

令和元年度

農林総合技術センター試験研究成果発表会

発表要旨

令和元年（2020年）3月

山口県農林総合技術センター



# 令和元年度 農林総合技術センター 試験研究成果発表会発表要旨 目次

発表課題一覧	p. 1
全体会「山口県スマート農林業研究の取組」	p. 3
土地利用作物分科会	p. 9
野菜分科会	p. 23
果樹・花き分科会	p. 37
畜産分科会	p. 45
林業分科会	p. 59

令和2年3月16日に開催を予定していた成果発表会は、新型コロナウイルス感染拡大を防止する観点から中止となりました。  
この資料への掲載をもって発表の成立に代えさせていただきます。



## 令和元年度農林総合技術センター試験研究成果発表会課題一覧

### ○ 全体会「山口県スマート農林業研究の取組」

No	発表課題名	発表者	所属	頁
1	県内水田農業の担い手に適応したスマート農業の導入	まえおか 前岡 ようすけ 庸介	土地利用作物研究室 作物栽培グループ	4
2	ICT技術を用いた養鶏産業における労力軽減システムの構築	うだか 宇高 ゆみ 優美	家畜改良研究室 特産開発グループ	6
3	林業の成長産業化に向けた試験研究の取組	こえだ 小枝 のぼる 登	林業研究室	7

### ○ 分科会

#### 土地利用作物分科会

No	発表課題名	発表者	所属	頁
1	本年のトビイロウンカの発生状況と今後の防除対策	かわむら 河村 としかず 俊和	資源循環研究室 発生予察グループ	10
2	水管理、畦畔・法面管理の省力化技術 ～スマート農機の活用事例～	きじま 来島 えいじ 永治	土地利用作物研究室 作物栽培グループ	12
3	中山間地域における裸麦「トヨノカゼ」の多収栽培技術 ①湿害対策	むらた 村田 もとはる 資治	土地利用作物研究室 作物栽培グループ	14
4	中山間地域における裸麦「トヨノカゼ」の多収栽培技術 ②後期重点型施肥	むらた 村田 もとはる 資治	土地利用作物研究室 作物栽培グループ	16
5	コムギ黄斑病の発生生態の解明および防除法の確立	にしみ 西見 かつおみ 勝臣	資源循環研究室 病害虫管理グループ	18
6	LEDライトを活用したイノシシ被害軽減対策	かねこ 金子 かずひこ 和彦	土地利用研究室	20

#### 野菜分科会

No	発表課題名	発表者	所属	頁
1	イチゴ「かおり野」の糖度安定化に向けた環境制御技術	つるやま 鶴山 じゅん 浄真	園芸作物研究室 野菜栽培グループ	24
2	地域企業と連携したイチゴ・トマト用UECS普及モデルの開発	しげふじ 重藤 ゆうじ 祐司	園芸作物研究室 野菜栽培グループ	26
3	ドローンによる病害虫の早期発見技術の開発 ～レンコン腐敗病対策～	みぞべ 溝部 しんじ 信二	資源循環研究室 病害虫管理グループ	28
4	夏期高温でも栽培できる濃緑色の小ネギF <sub>1</sub> 品種の育成	ふじい 藤井 こうえい 宏栄	園芸作物研究室 野菜栽培グループ	30
5	濃緑色の耐暑性品種を利用した夏期の小ネギ灌水管理技術	にしだ 西田 みさこ 美沙子	園芸作物研究室 野菜栽培グループ	32
6	現場から依頼のあった病害虫診断について	おだ 小田 ゆうた 裕太	資源循環研究室 病害虫管理グループ	34

#### 果樹・花き分科会

No	発表課題名	発表者	所属	頁
1	カンキツ栽培における通信型マルドリシステムの開発	なかしま 中島 かんと 勘太	柑きつ振興センター	38
2	「せとみ」の連年安定生産技術	にしおか 西岡 まり 真理	柑きつ振興センター	40
3	やまぐちオリジナルユリ球根増殖の省力栽培技術 「ネット栽培技術」の開発	おせき 尾関 ひとし 仁志	花き振興センター	42

畜産分科会

No	発表課題名	発表者	所属	頁
1	飼料自給率向上のための国産飼料等の黒毛和種肥育牛への給与技術に関する研究（第2報）	やまもと こうじ 山本 幸司	家畜改良研究室 やまぐち和牛改良繁殖グループ	46
2	経腔採卵・体外受精(OPU-IVF)による胚生産の効率化に関する研究	さいとう ひろゆき 齋藤 陽之	家畜改良研究室 やまぐち和牛改良繁殖グループ	48
3	県産プレミアム地鶏の雄系及び雌系種鶏の改良に関する研究	いとう なおや 伊藤 直弥	家畜改良研究室 特産開発グループ	50
4	山口型放牧とイネWCSを活用した経営安定化技術	もりた まさひろ 森田 正浩	放牧環境研究室 山口型放牧グループ	52
5	未利用資源を活用した肉豚肥育技術の検討	さとう まさみち 佐藤 正道	放牧環境研究室 飼料・環境グループ	54
6	「長州黒かしわ」の肝臓におけるおいしさとグリコーゲンの関係	むらた しゅうへい 村田 翔平	経営高度化研究室	56

林業分科会

No	発表課題名	発表者	所属	頁
1	レーザー計測を活用した森林情報の把握と活用	やまだ たかのぶ 山田 隆信	林業研究室 森林環境グループ	60
2	主伐に対応した新たな低コスト作業システムの確立	むらかみ まさる 村上 勝	林業研究室 生産利用グループ	62
3	新たな品種等の導入による低コスト再造林技術の確立	わたなべ まさひろ 渡邊 雅治	林業研究室 森林環境グループ	64
4	コンテナ苗の低コスト生産技術	おのたに くにえ 小野谷 邦江	林業研究室 生産利用グループ	66
5	抵抗性クロマツ植栽後の枯死推移	ちば のぞみ 千葉 のぞみ	林業研究室 森林環境グループ	68
6	冬の除草剤竹稈注入によるモウソウチク駆除の効果	すぎもと ひろゆき 杉本 博之	岩国農林水産事務所 森林部森林整備グループ	70

# 全 体 会

「山口県スマート農林業研究の取組」

# 山口県スマート農林業研究の取組

## 農業分野の取組

### 「県内水田農業の担い手に適応したスマート農業の導入」

土地利用作物研究室 前岡庸介

#### 背景

山口県の農業就業人口は高齢化等に伴って急激に減少しており、今後もこの傾向が続くと推測される。このような中、水田農業の中核的な担い手としての集落営農法人が 279 法人まで増加し、これらの経営を補完するため 12 の集落営農法人連合体が形成され、共同事業の実施や連携強化を進めている。

オペレータの確保に苦慮する経営体があるものの、農業生産法人等への新規就業者数は毎年 60 名程度で推移している。それぞれの経営体では、新たな人材を確保するため、効率的な経営への移行や人材の育成などの経営課題の解決に取り組んでいる。

#### 目的

近年発展がめざましい ICT（情報通信技術）やロボット技術等を活用したスマート農業技術の導入は、労働時間の削減や労働負荷の改善、収益力の向上などの経営体質強化や熟練者の技能伝承など人材の育成に寄与するものと期待されている。生産現場への実装に向け、個々の技術の機能を評価することで経営への導入効果を明らかにするとともに、効果的な活用方法を検討する。

また、本県の多様な水田農業の経営規模や立地に対して、どのような条件下で技術が適応するのかを現地実証によって明らかにする。

#### 具体的な取組

##### 1 担い手が直面する課題に対応した技術の実証

###### (1) 圃場生産管理システムの活用

- ア パソコン上で圃場地図を使って作付状況や収量、作業進捗等の生産情報を管理し、情報共有や管理の振返り等、農場の効率的な管理が可能。
- イ この機能を用いて作業のムリ・ムラ・ムダの削減など経営改善に活用。

###### (2) 自動給水システム

- ア 通信により自動で給水バルブの開閉ができ、事前に端末で設定した水田水位に遠隔で制御するなどの水管理が可能。
- イ 今回の試験導入の結果、慣行作業と比較して水管理時間の削減や圃場への見回り回数の削減効果が大きいことが明らかになった。

###### (3) リモコン式畦畔除草機

- ア リモコン操作により法面除草作業を行え、労働負荷の軽減や労働時間の削減が図られる。
- イ 機種や法面の条件（傾斜・下方のほ場の作付け等）により作業可能な場所が限定されるため、詳細に適応条件を検討している。



## 2 中山間部水田における主な取組み

### (1) 小区画・不整形水田を中心とした実証

#### ア 圃場生産管理システムと連携したトラクタ、田植機

不整形水田では、経験の少ないオペレータにとって、効率的に機械作業をするための圃場内行程を決めることが重荷になることから、システムと連携したトラクタや田植機で熟練オペレータの作業行程を記録し、技能の底上げに活用

#### イ 可変施肥田植機

田植え作業と同時に土壌条件に応じて施肥量を調整する可変施肥田植機と、収穫しながら圃場ごとの収量を計測できる収量コンバインを組み合わせ、施肥量の削減や収量改善等の効果を確認



### (2) 大区画水田を中心とした実証

#### ア GPSブロードキャスト

既存のブロードキャストでは基肥の散布ムラによって重複部分等が伏伏して減収することから、散布行程のガイダンスや肥料の重複散布防止機能を活用した場合の改善効果を収量コンバインにより確認

#### イ 自動操舵システム

作業の重複を少なくし、かつ直進して正確に作業できる自動操舵システムを活用し、経験の浅いオペレータが40a程度の大規模圃場で代かきを行った場合の技能補完効果を確認

## 3 平坦部水田における主な取組み

### (1) 収量コンバインと圃場生産管理システムの連携

パン用小麦を対象に、収量コンバインで計測したタンパク含有率を圃場生産管理システム上でマップ化し、タンパク含有率に影響する栽培管理の確実な実施をサポート

### (2) 自動操舵システム

耕うんや代かき作業だけでなく、水稻の乾田直播や大豆の播種作業にも活用し、経験の浅いオペレータの作業精度向上や負担軽減をサポート



# 山口県スマート農林業研究の取組

## 畜産分野の取組

### 「ICT技術を用いた養鶏産業における労力軽減システムの構築」

家畜改良研究室 ○宇高優美・伊藤直弥

#### 背景

鶏肉は最も消費量の多い食肉として、その生産規模は年々拡大しており、国内では、年間8億羽を超える鶏が処理されている。

本県においても農業産出額（畜産）のうち肉用鶏が2割を占めるなど主要産業の一つである。

一方、各種疾病対策が求められる中、飼育管理に関する作業工程は多岐にわたり、慢性的な人手不足となっている。

中でも、生産性向上に重要な鶏舎環境の管理や定期的な体重測定は、全て人力で行うため、時間と手間を要し、業務上の課題となっている。

こうした中、畜産分野では、「山口県スマート畜産推進協議会」が設立され、先端技術の活用や研究開発等の取組みが本格的に始まった。

#### 目的

ICT技術を用いて鶏舎の飼育管理に必要な作業を自動化・省力化するシステムを開発し、労力の軽減を図る。

また、飼育管理の自動化により、鶏舎内への立入回数を削減し、病原体の侵入リスク軽減やアニマルウェルフェアに配慮した飼育管理を目指す。

#### 具体的な取組

##### （1）養鶏産業 ICT 研究開発プラットフォーム

プラットフォームでは、肉用鶏の飼養管理に関する労力軽減をテーマに、生産者ニーズの把握、ICT機器の開発、実証実験の各分野を産学官・他県と連携して研究開発を進め、当部は実証実験に取り組んでいる。

##### （2）取組内容

個体ごとに人力で行う体重測定の労力軽減を図るため、鶏に個体識別センサーであるICチップを装着して、個体ごとに自動で体重を計測し、通知する労力軽減システムを構築する。

##### （3）今後の取組

従前的人力による体重測定に比べ、システム導入、運用に係る経費が安価で、測定精度は同等以上、扱い易いシステムとなるよう関係機関で試験と実証に取組み、実用化を目指す。

また、ICチップによる個体管理により、産卵性、増体性等の生産能力の評価に基づく最適な交配計画や選抜に資する。

# 山口県スマート農林業研究の取組

## 林業分野の取組

### 「林業の成長産業化に向けた研究の取組」

林業研究室 小枝 登

#### 背景

- 本県の森林資源は、戦後の拡大造林によってスギ・ヒノキ人工林が成熟し利用可能な時期を迎えている。
- 林業経営は、「伐採する、使う、植える、育てる」という森林を循環利用する「林業の成長産業化」に向けた新たな時代に入っている。
- 我が国の森林所有は小規模・分散的であり、長期的な林業の低迷や所有者の世代交代等により、森林経営管理が適切に行われていない事態が発生している。

#### 目的

- 木材生産を担う中核林業経営体の効率的経営の実現を図るため、ICT（情報通信技術）等の先端技術を活用し、実用化（林地集約・木材生産・資源循環等）に重点を置いた先進的な研究課題に取り組む。

#### 具体的な取組

##### 1 現在の取組

- (1) ICTを活用した林業経営の効率化に関する研究  
新たな生産管理手法の実用化による林業経営の効率化を実証し、本県の木材供給体制の強化を図る。
- (2) 主伐に対応した新たな低コスト作業システムの確立に関する研究  
主伐化に伴う大量の木材生産が可能な高性能林業機械を用いた、木材生産から伐採後の再造林までを一体的に行う「一貫作業システム」の導入等に関する検証を行い、森林資源の循環利用を図る。
- (3) 新たな品種等の導入による低コスト再造林技術の確立に関する研究  
再造林と植栽後の保育経費の低減を可能とする低密度植栽、成長に優れた品種や樹種の導入による低コスト再造林技術に関する検証を行い、再造林の着実な実施を図る。

##### 2 今後の取組

- 実生コンテナ苗の育成期間短縮技術の確立に関する研究  
一貫作業システムで使用するコンテナ苗の価格低減に向けて、本県の温暖な気候特性を活かし低コストで効率的な実生コンテナ苗の育苗期間短縮技術を検証・確立する。



# 土地利用作物分科会

## 本年のトビイロウンカの発生状況と今後の防除対策

担 当	資源循環研究室 発生予察グループ ○河村 俊和・東浦 祥光
研究課題名 研究年度	植物防疫法に係る病虫害防除所業務

### 背 景

トビイロウンカは水稻の重要害虫であり、6～7月に中国大陸から飛来し8月以降に増加する。多発生するとイネが突然枯死倒伏する「坪枯れ」症状をおこす。2019年は、山口県ではトビイロウンカが多発生したため2回の注意報と12年ぶりの警報を発令した。

### 目 的

トビイロウンカの発生状況と薬剤に対する感受性の動向を把握し、今後の防除対策に活用する。

### 成 果

#### 1 トビイロウンカの発生状況

- (1) 6～7月を中心に少量の飛来が続き、飛来回数は多かった。
- (2) 7月下旬から8月下旬にかけて発生ほ場が拡大し、9月中旬以降の発生ほ場率は約80%の高い状態で推移した。
- (3) ほ場における発生量は、8月下旬から9月にかけて急激に増加し、9月中旬の10株当たり虫数は23.1頭（平年7.2頭）、9月下旬の10株当たり虫数は51.3頭（平年22.1頭）で、要防除水準の株当たり成幼虫5頭以上を超えた（図3、4）。

#### 2 薬剤防除の状況

- (1) 降雨が続いた影響により、注意報第1号発令（8/13）後に適期防除（8月下旬）が行われたほ場は、全体の1/4程度であった（図5）。
- (2) 箱施用剤は、薬剤感受性の低下が認められているダントツを成分として含む剤の割合が高く（表1）、この成分を含む箱施用剤を使用したほ場においては、トビイロウンカの発生密度が高かった（図6）。

#### 3 薬剤感受性の動向

- (1) 2018年までの薬剤感受性検定では、アプロード、アドマイヤー、ダントツ、キラップなどで防除効果の低下が認められた。
- (2) 2019年の薬剤感受性検定では、全般に薬剤感受性の低下傾向が認められたが、トレボン粉剤、MR.ジョーカー粉剤、アルバリン（スタークル粉剤は他剤に比べ高い殺虫効果が認められた（表2）。



図1 トビイロウンカ成虫

図2 坪枯れ被害

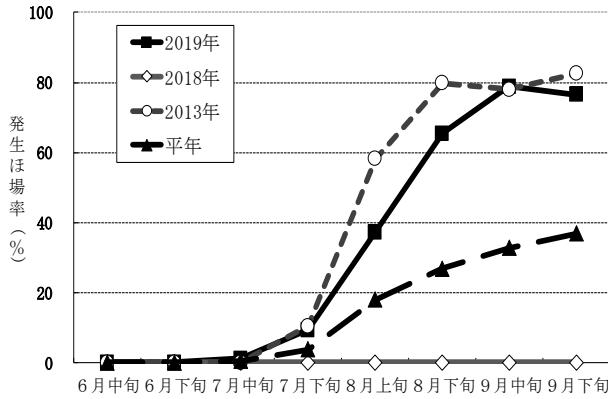


図3 トビイロウンカの発生推移（発生ほ場率）

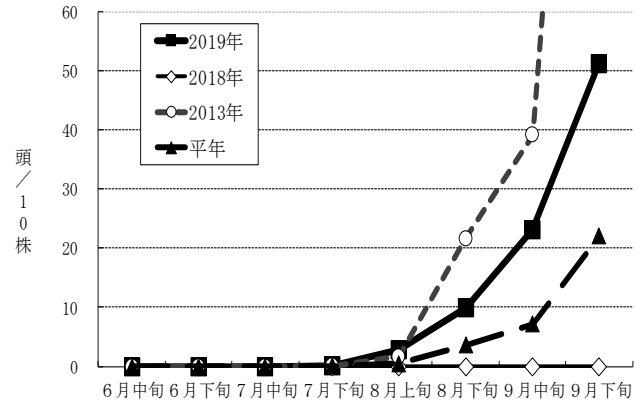


図4 トビイロウンカの発生推移（10株当たり虫数）

表1 箱施用剤の使用状況

薬剤名	ほ場数	割合
ダントツ	48	60.0%
アドマイヤー	8	10.0%
プリンス	10	12.5%
チェス	7	8.8%
施用なし	7	8.8%
合計	80	

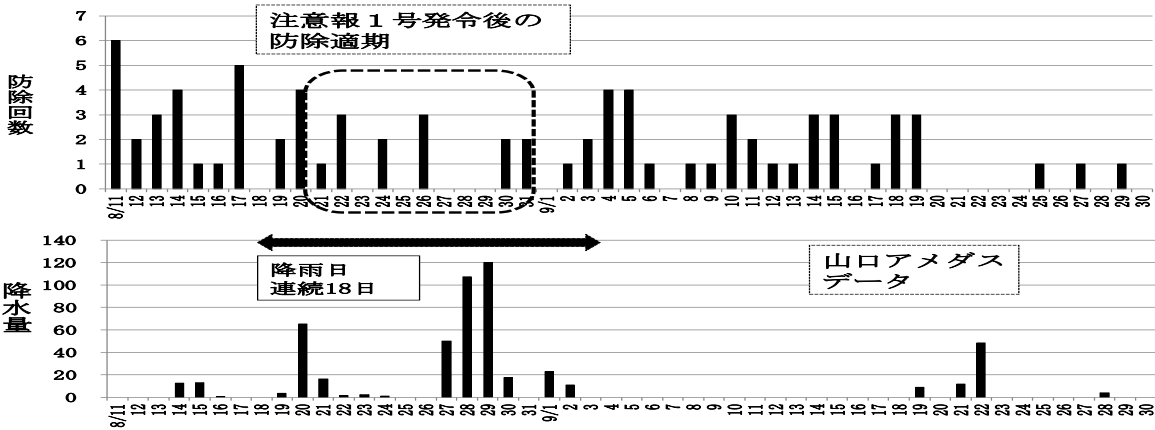


図5 薬剤散布が実施された日と降雨との関係

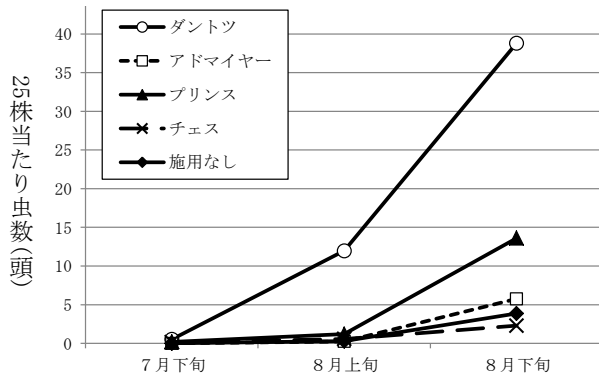


図6 箱施用剤別のトビイロウンカの発生

表2 各薬剤のトビイロウンカの死虫率

薬剤名	採集地	補正死虫率 (%)
トレボン粉剤DL	光市	72.5
MR, ジョーカー粉剤DL	光市	77.0
ダントツ粉剤DL	光市	0.0
アルバリン粉剤DL	光市	57.7
	下関市	73.8
エクシード粉剤DL	光市	17.2
	下関市	26.8
コルター粉剤DL	光市	31.5
	下関市	17.0

