試験研究等成果資料

No. 50

新たに普及に移しうる試験研究等の成果

令和7年(2025年)11月

山口県農林総合技術センター

はじめに

山口県農林水産部では、令和5年3月に本県農林水産業・農産漁村の目指す将来像や、施策の展開方向を明らかにした「やまぐち農林水産業振興計画」を策定し、中核経営体を核とした強い農林水産業の育成に向け、様々な取組を展開しています。

農林総合技術センターでは、これらの施策目標達成に向けた取組を技術面から支えるため、「山口県農林総合技術センター研究開発・担い手育成推進計画」に基づき、山口県農林業の特性・強みを活かす新技術の開発をはじめ、集落営農法人など中核経営体の所得向上や新規就業者の就農促進に資する技術の実用化などに重点化して研究開発を進めてきました。

また、令和5年4月には、農業試験場・農業大学校・林業指導センターを統合した「農林業の知と技の拠点」を形成し、本県農林業の課題解決に資する新技術の開発・実装をさらに加速化する新たな体制を整えたところです。

この度、令和6年度までに実施した試験研究成果から、生産現場等に普及可能な技術や技術指導上の参考となる技術を計5課題選定し、専門分野毎に取りまとめました。

こうした研究成果が本県農林業の生産現場等で活用され、農林業に携わる みなさまの課題解決に役立つものとなれば幸いです。

令和7年(2025年)11月吉日山口県農林総合技術センター所 長 泉 文男

新たに普及に移しうる試験研究等の成果 No. 50 (令和7年11月)

目 次

Ι	農林業技術 <野菜栽培>	頁
	根こぶ病抵抗性品種「CR はなっこりー1号」の育成	1
	<病害虫管理>	
	早期落葉を引き起こすダイズ褐色輪紋病の防除体系	3
	<林業技術·生産利用>	
	ドローンポートの開発およびドローンによるアクセス困難地 からの資器材撤収技術	7
	<林業技術・森林保全>	
	特定苗木・早生樹の成育特性と造林初期の施業技術	11
	<食品加工>	1.5
	航空便によるイチゴの長距離輸送 ~ 輸送環境と鮮度保持を可能とする技術 ~	15

根こぶ病抵抗性品種「CR はなっこり一1号」の育成

「はなっこりーE2」に根こぶ病抵抗性を付与して開発した「CRはなっこりー1号」は、年内生産用の極早生品種であり、これまでの極早生品種と同等以上の収量性と省力性を備え、根こぶ病蔓延ほ場でも罹病しない。

成果の内容

1 「CR はなっこりー1号」(図1)の早晩性について

定植後 22 日 \sim 25 日で頂花蕾の摘心となり、その約 7 日後から収穫が始まる。摘心と収穫開始タイミングは「はなっこりーE2」と同じ極早生品種である(図 2)。

2 収穫 40 日間における収量性について

- (1) 根こぶ病に汚染していないほ場条件で、「CR はなっこり-1 号」は 180 kg/a と「はなっこり-E2」に比べて同等以上の高収量が得られる(図 2)。
- (2) 根こぶ病が蔓延するほ場条件で、「CR はなっこりー1号」は 190 kg/a の高収量が得られる一方で、「はなっこりーE2」は根こぶ病に罹病したため、「CR はなっこりー1号」に比べて 4 割程度も大きく減収する(図 2)。
- (3) 収穫花茎の平均 1 本重は「CR はなっこりー 1 号」の方が「はなっこりーE2」より重く、収量性が高い要因となっている(図 3)。

3 省力性について

はなっこり一は収穫時に開花していると、出荷調製時に開花した花の除去作業が必要となる。「CR はなっこりー1 号」は収穫時の開花率が低いことから、「はなっこりーE2」より省力的な品種である(図4)。

4 根こぶ病抵抗性について

図5に示すように、根こぶ病が蔓延しているほ場に定植しても罹病しない。

- 1 根こぶ病汚染圃場だけでなく、非汚染圃場でも「CR はなっこりー1 号」はこれまでの極早生品種「はなっこりーE2」と同等以上の収量性および省力性があるので県内全てのはなっこり一産地において年内収穫作型で活用できる。
- 2 暑い時期の作型となるので、定植後から収穫を終えるまで十分なかん水を行う。
- 3 摘心遅れは収量の減少原因となるので頂花の出蕾確認後に速やかに摘心を行う。
- 4 収量が増加することにより、これまでの施肥体系では収穫後半に肥料がきれるので、 基肥を2割程度増量または摘心3週間後に追肥をする。





