

ISSN 2185-0437

山口県農林総合技術センター研究報告

第2号

平成23年3月

BULLETIN OF THE YAMAGUCHI PREFECTURAL TECHNOLOGY CENTER FOR
AGRICULTURAL AND FORESTRY

No. 2

March, 2011

Yamaguchi Prefectural Technology Center For Agriculture and Forestry

Ouchi mihori, Yamaguchi city, Yamaguchi prefecture, Japan

山口県農林総合技術センター

山口県山口市大内御堀

山口農技セ研報

Bull. Yamaguchi Tec

Cent Agri fore

目 次

201 山口県における集落営農法人の経営指標の特徴と活用手法 高橋一興・吉山英明・白石一剛・齋藤昌彦	1
202 「やまぐち黒鶏」及びそれを用いたコマーシャル地鶏「長州黒かしわ」の 胸肉中のアンセリン・カルノシン含量と肥育期間及び品種・系統との関係 岡崎亮・關谷正男	9
203 低糖度プレザーブジャムに適した露地イチゴ品種及び退色防止技術 中村紀美子・村上恵・平田達哉・藤井宏栄・中谷幸夫・ 陶山紀江・岡藤由美子	15
204 大豆品種「サチユタカ」における不耕起栽培技術 池尻明彦・中司祐典	23
205 小麦「ニシノカオリ」における赤かび病防除同時尿素葉面散布 中司祐典・木村晃司	37
206 エコやまぐち農産物認証制度に対応したブドウの防除体系 中谷幸夫・藤山昌三	43
207 クリ「岸根」の早期成園化のための大苗育苗と密植栽培 杉本健治・吉松英之	49
208 エンドウのナモグリバエの寄生蜂群を用いたトマトハモグリバエ防除 東浦祥光・岩本哲弥・和泉勝憲	55
209 斑点米カメムシ(クモヘリカメムシ <i>Leptocorisa chinensis</i> Dallas) の合成 フェロモン剤を用いた効率的なスリットトラップの開発 本田善之	67
210 ロックウール養液栽培における排液を利用したかけ流し栽培がバラ収量及び 環境負荷軽減に与える影響 住居丈嗣・岡陽一	75
211 輪ギク「新神」における高温処理期間が無側枝性発現に及ぼす影響(短報) 吉賀千歌子・住居丈嗣	85

山口県における集落営農法人の経営指標の特徴と活用手法

高橋一興・吉山英明*・白石一剛**・齋藤昌彦**

Feature and Use Technique of Management Index in Village Farming-type Farm Corporations in Yamaguchi Prefecture

Kazuoki TAKAHASHI, Hideaki YOSHIYAMA,
Kazuyoshi SHIRAISHI and Masahiko SAITO

Abstract: We made a management index for village farming-type farm corporations, and the features of the management of them were clarified based on these management indices. Moreover, we developed a technique for visualizing the financial health of village farming-type farm corporations by using these management indices. The management index was made based on the financial statements of 47 village farming-type farm corporations in Yamaguchi Prefecture in 2007 and 2008.

The capital adequacy ratio in these village farming-type farm corporations was 40.9 % in 2007 and 42.3 % in 2008, and the current ratio was 210.5 % and 232.7 % respectively. Also it was shown that the financial soundness of these village farming-type farm corporations was comparatively high. The current profit ratio was 6.9 % in 2007 and 14.1 % in 2008, the gross profit ratio was -14.1 % in 2007 and 2008, and it was shown that the profitability greatly depended on the non-operating income. In addition, it was shown that the amount of compensation per person for each constituent member in the village farming-type farm corporations in Yamaguchi Prefecture was 206,045 yen and 260,366 yen in 2007 and 2008 respectively.

Moreover, our visualization technique for expressing the financial health of village farming-type farm corporations uses the image of a person's face to represent six management indices related to financial soundness, profitability, and productivity. Therefore, we were able to be confirmed that this technique was able to more effectively communicate the financial health of the village farming-type farm corporations to those who analyzed it.

Key Words : amount of compensation, capital adequacy ratio, face,
current profit ratio, visualization technique

キーワード : 還元額、自己資本比率、顔、売上高経常利益率、視覚化手法

緒 言

山口県では、担い手の高齢化が進む中で、2007年度からの3カ年を担い手育成集中期間として位置づけ、山口県担い手育成総合支援協議

* 現在：長門農林事務所

**現在：岩国農林事務所

会を中心に、集落営農法人の加速的育成を図っており、2010年3月末現在、88の集落営農法人が設立されている(第1表)。これらの法人は全て、農地の一体的な管理の主体となる特定農業法人であり、その大部分は、(金子、2000)の類型にある集落ぐるみ型法人である。

こうした状況の中、今後の担い手育成における最重要課題は、特定農業団体を中心としたさ

第1表 山口県における集落営農組織の設立状況（2010年3月末現在）²

法人形態	2006年3月	2007年3月	2008年3月	2009年3月	2010年3月
集落営農法人					
農事組合法人	14	35	50	60	79
有限会社	2	3	4	5	5
株式会社				1	3
合同会社					1
合計	16	38	54	66	88
特定農業団体	6	78	79	82	80

²山口県農林水産部農業経営課資料をもとに作成した

らなる集落営農法人の育成と、法人設立後の経営強化に対する支援である。

とりわけ、設立3年以内の法人が全体の8割以上を占める本県の現状を考えれば、財務諸表分析に基づく既設法人の経営強化支援が重要になる。

しかし、農業法人の財務諸表分析については、一般の企業経営分析に準じて行われることが多く、また、その基準となる経営指標についても、一般企業のを適用せざるを得ないのが現状である。これに対し、(桂、2000)は、資本結合型経営を対象とした利益追求視点に立つ分析手法は、一部の限られた農業法人にしか適用しがたいことを指摘した上で、農業法人の法的形態や経営的性格に基づく、類型別の分析指標の必要性を示している。

こうした視点に立つ既往の研究としては、(竹山、2007)が島根県内の集落営農法人を対象に経営指標の設定を試みているが、指標作成に用いた対象法人数が4法人と、限定的なものとなっている。

以上の現状を踏まえ、本研究では次の3点に取り組んだ。1つめは、県内集落営農法人の財務諸表分析をもとに、集落営農法人の経営管理に活用できる経営指標を作成するとともに、県内集落営農法人経営の特徴を明らかにした。次に、集落営農法人の経営管理指導のツールとして、作成した経営指標を使ってより簡単に集落営農法人の経営状態を視覚化できる分析手法の作成を行った。最後に、作成した分析手法を用いて県内集落営農法人の事例分析を行い、本手法の適応性について検証するとともに、集落営農法人の経営発展上の要点について整理した。

材料及び方法

1 集落営農法人における経営指標の作成

経営指標の作成は、山口県内の集落営農法人のうち、2007年度または2008年度の総会資料の提供を受けた、47法人の財務データをもとに行った。

作成の対象とした指標は、安全性の4指標(流動比率、当座比率、自己資本比率、固定長期適

合率)、収益性の5指標(総資本経常利益率、売上高経常利益率、売上高営業利益率、売上高総利益率、総資本回転率)、生産性の6指標(構成員1人当たり売上高、作付面積10a当たり売上高、作付面積10a当たり付加価値、労働生産性、労働分配率、付加価値率)、並びに利益還元の2指標(作付面積10a当たり構成員還元額、1人当たり構成員還元額)の計17指標である。なお、本研究での付加価値とは売上高から材料費を差し引いたものとした。また、構成員還元額とは、労務費(従事分量配当含む)、支払小作料、役員報酬の合計とした。

指標の作成は、各法人で使用されている勘定科目を、全国農業協同組合中央会の示している「農業法人の勘定科目標準例」(森、2007)に統一した上で行った。また、各指標については、集落営農法人の代表値として中央値を算出し、その特徴を明らかにした。更に、これらの指標の中で可能なものについては、国が中小企業の信用データベースとして構築したCRD(中小企業信用リスク情報データベース)に蓄積されているデータのうち、農業分野3,597社の中央値(以下、業界中央値と表記)との比較を行った。

なお、農事組合法人で、従事分量配当制を選択している法人においては、法人の利益を1年間の組合員の労務提供と労働内容に応じ、剰余金処分案によって配当することから、総会資料上では労務費が費用として計上されていないこと、また、これらの法人の多くは、期中に従事分量配当の「仮払」を行っており、総会資料上では資産部分に「仮払」として計上されたままの状態となっていることを考慮して、「仮払」を労務費として費用計上し、貸借対照表と損益計算書から控除した上で分析を行った。

2 集落営農法人の経営状態の視覚化手法の作成

作成した経営指標を用いて、集落営農法人の経営状態を視覚化する手法を作成した。手法の作成に当たっては、多変量データのグラフ化手法の一つである、(Chernoff、1973)の考案した顔型グラフを参考にして、法人の経営状態を平易に伝えられるよう、人の顔のパーツを使って表現する方法とした。

3 経営状態の視覚化手法を用いた県内集落営農法人の経営発展事例分析

作成した集落営農法人の経営状態の視覚化手法を用いて、集落営農法人の経営発展事例分析を行い、手法の適応性を検証するとともに、経営発展上の要点やその効果について検討を行った。対象事例は、2008年度において、経営状態の視覚化手法による総合ポイントが高い類型の中で、経営多角化度合（売上高に占める、野菜、加工部門の売上高の割合）が高い3つの法人を選定した。検証方法については、対象法人の財務諸表をもとに、あらかじめ分析した結果を対象法人の代表者に提示し、その変化の要因となる経営上の事象について、聞き取り調査を行う方式とした。

結果及び考察

1 集落営農法人の経営指標とその特徴

本研究で対象とした47集落営農法人の経営概況を第2表に示す。このうち、財務データが得られた法人数は、会計年度別に、2007年度のみ

が6法人、2008年度のみが9法人、両年度ともに得られたのが32法人である。従って、分析対象となるのは、2007年度38法人、2008年度41法人となる。法人形態別では、有限会社が1組織、農事組合法人が46組織で、農事組合法人のうち、従事分量配当制を採用している法人は43法人である。これらのデータをもとに各経営指標の代表値として中央値を算出した（第3表）。

各指標の特徴は次のとおりである。

1) 安全性

財務体質の安全性を示す自己資本比率についてみると、2007年度及び2008年度の中央値はそれぞれ40.9%及び42.3%と高い水準にあり、業界中央値と比較しても高い。このことは、集落営農法人においては相対的に負債への依存度が少ないことを示しており、一方では、利益の内部留保による自己資本の強化が、比較的順調に進んでいると考えられる。このことから、集落営農法人の財務体質の安全性は、比較的高いと考えられる。

次に、短期的な債務返済能力を示す流動比

第2表 分析対象法人^Yの経営概況（47法人）

区分	経営年数	構成員数	作付面積 (ha)	総資産 (千円)	売上高 (千円)
最小値 ^Z	1	5	2.8	1,254	2,897
中央値 ^Z	2	32	23.1	14,596	18,011
最大値 ^Z	16	146	161.3	206,093	128,986

^Z各項目の最大値、最小値、中央値は2007年度および2008年度の全データをプールしたうえで算出したもの

^Y分析対象とした47法人のうち、2007年度のみ財務データが得られたものが6法人、2008年度のみが9法人、両年度ともに得られたものが32法人である

第3表 集落営農法人の経営指標

項目	指 標	年度（組織数）		業界 ^X 中央値
		2007 (38組織)	2008 (41組織)	
安全性	自己資本比率 (%)	40.9	42.3	5.0
	流動比率 (%)	210.5	232.7	119.4
	当座比率 (%)	127.2	160.9	48.4
	固定長期適合率 (%)	55.5	64.1	77.4
収益性	総資本経常利益率 (%)	8.5	17.6	0.5
	売上高経常利益率 (%)	6.9	14.1	0.4
	売上高営業利益率 (%)	-23.0	-26.0	-1.1
	売上高総利益率 (%)	-14.1	-14.1	30.9
	総資本回転率 (回)	1.2	1.1	1.1
生産性	構成員1人当たり売上高 (円)	469,096	678,612	14,952,000
	作付面積10a当たり売上高 (円)	70,543	93,430	—
	作付面積10a当たり付加価値 (円)	48,125	70,090	—
	労働生産性 (円)	312,122	541,677	—
	労働分配率 (%)	48.4	47.3	—
	付加価値 ^Z 率 (%)	68.7	72.8	—
利益還元	作付面積10a当たり構成員還元額 ^Y (円)	30,623	41,476	—
	1人当たり構成員還元額 (円)	206,045	260,366	—

^Z付加価値は、売上高-材料費とした

^Y構成員還元額は、労務費（従事分量配当含む）、支払小作料、役員報酬の合計とした

^X業界中央値とは、2010年3月末現在、中小企業信用リスク情報データベースに蓄積されているデータのうち、農業分野3,597社の中央値を示す

率については、中央値が210.5%及び232.7%で2カ年とも同等の水準で高く、業界中央値と比較しても高くなっている。また、換金性の高い当座資産の流動負債に対する割合を示す当座比率についても、2カ年で差はあるが、100%を超えている。このことから、集落営農法人における短期の支払能力や資金繰りは、比較的安定していると考えられる。

また、固定資産に対する自己資本と固定負債の投資割合を示す固定長期適合率は、中央値は55.5%及び64.1%と100%を下回っており、業界中央値と比較しても優良な値となっている。このことから、集落営農法人における資本の調達と運用の適合性は、比較的良好的な状態にあると考えられる。

2) 収益性

収益性の総合指標である総資本経常利益率については、中央値は8.5%及び17.6%と2カ年で差はあるが、業界中央値と比較して高く、売上高経常利益率についても同様である。また、総資本回転率については1.1回及び1.2回と、業界中央値と同等の水準にある。

一方、売上高総利益率及び売上高営業利益率は2カ年ともマイナスで、同等の水準にあり、業界中央値と比較しても極めて低い。これは、集落営農法人の生み出す商品競争力の弱さを示している。これらのことから、集落営農法人の収益性は、少なからず交付金等の営業外収益への依存によって保たれているといえる。

3) 生産性

構成員1人当たりの売上高については、中央値は469,096円及び678,612円と2カ年で差はあるが、業界中央値と比較して極めて低い。付加価値に占める人件費の割合を示す労働分配率は、47.3%及び48.4%と2カ年とも同等の水準にある。この指標については、構成員の労働意欲とのバランスを考慮する必要があるが、良否について一概にはいえないが、志渡（2007）の示す一般企業の標準値（40～60%）とあえて比較すれば、問題ない水準にあるといえる。

4) 利益還元

作付面積10a当たりの構成員還元額は、30,623円及び41,476円で、構成員当たり換算すると、206,045円及び260,366円である。この指標について、（小田切、2009）の知見を基に、構成員の希望する経済的水準に対する貢献度という視点で評価する。小田切は、2005年に山口県地域振興部が、県内中山間地域の住民を対象に行ったアンケート調査の結果から、地域住民の現状の経済的水準と、希望する追加所得額について考察している。その中で、中山間地域世帯では、現況の所得水準に加えて、年収ベースで36万～120万円の追加所得が求められていることを明らかにし、この水準を満たす産業としての、集落営農の可能性について示唆している。この知見からすれば、本指標の中央値はこの水準に届いていないものの、2008年度の分析対象法人の値をみると、16法人がこの水準を達成している。このことから、複合化や多角化等、今後の経営展開によって、集落営農法人がこの水準を満たすことは、十分可能であると考えられる。

2 集落営農法人の経営状態の視覚化手法の作成

作成した経営指標を用いて、集落営農法人の経営状態を視覚化する手法を作成した。本手法は、各指標の代表値である中央値と、上位30%に属する値の平均値との比較に基づき、法人の経営状態を表す方法である。本手法の内容及び集落営農法人の経営状態を視覚化する手順は次のとおりである。

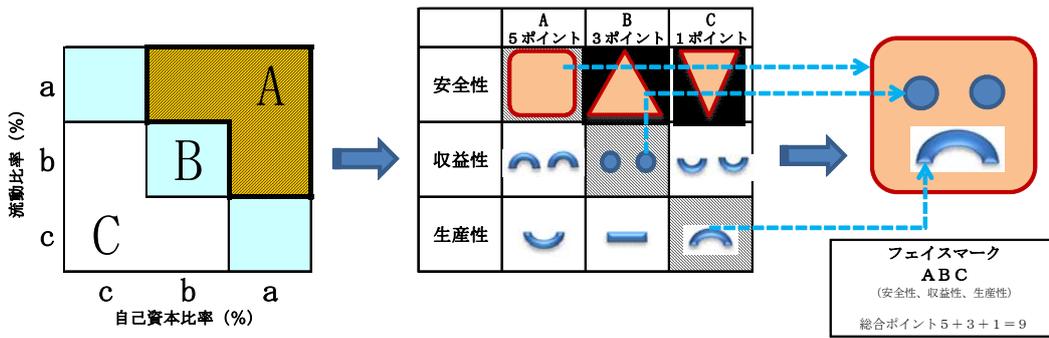
まず最初に安全性、収益性、生産性の面から、集落営農法人の経営状態を特徴づける指標として、各項目について2つずつ、計6つの指標を選定した（第4表）。安全性については、資本構造の安定性を示す自己資本比率と、短期の支払能力を示す流動比率を選定した。次に、収益性については、資本に対する経常利益の割合を示す総資本経常利益率と、売上高に対する資本の効率性を示す総資本回転率を選定した。また、

第4表 集落営農法人の経営状態の視覚化に用いる指標

項目	指標	中央値 ^z	上位30% ^z 平均値	区分と基準値		
				a	b	c
安全性	自己資本比率	42.3%	83.7%	83.7%以上	83.7～42.3%	42.3%未満
	流動比率 ^y	—	—	170%以上	170～100%	100%未満
収益性	総資本経常利益率	17.6%	44.4%	44.4%以上	44.4～17.6%	17.6%未満
	総資本回転率	1.1回	3.0回	3.0回以上	3.0～1.1回	1.1回未満
生産性	労働生産性	541,677円	1,374,919円	1,374,919円以上	1,374,919～541,677円	541,677円未満
	作付面積10a当たり付加価値	70,090円	146,802円	146,802円以上	146,802～70,090円	70,090円未満

^z各指標の中央値、上位30%平均値は、2008年度の分析対象法人41法人の財務データから算出した

^y流動比率については、一般的な目安（優良：170%以上、普通：170～100%、注意：100%未満）を使用した



第1図 総合ポイントによるフェイスマークの作成方法

るため、第1図の中央の図に従って、安全性、収益性、生産性の各項目ごとに、A=5ポイント、B=3ポイント、C=1ポイント、最高15ポイントとして総合ポイントを計算した。

生産性については労働生産性と、土地生産性を示す作付面積10a当たりの付加価値を選定した。

次に、この6つの指標について、2008年度のデータをもとに、中央値と上位30%に属する値の平均値を用いて、それぞれa、b、cの3段階の区分を設定した。例えば、安全性のうち自己資本比率については、83.7%以上ならばa、83.7~42.3%ではb、42.3%未満ならばcという区分になる。なお、流動比率については、短期の財務安全性を示す重要な指標であることから、財務状態がより悪化している経営体を明確に区分するため、志渡⁹の示す優良水準である170%及び、危険水準である100%を用いて区分を設定した。

次に、これをもとに、第1図の左の図の方法に従って安全性、収益性及び生産性の3項目について区分を行った。第1図の左の図は、安全性の項目についての例であるが、横軸に自己資本比率、縦軸に流動比率をとり、第4表で両指標ともaに区分されるか、または、一方がaで他方がbに区分される場合は、安全性についてはAに区分されるとする。また、両指標がbまたは、一方がaで他方がcに区分される場合はB、両方がcまたは、一方がbで他方がcに区分される場合はCに区分されるとする。以下、収益性、生産性についても同様に区分を行った。

次に、これらの区分をもとに、法人の経営状態を点数化により総合的に判断できるようにす

最後に、この総合ポイントをもとに、第1図の中央及び右の図の方法に従って、「フェイスマーク」を作成した。フェイスマークについては、安全性は輪郭、収益性は目、生産性は口であらわすようにした。第1図の右の図の場合、安全性はA、収益性はB、生産性はCで、総合9ポイントとなる。これにより、法人の経営状態を分析者等に視覚的に伝えることができる。

3 経営状態の視覚化手法を用いた県内集落営農法人の経営発展事例分析

作成した集落営農法人の経営状態視覚化手法を用いて、集落営農法人の経営発展事例分析を行い、手法の適応性を検証するとともに、経営発展上の要点やその効果について検討を行った。各事例における検討結果は次のとおりである。

1) 事例① Aファーム

Aファームは、2008年度で経営8年目を迎えた法人で、経営多角化度合（売上高に占める、野菜、加工部門の売上高の割合）は18.7%である（第5表）。経営2年目から女性を積極的に活用し、近隣の加工所を活用した餅等の加工に取り組み、経営3年目には雨よけトマトを導入している。また、5年目からは

第5表 集落営農法人の経営状態の視覚化手法による分析結果（Aファーム）[※]

会計年度	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
経営年数	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目
構成員数	26	26	26	26	26	26	26
作付面積 (ha)	20.2	20.5	19.7	19.2	19.7	20.5	22.1
作付面積10a当たり売上高 (円)	82,020	109,636	135,181	152,144	143,890	158,326	160,111
1人当たり構成員還元額 (円)	142,648	470,823	562,812	521,142	486,198	519,043	616,742
経営多角化度合 (%)	3.0	19.8	15.9	15.8	16.3	21.6	18.7
総合ポイント ⁷	5	13	13	13	9	7	9
フェイスマーク ⁷	CBC	AAB	AAB	AAB	ACB	BCB	BBB
部門の変化	■水稲、大豆 ■加工導入	■トマト導入		■農外事業導入(林務作業)			
経営上の特徴 問題点、対策等	■女性の積極的参画	■栽培担当者の明確化 (水稲、水管理、除却期取等) ■高い栽培ノウハウ(トマト)		■労働力の低下 ■作業統合等による野菜部門の 収益低下		■雇用の確保	

⁷ Aファームの2002年度から2008年度の経営資料および、Aファームに対する聞き取り調査より作成

⁷ 「総合ポイント」および「フェイスマーク」は、2008年度の分析対象法人41法人の財務データから算出した基準値をもとに作成

第6表 集落営農法人の経営状態の視覚化手法による分析結果（Bファーム）²

会計年度	2004	2005	2006	2007	2008
経営年数	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
構成員数	25	25	25	25	25
作付面積（ha）	12.5	23.5	30.5	31.5	33.1
作付面積10a当たり売上高（円）	66,540	79,931	96,522	135,961	152,633
1人当たり構成員還元額（円）	53,837	280,203	429,900	556,507	550,976
経営多角化度合（%）	0.0	4.3	3.9	19.1	16.0
総合ポイント ³	3	5	7	9	9
フェイスマーク ³					
経営部門の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ■水稲、大豆 ■広島菜導入(契約栽培) ■アスパラガス導入 	<ul style="list-style-type: none"> ■ジャガイモ導入 	<ul style="list-style-type: none"> ■部門間の労働力競合 	<ul style="list-style-type: none"> ■ライスセンター受託 ■オペを普通作に専従化 ■パート雇用(地域内外) 	<ul style="list-style-type: none"> ■キャベツ導入 ■タマネギ導入
経営上の特徴 問題点、対策等	■責任者の明確化				

² Bファームの2004年度から2008年度の総会資料および、Bファームに対する聞き取り調査より作成

³ 「総合ポイント」および「フェイスマーク」は、2008年度の分析対象法人41法人の財務データから算出した基準値をもとに作成

農閑期の収入確保のため、林務作業の導入も図っている。2008年度の1人当たり構成員還元額は616,742円と、県中央値の2倍以上に達しているが、当該法人では、夫婦での組合加入が多いことから、構成農家単位の還元額は更に多くなっている。

当該法人のフェイスマークをみると、経営3年目から安全性、収益性、生産性ともに改善が図られている。この要因の1つとして水稲の収量向上があり、それはそれまで構成員に再委託していた水管理や除草剤の散布を、水系ごとに栽培担当者を定め、法人が一元的に管理する体制に変えたことによるものと思われる。また、同年から栽培を開始したトマトについては、当初から高い収益性が維持されていたが、これについては、構成員の中に高い栽培技術を持つ者がいたためであった。ただし、経営6年目には、収益性がやや悪化している。これは、高齢化等により労働力が低下し、部門間の作業競合が生じたため、特に、トマト部門の経営悪化が一つの要因と考えられる。2008年度に経営改善効果が認められたことは、定年帰農者1名の確保によって労働力を確保したことによるものと思われる。

2) 事例② Bファーム

Bファームは、2008年度に経営5年目を迎えた法人で、経営多角化度合は16.0%である（第6表）。経営初年目に、販路が確実な広島菜の契約栽培と施設アスパラガスを導入し、それ以降、ジャガイモ、キャベツ、タマネギの導入を図っている。また、経営3年目からは、地元農協からライスセンターの管理

委託も受けている。2008年度の1人当たりの構成員還元額は550,976円と、県中央値の2倍以上に達している。

当該法人のフェイスマークをみると、経営3年目から生産性の向上が図られている。これについては、それまで生産上の大きな課題であった、部門間の労働力競合を解決するため、オペレーターを普通作に専従的に配置するとともに、園芸部門では地域内外の女性を中心とした雇用で対応するといった労働力調整を行ったことが、大きな要因であった。さらに、経営4年目からは部門責任者や、部門における指揮系統の明確化を行ったことで、生産性は更に向上している。

3) 事例③ Cファーム

Cファームは、2008年度で経営12年目を迎えた法人で、経営当初から地域特産である施設スイカ、ハウレンソウの規模拡大を積極的に図っており、経営多角化度合は36.1%に達している（第7表）。2008年度の1人当たり構成員還元額は823,787円で、県中央値の3倍以上に達しているが、Aファームと同様、夫婦での組合加入が多いことから、構成農家単位の還元額は更に多い。

当該法人のフェイスマークをみると、経営初期から高いポイントを維持している。この要因としては、水稲、大豆栽培においては、高い栽培技術を持つ者を中心とした作業管理体制が確立しており、的確な栽培管理が実施されていることがある。また、園芸部門においては、高い栽培技術を持つ構成員が組織内

第7表 集落営農法人の経営状態の視覚化手法による分析結果（Cファーム）²

会計年度	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
経営年数	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目
構成員数	111	111	111	111	112	110	110	110
作付面積（ha）	77.1	75.0	75.0	74.7	72.4	74.4	78.8	79.3
作付面積10a当たり売上高（円）	145,828	145,274	141,918	145,870	161,862	164,685	131,407	162,656
1人当たり構成員還元額（円）	605,842	539,144	557,111	714,884	599,363	694,776	624,421	823,787
経営多角化度合（%）	35.0	27.6	29.2	40.0	29.0	33.0	36.4	36.1
総合ポイント ³	11	11	13	9	13	11	11	9
フェイスマーク ⁴	ABB	ABB	AAB	BBB	AAB	ABB	ABB	BBB
部門の 変化	■水稲、大豆		■施設スイカ(法人設立前～)		■施設ホウレンソウ(1999～)		■加工導入	
経営上の特徴 問題点、対策等	■高い栽培ノウハウ(水稲、大豆、スイカ、ホウレンソウ)				■女性の積極的参画			
	■園芸部門の独立採算方式							

² Cファームの2002年度から2008年度の総会資料および、Cファームに対する聞き取り調査より作成

³ 「総合ポイント」および「フェイスマーク」は、2008年度の分析対象法人41法人の財務データから算出した基準値をもとに作成

に複数いることに加え、園芸部門のみ独立採算方式（各構成員が割り当てられたハウス単位でスイカ、ホウレンソウの栽培管理を行い、構成員ごとに販売額と経費を把握した上で、その差額を労働報酬とするしくみ）とするなど、個人の技術や努力を活かす工夫をしている。

以上の事例分析結果より、本手法は、少ない指標で集落営農法人の経営状態を人の表情として簡単に表現でき、視覚を通して分析結果をより簡単に分かり易く相手に伝えることができるなど、経営分析を行う上での支援ツールとして、その有効性を確認できた。

また、集落営農法人が複合化や多角化を図る際の要点として、①部門担当者の明確化、②園芸部門の栽培技術の向上、③独立採算方式の導入等、個人のノウハウと努力を活かす部門運営の工夫、④女性労働力の積極的活用等のあることが事例分析から明らかになった。なお、分析対象とした法人はいずれも、経営の複合化や規模拡大により、一定の経営改善を図ってきたものの、近年では、その改善効果は鈍化しており、特に、生産性についての改善効果が鈍いことが、各法人のフェイスマークからわかる。このことから、これらの法人の今後の経営改善に向けては、売上高の増加等による生産性の向上を図ることが重要課題の1つであり、それにより、収益性の向上及び自己資本の増強による財務安全性の確保も可能になると考えられる。

摘 要

- 1 県内集落営農法人の2007年度及び2008年度の財務諸表を基に経営指標を作成し、その特徴を明らかにした。自己資本比率は40.9%及び42.3%、流動比率は210.5%及び232.7%、固定長期適合率は55.5%及び64.1%で財務安全性は比較的安定しているといえる。総資本経常利益率は8.5%及び17.6%、売上高経常利益率は6.9%及び14.1%、総資本回転率は1.1回及び1.2回であるが、売上高総利益率は-14.1%と極めて低く、収益性は少なからず営業外収益への依存によって保たれているといえる。生産性指標はいずれも業界中央値と比較して低い。労働分配率は47.3%及び48.4%であり問題ないといえる。構成員1人当たりの還元額は206,045円及び260,366円であり、構成員世帯の求める追加所得水準を十分満たす可能性があることが示唆された。
- 2 集落営農法人の経営状態の視覚化手法を作成し、経営分析支援ツールとしての有効性を明らかにした。
- 3 経営状態視覚化手法を用いた事例分析から、集落営農法人が複合化や多角化を図る際の要点として、①部門担当者の明確化、②園芸部門の栽培技術の向上、③独立採算方式の導入等、個人のノウハウと努力を活かす部門運営の工夫、④女性労働力の積極的活用等のあることが明らかになった。

引用文献

- Chernoff, H. 1973. The Use of Faces to Represent Points in k-Dimensional Space Graphically. J. Amer. Statis. Assoc. 68:342-361.
- 金子いづみ. 2000. 特定農業法人の諸類型と制度の役割ー山口県の集落ぐるみ型法人の事例からー. 農業経済研究別冊 日本農業経済学会論文集. 2000 : 7-10.
- 桂利夫. 2000. 農業法人の経営分析. p. 208-223. 松田藤四郎・稲本志良編. 農業会計の新展開. 農林統計協. 東京.
- 森剛一. 2007. 農事組合法人の設立・運営の手引き. p. 137-143. 全国農業協同組合中央会. 東京.
- 小田切徳美. 2009. 農山村再生「限界集落」問題を超えて. p. 31-36. 岩波書店. 東京.
- 志渡和男. 2007. ウェルカム経営診断 農業経営分析診断の手ほどき. p. 64-149. 全国農業改良普及支援協会. 東京.
- 竹山孝治. 2007. 集落営農型法人における収益配分方式と経営分析指標. 島根県農業技術センター研究報告. 37 : 25-40.

「やまぐち黒鶏」及びそれを用いたコマーシャル地鶏 「長州黒かしわ」の胸肉中のアンセリン・カルノシン含量と肥 育期間及び品種・系統との関係

岡崎亮・關谷正男

Relation between anserine and carnosine contents in breast meat of the 'Yamaguchi Kurodori' and commercial free range chicken the 'Choshu kurokashiwa' with growing periods and the races used cross breeding

Akira OKAZAKI and Masao SEKIYA

Abstract: Relation between anserine and carnosine contents in breast meat of the 'Yamaguchi Kurodori' bred by Yamaguchi Pref. with growing periods and the races that bred the 'Yamaguchi Kurodori' and its commercial free range chicken were studied. The contents of anserine and carnosine were significantly different among growing periods and breed.

Anserine and carnosine contents in breast meat of the 'Yamaguchi Kurodori' bred to 17 weeks of age were richest at 1,628mg/100g of meat. The contents of the 'Choshu Kurokashiwa', crossbred between the 'Yamaguchi kurodori' and the 'Road Island Red', bred to 14 weeks of age were richest at 1,819mg/100g of meat, 1.5 times that of the broiler, the 'White Plymouth Rock'. Among the breed used in cross breeding, at 14 weeks of age, the contents of the 'Road Island Red' were richer than the others. Those of the 'Shamo' and the 'Kurokashiwa' were the same as that of the 'White Plymouth Rock'.

Therefore, it is a great advantage for these later made free range chicken, the 'Yamaguchi Kurodori' and the 'Choshu Kurokashiwa', to have rich anserine and carnosine contents while they are on the market against the other big-name brand chickens.

Key Words : chicken, quality, functional ingredient

キーワード : 鶏肉、品質、機能性成分

緒 言

山口県では、天然記念物の黒柏を活用し、山口県オリジナルな地鶏用種鶏を開発して、2008年に「やまぐち黒鶏」と命名した(關谷ら、2009)。また、本種鶏を在来鶏と交配したコマーシャル地鶏「長州黒かしわ」の生産が県内養鶏農協において開始され、新たな特産品として期待が高まっている。これらの肉は、適度な歯ご

たえを持つことと、イノシン酸を多く含むことから良食味な特性を有することがわかっているが、他県産地鶏や銘柄鶏との競合の中で勝ち残るために、より優位な特性を持つことが期待されている。一方、健康志向に対応した農産物への期待が高まる中で、抗酸化能や抗疲労作用、運動能力向上作用等の機能性を有するイミダゾールジペプチドであるアンセリンとカルノシンが注目されている(佐藤ら、2002)、(西村、2003)、(柳内、2004)。これらは骨格筋、中でも、鶏の

胸肉中に特に多く含まれていることが知られている。著者らは、12週肥育した「やまぐち黒鶏」胸肉中のアンセリン含量がブロイラー用種に比べて多いこと、また、ブロイラー用種では、肥育期間の長い方がアンセリン含量が多く、肥育期間で含有量に違いがあることを報告した（岡崎ら、2008）。そこで「やまぐち黒鶏」及び「長州黒かしわ」も肥育期間を長くすることにより、それらの胸肉中のアンセリン、カルノシン含量をより多くすることができるのではないかと考え、肥育期間とアンセリン・カルノシン含量との関係を調査した。また、「やまぐち黒鶏」の造成に用いた鶏の品種、系統についてもその含有量を調査し、若干の知見を得たので報告する。

材料及び方法

1 供試鶏肉

供試した「やまぐち黒鶏」は、交配様式が[シャモ×[黒柏×ロード・アイランド・レッド]]×「ホワイトプリマスロック」であり、当センター畜産技術部で継代飼育・選抜したものをを用いた。12週肥育の鶏は、畜産技術部で2006年4月6日から6月29日まで、15週肥育の鶏は、2008年9月19日から12月4日まで、17週肥育の鶏は、2008年9月21日から12月16日まで肥育したものをを用いた。飼料は、3週目までは肉用鶏前期用飼料を、3週目からは同後期用飼料を用いた。栄養水準は、前期用がC P23%、ME3,050kcal、後期用は12週と17週肥育がC P19%、ME3,130kcal、15週肥育がC P16%、ME2,800kcalであった。また、12週肥育は仕上げ期にC P18%、ME3,150kcal、17週肥育はC P18%、ME3,130kcalとした。15週肥育は仕上げ期も後期の水準のまま肥育した。

「長州黒かしわ」は、畜産技術部で交配した「やまぐち黒鶏」×「ロード・アイランド・レッド」を用い、2009年8月5日に餌付けし肥育開始し、12週肥育の鶏は10月12日まで、14週肥育の鶏は11月12日まで、15週肥育の鶏は11月19日まで、17週肥育の鶏は12月3日まで肥育したものをを用いた。栄養水準は、前期用がC P23%、ME3,050kcal、後期用はC P16%、ME3,180kcalとし、仕上げ期も同水準で肥育した。

また、品種・系統間の比較のため、「黒柏」と「ロード・アイランド・レッド」、「軍鶏（奈良系）」の胸肉について調査した。「黒柏」と「ロード・アイランド・レッド」は、前述の「長州黒かしわ」14週肥育と同一時期に同一飼料で同一期間肥育したものを調査した。また、「軍鶏」は、増殖用に維持していた個体を用いた。

ブロイラー用種は、山口県内の養鶏農協で生産している「ホワイトプリマスロック」を、2009年11月29日から12月17日までの7週間（49日）肥育した鶏の胸肉を調査した。栄養水準は、前期用がC P23%、ME3,050kcal、後期用はC P18%、ME3,150kcalとした。

2 と殺解体方法

「やまぐち黒鶏」及び「長州黒かしわ」、「黒柏」、「ロード・アイランド・レッド」、「軍鶏」は、畜産技術部の食鳥処理室でと殺・脱羽し、氷水中で1～4時間冷却した後に解体して、部分肉として実験室に持ち帰り3℃の冷蔵庫で翌日まで保管した。「ホワイトプリマスロック」については、2008年は、県内養鶏農協で食肉処理し部分肉の状態にした胸肉を入手して用いた。2009年の試料は、県内養鶏農協の食鳥処理場にと殺、中抜きして冷却したものを実験室に持ち帰り、直ちに解体して部分肉の状態を3℃の冷蔵庫で翌日まで保管したものをを用いた。冷蔵で24時間経過した胸肉（浅胸筋）の中央部をブロック状に切り出して真空包装し、-20℃で冷凍保存した。調査個体数は、「やまぐち黒鶏」15週肥育を除き、各区8羽（雌雄各4羽）とした。「やまぐち黒鶏」15週肥育は雄のみの4羽とした。

3 アンセリンとカルノシン含量の測定方法

凍結した肉を解凍せずに細切して約3gを遠沈管に秤量し、冷水10mlを加えてホモジナイズした後、10%スルホサリチル酸溶液10mlを加え、遠心分離して除タンパクを行い抽出液を得た。抽出液は、20%水酸化ナトリウムでpH2に調整して-20℃で冷凍保存した。後日まとめて解凍し濾過後、アミノ酸分析計（日本電子、JLC-500）でアンセリンとカルノシン含量を測定した。

4 統計処理

有意差の検定には、チューキーの多重比較を用いた。

結 果

「やまぐち黒鶏」(以下、黒鶏とする)、「長州黒かしわ」(以下、長州とする)と、これらの造成もとである黒柏、「ロード・アイランド・レッド」(以下、R I Rとする)、軍鶏及びブロイラー用種の「ホワイトプリマスロック (コップ)」(以下、WPとする)の胸肉中のアンセリン(以下 Ans とする)とカルノシン(以下 Car とする)含量を測定した(第1表、第2表、第3表)。

1 「やまぐち黒鶏」(黒鶏)の肥育期間とAns・Car含量

2006年から2008年の間で、12週、15週、17週肥育した黒鶏の胸肉について、AnsとCar含量を測定した。12週と17週は雌雄4羽ずつ測定したが、15週は雄のみ4羽について測定した(第1表)。

第1表 肥育期間を変えて肥育した「やまぐち黒鶏」の胸肉中のアンセリンとカルノシン含量 mg/100g

種別	肥育期間	雄			雌			雌雄平均		
		Ans	Car	合計	Ans	Car	合計	Ans	Car	合計
やまぐち黒鶏	12週 ^z	1,027 A ^y	251	1,277 A	1,026	359	1,385 A	1,026 A	305 a	1,331 A
		42	34	18	87	132	60	63	106	71
	15週	1,230 BC	316	1,546 BC	—	—	—	—	—	—
		28	82	89						
	17週	1,251 BC	369	1,620 B E	1,124 A	511 a	1,635 B	1,188 BC	440 b	1,628 BC
		90	55	62	42	66	29	94	94	45
ホワイトプリマスロック	7週	866 D	325	1,190 DF	935 B	270 b	1,205 A	900 BD	297 a	1,198 BD
		43	37	47	57	53	106	60	51	76

^z上段: 平均値、下段: 標準偏差、nは雌雄各4

^y縦列、A-B、C-D、E-F、a-b、c-d間に有意差有り(チューキーの多重比較による検定 大文字:P<0.01、小文字:P<0.05)

