

ISSN 0286-1321

長野野菜花き試報 19号
Bull. Nagano Veg. &
Orna. Crops Exp. Sta.
Japan, No.19 Mar.2024

長野県野菜花き試験場報告

第19号

令和6年3月

長野県野菜花き試験場

長野県野菜花き試験場報告

第19号

令和6年3月

長野県野菜花き試験場

長野県野菜花き試験場報告

第19号

目次

夏秋どり用四季成り性イチゴ品種‘サマーリリカル’の栽培特性と管理技術 ・・・・・・・・・・・・・・・・	1-12
木下義明・清原佑介・酒井浩晃・中塚雄介・齋藤龍司 ・上原敬義・田牧卓真	
長野県の夏秋どり作型におけるハクサイ黒腐病の防除対策 石山佳幸	13-18
レオメーターによる硬度測定値を R で集約する方法 関 功介	19-21

BULLETIN of the NAGANO VEGETABLE AND
ORNAMENTAL CROPS EXPERIMENT STATION

CONTENTS

Yoshiaki Kinoshita, Yusuke Kiyohara, Hiroaki Sakai, Yusuke Nakatsuka, Tatsuji Saitou,
Takayoshi Uehara, Takuma Tamaki: Cultivation Characteristics and Management
Techniques of the Four-season Strawberry Variety ‘Summer Lyrical’ for Summer and
Autumn Cultivation. 1-12

Yoshiyuki Ishiyama : Control of Black rot of Chinese Cabbage from Summer to
Autumn Crop in Nagano Prefecture. 13-18

Kousuke SEKI: Aggregation Method Using R for the Value of Hardness
Measurements from a Self-recording Rheometer. 19-21

夏秋どり用四季成り性イチゴ品種‘サマーリリカル’の栽培特性と管理技術

木下義明・清原佑介[※]・酒井浩晃^{※※}・中塚雄介・齋藤龍司・上原敬義^{※※※}・田牧卓真

Cultivation Characteristics and Management Techniques of the Four-season Strawberry Variety ‘Summer Lyrical’ for Summer and Autumn Cultivation

Yoshiaki Kinoshita, Yusuke Kiyohara, Hiroaki Sakai, Yusuke Nakatsuka, Tatsuji Saitou, Takayoshi Uehara, Takuma Tamaki

Abstract

Compared to Nagano Prefecture’s four-season strawberry cultivar ‘Summer Princess’, the new cultivar ‘Summer Lyrical’ (Cho-ya 53) exhibits fewer abnormalities such as white wax fruit and core-stopping symptoms. It also has a higher yield with less drop in autumn productivity, is resistant to powdery mildew, and has firmer flesh. This study aimed to establish cultivation management techniques suited to the characteristics of ‘Summer Lyrical’, with the goal of expanding its use as an original variety in Nagano Prefecture.

Key Words strawberry, ever-bearing, summer-to-autumn, ‘Summer Lyrical’, cultivation characteristics, management technology

緒 言

長野県の夏秋どりイチゴ生産は、1998年に南信農業試験場が開発した四季成り性品種‘サマープリンセス’の育成を契機とし、標高が高く夏季冷涼な立地条件を活かして2001年頃から本格的に始まった。その後県内の栽培面積・生産量は増加を続け、2022年の栽培面積は21.5ha、栽培戸数137戸、生産量607t（県農政部園芸畜産課調べ）となり、四季成り性品種による夏秋どりイチゴの生産量では、北海道と全国1位、2位を競っている。‘サマープリンセス’は果実品質が優れ、標高800m以上の地域では高収量が得られているが、近年栽培が増加している標高650m前後の地域では、秋期の収穫量落ち込みや高温期に果皮が軟らかく輸送性が劣るなどの課題があり、これら地域では北海道の民間会社育成の‘すずあかね’が主力品種となっている。

このような状況の中、2017年に野菜花き試験場では、‘サマープリンセス’より白ろう果などの着色異常果や芯止まり症状が発生しにくく、秋季の収量の落ち込みが少なく多収で、うどんこ病に強く果肉色が赤い、四季成り性品種‘サマーリリカル（長・野53号）’を育成した。しかし、現地への普及推進を図るには生育特性について不明な点が多く、早急に栽培管理技術を確認する必要がある。そこで、当該品種の特性に適した栽培管理技術

を確立し、本県オリジナル品種として一層の普及拡大をはかることを目的に検討を行った。

本論文は、令和3年度普及技術を再構成したものである。

材料及び方法

1. 給液管理方法（適正EC）の検討

2019～2021年に肥料吸収特性の解明と、それに基づいた給液管理方法について検討した。試験はいずれの年次とも野菜花き試験場内（標高750m）の鉄骨ハウス（被覆資材：エフクリーン）で行い、‘サマーリリカル’‘サマープリンセス’の2品種を供試した。前年10月に空中採苗し、7.5cmポリポットで育苗して無加温パイプハウス内で越冬した苗を、2019年は3月13日に定植し、給液ECを0.3, 0.4, 0.5dS/mの3水準に設定して試験した。2020年は2019年と同様に育苗した苗を3月16日に定植し、給液ECを0.4, 0.5, 0.6dS/mの3水準に設定して試験した。2021年は2019年と同様に育苗した苗を3月15日に定植し、給液ECを0.4, 0.6, 0.8dS/mの3水準に設定して試験した。区制は、いずれの試験年次とも1区9株（調査6株）、3反復とした。栽植密度は畝幅120cm、株間25cmの2条千鳥植え（6,666株/10a）とした。栽培装置はハンモック式ベンチ掛け流しの高設栽培とし、培地はヤシ殻の有機培地を用い、硬質の点滴チューブ（孔間隔20cm）を畝の中央に2本設置して給液した。肥料はタンクミックスF&B処方を用い、給液方法はタイマー制御により1日2～4回を1回2～5分とし、3月下旬以降は秋の収穫終了時点までの間、各設

※ 現在 長野県北アルプス農業農村支援センター

※※ 現在 長野県農政部農業技術課

※※※現在 長野県農業試験場

定給液 EC での一定管理とした。

2. 芽数管理方法の検討

2019～2021年に野菜花き試験場内鉄骨ハウス（被覆資材：エフクリーン）において‘サマーリリカル’‘サマープリンセス’の2品種を供試し、給液 EC と芽数及び芯止まり芽数の関係について検討した。2019年の芽数管理は5月22日に行い、給液 EC0.5dS/m 一定管理においては1株当たりの芽数を2芽に整理した区と放任（4芽）区の2区を設けた。さらに給液 EC0.3 dS/m 一定管理においては1株当たりの芽数を2芽にした区、3芽にした区、放任（4芽）区の3試験区を設け、以後は芽数を放任した。2020年の芽数管理は6月5日に行い、給液 EC0.4dS/m 一定管理とし、1株当たり2芽にした区、3芽にした区、放任（4芽）区の3試験区を設け、以後は芽数を放任した。2021年の芽数管理は5月28日に行い、給液 EC0.8dS/m 一定管理とし、1株当たり2芽残した区、4芽残した区、放任（6芽）区の3試験区を設け、以後は芽数を放任とした。その他の区制及び耕種概要等については、1の給液管理方法の検討と同じ内容で試験した。

3. 摘果管理方法の検討

摘果管理の方法について、2019～2021年に野菜花き試験場内鉄骨ハウス（被覆資材：エフクリーン）において検討した。2019年の摘果管理方法は、1花房当たり3果残し（1花房当たり3果残して摘果）、5果残し（1花房当たり5果残して摘果）、摘果無し（無処理）の3水準とした。2020年と2021年の摘果管理方法は、3果残し（1花房当たり3果残して摘果）、5果残し（1花房当たり5果残して摘果）、5→3果残し（各芽の頂花房は5果残し、以降は3果残して摘果）の3水準で検討した。2019年試験では、いずれの試験区とも給液 EC0.4dS/m の一定管理とし、芽数は5月22日に4芽とした。2020年試験は、いずれの試験区とも給液 EC0.5dS/m の一定管理とし、芽数は6月5日に4芽とした。2021年試験は、いずれの試験区とも給液 EC0.4dS/m の一定管理とし、芽数は5月28日に4芽とした。その他の区制及び耕種概要等については、1の給液管理方法の検討と同じ内容で試験した。

4. 摘葉管理方法の検討

2021年に野菜花き試験場内鉄骨ハウス及び諏訪郡富士見町の現地圃場（標高1,030m）において、摘葉頻度を変えた場合の収量への影響を検討した。場内試験における摘葉頻度は多頻度区（月2回）、中頻度区（月1回）、少頻度区（1.5月に1回）の3水準とし、5月12日から11月15日までの間、摘葉処理を行った。現地試験にお

ける摘葉頻度は多頻度区（月2回）と少頻度区（1.5月に1回）の2水準とした。場内試験における給液 EC は0.6dS/m の一定管理とし、芽数管理は5月28日に4芽とし、摘果は5→3果残し（各芽の頂花房は5果残し、以降は3果残して摘果）とした。その他の区制及び耕種概要等については、1の給液管理方法の検討と同じ内容で試験した。

5. 中休み処理方法の検討

野菜花き試験場内のパイプハウス（間口5.4m、被覆資材：農PO）において、需要が増して高単価となる9～11月の秋期収量の確保を目的に、盛夏期に一旦出蕾花房を除去して1芽当たり2葉残して強摘葉を行う中休み処理について検討した。2020年は7月24日処理区、8月10日処理区、無処理区の3水準において検討を行い、2021年は7月25日処理区、8月10日処理区、8月25日処理区、無処理区の4水準を設けて検討した。定植は、2020年が3月16日、2021年は3月15日とした。区制は、いずれの試験年次とも1区9株（調査6株）、3反復とした。栽植密度は畝幅120cm×株間25cmの2条千鳥植え、培地にはヤシ殻の有機培地を用いた。2020年の給液 EC 管理は、定植～3月24日まで0.24dS/m、3月25日～5月17日は0.4 dS/m、5月18日～6月18日は0.45 dS/m、6月19日以降は収穫終了まで0.5 dS/m での変動管理とした。2021年の給液 EC 管理は、定植～3月18日までは無肥料、3月19日～3月30日はEC0.4 dS/m、3月31日～4月29日は0.5 dS/m、4月30日～7月30日は0.6 dS/m、7月31日～9月9日は0.5 dS/m、9月10日～収穫終了は0.6～0.65 dS/m の変動管理とした。肥料は2020年、2021年ともにタンクミックスF&B処方とし、給液は1日2～4回、1回2～5分とした。摘果は1花房当たり頂花房は5果残し、第2花房以降は3果残しとし、芽数は収穫開始前に1株当たり4芽に整理した。収穫終了はいずれの年次とも11月30日とした。

6. ランナー及び採苗子株数の増加技術の検討

‘サマーリリカル’は‘サマープリンセス’に比べランナー発生数が少ない特性があり、採苗子株数の確保に向けてランナー出し時期の早期化、採苗専用株としての管理及びジベレリン処理が採苗株数に及ぼす影響を、2019年から2021年の3か年に5試験実施して検討した。試験は野菜花き試験場内温室（鉄骨ハウスおよびパイプハウス）で行い、栽培装置はハンモック式ベンチ掛け流しの高設栽培とした。給液管理はタイマー制御により1日2～4回、1回2～7分とし、肥料はタンクミックスF&B処方（給液 EC：0.3～0.55dS/m）を用い、培地はヤシ殻の有機培地とした。

試験1：区制は1区9株（うち調査6株）の3反復、

定植日は2019年3月13日、栽植密度は畝幅120cm×株間25cmの2条千鳥植えとし、調査日は2019年9月30日とした。採苗専用株は8月1日からランナーを出し、8月2日以降は花房を摘除し、ランナーを放任した。収穫継続株は8月20日からランナーを出し、収穫を継続しながらランナーを放任した。

試験2：区制は1区12株（うち調査6株）の3反復、定植日は2019年2月28日、栽植密度は畝幅135cm×株間20cmの2条植えとし、調査日は2019年10月7日とした。7月31日にランナー・花房を全て除去した後に強摘葉（1芽2～3枚残し）し、ジベレリン処理区は50ppmに希釈したジベレリン溶液を、茎葉部全体に株当たり10mlを霧吹きにて散布した。