注) 散布薬量は4kg/10aの割合  
判定は、コルターは120時間後、他剤は72時間後  
コルターは幼虫、他剤は成虫を供試

## 水管理、畦畔・法面管理の省力化技術 ～スマート農機の活用事例～

担 当	土地利用作物研究室作物栽培グループ ○来島永治・前岡庸介・陣内暉久
研究課題名	県内水田農業の担い手に適応したスマート農業の導入
研究年度	平成30年～令和2年

### 背 景

本県においては令和元年度末現在までに279の集落営農法人と12の集落営農法人連合体が設立され、水田農業の基幹的担い手となっている。これにより水田農業の作業形態は限られた人員で多数のほ場を管理する形態に移行しており、正確な栽培管理作業をより効率的に行う技術の重要性が高まっている。

### 目 的

水管理、畦畔・法面管理に係るスマート農業技術の活用事例を検証し、導入効果を明らかにする。

### 成 果

- 1 水管理の省力化技術（自動給水システムの効果確認試験）
  - (1) 自動給水栓の概要
 

水田水位等の確認や設定、給水バルブの開閉を端末（スマートフォン、パソコン）で遠隔・自動で制御するシステムである（図1）。
  - (2) 性能調査結果
 

自動給水システム（K社製）の利用により、慣行作業と比較して、水管理時間削減率70%超程度、ほ場水管理回数削減率90%程度的大幅な省力効果が認められる（表1）。
- 2 畦畔・法面管理の省力化技術（リモコン式除草機の性能確認試験）
  - (1) リモコン式除草機の概要
 

リモコン操作により法面除草作業を行える。  
機体幅1.5m、刈幅1m、機体重量430kg、通信可能距離最大300mでリモコン操作によりエンジンON・OFF、刈高さ調整、速度調整等が可能である（写真1）。
  - (2) 性能調査結果
 

リモコン式除草機の作業能率は0.78h/10aであり、法面除草機（作業能率：3.7h/10a）の4倍以上の能率での作業が可能である（表2）。  
ただし、利用可能場所は法面幅・傾斜等、一定の制限がある（図2）。
  - (3) 山口市 法人Kの管理ほ場の全畦畔・法面面積は約3.9ha（実測面積）であり、リモコン式除草機導入後は法面除草機の利用割合は89%から58%と31%減少している。その結果、試算値ではリモコン式除草機と法面除草機の作業能率差により、全エリア草刈り労働時間（1回当たり）を26.1%削減することが可能である（表3）。



ほ場に行かなくても、リアルタイムでPC等(スマートフォンやパソコン)で水位等情報が把握でき、入水等の命令ができる

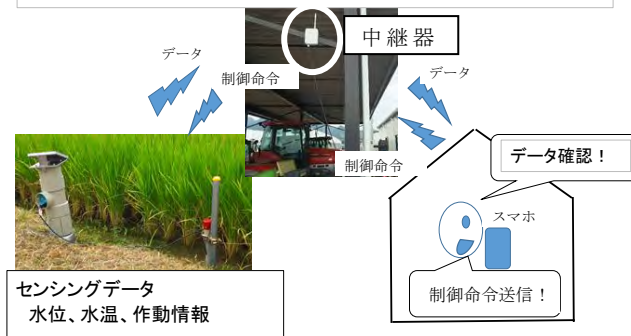


図1 自動給水システムの概念図

表1 自動給水システム利用による水管理作業の省力効果

試験場所	区	調査期間	水管理時間(1ほ場当たり)				時間削減率 (慣行対比)	水管理回数 削減率 (慣行対比)
			PC等操作 (分)	回数 (回)	現地管理 (分)	回数 (回)		
萩市 法人H (小区画ほ場)	自動給水 慣行	5/9~9/5	26	27	76	7	83.0%	89.1%
			—	—	600	64	—	—
山口市 法人F (大区画ほ場)	自動給水 慣行	7/21~10/8	33	20	50	6	71.5%	90.3%
			—	—	291	62	—	—

注1) 萩市 法人H(長門中山間部) 1ほ場 25a程度 事務所からほ場までの距離は5km程度(車で5分)  
 注2) 山口市 法人F(瀬戸内平坦部) 1ほ場 80a程度 事務所からほ場までの距離は1~2km程度(車で1~2分)  
 注3) 現地管理時間は事務所~ほ場までの移動、現地作業、見回りを含む



写真1 リモコン式除草機(A社製)

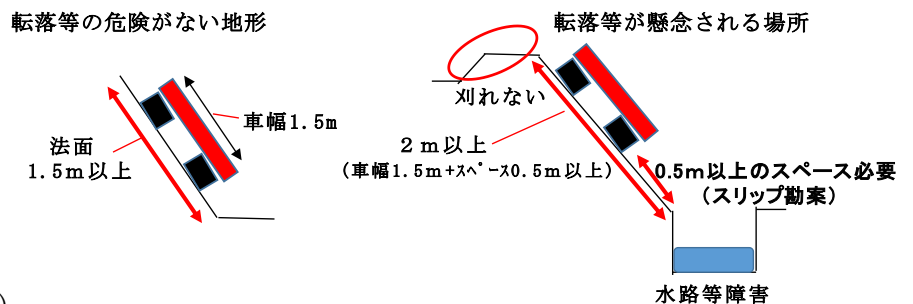


図2 リモコン式除草機(A社製)の使用条件

表2 各作業機の作業能率

機械種類	作業能率	作業幅
リモコン式除草機	0.78h/10a	最大1m
法面除草機	3.7h/10a	最大0.5m
トラクタ装着除草機	1.7h/10a	0.9m
刈払機	5.0h/10a	—

注) リモコン式除草機の作業能率は実測値  
 法面除草機、トラクタ装着式除草機及び刈払機  
 の作業能率は法人聞き取り

表3 畦畔・法面管理の作業時間等(試算値)

区分	使用作業機	利用面積	利用割合	個別作業機 作業時間	一回当たり 総作業時間	作業時間 削減率
従来 (導入前)	法面除草機	3.47ha	89%	128.4h	135.5h	—
	トラクタ装着除草機	0.42ha	11%	7.1h		
現在	リモコン式除草機	1.21ha	31%	9.4h	100.1h	26.1%
	法面除草機	2.26ha	58%	83.6h		
	トラクタ装着除草機	0.42ha	11%	7.1h		

注1) 当該法人が対象除草機を利用する3.9haの畦畔・法面の全体を一回作業する面積、利用割合、時間等  
 注2) 各作業機の作業能率は表2参照  
 注3) 当該法人の刈払機の使用はわずかであるため計算に含めていない

## 中山間地域における裸麦「トヨノカゼ」の多収栽培技術

### ①湿害対策

担 当	土地利用作物研究室 ○村田 資治・陣内 暉久・原田 夏子*
研究課題名 研究年度	中山間地域での病害防除および湿害対策による麦類の多収栽培 技術の実証 平成 28 年～平成 30 年

#### 背 景

本県の裸麦奨励品種「トヨノカゼ」は中山間地域を中心に作付けられている。中山間地域では暗渠等が未整備な排水不良圃場が多い。こうした圃場では播種時期に土壌が乾かないため適期に播種できないうえ、播種しても湿害により生育不良となる。湿害は中山間地域における裸麦「トヨノカゼ」の重要な低収要因であり、「トヨノカゼ」の収量を向上させるためには湿害対策技術の開発が必要である。

#### 目 的

本県の中山間地域で栽培される裸麦「トヨノカゼ」を対象として、チゼルプラウを用いた湿害対策技術を開発する。

#### 成 果

- 1 播種前にチゼルプラウで耕起する（図 1、図 2）。耕起深は 15～20cm 程度とする。耕起してから 1～2 週間放置して土壌を乾かす。この間に降雨があっても問題ない。播種は通常どおり行う（図 3）。チゼルプラウで耕起するほうが、ロータリーで耕起するよりも土壌が乾きやすい（図 4）。
- 2 播種前にチゼルプラウで耕起すると、収量は慣行の体系と比べて約 1 割増加する（表 1）。チゼルプラウの導入により生産費は 1,509 円/10a 増えるが、収量が増加するため、収支は 2,928 円/10a 増加する。作業上の利点として、ロータリー耕と比べてチゼルプラウ耕は作業速度が速いこと、耕起後に降雨があっても播種時には問題ないため、播種の 1 週間以上前でも作業できることがあげられる。
- 3 チゼルプラウは滞水している圃場や地耐力が低い圃場ではスリップするため使用できない。雑草や未裁断のワラはあらかじめ除去する。チゼルプラウの効果は耕起した部分の土壌を乾かすことであり、圃場の排水性を向上させるわけではない。圃場からの排水を促進するために額縁明渠は必ず設置する。

\* 現山口農林水産事務所



図1 チゼルプラウ  
写真の機種は5本爪で30~50馬力のトラクタに適應。



図2 チゼルプラウによる耕起  
ロータリーと異なり、土塊が粗く、表面の残渣はほとんどすきこまれない。



図3 チゼルプラウから17日後に播種  
チゼルプラウで耕起してから播種まで耕起は全く行わなかった。左が播種前、右が播種後の様子。アップカットロータリーによる耕耘同時播種。山口県美祢市の現地圃場において平成30年11月24日に播種した。

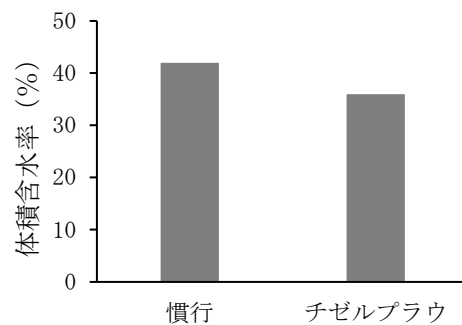


図4 播種時の土壤水分  
「慣行」と「チゼルプラウ」の内容は表1の注釈のとおり。平成30年11月24日の播種直後に畝の中央部において表層から5cmの体積含水率を測定した。

表1 チゼルプラウによる湿害対策を導入した場合の経済効果

	慣行	チゼルプラウ	備考
品種	トヨノカゼ	トヨノカゼ	
収量 (/10a)	279 kg	315 kg	平成30年産
① 収益 (/10a)	95,345 円	99,782 円	助成金等含む
② 生産費 (/10a)	46,563 円	48,072 円	
①-② 収支 (/10a)	48,782 円	51,710 円	

経済効果は山口県美祢市の現地圃場での調査結果をもとに、裸麦を15ha作付したと仮定して計算を行った。

「慣行」はチゼルプラウによる耕起は行わず、播種の3日前にロータリーで耕起した。

「チゼルプラウ」はチゼルプラウによる耕起を行い、17日後に播種した。

収量は全刈り収量を示す。

※本研究は生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）」の支援を受けて行った。

<b>中山間地域における裸麦「トヨノカゼ」の多収栽培技術</b> <b>②後期重点型施肥</b>	
担 当	土地利用作物研究室 ○村田 資治・陣内 暉久・有吉 真知子・原田 夏子*
研究課題名 研究年度	緩効性肥料を用いた後期重点型施肥技術による裸麦の多収栽培技術の実証 平成 28 年～令和元年

## 背 景

本県の裸麦奨励品種「トヨノカゼ」は中山間地域を中心に作付けられており、分施のほかに一発肥料での栽培が行われている。県産「トヨノカゼ」の収量は 150kg/10a 程度と低い傾向にあり、改善が求められている。低収の理由として湿害、雑草害等に加えて、中山間地域の「トヨノカゼ」に適合した一発肥料がないことがあげられる。近年、麦類の多収栽培技術として基肥を少なくして追肥を増やす、後期重点型施肥が注目されている。広島県では後期重点型の一発肥料を使うことで、大麦が増収することを明らかにしている。これを応用すれば、裸麦「トヨノカゼ」において一発肥料を使った後期重点型施肥による多収化が可能である。

## 目 的

本県の中山間地域で栽培される裸麦「トヨノカゼ」を対象として、後期重点型の一発肥料を用いた多収栽培技術を開発する。

## 成 果

- 1 一発肥料として、20 日タイプのシグモイド型被覆尿素を使う（図 1、図 2）。施肥量は窒素成分で 10kg/10a、基肥時に全量施用する。施用方法は通常の側条施肥でよいが、播種溝施肥のほうが効果は安定する。この肥料にはリン（P）やカリウム（K）は含まれていないので、PK 肥料は別途施用する。出芽不良の恐れがあるので、PK 肥料は播種溝に施用しない。
- 2 収量は慣行の分施体系と比べて約 3 割増加する（表 1）。被覆尿素肥料の使用により生産費は 6,185 円/10a 増えるが、収量が増加するため、収支は 3,980 円/10a 増える（表 2）。さらに、慣行の分施体系で必要な 2 回の追肥作業を省略できるため、労働時間は 0.6 時間/10a 減少する。
- 3 本研究成果は中山間地域の 11 月下旬播種で得られたものだが、遅れ穂の発生が見られた（図 3）。本技術を使う場合は遅れ穂を抑制するため、11 月上旬に播種を行うこととし、播種が遅れた場合は分施体系で栽培する。

\* 現山口農林水産事務所



図1 使用する被覆尿素肥料  
(20日タイプ、シグモイド型)

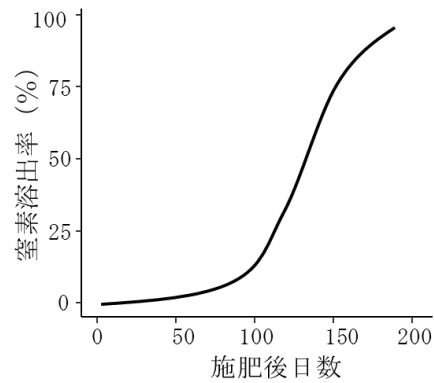


図2 被覆尿素肥料の溶出パターン  
データは山口県美祢市の現地圃場での調査結果。以下同様。  
施肥は平成29年11月24日に行った。

表1 後期重点型の一発肥料による「トヨノカゼ」(平成30年産)の収量

施肥体系	肥料	窒素施肥量 (kg/10a)	全刈り収量 (kg/10a)
分施	化成肥料	6-2-3	279
一発	被覆尿素	10-0-0	361

被覆尿素は播種溝施肥した。  
窒素施肥量は基肥-分けつ肥-穂肥を示す。

表2 後期重点型の一発肥料を導入した場合の経済効果

	分施	一発	備考
品種	トヨノカゼ	トヨノカゼ	
収量 (/10a)	279 kg	361 kg	平成30年産
① 収益 (/10a)	95,345 円	105,510 円	助成金等含む
② 生産費 (/10a)	46,563 円	52,748 円	
①-② 収支 (/10a)	48,782 円	52,762 円	

裸麦を15ha作付したと仮定して計算を行った。



図3 遅れ穂が発生した様子  
平成30年6月4日撮影。  
草丈の短いものが遅れ穂。



※本研究は生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業(うち地域戦略プロジェクト)」の支援を受けて行った。

<b>コムギ黄斑病の発生生態の解明および防除法の確立</b>	
担 当	資源循環研究室 病害虫管理グループ 吉岡陸人*・○西見勝臣・角田佳典
研究課題名 研究年度	コムギ黄斑病の発生生態の解明および防除法の確立 平成30年～令和元年

## 背 景

山口県では、平成26年から小麦の品種を、収量や加工適性に優れる「せときらら」に更新したが、導入当初から黄斑病の発生が確認され、多発生ほ場では収量や品質の低下がみられた。コムギ黄斑病の発生生態や防除法には不明な点が多く、防除体系の確立が望まれた。

## 目 的

県内小麦における黄斑病の発生のメカニズムを明らかにするとともに有効薬剤の探索や使用時期の検討を行い、ほ場における本病の総合的な防除技術を組み立てる。また、品種・系統との関係を解明し、今後の抵抗性育種に有用な知見を得る。

## 成 果

### 1 病原菌の発生生態の解明

- (1) 県内で採集した病原菌は、5℃の低温でも菌糸の伸長が認められ、16時間の濡れ時間があれば感染、発病が可能である。
- (2) 11月に播種したほ場では、前作の残渣上に形成された子のう胞子が第一次感染源となり、12月には初発生が認められる。
- (3) 品種・系統により発病程度に大きな差があり、「せときらら」の発病程度は高い。また、DNAマーカーを利用して抵抗性遺伝子を導入した系統は、元の品種に比べ明らかに発病程度が低く、抵抗性遺伝子導入の効果は大きい（表1）。

### 2 化学的防除技術の確立

生育期の散布薬剤では、アゾキシストロビン剤（アミスター）、メトコナゾール剤（ワークアップ）及びプロピコナゾール剤（チルト）の効果が高い（表2）。

### 3 総合防除技術の確立

耕種的防除技術として、耐病性・抵抗性品種の利用の他、第一次感染源となる前作残渣の分解促進のため、水稻との輪作や夏期の代かき湛水、収穫後早期に複数回すき込むなどの方法が有効である（図1）。さらに12月から1月にほ場での発病の有無を確認し、発病があった場合には、効果の高い薬剤（チルト乳剤25）で、開花期の基幹防除より前のできるだけ早い時期に防除を行う。

\*現農林水産部農業振興課

表1 小麦品種・系統に対する黄斑病菌の発病程度

品種・系統	接種7日後 病斑面積率(%)	接種16日後 病斑面積率(%)
せときらら	6.2	14.9
ふくさやか	0.1	0.2
チクゴイズミ	7.7	12.7
イワイノダイチ	0.1	0.1
キヌヒメ	0.04	0.04
ミナミノカオリ	5.0	6.7
関東138号	0.1	1.5
ふくほのかBC-5 <sup>1)</sup>	0.1	0.2
ふくほのか	6.3	8.5
Glenlea	7.9	16.1
Catepwa	10.6	11.8
農林26号(極強) <sup>2)</sup>	0.1	0.2
農林61号(強)	6.7	8.9

注 1) DNAマーカーにより抵抗性遺伝子を導入した西日本農研の育成系統

2) 極強及び強は、西ら(1993)の区分による

表2 コムギ黄斑病に対する薬剤の防除効果

薬剤名	希釈濃度	病斑数/葉	防除価
アゾキシストロピン水和剤 (アミスター20フロアブル)	2000倍	0.8	92.5
メコナゾール水和剤 (ワークアップフロアブル)	2000倍	1.9	82.1
テブコナゾール水和剤 (シルバキュアフロアブル)	2000倍	3.1	70.8
銅水和剤(塩基性硫酸銅) (Zボルドー)	500倍	3.2	69.8
チオファネートメチル水和剤 (トップジンM水和剤)	1000倍	4.1	61.3
プロピコナゾール乳剤 (チルト乳剤25)	1000倍	1.3	87.7
無処理		10.6	

注)黄斑病に対し、チルト乳剤は既登録、アミスター20フロアブル及びワークアップフロアブルは登録申請予定

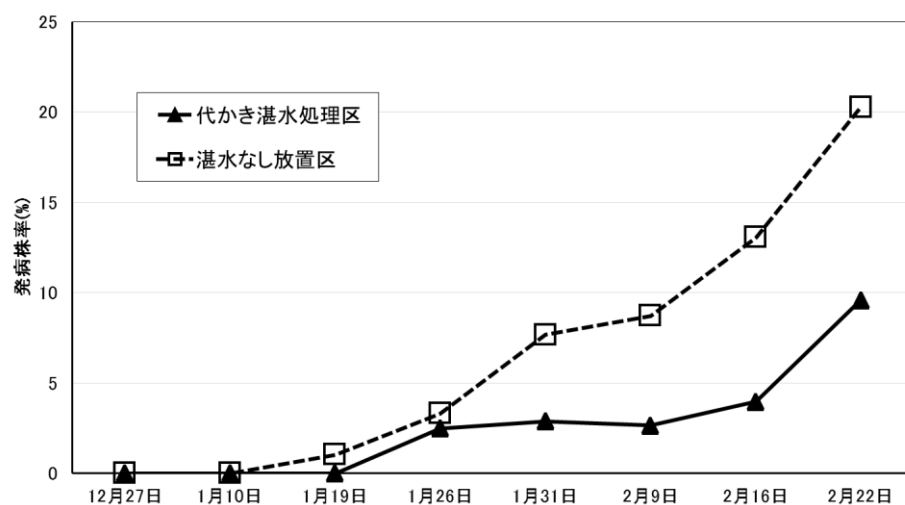


図1 小麦収穫後に代かき湛水処理にした場合の発病程度  
(山口市センター内ほ場 2018年~2019年)

