

令和 6 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 7 年（2025 年）3 月 5 日

山口県農林総合技術センター

令和6年度 農林総合技術センター  
試験研究成果発表会発表日程

<b>1 開 会</b>	<b>9:30~9:40</b>
・開会挨拶 農林総合技術センター所長 久田 恒夫	
・日程説明	
 <b>2 試験研究開発の概要</b>	 <b>9:40~9:50</b>
農林業技術部長 牛見 哲也	
 <b>3 部門別発表会</b>	
(1)普通作部門	9:50~10:50
(2)園芸部門	10:50~11:50
	<昼食休憩>
(3)園芸部門	13:00~14:20
(4)林業部門	14:20~15:00
	<休 憩>
(5)畜産部門	15:10~16:30
 <b>4 閉 会</b>	 <b>16:30~</b>

令和6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

○部門別発表

(普通作部門)

No	発表課題名	発表者	所属	時間	頁	振興計画 位置づけ*
01	生産者、酒造会社が利用可能な 酒造好適品種「山田錦」の生育診 断システムの開発	金子 和彦	農業技術研究室	9:50 ~ 10:50	1	3 - (7)
02	水稲有機栽培における水田除草 機の除草効果—直進アシスト機能 付き田植機との組合せ—	池尻 明彦	農業技術研究室		3	3 - (6)
03	ダイズ褐色輪紋病の防除体系の 確立	河野 弘和	環境技術研究室		5	3 - (4)

\*振興計画位置づけは、別添「やまぐち農林水産業振興計画項目番号による。以下同様

(園芸部門)

No	発表課題名	発表者	所属	時間	頁	振興計画 位置づけ*
04	スマート農機を導入可能とするナ シV字棚の改良	藤重 椎菜	農業技術研究室	10:50 ~ 11:50	7	3 - (7)
05	「通信型マルドリシステム」におけ る新たな養水管理技術の開発	岡崎 芳夫	柑きつ振興センタ ー		9	3 - (7)
06	ロボット草刈機による果樹園除草 の省力化	藤村 澄恵	農業技術研究室		11	3 - (7)
<昼食休憩>						
07	イチゴ・トマト画像による LAI・開 花数の推定	原田 浩介	農業技術研究室	13:00 ~ 14:20	13	3 - (1)
08	根こぶ病抵抗性品種「CR はなっ こりー1号」の育成	藤井 宏栄	農業技術研究室		15	3 - (7)
09	陽熱プラスを組み合わせたタマネ ギ直播体系の確立	森岡 龍治	農業技術研究室		17	3 - (1)
10	“純白極早生”および“盆出荷向 け”リンドウ新品種の育成	藤田 淳史	花き振興センタ ー		19	3 - (1)

## (林業部門)

No	発表課題名	発表者	所属	時間	頁	振興計画 位置づけ*
11	新たな品種等の導入による低コスト再造林技術の確立	岸ノ上 克浩	林業技術研究室	14:20	21	3 - (2)
12	自動化・無人化技術を活用した林業技術体系の構築	川元 裕	林業技術研究室	15:00	23	3 - (2) 3 - (7)

## (畜産部門)

No	発表課題名	発表者	所属	時間	頁	振興計画 位置づけ*
13	地鶏「長州黒かしわ」の香りと風味に関する研究	村田 翔平	経営高度化研究室	15:10 ~ 16:30	25	3 - (1)
14	AIを活用した「やまぐち和牛」超音波肉質診断システムの構築	藤田 航平	家畜改良研究室		27	3 - (1)
15	需要に即した飼料自給率の高い黒毛和種肉用牛生産技術の開発	吉村 謙一	家畜改良研究室		29	3 - (1)
16	酪農経営における夏季の生産性向上対策に関する研究	水間 なつみ	家畜改良研究室		31	3 - (1)

# やまぐち農林水産業振興計画(令和4年度～8年度)

基本目標: **生産性と持続性を両立した強い農林水産業の育成**

## 1 成長を支える多様な人材や中核経営体の確保・育成

- (1) 地域をけん引する中核経営体の育成と経営基盤の強化
- (2) 「農林業の知と技の拠点」等を核とし、日本一の担い手支援策を通じた農林漁業新規就業者の確保・定着
- (3) 農山漁村女性リーダー・やまぐち農林漁業ステキ女子の育成

## 2 県産農林水産物のさらなる需要拡大

- (1) デジタル技術等を活用した地産・地消の取組強化
- (2) 大都市圏等への戦略的な販路開拓・拡大
- (3) 輸出競争力の強化による海外への販路拡大
- (4) 農林業の知と技の拠点 等を活かした6次産業化・農商工連携の取組強化

## 3 需要の変化に対応した持続可能な生産供給体制の確立

- (1) 実需者のニーズに応える農畜産物の結びつき強化・生産拡大
- (2) 需要に応える木材供給力の強化
- (3) 海洋環境の変化も踏まえた水産資源の管理強化と生産体制の確立
- (4) 安心・安全な農水産物の供給
- (5) 防疫体制の強化
- (6) カーボンニュートラルに貢献する持続可能な農林水産業の推進
- (7) 農林業の知と技の拠点 等を活用した 山口型スマート技術 の研究開発

## 4 産地の維持・拡大に向けた基盤整備と防災力強化

- (1) 生産性を高める基盤整備
- (2) 鳥獣被害防止対策の強化
- (3) やまぐち森林づくり県民税等の活用
- (4) 農山漁村の持つ多面的機能の維持
- (5) 防災・減災機能の強化

# 生産者、酒造会社が利用可能な酒造好適品種「山田錦」の 生育診断システムの開発

農業技術研究室 ○金子和彦、池尻明彦

環境技術研究室 有吉真知子\*

## 背景

近年、山口県産の日本酒は輸出量拡大も含め販売が好調である。

農林総合技術センターでは原料となる酒造好適品種「山田錦」の安定生産、高品質化が可能となる、レーザー式生育センサを用いた生育診断技術を確立した。しかし、技術を導入するための機器にかかる経費が高く、現時点では技術を普及に移せていない。

## 目的

酒造好適品種「山田錦」について、生産者は適正な穂肥施用時期、施用量の判断が可能となり、酒造会社は溶解性、収量の予測が可能となる、普及に移せる生育診断システムを開発する。

## 具体的な成果

### 1 生育診断技術の開発

- (1) 生育診断システムの生育予測により、幼穂形成期、出穂期の予測が可能であり、適正な穂肥施用時期が判断できる(表1)。
- (2) 固定式とハンディタイプのレーザー式生育センサを使用することで生育診断に必要な経費を低減できる。また、測定した S1 値により、適正な穂肥施用量が判断でき、適正な穂肥の施用時期との組み合わせで目標粒数 19,000 粒/m<sup>2</sup>以上、目標収量 420kg/10a 以上、検査等級 1 等以上が概ね確保できる。加えて、倒伏程度や玄米タンパク質含有率を低く抑えることができる(表2)。
- (3) ハンディタイプの生育センサは従来のセンサと同様に利用可能である(試作機利用のためデータは非公表)。

### 2 生育診断システムのクラウド環境への移行

構築したデータクラウドシステムにより、「山田錦」生産者は適正穂肥施用時期、施用量が判断でき、酒造会社は収量、溶解性予測が可能である(図1、2)。

\*現 農林総合技術センター企画戦略部

表1 生育予測システムによる予測値、実測値との差

試験年度	移植期	幼穂形成期			出穂期		
		予測値	実測値	差	予測値	実測値	差
2022	6月9日	8月4日	8月4日	0	8月24日	8月23日	-1
2023	6月8日	8月7日	8月6日	-1	8月27日	8月26日	-1
2024	6月10日	8月5日	8月5日	0	8月24日	8月26日	+2

注) データはセンター圃場、2022年が山口市大内、2023、2024年が防府市台道  
 予測は2022年は7月20日、2023年は7月17日、2024年は7月23日

表2 幼穂形成期のS1による穂肥窒素の施用がその後の生育、収量および収量構成要素、検査等級に及ぼす影響

試験年度	試験区	幼穂形成期 S1値	窒素追肥量 穂肥 I-II (kg/10a)	成熟期			倒伏 (0-5)	収量 (kg/10a)	m <sup>2</sup> 当たり 籾数 (粒*100)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	検査等級	玄米の含有率 (%)
				稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )							
2022年	検証区	28.2	1.5-0.7	106	20.8	294	3.0	399	196	69.6	27.8	1下	7.3
	慣行区①	-	2-2	109	21.0	320	2.5	457	224	68.9	28.0	1下	7.6
	慣行区②	-	2-2	107	21.6	313	3.3	412	199	75.5	28.1	2	7.5
	慣行区③	-	2-2	113	21.5	347	3.8	535	260	67.3	28.1	1中	8.0
2023年	検証区	42.2	0-0	118	19.8	373	1.5	523	242	76.0	28.4	2	7.6
	慣行区①	-	2-2	116	21.2	359	1.5	539	240	79.7	28.8	1	8.5
	慣行区②	-	2-2	127	21.6	401	4.0	466	297	53.3	27.6	1	9.5
2024年	検証区	31.0	0.9-0	103	20.4	308	1.5	445	225	70.4	26.8	2	7.3
	慣行区①	-	2-2	107	21.4	320	1.5	457	242	75.3	27.6	2	7.7
	慣行区②	-	2-2	113	21.6	374	1.8	462	288	71.6	27.4	2	8.0

注1) 窒素追肥量は幼穂形成期のS1から算出。

注2) 各年の慣行区は反復のデータ



図1 穂肥の施用時期、施用量表示画面



図2 酒米溶解性予測表示画面

# 水稲有機栽培における水田除草機の除草効果 —直進アシスト機能付き田植機との組合せ—

農業技術研究室 ○池尻 明彦・金子 和彦

## 背景

2021年に策定された「みどりの食料システム戦略」では、2050年までに有機農業を全農地の25%に拡大するなど持続可能な作物生産の推進が示された。本県では、2021年7月に「山口県有機農業推進計画」を改定し、有機農業の取り組み面積を2030年に200haまで拡大することとしている。

水稲有機栽培では雑草防除が最も大きな課題であり、作業時間も多い。既存の水田除草機では、除草に伴う欠株が課題である。

## 目的

除草効果が高く、水稲の欠株が少ない除草体系を明らかにする。また、除草体系を現地に導入する際の経費を明らかにする。

## 具体的な成果

- 1 直進アシスト機能付き田植機で移植した後、7～10日とその後7～10日の2回、除草機が目視可能な水田除草機で除草することで、残草量を無処理区対比10～20%に抑制できる（図1、2）。また、除草後の欠株率を水稲への収量に影響がない5%程度に抑制できる（図3）。
- 2 水田除草機の10a当り作業能率は0.48～0.49hであり、1時間当り20a程度の作業が可能である。この作業能率により7日間隔で作業すると、作業可能面積は約8haである（表1）。
- 3 水田除草機を利用した場合の10a当たり経費は、固定費698,657円、変動費1,470円である。水田除草機の作業可能面積8haでは、除草に係る経費は、水田除草体系が慣行体系より456,177円多い（図4）。

## 成果の活用面・留意点

- 1 移植後に湛水できず田面が固くなった場合や多年生雑草（オモダカやキシユウスズメノヒエ等）には、水田除草機の除草効果は劣る。
- 2 直進アシスト機能付き田植機による移植の際、工程間の条間が30cmより狭くなった場合には、除草に伴う欠株が多く発生しやすい。また、除草機による除草の際に、田面に前作の残渣等が多いとそれが株間除草機に絡みつき、欠株が生じやすくなるので、耕起、代かきを丁寧に行い、残渣等を埋没させる。

