

# 小麦新品種「さぬきの夢2023」の品種判別法の確立

植田 早紀<sup>a)</sup>・多田 祐真<sup>b)</sup>・村上 恭子<sup>a)</sup>

キーワード：小麦, さぬきの夢2023, 新品種, 品種判別

Method for varietal identification of new wheat cultivar ‘Sanukinoyume 2023’

Saki UETA<sup>a)</sup>, Yuma TADA<sup>b)</sup>, Kyoko MURAKAMI<sup>a)</sup>

Keywords: Wheat, Sanukinoyume 2023, new cultivar, cultivar discrimination

## Abstract

1. DNA was extracted from flag leaves of Kagawa Prefecture-bred wheat cultivars ‘Sanukinoyume 2023’ and ‘Sanukinoyume 2009’ and the wheat cultivar “Harumizuki” cultivated in the prefecture. PCR analyses were conducted using ten wheat-specific EST-SSR marker pairs together with a Sanukinoyume identification marker set (RLK Id and MAD2A1428-BseGI) to identify markers suitable for cultivar discrimination. Three of the markers detected cultivar-specific polymorphisms. In particular, the TaSE6 marker detected a banding pattern unique to ‘Sanukinoyume 2023’.
2. The same PCR analyses described in Item 1 were also performed for flour samples of ‘Sanukinoyume 2023’, ‘Sanukinoyume 2009’, the major domestic noodle wheat cultivar ‘Kitahonami’, and imported Australian Standard White (ASW) grade wheat. The EST-SSR marker TaSE123 detected a band unique to Kitahonami that distinguished it from the other cultivars and ASW. In addition, EST-SSR markers TaSE3, TaSE6, TaSE37, and TaSE117 as well as the Sanukinoyume identification marker set (RLK Id and MAD2A1428-BseGI) detected differences in banding pattern between ‘Sanukinoyume 2023’ and ASW, enabling reliable discrimination between these two wheat types.
3. Wheat flour mixtures were prepared by varying the proportions of ‘Sanukinoyume 2023’ and ASW in stepwise fashion. PCR amplification was performed using the EST-SSR markers TaSE6 and TaSE37, and detection limits were evaluated by agarose gel electrophoresis. For both markers, the intensity of ASW-derived bands decreased with decreasing proportion of ASW in the mixture, with the detection limits being 5% for EST-SSR marker TaSE6, 10% for TaSE37, and 3% for the Sanukinoyume identification marker set (RLK Id and MAD2A1428-BseGI).

---

a) 病虫・環境研究課 b) 作物・特作研究課

受理日：2025年10月24日

## 摘要

1. 香川県育成小麦品種「さぬきの夢2023」, 「さぬきの夢2009」および県内栽培小麦品種「はるみずき」について、止葉からDNAを抽出し、小麦特異的な10組のEST-SSRマーカーならびに「さぬきの夢」識別マーカーセット (RLK IdおよびMAD2A1428-BseGI) を用いてPCRを行い、多型を比較した。その結果、3種類のマーカーで品種間の多型が認められ、特にTaSE6マーカーでは「さぬきの夢2023」が他品種と異なるバンドパターンを示した。

2. 「さぬきの夢2023」, 「さぬきの夢2009」, 国内主要種用小麦品種「きたはなみ」, および輸入小麦銘柄オーストラリアン・スタンダード・ホワイト (ASW) について、小麦粉試料を用いて1. と同様にPCRを行い、多型を比較した。その結果、EST-SSRマーカーTaSE123で「きたはなみ」のみ他品種・銘柄と異なるバンドが検出され、EST-SSRマーカーTaSE3, 6, 37, 117および「さぬきの夢」識別マーカーセット (RLK IdおよびMAD2A1428-BseGI) において、「さぬきの夢2023」とASWの間でバンドパターンが異なっており、判別が可能であった。

3. 「さぬきの夢2023」とASWの割合を段階的に変えて混合した小麦粉について、EST-SSRマーカーTaSE6および37を用いてPCRを行い、アガロースゲル電気泳動法による検出限界を評価した。その結果、いずれのマーカーでもASW混合割合が減少するに伴いASW由来のバンドが薄くなり、その検出限界はEST-SSRマーカーTaSE6で5%, TaSE37で10%, 「さぬきの夢」識別マーカーセット (RLK IdおよびMAD2A1428-BseGI) で3%であった。

## 緒言

農産物の品種判別技術は、食の安全・安心の確保、ブランド価値の維持・向上、知的財産権の保護など、農業および食品産業の発展に不可欠な役割を果たしている<sup>4)</sup>。近年、流通の多様化や消費者の品質志向の高まりにより、品種偽装や表示不正への社会的関心が増している。消費者は原材料の産地や品種にこだわり、安心して商品を選択する傾向が強まっており、農産物のトレーサビリティ<sup>4)</sup>やブランド認証制度<sup>8)</sup>の整備も進められている。こうした社会的要請に対し、科学的根拠に基づく品種判別技術の開発と実装は、国内外で急速に進展している。

従来の品種判別法は、形態的特徴や成分分析、栽培履歴などに依存していたが、これらの方法では品種間の微細な差異を正確に識別することは困難であった。近年では、DNAマーカー技術の進歩により、品種間の遺伝的差異を高精度かつ迅速に判別できる手法が確立されている<sup>5) 9)</sup>。特に、断片化したDNAでも増幅可能なように増幅産物長が短く設計されたSSR (Simple Sequence Repeat) やSNP (Single Nucleotide Polymorphism) などの分子マーカーは、小麦粉などの一次加工品だけでなく、加熱等の変性を伴う二次加工食品や複数品種混合加工食品においても品種識別が可能であり、地域ブランドの保護・発展に大きく寄与している<sup>11) 15) 16)</sup>。

香川県では、うどん用小麦のオリジナル品種として「さぬきの夢2000」<sup>12)</sup>, 「さぬきの夢2009」<sup>13)</sup> およびその後継品種「さぬきの夢2023」<sup>7)</sup>を開発し、地域ブランドの発展と農業経営の安定化に取り組んできた。「さぬきの夢2023」は、タンパク質含有率の向上やグルテンの強化により、製麺性および食味が改善されている。現在、「さぬきの夢2009」から「さぬきの夢2023」への切り替えが進められており、令和6年秋播きから一般栽培が開始され、令和7年には民間流通も始まった。令和8年秋播きには県内で栽培されるすべての「さぬきの夢」が「さぬきの夢2023」となる見込みであり、地域ブランドのさらなる発展、消費者への訴求力向上が期待されている。

一方、過去には「さぬきの夢2000」小麦粉に、うどん用途に主に利用されている輸入小麦銘柄のオーストラリアン・スタンダード・ホワイト (ASW) が混入した製品が「さぬきの夢2000」100%使用と偽って販売される事案が発生し、原材料表示の信頼性確保が大きな課題となった<sup>14)</sup>。このような事例を契機に、香川県ではDNAマーカーを用いた品種判別技術の開発と実用化を進めてきた。現在、EST (Expressed sequence tag) -SSRマーカー (TaSE3, 6, 37, 63, 92, 96, 117, 123, 149, 151) や「さぬきの夢」識別マーカーセット (RLK IdおよびMAD2A1428-BseGI) など、実用性・感度に優れた分子マーカーが開発されており、混入率数%レベルの異品種検出も可能となっている<sup>3) 11) 14) ~16)</sup>。これらの技術は、原材料表示の科学的証明、知的財産権の保護、地域ブランドの維持・発展、消費者の信頼確保に大きく貢献している。特に、In/Delマーカー (RLK Id) とCAPSマーカー (MAD2A1428-BseGI) を組み合わせた「さぬきの夢」識別マーカーセットは、国内43品種および6銘柄の間で「さぬきの夢2000」と「さぬきの夢2009」にのみ特異的なバンドパターンを示すことから<sup>11)</sup>, 多品種・銘柄の混入有無の解析に利用されている。しかし、「さぬき

の夢2023」は「さぬきの夢2000」と「さぬきの夢2009」と同様なバンドパターンではなく、国内品種の多くで検出されるバンドパターンを示すため、品種判別に使用するDNAマーカーの再検討が必要となっていた。

近年は次世代シーケンサー（NGS）を用いた高精度な品種判別法<sup>9)</sup>も研究されているが、アガロースゲル電気泳動法を用いた判別技術は、分析コストが低く、簡便ではじめて作業を行う人でも比較的取り組みやすいことから、実用的な手法として広く利用されている。特に、地方自治体においては、判別の要望への迅速な対応やコストパフォーマンスの観点から、アガロースゲル電気泳動法によるDNAマーカー分析の有用性が高く評価されている。今後も小麦品種判別においては、こうした実用的な技術の普及が重要となる。

本研究では、「さぬきの夢2023」について既報のDNAマーカーを用いた品種判別法を検討した。まず、「さぬきの夢2023」と県内で作付けされている「さぬきの夢2009」およびパン用小麦品種「はるみずき」<sup>10)</sup>を対象とし、栽培段階における混種の確認が可能かを明らかにした。次に、加工段階において「さぬきの夢2023」と混入または混合されることが多い「きたほなみ」<sup>16)</sup>およびASWを対象とし、加工食品中での効率的な判別方法および検出限界を明らかにした。ここでは、これらの成果について報告する。

## 材料および方法

### 1. 県内栽培小麦品種の多型比較

#### 1) 材料およびDNA抽出

品種判別用材料として、香川県内で作付けされている

「さぬきの夢2023」、 「さぬきの夢2009」 および 「はるみずき」 を供試した。各品種の止葉から10mgを採取し、3mmステンレスビーズを加えた2mLチューブに100μLの抽出緩衝液（100mM Tris-HCl（pH8.0）、1M KCl、10mM EDTA、pH8.0）を加え、Li et al.の方法<sup>2)</sup>に従ってDNAを抽出した。

#### 2) PCR反応

プライマーは既報の小麦特異的な10組のEST-SSRマーカー<sup>11)</sup> および 「さぬきの夢」 識別マーカーセット（RLK Id+MAD2A1428-BseGI）<sup>11) 14)</sup> を用いた（表-1）。反応液組成は、1-1)の抽出液を20倍希釈した鋳型DNA1μL、1μM各プライマー（RLK IdおよびMAD2A1428-BseGIは各0.1μM）、1×AmpliTaq Gold 360（Thermo Fisher Scientific）、0.15μL GCエンハンサー（EST-SSRマーカー使用時のみ添加）とし、滅菌蒸留水を加えて、総量10μLに調整した。PCRはサーマルサイクラー（PCR Thermal Cycler Dice® Gradient TP600, TaKaRa）を用いて行い、初期活性化95℃ 9分、変性94℃ 30秒、アニーリング55～62℃ 30秒、伸長72℃ 30秒のサイクルを35回繰り返した。アニーリング温度は、表-1に示したとおりプライマーごとに変更した。

#### 3) PCR産物の検出

PCR産物は、4%アガロースゲル（Agarose, Medium EEO（SIGMA）とMetaphor Agarose（Lonza）を1:1で混合）を用いて、0.5×TBE緩衝液中100Vで約90～120分間泳動した。泳動後、GelRed（Biotium）で染色し、UVトランスイルミネーターにより可視化した。

表-1 10組のEST-SSRマーカーおよび「さぬきの夢」識別マーカーセットのプライマー配列

マーカー名	プライマー配列 (5'-3')		アニーリング温度(℃)
	Forward	Reverse	
TaSE3	CACCGATCGATCAACAAGTCAAAA	CATCATCATCGGTTCTTGGA	60
TaSE6	CCTAAGAGAGCTTGCGTTCGTCAT	CACAAAGAAAGAAGACCCCTCATTG	60
TaSE37	ATCCGCTACGGAAGAAATACCACA	GTTGCTGGCCTGCCATGTTTA	60
TaSE63	CGTGTGCTCTCGCAGTTTCATAGT	CCTCGCCTTCTAATTAAGCTCCGT	60
TaSE92	TCGCCGTACCCTACCATACCATAC	AGCGGTTACAGTACGTCCATGTTG	60
TaSE96	TGGGACAAGTCCCTAGGTAAGACG	GTAGTCCGCCAGCCTCTACTTTT	60
TaSE117	CCACATAAAAATGCTGGACGCATA	GGGAGAAGCTCCAGAAGGAATCTC	60
TaSE123	TGTAGGAGTAGGAATCAGGGCTGC	GACCACCAGATCTTGGAGCAAAC	60
TaSE149	TCAAGTTCTTGCCATTCTTCCC	TATGGCCCTTGCTGTAGCTTCACT	60
TaSE151	TGGTCACGTTTACAGGTTCAATGG	TCTTATCAACCCACACGCCTTAAA	55
RLK Id+	CCTGCCTTAGCAACAACA	GGTCCACTGCCTTCACATCT	62
MAD2A1428-BseGI	ATTCACTCATCCTCCGTCCA	AACAGTACAGTTTTGGTAGACG	



図-1 10組のEST-SSRマーカーおよび「さぬきの夢」識別マーカーセット (RLK Id+MAD2A1428-BseGI) を用いてアガロースゲル電気泳動法を行った場合の増幅産物の検出パターン

表-2 小麦3品種の葉から簡易抽出したDNAを用いた場合のアガロースゲル電気泳動の結果

品種/マーカー	TaSE3	TaSE6	TaSE37	TaSE63	TaSE92	TaSE96	TaSE117	TaSE123	TaSE149	TaSE151	RLK Id+ MAD2A1428-BseGI
さぬきの夢2023	B	B	B	A	A	A	B	A	A	A	B
さぬきの夢2009	B	A	B	A	A	A	B	A	A	A	AB
はるみずき	B	A	B	B	A	A	B	A	A	A	B

アルファベットは、図-1に記載したそれぞれのマーカーにより検出された増幅産物を示す

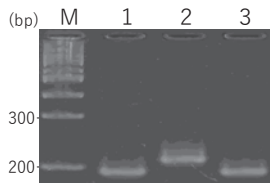


図-2 止葉由来DNAを用いた場合のアガロースゲル電気泳動法による検出パターン (EST-SSRマーカー-TaSE6)

M: 100bp Ladder Marker 1: さぬきの夢2009  
2: さぬきの夢2023 3: はるみずき

## 2. 「さぬきの夢」に混合して使用されている国内品種および輸入小麦銘柄ASW使用有無の確認

### 1) 材料

「さぬきの夢2023」, 「さぬきの夢2009」, 「きたほなみ」, ASWの4品種・銘柄を供試した。ASWは製粉業者3社から入手した異なる3種類の小麦粉を用いた。「さぬきの夢2023」とASWの混合サンプルは、「さぬきの夢2023」の重量比率が100, 99, 98, 97, 95, 90, 85, 75, 50, 25, 15, 10, 5, 3, 0%となるようASWを混合し、混合小麦粉から各70 mgを量り供試した。

### 2) DNAの抽出

各品種の小麦粉から、市販DNA抽出キットDNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN) に酵素処理を組み合わせDNAを抽出した<sup>16)</sup>。抽出DNAはNanoDrop分光光度計で230, 260, 280nmの吸光度を測定し、O.D.260nm/O.D.280nmおよびO.D.260nm/O.D.230nmが1.8以上のものを用いた。

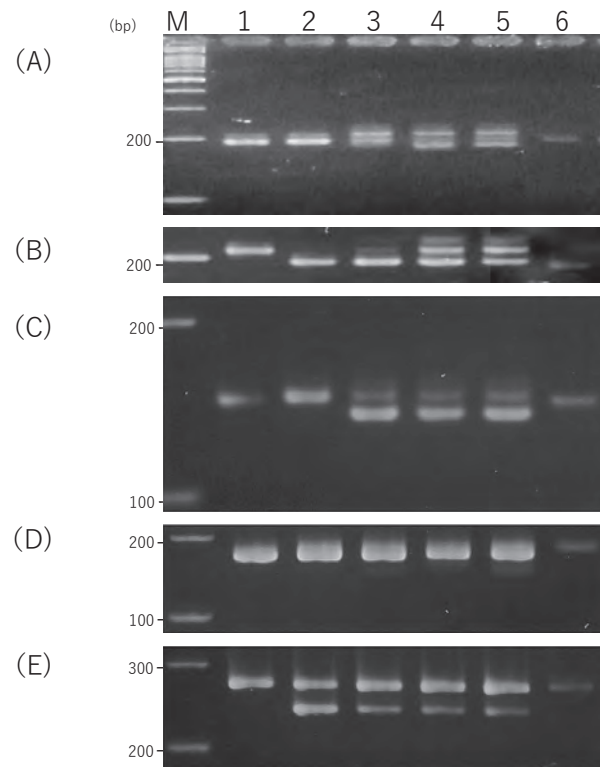


図-3 「さぬきの夢2023」, 「さぬきの夢2009」, ASWおよび「きたほなみ」におけるアガロースゲル電気泳動法による検出パターン

M: 100bp Ladder Marker 1: さぬきの夢2023  
2: さぬきの夢2009 3: ASW① 4: ASW②  
5: ASW③ 6: きたほなみ

(A): EST-SSRマーカー-TaSE3

(B): EST-SSRマーカー-TaSE6

(C): EST-SSRマーカー-TaSE37

(D): EST-SSRマーカー-TaSE123

(E): 「さぬきの夢」識別マーカーセット (RLK Id+MAD2A1428-BseGI)

## 3) PCR増幅およびPCR産物の検出

プライマーは1-2)と同様に10組のEST-SSRマーカーおよび「さぬきの夢」識別マーカーセット (RLK Id+MAD2A1428-BseGI) を用いた。PCR反応には鋳型DNA10ngを使用し、1-2)と同様に行った。また、PCR産物の検出は1-3)と同様に行った。

## 結果

## 1. 県内栽培小麦品種の多型比較

県内で作付けされている「さぬきの夢2023」, 「さぬきの夢2009」および「はるみずき」について、小麦特異的な10組のEST-SSRマーカー<sup>11)</sup> および「さぬきの夢」識別マーカーセット (RLK Id+MAD2A1428-BseGI)<sup>11) 14)</sup> を用い、アガロースゲル電気泳動法により多型比較を行った。その結果、2種類のEST-SSRマーカー (TaSE6, TaSE63) ならびに「さぬきの夢」識別マーカーセット (RLK Id+MAD2A1428-BseGI) において、品種間で明確な多型が認められた (図-1, 表-2)。なお、止葉

由来DNAを用いたアガロースゲル電気泳動法による検出パターンを代表例を図-2に示す。

## 2. 「さぬきの夢」に混合して使用されている国内品種および輸入小麦銘柄ASW使用有無の確認

## 1) 「さぬきの夢2023」と他品種・銘柄の多型比較

「さぬきの夢2023」, 「さぬきの夢2009」, 「きたほなみ」, ASWの計4品種・銘柄の小麦粉について、アガロースゲル電気泳動法により多型比較を行った。これらの結果を表-3に、代表的な電気泳動像を図-3に示す。まず、EST-SSRマーカーTaSE123においては「きたほなみ」のみ他品種・銘柄と異なるバンドが検出され、品種間の識別が可能であった (表-3, 図-3 (D))。「さぬきの夢2023」とASWについては、EST-SSRマーカーTaSE3, 6, 37, 117および「さぬきの夢」識別マーカーセット (RLK Id+MAD2A1428-BseGI) において、それぞれ異なるバンドパターンが得られ、両者の判別が可能であった (図-3 (A) (B) (C) (E))。なお、ASWについては、異なる3種類間でバンドパターンに差異が認められた。

表-3 小麦粉から抽出したDNAを用いた場合のアガロースゲル電気泳動の結果

品種/マーカー	TaSE3	TaSE6	TaSE37	TaSE63	TaSE92	TaSE96	TaSE117	TaSE123	TaSE149	TaSE151	RLK Id+ MAD2A1428-BseGI
さぬきの夢2023	B	B	B	A	A	A	B	A	A	A	B
さぬきの夢2009	B	A	B	A	A	A	B	A	A	A	AB
きたほなみ	B	A	B	A	A	A	B	B	A	A	B
ASW①	BC	A	AB	A	A	A	ABC	A	A	A	AB
ASW②	ABC	AB	AB	A	A	A	ABC	A	A	A	AB
ASW③	ABC	AB	AB	A	A	A	ABC	A	A	A	AB