図1 「CR はなっこりー1号」の草姿(左)と収穫物(右)

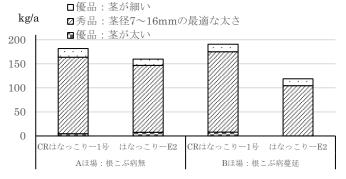


図 2 2023年度各ほ場における規格別収量 Aほ場: E2、CR共に8/29定植、9/22摘心、9/29~収穫

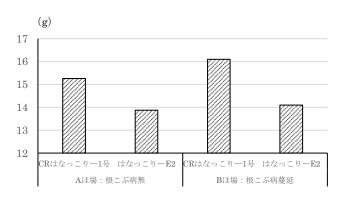


図3 収穫した花茎 (秀品:茎径7~16mm) の1本重

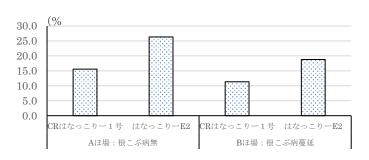


図4 収穫時に開花のあった花茎の割合 数値が低いほど、調製時の開花花の除去作業が減少



図5 根こぶ病汚染ほ場における栽培後の根

の状況 左:「CR はなっこりー1号」

右:「はなっこりーE2」

関連文献等

1 藤井宏栄. 2025. 根こぶ病抵抗性「CR はなっこり-1 号」の育成. 山口農総技セ研報. 16. 1-11.

研究年	度	平成30年~令和5年(2018年~2023年)
研究課題名	7	根こぶ病抵抗性品種「CRはなっこりー」の育成
担当	í	農林業技術部 農業技術研究室 藤井宏栄・西田美沙子(現 環
		境技術研究室)・原田浩介・刀禰茂弘・森岡龍治

早期落葉を引き起こすダイズ褐色輪紋病の防除体系

ダイズ褐色輪紋病は、発病子葉を中耕培土で土中へ埋没させる耕種的防除技術と、紫斑病に登録のある薬剤での種子消毒、開花後20日頃と開花後40~45日頃の2回の薬剤散布を組み合わせた防除体系が有効であり、ドローンによる防除も慣行防除(ブームスプレイヤー)と同等の防除効果が認められる。

成果の内容

山口県のダイズ産地では、平成29年頃からダイズ褐色輪紋病による早期落葉と収量・品質の低下が問題となっている。さらに、本病は種子伝染することから、伝染源としての種子の対策も必要とされている。そこで、本病に対する耕種的防除と化学的防除を組み合わせた防除対策技術を以下に示す。

- 1 耕種的防除技術
 - 中耕培土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)。
- 2 化学的防除法
- (1) 種子消毒剤の効果
 - 紫斑病に登録のある種子消毒剤等はいずれも高い防除効果が得られる(図1)。
- (2) 効果的な薬剤散布の時期及び回数
 - ア 接種条件下のほ場における薬剤散布試験の結果、ファンタジスタフロアブルとニマイバー水和剤に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)。
 - イ 開花後19日散布は慣行防除(開花後32日)に比べて発病を抑制する傾向が認められたことから、開花後20日前後の防除が重要であると考えられる(図2,3)。
 - ウ ドローンを用いたファンタジスタフロアブルの開花後19日と開花後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あり、収量・品質においても慣行の防除体系(開花後32日の1回防除)に比べて大きな改善効果が見られる(図3,4)。

- 1 褐色輪紋病は種子伝染するため、種子の更新と紫斑病を目的とした種子消毒剤による種子紛衣または塗布処理が被害を抑える重要なポイントとなる。
- 2 薬剤防除によって収量・品質は大きく改善するが、防除時期に留意し、特に吸実性カメムシ類との同時防除等、地域の実情に合わせた防除対策技術を防除暦へ反映する必要がある。
- 3 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月にダイズ褐色輪紋病に適用拡大されている。

表 1 中耕時期。	と褐色輪紋病の発病	の関係(2021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= 100Σ (程度別発病葉数×指数)/($5\times$ 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%~