<b>LEDライトを活用したイノシシ被害軽減対策</b>	
<b>担 当</b>	農業技術部 土地利用作物研究室 金子 和彦
<b>研究課題名</b> <b>研究年度</b>	LEDライトによるイノシシ被害軽減対策実証試験 令和元年

## 背 景

近年、山口県ではイノシシによる農作物被害が大きな問題となっており、被害額は平成30年度の県内農林業の野生鳥獣被害額の約半分、(2億3千万円)を占めている。イノシシ被害の主な対策として防護柵や電気柵等があるが、設置に労力が掛かる、維持管理がたいへんであるといった問題があり、現場からは簡易で効果の高い被害軽減対策が求められている。

## 目 的

イノシシを感知するセンサーと強力な光を発するLEDライトを組み合わせた装置によるイノシシ被害軽減効果を確認する。

## 成 果

- 1 今回の実証試験では、イノシシを感知して数秒間発光するLEDライト(K社製：光度約28000cd)によりイノシシの出没を抑制できた。
- 2 今回の実証試験では、イノシシの出没抑制効果を4カ月間持続できた。

## 成果の活用と留意点

- 1 イノシシの被害軽減対策は防護柵を基本とし、場所や地形によって対策を使い分けることが望ましい。
- 2 LEDライトを設置する場合は、事前に赤外線カメラ等によるイノシシの出没経路の確認が必要である。
- 3 出没抑制効果についての判定及びイノシシ以外の獣害への効果については継続した実証試験による確認が必要である。



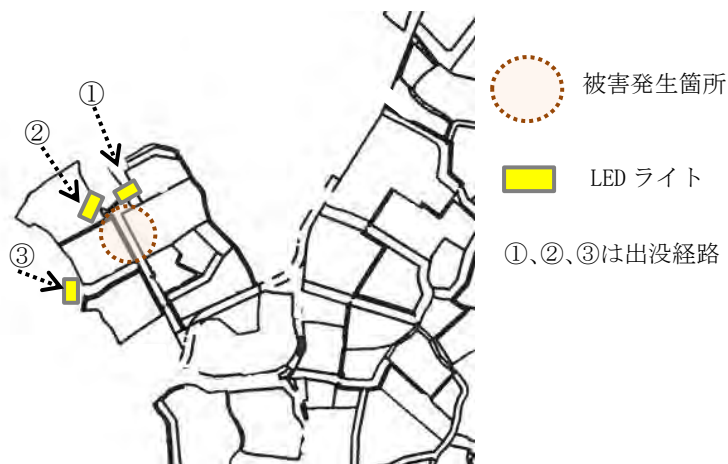


図1 LED ライトの実証場所



図2 試験に使用したLED ライト



図3 LED ライトの点灯で遁走するイノシシ

表1 イノシシの出沒経路ごとの出沒日数

期間 月/日	備考	出沒日数		
		出沒経路①	出沒経路②	出沒経路③
8/19～8/26	LED設置前	4	6	3
9/4～9/5	9/4 LED設置 電気系統不調	0	0	0
9/6～9/14	LED正常稼働開始 出沒経路②のイノシシはLEDライトの発光により遁走	0	2	0
9/15～9/24		0	0	0
9/25～10/9		0	0	0
10/10～10/28	出沒経路②のカメラの前にクヌギの実が多数落下 LEDライトの発光による遁走も確認	2	8	3
10/29～11/28		1	0	0
11/29～12/31	出沒経路③のイノシシはLEDライトの発光により遁走	0	0	1
	12/31 試験終了			

注) LEDライトの発光による遁走は動画撮影で確認されたもの  
それ以外の出沒もLEDライトの設置場所を越えたものはない



# 野 菜 分 科 会

イチゴ「かおり野」の糖度安定化に向けた環境制御技術	
担 当	園芸作物研究室 野菜栽培グループ ○鶴山 浄真・重藤 祐司 資源循環研究室 土壌環境グループ 平田 俊昭
研究課題名 研究年度	簡易低コスト型栽培システムでの「かおり野」の高品質・ 多収生産による高収益体系の確立（平成28年～30年）

## 背 景

山口いちごの主力品種「かおり野」は、消費者から食味を高く評価されているが、春先に糖度が低下するとの指摘があり、その要因解明と管理面での対策が求められている。

## 目 的

「かおり野」の低糖度果発生要因を推定し、安定糖度を得る環境制御技術を構築する。

## 成 果

- 1 栽培期間中の「かおり野」の糖度、草勢および体内栄養の推移を把握した。
  - (1) 本品種の無電照栽培では、2月下旬から3月の春先に低糖度果が多い時期がある（図1）。
  - (2) 低糖度果の発生は、春先の収量増加と同時期にみられ、その1か月前より体内澱粉量の低下（蓄積同化産物の再転流）がみられる（図2）。本品種の糖度推移には、一季成り性品種が持つ休眠や覚醒の生理現象の影響がみられる。
  - (3) 株管理（葉数と着果数）が異なる場合、管理葉数当たりの着果数が多いと糖度は低く推移する（図1）。ただし、無電照栽培における糖度は、株管理による差よりも時期変動差が大きい（図1）。
- 2 「かおり野」栽培では、積極的な電照利用で冬季草勢を安定させることが、糖度の安定化に有効である。
  - (1) 既往研究では、収量、生育環境および草勢に関する要素が糖度に影響を及ぼすとされるが、積極的に電照を利用して草勢を維持した栽培ではこれらの相関は小さくなる（表1）。本品種の栽培では電照を行わない事例もみられるが、電照や局所加温による積極的な休眠制御は糖度安定化に不可欠な要素である（図3）。
  - (2) 植物成長調節剤（伸長促進、徒長抑制）による生育制御では、果実の糖度の安定推移は得られない（データ略）。

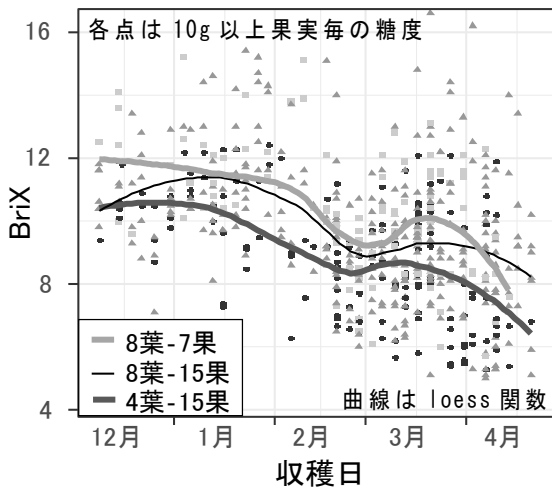


図1 株管理が異なる場合の果実糖度推移<sup>※1</sup>

(無電照ハウス、平成27年)

※1 いずれの区も2月下旬に低糖度果が多い。

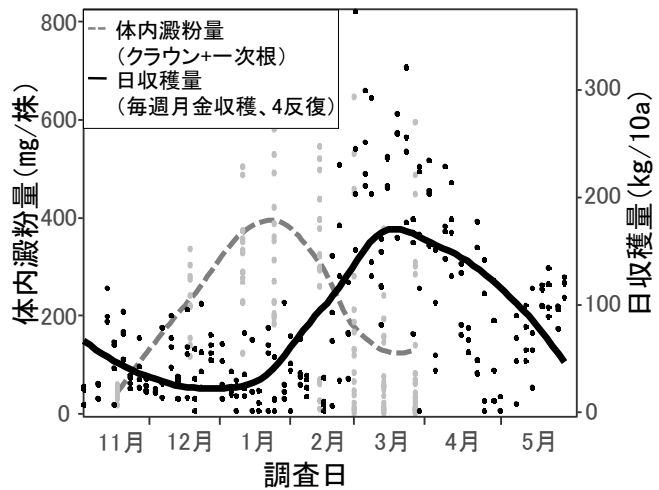


図2 栽培期間中の体内澱粉量および日収穫量の推移

(図1の8葉-15果区データ)。

表1 休眠抑制が異なるハウスの果実糖度と収量性、果実成熟環境および株栄養状態に関する要素の相関係数<sup>※2</sup> (平成28年)

果実糖度に影響があるとされる要素	休眠制御(弱→強)		
	無処理 (無電照)	不十分 (日長12時間電照)	積極制御 (電照+クラウン加温)
(果実要素)	-	-	-
果実重量	-	-	-
(収量性要素)	-0.50	-0.47	-0.32
日毎の収穫果数	-	-	-
日毎の収穫量	-0.46	-0.46	-0.39
(果実成熟環境要素)	-	-	-
成熟日数	-	-	-
成熟期平均気温	-0.45	-0.30	-
成熟期平均日射量	-0.48	-0.26	-
(株生育要素)	0.55	0.36	-
体内澱粉量	-	-	-
葉面積	-0.49	-0.22	-
サンプル数n	248	346	168

※2 相関の強さ  
 (-) : 相関なし  
 数字 : 低い相関  
 網掛け数字 : 相関あり  
 注) いずれも8葉-15果管理

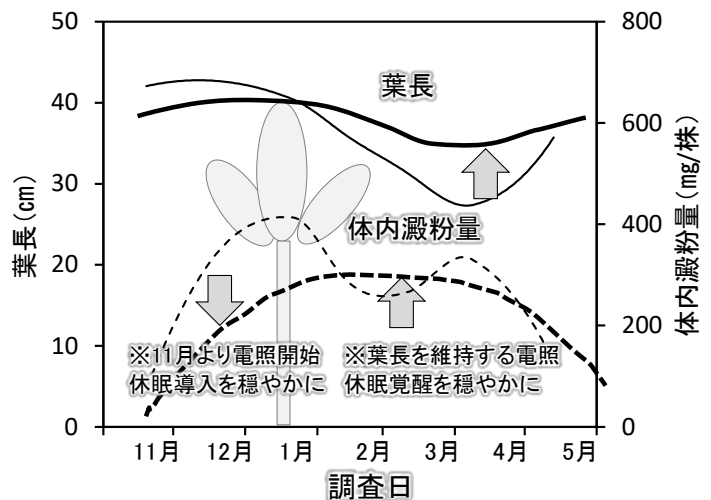
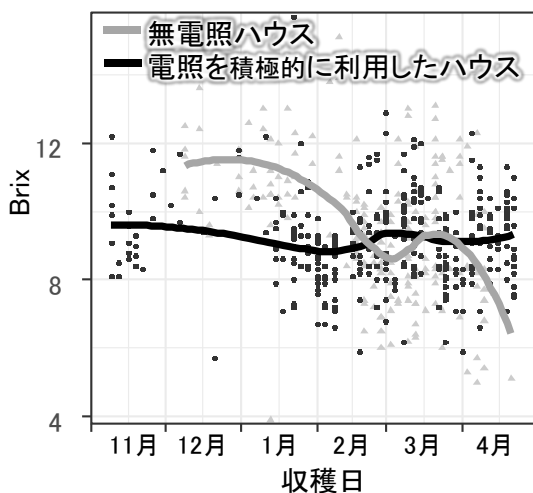


図3 電照を積極的に利用したハウスの糖度(左)、葉長および体内澱粉量の推移(右) (平成29年、右図細線は実測値、太線はモデル)

<b>地域企業と連携したイチゴ・トマト用 UECS普及モデルの開発</b>	
担 当	園芸作物研究室 野菜栽培グループ ○重藤 祐司・鶴山 浄真・茗荷谷 紀文
研究課題名 研究年度	イチゴ・トマト栽培におけるUECS「農の匠」モデルの パッケージ化 令和元年～3年

## 背 景

本県では低コスト型 UECS<sup>\*</sup> を利用したイチゴ・トマトの生産性向上を実証してきたが、DIY 前提であったため、普及へのハードルが高かった。そこで、施工が容易で、破損リスクが低い制御装置を開発し、地域企業による組立・設置・メンテナンス体制を整備することで、普及性が高まると判断した。また、ハウス付帯設備まで含めた仕様（無駄な制御盤等を排除）を示すことで、導入メリットを強調できると考えられた。

## 目 的

低コストな UECS 制御装置の開発およびハウス付帯設備の基本仕様を示す。

## 成 果

### 1 UECS 制御装置（以下：本機）の開発

- (1) 本機は、施工性、堅牢性に優れた「UECS-PiNeuron」を採用し、緊急時に ON-OFF 操作できる手動スイッチを配置した仕様である（図 1）。
- (2) 販売予定価格は、約 100 万円（モニタリング機器）で、一般流通機種（130～400 万円）と比較して最も低コストである。

### 2 ハウス付帯設備を含めた低コスト化

各アクチュエーターおよび制御盤の導入経費を含めると、10a あたり 400 万円以上の経費がかかるが、レス化（UECS 制御により不必要となるサイド・谷換気装置制御盤、CO<sub>2</sub> 制御盤・センサー、養液土耕栽培システム、タイマーボックス等を省略）によって、イチゴで 586,500 円、トマトで 813,000 円の初期投資額を低減することができる（表 1）。

### 3 成果の活用について

- (1) クラウド契約によって、インターネット利用によるモニタリング、制御も可能となる。
- (2) 株式会社サンポリでは、できるだけ早期に発売したい考えであり、設置からアフターサービスまで対応できるよう準備を進めている。

\*）ユビキタス環境制御システム(Ubiquitous Environment Control System)の頭文字で、公開された通信規格である共用通信子(UECS-CCM)のこと。またそれを利用した制御装置。

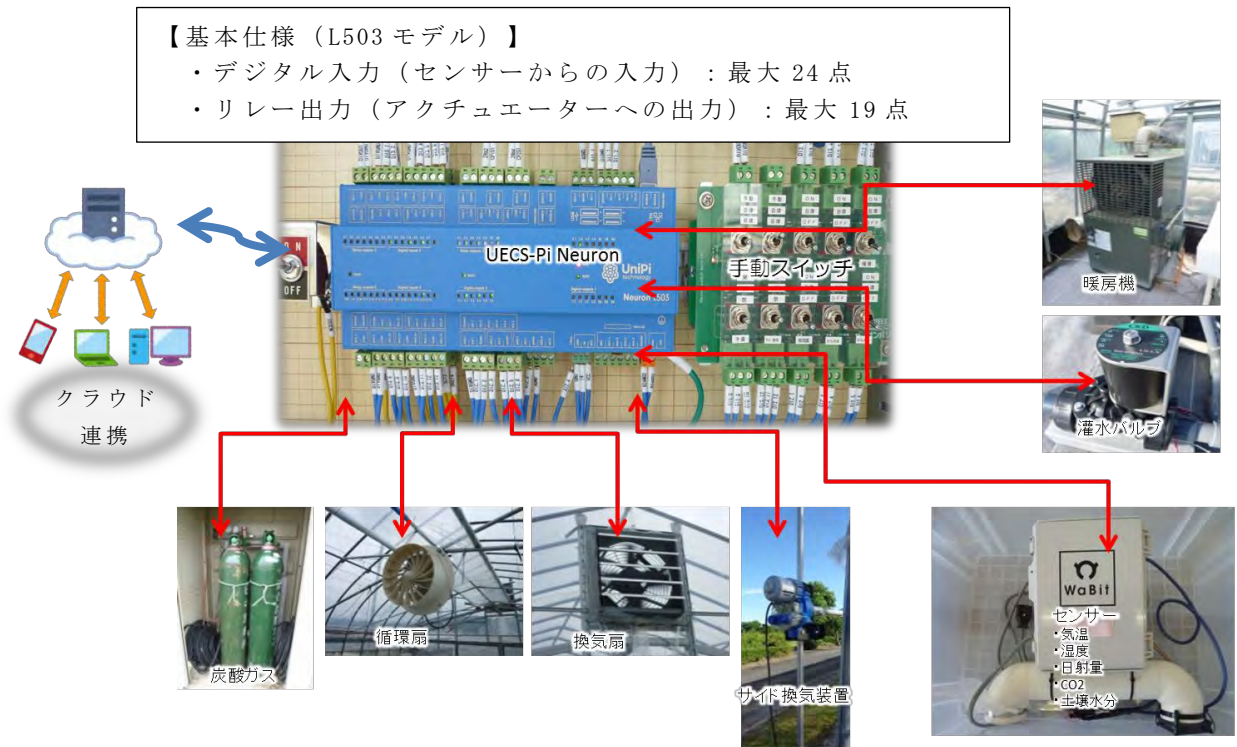


図 1 UECS 普及モデル試作機

表 1 10a 導入時の必要装備例とレス化によるコスト低減効果

アクチュエーター等	品名	個数	参考価格 円	金額 円	イチゴ		トマト	
					①制御盤あり	②制御盤のレス化	①制御盤あり	②制御盤のレス化
UECS制御機一式	UECS-Pi neuronL503等	1	1,000,000	1,000,000	○	○	○	○
サイド・谷換気装置	電動カンキット	6	40,000	240,000	○	○	○	○
	電動カンキットN制御盤	2	130,000	260,000	○	○	○	○
	電動カンキットNトランス盤	3	60,000	180,000	○	○	○	○
換気扇	羽根径100cm	1	130,000	130,000	○	○	○	○
	換気システム制御盤	1	67,000	67,000	○	○	○	○
循環扇	ドライファンはやぶさ	6	40,000	240,000	○	○	○	○
	タイマーボックス	1	30,000	30,000	○	○	○	○
暖房機	ハウスカオンキ	1	1,090,000	1,090,000	○	○	○	○
	4段サーモヤコン	1	80,000	80,000	○	○	○	○
CO2施用機	グロウエア	1	330,000	330,000	○	○	○	○
	CO2コントローラー	1	70,000	70,000	○	○	○	○
	CO2センサー	1	43,000	43,000	○	○	○	○
液肥混入機	養液王	1	95,000	95,000	○	○		
	ドサトロン	1	200,000	200,000	○	○		○
	養液土耕栽培システム	1	500,000	500,000			○	
	攪拌機モーターセット	1	30,000	30,000			○	
電磁弁	25A DC24V	3	20,000	60,000	○	○	○	○
電照	みのり電球	180	400	72,000	○	○		
	タイムスイッチ	1	8,500	8,500	○	○		

合計 4,195,500 3,609,000 4,350,000 3,537,000

②-①

-586,500

-813,000

注)

価格については、(株)サンポリ調べ(2020年1月現在)

<b>ドローンによる病害虫の早期発見技術の開発 ～レンコン腐敗病対策～</b>	
担 当	資源循環研究室 病害虫管理グループ・発生予察グループ ○溝部 信二・西見 勝臣・小田 裕太
研究課題名 研究年度	ドローンによる病害虫の早期発見技術および防除技術の開発（レンコン腐敗病対策） 令和元年～令和3年

## 背 景

岩国のレンコン産地では、古くからレンコン腐敗病などの土壌病害に悩まされてきた。栽培中に腐敗病の症状が確認されたほ場では、早掘り等（9月収穫）で対応可能である。しかし、レンコンが繁茂した後は、ほ場に入れず、周囲から見ただけで発生の確認をするのは困難であるため、対策が求められている。

## 目 的

ドローンで撮影した画像等を利用したレンコン腐敗病の早期診断技術を開発し、発病程度に応じた効率的な防除体系を確立することで、収量の安定や品質の向上を図る。

## 成 果

### 1 ドローン撮影画像による黄化葉の確認

ドローンを用いて地上約40mから撮影した画像を肉眼で観察することにより、レンコン腐敗病が原因と考えられる黄化・枯死葉を判定できた。症状はクサビ状枯死、葉縁部枯死、全面枯死に分類された（図1、図2）。

### 2 病徴の推移

黄化・枯死葉の発生は7月上旬からドローンにより認められた。面積当たりの発生か所数は7月下旬から徐々に増加が見られ、前年の腐敗程度（農家アンケートの回答による）に関わらず、9月上旬に急増した。被害葉は短期間で枯死・倒伏したため、9月中旬になると発生か所数は減少した。9月22日に山口県に接近した台風17号の強風によりレンコンの葉は倒伏し、調査不能となった（図3）。





