

令和4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5年（2023年）3月

山口県農林総合技術センター

## 令和4年度農林総合技術センター試験研究成果課題一覧

No	発表課題名	担当者	所属	頁
1	山口県の新規就農者（自営就農者）の実態解明	おぎま 尾崎 篤史	経営高度化研究室	2
2	機能的表示食品に向けたネギ類等の評価	ひらた 平田 たつや 達哉	経営高度化研究室	4
3	「Evoマスター」イチゴ・トマト標準プログラムについて	はらだ 原田 こうすけ 浩介	園芸作物研究室 野菜栽培グループ	6
4	はなっこりー出荷予測技術の確立	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	8
5	ニホンナシ新品種「蒼月」の特性	やすなが 安永 まこと 真	園芸作物研究室 果樹栽培グループ	10
6	クリシギゾウムシの蒸熱処理による防除技術の確立	いわもと 岩本 テツヒロ 哲弥	資源循環研究室 病害虫管理グループ	12
7	トマト葉かび病菌、すすかび病菌のSDHI剤に対する感受性	ヨシハラ 吉原 シゲアキ 茂昭	資源循環研究室 発生子察グループ	14
8	イチゴのアザミウマ類の薬剤感受性検定	すぎた 杉田 まいこ 麻衣子	資源循環研究室 発生子察グループ	16
9	農薬散布用ドローンを活用したカンキツの効率・省力的防除技術体系の確立	おかざき 岡崎 よしお 芳夫	柑きつ振興センター	18
10	「南津海シードレス」の収穫前に使用できる汚れの少ないかいよう病防除剤の	にしおか 西岡 まり 真理	柑きつ振興センター	20
11	オリジナルリンドウ出荷予測技術の開発	ふじた 藤田 あつし 淳史	花き振興センター	22
12	飼料作物等高能力新品種選定調査	しまむら 島村 しんご 真吾	放牧環境研究室 飼料作物グループ	24
13	大豆とウニ殻を配合した「長州黒かしわ」専用飼料給与の影響	たなべ 田邊 さねゆき 真之	家畜改良研究室 特産開発グループ	26
14	動画から鶏のツツキ行動を選定するAI作成方法の検討	いとう 伊藤 なおや 直弥	家畜改良研究室 特産開発グループ	28
15	ゲノム育種価を活用した種雄牛造成の取組	おおが 大賀 ともひで 友英	家畜改良研究室 やまぐち和牛改良繁殖グループ	30
16	地拵え・下刈り・植栽工程の無人化	かわもと 川元 ゆたか 裕	林業研究室 生産利用グループ	32
17	一貫作業システムとドローン運搬実証試験	やまだ 山田 たかのぶ 隆信	林業研究室 森林環境グループ	34
18	特定苗木・早生樹の導入による低コスト再造林技術の確立	きののうえ 岸ノ上 かつひろ 克浩	林業研究室 森林環境グループ	36
19	林業用コンテナ苗の育苗期間短縮化について	おのたに 小野谷 くにえ 邦江	林業研究室 森林環境グループ	38

山口県の新規就農者（自営就農者）の実態解明	
担 当	経営高度化研究室 尾崎篤史、西美弥子、高橋一興*
研究課題名 研究年度	山口県における新規就農者（自営就農者）の就農実態 、課題の解明 令和元年～4年

## 背 景

山口県は新規就農支援対策に注力しており、平成27年以降毎年100名以上が就農している。しかし、経営確立に苦労しているケースもあり、課題解明や効果的な支援策の構築が求められている。

## 目 的

新規就農者（以下、就農者）の確保・定着支援を効果的に行うため、就農者の募集から経営確立における実態・課題を明らかにし、その対策を検討する。

## 成 果

就農前～就農初期と経営確立期では、生じる課題や必要な支援策が異なる。各段階での対応は以下のとおりである。

- 1 「就農前～就農初期段階」では就農地域関係者の支援・協力が重要である。
  - (1) 独立自営就農者（以下、独立）確保における最重要事項は「農地確保」の支援である（図1）。農地確保を円滑に行うためには、就農地域の「農地情報提供者」「地権者との仲介役」の存在が必要である（表1）。
  - (2) 就農初期段階では「栽培技術習得」が課題となる（図2）。就農者が地域の生産者に気軽に相談できる関係性を構築することが就農者の早期技術習得につながる。現地研修期間中の部会生産者訪問や、部会員全員での共同作業等、早い段階から両者が交流できる場を設けることが大切である。
  - (3) 未だ経営が確立していない就農者は、「集落のしきたり」や「地域づきあい」に負担を感じている（表2）。就農者の負担軽減を図るには、経営が軌道に乗るまでは地域の役を回さない、最繁忙期は共同作業への出役を強要しない等、就農者受入に対する地域住民の理解を醸成することが重要である。
- 2 経営発展および規模拡大段階では経営的課題（労働力、時間管理、運転資金等）が重要となる（図3、表3）。ただ、就農者の経営状況によって必要な支援は多様であり、就農者自らが経営上の課題を理解していない場合もある。そのため、支援機関は就農者との対話を通じて課題を見極め、専門的な課題においては場合専門家派遣制度を提案する等の支援を行うことが必要である。

\* 現農林水産部農業振興課

図表

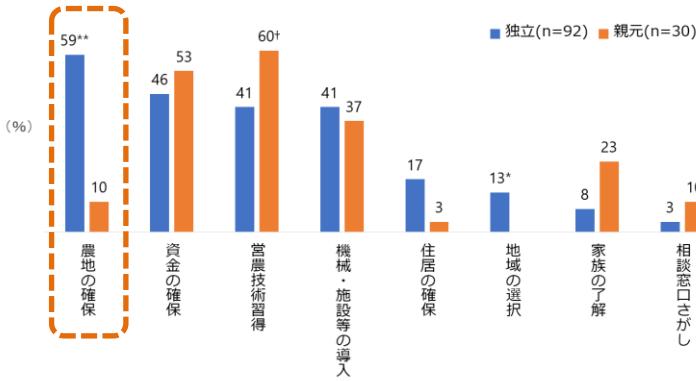


図1 就農時に苦労したこと (3つまで)

注)\*\*、†はカイ二乗検定により1%、10%水準で有意差あり

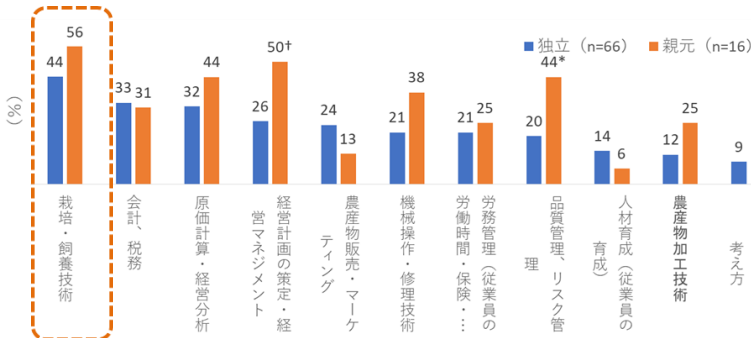


図2 就農前に学び足りなかったこと (複数回答)

注)\*、†はカイ二乗検定により5%、10%水準で有意差あり

表1 農地確保に関する課題と対策の整理

現状	就農支援上の課題	課題解決
優良農地は地域内で継承される	支援機関に集まる情報は、誰も継承しない条件不利地	優良農地の確保には地域内の農地情報に通じている者の協力が必要
地権者は知らない人に農地を預けたくない	就農者自身での農地確保は困難	就農者が農地を確保するためには地権者と話ができる仲介者の協力が必要

調査結果をもとに筆者作成

表2 生活面の課題

	件数			(% )			p値	判定
	全体	売上達成度70%未満	売上達成度70%以上	全体	売上達成度70%未満	売上達成度70%以上		
全体	88	36	45	100	100	100		
休暇がとれない	52	16	30	59.1	44.4	66.7	0.045	
健康不安(労働きつい)	47	21	20	53.4	58.3	44.4	0.214	
交通、医療等不向き	29	11	17	33.0	30.6	37.8	0.497	
就農地に友人が少ない	27	13	14	30.7	36.1	31.1	0.635	
子供の教育	20	9	9	22.7	25.0	20.0	0.591	
家族の理解・協力	17	8	8	19.3	22.2	17.8	0.618	
集落のしきたり	15	11	4	17.0	30.6	8.9	0.013*	
集落内人間関係	11	5	5	12.5	13.9	11.1	0.706	
地域つきあい多い	11	9	2	12.5	25.0	4.4	0.007*	
親・兄弟等の介護	11	5	6	12.5	13.9	13.3	0.942	
自分が地域になじめない	4	3	1	4.5	8.3	2.2	0.207	
配偶者・子供なじめない	3	2	1	3.4	5.6	2.2	0.430	
その他	1	0	0	1.1	0.0	0.0	-	

注)「売上達成度」とは、生計成立状況と就農時に立てた農産物売上高目標の達成度のこと

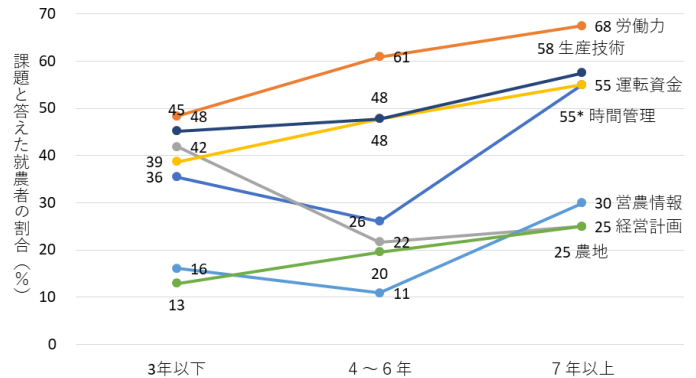


図3 経営面の課題と就農年数との関係

注1) 3年以下と7年以上で変化の大きい項目  
注2) \*、†はカイ二乗検定により5%、10%水準で有意差あり

表3 規模拡大に伴う課題の推移

就農者	雇用状況	規模拡大	規模拡大時の課題	
			課題	内容
A	未導入	未	農地確保	既存農家が離農しないと規模拡大できない
			時間管理	規模拡大に伴う栽培管理の遅れ
B	未導入	済	雇用導入	雇用導入したいが近隣に雇用できる人がいない 通年雇用できない(冬仕事ない)
			雇用管理	各作業における適正要員の判断
C	パート雇用済	未	人材育成	管理作業できる人材の育成
			雇用管理	雇用導入に伴う休憩所・トイレ整備
D	パート雇用済	済	人材育成	管理作業を人に任せるとか検討中
			経営分析	規模拡大・雇用導入の費用対効果の分析・判断
			税務	売上増に伴うインボイス対応
E	正社員雇用済	済	労務管理	労務管理事務が負担
			経営安定	人件費を賄える経営の黒字化・安定化

就農者への聞き取り調査結果をもとに筆者作成

## 機能性表示食品に向けたネギ類等の評価

担 当	経営高度化研究室 平田達哉
研究課題名 研究年度	機能性表示食品に向けたネギ類等の評価と食品素材の 開発 令和2年～4年

### 背 景

国民の健康維持・増進に寄与できるような機能性表示食品開発が地域や事業者と連携しながら加速化してきている。

山口県でも地域特産農産物等約 50 点の機能性評価を実施して、特徴ある農産物を見出した。ルテイン<sup>\*</sup>に特徴をもつ県産ホウレンソウや県産育種ネギについても、付加価値を高めるため、機能性成分を高める栽培方法や機能性成分の簡易測定方法の開発が必要とされている。

※緑黄野菜に多く含まれる色素成分「カロテノイド」の一種。目の健康に必要な成分と言われているが、体内でつくり、蓄積することができない。

### 目 的

- 1 ネギ及びホウレンソウの栽培条件とルテイン含量の関係を明らかにする。
- 2 機能性成分を簡易的に測定できる方法を明らかにする。
- 3 機能性成分の加工方法による影響を明らかにする。

### 成 果

- 1 ネギのルテイン含量は 8 月期収穫ネギで多く、10 月にかけて少ない傾向がある（表 1）。また、長さでは、30cm のネギで多く、成長するにつれて少なくなる傾向がある（表 2）。ルテインに関連したクロロフィルも同じような傾向がある。

ホウレンソウのルテイン含量は、夏採りで 2.5～3.5mg/100 g F.W.、冬採りで 3.65mg/100 g F.W.であった（表 3）。

- 2 近赤外分光法によるルテイン含量の直接的な測定は困難であるが、ルテイン含量と相関が高い総クロロフィル含量（緑色）を利用することで葉緑素計（SPAD）<sup>\*</sup>で簡易的に測定できる（図 1）。

- 3 ルテイン含量は乾燥温度と乾燥時間に影響を受けない（表 4）。

<sup>\*</sup>植物の葉に含まれる葉緑素（クロロフィル）量を SPAD 値（葉緑素含量を示す値）として表す計測器。携帯することができる。

表1 収穫時期の違いがルテイン含量に及ぼす影響

	ルテイン (mg/100gDW)	
8月	66.6	A
9月	61.1	AB
10月	48.7	B
分散分析	**	

1) 7種の系統番号ネギを含む  
2) 長さ50cmのネギを用いた  
3) n=7

表2 収穫時の長さの違いがルテイン含量に及ぼす影響

	ルテイン (mg/100gDW)	
30cm	87.3	A
50cm	63.8	B
70cm	52.3	B
分散分析	**	

1) 8月及び9月収穫のネギ  
2) 7種の系統番号ネギを含む  
3) n=14

表3 ホウレンソウ栄養成分一覧表

分析項目	夏採り		冬採り	日本食品標準 成分表		単位
	周南	美祿	周南	夏	冬	
エネルギー	19	29	30	20	20	kcal
水分	92.5	88.6	89.2	92.4	92.4	g
たんぱく質	2.4	3.7	3.0	2.2	2.2	g
脂質	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	g
炭水化物	2.9	4.9	5.4	3.1	3.1	g
灰分	1.8	2.5	1.9	1.7	1.7	g
Na	4	4	4	16	16	mg
K	213	227	223	690	690	mg
Ca	7	6	7	49	49	mg
Mg	11	12	11	69	69	mg
P	32	37	32	47	47	mg
Fe	1	0	1	2	2	mg
Zn	0.3	0.3	0.3	0.7	0.7	mg
Cu	0.07	0.08	0.07	0.11	0.11	mg
食塩相当量 <sup>1)</sup>	0	0	0	0	0	g
ビタミンC	11	14	30	20	60	mg
ビタミンB1	0.11	0.12	0.11	0.11	0.11	mg
ビタミンB2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	mg
β-カロテン	-	-	-	4200	4200	μg
ルテイン	2.54	3.5	3.65	-	-	mg
葉酸	216	114	215	210	210	μg

1) 食塩に由来するもの他、グルタミン酸ナトリウム、アスコルビン酸ナトリウム、リン酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウム等に由来するナトリウムも含まれる

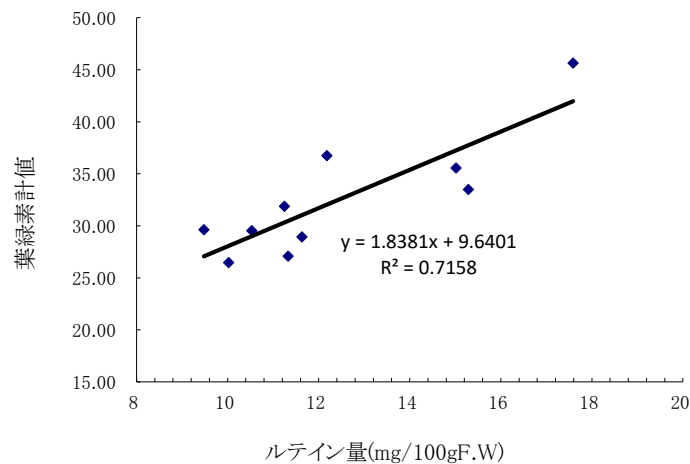


図1 ルテイン量と葉緑素計値の関係

表4 ルテイン含量に及ぼす分散分析表

変動因	平方和	自由度	平均平方	F0	判定
乾燥温度(A)	74279	2	37140	0.6	
乾燥時間(B)	50249	2	25125	0.4	
A × B	115514	2	57757	1.0	
誤差(e)	117180	2	58590		
	357222	8			

