はアルコール分 16.8%、酸度 3.0ml、カプロン酸エチル 5.8mg/L、酢酸イソアミル 5.1mg/L と香りと酸味の調和の取れた酒質との高評価を得ました。

利賀のイワナから、清酒醸造に適したアルコール発酵性酵母 *Saccharomyces cerevisiae* を 3 株分離・選抜しました。その 1 株を使用した濁酒はアルコール分 18.0%、酸度 2.1ml、呈味性アミノ酸 1920mg/L、GABA153mg/L であった。標準的な酒造酵母である協会酵母 7 号 (k7) に比べて、呈味性アミノ酸が約 4 倍、GABA が約 5 倍でした。

2) 酵母の改良

魚津のリンゴの花から清酒醸造に適したアルコール発酵性酵母 *Saccharomyces cerevisiae* を 1 株分離・選抜しました。さらに、高香気生成への改良を行いました。その結果、アルコール発酵力は元株と変わらず、改良酵母を使用した清酒は吟醸香の主成分であるカプロン酸エチルが元株の約 13 倍の 13.2mg/L、リンゴ酸が元株の 4 割多い 663mg/L と、吟醸香とリンゴ酸の酸味が特徴の酒質となりました。さらに、酒造関係者 14 人による利き酒でも「華やか、きれい、バランスがよい」と好評価が得られました。

今回、開発した高香気性リンゴ酵母改良酵母と県開発米品種雄山錦および富の香の組み合わせで、県内酒造会社と共同で清酒を商品化し吟醸酒として販売されています。二上桜酵母についても、県開発米品種黒むすびを使用して県内酒造会社と共同で商品化し、既に販売されています。イワナ酵母も南砺市の濁酒特区で商品化されています。二上桜酵母株については、県内のパン会社 2 社と共同で商品化し、既に利用されています。また、二上桜酵母と富の香の米粉を使用したパンとチーズケーキについて、県内のパン会社と共同で商品化しました。

3 成果の活用

高香気清酒の製造、高呈味、機能性濁酒の製造、地域特有酵母利用食品の製造

研究成果の概念図

1. 背景とねらい

食品研究所では、これまで高山植物、チューリップの花や海洋深層水など自然界から酵母を探索・分離し、清酒や濁酒に利用してきました。今回、富山県固有のサクラ‘二上桜’の花から、香りが高く、風味にも特徴がある、清酒用酵母を分離・選抜しました。また、利賀のイワナからも旨みに特徴のある酵母を分離し、魚津市特産のリンゴの花から分離した酵母については、さらに高香気性を付与するため、変異処理後のセルレニン耐性株の選抜により、リンゴの香りがする清酒用酵母も開発しました。これらの酵母を用いた清酒を県内の酒造メーカーと共同で開発し、製品化しました。



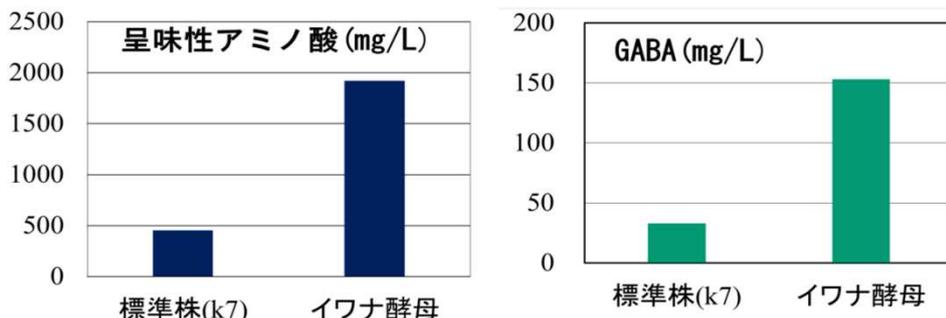
2. 成果の内容

○分離、育種した酵母の試醸酒の特徴

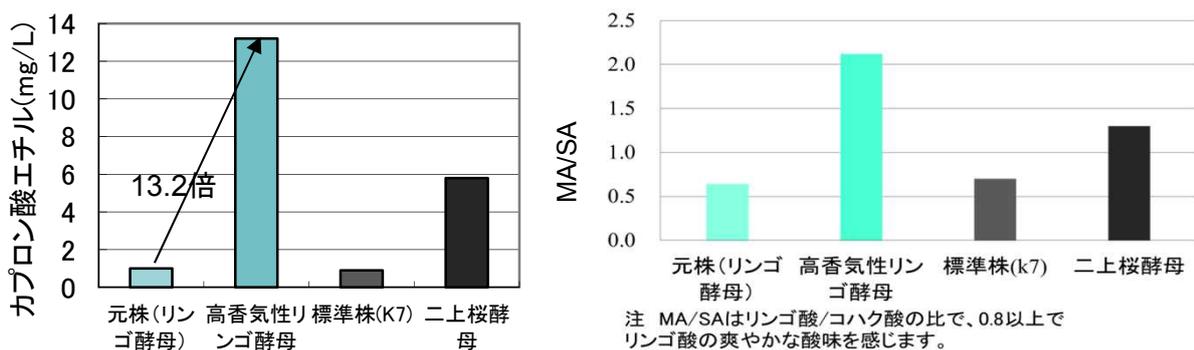
	アルコール分 %	酸度 ml	アミノ酸度 ml	日本酒度
標準株(K7)	17.8	2.7	2.9	+2
二上桜酵母	16.8	3.0	2.9	-2
リンゴ酵母	18.2	2.8	2.8	-7.5
高香気性リンゴ酵母	17.6	3.0	2.8	+6
イワナ酵母	18.0	2.1	3.8	-9