試験3：区制は1区9株（うち調査6株）の3反復、定植日は2020年3月16日とした。栽植密度は畝幅120cm×株間25cmの2条千鳥植えとし、調査日は2020年10月1日とした。ランナー出し時期は8月初め区が8月1日から、8月中旬区は8月18日からとし、採苗専用株区はランナー出し以降は花房を全て摘除し、ランナーを放任した。収穫継続株区はランナー出し時期以降、収穫を継続しながらランナーを放任した。

試験4：区制は1区10株（うち調査6株）の3反復、定植日は2020年2月22日、栽植密度は畝幅135cm×株間20cmの2条千鳥植えとし、調査日は2020年10月1日とした。7月31日にランナー・花房を全て除去した後に強摘葉（1芽2～3枚残し）し、ジベレリン処理区には50ppmに希釈したジベレリン溶液を、茎葉部全体に株当たり10ml霧吹器にて散布した。

試験5：区制は1区9株（うち調査6株）の3反復、定植日は2021年3月15日とした。栽植密度は畝幅120cm×株間25cmの2条千鳥植え、調査日は2021年10月6日とした。ランナー出し時期は8月初め区は8月1日から、8月中旬区は8月17日から実施した。採苗専用株区はランナー出し以降は花房を摘除し、ランナーを放任した。収穫継続株区はランナー出し時期以降、収穫を継続しながらランナーを放任した。ジベレリン処理区には8月2日に50ppmに希釈したジベレリン溶液を、茎葉部全体に株当たり10mlを霧吹器にて散布した。

7. ランナー発生条件の解明

‘サマーリリカル’のランナーの発生条件を把握するため、2018～2019年に試験1、2019～2020年に試験2を行い、低温を経過し休眠から覚醒しないとランナーが発生しないイチゴの性質を利用して、5月下旬までに発生したランナー数を調査し、休眠覚醒のための低温要求性を‘サマープリンセス’と比較する試験を2か年行い検討した。

試験1：2018年10月3日に空中採苗し7.5cmポットに挿し苗、12月7日にハウスサイドビニルを開放したハウスに移動し低温遭遇させた後、最低気温8℃で加温したハウス内のハンモック式高設ベンチに2018年12月10日、12月20日、12月30日、2019年1月10日、1月21日に定植した。その後、ランナー発生調査を2019年5月23日に実施した。

試験2：2019年10月2日に空中採苗し7.5cmポットに挿し苗、12月6日にハウスサイドビニルを開放したハウスに移動し低温遭遇させた後、最低気温8℃で加温したハウス内のハンモック式高設ベンチに2019年12月10日、12月20日、12月30日、2020年1月10日、1月20日に定植した。その後、ランナー発生調査を2020年5月22日に実施した。

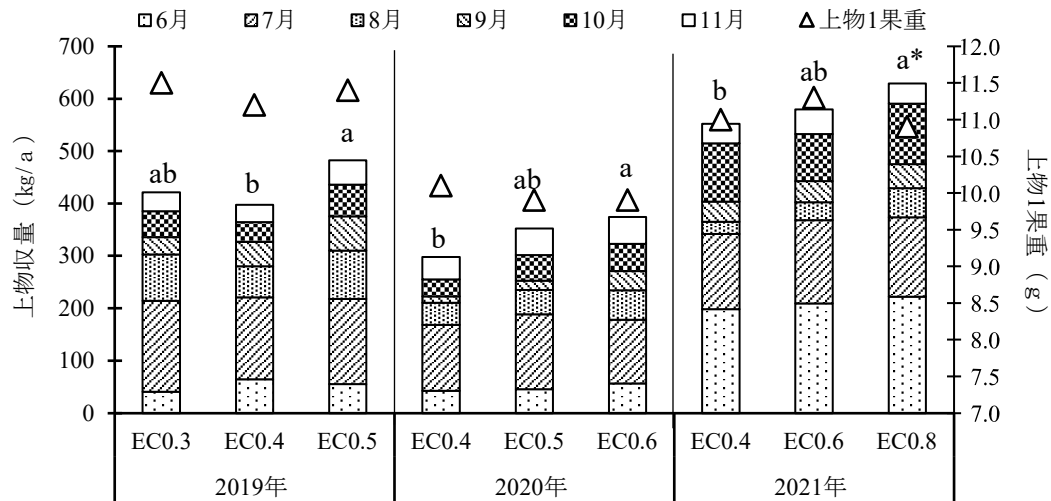
結果及び考察

1. 給液管理方法（適正EC値）の検討

1a当りの上物収量は、2019年は給液EC0.5区が、2020年は給液EC0.6区が、2021年は給液EC0.8dS/m区が最も多く、各年次とも給液EC値が高い試験区で上物収量が多い傾向が認められた。特に2019年の給液EC0.5区と2020年のEC0.6d区は、9月～11月の秋期収量が多い分が年間収量の増加につながった。給液ECと上物1果重との関係については判然としなかった（第1図）。なお、2019年試験において給液ECが最も低いEC0.3区の‘サマーリリカル’でのみ、6～7月頃から葉脈間が黄化する苦土欠乏症状の発生が中位～下位葉に認められた（データ略）。2021年の1週間毎の廃液ECの調査結果では、給液EC0.8区は7月下旬に廃液ECが1.5～2.0dS/mの高い値を示し、具体的な症状は認められなかったものの、塩類濃度障害の発生が懸念された（第2図）。2020、2021年の栽培期間中の給液と廃液の肥料成分収支を第1表に示した。2020年の試験では、給液EC0.4、0.5 dS/m区の硝酸態窒素、加里、石灰の成分濃度は給液に対して廃液で低下したが、EC0.6区の加里以外の成分濃度は給液より廃液で高くなった。2021年の試験では、給液EC0.4区のすべての肥料成分濃度が給液に対し廃液で低下した。一方、給液EC0.6、0.8区では加里のみが給液に対し廃液で低下し、それ以外の成分は給液より廃液で高くなった。なお、この傾向はEC0.6区より0.8区で顕著であった。2021年の試験において廃液中の加里の低下が大きかったのは、2020年より果実の収穫量が多かったためと考えられた。しかし、2年間の試験において達観観察で加里不足に伴う生育等への影響は確認されなかったため、加里を単肥で補う必要はないと考えられた（第1表）。窒素は‘サマーリリカル’‘サマープリンセス’ともに、給液と廃液中の

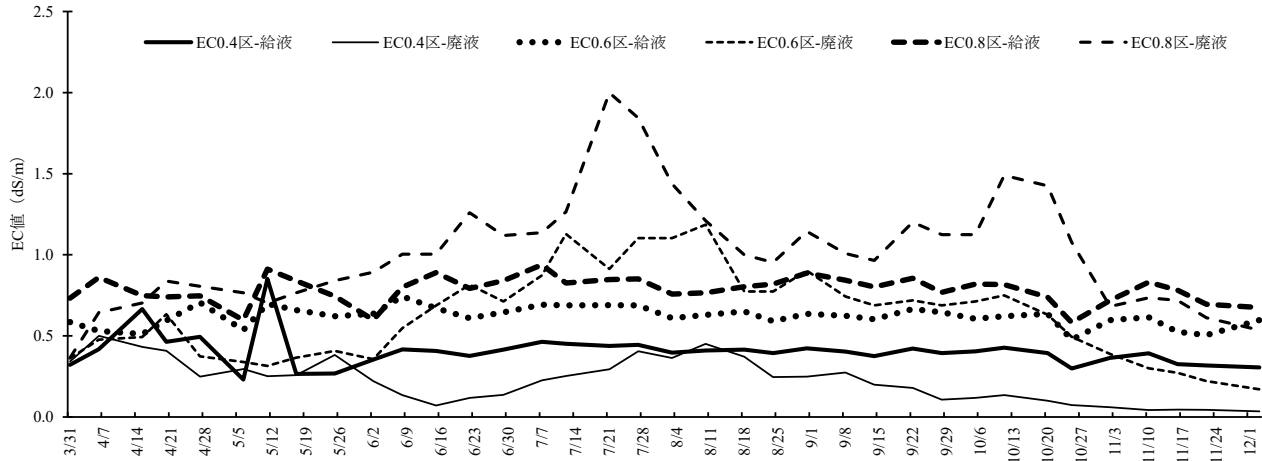
硝酸態窒素濃度の推移から、EC0.4dS/m ではやや不足傾向、EC0.8では極めて過剰であり、EC0.6が適当と考えられた（第3図）。また、りん酸、加里の給液および廃液中の濃度においても窒素と同様の傾向が認められた（データ略）。茎葉及び果実における窒素の月別吸収量を第4図に示す。窒素の吸収のピークは、茎葉では7月、果実は6月頃と考えられた（第4図）。1作当たりの茎葉及び果実合計の窒素、りん酸、加里、石灰の吸収量は、‘サマーリリカル’ ‘サマープリンセス’ とも

に EC0.8 区より 0.6 区が多い傾向が認められ、給液 EC は 0.6dS/m 程度で管理するのがよいと考えられた（第5図）。以上の結果から、‘サマープリンセス’ は白ろう果対策として EC0.3～0.4dS/m 程度の低めの給液 EC 管理がなされているが、‘サマーリリカル’ は白ろう果が発生せず、収量、養分吸収量や給液 EC と廃液 EC のバランスなどを考慮し、EC0.6dS/m 程度を給液 EC の上限として管理するのがよいと考えられた。



第1図 ‘サマーリリカル’ の給液 EC 管理と月別上物収量及び上物1果重（2019～2021年）

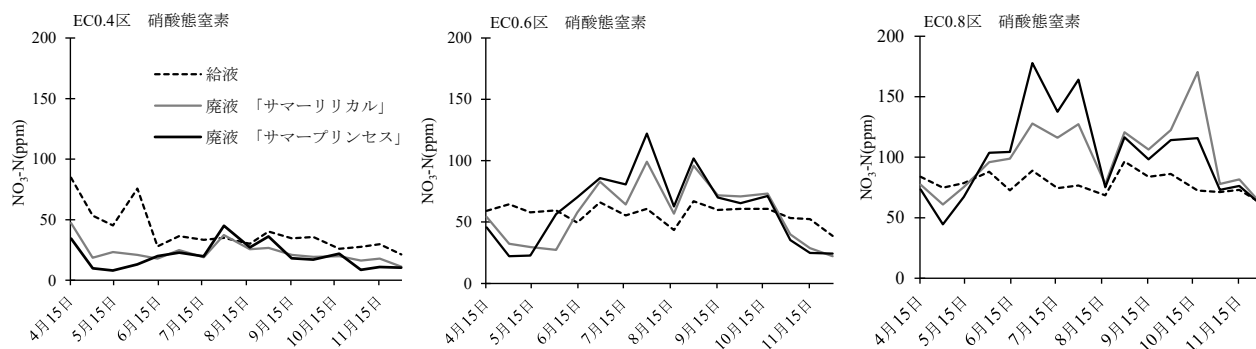
* 図中の異なる英小文字間には、年次ごと上物収量の合計について Tukey 法により 5% 水準で有意差があることを示す



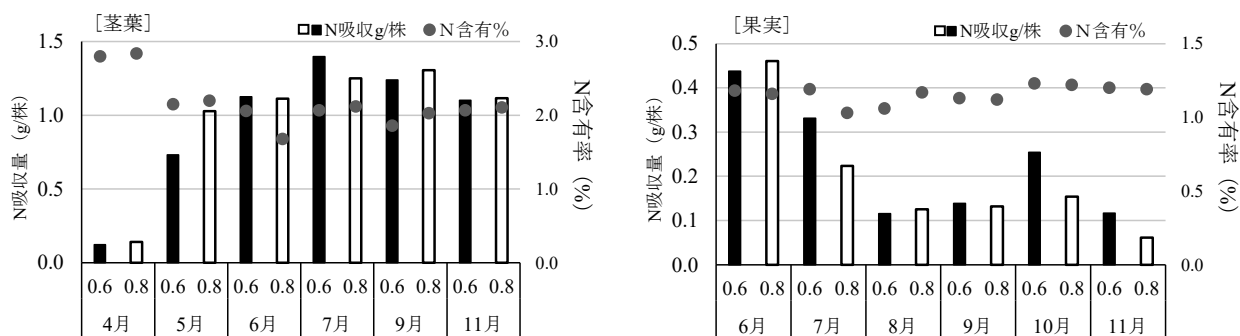
第2図 ‘サマーリリカル’ 栽培期間中の給液管理と廃液 EC の推移（2021年）