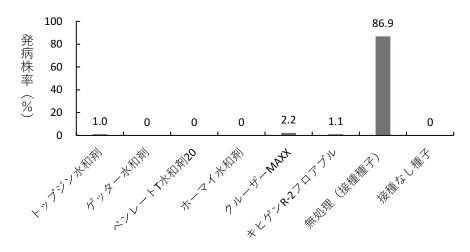


図1 接種種子における種子消毒剤の効果

褐色輪紋病菌の培養菌糸上に無病種子を置くことにより接種した。接種種子に薬剤を 処理し、発芽後、子葉の褐変を調査した。褐変した子葉中に菌の生存が確認されたも のを発病株とした。

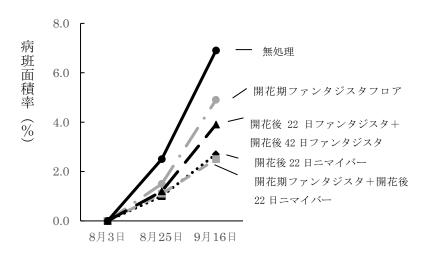


図2 農薬の体系散布による褐色輪紋病の防除効果(2022年)

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。

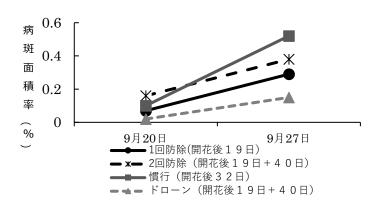


図3 慣行防除より早期の散布時期、異なる回数・散布方法における褐色輪紋病の 発病の推移(2024年現地試験)

播種:6月17日。開花:8月1日。調査は9月20日、9月27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。

供試薬剤:ファンタジスタフロアブル

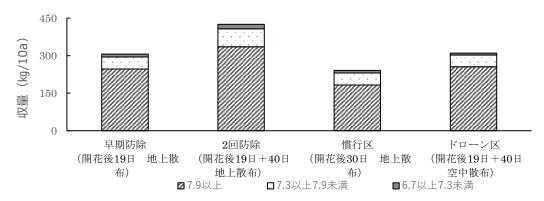


図4 慣行防除より早期の散布時期、異なる回数・散布方法におけるダイズ粒径別 収量(2024年現地試験)

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。供試薬剤: ファンタジスタフロアブル

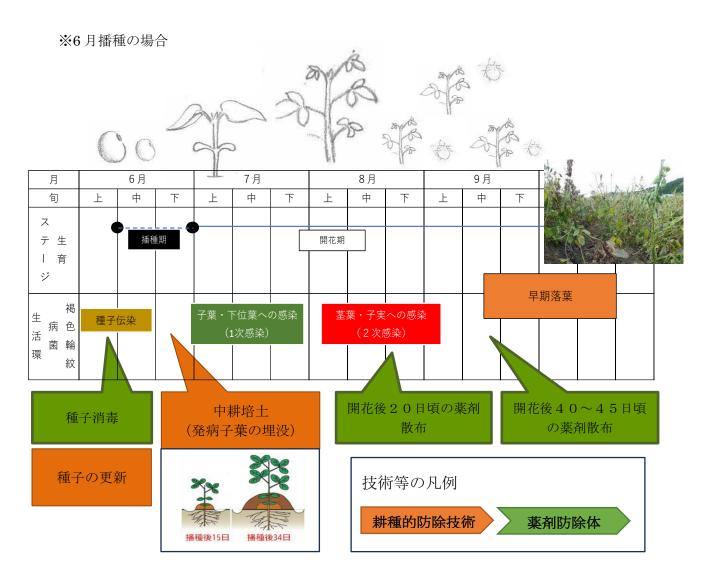


図 5 耕種的防除技術と薬剤防除体系を組み合わせたダイズ褐色輪紋病の 防除対策技術のイメージ

関連文献等

1 角田佳則・西見勝臣. 2020. 早期落葉の原因となるダイズ褐色輪紋病の発生生態と防除 対策. 植物防疫 74 巻 12 号: 692-699

https://jppa.or.jp/onlinestore/shuppan/images-txt/2020/2020_1204.pdf

研究年度	令和3年~令和6年(2021年~2024年)
研究課題名	ダイズ褐色輪紋病の防除体系の確立
担当	農林業技術部 環境技術研究室 河野弘和・小田裕太

ドローンポートの開発およびドローンによる アクセス困難地からの資器材撤収技術

道路の通じていない山奥の傾斜地等で使用した資器材の撤収時にドローンを利用するために、その離着陸に必要な平坦地を確保するドローンポートを開発した。これにより、大幅な省力化・軽労化が図られる。

