

ISSN 2185-0437

山口県農林総合技術センター研究報告

第9号

平成30年3月

BULLETIN OF THE YAMAGUCHI PREFECTURAL AGRICULTURE & FORESTRY
GENERAL TECHNOLOGY CENTER

No. 9

March, 2018

Yamaguchi Prefectural Agriculture & Forestry General Technology Center

Ouchi Hikami, Yamaguchi City, Yamaguchi Prefecture, Japan

山口県農林総合技術センター

山口県山口市大内氷上一丁目1番1号

山口農林総技セ研報

Bull. Yamaguchi Agri.

& For. Gen. Tech. Ctr.

山口県農林総合技術センター研究報告（平成30年3月）

目 次

901	山口型放牧によるイノシシの行動への影響 田戸 祐之	1
902	アミノ酸の飼料給与または飲用が「長州黒かしわ」の肉中のイミダゾールジペプチド含量に及ぼす影響 岡崎 亮・伊藤 直弥	7
903	酵素を利用したクリ渋皮剥皮技術の開発 平田 達哉	13
904	耕土深および緩効性肥料の施肥方法が水稻「ヒノヒカリ」の収量、品質に及ぼす影響 松永 雅志・中島 勘太・池尻 明彦・内山 亜希・渡辺 大輔・金子 和彦	19
905	針葉樹樹皮敷設 によるブルーベリーの樹勢回復技術 大崎 美幸・安永 真・中谷 幸夫	25
906	ネットへの振り落とし収穫法によるブルーベリーの収穫作業時間短縮技術 大崎 美幸・安永 真・中谷 幸夫	29
907	高接ぎによるクリの品種更新技術 安永 真・村上 哲一・品川 吉延	35
908	ナシ「なつしづく」における樹体ジョイントによる改良むかで整枝技術の開発 村上 哲一・大崎 美幸・品川 吉延	40
909	小規模経営で実現可能なイチゴ高位生産体系の確立 鶴山 浄真・鹿嶋 英一郎・松嶋 匡史	46
910	光反射資材によるブドウのクビアカスカシバの被害抑制効果 河村 俊和・本田 善之・岩本 哲弥	54
911	バラのロックウール栽培におけるアザミウマ類防除対策の確立 畑中 猛・溝部 信二・友廣 大輔	60
912	晩生カンキツ「せとみ」における緑斑症の軽減対策の確立 村本 和之・兼常 康彦・西岡 真理・東浦 祥光	69
913	着色期のカンキツ果実を加害するアザミウマ類の発生生態の解明と防除対策の確立 東浦 祥光・村本 和之	78
914	コンテナ栽培による小輪系「プチシリーズ」の効率的な切り花生産および球根増殖技術 福光 優子・尾関 仁志・住居 丈嗣・石光 昭彦	88
915	乳用牛の体細胞数と搾乳管理作業との相関 刀禰 瑞世・森 実希	96
916	柑橘類加工残渣を活用した鶏肉および鶏卵生産に関する研究 伊藤 直弥・岡崎 亮・關谷 正男	103

山口型放牧によるイノシシの行動への影響

田戸 裕之

Effects of Yamaguchi-type grazing on behavior of the wild boar
(*Sus scrofa leucomystax* Linnaeus)

Hiroyuki TADO

Abstract: The effect of Yamaguchi-type grazing on the activity of wild animals was evaluated by an infrared sensor camera. The main animal species identified by infrared sensor cameras were wild boar (*Sus scrofa leucomystax* Linnaeus), Japanese macaque (*Macaca fuscata* Blyth), and raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides* Gray). There were 12 species documented altogether, including one alien species. Moreover, Sika deer (*Cervus nippon* Temminck) was identified, which had not been previously confirmed in this area. By setting the grazing area in a belt shape, Yamaguchi-type grazing restricted the activity of the wild boar in the first year, but the activity increased in the second year at the end of the pasture land, suggesting the possibility of a behavioral shift. In the first year after connecting the pastures, the behavior of wild boar was restricted due to the behavior of cattle. Thus, it was inferred that the decrease in the activity time of the boar in the second year was due to the increased activity of the cattle.