アルファベットは、図-1に記載したそれぞれのマーカーにより検出された増幅産物を示す

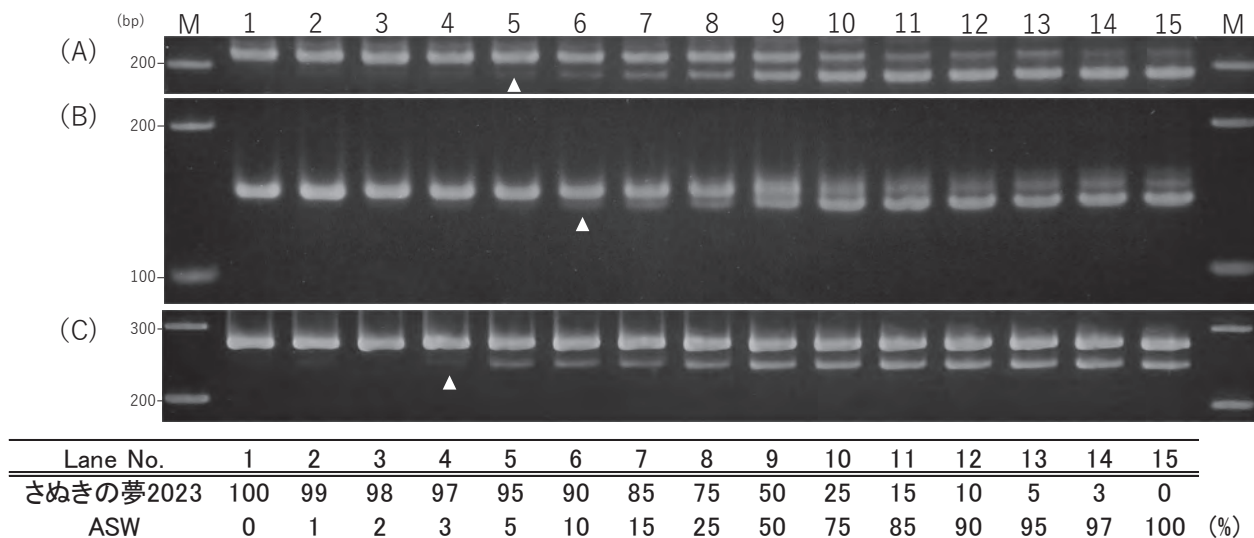


図-4 「さぬきの夢2023」とASW混合サンプルにおけるアガロースゲル電気泳動法による検出限界の確認

(A) : EST-SSRマーカーTaSE6 (B) : EST-SSRマーカーTaSE37

(C) : 「さぬきの夢」識別マーカーセット (RLK Id+MAD2A1428-BseGI) M : 100bp Ladder Marker

△は、検出限界を示す

## 2) ASW使用有無の検出限界

ASWの混入を想定して「さぬきの夢2023」とASWの割合を段階的に変えて混合した小麦粉について、1)でははっきりと差を視認できたTaSE6, TaSE37, 「さぬきの夢」識別マーカーセット (RLK Id+MAD2A1428-BseGI) を用いて、アガロースゲル電気泳動法による検出限界を評価した結果、図-4のようになった。いずれのマーカーでもASW混合割合が減少するに伴いASW由来のバンドが薄くなっていき、その検出限界は、EST-SSRマーカー-TaSE6で5%, TaSE37で10%, 「さぬきの夢」識別マーカーセット (RLK Id+MAD2A1428-BseGI) で3%であった。

## 考 察

本研究では、香川県育成小麦品種「さぬきの夢2023」、 「さぬきの夢2009」、県内栽培小麦品種「はるみずき」、国内主要麺用小麦品種「きたほなみ」および輸入小麦銘柄オーストラリアン・スタンダード・ホワイト (ASW) を対象に、EST-SSRマーカー<sup>11)</sup> および「さぬきの夢」識別マーカーセット (RLK Id+MAD2A1428-BseGI)<sup>11) 14)</sup> を用いたアガロースゲル電気泳動法による品種判別技術の実用性を検討した。

県内栽培小麦品種の多型比較試験では、栽培段階で判別が必要となる状況を想定し、止葉を試料として採取した。判別試験の結果、EST-SSRマーカー-TaSE6によって「さぬきの夢2023」を、TaSE63によって「はるみずき」を、「さぬきの夢」識別マーカーセットによって「さぬきの夢2009」をそれぞれ判別できることが確認された (表-2, 図-2)。また、簡易抽出した止葉由来DNAを判別に用いても品種ごとに特異的なバンドパターンが得られたことから、種子生産現場での混種判別や純度確認への迅速な対応が可能である。

「さぬきの夢」に混合して使用されている国内品種および輸入小麦銘柄ASWの使用有無の確認では、試料として小麦粉を用いた。小麦粉を用いた場合も、止葉を使用した試験と同様なバンドパターンが得られた。判別試験の結果、EST-SSRマーカー-TaSE123では「きたほなみ」のみ他品種・銘柄と異なるバンドが検出され、品種間の識別が可能であった (表-3, 図-3)。令和6年産麦の農産物検査結果確定値<sup>10)</sup>によれば、主要麺用小麦品種として「チクゴイズミ」や「シロガネコムギ」等の品種も挙げられるが、本研究結果および既報<sup>11) 16)</sup>から「シロガネコムギ」はTaSE6マーカー、「チクゴイズミ」はTaSE63マーカーを用いることで、「さぬきの夢2023」

と判別できると考えられた。また、ASWは製粉業者3社から入手した異なる3種類でバンドパターンに差異が認められたが、TaSE3, 6, 37, 117および「さぬきの夢」識別マーカーセットにより、「さぬきの夢2023」とASWの間で異なるバンドパターンが得られ、両者の判別が可能であった (図-3)。さらに、混合サンプル中のASWの検出限界はTaSE6で5%, TaSE37で10%, 「さぬきの夢」識別マーカーセット (RLK Id+MAD2A1428-BseGI) で3%と、極めて低い混合率でも識別可能であった。これらの結果は、流通品における異品種混入の監視に十分対応できる水準であり、表示管理や自主検査への実用性が高いと考えられる。

従来、「さぬきの夢2000」および「さぬきの夢2009」とASWの品種判別には、「さぬきの夢」識別マーカーセット (RLK Id+MAD2A1428-BseGI) のうちCAPSマーカー (MAD2A1428-BseGI) によるBの増幅産物の制限酵素処理後のバンドパターンの違いが利用されてきた<sup>11) 14)</sup>。しかし、「さぬきの夢2023」は図-3 (E) のように国内品種で一般的に検出されるバンドパターン (In/Delマーカー (RLK Id) によるAのバンドが出ない) を示すため、ASW混入の有無はAバンドの有無で識別でき、制限酵素処理を省略できることが明らかとなった。これにより、本研究の「さぬきの夢」識別マーカーセット (RLK Id+MAD2A1428-BseGI) を用いた分析では、より効率的な判別が可能となった。

品種判別の手順は、図-5に示した「さぬきの夢2023」使用表示小麦粉の品種判別法の流れに従う。まずTaSE6でB以外の位置にバンドを検出した場合には他品種・銘柄の混入が疑われる。次にTaSE123でBの位置にバンドが検出された場合は「きたほなみ」の混入が考えられる。TaSE123でAの位置にバンドが検出された場合はTaSE37を用いて検定を行い、Aの位置にバンドが検出された場合はASW混入の可能性が高い。さらに、追加検定としてTaSE3, 117または「さぬきの夢」識別マーカーセット (RLK Id+MAD2A1428-BseGI) を実施することで、判別の信頼性を高めることができる。これらの判別手順は、複数品種が混合された加工食品や二次加工食品に対しても高い判別精度を維持でき<sup>11) 15) 16)</sup>、食品表示の信頼性向上やブランド保護に寄与するものと考えられる。

小麦は近年育種が著しく進み、流通する品種も大きく変化しているため<sup>15)</sup>、遺伝子型データベースの更新や新品种への対応、マーカーセットの拡充が求められる。また、国内には多数の小麦品種が存在し、流通実態や加工食品の多様化に伴い、判別対象品種の拡大とパターン情

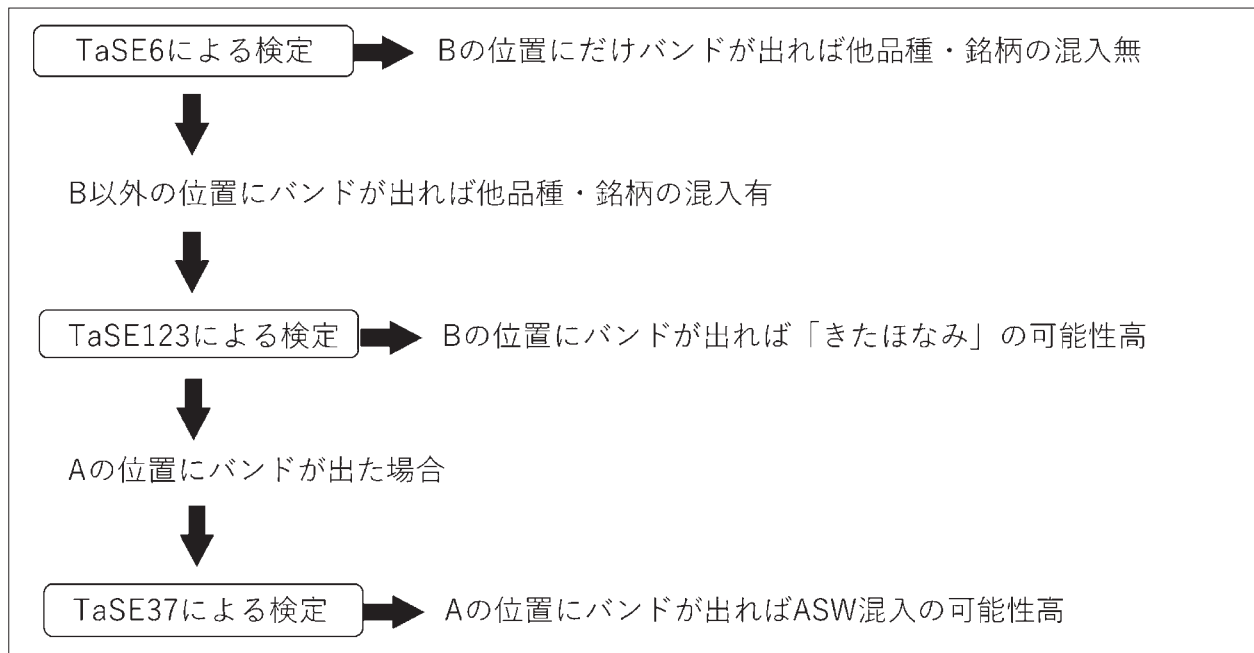


図-5 「さぬきの夢2023」使用表示小麦粉における品種判別法の流れ  
 アルファベットは、図-1に記載したそれぞれのマーカーにより検出された増幅産物を示す

報の継続的な収集が重要である。さらに、外国産銘柄については、ASWなどの小麦粉は輸入年度やロットごとにブレンド比率が異なる場合があり、遺伝子型のばらつきや混合度の変動に留意する必要がある<sup>16)</sup>。技術面では、アガロースゲル電気泳動法において低分子領域の分離能が高いMetaphor Agarose (Lonza) を使用し、ゲル濃度を4%と高濃度に調製することで高い分離能を得ている。一方で、4%という高濃度ゲルの調製は、アガロースの溶解や均一なゲルの作製が難しいなど、操作上の注意が必要である。そのため、安定した結果を得るには、ゲル調製や泳動操作に一定の熟練した技術が求められる。そのため、現場検査員への技術研修や標準操作手順書の整備、マイクロチップ電気泳動装置の導入等により、安定した判別結果の取得が期待される<sup>5)</sup>。また、DNAマーカー数の増加により判別精度・信頼性のさらなる向上が可能であり、今後は検査目的や対象に応じた最適なマーカーセットの選択、新規マーカーの開発が望まれる。加えて判別困難なサンプルや、より高感度検出が求められる場合には、NGS（次世代シーケンサー）等の導入も検討すべきである。NGSは多品種同時解析や微量検出に優れるが、現時点ではコストや設備面に課題があり、用途や現場ニーズに応じた技術選択が重要である。

品種判別技術は、原材料表示の科学的証明、偽装防止、知的財産権の保護、地域ブランドの維持・発展、消費者の信頼確保に大きく貢献するものであり、農産物の

品質保証・ブランド価値向上・農業経営の安定化のために、さらなる技術開発と社会実装が期待される。

以上より、EST-SSRマーカーおよび「さぬきの夢」識別マーカーセット (RLK Id + MAD2A1428-BseGI) を用いたアガロースゲル電気泳動法は、香川県産小麦をはじめとする多様な品種の判別において有用かつ実用的な技術であり、今後の品種判別・ブランド保護の現場で中心的な役割を果たす。

## 謝 辞

本研究の遂行に当たり、香川県農業試験場病虫・環境研究課の津田祥子氏には多大なるご協力を頂いた。ここに記して深く感謝の意を表する。

## 引用文献

- 1) 池田達哉 (2017) : 小麦品種関連遺伝子の解析による国内品種と輸入小麦銘柄の特徴付け, 日本食品化学工学会誌, 64巻3号 : 171-176.
- 2) Ii Yusuke, Uno Yuichi, Kanechi Michio, Inagaki Noboru (2012) : Screening of Sex in Asparagus at Early Growth Stages. HortTechnology, 22 (1) : 77-82.
- 3) 小林俊一・吉田智彦 (2006) : RAPD分析による栃木県を中心とした関東周辺地域のムギ類優良品種識

- 別, 日本作物学会紀時, 75: 165-174.
- 4) 食品トレーサビリティシステム導入の手引き改訂委員会 (2008): 食品トレーサビリティシステム導入の手引き (食品トレーサビリティガイドライン) (第2版第2刷), 社団法人 食品需給研究センター, 東京, [https://www.fmric.or.jp/trace/pdf/trace\\_guideline.pdf](https://www.fmric.or.jp/trace/pdf/trace_guideline.pdf)
  - 5) 高嶋康晴 (2010): 全自動電気泳動装置を用いたDNA分析の導入検討, 独立行政法人農林水産消費安全技術センター食品関係等調査研究報告, 34: 7~14.
  - 6) 高田兼則・谷中美貴子・池田達哉・石川直幸 (2008): 日本用小麦の生地物性に対するGlu-A1とGlu-D1対立遺伝子の相互作用とGlu-A1対立遺伝子のPCRマーカーの開発, 育種学研究10巻2号, 41-48.
  - 7) 多田祐真・吉田有梨花・三木哲弘・小林美鈴・村上優浩・森芳史 (2025): さぬきうどん用小麦新品種「さぬきの夢2023」の育成, 香川農試研報第76号: 9-19.
  - 8) 農林水産省 (2024): 地理的表示 (GI) 保護制度, [https://www.maff.go.jp/j/shokusan/gi\\_act/](https://www.maff.go.jp/j/shokusan/gi_act/)
  - 9) 農林水産省 (2022): 令和3年度侵害対策の推進に資する品種識別手法の開発, [https://www.maff.go.jp/j/kanbo/tizai/brand/b\\_syokubut/attach/pdf/index-117.pdf](https://www.maff.go.jp/j/kanbo/tizai/brand/b_syokubut/attach/pdf/index-117.pdf)
  - 10) 農林水産省 (2024): 令和6年産麦の農産物検査結果 (確定値), <https://www.maff.go.jp/j/seisan/syoryu/kensa/mugi/attach/pdf/index-42.pdf>
  - 11) 藤田由美子 (2012): コムギ品種および加工食品におけるDNA品種識別技術の開発, 近畿中国四国農業研究センター研究報告, 59: 41-79.
  - 12) 本田雄一・太田尊士・三木哲弘・多田伸司 (2002): 小麦新品種「さぬきの夢2000」の育成, 香川農試研報第55号: 1-8.
  - 13) 本田雄一・藤田究・村上てるみ・河田和利・多田伸司・三木哲弘・太田尊士 (2011): さぬきうどん用小麦新品種「さぬきの夢2009」の育成, 香川農試研報第62号: 1-10.
  - 14) 松原保仁・稲津忠雄・久保和子・浅井貴子・村上恭子 (2013): 県産小麦「さぬきの夢2009」と外国産小麦ASWの品種判別法, 香川県産業技術センター研究報告13号: 81-84.
  - 15) 村上恭子・河田和利 (2008): 市販キットを用いた小麦加工品からの簡便なDNA抽出法, 香川農試研報第59号: 45-49.
  - 16) 村上恭子・河田和利・本田雄一 (2014): コムギ使

用加工食品からのDNA抽出法と「さぬきの夢2009」品種判別法の開発, 香川農試研報第64号: 25-38.

# アスパラガスの枠板式高畝栽培における不耕起客土による改植法

藤井 詩乃<sup>a)</sup>・中村 智哉<sup>a)</sup>・池内 隆夫<sup>a)</sup>

キーワード：アスパラガス, 改植, 不耕起, 客土

Method for replanting asparagus using non-tillage topsoil application in raised-bed cultivation system

Shino FUJII<sup>a)</sup>, Tomoya NAKAMURA<sup>a)</sup>, Takao IKEUCHI<sup>a)</sup>

Key words: asparagus, replanting, non-tillage, soil dressing

## Abstract

Repeated cultivation of asparagus is generally considered difficult due to poor growth and yield decline. However, under framed raised-bed cultivation (Ikeuchi et al.<sup>5)</sup>, repeated planting based on a no-till soil-addition method-known as the plant residue burial method (Ikeuchi<sup>3)</sup>-has been reported to achieve growth and yields comparable to those of new planting. In this study, we examined the effects of the amount of soil added and the size of transplanted seedlings on the performance of the plant residue burial method. In the first replanting trial, beds were prepared by adding weathered granite soil (hereafter referred to as "granite soil") to a depth of 20 cm without tillage (replanting treatment) or by completely replacing all of the root-zone soil prior to bed formation (control). In both cases, 9-cm black polyethylene pot seedlings were transplanted. No missing plants were observed during the growth period, and no effects of replanting were detected on yields from the second-year plants onward. These results indicate that the plant residue burial method is a viable approach for repeated cultivation of asparagus.

A subsequent second replanting trial was conducted in the same field using raised beds prepared by adding granite soil to a depth of 10 cm and transplanting seedlings grown in 9-cm black polyethylene pots. For the both treatment and the control, yields of second-year plants exceeded 2500kg per 10a, demonstrating that successful replanting was feasible even with a reduced volume of added soil.

In the third replanting trial, young seedlings raised in 128-cell plug trays were transplanted into raised beds prepared by adding soil to a depth of 5 cm. Post-transplant growth was vigorous, and no missing plants were observed. In addition, yields became increasingly stable with increasing plant age, indicating the potential of this approach as a labor-saving and low-cost method for repeated cultivation of asparagus.