成果の内容

1 簡易な傾斜地用ドローンポートの開発

道路の通じていない山奥の傾斜地等(図1)でドローンの離着陸を可能とし、ドローンで運搬できるドローンポートを開発した。主な運搬物資(表1、図2)である架線集材用の滑車が1個20kg弱であることから、最大搭載重量が25kgのドローンを選定し、ドローンポートの総重量を25kg以下とした。サイズは、軽バンに収納可能かつ離着陸(図3、図4、図5)の広さを確保するため、天板1枚の大きさを1,800mm×900mm×50mmとし、2枚を蝶番でつなぎ、1,800mm×1,800mmの広さとした(図6)。天板は各4本の着脱式支柱の支持により自立し、組み立てが容易(図7)で、30度までの傾斜、凹凸に対応可能である。

- 2 架線集材に使用した資器材のドローンによる撤収
- (1) 選定したドローンは人肩とほぼ同等の重さの資器材を運搬でき、ドローンを活用することで、大幅な撤収作業の省力化・軽労化が図られる(表1、表2)。
- (2) ドローンによる1往復当たりの運搬時間(分/回)は、人肩運搬時間の約4分の1で、かつ、単位重量当たりの運搬時間(分/kg)も人肩運搬時間の約4分の1である(ドローン飛行準備作業時間を含む)(表2)。
- (3) 飛行中のドローン直下での作業が原則禁止されていることに加え、ドローンポート に着陸することにより、ドローンの不意の墜落等から作業者の安全を確保した上で荷掛け作業をすることができる。
- (4) 撤収作業の最終段階でドローンポートをドローンで直接吊って荷下げすることができる。

- 1 上空から見て、ドローンの離着陸が可能な空間がない場合は、ドローンポートの設置 場所を確保するため、伐採等の作業が必要である。
- 2 ドローンによる器材撤収は、イニシャルコスト、ランニングコストが高いため、従来 作業の人肩運搬よりもコストがかかる。
- 3 特許登録「可搬式ドローンポート及び可搬式連結ドローンポートの運搬方法」(登録日: 2025 年 9 月 10 日、特許番号 第 7742065 号)



【実証型】	▼				
場所	経由	水平距離 m	高低差 m	平均傾斜 度	備考
C - A	直線	65	45	35	伐跡
С – В	直線	225	60	15	尾根越え
С – В	沢迂回	245	60	14	沢筋沿い

【従来型】	— ·	•	• • • • •	• • • • • •	
場所	経由	水平距離 m	高低差 m	平均傾斜 度	備考
	直線	65	45	35	急傾斜・残渣
C - A	尾根迂回	110		45	22
C D	直線	225	60	15	急傾斜・残渣
С – В	作業道迂回	830	90	6	橋流失

図1 荷下げ作業実証位置図



図2 運搬物資(荷下げ後)



図3 土場(麓)



図4 先山での安全な荷掛け



図5 ドローンによる器材運搬



図6 ドローンポート(折り畳み時)



図7 ドローンポート(容易な組立て)

表 1 運搬物資

分類	名称	個数	回数	1回当た り重量	計	備考	
				kg/個	kg		
ドローン運搬	滑車	3	3	17.5	52.5		
		1	1	15.5	15.5		
(実証型)		2	2	18.0	36.0		
		2	1	20.5	20.5	2個一纏め・個別重量不明	
	ワイヤ	2	2	19.0	38.0		
	計	10	9		162.5		
人肩運搬	滑車	1	1	13.0	13.0		
(従来型)	滑車+ワイヤ	2	1	20.0	20.0	2個一纏め・個別重量不明	
	計	3	2		33.0		