第1表 肥料成分の給液中濃度と廃液中濃度の差（2020・2021年、単位：ppm）

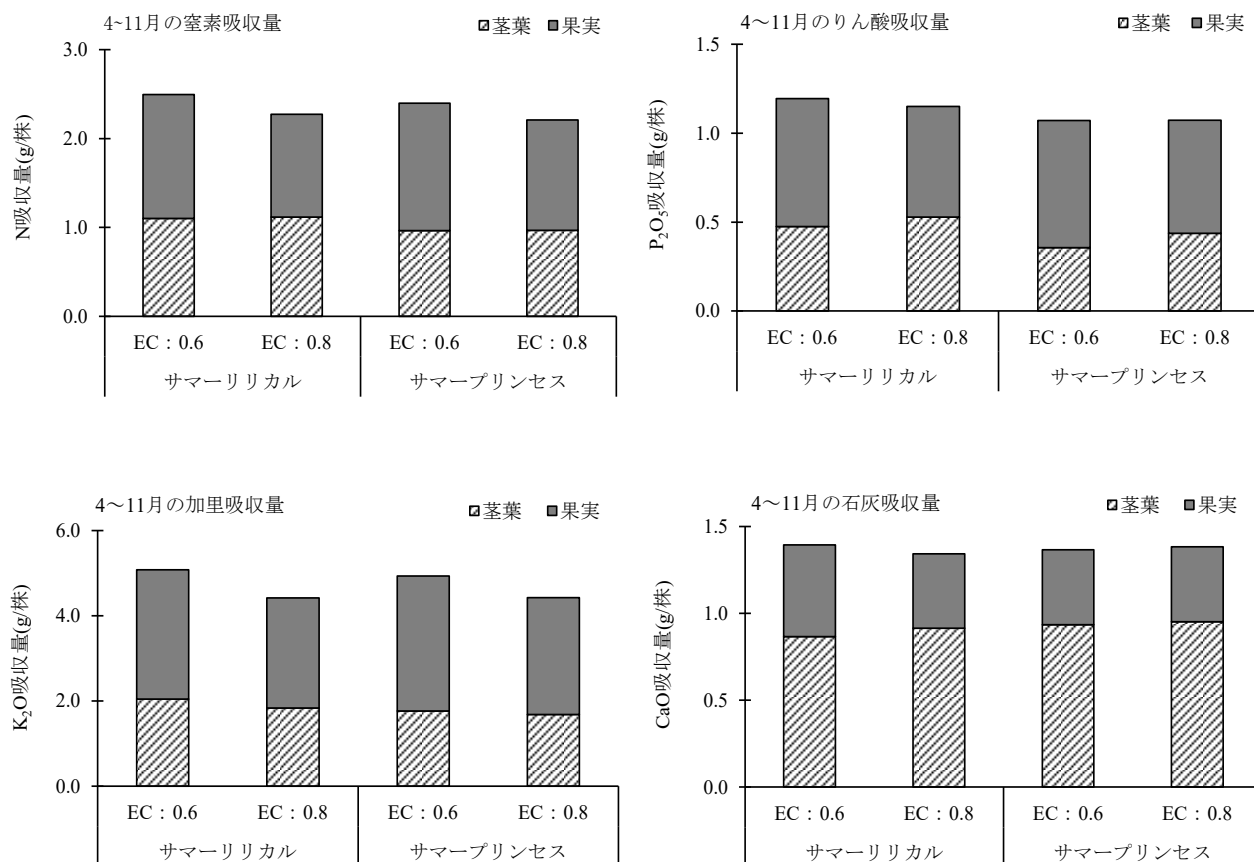
年次	給液EC(dS/m)	NO ₃ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
2020年	EC0.4	-82.5	6.3	-57.9	9.1	-82.2
	EC0.5	-48.5	-23.2	-109.2	4.2	-18.8
	EC0.6	119.1	74.8	1.1	61.0	120.4
2021年	EC0.4	-270.1	-112.2	-429.9	-91.2	-377.4
	EC0.6	5.7	27.2	-287.8	32.3	5.6
	EC0.8	346.7	216.7	-5.9	202.7	481.9



第3図 給液及び廃液中の硝酸態窒素の推移 (2021 年)



第4図 給液 EC と茎葉及び果実の月別窒素吸収量と窒素含有率 (2021 年)



第5図 イチゴ品種別の給液 EC と1作当たりの養分吸収量 (2021 年)

2. 芽数管理方法の検討

‘サマーリリカル’の収穫開始前の5月下旬頃の初期芽数は、2019年、2020年とも約4芽/株であったが、2021年は約6芽とやや多かった。初期芽数は‘サマープリンセス’に比べ各年次ともやや少なく、給液EC管理の違いによる大きな差は認めらず、給液ECとの関係は判然としなかった。‘サマーリリカル’の収穫終了時の総芽数は、‘サマープリンセス’に比べ3～5芽/株程度少なく、芯止まり芽数は同等～やや少ないが、給液ECとの関係は判然としなかった（第2表）。2019年の1a当たり上物収量は、給液EC0.5dS/m管理、EC0.3dS/m管

理ともに放任（4芽）区が最も多かった。2020年の1a当たり上物収量は、7月の日照不足等の影響により全般に少なかったが、3芽区が最も多く、放任（4芽）区がこれに次いだ。2021年の1a当たり上物収量は、4芽区が最も多く、放任（6芽）区がこれに次いだ。さらに、2019年と2020年の収穫ピーク時となる7月の上物収量は、2か年とも収穫開始前に残した芽数が多いほど多くなり、放任（4芽）区が最も多かった。2021年は6月が収穫のピークとなったが、収穫期前期（6～7月）の上物収量は、収穫開始前の芽数が最も多い放任（6芽）区で多かったものの、8～11月の中・後期収量は放任区

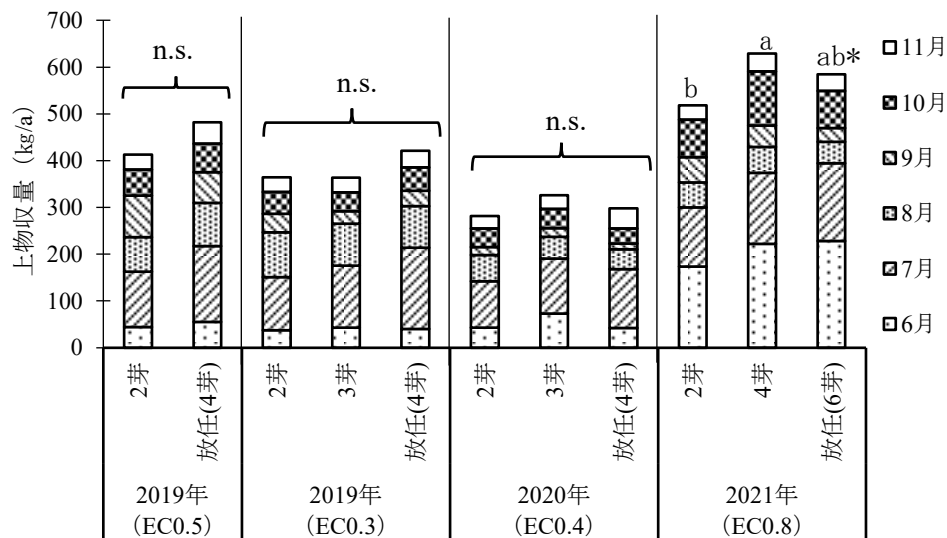
第2表 イチゴ品種及び給液ECが芽数に及ぼす影響（2019～2021年）

年次	給液EC (dS/m)	品種	収穫開始前	収穫終了時		
			初期芽数 (芽/株)	総芽数 (芽/株)	芯止まり芽数 (芽/株)	芯止まり芽率 (%)
2019年	E C 0.3	サマーリリカル	3.9	10.2	1.9	18.6
		サマープリンセス	5.5	12.9	2.3	17.8
	E C 0.4	サマーリリカル	4.3	12.6	1.6	12.7
		サマープリンセス	6.2	16.1	2.2	13.7
	E C 0.5	サマーリリカル	4.4	15.3	1.3	8.5
		サマープリンセス	5.9	18.8	2.1	11.2
	平均	サマーリリカル	4.2	12.7	1.6	13.3
		サマープリンセス	5.9	15.9	2.2	14.2
	二元配置 ^Z 分散分析	給液EC(A)	n.s.	**	n.s.	
		品種(B)	***	**	*	
		(A)×(B)	n.s.	n.s.	n.s.	
2020年	E C 0.4	サマーリリカル	4.1	11.4	1.9	16.7
		サマープリンセス	4.5	16.9	3.3	19.5
	E C 0.5	サマーリリカル	4.0	14.2	2.8	19.7
		サマープリンセス	4.2	17.1	4.2	24.6
	E C 0.6	サマーリリカル	4.3	12.9	2.1	16.3
		サマープリンセス	4.8	14.9	3.2	21.5
	平均	サマーリリカル	4.1	12.8	2.3	17.6
		サマープリンセス	4.5	16.3	3.6	21.9
	二元配置 ^Z 分散分析	給液EC(A)	n.s.	*	n.s.	
		品種(B)	n.s.	***	**	
		(A)×(B)	n.s.	*	n.s.	
2021年	E C 0.4	サマーリリカル	6.2	12.6	3.5	27.8
		サマープリンセス	6.7	16.4	3.7	22.6
	E C 0.6	サマーリリカル	5.6	11.8	3.9	33.1
		サマープリンセス	6.3	16.3	3.3	20.2
	E C 0.8	サマーリリカル	5.4	12.4	3.0	24.2
		サマープリンセス	7.1	19.3	3.5	18.1
	平均	サマーリリカル	5.7	12.3	3.5	28.3
		サマープリンセス	6.7	17.3	3.5	20.3
	二元配置 ^Z 分散分析	給液EC(A)	*	n.s.	n.s.	
		品種(B)	***	***	n.s.	
		(A)×(B)	**	*	n.s.	