---

a) 野菜・花き研究課

受理日：2025年10月24日

## 摘要

連作障害が発生するため困難とされていたアスパラガスの改植について、枠板式高畝栽培（池内ほか<sup>5)</sup>）において、不耕起客土法による改植（既存株埋没栽培法（池内<sup>3)</sup>）が新植と同等の生育、収量を見込める方法として報告されている。本報では既存株埋没栽培法について、客土量、定植株の苗の大きさによる影響を検討した。1回目の改植では客土深20cmで花崗岩風化土（以下、「花崗土」とする）を用いて客土し、畝形成した場合（改植区）と、根域の培土を全て入れ替えて畝形成した場合（対照区）で比較した。いずれも定植株には9cm黒ポリポット苗を用い、生育時に欠株は確認されず、2年生株以降の収量にも改植の影響は確認されなかったことから、改植法として問題ないと考えられた。

次いで2回目の改植として、同一ほ場において客土深10cmで花崗土による畝形成を行い、9cm黒ポリポット苗を用いて定植した。2年生株の収量はいずれも2,500kg/10aを超え、客土量を減らしても改植が可能であった。

3回目の改植として、128穴セルトレイで育苗した幼苗を、客土深5cmで形成した畝に定植した。定植後の生育は順調で欠株は確認されなかった。収量についても株年数が増えるほど安定した収量が得られたことから、省力的かつ低コストで実施可能な改植法として有望であると考えられた。

## 緒言

アスパラガスの改植は、定植株の枯死や、生育不良となる連作障害が発生するため困難とされている（土屋<sup>9)</sup>、上杉ほか<sup>10)</sup>）。連作障害を引き起こすとされているアレロパシー物質の除去のため土壤耕起後に湛水灌漑および太陽熱処理を行う方法（田川ほか<sup>8)</sup>）、や活性炭を散布し耕起を行う方法（元木ほか<sup>7)</sup>）が報告されている。しかし、これらの方法は、ほ場を耕起することを前提とするため県内で広く普及している枠板式高畝栽培（かがわ型アスパラガス栽培システム）では実施が難しい。

我々は、連作障害の発生しない改植方法として不耕起客土法による改植技術を開発し、これまでに本法を基軸とした「既存畝間客土栽培」「既存株平行栽培」「既存株埋没栽培」の3種類において改植後の影響を調査してきた（池内<sup>2)</sup>、<sup>4)</sup>）。「既存畝間客土栽培」は本県で4畝から3畝での栽培様式に変化した際に用いられた方法で、既

存畝の通路上に客土により畝を形成し4畝を3畝にする改植方法である。この方法は、苗から株養成を開始し、改植後半年から1年間は無収益期間が発生することが課題である。その後、本県主要品種である「さぬきのめざめ」の栽培は、枠板を用いた高畝での2畝栽培が主流となり、2畝栽培においても改植が可能な技術が求められた。そこで開発されたのが「既存株平行栽培」で、2畝栽培時の既存畝を耕起せずに通路側となる畝上に枠板を設置し内側に客土で高畝を形成し定植する方法である。本法により定植1年目は既存株から、2年目以降は改植株からの収量が得られ無収益期間を無くすることが可能となった。しかし、株年数が異なるため栽培管理が煩雑になることから「既存株埋没栽培」が開発され、品種更新を目的とした改植や平畝から高畝の2畝栽培へ改植する場合に行われる方法となっている。

本研究は、枠板式高畝栽培において、「既存株埋没栽培」の改植を同一ほ場で3回行うとともに、省力化を図るため、客土量、定植株の苗の大きさが、改植株の生育状況および収量に及ぼす影響を調査したので報告する。なお、改植は定植後10年以上経過し弱勢化した株を既存株として行う場合が多いが、本試験では既存株として4年生株を用いた。4年生株は貯蔵根や吸収根が畝内に十分に分布しており（八畝ほか<sup>12)</sup>）、アレロパシー物質は根の残存物から滲出すること（元木ほか<sup>7)</sup>）や、欠株もほぼなく、ほう芽勢も衰えていない状態であることから、連作障害がより発生しやすい条件であると仮定し試験を行った。

## 材料および方法

### 試験1. 1回目改植（客土深20cm）

香川県農業試験場の間口6mのパイプハウス内に2010年7月21日に畝幅300cm、株間40cm、1条植えで2畝配置した「さぬきのめざめ」の多年生株を既存株とした。改植区は、既存畝上に新たに花崗土のみを用い、通路側上面に木板で補強後、客土深20cmで客土し50cmの高畝とし畝形成した（図-1）。対照区は既存株を全て取り除き全量花崗土により50cmの高畝を形成した（図-2）。両区とも畝形成は2014年6月に行い、同年6月23日に株間40cmの1条植えで定植した。供試品種は「さぬきのめざめ」を用い、定植株は、県内での改植時に多く用いられる9cm黒ポリポットで育苗を行ったものを使用した。供試株数は1区10株の2反復とし、基肥は対照区ではくみあいFTE尿素有機入り粒状固形肥料086（全国農業協同組合連合会）（以下、「FTE086」とする）を

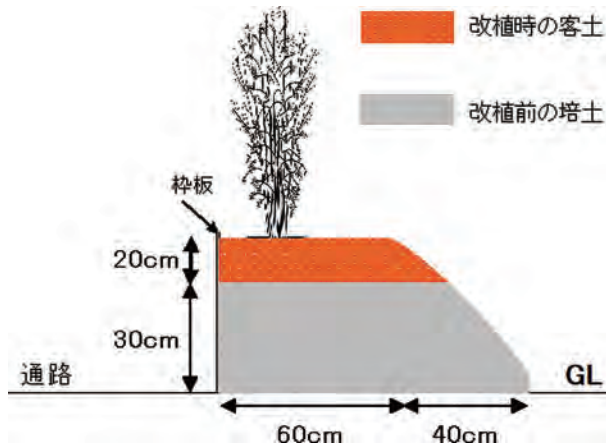


図-1 改植区の畝断面

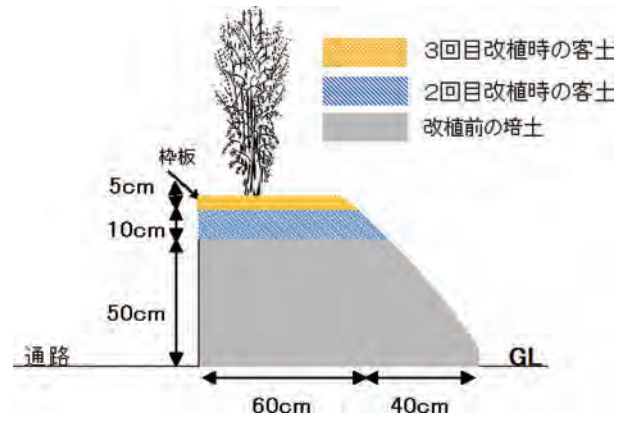


図-3 2～3回目の改植の断面図

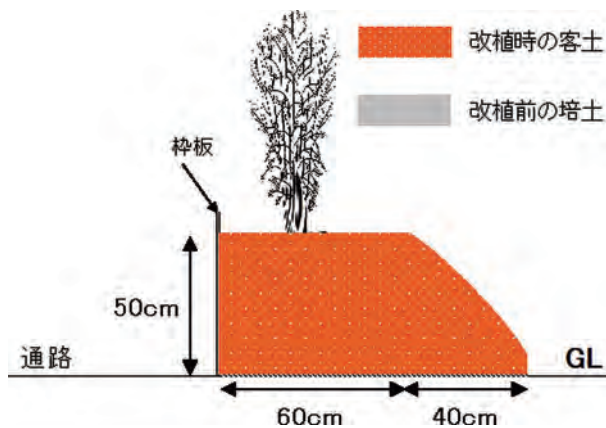


図-2 対照区の畝断面

200kg/10a, 粒状苦土石灰を100kg/10aを全面全層混和, 改植区はなしとし, 追肥は両区ともに6～10月にFTE086を月1回施肥(合計でN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:k<sub>2</sub>O=20:16:20(kg/10a))した。生育調査として地上部は草丈, 茎数および最大茎径を同年12月に測定した。草丈は, 株中で最も太い成茎について測定し, 最大茎径は, 株中で最も太い成茎の地際部を測定した。2年目以降は, 半促成長期どり栽培とし収穫は1～10月に行い, 成型の立茎は1cm程度のものを2～3本/株とした。定植翌年の2年生株より収穫物調査として収量および平均茎重を調査した。

#### 試験2. 2回目改植(客土深10cm)

試験1のほ場において, 1回目の改植を行った株を既存株とし2回目の改植を行った。改植時には, 9cm黒ポリポットで育苗した苗での定植が可能な最低限の客土量として客土深10cmで畝形成を行った。2回目の改植は, 2017年6月に収穫中の畝上面に花崗土で畝形成し, 同年6月10日に株間25cmの1条植えで定植した(図-3)。供試品種は, 9cm黒ポリポットで育苗した「スーパーウェルカム(サカタのタネ)」「ゼンユウガリバー(サナテックシード)」「ウェルカム(サカタのタネ)」の3

品種を用いた。供試株数は, 1区5株の2反復とし, 基肥は施用せず追肥として6～10月にFTE086を月1回施肥(合計でN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:k<sub>2</sub>O=20:16:20(kg/10a))した。2年目以降は, 半促成長期どり栽培とし収穫は2～10月, 成型の立茎は1cm程度のものを2～3本/株とした。生育調査として各品種で5株ずつ定植株黄化後の地上部茎葉新鮮重を2018年1月に計測した。定植翌年の2年生株より収穫物調査として収量, 秀品収量および秀品率を調査した。

#### 試験3. 3回目改植(客土深5cm)

試験1, 2のほ場において, 2回目の改植を行った株を既存株とし3回目の改植を行った。定植株には9cm黒ポリポットで育苗した苗に比べ, 安価で定植時の労力負担が軽減される128穴セルトレイで育苗したセル成型苗を使用した。畝形成は, 苗を幼苗としたことから客土量も削減することとし, 2021年5月に収穫中の畝上面に, 客土深5cmで行った(図-3)。定植は, 2021年5月12日に株間20cm1条植えで行い, 供試品種は同年3月5日に播種した「さぬきのめざめ2021」「ハイパーウェルカム(サカタのタネ)」「ウェルカム(サカタのタネ)」の3品種とした。供試株数は, 1区6株2反復(「ウェルカム」のみ反復なし)とし, 基肥は施用せず追肥として5～10月にFTE086を月1回施肥(合計でN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:k<sub>2</sub>O=20:16:20(kg/10a))とした。2年目以降の管理は, 試験2と同様の管理を行った。生育調査として地上部は試験1と同様の測定方法で草丈, 茎数および最大茎径を7～10月に渡り3回測定し, 定植翌年の2年生株より収穫物調査として収量, 秀品収量および秀品率を調査した。

## 結果および考察

### 1) 試験1. 1回目改植(客土深20cm)

改植区および対照区の株は、順調に生育し欠株は確認されなかった。定植年12月の生育調査では、改植区で草丈188.9cm、茎数26.9本、最大茎径8.2mmとなり対照区に比べ同等以上の生育が確認された(表-1)。また、対照区では草丈が低かったが、定植直後の過かん水により生育が遅延したことが影響したと考えられた。2年生株における収穫物調査では、年間収量が改植区2,813kg/10a、対照区2,340kg/10aと改植区でやや多く、年間平均茎重においても改植区19.2g、対照区18.2gと改植区でやや重かった。3年生株の収量では改植区2,872kg/10a、対照区3,178kg/10aといずれも2年生株よりも増加し、平均茎重は改植区18.8g、対照区20.5gと改植区でやや軽かった(表-2)。これらより、既存株埋没栽培による改植を客土深20cmで行った場合、根域の培土を全て入れ替えた対照区と比較しても定植後の生育は劣らず、2年生株では対照区に比べ高収量であったことや株年数が増えるにつれて収量増加が確認されたことから、改植法として問題ないと考えられた。

### 2) 試験2. 2回目改植(客土深10cm)

定植後の生育は順調であり、いずれの品種においても欠株は確認されなかった。定植株黄化後の地上部茎葉新鮮重では、いずれの品種においても大きな差はなかった(表-3)。2年生株の収穫物調査では供試品種順に2,541kg/10a、3,312kg/10a、2,696kg/10aといずれも本県の農業経営指標の中で目標収量となっている2,500kg/10a(香川県<sup>6)</sup>)を超える収量となり、3年目以降も収量は維持された(表-4)。秀品率は、品種による差はある

ものの改植した際に発生するとされる連作障害のひとつである立枯病(浦上<sup>11)</sup>)由来の若茎の曲がりなど、改植に起因すると考えられる品質の低下は確認されなかった。これらより、試験1よりも客土量を減らした客土深10cmで2回目の改植を行った場合においても、既存株埋没栽培での改植は有望であると考えられた。

### 3) 試験3. 3回目改植(客土深5cm)

定植後の生育は順調であり、定植年10月下旬の生育調査では供試品種順に草丈178.2cm、206.7cm、203.5cm、茎数34.3本、29.2本、34.0本、最大茎径7.1mm、9.7mm、8.4mmとなり、いずれの品種においても欠株は確認されなかった(表-5)。2年生株の収穫物調査では供試品種順に2,840kg/10a、3,098kg/10a、1,447kg/10a、3年生株では3,546kg/10a、3,579kg/10a、2,096kg/10aとなり、特に「さぬきのめざめ2021」、「ハイパーウェルカム」においては高収量となった(表-6)。「ウェルカム」は3品種の中で収量が少なかった。これについては、何らかの収量低下につながる要因が生じた可能性があるが、生育調査時に顕著な差はないこと、株年生が進むにつれ収量も増加していることから、改植が収量低下の主な要因ではないと考えられる。しかし、通算3回の客土により畝高が高くなっていることから、1回目の改植時よりも乾燥や地温の上昇が起りやすいと予想されるため、それらも要因の一つとなっている可能性も考えられる。秀品率は3年生株で79%、68%、65%となり、「さぬきのめざめ2021」で最も高くなった。以上のことから、既存株埋没栽培による客土深5cm、128穴セルトレイを用いたセル成型苗で改植を実施した場合でも欠株は発生せず、改植3年目においても高い収量を確認した。この方法は、客土量を少なくし、幼苗を用いることが可能となり、客土に係る労力負担の軽減が図られるほか、改植に

表-1 定植年における生育の概要(2014, 1株当たり)(試験1)

試験区	草丈 (cm)	茎数 (本)	最大茎径 (mm)
改植区	188.9	26.9	8.2
対照区	157.1	25.1	7.2

表-2 改植2～3年目における収量(2015, 2016, 10a当たり)(試験1)

試験区	株年生	春芽		夏秋芽		合計	
		収量 kg/10a	平均茎重 g	収量 kg/10a	平均茎重 g	収量 kg/10a	平均茎重 g
改植区	2年生	508.0	14.4	2305.3	19.5	2813.3	19.2
	3年生	1323.5	23.1	1536.4	17.9	2871.7	18.8
対照区	2年生	386.7	12.9	1953.6	18.0	2340.3	18.2
	3年生	1495.0	24.1	1671.0	19.1	3177.6	20.5

※春芽は1～4月、夏秋芽は5～10月の収穫物とした

表-3 株養成後新鮮重 (試験2)

品種名	新鮮重 (g)
スーパーウェルカム	878.5
ゼンユウガリバー	846.5
ウェルカム	872.0

※5株当たり新鮮重  
 ※2018年1月5日調査 (定植年黄化後)

表-4 改植2～4年目における収量 (2018～2020, 10a当たり) (試験2)

品種名	株年生	春芽			夏秋芽			合計		
		秀品収量 kg/10a	収量 kg/10a	秀品率	秀品収量 kg/10a	収量 kg/10a	秀品率	秀品収量 kg/10a	収量 kg/10a	秀品率
スーパー ウェルカム	2年生	579.8	614.5	94.3%	1339.9	1926.0	69.6%	1919.7	2540.5	75.6%
	3年生	972.4	1087.0	89.5%	920.9	1465.0	62.9%	1893.2	2552.0	74.2%
	4年生	572.2	878.6	65.1%	1008.5	1605.4	62.8%	1580.8	2484.0	63.6%
ゼンユウ ガリバー	2年生	699.1	724.0	96.6%	1923.5	2588.0	74.3%	2622.6	3312.0	79.2%
	3年生	790.9	827.3	95.6%	1569.8	2186.5	71.8%	2360.7	3013.7	78.3%
	4年生	789.7	953.3	82.8%	1768.1	2864.2	61.7%	2557.8	3817.4	67.0%
ウェルカム	2年生	644.4	697.0	92.5%	1305.0	1998.5	65.3%	1949.4	2695.5	72.3%
	3年生	763.7	882.2	86.6%	1051.4	1731.8	60.7%	1815.1	2614.0	69.4%
	4年生	526.7	782.8	67.3%	960.5	1645.6	58.4%	1487.2	2428.4	61.2%

※春芽は2～4月, 夏秋芽は5～10月の収穫物とした  
 ※栽植密度から, 収量 = 株あたり収穫量 × 1,800により算出した

表-5 定植年における生育の概要 (2021, 1株当たり) (試験3)

品種名	項目 調査日	草丈 (cm)			茎数 (本)			最大茎径 (mm)		
		7/7	9/15	10/26	7/7	9/15	10/26	7/7	9/15	10/26
さぬきのめざめ2021		67.5	178.0	178.2	9.0	26.7	34.3	2.0	5.2	7.1
ハイパーウェルカム		65.1	155.0	206.7	7.6	23.7	29.2	2.1	6.9	9.7
ウェルカム		68.3	168.3	203.5	10.2	26.8	34.0	2.2	6.6	8.4

※草丈は株中最も高い成茎, 茎径は株中最も太い成茎の地際を計測した

表-6 改植2～3年目における収量 (2022, 2023, 10a当たり) (試験3)

品種名	株年生	春芽			夏秋芽			合計		
		秀品収量 kg/10a	収量 kg/10a	秀品率	秀品収量 kg/10a	収量 kg/10a	秀品率	秀品収量 kg/10a	収量 kg/10a	秀品率
さぬきのめざめ2021	2年生	766.2	844.1	90.8%	1722.9	1996.2	86.3%	2489.1	2840.2	87.6%
	3年生	1390.2	1595.9	87.1%	1416.2	1949.7	72.6%	2806.4	3545.6	79.2%
ハイパーウェルカム	2年生	627.9	743.1	84.5%	1767.3	2354.6	75.1%	2395.2	3097.7	77.3%
	3年生	1286.3	1648.7	78.0%	1152.9	1929.9	59.7%	2439.2	3578.6	68.2%
ウェルカム	2年生	367.8	463.8	78.8%	658.0	982.8	69.5%	1025.8	1446.6	72.5%
	3年生	643.5	820.5	78.4%	724.5	1275.9	56.8%	1368.0	2096.4	65.3%

※春芽は2～4月, 夏秋芽は5～10月の収穫物とした  
 ※秀品率は (秀品収量 (kg/10a)/収量 (kg/10a)) × 100により算出した

係るコスト低減が見込まれる技術であると考えられた。

#### 4) 総括

これらの結果から, 花崗土を用いて客土深20cmで畝形成を行い9cm黒ポリポット苗を使用して改植を行った場合, 欠株は発生せず定植2年目以降の収量への改植

の影響もみられないことから, 既存株埋没栽培による不耕起客土の改植は, 新植と同程度の生育, 収量が見込める改植法であると考えられる。一方, 客土深20cmでの畝形成は必要土量が多く, 畝形成時の労力負担も大きい。そのため, 2回目の改植として客土深10cmで畝形

成し定植株に9cm黒ポリポット苗を使用する改植方法を行ったところ、客土量を減らした場合でも連作障害の発生は確認されず、改植法として有望であると考えられた。その後の3回目の改植において、定植株に128穴セルトレイで育苗したセル成型苗を使用することで、客土量をより少なくした客土深5cmで畝形成した改植法も、連作障害の発生は確認されなかったことから、改植方法として有望であると考えられる。また、この改植方法は最も労力が軽減でき、土代や苗代などの改植に係るコスト低減も期待できる。

## 謝 辞

本試験研究の実施にあたり、香川県農業試験場の職員の各位、特に野菜担当の方々には週休日の収穫調査に格段の協力を頂いた。記して厚くお礼申し上げる。

## 引用文献

- 1) 池内隆夫 (2012) : アスパラガス改植法の検討, 園芸学研究第11巻別冊1 : 119
- 2) 池内隆夫 (2012) : アスパラガス改植法の検討 (第2報), 園芸学研究第11巻別冊2 : 214
- 3) 池内隆夫 (2013) : アスパラガス改植法の検討 (第3報), 園芸学研究第12巻別冊2 : 181
- 4) 池内隆夫 (2014) : 不耕起客土法によるアスパラガスの改植, 植物防疫第68巻第11号 : 13-20
- 5) 池内隆夫・佃晋太郎 (2020) : 最新農業技術野菜 No.13, 枠板式高うね栽培システム (かがわ型アスパラガス栽培システム), 農文協, 東京 : 151-159
- 6) 香川県 (2017) : 農業経営指標, <https://www.pref.kagawa.lg.jp/documents/12217/4asuparagasu.pdf>
- 7) 元木悟・西原英治・北澤裕明・平館俊太郎・藤井義晴・篠原温 (2006) : アスパラガス連作障害におけるアレロパシー回避のための活性炭の利用, 園芸学研究第5巻第4号 : 437-442
- 8) 田川愛・柳井洋介・中島寿亀・浦上敦子 (2014) : アスパラガス連作障害回避のための太陽熱処理効果の検証, 園芸学研究第13巻第3号 : 221-227
- 9) 土屋一成 (1989) : アスパラガスにおけるアレロパシー研究の現状, 農及園第64巻第3号 : 373-378
- 10) 上杉壽和・小澤智美・松木宏司・小口伴二 (1997) : アスパラガスアレロパシーを軽減する改植技術, 長野野菜花き試報第10号 : 35-40
- 11) 浦上敦子 (2014) : アスパラガス連作障害の要因と

対策技術の概要について, 植物防疫第68巻第11号 : 640-643

- 12) 八鍬利郎・原田隆・高橋義雄・田村春人・秋南栄一・多賀辰義・山谷吉蔵・佐藤滋樹・山吹一芳・山川潔 (1982) : アスパラガスの性状に関する研究 : (第2報) 3年生及び6年生の根系について, 北海道大学農学部邦文紀要第13巻第2号 : 102-108

# 植物生育調節剤の2回目処理時のCPPU単用処理が ブドウ「シャインマスカット」の果実品質に及ぼす影響

福田 哲生<sup>a)</sup>・真鍋 徹郎<sup>a)</sup>・濱野 康平<sup>a)</sup>

キーワード：ブドウ, シャインマスカット, 果実品質, CPPU, 植物生育調節剤

Effects of forchlorfenuron (CPPU) alone treatment for plant growth regulator during full bloom after 10-15 days on fruit quality in 'Shine Muscat' Grapes

Tetsuo FUKUDA<sup>a)</sup>, Tetsuro MANABE<sup>a)</sup>, Kohei HAMANO<sup>a)</sup>

Key words: grape, Shine Muscat, fruit quality, CPPU, plant growth regulator

## Abstract

We evaluated the effects on fruit quality and related traits of 'Shine Muscat' grapes cultivated under unheated greenhouse and rain protected tunnel conditions of applying forchlorfenuron alone for plant growth regulator treatment during full bloom after 10-15 days as compared to the conventional treatment with gibberellin alone.