図1 撮影に使用したドローン（山口大学）



クサビ状枯死

葉縁部枯死

全面枯死

図2 ドローン撮影画像から確認できた黄化・枯死葉

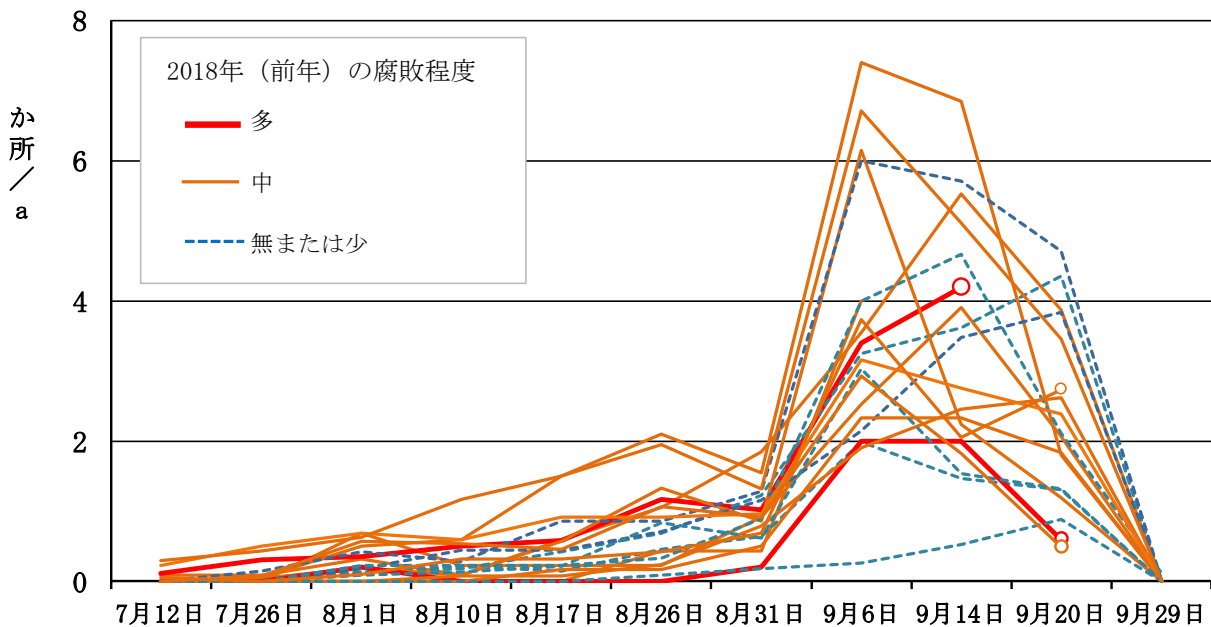


図3 黄化・枯死葉の発生か所数の推移

「多・中・無または少」は2018年（前年）産の腐敗程度（農家アンケート回答）  
（グラフの○印は収穫を示す）

<b>夏期高温でも栽培できる濃緑色の小ネギ F<sub>1</sub> 品種の育成</b>	
担 当	園芸作物研究室 野菜栽培グループ ○藤井 宏栄・西田 美沙子・重藤 祐司
研究課題名 研究年度	耐暑性に優れる濃緑色葉ネギ育種素材の開発 平成 27 年～令和元年

## 背 景

生産現場において小ネギは、高温年に発芽率が低下し、葉先枯れ症状の発生や葉色の淡緑化等により生産量や品質が低下する。また、近年の温暖化により、さらなる影響の拡大が懸念されおり、品質や収量の優れた夏栽培用品種が求められている。

## 目 的

耐暑性（高温発芽、耐葉先枯れ、高温伸長）に優れる濃緑色小ネギ F<sub>1</sub> 品種を開発する。

## 成 果

### 1 高収量・濃緑色・耐暑性 F<sub>1</sub>「中山交 01」の育成および特性（表 1、図 1）

- (1) 中原採種場（株）の耐暑性 CMS（細胞質雄性不稔）を種子親に、山口県の極濃緑色品種「YSG 1 号」を花粉親として交雑し育成した。
- (2) 市販 F<sub>1</sub> 品種と比較して、収量が多く、葉色が濃く、35℃での高温発芽率が高く、葉先枯れの発生も少ない。
- (3) 草姿は立性で分けつ発生は少なく、耐倒伏性も高い。

### 2 極濃緑色・耐暑性 F<sub>1</sub>「山交 03」の育成および特性（表 1、図 2）

- (1) 山口県の濃緑色耐暑性 CMS 系統を種子親に、山口県の極濃緑色品種「YSG 1 号」を花粉親として交雑し育成した。
- (2) 「中山交 01」より収量は劣るが、葉色は極濃緑色で、35℃の高温でも発芽率は高く、葉先枯れの発生も極めて少ない。
- (3) 草姿は立性である。

### 3 成果の普及について

- (1) 「中山交 01」は収量性が高く葉色や耐暑性に優れる等、総合的なバランスが良いため、50 cm 前後サイズの一般的な小ネギ栽培に向く。令和 2 年に品種登録出願予定である。
- (2) 「山交 03」は、極濃緑色で耐暑性も極めて高いため、出荷規格が 30～50 cm で品質が重視される小ネギ栽培に向く。

表1 有望F<sub>1</sub>系統と一般品種との特性比較<sup>z</sup>(令和元年9月)

品種・系統	長さ (cm)	収量 <sup>y</sup>		太さ (mm)	1本重 <sup>x</sup> (g)	葉色 SPAD	葉先枯れ 発生率(%)	製品率(%)	高温発芽 率(%) <sup>w</sup>
		本数	重量(g)						
F <sub>1</sub> 中山交01	37.6±1.0 <sup>v</sup>	263.3±10.5	519.4±67.3	3.1±0.1	2.0±0.1	65.8±0.7	4.1	85.1	85.0
F <sub>1</sub> 山交03	36.4±1.3	264.3±20.9	426.6±54.3	3.0±0.1	1.9±0.1	72.0±0.4	3.0	82.9	91.3
YSG1号	33.9±1.7	217.4±17.0	309.7±48.5	2.9±0.1	1.8±0.1	74.1±0.4	9.2	68.2	66.0
浅黄系九条	43.7±1.4	212.7±27.8	380.1±66.9	2.6±0.1	1.4±0.1	58.8±1.1	8.5	68.3	27.3

z 7月4日播種、9月11日収穫

y 0.5㎡当たりの収量

x 37cm草丈の1本重

w 35℃の条件で1週間で発芽した割合、5mm以上出芽したもの

v 平均値±標準誤差(n=3)



図1 耐暑性・濃緑色・立性の小ネギ用F<sub>1</sub>「中山交01」  
左:「YSG1号」、中央「中山交01」、右「浅黄系九条」

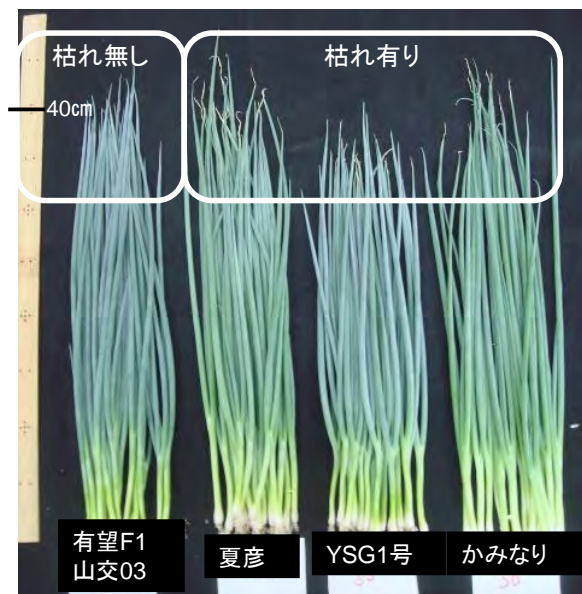


図2 耐暑性・極濃緑色・立性の小ネギ用F<sub>1</sub>「山交03」  
左から:「山交03」、「夏彦」、「YSG1号」、「かみなり」  
「山交03」のみ、葉先に枯れが発生していない

※本研究は農林水産省「戦略的プロジェクト研究推進事業(温暖化の進行に適応する品種・育種素材の開発委託事業)」の支援を受けて実施した。

## 濃緑色の耐暑性品種を利用した 夏期の小ネギ灌水管理技術

担 当	園芸作物研究室 野菜栽培グループ 資源循環研究室 土壌環境グループ 藤井 宏栄・○西田 美沙子・重藤 祐司・ 木村 一郎*・渡辺 卓弘
研究課題名 研究年度	温暖化の進行に適応する生産安定技術の開発 平成27年～令和元年

### 背 景

本県の小ネギ産地においては、高温期の葉先枯れ症状の多発や生育遅延等が問題となっている。この要因の一つとして、葉色を濃くするための過剰施肥や水分ストレス付与が考えられる。

当センターは濃緑色の耐暑性品種を育成しており、この特性を活かす施肥灌水方法を確立することで、高品質・安定生産が可能となる。

### 目 的

小ネギ耐暑性品種を用い、夏期に高品質・安定生産を実現するための施肥灌水方法を明らかにする。

### 成 果

#### 1 灌水方法

夏期（7、8月）に草丈 50cm 程度で収穫する栽培において、以下の方法で耐暑性品種を栽培すると、葉先枯れが生じることなく、安定した収量が得られ、生育日数が短縮できる（表1）。

- (1) 第2葉および第4葉の伸長時は、pF値を1.5-2.0の範囲に維持するよう積極的に灌水する（図1）。
- (2) これ以外の時期は過乾燥にならない程度の灌水に留める。
- (3) 収穫前の1週間程度は灌水せず、土壌を乾燥させる。

#### 2 施肥量

窒素施肥量を標準の半量（1.0kg/a）に削減しても、収量および濃緑色が維持できる（表1）。

#### 3 成果活用上の留意点

- (1) 昇温防止を目的とした遮光は、徒長を招くため不適である（図2）。
- (2) 耐暑性品種「中山交01」「山交03」「YSG1号」を利用した5～8月播種作型で適応可能である。

\*現農林総合技術センター農業担い手支援部

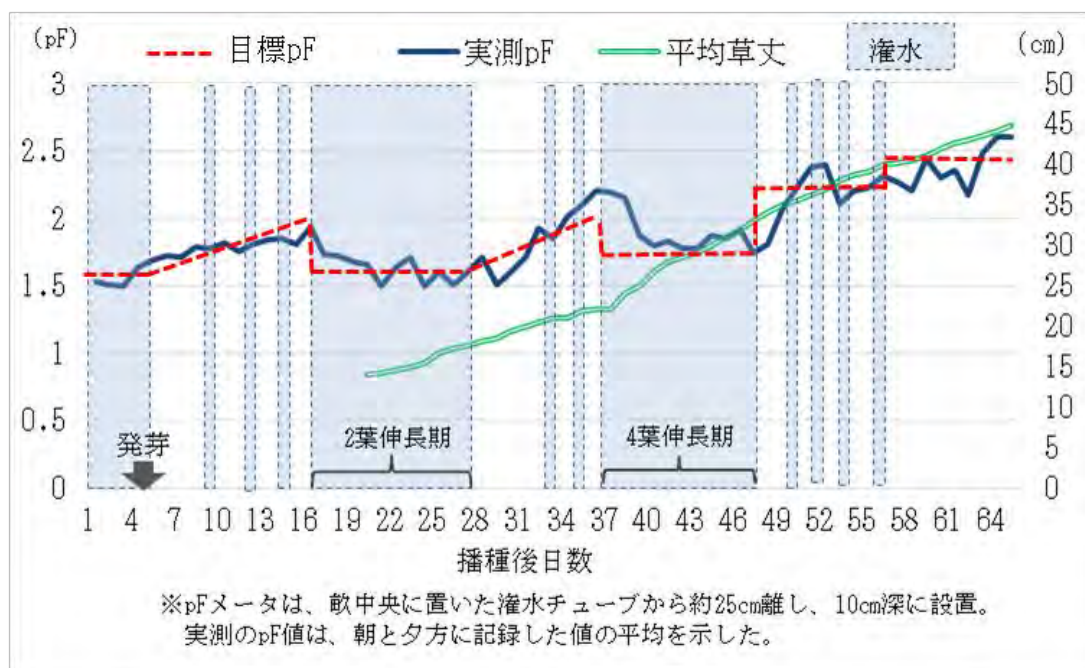


図1 小ネギの生育に応じた灌水指標 p F 値

表1 灌水管理と施肥量の違いが葉ネギの収量に及ぼす影響<sup>z</sup>  
(平成28年)

試験区	生育日数 (日)	草丈 (cm)	収量 (kg/m <sup>2</sup> )	葉色 <sup>u</sup>			葉先枯れ 程度(%) <sup>w</sup>	
				L*	a*	b*		
積極灌水 <sup>x</sup>	1/2施肥区 <sup>y</sup>	56	50.4 a <sup>v</sup>	3.2 a	45.4 b	-6.4 b	5.8 a	0.0 b
	標準施肥区	56	51.7 a	3.1 ab	42.1 c	-6.2 b	4.9 a	4.2 ab
標準灌水	1/2施肥区	84	45.6 b	3.0 ab	51.9 a	-4.5 a	1.6 b	13.3 a
	標準施肥区	84	44.8 b	2.8 b	50.8 a	-4.6 a	1.5 b	16.7 a

<sup>z</sup> 栽培期間：積極灌水区（播種6/3、収穫7/29）、標準灌水（播種6/3、収穫8/26）

<sup>y</sup> 試験区の構成（基肥Nkg/a・追肥Nkg/a）：1/2施肥（0.5・0.5）、標準施肥（1.5・0.5）

<sup>x</sup> 積極灌水区の灌水水量：草丈15cm程度から積極灌水区収穫日までの期間中、標準灌水区の1.6倍灌水

<sup>w</sup> 葉先枯れ程度：1cm以上の葉先枯れ発生株率

<sup>v</sup> Tukeyの多重検定により、異なる英小文字間には5%で有意差あり

<sup>u</sup> 分光測色計で測定。L\*（明るさ）、a\*（緑(-)～赤(+))、b\*（青(-)～黄(+))

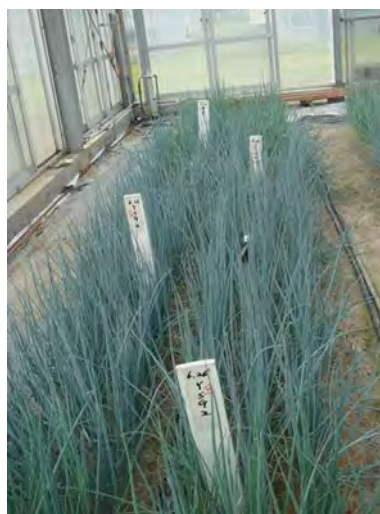


図2 遮光の有無による草姿の違い（左：遮光有り、右：遮光無し）

※本研究は農林水産省「戦略的プロジェクト研究推進事業（温暖化の進行に適応する生産安定技術の開発委託事業）」の支援を受けて実施した。

現場から依頼のあった病害虫診断について	
担 当	資源循環研究室 発生予察グループ ○小田 裕太
研究課題名 研究年度	平成30年～令和元年

## 背 景

農作物の生育障害が発生した場合、その原因を明らかにし、適切な対策を講じなければならない。しかし、生育障害は微生物や害虫に起因するものから、非生物的要因に起因する諸障害まで多様であり、多くの知識・経験が必要とされる。このような中、農林総合技術センターでは、現場からの相談に応じて病害虫診断を行っており、最近2年間では120件を超える持ち込みがある。

## 目 的

現場で発生した生育障害の原因を明らかにし、適切な防除指導に資する。

## 成 果

### 1 水稻苗（育苗箱）の枯死症状の診断

#### (1) 観察

- ア 持ち込まれた苗は、生育不良症状が中心からすり鉢状に広がり、初発生地点から遠ざかるほど症状の程度が低下していた（図1）。
- イ すり鉢中心部の苗も外周部の苗も葉齢は2.5葉程度で揃っていた。
- ウ 被害苗は芯葉が容易に引き抜けず、基部の腐敗は認められなかった。
- エ 中心部の苗の根量は外周部に比べて少ない傾向であった。
- オ 根を検鏡した結果、卵孢子と隔膜のない菌糸が観察された（図2）。

#### (2) 診断結果

- ア 症状と葉齢の観察から、緑化期以降に、根部に進展性の何らかの障害が生じたものと考えられた。
- イ 細菌病の特徴を呈さず、育苗期間が比較的低温であることから、病害としては糸状菌病が疑われた。
- ウ 検鏡結果を含め、*Pythium*属菌による苗立枯病であると診断した。

### 2 トマト苗（ポット）の生育不良の診断

#### (1) 観察

- ア 苗の葉に褐変が見られ、新葉には萎縮や黄化が認められた（図3）。
- イ 葉の症状は下位葉から上位葉まで認められた。
- ウ 褐変部等を検鏡したが、糸状菌や細菌は観察されなかった。
- エ 持ち込みの日から2週間程度温室で管理したところ、枯死に至らず黄化症状の回復が認められた。

#### (2) 診断結果

- ア 病原菌が観察されず、下位葉に症状が認められ、症状の回復が見られたことからウイルス病を含め病害の可能性は低いと判断した。
- イ 症状から除草剤等の薬物の影響も疑われ、症状が回復したことから薬剤の影響だとしても、かなり濃度の低いことが示唆された。



図1 イネ苗の生育不良

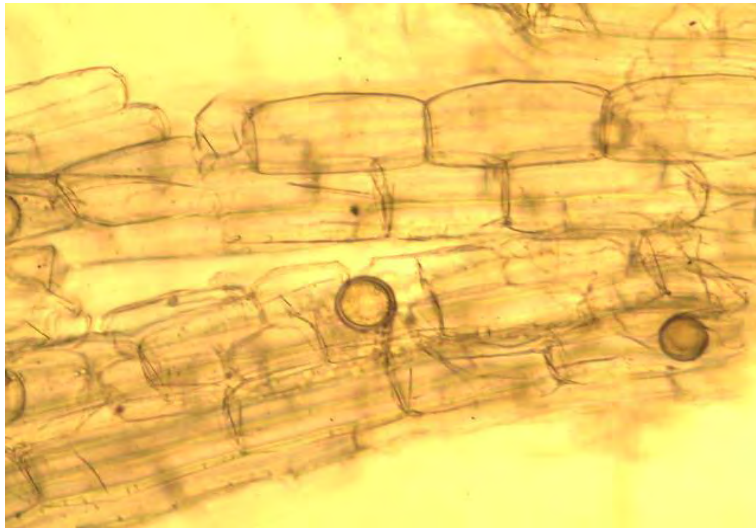


図2 根部組織中に形成された卵胞子



図3 トマト苗の生育不良





# 果樹・花き分科会

<b>カンキツ栽培における通信型マルドリシステムの開発</b>	
<b>担 当</b>	柑きつ振興センター ○中島 勘太・岡崎 芳夫・世良 友香
<b>研究課題名 研究年度</b>	スマートマルドリを活用したカンキツの少水・低コスト型マルドリシステム等の構築 平成30年～令和3年

## 背 景

本県カンキツ産地維持のため、基盤整備や園地集積による経営規模拡大を図り、収量・品質の高位平準化と省力化を可能とする技術として、複数の園地を管理する団地型マルドリシステムの導入が進められている。しかし現行のマルドリ方式は、電磁弁の故障や灌水チューブの破損個所の特定、園地状況に応じた設定の切り替えが困難であるため、より省力的で使いやすいシステムの開発が望まれている。

## 目 的

既存マルドリシステムに、IoT技術によるテレモニタリング(園地状況の見える化)機能やテレマネジメント(遠隔操作)機能を組み込んだIoT対応型の通信型マルドリシステムを開発し、本県産地の大規模経営体に適した省力管理技術を構築する。

## 成 果

### **通信型マルドリシステムの開発**

- 1 現行のマルドリシステムでは手動で設定を行う電磁弁と液肥混入機を電気制御できる電動ボールバルブと定量ポンプに交換し、新たに開発したECセンサを設置した流量計を組み合わせることにより、園地に応じた液肥と灌水の切り替えや施用量や灌水量を管理できる。(写真1、図1)
- 2 上記センサに加え、液肥タンク残量を確認するための水位計、システム内の水圧と通水状況を確認する圧力センサを設置することで、システムの作動状況や問題箇所を特定でき、更に気象観測装置を併設することで園地状況を把握できる(写真1、図1)。
- 3 メインユニットとサブユニット間には、少ない消費電力で長距離通信が可能な無線通信方式(LPWA)を採用し、メインユニットからクラウドへは3G回線を利用して通信機能を持たせることで、スマートフォンやタブレットでシステムの状況を確認し操作することができる(図1、写真2)。