注）収穫開始前の初期芽数は2019年は5月17日、2020年は6月4日、2021年は5月26日調査

収穫終了時の総芽数等の調査は2019年は11月29日、2020年及び2021年は11月30日調査

^Z***, **, *は0.1%水準, 1%水準, 5%水準で有意差があることを示し, n.s.は有意差がないことを示す



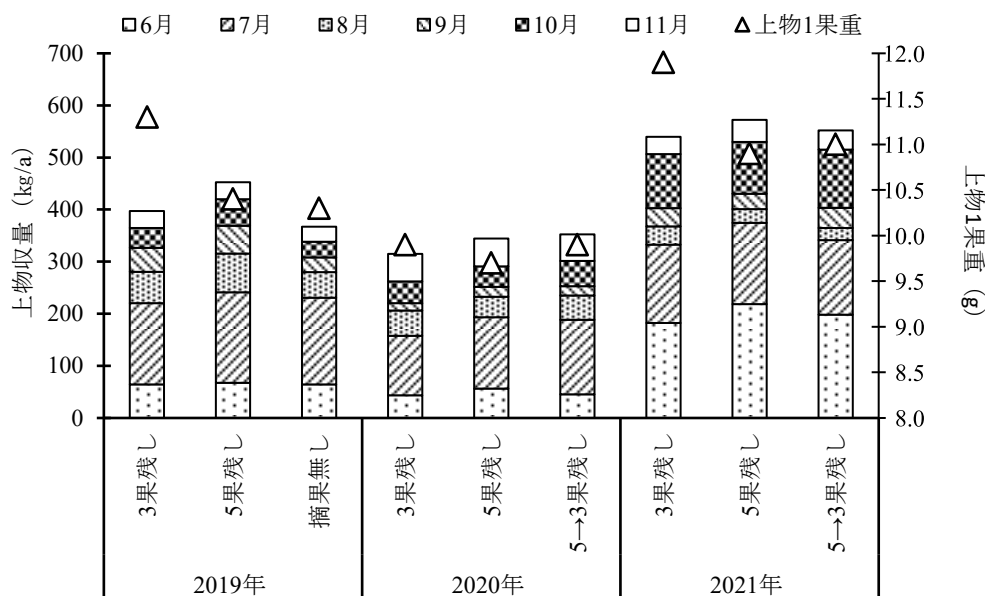
第6図 ‘サマーリリカル’の芽数管理と月別の上物収量（2019～2021年）

* 図中の異なる英小文字間には上物収量の合計において Tukey 法により 5%水準で有意差があることを示す
2019年のEC0.5のn.s.はt検定により、その他のn.s.はTukey法により5%水準で有意差がないことを示す

で少なくなった。なお、いずれの年次とも収穫開始前に2芽/株に制限して収穫ピーク時の着果数を制限しても、9～11月の秋期の収量増加にはつながらず、むしろ年間収量は少なくなった(第6図)。以上の結果から、‘サマーリリカル’の収穫開始前の初期芽数は‘サマープリンセス’よりやや少なく、収穫終了時の総芽数及び芯止まり芽数も‘サマープリンセス’より少ない特性があると考えられた。芽数管理は、2芽に制限すると収量が低下することから、収穫開始前(繁忙期となる前)の芽数が4芽以下であれば放任でよく、5芽以上ある株は3～4芽に制限し、それ以降は放任する管理でよいと考えられた。

3. 摘果管理方法の検討

2019年の上物収量は、5果残し区>3果残し区>摘果無し区の順になった。上物1果重は3果残し区が最も重く、摘果無し区が最も軽かった。2020年の上物収量は、5→3果残し区>5果残し区>3果残し区の順であったが、有意差は認められなかった。上物1果重は、5果残し区が最も軽かった。2021年の上物収量は、5果残し区>5→3果残し区>3果残し区の順で、いずれも有意差は認められなかった。上物1果重は3果残し区が最も重く、5果残し区が最も軽かった(第7図)。2019年の摘果無し区の月別上物収量は、6・7月の収穫前期は3果残し区および5果残し区とほぼ同等であったが、8～11



第7図 ‘サマーリリカル’の摘果管理と月別の上物収量及び1果重（2019～2021年）

* 図中の n.s. は、各年次の上物収量の合計において Tukey 法により 5%水準で有意差がないことを示す

第3表 ‘サマーリリカル’ の摘果管理が下物果数比率に及ぼす影響 (2019～2021年)

年次	摘果管理	下 物 果 数 内 訳 (%)						
		小果	奇形果	乱形果	先白果	白ろう果	種浮き果	その他
2019年	3果残し	13.2	15.4	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0
	5果残し	24.6	13.7	0.0	2.0	0.0	0.0	0.1
	摘果無し	41.1	17.9	0.0	1.4	0.0	0.1	0.2
2020年	3果残し	26.0	11.4	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0
	5果残し	32.0	14.2	0.0	0.7	0.0	0.0	0.1
	5→3果残し	24.9	12.3	0.0	1.6	0.0	0.0	0.1
2021年	3果残し	18.5	7.5	0.3	3.9	0.0	0.0	0.2
	5果残し	30.6	6.8	0.5	3.3	0.0	0.0	0.2
	5→3果残し	18.5	7.0	0.8	2.2	0.0	0.0	0.5

月の中・後期収量は両試験区に比べて少なかった。その原因として、第3表に示すとおり小果や奇形果などの下物果割合が多く、下物果の着果負担が増加したことが考えられた。また、3年間の結果から3果残しと5果残しでは、9～11月の秋季収量に及ぼす影響は小さいと考えられた。なお、3果残し区及び5→3果残し区に比べると、5果残し区はいずれの年次においても小果の割合が高い傾向が認められた(第7図、第3表)。以上の結果から、‘サマーリリカル’における摘果の効果が認められ、摘果をしないと小果や奇形果が多くなり収穫前半の着果負担が増大し、9～11月の秋季収量が減少する。摘果管理は、1花房当たり5～3果残す方法であれば合計収量に大きな差は認められず、3果残しとすることで5果残しより上物1果重は増加する。そこで、摘果管理は経営方針や出荷先、花房の充実状況に応じ、頂花房は5果残して以降は3果残しとするなど、1花房当たり5～3果程度を目安に残す方法がよいと考えられた。

4. 摘葉管理方法の検討

摘葉頻度を多(月2回)、中(月1回)、少(1.5月に1回)の3水準で検討したが、摘葉頻度の違いによる収量の差は認められなかった(第4表)。5月中旬から開始し11月中旬までの間の摘葉回数は、摘葉頻度「多」区は13回、「中」区は7回、「少」区は5回であった。1株1回あたりの摘葉枚数は、「多」区が最も少なく、「少」区は最も多かった。年間の総摘葉枚数は、「多」区と「少」区は約64枚/株と同等であった(第5表)。また、摘葉頻度の違いによる糖度、酸度、糖酸比などの果実品質への影響は認められなかった(第6表)。なお、現地試験においても摘葉頻度「多」区と「少」区で収量の差は認められず、糖度、酸度、果実硬度などにも大きな差は認められなかった(データ略)。以上の結果から、摘葉管理は1か月に2回～1か月半に1回程度の頻度の違いでは収量や果実品質に及ぼす影響は小さいと考えられ、過繁茂による風通し不良や薬剤の株内部への到達不足による病害虫の発生リスク、収穫時の作業性を考慮すると、

第4表 ‘サマーリリカル’ の摘葉管理と収穫量 (2021年)

摘葉頻度	上物収量 ^Z			総収量			a 当たり 上物収量	重 量 上物率
	果数 (個/株)	重量 (g/株)	1果重 (g)	果数 (個/株)	重量 (g/株)	1果重 (g)		
多(月2回)	78	855	11.0	111	1,041	9.4	570	82
中(月1回)	77	871	11.3	107	1,047	9.9	580	83
少(1.5月1回)	78	877	11.3	110	1,060	9.7	584	83
有意性 ^Y	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.		

注) ^Z 6g以上の正常果

^Y 有意性のn.s.はTukey法により、5%水準で有意差がないことを示す

第5表 ‘サマーリリカル’ の摘葉実施日と1株当たり摘葉枚数 (2021年)

摘葉頻度	摘葉実施日 (月/日), 摘葉枚数 (枚/株)													
	5/12	5/28	6/15	6/29	7/16	7/30	8/17	8/31	9/17	9/30	10/14	10/28	11/15	計
多(月2回)	4.4	4.1	3.2	6.6	4.0	7.7	6.1	2.1	7.6	7.1	4.4	2.6	4.4	64.1
中(月1回)	4.4	-	6.2	-	8.2	-	14.4	-	8.6	-	6.7	-	8.6	57.0
少(1.5月1回)	4.6	-	-	12.9	-	-	16.8	-	-	17.7	-	-	12.1	64.2

第6表 ‘サマーリリカル’ の摘葉管理が果実品質に及ぼす影響 (2021年)

摘葉頻度	糖度A (Brix値,%)				酸度B (クエン酸換算値,%)				糖酸比 (A/B)			
	6/28	8/30	10/25	平均	6/28	8/30	10/25	平均	6/28	8/30	10/25	平均
多(月2回)	7.7 ab	7.8	8.5	8.0	0.78	0.92	0.74	0.81	9.8	8.4	11.5	9.9
中(月1回)	7.4 b	7.5	8.7	7.8	0.78	0.91	0.72	0.80	9.4	8.2	12.1	9.9
少(1.5月1回)	8.1 a	8.0	8.9	8.3	0.80	0.88	0.75	0.81	10.1	9.1	11.9	10.4
有意性 ^Z	*	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	n.s.					

注) ^Z 異なる英小文字間にはTukey法により5%水準で有意差があることを、n.s.は有意差がないことを示す

1か月に1回程度を基本として古葉や枯れ葉、果実を覆う下垂葉などを対象に行うのがよいと考えられた。

5. 中休み処理方法の検討

2020年の上物合計重量は、無処理区が最も多く、8月10日処理区が次いだ。なお、中休み処理すると処理後約1か月間は収穫できない期間ができるため、中休み処理した区の上物合計重量は無処理区に比べ16～19%程度減少した。2021年の上物合計重量は無処理区>8月10日処理>8月25日処理>7月25日処理の順に多

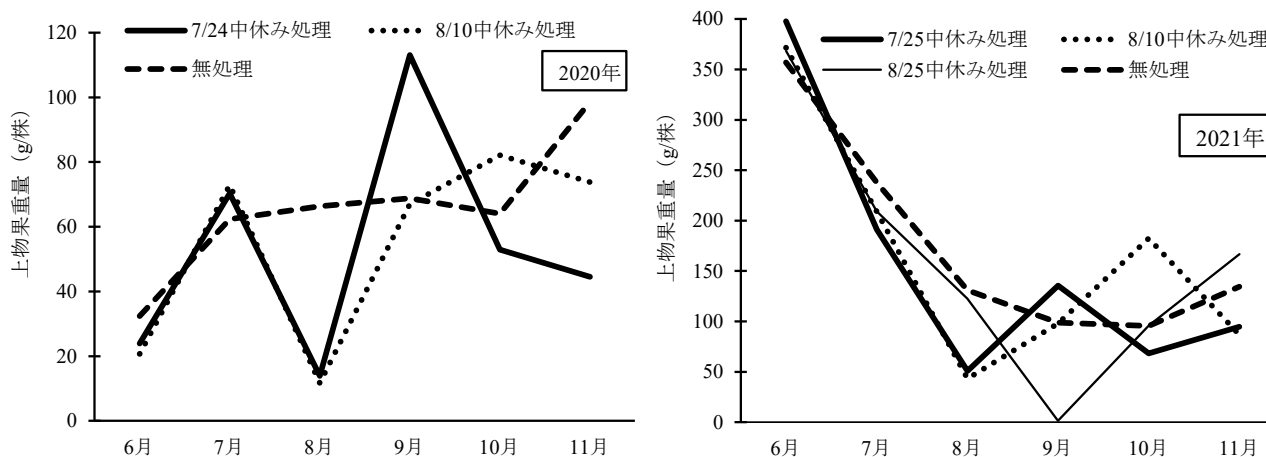
く、無処理区に比べ中休み処理区の上物合計重量は6～11%程度減少した。2021年の9～11月(秋季)の収量は、有意差は認められなかったものの8月10日処理で無処理区を上回った(第7表)。2020年と2021年2か年の月別上物収量の推移から、7月24日・25日頃に中休み処理すると、秋季の収穫ピークは9月に、8月10日頃に中休み処理すると10月に、8月25日頃に中休み処理すると11月に、それぞれピークができた(第8図)。以上の結果から、‘サマーリリカル’で中休み処理すると、無処理に比べて合計収量は低下するものの、秋季の収量

第7表 ‘サマーリリカル’ の中休み処理が収穫量に及ぼす影響 (2020・2021年)

年次	中休み処理日	上物収量 ^Y				総収量			a 当たり 上物収量 (kg/a)	同左 対比 (%)	重量 上物率 (%)
		果数 (個/株)	合計重量 (g/株)	9-11月重量 (g/株)	1果重 (g)	果数 (個/株)	重量 (g/株)	1果重 (g)			
2020年	7月24日	38	319	211	8.4	69 b	468	6.7	212	81	68
	8月10日	40	328	223	8.1	87 ab	533	6.1	219	84	61
	無処理	47	392	231	8.4	103 a	573	5.5	261	100	74
	有意性 ^Z	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.			
2021年	7月25日	89 b	939 b	299 ab	10.6	117 ab	1,084 b	9.3 b	625	89	87
	8月10日	93 ab	991 ab	367 a	10.7	111 b	1,108 ab	10.0 ab	660	94	89
	8月25日	87 b	964 ab	264 b	11.1	105 b	1,079 b	10.3 a	642	91	89
	無処理	99 a	1,054 a	329 ab	10.6	127 a	1,217 a	9.6 ab	702	100	87
有意性 ^Z		*	*	*	n.s.	*	*	*			