1. Fruit quality: decreasing berry weight was associated with a slight decline in cluster weight as well as increasing sugar content.
2. Rachis characteristics: reduced rachis mass and diameter resulted in lower rachis stiffness and greater flexibility, improving the workability of berry clusters (manual adjustment of berries within clusters).
3. Berry rheological properties: the higher fracture strain at skin penetration that was observed suggests softer flesh.

## 摘要

無加温ハウス栽培および雨よけトンネル栽培のブドウ「シャインマスカット」において、植物生育調節剤の2回目処理時のホルクロルフェニユロン単用処理が果実品質等に及ぼす影響について、慣行のジベレリン単用処理と比較して調査した。

1. 果実品質では、果粒重が小さくなるのに伴い果房重もやや小さくなる一方で、糖度が高くなることが明らかになった。

2. 果軸が軽く細くなることで硬化が抑制され、柔軟性が高まることにより、玉直しの作業性が向上した。
3. 果粒物性では、果皮貫通時の破断歪率が高いことから、果肉が軟らかくなることが示唆された。

## 緒言

ブドウ「シャインマスカット」は、果肉が硬く噛み切りやすい崩壊性の肉質（山田ほか<sup>12)</sup>）と、皮ごと食べられることにより生じる独特の食感が特徴である。また、マスカット香を有し高糖度で良好な食味と食感が消費者

a) 府中果樹研究所

受理日：2025年10月24日

ニーズに合致していることから、市場では高単価で取引されている。加えて、果皮が黄緑色であり地球温暖化にみられる高温の影響による着色不良の懸念がないことから、国内各地で栽培が急増し（山田ほか<sup>11)</sup>）、2022年には「巨峰」を抜いて栽培面積が最も多くなり（農林水産省<sup>8)</sup>）、国産ブドウを代表する品種となっている。

本品種について、香川県では房型を重視した高付加価値化を行うことでブランド展開に取り組んでおり、生産現場では摘粒や玉直しなど細やかな作業が行われている。しかし、房型を重視するが故、過度な玉直し作業による脱粒がみられ、逆に房型を損なうことが問題になっている。「ピオーネ」などの巨峰系四倍体品種では、植物生育調節剤の2回目処理時にジベレリン（以下、GA）の代わりにホルクロルフェニユロン（以下、CPPU）の単用処理により、着色向上や果軸硬化軽減の効果が確認されている（久保田<sup>4)</sup>・里吉<sup>10)</sup>）が、「シャインマスカット」に対する効果は明らかになっていない。

また、本品種は皮ごと食べたときの食べやすさ（以下、皮ごと食べやすさ（本杉ほか<sup>6)</sup>・笈田ほか<sup>9)</sup>）が食味の重要なポイントとなる。皮ごと食べやすさは、園地条件や光環境条件で異なる（本杉ほか<sup>6)</sup>）ほか、植物生育調節剤が大きく影響していることが知られている（笈田ほか<sup>9)</sup>）。これまでに、1回目処理時でのGAとCPPUの混用事例（門脇ほか<sup>2)</sup>・笈田ほか<sup>9)</sup>）や2回目処理時でのGAとCPPUの混用事例（門脇ほか<sup>2)</sup>・持田ほか<sup>5)</sup>）が報告されているが、2回目処理時のCPPU単用処理の事例は少ない。

そこで、本研究では、「シャインマスカット」の無加温一重（以下、無加温）ハウス栽培と雨よけトンネル栽培の二つの作型において、植物生育調節剤の2回目処理

時のCPPU単用処理が果実品質、果軸、玉直し作業の難易、果粒物性に及ぼす影響について調査したので報告する。

## 材料および方法

### 1. 供試材料

2017年から2018年にかけて香川県農業試験場府中果樹研究所（香川県坂出市）に植栽の「シャインマスカット」（H字型整枝短梢せん定、台木：テレキ5BB）において、無加温ハウス栽培は5年生樹（2017年当時）を、雨よけトンネル栽培は20年生樹（2017年当時）を用い、各作型1樹ずつ供試した。

### 2. 処理方法

各試験区の植物生育調節剤の処理時期と濃度を表-1に、作型・年次別の無核化促進処理日、植物生育調節剤処理日および収穫日を表-2に示した。試験区の共通処理として、無核化促進のため開花約10日前にストレプトマイシン（以下、SM、アグレプト液剤、（株）Meiji Seika ファルマ）200ppmを花房浸漬処理した。花穂整形は段階的に行い、開花時に花穂先端が約3.5cmになるよう調整した。また、その後に、満開直後の花房に対して、植物生育調節剤の1回目処理を行った。その際、ジベレリン（以下、GA、住友ジベレリン粉末、（株）住友化学）25ppm溶液に、ホルクロルフェニユロン（以下、CPPU、フルメット液剤、（株）住友化学）5ppmを加用した。植物生育調節剤の2回目処理は、CPPU 5ppm単用区と慣行のGA25ppm単用区の試験区を設け、満開約14日後の同日に果房浸漬処理した。果粒軟化期までに

表-1 各試験区の植物生育調節剤の処理時期と濃度<sup>z)</sup>

試験区	1回目処理 (満開後0日～3日)	2回目処理 (満開後10～15日)
CPPU単用区	GA 25ppm + CPPU 5ppm	CPPU 5ppm
GA 単用区 (慣行)	GA 25ppm + CPPU 5ppm	GA 25ppm

z: GAはジベレリン, CPPUはホルクロルフェニユロンを示す

両区とも無核化促進のため、開花14日前～開花始期にストレプトマイシン (SM) 200ppmを花房浸漬処理した

表-2 作型・年次別の無核化促進処理日、植物生育調節剤処理日および収穫日

作 型	年 次	無核化促進処理	植物生育調節剤		収 穫
			1回目処理	2回目処理	
無加温ハウス	2017年	5月4日	5月13日	5月26日	8月23日
	2018年	4月27日	5月8日	5月22日	8月10日
雨よけトンネル	2017年	5月18日	5月25日	6月8日	8月22日
	2018年	5月14日	5月21日	6月4日	9月4日

着房数を10a当たり約3,000房に調整した。その後、果房に白色果実袋（遮光率34.0%）を被袋し、収穫まで管理した。収穫は、作型毎にいずれの区も同日に行った。

3. 調査方法

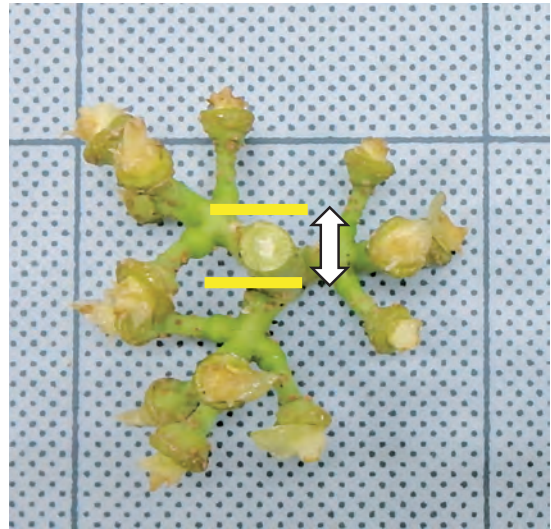
果実品質は、果房重、果粒重、果皮色、かすり症発生程度、糖度および酸含量を各区10果房について調査し

た。果皮色は、香川県版シャインマスカット専用カラーチャート（山下ほか<sup>13)</sup>により判定した。かすり症発生程度は、達観により、0～3までの4段階（0：発生なし、1：商品性に問題のない軽度、2：等級を落とさざるを得ない中度、3：商品性がなくなる重度）の指数を与えた。糖度は、各果房の肩部から房尻にかけて縦列に5果粒を採取し、ガーゼで一括搾汁した液をデジタル糖度計（SMART-1、（株）アタゴ）により測定した。酸含量は、前述の搾汁液を0.1N水酸化ナトリウムで滴定し、酒石酸に換算して算出した。

果軸は、果房から果粒を取り除いた状態で、果軸重、



(A) 最上位支梗の直上位置



(B) 最大横径

図-1 果軸径の測定方法  
最上位支梗の直上 ((A) の位置) の最大横径 ((B) の矢印の部分) を測定



(A) 玉直し前



(B) 玉直し後

図-2 玉直し作業

果軸長および果軸径を各区10果軸について測定した。果軸長は最上位の支梗基部から最下位の支梗基部までの長さ、果軸径は最上位支梗の直上位置の最大横径（図-1）についてノギスを用いて測定した（果軸径は2018年のみ）。

果粒の位置を整える玉直し作業（図-2）は、果粒軟化期直前に行った。その作業の難易性について、果粒の位置を整える際の果梗の抵抗の状態を達観により判定し、1～3までの指数（1：易 抵抗がほとんどなく作業し易い、2：中 抵抗が少しあるが作業に問題ない、3：難 抵抗がかなりあり作業し難い）を与えた。

果粒物性は、各果房から無作為に果粒を採取し（2017年は2果粒採取し各区20果粒、2018年は3果粒採取し各区30果粒）調査した。卓上型物性測定器（TPU-2C、（株）山電）を使用し、直径4mm円柱形プランジャーを用い変形速度2.5mm/sで果粒赤道部を貫通させ、果皮を破断した時の荷重、果粒歪率および破断エネルギーを測定した。

## 結 果

### 1. 果実品質

植物生育調節剤の2回目処理時のCPPU単用処理が果実品質に及ぼす影響を表-3、4に、その写真を図-3に示した。果房重は、いずれの作型も慣行のGA単用区に比べてCPPU単用区がやや軽くなったが、有意な差はなかった。着粒数は、いずれの作型も処理による差がなかった。果粒重は、いずれの作型もCPPU単用区で軽く、トンネル栽培では両年次ともに有意な差がみられた。果皮色は、いずれも香川県の収穫適期の目安とされるカラーチャート値3.5程度（香川県<sup>3)</sup>）を呈し、処理に

よる差は認められなかった。糖度は、いずれの作型も香川県出荷基準の18Brix（香川県<sup>3)</sup>）以上を示したが、慣行のGA単用区と比較してCPPU単用区が高く、無加温ハウス栽培の2017年を除き有意な差がみられた。酸含量は、いずれの作型も2017年では処理による差がなかったが、2018年ではCPPU単用区で有意に高くなった。かすり症は、いずれの作型も発生がみられなかった。

### 2. 果軸

果軸に及ぼす影響を表-5に、その写真を図-4、5に示した。果軸長は、いずれの作型も香川県の基準となる7～8cm程度（香川県<sup>3)</sup>）であり、処理による影響は認められなかった。軸重は、いずれの作型も慣行のGA単用区に比べてCPPU単用区が軽く、両年次とも有意な差がみられた。軸径は、2018年のみの調査となるが、いずれの作型もGA単用区と比較してCPPU単用区で細くなり、雨よけトンネル栽培では有意な差がみられた。達観であるが、いずれの作型もGA単用区に比べてCPPU単用区で支梗や小果梗もやや細くなる傾向であった。

### 3. 玉直し作業の難易

達観による玉直し作業の難易を図-6に示した。玉直し作業は、いずれの作型もGA単用区に比べてCPPU単用区で難易度が両年次とも有意に低く、作業がしやすかった（図-6）。

### 4. 果粒物性

果皮を破断した時の果粒物性に及ぼす影響を表-6に示した。果皮の破断荷重は、無加温ハウス栽培の2017年ではGA単用区と比較してCPPU単用区が有意に低くなったが、それ以外の作型や年次では差がなかった。果

表-3 植物生育調節剤の2回目処理時のCPPU単用処理が果実品質に及ぼす影響<sup>a)</sup>

作型	試験区	果房重 (g)		着粒数		果粒重 (g)		果皮色 <sup>y)</sup> (C.C. 値)	
		2017年	2018年	2017年	2018年	2017年	2018年	2017年	2018年
無加温 ハウス	CPPU単用区 <sup>x)</sup>	603.0	641.8	35.0	40.2	16.9	15.7	3.5	3.6
	GA単用区 <sup>w)</sup>	606.5	652.8	34.6	39.4	17.3	16.2	3.5	3.6
	有意性 <sup>v)</sup>	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
雨よけ トンネル	CPPU単用区 <sup>x)</sup>	505.6	702.9	30.9	44.1	16.0	15.7	3.6	3.7
	GA単用区 <sup>w)</sup>	546.8	749.4	30.2	42.4	17.7	17.3	3.6	3.5
	有意性 <sup>v)</sup>	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	**	**	N.S.	N.S.

z) : 数値はn=10の平均値

y) : 香川県版シャインマスカット用カラーチャート（1～6の6段階）

x) : 1回目処理（GA 25ppm+CPPU 5ppm）、2回目処理（CPPU 5ppm）

w) : 1回目処理（GA 25ppm+CPPU 5ppm）、2回目処理（GA 25ppm）

v) : t検定により、\*\*は1%水準で有意差あり、N.S.は有意差なし

表－4 植物生育調節剤の2回目処理時のCPPU単用処理が果実品質に及ぼす影響<sup>z</sup>

作型	試験区	糖度 (Brix)		酸含量 (g/100ml)		かすり症発生程度 <sup>y</sup>	
		2017年	2018年	2017年	2018年	2017年	2018年
無加温 ハウス	CPPU単用区 <sup>x</sup>	18.5	19.3	0.33	0.31	0.0	0.0
	GA単用区 <sup>w</sup>	18.2	18.7	0.33	0.29	0.0	0.0
	有意性 <sup>v</sup>	N.S.	*	N.S.	**	—	—
雨よけ トンネル	CPPU単用区 <sup>x</sup>	21.2	20.6	0.30	0.28	0.0	0.0
	GA単用区 <sup>w</sup>	19.6	19.7	0.30	0.25	0.0	0.0
	有意性 <sup>v</sup>	***	***	N.S.	**	—	—

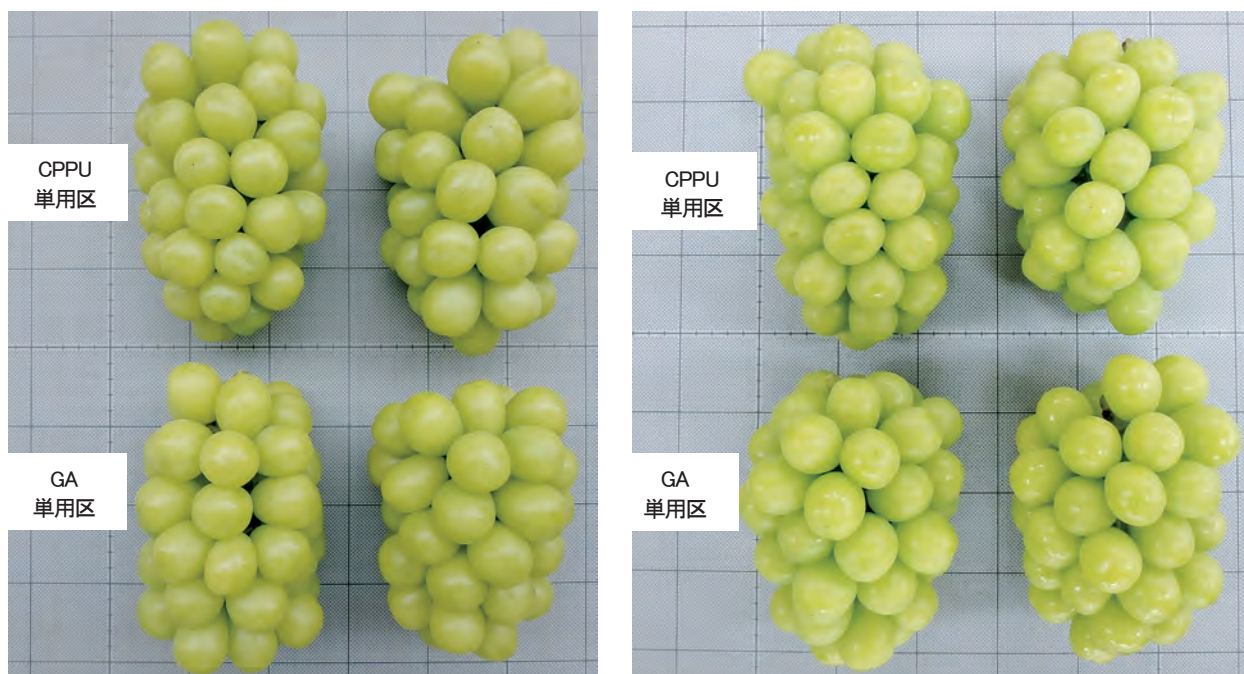
z : 数値はn=10の平均値

y : 0～3までの4段階 (0 : 発生なし, 1 : 商品性に問題のない軽度, 2 : 等級を落とさざるを得ない中度, 3 : 商品性がなくなる重度) で判定

x : 1回目処理 (GA 25ppm+CPPU 5ppm), 2回目処理 (CPPU 5ppm)

w : 1回目処理 (GA 25ppm+CPPU 5ppm), 2回目処理 (GA 25ppm)

v : t検定により, \*\*\*は0.1%水準, \*\*は1%水準, \*は5%水準で有意差あり, N.S.は有意差なし



(A) 無加温ハウス栽培

(B) 雨よけトンネル栽培

図－3 植物生育調節剤の2回目処理時のCPPU単用処理が果実品質に及ぼす影響 (2018年)

表－5 植物生育調節剤の2回目処理時のCPPU単用処理が果軸に及ぼす影響<sup>z</sup>

作型	試験区	果軸長 (cm)		果軸重 (g)		果軸径 <sup>y</sup> (mm)	
		2017年	2018年	2017年	2018年	2017年	2018年
無加温 ハウス	CPPU単用区 <sup>x</sup>	8.1	8.2	12.5	12.8	—	6.8
	GA単用区 <sup>w</sup>	7.8	8.0	15.5	15.4	—	7.7
	有意性 <sup>v</sup>	N.S.	N.S.	**	***	—	N.S.
雨よけ トンネル	CPPU単用区 <sup>x</sup>	7.1	8.4	9.7	12.2	—	5.2
	GA単用区 <sup>w</sup>	6.9	8.3	12.4	14.8	—	6.0
	有意性 <sup>v</sup>	N.S.	N.S.	***	**	—	*