「Evoマスター」イチゴ・トマト標準プログラムについて	
担 当	園芸作物研究室 野菜栽培グループ 原田 浩介・重藤 祐司・鶴山 浄真*
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1年～3年

## 背 景

本県が開発したイチゴ高設栽培システム「らくラック」と、隔離土耕栽培システム「ゆめ果菜恵」に対応した、統合環境制御装置「Evo マスター」を県内企業と共同開発した。「Evo マスター」は環境制御ソフトウェアとしてアルスプラウト株式会社の「Arsprout Pi (Neuron 専用)」を採用している。このソフトウェアは自由度が高く、様々な設定が可能である反面、しっかり理解して設定するためには多くの時間を要する。

## 目 的

これまでの研究結果で得られた「農の匠」のハウス管理の特徴を標準的な環境制御プログラムとして構築し、「Arsprout Pi」の初期設定として組み込む。

## 成 果

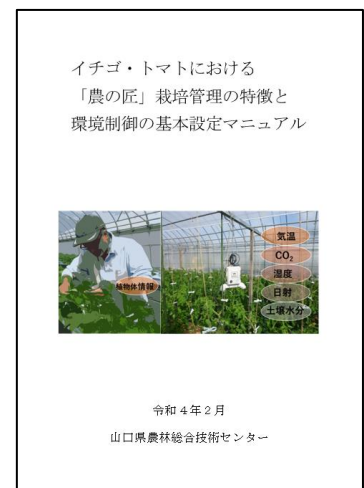
### 1 「Evo マスター」イチゴ・トマト標準プログラムについて

- (1) 県内イチゴ・トマトの「農の匠」の栽培管理の特徴を解析し、これらの特徴を取り入れた「Evo マスター」標準プログラムを作成した（表1）。
- (2) 気温制御プログラムにより、緩やかな気温・湿度推移が再現可能で、光合成に最適な環境を作り出すことができる（表2）。
- (3) 警報動作プログラムにより、日射量や外気温に応じた、目標値の補正や換気開度の制限等を自動で変更できる（表3）。

※詳細については、以下を参照

「イチゴ・トマトにおける「農の匠」栽培管理の特徴と環境制御の基本設定マニュアル」

<https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/soshiki/122/22299.html>



### 2 単収・品質向上効果

- (1) 標準プログラムを利用した自動環境制御により、目標単収（イチゴ：5t/10a、長期どりトマト：20t/10a、高糖度トマト：10t/10a）が達成できる。  
 イチゴ（かおり野）：5.7～7t/10a  
 長期どりトマト（CF 桃太郎はるか）：26.5～38.7t/10a  
 高糖度トマト（マイロック）：10.4t/10a  
 ※令和2～3年 センターおよび現地実証結果より
- (2) 高糖度トマトでは、給液 EC を塩分で高めることで、「ゆめ果菜恵」においても適度な水分ストレスによる高糖度化が可能。
- (3) 早朝加温や内張り制御によって、灰色かび病の発生が減少する。

\* 現農業振興課

表 1 プログラムに取り入れた匠の特徴など

匠の管理の特徴など	イチゴ	トマト	
		長期どり	高精度
夜明け前からの段階的早朝加温	○	○	○
穏やかな気温推移	○	○	○
日没に向けた高めの気温維持	○	○	
日中のCO2濃度（400ppm以上）の維持	○	○	○
冬期の日平均気温の一定維持（15℃付近）	○		
土壌水分を一律一定に管理	○		
冬期の日平均気温を高めに維持		○	
冬期の日平均気温を低めに維持			○
適度な水分ストレスの維持			○
休眠抑制のための電照動作	○		
日射量に比例した灌水	○	○	○
日射量に応じた昼温調節	○	○	

表 2 気温制御の概要

ハウス内機器	動作設定の考え方
温風暖房機	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 夜間最低気温の維持</li> <li>・ 緩やかな早朝加温</li> <li>・ 曇雨天日の昼温確保</li> </ul>
谷換気・側窓換気装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 温度制御は谷（天窓）換気中心</li> <li>・ 強風・降雨時は閉動作優先</li> <li>・ 早朝加温後→南中前30分に22℃以上となる緩やかな温度上昇、午後は日射量に応じて目標温度を調整</li> <li>・ 風向・風速、外気温に応じて谷換気の最大開度を制限し、温湿度の急激な変化を抑制</li> </ul>
内張り開閉装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 動作時の温湿度の急激な変化を抑制</li> <li>・ 夜間、外気温が高い場合はやや透かし、暖房機による除湿を期待</li> </ul>

表 3 外気象と連動した谷換気・側窓換気装置の警報動作

No.	警報	条件	動作
1	強風警報	風速12m以上	谷換気・側窓を全閉
2	降雨警報	降雨（感雨30秒以上）	谷換気を全閉
3	準強風警報	風速8m以上	谷換気・側窓を制限
4	風向警報	風向・風速1m以上、外気温15℃以下	風上側の谷換気の開度を制限
5	低温警報1	外気温5℃以下	谷換気の開度を制限（20%）
6	低温警報2	外気温10℃以下	谷換気の開度を制限（40%）
7	風警報	風速3m以上、外気温15℃以下	谷換気の開度を制限（50%）
8	低温警報3	外気温15℃以下	谷換気の開度を制限（60%）
9	日射警報1	南中後1時間で日射7MJ以上	換気目標値上方修正（+4℃）
10	日射警報2	南中時に日射5MJ以上	換気目標値上方修正（+2℃）

※各警報は上位 No.が優先。開度制限の No.1～8 と目標値補正の No.9,10 は独立して適用する。

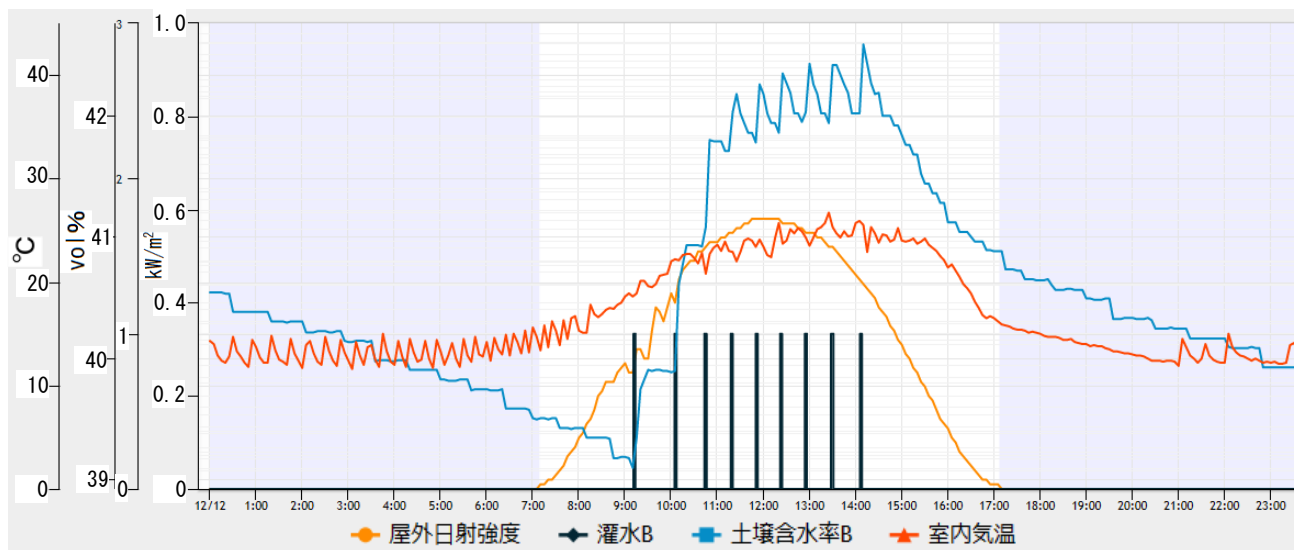


図 1 穏やかな気温推移と液肥灌水装置の動作状況（長期どりトマト、12月）



はなっこりー出荷予測技術の確立	
担 当	園芸作物研究室 野菜栽培グループ 重藤 祐司・宇佐川 恵*・藤井 宏栄・鶴山 浄真**
研究課題名 研究年度	ICTを活用した山口県オリジナル品種の出荷予測技術 開発 令和元年～令和3年

## 背 景

山口県オリジナル野菜であるはなっこりーは、市場等から計画出荷が求められるものの、気象条件や生育状況による出荷量の変動が大きい。需要と供給のマッチングによる戦略的な生産・販売を実現するためには、正確な出荷予測情報が求められている。

## 目 的

はなっこりーの各品種「E2（早生）」、「ME（中生）」、「L（晩生）」について生育モデルを作成し、メッシュ農業気象データシステムや画像解析技術を利用した高精度な出荷予測システムを確立する。

## 成 果

### 1 作成した生育モデル

- (1) はなっこりーは、頂花蕾摘芯を境とした2段階の生育モデルを組み合わせることで出荷予測が可能となる（図1）。
- (2) 定植日～26日後までの日平均気温と定植日～摘芯日までの有効積算気温<sup>※1</sup>に正の相関があり、頂花蕾摘芯日の予測に有効である（図2）。
- (3) 頂花蕾摘芯日を起点とした有効積算気温モデルによって、各花茎が収穫適期に到達する日を予測できる（図3）。
- (4) 有効積算気温1～18℃を有効<sup>※2</sup>とすることで、予測精度が向上する（表1、2）。

※1 得られた日平均気温について0℃以上を有効として毎日積算した。

※2 有効気温の計算方法を例示すると、下限温度～上限温度が1～18℃の場合、日平均気温(T)が1～18℃では(T-1)、18℃以上は(18-1)、1℃以下は0となる。

### 2 出荷予測システム（試作版）の機能

- (1) 出荷予測エクセルツール（図4左）に、作型毎の栽培地点（緯度・経度）、面積、品種名、定植年月日を入力し気温データ<sup>※2</sup>を取得することで、日出荷量モデル予測値が得られる。  
※2 農研機構が提供するメッシュ農業気象データシステムにより、26日後までの日平均気温予測値が取得できる（それ以降は平年値取得）。
- (2) (1)のツールで指示された撮影日に、畝の間に立って栽培ほ場画像を撮影後、植被率算出ソフト（図4右）で植被率を算出し、(1)の該当セルに入力することで、生育状況に応じた日出荷量予測値に補正される。
- (3) 複数作型（定植時期）と品種を組み合わせた予測を実施し、各作型の代表地点画像を利用することで、産地全体の出荷予測も可能。

\* 現山口農林水産事務所農業部 \*\* 現農業振興課

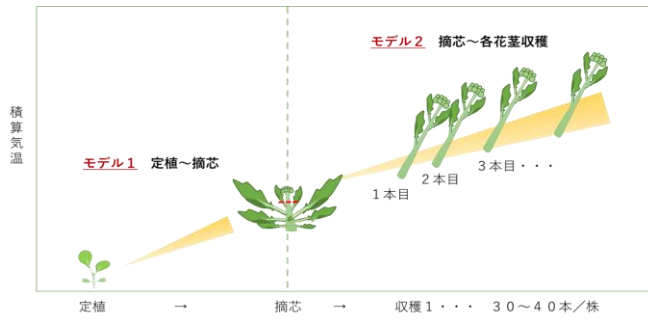
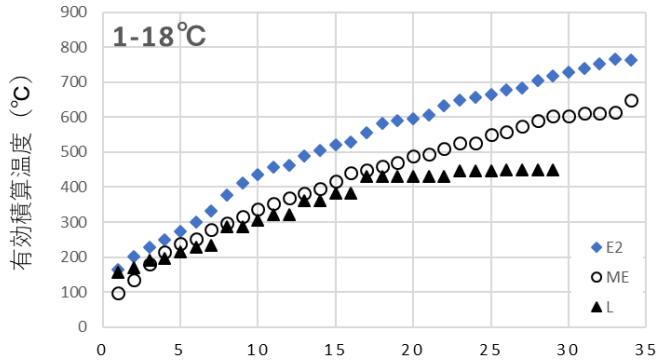


図1 予測モデルのイメージ



花茎No.  
図3 頂花蕾摘芯日を起点とした  
出荷時期予測モデル

※示したグラフは有効気温 1～18°C の場合

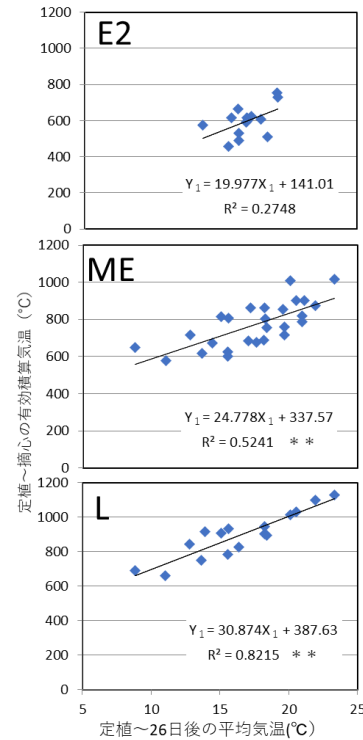


図2 定植日を起点とした  
頂花蕾摘芯日予測モデル

表1 有効気温による高温時出荷量予測精度の違い (2021年)

有効気温	RMSE <sup>2</sup>			
	Aほ場 (岩国市)	Bほ場 (山口市)	Cほ場 (長門市)	平均値
0-18°C <sup>1)</sup>	15.6	19.3	18.5	17.8
0-20°C	21.1	17.9	24.7	21.2
0-22°C	21.6	16.1	18.9	18.9
0-24°C	20.2	14.7	18.4	17.8
0-26°C	22.2	14.7	18.4	18.4
0°C以上	22.2	15.0	19.6	18.9

<sup>2)</sup>4か所の実証ほ場における、収穫開始から11月30日までの10aあたり半月別出荷量について、予測値と実績値の二乗平均平方根誤差を比較した。数値が低いほど予測精度が高いことを示す。

<sup>1)</sup>最低の有効気温を0°Cに固定し、最高の有効気温設定を18°C～上限なしの6段階に変えて比較した。

表2 有効気温による低温時出荷量予測精度の違い (2021年)

有効気温	RMSE <sup>2</sup>			
	Aほ場 (岩国市)	Bほ場 (山口市)	Cほ場 (長門市)	平均
0-18°C <sup>1)</sup>	39.0	22.2	21.8	27.7
1-18°C	38.1	23.0	18.1	26.4
2-18°C	38.1	24.1	21.8	28.0
3-18°C	44.9	29.6	30.5	35.0
4-18°C	58.7	30.4	34.1	41.1
5-18°C	67.9	32.9	36.7	45.8

<sup>2)</sup>4か所の実証ほ場における、12月1日から3月31日までの10aあたり半月別出荷量について、予測値と実績値の二乗平均平方根誤差を比較した。数値が低いほど予測精度が高いことを示す。

<sup>1)</sup>最高の有効気温を18°Cに固定し、最低の有効気温設定を0～5°Cの6段階に変えて比較した。



図4 出荷予測システム (試作版)

※左：メッシュ気象データシステムを組み込んだマイクロソフトエクセルで作成した。  
右：山口大学と開発した植被率算出ソフトと画像。算出された植被率を左図に手入力する。

ニホンナシ新品種「蒼月」の特性	
担 当	園芸作物研究室 果樹栽培グループ ○安永真・藤村澄恵・岡崎仁*・村上哲一*
研究課題名 研究年度	落葉果樹品種系統適応性試験 昭和48年～

## 背 景

本県のナシ産地では、「二十世紀」が最も多く、次いで「豊水」「幸水」「新高」などが栽培されているが、多様化する消費者の嗜好や生産者の労働力不足から、高品質な極早生品種が望まれている。

「蒼月」は国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構果樹茶業研究部門において育成され、系統適応性検定試験の結果、優良であることから、品種登録出願公表されることとなった。