K7: 日本醸造協会が頒布している清酒醸造用のきょうかい酵母7号

○イワナ酵母で醸造した濁酒の味と機能性



○高香気性リンゴ酵母および二上桜酵母で醸造した清酒の香味



○実用化された製品



オリジナル酵母、改良酵母使用清酒、濁酒



二上桜酵母使用パン



二上桜酵母使用チーズケーキ

3. 成果の活用

○ 高香気清酒の製造、高呈味、機能性濁酒の製造、地域特有酵母利用食品の製造

水稲作業と競合の少ない「富山型モモ栽培体系」の確立

主任研究員 徳満 慎一（果樹研究センター）

1 背景・ねらい

富山県内の新規モモ生産者は主穀作経営体がほとんどです。しかしこれら経営体では、近年、成園化にともなう労力増加と田植え時期の繰り下げによる作業競合により、予備摘果が十分行えず、生産量の減少や果実品質のばらつきが問題となっています。

そこで、各経営体の保有労力や作業体系に応じた水稲作業との競合の少ないモモの着果管理技術「富山型モモ栽培体系」を確立しました。

2 成果の概要

1) 富山型モモ栽培体系

富山型モモ栽培体系とは、5月の水稲の田植え作業とモモの予備摘果作業との競合を避けるため、3～4月に全花数の90%を除去する着果管理を行い、予備摘果作業を省略した栽培体系です。

富山型モモ栽培体系の着果制限技術には、以下の4体系があり、各経営体に適した着果管理技術が選択できます。

- ①一発強摘蕾：摘蕾適期に全花数の90%の花蕾を除去
 - ②摘蕾摘花：慣行摘蕾（70-80%）と開花期の摘花で90%の花蕾を除去
 - ③早期摘果：慣行摘蕾と満開後10日頃の早期摘果で90%の花蕾・果実を除去
 - ④粗+仕上げ摘蕾：早期の粗摘蕾と摘蕾適期の仕上げ摘蕾で90%の花蕾を除去
- いずれの体系においても、残す花（果実）の位置は同じです。

2) 収量、果実品質、樹体生育

モモ成木において、富山型モモ栽培体系の収量は2.3～2.5t/10aで、慣行栽培体系の2.4t/10aと同等で、果重、生理落果率および糖度等果実品質に差が見られません。また、葉数、新梢数等樹体生育にも差が見られません。

3) 作業時間

富山型モモ栽培体系は慣行栽培体系と比べて、3～4月の着果管理作業時間が多のですが、予備摘果が省略でき、合計の作業時間は少なくなります。

3 成果の活用面・留意点

- 1) 富山型モモ栽培体系は、水稲の田植えとモモの予備摘果との作業競合が想定される経営体の保有労力や作業体系に応じた省力技術として活用できます。
- 2) 摘蕾時に一度で90%花蕾除去を行う着果管理技術（一発強摘蕾）では、遅れ花の着果や作業精度の低下等により着果数が多くなりやすいので、仕上げ摘果作業時間が増える場合があります。
- 3) 富山型モモ栽培体系は、花粉を有する品種に実施し、花粉の無い品種（‘川中島白桃’等）においては行わず、従来の栽培を適用します。
- 4) 幼木では生理落果が多い場合があるので、富山型モモ栽培体系は成木（8年生以上）において実施してください。