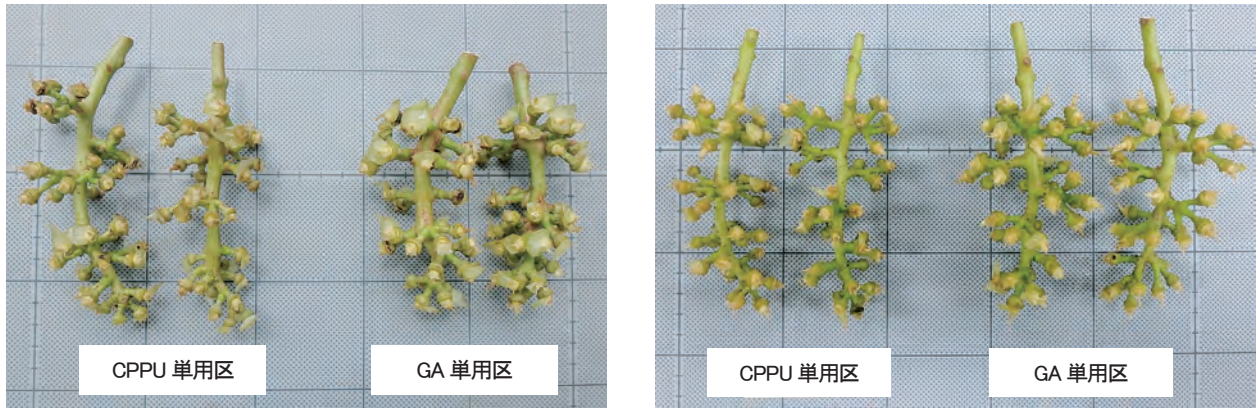
z : 数値はn=10の平均値

y : 最上位支梗の直上位置の最大横径

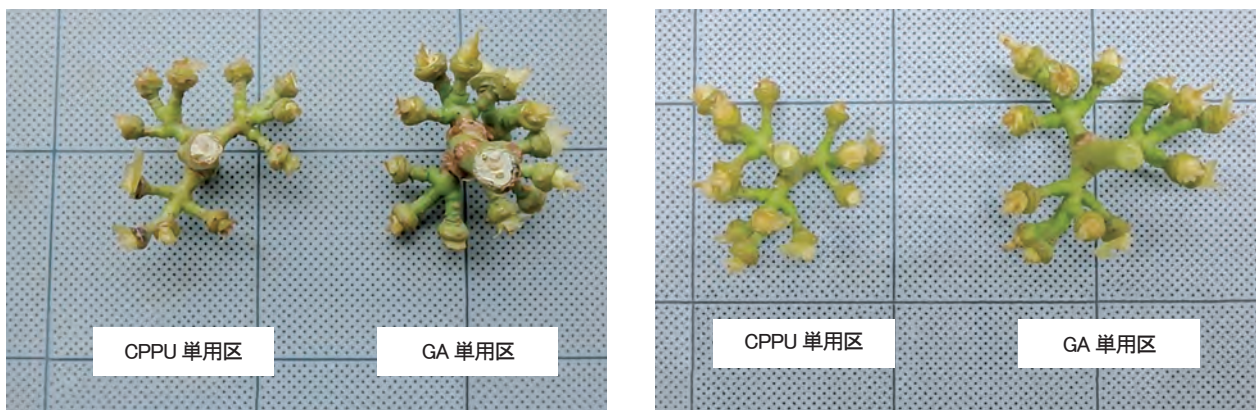
x : 1回目処理 (GA 25ppm+CPPU 5ppm), 2回目処理 (CPPU 5ppm)

w : 1回目処理 (GA 25ppm+CPPU 5ppm), 2回目処理 (GA 25ppm)

v : t検定により, \*\*\*は0.1%水準, \*\*は1%水準, \*は5%水準で有意差あり, N.S.は有意差なし



(A) 無加温ハウス栽培 (B) 雨よけトンネル栽培  
 図-4 植物生育調節剤の2回目処理時のCPPU単用処理が果軸に及ぼす影響 (2018年)



(A) 無加温ハウス栽培 (B) 雨よけトンネル栽培  
 図-5 植物生育調節剤の2回目処理時のCPPU単用処理が果軸径に及ぼす影響 (2018年)

皮破断時の果粒の変形比率を示す破断歪率は、いずれの作型も慣行のGA単用区に比べてCPPU単用区で高くなり、無加温ハウス栽培の2017年を除き有意な差がみられた。作型別では雨よけトンネル栽培でやや高くなる傾向であった。破断エネルギーは、いずれの作型も処理間に大きな差は認められなかった。

### 考 察

「シャインマスカット」, 「巨峰」および「ピオーネ」など国内の主要なブドウ品種では、植物生育調節剤の2回目処理時には、通常、GA単用処理が多く利用されている。本研究では、「シャインマスカット」の2回目処理時のCPPU単用処理の効果を明らかにすることを目的に、無加温ハウス栽培および雨よけトンネル栽培の2つの作型において、果実品質、果軸、玉直し作業の難易、果粒物性に及ぼす影響について慣行のGA単用処理と比較して検討を行った。

果実品質のうち果粒重は、CPPU単用処理により慣行のGA単用と比較して軽くなり、雨よけトンネル栽培で

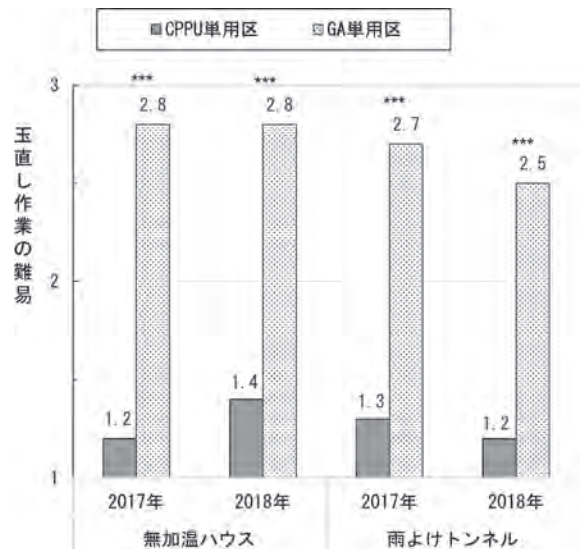


図-6 植物生育調節剤の2回目処理時のCPPU単用処理が玉直し作業の難易に及ぼす影響

1～3までの3段階 (1:易 抵抗がほとんどなく作業し易い, 2:中 抵抗が少しあるが作業に問題ない, 3:難 抵抗がかなりあり作業し難い)  
 数値はn=10の平均値  
 マン・ホイットニーのU検定により\*\*\*は0.1%水準で有意差あり

表ー6 植物生育調節剤の2回目処理時のCPPU単用処理が果粒物性に及ぼす影響<sup>a</sup>

作型	試験区	破断荷重 (N)		破断歪率 <sup>y</sup> (%)		破断エネルギー <sup>x</sup> (J/m <sup>3</sup> /10 <sup>4</sup> )	
		2017年	2018年	2017年	2018年	2017年	2018年
無加温 ハウス	CPPU単用区 <sup>w</sup>	6.3	6.4	13.4	13.7	7.5	7.5
	GA単用区 <sup>v</sup>	6.9	6.4	12.5	12.5	7.4	6.9
	有意性 <sup>d</sup>	*	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.
雨よけ トンネル	CPPU単用区 <sup>w</sup>	7.6	6.9	16.5	14.6	10.9	8.3
	GA単用区 <sup>v</sup>	7.8	7.1	14.7	13.1	10.0	7.8
	有意性 <sup>d</sup>	N.S.	N.S.	**	**	N.S.	N.S.

z : 数値は2017年 n = 20, 2018年 n = 30の平均値

y : 果皮破断時の果粒赤道部の直径に対する歪率

x : 果皮破断にかかる仕事量

w : 1回目処理 (GA 25ppm + CPPU 5ppm), 2回目処理 (CPPU 5ppm)

v : 1回目処理 (GA 25ppm + CPPU 5ppm), 2回目処理 (GA 25ppm)

u : t検定により, \*\*は1%水準, \*は5%水準で有意差あり, N.S.は有意差なし

は両年次ともに有意差がみられた。糖度は、CPPU単用処理により高くなり、無加温ハウス栽培の2017年を除き有意な差がみられた。宇土ほか<sup>16)</sup>は、「ピオーネ」の第2回目ジベレリン処理方法の違いが果実品質と着色に及ぼす影響を調査し、CPPU単用で処理を行うとGA単用で処理した場合よりも果粒肥大はやや劣るが糖度が高くなることを報告しており、本研究の結果と一致する。「シャインマスカット」においても、糖度が高くなった一因として、「ピオーネ」と同様にCPPU単用処理により果粒が小さくなったことが影響していると推察される。また、今回の試験では、果房重に有意差はないものの慣行のGA単用に対してCPPU単用処理区で軽くなる傾向が確認されている。これはCPPU単用処理により果粒重が小さくなることに伴い、果房重もやや小さくなったと推察される。中島ほか<sup>7)</sup>は、「シャインマスカット」の1月加温と3月加温の作型において、CPPU単用での肥大処理はGA単用処理に比べて果房重と果粒重がやや小さいものの糖度が高くなると報告し、本研究の結果と一致することから、植物生育調節剤の2回目処理時のCPPU単用処理は幅広い作型に適用できると考えられた。

次に、本研究では果軸に及ぼす影響について調査した。その結果、果軸長には処理の差がみられなかったが、果軸重はCPPU単用処理により有意に軽く、果軸径は細くなる傾向がみられた。これは、軸の肥大化と硬化にはサイトカイニン活性を有するCPPUに比べてGAの効果が高いことが影響していると考えられた。実際、巨峰系四倍体品種へのGA処理は、果房の穂軸を著しく硬化させることが広く知られ、収穫や荷取り扱い時に脱粒を招くことも指摘されている(柴<sup>15)</sup>)。穂軸の硬化防止

の研究については、細見<sup>1)</sup>によって試験が行われ、「ピオーネ」における粘性を付与したGA液を塗布する方法を考案し、無核化や果粒肥大促進等のGA効果は十分に得られるとともに穂軸の硬化抑制に効果があったとしている。このGA液の塗布方法は浸漬に比べて処理時間が1.5倍程度要することから、CPPU単用による浸漬処理が実用的であると考えられる。

さらに、本研究では果粒の位置を整える玉直し作業の難易について調査した。その結果、いずれの作型もGA単用区に比べてCPPU単用区の難易度が低く、作業がしやすくなった。このことは、CPPU単用処理により果軸が細く軽くなるのに伴い硬化が抑制され柔軟性が高くなったことから、玉直しの作業性が向上したと考えられた。宇土ほか<sup>16)</sup>の報告では、GA処理方法の違いが「ピオーネ」の着色、果実品質に及ぼす影響を調査し、CPPU単用処理は穂軸の硬化が少ないことを観察し摘粒後の玉直し作業は行いやすいとしており、本研究の結果と一致している。

「シャインマスカット」については、食味時の皮ごと食べやすさが重要となる。本研究では果皮破断時の果粒物性に及ぼす影響について調査した結果、年次により変動がみられるが、破断荷重と破断エネルギーにはほとんど差がなかった。皮ごと食べやすさの1つの指標となる果皮破断荷重は高いほど果皮が硬いことを示すが、2回目処理時のCPPU単用処理は慣行のGA単用と比較して差がみられなかった。門脇ほか<sup>2)</sup>は、「シャインマスカット」ではCPPU10ppm加用または2回加用すると果皮が硬くなると報告していることから、本研究のCPPU 5ppmの濃度では果皮の硬さへの影響が小さいと推察された。一方で、破断歪率は慣行のGA単用に比べて

CPPU単用処理で高くなる傾向がみられた。佐藤ほか<sup>10)</sup>によると、破断歪率は試料の元の厚さに対する破断変形の比率を表すとしており、本研究では、果粒赤道部の直径に対する破断時の果粒変形の比率を示している（笈田ほか<sup>9)</sup>）。破断歪率が高いことは、果皮が破断するときに果粒の変形比率いわゆる歪みが大きいことを示しており、これは、CPPU単用処理により果肉が軟らかくなったことが要因と推察される。CPPU処理については、植物生育調節剤の1回目処理時の高濃度加用や2回加用により、果皮が硬く食べやすさを損ねるとの報告（門脇ほか<sup>2)</sup>・持田ほか<sup>5)</sup>・上野ほか<sup>17)</sup>）や果肉が軟らかく噛んだときに果粒が大きく歪むことにより果皮が切れにくく感じるとの報告（笈田ほか<sup>9)</sup>）があるため、今後さらなる検討を行うとともに、果粒物性試験に食味や皮残り、歯切れなどの官能試験を加味した総合的な評価が必要と考えられる。

以上のように、2つの作型の「シャインマスカット」において、植物生育調節剤の2回目処理時のCPPU単用処理により、果粒重が小さくなるものの糖度が高くなり、加えて果軸が細く軽くなることで硬化が抑制されて柔軟性が高まり、玉直しの作業性が向上することが明らかになった。この方法については、小房化するリスクや処理コストが高くなる面もあることから、果粒肥大が良好な園地において増糖促進や玉直しの作業性改善を目的に導入するなど、CPPUの効果が十分に発揮できるような園地の特性を考慮して選択することが重要である。

## 引用文献

- 1) 細見彰洋 (2002): ブドウ「ピオーネ」の穂軸硬化を伴わないGA塗布処理, 農作業研究37 (4): 215-221.
- 2) 門脇伸幸・田中館志都・佐野健人・多比良和生 (2012): ブドウ「シャインマスカット」におけるCPPUの加用方法が果皮破断応力, 果粒果形比, 果粒内部空洞に及ぼす影響, 園学研11 (別冊1): 67.
- 3) 香川県 (2024): 果樹栽培指導指針 ぶどう シャインマスカット: 214-248.
- 4) 久保田尚浩 (2012): 岡山の果樹栽培の特徴とジベレリン処理によるブドウの無核化生産, 日本農業学会誌, 37 (3), 291-296.
- 5) 持田圭介・牧慎也・大西彩貴・内田吉紀・倉橋孝夫 (2013): CPPU処理方法の違いがブドウ「シャインマスカット」の果実品質に及ぼす影響, 園学研12, 155-163.
- 6) 本杉日野・畑口尚樹・笈田幸治 (2014): シャインマスカット果皮の食べやすさに関与する果実周囲光環境, 園学研13 (別冊2): 99.
- 7) 中島譲・荒木有朋・渡辺真帆・安井淑彦・中津有紀子・石井恵 (2022): 加温栽培「シャインマスカット」の糖度上昇が優れる果粒肥大促進, 令和4年度試験研究主要成果 (岡山県) [https://www.pref.okayama.jp/uploaded/life/864045\\_8757974\\_misc.pdf](https://www.pref.okayama.jp/uploaded/life/864045_8757974_misc.pdf)
- 8) 農林水産省 (2022): 令和4年産特産果樹生産動態等調査 ぶどう (生食用) [https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan\\_kazyu/](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan_kazyu/)
- 9) 笈田幸治・松井元子・大場将生・村元由佳利・大谷貴美子・本杉日野 (2017): 満開期におけるCPPU処理濃度の違いがブドウ「シャインマスカット」果粒の皮ごと食べやすさに及ぼす影響, 園学研16 (3): 287-293.
- 10) 佐藤恵美子・中野恵理子・筒井和美 (2010): ゴマ豆腐の破断特性およびテクスチャーに及ぼす澱粉の種類の影響, 人間生活学研究1: 1-10.
- 11) 山田昌彦・山根弘康・佐藤明彦 (2017): ブドウ新品種「シャインマスカット」の育成と普及, 園学研16 (3): 229-237.
- 12) 山田昌彦・山根弘康・佐藤明彦・平川信之・岩波宏・吉永勝一・小澤俊治・三谷宣仁・白石美樹夫・吉岡美加乃・中島育子・中野正明・中畝良二 (2008): ブドウ新品種「シャインマスカット」, 果樹研報7: 21-38.
- 13) 山下泰生・氏家英樹・福田哲生・末澤克彦 (2010): 収穫期判定のためのブドウ「シャインマスカット」専用カラーチャートの作成とその適用性, 園学研9 (別冊2): 618.
- 14) 里吉友貴 (2017): 植物成長調整剤の利用 フルメット利用の基礎. ブドウ大辞典, 農文協, 639-646.
- 15) 柴 寿 (1980): ブドウの大粒品種 (巨峰・ピオーネ) に対する無核化技術-その現状と問題点-, 農業および園芸55: 294-298.
- 16) 宇土幸伸・里吉友貴・塩谷論史・小林和司 (2024): ブドウ巨峰系四倍体品種における着色向上技術の開発, 山梨県果樹試験場研究報告20: 17-27.
- 17) 上野正聖・塩谷論史・網中麻子・宇土幸伸 (2024): 食味を重視したブドウ「シャインマスカット」における第2回目ジベレリン処理方法, 令和6年度研究成果情報 (山梨県) <https://www.pref.yamanashi.jp/documents/120041/seika2.pdf>

# 植栽条件の異なるビワ園地におけるビワキジラミの 防除手順の違いが作業効率に及ぼす影響

秋山 晃輝<sup>a)</sup>・生咲 巖<sup>a)</sup>・久保 雅秀<sup>a)</sup>・川地 昌彦<sup>a)</sup>・山下 泰生<sup>a)</sup>

キーワード：ビワ, ビワキジラミ, 作業手順

Effects of differences in loquat psyllid control procedures on work efficiency in loquats  
grown in different orchard sites

Koki AKIYAMA<sup>a)</sup>, Gan KISAKI<sup>a)</sup>, Masahide KUBO<sup>a)</sup>,  
Masahiko KAWAJI<sup>a)</sup>, Taisei YAMASHITA<sup>a)</sup>

Key words: loquat, loquat psyllid, work procedure

## Abstract

To efficiently mitigate damage caused by the new pest *Cacopsylla biwa* (loquat psyllid), we investigated how different pre-bagging fruit-thinning and chemical control procedures affected thinning and bagging work, work time, and proportion of damaged fruits in low-height tree, sparsely planted orchards and high-height tree, densely planted orchards.

When fruit thinning was performed prior to chemical control, no switching of hand tools was required as in the conventional procedure where fruit thinning and bagging are carried out after chemical control. Although each task consisted of a single, simple operation, performing them separately before and after chemical control required the workers to work their way through the orchards twice. When thinning was conducted before chemical control, the area of thinning that could be performed at one time (workable area) was greater in low height tree, sparsely planted orchards, where the work could be performed one-handed, than in high-height tree, densely planted orchards. In the latter case, the workable area was comparable to that of fruit bagging since the work had to be performed on ladders, which required the use of both hands. Movement through the orchards was smoother in the low height tree, sparsely planted orchards, regardless of the work procedures. In contrast, in the high-height tree, densely planted orchards, the interlacing branches of adjacent trees hindered movement from point to point during work.

In low height tree, sparsely planted orchards, changing the work procedures did not change the time required for fruit thinning and bagging. However, in high height tree, densely planted orchards, performing fruit thinning prior to chemical control required more time than the conventional procedure in which thinning is conducted after chemical control.

Regardless of tree height or planting density, the proportion of damaged fruits was lower when fruit thinning was performed prior to chemical control than under the conventional procedure in which thinning is conducted after chemical control.