第2表 肥育期間を変えて肥育した「長州黒かしわ」の胸肉中のアンセリンとカルノシン含量 mg/100g

種別	肥育期間	雄			雌			雌雄平均		
		Ans	Car	合計	Ans	Car	合計	Ans	Car	合計
長州黒かしわ	12週 ^z	1,219	373 a ^y	1,592	1,315 A	342	1,657 A	1,267 A	358	1,625 a
		50	30	77	43	110	122	67	76	101
	14週	1,377	294	1,671	1,638 B	330	1,968 B	1,507 B	312	1,819 A b
		201	76	156	120	154	69	207	114	194
	15週	1,430	320	1,750	1,323 A	311	1,634 A	1,376	315	1,692
	80	38	78	96	79	65	100	58	91	
	17週	1,349	258 b	1,607	1,192 A	385	1,577 A	1,271 A	322	1,592 B
		123	34	116	66	70	37	124	85	81

^z上段: 平均値、下段: 標準偏差

^y縦列、A-B、a-b間に有意差有り(チューキーの多重比較による検定 大文字:P<0.01、小文字:P<0.05)

黒鶏雄の胸肉中のAns含量は、12週の1,024 mg/100gに対し、15週、17週では1,230、1,251 mg/100gと肥育期間が長いほど有意に多かった。同様にAnsとCarの合計量(以下合計量とする)も、肥育期間の長い方が多く、17週では1,620 mg/100gであった。Car含量については、多重検定で有意差は認められなかった。雌については、15週のデータはないが、合計量において17週が12週に比べて有意に多く、1,635mg/100gであった。雌雄平均でみると、Ans、Car及び合計量いずれも17週の方が有意に多く含まれていた。このように黒鶏胸肉のAns、Car含量はともに、肥育期間が長いほど多かった。

雌雄を比較すると、Ans含量は12週では差がないが、17週では雄の方が多かった。一方、Car含量は12週、17週ともに雌の方が多かった。合計量は12週では雌の方が、多かったが、17週では差がなかった。

2009年に肥育したWPと比較すると、合計量は12週ではWPの1.17倍であったが、17週では1.36倍とその差は肥育期間が長いほど大きかった。詳細についても、12週の雄及び雌雄平均の

第3表 鶏の品種・系統の違いと胸肉中のアンセリンとカルノシン含量 mg/100g

	肥育期間	雄			雌			雌雄平均				
		Ans	Car	合計	Ans	Car	合計	Ans	Car	合計		
やまぐち黒鶏	14週	1,376 A ²	363	1,739 A	1,381 A	a	375	1,756 A	1,378 A	369	a	1,747 A
		65	31	37	49		32	37	53	30		35
長州黒かしわ	14週	1,377 A	294	1,671 A	1,638 BC		330	1,968 BC	1,507 C	312		1,819 C
		201	76	156	120		154	69	207	114		194
黒柏	14週	1,186	236	1,421 B	1,201 DE b		220 A	1,421 BD a	1,193	228 A b		1,421 BD
		54	18	51	86		47	106	67	34		77 a
ロードアイランド レッド	14週	1,256	345	1,602 C	1,241 DE		374	1,616 D b	1,249 DE	360		1,609
		65	90	96	83		73	38	70	77		68 DEb
軍鶏		1,045 B	263	1,308 BD	943 BDF		545 B b	1,488 D	994 BDF	404 B		1,398 BDF
		38	47	24	33		76	94	64	162		115

²上段:平均値、下段:標準偏差

³縦列、A-B, C-D, E-F, a-b, c-d間に有意差有り(チューキーの多重比較による検定 大文字:P<0.01、小文字:P<0.05)

Car含量ではWPより少ないか差がないものの、それ以外ではすべて黒鶏の方が多かった。

2 「長州黒かしわ」(長州)の肥育期間とAns・Car含量

長州は、2009年8月から12月にかけて、12週、14週、15週、17週肥育したものの胸肉について、AnsとCar含量を測定した。これらは同時に肥育を開始し、各週齢時に雌雄4羽ずつ計8羽をと殺して調査した(第2表)。

Ans含量は、雌では、12週の1,315mg/100gに対し、14週で1,968mg/100gと最も多く、15週と17週では少なくなった。雌雄平均では14週が1,507mg/100gと最も多かった。雄では、肥育期間に有意性が認められなかった。

Car含量は、雄で有意差は認められたものの、肥育期間での違いに一定の傾向は認められず、どの区も300mg/100g程度であった。

合計量は、雄では15週、雌では14週が最も多く、最大の含有量となった時期に雌雄の違いが認められた。雌雄平均では、12週の1,625 mg/100gに対し、雌と同じ14週で最も多く1,819mg/100g、その後は減少して17週では1,592mg/100gであった。

合計量の雌雄を比較すると、雌の14週1,968mg/100gが最も多く、次いで雄の15週1,750mg/100gであり、雌雄平均すると雌と同じ14週が1,819mg/100gと最も多かった。

第1表に示したWPと比較すると、Ansと合計量では、雄、雌及び雌雄平均ともにどの肥育期間でも多く、雌では最大で1.6倍に達し、雌雄平均値でも1.5倍であった。一方、Carはこの区も有意な差はなかった。

3 品種・系統とAns・Car含量

黒鶏の造成に用いた鶏種である黒柏、R I R、軍鶏及びWPの胸肉中のAns・Car含量を調査した。黒鶏と長州、黒柏、R I Rは、2009年8月から11月にかけて、前述の肥育期間の比較に用いた長州と同時期に同一飼料で肥育したものである。WPは、Cobbの系統を県内養鶏農協で肥育されたものを用いた。軍鶏は、2009年には保有していなかったため、2004年に調査した奈良系軍鶏のデータを用いた(第3表)。

Ans含量は、雄では黒鶏と長州が1,376、1,377 mg/100gと多かった。雌では、長州が1,638mg/100gと最も多く、黒鶏よりも2割程度多かった。しかしながら、黒鶏も長州よりは少ないものの、1,381mg/100gと他の鶏種に比べて多かった。雌雄平均でも長州が最も多く、次いで黒鶏が多かった。

Car含量については、雄では黒鶏、R I R、WPが多く、雌では軍鶏が最も多く、雌雄平均では軍鶏、黒鶏、R I Rが多かった。Car含量では特定の傾向は見いだせなかったが、黒鶏はいずれにせよ多いことがわかった。

合計量で見ると、雄では黒鶏が1,739mg/100gと最も多く、次いで長州の1,671mg/100g、R I Rの1,602mg/100g、黒柏、軍鶏の順となり、最も少なかったのはWPであった。雌で最も多かったのは、長州の1,968mg/100gであった。次いで、黒鶏、R I Rであり、最も少なかったのはWPであった。雌雄平均では長州と黒鶏が1,819、1,747mg/100gと最も多かった。

考 察

本試験では、黒鶏の肥育期間を長くすると胸肉中のAns・Car含量を増やすことができるのではないかと考え、肥育期間を12週、15週、17週として肥育して、これらの胸肉中の含有量を調査した。さらに、県内の養鶏農協で生産・販売が開始された長州の肉中の成分は未調査であったため、AnsとCar含量を明らかにすること、さらに、その含有量が最も多くなる肥育期間を明らかにすることをねらいとして本調査を行った。

その結果、黒鶏では肥育期間の最も長い17週で胸肉中の含有量が最も多かったが、長州の、雄では15週、雌では14週、雌雄平均では14週が最も多く、肥育期間が最も長い17週では逆に少なくなった。このことは、AnsとCar含量は肥育期間が長くなるにしたがって増加するが、ある時点からは逆に減少するものと考えられる。従って、長州の胸肉中のAnsとCar含量を最も多くできる肥育期間は14週であると考えられる。また、黒鶏においても、15週の雌のデータがないことから変動の仕方は不明であるが、長州と同様に14～15週で最も多くなっていた可能性がある。

次に、品種・系統間における含有量の差を調査するため、黒鶏の交配元となった品種・系統を、軍鶏を除き14週でそろえて肥育し比較した。それによると、R I Rが1,609mg/100gと最も多く、黒柏と軍鶏は1,421、1,398 mg/100gであった。著者らの既報では、14週肥育のWPの合計量は1,415mg/100gであったことから、軍鶏や黒柏とWPとの間には差はないと考えられる。従って、14週齢で比較すると最も多いのはR I Rであった。この品種・系統による違いが何に由来するものかは、本調査結果では明らかとすることはできなかったが、交配元の品種・系統よりも黒鶏が多く、さらに黒鶏とR I Rを交配した長州でより多いことから、交雑が多いほど多くなるということが考えられる。また、結果1と結果3の黒鶏を比較すると、結果1の17週肥育の合計量が1,628mg/100gであるのに対し、結果3の14週では1,747mg/100gであったことから、年度や飼養条件等の違いにも影響を受けると考

えられる。しかしながら、採卵用鶏に飼育していた「ボリスブラウン」(同既報)を79週で廃鶏にした時の胸肉中の合計量が、1,550mg/100gであったことから、合計量は、どの鶏種も14週から17週頃までは増加するが、その後は維持もしくはやや減少し、1,500mg/100g程度で推移するのではないかと考えられる。

体内で合成されるのはまずCarであり、AnsはCarがメチル化されてできるため、飼料のタンパク含量やさらに細かくは、タンパク質中のβ-アラニンとヒスチジンの含量がCarの合成に影響するとされており、鶏のヒナにおいても経口投与により筋肉中のカルノシン含量が増加するとの報告がある(TOMONAGA et al, 2005)。本調査では、飼料中のタンパク質のアミノ酸組成を調査していないため、飼料との関係は不明であるが、今後は飼料中のタンパク含量やアミノ酸組成との関係を調査し、効率的にこれらの含有量を増やす方法を検討する必要がある。

一般的には、鶏胸肉中のAnsとCarの合計量は1,000mg/100g程度とされているが、他産地の鶏肉と比較すると、徳島県産地鶏で1,724mg/100gとの報告(岡久, 2010)がある。これらと比べると、本県の長州において最大で雌の14週肥育が1,968mg/100gであったことはかなり多いといえる。このことは、後発の地鶏が既存のブランド地鶏との競争の中で、差別化を図る上でかなり有利な特性であると考えられる。

なお、本県の養鶏農協では、長州の肥育期間が14週を超えると雄が闘争を始め歩留まりが悪くなることから、肥育期間14週で生産が行われている。本種のAnsとCarの合計量が14週で最大となったことは、機能性成分の面からも14週肥育が適しているといえよう。

」

摘 要

山口県が造成した地鶏用種鶏「やまぐち黒鶏」とそれを用いたコマーシャル地鶏「長州黒かしわ」の肥育期間と胸肉中のアンセリンとカルノシン含量との関係を調査した。また、「やまぐち黒鶏」の造成に用いた品種・系統の鶏についても調査し、比較検討を行った。

- ①「やまぐち黒鶏」の胸肉中のアンセリンとカルノシン合計量は、17週肥育が最も多く、1,628mg/100mgであった。
- ②「やまぐち黒鶏」と「ロード・アイランド・レッド」を交配した「長州黒かしわ」では、合計量は14週肥育が最も多く1,819mg/100gであった。「ホワイトプリマスロック」と比較すると、雌では最大で1.6倍を超え、雌雄平均値でも約1.5倍であった。
- ③造成に用いた品種・系統を14週齢肥育して比較すると、「ロード・アイランド・レッド」が最も多く、1,609mg/100gであった。「軍鶏」と「黒柏」は、「ホワイトプリマスロック」と差はなかった。
- ④「やまぐち黒鶏」と「長州黒かしわ」の胸肉中には機能性成分であるアンセリンとカルノシンが多く、このことは、後発の地鶏が既存のブランド地鶏との競争の中で差別化を図る上でかなり有利な特性であると考えられた。

引用文献

- 西村敏英. 消費者が鶏肉に求めているもの—特に肉質について—. 2003. 日本家禽学会誌. 40. J275-J283.
- 岡久修己. 食品中の健康機能性成分の分析法マニュアル. 鶏肉のアンセリン・カルノシン. 2010. (独)産業総合研究所四国センターホームページ.
- 岡崎亮・關谷正男. 黒柏を活用した地鶏肉中のアンセリンとカルノシン含量(短報). 2008. 山口畜試研報. 21. 116-118.
- 佐藤三佳子ら. 食肉中カルノシン及びアンセリンの運動能力向上作用. 2002. 食肉の科学. 43. 109-112.
- 關谷正男ら. 黒柏を活用した県産オリジナル地どりの開発(第1報)—雄系種鶏「やまぐち黒鶏」の造成と実用地どりの開発—. 2009. 山口畜試研報. 24. 47-60.
- Shozo TOMONAGA, Yuji KAJI, Tetsuya TACHIBANA, D. Michael DENBOW, Mitsuhiro FURUSE, Oral administration of β -alanine modifies carnosine concentrations in the muscles and brain of chickens. *Animal Science Journal*. 76. 249-254 (2005).
- 柳内延也. 健康食品素材の開発・カルノシンとアンセリンの抗酸化性—動物由来抗酸化剤の意義—. 2004. 食品の包装. 36. 20-25.

低糖度プレザーブジャムに適した 露地イチゴ品種及び退色防止技術

中村紀美子・村上恵・平田達哉・藤井宏栄・中谷幸夫・陶山紀江*・
岡藤由美子*

The open field strawberry kind and discoloration prevention
technology that is appropriate for low sugar
concentration strawberry jam

Kimiko NAKAMURA, Megumi MURAKAMI, Tatsuya HIRATA,
Kouei FUJII, Yukio NAKATANI, Norie SUYAMA and Yumiko OKAFUJI

Abstract: In Yamaguchi Prefecture, 'America strawberries' which are made by garden farming are used as ingredients for strawberry preserves. 'America strawberries' have high yield and are suitable for jam processing as they have excellent flavor.

On the other hand, because of the health trend in recent years, the demand for low sugar jam products that suppress sweetness as much as possible is increasing. Then we made low sugar jam using 'America strawberries' but we reduced the sugar concentration for 60% to 45%. However, the color of the jam faded during the preservation and the commercial value was decreased.

In this research, we examined the method of choosing suitable 'America strawberries' used for making jam, and the method of preservation in order to prevent discoloration of low sugar strawberry jam.

First of all, we mixed 'Chandler strawberries' with 'America strawberries' at a ratio of 20% to 80%. This was because 'Chandler strawberries' have high productivity that is able to prevent discoloration. The jam manufactured with the vacuum boiler concentration was able to prevent disintegration of color and maintain coloring well during heating concentration. Moreover, it became possible to control discoloration by substituting oxygen in the head space for nitrogen when the bottle was filled and closed.

When storing the jam after production, it was understood that temperature is more influence than light. Moreover, there was no difference in the condition of the coloring after it was stored in a bright place or dark place. Discoloration was controlled jam placed in a low storing temperature.

Key Words : America, Chandler, Nitrogen substitution, Storage temperature, Strawberry jam, Vacuum concentrate boiler

キーワード : アメリカ, Chandler, 窒素置換, 貯蔵温度, イチゴジャム, 真空濃縮釜

*現在 : 山口県下関農林事務所

緒言

山口県では、ジャム加工用原料として加工用露地イチゴ「アメリカ」が1960年代から栽培されており、本県には国内で唯一の加工専用産地がある。現在の栽培面積は約2.7ha（平成21年全農山口県本部調べ）、主産地は山口市、萩市、防府市である。

各農家から収穫された「アメリカ」は、全農山口県本部へ出荷後、日本果実工業（株）において果実の形を残した「プレザーブイチゴジャム」に加工され、製造契約を結ぶメーカーに出荷される。同社のジャムは、国内産イチゴを使用した高級品として需要が高まっている。

一方、近年は、食生活の多様化に伴って、ジャムの消費量も増える中、健康志向もあり、糖分を出来るだけ抑えて作られた低糖度ジャム製品の需要が増えている。低糖度ジャムは、過剰な甘さを控えているためさっぱりとした後味をしており、素材そのものの風味を生かして作られる等のメリットがある。

イチゴ色素の主成分であるアントシアニン系化合物カリステフィンは、熱や光に弱く、加工・貯蔵過程で速やかに分解し、ジャムの品質を著しく低下させると考えられている（中林ら、1967）。特にカリステフィンは、糖濃度が高い（75%、93%）と温度、光、水分の影響を受けながらも色素の安定性を示す（松尾ら、1981）のに対し、糖濃度の低い（25%）場合は、不安定で色素分解を促進することが報告されている（松尾ら、1982）。

同社においても「アメリカ」を用いて、従来の糖度60%から45%に下げて低糖度ジャムを製造したところ、保存中にジャムが退色し、商品価値が低下するという問題が生じた。

「アメリカ」は多収で風味に優れていることから、ジャム加工に適した品種であるが、果実色が薄い。また、果実が小さく、収穫調整に多大な時間を要することから、産地では、生産拡大の妨げとなっているという問題がある。

そこで、本研究においては、低糖度プレザーブイチゴジャムの退色を抑制するため、「アメリカ」に混用する品種の加工適性やイチゴジャム

の製造方法、保存方法の検討を行った。併せて、加工用イチゴ栽培の省力化と生産拡大のため、収量性や作業性に優れ、病害虫に強い加工用品種の導入を目的とした調査を行ったので、ここに報告する。

材料及び方法

1 供試材料

加工露地イチゴ「アメリカ」及び混用品種として「Chandler」（Vothら1982）、「ベルルージュ」（門馬ら1990）、「北の輝」、「盛岡32号」、「ベニヒバリ」、「宝交早生」、「キューピー16」の8品種・系統を供試した。

2 栽培特性

2007年に9cm小型ポットに鉢受けし、雨避け底面給水方式による育苗を行い、10月30日にセンター内露地ほ場に定植した。畝幅140cm、株間40cmの2条千鳥植えのマルチ栽培とし、施肥は基肥のみで、10a当たり有効成分量でN11.2kg、P₂O₅11.2kg、K₂O11.2kgを施用した。

栽培期間中の摘果は行わず、収穫した果実について色素量、果数、果重、病害虫及び傷害果の発生程度について調査した。

3 混用品種の選択

混用品種を用いて糖度45%のジャムを二重釜で製造し、それぞれの色素量を測定した。対照として糖度45%の「アメリカ」のジャムを二重釜で製造し、色素量の比較を行った。色素量は、製造直後、1、2、3、6ヵ月間、室温で貯蔵後の変化を測定した。

さらに、「アメリカ」に供試7品種をそれぞれ20%混用した糖度45%のジャムを二重釜で製造し、色素量を測定した。混用する品種は、ミキサーで粉碎し、「アメリカ」は、果実をそのまま使用してジャムを製造した。対照として糖度45%の「アメリカ」のジャムを二重釜で製造し、色素量の比較を行った。その際、「アメリカ」のジャムは、果実を粉碎せずに使用した。色素量は、製造直後、1、2、6ヵ月間室温で貯蔵後の変化を測定した。

イチゴの赤色の色素量は、主にアントシアニン系化合物であるカリステフィン量で測定した。すなわち、ジャムの果肉を乳鉢で粉碎して1gを試験管に取り、1%塩酸メタノール5ml加えて、ホモジナイザーで攪拌し、濾過した。この試験管に塩酸メタノール5mlを加え、再び濾過した。510nmで吸光度を測定し、カリステフィン量に換算した。検量線は、5000ppmのカリステフィン (Pelargonidin-3-Glucoside Chloride 和光純薬工業株式会社) を希釈して0から50ppmの濃度の標準溶液を作り、検量線を作成した。

4 混用割合の検討

「アメリカ」に混用する「Chandler」の割合を0、20、30、50%とし、ジャムの色素量を測定した。対照として糖度45%の「アメリカ」のジャムを製造し、色素量の比較を行った。色素量は、製造直後、1、3ヵ月間室温で貯蔵後の変化を測定した。

5 イチゴジャムの製造方法

1) 二重釜を用いた方法

収穫した「アメリカ」と「Chandler」は除梗し、水洗した後に1kgのイチゴに対して200gのショ糖をそれぞれ加え、-20℃で冷凍保存した。

ジャム製造の前日に冷凍の「アメリカ」800gと「Chandler」200gを解凍した。果実の原形を残したプレザーブイチゴジャムを製造するため、「アメリカ」は、果実をそのまま使用した。混用する品種の「Chandler」は、ミキサーで粉碎し、2種類のイチゴを二重釜に入れて加熱した。予め100℃の温湯583mlにペクチン5.8gとショ糖11.7gを溶解させ、イチゴが沸騰し始めたらショ糖443gと一緒に加えて軽く混ぜ、しばらく放置した。中央部分に集まったアクを取りながら糖度43%になるまで攪拌し、濃縮した。その後、クエン酸5.8g、クエン酸ナトリウム0.8gの順に加え、最終糖度を45%とした。殺菌した瓶にジャムを充填し、90℃で15分温湯殺菌後、30から40度の水で徐々に冷却した。

2) 真空濃縮釜を用いた方法

解凍した「アメリカ」800gと「Chandler」200g、ショ糖443g、予め100℃の温湯に溶解したペクチン5.8gとショ糖11.7gを真空濃縮釜に入れ、蓋を開けたまま攪拌機を回して混合し、全体が均一になったら蓋を閉めて真空状態にした。庫内温度が90度になるまで、約10分間、加熱濃縮を行った。90度になったら真空釜の蓋を開け、糖度が43%になるように調整を行った。糖度が高い場合には100℃の温湯を追加し、蓋を開けたまま攪拌を続けた。その後、クエン酸5.8g、クエン酸ナトリウム0.8gの順に加え、最終糖度を45%とした。殺菌した瓶にジャムを充填し、90℃で15分温湯殺菌後、30から40℃の水で徐々に冷却した。

6 製造工程の最適条件及び製品の貯蔵条件

1) ヘッドスペースガスの置換による影響

ジャムを充填し、瓶の蓋を締める際に、ヘッドスペース部分を窒素・水蒸気に置換し、製造直後から3ヵ月貯蔵後までの1ヵ月ごとに色素量を測定した。窒素置換は、窒素ボンベ(流量2ml/分)のパイプをジャムのヘッドスペースの部分に差し込み、30秒間置換を行って、蓋を閉めた。水蒸気置換は、鍋の中に100℃の温湯を張り、蒸籠の上に蓋を開けたジャムを乗せ、30秒間置換を行って、蓋を閉めた。

2) 光と温度による影響

光と温度条件を変えることにより、ジャムの退色に及ぼす影響について調べた。光は、アルミホイルでジャムの瓶を覆ったもの(暗所)と覆わないもの(明所)の2条件で保存した。温度は、インキュベーターを用いて、25℃と6℃で保存した。暗所と明所の条件のジャムを25℃と6℃のインキュベーターに入れ、それぞれの色素量を測定した。色素量は、製造直後から3ヵ月貯蔵後までの1ヵ月ごとに色素量を測定した。光条件は、昼光色蛍光灯TOSHIBA FL15Dを使用して、750ルクスの光を連続照射した。

低糖度プレザーブジャムに適した露地イチゴ品種及び退色防止技術

第1表 品種・系統の栽培特性^z (2007年度)

品種・系統	育成元	株当たり収量 (g/株)	果数 (個/株)	平均果重 (g/個)	収穫始め ^y
Chandler	カリフォルニア大学	625	61	10.3	5月8日
盛岡32号		514	30	17.2	5月10日
ベルレージュ	東北農業研究センター	411	22	18.9	5月10日
北の輝		288	21	13.7	5月16日
ベニヒバリ	東洋製罐株式会社	393	66	5.9	5月8日
キューピー16	キューピー株式会社	602	72	8.4	5月10日
宝交早生	兵庫県農業試験場	562	61	9.2	5月7日
アメリカ	(対象品種)	800	142	5.7	5月16日

^z 定植；2007年10月30日、栽植密度；3571株/10a、収穫調査期間；2008年5月7日から6月6日

^y 調査株数は1区10株3反復、果数・果重は全果調査、収穫始めは1割の株が収穫開始となった日

結果及び考察

1 加工用露地イチゴの栽培特性

株当たり収量は、いずれの供試品種も対照品種「アメリカ」の800gより少なかったが、その中では「Chandler」と「キューピー16」が比較的多収であった(第1表)。

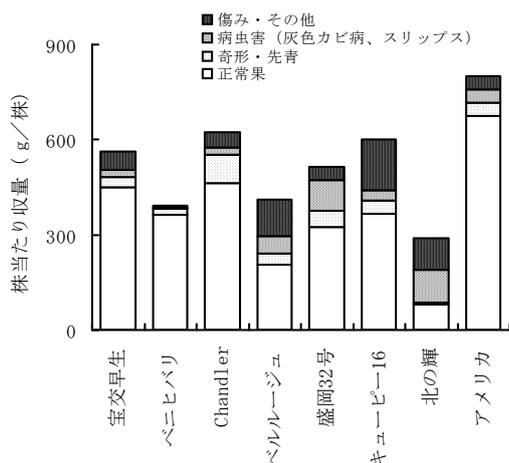
株当たり収量500g以上の品種の中では、「Chandler」と「宝交早生」が病害虫や傷みなどの発生程度が少なく、正常果の株当たり収量は「Chandler」が463gと最も多かった(第1図)。

平均果重は、いずれの供試品種も「アメリカ」より大きく、株当たり収量500g以上の品種の中では、「アメリカ」(5.7g)と比較して「盛岡32号」(17.2g)は約3倍、「Chandler」(10.3g)は約2倍であった(第1表)。「アメリカ」は、総

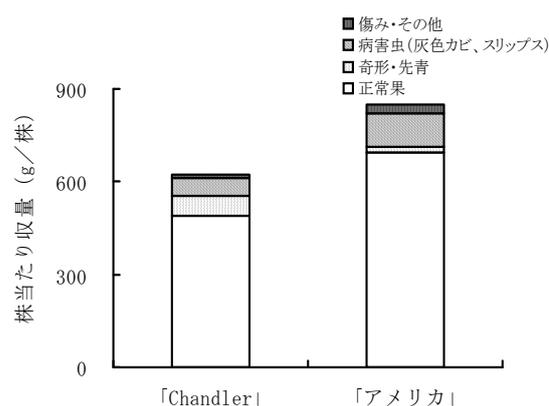
労働時間において、収穫調整にかかる時間の割合が、約58%と大きな割合を占めている。このため、果実重が「アメリカ」の約2倍の「Chandler」を栽培することで、収穫調整にかかる時間を削減することが可能となり、収穫時間の短縮による労働生産性の向上が期待される。

収穫開始時期は、「北の輝」が「アメリカ」と同時期で、他の品種はいずれも「アメリカ」より早かった(第1表)。中でも「宝交早生」は9日、「Chandler」「ベニヒバリ」は8日早かった。収穫時期が「アメリカ」より早いことは、それとの組み合わせ作付けによる労働分散や、後作である水稲作付け準備に早く着手することが可能となる。

翌年2008年度に「Chandler」のみを供試し、「アメリカ」を対照に同様の試験を行った結果、概ね同様の傾向が確認できた(第2表、第2図)。



第1図 品種・系統による病虫害等発生程度(2007年度)



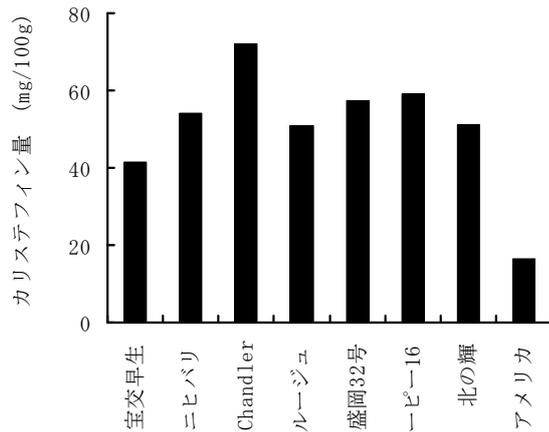
第2図 「Chandler」と「アメリカ」病虫害発生程度(2008年度)

第2表 「Chandler」と「アメリカ」の栽培特性^z (2008年度)

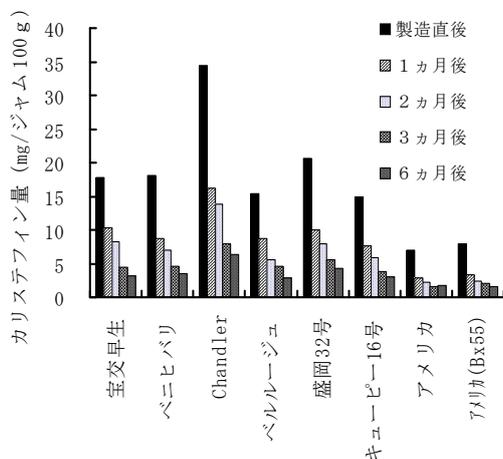
品種・系統	株当たり収量 ^y (g/株)	果数 (個/株)	平均果重 (g/個)	収穫始め
Chandler	564	58	9.7	5月1日
アメリカ	745	139	5.4	5月8日

^z 定植；2008年10月27日、栽植密度；3571株/10a、収穫調査期間は2009年5月1日から6月15日

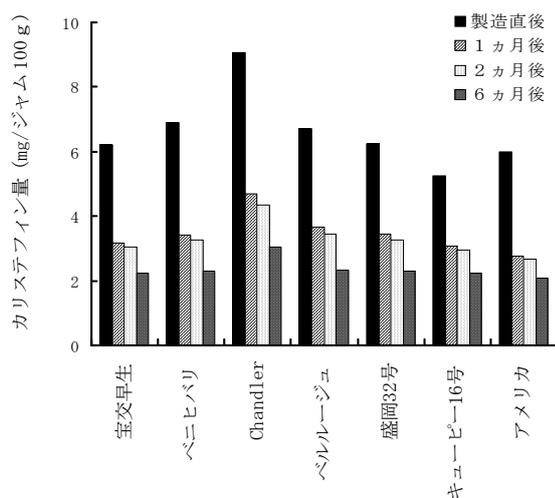
^y 調査株数は1区10株3反復、果数、果重は全果調査



第3図 品種・系統の果実色素量
2008年5月22日と5月27日に測定した平均値



第4図 品種・系統によるジャム色素量



第5図 「アメリカ」に各品種・系統を20%混用したジャム色素量

供試品種の色素量は、いずれも「アメリカ」に比べ多く、「Chandler」はその4.3倍であった(第3図)。

以上の結果から、供試7品種の中で正常果の株当たり収量、果重、収穫開始時期、果実の色素量から判断すると「アメリカ」に混用する品種として「Chandler」が最も適すると考えられる。

2 混用品種のジャム加工適性

1) 混用品種の選択

糖度55%の「アメリカ」のジャムと糖度45%の「アメリカ」のジャムを比較すると、製造直後から3ヵ月貯蔵後までは、糖度55%のジャムの方が色素量は多かった。しかし、6ヵ月貯蔵後は、違いが認められなかった(第4図)。

各品種を単独で製造した糖度45%のジャムの色素量は、全ての供試品種で「アメリカ」のジャムより多かった。製造直後の色素量は、対照の「アメリカ」のジャム(7.0mg/100g)と比較すると「Chandler」のジャム(34.5mg/100g)が約4.9倍と最も多く、次いで「盛岡32号」のジャム(20.6mg/100g)が約2.9倍の色素量であった。6ヵ月貯蔵後の色素量は、全ての供試品種において、製造直後より減少した。「Chandler」の色素量は、6ヵ月貯蔵後に供試品種の中で最も多く、「アメリカ」の約3.6倍の色素量であった(第4図)。

このように、「アメリカ」のみを用いて製造した低糖度ジャムは、製造直後から色素量が少なく、貯蔵後も色素を保つことは困難である。そこで、「アメリカ」に各供試品種を20%混用したジャムを製造し、その色素量を測定した。製造直後の色素量は、「Chandler」を混用したジャム(9.1mg/100g)が最も多く、次いで、「ベニヒバリ」(6.9mg/100g)が多かった。6ヵ月貯蔵後の色素量は、全てのジャムにおいて製造直後より減少した。「Chandler」を混用したジャムは、6ヵ月貯蔵後も供試品種の中で色素量が最も多かった(第5図)。

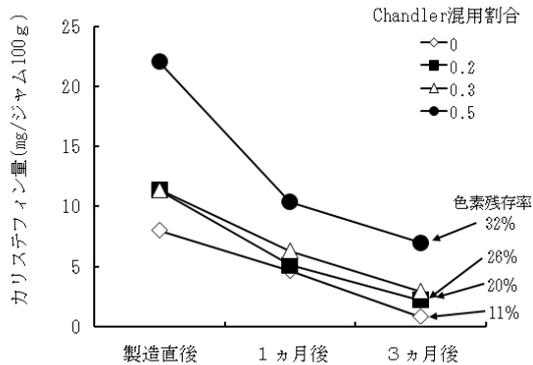
以上の結果より、栽培特性と同様に「Chandler」がジャム加工適性として最も有望であると考えられる。

2) 混用割合の検討

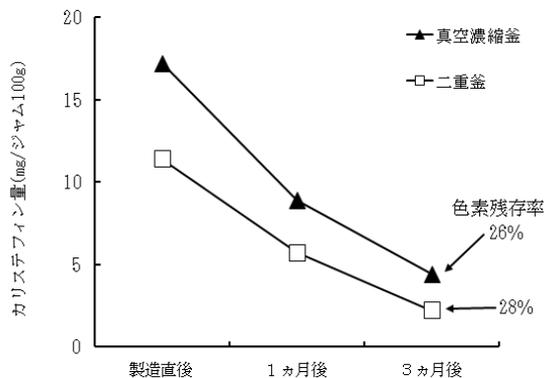
「アメリカ」に混用する「Chandler」の割合を0、20、30、50%として、糖度45%のジャムを製造し、その色素量を測定した。製造直後の色素量は、対照の混用割合0%と比較すると50%混用したジャムが約2.7倍と最も色素量が多かった。「Chandler」を20、30%混用したジャムも対照のジャムより約1.4倍の色素量であった。50%混用したジャムは、3ヵ月貯蔵後も色素量が最も多く、色素残存率は

は32%であった。20%混用したジャムと30%混用したジャムの3ヵ月貯蔵後の色素残存率は、対照の約2倍であった(第6図)。

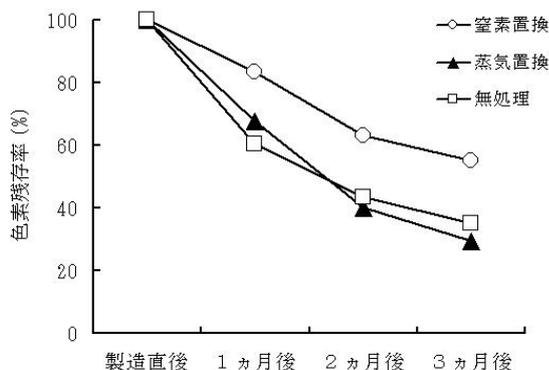
混用割合が高いほど色素量、色素残存率は高く、外見的には鮮やかな赤色であるが、「アメリカ」特有の香りが失われた。そこで、味、香りを考慮し、対照のジャムと色素量や色素残存率が変わらない量の「Chandler」を混用することとし、混用割合を20%とした。



第6図 「アメリカ」に混用する「Chandler」の割合を変えたジャム色素量の経時変化



第7図 製造方法によるジャム色素量の経時変化



第8図 ヘッドスペースのガス置換方法によるジャム色素量の経時変化

3 退色を抑える製造方法と製品の貯蔵方法

1) 製造方法の違いによる影響

退色を抑える製造方法として、真空濃縮釜と2重釜を用いてジャムの製造を行った。真空濃縮釜は、釜の中の圧力を下げることにより、沸点を下げた状態でジャムを加熱濃縮するものである。この方法を用いると原材料のビタミンや風味、素材本来の色を損なうことなく製造できる利点がある。

真空濃縮釜で製造したジャムの色素量は、製造直後も3ヵ月貯蔵後も二重釜で製造したジャムの色素量の約1.5倍であった(第7図)。この結果から、真空濃縮釜でジャム製造すると、製造直後と貯蔵後において、二重釜で製造するより色素量が高く、加熱濃縮中の色素の分解を抑制できたと考えられる。

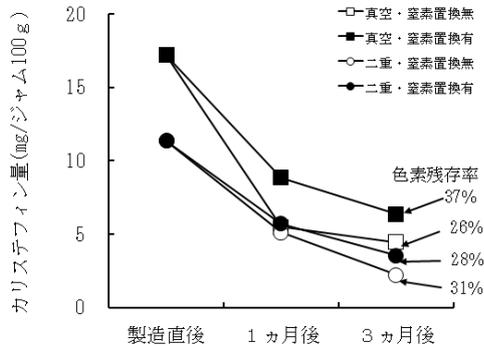
2) ヘッドスペースの置換による影響

ジャムを瓶に充填する際に、ヘッドスペースのガスを水蒸気、窒素で置換した。製造直後のジャムの色素量に違いは認められなかった。しかし、貯蔵1ヵ月後から水蒸気置換、無処理のジャムの色素量に比べ、窒素置換したジャムの色素量は高かった。この色素量の違いは、3ヵ月貯蔵後も変わらず、窒素置換の色素残存率は55%であった。一方、蒸気置換処理をしたジャムの色素残存率は29%、無処理のジャムは35%であり、窒素置換による効果が高かった(第8図)。

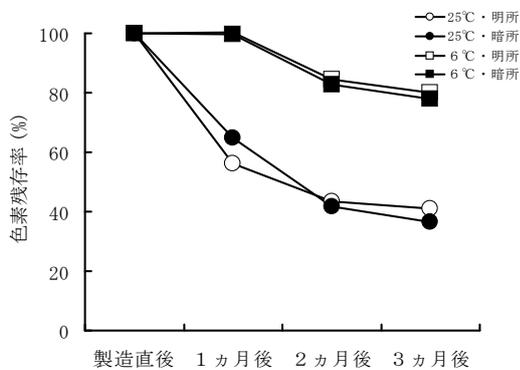
3) 製造方法とヘッドスペースの置換による影響

真空濃縮釜による製造方法とヘッドスペースを窒素置換することによってそれぞれ退色抑制効果が認められたので、両製造方法を組

み合わせることによる色素量を測定した。真空濃縮釜で製造し、窒素置換を行うと色素残存率が37%と最も退色抑制に有効であった。他の処理区では、3ヵ月貯蔵後におけるの色素量の差は小さかった(第9図)。



第9図 製造方法の違いと窒素置換の有無



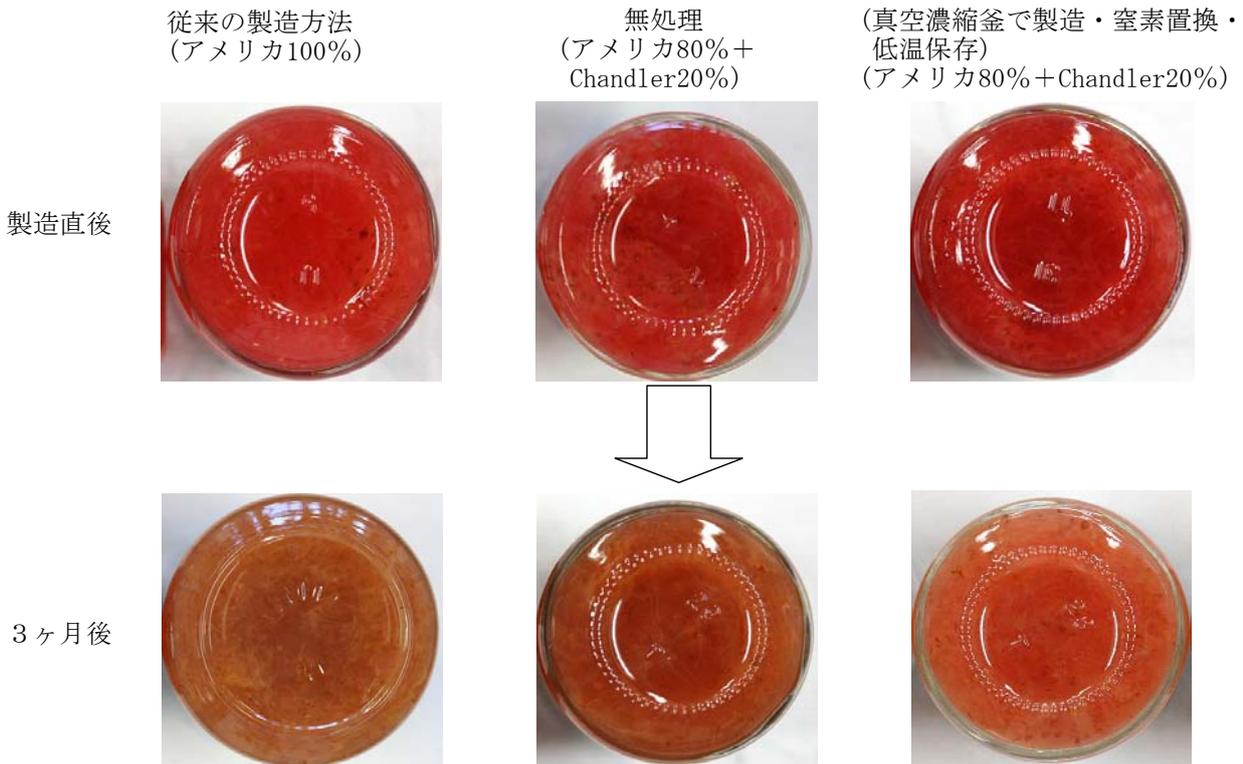
第10図 光と温度によるジャム色素量の経時変化

4) 光と温度による影響

イチゴジャム中の色素量は、低温保存と室温保存の差が室温保存の暗所と明所の差より大きく、色素の安定には光より温度の影響が大きいことが報告されている(染野・岡崎、1983)、(壺阪・西村、1991)、(松尾ら、1984)。

そこで、低温(6℃)と室温保存(25℃)における温度の影響と明所、暗所による光の影響を明らかにするため、ジャム貯蔵後の色素量の測定を行った。まず、貯蔵温度に関わらず、明所と暗所で色素量に差はなく、光による影響は認められなかった。また、1ヵ月貯蔵後から6℃で保存したジャムの方が、25℃で保存したジャムよりも色素量は高かった。3ヵ月貯蔵後の6℃のジャムの色素残存率(80%)は、25℃のジャム(40%)の2倍の色素残存率であった(第10図)。このことから、光による退色の影響は少なく、色素の安定には、光より温度の影響が大きいという前述の報告とも一致する。

以上の結果から「アメリカ」は、多収で風味に優れていることからジャム加工に適した品種であるが、果実色が薄く、低糖度のジャムを製造すると退色が起こる。そこで、真空濃縮釜を使用してジャムを製造し、ヘッドス



第11図 製造直後と3ヶ月貯蔵後のジャムの経時変化

ペースの酸素を窒素に置換した後に、6℃程度の低温輸送、低温保存を行うことで、製造から3ヵ月以内は、アメリカの香りを生かした味、鮮やかな色を損なわない商品を提供できることが明らかとなった。

第11図に、製造直後と3ヵ月貯蔵後のジャムの変化を示した。従来の製造方法に比べ、最適条件で製造したジャムの色は鮮やかな赤色を示した。

今後、「Chandler」が導入された場合、退色防止によるジャムの商品価値が高まることで、安定した取引が可能となる。また、「アメリカ」を栽培している農家にとっても「Chandler」を混用品種として導入することは、作期の分散等により既存産地の拡大も期待できる。

加工用イチゴは、女性や高齢者にも栽培しやすく、水田裏作としても作付けされ、販売価格が安定していることから経営計画が建てやすい。今後、複合経営を行う農業生産法人等において導入できる園芸品目として期待される。

摘 要

多収で、風味に優れていることからジャム加工に適した品種である「アメリカ」は、果実色が薄く、低糖度ジャムの保存中に退色が起こる。このため、「アメリカ」に混用する品種を選定するとともに、退色を抑制する低糖度ジャムの製造方法と貯蔵条件を明らかにした。

- 1 「アメリカ」に混用するイチゴを7品種・系統から選定した。収量性、果実重、果実及びジャム製造時の色素量の結果から、最も適する品種は「Chandler」であった。
- 2 「アメリカ」へ混用する「Chandler」は、混用割合が高いほど色素量、色素残存率は高く、外見上は鮮やかであるが、「アメリカ」特有の香りが失われた。味、香り、色素量、色素残存率から混用割合20%が適当であった。

- 3 ジャムを真空濃縮釜で製造し、ヘッドスペースを窒素に置換すると貯蔵後の色素量が高く、退色が抑制された。
- 4 ジャムを貯蔵温度6℃で保存すると、室温に比べて退色が抑制された。蛍光灯照射による光の退色の影響は認められなかった。

引用文献

- Victor Voth, Royce S. Bringhurst. 1982. STRAW BERRY PLANT 'CHANDLER'. The Regents of the University of California. 452. 699.
- 染野亮子・岡崎幸子. 1983. イチゴ, ラズベリー, ブルーベリーのジャム調整時及び貯蔵時におけるアントシアニン系色素の安定性. 実践女子大学家政学部紀要. 20. 17-22.
- 壺阪美智子・西村智子. 1991. いちごアントシアニン色素について—その安定性並びにぶどう果皮色素との比較— 第1報. 甲子園短期大学紀要. 10. 3-16.
- 中林敏郎・木村進・加藤博通. 1967. 食品の变色と化学. 34-58.
- 松尾美貴子・高橋和子・高橋裕子・松野智子・武田恭子・染野亮子. 1981. イチゴ果汁ゼリー及びキャンディーの貯蔵中におけるアントシアニン色素の安定性について. 実践女子大学家政学部紀要18. 17-21.
- 松尾美貴子・増子恵子・山室早苗・染野亮子. 1982. イチゴ粉末の糖液中におけるアントシアニン色素の安定性について. 実践女子大学家政学部紀要19. 13-18.
- 松尾美貴子. 1984. 低糖濃度イチゴジャムのアントシアニン系色素の安定性について. 実践女子大学家政学部紀要. 21. 45-49.
- 門馬信二・藤野雅丈・高田勝也・興津伸二. 1990. 寒冷地向きイチゴの新品種「ベルルージュ」の育成経過とその特性. 野菜・茶試報. C.1. 1-9.