## 目 的

食味等の果実品質が優れる極早生品種の本県での適応性を明らかにし、産地における新品種導入の資とする。

## 成 果

- 1 樹勢は中程度からやや強く、枝の発生密度は中程度からやや少ない、短果枝、えき花芽の着生は中程度からやや少ない（表1、表2）。
- 2 収穫は「幸水」より半月程度早く7月末から8月初旬に収穫可能となる極早生の青ナシである（表1、表2）。
- 3 極早生であるが果実重は「幸水」並みかやや大きくなり、糖度は幸水並みかやや低いが極早生の青ナシとしては高く良食味で、みつ症や芯腐れもほとんど発生しない（表3、表4）。
- 4 黒斑病に対しては抵抗性で、黒星病に対しては罹病性であり、赤ナシと同様な防除で栽培可能である（農研機構 園芸学会令和4年度春季大会要旨より）。
- 5 S遺伝子型はS<sub>1</sub>S<sub>3</sub>で「凛夏」とは交雑不和合であるが、「幸水」「豊水」等の主要品種とは交雑和合である（農研機構 園芸学会令和4年度春季大会要旨より）。
- 6 花芽の着生がやや悪いことから、まち枝の確保や夏季の枝の誘引等により花芽の確保に努める必要がある（農研機構 園芸学会令和4年度春季大会要旨より）。

\*現下関農林事務所

表1 「蒼月」の樹体特性(農研機構 果樹茶業研究部門 2018-2021年)

品種	樹勢	枝の 発生密度	短果枝の 着生	えき花芽 の着生	開花 中央日	収穫 中央日
蒼月	やや強	やや少	少	少	4月11日	7月29日
幸水	中	中	少	やや多	4月11日	8月17日

\*園芸学会令和4年度春季大会要旨より

表2 「蒼月」の樹体特性(山口県農林総合技術センター 2021-2022年)

品種	樹勢	枝の 発生密度	短果枝の 着生	えき花芽 の着生	開花期		収穫期	
					始	終	始	終
蒼月	中	中	中	中	4月1日	4月9日	7月31日	8月3日
幸水	中	中	少	中	4月2日	4月9日	8月11日	8月26日
豊水	中	中	中	多	4月1日	4月8日	8月31日	9月22日

\*「蒼月」は2016年3月植え付け

\*、「幸水」、「豊水」は2008年以前に植え付けた成木

表3 「蒼月」の果実特性(農研機構 果樹茶業研究部門 2018-2021年)

品種	果実重 (g)	果肉硬度 (lbs)	糖度 (Brix)	pH	みつ症 の発生	芯腐れ の発生
蒼月	367	4.8	12.4	5.1	無～微	無
幸水	366	5.6	12.4	5.2	無	無

\*無袋栽培

\*園芸学会令和4年度春季大会要旨より

表4 「蒼月」の果実特性(山口県農林総合技術センター 2021年)

品種	果実重 (g)	糖度 (Brix)	pH	みつ症 の発生	芯腐れ の発生
蒼月	470	12.4	5.2	無	無
幸水	321	13.0	5.1	無	無
豊水	579	13.0	4.6	無	無

\*表2と同じ樹を供試、有袋栽培

\*2020年以前のデータは農研機構に帰属しているため非公開、2022年は未調査



図1 「蒼月」の果実写真

\*農研機構提供

クリシギゾウムシの蒸熱処理による防除技術の確立	
担 当	資源循環研究室病害虫管理グループ ○岩本哲弥・溝部信二・本田善之
研究課題名 研究年度	クリシギゾウムシの蒸熱処理による防除技術の確立 令和2年～4年

## 背 景

クリの主要害虫であるクリシギゾウムシ等の防除技術として、これまでヨウ化メチル剤によるくん蒸処理が行われてきた。ところが、平成30年を最後にヨウ化メチル剤は生産中止となり、その代替技術が求められている。そこで、イチゴ苗のハダニ防除用に開発された簡易型蒸熱処理機(図1)を活用した防除技術の開発に取り組むことになった。

## 目 的

クリシギゾウムシやクリミガに対して高い防除効果が得られる蒸熱処理の処理条件(処理温度及び処理時間)及びクリ果実の品質に対する蒸熱処理の影響を明らかにすると共に、現場での運用における問題点や課題も明らかにする。

## 成 果

### 1 クリにおける蒸熱処理技術の確立

- (1) クリ果実表面を47℃で40分間または48℃で30分間蒸熱処理すると高い防除効果が得られる(図2)。
- (2) 蒸熱処理に必要な時間は果実量480kgの場合、202分間(47℃・40分処理)～222分間(48℃・30分処理)で、前者の方がやや短い。処理果実量を増やすと処理時間が長くなるため、ヒーターとファンを増設した改良型蒸熱処理機を開発中。
- (3) 蒸熱処理したクリ果実の外観品質に大きな変化はなく(図4)、7日程度冷蔵庫で保管してもカビ等は発生しない。

### 2 効果的かつ効率的な蒸熱処理手順の確立

- (1) 蒸熱処理機の吸気口と同じ幅を開けてパレットに並べたコンテナの間にスペーサーを入れ、上部をゴムバンドで固定すると、コンテナをフォークリフトで安定して運搬できる(図5)。
- (2) 果実表面温度測定用センサーは、大型洗濯ばさみを用いる事で果実への固定が容易になる(図6)。
- (3) 蒸熱処理を効率的に行うには、その他に処理機関連では噴霧用水タンクの改良、噴霧ノズルの位置変更、制御盤の集中化、処

理開始・完了ブザーの追加、制御プログラムの改善、くん蒸庫関連ではローラーとストッパーの位置変更、内部の排水及び防錆対策、専用パレットの製作等が必要になる。

図表、グラフ等



図 1 簡易型蒸熱処理機

(左:本体前面、中上:本体裏面、中下:制御盤、  
右:処理機の前にコンテナを並べたところ)

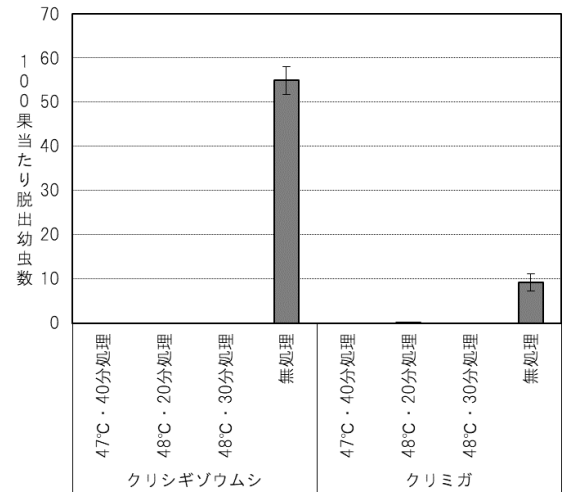


図 2 蒸熱処理のクリ果実害虫  
に対する防除効果

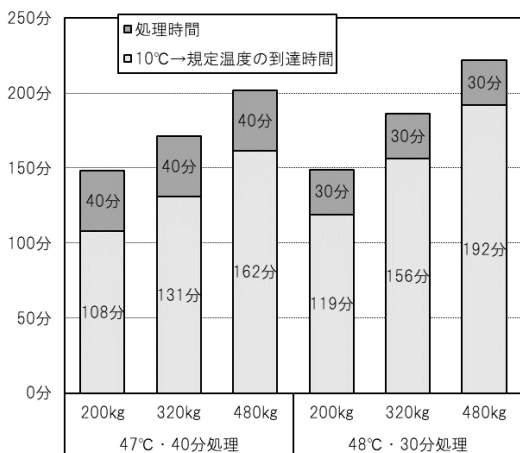


図 3 処理果実量別の蒸熱処理に  
必要な時間

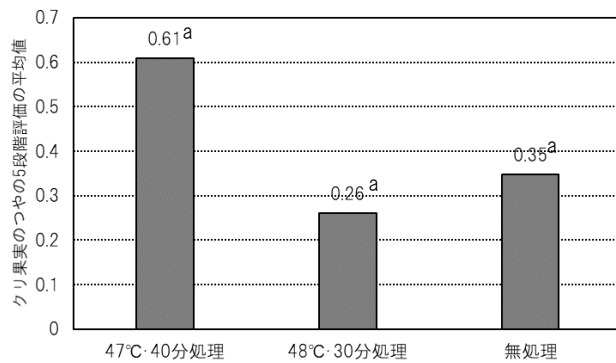


図 4 蒸熱処理による果実のつやの差

(n=23。中央値を0とした-2~2の5段階で評価。  
同一英文字間には、Tukey検定により有意差なし)



図 5 コンテナのパレット輸送試験の様子

(左:コンテナ間にスペーサーを挿入、右:フォークリフトで輸送)



図 6 洗濯ばさみに固定  
した温度センサー

トマト葉かび病菌、すすかび病菌のSDHI剤に対する感受性	
担 当	資源循環研究室 発生予察グループ 吉原 茂昭
研究課題名 研究年度	耐性菌検定事業 昭和54年～

## 背 景

発生予察グループ（病害虫防除所）では、昭和54年から耐性菌検定事業の計画的な継続実施により、県内の薬剤耐性菌（以下、耐性菌）の発生動向を把握し、農業関係者へ情報提供を行っている。近年、県内の夏秋トマト産地で、葉かび病やすすかび病の防除効果の低下が問題となっているが、主要農薬の一つであるSDHI剤の耐性菌の発生動向が把握できていない。

## 目 的

今後、薬剤による防除効果を維持し、効果的な防除を継続して実施するため、夏秋トマト産地におけるこれら病害の発生状況を把握するとともに、耐性菌の発生動向を把握する。

## 成 果

- 1 山口県内の夏秋トマト産地18ほ場を調査した結果、葉かび病、すすかび病の発生ほ場は、葉かび病が主体で発生しているほ場が6ほ場（33.3%）、すすかび病が主体で発生しているほ場が5ほ場（27.8%）、葉かび病、すすかび病が同時に発生しているほ場が7ほ場（38.9%）である（表1）。
- 2 トマト葉かび病菌の感受性検定では、ペンチオピラド水和剤、ボスカリド水和剤、ピラジフルミド水和剤、イソピラザム水和剤の4剤に対し、多くの供試菌株において100mg/L（実用濃度程度）で生育が認められ、感受性が低下している。しかし、イソフェタミド水和剤に対しては、10mg/Lで15.0%の耐性菌株が認められるものの、100mg/L（実用濃度程度）では、全ての供試菌株が感受性である（表2）。
- 3 トマトすすかび病菌の感受性検定では、SDHI5剤に対し全供試菌株において100mg/L（実用濃度程度）で生育が認められ、感受性の低下が顕著である（表3）。
- 4 葉かび病菌、すすかび病菌に対するSDHI剤の感受性低下が顕著となっていることが判明した。予防剤を主体とし、他系統の薬剤を組み合わせた防除体系を実践することが必要である。

表1 夏秋トマト産地における葉かび病、すすかび病の発生割合

葉かび病主体	すすかび病主体	同時発生	ほ場数 n
33.3 (6)	27.8 (5)	38.9 (7)	18

数値は割合(%)、括弧内の数値はほ場数  
麗夏栽培17ほ場、桃太郎栽培1ほ場

表2 SDHI剤のトマト葉かび病菌に対する最小生育阻止濃度(MIC)値分布

薬剤名	MIC (mg/L)						菌株数 n
	≤0.1	0.5	1	10	100	100<	
ペンチオピラド水和剤	15 (5)	3 (1)	9 (3)	0 (0)	0 (0)	73 (24)	33
ボスカリド水和剤	9 (3)	6 (2)	0 (0)	0 (0)	12 (4)	73 (24)	33
ピラジフルミド水和剤	15 (5)	0 (0)	12 (4)	15 (5)	0 (0)	58 (19)	33
イソピラザム水和剤	15 (5)	12 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	73 (24)	33
イソフェタミド水和剤	0 (0)	15 (5)	0 (0)	85 (28)	0 (0)	0 (0)	33

数値は割合(%)、括弧内の数値は菌株数、100<はMICが100mg/Lよりも高い菌株数とその割合  
YB培地に所定濃度の薬剤を添加し、25℃、暗黒下で10日間培養後判定  
PDA培地で25℃、33日間培養後に調整した孢子懸濁液を10μl滴下

表3 SDHI剤のトマトすすかび病菌に対する最小生育阻止濃度(MIC)値分布

薬剤名	MIC値 (mg/L)						菌株数 n
	≤0.1	0.5	1	10	100	100<	
ペンチオピラド水和剤	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	100 (24)	24
ボスカリド水和剤	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	100 (24)	24
ピラジフルミド水和剤	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	100 (24)	24
イソピラザム水和剤	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	100 (24)	24
イソフェタミド水和剤	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	100 (24)	24

数値は割合(%)、括弧内の数値は菌株数、100<はMICが100mg/Lよりも高い菌株数とその割合  
YB培地に所定濃度の薬剤を添加し、25℃、暗黒下で10日間培養後判定  
PDA培地で25℃、33日間培養後に調整した孢子懸濁液を10μl滴下

【参考】

薬剤名	商品名	農薬登録※	
		葉かび病	すすかび病
ペンチオピラド水和剤	アフェットフロアブル	○	○
ボスカリド水和剤	カンタスドライフロアブル	○	—
ピラジフルミド水和剤	パレード20フロアブル	○	○
イソピラザム水和剤	ネクスターフロアブル	○	○
イソフェタミド水和剤	ケンジャフロアブル	○	—

※ ○：登録あり



イチゴのアザミウマ類の薬剤感受性検定	
担 当	資源循環研究室 発生予察グループ ○杉田麻衣子 ・溝部 信二
研究課題名 研究年度	農薬耐性菌・抵抗性害虫の診断技術の確立 令和4年

## 背 景

発生予察グループ（病虫害防除所）では、昭和54年から抵抗性害虫検定事業を計画的に継続実施しており、県内の抵抗性害虫の発生動向を把握し、農業関係者へ情報提供を行っている。近年、県内の一部地域ではイチゴにおけるアザミウマ類の発生が多い状況が続いており、営農を行う上での問題となっている。

## 目 的

山口県内のイチゴハウスで採集したイチゴの花とヒラズハナアザミウマをビニールパウチに封入して行う簡易検定方法で、各種登録薬剤に対する感受性の低下程度を把握し、防除指導対策に活用する。

## 成 果

- 1 試験を行った6種類の薬剤の中で、スピノエース顆粒水和剤、グレーシア乳剤に対する死虫率は高く、高い感受性が認められるが、モスピラン顆粒水溶剤の48時間後の死虫率は低く、感受性の低下が懸念される(図1、2)。
- 2 ヨーバルフロアブル、モベントフロアブルはいずれも遅効性の殺虫剤であることから、本検定方法では48時間以後の評価は判然としない(図1、2)。
- 3 ファインセーブフロアブルは、ヒラズハナアザミウマに対しての効果は低い傾向にある(図1、2)。

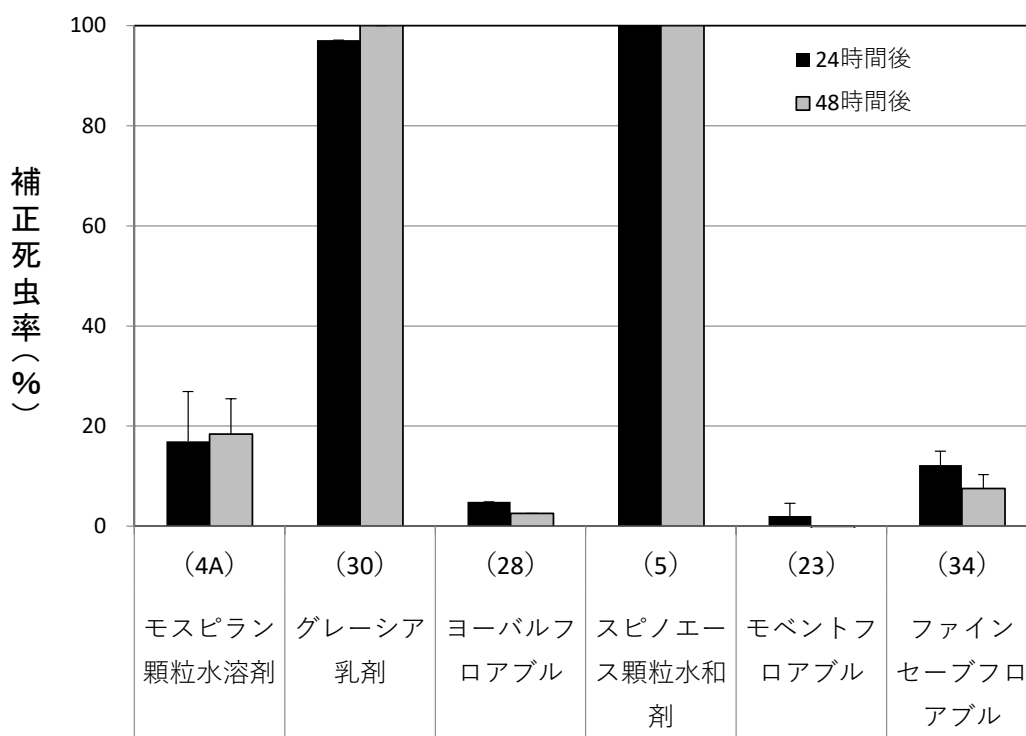


図 1 イチゴのヒラズハナアザミウマの薬剤感受性検定結果（H町）  
 注）括弧の中は IRAC コードを記載。IRAC コードとは殺虫剤を効き方ごとに分けた記号であり国際基準。以下同様。