---

a) 府中果樹研究所

受理日：2025年10月24日

## 摘要

ビワに寄生する新害虫ビワキジラミの被害を効率的に軽減するため、低樹高・疎植園地と高樹高・密植園地において、袋かけ前に行う摘果および薬剤防除の手順の違いが摘果・袋かけに要する作業内容、作業時間ならびに被害果率に及ぼす影響を調査した。

その結果、作業工程は、薬剤防除前に摘果を行う場合は、薬剤防除後に摘果・袋かけを行う慣行手順に比べて鉢の持ち替えがなく、それぞれが1工程の単純作業である一方、作業中の移動は薬剤防除を挟んで2回要した。一度に行える摘果の作業範囲は、薬剤防除前に摘果を行う方は低樹高・疎植園では片手で実施可能なため広い範囲で行うことができる一方、高樹高・密植園では脚立上での高所の作業であることから両手で行う袋かけと同程度の狭い範囲にとどまった。移動の難易については、いずれの作業手順においても低樹高・疎植園ではスムーズに移動できる一方、高樹高・密植園では隣接樹との枝が交錯するため動線が悪くなり、作業中の移動に支障をきたした。

摘果・袋かけに要する作業時間は、低樹高・疎植園地では作業手順の違いによる差がなかったが、高樹高・密植園地では薬剤防除前に摘果を行う方が、薬剤防除後に摘果を行う慣行手順に比べて長くなった。

被害果率は、樹高、栽植密度にかかわらず、薬剤防除前に摘果を行う方が、薬剤防除後に摘果を行う慣行の手順に比べて低かった。

## 緒言

ビワキジラミ (*Cacopsylla biwa* Inoue) は、2012年に初めて国内で発見されたビワのみに寄生する害虫である (Inoue et al.<sup>3)</sup>)。本県では2016年に発生が確認されて以降、急激に生息域を拡大し、現在は県内の全域で発生と被害が確認され、本県における収穫量減少の一因となっ

ている。

ビワキジラミの被害は、おもに幼虫によって引き起こされ、特に果実肥大期から成熟期の4～6月に最も深刻な被害が生じる。寄生した幼虫は樹液を吸汁し、それを体内で濃縮することで甘露と呼ばれる排泄物を排出する。これが付着した枝葉や果実に糸状菌が発生することですす病を発症し、商品価値を著しく低下させる (井上<sup>1)</sup>)。ビワキジラミの幼虫には、多発生時期である袋かけ前 (3月中旬～4月上旬) のジノテフラン水溶剤による薬剤防除が効果的である (生咲・渡邊<sup>4)</sup>)。しかし、この時期の幼虫は果房の深部や幼果の隙間に多く寄生しており、摘果と袋かけを一度に行う慣行の作業手順では、薬剤防除を摘果前に行うことから、幼果どうしの間隔が狭いうえ、果房内の花カスに阻まれて薬液が到達せず、十分な防除効果を得ることができない。このため、薬剤防除前に花カス除去および摘果を行うことでビワキジラミに対する防除効果が高まることが報告されており、摘果を行った後にジノテフラン水溶剤を散布し、薬液が乾いたら速やかに袋かけをするように推奨されている (生咲・渡邊<sup>4)</sup>、農研機構<sup>6)</sup>、松山<sup>7)</sup>)。この方法は、薬剤防除を挟んで短期間に摘果と袋かけを別々に行う必要があることから労働負荷の増大が懸念されるが、これまで樹の大きさ、栽植密度など園地の条件による作業効率や防除効果への影響については検討されていない。

そこで、本研究では、園地条件別に袋かけ前の摘果、薬剤防除の手順の違いが摘果・袋かけに要する作業内容、作業時間およびビワキジラミ被害に及ぼす影響を調査したので報告する。

## 材料および方法

試験は2022年、2023年の2か年で行い、それぞれ府中果樹研究所内に植栽された条件の異なる園地、樹を供試した。各年の供試園地、供試樹の状況を表-1に示す。2022年は、低樹高かつ疎植で作業性の良い園地において31年生の「茂木」8樹を用い各区4樹ずつ、2023年は高

表-1 供試樹の樹冠容積および植栽間隔

試験年度	試験区	供試園地	樹高 (m)	樹幅 (m)		樹冠容積 (m <sup>3</sup> ) <sup>z</sup>	植栽間隔 (m)
				東西	南北		
2022年	防除前摘果区	低樹高・疎植園	2.94	4.94	4.81	48.9	7.0
	防除後摘果区		2.90	4.51	4.45	40.7	
2023年	防除前摘果区	高樹高・密植園	3.28	4.68	5.05	54.3	3.5
	防除後摘果区		3.43	4.25	5.40	55.1	

z: 樹冠容積は樹高×樹幅 (東西) ×樹幅 (南北) ×0.7で求めた

表－2 供試樹の作業実施日

試験年度	試験区	供試園地	作業内容		
			薬剤散布	摘果	袋かけ
2022年	防除前摘果区	低樹高 ・疎植園	4月7日	4月6日	4月8日
	防除後摘果区		4月5日	4月6日	4月6日
2023年	防除前摘果区	高樹高 ・密植園	4月28日	4月24日	5月2日
	防除後摘果区		4月28日	5月4日	5月4日



①摘果前



②摘果後

図－1 ビワの摘果前後の状況

樹高かつ密植で作業性の悪い園地において18年生の「茂木」4樹を用い各区2樹ずつ供試した。各年の作業ごとの実施日を表－2に、摘果前後の果房の様子を図－1に示す。防除前摘果区は、花カスを除去して1果房当たり2果に摘果した後に薬剤防除を行い、後日袋かけを行った。防除後摘果区は、薬剤防除後に1果房あたり2果に摘果してただちに袋かけを行った。薬剤防除にはジノテフラン水溶剤2,000倍を用い、展着剤としてポリオキシエチレンメチルポリシロキサン5,000倍を加用した。薬液散布量については成木においてビワキジラミの防除に必要と報告されている1樹当たり20～30L(井上<sup>2)</sup>、生咲<sup>3)</sup>)を目安に樹冠容積に応じて各樹十分量散布した。果実袋はびわ2号止出強撥水<sup>①</sup>(小林製袋産業株式会社製)を用いた。

#### 1. 作業内容調査および作業時間評価

摘果・袋かけ・薬剤防除の作業手順および園地条件別に異なった作業内容・状況を目視で確認し、達観で評価した。また、樹ごとに摘果および袋かけに要した時間を計測し、使用した袋の枚数から1樹当たりの果房数および100果房当たりの作業時間を算出した。



図－2 ビワキジラミの被害果

#### 2. ビワキジラミの発生状況と摘果時期の違いによる防除効果

2022年1月から2023年12月にかけて府中果樹研究所ビワ園地に黄色粘着トラップ(ホリバー黄)を設置し、10日間隔でトラップを交換してビワキジラミの誘殺数を調査した。

2022年は6月3日に、2023年は6月6日に樹冠を上部と下部の2つに分けて果実の収穫を行った。2022年は各部から20袋分の果実を無作為に抽出し、2023年は各部の全果実を対象に図－2に示したビワキジラミに起因するすす病によって商品価値を失ったものを被害果とし、調

査果数に対する被害果数の割合を被害果率として求めた。

## 結 果

摘果・袋かけ・薬剤防除の手順を表-3に示す。防除前摘果区は摘果と袋かけのそれぞれが1工程の単純作業である一方、作業中の樹の周囲や樹冠内部への移動については、薬剤防除を挟んで摘果と袋かけを別々に行うことから2回要した。防除後摘果区は摘果と袋かけの作業を連続して行うため、鋏の取出し・収納を含めてやや煩雑な作業内容となる一方、作業中の移動については、摘果と袋かけを連続して行うため1回であった。

園地条件別の作業特性を表-4に示す。一度に行える作業範囲については、防除前摘果区は低樹高・疎植園では片手で実施可能な摘果を広い範囲で行うことができる一方、高樹高・密植園では脚立を用いる必要があるな

ど、不安定な高所での作業が多くなるため、両手で行う袋かけと同様に狭かった。防除後摘果区は、摘果と袋かけが連続作業となることからいずれの園地においても狭かった。移動の難易については、いずれの区も低樹高・疎植園ではスムーズに移動でき、脚立を要する箇所においても持ち運びや設置が容易であった。一方、高樹高・密植園は、隣接樹との枝が交錯するため動線が悪くなり、枝間をすり抜けたり、枝下をくぐったりする必要があることから移動に支障をきたし、特に脚立を持つての移動や脚立の設置場所を確保するのに時間を要する傾向にあった。

100果房当たりの摘果・袋かけに要した作業時間を表-5に示す。2022年の低樹高・疎植園では防除前摘果区で98.8分、防除後摘果区で99.9分となり、区間で差はなかった。一方、2023年の高樹高・密植園では、防除前摘果区で140.3分、防除後摘果区で115.0分となり、防除前

表-3 摘果および袋かけの作業手順

試験区	作業手順				
防除前摘果区	①摘果 (手の届く範囲)		移動	③袋かけ (手の届く範囲)	
	片手で花カスを落とし、もう一方の手に持った鋏で摘果			袋を取り出し、果房ごとに両手で袋かけ	
防除後摘果区	②摘果・袋かけ (手の届く範囲)				
	①薬剤防除	鋏の取出し	片手で花カスを落とし、もう片方の手に持った鋏で摘果	鋏の収納	袋を取り出し、果房ごとに両手で袋かけ
					移動

表-4 園地条件別の摘果および袋かけの作業特性

試験区	園地条件	作業範囲 <sup>z</sup>	移動の難易 <sup>y</sup>
防除前摘果区	低樹高・疎植園	摘果：広、袋掛け：狭	易
	高樹高・密植園	摘果：狭、袋掛け：狭	難
防除後摘果区 (慣行)	低樹高・疎植園	狭	易
	高樹高・密植園	狭	難

z：1か所で行える作業可能果房数が、「広」は10果房程度、「狭」は5果房程度とした

y：脚立を持つての移動が、「難」は移動しにくい、「易」は移動しやすいとした

表-5 作業手順の違いが摘果および袋掛けにかかる作業時間に及ぼす影響

供試園地	試験区	1樹当たり 果房数(個)	100果房当たり作業時間 (分/100果房) <sup>z</sup>		
			摘果	袋かけ	合計
低樹高・疎植園	防除前摘果区	232.8	57.8	41.2	99.0
	防除後摘果区	203.0	—	—	99.9
高樹高・密植園	防除前摘果区	259.5	83.0	57.3	140.3
	防除後摘果区	310.0	—	—	115.0

z：防除後摘果区は摘果と袋かけを同時に実施したため合計のみ記載

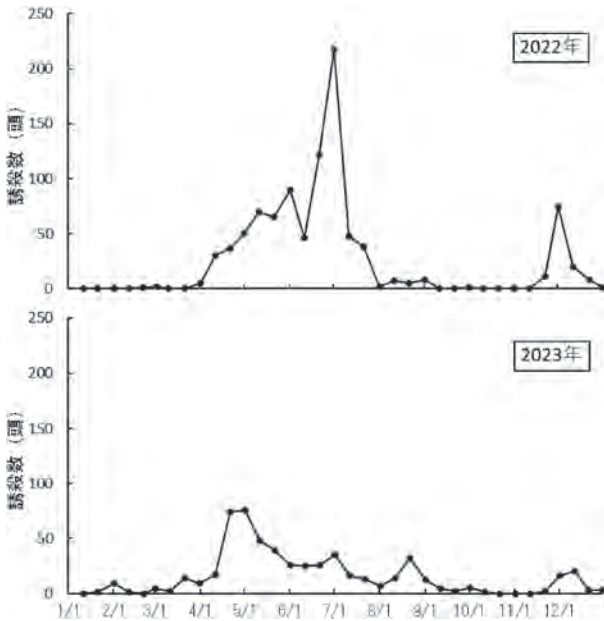


図-3 黄色粘着板のビワキジラミ成虫捕獲数の推移 (府中果樹研究所内ビワ圃場)

摘果区で約22%長くなった。

1. ビワキジラミ発生状況と摘果時期の違いによる防除効果

府中果樹研究所ビワ園地内のビワキジラミ誘殺数を図-3に示す。2022年は1月上旬から2月中旬まで発生が見られなかったが、4月上旬から急激に発生が増加し、7月上旬にピークを迎えた。その後、11月上旬まで発生が少ない状況が続き、12月上旬に発生が増加した。2023年は4月上旬に発生が急増し、その後、緩やかに減少したが、7月上旬、8月下旬、12月上旬に発生が増加した。両年ともにビワキジラミの発生は4月上旬～下旬、7月上旬、12月上旬に増加しており、4月の急増期に合わせて薬剤散布を実施することができていた。

ビワキジラミの被害果率を図-4および図-5に示す。2022年の低樹高・疎植園では、防除前摘果区が樹冠上部で28.9%、樹冠下部で21.9%、樹全体で25.4%であったのに対し、防除後摘果区が樹冠上部で47.8%、樹冠下部で36.5%、樹全体で42.1%となり、いずれの部位においても防除前摘果区が低かった。2023年の高樹高・密植園では、防除前摘果区が樹冠上部で29.9%、樹冠下部では24.7%、樹全体では26.3%であったのに対し、防除後摘果区が樹冠上部で44.7%、樹冠下部が46.9%、樹全体では45.6%となり、いずれの部位においても防除前摘果区が低かった。

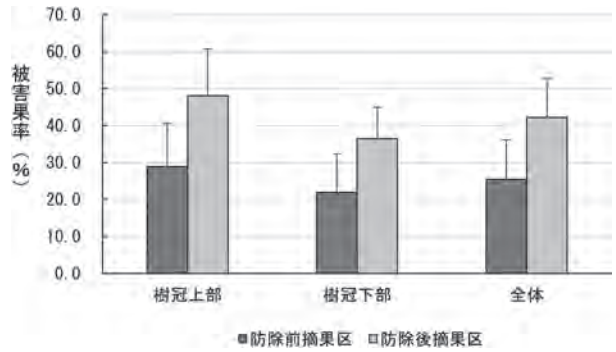


図-4 低樹高・疎植園における作業手順の違いがビワキジラミの被害果率に及ぼす影響 (2022年) バーは標準誤差を示す (n=4)

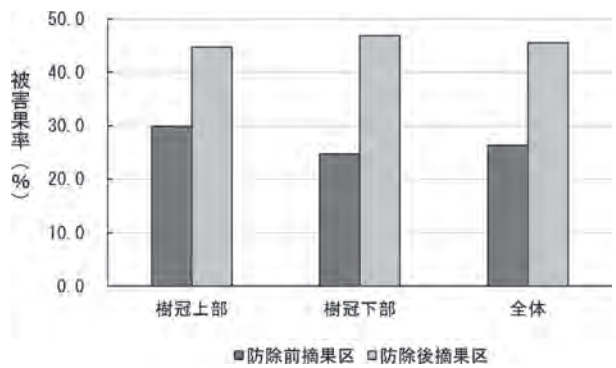


図-5 高樹高・密植園における作業手順の違いがビワキジラミの被害果率に及ぼす影響 (2023年) (n=2)

考 察

摘果および袋かけに要する作業時間は、2022年の低樹高・疎植園では作業手順の違いによる差はなかったが、2023年の高樹高・密植園では防除前摘果区が防除後摘果区に比べて100果房当たり約22%長くなった。

低樹高・疎植園において防除前摘果区と防除後摘果区の作業時間に差がなかった要因としては、移動が2回の防除前摘果区でも、片手で行う摘果作業は鉢の取出し、収納の手間がなく、手の届く果房を広く処理できるため効率的であることや、樹の周囲に障害が少なく容易に動線が確保でき、摘果と袋かけ作業による移動回数増加への影響が小さかったためと考えられる。

一方、高樹高・密植園において防除前摘果区で作業時間が長くなったのは、低樹高・疎植園に比べて高所での作業が中心となることから、姿勢の維持に気を取られるため、単一工程による作業範囲の拡大が十分に図れなかったことに加え、隣接樹の枝との接触により、2回必要となる樹の周囲の移動が妨げられたためと考えられる。

2022年の低樹高・疎植園、2023年の高樹高・密植園と

もに防除前摘果区が防除後摘果区に比べてビワキジラミの被害率が低くなった。これは、薬剤防除前に摘果を行い、幼果どうしの間隔を十分に確保するとともに果房に付着する花カスを除去することで、薬液が虫体にかかりやすくなり、効果が高まるとされるこれまでの報告とも一致した(生咲・渡邊<sup>3)</sup>、農研機構<sup>6)</sup>)。なお、2022年、2023年の府中果樹研究所ビワ圃場内における黄色粘着トラップでのビワキジラミ成虫誘殺数は、両年とも4月上旬から4月下旬にかけて急増していることから、この時期の防除を的確に行うことが重要である。

以上のことから、薬剤防除前に摘果を行うことで、低樹高・疎植園、高樹高・密植園のいずれにおいてもビワキジラミの被害を軽減することができた。しかし、摘果および袋かけに要する作業時間は低樹高・疎植園では差がなかったものの、高樹高・密植園では作業時間が22%長くなったことから、本法を導入して効率的にビワキジラミの被害を軽減するためには、低樹高で樹間に作業空間を確保した園地づくりが重要と考えられた。生産者の高齢化が進む中、作業負荷の低減は必要不可欠である。高木化した既存園地においては、低樹高への樹形改造を推進していくとともに、県が「さぬき讚フルーツ」対象品種として推奨する「なつたより」は、樹勢が強く、高木化しやすいため、新植時から低樹高仕立てに取り組むよう指導していく必要がある。

## 引用文献

- 1) 井上広光 (2015) : ビワを加害する新種の侵入害虫  
ビワキジラミ, 植物防疫, 69, 2, 97-101
- 2) 井上広光 (2020) : ビワの新害虫ビワキジラミの対策技術, 果実日本, 75, 5, 78-81
- 3) Inoue H, Nakanishi and Kaneda (2014) *Cacopsylla biwa* sp. nov. (Hemiptera: Psyllidae): a new pest of loquat *Eriobotrya japonica* (Rosaceae) in Japan, Applied Entomology and Zoology, 49, 11-18
- 4) 生咲巖, 渡邊丈夫 (2020) : ビワキジラミの防除体系技術の開発, 植物防疫, 74, 9, 12-15
- 5) 生咲巖 (2023) ビワの害虫ビワキジラミは最近急速に広がっている, iplant, 1, 9
- 6) ビワの新害虫ビワキジラミの対策技術標準作業手順書 (2021), 農業・食品産業技術総合研究機構
- 7) 松山尚生 (2022) : ビワキジラミ幼虫に対する薬剤の殺虫効果, 関西病虫害研究会報, 64, 6, 144-146

# 急傾斜地における除草剤を利用した草刈作業の省力化技術に関する研究 第1報 数種除草剤の適用性

藤田 究

キーワード：急傾斜地, 草刈, 省力化, 除草剤

Labor-saving techniques for grass cutting using herbicides on steep slopes  
1. Applicability of several herbicides

Kiwamu FUJITA

Key words: steep slope, grass cutting, labor-saving, herbicide

## Abstract

Labor-saving approaches based on the use of herbicides were examined to reduce grass cutting frequency, because that the grass cutting on steep slopes is labor-intensive and hazardous due to unstable footing. The application of glufosinate-based herbicides (glufosinate-P sodium salt solution and glufosinate solution) could reduce the number of grass cuttings by one or two times compared to conventional practices. Bispyribac-sodium solution was also found to be effective in reducing grass cutting frequency, provided that the site was not dominated by gramineous weeds.