大豆品種「サチユタカ」における不耕起栽培技術

池尻明彦・中司祐典

Establishment of Non-Till Soybean Culture of Soybean Variety 'SACHIYUTAKA'

Akihiko IKEJIRI and Masamichi NAKATSUKASA

Abstract. The study aimed to examine the establishment of a cultivation technique with non tillage seeding with a variety of soybean called 'Sachiyutaka' .

1 Seeding work efficiency and growth characteristics

The time required for sowing in the non-tilled cultivation technique was about 40 percent of that of the conventional method of plowing cultivation. The amount of harvested was the same as that of conventional method though the lodging level grew easily.

2 Optimal seeding time and proper planting density

The earlier the sowing time was, the larger the lodging level was. As for sowing, there was great numbers of ripening pods, with a large amounts harvested from the beginning of June to the beginning of July. However , despite an increased planting density of 10-20 plants /m² , the harvest did not increase . As for crop whit a the planting density of 10 plants/m², the stem length was short, and it was feared that loss when using the combine harvester would increase.

Therefore seeding time is from the middle of June to the beginning of July, and the plant density is 15-20plants/m² in non-tillage seeding.

3 Weed control

The decrease in the relative luminance was shorter than the conventional method of cultivation compared to non-tilled cultivation. It was also faster. In addition , the period for weed-free maintenance was short. It was thought that through that conventional method of applying suitable herbicides when there are many weeds would suppress weed growth.

Key Words : optimal seeding time, proper planting density, seeding work efficiency, weed control

キーワード : 播種適期、作業性、最適栽植密度、雑草防除

緒 言

山口県平坦部における「サチユタカ」の播種適期は、6月中旬から7月上旬である(池尻ら、2007)が、この時期は梅雨期と重なるため、事前に耕起した後、耕耘畦立同時播種を行う慣行

体系では、予定どおりに播種作業が進まないことが多い。本県の大豆作においては、組織的な取り組みが増加し、ほ場の集積が図られている中で、慣行体系では降雨の影響を受けやすく、播種遅れによる収量低下(池尻ら、2008)だけでなく、規模拡大の妨げになっており、作業面積が拡大できる効率的な栽培法の導入が求めら

れている。

こうした中、不耕起栽培は播種前の耕起・整地作業を省略し、降雨後でも早期に播種作業を行うことができる技術である（原田ら、1987）、（浜口ら、2004）ことから、県内南部（瀬戸内沿岸部）の大規模な営農を行う法人等では、専用の播種機も導入されつつある。

不耕起栽培は、慣行の耕起栽培と異なり無中耕無培土栽培であるため、中耕培土は雑草防除や倒伏の軽減に効果がある（大賀・平野、1998）とされ、不耕起栽培では雑草や倒伏の発生が問題となる恐れがある。また、慣行栽培の栽植様式が条間75cmの1畦2条であるのに対して、不耕起栽培では条間30cmの密条播であることから、耕起栽培と比較すると播種期、栽植密度が生育・収量に及ぼす影響が大きく異なると考えられる。

このことから、2007～2009年の3年間にわたり不耕起栽培について試験を行い、耕起栽培と比較した作業性及び生育特性、「サチユタカ」の安定多収を図るための適正な播種期と栽植密度について検討した。また、無中耕無培土の不耕起栽培で問題となる雑草防除についても検討を加え、若干の知見を得たので報告する。なお、不耕起栽培の播種方式には、農研センター式汎用型不耕起播種機（浜口、2004）や近中四農研式不耕起密条播種機など（窪田ら、2002）、様々なものがあるが、本試験ではM社製の不耕起部分耕播種機（条間30cm）を使用した。

材料及び方法

1 試験①：不耕起栽培の作業性と生育特性

試験は、2007年に山口市のセンター内ほ場（砂壤土）において、大豆品種「サチユタカ」を供試して実施した（以下、いずれも「サチユタカ」を供試）。播種は6月28日と7月12日に行い、条間30cm、1株1粒播（ロール式）、平畦とし、M社製MJSE18-6を使用して不耕起播種した（以下、不耕起栽培の栽植様式、使用機械は同様である）。対照として事前に耕起した後、畦幅150cm、条間75cmで耕起畦立同時播種し、生育期中耕培土を実施する慣行区を設けた。基肥は耕起前にa当たり P_2O_5 ：0.8kg、 K_2O ：0.8kgを施用した（以

下、各試験とも同様）。慣行区の中耕培土は、6月28日播種では7月25日、7月12日播種では8月8日と8月16日に行った。病虫害防除は本県の防除基準に準じて行い、試験区の面積は1区126～151 m^2 、1区制とした。

耕起～播種に係る作業速度は、20m間で測定した。生育に関する調査は、原則として大豆調査基準（大豆調査基準検討委員会1974）に基づき行い、生育期には開花期、成熟期、倒伏の多少及び松本ら（1986）の指標による莢先熟の多少を調査した。成熟期には不耕起区では8.6 m^2 、慣行区では7.2 m^2 の2カ所について株を抜き取り、うち生育が中庸な20個体について主茎長、主茎節数、分枝数、総節数、稔実莢数を調査した（以下、株分解調査）。さらに、抜き取り全株から収量を求めるとともに、百粒重や外観品質、子実成分等を調査（以下、収量調査）した。

2 試験②：不耕起播種における播種直後の大雨に対する出芽の安定化

2008年と2009年には、播種直後の大雨に対する出芽不良を回避することをねらいに、種子の種類と排水対策について検討した。試験はセンター内の不耕起小麦跡ほ場（暗きよ未設置）において、不耕起播種した。試験区の構成は、播種期、種子の処理（調湿の有無）、2009年には心土破碎の間隔を加え（第1、2表）、両年とも天気予報から直後に大雨が予想された時に播種を行った。ただし、2008年は降雨がほとんどなかったため、7月1日播種では播種13時間後から2.5時間、7月17日播種では同2時間後から4.0時間、人為的に入水して冠水処理した。なお、種子の調湿処理は、皆川の方法（2007）に従い網袋に入れた種子を水に10秒間浸漬し、1分間水を切り、ビニル袋に入れて冷暗所で1日保存

第1表 2008年における試験区の構成（試験②）

要因	水準	
播種期	7月1日	7月17日
播種から入水までの時間(hr) ²	13	2
種子の処理	調湿	無処理

²播種直後の大雨をねらいに試験を行う予定であったが、梅雨明けが早かったため、人為的に冠水を行った

第2表 2009年播種における試験区の構成（試験②）

要因	水準	
播種期	7月9日	7月24日
種子の処理	調湿	無処理
心土破碎の間隔(m)	1	3

して行った。出芽期には出芽数とともに、子葉の損傷程度を（皆川ら、2008）の方法により調査した。試験区の面積は2008年が148㎡、2009年が86㎡の1区制で行い、出芽数と子葉の損傷程度は1区内2カ所を調査した。

3 試験③：不耕起栽培における大豆「サチユタカ」の適正な播種期と栽植密度

試験は2007～2009年の3年間、センター内ほ場（砂壤土）において実施した。第3表に示すように播種期と栽植密度の処理区を設け、不耕起播種した。試験区は1区25～32㎡で、2007～2008年は1区制、2009年は2区制とした。

生育調査及び病害虫の防除は前項1に準じて行い、収量・株分解調査は2007年は5.8㎡、2008年は8.6～10.8㎡、2009年は5.4～7.2㎡の株を抜き取って行った。なお、2007年は1区2カ所について行った。また、株分解調査時には、コンバインの刈り残しが懸念される子葉節から15cmまでに着生する稔実莢数の割合（以下、下位稔実莢割合）を調査した。

4 試験④：不耕起栽培における雑草防除

供試ほ場、品種、播種期等の耕種概要は、前項1と同様にして、不耕起区と慣行区を設けた。除草剤は播種前にグリホサートアンモニウム塩を25ml/a、播種後にジメテナミド乳剤を15ml/a散布した。大豆の生育期間中に、照度計を用いて条間中央部の地表面の照度と草冠上の照度を測定した。

さらに、不耕起区では生育期茎葉処理除草剤の除草効果と薬害を調査するため、1区面積44㎡、2区制とした。第4表に示す処理区を設け、ベンタゾン液剤とキザロホップエチル水和剤を充電式加圧噴霧器で散布した。処理後に薬害を調査するとともに、残草調査として6月28日播種では8月15日、7月12日播種では8月29日に、不耕起区では0.9㎡、慣行区では1.5㎡の雑草を抜き取り乾物重を測定した。6月28日播種では、成熟期にベンタゾン液剤15ml/a区と0ml/a区について、7.2㎡の株を抜き取り収量・株分解調査を行った。

第3表 試験区の構成(試験③)

2007年			2008年			2009年		
播種期 (月/日)	栽植密度 ^z (本/㎡)	備考	播種期 (月/日)	栽植密度 ^z (本/㎡)	備考	播種期 (月/日)	栽植密度 ^z (本/㎡)	備考
5/30	15.6	1区面積	6/5	14.3	1区面積	6/8	10.7	1区面積
(5/下)	19.9	32㎡	(6/上)	17.1	29㎡	(6/上)	15.0	25㎡
	23.9			20.3			17.8	
6/18	16.5	区制:1	7/1	9.7	区制:1	7/3	18.3	区制:2
(6/中)	21.6		(7/上)	14.8		(7/上)		
	23.9			17.3				
7/12	14.9		7/11	16.5		7/23	13.6	
(7/中)	20.1		(7/中)	18.6		(7/下)	18.4	
	27.1			24.5			22.6	
				30.5				

^z栽植密度は、実際の苗立本数を示した

第4表 試験区の構成(試験④)

播種 期 (月/日)	播種法	苗立 本数 (本/㎡)	中耕培土 (月/日)	除草剤処理			処理時の状況				
				処理日 (月/日)	ベンタゾン ^z 液剤 薬量(ml/a)	キザロホップ ^z エチル水和剤 薬量(ml/a)	大豆 (葉期)	主要雑草(草高cm)			天気、時刻
						ノビエ	アメリカ	タカサ	センダングサ	プロウ	
6/28	不耕起	21.6	—	7/24	0.15	—	5	—	10	5	晴、11時30分
	慣行	19.5	7/25	無	—	—					
7/12	不耕起	18.4	—	8/15	0.15	0.30	8～9	20	10～15	10	晴、16時
	慣行	18.3	8/8、8/16	無	—	—					

^z対象草種はベンタゾン液剤がカヤツリグサ、広葉雑草、キザロホップエチル水和剤がイネ科雑草である

結果

1 試験①：不耕起栽培の作業性、生育特性

1) 不耕起栽培の作業性、出芽

耕起から播種に係る作業速度、作業時間を第5表に示した。10a当たりの作業時間は、不耕起区では5.2～6.8分、慣行区では15.4～18.0分であった。不耕起区は、事前の耕起を行わないため播種に要する時間が半分に短縮できるとともに、作業幅が1.2倍であることから、耕起区に比べ10a当たり作業時間は4割程度であった。

播種時の土壌条件と出芽について第6表に示した。不耕起区は、両播種期とも慣行区に比べ砕土率は高かった。6月27日播種では慣行区並の出芽率であったが、7月12日播種では、播種翌日の台風に伴う大雨によりほ場の広い範囲で滞水したため、ほ場の窪んだ部分を中心に発芽が劣り、出芽率は慣行栽培に比べ低かった。

2) 不耕起栽培の生育、収量

栽培法と生育、収量について第7表に示した。不耕起区は慣行区に比べ、倒伏及び莢先熟の多少が大きかった。成熟期は慣行区に比べ、2～3日遅かった。

不耕起区の収量は、6月27日播種では慣行

区並であったが、7月12日播種では稔実莢数が少なく、慣行区に比べやや少なかった。

1節当たりの稔実莢数は、慣行栽培で1.20～1.43、不耕起栽培では1.06～1.10となり、不耕起栽培で少なかった。

2 試験②：不耕起播種における播種直後の大雨に対する出芽の安定化

2008年は梅雨明けが7月6日と平年に比べ12日も早く、7月は降雨がほとんどなかった。2009年の播種後の降雨状況は、7月9日播種では、播種18時間後頃から降雨が始まり、同22時間後には時間雨量34mmの大雨となった。一方、7月24日播種では、播種直後から大雨となりほ場が冠水した。

2008年及び2009年における出芽状況について、それぞれ第8表、第9表に示した。播種から降雨（入水）までの時間が短かった2008年7月17日播種、2009年7月24日播種では、出芽率が低下するとともに、子葉の損傷程度が大きかった。調湿処理による出芽率の向上効果はいずれの播種期でも認められなかった。また、播種から入水までの時間が短く子葉の損傷程度が大きかった'08年7月17日播種と'09年7月24日播種では、調湿処理により損傷程度が軽減された。明きよからの距離、心土破碎の間隔が、出芽率、子葉の損傷程度に及ぼす影響には、一定の傾向はなかった。

第5表 耕起～播種に係る作業速度、作業時間

播種期 月/日	播種法	作業速度(m/s) ²		ほ場内 作業時間 (分/10a)	作業 幅 m	1畦 条数
		事前 耕起	播種			
6/27	不耕起	—	0.45	6.8	1.8	6
	慣行	0.42	0.40	18.0	1.5	2
7/12	不耕起	—	0.50	5.2	1.8	6
	慣行	0.49	0.47	15.4	1.5	2

²トラクタの車速は、1.8km/hに設定した

³PTOの回転数は794rpm

第6表 播種時の土壌条件と出芽

播種期 月/日	土壌 含水比 ² (%)	播種法	砕土 率 ³ (%)	出芽		出芽 率 (%)
				出芽 期 (月/日)	出芽 数 (本/m ²)	
6/27	45.0	不耕起	78.2	7/1	21.6	98.2
		慣行	67.2	7/1	19.5	98.7
7/12	50.0	不耕起	82.3	7/19	18.4	84.8
		慣行	66.4	7/17	18.3	98.6

²土壌含水比は土壌を105℃で24時間乾燥させ、水分重量(g)/土壌乾物重(g)×100で求めた

³砕土率は2cm以上の土塊の重量%、不耕起区の砕土率は耕起部分の土壌を採取して算出した

第7表 播種法が生育、収量に及ぼす影響

播種期 (月/日)	播種法	栽植 密度 (本/m ²)	成熟 期 (月/日)	倒伏 の多少 ² (0-5)	莢先熟 の多少 ³ (0-5)	主茎 長 (cm)	主茎 節数	m ² 当たり			1節 莢数 (莢/節)	収量 ⁴ (kg/10a)	同左 比率 (%)	百粒 重 (g)
								総 節数	分枝 数	稔実 莢数				
6/28	不耕起	19.4	11/4	0.3	1.9	44	13.1	831	88	910	1.09	443	100	36.1
	慣行	19.7	11/1	0	0.4	46	13.0	651	68	830	1.27	441	100	35.3
7/12	不耕起	19.4	11/5	1.5	2.7	44	13.3	671	77	709	1.06	341	94	35.5
	慣行	18.3	11/3	0	1.1	45	13.1	641	60	770	1.20	363	100	35.1

²倒伏の多少は0(無)～5(甚) (以下の図表でも同様)

³莢先熟の多少は松本ら(1986)の識別基準に、面積率で算出した(0:成熟正常、5:成熟異常、以下の図表でも同様)

⁴収量は7.3mmで篩選し、奇形粒を除いたものとし、水分15%換算した(以下の図表でも同様)

第8表 播種直後の入水が出芽に及ぼす影響(2008年)

播種期 (月/日)	入水 までの 時間 (hr)	冠水 処理 時間 (hr)	種子の 処理	種子		m ² 当たり 播種粒数 (粒/m ²)	出芽 率 ^y (%)	子葉の 損傷 程度 ^{zy}	出芽期 (月/日)
				百粒重 (g)	水分 (%)				
7/1	13	2.5	調湿	37.6	16.6	19.7	83.9 a	2.0 a	7/6
			無処理	35.8	12.9	20.1	86.2 a	0.9 a	7/6
7/17	2	4.0	調湿	39.3	20.2	20.7	82.5 a	2.8 a	7/22
			無処理	36.1	10.8	21.1	75.8 a	19.5 b	7/22

^z子葉の損傷程度は皆川ら(2008)の指標により(1:軽微な傷、2:大きな亀裂、3:子葉1枚の半分が欠けるか同程度の亀裂、4:子葉1枚を欠く、5:子葉2枚を欠く)により分類し、損傷程度 = {Σ(指数×各指数の個数) / (5×調査個体数×100)}から算出した(第9表も同様)

^y出芽率、子葉の損傷程度の同一播種期の異なる英文字間には、t検定により5%水準で有意差があることを示す

第9表 播種直後の大雨が出芽に及ぼす影響(2009年)

播種 期 (月/日)	心土破碎 間隔 (m)	種子の 処理	種子		出芽 期 (月/日)	出芽 率 (%)	子葉の 損傷 程度
			百粒重 (g)	水分 (%)			
7/9	1	調湿	38.7	16.5	7/14	84.4	—
		無処理	36.3	12.3	7/14	87.4	—
	3	調湿	38.7	16.5	7/14	87.4	—
7/24	1	調湿	38.6	17.7	7/31	72.4	6.0
		無処理	36.5	13.0	7/31	75.2	9.0
	3	調湿	38.6	17.7	7/31	71.0	3.6
		無処理	36.5	13.0	7/31	76.8	9.1

3 試験③：不耕起栽培における大豆「サチユタカ」の適正な播種期と栽植密度

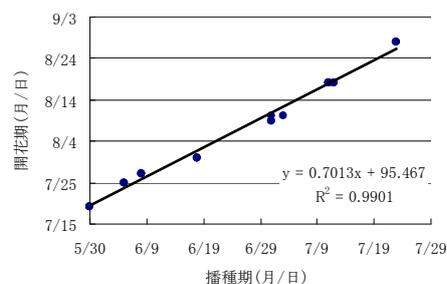
1) 気象及び生育経過の概要

(1) 2007年

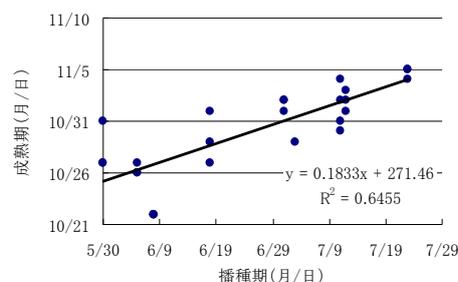
7月中旬播種では、目標苗立数を確保できない区があったが、その他の播種期では出芽は良好であった。5月下旬播種の生育はやや徒長気味で、7月中旬の台風による強風の影響で倒伏が発生した。8月上旬から中旬は晴天の日が続いたが、8月下旬は降水量が多かった。9月から10月はほとんど降雨がなく、6月中旬及び7月中旬播種では生育量は少なかった。

(2) 2008年

6月上旬、7月中旬播種区の出芽は良好であったが、7月上旬播種は目標苗立数を確保できなかった。7月6日の梅雨明け以降8月上旬まで晴天が続いて土壌が乾燥したため、7月12日、8月1、12日に畦間灌水を行った。8月下旬の大雨により、7月中旬播種の25本/m²区、31本/m²区では少～中程度の倒伏が発生した。9月～10月は天候が回復し台風の襲来もなく、登熟は順調に進んだ。病害虫の発生は少なかったものの、6月5日播種では立枯病が少程度発生した。



第1図 播種期が開花期²に及ぼす影響(2007～2009)
^zデータは栽植密度を込みにした値(第2図も同様)



第2図 播種期が成熟期²に及ぼす影響(2007～2009)

(3) 2009年

7月上旬播種では出芽は良好であったが、6月上旬、7月下旬播種では播種直後の降雨により、一部で目標苗立数を確保出来なかった。開花～登熟期にあたる8月下旬から9月下旬は、晴天が続き土壌が乾燥したため、各播種期とも粒の充実は劣った。6月上旬播種では10月上旬頃から倒伏が始まり、10月8日の台風による強風の影響で、倒伏は中程度までになった。

2) 播種期、栽植密度が生育や生育中の障害に及ぼす影響

播種期と開花期、成熟期の関係について、それぞれ第1図、第2図に示した。開花期と成熟期は、播種が遅くなるに従い順次遅れた。6月中の播種であれば、10月下旬までに成熟したが、7月上旬以降の播種では成熟期が11月に入った。各播種期とも開花期には栽植密度の違いによる差はなかったが、成熟期は栽植密度が高い区ほど遅れる傾向にあった(データ省略)。

播種期と栽植密度が、生育や生育中の障害に及ぼす影響について第10表に示した。2008年では7月中旬播種の開花前に当たる8月1、12日に畦間灌水を行ったため、主茎長は7月中旬播種でも50cm程度まで伸長し、播種期による主茎長の差はなかった。

大豆品種「サチユタカ」における不耕起栽培技術

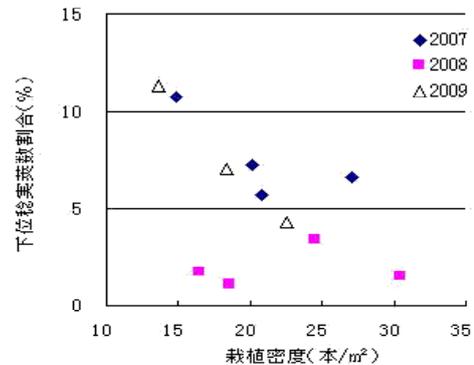
第10表 播種期、栽植密度が生育、生育中の障害に及ぼす影響

試験 年次	播種 期 (月/旬)	栽植 密度 (本/m ²)	主茎 長 (cm)	最下 着 莢高 (cm)	主茎 節数 (節)	茎径 (mm)	耐倒伏性調査 ²			倒伏 の 多少 (0-5)	莢先熟 の 多少 (0-5)
							押倒し抵 抗モーメント (g・m)	地上部自 重モーメント (g・m)	モーメント 比		
2007	5/下	16	59	8.4	15.7	10.7	—	56	—	2.5	2.8
		20	68	10.5	15.8	9.9	—	64	—	4.0	2.2
		24	74	14.0	16.0	9.3	—	78	—	4.0	3.3
	6/中	17	46	8.5	13.7	8.6	0.45	68	156	0.0	1.2
		22	46	8.7	13.7	7.9	0.40	52	138	0.0	1.4
		24	48	8.3	13.6	7.7	0.25	50	217	0.0	0.3
	7/中	15	37	10.1	13.2	7.1	0.37	57	190	0.3	0.9
		21	43	13.1	13.3	6.7	0.23	45	371	0.3	1.2
		27	42	13.0	12.9	5.9	0.20	38	311	0.3	1.1
2008	6/上	14	44	12.9	15.1	9.2	0.63	65	110	0.0	0.4
		17	49	15.2	15.6	9.1	0.49	55	122	0.5	0.4
		20	53	14.4	15.4	8.9	0.37	64	502	1.5	0.9
	7/上	10	42	12.0	14.5	8.8	0.83	82	102	0.0	0.3
		15	47	13.0	14.8	8.7	0.63	69	116	0.5	0.3
		17	49	14.5	14.4	7.7	0.58	58	145	1.0	0.6
	7/中	17	50	14.6	14.1	8.1	0.60	71	127	0.3	0.5
		19	50	15.6	13.6	7.5	0.25	58	405	0.5	0.8
		25	56	15.0	13.7	6.8	—	49	—	2.5	2.4
		31	65	19.9	13.8	6.2	—	39	—	4.0	2.6
2009	6/上	11	48	12.9	15.8	9.5	—	—	—	1.8	0.3
		15	55	14.8	15.7	8.9	—	—	—	2.5	0.3
		18	59	13.8	15.8	8.0	—	—	—	1.8	0.4
	7/上	18	46	14.0	13.8	7.8	—	—	—	0.5	0.2
		14	40	7.8	13.3	7.1	—	—	—	0.2	0.5
		18	44	10.5	13.2	6.8	—	—	—	0.2	0.3
		23	48	12.6	13.2	6.5	—	—	0.4	0.8	

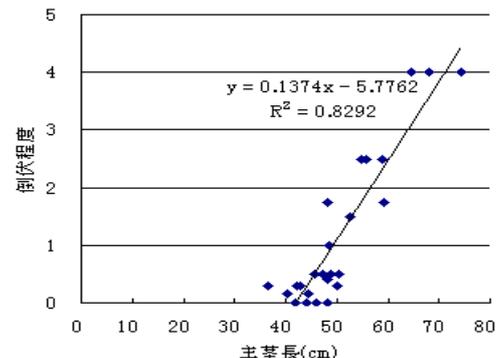
²耐倒伏性調査は、島田ら(2002)の方法により、各区10個体、1区2ヶ所について調査した。地上部自重モーメント=地上部生重(g)×重心高(m)、押倒し抵抗モーメントは押倒し抵抗(g)×押し高さ(m)、モーメント比は地上部自重モーメント/押倒し抵抗モーメントで、値が大きいほど耐倒伏性が劣ることを示す

2007年及び2009年では播種期が遅れるほど主茎長は短く、2007年の7月中旬播種では主茎長40cm以下と著しく短茎化した。また、2009年の7月下旬播種では、主茎長が短くなるとともに、茎葉の繁茂が少なく、栽植密度が低いほど田面の被覆が遅れるのが観察された。短茎化した7月中旬～下旬播種における栽植密度と下位稔実莢割合との関係を第3図に示した。主茎長が50cm程度確保された2008年では、栽植密度が17本/m²でも下位稔実莢割合は少なかったが、2007年及び2009年では栽植密度が低いほど下位稔実莢割合は多かった。

倒伏は主茎長が長い5月下旬～6月上旬播種では少～多で多かったが、6月中旬以降の播種では微以下であった。主茎長と倒伏との間には、第4図に示すように非常に高い正の相関関係が認められ、主茎長40～50cmでは倒伏1.0以下であったが、同70cmでは4.0程度であった。播種期が倒伏形質に及



第3図 7月中旬～下旬播種における栽植密度が下位稔実莢割合に及ぼす影響



第4図 主茎長が倒伏に及ぼす影響

ぼす影響には一定の傾向はなかったが、各播種期とも栽植密度が高いほど地上部自重モーメントは小さい傾向があるものの、押し倒し抵抗モーメントが小さく、耐倒伏性の指標となる押し倒しモーメント比は大きかった。

莢先熟では倒伏が多かった2007年5月下旬播種と2008年7月中旬播種を除き、倒伏の発生程度は小さかった。同一播種期でみると、密植ほど発生程度が大きくなる傾向があった。

3) 播種期、栽植密度が収量、品質に及ぼす影響

播種期、栽植密度が収量、収量構成要素に及ぼす影響について第11～13表に示した。稔実莢数は6月上旬から7月中旬播種で多く、収量も多かった。5月下旬播種では総節数が、6月上旬から7月中旬播種並であったが、稔実莢数が少なく、7月下旬播種では、稔実莢数の減少と百粒重の低下により、それぞれ低収であった。栽植密度についてみると、5月下旬播種では密植ほど1莢粒数が少なく、24本/㎡区は16～20本/㎡区に比べ減収した。6月上旬播種では、栽植密度11～20本/㎡の間には収量に差はなかった。6月中旬から7

第11表 播種期、栽植密度が収量、収量構成要素に及ぼす影響(2007年)

播種期 (月/旬)	栽植密度 (本/㎡)	㎡当たり			不稔 莢数割合 (%)	全重 (kg/a)	収量 (kg/a)	同左 比率 (%)	屑重 率 (%)	一莢 粒数 (粒)	百粒 重 (g)
		総節 数	分枝 数	稔実 莢数							
5/下	16	677	88	786	15.3	79.5	35.7	76	7.9	1.42	34.8
	20	754	112	815	10.2	85.4	36.1	77	8.6	1.38	35.4
	24	858	112	784	9.8	77.1	29.5	63	9.8	1.14	36.6
6/中	17	720	87	944	12.0	86.4	47.0	100	6.2	1.44	36.8
	22	725	82	862	9.0	79.7	41.0	87	9.0	1.43	36.5
	24	800	93	943	11.4	79.9	40.9	87	8.8	1.33	35.8
7/中	15	634	68	863	9.9	74.1	44.4	95	4.1	1.49	35.9
	21	718	81	799	10.8	72.7	41.6	89	5.1	1.56	35.3
	27	740	72	778	9.3	67.4	37.3	80	6.6	1.47	35.1
分散 分析 ^z	播種期(A)	**	**	*	*	*	**	—	**	**	ns
	栽植密度(B)	**	*	ns	**	ns	*	—	**	**	ns
	A×B	ns	*	ns	*	ns	ns	—	ns	*	ns

^z分散分析は、*、**はそれぞれ5%、1%水準で有意差があることを示す(第13表も同様)

第12表 播種期、栽植密度が収量、収量構成要素に及ぼす影響(2008年)

播種期 (月/旬)	栽植密度 (本/㎡)	㎡当たり			不稔 莢数割合 (%)	全重 (kg/a)	収量 (kg/a)	同左 比率 (%)	屑重 率 (%)	一莢 粒数 (粒)	百粒 重 (g)
		総節 数	分枝 数	稔実 莢数							
6/上	14	722	72	766	11.4	69.4	34.8	87	5.8	1.39	34.7
	17	933	98	837	14.3	77.9	36.6	91	6.7	1.43	32.6
	20	1012	106	940	11.8	76.7	35.1	88	8.1	1.22	33.3
7/上	10	509	54	768	17.6	66.5	37.5	94	4.4	1.51	33.9
	15	691	84	892	13.4	77.3	40.0	100	7.7	1.43	34.1
	17	652	74	910	10.5	74.3	37.5	94	9.8	1.40	32.7
7/中	17	528	50	814	8.0	75.3	42.9	107	3.2	1.63	33.5
	19	531	47	776	10.8	66.6	37.9	95	3.2	1.49	34.0
	25	597	50	874	9.2	76.4	41.2	103	4.5	1.38	35.9
	31	625	39	559	12.6	67.9	34.5	86	6.1	1.88	34.9

第13表 播種期、栽植密度が収量、収量構成要素に及ぼす影響(2009年)

播種期 (月/旬)	栽植密度 (本/㎡)	㎡当たり			不稔 莢数割合 (%)	全重 (kg/a)	収量 (kg/a)	同左 比率 (%)	屑重 率 (%)	一莢 粒数 (粒)	百粒 重 (g)
		総節 数	分枝 数	稔実 莢数							
6/上	11	596	60	888	9.9	89.0	53.2	108	2.3	1.73	35.4
	15	752	73	1021	11.6	90.4	51.6	105	2.7	1.49	34.9
	18	690	75	927	11.9	87.1	47.9	97	4.1	1.59	33.9
7/上	18	630	73	856	19.7	82.6	49.1	100	2.1	1.67	35.2
	14	580	80	762	12.2	66.5	38.4	78	5.7	1.63	32.8
	18	589	77	700	16.5	65.0	36.8	75	5.6	1.71	32.6
7/下	23	673	79	778	17.9	65.3	36.1	73	6.7	1.51	32.9
	分散 分析 ^z	播種期	ns	ns	ns	ns	*	—	*	ns	**
栽植密度	6/8播種	ns	ns	ns	ns	ns	ns	—	ns	ns	ns
	7/23播種	ns	ns	ns	ns	ns	ns	—	ns	ns	ns

^z分散分析は、播種期については6月8日播種が栽植密度15本、7月18日播種及び7月23日播種が同18本で行った

月中旬播種では、10～20本/m²に差はなく、20本/m²以上に栽植密度を高めても稔実莢数の増加は小さく、一莢粒数、百粒重の減少により収量がやや低下する傾向にあった。7月下旬播種では、栽植密度14～23本/m²に収量の差はなかった。

播種期、栽植密度と外観品質、子実成分について第14表に示した。外観品質は2007年では5月下旬から6月中旬播種において裂皮の発生が多く、7月中旬播種に比べて劣った。2008年及び2009年では7月上旬から中旬播種の外観品質は優れ、6月上旬播種は扁平未熟粒の混入が多く外観品質はやや劣った。7月下旬播種は未熟粒の混入が見られたが、品質の低下はなかった。各播種期とも、栽植密度が外観品質に及ぼす影響はほとんどなかった。

子実成分は2009年の6月上旬播種で粗脂肪含有率が有意に高まったを除き、播種期、栽植密度による影響は小さかった。

第14表 播種期、栽植密度が外観品質に及ぼす影響

試験年次	播種期 (月/旬)	栽植密度 (本/m ²)	外観品質 ² (1-7)	子実成分 ³ (%)		登熟期間中の 平均気温 ⁴ (°C)
				粗蛋白	粗脂肪	
2007	5/下	16	6.0	44.9	20.9	25.1
		20	6.0	44.9	20.8	25.1
		24	6.0	45.6	20.5	24.7
	6/中	17	6.0	44.9	20.3	24.6
		22	6.0	45.4	20.4	24.4
		24	6.0	45.0	20.6	24.8
	7/中	15	4.0	44.0	20.2	23.4
		21	3.0	44.4	20.1	23.4
		27	3.0	44.5	20.0	23.1
2008	6/上	14	4.0	42.8	20.8	24.1
		17	4.0	42.3	21.0	24.1
		20	3.0	42.6	20.5	24.0
	7/上	10	3.0	43.3	20.0	22.4
		15	3.0	43.0	20.2	22.4
		17	3.0	42.1	20.5	22.4
	7/中	17	3.0	41.8	20.7	22.0
		19	3.0	43.2	19.9	21.9
		25	3.0	44.2	19.5	21.7
2009	6/上	11	4.0	43.5	20.5	23.5
		15	4.0	44.2	20.4	23.5
		18	4.0	43.6	20.5	23.5
	7/上	18	2.5	44.5	19.8	22.2
		14	3.0	44.2	19.2	20.1
		18	3.0	44.0	19.5	20.2
7/下	23	3.0	45.0	19.2	20.1	