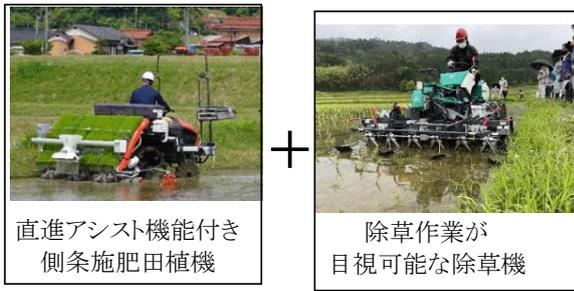


図1 雑草防除と省力施肥の実証体系 (R4～6年)

- 除草時期 1回目:移植後7～10日
- 2回目:1回目の7～10日後
- 水管理 移植後～移植後30日程度深水管理

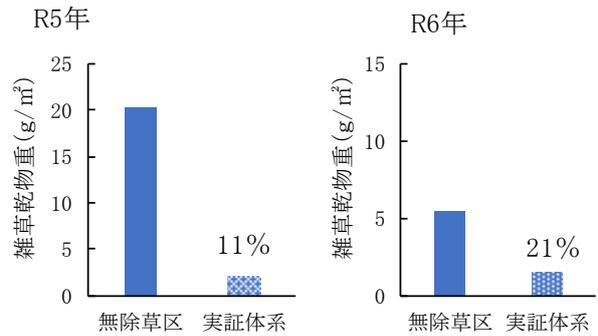


図2 水田除草機による除草後の雑草乾物重  
データは機械除草2回終了後、R5年が7月21日、R6年が8月1日調査した値。棒グラフ上の値は無除草区に対する比率。

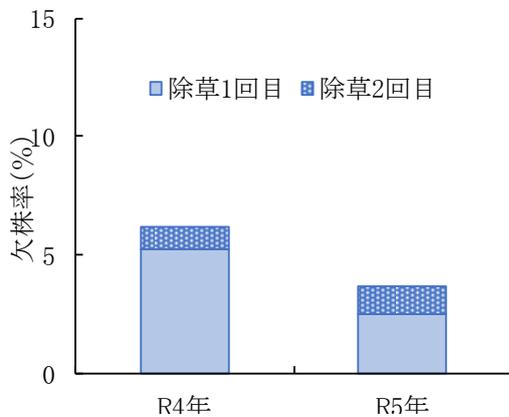


図3 水田除草機による除草後の欠株率  
・調査位置は直進部分。欠株率調査は除草後4～5日に300株(50株×6条)を2ヶ所調査。

表1 水田除草機の作業能率

項目	試験年度	
	R4年	R5年
作業能率 (h/10a)	0.49	0.48
圃場作業量 (a/h)	20.5	21.0
1日作業時間 (h)	8	8
実作業率 (%)	80	80
作業日数 (日)	7	7
作業可能日数率 (%)	85.3	85.3
作業可能時間 (h)	38.2	38.2
作業可能面積 (ha)	7.8	8.0

実作業率、作業可能日数率は白井ら(2009)を参照。供試圃場はR4年は23a(98×23m)不整形(一部のみ)、R5年は24a(94×26m)の整形。

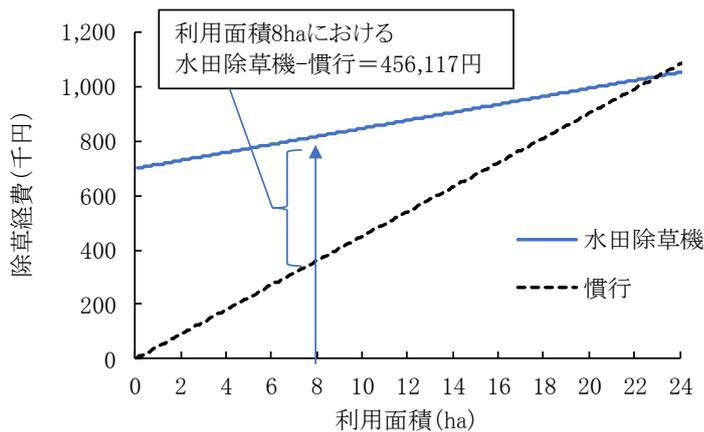


図4 利用面積別の除草経費

- 水田除草機にかかる10a当たり固定費:除草機698,657円、10a当たり変動費:1,470円(除草労賃960円+ガソリン代510円)
- ・機械除草は除草機購入価格4,890,600円(耐用年数7年)、除草機2回利用、労賃1,000円/h、燃費3ℓ/h、ガソリン単価170円/ℓ
- ・慣行の除草作業はフロアブル剤を散布(山口県経営指標より)、除草剤は流星フロアブル、1回散布。

# ダイズ褐色輪紋病の防除体系の確立

環境技術研究室 河野 弘和

## 背景

県内各地のダイズ栽培ほ場で発生している早期落葉の原因は、ダイズ褐色輪紋病と判明している（図1）。本病原菌は高温性であることや、種子や残渣で越冬可能であることなど基本的生態についていくつか知見が得られている。一方、これらの生態に基づく耕種的防除の効果、効果の高い種子消毒剤、ほ場における効果的な薬剤の使用方法は確立されていない。本病は、収量及び品質に大きく影響するため、総合的な防除対策技術の確立が求められている。

## 目的

本病の発生生態に基づき、ダイズの収量・品質を安定させるための耕種的防除技術、種子消毒および薬剤散布による防除技術を確立する。

## 具体的な成果

### 1 耕種的防除技術

中耕により発病した子葉を土中へ埋没させることで、初期の発病を抑制し、上位葉への進展を遅らせることができる（表1）。また、土壌埋設後、1か月程度湛水処理を行った被害茎葉からは本病菌の生存は確認できなかったことは、湛水処理の有効性を示唆している（データ省略）。

### 2 種子消毒剤の効果

人為的に本病菌を接種した種子に対して紫斑病に登録のある種子消毒剤は、いずれも本病菌に対して高い効果が得られる（データ省略）。

### 3 効果的な薬剤散布の時期及び回数

(1) 接種条件下のほ場における薬剤散布ではファンタジスタフロアブルとニマイバー水和剤の治療効果が認められ、特にニマイバー水和剤の効果が高い（図2）。

(2) 薬剤防除によって収量・品質は大きく改善する（データ省略）。

(3) ドローンを用いた開花後19日防除と開花後40日の2回防除は、同時期の地上散布による2回防除と同等の発病抑制効果が得られ、収量・品質においても慣行の防除体系よりも改善効果が大きい（図3, 4）。

(4) 本研究に供試したニマイバー水和剤は令和6年4月、ファンタジスタフロアブルは同年10月に適用拡大され、ダイズ褐色輪紋病が適用病害となっている。

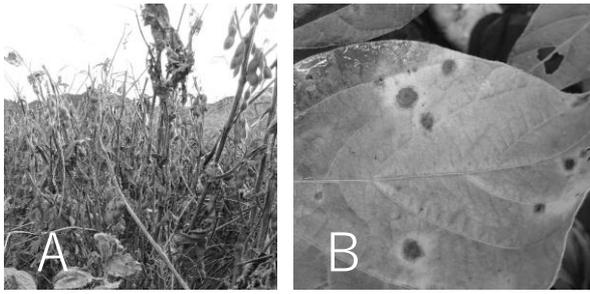


図1 ダイズ褐色輪紋病の症状  
A：早期落葉したダイズ  
B：葉の病斑

表1 中耕時期と褐色輪紋病の発病の関係(R3年)

中耕時期	発病葉率(%)	発病度
播種後15日	35.7	8.8
播種後34日	39.5	10.7
無処理	61.6	16.0

播種:6月10日。中耕を播種後15日に1回もしくは播種後34日に1回行った。調査は8月27日に、株の全葉について以下の基準で行った。  
発病度 =  $100 \Sigma (\text{程度別発病葉数} \times \text{指数}) / (5 \times \text{調査葉数})$  発病程度  
基準 1:病斑面積率~0.9%, 2:1~4%, 3:5~24%, 4:25~49%, 5:50%~

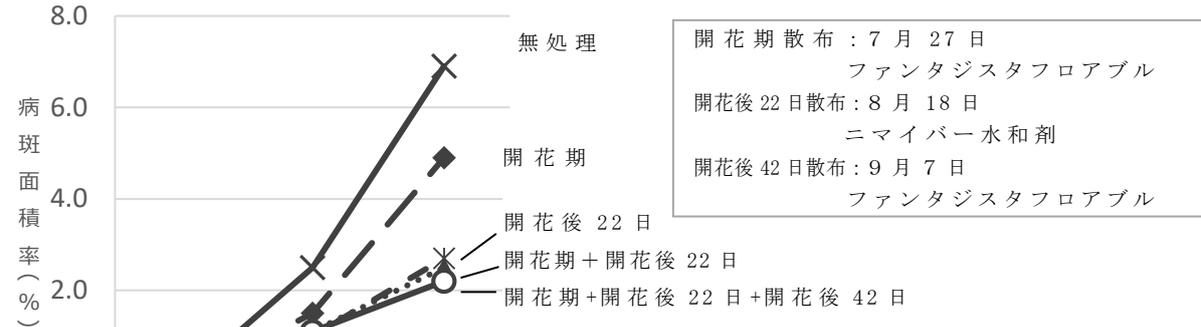


図2 農薬の体系散布による褐色輪紋病の防除効果 (R4年)  
播種:6月10日。7月22日に発病株を12㎡あたり1株ほ場に移植し、発病を促した。開花:7月27日。各区0~3回の散布を行った。病斑面積率は各株の上位、中位、下位の1小葉を調査し、平均を算出した。  
( )内は散布日を表す。

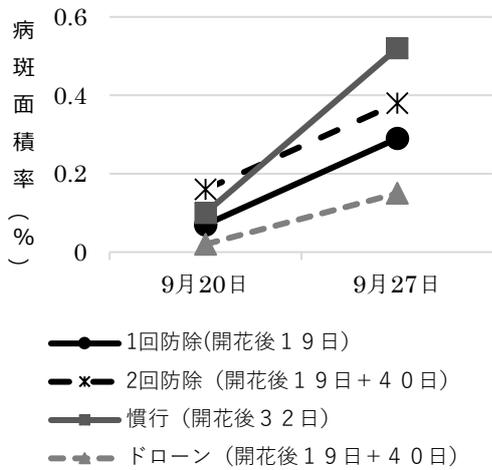


図3 慣行防除より早期の散布時期、異なる回数・散布方法におけるダイズ褐色輪紋病の発病の推移 (R6現地試験)  
播種:6月17日。開花:8月1日。調査は9月20日、9月22日に行った。病斑面積率は各株の上位葉・中位葉・下位葉を3小葉ずつ調査し、平均を算出した。

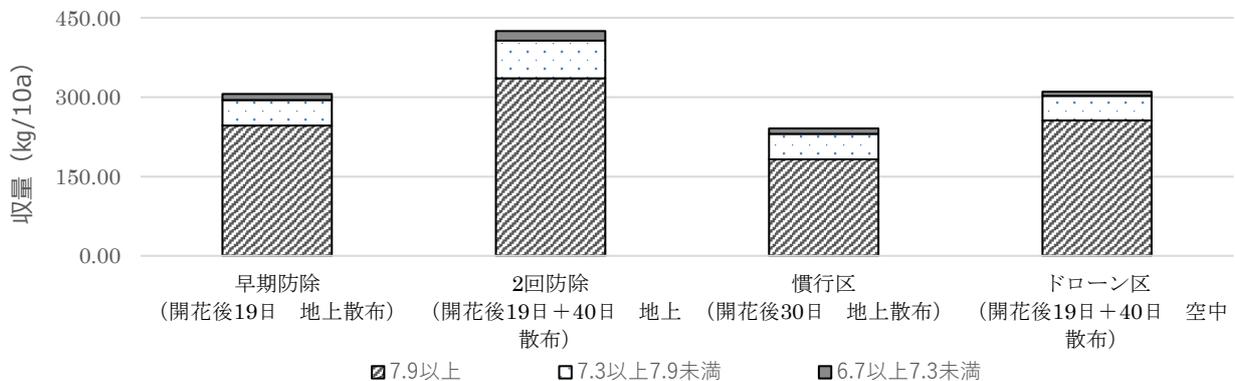


図4 慣行防除より早期の散布時期、異なる回数・散布方法におけるダイズ粒径別収量 (R6現地試験)  
耕種概要は図1に同じ。11/7に収穫し、乾燥後脱穀したものを粒径別に調査した。