研究成果の概念図

1. 背景とねらい

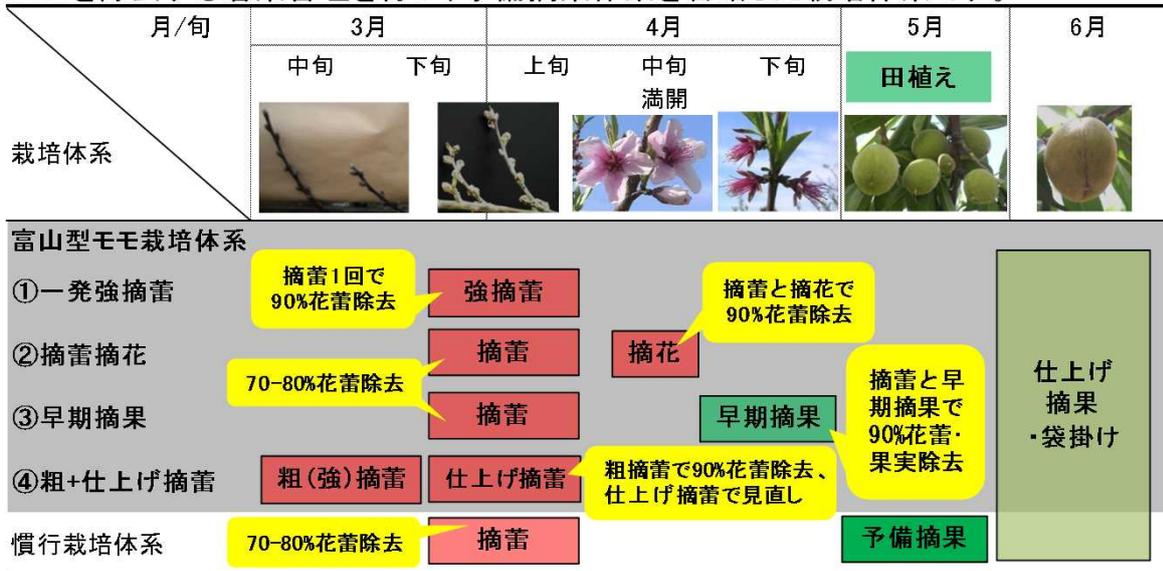
富山県内の新規モモ生産者は主穀作経営体がほとんどですが、近年、成園化にともなう労力増加と田植え時期の繰り下げによる作業競合により、予備摘果が十分行えず、生産量の減少や果実品質のばらつきが問題となっています。そこで、各経営体の保有労力や作業体系に応じた水稲作業との競合の少ないモモの着果管理技術「富山型モモ栽培体系」を確立しました。



2. 成果の概要

○水稲作業と競合の少ない「富山型モモ栽培体系」の確立

富山型モモ栽培体系とは、5月の田植え作業と競合を避けるため、3~4月に全花数の90%を除去する着果管理を行い、予備摘果作業を省略した栽培体系です。



栽培体系	残す花蕾(果実) 1個あたりの枝 の長さ(cm/個)	結果枝の種類(果枝長cm)		
		短果枝 (15cm未満)	中果枝 (15~30cm)	長果枝 (30cm以上)
富山型	15	先端付近に1個	中央部に1~2個	中央部に3~4個
慣行	8	先端付近に1~2個	中央部に2~3個	中央部に4~8個

* 残す花の位置
富山型 のみ
慣行 の両方

慣行摘蕾後に残る花数から、さらに半分の花数に制限する!!

図 富山型モモ栽培体系(上:着果管理体系,下:結果枝別における残す花の位置)

表 収量・果実品質・作業時間

収量・果実品質は同等!! 合計作業時間が短い!!

栽培体系	収量 (t/10a)	果実品質					作業時間hr/10a						計
		平均 果重 (g)	硬度 (kg)	糖度 (Brix°)	酸度 (pH)	果形指数 1不整形 ~5整形	粗摘蕾 3月中~下	摘蕾 (仕上げ摘蕾) 3月下~4月上	摘花 4月中	早期 摘果 4月下	予備 摘果 5月	仕上げ 摘果 5月末~6月	
富山型モモ栽培体系													
①一発強摘蕾	2.5	298	1.9	13.0	4.48	3.5	0	44.0	0	0	0	15.0	59.0
②摘蕾摘花	2.4	301	1.8	13.2	4.64	3.3	0	36.5	20.0	0	0	12.0	68.5
③早期摘果	2.3	301	1.9	13.4	4.63	3.8	0	36.5	0	24.5	0	11.0	72.0
④粗+仕上げ摘蕾	2.3	301	1.9	12.7	4.44	3.4	40.0	8.5	0	0	0	12.5	61.0
慣行栽培体系													
	2.4	289	1.8	12.9	4.56	3.5	0	36.5	0	0	35.5	11.0	83.0

3. 成果の活用

水稲の田植えとモモの予備摘果との作業競合が想定される経営体の保有労力や作業体系に応じた省力技術として活用できます。また、作業分散が行えることで、モモ栽培面積の拡大も期待できます。