²外観品質は1(上上)～7(下)で、3が概ね1等の下限になるようにした

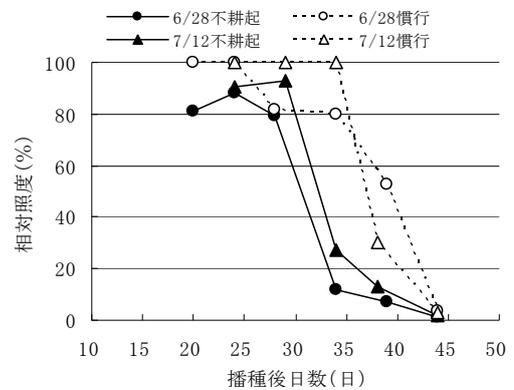
³子実成分はNIRECO製スペクトロフオトメーターで測定した

⁴登熟期間中の平均気温は、アメダスデータ(山口市周布町)から求めた

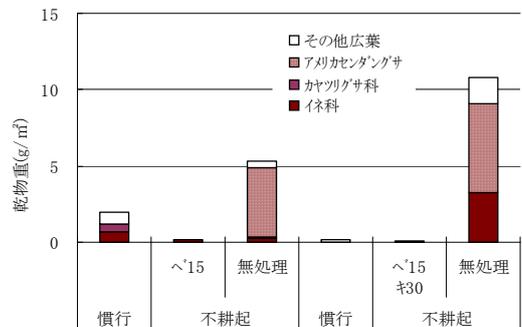
4 試験④ 不耕起栽培における雑草防除

播種期、栽培法と相対照度の推移について第5図に示した。不耕起区は慣行区に比べ相対照度の低下が早く、雑草の生育が抑制される10%以下になるのは、6月28日播種では播種後35日頃、7月12日播種では同40日頃であり、慣行区に比べ5～10日程度早かった。しかし、アメリカセンダングサには土壌処理剤の効果が不十分であり、開花期頃から株間に大株が目立つようになった。

第6図には生育期除草剤の除草効果について、第15、16表にはベンタゾン液剤の大豆に対する薬害を示した。イネ科対象のキザロホップエチル水和剤は、薬害がなく、イネ科雑草に対する効果も高かった。ベンタゾン液剤のアメリカセンダングサ、タカサブロウに対する除草効果は、両播種期とも高く、残草はほとんどなかった。ベンタゾン液剤の大豆に対する薬害は、処理時に展開していた大豆の葉に色抜け、縮葉などの症状が発生した。6月28日播種では、生育抑制が強く現れ、15ml/a区で散布後の主茎長、草高が低かった。収量には差がなかったものの、成熟期の主茎長は短かった。



第5図 播種期、耕起法と相対照度^zの推移
^z相対照度は条間中央部の地表面の照度を測定し、草冠上の照度を100とした比率で求めた



第6図 播種期、耕起法、除草剤処理と除草効果
^z処理区のへいはベンタゾン、キはキザロホップエチル水和剤を、数字は薬量(ml/a)を示す

第15表 ベンタゾン液剤の処理量が大豆の薬害、初期生育に及ぼす影響

播種期 (月/日)	ベンタゾン 処理薬量 (ml/a)	薬害症状	主茎長(cm)		草高(cm)	
			+7 ^z	+14 ^z	+7 ^z	+14 ^z
6/28	15	色抜け、縮葉、 生育抑制	28(91) ^z	39(88) ^z	41(88) ^z	56(87) ^z
	0	無	31	44	47	64
7/12	15	色抜け、縮葉	—	—	—	—
	0	無	—	—	—	—

z)+7、+14はそれぞれ処理後7日、14日、括弧内の数字は無処理区対比

第16表 6月28日播種におけるベンタゾン液剤の処理量が大豆の生育、収量に及ぼす影響

ベンタゾン 処理薬量 (ml/a)	主茎 長 (cm)	茎径 (mm)	最下着 莢高 (cm)	主茎 節数 (節)	総節 数 (節/m ²)	分枝 数 (本/m ²)	稔実 莢数 (莢/m ²)	不稔莢 割合 (%)	全重 (kg/a)	収量 (kg/a)	百粒重 (g)
15	39	7.6	11.8	12.8	673	76	787	11.1	79.5	43.1	36.5
0	44	7.7	13.4	13.1	831	88	910	10.5	86.3	44.3	36.1
薬量0ml/a 対比(%)	89	98	88	98	81	86	86	106	92	97	101

考 察

1 不耕起栽培の作業性と生育特性

1) 不耕起栽培の作業性と出芽

不耕起栽培では慣行の耕起栽培に比べ、10 a 当たりの作業時間が4割程度に削減でき、播種可能面積の拡大が可能な栽培法である。

出芽についてみると、出芽の良否に大きく影響する砕土率は、耕起栽培に比べて不耕起栽培で高く、これは本試験に使用した不耕起播種機が、播種部分のみを8本の耕耘爪で耕起播種する構造を有するからと推察される。不耕起栽培と耕起栽培の出芽率は、同程度であるものの、播種後の大雨により、不耕起栽培では出芽率が低下しやすい問題点が認められた。不耕起栽培はほ場を耕起しないため土壌表面が緻密であり、降雨による水が下方方向に浸透しにくく、雨水が土壌表面にたまりやすい(皆川、2007)。また、トラクタ、コンバインなどのラグ跡による凹凸がほ場に残るため、滞水する危険性が高い。大豆の播種適期は梅雨期であることから、滞水しやすい不耕起栽培では排水対策が特に重要である。不耕起栽培の冠水害について、(濱田ら、2007)は弾丸暗きよ、ほ場内明きよ、播種溝底に設けたスリットを連結した簡易排水システムにより回避出来ることを明らかにしている。本試験では大豆の出芽と額縁明きよからの距離と心土破碎の間隔について検討したが、出芽

率及び子葉の損傷程度に一定の傾向は認められなかった。この原因として、供試したほ場が暗きよ未設置であったことと大雨や入水など極端な条件下での試験であったことから額縁明きよ、心土破碎だけでは排水が進まず、出芽率の低下、子葉の損傷が抑えられなかったと考えられる。

播種直後の冠水による出芽不良は、種子の急激な吸水が原因であり、種子水分を予め15%程度に高めた調湿種子を利用することで改善されることが示されている(皆川ら、2007)、(中山ら、2004)。また、調湿処理の効果については、播種後8時間以内にほ場が加湿状態になった場合に限られるとされる(皆川ら、2008)。本試験でも、両年とも播種から大雨(入水)までの時間が短い場合には、調湿処理により出芽率がやや向上し、子葉の損傷程度が軽減されたものの、時間が長い場合には調湿処理の効果は認められなかった。

大豆の播種期である6月中旬～7月中旬は大雨が多く、特に近年は集中豪雨を引き起こすような大雨が頻繁に発生し、本試験で示したように額縁明きよ、弾丸暗きよ、ほ場内明きよだけでは排水が追いつかない場合がある。不耕起栽培は平畦で降雨により滞水しやすいことから、播種直後に大雨が予想される場合には、播種しないのが望ましい。ただし、作業上やむを得ず播種する場合には、排水対策とともに調湿種子を使用するなどの対策を講じる必要がある。

2) 不耕起栽培の生育、収量

不耕起栽培は中耕培土しないことから、慣行の耕起栽培に比べて、倒伏が多くなりやすい。倒伏は稔実莢数、百粒重などの減少をもたらす収量を低下させる（斎藤ら、2004）ことから、不耕起栽培では次項2に示すように播種期に応じた適正な栽植密度を確保し、極端な密植にしないことが重要である。また、不耕起栽培は耕起栽培に比べ、莢先熟も多かった。莢先熟の多少は1節当たりの稔実莢数と負の相関関係がある（井上、2005）とされ、本試験でも第7表に示すように不耕起栽培で1節当たり稔実莢数が少なかったことが影響したと考えられる。

栽植密度が近い条件では、不耕起栽培の収量は耕起栽培と同等以上であるとされる（浜口、1998）。本試験でも6月28日播種では、不耕起栽培と慣行の耕起栽培は稔実莢数、百粒重が同程度確保され収量には差はなかった。7月12日播種では、稔実莢数が少なく収量は低下したが、大豆は出芽苗立しても、出芽時の酸素不足が収量にまで影響する（有原、2000）ことから、播種直後に滞水したことが、収量の低下に大きく影響したものと考えられる。

これらのことから、不耕起栽培は慣行の耕起栽培に比べて倒伏、莢先熟の生育中の障害はやや発生しやすいものの、播種直後の滞水を回避することで、耕起栽培並みの収量、品質が得られるものと考えられる。

2 不耕起栽培における「サチユタカ」の播種適期と適正な栽植密度

1) 不耕起栽培の播種適期

不耕起栽培では、前項1で示したように無中耕無培土栽培であることから、特に倒伏に注意する必要がある。中耕培土は雑草防除とともに、倒伏を軽減する効果がある（大賀ら、1988）とされ、「サチユタカ」の耕起栽培では、中耕培土を行うことで播種期に関わりなく、倒伏程度は無～微でほとんど問題とならない（池尻ら、2007）。極端な倒伏は収量の低下、コンバインの刈り残しの増加を引き起こすだけでなく、本試験では莢先熟の発生も

多く、汚損粒の発生や収穫遅れにつながるものが懸念される。本試験で行った不耕起栽培の倒伏程度は、6月中旬以降の播種では無～微であったものの、5月下旬と6月上旬播種では、年次によっては中～多となり発生が多かった。第4図で示したように主茎長が長いほど倒伏が多くなる関係が認められることから、主茎長が長くなりやすい早播を避けることで、倒伏を軽減できると考えられる。また、5月下旬播種は、倒伏とともに莢先熟の発生も多いことから、不耕起栽培には適さないと考えられる。

コンバインの刈り残しは主茎長が50cm以上であれば、5%以下に抑えることができるとされる（原ら、2001）。また、「サチユタカ」で行った試験では、コンバインの刈り残しを5%以下に抑える主茎長の目安は、45～50cm程度である（池尻ら、2007）。主茎長は播種期が早いほど長く、7月上旬までの播種であれば主茎長45cm程度を確保できるが、7月中旬以降の播種では年次によっては、40cm以下になり短茎化が著しく（第10表）、コンバインの刈り残しが増加することが懸念される。

一般に、大豆の早播栽培では生育量は増加しやすいが、倒伏や過繁茂により収量は低下しやすい。一方、遅播きでは生育量が少ないため、収量は低下しやすい。本試験でも5月下旬播種は生育量が多く、7月中旬頃には倒伏し、稔実莢数が少なく収量は低下した。7月下旬播種では、総節数及び稔実莢数が減少する傾向があるとともに、百粒重の低下により収量は低下した。6月上旬～7月中旬までの播種であれば、稔実莢数が確保され収量は安定して優れると考えられる。

2007年は5月下旬播種とともに、6月中旬播種でも裂皮粒の発生が多くみられ、外観品質が大きく低下した。「サチユタカ」は裂皮粒が発生しやすく（高橋ら、2004）、発生は早播（朝日、1981）ほど、百粒重が大きいほど多い（池尻ら、2007）。「サチユタカ」の耕起栽培で行った試験では、裂皮粒の発生は6月上旬までの播種で多く、6月中旬以降の播種では発生は少ない（池尻ら、2007）。2007年における裂皮粒の発生は、百粒重が35～37gと他の年次に比べ重かったことが大きく影

響したと推察される。また、6月上旬播種では2008年、2009年の両年とも扁平未熟粒が混入し、外観品質が低下したことから、早播を避け、6月中旬以降の播種とすれば外観品質の低下は少ないものと考えられる。

子実中の脂肪含有率は、登熟期間中の気温と正の相関関係がある（小島ら、1985）。本試験でも、2009年では登熟期間中の気温が高い6月上旬播種で、粗脂肪含有率が高かった。6月中旬以降の播種であれば、子実成分の変動を小さくできると考えられる。

これらのことより、倒伏、茎長の確保、収量、外観品質、子実成分からみた「サチユタカ」の不耕起栽培における播種期は、耕起栽培と同じ6月中旬～7月上旬が適すると考えられる。また、県内平坦部では、大豆は小麦と輪作される場合が多く、大豆の収穫と小麦の播種が競合するのを避ける必要がある。播種適期上限である7月上旬までの播種であれば、成熟期は11月1～5日頃であることから、コンバイン収穫開始適期は、成熟期後7日頃（鳥居ら2009）の11月8～12日頃であり、小麦の播種適期前には収穫を終えることが可能である。ただし、第2図で示したように栽植密度が高くなると成熟期が遅れることや倒伏が多くなると莢先熟の発生が多くなることに注意しなければならない。

2) 不耕起栽培の播種期に応じた栽植密度

今まで見てきたように、不耕起栽培の播種適期は、6月中旬～7月上旬であるが、この時期は梅雨期にあたり、計画的に播種作業が進まず、作付け規模も拡大していることから、播種は梅雨入り前の6月上旬、あるいは7月中～下旬になることが予想される。このことから、以下では不耕起栽培における播種期に応じた栽植密度について、播種適期の6月中旬～7月上旬だけでなく、早播の6月上旬、晩播の7月中～下旬の3播種期に分けて考察する。

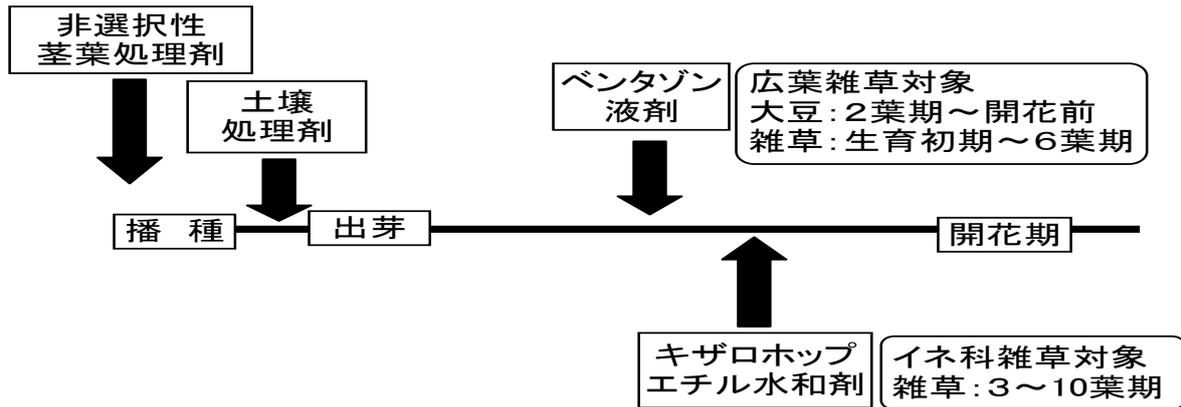
6月上旬播種では、栽植密度10～20本/㎡の間に収量の差はなかったが、第10表に示すように倒伏が発生しやすい。試験を行った2007年～2009年の3年間は、台風等の強風の影響は小さく、倒伏は比較的軽かった年であ

る。倒伏は主茎長が長いほど多く（第4図）、主茎長は栽植密度が高くなるほど長くなる関係がある（第10表）。主茎長60cmでは倒伏程度2.5であり、栽植密度が20本/㎡では、主茎長が60cm程度となり、第10表に示すように倒伏耐性の指標となるモーメント比も急激に大きくなることから、6月上旬播種では、倒伏を軽減するため栽植密度を抑えた10～15本/㎡が適すると考えられる。

播種適期である6月中旬～7月上旬播種の収量は、栽植密度10～20本/㎡の間に差はなく、20本/㎡以上に高めても増加しなかった。ただし、「サチユタカ」の耕起栽培では栽植密度10本/㎡では稔実莢数が少なく、収量が低下する（池尻ら2007）とされ、2008年では稔実莢数が少ない傾向があることから、収量を安定的に確保するには栽植密度を15本/㎡以上とするのが望ましい。また、コンバイン収穫の面からみると主茎長45～50cm程度を確保するのが望ましいが、第10表に示すように、2008年の7月上旬播種の栽植密度10本/㎡では主茎長42cmで、主茎長45cm以上を確保するには15本/㎡以上が必要である。

7月中～下旬播種では、栽植密度15本/㎡でも稔実莢数が確保され、収量は20本/㎡と差はなかった。播種期が遅れると、茎長が短くなりコンバインの刈り残しが多くなることが懸念される。コンバインの刈り残しの目安となる下位稔実莢割合は、栽植密度15本/㎡では10%以上となり、20本/㎡では6%程度に軽減される（第3図）。また、7月下旬播種の15本/㎡では20本/㎡に比べ、茎葉の繁茂が少なく、雑草の発生量が多くなることが懸念されることから、20本/㎡程度が適する。

これらのことより、播種期に適した栽植密度は、6月上旬播種では倒伏しやすいので10～15本/㎡程度に抑え、播種適期である6月中旬～7月上旬播種では15～20本/㎡程度とする。播種期が遅れた7月中～下旬播種では、コンバインの刈り残しを軽減するとともに、茎葉の繁茂を早めるため、20本/㎡程度を確実に確保する必要がある。



第7図 不耕起栽培の除草体系(模式図)

3 不耕起栽培における雑草防除

大豆の耕起栽培における雑草防除は、播種直後の土壌処理剤と中耕培土で行うのが一般的である。しかし、不耕起栽培は、条間30cmで無中耕無培土栽培であることから、土壌処理剤の効果及び抑草期間が変動しやすい梅雨期の播種では、後発生の雑草が問題となる。

大豆は茎葉の繁茂による雑草防除が可能であり、密条により雑草量が減少し、雑草抑制効果が高まるとされる(中谷・野田、1991)、(大段ら、2005)。本試験でも、密条である不耕起栽培は、慣行栽培に比べ相対照度が10%以下になるのが5~10日程度早く、必要除草期間が短かった。6月28日播種の残草はアメリカセンダングサのみであり、土壌処理剤の効果が高ければ、茎葉の繁茂により雑草の生育が抑制可能であると考えられる。前項2でみたように、7月中旬~下旬播種では茎葉の繁茂が少ないことから、栽植密度を高めることが雑草防除での点からも重要である。

次に、生育期の茎葉処理除草剤の効果と薬害について考察する。イネ科雑草対象のキザロホップエチル水和剤は、大豆に対する薬害がなく除草効果も高く、高い実用性が認められた。この除草剤の処理適期幅は、イネ科雑草の10葉期までで適期幅が広く、従来のイネ科対象剤に比べると使用しやすい。ただし、従来の剤と同様に水稻には薬害を生ずるので、ドリフトしないように注意するとともに、団地化を図るなど散布しやすい環境を確保する必要がある。

一方、ベンタゾン液剤については、2005年に

「だいず」に対して登録拡大され、感受性の品種間差があることが示されている。「サチユタカ」のベンタゾンに対する感受性は、中間的で問題となるような薬害は発生しないとされる(澁谷ら、2006、岡部ら、2006)。本試験でも収量にはベンタゾン液剤の散布による影響はなかったが、6月28日播種では主茎長は短かった。ベンタゾンの作用点は光合成阻害である(嶺・松中、1973)ことから、光合成が高まる条件で薬害は強く現れる。6月28日播種では処理時刻が午前11時30分で、日射量が多く、しかも気温が高い条件であったことが影響し薬害が強く発生したものと推察される。また、感受性の高い「タチユタカ」での試験ではあるが、薬量が2倍量で初期薬害が増加した事例もある(澁谷ら、2006)ことから、日中を避けて散布するか、日射が強く、気温の高い条件下での散布時には、重複散布しないよう十分注意する必要がある。本試験の供試ほ場では、主要な広葉雑草はアメリカセンダングサ、タカサブロウであったため、ベンタゾン液剤の散布により残草はほとんどなかった。しかし、ベンタゾン液剤は、アカザ科、ヒユ科、トウダイグサ科には除草効果は劣るとされ、処理適期幅は雑草葉齢6葉期までで期間が短いので、散布前には草種を見極め、速やかに防除することが重要である。

以上のように、土壌処理剤の効果が不十分で、後発生の雑草が多くなる場合でも、第7図に示す除草体系のように、草種に応じた生育期の茎葉処理除草剤を散布することで、中耕培土した慣行栽培並に雑草の発生を抑えることが可能である。

摘 要

不耕起栽培について慣行の耕起栽培と比較した作業性及び生育特性、「サチユタカ」の安定多収を図るための適正な播種期と栽植密度、雑草防除について検討した。

- 1 不耕起栽培の播種に要する作業時間は、慣行の4割程度に削減される。土壌水分が高い条件でも砕土率は高いが、ほ場表面に滞水しやすく、播種直後に大雨があると出芽が劣る。不耕起栽培は、中耕培土をしないうえ、倒伏程度は大きくなりやすいが、収量は慣行並である。
- 2 不耕起栽培の播種期は6月中旬～7月上旬、栽植密度は15～20本/m²程度が適する。6月上旬に播種する場合には茎長が長く倒伏しやすいので、10～15本/m²程度に栽植密度を抑える。7月中～下旬に播種する場合には、短茎化に伴うコンバインの刈り残しを軽減するとともに茎葉の繁茂が少なく雑草の発生を抑制するため、20本/m²程度を確実に確保する。
- 3 不耕起栽培は条間30cmの密条播であることから、大豆茎葉による畦間の被覆が早く、慣行の耕起栽培に比べ相対照度の低下が早く、必要除草期間は短い。ただし、後発生の雑草が多い場合には、草種に合った茎葉処理除草剤を散布することで、中耕培土した慣行栽培並に雑草の発生を抑えることが出来る。

引用文献

有原丈二. 2000. ダイズ安定多収の革新技術. p 69- 80. 農文協. 東京.

朝日幸光. 1981. ダイズ品種の種皮の亀裂(裂皮)について 第1報 播種期・栽植密度の相違による裂皮粒数歩合の差異. 東北農業研究. 29. 111-112.

濱田千裕・釋一郎・澤田恭彦・小島元. 2007. ダイズ不耕起播種栽培における出芽期の冠水害回避技術の開発. 日作紀. 76 (2). 219-225.

浜口秀生・中山壮一・梅本雅. 2004. 汎用型不耕起播種機による大豆不耕起狭畦栽培マニュアル. 中央農研研究資料. 5. 1-21.

浜口秀生. 1998. 水稲・麦・大豆の多収・省力生産をねらいとした水田輪作技術の体系化. 農研センター資料. 37. 163-166.

原令幸・竹中秀行・関口健二・原圭祐・玉木哲夫. 2001. 大豆のコンバイン収穫と汚粒防止対策. 北海道立農試集報. 80. 45-54.

原田皓二・今林惣一郎・真鍋尚義・大隅光善・古城斉一. 1987. 転換畑大豆の不耕起播種栽培. 福岡農総試研報. A-6. 53-58.

池尻明彦・岡本賢一・中司祐典・吉永巧・中山暁子・小林行高・金子和彦・岩本哲弥・村山英樹. 2007. 大豆品種「サチユタカ」の機械化体系に対応した栽培技術 第1報 播種期および栽植密度. 山口農試研報. 56. 51- 61.

池尻明彦、中司祐典、中山暁子、小林行高. 2008. 晩播栽培ダイズ「サチユタカ」のコンバイン収穫に適した栽植密度、栽植様式、近畿中国四国農業研究成果情報.

井上健一. 2005. 福井県におけるダイズ青立ち現象の発生実態と発生要因. 日作紀. 74 (別1). 374-375.

小島久恵・松本重男・島野至. 1985. ダイズ品種フクユタカの子実たんぱく質に及ぼす栽培条件の影響. 日作九支報. 52. 55-58.

窪田潤・石田茂樹・亀井雅浩・吉田智一・竹田博之・土屋史紀. 2002. 中耕ロータリを利用した大豆のトリプルカット不耕起播種機. 近畿中国四国農業研究成果情報.

松本重男・古屋忠彦・松永亮一. 1986. ダイズにおける成熟異常個体の発生実態ならびにその識別規準について. 日作紀. 55(3). 333-338.

皆川博. 2007. 種子の加湿処理による大豆の湿害回避技術. 農業および園芸. 82. 757-763.

皆川博・弓野功・渡邊好昭. 2008. 播種時のダイズ種子水分が加湿条件下における出芽および生育に及ぼす影響. 日作紀. 77 (別1). 78-79.

嶺昭彦. 松中昭一. 1973. 新除草剤ベンタゾンの作用機構と選択性機構. 雑草研究. 12 (別). 82-84.

- 中谷敬子・野口勝可. 1991. 転換畑の大豆不耕起栽培における栽植様式の差異が雑草の抑制効果に及ぼす影響. 雑草研究. 30 (別). 170-171.
- 中山則和・橋本俊司・島田信二・高橋幹・金榮厚・大矢徹治・有原丈二. 2004. 冠水ストレスが発芽時のダイズに及ぼす影響と種子含水率調節による冠水障害の軽減効果. 日作紀. 73(3). 323-329
- 大段秀記・住吉正・小荒井晃. 2005. ダイズ「サチユタカ」の狭畦密植栽培と除草剤による無中耕・無培土での安定雑草防除. 日作九支報. 71. 30-32.
- 大賀康之・平野幸二・三善重信. 1988. 転換畑大豆圃の雑草防除—特に中耕・培土による除草効果について—. 福岡農総試研報. A-7. 57-60.
- 岡部昭典・菊池彰夫・猿田正恭. 2006. 温暖地におけるダイズのベンタゾン薬害に関する品種間差異. 日作四国支報. 43. 44-45.
- 斎藤邦行・北原利修・黒田俊郎. 2004. 時期別倒伏処理がダイズの子実収量に及ぼす影響—エンレイを用いた場合—. 日作紀. 73 (別1). 82-83.
- 澁谷知子・與語靖洋・浅井元朗. 2006. 関東地域における主要ダイズ品種を中心としたベンタゾン感受性の品種間差. 雑草研究. 51(3). 152-158.
- 島田尚典・河野雄飛・高田吉丈・境哲文・島田信二. 2002. 押倒し抵抗と地上部自重モーメントによるダイズ品種の耐倒伏性評価. 育種学研究. 4. 185-191.
- 高橋将一・松永亮一・小松邦彦・中澤芳則・羽鹿牧太・酒井真次・異儀田和典. 2004. ダイズ新品種「サチユタカ」の育成とその特性. 九沖農研セ報告. 45. 15-39.
- 鳥居俊夫・桑原恵利・池尻明彦・岡本賢一・中司祐典. 2009. 大豆品種「サチユタカ」の機械化体系に対応した栽培技術 第2報 汚損粒の発生低減のための収穫時期および収穫時刻. 山口農試研報. 57. 34-42.

小麦「ニシノカオリ」における 赤かび病防除同時尿素葉面散布

中司祐典・木村晃司*

Foliar Application of Nitrogen as Urea with the Control of Fusarium Head Blight in Wheat Cultivar "Nishinokaori" Cultivation

Masamichi NAKATSUKASA and Koji KIMURA

Abstract: This study was conducted to establish a method of fertilizer application to save labor in wheat cultivar "Nishinokaori" cultivation, using foliar application of nitrogen as urea.

Foliar application of nitrogen as urea was conducted two times, at the anthesis time and from 7 to 12 days later resulted in controlling of fusarium head blight. By this application, the grain protein content was increased like the conventional topdressing at the anthesis time.

Key Words : Grain protein content, Topdressing at the anthesis time, Fertilizer, Labor saving

キーワード : 開花期追肥、子実タンパク質含有率、施肥、省力化

緒 言

山口県では、小麦品種「ニシノカオリ」を初のパン用硬質品種として2003年度に奨励品種に採用し(木村ら、2005)、その後の関係者一体となった取り組みにより需要は着実に伸びてきている。その一方で、収量性やパン加工適性が十分とは言えないことから、収量確保のための穂肥重点施肥の徹底と、子実タンパク質含有率向上のための開花期追肥の施用(木村ら、2008)を指導しているが、同時に、担い手の大規模化等に対応した施肥の省力化が強く求められている。

こうしたことから、前号においては緩効性肥料を活用した施肥法について報告した(中司ら、2010)ところである。本報告では、特に作業が困難とされている開花期追肥を省力化するため、出穂後の赤かび病防除と同時に行う尿素の葉面散布について、その効果や問題点を検討した。

*現在 : 農業振興課

材料及び方法

1 尿素葉面散布による開花期追肥効果

2003~2005年度に、山口県農業試験場(山口市大内御堀、現山口県農林総合技術センター)内の同一ほ場(64号田)で小麦品種「ニシノカオリ」を供試して試験を行った。供試ほ場は化学性がやや劣り(データ省略)、3カ年とも前作は水稲で、稲わらは全量すき込みとした。播種期とa当たり播種量は、2003年度が11月18日で0.5kg、2004年度が11月22日で0.7kg、2005年度が11月25日で0.7kgとした。

播種は耕起後当日または翌日に、トラクタでサイドリッジヤを装着したドリルシーダを牽引して、耕うん及び畦立てと同時にいった。畦幅は1.5mで1畦4条とし、畦上の条間は2003年度では各25cm、2004年度では25、30、25cm、2005年度では20、40、20cmとした。

第1表 「尿素葉面散布による開花期追肥効果」試験の区構成

試験年度	区名	施肥体系(窒素施肥量kg/a)					備考
		基肥	分げつ肥	穂肥	開花期追肥 ²	計	
2003	尿素葉面散布	0.5	0.2	0.2	0.4	1.3	開花期追肥は硫酸で施用
	土壌表面追肥	0.5	0.2	0.2	0.4	1.3	
	開花期追肥なし	0.5	0.2	0.2	-	0.9	
2004~2005	尿素葉面散布	0.4	0.2	0.4	0.2	1.2	開花期追肥は尿素で施用
	土壌表面追肥	0.4	0.2	0.4	0.2	1.2	
	開花期追肥なし	0.4	0.2	0.4	-	1.0	

²「土壌表面追肥」の開花期追肥は出穂期後7日頃、「尿素葉面散布」はさらにその7~12日後を加えた2回で半量ずつ施用

施肥は、基肥を播種前日~当日の耕起後播種前に全面に散布し、分げつ肥を1月下旬、穂肥を3月上旬に施用し、a当たり窒素施肥量を2003年度はそれぞれ0.5kg、0.2kg、0.2kg、2004、2005年度は0.4kg、0.2kg、0.4kgとした。肥料は基肥では燐加安44号(N、P₂O₅、K₂Oの含有率がそれぞれ14%、17%、13%)、分げつ肥、穂肥では燐加安V550(同15%、5%、20%)を使用した。

開花期追肥は、試験区では尿素溶液を葉面散布し、対照区では土壌表面に追肥した。さらに、開花期追肥を施用しない区も設けた。土壌表面に追肥する区は、硫酸(2003年度のみ)または尿素を用い、概ね開花盛期である4月下旬~5月上旬の出穂期後7日頃にa当たり窒素成分で0.4kg(2003年度のみ)または0.2kgを施用した。試験区では、土壌表面に追肥する区と同量の窒素量を尿素溶液で半量ずつ2回に分け電動式噴霧器で葉面散布した。散布日は土壌表面追肥と同日及びその7~12日後とした。a当たり水量と濃度は、2003年度は20L、2.2%、2004年度と2005年度は12L、1.8%とした(第1表)。

また、2003、2004年度には同一ほ場で、K社製乗用管理機(11ps)に7.5mのブームスプレヤを装着して、上記の電動式噴霧器での散布と同日(2004年度の1回目のみ翌日)に、同濃度の尿素溶液を散布した。散布は長さ28mの畦を1工程(畦幅1.5m×5畦)行った。a当たり散布量は2003年度は電動式噴霧器での散布と概ね同量の20L程度、2004年度は1回目11.5L、2回目19.3Lで、2回の合計窒素施用量は2003年度がa当たり0.4kg、2004年度が0.3kgであった。なお、2003年度はクレソキシムメチル水和剤、2004年度はアズキシストロビン20水和剤を、それぞれ2,000倍液として同時散布した。

1区面積は21~29m²で2反復とし、収穫物の調査は各6m²を刈り取って行った。乗用管理機により散布を行った区では、任意の3カ所で適量を刈り取り、容積重、千粒重、子実タンパク質含有率、外観品質を調査した。

2 赤かび病防除薬剤との同時散布

2004と2005年度に、「ニシノカオリ」に対し尿素溶液(1.8%)と赤かび病防除薬剤チオファネートメチル水和剤(1,000倍)、プロピコナゾール乳剤25(1,000倍)及びアズキシストロビン20水和剤(2,000倍)を同時散布し、防除効果や薬害を確認した。2004年度は試験1(尿素葉面散布による開花期追肥効果)と同一ほ場で同じ電動式噴霧器を用い、散布は試験1の葉面散布と同じ2回(1回目は翌日、2回目は同日)とした。2005年度は12月9日に不耕起部分耕播種(a当たり播種量0.8kg、a当たり窒素1.2kgの緩効性肥料を全量基肥施肥)した場内53号田で、出穂期後10日及び17日に散布した。水量は両年ともa当たり12Lとした。

1区面積は11~14m²で2反復とし、観察により赤かび病と薬害の発生状況を調査するとともに、1.5~3.6m²を刈り取り、容積重、千粒重、子実タンパク質含有率、外観品質を調査した。

結 果

1 尿素葉面散布による開花期追肥効果

尿素有葉面散布により、止葉の葉先枯れや芒先端の白化がみられたが、程度は軽かった（第1図）。

子実タンパク質含有率は、硫酸や尿素の土壌表面追肥とほぼ同様に、開花期追肥を施用しない場合と比べ向上した。向上効果は年度により

ばらつきがあったものの、平均するとa当たり窒素施肥量0.1kgにつき0.7%程度の差であった。収量は、土壌表面追肥と同様、千粒重が増えて増加する傾向にあった。成熟期の遅れや倒伏の増大、外観品質の低下は認められなかった（第2表）。

実際に乗用管理機を用いて散布した場合においても、上記とほぼ同様の効果が確認できた（第3表）。



第1図 尿素液による葉（左）および穂（右）の白化症状

第2表 尿素葉面散布の収量、子実タンパク質含有率等への効果

区名 (開花期追肥)	成熟期 月日	倒伏 ^z (0-5)	収量 ^y (kg/10a)	同左比 (%)	容積重 ^y (g/L)	千粒重 ^y (g)	1穂 粒数 ^x	子実 タンパク ^w (%)	外観 品質 ^v
尿素葉面散布	6/5	1.9	367	107	835	42.2	27.3	13.2	3.0
土壌表面追肥	6/5	2.0	359	105	833	42.0	27.4	13.1	3.3
開花期追肥なし	6/5	1.7	343	100	829	40.8	26.2	11.3	2.9
分散分析結果	施肥法	—	ns	—	ns	**	ns	**	ns
	年次	—	ns	—	**	**	ns	**	**
	交互作用	—	ns	—	ns	*	ns	*	ns

2003～2005年度の平均値

^z倒伏は0(無)～5(甚)の6段階で示した

^y収量、容積重、千粒重は2.2mm篩選で得られた精子実から求めた 容積重はブラウエル穀粒容積重計で測定した

^x1穂粒数は1反復につき生育中庸地点の任意の50穂を調査して求めた

^w子実タンパクは近赤外分光光度計で測定した含有率で、水分13.5%に換算した値である

^v外観品質は1(上上)～6(下)の6段階で示し、3が概ね1等の下限となるようにした

y、w、vについては、表3、4も同じ

第3表 乗用管理機による尿素葉面散布の効果

区名 (葉面散布方法)	容積重 (g/L)	千粒重 (g)	子実 タンパク (%)	外観 品質
乗用管理機	828	42.8	12.8	3.5
電動式噴霧器	833	42.4	13.0	3.4

2003～2004年度の平均値

小麦「ニシノカオリ」における赤かび病防除同時尿素葉面散布

第4表 尿素溶液、赤かび病防除剤の同時施用が薬害の発生、子実品質等に及ぼす影響

区 名(使用肥料・薬剤)	希釈倍率・濃度		薬害	赤かび病 発病率 ² (%)		容積重 (g/L)	千粒重 (g)	子実 タンパク (%)	外観 品質
	尿素	赤かび剤		'04	'05				
尿素+チオファネートメチル水和剤	1.8%	1,000倍	無	0.5	7.3	837	43.2	12.8	3.0
尿素+プロピコナゾール乳剤25	1.8%	1,000倍	無	0.5	11.0	834	43.6	13.4	3.3
尿素+アゾキシストロビン20水和剤	1.8%	2,000倍	無	1.0	11.3	840	43.8	12.9	3.0
チオファネートメチル水和剤	—	1,000倍	無	—	4.8	839	42.6	12.1	3.0
無防除(尿素のみ)	1.8%	—	無	0.5	7.3	837	43.8	13.1	3.0
分散分析結果		2004		ns	—	ns	*	**	—
		2005		—	ns	ns	ns	ns	ns

2004～2005年度の平均値

展着剤はいずれの区も使用しなかった

²発病率は1反復200穂調査、程度は0(無)～5(甚)の6段階で示した。調査は2回目施用約2週間後に行った

2 赤かび病防除薬剤との同時散布

尿素溶液と赤かび病防除剤の同時散布による小麦への薬害は認められず、尿素単用の場合とほぼ同様の子実タンパク質含有率向上効果が認められた。防除効果への影響は、2004年度は赤かび病の発生がほとんどなく、2005年度は生育むらが大きかったため、判然としなかった(第4表)。

考 察

倒伏の増大などの悪影響が少なく子実タンパク質含有率を向上させる技術として、開花期頃の土壌表面追肥が有効であることはこれまで多くの報告があり、高山ら(2004)は近畿・中国・四国の主要な麺用品種でもその効果を認めている。最近では、「ニシノカオリ」でも同様の効果が報告(岩渕ら、2007; 竹内ら、2006; 浦野ら、2002; 山下ら、2005)されるとともに、開花期追肥を施用しても赤かび病の発病やかび毒の蓄積には影響しない(吉田ら、2007)ことから、「ニシノカオリ」の子実タンパク質含有率を高める重要な技術と考えられる。

開花期追肥を土壌表面追肥に代えて尿素の葉面散布で行っても、千粒重が増加し子実タンパク質含有率が向上する効果は、これまでの報告(佐藤ら、2009)、(竹内ら、2006)、(山下ら、2005)と同様に認められた。子実タンパク質含有率向上効果は、a 当たり窒素施肥量0.1kgにつき約0.7%の差で、「ニシノカオリ」を供試した(竹内ら、2006)の約1%より若干低かったが、土壌表面追肥とほぼ同等であった。(竹内ら、2006)、(山下ら、2005)の報告でも、葉面散布

での子実タンパク質含有率向上効果は土壌表面追肥と同等もしくはそれ以上であり、(佐藤ら、2009)によれば、土壌表面追肥の効果は降雨の影響を受けるため安定しないとしていることから、子実タンパク含有率向上のための開花期追肥を尿素の葉面散布で行うことに問題はないと考えられる。

本試験では成熟期の遅れはみられなかったが、(竹内ら、2006)によると尿素3%の1回散布でも1～2日の遅れがみられ、土壌表面追肥では若干の遅れを生じる報告が多い(岩渕ら、2007)、(木村ら、2008)、(竹内ら、2006)、(山下ら、2005)ことから、極端な多施用は避けるとともに、若干の遅れを考慮しておく必要がある。

尿素溶液の濃度については、(竹内ら、2006)は6～10%では葉身や芒に褐変、枯死が生じるとしながら、6%での散布が1回で子実タンパク質含有率を13%以上にでき有効としていることから、本試験における2%程度の濃度であれば、多少の白化を生じても実用上問題ないものと考えられる。

尿素溶液との同時散布による赤かび病防除剤の防除効果への影響は確認できなかったが、薬害はなく、福岡県の栽培技術指針(2010)に記載されているように、既に事例があることから、山口県の「ニシノカオリ」栽培でも実用可能と判断される。デオキシニバレノールによる汚染防止の観点から赤かび病の予防的防除が必須となっている現状では、乗用管理機で防除を行っている場合であれば、尿素葉面散布はこれと同時にできる有効な省力技術であると言えよう。

なお、山口県では2008年度から小麦の赤かび病防除の適期(1回目)は「開花始め」として

いる。本試験は、当時適期としていた「開花最盛期」頃を想定して出穂期後7～10日とその7～12日後に散布を行ったものであるが、開花ステージとしては年次により幅があること、(佐藤ら、2009)の報告では開花期を起点とした3回の散布で、1回目が7日ずれても効果に差がなかったとしていることから、現在の防除適期に合わせても成果の適用に問題はないと考える。

摘 要

- 1 尿素有1.8～2.2%溶液 (a 当たり窒素0.1～0.2kg) を開花期頃及びその7～12日後の2回、葉面散布することにより、通常の開花期追肥と同等の子実タンパク質含有率向上効果が認められる。
- 2 2回の葉面散布による施肥窒素量 a 当たり0.2～0.4kg の範囲では、成熟期の遅れや倒伏の増大、外観品質の低下はない。葉先枯れや芒先端の白化が発生するが、2%前後の濃度であれば、程度は軽い。
- 3 尿素溶液と赤かび病防除剤を同時施用することによる小麦への薬害はなく、子実タンパク質含有率の向上効果も認められる。

引用文献

福岡県農林水産部経営技術支援課. 2010. 福岡県麦栽培技術指針. 27-28.
岩淵哲也・田中浩平・松江勇次・松中 仁・山口末次. 2007. 開花期の窒素追肥がパン用コムギ品種「ミナミノカオリ」と「ニシノカオリ」の製粉性、生地物性及び製パン適性に及ぼす影響. 日作紀76(1). 37-44.