# スマート農機を導入可能とするナシV字棚の改良

農業技術研究室 藤重 椎菜

## 背景

近年、スマート農機による作業の効率化が進められている。しかし果樹栽培では、果樹棚の支柱やアンカー、ひかえ線などの障害物が影響し、スマート農機の普及が困難な状況にある。

そこで、山口県で開発された「改良むかで整枝」等新たな整枝方法およびスマート農機の組み合わせにより、スマート農機を導入可能とする果樹棚の開発が望まれている。

## 目的

今後果樹園でも普及性が見込めるスマート農機の導入を想定し、棚線や支柱、アンカーの少ない棚の形状へ改良するため、果樹棚を試作し、強度・作業性を確認する。

## 具体的な成果

### 1 果樹棚資材の検討

- (1) 独立した棚の基礎として、東京戸張製のロケットアンカーは捻りや、横からの力には強いが、引き抜き強度は低い。
- (2) GTスパイラル製のGTスパイラル杭は、そのままでは回転して引き抜けてしまうが、回転防止の羽を付けることで引き抜き強度が高くなる。

### 2 果樹棚の設置

- (1) ミニバックホー装着のブレーカーを用いて基礎となるGTスパイラル杭を打ち込み、支柱を立て、クランプを用いて支柱と棚パイプを固定した(図1)。

### 3 果樹棚の強度・作業性の確認

- (1) 独立した支柱の構造では十分な強度が得られないが、隣の支柱と接続した構造にすることで強度の確保ができる(図2、表1)。
- (2) スマート農機(ロボット草刈機)の作業性は、支柱が少なくアンカーもない構造のため、スムーズに動き、問題ない。

### 4 棚の資材費の検討

- (1) 新棚の資材費は、従来の改良むかで整枝棚と比較すると、78%まで削減できる(表2)。

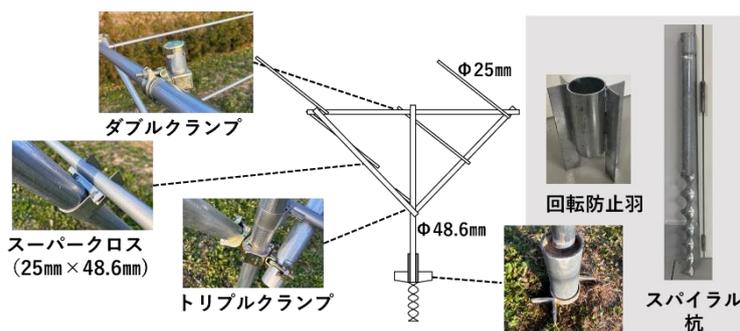


図1 支柱の構造



# 「通信型マルドリシステム」における新たな養水管理技術の開発

柑きつ振興センター ○岡崎芳夫 前濱裕也

## 背景

本県のカンキツ産地は、高齢化が著しく進み、生産量はピーク時の5%以下まで減少しており、産地維持のためには担い手への園地の基盤整備と集積による規模拡大が急務である。大規模経営での収量・品質の高位平準化と省力化を可能とする技術の開発が必要である。

## 目的

遠隔操作が可能な通信型マルドリシステムは「メインユニット」と「サブユニット」で構成され、メインユニットは液肥の量や濃度の調節、サブユニットは、液肥を定時に供給する役割を担う（図1）。本システムを基盤整備園地へ導入するため、サブユニットの低コスト化を図るとともに、各種センサーの接続により、園地の見える化と自動制御を進め、新規就農者等でも省力かつ高品質安定生産を可能とする技術を開発する。

## 具体的な成果

サブユニットの圧力計を除き、安価な電磁弁にすることで、製造コストを40%下げることができる（図2）。

液肥の有無確認のため設置していたECセンサーの接続部から漏水することや数値が安定しないことから、ECセンサーに変えてタンクへの水位計の設置により、水位を常時計測し液肥の施用状況を確認することで漏水等のトラブルのない安定したシステムになる。タンクの液肥残量を「残量少」、「要補充」など、ホームページやLINE通知できる（データ省略）。

水ポテンシャルセンサー（METER社 CDC-TEROS-21）からpF値と体積含水率が測定でき、これを通信型マルドリのサブユニットに接続し、各園地のpF値が測定可能となる。また、測定値を保存できるようにし、可視化システムのホームページで確認することができる（図3）。

無降雨日数と水ポテンシャルセンサー値から、過乾燥時に追加灌水するシステムを構築できた（図4）。

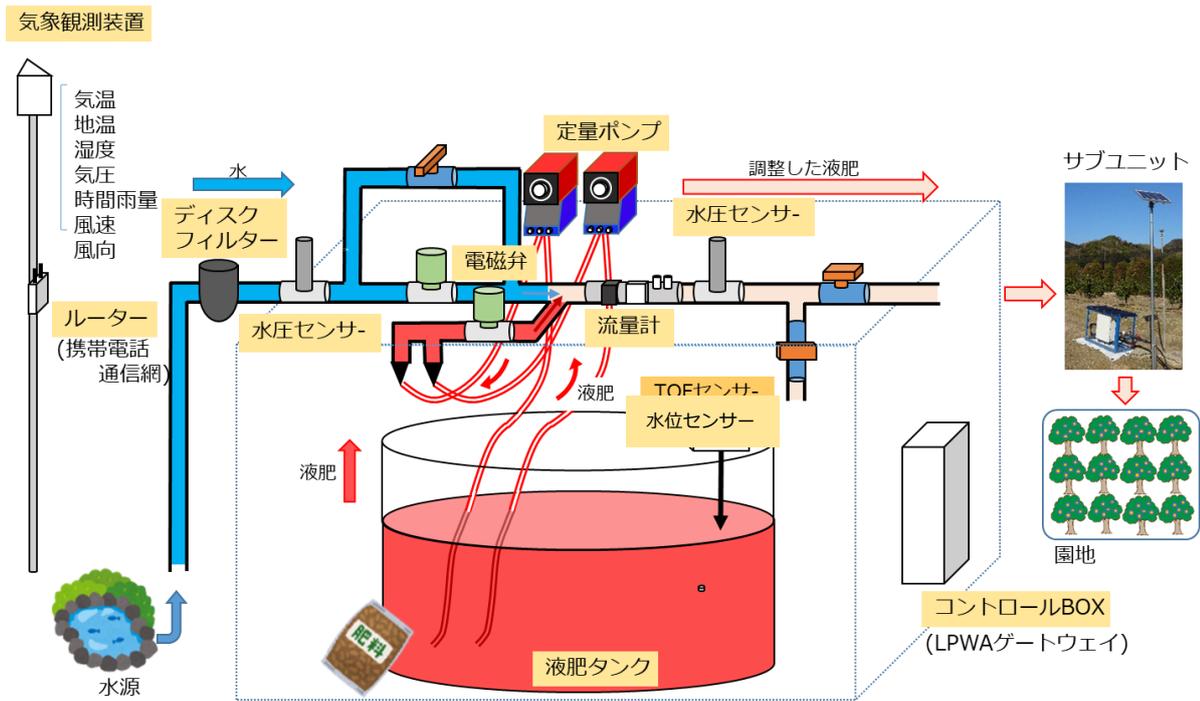


図 1 通信型マルドリシステムメインユニットおよびサブユニット



図 2 低コストサブユニット

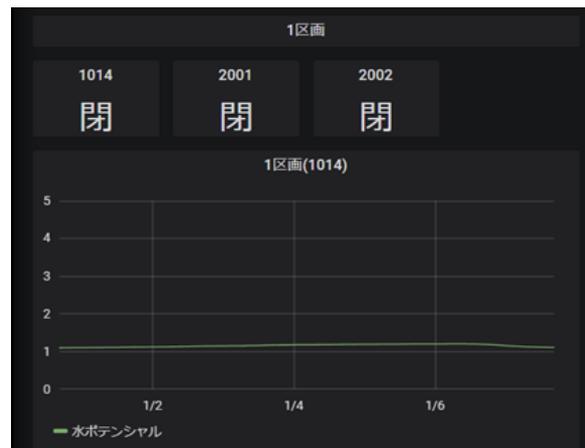


図 3 可視化システムから各園地の  
土壌 pH 値が確認可能

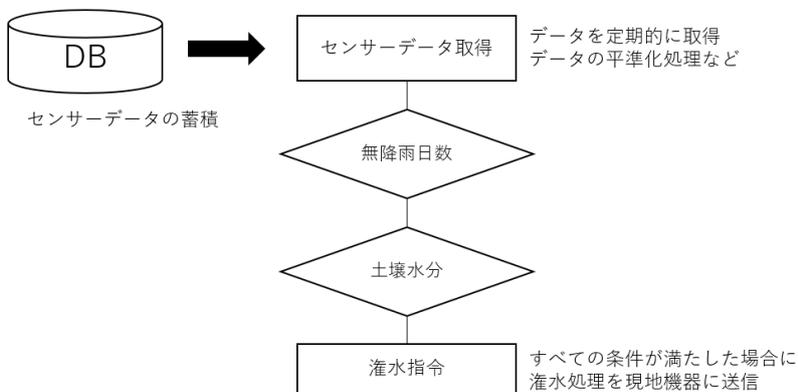


図 4 自動追加灌水フロー図

# ロボット草刈機による果樹園除草の省力化

農業技術研究室 藤村 澄恵

## 背景

県内の果樹生産者の減少や高齢化が進む中、果樹生産の維持拡大を図るためには、園地の特性に応じた作業負担の軽減が不可欠となっている。このような状況の中、近年は生産者の労働負担を軽減するスマート農機の開発が進んでおり、傾斜や凹凸の多い果樹園で使用可能な製品も市販化されている。

## 目的

果樹園の管理で重労働となり生産者の負担となっている除草作業について、ロボット草刈機の走行性能を把握し、除草作業の省力効果を明らかにする。

## 具体的な成果

- 1 果樹園におけるロボット草刈機の走行性能の把握
  - (1) 本試験では、和同産業株式会社のロボット草刈機「KRONOS」を果樹園に導入し、走行性能を確認した（図1）。
  - (2) 草丈が高いとロボット草刈機は停止してしまい除草効率が下がるため、草が伸びる前、またはモアで短くする等の準備をしてからロボット草刈機を始動すると効率よく除草できる（図2）。
  - (3) 除草開始から完了までの期間は、雑草の種類や大きさ、また、ロボット草刈機の作業回数やエラーによる停止回数等に影響され、25aの果樹園では10日程度必要である（図3）。一度除草が完了するとその後ロボット草刈機を継続して使用すれば、雑草の成長する夏場でも短い草丈を維持することができる。
  - (4) 充電ステーションはエリアワイヤーから半径100m以内に設置すれば信号を受信できるため、充電ステーションの設置方法を工夫することで、段差や障害物がないほ場では、50aのナシ園をロボット草刈機1台で除草できる（図4）。
- 2 ロボット草刈機の利用方法の検討
  - (1) ナシの成木園および幼木園（どちらも平棚とV字ジョイント整枝棚）、ブドウの幼木園（トンネルメッシュ栽培棚）、モモおよびクリ園でロボット草刈機を使用する際に発生したトラブル事例を収集し、対応策を検討した。
  - (2) 1台のロボット草刈機を2園でローテーション使用する場合も2園の合計面積が50aの果樹園で除草効果が維持できる。
- 3 ロボット草刈機の導入効果
  - (1) ナシ園にロボット草刈機を導入することにより年間の除草作業時間が大幅に削減される（表1）