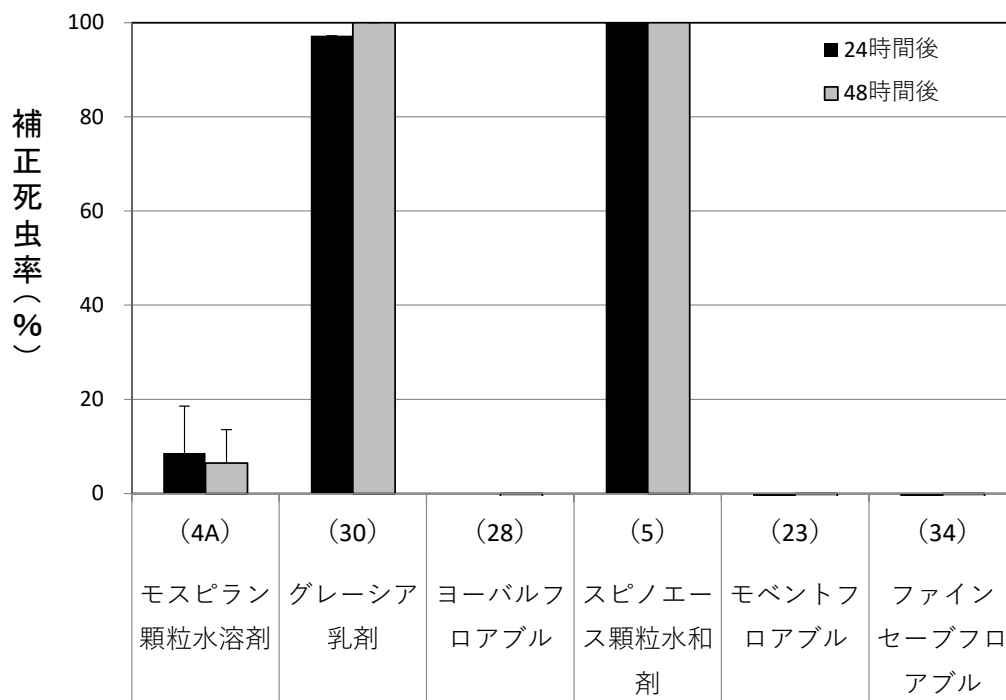


図 2 イチゴのヒラズハナアザミウマの薬剤感受性検定結果（Y市）

<b>農薬散布用ドローンを活用したカンキツの 効率・省力的防除技術体系の確立</b>	
担 当	柑きつ振興センター 岡崎芳夫・明田郁夫・中島勘太*・世良友香**
研究課題名 研究年度	農薬散布用ドローンを活用したカンキツの効率・省 力的防除技術体系の確立 令和元年～3年

## 背 景

本県かんきつ園地の多くは、棚田からの転換園であり、農道や園内作業道が未整備の園地も多い。産地維持のため、担い手に園地を集積しているが、棚田の転換園は防除の負担が大きく、規模拡大を妨げている。

## 目 的

農薬散布用ドローンを用いた効果的な散布方法、散布ノズルや薬剤の選定、ドローン散布に適した樹形を開発し、かんきつの省力防除技術体系を確立する

## 成 果

### 1 ドローンの防除特性の把握（AGRAS MG-1）

(1) 農薬散布用ドローンでの黒点病の防除は、手散布とほぼ同等の防除効果がある（図1）。同じ薬剤投下量では、片道散布（樹上1回散布）と往復散布（樹上2回散布）は、黒点病の発病果率に差はない。飛行速度2 m/秒（ノズル4本）区は、1 m/秒（ノズル2本）区と比較して発病果率が低い。このことから、より短時間で散布できる片道散布で、飛行速度は2 m/秒（ノズル4本）とすることが有効である（データ省略）。

(2) 樹冠全体の付着状況については、円環形ノズルは薬液の付着量は多いがばらつきが大きく、扇形ノズルでは薬液の付着は少ないが均一となり、ドローンによる黒点病防除は扇形ノズルで防除効果が高い（データ省略）。

(3) ドローン散布と動力噴霧機を使用した手散布との防除時間の比較では、ドローンは手散布の78%減となり、省力化に有効である。一方、スピードスプレー散布との比較でも42%減に短縮できる（図2）。

### 2 ドローンの防除に適した樹形や園地条件の検討と薬剤の選抜

(1) 密植状態に比べて、間伐や縮抜で樹間を広くすると防除効果は向上する（データ省略）。樹冠下部や内部で薬液の付着が少ないため、スプリンクラー防除用に開発した、縦開窓樹形とすることで、薬液が内部や下部まで付着しやすくなり、防除効果が向上する（図3）。

(2) 黒点病、かいよう病、灰色かび病、貯蔵病害において、ドローン防除の実用性が認められる。また、チャノキイロアザミウマもドローン防除は可能である（データ省略）。黒点病ではパラフィン系展着剤（商品名：アピオンE）500倍を加用することで、防除効果が向上する（データ省略）。

\*現柳井農林水産事務所農業部、\*\*退職

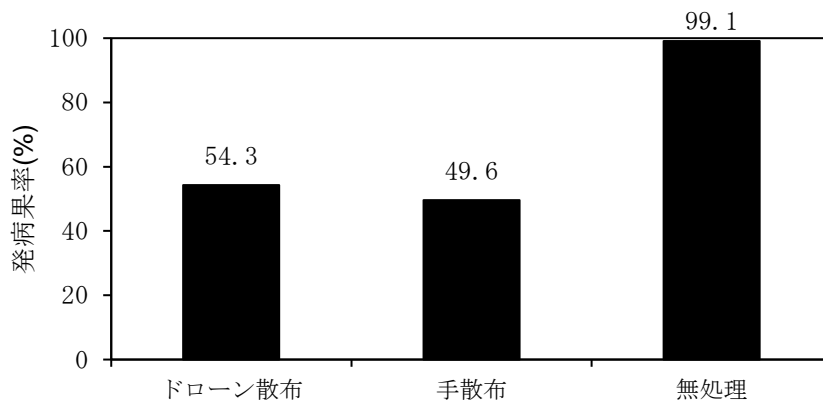


図1 ジマンダイセン水和剤のドローン防除と手散布における黒点病発病果率

供試品種：「興津早生」29年生（平均樹冠容積 10.6 m<sup>3</sup>）  
 散布日：令和元年6月5日、7月2日、7月24日、9月3日 調査日：11月7、8日  
 「AGRAS MG-1」を使用し、ジマンダイセン水和剤5倍液を樹上1m、速度2m/秒、  
 吐出量1000m<sup>3</sup>で往復散布、手散布はジマンダイセン水和剤600倍を散布

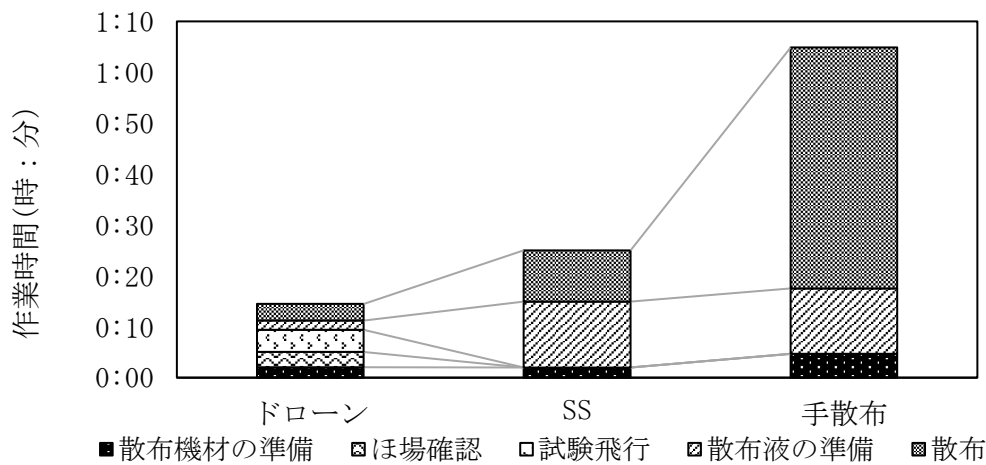
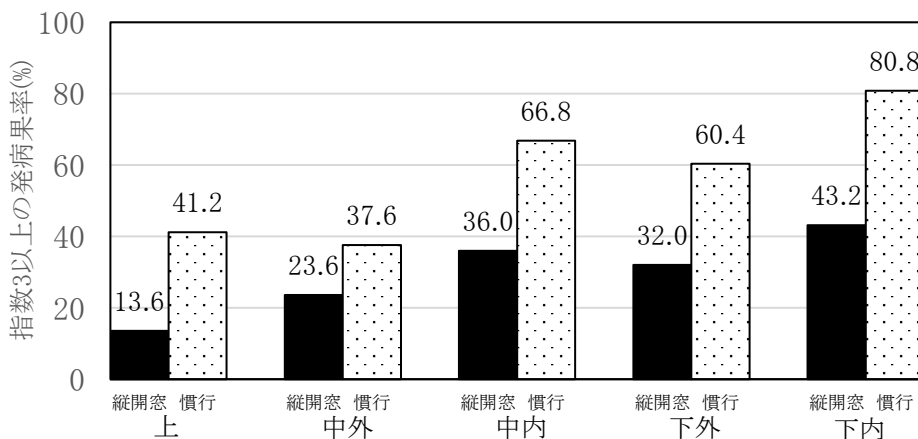


図2 ドローン防除と各散布方法の10a当たり散布時間

調査日：令和3年3月3日 供試品種：「せとみ」植栽間隔5×6m 33本/10a  
 ドローン散布は3名で対応、SS（スピードスプレーヤー）と手散布は1名で散布  
 ドローン散布：速度1.5m/秒、片道散布、手散布は動力噴霧機による散布



縦開窓樹形

主幹に向かい枝をせん定して、くさび形の空間を3か所確保する

図3 ドローン防除における縦開窓樹形と慣行樹形の部位別黒点病発病果率

品種：「興津早生」31年生  
 処理：令和3年5月28日、6月24日、7月20日、8月25日  
 AGRAS T20の自動航行でジマンダイセン水和剤（5倍・4L/10a）を散布  
 11月18日に1樹当たり樹冠上部、中部の内成と外成、下部の内成と外成50果を調査  
 発病指数3以上の果実は外観品質が劣り、生果率が低くなる

<b>「南津海シードレス」の収穫前に使用できる 汚れの少ないかいよう病防除剤の選抜</b>	
<b>担 当</b>	柑きつ振興センター 世良友香*・西岡真理・岡崎芳夫
<b>研究課題名 研究年度</b>	「南津海シードレス」の施設拡大に向けた栽培技術 の確立 平成29年～令和元年

## 背 景

カンキツかいよう病は発芽前～開花前の防除が重要であるが、4月以降に収穫する「南津海シードレス」では、この時期には白い汚れが目立つボルドー液や炭酸カルシウムを加用した銅水和剤の散布ができない。そのため、防除は収穫後に行われ、適期防除となっていない。

## 目 的

収穫前のカンキツに使用できる果実の汚れが目立たない薬剤を選抜するとともに、かいよう病に対する防除効果を検証する。

## 成 果

- 1 クプロシールド単用は他の銅水和剤に比べて果実の汚れが少ない。また、高い濡れ広がり性能を有する展着剤（商品名：ブレイクスルー、ミックスパワー）をコサイド3000+炭酸カルシウム剤に加用すると果実の汚れが軽減する（図1）。
- 2 クプロシールドを用いた防除体系（表1）は、3月～4月にICボルドー66D等を散布するイヨカンやアマナツなどの慣行防除体系と比べて防除効果に差はない（図2）。また、銅の薬害も問題とならない（データ省略）。
- 3 3月～4月にクプロシールドを単用で散布した果実は、選果場での洗浄処理により汚れがなくなる（図3）。
- 4 クプロシールドを除く多くの銅水和剤は、農薬登録上、果実の着生時期には炭酸カルシウム剤を加用せずに使用することはできない（令和5年1月現在）。また、本試験ではクプロシールドの単用散布を夏季に実施しても薬害は認められなかったが、樹勢や気象条件などにより発生する可能性があるため、夏季に使用する場合は炭酸カルシウム剤を加用することが望ましい。

\* 退職

図表、グラフ等

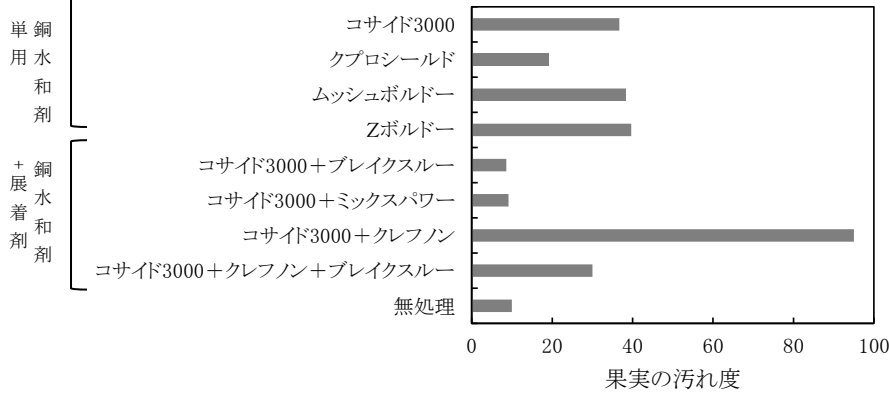


図 1 収獲直前のかいよう病薬剤散布が「南津海シードレス」果実の汚れに及ぼす影響

薬剤散布：平成 29 年 4 月 13 日、調査：4 月 25 日  
 汚れ度 = { Σ (指数 × 汚れ程度別果数) × 100 } / (4 × 調査果数)  
 コサイド 3000：3,000 倍、クプロシールド：2,000 倍、ムッシュボルドー：1,000 倍、Z ボルドー：1,000 倍、ブレイクスルー：10,000 倍、ミックスパワー：3,000 倍、クレフノン：200 倍

表 1 かいよう病防除体系試験の試験区概要（2019）

試験区	果実収穫前		収穫後（生育期）		
	3/25	4/18	5/29	6/25	7/26
クプロシールド区	クプロ		IC×80 (アピオン加用)	IC×80 (アピオン加用)	クプロ
コサイド3000（クレフノン+ブレイクスルー加用）区	コサイド×1,000 (クレフ+ブレイク加用)	コサイド×2,000 (クレフ+ブレイク加用)			
ICボルドー66D区 (慣行防除体系)	IC×40	IC×80 (アピオン加用)			
無処理区	—	—	—	—	—

クプロ：クプロシールド 2,000倍、コサイド×2,000：コサイド3000 2,000倍、コサイド×1000：コサイド3000 1,000倍、IC40：ICボルドー66D 40倍、IC80：ICボルドー66D 80倍、クプロ：クレフノン 200倍、アピオンE 1,000倍、ブレイク：ブレイクスルー10,000倍