注) ^Y 6g以上の正常果

^Z 各年次において異なる英小文字間にはTukey法により5%水準で有意差があることを、n.s.は有意差がないことを示す



第8図 ‘サマーリリカル’ の中休み処理と月別の上物重量 (2020・2021年)

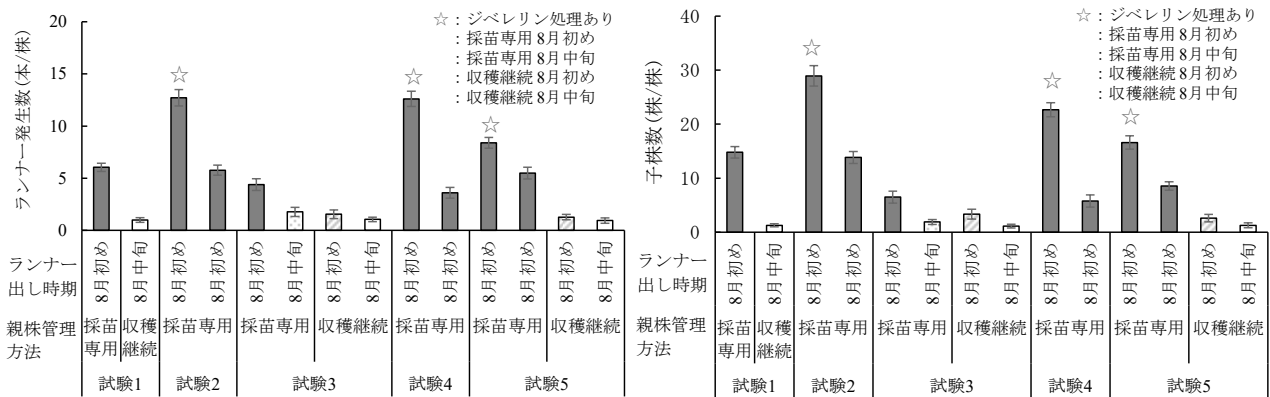
は7月25日頃に中休み処理すると9月、8月10日頃処理すると10月、8月25日頃処理すると11月がそれぞれピークとなり、中休み処理を7月下旬～8月下旬の間で3回程度に分けて行うことで、作業労力の分散と秋季収穫量の安定的な確保が可能になると考えられた。

6. ランナー及び採苗子株数の増加技術の検討

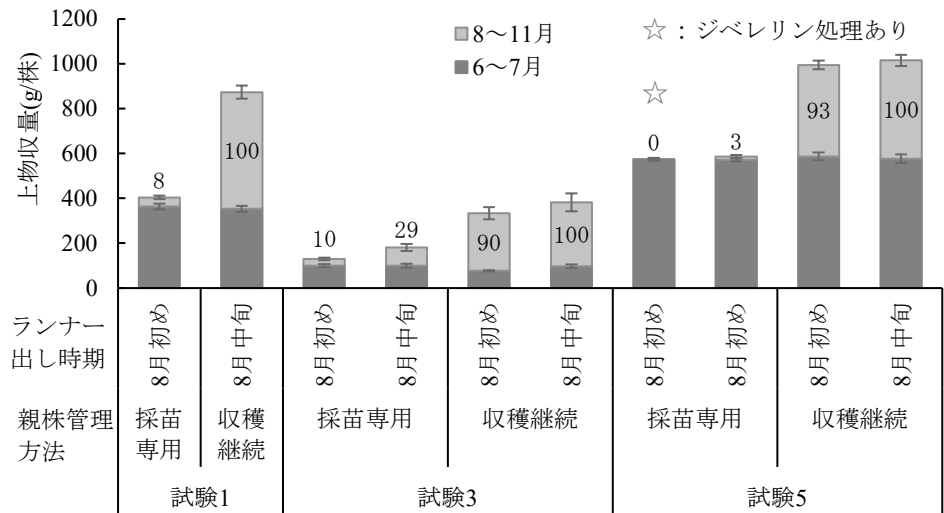
8月のランナー出し以降も収穫を継続する場合、‘サマーリリカル’においては従来の‘サマープリンセス’の採苗に向けたランナー出し時期である8月中旬よりも、1旬早い8月初めからランナー出しすることで、8月中旬からランナー出しする場合に比べ2～3倍の子株数が得られた（第9図）。8月初めに花房を全て除去し

採苗専用株にすると、収穫を継続し8月中旬からランナー出しする場合に比べ、10月上旬の採苗株数は約6倍以上に増加した。採苗専用株にさらにジベレリン処理を行うことで、ランナー発生数および採苗子株数は無処理に比べ1.9～3.9倍に増加した（第9図）。

‘サマーリリカル’においてランナー出し時期の早期化、採苗専用株としての管理及びジベレリン処理が収量に及ぼす影響を調査した結果、ランナー出し以降も収穫を継続する場合、ランナー出し時期を8月初めに早めることで、8月以降の上物収量は株当たりで7～10%程度減少した。8月初めに花房を全て除去し採苗専用株にすると、8月以降の収量は3～10%にまで大きく減少した（第10図）。なお、ジベレリン処理を行う場合、処理以降は



第9図 ‘サマーリリカル’における親株管理方法、ランナー出し時期及びジベレリン処理がランナー発生数及び採苗子株数に及ぼす影響（2019～2021年）



第10図 ‘サマーリリカル’における親株管理方法、ランナー出し時期及びジベレリン処理が株当たり上物収量に及ぼす影響（2019～2021年）

第8表 ジベレリン処理が親株の生育に及ぼす影響（2020年）

試験区	処理日	総芽数		芯止まり芽数		草高 (cm)	
		処理前	処理後	処理前	処理後	処理前	処理後
		7/27調査	10/28調査	7/27調査	10/28調査	7/27調査	10/28調査
ジベレリン処理	8月1日	6.2	9.7	0.5	7.9	27.0	21.7
無処理	—	5.9	10.7	0.9	2.6	25.3	24.1

第9表 ‘サマーリリカル’ における採苗株数増加技術を用いて得られる子株数のベイズ推定モデルによる
予測結果と採苗必要株数の試算結果 (2021 年)

親株管理方法	処理・条件		子株数 ^z 予測値	採苗必要株 ^y 割合(%)	8月以降 ^x 株当たり	8月以降 ^w ほ場当たり
	ランナー 出し時期	ジベレリン 処理			上物収量比率	上物収量比率
採苗専用	8月初め	あり	16.3	7.4	0	93
		なし	6.6	18.0	7	83
収穫継続	8月初め	なし	2.5	48.5	92	96
	8月中旬		0.6	188.4	100	100

注)

^z 第9図の5試験の子株数データ (サンプル数287) を供試し,親株管理方法,ランナー出し時期,ジベレリン 処理を固定効果、試験年次,株間を変量効果とし,確率分布をポアソン分布とした一般化線形混合モデルによるベイズ推定において株間25cmの条件で予測される95%ベイズ信用区間 (95%の確率でその区間内に真の値が存在する) の下限値

^y 栽培株数の1.2倍の子株数を採苗するために当該処理とする採苗が必要な株数

^x 第10図の8月～11月上物収量比率の平均値

^w 採苗必要株割合の株を当該処理として採苗し,残りの株は収穫継続株として8月中旬ランナー出した場合と同等の収量となることを想定した場合の栽培ほ場全体の収量比率

農薬登録上果実の収穫ができない。

ジベレリン処理後の親株 (処理株) の生育への影響について調査した結果, ジベレリン処理した区は無処理区に比べ, 処理後の芯止まり芽数が増加するとともに草高が低下した (第8表)。また, ジベレリン処理した株から採苗した苗は, 無処理の苗と翌年定植後の生育に差は見られなかった (データ略)。

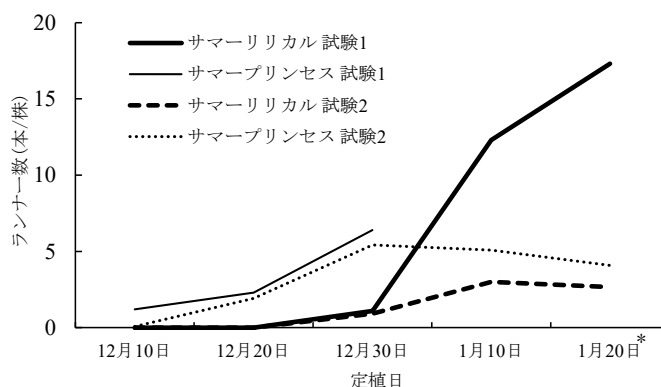
2019年から2021年の3か年に実施した5試験のデータを基に, 統計モデルを用いて‘サマーリリカル’における採苗株数増加技術を用いた場合の採苗株数の予測を行った (第9表)。採苗株数には年次間差がみられるが, 採苗管理を行う株の必要数を算出するため, 試験した3か年のうち最も採苗株数が少ない年の条件で予測される平均採苗株数が95%の確率で存在する区間の下限値を求めた。その値は, 8月初めからランナーを出したとき, 秋まで収穫を継続しながら採苗する場合は2.5株, 採苗専用株としてジベレリン処理を行う場合は16.3株であった。翌年の栽培株数を当年と同じだけ確保したい場合に, 必要な子株数 (ロスを考慮して1.2倍の子株数) を採苗するために要する親株は, 秋まで収穫を継続しながら採苗する場合は栽培株のうち48.5%, 採苗専用株としてジベレリン処理を行う場合は7.4%と算出された。この割合の栽培株を親株とした場合, 8月中旬からランナー出して収穫継続した場合と比較した圃場当たりの減収程度は, 4～7%程度に抑えられる。

以上の結果から, ‘サマープリンセス’と比べランナー発生数が少ない‘サマーリリカル’において10月上旬の採苗子株数を確保するためには, ランナー出し後も収穫継続する場合は8月初めからランナー出しすることが有効であると考えられた。また, 8月初めに栽培株の一部の全花房を除去して採苗専用株とし, ジベレリン処理する方法も有効であると考えられた。ランナー出しを8月初めに早めることや

採苗専用株とすることで, 親株の収量は減少するものの, 翌年も当年と同じ株数を確保するには, 秋まで収穫継続して採苗する場合は栽培株の約50%を, 採苗専用株としてジベレリン処理する場合は約10%の栽培株を親株としてランナー出しすることで, 8月以降の圃場全体の減収程度を10%未満に抑えつつ子株が確保できると考えられた。

7. ランナー発生条件の解明

2か年の試験から‘サマープリンセス’は12月30日定植区でランナー数が増加していたのに対し, ‘サマーリリカル’では12月30日定植区ではランナー発生数が増加せず, 1月10日定植区で増加が認められた (第11図)。このことから, ‘サマーリリカル’は‘サマープリンセス’に比べ休眠覚醒のための低温要求量がやや多く, 塩尻市の標高750m地帯では1月10日頃が休眠覚醒時期と考えられた。以上の結果から, 購入した親株の増殖などを目的として春季に採苗を行う場合は, 十分に低温遭遇させ休眠覚醒後に加温ハウスへ定植する必要がある, その時期は標高750m地帯では‘サマープリンセス’



第11図 夏秋どりイチゴ2品種における定植時期がランナー発生に及ぼす影響 (2018～2020年)

*: 試験1は1月21日定植

で12月30日頃、‘サマーリリカル’はそれより10日程度遅い1月10日頃であると考えられた。

摘 要

‘サマーリリカル’の栽培特性を明らかにし、それに基づいた管理技術について検討した結果、次のことが明らかになった。

1) 給液EC管理は、年間収量や秋季収量などを考慮した収量性、養分吸収量や吸収特性、給液と廃液のECバランスや塩類濃度障害リスクなどを考慮し、‘サマープリンセス’で給液EC管理目安とされる0.3～0.5dS/mより高い、EC0.6dS/m程度を上限として管理するのがよい。

2) 芽数管理は、‘サマーリリカル’の収穫開始前の初期芽数は‘サマープリンセス’よりやや少なく、収穫終了時の総芽数および芯止まり芽数も少ない特性がある。収穫開始前の芽数と収量の関係から、2芽では少なく6芽では多い。芽数管理は、収穫開始前の時点で4芽以下の株は放任でよいが、5芽以上ある場合は株当たり3～4芽になるよう芽数整理を行い、それ以降は放任でよい。