図1 ロボット草刈機



図2 ロボット草刈機が停止した跡



10日



図3 ロボット草刈機導入前と導入10日後の様子



図4 50aのナシ園の除草状況

表2 ロボット草刈機の導入により削減される除草時間

<平棚栽培/10a ※幼木園>

作業	時間(分)	回数	年間作業時間
トラクター除草	60分	9回	9時間
刈払機	50分	9回	7時間30分
合計			16時間30分

※農林総合技術センターほ場：12a

表1 ロボット草刈機のトラブル事例と対処法の検討

トラブル例	対処法の検討
果樹棚支柱やアンカーに引っかかり停止	柵やブロックの設置
斜めの支柱に上り停止	
紐や刈草、ワラが刃に絡んで停止	除去、敷ワラの細断
障害物にぶつかり停止または反転・横転	障害物の除去
穴にはまって停止・横転	穴の埋め戻し
夏季高温による充電能力の低下	バッテリーの日よけ

# イチゴ・トマト画像による LAI※・開花数の推定

農業技術研究室 野菜研究グループ 原田浩介

## 背景

新規就農者等がベテラン生産者と同様に高い生産性を安定的に実現するためには、植物の生育を正しく把握することが必要となるが、経験と高い技術が必要となる。近年急速に発展している AI 画像認識技術を用いることで、植物の生育状態を数値化し、生育変化等の把握が容易となることが期待される。

## 目的

定点等の簡易カメラ画像により LAI、開花数を数値化することにより、季節に応じた適切な植物体管理の指標とするとともに、生育バランス等の評価や出荷ピーク予測に活用する。

## 具体的な成果

- (1) イチゴ・トマトを上方から撮影した群落画像と生育調査で算出した LAI を AI に学習させることで、群落画像から LAI が推定可能となる (図 1、2)。
- (2) イチゴの花の画像を AI に学習させることで、イチゴの群落画像から開花数が計測可能となる (図 3)。
- (3) AI 学習を基に作成した CNN※※モデルを用いて画像からイチゴの LAI・開花数を計測する Python プログラムを作成した。本プログラムを活用することで、PC やサーバー上で画像から LAI・開花数を計測・数値化することが可能となる (図 4)。

※ LAI : 葉面積指数。栽培面積あたりの葉面積の割合を示すもの。

※※ CNN : 畳み込みニューラルネットワーク。主に画像認識のための機械学習に活用される、人の脳神経を模した「ニューラルネットワーク」の一種。

本研究は山口大学大学院創成科学研究科 荊木研と共同で実施している。

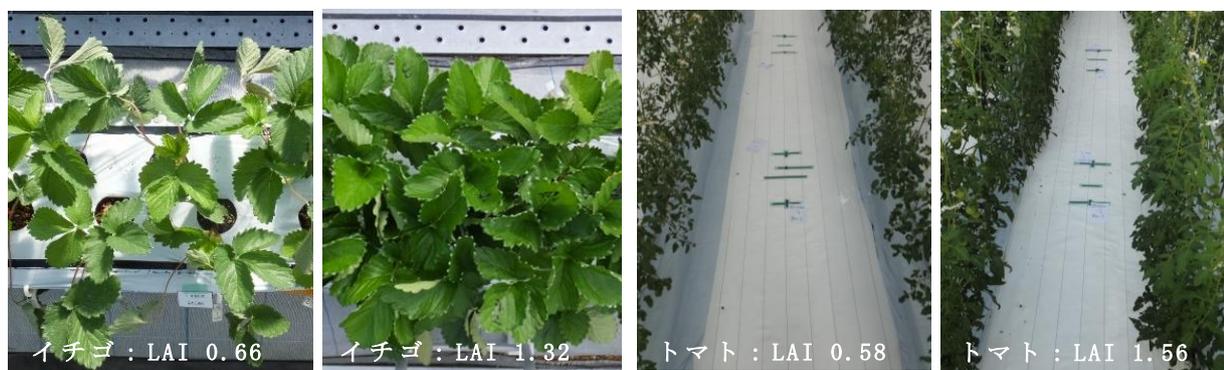


図 1 イチゴ・トマト LAI 推定に向けた AI 学習素材の例

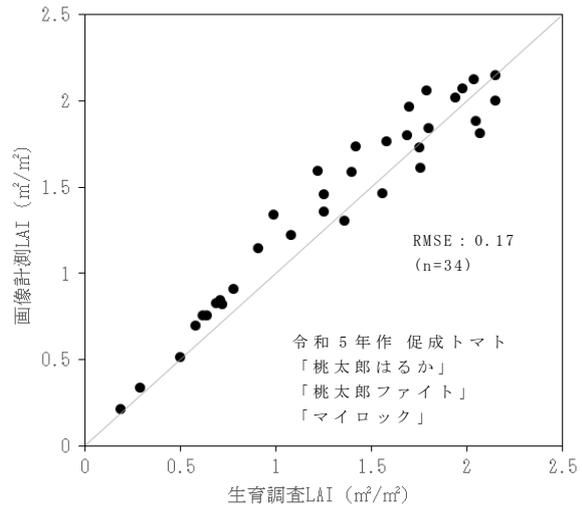
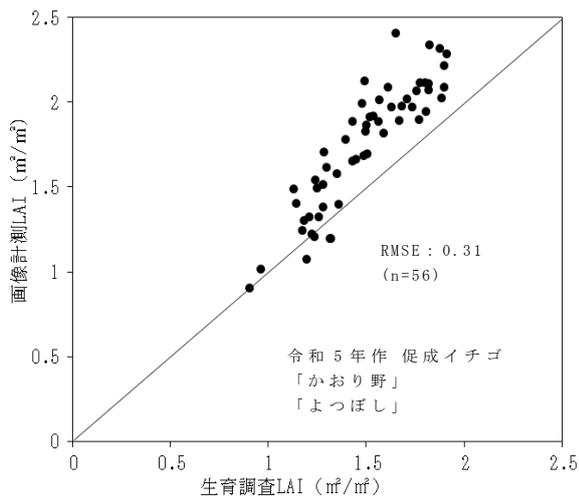


図2 イチゴ・トマト群落画像から推定したLAIと生育調査値の関係

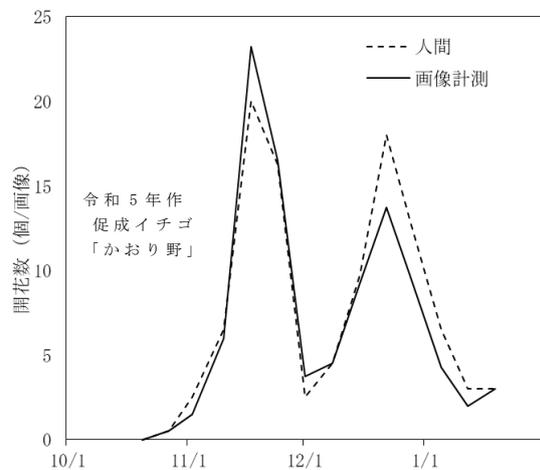
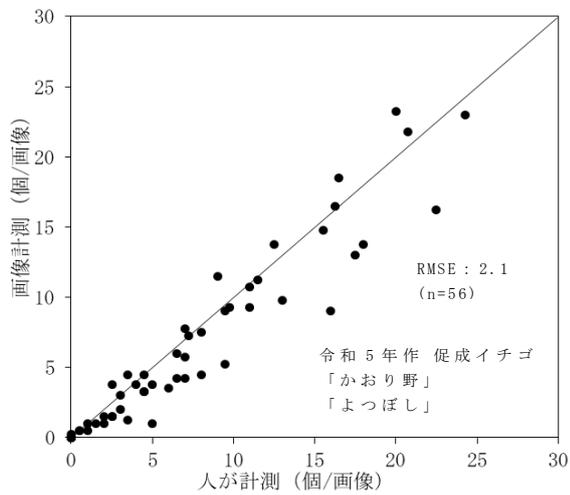


図3 イチゴ群落画像から推定した開花数と人の目による計測値の関係



- ① 植物部分を抽出
- ② 植物部分の投影面積比※ (A)を算出  
※ 画像中に植物が占める面積の割合
- ③ ①の画像から、葉面積変換係数 (B)を予測
- ④ 投影面積比 (A) × 葉面積変換係数 (B)を計算して、LAI を算出

図4 pythonプログラムによるLAIの計算手順

# 根こぶ病抵抗性品種「CR はなっこりー1号」の育成

農業技術研究室 藤井 宏栄

## 背景

近年はなっこりー一産地において土壌伝染性病害の根こぶ病が大きな問題となり、生産に大きな影響を及ぼしている。ハクサイやキャベツ等で抵抗性品種が開発されているように、はなっこりーにおいても、抵抗性品種の開発が求められている。

## 目的

根こぶ病に抵抗性を持ち、早生性、収量性および省力性といった有用形質が「はなっこりーE2」と同等以上の根こぶ病抵抗性はなっこりーを育成する。

## 成果

- (1) 根こぶ病抵抗性遺伝子 (CRb) を持つハクサイ品種と「はなっこりーE2」を交雑し、その後、連続戻し交雑と選抜によって「CR はなっこりー1号」を育成し、2024年5月に品種登録申請、同年8月に出版公表された(図1)。
- (2) 育成系統は早生品種で「はなっこりーE2」と同時期に収穫でき、同程度以上の収量性が期待できる。また、収穫花茎の伸長性が良く収穫時の開花率も低いことから、調製作業時の花摘みの軽減が可能な省力品種である(表1)。
- (3) 根こぶ病の汚染圃場においても根こぶ病の発生はないため、根こぶ病による減収はない(表1、図2)。



図1 第1次側枝の収穫時期における草姿(左)、収穫物(右)

表1 根こぶ病が収量等に及ぼす品種への影響<sup>z</sup> (2023年)

ほ場	品種	収量(kg/a)			1本重(g)			開花率 (%) <sup>v</sup>	
		総収量	L <sup>w</sup>	M	S	平均	M		S
根こぶ病	CRはなっこりー1号	190.7	8.0	166.9	15.9	13.9	16.1	5.1	11.4
汚染ほ場 <sup>y</sup>	はなっこりーE2	118.7	0.0	104.3	14.3	10.8	14.1	4.0	18.8
根こぶ病	CRはなっこりー1号	141.7	0.0	126.6	15.2	13.3	15.0	6.9	15.6
非汚染ほ場 <sup>x</sup>	はなっこりーE2	137.6	0.6	121.5	15.6	11.7	13.3	6.0	26.4