水稲新品種「富富富」の育成と栽培技術確立に向けた取組み

育種課長 小島 洋一郎（農業研究所）

1 背景

近年、夏場の高温によってお米が白く濁る“白未熟粒”が多発するとともに、台風や大雨などでの倒伏による減収が懸念されるようになってきました。

このため、農業研究所では、本県の主力品種である「コシヒカリ」の課題の克服を目的として、猛暑でも高品質なお米となる品種「富富富」を開発しました。

本年度は、平成 30 年度からの一般栽培に向けて、農薬や化学肥料を削減した栽培方法の確立と栽培マニュアルの策定に向けて取り組んでいます。

2 研究成果の概要

1) 新品種の育成

- ・平成 15 年から、高温でも高品質な特性を持つ遺伝資源の検索・特定に着手し、戻し交配と DNA マーカー選抜により目的の遺伝領域をコシヒカリに導入した系統の育成を開始しました。
- ・平成 28 年度に、コシヒカリを遺伝背景として、高温登熟性、耐倒伏性、いもち耐病性に関する遺伝子を全て有する 1 系統を選抜し、「富富富」の名称で品種登録の出願を行いました。

2) 良食味栽培技術の開発

- ・「富富富」の収量確保のためには、栽植密度 60～70 株、基肥 4.1 kg N/10a、穂肥施用時期を出穂 25 日および 15 日とする組み合わせが有効で、この条件での整粒歩合や精米タンパク含有率は、コシヒカリの目標を満たしていました。

3) 全量基肥施肥技術の確立

- ・基肥を速効性肥料にした場合でも、生育量が確保できました。
- ・穂肥部分の緩効性肥料を 100 日タイプから 80 日タイプに変えることで、想定どおりの窒素溶出が得られ、穂揃期の葉色が高く維持されました。

4) ④ いもち病耐性の調査

- ・ほ場抵抗性 Pi21 は葉いもちに抵抗性を発揮するものの、穂いもち抵抗性は不十分でした。ただし、これに併せて真性抵抗性 Pita-2 を有する「富富富」は、穂いもちも含めて強いという結果が得られました。
- ・また、県内では Pita-2 を侵害するいもち病菌の発生は認められませんでした。

3 成果の活用・留意点

本年度、県内 23 か所で栽培技術実証ほを設置し、栽培技術の確立に向けて取り組んでいます。

平成 30 年度は、最大 1,000ha の作付を目標とし、生産者登録制による「富富富」専用の栽培基準マニュアルの遵守とコシヒカリとのコンタミ防止対策の徹底などの統一的な栽培・出荷基準を設けることとしております。

研究成果の概念図

○新品種の開発の経緯

H15年～

富山県農林水産総合技術センター農業研究所において、高温でも高品質な特性を持つ遺伝資源の検索・特定に着手

H24～25年

①高温に強い、②草丈が短い（倒伏に強い）、③いもち病に強い3つの特性を交配により、「コシヒカリ」に集積

H26～28年

約3,000個体から3つの特性を持ち、さらに食味等の最も優れた1系統を選抜し、28年度に品種登録を出願

○「富富富」の特徴

- ① 低タンパクで美味しい
- ② 高温でも白未熟粒が少なく高品質
- ③ 草丈が短く、倒伏しにくい
- ④ いもち病に強く、農薬を節減できる



富富富の玄米



コシヒカリの玄米



コシヒカリ
富富富

写真上／高温下における品質比較。富富富は粒ぞろいが良く、夏が高温でも、コシヒカリより白未熟粒の発生が少ない。
写真右／富富富の丈は、コシヒカリに比べて短い。

○生育及び収量・品質

系統名 品種名	稈長 (A) (cm)	倒伏 程度 (B)	葉いもち 検定(C)	精玄米重(D) (kg/a)	品質(肉眼による調査)	
					整粒(%) (E)	基白・背白(%) (F)
富富富	67.1	0.0	1.8	61.9	85.5	0.0
(比)コシヒカリ	88.0	2.6	9.8	59.1	83.3	0.3

※(A) 稈長：地際(地面)から穂首までの長さ
(B) 倒伏程度：0(倒伏無し)～5(茎の基部より折損)
(C) 葉いもち検定：0(発生無し)～10(枯死)
(D) 精玄米重：収量

※H28農業研究所ほ場における調査結果
(E) 整粒：白く濁った米や虫による被害等が無いきれいな米
(F) 基白・背白：米粒の基部や背が白く濁った米(米が稔る時期の高温等により発生)

○栽培基礎技術の策定

育種課	栽培課	土壌・環境保全課	病理昆虫課
<ul style="list-style-type: none"> ・食味(品種比較) ・種子の増殖  <p>[品種比較試験]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・適正生育指標 ⇒良食味栽培技術の確立  <p>[穂肥診断]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・全量基肥施肥技術 ⇒良食味栽培技術の確立  <p>[全量基肥用肥料]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・葉いもち病抵抗性の確認 ⇒省農薬化の検討  <p>富富富 コシヒカリ [いもち病斑]</p>