3) 摘果管理は、‘サマーリリカル’では摘果の効果が認められ放任すると小果や奇形果割合が高くなり、収穫前半の着果負担増大により9～11月の秋季収量が減少する。そこで経営方針や出荷先、花房の充実状況などに応じ、各芽の頂花房は5果残しとして以降は3果残して摘果するなど、1花房当たり5～3果の着果を目安に摘果するのがよい。

4) 摘葉する頻度は、1か月に2回から1か月半に1回の範囲では、収量や果実品質に及ぼす影響はない。過繁茂による病害虫の発生リスクや収穫の作業性などを考慮すると、1か月に1回程度を基本とし、古葉や枯れ葉、果実を覆う下垂葉などを対象に摘葉するのがよい。

5) ‘サマーリリカル’で中休み処理すると年間の上物収量は低下する。しかし、実需者から求められる秋季の上物収量は、処理時期を7月下旬(7月25日頃)にすると9月が、8月上・中旬(8月10日頃)にすると10月が、8月下旬(8月25日頃)にすると11月がそれぞれピークとなる。したがって、7月下旬～8月下旬の間で3回程度に分けて中休み処理を行うことで、作業労力の分散と秋季収量の安定的な確保ができる。

6) ‘サマーリリカル’のランナー発生数は‘サマープリンセス’と比べて少ない。10月上旬頃の採苗子株数確保に向けランナー出し後も収穫を継続する場合は、8月初めからランナー出しを行う。または、8月初めに栽培株の一部について花房を除去して採苗専用株としてジベレリン処理する。翌年も当年と同じ株数を確保するには、秋まで収穫を継続して採苗する場合は栽培株の約50%、採苗専用株としてジベレリン処理する場合は約10%の栽培株を親株としてランナー出しすることで、8月以降の圃場全体の減収率を10%未満に抑えつつ子株(苗)の確保ができる。

7) 親株の増殖などを目的に春採苗する場合は、苗を低温遭遇させ休眠覚醒後に加温したハウス内へ定植する必要がある。その時期は、本県の標高750mの地域では‘サマープリンセス’より約10日程度遅い1月10日頃である。

謝 辞

本研究は県単プロジェクト研究により、2019年から2021年までの3年間に実施した成果の一部である。研究の実施に当たり圃場管理や調査等に多大なる協力をいただいた職場の同僚や会計年度任用職員の皆さん、業務遂行に当たりの確かなアドバイスをいただいた上司の皆さんに対し心から感謝の意を表す。

引用文献

- 丸山進・木下義明・山口秀和・矢澤有紀・江口直樹. 2015. イチゴ四季成り性品種‘サマープリンセス’の育成とその栽培特性. 長野南信農試報. 5号: 79 - 90
- 長野県野菜花き試験場. 2018. イチゴ「長・野53号」は果実品質に優れ、うどんこ病に強く、商品化率が高く多収で夏秋どり作型向け品種として有望である. 平成29年度(2017年度)普及に移す農業技術「試行技術」.
- 江原靖博・山口秀和・矢ヶ崎和弘・小澤智美. 2020. 四季成り性イチゴ新品種‘長・野53号’の育成とその特性. 長野野菜花き試報. 第17号: 26 - 32
- 長野県野菜花き試験場. 2022. 四季成り性いちご「サマーリリカル」の品種特性と夏秋どり栽培の要点. 令和3年度(2021年度)普及に移す農業技術「普及技術」.

長野県の夏秋どり作型におけるハクサイ黒腐病の防除対策

石山佳幸

Control of Black rot of Chinese Cabbage in Summer to Autumn Crops in Nagano Prefecture

Yoshiyuki Ishiyama

Abstract

Black rot of Chinese cabbage, caused by *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, is a serious disease affecting summer to autumn harvests in eastern Nagano Prefecture. This study investigated the relationship between the severity of infection and the timing of disease onset, as well as effective control methods for the disease in these harvest periods. Black rot was more severe when infection occurred earlier in the growing season. The severity of the disease was evaluated across different Chinese cabbage cultivars. Among the tested cultivars, disease severity in cv. *Minebuki505* and *SC2-513* was low. Additionally, the application of copper bactericides from an early stage after planting effectively controlled black rot in Chinese cabbage.

Key Words *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, Chinese Cabbage, Varietal susceptibility, Copper bactericide

緒 言

レタス、キャベツ、白菜等の葉洋菜類は長野県の野菜生産額の中で基幹的位置を占めており、長野県の白菜の年間収穫量は 174,100t で、夏季高温期の出荷量が多いことが特徴である（令和 4 年農林水産省統計情報）。これは、長野県内の葉洋菜栽培の中心となっている栽培地域の標高が 700m ～ 1,000m と高く、盛夏期でも比較的冷涼なことに起因する。しかし、5 月～ 10 月は梅雨、秋雨、台風に遭遇することが多いことから、細菌性病害の発生が問題となる。近年、白菜では黒斑細菌病、黒腐病、軟腐病等が多発しており、産地で大きな問題となっている。

ハクサイ黒腐病は *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*（以降 Xcc）によって引き起こされる細菌性病害であり、長野県東信地域を中心に夏秋期の白菜で発生し、大きな問題となっている。本病原菌によるアブラナ科野菜の黒腐病は多くの品目で報告されており（酒井ら、2006; 神頭ら、2003; 伊藤ら、2003, 結城ら、1986）、特にキャベツを中心に、発生生態の解明、抵抗性品種の選抜（我孫子ら、1998）、薬剤の種類や散布時期による防除効果等が報告されている（深谷ら、1988; 小泉ら、2000）。しかしながら、白菜では全国的にも黒腐病の知見は少なく、現在までのところ抵抗性品種もない。そこで、ハクサイ黒腐病の感染時期と発病の関係を明らかにするとともに、長野県内で栽培されている主要品種の感

受性を調査し、また薬剤の散布時期別の防除効果について検討した。

材料及び方法

1. 感染時期と発病の関係

試験は、2021 年に長野県野菜花き試験場佐久支場（小諸市、標高 810m）の場内圃場において、初夏どり（春まき）作型と秋どり（夏まき）作型で実施した。供試品種として、「黄愛 65」（（株）渡辺採種場）を使用した。施肥量は、10a あたり BBN552（N-P-K=15-15-12）を 160kg 施用し、その他の栽培管理は現地慣行に準じた。

1）初夏どり作型

4 月 20 日に 128 穴セル成型育苗トレイ（以降セルトレイ、ヤンマー株式会社）に播種し、育苗した苗を 5 月 14 日に本圃に定植した。試験区は、1 区 8.1 m²（畦幅 45cm、株間 45cm、1 条植え）、40 株、2 反復設置した。その後、外葉形成期（5 月 28 日、定植 14 日後）、結球始期（6 月 11 日、定植 28 日後）、結球期（6 月 25 日、定植 42 日後）のいずれかに黒腐病菌（Xcc CAX303 株）の細菌懸濁液（ 5×10^7 CFU/mL）を 100mL/ m² の割合で噴霧接種した。調査は収穫期となる 7 月 5 日（定植 52 日後）に各区 36 株について、以下の指数別に発病程度を調査し、発病株率、発病度、収穫物である結球葉の発病率を算出した。

発病指数 0：黒腐病の発生を認めない、1：外葉の 1 ～ 2 枚に発生が認められる、2：外葉の 3 枚以上に発生が認められる、3：外葉とともに結球葉まで発生が認め

本論文は、令和 3、4 年度普及技術を再構成したものである。

られる、発病度 = Σ (程度別発病株数 × 指数) × 100 / (調査株数 × 3) 統計処理は、各試験の発病調査結果 (2 反復合計の発病株数または結球葉の発病株数と調査株数) から Ryan の多重検定法により判定した (川口, 2021; 田代, 2007)。

2) 秋どり作型

7月29日に200穴セルトレイに播種し、育苗した苗を8月20日に本圃に定植した。試験区は、1区8.1㎡ (畦幅45cm, 株間45cm, 1条植え), 40株, 2反復設置した。その後、外葉形成期 (9月3日, 定植14日後), 結球始期 (9月17日, 定植28日後), 結球期 (9月30日, 定植41日後) のいずれかに黒腐病菌 (Xcc CAX303 株) の細菌懸濁液 (5×10^7 CFU/mL) を 100mL/㎡ の割合で噴霧接種した。調査は収穫期となる10月12日 (定植53日後) に各区30株について、初夏どり作型と同じ基準で指数別に発病程度を調査し、発病株率、発病度、結球葉の発病率を算出した。統計処理は、初夏どり作型と同様に Ryan の多重検定法により判定した。

2. 感受性の品種間差異

試験は、2021年と2022年に長野県野菜花き試験場佐久支場 (小諸市, 標高810m) の場内圃場において実施した。供試品種として、第3表、第4表に示した白菜11品種を使用した。施肥量は、10aあたりBBN552 (N-P-K=15-15-12) を160kg施用し、その他の栽培管理は現地慣行に準じた。

1) 2021年試験

7月12日に200穴セルトレイに播種し、育苗した苗を8月5日に本圃に定植した。試験区は、1区6.1㎡ (畦幅45cm, 株間45cm, 1条植え), 30株, 2反復設置した。9月3日に黒腐病菌 (Xcc CAX303 株) の細菌懸濁液 (5×10^7 CFU/mL) を 100mL/㎡ の割合で区境の株に噴霧接種し、伝染源とした。調査は収穫期となる9月27日に各区25株について、試験1と同じ基準で指数別に発病程度を調査し、発病株率、発病度、結球葉の発病率を算出した。統計処理は、各試験の発病調査結果 (2 反復合計の発病株数または結球葉の発病株数と調査株数) から品種間差異の有無を Ryan の多重検定法により判定した。

2) 2022年試験

7月5日に200穴セルトレイに播種し、育苗した苗を7月22日に本圃に定植した。試験区は、1区4.9㎡ (畦幅45cm, 株間45cm, 1条植え), 24株, 3反復設置した。8月26日に黒腐病菌 (Xcc MH2020 株) の細菌懸濁液 (5×10^7 CFU/mL) を 100mL/㎡ の割合で区境の株に噴霧接種し、伝染源とした。調査は収穫期となる9月21日に各区20株について、試験1と同じ基準で指数別に発病程度を調査し、発病株率、発病度、結球葉の発病率を

算出した。統計処理は、2021年試験と同様に各試験の発病調査結果 (3 反復合計の発病株数または結球葉の発病株数と調査株数) から Ryan の多重検定法により判定した。

3. 薬剤の散布時期と防除効果

試験は、2021年に長野県野菜花き試験場佐久支場 (小諸市, 標高810m) の場内圃場において、夏どり (初夏まき) 作型と秋どり作型で実施した。供試品種として、「黄愛65」 ((株) 渡辺採種場) を使用した。施肥量は、10aあたりBBN552 (N-P-K=15-15-12) を160kg施用し、その他の栽培管理は現地慣行に準じた。

1) 夏どり作型

4月30日に128穴セルトレイに播種し、育苗した苗を5月24日に本圃に定植した。試験区は、1区8.1㎡ (畦幅45cm, 株間45cm, 1条植え), 40株, 2反復設置した。5月14日に黒腐病菌 (Xcc CAX303 株) の細菌懸濁液 (5×10^8 CFU/mL) を噴霧接種した白菜の苗を5月24日に区境に定植し、伝染源とした。また5月28日に区境に定植した接種株に黒腐病菌 (Xcc CAX303 株) の細菌懸濁液 (1.0×10^7 CFU/mL) を 100mL/㎡ の割合で噴霧接種した。薬剤処理区として、第5表の通り、6月2日 (外葉形成期), 10日 (外葉形成期), 17日 (外葉形成期), 25日 (結球始期), 7月6日 (結球期) に、塩基性硫酸銅水和剤 (商品名: Z ボルドー) の500倍液を10aあたり250~300Lの割合で散布した。なお散布薬液には展着剤 (商品名: グラミン S) 5,000倍を加用した。調査は収穫期となる7月12日に各区32株について、試験1と同じ基準で指数別に発病程度を調査し、発病株率、発病度、結球葉の発病率を算出した。なお、次式により無処理区の発病度と結球葉の発病率に対する各試験区の防除価を算出した。