<sup>z</sup> 収穫期間：10/1-11/13

<sup>y</sup> 根こぶ病菌汚染ほ場：菌密度は $5.0 \times 10^6$ 個/乾土1g、適宜灌水により水分条件は良い

<sup>x</sup> 非汚染ほ場の菌密度：検出限界、乾燥状態にあり水分条件が悪い

<sup>w</sup> L：茎茎16mm以上、M：茎径7-16mm、S：茎茎7mm未満

<sup>v</sup> 調製作業（花摘み）が必要な花茎本数の割合を示す

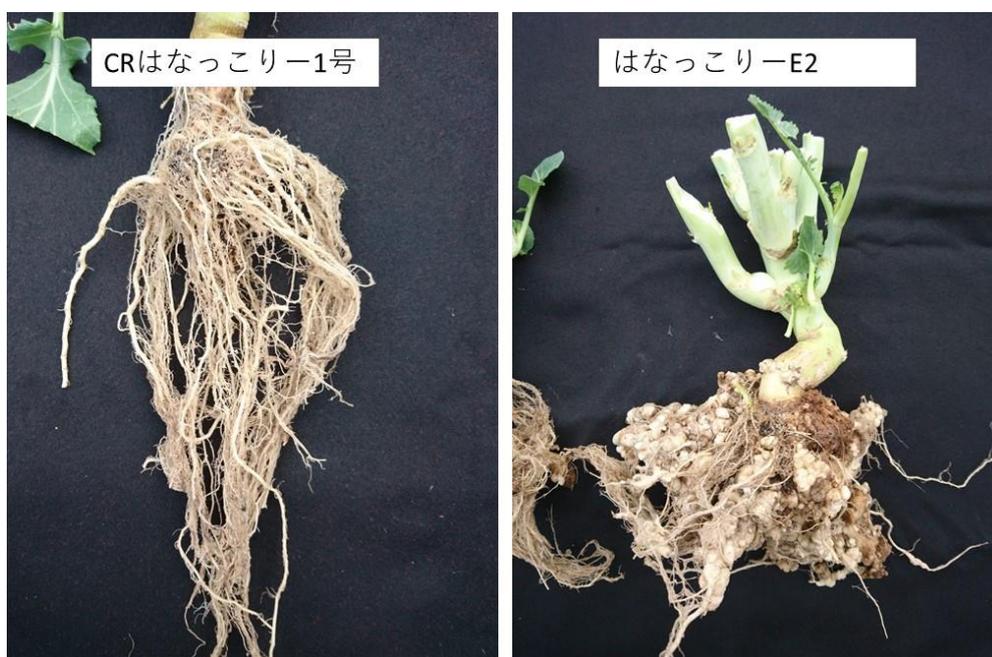


図2 根こぶ病汚染圃場における根こぶ病菌に対する反応

# 陽熱プラス※を組み合わせたタマネギ直播体系の確立

農業技術研究室 森岡 龍治

## 背景

タマネギは山口県露地野菜の主力品目であり、本県の気象や作期等に適した省力技術を積極的に開発して面積拡大を図る必要がある。

タマネギ直播栽培技術は、育苗等の省力化が期待できるが、本州以南では発芽率低下や雑草発生などが影響し普及可能な技術には至っていない。

## 目的

陽熱プラスや発芽率向上対策を実施することで、タマネギ直播栽培体系を実用可能な技術に仕上げる。

## 具体的な成果

- 1 陽熱プラスと直播後の畝間灌水を組み合わせた現地試験ほ場での出芽率は、85.3%（令和5年）、80.4%（令和6年）であった（表1）。
- 2 現地試験ほ場での令和6年産の収量は、乾燥前調製重量で6.5t/10aであった（表1）。
- 3 播種深度1～4cmにおいて、播種後の畝間灌水なしかつ少雨乾燥条件下（令和5年）では、播種深度が深くなるにつれて出芽率が向上した。播種後の畝間灌水実施かつ多雨条件下（令和6年）では、有意差はみられなかった（図2）。
- 4 陽熱プラス実施区では、無処理区と比較して雑草発生を抑えることが可能であった（図3）。

※ 陽熱プラスとは、畝たて後、太陽熱土壌消毒の実施による消毒効果や養分供給効果の見える化を組み入れた圃場管理技術（農研機構等が開発）。

表1 現地（山口市南部）試験耕種概要

	令和6年産	令和7年産
太陽熱土壌消毒期間	令和5年7月28日～ 10月10日	令和6年7月31日～ 10月10日
播種日	10月10日	10月10日
供試品種	「ターザン」	「ターザン」
播種深度	2cm	2cm
株間	8cm	10cm
出芽率	85.3%	80.4%
畝間灌水実施日	10月11日	10月11日
中耕除草実施日	1月12日	11月18日、12月12日
収穫日	令和6年5月23日	令和7年5月中下旬予定
収量	6.5t/10a	



図1 現地試験の様子

※ 左から、畝たて同時マルチ、直播、中耕除草、収穫時

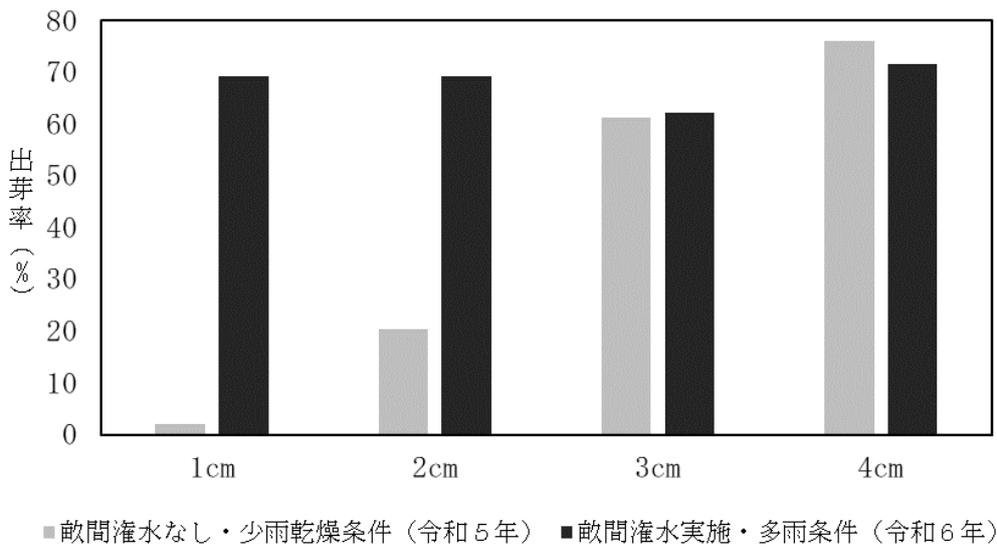


図2 播種深度別出芽率 (山口県農林総合技術センターほ場)

※ 播種後25日目 (令和5年)、23日目 (令和6年) に調査

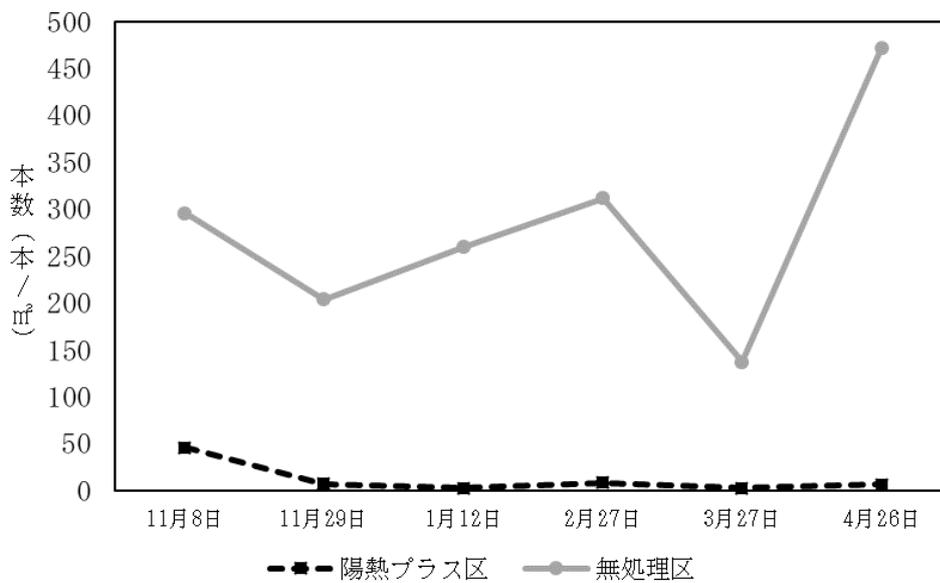


図3 令和6年産現地試験ほ場の雑草本数 (本/㎡) の推移

※ 令和5年11月～令和6年4月で計6回調査

# “純白極早生” および “盆出荷向け” リンドウ新品種の育成

農林業技術部花き振興センター

○藤田淳史・藤田見幸・岡田知子<sup>\*1</sup>・川野祐輔<sup>\*2</sup>・野村和輝<sup>\*3</sup>・  
友廣大輔<sup>\*1</sup>・尾関仁志<sup>\*4</sup>

## 背景

山口県では、リンドウを中山間地における収益性の高い有望な品目と位置付け、これまでにオリジナルリンドウ「西京シリーズ」5品種を育成し、生産振興を図っている。今後、収量増加を図るために生産性の高い品種の育成が求められており、特に既存品種とは収穫期や花色の特性の異なる品種の育成により、5月から10月までの継続出荷実現、および品種バリエーション充実による出荷量の増加が期待されている。

## 目的

既存品種とは収穫期や花色の特性の異なる生産性の高い品種を育成する。

## 具体的な成果

### 1 系統名「20S43」の育成

#### (1) 育成経過

- ・平成29年～令和2年：組み合わせ能力検定を実施し、6月中旬から7月上旬まで開花性を有する有望系統として選抜
- ・令和3年～令和4年：生産力検定試験により選抜
- ・令和4年～令和6年：県内現地試験ほにおいて生産力検定を行い最終選抜

#### (2) 育成品種の特性

- ・花色は純白系である（写真1、表1）。
- ・花色、草姿等の形質のばらつきは並程度で、花段数が5段以上である（表1、2）。
- ・開花盛期は6月中旬から6月下旬である（表2、3）。
- ・開花期の花弁着色不良症状は認められない（表2）。
- ・収量性は「西京の夏空」に比較し、同程度である（表3）。

#### (3) その他

- ・「西京シリーズ」の純白極早生品種としてラインナップし、令和8年度からの産地普及を目指す。

### 2 系統名「20S16」の育成

#### (1) 育成経過

- ・平成29年～令和2年：組み合わせ能力検定を実施し、8月上旬から8月下旬まで開花性を有する有望系統として選抜
- ・令和3年～令和4年：生産力検定試験により選抜
- ・令和4年～令和6年：県内現地試験ほにおいて生産力検定を行い最終選抜

#### (2) 育成品種の特性

- ・花色は明るい青紫系でくすみがない（写真2、表1）。
- ・花色、草姿等の形質のばらつきは少なく、生育旺盛である（表1、2）。
- ・開花盛期は8月上旬から8月中旬である（表2、3）。
- ・開花期の花弁着色不良症状は認められない（表2）。
- ・収量性は「西京の夏空」に比較し、同等以上である（表3）。

#### (3) その他

- ・「西京シリーズ」の盆出荷向け品種としてラインナップし、令和8年度からの産地普及を目指す。

※1 現山口農林水産事務所、※2 現美祢農林水産事務所、※3 現農業振興課、  
※4 現企画戦略部



写真1 系統名「20S43」



写真2 系統名「20S16」

表1 育成品種の主な形質<sup>z</sup>

系統	花色	花冠裂片の 表面の色 <sup>y</sup>	花冠の外面 上部の色 <sup>y</sup>	花冠の 形	花冠の 長さ (mm)	花筒部 の直径 (mm)	頂部の 着花数	着花中 中央節の 着花数	均一性 <sup>x</sup>		
									花色	花器	草姿
20S43	白	NN155C	NN155C	釣鐘形	44.0	15.1	12.3	5.7	5	4	3
20S16	明青紫	95A	95A	釣鐘形	36.6	14.3	9.6	4.2	5	5	4

<sup>z</sup>柳井市新庄における露地2年目株での調査（令和4年）

<sup>y</sup>RHSカラーチャートによる

<sup>x</sup>達観による形質揃いの評価：5良，4やや良，3並，2やや不良，1不良

表2 育成品種の2年生株における栽培特性<sup>z</sup>

系統	開花開始日 <sup>y</sup>	平均開花日	草丈 (cm)	花段数	茎径 (mm)	収穫可能本数 (本/株) <sup>x</sup>	出荷規格内訳(%) <sup>w</sup>			欠株率 (%)	花卉着色不良 症状発生率(%)
							L	M	S		
20S43	6月7日	6月14日	88.4	5.3	4.7	5.2	28.6	57.1	14.3	7.8	0
20S16	8月7日	8月17日	103.6	4.8	5.2	8.3	57.0	24.5	18.5	0	0