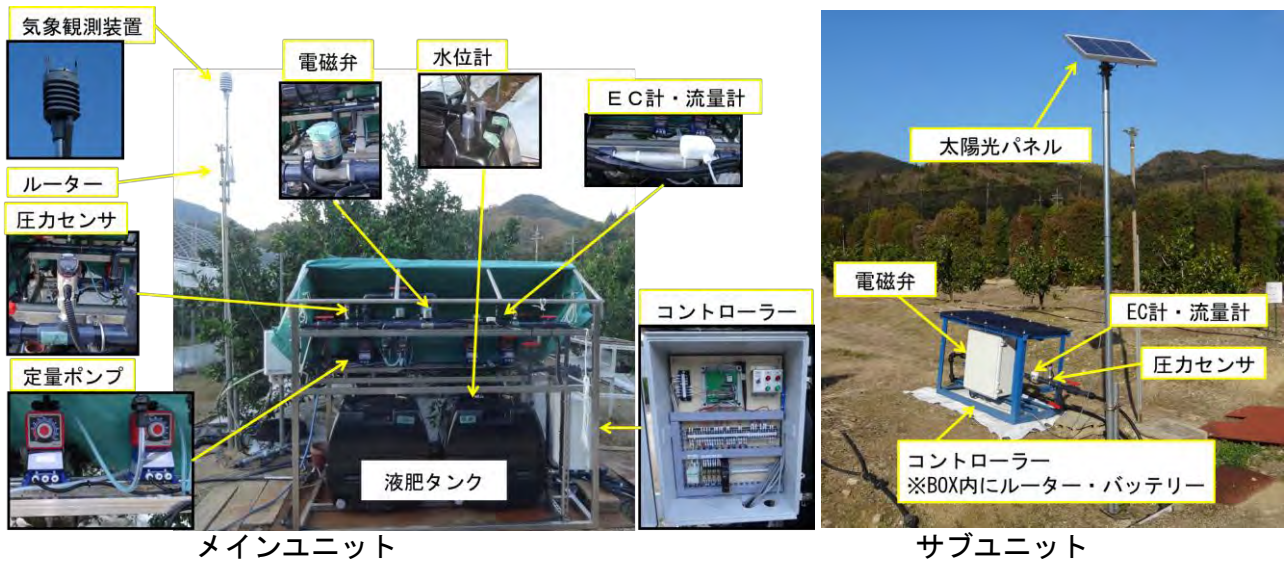
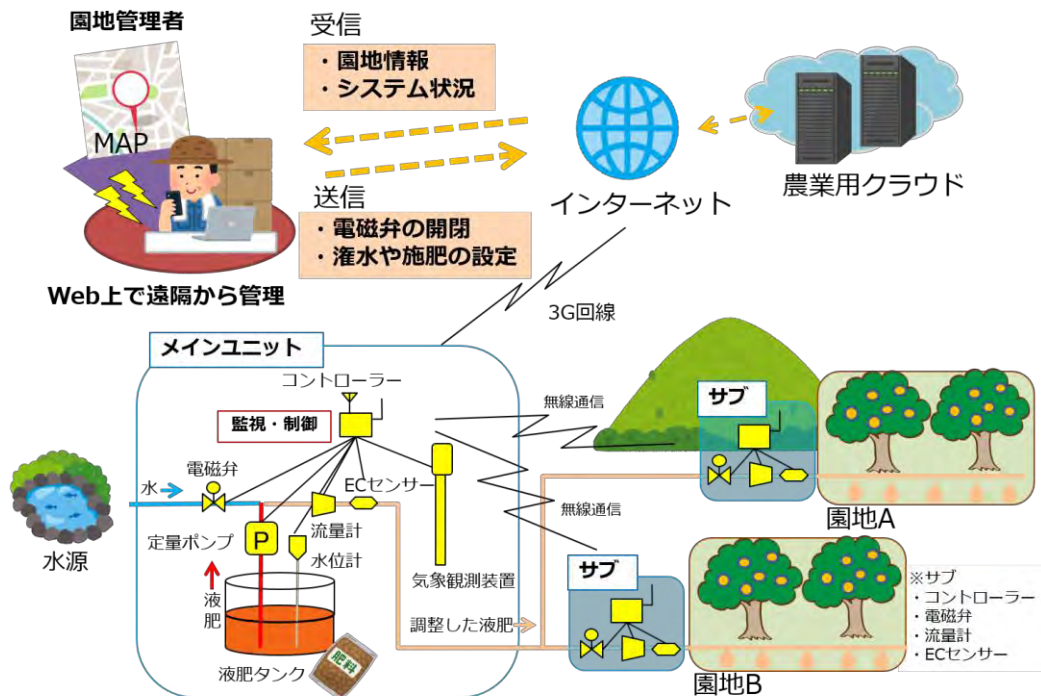


写真1 通信型マルドリシステム



柑きつ振興センター



現地実証園

写真2 通信型マルドリシステムの設置状況

<b>「せとみ」の連年安定生産技術</b>	
担 当	柑きつ振興センター ○西岡 真理・兼常 康彦*・中島 勘太・岡崎 芳夫
研究課題名 研究年度	気象変動に対応した「せとみ」及び高糖系ウンシュウミカンの連年安定生産技術の開発 平成 25 年～平成 29 年

## 背 景

近年の気象変動から、夏季は高温傾向にあり、冬季は強い寒波がたびたび襲来していることから、「せとみ」の生育において落葉や枝枯れ、さらには樹勢の低下が見られる。これにより、隔年結果<sup>\*1</sup>や収量低下が問題となっており、その対応が求められている。

<sup>\*1</sup>隔年結果：果樹栽培において1年おきに収穫量が大幅に増減する現象のこと

## 目 的

冬季の低温や樹体養分が落葉や着花など樹体に及ぼす影響を解明し、気象変動に対応した連年安定生産技術を開発する。

## 成 果

- 1 冬季の低温および樹体養分が樹体に及ぼす影響
  - (1) 冬季の気温が低く、着果量が多いほど、樹体の乾燥は強くなる(図1)。
  - (2) 落葉は、発芽期(3月下旬～4月上旬)および春枝緑化期(5月下旬)の生育ステージで多く、落葉の程度は着果量が多いほど多い(図2)。
  - (3) 12月の根のデンプン含量と翌年の着花程度には、正の相関が認められ、12月の根のデンプン含量(貯蔵養分)が少ないと翌年の着花量は少なくなる(図3)。そのため、翌年の着花程度3.0～3.5とする一定基準量のデンプン含量を確保するには、適期の摘果による適正着果が必須となる。
- 2 連年安定生産技術
  - (1) 翌年の着花確保には、6月下旬～7月上旬の粗摘果、7月下旬～8月上旬の仕上げ摘果により、最終葉果比<sup>\*2</sup>100とする摘果を徹底する。なお、適正着果量の目安は14～17果/m<sup>3</sup>(収量2.5～3.0kg/m<sup>3</sup>)となる。
  - (2) 防風ネットあるいは防鳥ネットを用いた簡易施設では、防風効果により落葉を軽減し、隔年結果の軽減に有効である。
  - (3) 有機物施用と部分中耕による土壌管理は、根の全体重および2mm以下の細根を増加し(図4)、隔年結果の軽減に有効である。
  - (4) 着果管理、有機物施用(40L/樹)と部分中耕、増肥および誘引を組み合わせることで、収量2.5kg/m<sup>3</sup>(3.0t/10a)を確保できる(表1)。
  - (5) 安定的に着花・果を確保するための結果母枝長は10～20cmが適当で、この時の結果母枝の葉は、葉身長が8～10cm、葉幅3～4cmである(データ省略)。

<sup>\*2</sup>葉果比：1果実あたりに必要な葉数

\*現柳井農林水産事務所農業部

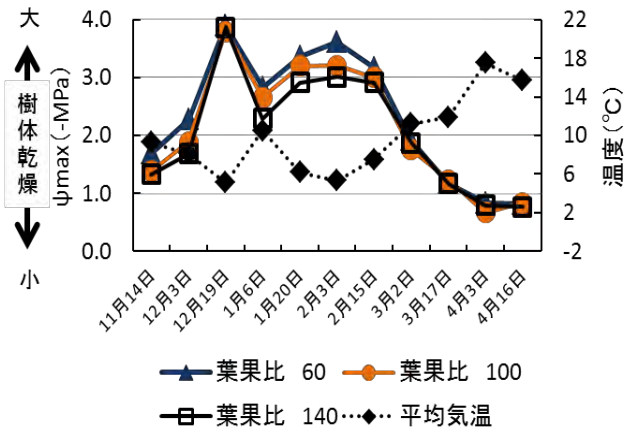


図1 「せとみ」における着果量の違いが葉内最大水ポテンシャルに及ぼす影響(2014年)

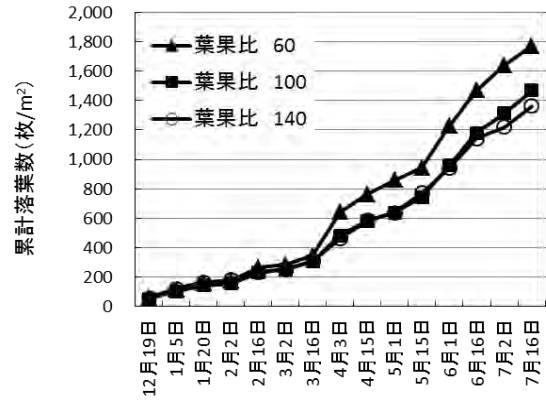


図2 「せとみ」における着果量の違いが落葉に及ぼす影響(2014年)

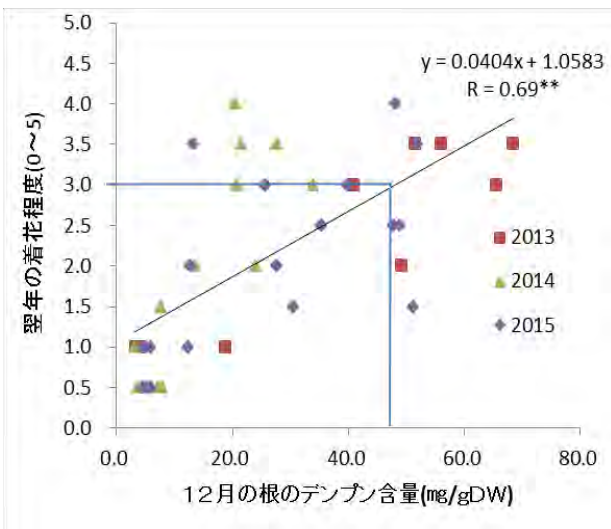


図3 「せとみ」における12月の根のデンプン含量と翌年の着花程度の関係(2013~2015年)

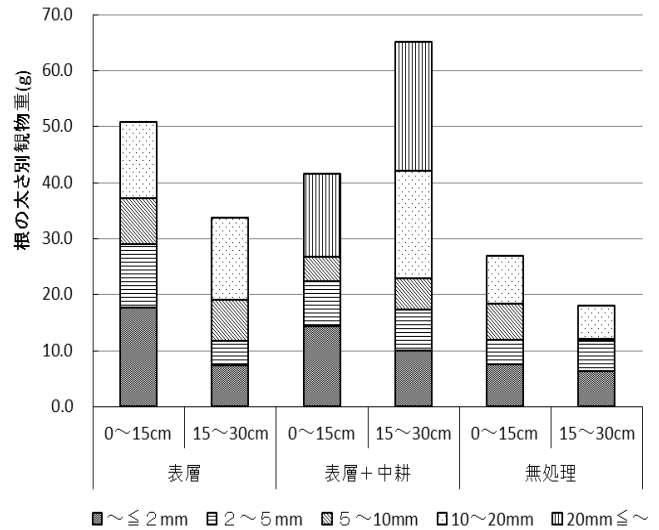


図4 有機物施用と部分中耕が「せとみ」の根量に及ぼす影響(2015~2017年)

表1 管理方法の違いが「せとみ」の収量および果実品質に及ぼす影響(2014~2017年)

処理区	収量									
	kg/m <sup>3</sup>					kg/10a				
	2014	2015	2016	2017	平均	2014	2015	2016	2017	平均
改善区	2.5	3.0	2.5	1.9	2.5	2,875	3,369	3,007	2,438	2,922
慣行区	2.2	2.6	2.2	1.8	2.2	2,212	3,001	2,615	2,374	2,550

処理区	隔年結果指数				1果平均重 (g/果)	果実重 (g)	果肉歩合 (%)	糖度 (Brix%)	クエン酸 (%)
	2014~15	2015~16	2016~17	平均					
改善区	0.145	0.102	0.157	0.135	197	184	75	13.6	1.56
慣行区	0.090	0.088	0.224	0.134	194	179	74	13.4	1.65

1果平均重、果実重、糖度、クエン酸は2014年~2017年の4か年の平均  
 改善区：誘引；5月下旬、摘果；粗摘果6月下旬、仕上げ摘果7月下旬、施肥；年間窒素成分量35kg、有機物施用；樹皮堆肥40L/樹、部分中耕；実施  
 慣行区：誘引；無し、摘果；粗摘果7月中旬、仕上げ摘果8月中旬、施肥；年間窒素成分量30kg、有機物施用；無し、部分中耕：無し

## やまぐちオリジナルユリ球根増殖の省力栽培技術 「ネット栽培技術」の開発

担 当	花き振興センター ○尾関 仁志・福光 優子・林 孝晴・石光 照彦
研究課題名 研究年度	輸出のための球根類ネット栽培体系の確立・普及 ユリのネット栽培実証 平成29年～令和元年

### 背 景

本県が育成したオリジナルユリの生産振興には、種苗の増殖と安定供給が必要であり、作型開発等と並行して球根増殖供給体制の構築にも取り組んでいる。その結果、球根供給量は年々増加しているものの、産地の競争力を高めるためには、更なる省力化によって増殖規模を拡大し、球根生産コストを削減することが求められている。

チューリップの球根栽培では、掘り上げ作業の省力化に向けて、2枚のネットに球根を挟んで栽培し、ネットを土から引き上げることで球根を一気に収穫するネット栽培が検討されている。

### 目 的

チューリップで先行的に開発されているネット栽培技術について、ユリ球根増殖栽培での適応性を調査し、省力化技術を開発する。

### 成 果

#### 1 ネット栽培がユリの生育に及ぼす影響

- (1) ユリ球根増殖において、ネット栽培の導入による生育・球根肥大への影響はみられない（表1、図1）。
- (2) ネット栽培ではネットを引き上げながら収穫するため、下根が切れた球根が収穫されるが、重量選別で階級分けした同一階級内では、下根の有無による切り花品質の差は見られない（表2、図2、3）。

#### 2 ネット栽培を行う場合の留意点

- (1) ユリの球根はチューリップと違い球根の上下に根が張るため、ネットに根が絡んでゆするだけでは外れない球根が3割程度発生する。
- (2) 下ネットに覆土し、母球を散播した後に上ネットを被覆する方法で定植することによりネットに絡んで外れない球根を減らすことができる。

#### 3 ネット栽培による省力効果

- (1) ネット栽培による球根の掘り上げでは、上側のネットをトラクター等で引き上げて覆土と茎葉を取り除いた後、下側のネットを引き上げることで球根を容易に回収することができる（図4）。
- (2) ネット栽培により収穫作業を大幅に省力化することができ、作業時間は半減する。一方、ネットの設置により定植作業時間は増加するため、定植と収穫の合計では約1/3の時間削減となる（表3）。

※本研究は生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業(うち経営体強化プロジェクト)」の支援を受けて実施した。

表1 ネット栽培が「プチソレイユ」の球根収量に及ぼす影響

母球	ネット	収穫球数(球) <sup>z</sup>							総重量 (g)	増殖倍率 <sup>y</sup> (倍)
		12cmup	10-12cm	8-10cm	6-8cm	4-6cm	-4cm	6cm以上計		
小球根	有り	26	83	94	41	42	208	245	4387.5	4.9
小球根	無し(慣行)	54	75	53	35	71	329	216	4806.6	5.3
りん片	有り	0	11	45	57	153	196	113	1914.1	2.1
りん片	無し(慣行)	3	24	56	50	128	218	133	2253.8	2.5

<sup>z</sup>りん片は2017年11月15日、小球根は2018年2月2日に定植し、いずれも2018年7月12日に掘り上げた。  
 また、1区あたり4.8㎡(畝幅1.6m×長さ3m)に、りん片・小球根とも900g定植を基本として試験区を設置した。  
<sup>y</sup>収穫球の総重量(g)/定植重量900g



図1 ネット栽培生育状況 図2 ネット栽培収穫球 図3 慣行栽培収穫球

表2 球根の下根の有無が切り花品質に及ぼす影響

品種	下根の有無	開花日	切花長 (cm)	花蕾数 (輪)	切り花重 (g)	茎径 (mm)	葉数 (枚)
プチソレイユ <sup>z</sup>	有り	3月1日 ± 9.4	62.7	4.1 ± 1.1	25.3	4.3	30.1
	無し	3月13日 ± 9.4	64.1	3.8 ± 1.1	23.6	4.0	34.9
プチアンジェ <sup>y</sup>	有り	3月15日 ± 3.4	79.3	5.0 ± 1.9	39.1	4.9	63.3
	無し	3月16日 ± 6.3	76.5	4.6 ± 1.4	37.8	5.0	61.7

<sup>z</sup>2018年7月12日に掘り上げて、15℃と5℃で低温処理した球重6-9g(球周6-8cm)の球根を11月9日に定植した。  
<sup>y</sup>2018年7月12日に掘り上げて、15℃と5℃で低温処理した球重9-16g(球周8-10cm)の球根を11月9日に定植した。

表3 ネット栽培による定植・収穫作業時間

作業内容	作業時間(秒) ※作業時間×人役 <sup>z</sup>	
	ネット栽培	慣行栽培
定植		
ネット設置	1,350	-
(1~3名) 小球根散播	1,890	1,890
覆土	300	300
施肥・粒剤・除草剤	748	748
作業時間小計(分 秒/人・うね)	4,288 (146%) <sup>y</sup>	2,938
収穫		
(6名) ポテトディガー走行(2回)	-	180
球根拾い上げ(2回)	-	12,960
マルチはぎ機・準備時間	301	-
上ネット剥ぎ取り+球根回収	1,902	-
下ネット巻き取り+球根回収	4,422	-
作業時間小計(分 秒/人・うね)	6,625 (50%)	13,140
合計作業時間(分 秒/人・うね)	10,913 (68%)	16,078
参考: 10aあたりの合計作業時間	約82時間	約121時間



図4 ネット栽培の掘り上げ(上ネット引き上げ)

<sup>z</sup>作業時間は長さ23m×畝幅1.6m・1畝分の作業に要した時間  
<sup>y</sup>( )内の数値は慣行栽培に対するネット栽培の作業時間の割合





# 畜 産 分 科 会

## 飼料自給率向上のための国産飼料等の黒毛和種肥育牛への 給与技術に関する研究（第2報）

担 当	家畜改良研究室 やまぐち和牛改良繁殖グループ ○山本 幸司・吉村 謙一 経営高度化研究室 村田 翔平
研究課題名 研究年度	飼料自給率向上のための国産飼料等の黒毛和種肥育牛への給与技術に関する研究 平成27年～令和元年

### 背 景

黒毛和種肥育経営においては、経営コストの約4割を飼料費が占めている。さらに、その8割を輸入に依存しており、輸入原料価格も高止まりを続けている。そのような中、経営基盤を強化するためには、県内で生産されている飼料や地域資源の有効活用による飼料自給率向上が不可欠である。

### 目 的

県内で増産されている飼料用米、飼料用イネや酒粕の黒毛和種肥育牛への給与技術について検討する。

### 成 果

- 1 肥育牛への酒粕の給与が産肉性及び肉質特性に及ぼす影響【試験1】
  - (1) 嗜好性を高めるため、酒粕については事前の乾燥処理が必要である。  
なお、試験では粗蛋白質含量が高い液化仕込み酒粕を自然乾燥処理したものを給与している（図1、表1）。
  - (2) 酒粕を大豆粕の代替として給与した場合、肥育牛の発育性や枝肉成績に差はなく、代替利用が可能である（図2、表2）。
- 2 肥育牛への高糖分飼料用イネ及び飼料用米の併給による産肉性及び肉質特性に及ぼす影響【試験2】
  - (1) 立ち枯れWCS※の嗜好性は高く、乳酸菌を添加してサイレージ調製することで品質も安定する。また、乾物当たりのTDNが45.2%、βカロテンが3.5mg/kgと稲わらと同水準である（表1）。  
※ 高糖分飼料用イネ「たちすずか」を冬季まで圃場で立毛貯蔵した後、乳酸菌を添加してサイレージ調製したもの。
  - (2) 肥育期間中に給与する稲わらを全て立ち枯れWCSで代替するとともに、配合飼料の一部を飼料用米で代替して給与した場合、肥育牛の発育性に差はなく、代替利用が可能である（図2、表3、表4）。



図1 酒粕の自然乾燥の様子

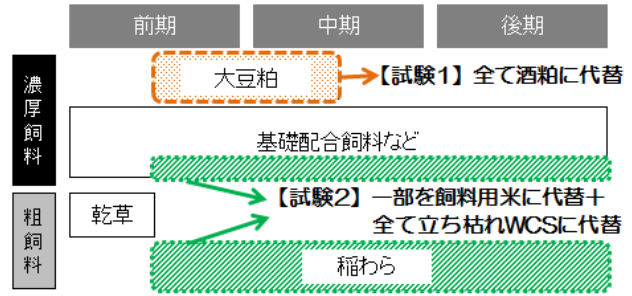


図2 飼料給与体系

表1 試験に供した飼料と代替飼料の飼料成分 (単位: 乾物%、現物%)

飼料名	水分	粗タンパク質	T D N	備考
立ち枯れWCS	—	4.8	45.2	βカロテン 3.5mg/kg
稲わら	—	3.2	45.3	βカロテン 4.3mg/kg
酒粕 (乾燥後)	10.5	46.6	—	
大豆粕	11.8	45.0	—	