木村晃司・中司祐典・前岡庸介・小林行高・藤岡正美・岡本賢一・吉永 巧・岩本哲也・池尻明彦・村山英樹. 2005. 小麦品種「ニシノカオリ」の奨励品種採用. 平成16年度近畿中国四国農業研究成果情報. 21-22.
木村晃司・中司祐典・前岡庸介. 2008. 小麦「ニシノカオリ」の収量・品質高位安定化栽培法. 平成19年度近畿中国四国農業研究成果情報.
中司祐典・木村晃司・有吉真知子. 2010. 緩効性肥料を利用した小麦「ニシノカオリ」における施肥の効率化. 山口農技センター研報1. 56-70.
佐藤三佳子・五十嵐俊成・櫻井道彦・鈴木和織・柳原哲司・奥村正敏. 2009. 北海道北部地域における春まきコムギ「春よ恋」に対する開花期以降の尿素葉面散布が子実タンパク質含有率と収量に及ぼす効果及びその変動要因. 日作紀78(1). 9-16.
高山敏之・長嶺 敬・石川直幸・田谷省三. 2004. コムギにおける出穂10日後追肥の効果. 日作紀73(2). 157-162.
竹内実・近乗偉夫・吉良知彦. 2006. 醤油醸造用硬質コムギの高タンパク質化へ向けた施肥法について. 日作九支報72. 25-28.
浦野光一郎・長嶺 敬. 2002. 出穂後窒素追肥技術を適用したパン用小麦有望系統の栽培・加工特性. 日作中支集録43. 24-25.
山下幸恵・西岡廣泰・横尾浩明. 2005. パン用コムギ品種「ニシノカオリ」の子実タンパク質含有率に及ぼす穂揃期追肥の効果. 日作九支報71. 20-22.
吉田めぐみ・中島隆・塔野岡卓司. 2007. 硬質小麦における実肥施用は赤かび病の発病とかび毒蓄積に影響しない. 九州沖縄農業研究成果情報22. 349-350.

小麦「ニシノカオリ」における赤かび病防除同時尿素葉面散布

エコやまぐち農産物認証制度に対応したブドウの防除体系

中谷幸夫・藤山昌三*

Grapevine Pest Control Management System Adapting the Crop Certification System 'Eco Yamaguchi'

Yukio NAKATANI and Shozo FUJIYAMA

Abstract: This study was conducted to design a grapevine pest control management system adapting the crop certification system 'eco Yamaguchi'(eco50), which makes it a condition for certification that the amount of chemical pesticides and chemical fertilizers are less than half of that of conventional cultivation. Grapevine Downy mildew and Anthracnose disease didn't occur despite not spraying fungicides until blooming occurred under rain-protected viticulture. The amount of fungicides used before bagging could be reduced by one treatment by bagging earlier than conventional cultivation after applying gibberellin with 1-(2-chloro-4-pyridyl)-3-phenylurea 4 days after full blooming and by finishing berry thinning only one time. In addition, the time needed for berry thinning was shortened by about 35%. There were no differences in the prevention effects and fruit quality between the control system adapting eco50 and conventional control. The cost of the system adapting eco50 was lower than that of the conventional control by 30,000 yen per 10a.

Key Words : bagging, control, rain-protected viticulture

キーワード : 簡易被覆栽培、袋かけ、防除

緒 言

山口県は、2001年3月に「山口県循環型農業推進基本方針」を策定し、循環型農業の積極的な推進を図っている。化学農薬及び化学肥料の使用量を30%以上低減する「エコファーマー」には、県内のブドウ生産者の1割に当たる40名(平成19年3月現在)が認定されており、循環型農業への取り組みが広まりつつある。

一方、化学農薬及び化学肥料を50%以上削減するエコやまぐち農産物(以下、エコ50)の認証件数は毎年1件程度と少ない。エコ50における化学農薬の使用基準は成分回数で15回以下、

化学肥料については窒素成分で10a当たり8kg以下である。本県のエコファーマーは、化学肥料についてはエコ50の使用基準を概ね達成している。しかし、化学農薬については基準を超えている場合が多く、このことが、エコ50の取り組みが遅れている要因の一つとなっていると考えられる。

そこで本研究では、ブドウにおいてエコ50を推進するため、県防除例の中の化学殺菌剤についてその必要性を検討するとともに、着果管理技術の改善を図ることで、化学殺菌剤を削減し、エコ50に対応した防除体系の作成を試みた。

*現在 : 農業研修部

材料及び方法

1 簡易被覆の有無及び開花前の化学殺菌剤散布の有無が葉における病害発生に及ぼす影響

山口県農林総合技術センター果樹栽培試験ほ場に植栽している「巨峰」を供試し、2007年から2009年にかけて、葉における雨媒伝染性病害の発生を調査した。試験区については、①簡易被覆・化学殺菌剤開花前無散布、②簡易被覆・化学殺菌剤慣行散布、③露地・化学殺菌剤慣行散布、④露地・殺菌剤無散布（2007年は未設置）の計4区を設置し、①から③について、第1表のとおり殺菌剤を散布した。①及び②の供試樹は、2007年：10年生1樹、2008年：11年生1樹と4年生2樹、2009年：5年生1樹、③及び④の供試樹は、2007年：10年生1樹、2008年：11年生1樹、2009年：12年生1樹とした。供試樹はすべて短梢剪定平行整枝とした。①及び②の被覆期間については、2007年：3/16～7/19、2008年：4/7～7/1、2009年：4/6～7/13とした。いずれの年次も、1区当たり30～40㎡となるよう試験区を設定し、その中から、2007年と2008年は300葉、2009年は100葉を選んで病害の発生を調査した。

2 早期袋かけのための着果管理技術

当センター果樹栽培試験ほ場において、植物

生長調整剤（以下、植調剤）処理、摘粒回数、袋かけ時期、防除回数の異なる4区を設置し、果房における晩腐病発生率、果実品質、摘粒時間を調査した。供試樹として、短梢剪定平行整枝の4年生「ゴルビー」3樹を用い、1樹当たり各区10㎡の試験区を設置した。植調剤1回処理については、満開後4日にジベレリン25ppmとホルクロルフエニユロン10ppmの混用液を果房浸漬処理した。植調剤2回処理については、満開期にジベレリン25ppmとホルクロルフエニユロン5ppmの混用液を花穂浸漬し、満開後15日にジベレリン25ppmを果房浸漬した。1回摘粒については、満開後7日前後に30粒を目安に行い、2回摘粒については、予備摘粒を満開後7日前後に35粒程度、仕上摘粒を満開後15日前後に30粒を目安に行った。防除については、2回防除、3回防除ともに満開直後にキャプタン水和剤、果粒小豆大期にアゾキシストロビン水和剤を散布した。3回防除については、さらにクレソキシムメチル水和剤を仕上摘粒後に散布した。いずれの試験区においても、摘粒終了後、最終防除を行って速やかに袋かけを行った。晩腐病発生率及び果実品質については、各区より3～10房を選んで調査した。摘粒時間については、40～50代の女性3人を被験者とし、摘粒1回、2回それぞれ11房を供試して1果房当たりの摘粒時間を調査した。

第1表 慣行散布及び開花前無散布における薬剤散布日及び使用薬剤

年次	散布日	使用薬剤	
		慣行散布	開花前無散布
2007	4月27日	ジチアノン水和剤	—
	5月10日	キャプタン・ホセチル水和剤	—
	5月29日	キャプタン水和剤	同左
	6月7日	アゾキシストロビン水和剤	同左
	7月24日	銅水和剤	同左
2008	4月3日	ベノミル水和剤	—
	4月3日	石灰硫黄合剤	—
	4月22日	ジチアノン水和剤	—
	5月12日	キャプタン・ホセチル水和剤	—
	5月21日	フルアジナム水和剤	—
	5月28日	ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤	—
	5月28日	有機銅水和剤	—
	6月3日	アゾキシストロビン水和剤	同左
	6月9日	キャプタン水和剤	同左
	6月16日	クレソキシムメチル水和剤	同左
7月14日	銅水和剤	同左	
2009	3月9日	石灰硫黄合剤	同左
	3月31日	イミノクタジン酢酸塩液剤	—
	4月17日	ジチアノン水和剤	—
	5月8日	キャプタン・ホセチル水和剤	—
	5月15日	フルアジナム水和剤	—
	5月28日	ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤	—
	5月28日	有機銅水和剤	—
	6月2日	キャプタン水和剤	同左
	6月11日	アゾキシストロビン水和剤	同左
	6月11日	トリフルミゾール水和剤	同左
	6月23日	クレソキシムメチル水和剤	同左
	7月22日	銅水和剤	同左
	8月12日	銅水和剤	同左

結 果

3 エコ50用防除体系の作成

試験1及び試験2の結果を基に、県防除例から削減可能と考えられた化学殺菌剤を削減するとともに、灰色かび病防除薬剤を生物農薬に代替することで、エコ50用防除体系を作成した。

4 エコ50用防除体系の実証

当センター果樹栽培試験ほ場に植栽している短梢剪定平行整枝の17年生「高妻」2樹を供試した。簡易被覆の被覆期間については、4月7日から7月13日までとした。試験区については、エコ50用防除体系、県防除例及び殺菌剤無散布の計3区とし、各区1樹当たり30~40㎡となるよう設置した。

調査項目については、葉におけるべと病及び黒とう病の発病率、花穂における灰色かび病発病率、果房における病害発生率及び果実品質とし、さらに生産コストについて試算を行った。べと病及び黒とう病については、各区1樹当たり80~100葉を選び、およそ10日ごとに発病の有無を調査した。灰色かび病については、開花期に試験区内の全花穂について、発病の有無を調査した。果房における病害については、適期に収穫した果房から20果房を選び、晩腐病その他の病害の発病率を調査した。果実品質については、病害を調査した果房と同一の果房を供試して調査した。

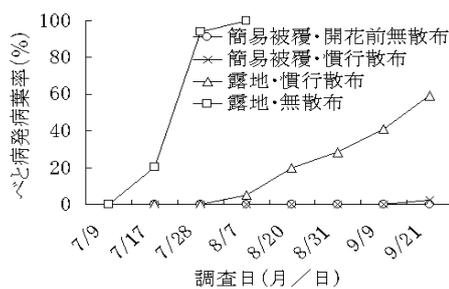
1 簡易被覆栽培の有無及び開花前の化学殺菌剤散布の有無が葉における病害発生に及ぼす影響

本試験において発生認められた病害は、べと病と黒とう病であった。べと病については、2007年と2008年はいずれの試験区においても発生は認められなかった(データ省略)。2009年は、露地・無散布区において7月中旬から発生が始まり、8月上旬にはすべての葉において発病が認められた。露地・慣行散布区においては、8月上旬から発生が認められ、9月下旬の発病率率は60%程度であった。これに対し、簡易被覆栽培においては、開花前無散布区及び慣行散布区ともに発病はほとんど認められなかった。(第1図)。

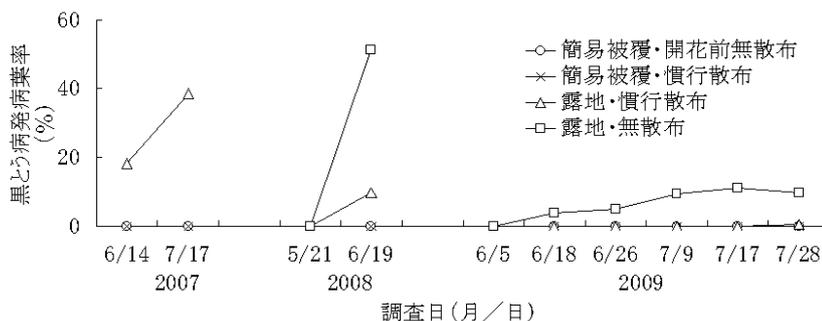
同様に、黒とう病についても、簡易被覆の2試験区においてはいずれの年次も発生は認められなかった。一方、露地・慣行散布区においては、2009年にはほとんど発病は認められなかったものの、2007年と2008年には6月中旬から発生が認められた。また、露地・無散布区においては、2008年と2009年に6月中旬から発病が認められ、発病率率は露地・慣行散布区より高かった(第2図)。

2 早期袋かけのための着果管理技術

晩腐病発生率については、試験区間に差は



第1図 簡易被覆の有無及び防除の違いがべと病発生に及ぼす影響



第2図 簡易被覆の有無及び防除の違いが黒とう病発生に及ぼす影響

エコやまぐち農産物認証制度に対応したブドウの防除体系

第2表 着果管理及び防除回数の違いが晩腐病発生と果実品質に及ぼす影響

試験区 ^z	晩腐病発生 房率(%)	果皮色 ^y	果房重 (g)	果粒重 (g)	着粒密度 (粒/cm)	糖度 (Brix%)	酸含量 (g/100ml)
①	0.0 a ^x	2.4 ab	394 a	12.6 a	4.7 a	19.2 a	0.34 a
②	20.0 a	2.7 ab	386 a	12.8 a	4.5 a	19.5 a	0.36 a
③	0.0 a	2.8 a	403 a	12.5 a	4.4 a	19.6 a	0.32 a
④	7.4 a	2.2 b	413 a	13.0 a	4.4 a	18.8 a	0.31 a

^z①植調剤1回+1回摘粒+早期袋かけ+2回防除

②植調剤1回+1回摘粒+慣行袋かけ+無防除

③植調剤1回+1回摘粒+慣行袋かけ+3回防除

④植調剤2回+2回摘粒+慣行袋かけ+3回防除(慣行)

^y(独)果樹研究所作成ブドウカラーチャート値

^x同一符号間にはTukeyの多重検定により5%水準で有意差なし

第3表 摘粒方法の違いが作業時間に及ぼす影響

試験区	摘粒時間(秒/果房)		
	1回目	2回目	計
1回摘粒	63.6	—	63.6
2回摘粒	66.0	32.0	98.0

認められなかった。果皮色については、植調剤の2回処理と2回摘粒を行った試験区と比べ、植調剤の1回処理と1回摘粒を行った試験区において高かった。果皮色以外の果実品質については、着果管理の違いによる差は認められなかった(第2表)。摘粒時間については、摘粒回数を2回から1回とすることで1果房当たり98.0秒から63.6秒となり、約35%削減された(第3表)。

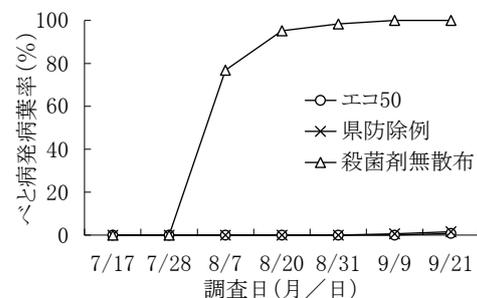
3 エコ50用防除体系の作成

県防除例から、簡易被覆栽培下では必要性が低いと考えられたイミノクタジン酢酸塩液剤、ジチアノン水和剤、キャプタン・ホセチル水和剤、有機銅水和剤を削減した。また、植調剤の1回処理と1回摘粒による早期袋かけにより、クレソキシムメチル水和剤を削減した。さらに、灰色かび病防除薬剤であるフルアジナム水和剤

とジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤を生物農薬であるバチルス・ズブチリス水和剤に代替した。その結果、エコ50用防除体系における農薬の成分回数14回となり、エコ50基準である15回以下となった(第4表)。

4 エコ50用防除体系の実証

葉におけるべと病発生率については、殺菌剤無散布区で8月上旬から急増し、8月下旬には90%以上の葉で発病が認められた。エコ50及び県防除例においては、べと病の発生はほとんど認められなかった(第3図)。黒とう病の発生は、いずれの試験区においても認められなかった。



第3図 防除体系の違いが葉のべと病発生率に及ぼす影響

第4表 エコ50用防除体系と県防除例

防除時期	エコ50用防除体系		県防除例	
	着果管理	薬剤 ^z	着果管理	薬剤
3月下旬		石灰硫黄合剤		石灰硫黄合剤
4月上旬				イミノクタジン酢酸塩液剤
5月上旬				ジチアノン水和剤
5月中旬		バチルス・ズブチリス水和剤		キャプタン・ホセチル水和剤
5月下旬	植調剤	バチルス・ズブチリス水和剤	植調剤	フルアジナム水和剤
6月上旬	摘粒	キャプタン水和剤	予備摘粒	キャプタン水和剤
6月中旬	被袋	アゾキシストロビン水和剤 トリフルミゾール水和剤	植調剤 仕上摘粒	アゾキシストロビン水和剤 トリフルミゾール水和剤
6月下旬			被袋	クレソキシムメチル水和剤
殺菌剤成分回数		4		13
殺虫剤成分回数		8		8
植物生長調整剤成分回数		2		3
合計		14		24

^z殺菌剤のみ抜粋

第5表 防除体系の違いが花穂及び果房の病害発生に及ぼす影響

試験区	発病率(%)			
	灰色かび病 ^z	晩腐病 ^y	その他 ^y	全病害 ^y
エコ50	0.0	0.0	0.0	0.0
県防除例	0.0	0.0	0.0	0.0
殺菌剤無散布	0.0	7.5	15.0	17.5

^z花穂における発病率

^y果房における発病率

第6表 防除体系の違いが果実品質に及ぼす影響

試験区	果皮色 ^z	果房重 (g)	果粒重 (g)	着粒密度 (粒/cm)	無核果率 (%)	糖度 (Brix%)	酸含量 (g/100ml)
エコ50	8.1	376	13.5	4.3	94.3	19.2	0.56
県防除例	7.7	388	13.5	4.1	94.9	19.1	0.51
有意差 ^y	*	NS	NS	NS	NS	NS	**

^z(独)果樹研究所作成ブドウカラーチャート値

^y**、*は、t検定によりそれぞれ1%、5%水準で有意差のあることを示す
また、NSは有意差のないことを示す

第7表 薬剤費および労働費の試算

試験区	生産コスト(円/10a)		
	薬剤費	労働費 ^z	合計
エコ50	53,391	40,391	93,782
県防除例	58,272	63,394	121,666

^z植調剤処理、摘粒、殺菌剤散布に要する労働費

花穂における灰色かび病発病率はいずれの試験区においても0%であった。果房における発病率については、殺菌剤無散布区において晩腐病及びその他の病害が発生し、全果房中、20%弱の果房で病害の発生が認められた。一方、エコ50区及び県防除例区においては、病害の発生は全く認められなかった(第5表)。

果実品質については、県防除例と比較してエコ50区において果皮色が濃く、酸含量が高かった。その他の品質に差は認められなかった(第6表)。

生産コストについては、県防除例に対し、エコ50区において薬剤費及び労働費がともに削減され、合計で10a当たり3万円程度削減されるという試算結果が得られた(第7表)。

考 察

山口県では、ブドウの重要病害であるべと病や黒とう病などの病害防除を目的として簡易被覆の導入が進められ、現在では、ハウスを除くほぼすべての園地が簡易被覆栽培園となっている。べと病や黒とう病は雨滴により侵入し、感

染する病害である(梶谷、2003)、(寺井、2003)ため、簡易被覆により降雨を遮断することで病害発生が抑制され、防除回数の低減につながると考えられる(富田ら、2000)。しかし、山口県において、簡易被覆栽培により化学殺菌剤をどの程度まで削減可能かについては、これまで検討されていなかった。本試験では、この点についての検証を行ったところ、簡易被覆栽培では露地と比較して、これらの病害発生が大きく抑制され、開花前まで化学殺菌剤を散布しなくても、

これらの病害は全く発生しないことが明らかとなった。したがって、山口県内の簡易被覆栽培園においては、べと病と黒とう病の防除を主目的とした化学殺菌剤の散布については開花前まで必要ないと考えられる。

同じく雨媒伝染病害の褐斑病については、県内の多くの園地で簡易被覆除去後に発生が急増して問題となっているが、当センターの試験ほ場では例年発生は認められず、本試験においても全く発生しなかった。本病の第一次伝染源は枝に付着した分生胞子と、落葉病斑上の分生胞子及び菌糸であるため、防除としては、イミノクタジン酢酸塩液剤等の発芽前散布と落葉の処理が有効であるとされている(山本、2008)。当センター試験ほ場では、落葉の処理を毎年徹底して行っているため発病は認められず、発芽前の化学殺菌剤散布を削減することができると考えられる。褐斑病発生園においては、落葉の処理を毎年徹底して行うことにより徐々に発病が減少すると考えられるが、当面、発芽前の防除を行う必要がある。また近年、他県においてストロビルリン系薬剤に対する本病の耐性菌が発生している事例があり(神谷ら、2008)、本県においても耐性菌が発生している可能性がある。この場合、袋かけ前のアゾキシストロビン水和剤の褐斑病に対する効果が低下していると考えられるため、エコ50用防除体系の導入は控えた方がよい。この点については、今後の検討が必要である。

うどんこ病と灰色かび病についても同様に、

摘 要

本試験において発生は認められなかった。県内の簡易被覆栽培園においてこれらの病害が大きな問題となることは少ないが、気象条件や園地によっては多発する恐れもあるため、これらの病害に対するエコ50用防除体系の防除効果について、今後も引き続き検討していく必要がある。

ブドウにおけるその他の重要病害として、主に成熟期の果房に発生する晩腐病がある。本病はべと病、黒とう病等と同様、主に降雨により感染が拡大する病害であるが、簡易被覆栽培により降雨を遮断しても感染し、発病することがある。本病の果房への感染時期は幼果期から硬核期前までであり、特に落花後から大豆粒の大きさの頃が最も感染しやすい(深谷、2001)。そのため、本病防除のためには、摘粒終了後すみやかに袋かけを行うことが重要であり(深谷、2003)、袋かけまでは、感染を防ぐために定期的に防除を行う必要がある。そこで本試験では、早期袋かけにより防除回数を1回削減するための着果管理法として、植調剤の1回処理と1回摘粒を組み合わせた方法を検討した。その結果、慣行の着果管理と同程度の果実品質が得られ、また、摘粒時間は大幅に削減された。このことから、本着果管理法は、減農薬の防除体系を組み立てる上で有効な技術であるとともに、省力化にもつながる技術であると考えられる。

コスト面については、慣行の県防除例に対しエコ50用防除体系の生産費は10a当たり3万円程抑制されるという試算結果が得られた。エコ50用防除体系では薬剤の使用量が少なく、さらに植調剤の1回処理と1回摘粒により作業時間が短縮され、労働費が大幅に減少することが、生産費削減の要因である。

以上より、本試験で確立したエコ50用防除体系は、農薬の使用回数を削減することが可能であり、さらに、省力・低コストにもつながる有効な防除体系である。しかし、前述のように褐斑病のストロビルリン系薬剤に対する耐性菌の問題や、うどんこ病及び灰色かび病に対する防除効果について検討の余地が残されているため、引き続き実証試験を行っていく必要がある。また、本試験では供試樹をすべて巨峰系4倍体品種としたため、欧州系品種への適用性は明らかになっていない。この点についても今後の検討が必要である。

- 化学合成農薬及び化学肥料を50%以上削減するエコやまぐち農産物認証制度に対応したブドウの防除体系を確立するための試験を実施した。
- 1 簡易被覆栽培においては、開花前まで化学合成殺菌剤を散布しなくても、べと病、黒とう病の発生は認められなかった。
 - 2 植調剤の1回処理を行い、さらに粒数回数を1回のみとして早期に袋かけを行うことで、袋かけ前の防除を1回削減できた。また、摘粒回数を1回のみとすることで、摘粒時間は約35%短縮された。
 - 3 作成したエコ50用防除体系の防除効果及び果実品質は、慣行の県防除例と同程度であった。また、エコ50用防除体系の生産コストは、慣行の県防除例に対し、10a当たり約3万円削減されるという試算結果が得られた。

引用文献

- 梶谷裕二. 2003. ベと病. p 92. 坂神泰輔・工藤晟編. ひと目でわかる果樹の病害虫第二巻(改訂版). 日本植物防疫協会. 東京.
- 神谷奈多紗・井上幸次・川口章. 2008. ブドウ褐斑病菌のストロビルリン系薬剤耐性菌の出現. 日本植物病理学会報. 74(1): 73-74.
- 寺井康夫. 2003. 黒とう病. p 94. 坂神泰輔・工藤晟編. ひと目でわかる果樹の病害虫第二巻(改訂版). 日本植物防疫協会. 東京.
- 富田恭範・千葉恒夫・寺門巖. 2000. 茨城県における簡易雨よけ栽培ブドウの病害発生状況. 関東東山病害虫研究会報. 47: 89-92.
- 深谷雅子. 2001. ブドウ晩腐病の発生生態と防除に関する研究. 秋田県果樹試験場研究報告. 27: 24-35.
- 深谷雅子. 2003. 晩腐病. p 95. 坂神泰輔・工藤晟編. ひと目でわかる果樹の病害虫第二巻(改訂版). 日本植物防疫協会. 東京.
- 山本淳. 2008. ブドウ褐斑病. p. 219-222. 病害虫防除資材編第6巻. 農文協. 東京.

クリ「岸根」の早期成園化のための大苗育苗と密植栽培

杉本健治・吉松英之*

Big nursery stock formation and dense planting growing in the Japanese Chestnut 'Ganne'

Kenji SUGIMOTO and Hideyuki YOSHIMATU

Abstract. In the Japanese Chestnut 'Ganne', we investigated the influence that a difference in management and planting density (4×2m) gave to tree crown expansion and yield when a large seedling is grown in the nursery field, and then transplanted to an orchard field.

In pinching·cutting back pruning treatment, the seedling was adjusted to 50~60 centimeters in height and it transplanted to the nursery field. All top prunings were done to the seedling in late May, and a large seedling was grown. When this seedling was transplanted the next March, the length of the branch was reduced to 1/2.

As for growth and yield, pinching-cutting back-pruning treatment produced the best results.

The yield per 10 a, for both the third and fourth year after transplant was more than 400 kilograms.

The cumulative yield exceeded 900 kilograms in the four years after transplant. Therefore, the field of the Japanese Chestnut 'Ganne' became a bearing orchard earlier than normal.

Moreover, there was not a difference in the quality of the fruits.

Key Words : crown expansion, pinching, cutting back, transplant

キーワード : 樹冠拡大、摘芯、切り戻し、移植

緒言

クリ「岸根」は本県原産品種であり、主産地である県東部地域では栽培面積の70%以上を占めている。本品種は関東・関西市場からも高い評価を得ており、県東部地域における果樹の主要特産物である。

現在、本県におけるクリ園の多くは、昭和30年代を中心に山の傾斜地に植栽されているため、担い手の高齢化に伴う管理不足による収量・品質低下と共に、経済樹齢を越えた老木が増え、生産性が低く経営面で十分な成果が上がっていない。

このため、新改植が必要となるが、「岸根」は樹勢が強く結果母枝の確保が困難なため、幼木期における収量が他の品種より少ない問題点を抱えている。

そこで、2004~2008年にかけて、苗圃での大苗育成及び本圃定植時の管理の違いと密植栽培が、樹冠拡大や収量などに及ぼす影響を調査し、「岸根」の早期成園化のための知見が得られたので報告する。

*現在 : 農業研修部

材料及び方法

1 供試樹

「岸根」の1年生苗を供試した。

2 試験区の構成

2004年3月に「岸根」の1年生苗を約100×70 cm 間隔で苗圃に仮植し、樹高50~60cm の高さで切り返した。5月下旬に全ての新梢に摘心を行い、副梢を発生させた大苗と、摘心を行わず新梢をそのまま伸ばした無摘心大苗の2種類を育成した。

2005年3月下旬に、苗圃で仮植して育成した2年生の大苗を、4×2 mの並木に本圃へ定植した。定植にあたって、定植時に1年生枝の枝長の1/2を全て切り返した区と、切り返しを行わない区を設けた。

試験区の構成は第1表に示し、1区1樹の3反復で行った。摘心・切り返し区は、苗圃での大苗育苗期に全新梢の摘心を行い、本圃定植時に全枝を枝長の1/2で切り返した(第1図)。摘心・無切り返し区は、苗圃での大苗育苗期に全新梢の摘心を行い、本圃定植時に全枝を切り返さなかった。無摘心・切り返し区は、苗圃での大苗育苗期に全新梢を無摘心とし、本圃定植時に全枝を枝長の1/2で切り返した。無摘心・無切り

返し区は、苗圃での大苗育苗期に全新梢を無摘心とし、本圃定植時に全枝を切り返さなかった。慣行区は、大苗育苗を行わず2005年3月下旬に4×2 mの並木に本圃へ直接1年生苗を、定植した。

3 本圃への定植準備と定植後の管理

植穴はバックホーにより直径1 m、深さ60cm を掘り起こし、バーク堆肥1袋(40L)を混和して埋め戻したのち、苗木を植え付けた。

肥料は4月下旬から8月下旬までに、約1ヵ月間隔で5回分施し、1樹当り窒素成分で20 g/回を施用した。病虫害防除は実施しなかった。

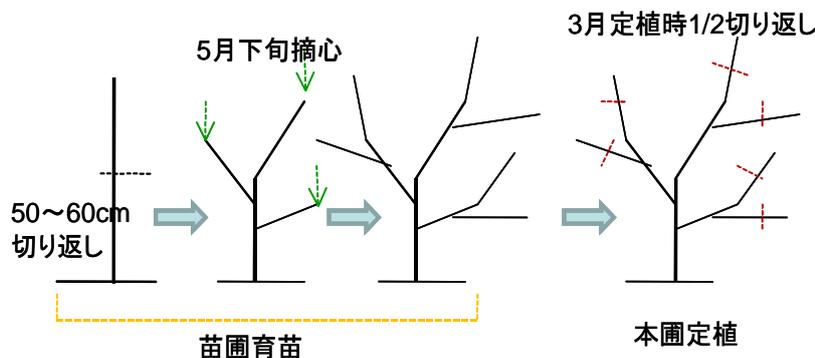
4 結果期の管理

本圃定植2年目から結実させ、せん定は間引きを主体に、徒長枝、内向枝、逆行枝及び重なり枝等を最小限でせん除した。

なお、施肥及び病虫害防除等の管理は、本県果樹栽培指導指針に準拠した。

5 調査項目

樹高、樹冠面積(1/4π(樹冠長径×短径))は本圃定植2年目(2006年11月)、3年目(2007年11月)及び4年目(2008年11月)に調査した。



第1図 摘心・切り返しによる大苗育苗方法

第1表 試験区の構成

処理区	1年生時の摘心 (2004年5月下旬)	2年生時の切り返し (2005年4月上旬)	本圃定植 (2005年3月)
摘心・切り返し	○	○	2年生
摘心・無切り返し	○	×	〃
無摘心・切り返し	×	○	〃
無摘心・無切り返し	×	×	〃
慣行	—	—	1年生

²2年生時の切り返しは枝長の1/2位置で切り返した

³本圃には4×2 mで植栽した

結果母枝数は1樹当りの全結果母枝数を2007年と2008年に調査した。収量は2006年～2008年に、1果重（全果調査）、裂果及び病害虫果（全果調査）は、2007年～2008年にかけて調査した。

切り返し区及び無摘心・切り返し区が、慣行区に比較して多かった。定植4年目のm²当り結果母枝数は、区間に差がなかった（第3表）。

結果

1 生育に及ぼす影響

本圃定植2年目の樹高については、区間に差がなかった。本圃定植3年目の樹高は、無摘心・切り返し区が慣行区に比較して高かった。摘心・切り返し区は、慣行区に比較して本圃定植4年目に高かった（第2表）。

摘心・切り返し区の樹冠面積は慣行区に比較して本圃定植2年目と3年目の2カ年で大きかった。しかし、本圃定植4年目の樹冠面積は、区間に差がなかった（第2表）。

これらのことから、早期に樹の拡大が図れた区は、摘心・切り返し区であった。

定植3年目のm²当り結果母枝数は、摘心・無

2 収量・果実品質に及ぼす影響

定植2年目の10a当り収量は、摘心・切り返し区及び摘心・無切り返し区が、無摘心・無切り返し区よりも多かった。定植3年目の10a当り収量は、摘心・切り返し区及び無摘心・切り返し区で400kgを超え、慣行区に比較して多かった。定植4年目の10a当り収量は、区間に差がなかったが、摘心・切り返し区及び無摘心・無切り返し区が400kgを超えた。なお、定植3年目と4年目の2カ年共に10a当り収量が400kgを超えたのは、摘心・切り返し区だけであった（第4表）。

定植2年目～4年目までの3カ年の10a当り累積収量は、摘心・切り返し区が916.9kgと最高であり、慣行区が379.2kgと最低であった（第4表）。

第2表 育苗・定植時の処理の違いが生育等に及ぼす影響

処理区	樹高(m)			樹冠面積(m ²)		
	2006年 本圃定植2年目	2007年 3年目	2008年 4年目	2006年 2年目	2007年 3年目	2008年 4年目
摘心・切り返し	2.59	3.16ab ^z	4.19a	4.3a	7.8a	11.90
摘心・無切り返し	2.44	2.98ab	3.91ab	3.1ab	5.1ab	9.10
無摘心・切り返し	2.60	3.36a	3.84ab	2.8ab	5.2ab	10.60
無摘心・無切り返し	2.11	2.56ab	3.42ab	2.5ab	4.5ab	7.90
慣行	1.88	2.50b	3.15b	1.3b	3.3b	6.30
有意性	N.S	*	*	*	*	N.S

^zチューキー多重比較によりアルファベットの異符号間に5%の有意差あり

第3表 育苗・定植時の処理の違いがm²当り結果母枝数に及ぼす影響

処理区	2007年 3年目	2008年 4年目
摘心・切り返し	9.5ab ^z	6.7
摘心・無切り返し	11.6a	8.7
無摘心・切り返し	12.0a	7.1
無摘心・無切り返し	9.2ab	6.7
慣行	7.5b	7.8
有意性	*	N.S

^zチューキー多重比較によりアルファベットの異符号間に5%の有意差あり

第4表 育苗・定植時の処理の違いが10a当り収量に及ぼす影響(kg)

処理区	2006年	2007年	2008年	累積
	本圃定植2年目	3年目	4年目	
摘心・切り返し	77.1a ^z	427.8a	412.0	916.9
摘心・無切り返し	78.1a	256.4ab	302.1	636.6
無摘心・切り返し	60.4ab	446.8a	337.1	844.4
無摘心・無切り返し	5.5b	260.8ab	409.6	675.8
慣行	10.1ab	129.8b	239.3	379.2
有意性	*	*	N.S	N.S

^zチューキー多重比較によりアルファベットの異符号間に5%の有意差あり

第5表 育苗・定植時の処理の違いが果実品質に及ぼす影響
(2007年と2008年の平均)

処理区	1果重 (g)	裂果率 (%)	腐敗果率 (%)	虫害果率 (%)
摘心・切り返し	27.3ab ^z	5.7	0.2	26.9ab
摘心・無切り返し	28.8a	8.7	0.4	16.6b
無摘心・切り返し	23.4b	7.2	0.5	21.9ab
無摘心・無切り返し	26.8ab	6.5	1.4	30.0ab
慣行	25.3ab	7.1	2.0	32.9a
有意性	*	N.S	N.S	*

^zチュキー多重比較によりアルファベットの異符号間に5%の有意差あり

これらのことから、定植4年目までに収量が最も確保できた区は、摘心・切り返し区であった。

定植3～4年目の2カ年平均における1果重は、摘心・無切り返しが、無摘心・切り返し区に比較して高く、その他の区では差がなかった。裂果率及び腐敗果率は、区間に差がなかった。虫害果率は、摘心・無切り返し区が慣行区に比較して低く、その他の区は差がなかった(第5表)。

考 察

摘心・切り返し区が、収量面で他の区より優れたことは(第4表)、 m^2 当り結果母枝数が、他の区と差がなかったことから(第3表)、樹高及び樹冠面積の拡大が早期に図れた(第2表)ためと考えられる。また、カンキツの接ぎ木後の摘心(小池、2007)と同様に、大苗育苗時の5月下旬の摘心は、新梢を数本発生させることができ、骨格となる新梢を多めに確保できたと考えられる。



第2図 定植4年目の摘心・切り返し区(2008年11月)

本圃定植時に枝長1/2の長さで切り返した理由としては、一般に先端から1/5を切り返した場合、結果母枝先端に弱い新梢しか発生せず(荒木、2004)、先端から2/3で切り返した場合、強い新梢が数本しか発生しない。新梢を満遍なく配置でき、しかもある程度の新梢長を確保するためには、枝長1/2の長さで切り返すことが妥当と考えられる。

本圃定植時に枝長1/2の長さで切り返しによって、新梢伸長が旺盛となり、更に新梢伸長停止が遅れたことにより、骨格となる主枝・垂主枝の伸長を図ることができ、十分な樹冠拡大が図れた。また、「岸根」は、枝先にしか結果母枝が確保できない特徴があるが、この切り返しによって樹冠内部まで、結果母枝を配置することが可能になった。

本圃定植1年目の冬季せん定で、不要枝の間引き及び主枝・垂主枝の切り返しを行うことは、定植2年目に樹冠面積に見合った結果母枝を配置でき、更に樹冠拡大も図ることができると考えられる。

これらのことから、3年目及び4年目の10a当り収量が各々400kgを超え、早期成園化に繋がれたと考えられる。(第2図)。

また、摘心・切り返し区に次ぎ、無摘心・切り返し区では、樹高及び樹冠拡大が早く(第2表)、累積収量が高かった要因には、本圃定植時における全枝を枝長1/2に切り返したことが、大きく影響しているものと考えられる。

摘心・切り返し区は、収量が多いにも関わらず1果重は他区と差がなく、裂果、腐敗果及び病虫害果も増加しなかったことから(第5表)、果実品質でも問題がないと考えられる。なお、摘心・無切り返し区で虫害被害率が低下したのは個体差によるものと考えられる。

岩谷・藤丸が「クリの副梢利用苗密植栽培による早期成園化技術(2008)」で、1年生苗育成において発生する副梢の利用と密植栽培により、未収益期間の短縮及び早期収量の安定等に有効なことを報告している。本試験では、副梢利用という点では同様であるが、摘心を実施することで強制的に副梢を発生させる方法を行っていること、2年生の大苗育成を行う過程で副梢を発生させることなどの相違点がある。しかし、枝数の少ない「岸根」でも、摘心を行うことによって、新梢の発生数と伸長を促進できることが明らかになった。

また、本試験も副梢利用と併せて密植栽培を行っているが、80樹/10a(岩谷・藤丸, 2008)よりも多い125樹/10aで実施したため、「岸根」でも初期収量を増加させることができた。

小川らは、カキ「平核無」で大苗定植試験を実施している。大苗育苗はクリにおいても、早期成園化を図るため、新改植を実施する上で有効な方法である。特に、改植では伐採が1年遅らせることができ、未収益期間を1年短縮できるメリットがある。クリは中山間地での栽培が多いため、新植についても、1年生苗を本圃に定植すると、新梢等が獣害を受けやすい。このため、1年生苗を1年間苗圃で集中的に管理し、樹冠拡大を図ることは、この問題の軽減にも寄与できる。

その一方で、植え付け回数の増加やバックホーによる大苗の掘り取りなど、労働時間及び経費の増加が問題となる。しかし、摘心・切り返し区と本圃基準(1年生の5×5m植え)の経済性を試算によって比較すると、定植4年目までの販売額から経費(労働時間を除く)を差し引くと、摘心・切り返し区が約25万円、本圃基準では0円となり、前者の有利性は明らかである。

ただし、初期収量を10a当り400kg以上確保するためには、125本(4×2m)程度確保する必要があり、かなりの密植状態となる。「岸根」は樹冠拡大が早いため、下枝の衰弱や枯れ込み等

の密植の弊害も、定植6年目頃の早い時期に発生する。荒木・藤原(1993)は、下枝の枯れ込みと衰弱を防ぐことが、収量に大きく影響すると述べている。本試験で実施した4×2m植えでは、下枝の生産性を低下させないため、本圃定植後5～6年目に間伐を実施する必要がある。

摘 要

- 1 クリ「岸根」の苗圃での大苗育苗及び本圃定植時の管理の違いと密植栽培(4×2m)が、樹冠拡大や収量等に及ぼす影響を調査した。
- 2 摘心・切り返し区は、苗圃に50～60cmの高さに切り返して定植し、5月下旬に全摘心を行い大苗を育成し、翌年3月の本圃定植時に枝長の1/2を切り返した。
- 3 生育及び収量については、摘心・切り返し区が、最も優れた。
- 4 摘心・切り返し区では、定植3年目及び4年目の10a当り収量は400kg以上確保できた。
- 5 また、定植後4年間の10a当り累積収量が900kgを超え、「岸根」の早期成園化が図れた。
- 6 果実品質においては、慣行と同等であった。

引用文献

- 荒木斉・藤原俊一. 1993. クリの低樹高整枝・せん定と樹冠間隔が園地の生産構造並びに収量と果実重に及ぼす影響. 近畿中国農業研究: 13-24.
- 荒木斉. 2004. クリの作業便利帳. p. 33. 農文協. 東京.
- 岩谷章生・藤丸治. 2008. クリの副梢利用苗密植栽培による早期成園化技術. 熊本県農業研究センター研究報告: 167-176.
- 小川晋一郎・佐藤陽子・高野隆志・杉本明夫. 1994. 大苗定植・樹勢調節によるカキ平核無の早期多収栽培に関する研究. 福井県農業試験場研究報告: 33-43.
- 小池洋男. 2007. 果樹の接ぎ木・さし木・とり木. p 115. 農文協. 東京.