<sup>z</sup>柳井市新庄における露地2年目株での調査（令和4年）

<sup>y</sup>開花数が全切り花数の10%に達した日

<sup>x</sup>草丈60cm以上かつ花段数3段以上の茎数

<sup>w</sup>草丈、着花節数により分類 L:80cm以上かつ5段以上、M:70cm以上80cm未満かつ4段、S:60cm以上70cm

表3 育成品種の2年生株における栽培特性（現地調査）<sup>z</sup>

品種系統	開花開始日 <sup>y</sup>	平均開花日	草丈 (cm)	花段数	収穫可能本数 (本/株) <sup>x</sup>	欠株率 (%)
20S43	6月18日	6月21日	99.2	5.8	5.8	0
20S16	8月3日	8月10日	130.4	6.3	11.2	0
西京の夏空	7月20日	7月26日	118.2	4.4	6.4	0

<sup>z</sup>周南市大潮における露地2年目株での調査（令和4年）

<sup>y</sup>開花数が全切り花数の10%に達した日

<sup>x</sup>草丈60cm以上かつ花段数3段以上の茎数

# 新たな品種等の導入による低コスト再造林技術の確立

林業技術研究室 ○岸ノ上克浩、大池航史

## 背景

戦後に造成されたスギ・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ためには、伐採後の再造林を確実に実施する必要がある。その推進には再造林・保育経費の低コスト化が急務となっている。

## 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再造林・保育経費の低コスト化を図る。

※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。

## 具体的な成果

### 1 特定苗木の生育調査

スギ・ヒノキ特定苗木を植栽し、隣接地の精英樹（従来品種）と成長量を比較すると、スギ特定苗木の樹高はスギ精英樹の2.19倍の成長を示し、ヒノキ特定苗木の樹高はヒノキ精英樹の1.2倍の成長を示した（図1）。

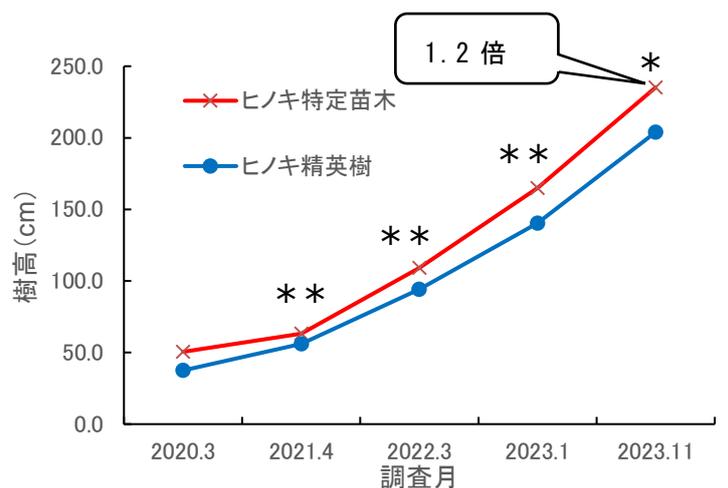
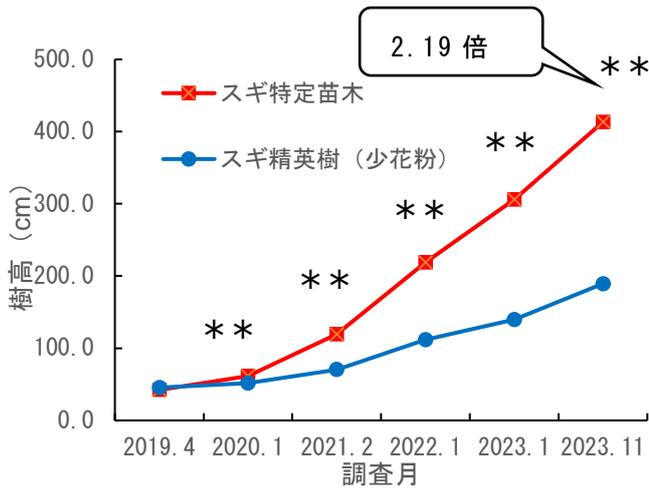
スギ・ヒノキ特定苗木について、毎年下刈りを実施する「実施区」と年によって下刈りを省略する「省略区」に試験地を分けて成長量を比較した結果、下刈りを省略しても樹高成長量が低下しないことが確認された（図2）。また、同試験地における植栽木と周辺植生の競合状態のプロット調査では、下刈り直前の時期に、植栽木の樹高が周辺植生を上回る個体が、スギ特定苗木の「省略区」で80%以上、ヒノキ特定苗木の「省略区」で100%を占め、周辺植生の上方被圧が少ない状態にあり、下刈りを省略しても樹高成長量に影響が見られなかった。

これらの結果から、特定苗木の下刈り省略によるコスト削減は可能であることが示されたが、周辺植生との競合関係など植栽地の条件に応じて、下刈り省略の可否を判断する必要があることが確認された。

### 2 早生樹の生育調査

センダンは、特に土壌肥沃度の高いとされる耕作放棄地での成長が顕著であり、山間部のものと比較すると、樹高は2.27倍の成長を示した（図3）。

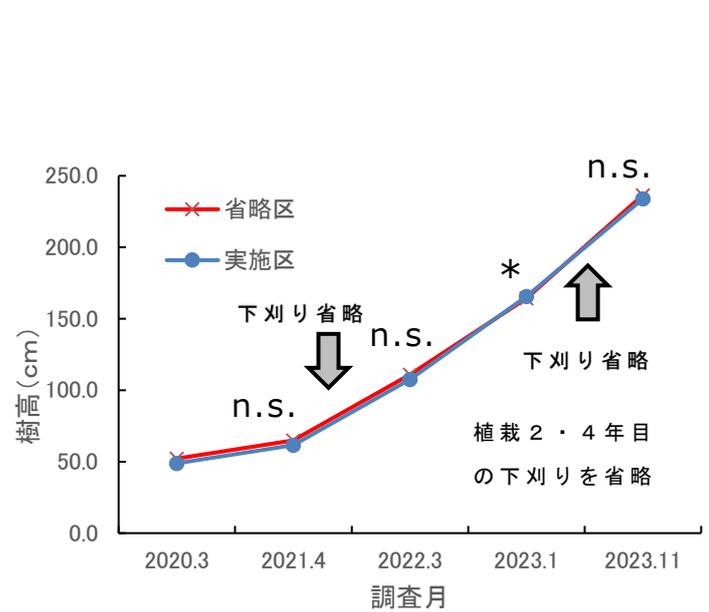
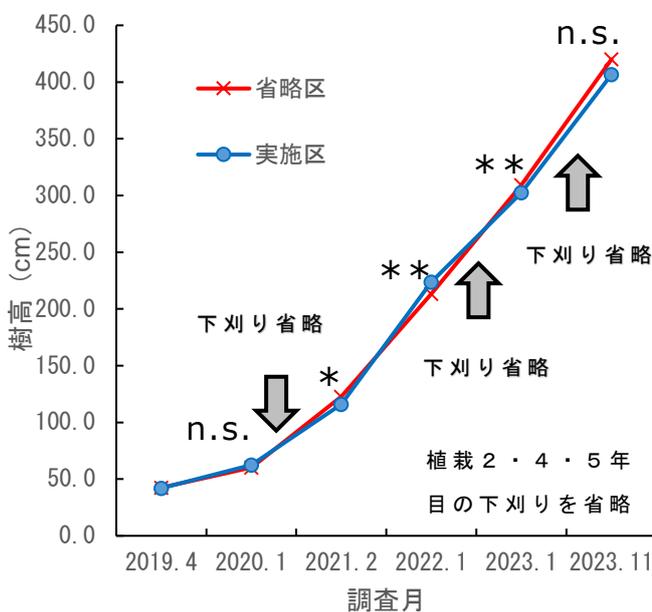
コウヨウザンの樹高成長量を、同試験地のスギ特定苗木などと比較した結果、スギ特定苗木を上回る旺盛な成長が確認された（図4）。



樹高成長量 (スギ)

樹高成長量 (ヒノキ)

図1 スギ・ヒノキ特定苗木とスギ・ヒノキ精英樹の成長量比較 (基盤ヶ嶽試験地)



樹高成長量 (スギ特定苗木)

樹高成長量 (ヒノキ特定苗木)

図2 スギ・ヒノキ特定苗木植栽試験地における下刈り「実施区」と「省略区」の樹高成長比較 (基盤ヶ嶽試験地)

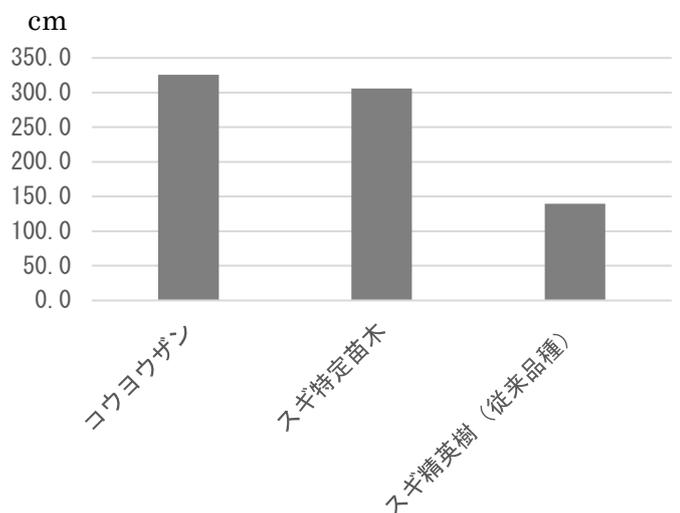
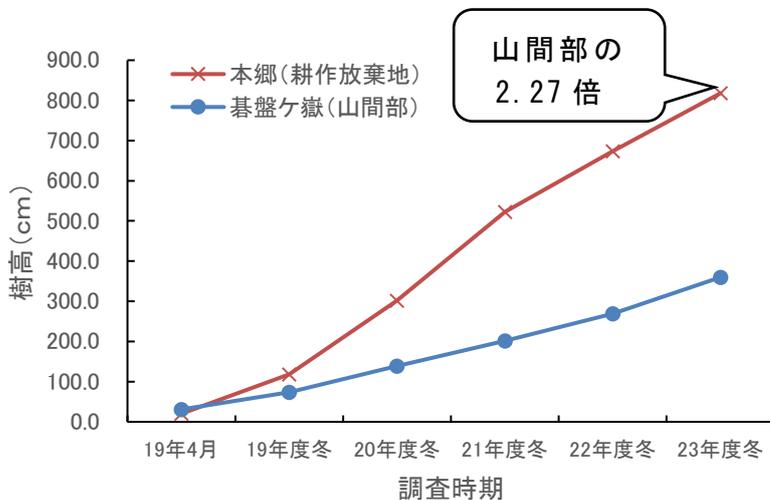


図3 センダン植栽試験地における「耕作放棄地」と「山間部」の樹高成長比較

図4 基盤ヶ嶽試験地における樹高成長比較 (4成長期目)

# 自動化・無人化技術を活用した林業技術体系の構築

林業技術研究室 川元 裕・岸ノ上克浩・山田隆信

## 背景

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

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林業機械の導入が始まっている。

## 目的

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、普及に期待がかかる下記機械について、新しい作業システムの確立または既存の作業システムに組み込み効率的な運用方法を明らかにする。

### ➤ 多目的造林機械

地拵えから下刈りまでの機械化を目的に、アタッチメントの交換により根株の切削、植え穴掘り、下刈りを1台でまかなうために開発された。斜面勾配30度まで林地走行が可能で、夏季の過酷な刈払い機作業の代替が期待される。

### ➤ ウィンチアシスト機械（テザー）・ラジコン式伐倒作業車

伐木作業等の機械化・無人化を目的に開発された。林業死亡災害の大半を占めるチェーンソー伐木作業の代替が期待される。

## 具体的な成果

- 1 地拵え・植栽・下刈り工程の無人化について
  - ドローン空撮、QGIS、スマートグラスの活用により、地拵え・植栽・下刈り工程を人力から多目的造林機械による作業に代替できる。
  - 試験区における作業効率（人/ha）は、対照区の45～66%であった。
  - 多目的造林機械等による一連の作業の結果、雑草木の繁茂が抑制される効果が認められ、下刈り回数・面積の削減が期待できる。
  - 今後の課題は、事前作業（空撮・QGIS等）をできるだけ自動化するためのソフトウェア開発及びオペのスマートグラスの負担軽減である。
- 2 伐木工程の無人化について
  - テザーによるアシストを受けたハーベスタ等は森林作業道でなくても十分作業でき、既存の高性能林業機械による伐木作業の機械化が可能であることがわかった。
  - ラジコン式伐倒作業車を組み込んだ伐出作業システムは、国が目標とする労働生産性の達成の可能性があることがわかった。