防除価 = $100 \times \{1 - (\text{各試験区の発病度または結球葉の発病率} / \text{無処理区の発病度または結球葉の発病率})\}$

統計処理は、各試験の発病調査結果 (2 反復合計の発病株数または結球葉の発病株数と調査株数) から Ryan の多重検定法により判定した。

2) 秋どり作型

7月29日に200穴セルトレイに播種し、育苗した苗を8月20日に本圃に定植した。試験区は、1区8.1㎡ (畦幅45cm, 株間45cm, 1条植え), 40株, 2反復設置した。8月27日に区境の緩衝株に黒腐病菌 (Xcc CAX303 株) の細菌懸濁液 (1.0×10^8 CFU/mL) を 100mL/㎡ の割合で噴霧接種し、伝染源とした。薬剤処理区として、第6表の通り、8月30日 (外葉形成期), 9月6日 (外葉形成期), 13日 (外葉形成期), 21日 (結球始期), 29日 (結球期) に、塩基性硫酸銅水和剤 (Z ボルドー) の

500 倍液を 10a あたり 250 ～ 300 L の割合で散布した。なお散布薬液には展着剤（グラミン S）5,000 倍を加用した。調査は収穫期となる 10 月 12 日に各区 32 株について、試験 1 と同じ基準で指数別に発病程度を調査し、発病株率、発病度、結球葉の発病率を算出した。統計処理は、夏どり作型と同様に Ryan の多重検定法により判定した。

結果及び考察

1. 感染時期と発病の関係

初夏どり作型では、無処理区で発病株率 15.3%、発病度 5.1、結球葉の発病率 0% であったのに対して、接種区はいずれの試験区においても発病株率が有意に高かった。特に外葉形成期に接種した試験区は発病株率 100%、発病度 98.6、結球葉の発病率 95.8% と最も高く、次いで結球始期は発病株率 100%、発病度 97.2、結球葉の発病率 91.7% であり、接種時期が早いほど、発病株率、発病度、結球葉の発病率は高くなった。また秋どり作型でも同様の傾向が認められ、無処理区で発病株率 45.0%、発病度 16.1、結球葉の発病率 0% であったのに対して、接種区はいずれの試験区においても発病株率が有意に高かった。外葉形成期に接種した試験区は、発病株率 100%、発病度 100、結球葉の発病率 100% と最も高く、次いで結球始期は発病株率 100%、発病度 93.9、結球葉の発病率 81.7% であり、接種時期が早いほど、発病株率、発病度、結球葉の発病率は高くなった。このため、長野県の作型では、生育初期に黒腐病菌が感染

するほど、二次伝染により発病が拡大し、収穫期の被害が大きくなると考えられた。特に外葉形成期から結球始期までに病原菌が感染すると、結球葉での発病率が有意に高かった。

キャベツ黒腐病において、愛知県の冬春どり作型では、定植 30 日後が重点防除時期となり、薬剤散布による防除適期は定植 15 日後から 45 日後の期間とされている（深谷ら、1988）。一方、群馬県の夏秋どり作型では生育初期に黒腐病が発生するほど、収穫期の発生が多くなると報告されており（小泉ら、2000）、長野県の白菜と同様の傾向が認められた。夏秋どり作型は比較的气温が高く、また梅雨や秋雨等の降雨が多く黒腐病が発生しやすい環境下での作型となるため、白菜の生育初期から薬剤による防除を実施し、発病を防ぐことが重要と考えられた。

2. 感受性の品種間差異

2021 年の試験では、供試した品種の中で、「みねぶき 505」、「SC2-513」は発病株率が 2.0 ～ 50.0% であり、他の品種と比較して有意に低く、発病度、結球葉の発病率も低かった（第 3 表）。

また 2022 年の試験でも、「みねぶき 505」、「SC2-513」は発病株率が 15.0 ～ 30.0% であり、他の品種と比較して有意に低く、発病度、結球葉の発病率も低かった（第 4 表）。2021 年と 2022 年の試験で同様の傾向が認められた。

なお、「みねぶき 505」は、ハクサイ黒斑細菌病に対しても他の品種と比較して発病程度が低く、感受性が低いと報告されており（石山ら、2016）、細菌性病害に対

第 1 表 病原菌の接種時期が黒腐病の発生に及ぼす影響（初夏どり作型）

接種時期	接種日	定植後 日数	調査 株数	発病株率 (%) ^{a)}	発病度	結球葉発病率 (%) ^{a)}
外葉形成期	5月28日	14日後	72	100 a	98.6	95.8 a
結球始期	6月11日	28日後	72	100 a	97.2	91.7 a
結球期	6月25日	42日後	72	40.3 b	19.0	8.3 b
無処理			72	15.3 c	5.1	0 b

a) 同一英文字を付した数値間には、Ryan の多重比較検定の結果、5%水準で有意差がないことを示す。

第 2 表 病原菌の接種時期が黒腐病の発生に及ぼす影響（秋どり作型）

接種時期	接種日	定植後 日数	調査 株数	発病株率 (%) ^{a)}	発病度	結球葉発病率 (%) ^{a)}
外葉形成期	9月3日	14日後	60	100 a	100	100 a
結球始期	9月17日	28日後	60	100 a	93.9	81.7 b
結球期	9月30日	41日後	60	83.3 b	36.1	6.7 c
無処理			60	45.0 c	16.1	0 c

a) 同一英文字を付した数値間には、Ryan の多重比較検定の結果、5%水準で有意差がないことを示す。

第 3 表 ハクサイ黒腐病に対する感受性の品種間差異 (2021 年)

供試品種	調査 株数	発病株率 (%) ^{a)}	発病度	結球葉発病率 (%) ^{a)}	メーカー
みねぶき505	50	2.0 a	0.7	0 a	(株) サカタのタネ
SC2-513	50	50.0 b	20.0	0 a	(株) サカタのタネ
秋の祭典	50	86.0 c	44.0	0 a	(株) 渡辺採種場
結福78	50	86.0 c	62.7	40.0 cd	(株) トーホク
黄芯スプリンター	50	88.0 c	53.3	14.0 bc	(株) 渡辺採種場
黄信	50	90.0 c	44.0	2.0 ab	タキイ種苗 (株)
黄だて55	50	94.0 c	52.0	0 a	(株) トーホク
信州大福	50	100 c	76.7	44.0 d	(株) トーホク
黄稔	50	100 c	77.3	38.0 cd	タキイ種苗 (株)
大福	50	100 c	81.3	52.0 d	(株) トーホク
黄愛65	50	100 c	86.0	58.0 d	(株) 渡辺採種場

a) 同一英文字を付した数値間には、Ryanの多重比較検定の結果、5%水準で有意差がないことを示す。

第 4 表 ハクサイ黒腐病に対する感受性の品種間差異 (2022 年)

供試品種	調査 株数	発病株率 (%) ^{a)}	発病度	結球葉発病率 (%) ^{a)}	メーカー
みねぶき505	60	15.0 a	5.0	0 a	(株) サカタのタネ
SC2-513	60	30.0 a	11.1	0 a	(株) サカタのタネ
秋の祭典	60	85.0 b	43.9	3.3 a	(株) 渡辺採種場
黄芯スプリンター	60	86.7 b	47.8	3.3 a	(株) 渡辺採種場
黄だて55	60	98.3 bc	72.2	38.3 b	(株) トーホク
結福78	60	98.3 bc	73.3	40.0 b	(株) トーホク
信州大福	60	98.3 bc	73.9	43.3 b	(株) トーホク
黄稔	60	100 c	73.9	43.3 b	タキイ種苗 (株)
黄信	60	100 c	83.9	56.7 bc	タキイ種苗 (株)
黄愛65	60	100 c	90.0	71.7 c	(株) 渡辺採種場
大福	52 ^{b)}	100 c	98.1	94.2 d	(株) トーホク

a) 同一英文字を付した数値間には、Ryanの多重比較検定の結果、5%水準で有意差がないことを示す。

b) 軟腐病による腐敗株を除き、調査可能であった全株を調査した。

してひろく感受性が低いと考えられる。このため、今後は軟腐病等の他の細菌性病害についても感受性を検討し、要因を明らかにすることで、将来的な抵抗性品種の育成にも繋がること期待される。

3. 薬剤の散布時期と防除効果

夏どり作型では初発を6月16日に確認し、収穫期には無処理区で発病株率が100%、発病度が84.4、結球葉の発病率が60.9%の甚発生条件下の試験となった。薬剤散布区間で有意差はなかったものの、全期間防除区で発病度が17.7 (防除価 79.0)、結球葉の発病率が0% (防除価 100) と最も高い防除効果が認められた (第5表)。また秋どり作型では初発を9月21日に確認し、収穫期には無処理区で発病株率が100%、発病度が71.9、結球葉の発病率が35.9%の多発生条件下の試験となった。

全期間防除区で発病度が3.1 (防除価 95.7)、結球葉の発病率が0% (防除価 100) と最も高い防除効果が認められた (第6表)。秋どり作型の発病株率では、全期間防除区が結球期防除区と比較して有意に低かったが、結球葉の発病率ではいずれの作型でも、散布時期による試験区で統計的な有意差は認められなかった。薬害症状について、いずれの試験においても初期防除区は結球葉への薬害症状は認められなかったが、全期間防除区と結球期防除区は収穫部位の結球葉にサビ状の症状が認められたため、実用上問題があると考えられた。感染時期と発病の関係の試験結果からも、長野県の夏秋どり作型では生育初期に病原菌が感染することで被害が大きくなることが明らかとなっているため、生育初期の外葉形成期から結球始期まで塩基性硫酸銅水和剤の散布が黒腐病防除に効果的と考えられた。なお、2023年7月時点で、ハク

第 5 表 散布時期別のハクサイ黒腐病に対する防除効果（夏どり作型）

試験区	薬剤散布実績					調査 株数	発病 株率 (%) ^{b)}	発病度	防除価 (発病度)	結球葉 発病率 (%) ^{b)}	防除価 (結球葉 発病率)	薬害			
	外葉形成期			結球始期	結球期							外葉	結球葉		
	6/2	6/10	6/17											6/25	7/6
全期間防除区	○ ^{a)}	○	○	○	○	64	39.1	a	17.7	79.0	0	a ^{b)}	100	+	+
初期防除区	○	○	○	—	—	64	42.2	a	21.4	74.6	3.1	a	94.9	+	—
結球期防除区	—	—	○	○	○	64	59.4	a	29.7	64.8	6.3	a	89.7	+	+
無処理	—	—	—	—	—	64	100	b	84.4		60.9	b		—	—

a) ○は薬剤散布処理を実施したことを示す。

b) 同一英文字を付した数値間には、Ryanの多重比較検定の結果、5%水準で有意差がないことを示す。

第 6 表 散布時期別のハクサイ黒腐病に対する防除効果（秋どり作型）

試験区	薬剤散布実績					調査 株数	発病 株率 (%) ^{b)}	発病度	防除価 (発病度)	結球葉 発病率 (%) ^{b)}	防除価 (結球葉 発病率)	薬害			
	外葉形成期			結球始期	結球期							外葉	結球葉		
	8/30	9/6	9/13											9/21	9/29
全期間防除区	○ ^{a)}	○	○	○	○	64	9.4	a	3.1	95.7	0	a	100	+	+
初期防除区	○	○	○	—	—	64	31.3	ab	10.9	84.8	0	a	100	+	—
結球期防除区	—	—	○	○	○	64	40.6	b	16.7	76.8	0	a	100	+	+
無処理	—	—	—	—	—	64	100	c	71.9		35.9	b		—	—

a) ○は薬剤散布処理を実施したことを示す。

b) 同一英文字を付した数値間には、Ryanの多重比較検定の結果、5%水準で有意差がないことを示す。

サイ黒腐病に登録のある薬剤は無機銅剤（Z ボルドー、コサイド 3000、クプロシールド等）と生物農薬（ベジキーパー水和剤）のみであり、抗生物質剤の登録はない（JPP-NET）。本試験で示したように、無機銅剤は高い防除効果は認められるものの、薬害の発生が問題となるため、収穫期には散布が困難となる。このため、今後は本病に対して効果の高い薬剤を選定し、農薬登録を進めていくことが重要であると考えられた。