## 摘要

急傾斜地における草刈作業は、作業強度が高く、足元が不安定で危険を伴うため、除草剤を利用した草刈回数の削減による省力化について検討した。その結果、グルホシネート系除草剤（グルホシネートPナトリウム塩液剤、グルホシネート液剤）を散布することにより、慣行的な草刈作業に比べて草刈を1～2回削減することができた。またビスピリバックナトリウム塩液剤もイネ科雑草の優占地でなければ、草刈回数の削減に有効であると認められた。

## 緒言

草刈作業は、農業生産に直接関わる作業ではないものの、農地を利用して営農する上では必要であり、春から秋の期間を通して避けられない作業となっている。このため、できる限り省力化、軽労化が求められる。特に急峻な傾斜地での刈払機による草刈作業は、平坦地よりも作業強度が高くなるため、除草時間が長くなるだけでなく、足元が不安定で危険を伴い、事故率も増加するという指摘がある<sup>1)</sup>。さらに近年の温暖化の進行により、真夏の炎天下での草刈作業は熱中症のリスクも高まっている。また全国的にも畦畔や農道において草刈と非選択性茎葉処理除草剤を組み合わせて雑草防除を行っている農

業者が一定の割合で存在していることが報告されている<sup>2, 3)</sup>。そこで、急傾斜地において、除草剤を利用することによる草刈作業の省力化について検討した。

## 材料および方法

### 1. 試験1

2022年に園芸総合センター綾上原種農場（綾歌郡綾川町粉所西）の北北東斜面（傾斜度30度、「急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律」において傾斜度30度以上は急傾斜地とされる）において、草刈後に3種類の除草剤を供試してどのくらいの期間草刈作業を行わなくて済むのかについて検討した。5月31日に肩掛け式動力刈払機（以下、刈払機）で雑草を10cm程度に刈揃え（通常の草刈後に10cm程度再生した状況を想定）、表-1のとおり、ビスピリバックナトリウム塩3%液剤（商品名：グラスショット液剤）（以下、BIS）を10a当り500mL、グルホシネートPナトリウム塩11.5%液剤（商品名：ザクサ液剤）（以下、GLP）を10a当り1,000mL、グルホシネートPナトリウム塩11.5%液剤+DCMU50%水和剤（商品名：ダイロンゾル）（以下、GLP+DCMU）をそれぞれ10a当り1,000mLと200mLを電動噴霧器（K社製ガーデンスプレーGT-5HW、2頭口霧状噴口）で散布した。散布水量はいずれも10a当り100Lとした。対照として草刈を行わない無除草区と刈払機による草刈を行う草刈区（慣行を想定）を設けた。試験区は1区12.5m<sup>2</sup>、2反復とした。その後、雑草の草高（cm）と被度（%）を経時的に調査した。なお、草高は、自然の状態から植物の最上部までの長さとし、群落の草高を代表する3個体の平均値とした。また被度は達観により試験区の地表面を雑草群落が覆っている割合とし、草高×被度

（草高cm×被度%÷100）を繁茂量の目安とした。

### 2. 試験2

2023年に園芸総合センター綾上原種農場の東北東斜面（傾斜度30度）において試験1と同様の検討を行った。5月2日に刈払機で雑草を10cm程度に刈揃え、その後、雑草が成長して草高が20cmになった5月18日に電動噴霧器（試験1と同じ）で除草剤を散布した。除草剤は表-2のとおり、GLP、グルホシネート18.5%液剤（商品名：バスタ液剤）（以下、GLU）、また参考区としてグリホサートイソプロピルアミン塩41%液剤（商品名：サンフーロン液剤）（以下、GLY）をそれぞれ10a当り1,000mLを散布水量100Lで散布した。また除草剤散布後、雑草が再成長して草高が50cm程度に達した時点で草刈を行った。対照として草高が50cm程度になった時点で草刈を行う草刈区（慣行を想定）を設けた。試験区は1区50m<sup>2</sup>、1反復とし、調査は試験1と同様に行った。

## 結果および考察

### 1. 試験1

試験期間中の草高の経時的推移を図-1、草高×被度の経時的推移を図-2に示した。除草剤を施用しなかった区では、5月31日に刈り揃えた後、雑草が伸び続け、草高が50cm近くになった8月1日に農作業や歩行の邪魔になると判断して草刈を行った。一方、除草剤を施用した区では、いずれも雑草が枯死または雑草の生育が抑制され、秋まで30cm以下の草高が維持され、草刈を行う必要がなかった。

除草剤の種類について見ると、BIS区では一部の草種は枯らしつつ雑草の生育を抑制したが、GLP区やGLP+

表-1 試験区の概要（試験1，2022年）

試験区名	供試薬剤（商品名）	施用量	方法	薬剤の特性
BIS	ビスピリバックナトリウム塩3%液剤（グラスショット液剤）	500mL/10a	噴霧機で散布	茎葉処理除草剤（抑草剤）
GLP	グルホシネートPナトリウム塩11.5%液剤（ザクサ液剤）	1,000mL/10a	〃	非選択性茎葉処理除草剤
GLP+DCMU	グルホシネートPナトリウム塩11.5%液剤+DCMU50%水和剤（ダイロンゾル）	1,000mL+200mL/10a	〃	DCMU：茎葉兼土壌処理除草剤
無除草	-	-	-	-
草刈	-	-	刈払機で草刈	-

注）1区面積12.5m<sup>2</sup>、2反復とした。薬剤の散布水量は、いずれも100L/10aとし、GLP+DCMUは混用処理とした

表-2 試験区の概要（試験2，2023年）

試験区名	供試薬剤（商品名）	施用量	方法	薬剤の特性
GLP	グルホシネートPナトリウム塩11.5%液剤（ザクサ液剤）	1,000mL/10a	噴霧機で散布→刈払機で草刈	非選択性茎葉処理除草剤
GLU	グルホシネート18.5%液剤（バスタ液剤）	1,000mL/10a	〃	〃
GLY（参考）	グリホサートイソプロピルアミン塩41%液剤（サンフーロン液剤）	1,000mL/10a	〃	〃
草刈	-	-	刈払機で草刈	-

注）1区面積50m<sup>2</sup>、1反復とした。薬剤の散布水量は、いずれも100L/10aとし、草刈は草高が50cm程度になった時とした

DCMU区に比べてササが残草するとともに早くから雑草の再成長が認められた。草高×被度で示される繁茂量は大きめに推移したが、その後秋まで草高は30cm程度以下に抑えた。BIS剤は、一年生雑草に対しては、枯殺作用を示すのに対して、ある種の多年生雑草に対しては、地上部の伸長抑制作用を示すために、抑草剤の位置づけで開発された剤であり、チガヤに対して約50日間の抑制効果がある<sup>4)</sup>と報告されている。本試験においても広葉一年生雑草は枯死するものが多く、イネ科雑草に対してはやや効果が劣るものの、長期にわたる抑草効果が確認された。

GLP区は散布後、ほとんどの雑草が枯れ、おおよそ2か月後頃まで草高は低く、草高×被度も小さく抑えられた。その後、セイタカアワダチソウ等の多年生雑草の再生が見られたが、秋まで30cm程度の草高が維持され、草高×被度も小さく推移した。

GLP+DCMU区では、GLP区よりも一年生雑草の萌芽を一定期間抑えることが観察されたが、その後雑草の再生が見られ、草高、草高×被度ともにGLP区とほぼ同

等であった。

以上のことから、効果およびコスト面からGLP剤を単独で散布することによって、長期にわたって抑草する効果が高く、草刈回数を減らすことができると認められた。また、BIS剤も抑草期間は長く、イネ科雑草が優占しない場合では有望と考えられる。

なお、今回の試験では夏期に樹木によって試験区が日陰気味となり、雑草の生育はやや緩慢な条件での試験であった。

## 2. 試験2

試験1の翌年に日当たりが比較的良好な斜面において試験を行った。試験期間中の草高の経時的推移を図-3、草高×被度の経時的推移を図-4に示した。草刈区では草高が50cm程度になった時点で草刈を繰り返したが、5月2日の刈揃えを当年1回目の草刈とみなせば、5回目の10月中旬以降は雑草の伸長がほとんどなかったため、年間の草刈回数は5回であった。

これに対してGLP区およびGLU区では、除草剤散布

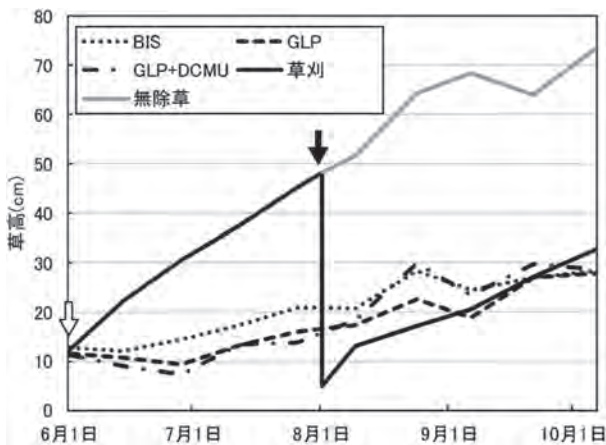


図-1 草高の経時的推移 (試験1)

注) 白矢印は刈揃えと除草剤散布, 黒矢印は草刈を示す

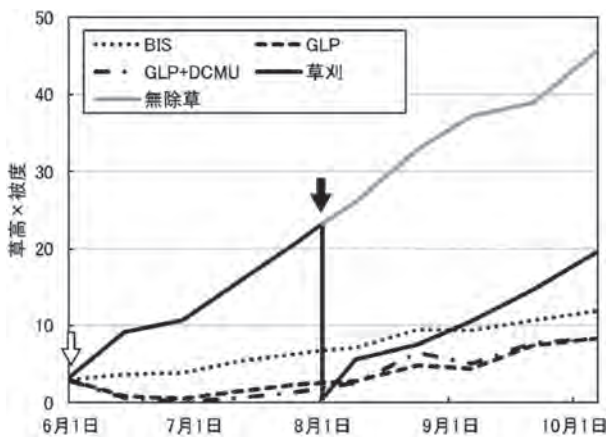


図-2 草高×被度の経時的推移 (試験1)

注) 白矢印は刈揃えと除草剤散布, 黒矢印は草刈を示す

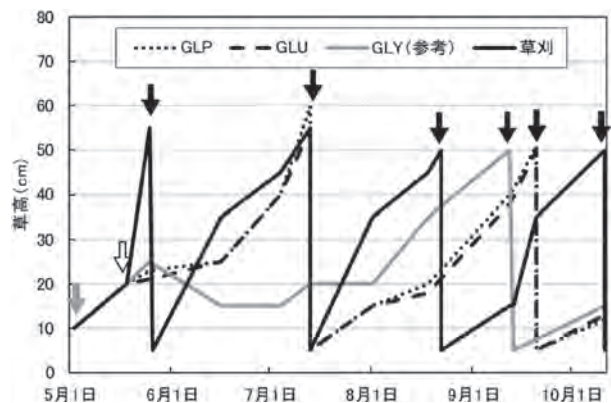


図-3 草高の経時的推移 (試験2)

注) 灰色矢印は刈揃え, 白矢印は除草剤散布, 黒矢印は草刈を示す

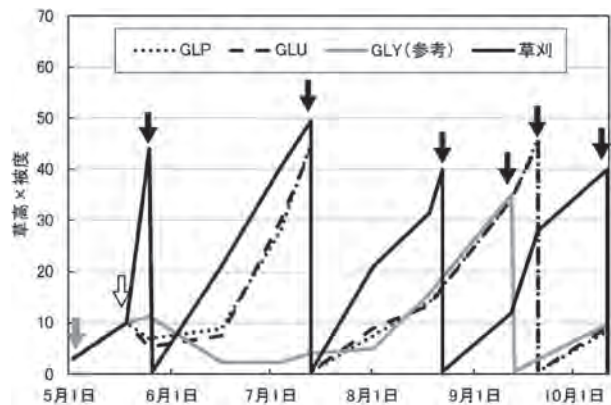


図-4 草高×被度の経時的推移 (試験2)

注) 灰色矢印は刈揃え, 白矢印は除草剤散布, 黒矢印は草刈を示す

後の雑草を枯死あるいは生育を抑え、一定期間抑草できたことから、草刈回数は年間3回となり、1回の除草剤散布により2回の草刈を省略することができた。両区の雑草の枯死状況や抑草期間はほぼ同じであり、GLP剤とGLU剤の効果は同等であることが認められた。

GLY区は、本除草剤の吸収移行性が高く、雑草の根まで枯らし、傾斜地では法面が崩れるおそれがあるため、参考区として供試したが、年間2回の草刈で済むという結果となった。これは効果の発現がGLP区およびGLU区に比べて緩やかで、雑草全般の抑草期間が長かったことに加え、多年生雑草のセイタカアワダチソウやヨモギの再生も長期にわたって抑制したためであった。

以上より、GLP剤とGLU剤は同等の効果があり、これらグルホシネート系除草剤を1回散布することにより、急傾斜地における年間の草刈回数を減らすことが可能となり、草刈作業の労力軽減に寄与できるものと考えられる。

## 引用文献

- 1) 森本英嗣 (2017) : 法面除草の現状と課題, 農業食料工学会誌, 79 (3) : 202~205.
- 2) 徐錫元・城戸淳 (2000) : 近畿地方における水田畦畔の雑草防除の現状~アンケート調査結果~, 雑草研究, 45 (1) : 43~52.
- 3) 徐錫元 (2009) : 水田畦畔雑草の管理に関する現地情報の収集と除草剤使用指針の提示, 雑草研究, 54 (3) : 157~165.
- 4) 渡辺修・横山優・藤田茂樹・宮崎智範・和田信英 (2003) : 除草剤・抑草剤ビスピリバクナトリウム塩の開発, 雑草研究, 48 (1・2) 24~30.

# 急傾斜地における除草剤を利用した草刈作業の省力化技術に関する研究 第2報 除草剤の散布適期

藤田 究

キーワード：急傾斜地，草刈，省力化，除草剤の散布適期

## Labor-saving techniques for grass cutting using herbicides on steep slopes 2. Optimal timing of herbicide application

Kiwamu FUJITA

Key words: steep slope, grass cutting, labor-saving, optimal timing of herbicide application

### Abstract

The optimal timing of herbicide application was investigated to minimize the annual frequency of grass cutting on steep slopes. Application of glufosinate-P sodium salt solution in mid-June, when plant height has reached approximately 50 cm following the first grass cutting in spring, reduced the annual grass cutting frequency from four times to two compared with conventional grass cutting practices. In addition, this approach made it possible to avoid grass cutting operation during July-August, the hottest months of the year. Because weed biomass was reduced at the second grass cutting, the estimated annual grass cutting volume was reduced to less than one-half to one-third of that under conventional management, suggesting that substantial reduction in labor related to grass cutting operations can be expected.

### 摘 要

急傾斜地における年間の草刈回数を最小限にするための除草剤の散布時期について検討した。その結果、春の最初の草刈後、草高50cm程度になった6月中旬にグルホシネートPナトリウム塩液剤を散布することにより、慣行的な草刈作業に比べて、年間の草刈回数を4回から2回に減らすことができ、しかも7～8月の気温が高い時期の草刈作業を回避することができた。また2回目の草刈時には雑草の繁茂量が小さくなるため、年間の推定草刈量が3分の1～2分の1未満に抑えられ、草刈作業

の大幅な労力軽減が期待できる。

### 緒 言

前報<sup>1)</sup>において、グルホシネート系除草剤（グルホシネートPナトリウム塩液剤，グルホシネート液剤）の急傾斜地での利用が草刈回数の削減に有効であることが認められた。また前報では草刈後にある程度再生した状況を想定して10cm程度に刈り揃えた直後あるいは16日後に除草剤を散布したが、除草剤の散布時期が変わるとその後の雑草の再生状況も変わると考えられる。そこで、除草剤の散布時期を変えることにより、次の草刈時期を

どれだけ遅らせることができるか、さらには年間の草刈回数を最小限にとどめるためには除草剤をいつ散布すればよいかについて検討した。

## 材料および方法

### 1. 試験1

2023年に園芸総合センター綾上原種農場（綾歌郡綾川町粉所西）の北北東斜面（傾斜度30度）において、除草剤の散布時期と年間の草刈回数について検討した。5月2日に肩掛け式動力刈払機（以下、刈払機）で最初の草刈を行い、表-1（上段）のとおり、非選択性茎葉処理除草剤グルホシネートPナトリウム塩11.5%液剤（商品名：ザクサ液剤）を草刈10日後（草刈10日後散布区）、再成長した雑草の草高が30cmに達した時（草高30cm時散布区）、同じく草高が50cmに達した時（草高50cm時散布区）の3時期に、電動噴霧器（K社製ガーデンスプレーGT-5HW、2頭口霧状噴口）で散布した。施用量は10a当り1,000mL、散布水量は10a当り100Lとした。除草剤散布後、雑草が再成長して草高が50cm程度に達した時点で草刈を行った。また慣行を想定した対照として、除草剤は散布せず、草高が50cm程度になった時点で草刈を行う草刈区を設けた。1区面積は1m<sup>2</sup>、4反復とし、雑草の草高（cm）と被度（%）を経時的に調査した。なお、草高は自然の状態から植物の最上部までの長さとし、群落の草高を代表する4～5個体の平均値とした。また被度は達観により試験区の地表面を雑草群落が覆っている割合とし、草高×被度（草高cm×被度%÷100）を繁茂量の目安とした。

### 2. 試験2

2023年に園芸総合センター綾上原種農場の同じ向きと傾斜度の斜面ではあるが、異なる場所において試験1と同じ設定で試験を行った。ただし、1区面積は5m<sup>2</sup>、2反復とした（表-1、中段）。調査については、試験1と同様に行った。

### 3. 試験3

2024年に園芸総合センター綾上原種農場の東北東斜面（傾斜度30度）において、除草剤の散布時期を変えて試験1とほぼ同様の試験を行った。4月25日に刈払機で草刈を行い、除草剤の散布時期を雑草が草高30cmに達した時（草高30cm時散布区）、草高50cmに達した時（草高50cm時散布区）、草高70cmに達した時（草高70cm時散布区）の3時期とした（表-1、下段）。1区面積は20m<sup>2</sup>、2反復とし、調査については、試験1と同様に行った。

## 結果および考察

### 1. 除草剤の散布時期と年間の草刈回数との関係

試験1, 2, 3における試験期間中の草高および草高×被度の経時的推移をそれぞれ図-1, 2, 3に示した。

試験1の草刈区では試験期間中に4回の草刈が必要であったが、11月以降、翌年の3月までほとんど雑草の伸長はなく、4月頃までは草刈の必要がないことを確認しているため、図中の黒矢印の数が年間の草刈回数に相当する。草刈してから10日目の5月12日に除草剤を散布した草刈10日後散布区では、散布後に雑草が一旦枯死し、その後再生するのに時間を要したため、草刈回数は年間3回となり、草刈区よりも草刈を1回減らせることがで

表-1 試験区の概要

試験No.	試験区名	具体的方法	試験規模	試験年及び斜面の向き
試験1	草刈10日後散布	最初の草刈 <sup>1)</sup> 後、10日目に除草剤 <sup>2)</sup> 散布し、その後草高50cmに達した時に草刈	1区1m <sup>2</sup> 4反復	2023年 北北東斜面
	草高30cm時散布	最初の草刈後、草高が30cmに達した時に除草剤散布し、その後草高50cmで草刈		
	草高50cm時散布	最初の草刈後、草高が50cmに達した時に除草剤散布し、その後草高50cmで草刈		
	草刈	草高が50cmに達した時に草刈		
試験2	草刈10日後散布	同上	1区5m <sup>2</sup> 2反復	2023年 北北東斜面
	草高30cm時散布			
	草高50cm時散布			
	草刈			
試験3	草高30cm時散布	最初の草刈後、草高が30cmに達した時に除草剤散布し、その後草高50cmで草刈	1区20m <sup>2</sup> 2反復	2024年 東北東斜面
	草高50cm時散布	最初の草刈後、草高が50cmに達した時に除草剤散布し、その後草高50cmで草刈		
	草高70cm時散布	最初の草刈後、草高が70cmに達した時に除草剤散布し、その後草高50cmで草刈		
	草刈	草高が50cmに達した時に草刈		

注1) 当年春に草高が50～60cmになった時に草刈のこと

2) 除草剤はグルホシネートPナトリウム塩11.5%液剤（商品名：ザクサ液剤）とし、1,000mL/10a（水量100L/10a）を散布した

きた。また草高30cm時散布区は5月25日に除草剤を散布し、2回目の草刈時期を遅らせることができたが、その後の再成長が早く、草刈回数は年間3回となった。一方、草高50cm散布区では、6月16日に除草剤を散布し

たが、除草剤散布後の枯死～再生が後ろの時期にずれたため、2回目の草刈時期を9月12日にまで遅らせることができ、これ以降に再生した雑草の成長が秋冷により停止した結果、草刈回数は年間2回となり、草刈区よりも