表2 試験1における枝肉成績の比較 (単位: kg、cm<sup>2</sup>、cm、%)

区分	n	枝肉重量	ロース芯面積	バラの厚さ	皮下脂肪厚	歩留基準値	BMS No.	オレイン酸
試験区	雌3頭	500.7	60.3	8.8	3.9	73.4	6.7	57.5
対照区	雌3頭	477.4	54.7	8.3	3.5	72.9	8.0	59.3

表3 試験2における飼料採食量の比較 (単位: T D N kg)

飼料	試験区 (雌4頭)	対照区 (雌4頭)
配合飼料	1,947.0	1,992.8
飼料用米	141.4	—
オーツヘイ	119.0	108.6
ヘイキューブ	184.0	183.0
稲わら	—	318.5
立ち枯れWCS	349.3	—
計	2,740.7	2,602.9

表4 試験2における発育性の比較 (単位: kg、cm)

項目	試験区 (雌4頭、25.4か月齢)	対照区 (雌4頭、25.3か月齢)
体重	664.0 ± 49.3	621.5 ± 47.1
体高	131.3 ± 2.5	133.5 ± 2.6
胸囲	222.0 ± 5.9	215.3 ± 3.6
胸深	71.5 ± 3.1	69.5 ± 2.1
尻長	56.5 ± 2.6	54.8 ± 0.5
かん幅	52.0 ± 1.6	50.5 ± 2.1

※数値は「平均値±標準偏差」で示した。

<b>経腔採卵・体外受精 (OPU-IVF) による 胚生産の効率化に関する研究</b>	
担 当	家畜改良研究室 やまぐち和牛改良繁殖グループ ○齋藤 陽之・中谷 幸穂
研究課題名 研究年度	経腔採卵・体外受精 (OPU-IVF) による胚生産の効率化 に関する研究 平成 30 年～

## 背 景

生産現場での OPU-IVF の普及を目的として、より効率的な卵子採取プログラムについて検討している。Nivet らは、ホルスタイン種において、卵胞刺激ホルモン (FSH) 製剤投与後、FSH が枯渇した時期に OPU を行うと成績が向上すると報告している (Reproduction(2012), 143:165-171)。

一方、Dias らは、肉用牛において、OPU 実施前に FSH が欠乏すると卵子の品質及び体外受精能が低下することを報告している (Theriogenology(2013). 79; 1177-1183)。

## 目 的

黒毛和種において、良好な胚発生率を得られる、FSH 製剤感作から OPU 実施までの最適な間隔を確立する。

## 成 果

1 FSH 皮下单回投与後の血中 FSH、インヒビン、エストラジオール濃度

(1) FSH は投与後 72～96 時間の間で枯渇する (図 1)。

(2) インヒビンとエストラジオールの分泌は FSH 投与後 96 時間付近でピークを迎え、その後減少する (図 2、図 3)。

2 OPU 実施時の卵巢所見と卵子回収成績 (表 1)

(1) FSH 投与後 72 時間区と比較して、144 時間区は大卵胞数、96 時間区は小卵胞数が有意に多い。

(2) 回収卵子の品質 (G1～6) について、FSH 投与後 144 時間区は低品質 (G6) の卵子数が多い傾向。

3 培養成績 (表 2)

FSH 投与後 96 時間区での分割率が高い傾向にあり、胚盤胞発生率も有意に高い。

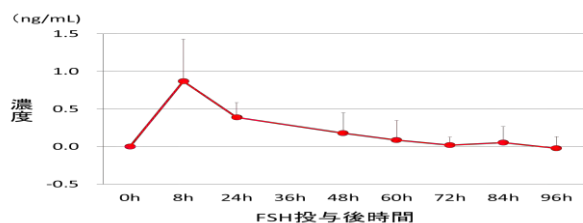


図 1 血中 FSH 濃度

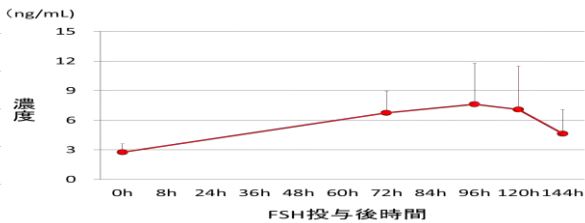


図 2 血中インヒビン濃度

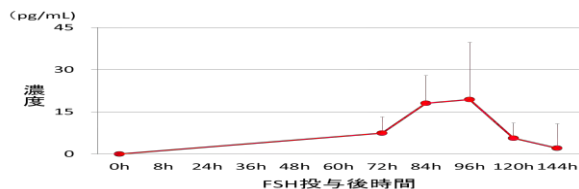


図 3 血中エストラジオール濃度

表 1 OPU 実施時の卵巣所見と卵子回収成績と内訳

試験区分	例数	OPU時卵巣所見：平均卵胞数・黄体数				卵胞総数	回収卵数	回収率%	グレード別回収卵数 (回収卵数に占める割合%)						供試卵数	供試率(%)
		大卵胞	中卵胞	小卵胞	黄体				G1	G2	G3	G4	G5	G6		
72h区	5	2.2±1.4 A	15.2±2.1	5.8±1.0 A	0.0	23.2±2.5	12.4±3.0	52.1±10.7	3.0±0.9 (24.0±3.7 a)	7.0±2.2 a (53.6±4.3 a)	0.4±0.2 (4.3±3.2)	0.6±0.2 (6.2±3.1)	0.8±0.4 (7.6±3.5)	0.6±0.6 (4.3±4.3 a)	11.0±3.1	88.0±6.7
96h区	5	3.2±1.7	12±1.8	9.6±1.4 B	0.6±0.2	24.8±2.2	7.4±1.2	29.5±3.2	3.6±1.0 (45.6±7.3 b)	2.0±0.8 b (28.2±9.0 b)	0.2±0.2 (2.0±2.0)	0.6±0.6 (8.6±8.6)	0.4±0.2 (8.3±5.3)	0.6±0.2 (7.3±3.2)	6.4±1.2	84.4±6.0
144h区	5	5.2±1.8 B	13.2±3.5	5.2±0.9	0.4±0.2	23.6±4.6	9.2±2.4	37.2±2.4	2.0±0.5 (30.1±11.8)	4.8±2.1 (44.0±10.1)	0.4±0.2 (3.1±2.0)	0.4±0.4 (2.2±2.2)	0.4±0.4 (5.0±5.0)	1.2±0.5 (15.6±6.9 b)	7.6±2.6	79.4±11.3

表記値：平均±標準誤差

統計処理はt-test(対応)を用い、%はアークサイン変換後に処理を行う

【同列異符号間に有意差あり A-B:P<0.05、a-b:P<0.1】

表 2 培養成績

試験区分	例数	回収卵数	供試卵数	分割胚数 (分割率%)	胚盤胞数 (胚盤胞発生率%)		移植可能胚ランク別個数 (移植可能胚率%)		
					媒精後7日	媒精後8日	A	B	A+B
72h区	5	12.4±3.0	11.0±3.1	6.2±1.5 (59.0±7.8 a)	1.4±0.5 (12.7±4.1 A)	1.8±0.9 (14.5±4.5 A)	0.8±0.4 (5.6±2.3)	0.6±0.4 (4.0±2.5)	1.4±0.7 (9.6±4.6)
96h区	5	7.4±1.2	6.4±1.2	5.0±0.9 (82.5±8.8 b)	3.0±0.9 (46.3±8.9 B)	3.2±0.8 (51.3±7.2 B)	0.6±0.2 (9.4±4.6)	0.8±0.4 (14.0±6.5)	1.4±0.4 (23.4±4.7)
144h区	5	9.2±2.4	7.6±2.6	4.8±2.2 (52.0±8.7 a)	2.8±2.0 (20.7±12.9)	3.2±2.0 (24.1±14.8)	1.4±1.0 (10.3±6.4)	0.4±0.2 (3.4±2.2)	1.8±1.2 (13.7±8.4)

表記値：平均±標準誤差

統計処理はt-test(対応)を用い、%はアークサイン変換後に処理を行う

【同列異符号間に有意差あり A-B:P<0.05、a-b:P<0.1】

<b>県産プレミアム地鶏の雄系及び雌系種鶏の改良に関する研究</b>	
担 当	家畜改良研究室特産開発グループ 経営高度化研究室 ○伊藤 直弥・宇高 優美・村田 翔平・岡崎 亮
研究課題名 研究年度	県産プレミアム地鶏の改良増殖に関する研究 平成23年～令和2年

## 背 景

県産プレミアム地鶏である長州黒かしわの雄系種鶏「やまぐち黒鶏」は、「黒柏鶏」とロードアイランドレッド(以下、RIR)、軍鶏、ホワイトプリマスロックを活用した4元交雑鶏であり、全体の外貌色(以下、羽装)を「黒柏鶏」と同じ黒色に統一するため、「黒柏鶏」特有の羽装遺伝子等を保有するよう選抜を行うとともに、産肉能力の向上等を図る。

また、種鶏場の生産効率の向上のため、現在利用している雌系種鶏「RIR」の産卵率の向上を目的とした、独自系統の作出を行う。

## 目 的

- ・雄系種鶏の遺伝的形質の固定化及び産肉能力の向上。
- ・雌系種鶏の産卵率向上。

## 成 果

### 1 雄系種鶏の系統間の能力比較

#### (1) 羽装及び黒柏鶏特有の遺伝子

- ・現在供用中の系統(以下、現系統)の第5世代の黒色羽装割合は98.6%であり(表1)、黒柏鶏特有の羽装遺伝子等の保有状況は、雄で34.9%、雌で49.4%であった(表2)。

#### (2) 種鶏の産肉能力

- ・雌雄共に従前供用の系統(以下、前系統)より体重が有意に重かった(表3)

#### (3) 地鶏の産肉能力

- ・地鶏の出荷時の体重および歩留りは前系統を用いて生産した地鶏と同等かそれ以上であった(表4)。

### 2 雌系種鶏の能力比較

#### (1) 産卵率、羽性の固定化

- ・現系統と高産卵率の系統の交配により作成した改良系統の産卵率は、現系統よりも高かった(表5)。
- ・遺伝子育種により羽の成長が遅い遅羽に固定したため、地鶏の羽性鑑別が可能となった。

#### (2) 地鶏の産肉能力

- ・地鶏の出荷時体重は、目標値の3kgを達成した(表6)

表 1 雄系種鶏の初生ヒナにおける黒色羽装の割合

系統	第1世代 (n)	第2世代 (n)	第3世代 (n)	第4世代 (n)	第5世代 (n)	第6世代 (n)	第7世代 (n)	第8世代 (n)
現系統	83.9 (306)	59.2 (718)	84.7 (531)	92.5 (787)	98.6 (636)			
前系統	92.5 (597)	63.2 (614)	84.4 (267)	100.0 (225)	100.0 (282)	100.0 (195)	100.0 (203)	100.0 (115)
前々系統	36.2 (397)	70.1 (221)	87.1 (269)	91.0 (680)	92.7 (99)	94.7 -	95.0 -	- -

表 2 現系統における銀色羽遺伝子(A/A)、黒色拡張遺伝子(E/E)及び黒柏鶏特有のDNAマーカーの保有状況(令和元年)

解析羽数	雄			雌		
	A/A、E/E、DNAマーカー、保有鶏	保有率	解析羽数	A/A、E/E、DNAマーカー、保有鶏	保有率	解析羽数
169	59	34.9%	0	241	119	49.4%

表 3 雄系種鶏肥育試験における生産性の系統間比較(令和元年)

系統名	世代数	84日齢						92日齢					
		雄体重			雌体重			雄体重			雌体重		
		n	平均	SD	n	平均	SD	n	平均	SD	n	平均	SD
現系統	5	19	3,790 ± 257 **	10	3,034 ± 158 **	10	4,114 ± 395	10	3,176 ± 171 **				
前系統	8	10	3,402 ± 250	17	2,564 ± 185	6	3,797 ± 356	17	2,732 ± 190				

注1) 同性間に有意差あり(\*\*<0.01、t-test)

表 4 地鶏肥育試験における生産性の比較(平成30年)

交配に用いた系統	世代数	雄 12週齢						雌 14週齢					
		体重(kg)		モモ歩留まり		ムネ歩留まり		体重(kg)		モモ歩留まり		ムネ歩留まり	
		平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD
現系統	4	3,575 ± 399 **	20.8 ± 0.7	12.2 ± 1.0	3,129 ± 325 **	20.1 ± 0.5	14.2 ± 1.1						
前系統	7	3,330 ± 303	20.9 ± 0.9	12.4 ± 0.8	2,736 ± 293	19.9 ± 1.1	14.8 ± 0.6						

注1) 同性間に有意差あり(\*\*<0.01、t-test)

注2) RIRは両区とも改良系統を利用

表 5 RIRにおける産卵率及び体重の比較(平成27年)

系統	産卵率		40W体重			
	20-36W		雄		雌	
	平均	SD	平均	SD	平均	SD
改良系統	76.1	±8.3 **	4,223	±400 **	2,784	±143 **
現系統	36.7	±10.6	4,587	±394	3,514	±327

注) 同列間に有意差あり(\*\*<0.01、t-test)

表 6 RIRの改良系統を用いた地鶏の成績

平成28年						平成30年					
雄体重 (84日齢, g)			雌体重 (98日齢, g)			雄体重 (84日齢, g)			雌体重 (98日齢, g)		
n	平均	SD	n	平均	SD	n	平均	SD	n	平均	SD
10	3,230	±299	10	2,704	±147	20	3,292	±216	20	3,016	±273

※本研究の一部は生研支援センター「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業」並びに「伊藤記念財団研究助成」の支援を受けて行った。

## 山口型放牧とイネWCSを活用した経営安定化技術

担 当	放牧環境研究室 山口型放牧グループ ○森田 正浩・鈴木 真士
研究課題名	山口型放牧とイネWCSを活用した経営安定化技術
研究年度	平成28年～31年

### 背 景

近年、山口型放牧を活用し、繁殖経営を取り込む集落営農法人が現れている。放牧の利用は妊娠中期から分娩2カ月前と期間が限られることから、放牧期以外は給与飼料の確保が重要となっている。こうした中、水田の有効活用による自給飼料増産のため、飼料用米や飼料用イネ等の生産が拡大している。飼料用イネから調製されるイネWCSは、県内では主に乳用牛で利用され、近年では、肉用繁殖牛への給与事例も増加していることから、繁殖性への影響も考慮した給与技術の開発が求められている。

イネWCSの飼料特性としては、嗜好性や栄養価が高く、βカロテンやビタミンE含量が稲わらや乾草よりも高いことが挙げられる。一方、繁殖成績に問題がある牛群ではβカロテン(若しくはビタミンA)やビタミンEの不足を指摘する臨床報告が多く、繁殖性の向上にビタミン類の充足が不可欠となっている。

### 目 的

放牧終了後にイネWCSを活用した場合の繁殖成績への影響等を検討し、集落営農法人向けの経営安定化モデルを構築する。

### 成 果

#### 1 中型ロールの効率的利用

夏場に飼料用イネWCS中型ロール(300kg)開封後、10kg程度に小分け後脱気すれば、2週間程度の常温保存でも変敗はなく嗜好性にも問題がない。

また、pHの変化もない。

#### 2 繁殖性調査

(1) 放牧終了後、分娩前後にイネWCS及び乾草を給与した場合、子牛の生時体重、初回発情までの日数および分娩から受胎までの日数に差はなかった(表1、2)。

(2) 放牧終了後、分娩前後(28年度：分娩前後2カ月)にイネWCS及び乾草を給与して血清中のビタミンA、ビタミンE濃度を測定した結果、両区間に差はなかった(表3)。

(3) 放牧終了後、分娩前後(29・30年度：分娩前1カ月、分娩後3カ月)にイネWCS及び乾草を給与して血清中のビタミンA、ビタミンE濃度を測定した結果、イネWCS給与区のビタミンA濃度が有意に高かった(表4)。

#### 3 経営評価

牛舎で購入乾草を給与した経営と、山口型放牧に飼料用イネWCSを取り入れた経営の収支を試算すると、繁殖雌牛2頭飼育の場合、牛舎飼育+購入乾草+で¥298,875円、山口型放牧+飼料用イネWCSで¥513,315円となった(表5)。



表1 繁殖性比較データ(H28)

	母牛 産次数	出生時体重(kg)		初回発情 (日)	分娩から 受胎(日)
		♂(n=2)	♀(n=1)		
イネWCS区 (n=3)	n数				
	平均	5	42.4	41.3	146.0
	標準偏差	1.7	1.1	13.3	60.6
乾草区 (n=4)	n数				
	平均	4.8	34.8	39.5	150.8
	標準偏差	2.9	4.2	7.0	45.7

注) イネWCSの給与期間: 分娩予定日の2ヵ月前から分娩後約2ヵ月後まで

表2 繁殖性比較データ(H29・30)

	母牛 産次数	出生時体重(kg)		初回発情 (日)	分娩から 受胎(日)
		♂(n=4)	♀(n=2)		
イネWCS区 (n=6)	n数				
	平均	3.8	36.6	36.3	98.5
	標準偏差	1.5	4.6	14.4	62.1
乾草区 (n=6)	n数				
	平均	5.2	41.3	38.8	109.8
	標準偏差	1.8	9.4	15.5	57.6

注) イネWCSの給与期間: 分娩予定日の1ヵ月前から分娩後約3ヵ月後まで

表3 血清中のβ-カロチン、ビタミンA、ビタミンE濃度(H28)

			(単位: μg/dℓ)	
区分		ビタミンA	ビタミンE	
イネWCS区 n=12	平均	17.2	555.7	
	標準偏差	2.7	130.8	
乾草区 n=4	平均	15.1	410.6	
	標準偏差	3.9	191.5	

表4 血清中のβ-カロチン、ビタミンA、ビタミンE濃度(H29、H30)

			(単位: μg/dℓ)	
区分		ビタミンA	ビタミンE	
イネWCS区 n=21	平均	11.3 a	335.6	
	標準偏差	3.2	155.6	
乾草区 n=17	平均	8.6 b	312	
	標準偏差	2.4	200.9	

表5 経営試算

(繁殖雌牛2頭飼養、2年目以降)

		牛舎飼育+購入乾草	山口型放牧+イネWCS(注1)
収入		¥1,509,157	¥1,410,607
内訳	子牛販売	¥1,264,713	¥1,264,713
	堆肥販売	¥244,444	¥145,894
支出		¥1,210,282	¥897,292
	飼料費	¥316,784	¥218,210
	労働費	¥588,000	¥354,000
	その他	¥305,498	¥325,082
収支		¥298,875	¥513,315

注1) 耕作放棄地で6ヵ月間(5~10月)放牧を実施、残りの6ヵ月間イネWCSを給与

## 未利用資源を活用した肉豚肥育技術の検討

担 当	放牧環境研究室 飼料・環境グループ ○佐藤正道・秋友一郎
研究課題名 研究年度	未利用資源を活用した肉豚肥育技術の検討 平成30年～31年

### 背 景

本県では清涼飲料水製造工場(緑茶粕)、焼栗加工業者(栗皮)、酒造メーカー(酒粕)から未利用資源が多く排出されているが、畜産への利用は限定的である。

### 目 的

新たな畜産飼料になり得る残渣を有効に活用し、畜産農家の収益性を向上させるため、乾燥酒粕、茶粕および栗皮の飼料としての特性を把握するとともに、肉豚の市販配合飼料の一部を代替給与して発育性や肉質の調査を行い、肉豚での利用可能性について検討する。

### 成 果

#### 1 乾燥緑茶粕および乾燥栗皮給与試験

飼料要求率は配合飼料のみと比べ乾燥緑茶粕および乾燥栗皮でともに高いが、枝肉重量、枝肉歩留、背脂肪厚に有意な差は無く、肉質成績(水分、加熱損失、せん断力価、肉色)についても有意な差は無い。味覚センサーによる評価は、配合飼料のみと比べ乾燥緑茶粕で旨味コクが減ったが、人が感じ取れる味の変化では無い。

#### 2 乾燥酒粕給与試験

飼料要求率は配合飼料のみと比べ乾燥酒粕で低い、日増体量に有意な差は無い。枝肉重量、枝肉歩留、背脂肪厚に有意な差は無く、肉質成績(水分、加熱損失、せん断力価、肉色)についても有意な差は無い。味覚センサーによる評価は、配合飼料のみと比べ乾燥酒粕で旨味コクがやや増えたが、人が感じ取れる味の変化では無い。



<b>「長州黒かしわ」の肝臓における おいしさとグリコーゲンの関係</b>	
担 当	経営高度化研究室、畜産技術部家畜改良研究室 ○村田 翔平、岡崎 亮、伊藤 直弥、宇高 優美
研究課題名 研究年度	県産プレミアム地鶏の美味しさに関する研究 平成29年～令和2年