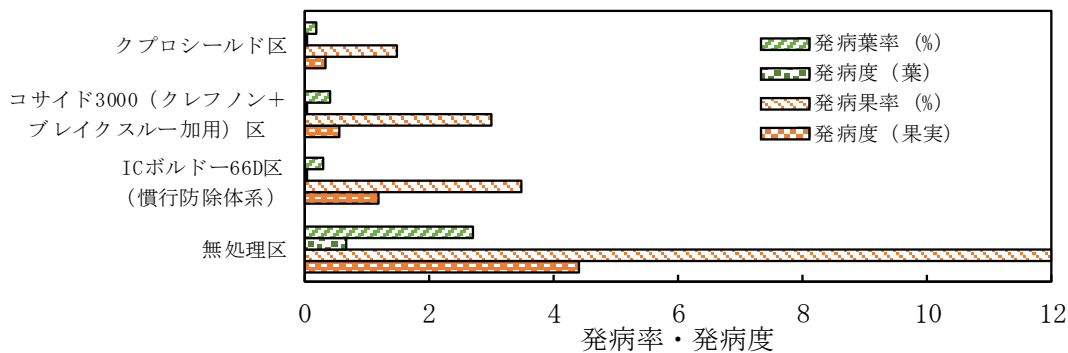


図 2 かいよう病防除体系における防除効果

春葉調査：令和元年 7 月 11 日、果実調査：令和元年 10 月 23 日

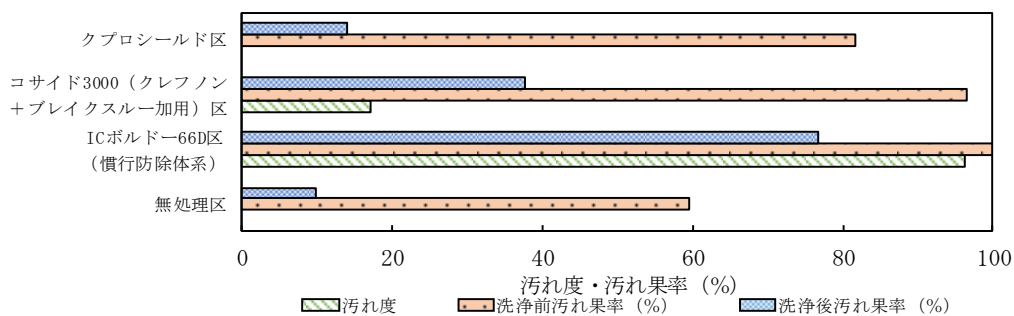


図 3 「南津海シードレス」の果実収穫前防除が果実の汚れに及ぼす影響

洗浄前調査：令和元年 4 月 24 日、洗浄後調査：4 月 25 日、久賀選果場

## オリジナルリンドウ出荷予測技術の開発

担 当	花き振興センター ○藤田 淳史・野村 和輝・川野 祐輔*・岡田 知子**
研究課題名 研究年度	ICTを活用した山口県オリジナル品種の出荷予測 技術の開発 令和元年～3年

### 背 景

育成したオリジナルリンドウの品種は県内生産に限られ、市場への安定的な計画出荷とともに、需要と供給のマッチングによる戦略的な生産・販売の実現を求められている。

### 目 的

県内産地全体の出荷時期や出荷量予測が可能な「メッシュ農業気象データシステム」<sup>1)</sup>と連動した高精度な出荷予測システムを確立する。

### 成 果

- 1 山口県オリジナルリンドウ4品種について、栽培ほ場における日平均気温有効積算値をベースとした生育予測モデルを作成した。その生育予測モデル式を活用し、メッシュ農業気象データシステムとの連動により各品種の出荷時期を継続的に予測する「出荷予測システム」を開発した。
- 2 生育予測モデルの作成
  - (1) 山口県内においてオリジナルリンドウ4品種は、萌芽後の4月1日もしくは側芽抽出日を起点に、有効積算気温をベースとした生育予測モデルにより到花日数を予測できる(図1、2、表1、2)。
  - (2) 各品種に応じて、15℃から22℃の範囲で上限値を設定することにより、生育ステージ毎の到達日数を予測する生育予測モデルを作成した(表1、2)。
- 3 出荷予測システムの機能
  - (1) 出荷予測システムに、栽培地点(緯度・経度)、品種名を入力し、農研機構が提供するメッシュ農業気象データシステムから予測対象地点の日平均気温データを取得することで出荷予測日が得られる。
  - (2) 出荷予測システムによる予測値を県内産地の栽培実績と比較した結果、誤差は最大で萌芽後を起点にした場合は14日、側芽抽出日を起点にした場合は8日となる(表3)。

脚注 <sup>1)</sup> 出荷予測システムの開発には「農研機構メッシュ農業気象データ(The Agro-Meteorological Grid Square Data, NARO)」を使用

\*現山口農林水産事務所農業部 \*\*現長門農林水産事務所農業部

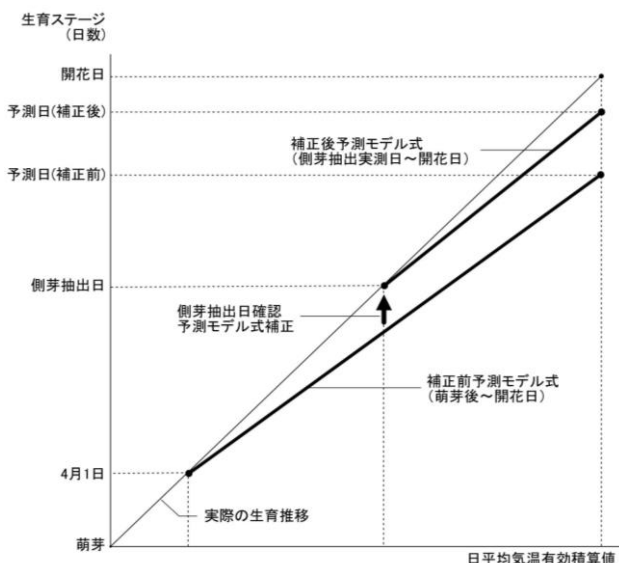


図1 出荷予測システムにおける有効積算気温と経過日数



図2 側芽抽出期

表1 側芽抽出期および開花期までの予測モデル式

生育ステージ	品種	モデル式	日平均気温 上限値
萌芽後～側芽抽出期	西京の初夏	$y=0.08937x-1.13$	15
	西京の涼風	$y=0.10441x-9.66$	15
	西京の夏空	$y=0.0869x-8.44$	17
	西京の白露	$y=0.12822x-46.17$	16
萌芽後～開花期	西京の初夏	$y=0.08488x-17.04$	18
	西京の涼風	$y=0.09211x-33.45$	19
	西京の夏空	$y=0.07953x-22.45$	19
	西京の白露	$y=0.06059x-1.6$	21
側芽抽出実測日～開花期	西京の初夏	$y=0.06356x-2.91$	19
	西京の涼風	$y=0.05271x+1.97$	20
	西京の夏空	$y=0.05897x-7.2$	21
	西京の白露	$y=0.04405x+12.89$	22

注1) 萌芽後からの日平均気温の積算は各年次とも4月1日より開始  
 注2) モデル式  $y$  : 到達日数、 $x$  : 有効積算気温  
 注3) 各生育ステージの有効積算気温はメッシュ農業気象データにより入手した元データから、設定した上限値以上を抑制値として差し引いて計算  
 (有効積算気温計算値)=(上限値)-(元データ)-(上限値)

表2 各生育ステージにおける有効積算気温

生育ステージ	品種	有効積算気温	日平均気温 上限値
萌芽後～側芽抽出期	西京の初夏	270	15
	西京の涼風	487	15
	西京の夏空	715	17
	西京の白露	989	16
萌芽後～開花期	西京の初夏	1023	18
	西京の涼風	1275	19
	西京の夏空	1660	19
	西京の白露	2849	21
側芽抽出実測日～開花期	西京の初夏	782	19
	西京の涼風	776	20
	西京の夏空	1069	21
	西京の白露	1760	22

注1) 萌芽後からの日平均気温の積算は各年次とも4月1日より開始  
 注2) 各生育ステージの有効積算気温はメッシュ農業気象データにより入手した元データから、設定した上限値以上を抑制値として差し引いて計算  
 (有効積算気温計算値)=(上限値)-(元データ)-(上限値)

表3 産地における出荷予測システムの予測値と実測値との比較

栽培地	標高 (m)	品種	側芽抽出日 実測値	平均開花日 実測値	萌芽後～側芽抽出日		萌芽後～開花期		側芽抽出実測日～ 開花期		側芽抽出実測日～ 開花期	
					予測日	誤差(日)	予測日	誤差(日)	予測日	誤差(日)	予測日	誤差(日)
柳井市新庄	18	西京の初夏	2019/4/16	2019/6/1	2019/4/24	8	2019/6/9	8	2019/6/11	10	2019/6/3	2
		西京の初夏	2020/4/22	2020/6/12	2020/4/25	3	2020/6/11	-1	2020/6/11	-1	2020/6/9	-3
		西京の初夏	2021/4/19	2021/5/29	2021/4/23	4	2021/6/7	9	2021/6/9	11	2021/6/6	8
		西京の涼風	2019/5/6	2019/6/14	2019/5/11	5	2019/6/21	7	2019/6/23	9	2019/6/18	4
		西京の涼風	2020/5/8	2020/6/20	2020/5/12	4	2020/6/24	4	2020/6/25	5	2020/6/21	1
		西京の涼風	2021/4/27	2021/6/9	2021/5/9	12	2021/6/21	12	2021/6/21	12	2021/6/11	2
		西京の夏空	2019/5/19	2019/7/12	2019/5/23	4	2019/7/16	4	2019/7/18	6	2019/7/15	3
		西京の夏空	2020/5/19	2020/7/12	2020/5/24	5	2020/7/19	7	2020/7/19	7	2020/7/15	3
美祿市秋芳町岩永本郷	76	西京の夏空	2021/5/12	2021/7/4	2021/5/21	9	2021/7/18	14	2021/7/19	15	2021/7/9	5
		西京の白露	2020/6/13	2020/9/15	2020/6/22	9	2020/9/20	5	2020/9/25	10	2020/9/16	1
		西京の白露	2021/6/12	2021/9/15	2021/6/16	4	2021/9/17	2	2021/9/18	3	2021/9/14	-1
		西京の夏空	2019/5/21	2019/7/23	2019/5/23	2	2019/7/16	-7	2019/7/19	-4	2019/7/17	-6
		西京の夏空	2020/5/12	2020/7/13	2020/5/26	14	2020/7/21	8	2020/7/22	9	2020/7/9	-4
		西京の初夏	2021/4/16	2021/6/9	2021/4/23	7	2021/6/8	-1	2021/6/10	1	2021/6/4	-5
		西京の涼風	2020/5/15	2020/6/25	2020/5/14	-1	2020/6/26	1	2020/6/28	3	2020/6/29	4
		西京の涼風	2021/5/10	2021/6/21	2021/5/9	-1	2021/6/22	1	2021/6/22	1	2021/6/23	2
周南市大潮	437	西京の夏空	2020/5/22	2020/7/11	2020/5/19	-3	2020/7/2	-9	2020/7/3	-8	2020/7/5	-6
		西京の夏空	2020/6/11	2020/8/1	2020/5/31	-11	2020/7/25	-7	2020/7/26	-6	2020/8/7	6
		西京の夏空	2021/6/5	2021/7/26	2021/5/28	-8	2021/7/23	-3	2021/7/24	-2	2021/8/1	6
		西京の白露	2020/6/27	2020/9/20	2020/6/25	-2	2020/9/22	2	2020/9/24	4	2020/9/27	7
		西京の夏空	2021/5/29	2021/7/20	2021/5/28	-1	2021/7/23	3	2021/7/25	5	2021/7/26	6
		西京の白露	2020/7/1	2020/9/24	2020/6/24	-7	2020/9/21	-3	2020/9/23	-1	2020/10/1	7
		西京の白露	2021/6/15	2021/9/16	2021/6/19	4	2021/9/17	1	2021/9/15	-1	2021/9/11	-5
		岩国市錦町宇佐	478	西京の夏空	2021/5/29	2021/7/20	2021/5/28	-1	2021/7/23	3	2021/7/25	5

注1) 萌芽後からの日平均気温の積算は各年次とも4月1日より開始  
 注2) 萌芽後～側芽抽出予測日～開花期の予測日は各時期の予測モデル式を併用して計算



<b>飼料作物等高能力新品種選定調査</b>	
担 当	放牧環境研究室 飼料作物グループ ○島村真吾
研究課題名 研究年度	飼料作物等高能力新品種選定調査 令和4年度

## 背 景

自給飼料生産を拡大するためには、その要ともいえる高能力新品種の普及を図る必要がある。

## 目 的

本県及び隣県等の奨励品種等選定に活用するため、イタリアンライグラス及びソルガムの品種を供試して品種比較試験を実施する。

## 成 果

### 1 イタリアンライグラス収穫調査

極早生品種では供試した2品種（「さちあおば（県奨励品種）」、「Kyushu 1」）について、生草収量、乾物率および乾物収量は品種間で有意差はない。

晩生品種では供試した2品種（「ヒタチヒカリ（県奨励品種）」、「アキアオバ3」）について、2番草の乾物率が「アキアオバ3」に比べ「ヒタチヒカリ」で有意に高く、乾物収量が「アキアオバ3」に比べ「ヒタチヒカリ」で有意に高い（ $P < 0.05$ ）。

### 2 ソルガム類収穫調査

スーダン型では供試した2品種（「スダックス」（県奨励品種）、「ナツサカエ」）について、1番草では茎数および生総重が「ナツサカエ」に比べ「スダックス」で有意（ $P < 0.05$ ）に多い。2番草では稈径が「ナツサカエ」に比べ「スダックス」で有意（ $P < 0.05$ ）に大きく、茎数および乾物総重が「スダックス」に比べ「ナツサカエ」で有意（ $P < 0.05$ ）に多い。3番草では稈径が「ナツサカエ」に比べ「スダックス」で有意（ $P < 0.05$ ）に大きく、茎数が「スダックス」に比べ「ナツサカエ」で有意（ $P < 0.05$ ）に多い。

ソルゴー型では供試した2品種（「シュガーグレイズ」（県奨励品種）、「グランデソルゴー」）について、草丈が「シュガーグレイズ」に比べ「グランデソルゴー」で有意（ $P < 0.05$ ）に高く、乾物総重が「グランデソルゴー」に比べ「シュガーグレイズ」で有意（ $P < 0.05$ ）に多い。

表 1 イタリアンライグラス収穫調査

系統・品種	生草収量			乾物率			乾物収量			
	1 番草	2 番草	合計	1 番草	2 番草	平均	1 番草	2 番草	合計	
	kg/a			%			kg/a			
極早生	標 さちあおば	404.3	197.3	601.5	16.9	13.0	15.0	68.5	25.7	94.2
	Kyushu 1	492.5	223.0	715.5	16.6	13.9	15.2	81.1	30.8	111.9
	CV (%)	17.6	17.7	14.9	5.8	9.9	4.8	15.7	21.1	14.9
晩 生	標 ヒタチヒカリ	587.8	367.0	954.8	15.5	8.4 <sup>a</sup>	12.0	90.9	31.0 <sup>a</sup>	122.0
	アキアオバ3	541.8	334.0	875.8	16.0	5.8 <sup>b</sup>	10.9	86.8	19.4 <sup>b</sup>	106.2
	CV (%)	11.3	7.6	13.6	8.0	26.9	8.3	13.7	33.6	13.6

<sup>A-B</sup> p<0.01, <sup>a-b</sup> p<0.05

表 2 ソルガム類収穫調査

タイプ	品 種 名	草丈	稈長	穂長	稈径	莖数	生莖葉重	生穂重	生総重	乾物莖葉重	乾物穂重	乾物総重	乾物穂重割合
		(簡便法)				(簡便法)							
		cm	cm	cm	mm	本/m <sup>2</sup>	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	%
1 番草	標 スダックス	273.3	—	—	12.8	32.7 <sup>a</sup>	427.6 <sup>a</sup>	—	427.6 <sup>a</sup>	90.4	—	90.4	—
	ナツサカエ	269.4	—	—	12.3	24.7 <sup>b</sup>	292.9 <sup>b</sup>	—	292.9 <sup>b</sup>	70.9	—	70.9	—
	CV (%)	3.5	—	—	5.9	16.7	22.4	—	22.4	17.3	—	17.3	—
スーダン型 2 番草	標 スダックス	205.6	—	—	11.0 <sup>a</sup>	47.6 <sup>b</sup>	347.1	—	347.1	38.5 <sup>b</sup>	—	38.5 <sup>b</sup>	—
	ナツサカエ	192.7	—	—	9.4 <sup>b</sup>	66.4 <sup>a</sup>	350.2	—	350.2	50.2 <sup>a</sup>	—	50.2 <sup>a</sup>	—
	CV (%)	4.2	—	—	9.5	18.1	7.7	—	7.7	15.5	—	15.5	—
3 番草	標 スダックス	203.3	—	—	11.1 <sup>A</sup>	40.9 <sup>b</sup>	345.8	—	345.8	51.6	—	51.6	—
	ナツサカエ	185.1	—	—	8.5 <sup>B</sup>	63.3 <sup>a</sup>	303.8	—	303.8	49.7	—	49.7	—
	CV (%)	7.0	—	—	13.7	24.3	17.8	—	17.8	15.5	—	15.5	—
ソルゴー型 1 番草	標 シュガーグレイズ	292.5 <sup>b</sup>	252.5	30.0	16.7	26.3	1,054.4	32.9	1,087.3	312.9	15.1	328.0 <sup>a</sup>	4.7
	グランデソルゴー	349.0 <sup>a</sup>	—	—	17.6	20.7	1,062.0	—	1,062.0	231.9	—	231.9 <sup>b</sup>	—
	CV (%)	11.0	—	—	7.0	17.1	12.8	—	12.5	22.2	—	23.5	—