[※]ドローンポートは含まない。

表2 ドローン運搬と人肩運搬の効率の比較

計測・算出項目				運搬	T.Fa		
			単位	実証型(ドローン)	従来型(人力)	比	
				①	2	(1)/(2)	
平均運	a搬距離(往復·加重平均)	a	m	322. 0	940.0	0.34	
	総重量 (DP・支柱込み)	b	kg	262. 5	33.0	7.95	
	回数	C	口	15. 0	2.0	7.50	
	(うちDP除く)	\$i.	П	9. 0	2.0	4.50	
運搬(移動)	時間(荷掛け等を含む:往復)	d	分	112. 2	58. 9	1.91	
	時間 (飛行のみ:往復)	е	分	47. 9	58. 9	0.81	
	総距離 (往復)	f	m	4, 830. 0	1,880.0	2.57	
	作業人員数	g	人	4. 0	1. 0	4.00	
速度	運搬速度	h=f/d	m/分	43. 0	31.9	1. 35	
还及	飛行速度(上昇・下降・滞空時間を含む)	i=f/e	m/分	100.8	31. 9	3. 16	
1往復	当たりの平均運搬重量	j=b/c	kg/回	17. 5	16. 5	1.06	
1往復	当たりの平均運搬時間	k=d/c	分/回	7. 5	29. 4	0. 25	
1日当7	たりの運搬重量	1=8*60*b/g	kg/日	1, 122. 8	269. 1	4. 17	
1人日当たりの運搬重量 m=1/g		m=1/g	kg/人日	280. 7	269. 1	1.04	
単位重	直量当たりの運搬時間	n=d/b	分/kg	0.4	1.8	0. 24	

関連文献等

- 1 新井一司・立崎祥子. 2021. 東京都森林組合における運搬用ドローンの活用: 東京都多摩地域の急傾斜地におけるドローンによるシカ柵資材の運搬. 森林技術. 945: p24-27.
- 2 石川智代・糸魚川学. 2021. ドローンによる単木獣害防護柵用資材の運搬の試み. 森利誌. 36: p27-30.
- 3 国土交通省. 2023. ドローンを活用した荷物等配送に関するガイドラインVer. 4.0. https://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/content/001601194.pdf
- 4 林野庁. 2023. ドローンを活用した苗木等運搬マニュアル. https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/attach/pdf/doron-10.pdf
- 5 山口県森林組合連合会. 2022. 「魅力ある林業経営体」育成対策事業成果報告書. 令和3年度魅力ある林業経営体育成対策事業成果報告書.

研究年度	令和4年~令和6年 (2022年~2024年)
研究課題名	自動化・無人化技術を活用した林業技術体系の確立
担当	農林業技術部 林業技術研究室 川元 裕
	(現 下関農林事務所)

特定苗木・早生樹の成育特性と造林初期の施業技術

スギ・ヒノキ特定苗木は、成長が早く、従来品種の精英樹に代わる品種として有効である。センダンは、平坦地である耕作放棄地に植栽することで成長が向上する。コウヨウザンは、スギ特定苗木を上回る成長を示す。

成果の内容

1 スギ・ヒノキ特定苗木の成育特性と造林初期の施業技術

- (1) スギ特定苗木の樹高は、スギ精英樹と比較して 2.2 倍、根元径は 1.3 倍の成長である (図 1)。ヒノキ特定苗木の樹高および根本径は、ヒノキ精英樹と比較して 1.2 倍の成長 である (図 2)。
- (2) スギ・ヒノキ特定苗木は、下刈りを省略しても樹高成長に影響がない(図3、4)。また、周辺植生との競合調査では、競合植生の上方被圧が少ない状態にあり、下刈り省略によるコスト削減は可能である。

2 早生樹の成育特性と造林初期の施業技術

- (1)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、山地のものと比較すると、樹高は2.3倍、根元径は2.5倍である(図5)。また、平坦地のセンダンは、斜面中部の1.8倍の成長を示し(図6)、地形による成長差を示す。
- (2) コウヨウザンの樹高成長量は、植栽場所・時期が同じスギ特定苗木と比較した結果、スギ特定苗木を上回る旺盛な成長を示す(図7)。
- (3) センダン特有の施業である「芽かき」は、通直なセンダンの育成に必要である。