Key Words: cattle, grazing, infrared sensor camera

キーワード: 牛、放牧、赤外線センサーカメラ

緒言

中山間地域では、過疎化・高齢化により、生産条件が不利な地域において耕作放棄地が増加している(中国四国農政局, 2016)。耕作放棄地は、農地と山林との間にあつて両者の境界に位置しており、イノシシにとって格好の採食や繁殖場所となり、身を隠しながら容易に農地に侵入できるルートになっている(小寺ら, 2001)。また、農地周辺に緩衝帯(バッファゾーン)を設置することで、イノシシの行動が変化することが報告されている(井出ら, 2005、井出, 2007、丸居ら, 2014、武山ら, 2011)。山口型放牧は、耕作放棄地において低コストで省力的な飼養管理ができる放牧であり、副次的に森林と耕地の間で行うことにより緩衝帯として獣害対策に効果があるとされ(山中ら, 2008)、イノシシの移動経路が放牧により遮断されることが、イノシシ

の警戒心を高め、被害を軽減するとしている(伊藤ら, 2008)。

本研究では、獣害対策の効果を客観的に評価するために、山林から水田につながる獣道に赤外線センサーカメラを複数設置し、野生動物の頻度調査を行い、放牧中とその前後の期間で、場所による侵入頻度の違いを明らかにし、山口型放牧によるイノシシの侵入軽減効果の確認を行った。

材料および方法

1 調査地の概要

対象地は、第1図のとおり山口県山口市阿東地区S法人が管理している水田およびその周辺の耕作放棄地とした。水田側にはイノシシ被害防護柵が設置されていることから、水稲におけるイノシシ被害はあまりなく、イノシシの当歳仔(ウリボウ)に

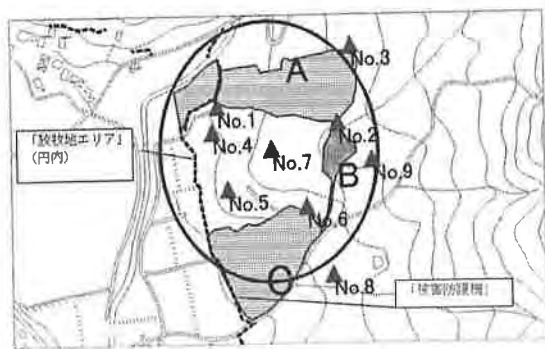
山口型放牧によるイノシシの行動への影響

よる被害が若干ある程度であった。放牧地や電気牧柵があってもイノシシは通過できるため、山口型放牧は被害防護柵に代わるものではなく、あくまで緩衝帯としての機能が期待できるものであり、放牧実施により周辺のイノシシの行動がどのように変化するかを調査するため、当地区を実験ほ場とした。



第1図 対象地におけるほ場と放牧地(斜線部分)の位置関係

放牧は、2頭以上の黒毛和種繁殖牛を利用し、通常の山口型放牧の仕様で行った。実験ほ場の放牧区の設置は第2図のとおりである。2012年は、浴および川に沿った東部の耕作放棄地にA区を設置したが、緩衝帯とするために2013年には追加してB区およびC区を設置した。これにより、ほ場と山林との間に帯状に緩衝帯が形成された。B区は耕作放棄地ではなく人工林の一部であるが、A区とC区を繋ぐ「連結通路」の役割を果たした。



第2図 カメラ位置

各年の放牧と赤外線センサーカメラの稼働状況は、第1表のとおりである。2012年はA区のみで6月13日から10月23日まで放牧を行い、2013年以降はA区・B区・C区で6月12日から10月25日まで放牧した。B区を開放してA区とC区を連結させたのは、2013年は9月9日からで、最終放牧日の10月25日まで放牧を行った。2014年は6月12日から10月25日まで放牧し、連結は7月9日から9月20日まで行った。