<sup>A-B</sup> p<0.01, <sup>a-b</sup> p<0.05

<b>大豆とウニ殻を配合した「長州黒かしわ」専用飼料給与の影響</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 ○田邊 真之・伊藤 直弥・村田 翔平
研究課題名 研究年度	「長州黒かしわ」種鶏の安定生産に係る研究 令和3年～7年

## 背 景

「長州黒かしわ」専用飼料は、飼料価格を抑えるため、県内で入手可能なはだか麦、粳米、大豆及び米ぬか等の自給飼料を配合している。このため、「長州黒かしわ」専用飼料の大豆配合率を上昇させた場合の生産性等を検証する必要がある。しかし、生大豆は蛋白質の分解を抑制するトリプシンインヒビター（TI）を含み、失活には熱処理が必要である。飼料中の TI 活性が「長州黒かしわ」の生産性に与える影響は明らかになっておらず、熱処理の必要性は不明である。

また、飼料高騰対策として、現在飼料として利用されていない大豆の茎莢や磯焼け防止のために駆除されるウニ等の未利用資源の有効活用が求められている。

## 目 的

- ・大豆子実多給が「長州黒かしわ」の生産性に与える影響の検証
- ・大豆茎莢、ウニ殻の配合が「長州黒かしわ」の生産性に与える影響の検証
- ・大豆の TI 活性の違いが「長州黒かしわ」の生産性に与える影響の検証

## 成 果

- 1 大豆子実多給及びウニ殻配合飼料の「長州黒かしわ」増体成績への影響  
大豆子実の配合割合を高め、大豆茎莢やウニ殻を配合した飼料は、現行の「長州黒かしわ」専用飼料と同等の増体成績を示す（表1）。
- 2 大豆多給による「長州黒かしわ」歩留まり及び肉質成績への影響の検証  
「長州黒かしわ」において、大豆多給飼料は、現行の「長州黒かしわ」専用飼料と同等の歩留まり成績を示す（表2）。また、胸肉、もも肉の肉質成績（加熱損失、剪断力価）に有意差は認められず（表3）、大豆多給による歩留まり・肉質への影響はない。
- 3 TI 失活熱処理の検証  
TI 失活熱処理の有無により、「長州黒かしわ」の増体性及び飼料要求率に有意差は認められない（表4）。また、TI 活性のある大豆を含む大豆多給飼料は、出荷週齢の長い雌において、飼料中の粗蛋白質（CP）が高いブロイラー専用飼料と同等の増体成績を示す（表5）。「長州黒かしわ」において、飼料効率の改善を目的とした、飼料製造過程における熱処理は必要ない。

表 1 大豆の配合率の違いによる 4 週齢から出荷週齢までの生産性の比較

試験区分	4 週齢の体重 (g)		出荷週齢の体重 (g)		増体量 (kg)	飼料摂取量 (kg)	FCR
	雄	雌	雄 12W	雌 14W			
	平均±標準偏差	平均±標準偏差	平均±標準偏差	平均±標準偏差			
試験区 1 (大豆子実14.3%配合、ウニ殻0.4%配合)	572 ± 40	584 ± 57	3,507 ± 340	3,320 ± 196	56.7	222	3.92
試験区 2 (大豆子実茎莢14.3%配合、ウニ殻0.4%配合)	580 ± 41	580 ± 48	3,578 ± 268	3,017 ± 446	54.4	210	3.86
対照区 (大豆7.8%配合、ウニ殻配合なし)	574 ± 43	581 ± 60	3,535 ± 309	3,264 ± 309	56.4	208	3.69

※FCR: 飼料要求率 (飼料摂取量 (kg) / 増体量 (kg))

表 2 大豆の配合率の違いによる歩留まり成績の比較

調査項目	試験区 1 (大豆子実14.3%配合、 ウニ殻0.4%配合)	試験区 2 (大豆子実茎莢14.3%配合、 ウニ殻0.4%配合)	対照区 (大豆7.8%配合、 ウニ殻配合なし)
雄 調査時体重 (g)	3,562 ± 203	3,592 ± 267	3,626 ± 206
胸肉歩留まり (%)	12.7%	12.9%	12.7%
もも肉歩留まり (%)	19.8%	20.6%	19.5%
腹腔内脂肪歩留まり (%)	2.8%	2.7%	3.0%
雌 調査時体重 (g)	3,342 ± 164	3,096 ± 249	3,360 ± 229
胸肉歩留まり (%)	14.0%	14.0%	14.5%
もも肉歩留まり (%)	19.3%	19.9%	20.0%
腹腔内脂肪歩留まり (%)	5.5%	5.7%	5.7%

表 3 大豆の配合率の違いによる肉質成績 (加熱損失、剪断力価) の比較

試験区分	胸肉		もも肉	
	加熱損失 (%)	剪断力価 (kg/cm <sup>2</sup> )	加熱損失 (%)	剪断力価 (kg/cm <sup>2</sup> )
	平均	平均±標準偏差	平均	平均±標準偏差
雄 試験区 1 (大豆子実14.3%配合、ウニ殻0.4%配合)	24.0	3.4 ± 2.15	26.9	2.0 ± 0.37
試験区 2 (大豆子実茎莢14.3%配合、ウニ殻0.4%配合)	23.9	4.1 ± 2.48	26.9	2.0 ± 0.38
対照区 (大豆7.8%配合、ウニ殻配合なし)	23.9	5.0 ± 3.36	28.2	2.1 ± 0.17
雌 試験区 1 (大豆子実14.3%配合、ウニ殻0.4%配合)	18.0	3.4 ± 2.91	24.8	2.7 ± 0.87
試験区 2 (大豆子実茎莢14.3%配合、ウニ殻0.4%配合)	16.9	3.6 ± 4.60	26.5	2.2 ± 0.84
対照区 (大豆7.8%配合、ウニ殻配合なし)	17.3	2.1 ± 1.12	24.3	2.3 ± 0.06

表 4 大豆の TI 活性の違いによる増体性、飼料要求率の比較

調査項目	雄			雌		
	試験区 1	試験区 2	試験区 3	試験区 1	試験区 2	試験区 3
供試羽数 (羽)	17	21	23	20	20	20
最終体重 (g)	2,552 ± 222	2,694 ± 215	2,612 ± 280	2,739 ± 136	2,723 ± 255	2,686 ± 206
3 週齢からの増体量 (kg)	66.7	60.3	62.5	48.7	43.2	45.0
3 週齢以降の飼料摂取量 (kg)	201.7	187.8	192.4	160.7	158.7	161.4
飼料要求率	3.02	3.11	3.08	3.52	3.67	3.58

試験区 1: TI を失活させた大豆 (オートクレーブ処理 (120°C20分) を約15%配合した「長州黒かしわ」専用飼料を、3 週齢～出荷 (雄12週齢、雌14週齢) まで給与

試験区 2: 6 週齢まで試験区 1 と同様の条件で肥育し、7 週齢以降は TI を失活させていない大豆を約15%含む「長州黒かしわ」専用飼料を出荷まで給与

試験区 3: TI を失活させていない大豆を約15%配合した「長州黒かしわ」専用飼料を、3 週齢～出荷まで給与

表 5 雌における高 CP 飼料と大豆多給飼料 (TI 活性あり) の生産性の比較

試験区分	4 週齢の体重 (g)	10 週齢の体重 (g)	出荷週齢の体重 (g)
	雌	雌	雌 14W
	平均±標準偏差	平均±標準偏差	平均±標準偏差
試験区 1 (大豆子実14.3%配合、ウニ殻0.4%配合、熱処理なし)	584 ± 57	2,288 ± 128	3,320 ± 196
対照区 (プロイラー専用飼料)	578 ± 53	2,439 ± 208	3,231 ± 348
	ns	p=0.06	ns

試験区 1: CP14.9%、対照区: CP19.0%

動画から鶏のツツキ行動を選定するAI作成方法の検討	
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・田邊 真之・村田 翔平
研究課題名 研究年度	リモートセンシングを用いた養鶏産業における労力軽減システムの構築に関する研究 平成30年～令和4年

## 背 景

地鶏は外国鶏よりも食味に優れているが、増体性が劣る他、雄系種鶏の54.7%に肉質に優れ攻撃性の強い軍鶏が利用されていることもあり、嘴で相手を攻撃し死に至らしめる「ツツキ行動」が各地域で飼養管理上の課題となっている。山口県の地鶏「長州黒かしわ」においても、一定の条件下において「ツツキ行動」によるへい死が認められる。その要因として軍鶏の血が20%入っていることが考えられるが、近年、遺伝子解析技術の向上に伴い攻撃行動に関与する候補遺伝子（気質遺伝子）の発見が報告されており、気質遺伝子の有用性が証明されれば、遺伝子育種により「長州黒かしわ」が保有する攻撃性を排除し、生産性向上の一助となることが期待できる。

## 目 的

「長州黒かしわ」の飼養風景を撮影した動画から「攻撃性のあるツツキ行動」を識別する物体検出AIを作成し、「攻撃性のあるツツキ行動」の発現と気質遺伝子との関連性を検証する手法の一助とする。

## 成 果

### 1 作成した物体検出AIの精度検証

Microsoft社のアノテーションアプリ「VoTT-1.7.2」により、ツツキによるへい死が認められた日（28日齢）の動画（1時間35分）を1秒あたり10フレームに分割し、①攻撃性のあるツツキ（頭・首）、②攻撃性のあるツツキ（背中・尾・下腹部・総排泄口）、③攻撃性のないツツキ（顔、翼羽）、④攻撃性のないツツキ（主に下腹部）、⑤蹴り合い、⑥にらみ合い、⑦追いかかけ及び⑧傷（②が原因と推察される外傷）の8項目についてアノテーション\*した。アノテーションしたデータを基に深層学習フレームワーク「Darknet」でディープラーニングを行い、物体検出AI「YOLOv4」で動画（3分54秒）から物体検出を実施した。検出された画像の中に攻撃性のあるツツキが含まれていたことから（表1、図2）、本手法により攻撃性のあるツツキ行動の有無の確認は可能である。\*ここでは動画データの1つ1つに、①～⑧の情報を付けていく工程のこと

### 2 今後の課題と対応

教師データの追加及びアノテーションする画像の対象範囲をさらに検討し検出率を上げる他、幅広い日齢におけるツツキ行動を検出可能なAIを作成する必要がある。

注1：AIの作成にあたり、㈱ViAR&Eの市浦茂代表取締役及び岩手大学大学院連合農学研究科の森智洋氏には懇切丁寧なご指導を賜りました。深謝申し上げます。

注2：本試験の一部は日本中央競馬会（JRA）事業の助成を受けて実施しています。

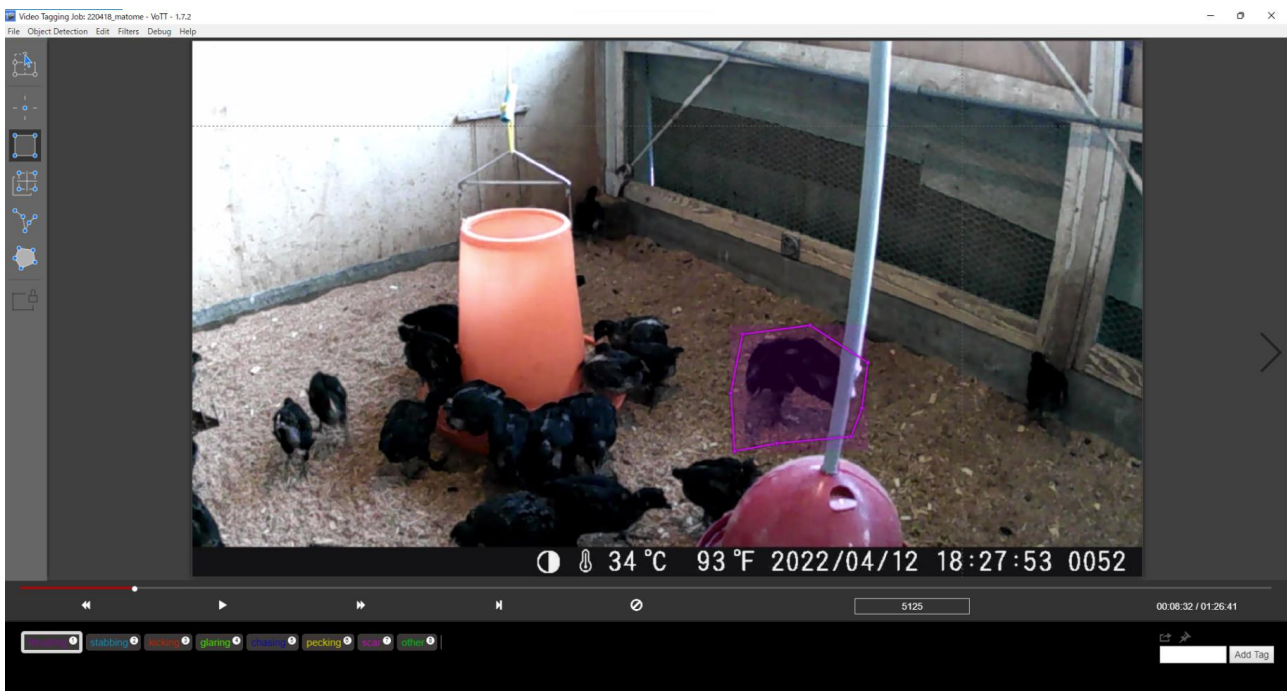


図1 アノテーションの例（攻撃性のあるツツキ（頭・首））

表1 アノテーションした各項目の物体検出枚数及び検出精度の範囲

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
検出枚数	70	0	35	0	24	75	62	877
検出精度の範囲(%)	25~96	-	25~55	-	25~94	26~100	25~99	25~98



図2 動画の物体検出により抽出された攻撃性のあるツツキ（頭・首）  
（精度：左 31%、95%）

<b>ゲノム育種価を活用した種雄牛造成の取組</b>	
担 当	家畜改良研究室 やまぐち和牛改良繁殖グループ ○大賀友英、吉村謙一、大谷研文
研究課題名 研究年度	黒毛和種における肉質形質のゲノミック評価手法の 確立 ～令和5年

## 背 景

本県の種雄牛造成においては、これまで本牛の発育や体型、母牛の推定育種価<sup>※1</sup>や産肉成績などの情報を指標として選抜を行ってきた。

平成29年度から独立行政法人家畜改良センターや全国の種雄牛造成機関との共同研究として、牛のDNA情報を活用したゲノム育種価評価に取り組み、種雄牛の選抜に活用できる体制が整備された（図1）。

ゲノム育種価は、牛のDNA情報から求めるため、生まれてすぐ算出することができ、選抜過程の早い段階での指標として有用である。また、同一の両親から生産された産子（全兄弟）でも、個体毎に評価することができる。

※1 その牛の遺伝的能力を数字で示したもので、産子の枝肉成績から計算されるため、判明するまで5～6年かかる。

## 目 的

種雄牛造成における選抜過程でゲノム育種価を活用することにより、効率的かつ効果的に高能力の種雄牛を造成する。

## 成 果

### 1 ゲノム育種価の算出

これまで造成した主な種雄牛（候補含む）70頭について、DNA情報の解析を行い、ゲノム育種価を算出した。また、リファレンス集団<sup>※2</sup>となる肥育牛685頭の枝肉成績を収集し、DNA情報の解析を行った（表1）。