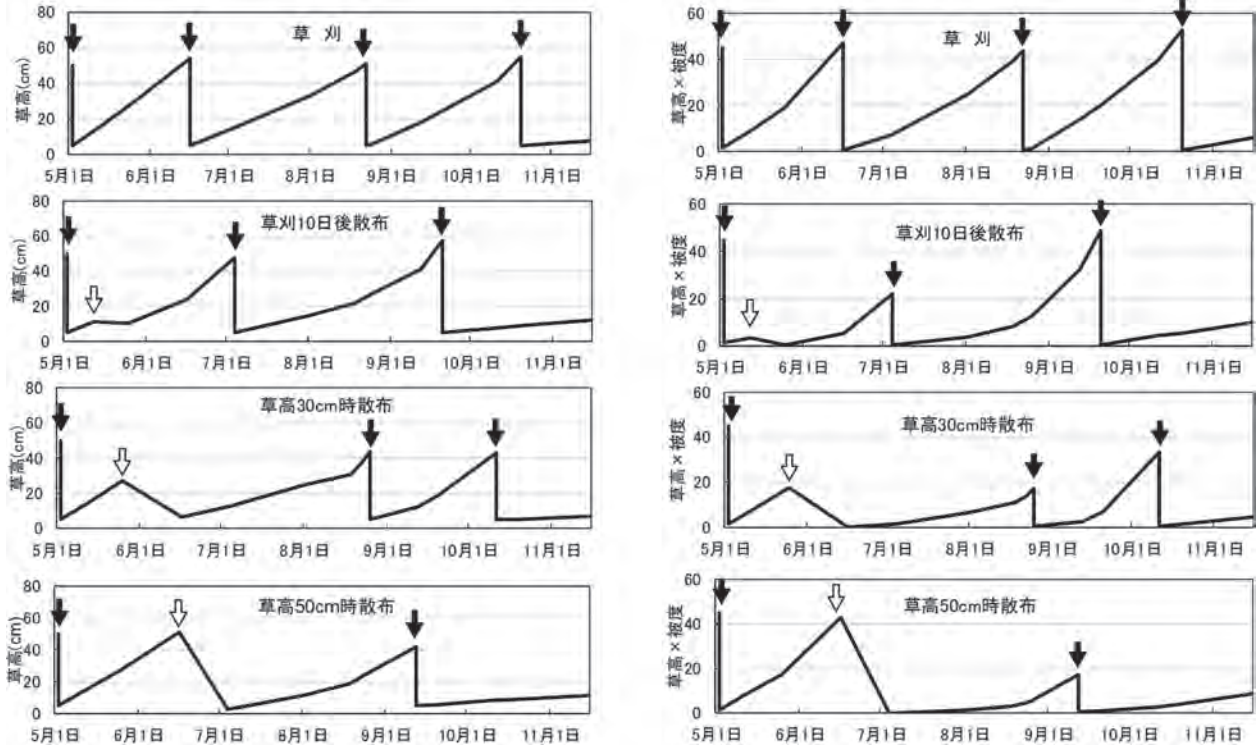


図-1 除草剤の異なる散布時期における草高及び草高×被度の経時的推移の比較 (試験1)  
注) 黒矢印は草刈, 白矢印は除草剤散布を示す

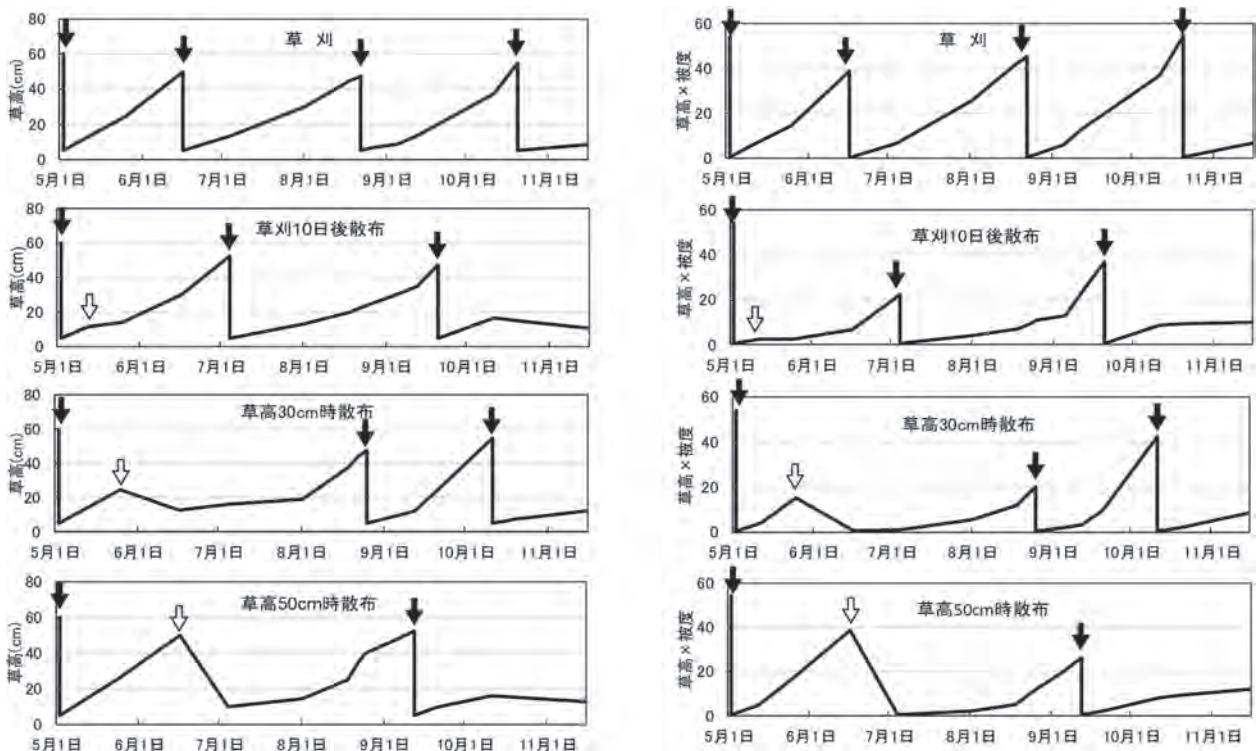
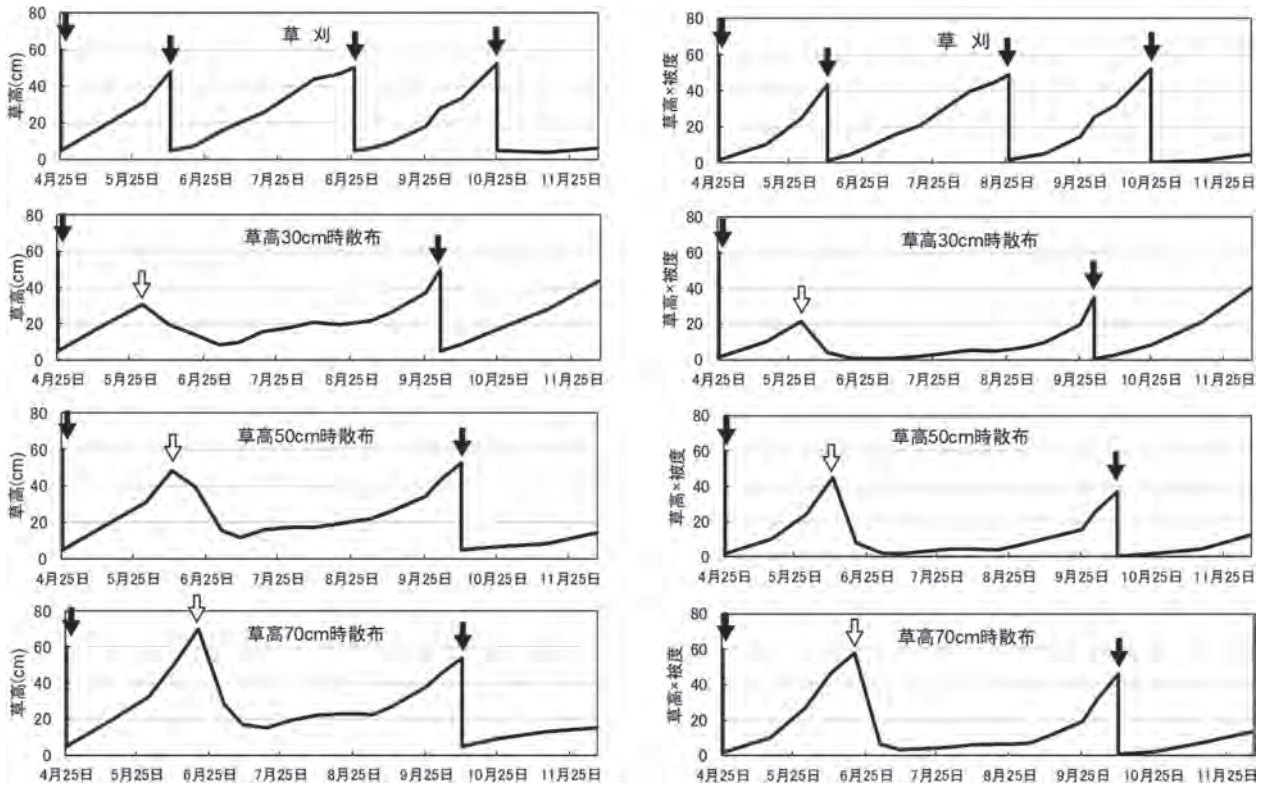


図-2 除草剤の異なる散布時期における草高及び草高×被度の経時的推移の比較 (試験2)  
注) 黒矢印は草刈, 白矢印は除草剤散布を示す



図一 3 除草剤の異なる散布時期における草高及び草高×被度の経時的推移の比較（試験3）  
注）黒矢印は草刈，白矢印は除草剤散布を示す

2回減らすことができた。しかもこの試験区では、2回目の草刈が9月中旬となり、7～8月の気温が高い時期の草刈作業を回避することができた。また雑草群落の繁茂量の目安となる草高×被度について見ると、草刈区は草刈時が44～53であったのに対し、除草剤を散布した試験区では、再生した雑草の1回目の草刈時の被度が低かったため、草高×被度は20前後と小さかった。

試験2は、試験1と同じ年に別の場所で行ったものであるが、ほぼ同様の結果が得られ、草刈区が年間4回の草刈が必要であったのに対し、5月12日に除草剤を散布した草刈10日後散布区および5月25日に除草剤を散布した草高30cm時散布区はともに草刈回数は年間3回、6月16日に除草剤を散布した草高50cm時散布区の草刈回数は年間2回となった。また草高×被度から見た繁茂量についても、試験1とほぼ同様に除草剤散布後1回目小さくなる傾向にあった。

試験3は、試験1, 2の翌年に斜面の向きがやや東向きの東北東斜面で行った。草刈区が年間4回の草刈が必要であったのに対し、最初の草刈後、5月30日に除草剤を散布した草高30cm時散布区、6月10日に除草剤を散布した草高50cm時散布区、6月20日に除草剤を散布した草高70cm時散布区のいずれの試験区においても草刈は年間2回となり、2回減らすことができた。但し、草高30cm時散布区については気温が低下した11月以降も

コセンダングサの茎が伸長して草高の増加が見られ、50cm未満で停止したことから、試験としては草刈を行わなかったが、最終的には草刈を必要とする繁茂量となった。また、草高70cm時散布区は、年間2回の草刈ですんだが、生育の進んだササ等の多年生雑草が半枯死状態になったまま生育を停止したり、丈の長い枯れ草が残るために次の草刈作業時にやや支障を来す等のデメリットが見られた。また草高が高くなるにしたがって除草剤の散布作業の能率が劣って散布時間が長くなるという指摘<sup>7)</sup>もあり、草高70cm時の除草剤散布は現実的ではないと考えられる。また草高×被度から見た繁茂量については、草高30cm時散布区および草高50cm時散布区では2回目の草刈時の値はやや小さくなった。なお、試験3の除草剤散布後の草刈時期が試験1, 2に比べて遅くなったのは、気象条件による影響があげられ、2024年の8月上中旬の気象条件は2023年よりも高温、少雨（干ばつ）で経過しており、これにより除草剤散布後の雑草の再成長が緩慢であったためと考えられる。

## 2. 除草剤の散布時期と年間の推定草刈量との関係

刈払機による草刈作業は、同じ草高であっても雑草の量が多いと負荷が大きくなり、作業強度が高まる。そこで、草高×被度が雑草乾物重との相関が高く、雑草量を推定しようという報告<sup>2, 6)</sup>があることから、草刈時点の

草高×被度の値を草刈量とみなし、本報告では「推定草刈量」と表現することとする。さらに、年間を通じた各草刈時における草高×被度の累積値を年間の推定草刈量とし、試験1, 2, 3の結果をそれぞれ図-4, 5, 6に示した。

試験1では、試験を行った範囲内で除草剤の散布時期が遅いほど、年間の推定草刈量が少なくなる傾向があり、草高50cm時散布区では草刈区の33%であった。また草高30cm時散布区においても草刈回数は1回減っただけではあるが、推定草刈量は草刈区の51%でほぼ半分であった。

試験2では、草高50cm時散布区の年間の推定草刈量は草刈区の42%であったが、草高30cm時散布区については、3回目の繁茂量がやや大きかったことから、年間の推定草刈量は草刈区の61%であった。

試験3では、草高30cm時散布区および草高50cm時散布区の年間の推定草刈量は、ともに草刈区の47%で半分をやや下回った。草高70cm時散布区では草刈区の52%で半分をやや上回ったが、これは前述のとおり、雑草が完全に枯れきらずに残り、2回目の繁茂量がやや大きかったためであった。

以上、3つの試験結果より、草高50cm時散布区における年間の推定草刈量は、草刈区の3分の1～2分の1未満に抑えられ、草刈作業の大幅な労力軽減が期待できる。

### 3. 草刈回数を最小限にするための草刈+除草剤体系について

以上、2か年にわたる試験結果の平均値より、急傾斜地において草刈回数を最小限とするための除草剤1回施用による草刈+除草剤体系を図-7に示した。この体系の具体的内容は次のとおりである。

春先から一年生冬雑草（秋に発芽して春から夏に開

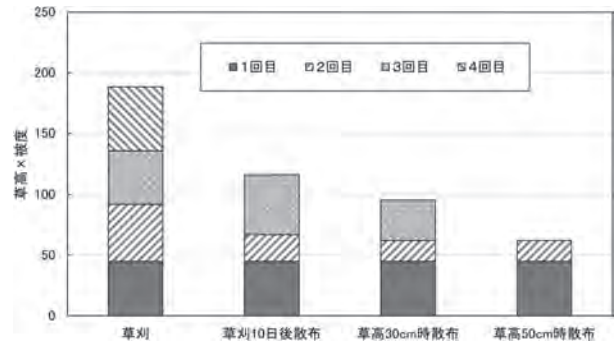


図-4 年間の推定草刈量（草刈時の草高×被度の累積値）（試験1）

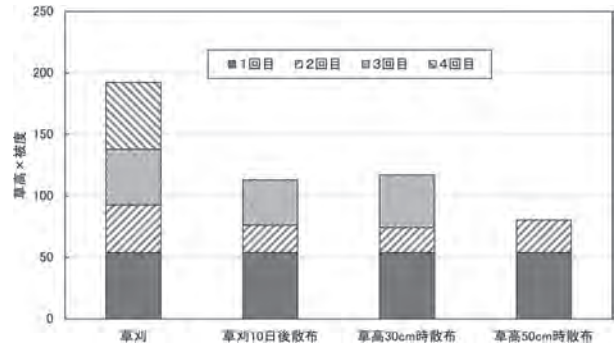


図-5 年間の推定草刈量（草刈時の草高×被度の累積値）（試験2）

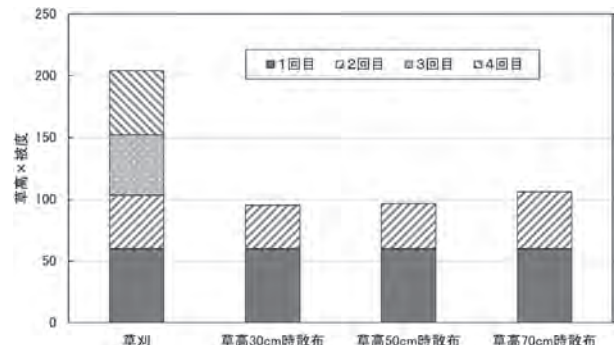


図-6 年間の推定草刈量（草刈時の草高×被度の累積値）（試験3）

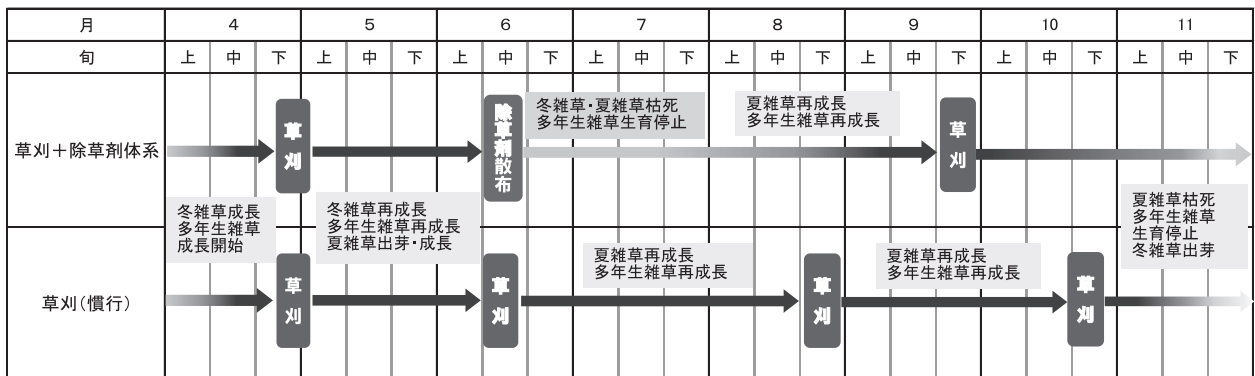


図-7 急傾斜地における草刈回数を最小限とする草刈+除草剤体系

注1) 2023年と2024年の試験の平均値より作成した

2) 図中の草刈及び除草剤散布は、雑草群落の草高が50cmを目安に行い、除草剤はグルホシネート系除草剤とする

花・結実する越年草，以下，冬雑草）の抽だい・伸長が始まり，あわせて多年生雑草の成長が始まるが，草高が50cm程度になった4月下旬～5月初めに1回目の草刈を行う。その後，冬雑草や多年生雑草が再成長するとともに，一年生夏雑草（春に発芽して夏から秋にかけて開花・結実する一年草，以下，夏雑草）が出芽し，成長を開始する。これらの雑草の草高が50cm程度になった6月中旬に非選択性茎葉処理剤のグルホシネート系除草剤（グルホシネートPナトリウム塩液剤等）を10a当り1,000mLを水量100Lで散布する。散布後，冬雑草と夏雑草は一旦枯れ，多年生雑草は枯死あるいは生育停止するが，しばらくすると出芽時期の遅い夏雑草や多年生雑草の再成長が始まる。その後，これらの雑草の草高が50cm程度となった9月下旬に2回目の草刈を行う。但し，2回目の草刈時期は気象条件や草種によって変動する。その後は秋冷により雑草の成長は次第に停止または枯死する。

これらの試験で発生した草種は，冬雑草としてオオズメノカタビラ，ヒメジョオン等，夏雑草としてコセンダングサ，カヤツリグサ等，また多年生雑草としてセイタカアワダチソウ，ススキ，ヨモギ，ササ等が発生し，これらの草種を想定した体系である。

また，除草剤については，前報<sup>1)</sup>でグルホシネート液剤がグルホシネートPナトリウム液剤と同等の効果があると認められたので，グルホシネート系除草剤とするが，これらの除草剤を連用すると，雑草の種類が変化するという報告<sup>4, 5)</sup>があるので，本除草剤が効きにくい草種が発生したり，特定の草種が蔓延する場合は，作用機作の異なる除草剤を施用する必要がある。

さらに本体系では7～8月の高温時の草刈作業を少なくすむため，草刈作業中の熱中症による事故のリスクも回避できるという利点がある。近年の温暖化の進行により，真夏の炎天下での草刈作業による熱中症のリスクが高まっており，農林水産省の「農作業死亡事故調査」では，農作業中の熱中症による死亡者は特に7～8月に集中しており，平成26年～令和5年には7～8月が年間の死亡者数の82.5%を占め<sup>3)</sup>，草刈作業中の熱中症による死亡事故例もかなり報告されている。

以上より，本報告で提案する草刈+除草剤体系は，慣行的な草刈り作業と比べ，①草刈回数が半減，②草刈量が3分の1～2分の1未満に減少，③7～8月の高温期の草刈作業を回避できることから，大幅な省力化，軽労化および安全性の向上が期待できるものと考えられる。

## 引用文献

- 1) 藤田究（2025）：急傾斜地における除草剤を利用した草刈作業の省力化技術に関する研究 第1報 数種除草剤の適用性，香川農試研報，77：29～32.
- 2) 小林浩幸（2006）：不耕起ダイズ栽培における雑草の生態と耕種的防除，東北農研研報，105：97～154.
- 3) 農林水産省ホームページ 熱中症対策研修テキスト（2026年3月12日確認）[https://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s\\_kikaika/anken/nettyu\\_text.pdf](https://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s_kikaika/anken/nettyu_text.pdf)
- 4) 大場伸一・藤井義晴・本林隆（2025）：山形県内陸地域における草刈り継続畦畔と除草剤連用畦畔の雑草植生の特徴，雑草研究，70（2）：43～53.
- 5) 大塚広夫・根本正之・耕田信彌（2006）：管理手法の異なる谷津の水田と畦畔の植生，雑草研究，51（4）：229～238.
- 6) 定由直・三浦励一・伊藤操子（1999）：被度と草高に基づく雑草バイオマス推定の可能性について，雑草研究，44（別）：106～107.
- 7) 徐錫元・城戸淳（2000）：近畿地方における水田畦畔の雑草防除の現状～アンケート調査結果～，雑草研究，45（1）：43～52.