## 背 景

動物性多糖グリコーゲンは、食品のおいしさに寄与すると考えられている。地鶏「長州黒かしわ」の肝臓においても、グリコーゲン含量を増やすことで、嗜好性を改良できると考えられる。しかし、鶏肝臓のおいしさとグリコーゲンの関係を示す詳細な研究は行われていない。また、鶏肝臓グリコーゲンは数時間の飢餓で枯渇するため、流通時の地鶏肝臓グリコーゲン含量を増やすには新たな技術が必要である。

## 目 的

地鶏「長州黒かしわ」肝臓のおいしさとグリコーゲンの関係を明らかにする。地鶏肝臓グリコーゲン含量の高位平準化技術を開発する。

## 成 果

### 1 地鶏肝臓におけるグリコーゲン含量と官能評価

グリコーゲン含量に差がある地鶏肝臓について、センター職員による官能評価を行った。甘味、苦味、コク、好ましさについて有意差は見られない（表1）。一方で、牡蠣グリコーゲンを1%添加した地鶏肝臓ではうま味が向上する（表2）。

### 2 地鶏肝臓グリコーゲンの性質

地鶏肝臓グリコーゲンの分子量は、ゲルろ過クロマトグラフィー<sup>\*1</sup>により約510kDa<sup>\*2</sup>と推定された（図1）。牡蠣グリコーゲン分子よりも約2.5倍大きいため、人が味を感じにくい可能性が示唆された。また地鶏肝臓をオーブンで加熱した場合、グリコーゲン含量が多い肝臓ほど、グリコーゲンが多く消費される（図2）。このことから、グリコーゲン含量が多い地鶏肝臓は、高温調理で糖とアミノ酸の反応（Maillard反応<sup>\*3</sup>）が速く進む可能性がある。

### 3 地鶏肝臓グリコーゲン含量高位平準化技術の開発

と殺前日の断餌後5%ショ糖を自由飲水させることで、地鶏肝臓グリコーゲン含量を増加させることが可能である（図3）。一方で個体によるばらつきが大きく、改善の余地がある

表1 地鶏肝臓におけるグリコーゲン含量と官能評価

グリコーゲン含量 (mg / 100 g)	甘味の強い方	苦味の強い方	コクの強い方	好ましい方
1439	7	5	6	6
17	3	5	4	4

評価は2点比較法で行った。肝臓を75℃1時間湯せんし、ペースト状にして提供した。5%水準で有意差なし。

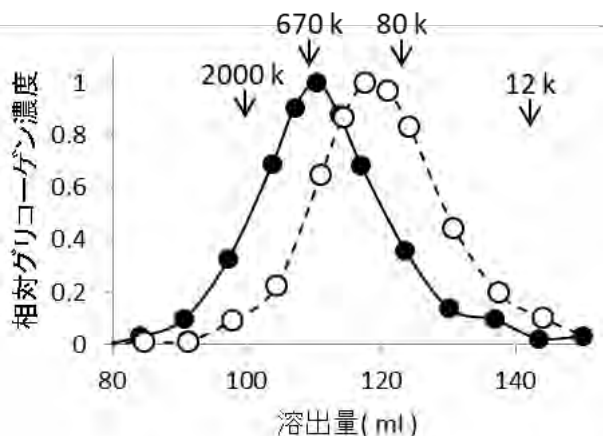


図1 ゲルろ過クロマトグラフィー※によるグリコーゲン分子量の推定

Sephacryl S-500によるゲルろ過クロマトグラフィー。地鶏肝臓グリコーゲン(●)、牡蠣グリコーゲン(○)および標準として用いた各分子量のデキストラン(↓)の溶出位置を示す。

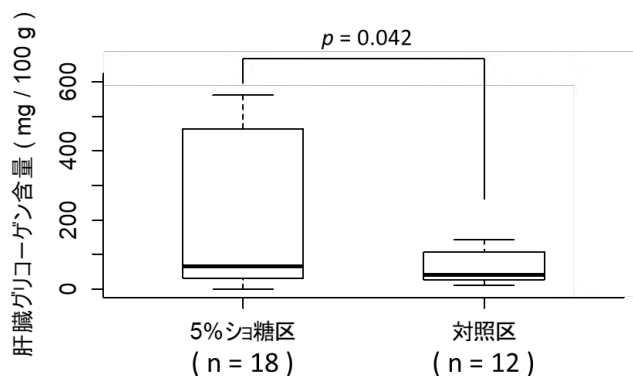


図3 5%ショ糖自由飲水による地鶏肝臓グリコーゲン含量増加効果

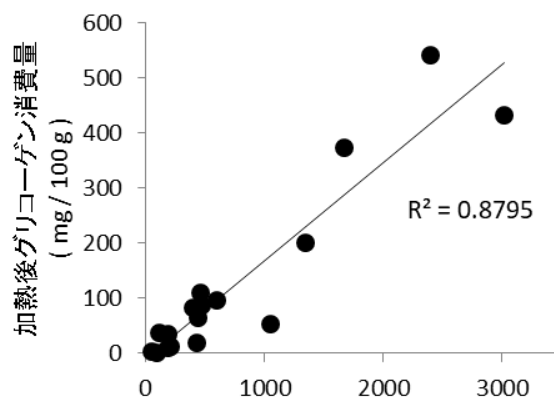
図は中央値、25パーセンタイル、75パーセンタイル、内界点内の最大値と最小値を示す。

表2 牡蠣グリコーゲンを添加した地鶏肝臓の官能評価

グリコーゲン添加	うま味の強さ	甘味の強さ	総合的なおいしさ
無し	0.35	0.10	0.75
有り	1.00	0.55	1.15

\*

評価は7段階評点法で行った。肝臓を75℃1時間湯せん後、添加有では牡蠣グリコーゲンを終濃度1%(w/w)になるように添加した。\*は5%水準で有意差あり。



加熱前グリコーゲン含量(mg/100g)

図2 加熱前グリコーゲン含量と加熱後のグリコーゲン消費量の関係

地鶏肝臓をオーブンで220℃10分間加熱した。加熱前後のグリコーゲン量の差をグリコーゲン消費量とした。

※1 ゲルろ過クロマトグラフィー

分子量の大きさで化合物を分離させる手法。分子量が大きい化合物ほど早く溶出するため、溶出位置からその分子量の推定が可能である。

※2 kDa (キロダルトン)

原子や分子の質量の単位。

※3 Maillard反応 (メイラード反応)

食品が加熱されたことにより起こる、糖とアミノ酸の反応。食品の香気成分や褐色物質などの生成に関与する。



# 林 業 分 科 会

## レーザ計測を活用した森林情報の把握と活用

担 当	林業研究室 森林環境グループ ○山田 隆信・村上 勝
研究課題名 研究年度	情報通信技術(ICT)を活用した林業経営の効率化 平成31年～令和3年

### 背 景

近年の ICT の技術革新に伴い、林業分野においても高精度な森林情報の効率的な把握や、生産現場における無駄のない工程管理など、新たな生産管理手法に関する研究が進められている。県内の木材生産を担う中核的経営体を核に、これら新技術を活用した経営の効率化を進め、需要に的確に応える生産力の増強が求められている。

### 目 的

ICT を活用した「新たな生産管理手法」の導入により、中核経営体の生産性や経営効率を高め、本県の木材供給体制を強化するため、レーザ計測等を活用した遠隔探査技術の導入による、調査業務の省力化の実施とこれにより取得した高精度な森林情報の検証を行う。

### 成 果

#### 1 調査業務の省力化

表 1 に示す調査方法により、3 か所で地上レーザ計測と実測による毎木調査（胸高直径、樹高）の比較検証の結果を以下に示す。

- (1) 地上レーザ計測の ha あたりの調査時間は実測に対し平均 31% と短く、1 本あたりの計測時間も 32% と短い(表 2)。
- (2) 地上レーザ計測の精度は、実測に対し胸高直径は平均誤差 1.1cm 平均誤差率 4.0% と精度は良いが、樹高は平均誤差 3.4m 平均誤差率 14.4% と胸高直径と比較し精度が悪い(表 3)。
- (3) 地上レーザ計測は、毎木調査では得られない立木形状や立木位置図や地形図が高精度な電子データとして得られるため、計画作成時などの省力化につながる(図 1、2、3)。

#### 2 資源段階、生産段階、流通段階の原木資源量精度検証

##### (1) 原木本数と材積の検証

地上レーザ解析結果の原木生産予測（資源段階）と、検知機能付きハーベスタの素材生産データ（生産段階）と、原木の販売結果（流通段階）を比較した(表 4)。現行のシステムでは各段階間の誤差があるが、樹高補正や末口二乗法の計算方法の統一などで精度を上げることが確認できた。

##### (2) 等級の検証

最大矢高(曲がり)で判断される原木の等級は、原木に玉切られた後に原木市場で選別されるため、資源段階、生産段階での等級判断は現行のシステムでは困難である(表 5)。



表1 毎木調査方法

調査方法	計測用具	計測人数
レーザ計測	森林3次元計測システムOWL	2人
実測	樹高：超音波測定器 (VertexIV) 胸高直径：直径巻尺	2人

表2 地上レーザ計測と実測による毎木調査比較調査結果

調査地	樹種	レーザ計測(a)					実測(b)					効率 (a/b)	
		面積 ha	調査本数 本	実時間 h:m	haあたり 計測時間 h:m/ha	1本あたり 計測時間 h:m:s/本	面積 ha	本数 本	実時間 h:m	haあたり 計測時間 h:m/ha	1本あたり 計測時間 h:m:s/本	haあたり 計測時間	1本あたり 計測時間
美祢市大田	スギ	1.08	1041	5:00	4:37	0:00:17	0.13	122	2:30	19:13	0:01:14	24.1%	23.4%
萩市檜皮	スギ	0.10	147	1:10	11:40	0:00:29	0.10	147	3:30	11:00	0:01:45	33.3%	27.2%
山口市宮野	ヒノキ	0.09	98	0:33	6:06	0:00:20	0.09	98	1:29	16:28	0:00:45	37.1%	45.4%
平均					7:28	0:00:22				23:34	0:01:14	31.5%	32.0%

※ 美祢市大田の実測は、レーザ計測地内に標準地を設置し、実施した。

表3 地上レーザ計測の精度

	胸高直径(cm)		樹高(m)	
	誤差平均	誤差率	誤差平均	誤差率
美祢市大田	1.3	4.4%	3.3	13.1%
萩市檜皮	1.0	3.8%	3.1	13.5%
山口市宮野	1.0	3.8%	3.7	16.7%
平均	1.1	4.0%	3.4	14.4%

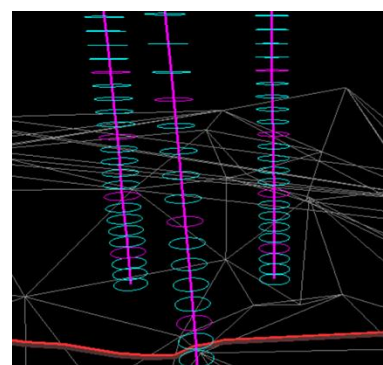


図1 立木形状

表4 各段階の原木量比較(美祢市大田)

	資源段階		生産段階			流通段階	
	本数	材積※1	本数	材積※2	材積※3	本数	材積※4
原木3m材	2,088	268.5	901	86.3	95.7	881	81.6
原木4m材	777	143.6	1,268	251.6	288.8	1,305	291.9
小計	2,865	412.1	2,169	337.9	384.4	2,186	373.5
バイオマス	—	51.6	—	79.1	80.1	—	155.6
合計	—	463.7	—	417.0	464.5	—	529.1

※1 地上レーザデータを採材計画作成システムで解析(末口二乗法)

※2 ハーベスタ検知システムの検知材積データ(実測値)

※3 ※2データを末口二乗法で再計算

※4 原木市場およびバイオマスセンター販売実績(末口二乗法)

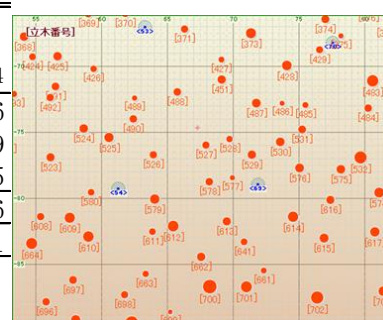


図2 立木位置図

表5 各段階の原木等級比較(美祢市大田)

等級	内訳	資源段階※1	生産段階※2	流通段階※3
直(A材)	本数	1,777	270	676
	割合	65.3%	9.9%	24.8%
小曲(B材)	本数	968	1,816	441
	割合	30.0%	56.3%	13.7%
曲(C材)	本数	120	84	1,070
	割合	9.4%	6.6%	84.0%

※1 資源段階は、OWLデータを採材計画作成システムで解析

※2 生産段階は、ハーベスタオペレータの目視判断

※3 流通段階は、原木市場販売実績

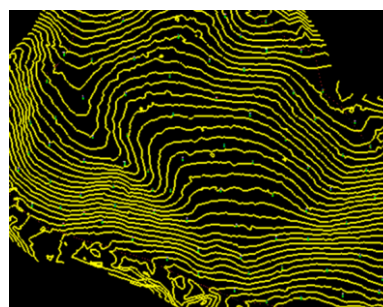


図3 地形図

## 主伐に対応した新たな低コスト作業システムの確立

担 当	林業研究室 生産利用グループ ○村上 勝・山田 隆信
研究課題名 研究年度	主伐に対応した新たな低コスト作業システムの確立 平成31年～令和4年

### 背 景

戦後造成されたスギ・ヒノキ人工林は成熟し、本格的に循環利用することが可能な段階を迎えており、今後は、主伐の増大による国産原木の安定供給に高い期待が寄せられている。

これを背景に、県内の大型製材工場や木質バイオマス発電施設、隣接県での合板工場等における木材需要は旺盛であるが、本県の林業現場では、生産性の低さから木材供給量は極めて低位な状況にあり、原木増産体制の強化が求められている。

一方、伐採後の再生林を行うには、森林所有者への収益還元が不可欠であることから、伐採から植栽までのトータルコストの低減を図ることが重要となっている。

### 目 的

主伐に対応可能な大型の高性能林業機械を活用し、木材生産から伐採後の再生林までを一体的かつ効率的に行う「一貫作業システム」を確立する。

### 成 果

#### 1 日報調査（伐採・搬出作業）

(1) 労働生産性は、 $9.2 \text{ m}^3/\text{人} \cdot \text{日}$ であり、先進地域の九州平均  $8 \text{ m}^3/\text{人} \cdot \text{日}$ を上回り、大型高性能林業機械（ハーベスタ、フォワーダ）の活用による作業の有効性が認められる（表1、表2、図1、図2）。

(2) 作業工程では、運搬工程の割合が33%と高く、作業のボトルネック※となっている（図3）。※ボトルネック：生産効率の低下を招く要因（工程）

#### 2 プロット工程調査（伐採・搬出作業）

(1) システム生産性は  $3.82 \text{ m}^3/\text{時}$ 、1日（7時間）当たりでは、 $26.71 \text{ m}^3/\text{日}$ である（表3、表4）。

(2) ボトルネックである運搬作業の改善により、作業システムの生産性向上が見込まれる（図3、表4）。

表 1 調査地の概要①

○市町名	美祢市	○平均樹高 (m)	17.7
○事業地名	田ノ尻2	○平均胸高直径 (cm)	32.3
○所有者	市	○平均立木材積 (m <sup>3</sup> )	0.7
○面積 (ha)	1.07	○総材積 (m <sup>3</sup> )	646.4
○樹種	スギ一部ヒノキ	○事業者	カルスト森組
○林齢 (年生)	57	○開設作業道 (m)	250
○立木本数 (本)	923	○既設作業道幅 (m)	530
○ha当り本数 (本)	863	○傾斜角度 (度)	16.3

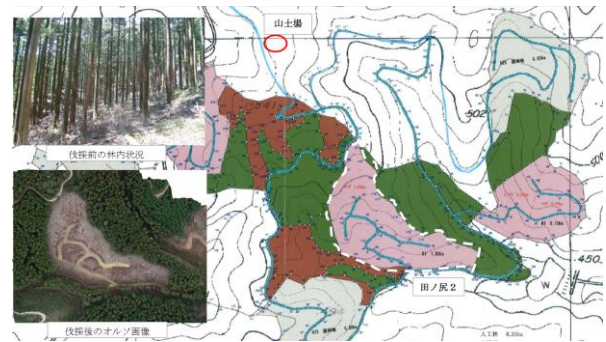


図 1 調査地の概要②

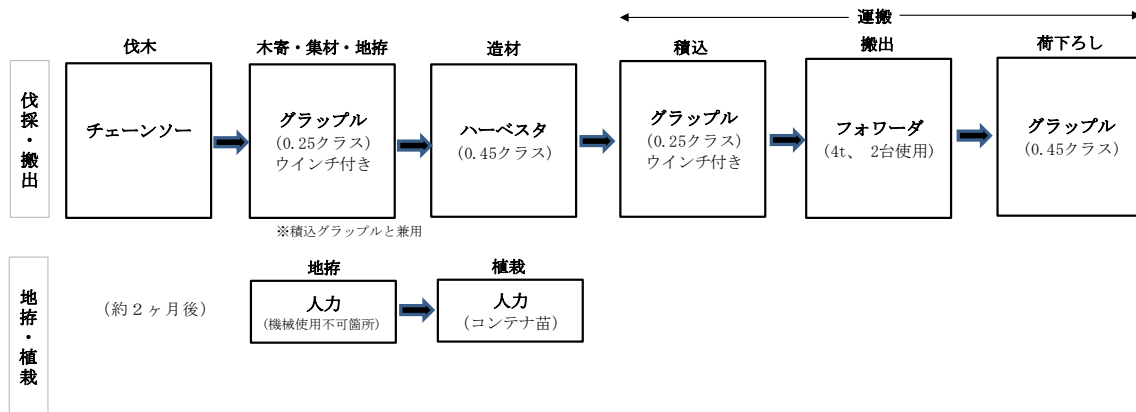


図 2 作業システム

表 2 日報調査

区分	搬出量 (m <sup>3</sup> )	作業日数 (日)	作業延人数 (人)	作業時間 (時間)	労働生産性 (m <sup>3</sup> /人・日)
伐採・搬出	529.3	23	57.5	403.5	9.2

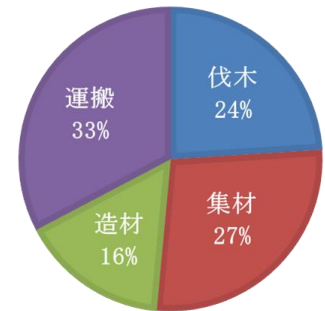


図 3 作業工程の割合

表 3 プロット調査地の概要

○面積 (ha)	0.13
○樹種	スギ一部ヒノキ
○立木本数 (本)	110
○ha当り本数 (本)	846
○立木材積 (m <sup>3</sup> )	61.1
○平均立木材積 (m <sup>3</sup> )	0.6
○搬出材積 (m <sup>3</sup> )	36.4

表 4 プロット工程調査の生産性

工程	使用機械	生産性 (m <sup>3</sup> /時)	生産性 (m <sup>3</sup> /日)
伐木	チェーンソー	19.24	134.68
集材	グラップル	15.29	107.03
集材 (ウインチ)	グラップル	7.74	54.21
造材	ハーベスタ	13.26	92.81
運搬	グラップル・フォワーダ・グラップル	7.27	50.91
システム生産性		3.82	26.71

<b>新たな品種等の導入による低コスト再造林技術の確立</b>	
担 当	林業研究室 森林環境グループ ○渡邊 雅治
研究課題名 研究年度	新たな品種等の導入による低コスト再造林技術の確立 平成31年～令和6年

## 背 景

戦後造成されたスギ・ヒノキ人工林は成熟し、本格的に利用可能な段階を迎えており、今後、伐採・利用の増大が見込まれる。

このようななか、森林の多面的機能を維持・発揮させつつ、森林資源の循環利用を図るためには、伐採後の確実な再造林の実施が必要となるが、その推進には森林所有者への収益還元率の向上が不可欠であり、造林から伐採までのトータルコストの低減による低コスト施業体系の確立が急がれる。

## 目 的

成長の早いスギ・ヒノキ新品種“特定母樹”<sup>※1</sup>や近年着目される“早成樹”<sup>※2</sup>の導入による低コスト施業体系の確立を図る。

※1 特定母樹とは、優良な種苗を生産するための種穂の採取に適する樹木で、成長等に優れたものを農林水産大臣が指定したもの（当該試験では、三重県で特定母樹の種子から育成したF1苗の譲渡を受けて使用）

※2 早成樹とは、従来の造林樹種よりも特に成長が早く、比較的短伐期で収穫が可能な樹種の総称

## 成 果

### 1 スギ・ヒノキ特定母樹の試験植栽・調査

スギ・ヒノキ特定母樹（図1）による試験地を設定し、生育調査・下刈り省略の検討を行った。その結果、下刈り省略の検討では、植栽地の条件に応じて、省略可否の検討を要することが分かる（図2）。