クリ「岸根」の早期成園化のための大苗育苗と密植栽培

エンドウのナモグリバエの寄生蜂群を用いた トマトハモグリバエ防除

東浦祥光・岩本哲弥*・和泉勝憲**

Control of *Liriomyza sativae* Blanchard by parasitoids of the garden pea leaf-miner, *Chromatomyia horticola* (Goureau)

Yoshimitsu HIGASHIURA, Tetsuhiro IWAMOTO and Katsunori IZUMI

Abstract:Hymenopterous parasitoids of *Chromatomyia horticola* (Goureau) infesting garden pea leaves were surveyed in Yamaguchi Prefecture from 2002 to 2005. As a result, nineteen species belonging to three families were recorded. Among them, 8 species were revealed to attack *Liriomyza sativae* Blanchard. To release these hymenopterous species into greenhouses, garden pea plants without 1st to 6th leaves from the top of the stem should be used in May. Control of *L. sativae* using parasitoids emerging from garden pea leaves was attempted. The leaves were contained in a 1.5mm x mesh nylon net, and were introduced into a tomato greenhouse three times in two weeks and a cucumber greenhouse five times in four weeks, which were infested by *L. sativae*. As a result, larval mortalities of *L. sativae* were up to 67.2% in the tomato greenhouse, and to 82.1% in the cucumber greenhouse.

Key Words : biological control, agromyzids, endemic natural enemy

キーワード : 生物的防除、ハモグリバエ類、土着天敵

緒 言

野菜類の重要害虫であるハモグリバエ類の中には、近年、化学農薬に対する抵抗性を発達させながら汎世界的な分布拡大を続ける広食性の種が存在する (Murphy ら、1999)、(岩崎ら、2004)。これらの種のうち、1999年にトマトハモグリバエ (*Liriomyza sativae* Blanchard)、2003年にアシグロハモグリバエ (*L. huidobrensis* (Blanchard)) が、山口県で確認された (平成11年度病害虫発生予察特殊報第1号、平成15年度病害虫発生予察特殊報第1号)。その後、前者は分布を拡げ、現在は県内における重要害虫の一つとなっている。農林総合技術センター (以下、センター) では侵入ハモグリバエ類の発生

* 現在 : 萩農林事務所

** 現在 : 柑きつ振興センター

生態、薬剤感受性の解明を行い、農薬による防除対策を確立してきた (大久保ら、2002)。しかし一方では、安心、安全な農作物に対する消費者志向の高まりから、化学農薬を低減させる技術の開発が求められている。全国では導入天敵の接種的放飼によるハモグリバエ防除も行われるようになり、イサエアヒメコバチ (*Diglyphus isaea* (Walker)) などが生物農薬として販売されている。これらの導入寄生蜂を用いたハモグリバエ類の防除試験例の中には、在来寄生蜂が自然発生して導入寄生蜂より多くなり、ハモグリバエ類を抑制する事例が知られるようになった (西東ら、1995)、(井口、1997)。このことから、ハモグリバエ類の抑制要因としての土着天敵寄生蜂類の重要性が指摘されるようになった。近年、我が国のハモグリバエ類の土着寄生蜂相の解明が進み、在来のハモグリバエ類に対する多様な寄生蜂が存在し、それらが侵入ハモグリ

バエ類に対しても寄生する状況が明らかになっている(杉本1998)。農業上重要なハモグリバエ類であるマメハモグリバエ (*L. trifolii* (Burgess))、ネギハモグリバエ (*L. chinensis* Kato)、ナモグリバエ (*Chromatomyia horticola* (Goureau)) の土着寄生蜂相が明らかになっている(小西、1998)、(山村、2004)、(徳丸、2006)、(小西、2007)、(福原ら、2007)。これらのうち、ナモグリバエはマメ科、アブラナ科、キク科を中心に多くの植物を寄主とし、春にエンドウを激しく加害する害虫である。しかし、ウリ科、ナス科の植物であるキュウリ、トマトはほとんど加害しない。そのため、ナモグリバエが寄生したエンドウ葉を用い、果菜類のハモグリバエ類を防除する研究が始まりつつある(福原ら、2003)、(山口ら、2004)、(土井・多々良・片山・金子・田上・杉山、2006)、(井口ら、2007)。なお、土着天敵は農薬取締法により「特定防除資材」として位置づけられており、利用する場合は同一都道府県内で採取されたものと指定されている。よって、土着天敵の利用には各都道府県ごとの土着天敵相を確認し、対象害虫への適合性を確認する必要がある。

そこで、山口県におけるエンドウを加害するナモグリバエの寄生蜂相を明らかにし、それらの寄生蜂群を用いたトマトハモグリバエの防除技術を開発するために、2002年度から2006年度に本研究を実施した。

なお、本文に入るに先立ち、寄生蜂の同定、学名に関し御助言頂いた奈良県農業総合センターの井村岳男氏、北海道農業研究センターの小西和彦氏に厚く御礼申し上げます。

材料及び方法

1 トマトハモグリバエ防除資材としてのエンドウ葉の有用性調査

1) 山口県におけるエンドウのナモグリバエ寄生蜂相調査

山口県においてエンドウを加害するナモグリバエの土着寄生蜂相を明らかにするため、センター内と県内各所より採取したエンドウ葉から寄生蜂を羽化させ、種構成を調査した。

(1) センター内調査

2002～2005年にかけて、センター内露地ほ場において無防除で栽培したナモグリバエ寄生「スナップエンドウ」10茎分の葉を約7日おきに木製天敵羽化箱(第1図、以下「羽化箱」)に入れ、羽化した寄生蜂を回収した。2002～2004年の調査は羽化箱を25℃の飼育室で管理し、2005年の調査はセンターのトマトハウス内で管理した。羽化箱の試験管内に羽化した成虫は適宜回収し、エンドウ葉を収納してから28日後に回収箱内で死んだ寄生蜂を回収した(2005年はほぼ毎日回収した)。得られた寄生蜂は検鏡して同定した。調査は2002年4月11日～6月14日、2003年3月5日～6月6日、2004年3月24～6月9日、2005年5月6日～31日に行った。



第1図 木製天敵羽化箱(上部開扉)

また、2002～2004年の調査については、エンドウ葉採取日別に得られた寄生蜂数を種別に集計し、トマトハモグリバエを寄生させたエンドウ苗をトラップに用いた2003年の調査(次項2-2)参照)で判明したトマトハモグリバエに寄生する種について発生ピークを調査した。

寄生蜂の同定は(Takada et al. 1979)及び(小西、1998)の検索表に従い、学名は論文以降に変更されたものに従った(以下の調査も同様)。なお、寄生蜂の和名は(小西、1998)に従った。

(2) 現地調査

2005年4月25日～5月13日に県内6地点（下関市豊北町川棚、宇部市瓜生野、山口市阿東嘉年下、山口市徳地堀、周南市鹿野中）の露地ほ場において、ナモグリバエが寄生したエンドウ葉を100小葉ずつ採取した。エンドウ葉はキムタオル®に挟んで紙製の封筒に入れ、25℃の室内で保管して羽化した寄生蜂を検鏡、同定した。

2) トマトハモグリバエとナモグリバエの共通寄生蜂の確認

山口県に生息するエンドウのナモグリバエ寄生蜂のうち、トマトハモグリバエ防除にも利用できる種を明らかにするため、トマトハモグリバエを寄生させた苗（以下、「苗トラップ」）をトラップとして用い、エンドウほ場においてトマトハモグリバエの土着寄生蜂を調査した。苗トラップには3～4葉期のトマト（品種「桃太郎エイト」）及びキュウリ（品種「シャープ1」）を用い、これらを入れたケース内にトマトハモグリバエを放虫して産卵させた。トマトハモグリバエ幼虫ふ化時に、苗トラップをエンドウ植栽ほ場の近くに設置した。設置期間は2003年5月18～20日、27～29日、6月6～7日、13～17日とした。苗トラップを回収した後、容器に入れ寄生蜂が羽化し終わるまで25℃の飼育室内に置き、羽化した寄生蜂を回収し同定した。

2 エンドウ葉導入方法の検討

ほ場へのエンドウ葉の導入法を検討するため、部位別のナモグリバエ寄生蜂類発生消長を調査するとともに、網袋に入れてほ場に導入したエンドウ葉から発生する寄生蜂の種数と個体数を調査した。

1) 葉位別のナモグリバエ寄生蜂発生消長

2005年5月6日、13日、22日にセンター内露地ほ場で無防除栽培した「スナップエンドウ」（2004年11月4日播種）10茎を根元から切り取り、ナモグリバエの寄生している複葉を、未展開葉を除く上から第1～6位葉（以下、上位葉）、第7～11位葉（以下、中位葉）、第12位葉以下（以下、下位葉）に分けて羽化

箱（第1図）に入れ、センターのトマトハウス内に設置して寄生蜂を羽化させた。試験管内に羽化した寄生蜂は5月31日までほぼ毎日回収し、検鏡して同定した。

2) 放飼寄生蜂の種構成と導入量の調査

ハウスにエンドウ葉を導入する手法により、発生する寄生蜂の種数と個体数を推定するため、2005年5月13日と22日に、上位葉を剪除した「スナップエンドウ」各3茎を1.5mm目のナイロン製網袋に入れた。これをさらにナイロン紗の捕虫網に入れて口を縛り、ハウス内に放置した。網袋から脱出して捕虫網内に出た寄生蜂は5月22日と31日に回収し、検鏡して同定した。

3 ナモグリバエ寄生エンドウ葉を用いたトマトハモグリバエ防除試験

ナモグリバエが寄生したエンドウ葉のハウス内への導入により、トマトハモグリバエに対する防除効果が得られるかどうか確認するために、2005年及び2006年にセンター内の20㎡ビニールハウス2棟を用い、エンドウ葉の導入区と無処理区を設定して試験を行った。区制は1区1ハウスの1連制とした。トマトハモグリバエのメインを大中小の大きさ別、及び幼虫の生死別に見取り調査した。なお、メインの長さは、3cm未満を小、3cm以上で蛹が脱出前の中、蛹が脱出したものを大とした。また、幼虫の生死の判別は、体色が黄緑色のものを生虫、黒褐色のものを死虫とした。

1) トマトにおける試験

2005年4月21、29日に、センター内の20㎡トマトハウス（品種「桃太郎8」、2005年3月25日定植、株間40cm、2条植え、条間40cm）2棟に累代飼育したトマトハモグリバエ成虫を約100頭/棟放虫し、各ハウスをそれぞれ導入区及び無処理区とした。導入区には、ナモグリバエが寄生したエンドウ茎を根元から切り取って一部の葉を切り外し、大型の害虫をほ場へ導入する危険性を低下させるために目合い1.5mmの網袋に入れ、トマトの条間に吊り下げた。エンドウ葉はセンター内露地



第2図 放飼装置

口径29.5cm、高さ40cm 蓋付ポリバケツ製



第3図 放飼装置内部

脱出口内壁にはハチミツを随時放射状に塗布

ほ場で2004年11月4日に播種し、以後無防除で栽培した「スナップエンドウ」を供試し、5月6日に中位葉を4茎分、5月14日に中位葉及び下位葉を3茎分、5月22日に中位葉及び下位葉を4茎分を導入した。見取り調査は5月5日から7月3日の間、7～15日おきに各区3株の上～下位葉から均等に選んだ各5葉について行った。

2) キュウリにおける試験

2006年4月28日に、センター内の20㎡キュウリハウス（品種「フリーダム」、2006年4月27日定植、株間30cm、2条植、条間40cm）2棟に累代飼育したトマトハモグリバエ成虫を約100頭/棟放虫し、各ハウスをそれぞれ導入区及び無処理区とした。導入区には、ナモグリバエの寄生を受けたエンドウ茎を根元から切り取り、一部の葉を除去して目合い1.5mmの網袋に入れ、それをポリバケツを利用した放飼装置（第2図）に入れた。放飼装置の内側は黒く塗り、開口部の内側には、羽化する寄生蜂への給餌を目的として随時ハチミツを塗布した（第3図）。エンドウ葉は2006年2月14日に播種して温室育苗したものを3月17日にセンター内露地ほ場に定植し、以後無防除で栽培した「スナップエンドウ」を供試し、5月2、9、18、21日に中位葉及び下位葉を5茎分、5月31日に同10茎分を導入した。見取り調査は5月8日から7月3日の間、7～15日おきに各区10株の上～下位葉から均等に選んだ各5葉について行った。

結 果

1 トマトハモグリバエ防除資材としてのエンドウの有用性調査

1) 山口県におけるエンドウのナモグリバエ寄生蜂相

(1) センター内調査

エンドウからは3科19種の寄生蜂が得られた（第1表）。年によって変動があるものの、優占種はニホンハモグリコマユバチ（*Dacnusa nipponica* Takada）、ハモグリヤドリヒメコバチ（*Chrysocharis pentheus* (Walker)）、*Chrysocharis pubicornis* (Zetterstedt)、イサエアヒメコバチ（*Diglyphus isaea* (Walker)）の4種であり、全羽化数の77～92%を占めた。

(2) 現地調査

県内各地で採集したエンドウから得られた寄生蜂は、3科17種であった（第2表）。種構成については、*Opius* sp.を除き、センターで確認されたエンドウ寄生蜂相とほぼ一致した。ヒメコバチ科の種では全ての地点でハモグリヤドリヒメコバチ、*C. pubicornis*、イサエアヒメコバチが主要種であり、各地点の総羽化数の59～98%を占めた。コマユバチ科の種については調査地によって異なり、宇部市、周南市、山口市徳地ではニホンハモグリコマユバチが主要種であったが、下関市ではササカワコマユバチ（*Dacnusa sasakawai* Takada）が優占した。

第1表 山口市大内において確認されたエンドウのナモグリバエ寄生蜂(2002~2005年)

寄生蜂名	2002年	2003年	2004年	2005年
[コマユバチ科]				
ニホンハモグリコマユバチ(<i>Dacnusa nipponica</i> Takada)	1,178	2,451	649	37
* ササカワコマユバチ(<i>Dacnusa sasakawai</i> Takada)	274	163	24	3
[ヒメコバチ科]				
* ハモグリヤドリヒメコバチ(<i>Chrysocharis pentheus</i> (Walker))	4,062	3,599	1,507	798
<i>Chrysocharis pubicornis</i> (Zetterstedt)	2,987	1,661	523	127
* イサエアヒメコバチ(<i>Diglyphus isaea</i> (Walker))	395	1,669	4,105	1,739
* <i>Diglyphus minoeus</i> (Walker)	12	65	1	0
<i>Diglyphus pusztensis</i> (Erdös & Novicky)	112	48	28	20
* <i>Diglyphus albiscapus</i> Erdös	465	424	76	110
<i>Pediobius metallicus</i> (Nees)	45	47	11	8
* <i>Closterocerus trifasciatus</i> Westwood	106	232	26	9
<i>Closterocerus lyonetiae</i> (Ferrière)	0	0	0	5
<i>Pnigalio katonis</i> (Ishii)	1	20	0	3
* ハモグリミドリヒメコバチ(<i>Neochrysocharis formosa</i> (Westwood))	36	999	97	55
* <i>Neochrysocharis okazakii</i> Kamijo	3	390	56	5
<i>Quadrastichus liriomyzae</i> Hansson & LaSalle	0	0	0	1
<i>Quadrastichus</i> sp.	0	0	0	2
[コガネコバチ科]				
* <i>Halticoptera circulus</i> Walker	0	0	0	144
<i>Sphegigaster hamugurivora</i> Ishii	51	73	17	12
* <i>Trichomalopsis oryzae</i> Kamijo & Grissell	144	311	252	51
調査期間	4/11-6/14	3/5-6/6	3/24-6/9	5/6-31

調査期間中の10茎当たり総虫数。*印はトマトハモグリバエにも寄生する種

第2表 県下各所で得られたナモグリバエ寄生蜂群の種構成

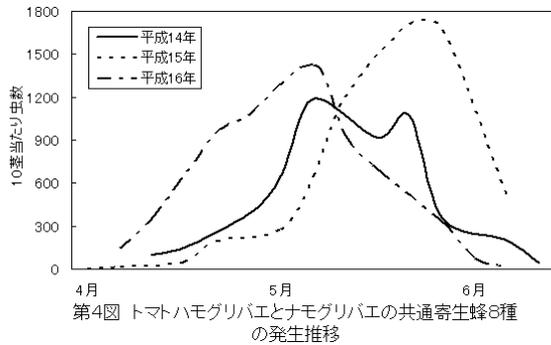
調査地点 採集日	阿東 5/13	宇部 4/25	下関 5/9	周南 5/9	徳地 5/9
[コマユバチ科]					
ニホンハモグリコマユバチ(<i>Dacnusa nipponica</i>)	2	45	2	27	27
* ササカワコマユバチ(<i>Dacnusa sasakawai</i>)	-	-	52	1	13
<i>Opius</i> sp.	-	2	1	-	-
[ヒメコバチ科]					
* ハモグリヤドリヒメコバチ(<i>Chrysocharis pentheus</i>)	320	282	81	20	49
<i>Chrysocharis pubicornis</i>	271	43	75	27	87
* <i>Closterocerus trifasciatus</i>	1	-	-	-	-
<i>Closterocerus lyonetiae</i>	1	1	3	-	-
* <i>Diglyphus albiscapus</i>	3	1	2	2	-
* イサエアヒメコバチ(<i>Diglyphus isaea</i>)	145	39	20	13	168
<i>Diglyphus pusztensis</i>	3	2	-	-	-
* ハモグリミドリヒメコバチ(<i>Neochrysocharis formosa</i>)	2	5	11	2	6
* <i>Neochrysocharis okazakii</i>	-	-	-	1	3
<i>Pediobius metallicus</i>	-	-	4	1	-
<i>Pnigalio katonis</i>	1	3	2	1	6
[コガネコバチ科]					
* <i>Halticoptera circulus</i>	-	3	1	-	18
<i>Sphegigaster hamugurevora</i>	-	-	-	-	9
* <i>Trichomalopsis oryzae</i>	2	1	7	-	-
不明種	-	2	-	6	-

*：トマトハモグリバエにも寄生する種
 阿東：山口市阿東嘉年下、宇部：宇部市瓜生野、下関：下関市豊浦町川棚
 周南：周南市鹿野中、徳地：山口市徳地堀

2) トマトハモグリバエとナモグリバエの共通寄生蜂調査

キュウリの苗トラップから6種(第3表)、トマトの苗トラップから7種(第4表)の寄生蜂が羽化した。その結果、計8種のトマトハモグリバエ寄生蜂が明らかになった。主要種はハモグリヤドリヒメコバチ(*Chrysocharis pentheus* (Walker))とハモグリミドリヒメコバチ(*Neochrysocharis formosa* (Westwood))であった(第3, 4表)。

これら8種は、山口市内におけるエンドウのナモグリバエ寄生蜂の2002~2004年調査では、5月上~下旬に採取したエンドウから最も多く羽化した(第4図)。



2 エンドウ葉導入方法の検討

1) 葉位別のナモグリバエ寄生蜂発生活長

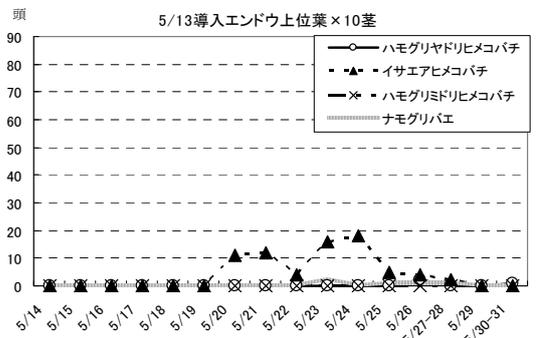
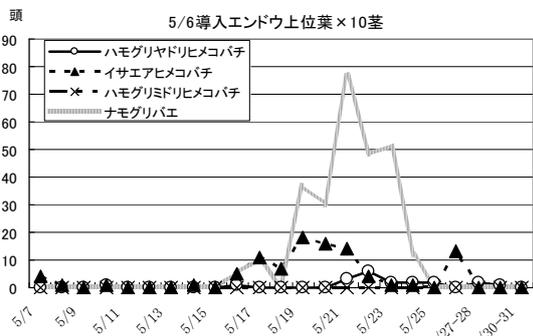
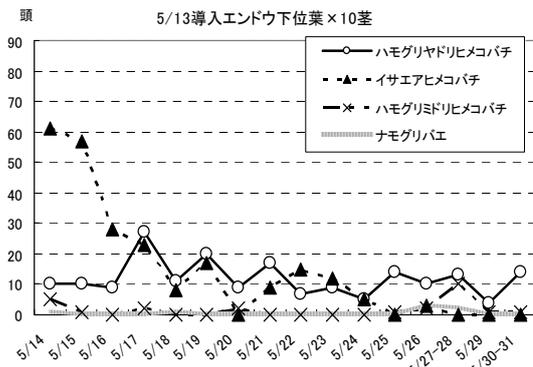
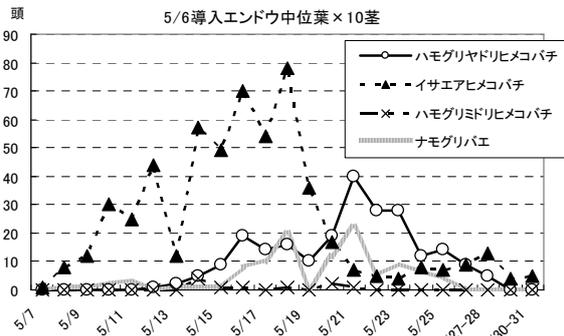
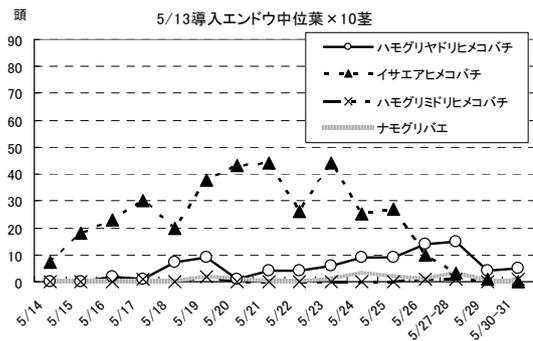
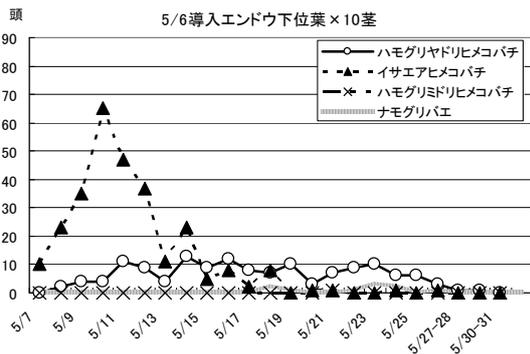
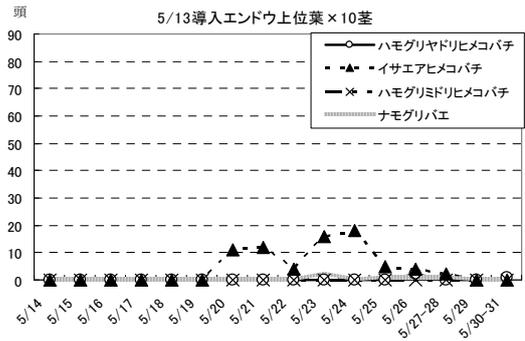
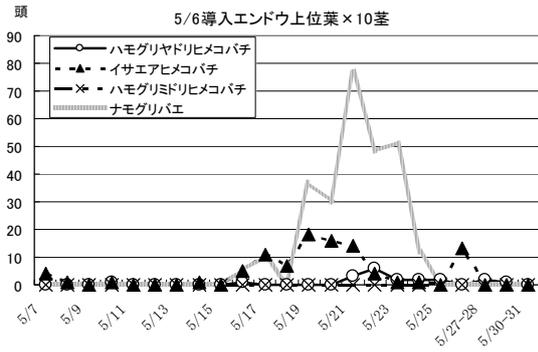
2005年5月6日と13日に採取したエンドウ葉からは、イサエアヒメコバチとハモグリヤドリヒメコバチの2種が優制的に羽化した。これら2種及び苗トラップ試験でトマトハモグリバエへの寄生が多く確認されたハモグリミドリヒメコバチ、寄主のナモグリバエのエンドウ部位別の発生状況は第5図に示した。先にイサエアヒメコバチが多く羽化し、ハモグリヤドリヒメコバチの羽化ピークはその後であった。また、上位葉からは寄生蜂の出現が導入後1週間程度はなく、羽化数も少なかった。中位葉からは導入直後の寄生蜂羽化数はやや少ないものの、2週間程度は羽化が継続した。下位葉からは導入後1週間程度は羽化が多いが、その後は減少する傾向にあった(第5図)。

第3表 キュウリ葉から羽化した寄生蜂の割合(%)

暴露期間	ヒメコバチ科			ミドリコバチ科			コガネコバチ科			不明	合計	寄生蜂 総虫数
	<i>Chrysocharis pentheus</i>	<i>Chrysocharis pubicornis</i>	<i>Neo-chrysocharis formosa</i>	<i>Chrysocharis chrysocharis</i>	<i>Chrysocharis chrysocharis</i>	<i>Chrysocharis chrysocharis</i>	<i>Trichomelopus oryzae</i>	<i>Trichomelopus oryzae</i>	<i>Schizogaster hamamurae</i>			
2003.5/18-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2003.5/27-29	82.3	0.0	29.8	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	100
2003.6/6-7	0.0	0.0	88.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	93.3	100
2003.6/13-17	50.0	0.0	36.4	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	100

第4表 トマト葉から羽化した寄生蜂の割合(%)

暴露期間	ヒメコバチ科			ミドリコバチ科			コガネコバチ科			不明	合計	寄生蜂 総虫数
	<i>Chrysocharis pentheus</i>	<i>Chrysocharis pubicornis</i>	<i>Neo-chrysocharis formosa</i>	<i>Chrysocharis chrysocharis</i>	<i>Chrysocharis chrysocharis</i>	<i>Chrysocharis chrysocharis</i>	<i>Trichomelopus oryzae</i>	<i>Trichomelopus oryzae</i>	<i>Schizogaster hamamurae</i>			
2003.5/18-20	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4
2003.5/27-29	53.8	0.0	29.5	14.1	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	100
2003.6/6-7	32.4	0.0	41.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	100
2003.6/13-17	58.1	0.0	32.3	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	3.2	100

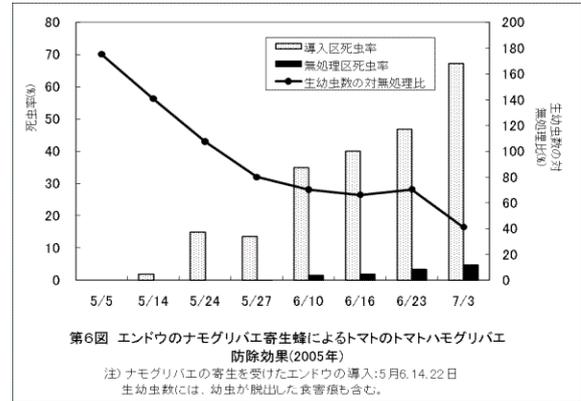


第5図 エンドウ部位別の寄生蜂およびハモグリバエの羽化消長
 *5/6、5/18導入：2005年5月6日、5月18日にエンドウ葉を羽化箱に導入

2) 放飼寄生蜂の種構成と導入量の調査

網袋に入れてハウス内に持ち込んだエンドウ葉から羽化した寄生蜂は11種で、優占種はイサエアヒメコバチ及びハモグリヤドリヒメコバチの2種であった。両種の全回収寄生蜂数に対する割合はそれぞれ51%、26%であった。網袋に入れてハウス内に持ち込んだエンドウ葉からの寄生蜂の羽化数は、導入後1週間が多く、2週目は大きく減少した。羽化箱の寄生蜂は各茎均一に羽化したと仮定すると、各回の網袋では羽化箱の65%以下の羽化にとどまった(第5表)。

全メインに占める死幼虫の割合(以下「死幼虫率」)は、最終的に67.2%に達した。これに対し、無処理区では同時期に死幼虫率が4.6%であった。また、導入区では生幼虫がいたメイン数+大メイン数の対無処理比も徐々に低下し、最終的には41.2%となった(第6表、第6図)。



3 ナモグリバエ加害エンドウ葉を用いたトマトハモグリバエ防除試験

1) トマトにおける試験

ナモグリバエが寄生したエンドウ葉を3回導入することにより、トマトハモグリバエの

第5表 網袋でハウス内に導入したエンドウ葉から得られた寄生蜂

	5/14, em. 5/15-22				5/14, em. 5/23-31				5/22, em. 5/23-31			
	♀	♂	不明	計	♀	♂	不明	計	♀	♂	不明	計
[ヒメコバチ科]												
<i>Chrysocharis pubicornis</i>	4	7	1	12	1	1	0	2	1	2	0	3
ハモグリヤドリヒメコバチ (<i>Chrysocharis pentheus</i>) *	10	16	6	32	11	6	0	17	9	8	2	19
<i>Closterocerus lyonetiae</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Diglyphus albiscapus</i> *	0	2	3	5	0	0	0	0	0	3	1	4
イサエアヒメコバチ (<i>Diglyphus isaea</i>) *	22	36	10	68	12	9	2	23	16	20	5	41
<i>D. pusztensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
ハモグリミドリヒメコバチ (<i>Neochrysocharis formosa</i>) *	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	2
<i>Pediobius metallicus</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3	0	3
[コガネコバチ科]												
<i>Halticoptera circulus</i> *	0	0	0	0	2	0	0	2	0	1	0	1
<i>Sphegigaster hamugurevora</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Trichomalopsis oryzae</i> *	1	2	0	3	2	2	0	4	4	7	0	11
合計	121				51				87			
羽化箱試験の合計	218				110				133			

5/14, em. 5/15-22: 5/14に導入した第7位葉以下のエンドウ3茎から、5/15-22の間に羽化した寄生蜂
 5/14, em. 5/23-31: 5/14に導入した第7位葉以下のエンドウ3茎から、5/23-31の間に羽化した寄生蜂
 5/22, em. 5/23-31: 5/22に導入した第7位葉以下のエンドウ4茎から、5/23-31の間に羽化した寄生蜂
 羽化箱試験の合計: 同じ時期、部位のエンドウ10茎から木製羽化箱で得た寄生蜂数を同茎数に換算した数値
 *: トマトハモグリバエに寄生する種

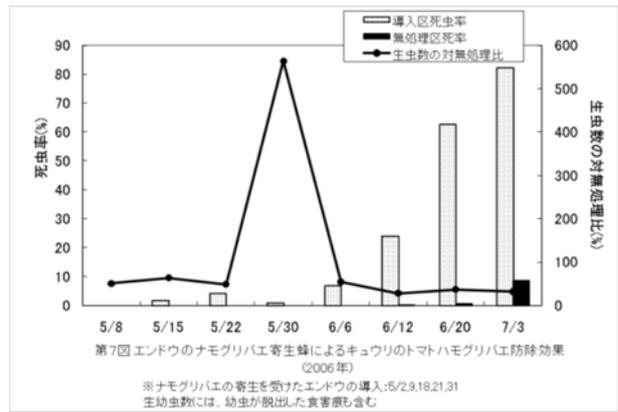
第6表 エンドウのナモグリバエ寄生蜂によるトマトのトマトハモグリバエ防除効果(2005)

調査日	エンドウ葉導入区のメイン数						無処理区のメイン数						対無処理比	死虫率(%)		
	生小	死小	生中	死中	大	総計	生・大合計	生小	死小	生中	死中	大		総計	生・大合計	導入区
5/5	27	0	29	0	107	163	163	12	0	8	0	73	93	93		
5/14	13	1	30	4	219	267	262	8	0	5	0	173	186	186	141	1.9
5/24	58	9	17	65	350	499	425	117	0	69	0	209	395	395	108	14.8
5/27	197	19	111	80	323	730	631	206	1	175	1	407	790	788	80	13.6
6/10	22	102	43	276	640	1083	705	13	9	0	5	991	1018	1004	70	34.9
6/16	36	124	10	353	673	1196	719	15	15	2	5	1069	1106	1086	66	39.9
6/23	59	205	15	481	707	1467	781	14	28	6	10	1088	1146	1108	70	46.8
7/3	5	145	7	340	225	722	237	2	19	0	9	573	603	575	41	67.2

トマト3株の各5葉(計15葉)のハモグリバエのメイン数を生死、大きさ別に調査(小: 3cm未満、中: 3cm以上蛹脱出前、大: 蛹脱出後)
 エンドウ葉の導入: 上から第7~11位葉×4茎(5/6)、第7位葉以下全て×3茎(5/14)、第7位葉以下全て×4茎(5/22)
 生・大合計=生小+生中+大、対無処理比=(導入区の生・大合計/無処理区の生・大合計)×100、死虫率=(死小+死中)/メイン総数×100

2) キュウリにおける試験

ナモグリバエが寄生したエンドウ葉を4～10日おきに5回導入することにより、トマトハモグリバエの死幼虫率は、最終的に82.1%に達した。これに対し、無処理区では同時期の死幼虫率が8.5%であった。また、導入区では生幼虫がいたメイン数+大メイン数の対無処理比は、5月末に非常に高くなったが、他の時期は概ね30～50%台と低く、最も低い時期で28.2%であった(第7表、第7図)。このように区間でトマトハモグリバエ幼虫の死亡率に差は認められたが、導入区、無処理区とも被害葉率はほぼ100%であった(データ略)。



第7表 エンドウのナモグリバエ寄生蜂によるキュウリのトマトハモグリバエ防除効果(2006)

調査日	エンドウ葉導入区のメイン数							無処理区のメイン数							対無処理比	死虫率(%)	
	生小	死小	生中	死中	大	総計	生・大合計	生小	死小	生中	死中	大	総計	生・大合計		導入区	無処理区
5/8	21	0	5	0	2	28	28	32	0	17	0	6	55	55	51	0.0	0.0
5/15	35	1	26	1	48	111	109	63	0	14	0	94	171	171	64	1.8	0.0
5/22	15	0	27	3	29	74	71	18	0	7	0	120	145	145	49	4.1	0.0
5/30	273	1	41	2	30	347	344	0	0	0	0	61	61	61	564	0.9	0.0
6/6	165	13	142	37	387	744	694	1010	0	214	0	48	1272	1272	55	6.7	0.0
6/12	242	63	272	227	406	1210	920	228	4	767	1	2264	3264	3259	28	24.0	0.2
6/20	662	399	52	1234	257	2604	971	39	10	40	6	2520	2615	2599	37	62.7	0.6
7/3	338	435	181	3365	309	4628	828	121	9	197	231	2250	2808	2568	32	82.1	8.5

キュウリ10株の各5葉(計50葉)に寄生するハモグリバエのメイン数を調査(小: 3cm未満、中: 3cm以上蛹脱出前、大: 蛹脱出後)

エンドウ葉の導入: 第7位葉以下全て×5茎(5/2, 9, 18, 21)、第7位葉以下全て×10茎(5/31)

生・大合計=生小+生中+大、対無処理比=(導入区の生・大合計/無処理区の生・大合計)×100、死虫率=(死小+死中)/総メイン数×100

考 察

1 トマトハモグリバエ防除資材としてのエンドウの有用性

エンドウほ場へ設置した苗トラップによって、トマトハモグリバエとナモグリバエの共通寄生蜂8種が確認されたことから、ナモグリバエに加害されたエンドウを用いてトマトハモグリバエを防除できる可能性が示唆された。さらに、センター内におけるエンドウからの土着寄生蜂羽化試験により判明したそれら8種の発生盛期である5月上～下旬が、エンドウをトマトハモグリバエ防除の利用適期と考えられる。また、センター内羽化試験では上記8種のほか、トマトハモグリバエに寄生することが報告されている *Closterocerus trifasciatus* Westwood、*Halticoptera circulus* Walker

(Noyes2010)も得られており、山口県におけるエンドウのナモグリバエ寄生蜂群はトマトハモグリバエも同時に攻撃する種を多く含むと考えられる。また、県内各地でエンドウから寄生蜂を羽化させた結果は、コマユバチ類の主要種が異なる場合はあったものの、ハモグリヤドリヒメコマバチやイサエアヒメコマバチが羽化個体の大半を占めるなど山口市の結果と大きく変わらず、県内いずれの地域でもエンドウをトマトハモグリバエの防除に用いることが可能と考えられる。

山口県で確認されたナモグリバエ寄生蜂の種構成は、福岡県(福原ら、2007)、高知県(下元、2003)、愛媛県(密田ら、2003)、京都府(Takada et al. 1979)、静岡県(土井、2007)、北海道(小西、2005)と類似しており、共通性があると考えられる。何れの地域においても、構成割合に差があるものの、今回山口県で主要種とされたニホンハモグリコマユバチ、ハモグリヤドリヒメコマバチ、*C. pubicornis*、イサエアヒメコマ

チの4種かそのうちの3種が主要種となっている場合が多く、まれにこれらに加えて北海道、高知の *Diglyphus minoicus*、山口県における2002年の *D. albiscapus*、2003年のハモグリミドリヒメコバチなど別種が主要種に入ることがある。

エンドウのナモグリバエに対しては少数の種が、時期や地域により割合を変えながら寄生蜂個体群のほとんどを占めていると考えられる。また、マメハモグリバエの寄生蜂群もナモグリバエ寄生蜂群と共通性が高いため(小西, 1998)、我が国の土着寄生蜂はハモグリバエ科の侵入種に対して、密度抑制要因として非常に重要な働きをしていると考えられる。侵入当初は急速な分布と被害の拡大を示したマメハモグリバエは全国的に減少し、続いて侵入して急増したトマトハモグリバエも減少局面にあると言われているが、土着寄生蜂の働きもその一因ではないかと示唆されている(西東ら, 2008)。以上のことから、山口県においてエンドウのナモグリバエ寄生蜂群をトマトハモグリバエの防除に利用することが可能であると考えられる。さらに、これらの寄生蜂群はトマトハモグリバエ以外の様々なハモグリバエ類の防除に活用できる可能性も示唆される。

2 エンドウ導入方法の検討

エンドウをトマトハモグリバエの発生ほ場に導入するに当たっては、導入直後から寄生蜂の羽化が期待できるが、長期間の羽化は期待できない下位葉と、導入当初の寄生蜂発生量は少ないものの、下位葉より長期にわたって多数の寄生蜂が羽化する中位葉の利用価値が高いと考えられる。上位葉は寄生蜂の発生も遅く、数が少ない上、ナモグリバエの発生が多い(第5図)。エンドウ上でナモグリバエの寄生が下位葉から上位葉に移るのを追って寄生蜂の活動の場も移動すると考えられることから、上位の葉は寄生蜂発生源としては価値が低いと推測される。