※2 DNA情報及び枝肉成績が判明した牛の集団で、正確なゲノム育種価を算出するためにはより多くの個体群が必要。

### 2 ゲノム育種価の精度検証

推定育種価とゲノム育種価の相関係数は0.759～0.950と強い相関があり、遺伝的能力を示す指標として十分利用できる（表2）。

### 3 待機種雄牛の選抜

ゲノム育種価を指標として活用し、待機種雄牛9頭を選抜した（表3）。

### 4 受精卵移植の活用

(1) 民間種雄牛「知恵久」号の雄産子（全兄弟）3頭のゲノム育種価を算出し、能力の優れた「六三四」号を直接検定牛に選抜した（表4）。

(2) 基幹種雄牛「花清桜」号の雄産子（全兄弟）2頭のゲノム育種価を算出し、能力の優れた「花清富士49」号を直接検定牛に選抜した（表4）。

図表

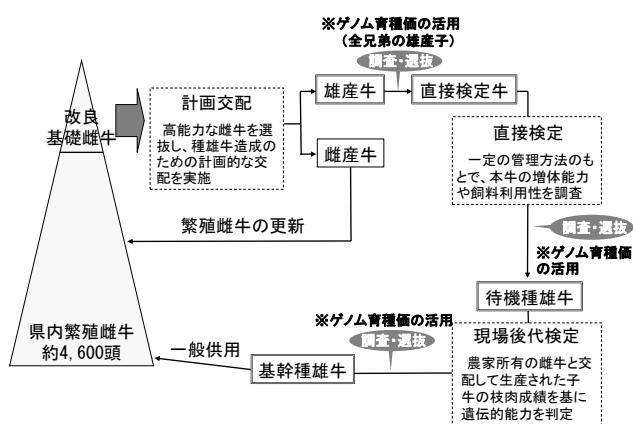


図1 種雄牛造成のフロー

表1 DNA情報の解析頭数

年度	H29	H30	R1	R2	R3	R4	計
種雄牛（候補含む）	30	13	7	9	4	7	70
肥育牛	96	187	199	139	32	32	685

※ R4年度は12月1日時点

表2 推定育種価とゲノム育種価の相関係数

枝肉重量	ロース芯面積	バラの厚さ	皮下脂肪厚	推定歩留	脂肪交雑
0.950	0.860	0.893	0.759	0.892	0.935

※ 推定育種価は令和4年2月、ゲノム育種価は令和4年5月に算出したもの

※ 推定育種価のうち枝肉重量の正確度0.95以上の種雄牛22頭を用いて算出

表3 ゲノム育種価により選抜された待機種雄牛

選抜時期	名号	生年月日	血統			ゲノム育種価											
						枝肉重量		ロース芯面積		バラの厚さ		皮下脂肪厚		推定歩留		脂肪交雑	
			父	母方祖父	母方曾祖父	評価	順位	評価	順位	評価	順位	評価	順位	評価	順位	評価	順位
H30年度前期	長萩茂安	H29.4.13	茂晴花	安福久	平茂勝	C	51	A	22	B	38	H	3	H	5	H	20
H30年度後期	殿油久	H29.10.15	安福久	平茂晴	百合茂	A	17	A	25	B	29	C	41	B	34	H	1
R1年度前期	関照重	H29.12.8	美津照重	百合茂	安平照	B	38	A	28	B	25	C	54	A	32	A	24
R1年度後期	光白清	H30.5.31	百合白清2	第1花園	安福久	H	4	A	29	B	27	A	15	B	37	A	25
R2年度前期	百合松	H29.12.2	百合茂	安福久	白清85の3	C	45	H	15	C	50	C	39	A	22	H	21
R2年度後期	隆沙国	R1.8.6	隆之国	諒太郎	美国桜	H	9	H	8	H	14	B	27	H	11	H	17
R3年度前期	東久姫	R1.9.21	福之姫	安福久	勝忠平	B	36	H	14	C	43	A	20	H	12	H	2
R3年度後期	百合姫	R1.6.10	福之姫	美津百合	安福久	A	16	H	16	H	3	B	26	H	8	H	5
R4年度前期	勝乃誉	R2.7.15	勝乃幸	安福久	勝忠平	B	43	H	4	C	54	H	2	H	2	H	14

※ 評価は、H：上位1/10、A：上位1/4～1/10、B：平均～上位1/4、C：平均未満

※ 順位は、種雄牛（候補含む）70頭中の順位

表4 受精卵移植の活用により選抜された直接検定牛

名号	生年月日	血統			ゲノム育種価											
					枝肉重量		ロース芯面積		バラの厚さ		皮下脂肪厚		推定歩留		脂肪交雑	
		父	母方祖父	母方曾祖父	評価	順位	評価	順位	評価	順位	評価	順位	評価	順位	評価	順位
六三四	R3.12.25	知恵久	美津照重	安福久	C	64	A	37	C	64	A	8	A	19	H	6
花清富士49	R4.3.28	花清桜	耕富士	美徳国	A	18	A	31	H	12	B	32	A	26	H	11

※ 評価は、H：上位1/10、A：上位1/4～1/10、B：平均～上位1/4、C：平均未満

※ 順位は、種雄牛（候補含む）70頭中の順位



<b>地拵え・下刈り・植栽工程の無人化</b>	
担 当	林業研究室 生産利用グループ 川元 裕
研究課題名 研究年度	I C Tを活用した多目的造林機械による地拵え・植栽・下刈り工程の自動化・無人化 令和4年～6年

## 背 景

本県の林業現場では、地拵、造林、下刈りおよび伐採作業の多くを人力に頼っており、3K（危険・きつい・高コスト）の原因となっている。

林業現場の労働強度の軽減、労働災害の発生防止および作業の効率化に向けて、これらの工程を処理できる多目的造林機械の導入が始まっている。

## 目 的

地拵えから下刈りまでの機械化を目的に開発され、その普及に期待がかかる多目的造林機械の効率的な運用方法を確立し、林業現場への導入促進を図ることを目的とする。

## 成 果

### 1 共同研究体制の構築

効果的かつ迅速な研究を進めるため、機械メーカー、I C T企業等、各事業体が有する技術を集約して目的達成の核となる「植栽デザイン」を作成する共同研究体制を構築した（図1）。

### 2 植栽デザインとは

効率的な機械作業を可能とするために、森林G I S上で植栽位置や障害物の除去または回避方法等をあらかじめ設定することにより、地拵え・植栽・下刈りの機械作業をトータルに設計するものである（図2）。

### 3 植栽デザインの作成

多目的造林機械が効率的に森林作業を実施するために、機械の走行ルートやルート上の障害物の除去を効率的に行う植栽デザインを、ドローン空撮写真及び精密なG N S S測量成果をもとに作成した（図3、4、5、6）。

### 4 効率的な地拵え方法の実証

植栽デザインを表示できるスマートグラスをオペレータが装着し、処理する根株と処理しない根株を見分けることができるようにすることで、機械の下刈り予定走行ルート上に掛かる根株のみを処理できる。スマートグラスを通して処理する根株の位置が円柱で表示されるため、効率的な作業が可能となる（図7、8）。



図1 共同研究体制



図2 植栽デザイン例

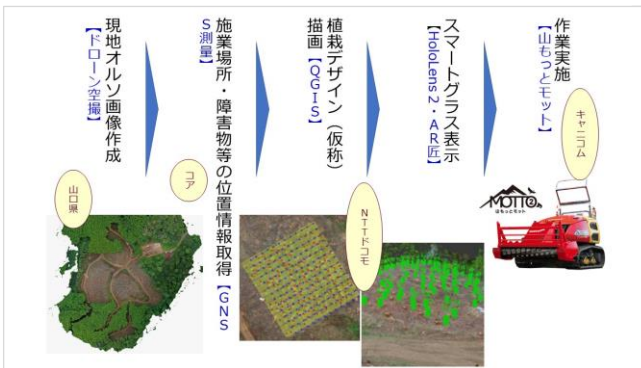


図3 植栽デザインの作成手順



図4 ドローン空撮写真



図5 GNSS測量

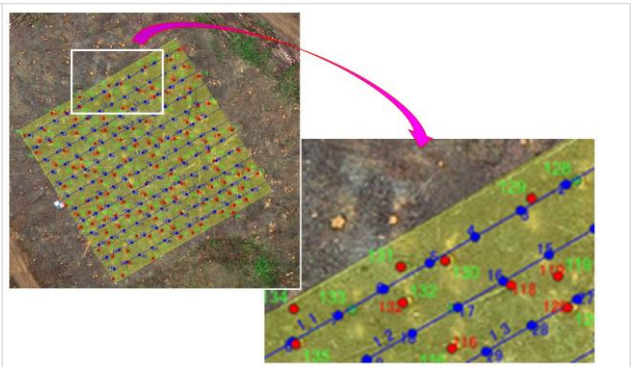


図6 植栽デザイン案



図7 根株処理の様子

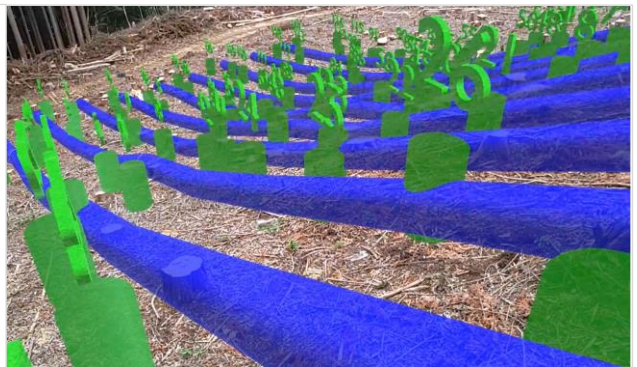


図8 オペレータの視界

<b>一貫作業システムとドローン運搬実証試験</b>	
担 当	林業研究室 森林環境グループ 山田隆信・川元裕
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5年

## 背 景

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、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、伐採から植栽までのトータルコスト低減を図ることが重要となっていることから、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」の確立が求められている。

## 目 的

様々な現場状況に対応した最適な一貫作業システムを解明するため、皆伐・再生林現場において作業開始から終了までの労務データ等を収集するとともに、大型の高性能林業機械やドローン運搬等の実証試験を行い、生産性とコストを分析する。

## 成 果

- 1 一貫作業システムとして、路網開設による集材を行う車両系皆伐地7カ所、架線集材を行う架線系3カ所において日報等を活用した調査を行い、労働生産性とコストを従来作業(伐採搬出は3か年の平均値、地拵えと植栽は事業体へのヒアリング)と比較した結果を下記に示す。
  - (1) 伐採搬出は、車両系では生産性の向上と低コスト化を確認した。一方、架線系では車両系と比較し、労働生産性が低くコストが高い。本研究の目標である伐採搬出の労働生産性8 m<sup>3</sup>/人日、素材生産コスト4,700 円/m<sup>3</sup>に対し、車両系では7カ所中6ヶ所で目標を上回った。これは、主に林業機械の大型化によるものである。また、コスト増の要因として、機械経費やフォワーダ運搬距離等を確認した(図1)。
  - (2) 地拵えは、機械と人力の併用地拵えを5か所で実施し、各事業体の従来作業(人力地拵え)と比較した結果、労働生産性の向上とコストの低減を確認した(図2)。
  - (3) 植栽は、コンテナ苗を使用した7カ所の試験地のうち、作業効率が従来作業よりも向上したのは4カ所であった。コストはいずれも上昇しており、これは裸苗と比較しコンテナ苗の苗木代が高価なことによる(図3)。
- 2 ドローン運搬の実証試験は、3か所の一貫作業システム現場でそれぞれ苗木、シカ柵、架線器具を対象に実施した。ドローン運搬は委託業務となるため、コストが高くなるが、省力化を確認した。(表1)

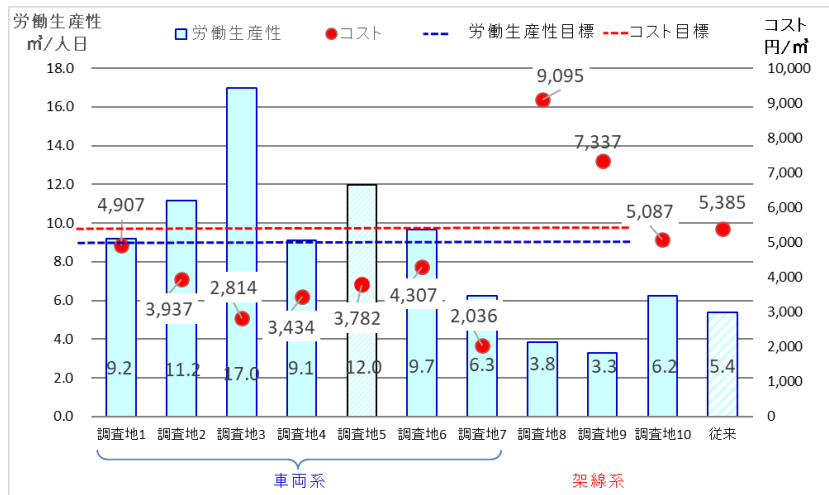


図1 伐採搬出の労働生産性とコスト

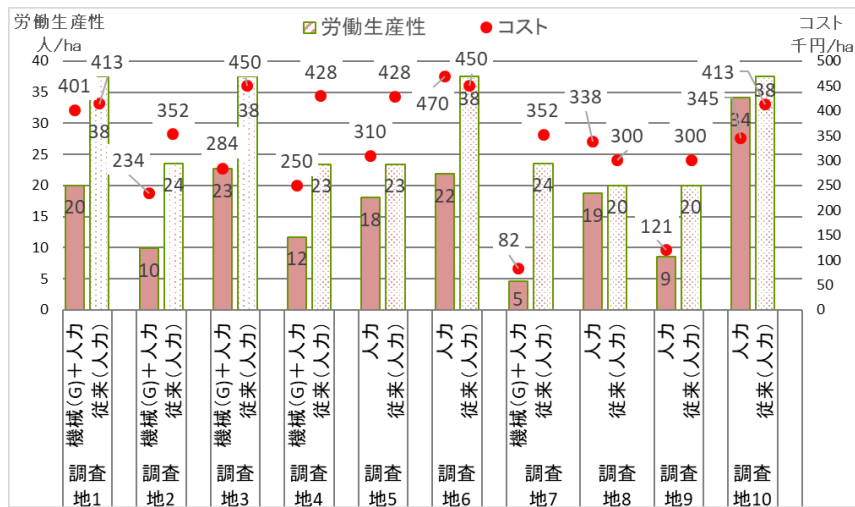


図2 地拵えの労働生産性とコスト

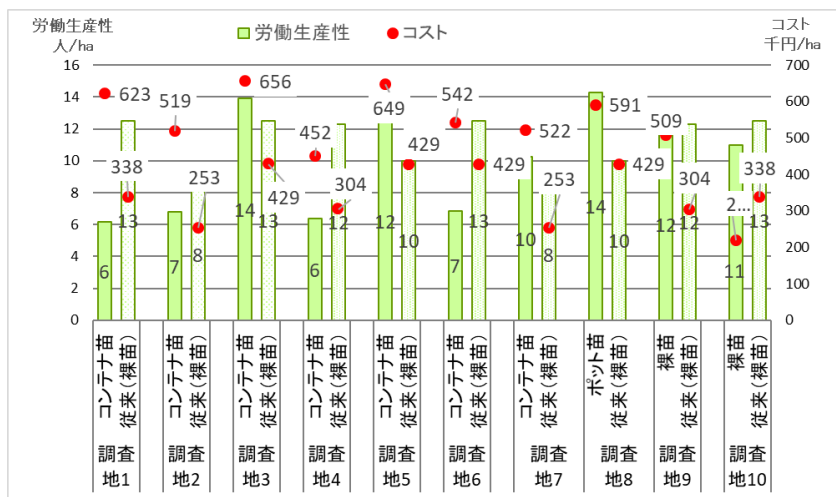


図3 植栽の労働生産性とコスト

表1 ドローン運搬実証試験結果

作業種	ドローン最大積載量	運搬対象	運搬対象重量(kg)	運搬箇所	飛行回数	人力運搬との時間比較
苗木	5kg, 10kg	ポット苗691本	228kg	2か所	48	57%
シカ柵	25kg	シカ防護柵750m分(ネット、ポール等)	507kg	5か所	30	23%
架線	25kg	滑車、ワイヤ等	277kg	3か所	19	26%