摘 要

長野県の夏秋どり作型におけるハクサイ黒腐病菌 (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) の感染時期と発病の関係について調査するとともに、防除対策として本病に対する感受性の品種間差異と薬剤の散布時期別の防除効果について検討した。その結果、感染時期が早いほど、収穫期の発病が高まる傾向が認められた。また供試した 11 品種について、ハクサイ黒腐病に対する感受性には品種間差が認められ、「みねぶき 505」、「SC2-513」は他の品種と比較して発病が低いことが明らかとなった。塩基性硫酸銅水和剤は生育初期の外葉形成期から結球始期にかけて、予防的に散布することでハクサイ黒腐病に対して高い防除効果が認められた。

引用文献

- 我孫子和雄・窪田昌春・山田憲吾・飛驒健一. 1998. キャベツ黒腐病に対する抵抗性の品種間差異. 関西病虫研報. 40: 47-50.
- 深谷雅博・宮川寿之・小出仁士. 1988. キャベツ黒腐病の防除に関する研究. 愛知農総試研報. 20: 245-251.
- 石山佳幸・星野英正・北林聡・山岸菜穂・清水時哉・藤永真史. 2016. 長野県におけるアブラナ科野菜黒斑細菌病の発生状況と防除. 植物細菌病談話会論文集. 27: 98-106.
- 伊藤佐弥香・瀧川雄一・平子喜一. 2003. 水耕栽培におけるチンゲンサイ黒腐病（新称）の発生. 日植病報. 69: 407-410.
- 神頭武嗣・伊藤佐弥香・瀧川雄一. 2003. *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* によるハボタン黒腐病（新称）. 日植病報. 69: 422-424.
- 川口章. 2021. 病害研究における圃場試験・データ解析・論文執筆について. EBC 研究会誌. 16: 1-7.
- 小泉丈晴・剣持伊佐男・町田信夫. 2000. 夏秋どり作型におけるキャベツ黒腐病の防除法. 群馬園試研報. 5: 83-91.
- 酒井宏・池田健太郎・漆原寿彦・白石俊昌. 2006. *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* によるブロッ

長野県野菜花き試験場報告
第 19 号：13-18 (2024)

コリー黒腐病（新称）. 日植病報. 72：116-119.

田代暢哉. 2007. 新しい病害虫管理の概念：－ EBC
（Evidence-based Control）による防除体系の構築と防
除の実際（44）. 今月の農業 5 月号, 化学工業日報社,

東京 pp.70-74.

結城昭一・塩見敏樹・白川隆・竹内昭士郎. 1986.
Xanthomonas campestris によるダイコン根部の黒斑症
状について. 北日本病虫研報. 37：87-89.

レオメーターによる硬度測定値を R で集約する方法

関 功介

Aggregation Method Using R for the Value of Hardness Measurements from a Self-recording Rheometer

Kousuke SEKI

Abstract

This study shows how to use a self-recording rheometer and R scripts to extract the important data from multiple CSV files, using the hardness measurements for the boiled soybeans of 3 cultivars as an example.

Key Words a self-recording rheometer, hardness measurement, soybean, R script

緒 言

農業分野では植物組織の硬さを研究対象とすることがある。例えば、出荷時の果実の硬さや蒸煮後のダイズの軟らかさなどである。その硬さを数値化するには、レオメーターを用いて硬度を測定する場合が多い。レオメーターは豆腐などの柔らかいものでも測定することが可能で、あらゆる分野で利用される汎用性の高い分析機器である。実際にレオメーターを用いて硬度を計測する場面では、植物組織の測定値がばらつくため、反復を前提とした測定が基本となる。サンプルを乗せた試料台がプランジャーに向かって上がり、サンプルにプランジャーが触れると測定が始まって、設定した距離だけ試料台が動くと元の位置に戻る。レオメーター CR-500DX（サン科学、東京都）では 0.025mm ごとの測定値が得られるため、設定値が 2.5mm だと、測定開始～2.5mm までの間に 101 個の測定値が得られる。しかも反復ごとのデータファイルが作られるため、サンプル当たり 10 反復で測定を行うとすると、100 サンプル調べた場合は 1,000 ファイル得られることとなる。これらのファイルの一つずつ開いて、解析に必要な数値を手動で拾い出すのは労力がかかるだけでなく、間違いを生む原因ともなりうる。そこで、R を用いて必要な数値だけを自動で抽出できないかと考えた。R とは、データ解析・処理が可能なオープンソース方式のフリーソフトウェアである。R を使って、硬度のデータが記録されたファイルを自動で読み込み、指定したデータを抽出し、一つのファイルにまとめて保存できるようなスクリプトを R 言語で作成した。その測定方法をダイズの蒸煮硬度を例に説明する。

材料及び方法

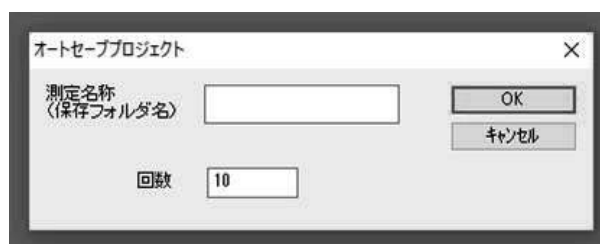
植物材料と蒸煮方法

蒸煮硬度が‘軟’の‘ナカセンナリ’、‘中’の‘オオツル’、‘硬’の‘ホウレイ’の 3 つの品種について令和 4 年産のダイズ種子をそれぞれ 20 粒用いた。

蒸煮硬度を測定するダイズ種子 20 粒を 50ml の水に浸し、25℃で 18 時間吸水させた。吸水したダイズ種子はサンプルごとに金属製の篩に移し、121℃で 10 分間の設定でオートクレーブを用いて蒸煮した。蒸煮後 80℃近くまで冷えてきたらオートクレーブからサンプルを取り出し、篩ごと室温で 30 分放置して冷ました。冷めた後は、蒸煮ダイズが乾いて硬くならないように各サンプルをシャーレに移して蓋をした。

硬度測定

レオメーター CR-500DX を用いて蒸煮ダイズの硬度を 3 品種について各 10 粒測定した。まずレオメーター専用のソフトウェアである RheoDataAnalyzer for Win VR.2.8 を起動し、[ファイル]－[オートセーブプロジェクト]を選択し、開いた画面に品種名と反復回数を記入した（第 1 図）。



第 1 図 RheoDataAnalyzer for Win VR.2.8 のオートセーブプロジェクト開始画面

測定条件の設定は第 2 図の通りとし、ガラスのシャーレに 10 粒並べ、1 粒ずつ硬度を測定した。直径 10mm のプランジャーを用いて、プランジャーがサンプルに触れてから 2.5mm 押し込んだ時点までのデータを連続で計測する設定とした。

レオメーター CR-500DX の測定データは指定したフォルダに「品種名 # 回数.rm3」の名前で保存される。そのため、そのデータファイルを RheoDataAnalyzer for Win VR.2.8 で開き、[ファイル] - [CSV 形式で保存] を選んで測定データを CSV ファイルに変換してからそれぞれ保存した。すべての CSV ファイルが出来たら、同じフォルダに保存した。各 CSV ファイルは 101 個の測定値が縦に並んだ構造になっていた。



第 2 図 RheoDataAnalyzer for Win VR.2.8 の測定条件の設定画面

R の導入

CRAN のサイト (<https://cran.r-project.org/>) から R 4.2.2 for Windows をダウンロード後、インストールして利用した。

結 果

R スクリプト

多数の CSV ファイルから必要なデータを抽出するための R スクリプトを作成した（第 3 図）。R で実行するとファイルの読み込み、データの抽出、データファイルの保存を自動で行うことができる。

```
# 1 品種目
Name <- c("品種名")
n1 <- read.csv("ドライブ名:/フォルダ名/品種名#1.csv",
header=F, fileEncoding = "SJIS")
n1 <- n1[n1$V2=="2.500",1]
Name <- cbind(Name, n1)

# n1 と#1 の部分を 2 から 9 に置き換えて繰り返す

n10 <- read.csv("ドライブ名:/フォルダ名/品種名#10.csv",
header=F, fileEncoding = "SJIS")
n10 <- n10[n10$V2=="2.500",1]
x <- cbind(Name, n10)

# 2 品種目以降は 1 品種目の n10 の最終行 (x <-
cbind(Name, n10)) の代わりに下記の 2 行を加える。

y <- cbind(Name, n10)
x <- rbind(x, y)

# 最後に下記の 1 行を加えてデータを CSV で保存する。

write.csv(x, "ドライブ名:/フォルダ名/ファイル名.csv",
fileEncoding = "SJIS")
```

第 3 図 レオメーター CR-500DX で測定した硬度データを記録した CSV ファイルから、測定値 2.5 mm での硬度 (0.1 N) を抽出してまとめた CSV ファイルを保存するための R スクリプト

品種名などの下線部分は必要に応じて書き換える。例えば (" C:/data/ ナカセンナリ .csv") などとする。# の後には留意事項を記載した。

蒸煮硬度

測定値をまとめた CSV ファイルの内容を第 1 表に示した。蒸煮硬度がすでにわかっている 3 品種の蒸煮硬度を測定した結果、'ホウレイ' > 'オオツル' > 'ナカセンナリ' の順で硬く、想定した通りの順位となった。

第 1 表 ダイズ 3 品種各 10 粒の硬度測定値

Name	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10	Average	S.D.
ナカセンナリ	2.43	2.61	2.7	2.56	2.54	1.74	2.16	2.08	3.11	1.59	2.35	0.46
オオツル	4.58	4.46	4.12	4	4.96	3.8	3.19	4.76	2.87	3.11	3.99	0.73
ホウレイ	2.85	7.39	6.64	9.58	8.32	6.3	4.81	9.04	7.03	6.43	6.84	1.98

硬度の単位は 0.1 N

考 察

植物組織の硬度は、細胞の浸透圧や細胞壁の強度などとも関連のある形質で、栽培環境や収穫後の保存状態、および加工方法などにも大きく影響を受けやすい。今回の測定結果では、蒸煮硬度の値のばらつきは硬い品種ほど大きく、硬度が均一なサンプルであるとは考えられなかった(第 1 表)。このような試験データを解析する場合、全データの平均値はばらつきの影響を強く受けてしまうため、品種ごとに最大値および最小値を除いたデータの平均値を用いるか、ばらつきの影響を受けにくい中央値を用いるのが適切であろう。

今回は、レオメーターで硬度を測定すること、および

R を用いて多数のファイルからデータを抽出することの一例を示した。今後の研究において、なにかの一助となれば幸いである。

摘 要

ダイズ 3 品種の蒸煮硬度測定を例に、レオメーターの測定方法、R を用いたデータ集約方法を示した。

謝 辞

ダイズの栽培および収穫にご協力いただいた野菜花き試験場 畑作部の皆様に感謝申し上げます。

引用文献

R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

複写される方へ

「長野県野菜花き試験場報告」は、公刊図書であります但知的財産保護の立場から取り扱いに注意願います。また、関係者であっても、原著者の了承なしに本誌に掲載された内容を複製、転載等を行わないようして下さい。

長野県野菜花き試験場報告

第19号

令和6年3月29日発行

発行所 長野県野菜花き試験場

長野県塩尻市宗賀床尾1066-1

電話 0263-52-1148

発行責任者 飯島 和久

場	長	飯島	和久		
編集委員長		栗原	潤		
編集委員		内津	政直	宮寄	光
		岡田	咲紀	三浦	斗夢
		佐藤	智博	山戸	潤
		北原	茉依	山岸	菜穂
		山岸	希	小山	智行
		丸山	秀幸		

BULLETIN
of the
NAGANO VEGETABLE
AND ORNAMENTAL CROPS
EXPERIMENT STATION

No. 19

Mar. 2024

Nagano Vegetable and Ornamental Crops Experiment Station
Nagano, JAPAN