また、ナイロン紗の捕虫網に入れたエンドウ葉からも、トマトハモグリバエの寄生蜂が羽化していることが確認されたものの、得られた寄生蜂は少なかった。その原因の一つは、エンドウ葉の乾燥の進み方の差ではないかと考えられる。宮崎県の産地では、エンドウを入れた網袋をほ場の畝上に置き、土に接して保湿する方法

が農家に推奨されていることから(大野、私信)、早期の乾燥や腐敗等による導入エンドウ葉の劣化を遅らせることが、寄生蜂導入に際して重要と考えられる。

以上のことから、ナモグリバエの寄生を受けたエンドウ葉をトマトハモグリバエの防除に利用するにあたっては、チョウ目害虫等の大型害虫混入防止のために1.5mm 目程度の網袋に上位葉を除いた茎を入れ、急速に乾燥しないような場所(土の上、開口部のあるケース内等)に配置する必要があると思われる。また、トマトハモグリバエとナモグリバエの共通寄生蜂を最も良く利用できる時期は、5月上～下旬である。

3 ナモグリバエ加害エンドウ葉を用いたトマトハモグリバエ防除試験

トマト及びキュウリのいずれの試験も、放虫によるトマトハモグリバエの多発条件下であったが、試験開始約2カ月後にはトマトハモグリバエ幼虫の死虫率がそれぞれ67.2%、82.1%と高くなり、さらには生幼虫の対無処理比も約30～40となったことから、その程度は低いながら防除効果が認められた。エンドウ茎の導入量は、トマト試験では1回あたり150～200茎/10a、総計で500茎/10aであり、キュウリ試験では1回あたり250～500茎/10a、総計で1500茎/10aと多投入であった。しかし、試験開始時に導入区のトマトハモグリバエの15複葉あたりメイン数が163と多かったトマト試験では、生幼虫の対無処理比が試験終盤まで70程度と高く推移している。トマトハモグリバエの初期密度が高い場合、エンドウ葉の導入で短期間に防除効果を得ることは難しいと考えられる。網袋に入れたエンドウ葉が早く乾燥して寄生蜂の羽化が少なく短かった可能性があることも、効果が低くなった要因の一つと考えられる。キュウリ試験ではエンドウ葉の導入量を増加するとともに、葉の急速な乾燥回避のためにポリバケツを利用した放飼装置を使用した(第2図)ところ、導入区では試験期間の中頃にトマトハモグリバエ生幼虫の対無処理比が564と突出して高くなったが(第7図)、試験後半にトマトハモグリバエ幼虫の死虫率が急激に増加し、トマト試験よりもエンドウ葉導入の防除効果が高かった。導入量増と放飼装置のいずれが主要因かは判然としないが、導

入方法の改善が要因の一つと考えられる。また、導入区で一時的に無処理区よりもトマトハモグリバエ生幼虫が増加した理由として、両区でトマトハモグリバエ発生ピークが一致せず、導入区で先にトマトハモグリバエの若齢幼虫が確認され始めた可能性が考えられる。

給餌により寄生蜂雌成虫の生存日数と産卵能力が増加すること (Mitsunaga et al. 2004)、野外でも寄生蜂が花外蜜腺に集まり、餌資源として利用していることが報告されている (上野ら、2007)。そこで、放飼装置から寄生蜂が脱出する前に吸蜜することを期待して、放飼装置脱出口の内側に随時ハチミツを塗布した。本試験では給餌効果を判定できなかったが、施設内において寄生蜂を利用する場合、防除効果増大のための給餌については今後の課題であると考えられる。

エンドウ葉を導入してトマトハモグリバエを防除する場合、導入時のトマトハモグリバエ発生量の多少に関わらず、トマトハモグリバエの死亡率が上昇するまでに長期間必要なことが明らかとなった。エンドウ葉の利用適期には、ハモグリバエの発生有無にかかわらず早期にほ場への導入を図るなど、可能な限りトマトハモグリバエ密度が低い時期の導入を検討することが必要であると考えられる。また、寄生蜂によるトマトハモグリバエの死亡は、幼虫がある程度大きくなってから発生するため、死亡率が高くなっても中小のマインが残ることにも注意が必要である。ハモグリバエ幼虫が、マイン先端部で死亡して黒くなっているものが増えていれば寄生蜂が働いていると判断できるよう、農家の意識を誘導する必要がある。本手法を用いる場合、ハモグリバエ以外の害虫に対しては寄生蜂類に影響の少ない薬剤を用いることが望ましい。マイン先の黒化に気づいて寄生蜂の働きを確認しつつ、化学農薬によるハモグリバエ防除の要否判断、適切な化学農薬の選定が可能になるように、本技術の特性に対する農家の理解を得る必要がある。

摘 要

山口県において2002～2005年にエンドウ葉を加害するナモグリバエの寄生蜂相を調査し、エンドウ葉を用いたトマトハモグリバエの防除法を検討した。

- 1 山口市における調査で、エンドウ葉から3科19種の寄生蜂が得られ、そのうちの8種がトマトハモグリバエにも寄生することが確認された。県内各地のエンドウのナモグリバエ寄生蜂相も山口市とほぼ同様であった。
- 2 エンドウは上位6葉程度を除いて用いれば寄生蜂を効率的に放飼でき、トマトハモグリバエとナモグリバエの共通寄生蜂8種を最も有効に利用できるのは5月上～下旬であった。
- 3 トマトハモグリバエが発生したトマトハウス及びキュウリハウスに対し、1.5mm 目の網袋にエンドウ葉を入れて1週間おきにそれぞれ3回、5回導入した結果 (キュウリではエンドウ葉過乾燥防止の放飼箱利用)、ハモグリバエ幼虫の死亡率は最大でそれぞれ67.2%、82.1%となり、防除効果が認められた。

引用文献

- 土井誠. 2006. 静岡県におけるエンドウのナモグリバエ寄生蜂の種構成とエンドウからの羽化消長—トマトのハモグリバエ防除のために—. 今月の農業. 50(2). 72-75.
- 土井誠・多々良明夫・片山晴喜・金子修治・田上陽介・杉山恵太郎. 2006. エンドウのナモグリバエに寄生する土着天敵寄生蜂を利用したトマトのハモグリバエ類防除. 日本応用動物昆虫学会大会講演要旨. 50. 60.
- 福原史樹・大野和朗・高松健太郎. 2003. 土着天敵を用いた低コスト生物的防除：ナモグリバエの天敵相と放飼効果. 九州病害虫研究会報. 49. 139-140.
- 福原史樹・高木正見. 2007. 福岡地方における蔬菜加害性ナモグリバエ *Chromatomyia horticola* (Goureau) の土着寄生蜂相. 九州大学大学院農学研究院学芸雑誌. 62(1). 1-6.

- 井口雅裕. 1997. ミニトマト栽培における在来寄生蜂によるマメハモグリバエの密度抑制. 今月の農業. 41(4). 64-68.
- 井口雅裕・福嶋総子・大野和朗. 2007. 和歌山県におけるナモグリバエ寄生蜂を利用したトマトハモグリバエ防除. 日本応用動物昆虫学講演要旨. 51. 61.
- 岩崎暁生・岩泉連・高野俊一郎. 2004. 日本におけるアシグロハモグリバエ *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) の新発生. 植物防疫. 58(1). 13-19.
- 小西和彦. 1998. マメハモグリバエの寄生蜂の図解検索. 農環研資料. 22: 27-76.
- 小西和彦. 2007. 北海道におけるナモグリバエの天敵寄生蜂相. 昆虫(ニューシリーズ). 10(3). 53-61.
- 密田和彦・山崎康男. 2003. 愛媛県におけるマメハモグリバエの天敵寄生蜂相. 愛媛県農業試験場研究報告. 37. 35-39.
- Mitsunaga, T., T. Shimoda and E. Yano. 2004. Influence of food supply on longevity and parasitization ability of a larval endoparasitoid, *Cotesia plutellae* (Hymenoptera: Braconidae). Applied Entomology and Zoology. 39. p. 691-697.
- Murphy, S. T. and J. LaSalle. 1999. Balancing biological control strategies in the IPM of New World invasive *Liriomyza* leafminers in field vegetable crops. Biocontrol News and Information. 20. 91-104.
- Noyes, J. S. 2010. Universal Chalcidoidea Database. <http://www.nhm.ac.uk/research-curation/research/projects/chalcidoids/> (2010年11月アクセス)
- 大久保孝志・山本顕司・殿河内寿子・森重宏. 2002. 山口県におけるトマトハモグリバエの発生生態と薬剤感受性. 植物防疫. 56. 293-295.
- 西東力・小澤朗人・池田二三高. 1995. マメハモグリバエに対する輸入寄生蜂の放飼効果. 関東東山病虫害研究会年報. 42. 235-237.
- 西東力・土井誠・田上陽介・杉山恵太郎. 2008. 静岡県に侵入後のマメハモグリバエとトマトハモグリバエの寄生バチ相. 日本応用動物昆虫学会誌. 52(4). 225-229.
- 下元満喜. 2003. 高知県におけるハモグリバエ類の天敵寄生蜂の種構成と露地ナス圃場でのそれらの働き. 今月の農業. 47. 54-59.
- 杉本毅. 1998. マメハモグリバエの土着寄生蜂に関する最近の知見. 植物防疫. 52. 358-362.
- Takada & Kamijo. 1979. Parasite complex of the garden pea leaf-miner, *Phytomyza horticola* Gourea, in Japan. Kontyu. 47. 18-37.
- 徳丸晋. 2006. 京都府におけるネギハモグリバエの土着寄生バチ相. 日本応用動物昆虫学会誌. 50(1). 63-65.
- 上野高敏・奥村正美・佐々木幹了. 2007. カラスノエンドウ花外蜜腺はアルファルファタコゾウムシ導入寄生蜂の餌資源として利用される. 九州病虫害研究会報. 53. 135.
- 山口卓宏・嶽崎研. 2004. 鹿児島県における施設栽培トマトでの土着寄生蜂を用いたハモグリバエ類の防除. 今月の農業. 48(12). 36-42.
- 山村裕一郎. 2004. ネギハモグリバエの発生生態と土着天敵利用の可能性. 今月の農業. 48(12). 46-49.

斑点米カメムシ (クモヘリカメムシ *Leptocorisa chinensis* Dallas) の合成フェロモン剤を用いた効率的なスリットトラップの開発

本田善之

The development of efficient Slit trap which put composition Attractant pheromone of pecky rice bug, *Leptocorisa chinensis* Dallas

Yoshiyuki HONDA

Abstract. : As for the damage caused by pecky rice bug of Yamaguchi Pref., the frequent occurrence trend is continuing in recent years and main pecky rice bugs are *Leptocorisa chinensis* Dallas and *Stenotus rubrovittatus* (Matsumura). Because the judgment that chemical control of the pecky rice bug in the paddy is difficult, there is much schedule prevention of the breeding and extermination. Search for a new forecasting technology is the goal of the recent research. The researcher developed an efficient trap of *L. chinensis* to improve the trapform, holder of pheromone, the establishment form of the sticky board. The composition pheromone of *L. chinensis* made a holder "Unwoven fabrics", used "slit trap", and move an sticky side to the table, it could be used as an efficient trap.

Key Words : forecasting, composition pheromone, rice bug, pecky rice

キーワード : 予察、集合フェロモン、クモヘリカメムシ、斑点米

緒言

山口県における斑点米被害は、近年多い傾向が続いており、主要な斑点米カメムシ類はクモヘリカメムシ *Leptocorisa chinensis* Dallas とアカスジカスミカメ *Stenotus rubrovittatus* (Matsumura) 及びホソヘリカメムシ *Riptortus clavatus* であることが、発生予察情報などで報告されている (山口県病害虫防除所年報2007~2009)。水稻における斑点米カメムシ類の防除判断は難しく、栽培暦によるスケジュール防除とならざるを得ないため、的確な防除が困難な状況である。斑点米カメムシ類のほ場での発生状

況は、すくい取り調査で行われており、この調査により、斑点米被害の予測が可能 (竹内、2006) なことが報告されている。しかし、すくい取り調査には労力と専門的知識を必要とし、さらに調査時の気象や植生条件などによって精度が不安定になるため、普及が進んでいない。

これらのことから、新たな発生予察技術の開発、例えば、ハスモンヨトウでの発生予測のようなトラップ技術が望まれている。すでに、クモヘリカメムシの雑草地での発生動態は解明されており (竹内ら、2005)、集合フェロモンが開発され (Leal W. S. 1996)、富士フレーバー(株)から合成フェロモン剤が販売されている。クモヘリカメムシのフェロモンは、雄が放出する集合

斑点米カメムシの合成フェロモン剤を用いた効率的なスリットトラップの開発

フェロモンであり、同種の雄を主体に少数の雌も誘引し、発消長の把握などに活用できることが報告されている（渡邊ら、2009）。しかし、設置するトラップは、従来の性フェロモン剤などで使われていたトラップを流用しているのが現状で、集合フェロモンに適した効率的なトラップの開発は遅れている。

よって、著者はクモヘリカメムシの合成フェロモン剤を使ったトラップについて、トラップの形状や誘引源のホルダー、粘着板の設置形状などの改善を検討し、ほ場への侵入把握のための効率的なトラップを開発したので、その概要を報告する。

なお、本試験に際し、生物系特定産業技術研究機構 中央農業総合研究センターの渡邊朋也博士、安田哲也博士、富士フレイバー(株)の篠田一孝氏、佐々木力也氏の方々に、クモヘリカメムシの生態やフェロモン、トラップなどについて貴重なご意見、ご指導を頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

材料及び方法

1 「立て看式トラップ」の誘殺効果（試験①）

「立て看式トラップ」とは、従来の垂直に粘着板を設置するトラップで、ベニア板（縦30cm、横23cm、厚さ1cm）に粘着板をクリップで止めたものに杭を付け、粘着面を地面に対して垂直方向に固定したものである（第1図）。誘引源としては合成フェロモン剤（3粒60mg）を用い、フェロモンのホルダーには小型のプラスチックボトルを使用した。粘着板はサンケイ化学製（縦30cm、横23cm）のものを、合成フェロモン剤については富士フレイバー(株)製を用いた。トラップは2004年6月から9月まで、山口市、美和町（現岩国市）、柳井市の雑草地及び水田の畦畔に、トラップ上端が高さ約1.5mとなるように設置した。合成フェロモンは約2週間で、粘着板は20～30日で交換した。調査は粘着板に誘殺されたクモヘリカメムシを成虫と幼虫とに分け、3～10日間隔で計数した。各トラップの間隔は5mとした。

また、トラップ設置場所周辺の雑草地において、直径30cmの捕虫網によるすくい取り調査

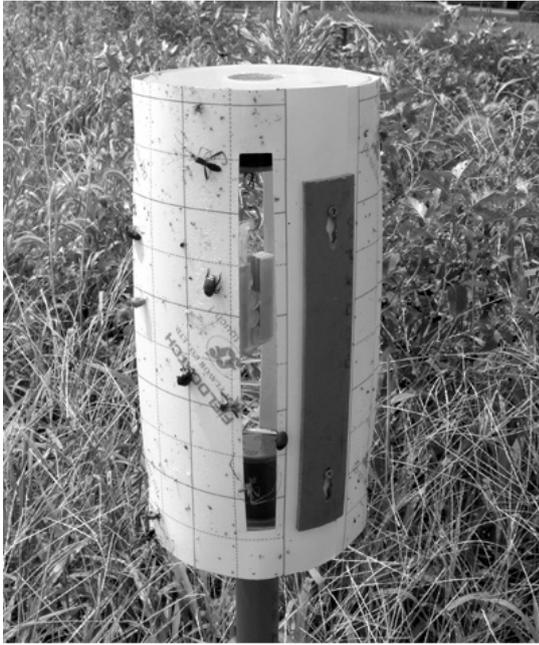
を3～10日間隔で40回振りにより実施し、クモヘリカメムシを雌雄成虫と幼虫とに分けて計数した。

2 スリットトラップの誘殺効果（試験②）

誘引源を「合成フェロモン剤（3粒60mg）」または「エノコログサ10穂+雄成虫10頭」として、2005年7月に「立て看式トラップ」を用いたクモヘリカメムシの誘殺数を調査した。8月にトラップを入れ替え、「スリット式トラップ」で同様に誘殺数を調査した。トラップは山口市（センター内雑草地）に設置し、いずれも高さ約1.5mとなるように調整した。合成フェロモンは富士フレイバー(株)製剤を用い、フェロモンのホルダーは小型のプラスチックボトルを使用した。合成フェロモンは約2週間で交換した。誘引源のエノコログサと雄成虫は、センター内で採取したエノコログサ10穂を、水を入れた2リットルのアルミ蒸着シートで覆ってあるペットボトルに挿してゴースで覆い、同じくセンター内で捕獲したクモヘリカメムシ雄成虫10頭をいれたものを誘引源として用いた。エノコログサは約3日おきにセンター内で当日採取した穂と交換し、雄成虫が減っていれば補充した。粘着板は20～30日で交換した。「立て看式トラップ」は試験①と同じ形状であるが、粘着板は富士フレイバー(株)製「フィールドキャッチ」を用いた。



第1図 立て看式トラップ



第2図 スリット式トラップ

「スリット式トラップ」は富士フレーバー(株)製(フィールドキャッチ)に幅1.5cm、長さ20cmのスリット穴を4列あけて円柱(直径11.5cm、高さ25.5cm)に巻き、内部に誘引源を設置する形状とした(第2図)。同トラップは、ダイズのホソヘリカメムシ用に山口県と富士フレーバー(株)とが共同開発したものである(未発表)。調査は、粘着板に誘殺されたクモヘリカメムシを成虫と幼虫に分け、3～10日間隔で計数した。各トラップの間隔は5mとした。

3 フェロモンを入れるホルダーの適性試験(試験③)

スリット式トラップを用いて、フェロモンのホルダーを「プラスチックボトル」、「ガラスボトル」、「不織布」(第3図)とした場合の誘引比較試験を実施した。合成フェロモン剤には富士

フレーバー(株)製剤を用いた。トラップは山口市(農林総合技術センター内の雑草地と水田、及び落葉果樹栽培試験地の雑草地)で、2007年9月と2008年7月及び2009年9月に、いずれも高さ約1.5mとなるように設置した。合成フェロモンは約2週間間隔で、粘着板は20～30日で交換した。「スリット式トラップ」は、試験②と同じものとした。調査は粘着板に誘殺されたクモヘリカメムシを成虫と幼虫に分け、3～10日間隔で計数した。

また、2007年9月では、<試験②>で使用した「エノコログサ10穂+雄成虫10頭」を誘引源としたスリット式トラップを用いた。各トラップの間隔は5mとした。

4 改良ホルダーを用いたスリット式トラップの誘殺能力(試験④)

フェロモンのホルダーに不織布を用い、「スリット式トラップ」と「立て看式トラップ」におけるカメムシの誘殺数を比較した。合成フェロモン剤には、富士フレーバー(株)製剤を用いた。トラップは山口市(農林総合技術センター内及び落葉果樹栽培試験地の雑草地と水田)で、2007年9月と2008年7～8月、2009年9月に、いずれもトラップ上端の高さ約1.5mとなるように設置した。「立て看式トラップ」と「スリット式トラップ」は試験②と同じものとした。合成フェロモンは約2週間間隔で、粘着板は20～30日で交換した。調査は、粘着板に誘殺されたクモヘリカメムシを成虫と幼虫に分け、3～10日間隔で計数した。

また、2007年9月は、スリット幅が5mmのスリット式トラップの試験も実施した。各トラップの間隔は5mとした。



プラスチックボトル

ガラスボトル

不織布(お茶パック)

第3図 フェロモンを入れる各種ホルダー

5 スリットトラップの粘着面の向きを変えた誘殺効果 (試験⑤)

粘着板に対象外の昆虫が付着するとカメムシ類の調査が困難となり、粘着板の耐久性も低下する。この欠点を防ぐため、スリット式トラップの粘着面を円柱の内側に向けた「裏粘着」と、粘着面を外側に向けた従来の「表粘着」の誘殺効果を比較した。合成フェロモン剤は富士フレーバー(株)製剤を用い、ホルダーには、「不織布」を使用した。スリット式トラップは試験②と同じものである。トラップは2008年8月に山口市(農林総合技術センター内の雑草地と水田)にトラップ上端の高さ約1.5m となるよう設置した。合成フェロモンは約2週間間隔で粘着板は20~30日で交換した。調査は、粘着板に誘殺されたクモヘリカメムシを成虫と幼虫とに分け、3~10日間隔で計数した。各トラップの間隔は5mとした。

試験②以降は、トラップ捕獲数を目的変数とし、調査時期、調査場所、トラップ種類を因子として多元配置分散分析を行い、トラップ種類で有意な差が認められた場合に Tukey の多重比較で有意差を検定した。

結果及び考察

1 「立て看式」トラップの誘殺効果 (試験①)

設置した3地点で、従来の「立て看式トラップ」は、クモヘリカメムシの誘殺が2~5頭程度で極めて少なかった(第1表)。山口市の雑草地では、エノコログサの出穂が遅かったため、クモヘリカメムシは少発生であったが、美和町と柳井市の雑草地では、クモヘリカメムシの多発生がすくい取り調査によって確認された。トラップで捕獲されたクモヘリカメムシは、全て雄成虫であった。誘殺数が少なかったのは、トラップの形状又は誘引源が、雄成虫が放出するフェロモンの条件と異なっていたためと推定される。

2 スリットトラップの誘殺効果 (試験②)

本試験は、分散分析によりトラップ種類で有意(5%)な差が認められ、調査時期では差が認められなかった。2005年7月に実施した「立て看式トラップ」による試験では、「合成フェロモン剤」と「エノコログサ10穂+雄成虫10頭」のトラップでは共に誘殺数が少なく、両者の誘殺数に差は認められなかった。しかし、2005年8月に実施した「スリット式トラップ」による試験では、「エノコログサ10穂+雄成虫10頭」で誘殺

第1表 立て看式トラップでのクモヘリカメムシの誘殺数と周辺雑草でのすくい取り虫数

2004年 調査日	山口市 (センター内雑草地)					美和町 (水田の畦畔)					柳井 (極早期水田)				
	トラップ 捕獲数 (頭)	周辺雑草地すくい取り虫数(40回)				トラップ 捕獲数 (頭)	周辺雑草地すくい取り虫数(40回)				トラップ 捕獲数 (頭)	周辺雑草地すくい取り虫数(40回)			
		♂	♀	成虫計	幼虫計		♂	♀	成虫計	幼虫計		♂	♀	成虫計	幼虫計
6月3日						0	0	0	0	0					
6月7日	0					0	23	5	28	28					
6月11日	0					0	42	6	48	48					
6月21日	0	0	0	0	0	0	43	29	72	72					
6月27日	0					0	16	25	41	41					
6月30日						0						7	8	15	15
7月2日	0	0	0	0	0	0	2	2	4	86		11	10	21	39
7月6日	0														
7月13日	0	0	0	0	0	0	0	1	1	31					
7月16日	0					0					0	1	1	2	40
7月21日	0	0	1	1	0	0	9	7	16	144	2	0	2	2	120
7月26日	0	1	2	3	0	0					0				
7月31日	1					0					0	10	7	17	77
8月3日	0	0	0	0	0	0	22	15	37	53	0	2	2	4	12
8月6日	0	0	0	0	2	0									
8月9日	0					0					0				
8月12日	0	3	2	5	5	3	1	7	8	10	0	1	2	3	9
8月18日	0					0	1	1	2	78	0	0	3	3	15
8月21日	2	0	1	1	1										
8月28日	0					1	3	8	11	123	0	3	1	4	20
9月3日	0	2	0	2	0	0	31	13	44	144	0	1	0	1	13
9月6日	1														
9月15日	0	0	0	0	1										
9月21日	1														
9月30日	0														

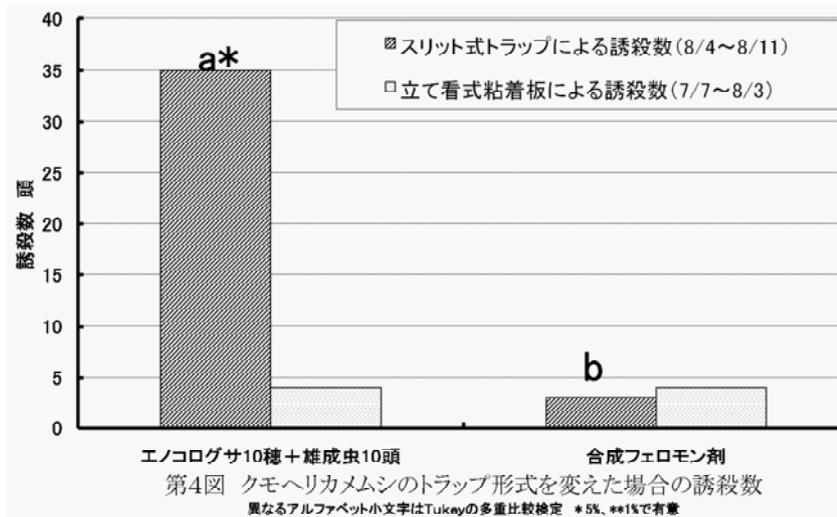
数が多く、「合成フェロモン剤」との間に有意な差が認められた（第4図）。トラップで誘殺されたクモヘリカメムシのほとんどは雄成虫であったが、雌成虫や幼虫もわずかに誘殺された。スリット式トラップでは、雄成虫を誘引源とすると誘殺能力の向上が認められたことから、合成フェロモン剤を用いたトラップでは、誘引源に用いたホルダー又は誘引成分そのものに問題がある可能性が示唆された。

3 フェロモンホルダーの誘引能力（試験③）

本試験の2008年の試験では、分散分析によりトラップ種類で有意(5%)な差が認められ、調査時期と調査場所では差が認められなかった。誘殺数の合計で比較した場合、ホルダーに「不織布」を用いたトラップでは、「プラスチックボトル」を用いたトラップに比べて誘殺数が有意に多かった（第2表）。トラップで捕獲されたクモヘリカメムシのほとんどは雄成虫であったが、雌成虫や幼虫もわずかに誘殺された。

また、合成フェロモン剤の誘引能力を確認するため、2007年に雄成虫を用いたトラップ（♂10頭+エノコログサ）と合成フェロモンを不織布ホルダーに入れたスリットトラップとの誘殺数を比較した結果、合成フェロモン剤を用いたトラップでの誘殺数が多く、合成フェロモン剤は誘引源として問題ないと考えられる。

これらのことから、試験②で誘殺数が少なかった要因の1つは、「プラスチックボトル」による誘引能力の低さであることが示唆された。これは、不織布では合成フェロモン剤に風が直接当たり、拡散効果が高いのに対して、「プラスチックボトル」では半密閉した状態であるため拡散が少なかったこと、プラスチックへの誘引成分の吸着等が原因として推定された。



第2表 ホルダーの違いによるクモヘリカメムシのトラップ誘殺数

年度	調査場所	調査期間	不織布	プラスチック ボトル	ガラスボトル	♂10頭 + エノコログサ
2008	落試1	7/4~7/16	10	9	11	—
		7/18~8/1	8	5	7	—
	72号1	7/4~7/16	15	4	9	—
		7/18~8/1	11	3	12	—
2007	95号	7/4~7/16	5	2	7	—
		7/18~8/1	17	4	4	—
	32号	9/12~10/1	6	0	3	—
2007	21号水田	9/12~10/1	2	2	2	—
		9/4~9/7	5	0	—	0
	95号	9/4~9/7	8	0	—	5
		22号水田	9/4~9/7	24	1	—
2008年			66	27	50	
2007年			48	3	—	7
検定(2008年のみ)			a* ^z	b	ab	

^z異なるアルファベット小文字はTukeyの多重比較検定 *5%で有意

第3表 トラップ形状の違いによるクモヘリカメムシのトラップ誘殺数

年度	調査場所	調査期間	スリット式 トラップ (15mm)	立て看 式 トラッ プ	スリット式 トラップ (5mm)
2008	落試	7/ 4~7/16	10	9	—
		7/18~8/ 1	8	2	—
		8/ 4~8/11	7	5	—
	7 2号	7/ 4~7/16	15	7	—
		7/18~8/ 1	11	5	—
		8/ 4~8/11	4	4	—
	3 2号	7/ 4~7/16	5	3	—
		7/18~8/ 1	17	3	—
		8/ 4~8/11	8	2	—
2007	9 5号	9/12~10/1	6	1	6
	3 2号	9/12~10/1	2	0	4
	2 1号水田	9/12~10/1	2	0	0
2008年			85	40	—
2007年			10	1	10
検定 (2008のみ)			a* ^Z	b	

^Z異なるアルファベット小文字はTukeyの多重比較検定 *5%で有意

第4表 粘着面の違いによるクモヘリカメムシのトラップ誘殺数

年度	調査場所	調査期間	Sトラップ (表粘着)	Sトラップ (裏粘着)
2008	落試	8/13~8/20	8	1
		8/22~8/29	2	0
	7 2号	8/13~8/20	2	1
	3 2号	8/22~8/29	10	2
	9 1号水田	8/13~8/20	11	3
		8/22~8/29	7	1
	2 1号水田	8/13~8/20	21	5
		8/22~8/29	6	2
合計			67	15
検定 (落試、91号水田、21号水田)			a* ^Z	b

^Z異なるアルファベット小文字はTukeyの多重比較検定 *5%で有意

4 改良ホルダーを用いたスリット式トラップの誘殺能力 (試験④)

本試験の2008年の試験では、分散分析によりトラップ種類で有意(5%)な差が認められ、調査時期と調査場所では差が認められなかった。ホルダーを不織布に統一した場合には、「スリット式トラップ」は「立て看式トラップ」に比べて、約2倍の有意な誘殺能力が認められた。いずれの試験地、時期においても、「スリット式トラップ」の誘殺数が「立て看式トラップ」の誘殺数を下回ることにはなかった(第3表)。また、スリット幅を5mmにした場合も、15mmとした場合とほぼ同等に誘殺されることより、5mm以上のスリット幅では同等の誘殺能力があることが示唆された。トラップで誘殺されたクモヘリカメムシのほとんどが雄成虫であったが、わず

かに雌成虫や幼虫も誘殺された。

5 スリットトラップの粘着面の向きを変えた誘殺効果 (試験⑤)

本試験は分散分析によりトラップ種類で有意(5%)な差が認められ、調査時期と調査場所では差が認められなかった。「裏粘着」では「表粘着」に比べて大幅に誘殺数が少なかった(第4表)。これは、「表粘着」では誘引されたクモヘリカメムシ成虫が飛来して止まる場所に粘着面があるのに対し、「裏粘着」では飛来してトラップ外側に止まり、さらに内部への移動が必要であるが、合成フェロモン剤には内部まで誘導する効果のないことが推定される。

摘 要

フェロモンのホルダーを「プラスチックボトル」、形状を「立て看式トラップ」としたトラップでは、カメムシの誘引能力が低かった。「雄成虫+エノコログサ」を誘引源とした場合、「スリット式トラップ」は従来の「立て看式トラップ」に比べてカメムシの誘殺数の向上が認められた。しかし、誘引源を合成フェロモン剤とした場合、両トラップに差はなく、誘殺能力が低いままであった。

フェロモンのホルダーを「不織布」にすると、合成フェロモン剤トラップの誘殺能力の向上が認められた。また、「スリット式トラップ」は、「立て看式トラップ」の約2倍の誘殺能力が認められた。粘着板の粘着面を内側にした「裏粘着」では、誘殺能力が大幅に低下した。

以上のことから、クモヘリカメムシの合成フェロモン剤は、ホルダーを「不織布」とし、トラップ形状を粘着面を外側に向けた「表粘着」の「スリット式トラップ」とすることで、効率的なトラップとして利用できることが明らかとなった。

引用文献

- 竹内博昭2006. 水田におけるクモヘリカメムシのすくい取り捕獲数を用いた斑点米被害の予測. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* . 50 (2), p. 137-143.
- 竹内博昭・渡邊朋也・石崎摩美・奥慎太郎・安田哲也・橘 真一郎・奥谷 恭代・鈴木 芳人2005. イネ科牧草・雑草上におけるクモヘリカメムシとホソハリカメムシの発生動態. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* . 49 (4), p. 237-243.
- Leal. W. S. 1996. Attractant pheromone for male rice bug, *Leptocorisa chinensis* : semiochemicals produced by both male and female . *Chem. Ecol.* 22 p. 1429 : 1437.
- Tomonari Watanabe, Hiroaki Takeuchi, Mami Ishizaki, Tetsuya Yasuda, Shin-Ichiro Tachibana, Rikiya Sasaki, Kiyomi Nagano, Yasuyo Okutani-Akamatsu and Nobuhiro Matsuki 2009 Seasonal attraction of the rice bug, *Leptocorisa chinensis* Dallas (Heteroptera: Alydidae) , to synthetic attractant. *Applied Entomology and Zoology* Vol. 44, p. 155-164 .

ロックウール養液栽培における排水液を利用した かけ流し栽培がバラ収量及び環境負荷軽減に与える影響

住居丈嗣・岡陽一*

Effect of Using Drainage Solution Derived from Rose Rockwool Culture
on the Yield of Cut Rose Flowers and Environmental Load Reduction

Takeshi SUMII and Youichi OKA

Abstract : The study aimed to investigate the effect of using drainage solution derived from rose rockwool culture on the yield of cut flowers, environmental load reduction and to determine whether rose cultivars grown using drainage solution cultivation have adaptability.

- 1 It was the most reasonable in using drainage solution cultivation to use drainage solution with no adjustment when considering yield and environmental load.
 - 1) The total yield of cut flowers were less than those grown using conventional cultivation, when the roses were cultivated by using a drainage solution with no adjustment. However the yield of cut flowers of 60cm or above was more than that of conventional cultivation.
 - 2) The total yield of cut flowers was the same as that of conventional cultivation when the roses were cultivated by using a drainage solution to which $\text{NH}_4\text{-N}$ was added. However the absorbed amount of $\text{NO}_3\text{-N}$ by the roses decreased when $\text{NH}_4\text{-N}$ was added to the drainage solution. Therefore, it is thought that adding $\text{NH}_4\text{-N}$ to the drainage solution is unsuitable for this system because this study aimed to reduce the environmental load of $\text{NO}_3\text{-N}$.
- 2 If cultivation that uses drainage solution is introduced into about 30% of the cultivation areas, the amount of drainage and the amount of abandoned nitrogen are reduced by 72.9% and 67.3% respectively compared conventional cultivation.
- 3 We investigated adaptability to drainage solution cultivation in about 5 rose cultivars. It is thought that 'Fanfare' among spray roses and 'Samurai08', 'Revolution', and 'Bata de Cola' among standard roses are suitable for drainage solution cultivation because the total yields of cut flowers or the yields of cut flowers of 60cm or above were the same as or more than those grown conventional cultivation when the roses were cultivated by using drainage solution with no adjustment.