※ 人力運搬との比較は実証データをもとに、同量を運搬したと想定して算出した。

特定苗木・早生樹の導入による低コスト再造林技術の確立	
担 当	林業研究室 森林環境グループ 岸ノ上克浩、山田隆信
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～令和6年度

## 背 景

戦後造成されたスギ・ヒノキ人工林が本格的な利用期を迎える中、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には、造林から伐採までの低コスト施業体系の確立が重要となっている。

## 目 的

成長の早いスギ・ヒノキ「特定苗木」※<sup>1</sup>や近年着目される「早生樹」※<sup>2</sup>を活用し、低密度植栽や下刈り回数削減等による低コスト施業体系の確立を図る。

※1 成長や材質等が特に優れ、花粉も少ない品種として農林水産大臣が指定する「特定母樹」から育成された苗木

※2 従来の造林樹種より特に成長が早く、比較的短伐期で収穫可能な樹種の総称で、当該試験ではセンダン・コウヨウザン・チャンチンモドキに取り組む。

## 成 果

### 1 特定苗木の成育調査

特定苗木の成育状況を調査するとともに、隣接地に植栽した従来品種である精英樹との成長量を比較した。

また、毎年下刈りを実施する「下刈り実施区」と年によって下刈りを省略する「下刈り省略区」に試験地を区分けし、成長量を比較した。

4成長期を経過した特定苗木は精英樹よりも旺盛な成長を示す（図1）。

特定苗木の下刈り省略によるコスト削減の可能性と、下刈り省略が植栽木の肥大成長を抑制させる傾向が確認（図2）され、植栽木と周辺植生との競合関係などに応じて、下刈り省略可否を判断する必要があると推察される。

### 2 センダン等早生樹の成育調査

各種早生樹の植栽試験地において、成育調査・病虫獣害の調査を実施するとともに、センダン特有の施業“芽かき”の実施・検証等を行った。

早生樹は、旺盛な成長と植栽地の条件（地形、土壌等）による成長差が認められる。特に耕作放棄地に植栽されたセンダンは、際立って旺盛に成長する（図3）。

また、センダンについて、通直材生産のための芽かきの効果を把握することができた。

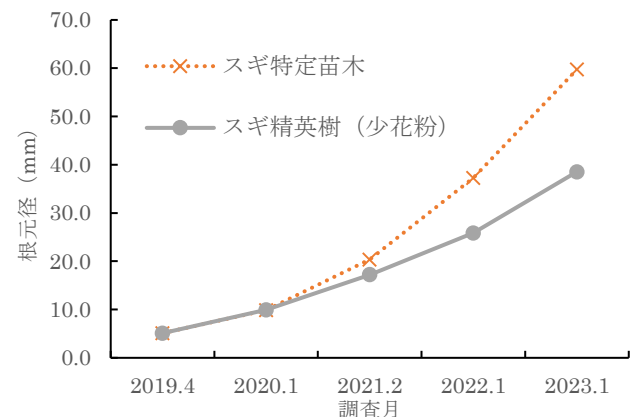
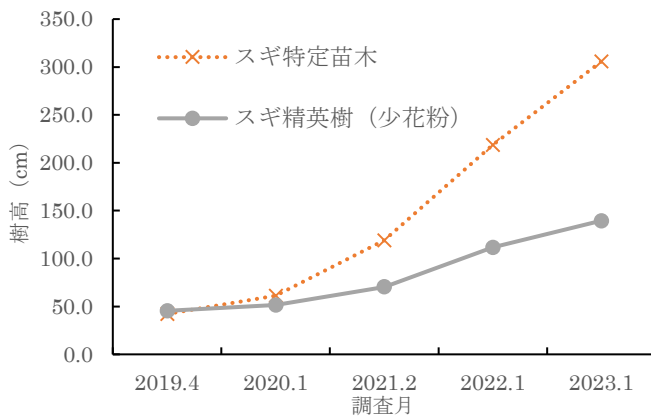


図 1 スギ特定苗木とスギ精英樹の成長量比較 (碁盤ヶ嶽試験地)

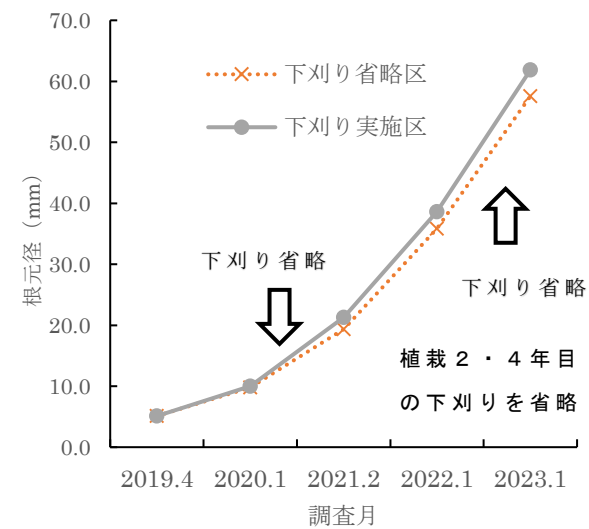
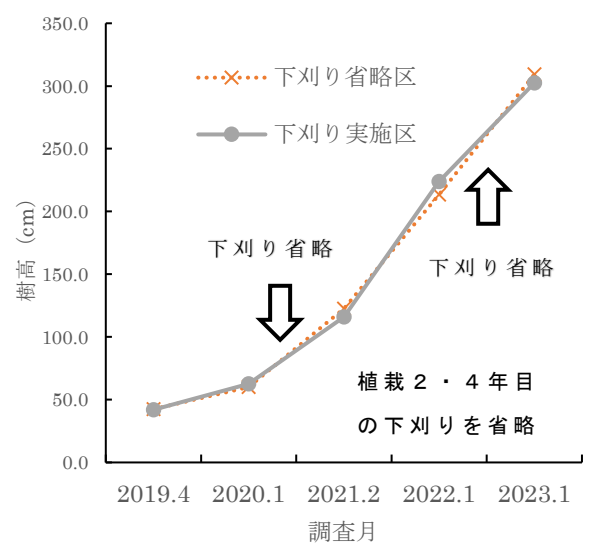


図 2 スギ特定苗木植栽試験地における下刈り実施区と省略区の成長量比較 (碁盤ヶ嶽試験地)

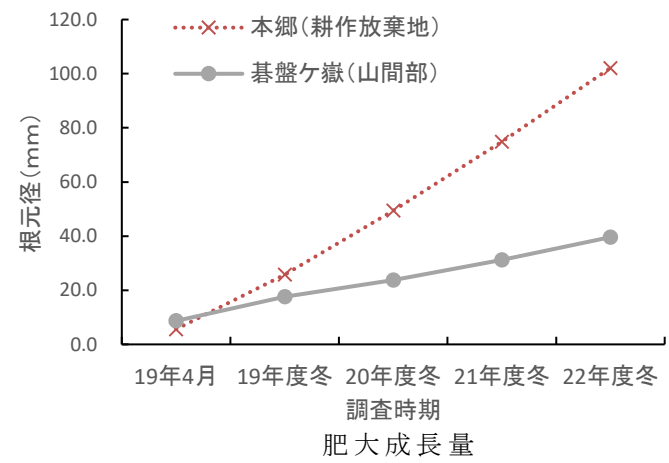
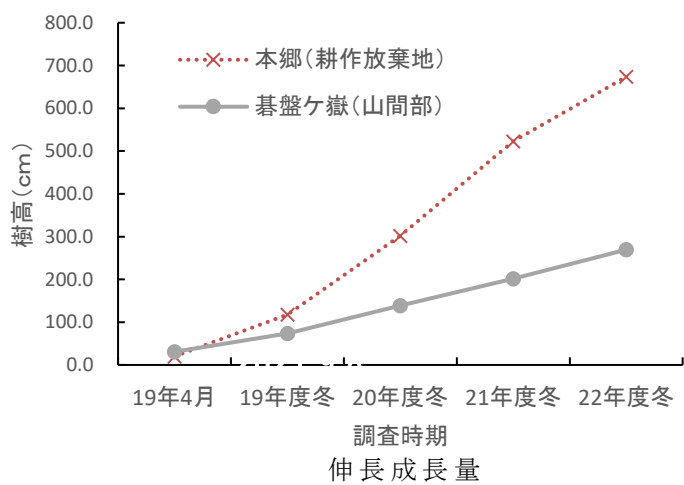


図 3 センダン植栽試験地における「耕作放棄地」と「山間部」の成長量比較

林業用コンテナ苗の育苗期間短縮化について	
担 当	林業研究室 森林環境グループ 小野谷 邦江・岸ノ上 克浩
研究課題名 研究年度	コンテナ苗の育苗期間短縮技術の開発について 令和2年～5年

## 背 景

スギ・ヒノキ人工林は成熟し、本格的な利用期を迎えており、森林の公益的機能の維持・発揮と資源の循環利用の両立を図るためには、伐採と併せて着実な再造林の実施を確保することが重要となっている。

このような中、森林所有者の収益性の改善のため、林業施業に要するトータルコストの低減が求められている。

## 目 的

再造林の推進には、伐倒から地拵え、植付けまでを一連の作業として計画し実行する「一貫作業システム」の定着が必要であり、植栽時期を選ばず、効率的に植栽が可能なコンテナ苗についても、価格低減を図るため、低コストによる育苗技術が求められる。そこで、本県の温暖な気候を活かし、通常2年生で出荷するコンテナ苗の育苗期間を短縮する技術の開発を行う。

## 成 果

### 1 秋播種によるヒノキコンテナ苗の得苗率の向上について

通常、春に行う播種を早め、前年秋(R3.10)に育苗箱（施肥量5g/ℓ）へ播種し、春(R4.3)にコンテナ容器へ毛苗を移植して育苗する。秋播種することで、移植後、根元径の成長量が春播種を上回る（図1）。また、根の成形性も春播種を上回っており、得苗率<sup>\*1</sup>は83%に達した（図2）。スギも、昨年度実施した秋播種試験の結果、得苗率83%となり、両樹種とも目標70%を上回った。早期播種によって、これまでより7か月程度育苗期間の短縮が可能となる（図3）。

\*1 得苗率：山口県のコンテナ苗規格である苗長30cm上、根元径3.5mm上、根の成形性を満たした出荷可能な健全苗の本数率

### 2 厳冬期における秋播種芽生え苗の倒伏等防止対策について

秋播種の場合、厳冬期に培地が凍結し、芽生え苗が浮きあがって倒伏など（傾きや根の露出も含む）し、衰弱する苗が複数生じる（図4）ことから、その防止のため、育苗箱の培地に川砂を1～5割の割合で混ぜて育苗した。3月に倒伏本数を調査した結果、川砂を3割以上混ぜることで大幅に被害が軽減される（図5）。

### 3 スギ苗のさらなる期間短縮化について

ヒノキより成長が旺盛なスギについて、一層の期間短縮を図るため、これまでの試験成果を組み合わせ（表1）、3月から約10か月間、育苗を行った。この結果、得苗率は78%に達し、目標70%を上回った。本県においては、スギコンテナ苗は露地育苗で1年以内に出荷が可能である。

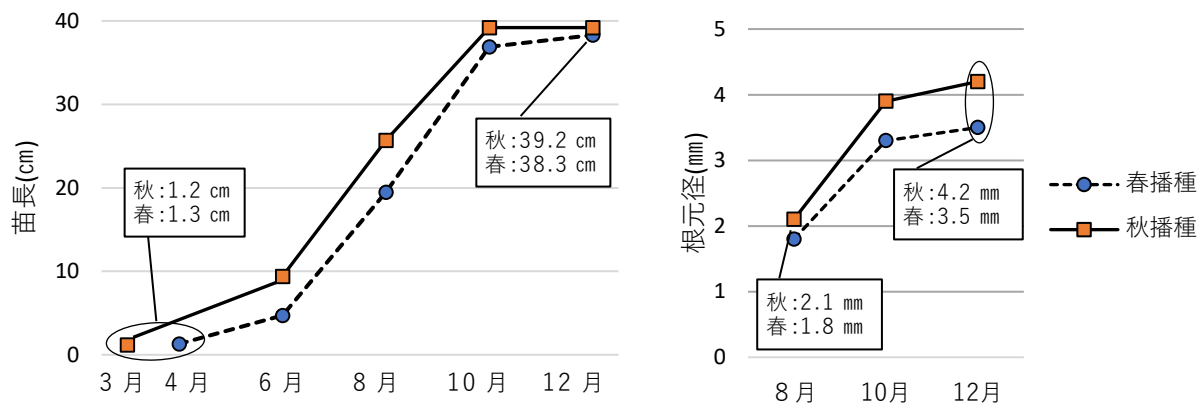


図1 播種時期別のヒノキコンテナ苗の成長推移（左：苗長 右：根元径）

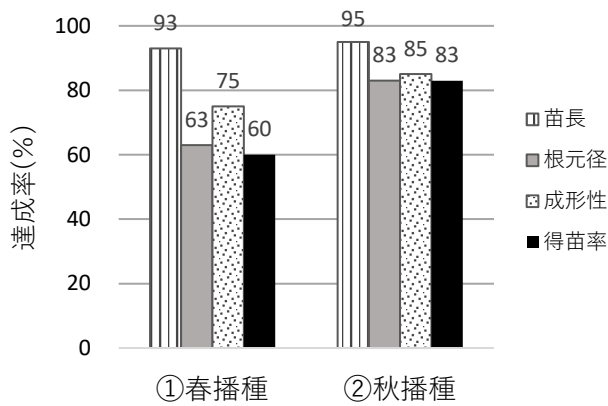


図2 播種時期別のヒノキコンテナ苗の部位別規格達成率及び得苗率

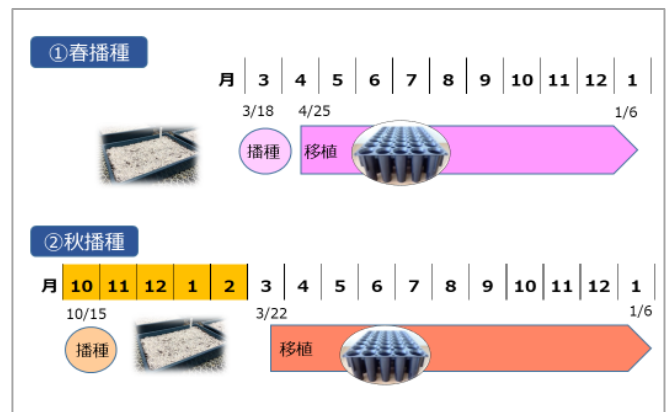


図3 播種時期別の育苗期間



図4 倒伏等した苗の様子

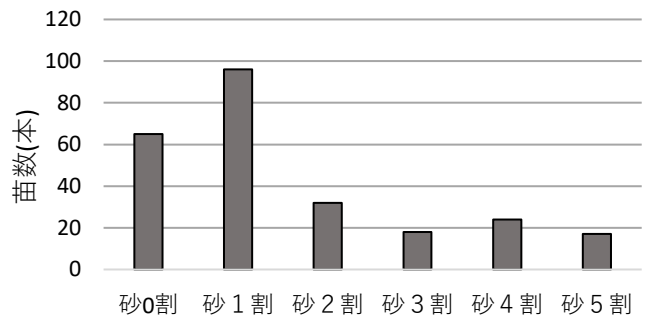


図5 1育苗箱あたりのヒノキ毛苗の倒伏本数

- ※1 育苗箱にはヒノキ種子を5g播種
- ※2 使用した育苗箱は51型
- ※3 本数は、完全に倒伏した苗数とした。

表1 スギコンテナ苗の育苗条件

培地	使用肥料	施肥方法	施肥量(g/セル)		コンテナ容器	播種方法	育苗期間	得苗率 %
			100日肥効	180日肥効				
ココナツハスク (100%)	ハイコントロール085 (NPK: 10-18-15)	元肥 (配合)	1.38	1.38	OY-150※	育苗箱 (約1か月後に毛苗をコンテナ容器へ移植)	R4.3~R5.1	78

※OY-150: 150ml、40穴 (8×5)。内部にリブ、下段にサイドスリットが入るコンテナ容器。