### 2 早成樹の試験植栽・調査

早成樹として、コウヨウザン・センダンの植栽試験地（図3）を設定し、生育調査・病虫獣被害の調査、センダン特有の施業“芽かき”の実施・検証等（図4）を行った。その結果から、各樹種の病虫獣害の実態（図5）、センダン優良材生産における芽かきの有用性、植栽地の条件による成長差等（図6）が分かる。



図1 試験地設定に使用した特定母樹 (F 1) コンテナ苗



図2 スギ特定母樹試験地 (萩市基盤ヶ嶽) : 下刈り前 (左) と後



図3 センダン植栽試験地 (美祢市東厚保)

図4 センダンの芽かきと芽かき後のセンダン



図5 センダンを後食するゴマダラカミキリ (左) と後食痕 (右)

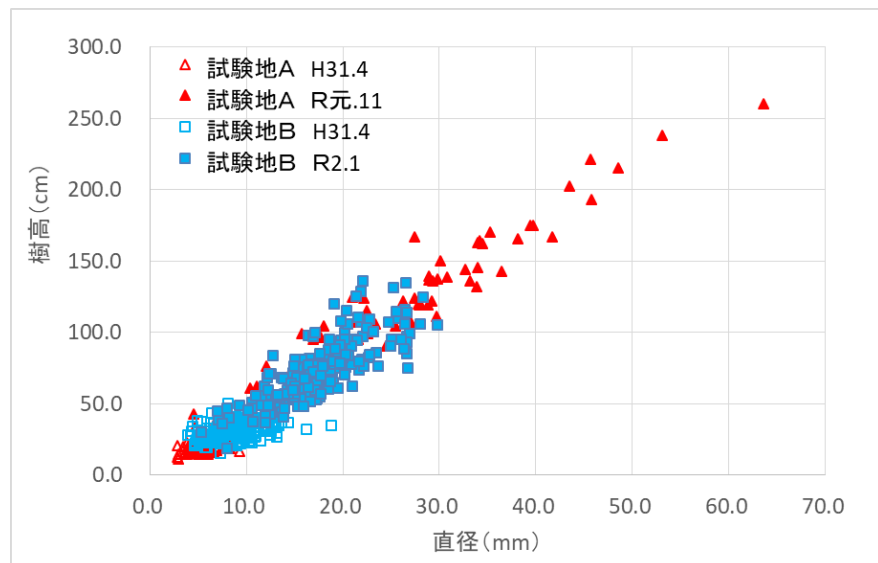


図6 センダン植栽後の樹高・直径分布の変化

<b>コンテナ苗の低コスト生産技術</b>	
担 当	林業研究室 生産利用グループ ○小野谷 邦江・井上 祐一*・上田 和司**・大池 航史***
研究課題名 研究年度	コンテナ苗生産の低コスト化に向けた研究 平成 28 年～令和元年

## 背 景

戦後造成された本県のスギ・ヒノキ人工林は成熟期を迎え、今後は森林資源の循環利用の推進が重要であり、それに伴い伐採後の植栽に必要な苗木需要が見込まれている。

再造林の着実な実施には、森林所有者への十分な利益還元が不可欠であり、伐採から植栽までのトータルコストの低減を図る「一貫作業システム」に対応したコンテナ苗（図 1）の低価格化が求められる。

## 目 的

従来の裸苗より価格が 2 倍相当高いコンテナ苗について、低コストで育苗できる技術を開発し、一貫作業システムの定着化の推進を図る。

## 成 果

### 1 新たな育苗資材等

#### (1) 培地の低コスト化

一般に使用されるココピートオールド（以下、ココピ）に、安価で容易に調達できる資材（おが粉）を配合して育苗試験を行った。その結果、スギ・ヒノキともに配合率 50%において、ココピ 100%と同程度の成長を確認した（図 2、3）。これにより培地経費を 45%削減できる。

#### (2) 容量の縮小化

コンテナ容器の縮小化を図るため、容量 300cc と 200 cc の場合とで成長比較を行った（培地：ココピのみ）。その結果、どちらも平均値は規格苗以上に達したが、比較苗高（苗長/根元径）は、300cc では 90 前後（スギ 87・ヒノキ 96）、200cc では 77（スギ 77・ヒノキ 77）となり、300cc は徒長傾向が強く、育苗は 200cc で適当と判断した（表 1）。これにより培地経費を 1/3 削減でき、上記(1)とあわせて 68%削減できる。

### 2 生産・管理方法別の育苗方法

#### (1) 光環境の違いによる得苗率の比較

遮光率による得苗率等の違いを比較するため、遮光率 0%（図 4）と 30%（図 5）の条件下で 1 年生幼苗の育苗を行った。

その結果、スギ・ヒノキともに遮光率 0%の方が良好な成長を示し、特にヒノキは差が大きくなった。これによりコンテナ苗を 2 年生苗で出荷する場合、コンテナ移植後の 2 年目の育苗は露地で可能と分かる（データ省略）。

\*現萩農林水産事務所森林部 \*\*現森林整備課 \*\*\*現森林企画課



図1 コンテナ苗

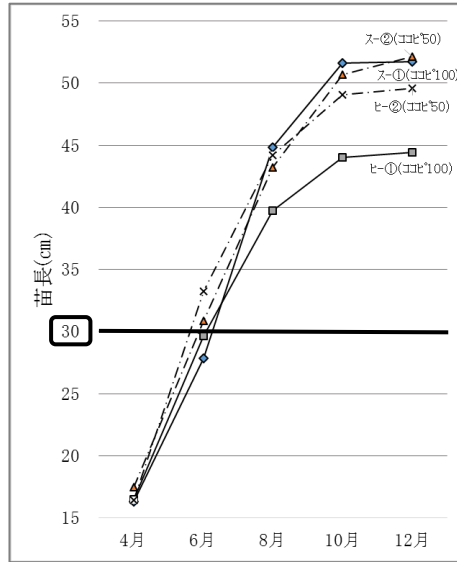


図2 培地別の苗長推移

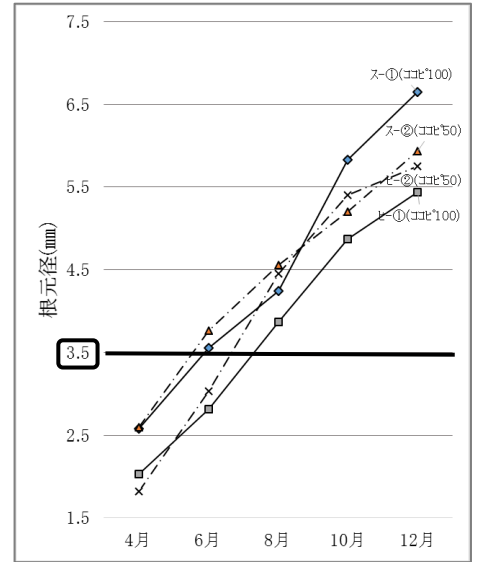


図3 培地別の根元径推移

※1 図2、3において遮光率0%、容量200cc  
 ※2 規格：苗長30cm上、根元径3.5mm上

表1 コンテナ苗育苗試験区一覧

試験区	樹種	遮光率	容量	使用培地及び配合率	供試数	苗長		根元径		比較苗高
						平均	SD	平均	SD	
		%	cc	%	本	cm	cm	cm	cm	
ス-①	スギ	0	200	ココピ100	28	51.8 ± 11.9	6.6 ± 1.8	78		
ス-②	スギ	0	200	ココピ50、おが粉50	28	52.1 ± 12.6	5.9 ± 1.5	88		
ス-③	スギ	0	300	ココピ100	40	52.4 ± 11.6	6.4 ± 1.6	82		
ス-④	スギ	0	300	ココピ50、おが粉50	40	56.6 ± 12.7	6.6 ± 1.6	86		
ス-⑤	スギ	30	200	ココピ100	28	49.6 ± 8.9	6.6 ± 1.1	75		
ス-⑥	スギ	30	200	ココピ50、おが粉50	28	46.3 ± 9.8	6.8 ± 1.7	68		
ス-⑦	スギ	30	300	ココピ100	40	62.1 ± 14.0	6.8 ± 1.2	91		
ス-⑧	スギ	30	300	ココピ50、おが粉50	40	49.9 ± 11.4	6.6 ± 1.7	76		
ヒ-①	ヒノキ	0	200	ココピ100	28	44.4 ± 8.6	5.4 ± 1.4	82		
ヒ-②	ヒノキ	0	200	ココピ50、おが粉50	28	49.6 ± 7.3	5.7 ± 0.7	87		
ヒ-③	ヒノキ	0	300	ココピ100	40	51.4 ± 9.2	5.3 ± 1.0	97		
ヒ-④	ヒノキ	0	300	ココピ50、おが粉50	40	55.3 ± 6.4	5.8 ± 0.8	95		
ヒ-⑤	ヒノキ	30	200	ココピ100	28	37.3 ± 7.2	5.1 ± 0.8	73		
ヒ-⑥	ヒノキ	30	200	ココピ50、おが粉50	28	34.0 ± 7.9	4.7 ± 0.9	72		
ヒ-⑦	ヒノキ	30	300	ココピ100	40	50.8 ± 10.5	5.3 ± 1.2	96		
ヒ-⑧	ヒノキ	30	300	ココピ50、おが粉50	40	47.1 ± 10.3	4.9 ± 1.0	96		

※1 基肥は緩効性肥料(商品名ハイコントロール(肥効360日))を使用。基肥量は3.6g/セル  
 ※2 供試苗は、苗畑で育苗した1年生幼苗を3月にコンテナ(Mスター)へ移植したもの



図4 遮光率0%(露地)



図5 遮光率30%(寒冷紗)

<b>抵抗性クロマツ植栽後の枯死推移</b>	
担 当	林業研究室 森林環境グループ ○千葉 のぞみ・杉本 博之*・大池 航史**
研究課題名 研究年度	コンテナ苗生産の低コスト化に向けた研究 平成 28 年～令和元年

## 背 景

クロマツは、台風等による強風・飛砂・潮害から市街地や農地を守る重要な樹種であるが、マツ材線虫病（松くい虫）被害によって多くが枯死し、保安林機能の低下や地域の生活環境等への影響が懸念されている。

この対策として、80年代に公的林業試験場の共同により、激害地から選抜された生存個体から一定の抵抗性を有する「抵抗性クロマツ」が創出され、各地で植林された。しかしながら、抵抗性クロマツにおいてもマツ材線虫病による枯損被害が発生しており、実態把握が求められている。

## 目 的

抵抗性クロマツ植栽地の枯損調査結果から、品種毎の被害推移について実態把握を行う。

## 成 果

### 1 植栽地の実態把握

- (1) 試験地設定時の生存個体のDNAを調査した結果、両親ともに抵抗性クロマツの割合が片親抵抗性クロマツ（花粉親が園外花粉）の割合より多い（図1）。
- (2) 3試験地で生存個体の両親についてランク<sup>\*</sup>別に経年推移を分析した結果、抵抗性の強いランク4を親に持つ個体の割合が増加したことから、苗木段階での抵抗性の強さが成木でも維持されることが推察できる（図2）。

<sup>\*</sup>ランク：抵抗性マツの品種は、苗木への線虫接種試験の結果から、抵抗性の強さがランク付けされており、西日本では九州と関西のランク付けがあるが本試験では関西の評価を用いた。また、ランクは1～5段階で評価されており、数字が大きくなるほど抵抗性が強い（本試験地は、関西のランクで2～4のランクで構成されている）。

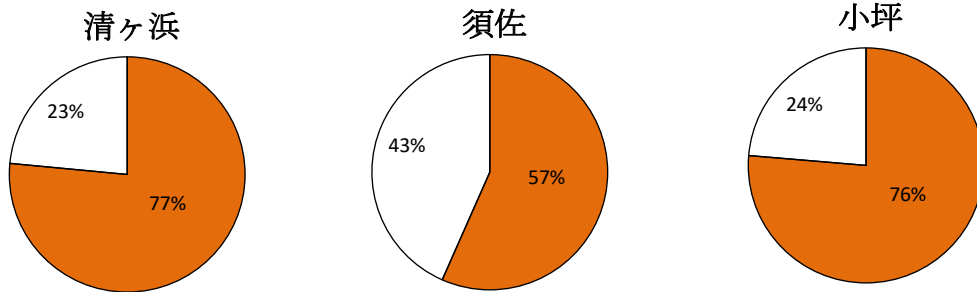
<sup>\*</sup>寄与率：DNA鑑定の結果を元に全交配親数（生存個体×2）に占める各ランクが親として寄与した個体の割合

\* 現岩国農林水産事務所森林部    \*\* 現森林企画課



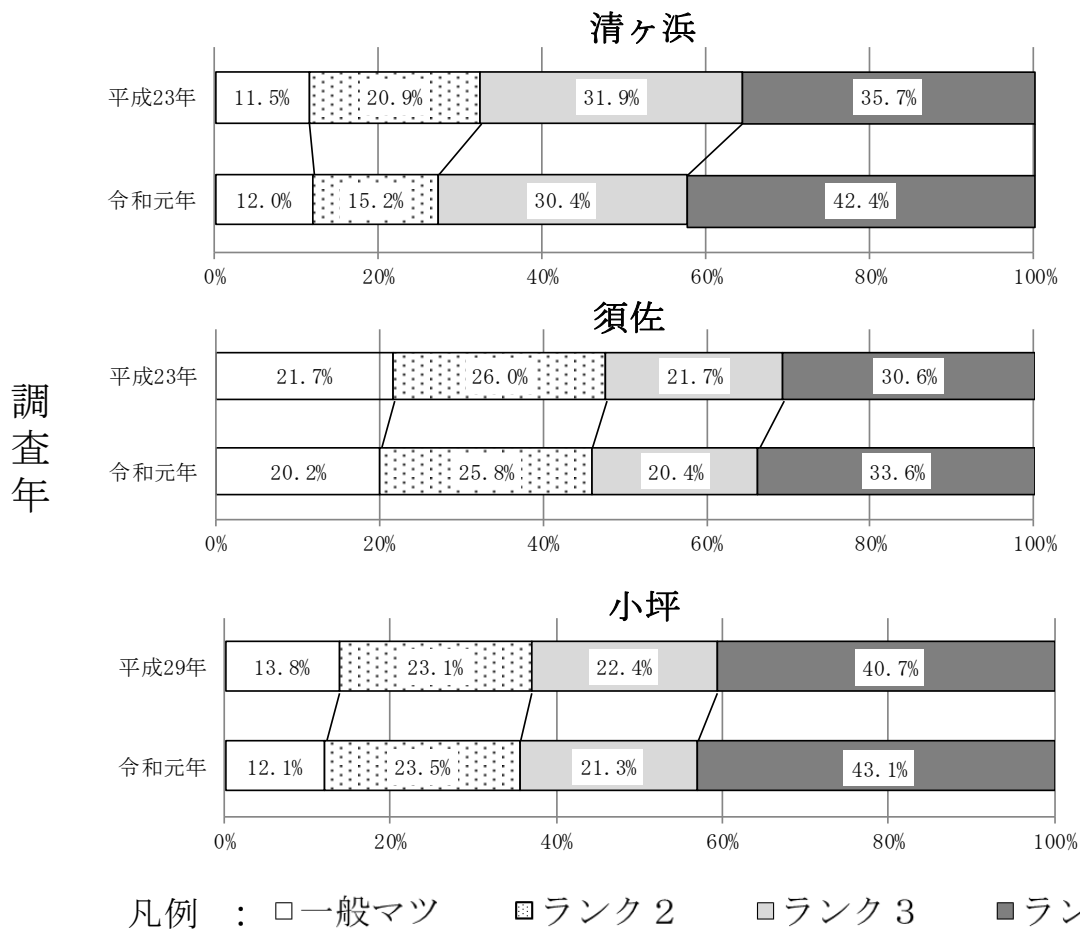
表 1 試験地概要

試験地	植栽年度	調査本数	場所	DNA調査年	試験地設定年	防除有無
清ヶ浜	2004	183	阿武町大字木与字松原	2011	2011	有
須佐	1998	431	萩市大字平田	2011	2011	無
小坪	2002	134	宇部市大字東岐波字日ノ山	2017	2017	年により防除実施



凡例 : ■ 抵×抵 □ 抵×一般

図 1 調査開始時生存木の交配組合せ割合



凡例 : □ 一般マツ ■ ランク 2 □ ランク 3 ■ ランク 4

図 2 ランク別寄与率\*

## 冬期の除草剤竹稈注入によるモウソウチク駆除の効果

担 当	岩国農林水産事務所森林部 ○杉本 博之・岡崎 佳子*・小原 宏也**
研究課題名 研究年度	情報提供

### 背 景

近年、管理されず放置された竹林が繁茂拡大し、周辺の森林を衰退させるなど問題となっている。主な対策は竹林を皆伐し、広葉樹等を天然更新させる方法であるが、皆伐後、再生竹が発生するため、竹林を根絶させるには、一定期間、再生竹を刈る必要がある。また、天然更新には更新樹種を残しながら再生竹を刈る必要があり、作業が煩雑になる。一方、除草剤を用いた方法は、初期費用は掛かるが根が枯死するため、再生竹の発生が抑制され、天然更新しやすくなる。今回、駆除時間を短縮し天然更新を早めるため、後者の方法で、薬剤散布に比べ、環境への影響が少ない竹稈への薬剤注入を検討した。本法の薬剤使用時期は夏から秋期であるが、夏は蚊が多く作業を妨げ、秋のみでは使用時期が短く駆除可能量が限定される。そこで、使用時期の拡充の可能性を検証するため、冬期の駆除効果を確認した。

### 目 的

冬期の除草剤竹稈注入によるモウソウチク駆除の作業工程と駆除効果を調査検証する。

### 成 果

- 1 除草剤はグリホサートカリウム塩液剤を用い、平成31年2月7日・25日に竹稈1本当たり10mlを注入した。方法はインパクトドリルで孔を開け、その中に分注器を用い薬剤を注入し、木栓で蓋をする(図1)。作業工程は、器材の使い勝手から開孔と注入・閉孔に分類し調査した。
- 2 傾斜地(30℃以上)と平坦地の竹(各100本)にNo.を付け作業工程を計測し、千本当りの人役を算出し比較した。その結果、開孔と注入・閉孔は、傾斜地が0.21、0.61人/千本、平坦地が0.19、0.52人/千本であった(表1)。
- 3 次に実務を想定した場合、実施済みのタケを確認するため印を付ける工程が必要となる。実務を想定した結果、印を付けることや印を付けた竹の探索に時間が掛かり人役は、1.37人/千本であった(表1)。
- 4 枯死状況は4月に黄変と一部落葉が、5月に大部分が落葉し、駆除効果を確認した7月11日にはほとんどのモウソウチクが枯死した(図2)。
- 5 葉が全部落葉した竹を枯死とした結果、竹稈注入したモウソウチクの枯死率は97.5%(195/200本)であった。

\*現周南農林水産事務所森林部、\*\*現森林整備課



図1 除草剤の竹稈注入方法

- A 地上1 m以下の節の下3 cmに木栓の径に準じた孔を開ける
- B 分注器等を用い、孔から薬剤が漏れないように規定量の薬剤を入れる
- C 注入後、孔から雨滴が入らないように木栓で蓋をする

表1 作業区分ごとの時間と千本当りの作業人役

区分	作業	開孔		印		注入・閉孔		印		計
		1本当り時間(秒)	人/千本	1本当り時間(秒)	人/千本	1本当り時間(秒)	人/千本	1本当り時間(秒)	人/千本	
傾斜地	基本	5.98	0.21	—	—	14.77	0.51	—	—	<b>0.82</b>
	(薬剤入替)	—	—	—	—	—	0.04	—	—	
	No.有 (薬瓶洗浄)	—	—	—	—	—	0.06	—	—	
	人役計		0.21				0.61			
平坦地	基本	5.34	0.19	—	—	12.3	0.43	—	—	<b>0.71</b>
	(薬剤入替)	—	—	—	—	—	0.04	—	—	
	No.有 (薬瓶洗浄)	—	—	—	—	—	0.06	—	—	
	人役計		0.19				0.52			
傾斜地	基本	8.94	0.31	4.66	0.16	19.2	0.67	4.02	0.14	<b>1.37</b>
	(薬剤入替)	—	—	—	—	—	0.04	—	—	
	No.無 (薬瓶洗浄)	—	—	—	—	—	0.06	—	—	
	人役計		0.31		0.16		0.76		0.14	

※ 1日の作業時間は8時間として算出した

注入には分注器への薬剤の入れ替え、使用後の薬瓶の洗浄を伴うため、千本当りの値を算出し加算した

印とは作業実施済みのタケが分かるようにチョークでタケに一周印を付けた時間



図2 除草剤を竹稈注入処理したモウソウチク (左: 5月、右: 7月)