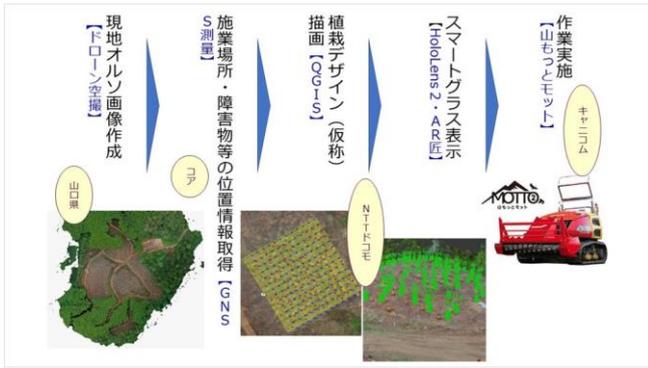


図1 地拵え～下刈りの実行手順



図2 植栽デザイン



図3 スマートグラス視界

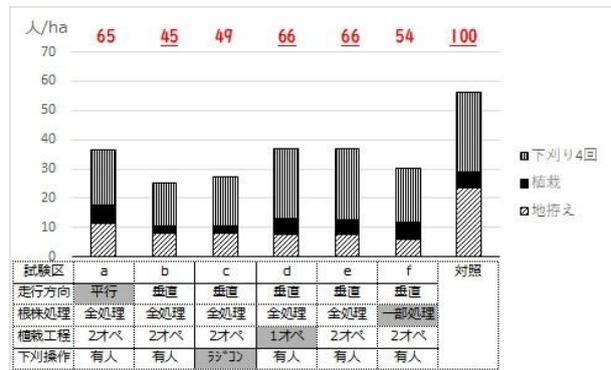


図4 3工程トータル作業効率



図5 ウインチアシスト機械（左）



図6 アシスト中のハーベスタ



図7 ラジコン式伐倒作業車の伐倒



図8 コンビネーション作業

# 地鶏「長州黒かしわ」の香りと風味に関する研究

農林業技術部 経営高度化研究室

村田 翔平

## 背景

地鶏「長州黒かしわ」の肉は、香りや風味<sup>1)</sup>が優れると評価されているが、詳細な特性は解明されていない。また鶏肉の香気生成には加熱時のメイラード反応<sup>2)</sup>が強く影響するが、地鶏肉の香気特性とメイラード反応の関係性については不明な点が多い。

## 目的

「長州黒かしわ」の肉について、官能評価<sup>3)</sup>によりブロイラーとの比較を行いその香気特性を明らかにするとともに、理化学分析によりメイラード反応速度を解析し、香気特性とメイラード反応の関係性について検証する。

## 具体的な成果

### 1 焼き調理時の「長州黒かしわ」の香気特性（表1、2）

焼き調理において「長州黒かしわ」の胸肉はブロイラーよりも、「香ばしい肉の香り」や「香ばしいお菓子の香り」、「鶏らしい風味」が強い。一方で、「長州黒かしわ」のもも肉はブロイラーよりも「ロースト様の香り」と「ロースト様の風味」が強い。

### 2 メイラード反応速度解析（図1）

「長州黒かしわ」の胸肉にはメイラード反応基質であるグリコーゲンが多く含まれ、加熱時のメイラード反応速度が速い。すなわち、「長州黒かしわ」のメイラード反応速度の速さが胸肉の香ばしさの生成に寄与している。

一方で、もも肉においては、「長州黒かしわ」よりもブロイラーの方がメイラード反応の基質となるグリコーゲンを多く含み、加熱時のメイラード反応速度が速い。すなわち、「長州黒かしわ」のもも肉のロースト様の香りと風味はメイラード反応産物以外の香気成分が寄与していると考えられる。

1) 香り：食品を口に入れる前に鼻で感じるにおい、風味：食品を口に入れたときに口から鼻に抜ける香気から感じるにおい、と定義する。

2) 食品を加熱した際に起こる糖とアミノ酸の反応。食品の褐変や香ばしさの生成に寄与する。

3) 人の感覚によって試料の特性を評価する技術。食品分野では人が臭いを嗅いだり実際に食べて、その香りや食感、味、風味などを評価する。

表 1 焼き調理した「長州黒かしわ」とブロイラーの胸肉の香りと風味の比較

評価項目	
香り	
香ばしい肉の香り	CK>BR
香ばしいお菓子の香り	CK>BR
鶏らしい香り	有意差なし
硫黄の香り	有意差なし
風味	
鶏らしい風味	CK>BR
硫黄の風味	有意差なし

延べ 12 名のパネルが 2 点比較法による官能評価を行い、強く感じた鶏種を選択した。

CK:長州黒かしわ、BR:ブロイラー

表 2 焼き調理した「長州黒かしわ」とブロイラーのもも肉の香りと風味の比較

評価項目	
香り	
鶏らしい香り	有意差なし
ロースト様の香り	CK>BR
香ばしい甘さ	有意差なし
ポップコーン様の香り	有意差なし
焦げた香り	有意差なし
風味	
鶏らしい風味	有意差なし
ロースト様の風味	CK>BR
脂っぽい風味	有意差なし

延べ 22 名のパネルがラインスケール法による官能評価を行い、各項目の強度を評価した。

CK:長州黒かしわ、BR:ブロイラー

### (A) 胸肉



### (B) もも肉



図 1 焼き調理時の「長州黒かしわ」とブロイラーのメイラード反応速度解析 (n=5)

グリコーゲン含量はキットで測定し、吸光度 294nm および 420nm、蛍光強度は加熱後の肉をホモジナイズ後の抽出液を測定した。

CK:長州黒かしわ、BR:ブロイラー

# AIを活用した「やまぐち和牛」超音波肉質診断システムの構築

家畜改良研究室 ○藤田航平、吉村謙一

## 背景

和牛肥育農家は、飼料などの生産資材が高騰する一方、生産物の販売価格が下落基調にあるなど、厳しい環境に置かれており、将来にわたり経営を継続するためには、肥育技術を向上させ、高値で取引される高品質な肥育牛を安定的に出荷することが重要である。

一方、超音波肉質診断技術は、生体の非破壊検査方法の一つとして、肥育牛の産肉形質の発達程度を把握することによる肥育技術の向上や出荷先の食肉市場の特徴に応じた肥育牛の出荷仕向け先決定の一助として生産現場において活用されているが、診断者の習熟度が結果に大きく影響する。

## 目的

経験の浅い技術者でも熟練者と同等の診断が可能となるよう、クラウド上に集積した画像データで学習したAIによる肉質診断システムを構築し、細やかな肥育技術指導に活用する。

## 成果

令和6年12月までに県内肥育農家10戸（畜産技術部含む）で収集した超音波画像（833頭）と食肉市場で収集した枝肉成績（390頭）のデータをAIに学習させてシステムの構築を行った。

- ・ AIによる肉質診断精度を検証したところ、BMSNo.<sup>\*</sup>において、AI診断値との相関係数が0.45であった（図1）。また、熟練者の診断値との相関係数は0.57であった。
- ・ AI診断値とBMSNo.を比較したところ、数値が一致したものが61.7%、数値差が±3以上となったものが14.0%であった（表1）。
- ・ 本技術による省力効果を検証したところ、担当者の診断時間と比較して1頭あたり約1分19秒の短縮された（表2）。

※牛脂肪交雑基準（Beef Marbling Standard）の略で、「脂肪交雑」の評価基準。筋肉内に入ったサシ（霜降り）の程度を表し、1から12の12段階で評価され、12が最良となる。

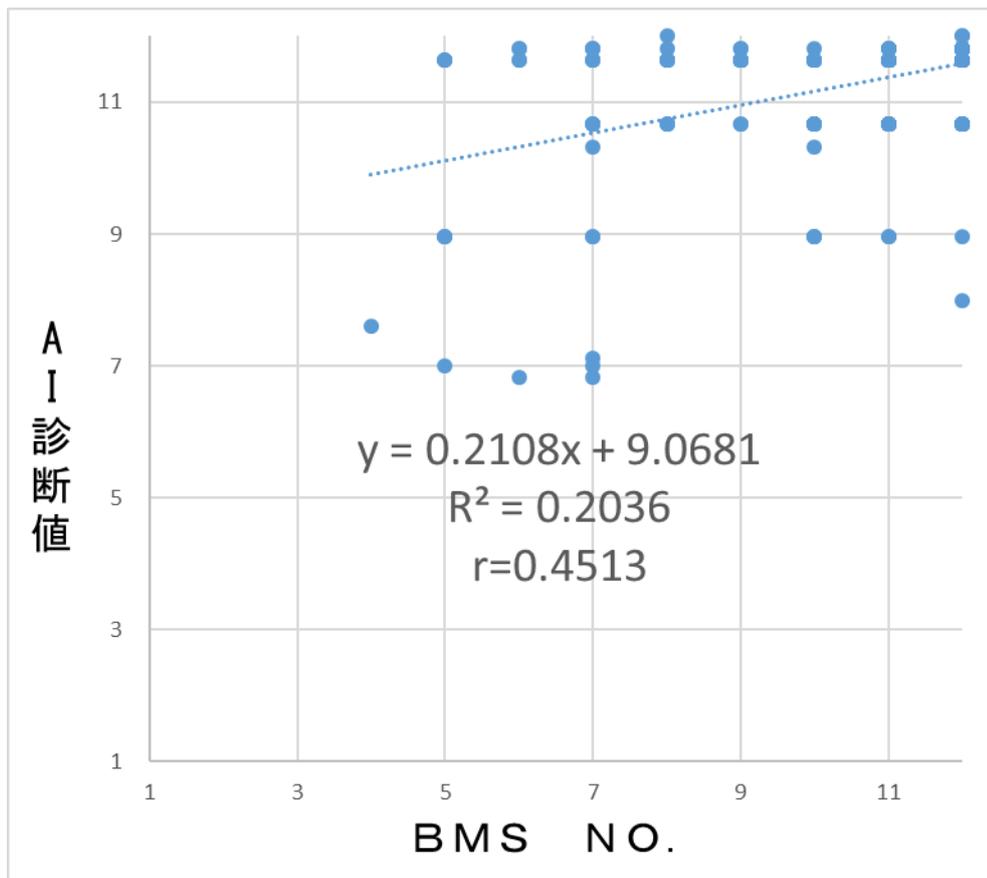


図1 AI 診断値と BMS No. との相関

表1 AI 診断値と BMS No. との比較 : 頭、%

区分	≤ - 3	- 2	- 1	0	1	2	3 ≤
頭数	1	1	3	237	65	27	53
割合	0.3	0.3	0.8	61.7	16.7	7.0	13.7

表2 省力効果の検証 (R6. 11. 18 検証 49 頭調査)

	作業工程	所要時間	1 頭あたりの 所要時間	備考
AI	調査牛データ整理	5 分 32 秒	7 秒	牛情報調査
	AI による解析	45 分 28 秒	56 秒	データ入力、画像解析
	合計	51 分 00 秒	63 秒	
担当者	動画確認	115 分 11 秒	2 分 21 秒	
差		64 分 11 秒	1 分 19 秒	