- 1 スギ・ヒノキ特定苗木及び早生樹の旺盛な成長を確認することができた。これにより、 森林施業におけるコスト削減が可能である。
- 2 特定苗木の植栽試験は全国的に少なく、異なる環境において同様の成長量を示すことができるかは不明である。そのため、県内各地域での植栽試験を通じて、特定苗木の成長特性を明らかにする予定である。
- 3 下刈り省力化は、競合植生との競合関係など植栽地の条件に応じて、下刈り省略可否 を判断する必要がある。

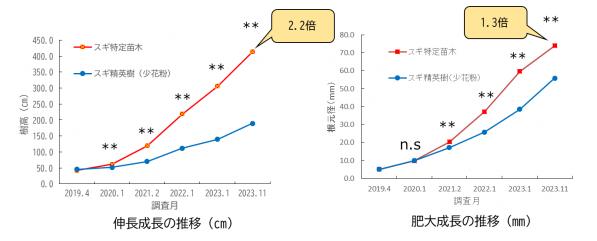


図1 スギ特定苗木とスギ精英樹の成長

注) **:1%水準で有意、n.s.: 有意な差がない



図2 ヒノキ特定苗木とヒノキ精英樹の成長

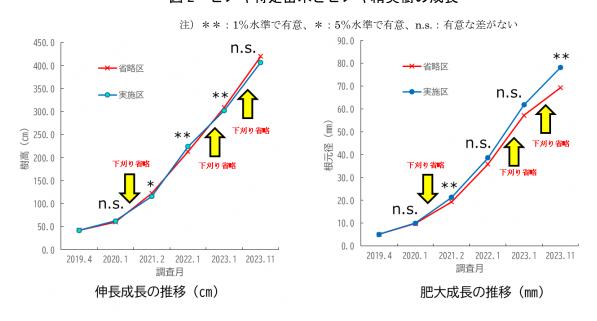


図3 下刈り省略区と実施区におけるスギ特定苗木の成長

注) **:1%水準で有意、*:5%水準で有意、n.s.:有意な差がない

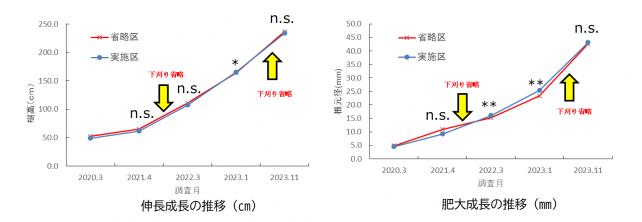


図4 省略区と実施区におけるヒノキ特定苗木の成長

注) **:1%水準で有意、*:5%水準で有意、n.s.: 有意な差がない

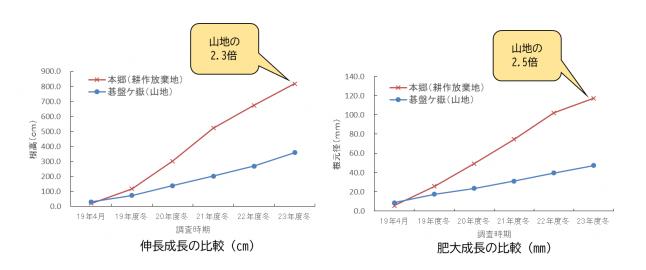


図5 センダン成長量の比較(「美祢市本郷・耕作放棄地」、「萩市碁盤ヶ嶽・山地」)

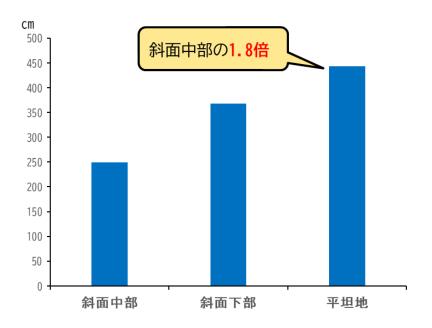


図6 センダン「山地」試験地の樹高成長比較

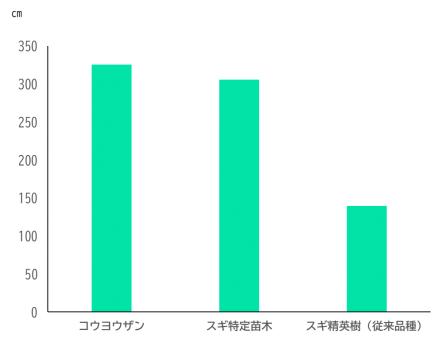


図7 萩市試験地樹高成長(4成長期)の比較

関連文献等

なし

研究年度	年度 平成 31 年~令和 6 年 (2019 年~2024 年)		
研究課題名	新たな品種等の導入による低コスト再造林技術の確立		
担当	農林業技術部林業技術研究室 渡邉雅治(現 森林整備課)		
	農林業技術部林業技術研究室 岸ノ上克浩(現 萩農林水産事務所)		