Key Words : cultivar, nitrogen, reduction, $\text{NO}_3\text{-N}$

キーワード : 品種、硝酸態窒素、窒素削減

*現在 : 山口農林事務所

本研究は「循環型農業推進対策事業」により
行われた。

緒言

本県のバラの栽培面積は9.0haであり、そのうち6.1ha(約70%)がロックウール培地での養液かけ流し栽培である。この栽培では、培地内の養液量及び養液組成を均一化させるため、作物の吸収量以上の養液が給液されており(田中・安井、1992)、余った養液は未利用・未吸収のまま排出されている。そのため、排水量中の硝酸態窒素などによる河川や地下水など環境への負荷が懸念されている。また、2001年に水質汚濁防止法施行令が改正され、硝酸化合物などが新たに排水規制項目に指定された。現在は農業分野には適用されていないが、将来適用されることを想定し対応策を検討する必要がある。

現在、有効な対策として考えられるのは、排水処理設備や循環型養液栽培システムの導入であるが、現下の厳しい経営環境の中で、速やかに高価なシステムの整備を行うことは現実的に困難である。また、循環型養液栽培システムでは、収量は養液かけ流し栽培と同等かそれ以下である場合が多く(佐藤、2004)、病原菌が培養液中に混入する恐れもある。

そこで、本研究では、第1図に示すようなバラのロックウール養液栽培で排出された排水を給液として利用し、バラのロックウール養液かけ流し栽培を行う技術を確立するため、利用する排水の成分調整方法が収量及び環境負荷に与える影響、また、この排水を利用したかけ流し栽培に対する品種の適応性について検討した。

材料及び方法

1 排水をバラに給液する際の成分調整方法の検討

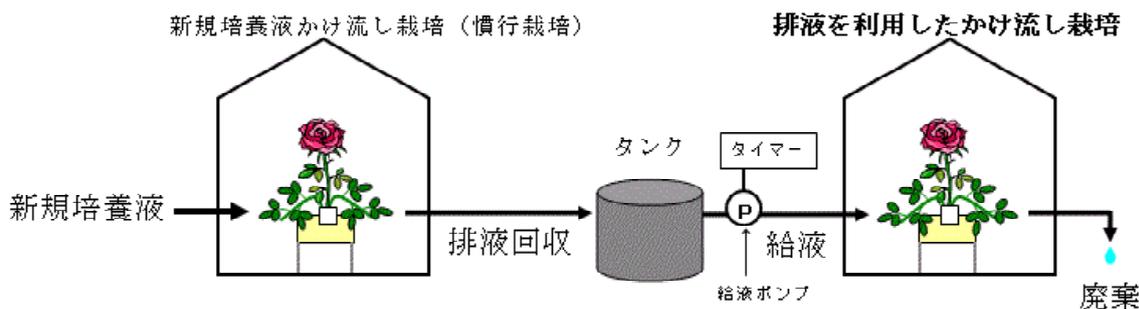
試験は、花き振興センター内の農 PO フィルムハウス(間口6m×奥行14m)で実施した。長さ11m、幅40cmのベンチ2列に、長さ90cm×幅20cm×厚さ7.5cmのロックウールマット(グロダン社製)を並べた。

2008年4月25日に接ぎ挿し苗のスタンダード系品種「アヴァランチェ+」を株間15cm×条間30cmの2条植えで定植し、6月30日に折り曲げを実施しアーチング方式で仕立てた。

ハウス内温度は、日最低気温を18℃以上とし、25℃で換気するよう管理した。

給液は、テナクルチューブを各株間に配置して点滴灌水とし、タイマー制御により行った。給液量は給液回数を増減することで調整し、給液回数を9～16回の間で変化させ、給液量は450～800ml/株・日とした。定植直後は全株にハイスピリット処方の新規培養液を灌水し、対照区を除く各試験区に5月30日から排水かけ流しを開始した。排水は、別試験を実施中の花き振興センター内の農 PO フィルムハウス(間口6m×奥行14m)及びガラス温室(間口10m×奥行20m)のバラロックウール養液かけ流し栽培ベンチのものを回収して利用した。排水を回収したいずれのハウスでも、バラはアーチング方式で仕立て、給液はハイスピリット処方により管理した。

試験区は、予備試験の結果、排水の無機成分濃度が給液よりもNH₄-Nを除きほぼ同じかあるいは高く、NO₃-Nでは平均で約1.5倍、NH₄-Nではほぼ0～約1/3倍であったことから、排水を無調整のままかけ流す無調整区、排水と水の割



第1図 排水を利用したかけ流し栽培の概略図

第1表 各試験区の給液のpH、EC及び無機成分濃度^z

試験区	pH	EC (mS/cm)	無機成分濃度 (mg/L)								
			NO ₃ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	K	Ca	Mg	SO ₄ -S	Na	Cl
無調整	4.4	1.9	92.4	3.9	22.4	177.9	136.3	35.8	15.2	26.9	210.9
希釈	5.3	1.3	62.4	2.8	13.9	118.6	107.4	25.3	11.6	23.1	146.7
硫安添加	4.3	2.0	91.2	22.2	22.4	172.9	133.1	34.4	37.2	26.5	208.6
対照	5.8	1.5	73.9	19.2	24.7	140.1	116.3	27.3	11.7	15.9	135.6

^z 供試品種は「アヴァランチェ+」

数値は2008年9月から2009年3月までに7回分析した値の平均を示す

合が2:1となるよう水を混合した排液をかけ流す希釈区、NH₄-N濃度が13~29mg/Lとなるよう硫酸アンモニウム溶液を混合した排液をかけ流す硫安添加区及びハイスピリット処方の培養液をかけ流す対照区を設置した。各試験区には、第1表のと通りのpH、EC、無機成分濃度の培養液を給液した。

切り花の収穫は7月下旬から開始し、更に1回収穫した後の11月から切り花収穫調査を開始した。調査株数は各区10株とし、花茎が40cm以上のものを調査対象とした。調査は2009年10月までの1年間であった。

給液量は、給液の配管に設置した小型流量計で計測した。排液量は、排液を農業用貯水タンクに回収し、その後、小型ポンプと小型流量計を用いて汲み出しながら計測した。給排液のNO₃-N及びNH₄-N濃度は、イオンクロマトグラフィー法で測定した。給排液量、NO₃-N及びNH₄-N濃度のデータを用い、窒素の施用量及び廃棄量を算出した。また、窒素及びNO₃-Nの施用量から窒素及びNO₃-Nの廃棄量を差し引いたものを、見かけの窒素吸収量及びNO₃-N吸収量とした。

2 排液利用による排液量及び窒素削減効果の検討

慣行栽培の排液量及び窒素廃棄量は実験①の対照区、排液を利用したかけ流し栽培の排液量

及び窒素廃棄量は実験①の無調整区の給排液量、NO₃-N及びNH₄-N濃度のデータを基に算出した。

栽植密度は10a当たり5,000株、第1図に示すとおり排液を利用したかけ流し栽培から排出される排液は再利用せず廃棄したと仮定し、また、慣行栽培の排液量と排液を利用したかけ流し栽培の給液量が同じとなるよう慣行栽培6.8a、排液を利用したかけ流し栽培3.2aの面積割合で実施したと仮定して計算した。

3 排液を利用したかけ流し栽培の適応品種の検討

1) スプレー系品種

試験は、花き振興センター内のガラス温室(間口10m×奥行20m)で実施し、長さ15m、幅50cmのベンチ6列のうち1列を使用し行った。ロックウールマットは、長さ90cm×幅20cm×厚さ7.5cmのグロダン社製を使用した。

2008年5月21日に接ぎ挿し苗の「ファンファール」を株間15cm×条間34cmの2条植えて定植し、8月27日に折り曲げを実施しアーチング方式で仕立てた。

ハウス内温度は、日最低気温を15℃以上とし、25℃で換気するよう管理した。

給液方法及びバラの仕立て方式は、実験①と同様である。

試験区は、排液を無調整のままかけ流す排

第2表 各試験区の給液のpH、EC及び無機成分濃度^z

試験区	pH	EC (mS/cm)	無機成分濃度 (mg/L)								
			NO ₃ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	K	Ca	Mg	SO ₄ -S	Na	Cl
排液	5.2	2.1	101.2	8.3	26.4	198.0	165.7	44.3	9.6	18.3	259.4
対照	5.9	1.4	60.7	20.4	25.0	137.0	106.2	23.0	12.2	16.7	136.6

^z 供試品種は「ファンファール」

数値は2008年9月から2009年3月までに7回分析した値の平均を示す

ロックウール養液栽培における排水を利用したかけ流し栽培がバラ収量及び環境負荷軽減に与える影響

液区及びハイスピリット処方 of 培養液をかけ流す対照区を設置し、各試験区には、第2表のとおり of pH、EC、無機成分濃度の培養液を給液した。

切り花の調査は2008年10月から開始し、2009年10月までの1年間とした。調査株数は各区10株とし、最も高い位置にある花蕾の花茎が40cm以上のものを調査対象とした。

2) スタンダード系品種

試験は、実験①と同じハウスで実施した。ロックウールマットには、長さ90cm×幅20cm×厚さ7.5cmのグロダン社製を使用した。

2009年5月13日に接ぎ挿し苗の「サムライ08」及び「モントリヒト」を、6月17日に接ぎ挿し苗の「レボリューション」及び「バタデコーラ」を株間15cm×条間30cmの2条植えで定植し、「サムライ08」及び「モントリヒト」は8月4日に、「レボリューション」及び「バタデコーラ」は9月4日に折り曲げを実施しアーチング方式で仕立てた。

ハウス内温度管理、給液管理及びかけ流しに使用した排水は、実験①と同様である。ただし、排水区は定植直後から排水のかけ流しを行った。

試験区は、実験③-1と同様に、排水区及び対照区を設置した。

品種により折り曲げ時期が異なったため、10月30日に収穫適期に至っていない切り花も含めて一斉に切り取り、その後の切り花から調査を実施した。調査は2009年12月から開始し2010年5月まで実施した。調査株数は各区6株とし、花茎が40cm以上のものを調査対象とした。

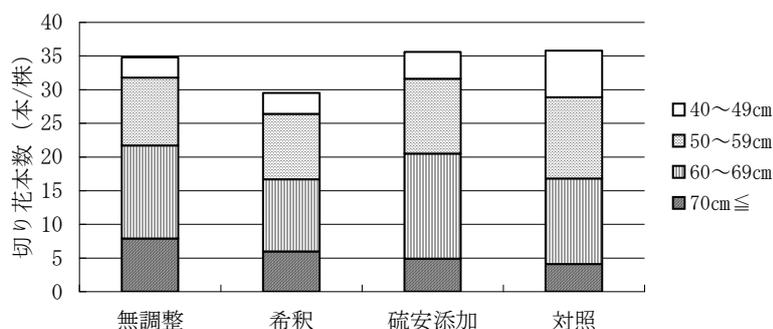
結果

1 排水をバラに給液する際の成分調整方法の検討

1) 成分調整方法が収量、品質に及ぼす影響

1株当たりの切り花本数は、希釈区では30本と対照区の36本よりも少なかったものの、無調整区では35本と対照区よりもやや少ない程度であり、硫安添加区では36本と対照区と同じ本数であった。また、商品価値の高い60cm以上の切り花本数は、無調整区で22本と最も多く、次いで硫安添加区で21本、希釈区では17本と対照区と同じであった(第2図)。

各試験区の切り花長、切り花重及び節数は、いずれも対照区の58.5cm、32.7g及び11.8節と同等以上であった(第3表)。



第2図 排水の成分調整方法が切り花本数に及ぼす影響²⁾

²⁾ 供試品種は「アヴァランチェ+」

調査期間は2008年11月から2009年10月まで

第3表 排水の成分調整方法が切り花品質に及ぼす影響²⁾

試験区	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	節数 (節)
無調整	62.8 ± 3.2 ^{y)}	38.1 ± 4.2	12.3 ± 0.4
希釈	62.6 ± 2.6	36.8 ± 3.6	12.2 ± 0.6
硫安添加	60.4 ± 5.6	34.4 ± 2.2	12.1 ± 0.5
対照	58.5 ± 3.0	32.7 ± 5.3	11.8 ± 0.6

²⁾ 供試品種は「アヴァランチェ+」

調査期間は2008年11月から2009年10月まで

y数値は平均値±標準偏差 (n=10)

第4表 排液の成分調整方法がバラの窒素吸収量に及ぼす影響^z

試験区	施用量		廃棄量		見かけの窒素吸収量 ^y	見かけのNO ₃ -N吸収量
	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N		
	(mg/株・日)					
無調整	44.1	2.1	23.0	0	23.2	21.1
希釈	28.9	1.5	14.4	0	16.0	14.5
硫安添加	53.7	12.7	42.0	1.1	23.3	11.7
対照 ^x	43.2	10.9	24.2	0.6	29.3	19.0

^z 対照区の供試品種は「リディア」及び「マカレナ」、他の試験区の供試品種は「アヴァランチェ+」

施用量及び廃棄量の数値は2008年9月から2009年1月までに5回分析した値の平均を示す

^y 施用量－廃棄量により算出

^x 給液方法及び整枝方法は他の区と同じであるが試験場所及び供試品種は異なる

第5表 排液を利用したかけ流し栽培導入による排液量及び窒素廃棄量削減効果^z

栽培方式	排液量 (m ³ /10a)	窒素 廃棄量 (kg/10a)	削減率 ^y	
			排液量 (%)	窒素 廃棄量 (%)
慣行栽培 ^x	236	25.7 (0.5) ^v		
慣行+排液を利用したかけ流し栽培 ^w	64	8.4 (0)	72.9	67.3

^z 供試品種は「アヴァランチェ+」

調査期間は2008年8月から2009年1月まで

^y 削減率は((慣行栽培の排液量・窒素廃棄量)－(慣行+排液を利用したかけ流し栽培の排液量・窒素廃棄量))

÷(慣行栽培の排液量・窒素廃棄量)×100で算出

^x 栽培面積を10a、栽植密度を5,000株/10aとした

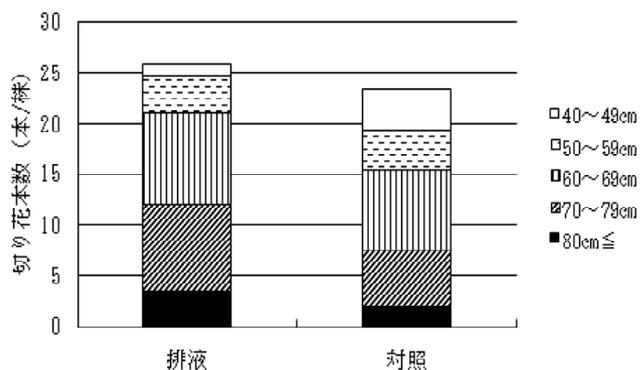
^w 排液を利用したかけ流し栽培は慣行栽培排液を給液としてかけ流しその排液は再利用せず廃棄したバラ栽培面積10aのうち、6.8aで慣行栽培、3.2aで排液を利用したかけ流し栽培をしたと仮定括弧内は総窒素量のうち、NH₄-N量を示す

2) 成分調整方法がバラの窒素 吸収量に及ぼす影響

NH₄-N は、無調整区及び希 釈区では廃棄量が0 mg /株・日であった。硫安添加区及び対照区でも、廃棄量はわずかであった。見かけの窒素吸収量は、対照区で29.3mg /株・日と最も多く、無調整区及び硫安添加区で約23mg / 株・日と同じ程度、希釈区で16.0mg /株・日と最も少なかった。見かけの NO₃-N 吸収量は、窒素の吸収量と異なり、無調整区で21.1mg /株・日と最も多く、硫安添加区で11.7mg /株・日と最も少なかった(第4表)。

2 排液利用による排液量及び窒素削減効果の検討

慣行栽培の排液量及び窒素廃棄量は、それぞれ236m³/10a及び25.7kg/10aであったのに対し、慣行栽培とその排液を給液として利用したかけ流し栽培を組み合わせた場合の排液量及び窒素廃棄量は、それぞれ64m³/10a及び8.4kg/10aであった。そのため、慣行栽培と排液を利用したかけ流し栽培を組み合わせることにより、全面積慣行栽培する場合よりも排液量及び窒素廃棄量は、それぞれ72.9%及び67.3%削減された。また、慣行栽培の NH₄-N 廃棄量は0.5kg/10aであったが、慣行栽培と排液を利用したかけ流し栽培を組み合わせた場合では0kg/10aであった(第5表)。



第3図 排水を利用したかけ流し栽培がスプレー系品種の切り花本数に及ぼす影響^{z,y,x}

^z供試品種は「ファンファール」

^y調査期間は2008年10月から2009年10月まで

^x2008年12月から別試験により暖房設定温度15℃で管理

3 排水を利用したかけ流し栽培の適応品種の検討

1) スプレー系品種

1株当たりの切り花本数は、「ファンファール」では、排水区が26本と対照区の23本より多かった。また、60cm以上の切り花本数も、排水区の方が対照区よりも多かった（第3図）。

排水区の切り花長は68.6cmであり、対照区の63.1cmよりも長かった。切り花重、節数及び花蕾数は、両区とも同程度であった（第6表）。

2) スタンダード系品種

1株当たりの切り花本数は、「サムライ08」及び「モントリヒト」では、排水区がそれぞれ6.5及び7.0本と対照区の7.0及び7.7本より少なかったが、「バタデコーラ」では、排水区が12.2本と対照区の10.0本よりも多く、「レボリューション」では、両区とも約10本と同程度であった。また、60cm以上の切り花本数は、「モントリヒト」を除く品種では、対照区と同等であった（第4図）。

第6表 排水を利用したかけ流し栽培がスプレー系品種の切り花品質に及ぼす影響^z

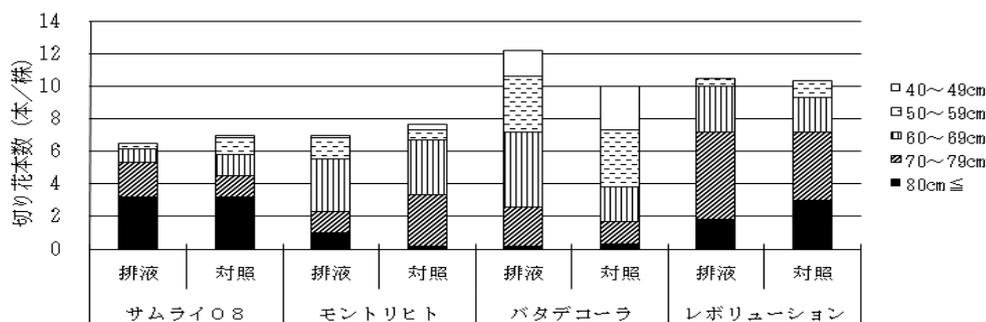
試験区	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	節数 (節)	花蕾数 (個)
排水	68.6 ± 3.6 ^y	34.0 ± 4.6	16.4 ± 0.8	4.4 ± 0.9
対照	63.1 ± 4.0	34.0 ± 5.2	16.1 ± 1.0	4.9 ± 0.6

^z供試品種は「ファンファール」

調査期間は2008年10月から2009年10月まで

2008年12月から別試験により暖房設定温度15℃で管理

^y数値は平均±標準偏差 (n=10)



第4図 排水を利用したかけ流し栽培がスタンダード系品種の切り花本数に及ぼす影響^z

^z調査期間は2009年12月から2010年5月まで

第7表 排水を利用したかけ流し栽培がスタンダード系品種の切り花品質に及ぼす影響²

品種名	試験区	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	節数 (節)
サムライ08	排水	81.1 ± 3.8 ^y	71.1 ± 15.7	17.7 ± 0.9
	対照	75.6 ± 3.4	56.0 ± 9.7	16.5 ± 0.8
モントリヒト	排水	65.5 ± 6.0	35.2 ± 7.1	13.0 ± 1.8
	対照	65.3 ± 5.5	41.1 ± 4.9	14.2 ± 0.9
バタデコーラ	排水	60.9 ± 3.0	37.6 ± 8.3	12.7 ± 0.7
	対照	58.4 ± 5.3	33.1 ± 4.6	12.1 ± 0.5
レボリューション	排水	72.5 ± 2.5	35.5 ± 6.4	13.9 ± 0.5
	対照	72.3 ± 6.0	36.8 ± 7.1	13.9 ± 1.0

² 調査期間は2009年12月から2010年5月まで^y 数値は平均±標準偏差 (n=6)

切り花長は、いずれの品種も排水区が対照区よりも長かった。切り花重は、「サムライ08」及び「バタデコーラ」では、排水区がそれぞれ71.1及び37.6gと対照区の56.0及び33.1gよりも大きかったが、「モントリヒト」及び「レボリューション」では、排水区がそれぞれ35.2及び35.5gと対照区の41.1及び36.8gよりも小さかった。節数は、「サムライ08」、「バタデコーラ」及び「レボリューション」では、排水区がそれぞれ17.7、12.7及び13.9節と、対照区の16.5、12.1及び13.9節と同等以上であったが、「モントリヒト」では、排水区が1.0節と対照区の14.2節よりも少なかった(第7表)。

考 察

1 排水をバラに給液する際の成分調整方法の検討

排水は、新規培養液と比較してECが高く、NH₄-N濃度が著しく低い(梶原、2009)。そのため、本試験の無調整区のバラも、新規培養液よりも高いECで栽培され、また、ほとんどNH₄-Nが供給されていない。バラロックウール養液栽培では、NH₄⁺を15~25%与えることにより生育が良好になり収量が増加する(竹田、1993)ことから、培養液にはNH₄-Nが添加されている。

しかし、NH₄-Nがほとんど含まれない無調整区の総切り花本数は、対照区よりもやや少なかったものの、商品価値の高い60cm以上の切り花本数は対照区よりも多かった。(梶原、2009)は、

「ローテローゼ」を供試し、培養液組成を愛知バラ処方とし給液ECが2.0mS/cmであったロックウール養液かけ流し栽培と、水道水で排水を2.5倍に希釈しNH₄-Nを補充せずECが1.3mS/cmであった循環型ロックウール栽培で収量、品質は同等であった、と報告しており、NH₄-N濃度はECと同様に低くても栽培上特に問題ないことを示唆している。

本試験で供試した「アヴァランチェ+」においても、NH₄-N濃度は低くても特に問題なく、また、新規培養液ECを比較的低濃度で管理したことから、排水ECも希釈せず使用できる範囲の濃度であったため、このような結果が得られたものと考えられる。

硫酸添加区では、総切り花本数が最も多くなった。しかし、第4表のとおり、硫酸添加区の見かけの窒素吸収量は、無調整区と同程度であったものの、見かけのNO₃-N吸収量は最も少なかった。バラはNH₄⁺を非常によく吸収し、培養液にNH₄⁺が存在するとNO₃⁻よりも優先的に吸収される(加藤、1997)。そのため、培養液にNH₄-Nが僅かしか存在しなかった無調整区及び希釈区よりも硫酸添加区ではNH₄-Nが優先的に吸収され、結果としてNO₃-Nの吸収量が少なくなったものと考えられる。

希釈区では、養分施用量が不足したため、他区よりも少なく、見かけの窒素吸収量が最も少なく、総切り花本数が最も少なくなったと思われる。

無調整区の総切り花本数は、対照区よりもやや少なかったものの、商品価値の高い60cm以上の切り花本数は最も多かった。硫酸添加区では総切り花本数は対照区と同等となった。しかし、NH₄-Nを添加することでNO₃-Nの吸収量が少なく、廃棄量が多くなったと考えられる。本試

ロックウール養液栽培における排水を利用したかけ流し栽培がバラ収量及び環境負荷軽減に与える影響
験の目的の背景には、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 排出量の削減による環境負荷軽減があるため、ハイスピリット処方を用いた排水を利用したかけ流し栽培は、排水を無調整のままかけ流す方法が最も合理的であると考えられる。

2 排水利用による排水量及び窒素削減効果の検討

排水量並びに排水 $\text{NO}_3\text{-N}$ 及び $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の測定結果を基に試算した結果、10aのうち慣行栽培を6.8a、その慣行栽培の排水をかけ流す栽培を3.2a導入することで、排水量は約72.9%、窒素廃棄量は約67.3%削減できた。しかし、排水を利用したかけ流し栽培から排出される排水は再利用せず廃棄するため、この栽培方法では排水量は低減できるものの、いくらかは施設外へ廃棄される。

2001年に水質汚濁防止法施行令が改正され、硝酸化合物などが新たに排水規制項目に指定されたが、その排水基準は、アンモニア性窒素に0.4を乗じたもの、亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素の合計量が 100mg/L (ppm)以下と規定されている。農業分野で適用されたと仮定すると、バラロックウール養液栽培では、給液の $\text{NH}_4\text{-N}$ はほとんどバラに吸収されて排水にはほとんど残らないことから、給排水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 及び $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の測定結果から排水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が 100ppm を下回れば、基準を満たすものと考えられる。しかし、第1表のとおり $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度であった給液をかけ流した対照区でも、排水率を低減させた冬季では排水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は 100ppm を超えており、また、その排水を無調整のまま利用した無調整区の排水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は最も高いときで 199ppm となった(データ省略)。そのため、排水を利用したかけ流し栽培技術を普及させるためには、更なる $\text{NO}_3\text{-N}$ 廃棄量の削減及び排水 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の低減を目標として、他の作物での再利用する技術等の開発を行う必要がある。

3 排水を利用したかけ流し栽培の適応品種の検討

バラは品種により適正培養液濃度が異なる(加藤、1997)、(寺田ら、1997)ことから、スタンダード系品種「アヴァランチェ+」以外の、ス

プレー系1品種及びスタンダード系4品種について、排水を利用したかけ流し栽培の適応性を検討した。総切り花本数は、「サムライ08」及び「モントリヒト」では排水区が対照区よりも少なかったが、それ以外の品種では同等以上の本数を確保することができた。また、「サムライ08」では、 60cm 以上の切り花本数は排水区と対照区とで同等であった。

以上の結果から、今回供試したスプレー系品種「ファンファール」、スタンダード系品種「サムライ08」、「バタデコーラ」、「レボリューション」及び実験①で供試したスタンダード系品種「アヴァランチェ+」は、排水かけ流し栽培に利用でき、また、多くの品種が排水かけ流し栽培に適応できると考えられる。ただし、供試したスプレー系品種が1種類であったこと、スタンダード系品種については調査期間が短期間であったことから、更に検討を続ける必要があるものと思われる。

摘 要

ロックウール養液栽培の排水を給液として利用するかけ流し栽培が、バラ収量、環境負荷に与える影響及びこの栽培方法に対する品種の適応性について検討した。

1 収量及び環境負荷を考慮すると、排水を利用したかけ流し栽培は、排水を無調整のまま利用する方法が最も合理的である。

(1)排水を無調整のままかけ流した場合、慣行の新規培養液かけ流し栽培よりも、総切り花本数は少なかったものの、 60cm 以上の切り花本数は多かった。

(2)排水に $\text{NH}_4\text{-N}$ を添加した場合、総切り花本数は慣行と同等であったが、 $\text{NH}_4\text{-N}$ を添加すると $\text{NO}_3\text{-N}$ の吸収量が少なく廃棄量が多くなるため、この方法は $\text{NO}_3\text{-N}$ 排出による環境負荷軽減を目的とした本技術には適さないと考えられる。

2 栽培面積のうち約70%を慣行栽培、約30%を慣行栽培排水を利用したかけ流し栽培とすることにより、全面積慣行栽培するよりも排水量を72.9%、窒素廃棄量を67.3%削減できる。

3 排水を利用したかけ流し栽培に対する品種の適応性について検討した結果、スプレー系品種「ファンファール」、スタンダード系品種「サムライ08」、「レボリューション」及び「バタデコーラ」では、総切り花本数又は60cm以上の切り花本数が新規培養液かけ流し栽培と同等であったことから、排水を利用したかけ流し栽培に利用できると考えられる。

引用文献

梶原真二. 2009. バラの高設ベンチ栽培における切り花の生産性向上要因の解明と環境保全技術の開発. 広島総研農技セ研報. 86. 63-76.

加藤俊博. 1997. 養液管理. 農業技術大系花卉編. 7. 481-507. 農文協. 東京.

佐藤展之. 2004. バラ養液栽培の動向と課題. 農業技術大系花卉編. 7. 409-412. 農文協. 東京.

竹田義. 1993. 切り花バラのロックウール栽培における培養液管理の問題点. 園学要旨. 平5秋. 142-157.

田中和夫・安井秀夫. 1992. ロックウール栽培の実用化に関する研究. 野菜・茶業試験場研究報告A (野菜・花き). 5. 1-36.

寺田幹彦・景山証弘・小西国義. 1997. 養液栽培におけるバラの生長と養水分吸収との関係. 園学雑. 66(1). 149-155.

ロックウール養液栽培における排液を利用したかけ流し栽培がバラ収量及び環境負荷軽減に与える影響

輪ギク「新神」における高温処理期間が無側枝性発現に及ぼす影響

吉賀千歌子・住居丈嗣

緒言

無側枝性ギクは、従来のキクと比べて側枝の発生数が少ないため、輪ギク生産を行う上で摘蕾摘芽作業が省力化でき、労力軽減が可能とされている。しかし、地域や季節によって、側枝の発生数が従来のキクと大差ないと報告が生産現場にはある。

秋ギクを用いた試験では、高温（昼温30℃・夜温25℃）、長日、低日照がキクの不ほう芽の原因として明らかにされており（深井ら、1977）。無側枝性キク「岩の白扇」では、昼温30℃、夜温20℃で側枝が形成されない（岡本・須藤、2003）との報告がある。

本県の12月出荷作型では、その温度確保のために、ハウスを密閉する必要があるが、長期間の密閉は、品質低下を招きやすい。そこで本試験では、無側枝性品種「新神」を用いて、品質低下と開花遅延を起こさずに、無側枝性を発現する処理期間を検討したので、その概要を報告する。

材料及び方法

試験は花き振興センター（北緯33度、東経132度、標高70m）で実施し、供試品種として無側枝性品種「新神」を用いた。

2008年9月2日に、球根輸送用コンテナ（縦40cm、横60cm、高さ25cm）に12株定植した。9月2日から10月16日まで深夜4時間（午後10時から午前2時まで）の電照を行った。

高温処理区の管理方法は、午前8時から午後5時まで、ハウスを全閉し、35℃を目標に換気した。処理期間は、定植の9月2日から9月15日までの2週間、9月29日までの4週間、10月15日までの6週間、10月29日までの8週間、11月14日までの10週間、11月25日までの12週間、12月10日までの14週間とした。

無処理区では25℃を目標に換気した。夜間の管理については、15℃を目標とした。

高温処理区、無処理区とも消灯日である10月16日から開花まで、15℃で加温した。

調査株数は各区9個体2反復とし、個体ごとに摘芽率、開花日、草丈、下垂度、やなぎ葉数、花首長及び舌状花数を調査した。

結果

高温処理期間が、切り花品質及び摘芽率に及ぼす影響について第1表に示した。

摘芽率については無処理区が36%であったのに対し、6、8、10、12、14週間処理区では30%以下となり、高温処理により側枝の発生が抑制された。

草丈は、4、8、10、12、14週間処理区で無処理区と比較して高くなり、処理期間が長くな

第1表 高温処理期間が切り花品質及び摘芽率に及ぼす影響

高温処理期間	平均開花日		草丈	下垂度 ^y	やなぎ葉数	花首長	舌状花	摘芽率	
期間 開始日 終了日	(日)		(cm)		(枚)	(mm)	(枚)	(%)	
2w	9/2	9/15	12/11 ns ^z	63 ns	1.1 ns	1.5 ns	39 ns	203 ns	35
4w	9/2	9/29	12/12 ns	66 **	1.1 ns	1.7 ns	36 ns	196 ns	35
6w	9/2	10/15	12/13 ns	63 ns	1.0 ns	1.9 ns	45 ns	203 ns	26
8w	9/2	10/29	12/13 ns	72 **	1.1 ns	1.9 ns	41 ns	211 ns	25
10w	9/2	11/14	12/14 **	80 **	1.7 **	2.2 **	52 ns	233 **	25
12w	9/2	11/25	12/15 **	83 **	2.5 **	2.4 **	67 **	246 **	25
14w	9/2	12/10	12/14 **	85 **	2.6 **	2.1 *	70 **	258 **	27
無処理区			12/11	60	1.0	1.7	40	197	36

^zt検定: *は5%、**は1%水準で有意差あり、nsは、有意差なしを表す

^y下垂度: 先端から80cmの位置で水平に保持し、下垂した角度25度までを5段階に分類し、0~5度を1、21~25度を5とした

るほど高くなった。

舌状花数については、10、12、14週間区では無処理区と比較して増加したが、平均開花日は処理期間が長くなるほど遅くなった。下垂度は、10、12、14週間処理区で大きくなり、処理期間が長くなるほど大きくなった。やなぎ葉数も同じ傾向を示した。花首長は、12、14週間処理区で、無処理区と比較して長くなった。

処理期間中のハウス内温度の日最低温度を第1図に示した。

本試験において、定植時からすでに夜温は25℃を下回っており、9月26日以降からは、20℃を下回っていた。

高温処理区においては、9月15日及び29日以外は、消灯日(10月16日)までは昼温35℃を確保することができた。無処理区では、9月下旬以降昼温35℃の温度を確保することが困難であった。

昼温30℃以上遭遇時間を第2図に示した。昼温30℃を4時間以上確保できたのは、高温処理区は57日、無処理区は22日だった。

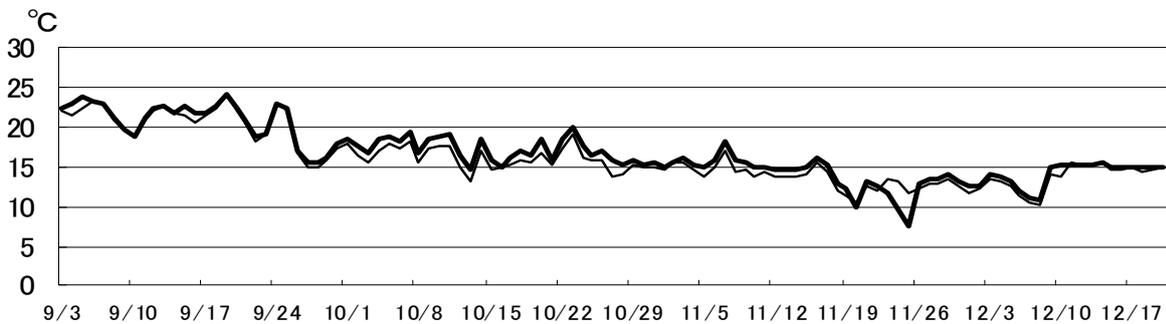
考 察

以上の結果から、本県12月作型における無側枝性品種「新神」において、品質低下と開花遅延を起こさず無側枝性を発現させる高温処理期間は、定植から6週間の処理が有効であると判断した。

育成県である鹿児島県の報告では、「新神」は夜温25℃以上で無側枝性を発現し、25℃を下回る場合、昼温を35℃程度にしなければ無側枝にならない。さらに、夜温20℃以下の場合、昼温を上げてても無側枝性はほとんど発現しない。しかし、昼夜の高温遭遇が長く続いた場合には、夜温が20℃に下がってもしばらくの間無側枝性を発現する。

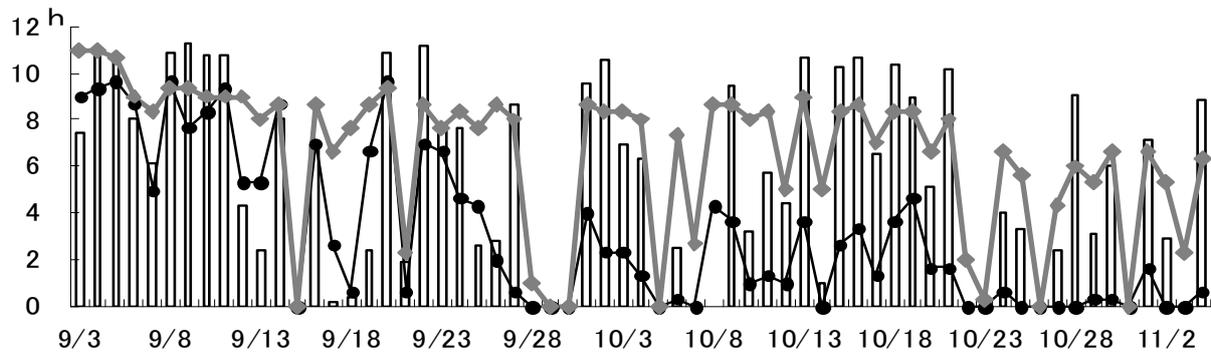
本試験では、定植時からすでに夜温25℃の気温の確保は困難であり、本県では人為的にハウス内温度を高くする高温処理が必要であることは明らかである。

9月26日以降の夜温は20℃を下回ったが、高温処理区の摘芽率は無処理区と比較して低くなった。これは、無側枝性発現効果が持続していた



第1図 処理期間中のハウス内日最低温度の推移

— 無処理区 — 高温処理区



第2図 30℃以上遭遇時間

□ 日照時間 ● 無処理区 ◆ 高温処理区

ことを示し、高温処理により、日中の高温遭遇が長く続いた結果であると思われる。

(西尾ら、1984)は高昼温(30℃以上)により、「秀芳の力」、「寒山陽」、「金丸富士」、「秀芳の心」、「湖西の朝」では、到花日数が長くなり、開花率が低下したと報告しているが、本試験では、高温処理 10 週間以上で 3～4 日の開花の遅れを示したものの、開花は正常であった。秋ギク型スプレーギクでは、高温下において小花分化期間が長くなり、管状花数が増加することが認められている(野崎・深井、2003)が、25～30℃の温度下にあつて、むしろ舌状花は増加した。以上のことから、「新神」は秋ギクの中でも高温でも正常に開花する品種であると考えられる。

高温処理が長くなるに従い、やなぎ葉数及び花首長の増加は、(後藤・富満、1999)、(西尾・福田、1984)の報告結果と一致する。

鹿児島県では、消灯までの 35～40℃前後の日中 2～4 時間の高温処理は、わき芽消失に影響する(未発表)との知見がある。本試験で日中温度が 30℃以上確保できる日数は、高温処理区が 57 日、無処理区が 22 日であり、35℃以上となると高温処理区 38 日、無処理区が 1 日であった。

愛知県で 8 月 22 日からの同様の処理をした試験結果をみると(西尾・福田、1984)、高温処理温度が得られた日数が、30℃で 14 日、35℃で 12 日であることから、ハウス密閉による高温処理では地域により効果が大きく異なることが予想できる。本試験でも、日照量が少ない日(曇

雨天日)には温度が確保できていないため、本県においても、日照量の少ない地域や天候不良の年には、側枝抑制に必要な温度確保は困難であると思われる。

高温処理により有意に側枝を抑えることはできたが、その節数は数節であるため、その省力効果の評価は難しい。また、本試験では、除去する対象である側枝数を調査したが、その伸長程度については調査していない。これらのことについては、更なる検討が必要である。

引用文献

- 岡本彰秀・須藤憲一 2003. 無側枝性キク「岩の白扇」における腋芽と無腋芽の形態観察. 九州沖縄農業研究センター園芸雑72 (5). 422—424. 鹿児島県農業開発総合センター花き部2006—2007. 新神通信第1～4号.
- 後藤哲・富満龍徳 1999. 無側枝性ギク「岩の白扇」に対する生育初期のハウス蒸し込みとジベレリン処理. 九農研第61号.
- 西尾讓市・福田正夫. 1984. 秋ギクの花芽分化期前後の昼温が開花に及ぼす影響. 愛知農総試研報16. 173—177.
- 野崎香樹・深井誠一. 2003. 高温条件下でのスプレーギクの開花に関する研究(第1報)異なる温度下における花芽分化・発達段階の茎頂の形態. 園学雑72 別2. 446.
- 深井満・山田喜徳郎・船越桂市 1977. 静岡農試研報22, 65—74.

輪ギク「新神」における高温処理期間が無側枝性発現に及ぼす影響

山口県農林総合技術センター研究報告投稿規程

平成21年6月1日制定

1 投稿者

投稿者は、山口県農林総合技術センター職員又は当場の職員であった者（以下「職員」という）に限る。ただし、共同執筆者に職員以外の者を含むことは差しつかえない。

2 論文

- (1) 研究報告に掲載される論文は、完了又は実施中の試験研究課題で得られた成果についてとりまとめた報文ないし、短報で未発表のものに限る。ただし、学会などにおいて口頭・ポスター発表したもので、別途発表していないものはこの限りでない。
- (2) 短報は、報文にまとめ得ないが速やかに発表すべき内容を持つもので、分割報告の形式はとらない。研究が完成した場合の再掲載は妨げない。
- (3) 特別研究報告は、完了した試験研究課題の成果を総合的にとりまとめた報文一編とする。
- (4) 研究論文の内容に、国の助成を受けて得られた成果が含まれている場合には、その旨脚注に明記する。

3 論文の採否及び掲載の順位

- (1) 研究報告に掲載する論文は、編集委員会において採否及び掲載の順位案を作成し、農林総合技術センター所長（以下「所長」という）が決する。
- (2) 特別研究報告に掲載を希望する論文は随時受付を行い、編集委員会において採否案を作成して所長が決する。

4 原稿の提出及び作成等

- (1) 原稿は、所属室・部長の校閲を受けた上で、編集委員会事務局に提出しなければならない。
- (2) 原稿は、作成要領に基づいて執筆するものとする。原稿の刷り上がりページ数は、図表を含め原則として6ページ以内とし、短報は2ページとする。
- (3) 編集委員会は、必要と認めた場合には著者に原稿又は図・表の修正を要求し、あるいは説明を求めることができる。
- (4) 編集委員会は、提出された原稿の内容に基づき、報文と短報の区分替えを行うことができる。

5 構成及び印刷

- (1) 著者校正は原則として初校のみとし、文章、図・表の改変や追加は原則として認めない。

※ 特別研究報告：博士論文相当の研究報告

山口県農林総合技術センター研究報告編集委員会

Editorial Board

編集委員長

Chairman

山本 雄慈

Yuji YAMAMOTO

編集委員

島村 真吾

Shingo SHIMAMURA

石光 照彦

Teruhiko ISHIMITSU

寺山 豊

Yutaka TERAYAMA

藤本 和正

Kazumasa FUJIMOTO

平田 俊昭

Toshiaki HIRATA

藤井 陽一

Youichi FUJII

和田 清孝

Kiyotaka WADA

永田 利成

Toshinari NAGATA

木村 靖

Yasusi KIMURA

中村 勇仁

Yuuji NAKAMURA

和泉 勝憲

Katsunori IZUMI

山口県農林総合技術センター研究報告

第2号

発行日 2011年3月

発行 山口県農林総合技術センター

〒753-0214 山口県山口市大内御堀1419

TEL 083-927-0211

FAX 083-927-0214

BULLETIN OF THE YAMAGUCHI PREFECTURAL TECHNOLOGY CENTER FOR
AGRICULTURAL AND FORESTRY

No2 March

CONTENTS

- 201 Kazuoki TAKAHASHI, Hideaki YOSHIYAMA, Kazuyoshi SHIRAIISHI and Masahiko SAITO 1
Feature and Use Technique of Management Index in Village Farming-type
Farm Corporations in Yamaguchi Prefecture
- 202 Akira OKAZAKI and Masao SEKIYA..... 9
Relation between anserine and carnosine contents in breast meat of the
'Yamaguchi Kurodori' and commercial free range chicken the
'Choshu kurokashiwa' with growing periods and the races used cross
breeding
- 203 Kimiko NAKAMURA, Megumi MURAKAMI, Tatsuya HIRATA, Kouei FUJII, Yukio NAKATAN
I, Norie SUYAMA and Yumiko OKAFUJI..... 15
The open field strawberry kind and discoloration prevention technology
that is appropriate for low sugar concentration strawberry jam
- 204 Akihiko IKEJIRI and Masamichi NAKATSUKASA..... 23
Establishment of Non-Till Soybean Culture of Soybean Variety 'SACHIYU
TAKA'
- 205 Masamichi NAKATSUKASA and Koji KIMURA..... 37
Foliar Application of Nitrogen as Urea with the Control of Fusarium
Head Blight in Wheat Cultivar 'Nishinokaori' Cultivation
- 206 Yukio NAKATANI and Shozo FUJIYAMA..... 43
Grapevine Pest Control Management System Adapting the
Crop Certification System 'Eco Yamaguchi'
- 207 Kenji SUGIMOTO and Hideyuki YOSHIMATU..... 49
Big nursery stock formation and dense planting growing in the Japanese
Chestnut 'Ganne'
- 208 Yoshimitsu HIGASHIURA, Tetsuhiro IWAMOTO and Katsunori IZUMI..... 55
Control of *Liriomyza sativae* Blanchard by parasitoids of the garden
pea leaf-miner, *Chromatomyia horticola* (Goureau)
- 209 Yoshiyuki HONDA..... 67
The development of efficient Slit trap which put composition
Attractant pheromone of pecky rice bug, *Leptocorisa chinensis* Dallas
- 210 Takeshi SUMII and Youichi OKA..... 75
Effect of Using Drainage Solution Derived from Rose Rockwool Culture
on the Yield of Cut Rose Flowers and Environmental Load Reduction
- 211 Chikako YOSHIGA, Takeshi SUMII..... 85
Influence that High Temperature Processing Period Exerts on
Generation of Lateral Bud on Chrysanthemum cv. 'Arajin'