# 需要に即した飼料自給率の高い黒毛和種肉用牛生産技術の開発

家畜改良研究室 ○吉村謙一、藤田航平

## 背景

国際情勢などの影響で飼料価格は高止まりが継続する中、その多くを輸入に依存する肉用牛肥育経営を取り巻く環境は非常に厳しい状況である。

こうした中、飼料の安定確保や生産コスト削減のため、輸入飼料の代替として、飼料用米やイネWCS等の国産飼料や酒粕等の地域資源を利用する動きがあるものの、利用に当たっては、これまでと同等以上の品質確保が不可欠である。

## 目的

飼料用米やイネWCS等の国産飼料や酒粕等の地域資源への代替(図1)が、肥育牛の発育や産肉成績に及ぼす影響や生産コスト削減効果を検証する。

## 成果

- 1 濃厚飼料の一部を飼料用米で代替した効果【試験1】  
発育や枝肉成績、オレイン酸割合<sup>\*</sup>に差はなく、代替利用が可能(表1)。  
※オレイン酸は不飽和脂肪酸の一つで、融点が16度と低いのが特徴。オレイン酸割合の高い牛肉は口溶けや風味が良いとされている。
- 2 オーツヘイ、稲わらの全量をイネWCS<sup>\*</sup>で代替した効果【試験2】  
発育や枝肉成績、オレイン酸割合に差はなく、代替利用が可能(表2)。  
※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。
- 3 短期肥育<sup>\*</sup>での飼料用米、ライスオイル給与によるオレイン酸割合改善効果【試験3】  
発育や枝肉成績に差はなく飼料用米の代替利用が可能。また、ライスオイル給与によるオレイン酸割合の改善は認められなかった(表3)。  
※一般的な肥育牛は30ヵ月齢前後で出荷されるが、24~26ヵ月齢で出荷(肥育期間を短縮)することで、飼料費の低減及び高回転による飼養頭数増による農家収益向上を目的としている。
- 4 短期肥育での酒粕、イネWCSの代替した効果及びライスオイル増給によるオレイン酸割合改善効果【試験4】  
発育や枝肉成績に差はなく酒粕やイネWCSの代替利用が可能。また、ライスオイル増給によるオレイン酸割合の改善は認められなかった(表4)。

		肥育前期	肥育中期	肥育後期
月齢		8~9	14	20
				30
対照区	濃厚飼料	基礎配合飼料		
		大豆粕	仕上げ用飼料	
		圧ペントウモロコシ		
粗飼料	乾草	稲わら		

		肥育前期	肥育中期	肥育後期			肥育前期	肥育中期	肥育後期		
	月齢	8~9	14	20	30	月齢	8~9	12	18	24~26	
試験1	濃厚飼料	基礎配合飼料				試験3	濃厚飼料	基礎配合飼料			
		大豆粕	圧大麦、粉トウモロコシ				大豆粕	圧大麦、粉トウモロコシ			
		圧トウモロコシ	飼料用米				圧トウモロコシ	飼料用米			
	粗飼料	乾草	稲わら				粗飼料	乾草	稲わら		
試験2	濃厚飼料	基礎配合飼料				試験4	濃厚飼料	基礎配合飼料			
		大豆粕	圧大麦、粉トウモロコシ				酒粕	圧大麦、粉トウモロコシ			
		圧トウモロコシ	飼料用米				圧トウモロコシ	飼料用米			
	粗飼料	WCS	立ち枯れWCS				粗飼料	WCS	稲わら		

図1 飼料給与体系

表1 濃厚飼料の一部を飼料用米で代替 (単位：ヵ月、kg、cm<sup>2</sup>、cm、%)

区分	n	出荷月齢	終了時体重	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	歩留基準値	BMS No.	オレイン酸
試験区	4	27.3	781.5	493.3	59.3	8.9	2.1	75.0	8.3	52.9
対照区	4	27.6	801.0	515.8	67.8	9.8	2.8	75.9	8.8	54.9

表2 オーツヘイ、稲わらをイネ WCS で代替 (単位：ヵ月、kg、cm<sup>2</sup>、cm、%)

区分	n	出荷月齢	終了時体重	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	歩留基準値	BMS No.	オレイン酸
試験区	4	28.0	855.3	556.9	75.5	8.8	3.2	75.3	9.3	57.9
対照区	4	28.6	813.3	517.3	72.3	8.4	2.4	75.7	9.5	56.2

表3 短期肥育で飼料用米、ライスオイル給与によるオレイン酸割合改善効果

(単位：ヵ月、kg、cm<sup>2</sup>、cm、%)

区分	n	出荷月齢	終了時体重	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	歩留基準値	BMS No.	オレイン酸
試験区	3	26.2	736.7	447.5	55.0	7.6	2.7	73.6	6.7	55.0
対照区	3	26.2	693.3	423.7	55.7	7.1	2.4	73.9	7.7	56.1

表4 短期肥育での酒粕、イネ WCS の代替した効果及びライスオイル増給によるオレイン酸割合改善効果

(単位：ヵ月、kg、cm<sup>2</sup>、cm、%)

区分	n	出荷月齢	終了時体重	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	歩留基準値	BMS No.	オレイン酸
試験区	4	27.0	744.3	481.5	60.5	7.7	1.9	74.6	9.5	53.5
対照区	4	27.0	762.5	491.4	56.0	7.8	1.9	74.1	8.3	53.5

# 酪農経営における夏季の生産性向上対策に関する研究

家畜改良研究室 水間なつみ

## 背景

近年、夏季の平均気温上昇に加えて、酪農現場における吸血性のサシバエが増加する傾向にあり、これに伴う生乳生産量低下が深刻な問題となっている。このため、酪農家における暑熱対策や吸血昆虫対策について検証し、酪農経営安定化の一助とする。

## 目的

暑熱対策として畜舎屋根からの輻射熱軽減を目的とした遮熱資材散布について、ドローンを用いて実証する。また、県内酪農家で講じられているサシバエ対策について、その有効性を評価する。

## 具体的な成果

### 1 ドローンを用いた遮熱資材散布と効果検証

当部の試験では、ドローン（DJI(株)製、AGRAS T20）を用いて、畜舎屋根に消石灰を散布した結果、塗布後1シーズン被覆することが実証された。散布後、屋根の温度上昇が抑制され、人力散布と同等の効果があつた。作業面では、畜舎屋根における高所作業が不要となり、人力散布より安全性が向上した。また、ドローン散布は人力散布より散布量及び作業人数が少なく、資材費及び人件費を削減でき、費用対効果が大きいことがわかった（表1）。

現地実証では、県内酪農家2戸においてドロマイト石灰のドローン散布が実施され、当部での試験同様に塗布後1シーズン被覆することが実証され、屋根裏及び牛舎通路の温度低下が確認された（図1）。

### 2 サシバエ対策の効果検証

県内酪農家6戸において、サシバエの生息状況（成虫及び蛹数）やその回避行動である尾振り回数及び、飼養牛のストレス状態を示す血中コルチゾル濃度を測定し、各項目の相関を分析した。その結果、成虫捕獲数と前肢にとまる成虫数、及び尾振り回数に有意な正の相関が認められた（表2）。前肢にとまる成虫数は、計測位置の風速が強い方の肢が弱い方の肢で有意に少なかった（ $p < 0.01$ ）（図3）。

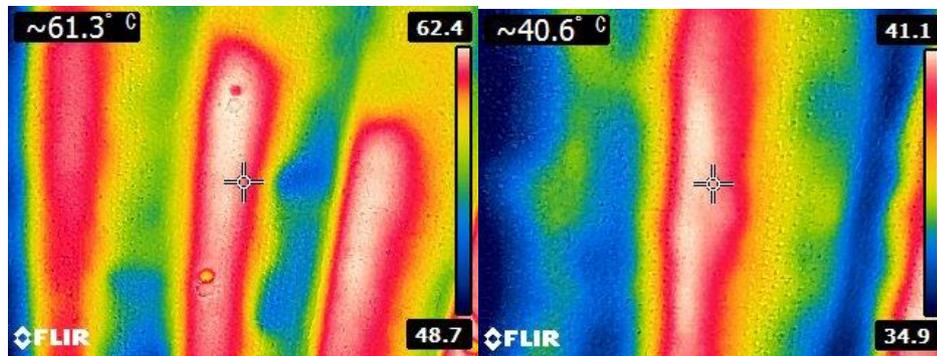
対策として、園芸用ネットの設置や昆虫成長抑制剤使用の有無、堆肥管理の良不良の条件下で各項目を比較した。その結果、堆肥管理の良不良で捕虫シートを用いた成虫捕獲数及び前肢にとまる成虫数に有意差が

あった（図4）。また、成虫捕獲数は牛舎から堆肥場までの距離が遠いほど少ない傾向だった。堆肥管理不良農家において、前肢にとまる成虫数は繫養場所が堆肥舎に近いほど多い傾向だった。

表1 ドローン散布と人力散布の費用対効果

散布方法	ドローン	人力
資材費(円)	8,100	16,200
人件費(円)	5,940	13,500
①費用計(円)	14,040	29,700
②7~9月増収見込み(円)	1,876,625	1,449,462
費用対効果(②-①)	1,862,585	1,419,762

- ・近隣酪農家（搾乳牛50頭、屋根面積1350㎡）で試算
- ・人件費は最低賃金（928円/h）、ドローンによる散布作業料：7,800円/100㎡で試算
- ・R4年の定点最高気温と畜舎内の気温差より石灰散布時の予測乳量を算出  
 $予測乳量 = 12.8 + 0.74 \times 前日乳量 (kg) - 0.25 \times 前日最高気温 (^\circ C) + 0.817$  (Gan Li et al., 2021)



(小型熱画像カメラ：CPA-E8 CHINO)

図1 県内酪農家におけるドローン散布前（左）後（右）の屋根裏温度の比較

表2 各項目の相関係数

	成虫捕獲数		前肢にとまる	尾振り回数	コルチゾル
	捕虫網	捕虫シート	成虫数		
蛹数	0.273	0.246	0.204	-0.117	0.006
成虫捕獲数	捕虫網	0.643**	0.531***	0.354*	0.037
	捕虫シート		0.325**	0.295*	-0.053
前肢にとまる成虫数				0.200	-0.043
尾振り回数					-0.073

\*, P<0.1, \*\*, P<0.01, \*\*\*, P<0.001

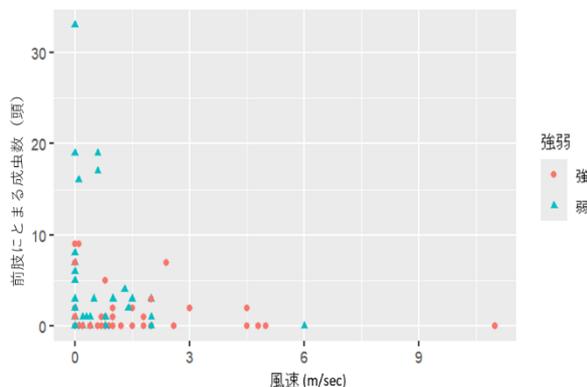
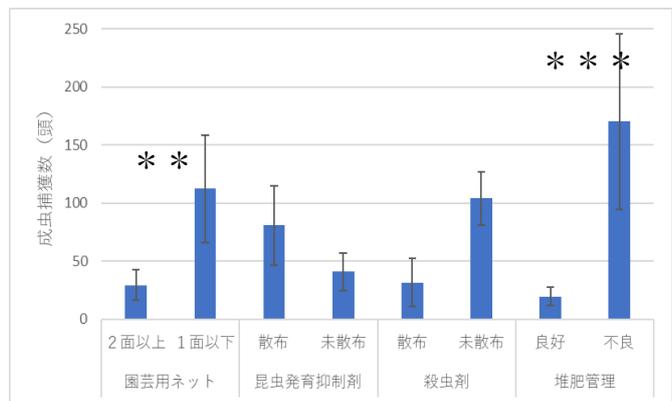


図3 前肢にとまる成虫数と風速



\*\* , P<0.01, \*\*\* , P<0.001

図4 各対策別の成虫捕獲数（捕虫シート）