航空便によるイチゴの長距離輸送 ~ 輸送環境と鮮度保持を可能とする技術 ~

航空便を用いた輸送環境におけるイチゴの果実品質低下リスクは、①中継時の強い衝撃、②長距離の走行による微細な衝撃の蓄積、③急激な温度変化である。特に「かおり野」の輸送において、硬度が低下する春先は高い緩衝性能を有する包装資材の使用や品種の切り替えが必要である。

成果の内容

- 1 航空便を用いたイチゴの輸送環境ついて(図1)
 - ・陸路では微細な衝撃が断続的に発生する。
 - ・中継地点での積み込みおよび積み下ろし作業時には強い衝撃が発生する。特に空港 での積み下ろし作業時には 20G の強い衝撃が発生し、輸送環境における最大のリス クである。
 - ・空路では激しい温度変化が発生する。

2 包材による到着時の傷み低減効果について(図2、図3)

「かおり野」を航空便による輸送後の傷み面積割合は、果皮硬度が低下する3月で包装資材の差が顕著に顕れ、ハンモック型トレイなど緩衝性能の高い包装資材使用の検討や輸送する品種切り替えの検討が必要である。

- 1 イチゴを大都市圏や海外への輸出を行う事業者の包装資材、経路選択でにおいて活用 が可能である。
- 2 本成果で報告した輸送環境はイチゴ果実の輸送のみならず、他の果実・野菜などを航空便で長距離輸送する際にも応用可能である。
- 3 今回の試験で使用した果実は土耕で栽培されたものであり、イチゴの栽培環境や輸送 条件(県内への短距離輸送など)では結果が異なる可能性があることに留意が必要であ る。

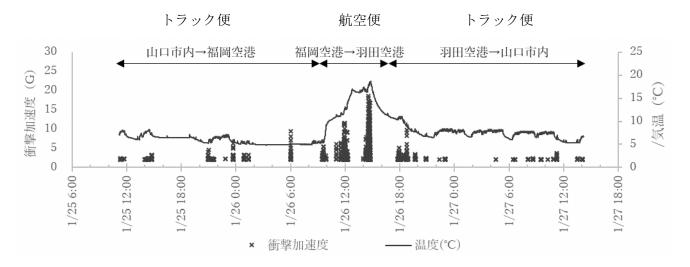


図1 調査した輸送工程における衝撃加速度および温度の推移(2022年1月)



図2. 供試した包装資材の形態

上段: 平詰めトレイ

下段:ハンモック型トレイ

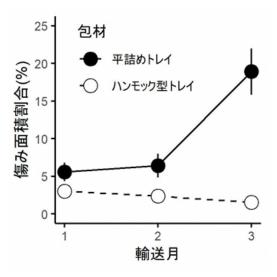


図3. 各収穫月における「かおり野」の輸送後の果実品質

注) 土耕の「かおり野」について、1月、2月、3月に収穫後、5℃で24時間予冷しトラック便と航空便を組み合わせ2日間かけて山口-東京-山口間を輸送した。輸送後、5℃で4日間貯蔵し、傷み面積割合を計測した。

関連文献等

1 村田翔平. 2023. 包装資材・予冷および収穫月が山口県産イチゴ「かおり野」の 長距離輸送後の果実品質に与える影響. 山口農総技セ研報. 14. 1-9.

研究年度	令和3年~令和6年(2021年~2024年)
研究課題名	イチゴの長距離輸送を可能とする鮮度保持技術の確立
担当	農林業技術部 経営高度化研究室 村田翔平

新たに普及に移しうる試験研究等の成果 第 50 号

発行日 令和7年 (2025年) 11月

発 行 山口県農林総合技術センター

〒747-0004 山口県防府市牟礼 10318 TEL 0835-28-1211 FAX 0835-38-4115