第1表 放牧の状況とカメラの稼働状況

年	月	放牧区の設置	期間区分	放牧期間		連結路開放		カメラ稼働										
				◇開始	◆停止	◇開始	◆停止	◇開始	◆停止									
2012	5	A区設置	放牧前	◇6/13	◆10/23			◇5/8	◆11/15									
	6																	
	7																	
	8																	
	9																	
	10																	
	11																	
	12																	
	2013									1	C区設置	放牧前	◇8/12	◆10/25	◇8/8	◆10/25	◇5/14	◆3/19
										2								
										3								
										4								
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
2014	1	B区設置 (連結通路)	放牧前	◇8/8	◆11/4	◇7/8	◆9/20											
	2																	
	3																	
	4																	
	5																	
	6																	
	7																	
	8																	
	9																	
	10																	
	11																	
	12																	
2015	1	放牧後棄																
	2																	
	3																	

■:カメラ未設置期間
※2015年の3月までは、2014年の放牧後として集計

カメラは2012年調査終了後に一旦回収し、2013年5月14日に再設置、再稼働させた。2013年放牧終了後はカメラは回収せず、そのまま撮影を継続して2015年3月19日まで調査を行った。

2 赤外線センサーカメラ設置状況

調査には、昼間は可視光、夜間は赤外線を利用して1日中撮影できる赤外線センサーカメラ(Bushnell製 Trophycam)を使用した。カメラの仕様および設定は第2表のとおりとした。動物がセンサーの検知範囲に滞在した場合の撮影間隔は3秒間とした。カメラは、イノシシ利用地の変化を確認するため、イノシシ被害防護柵の山側で、かつ森林と耕作地の間に緩衝帯として整備した山口型放牧の外側に設置した。カメラは、地上高1m程度で前方を5m以上見通せる場所に、カメラ付属のベルトで立木に巻きつけて設置した(第3図)。ただし、カメラの前を通る動物が撮影しやすい位置を現場で確認しながら設置したため、撮影方向に規則性はない。カメラの設置位置は第2図のとおり、稼働状況は第3表のとおりである。2012年はA区で放牧を行い、その周辺にカメラ(No.1~No.5)を設置した。2013年はC区を追加して設置し、その周辺にカメラ(No.6~No.8)を設置し、さらに同年9月からA区とC区を連結させるためにB区を

第2表 カメラの仕様及び設定

カメラ	Bushnell TROPHY
Picture Size	5 MP ≈2,560×1,920
Response Time	1 s
Triggering Interval	3 s
IR-Flash Range	12 m～15 m
Memory card	SDHC 16 GB
データ等交換間隔	1か月



第3図 カメラ設置状況

設置して、その周辺にカメラ No. 9 を設置し、最終的には9 台となった。

また、カメラごとに撮影日数が異なる（設定時期の都合）ため、放牧区を設置した年ごとに「放牧前」、「放牧中」、「放牧後」の3 期間に区分した。

結果

1. カメラ撮影状況

2012 年5 月から2015 年3 月までのカメラ別撮影回数は、第4 表のとおりである。それぞれのカメラで稼働期間に差があるものの、多いカメラで2,304 回、少ないカメラでは238 回であった。この撮影により確認された哺乳類は、第5 表のとおりである。このうち、種が判別できたのは12 種で、ネズミ類は種までは判別できなかった。撮影回数の総合計は13,756 回であるが、最も多かったのはイノシシ、次いでニホンザル、ウサギ、タヌキの順であった。外来種ではアライグマが1 回、まだあまりこの地域で確認されないニホンジカが3 回、ツキノワ

第3表 カメラの稼働状況

年	月	カメラNo.									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2012	5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	7	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	8	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	10	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	11	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	12	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	2013	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		2	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		3	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		4	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
6		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
7		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
8		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
9		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
10		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
11		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
12		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
2014	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	7	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	8	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	10	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	11	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	12	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
2015	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

○ カメラ稼働
 ■ カメラ未設置期間

グマは12 回撮影された。

カメラの設定場所によって、撮影されやすさに差があるので、対象動物の状況は、撮影回数ではなく、イノシシの撮影割合（以下、撮影割合）によって比較検討した。撮影割合は、イノシシが1日に1回以上撮影されたカメラの台数に撮影延べ日数を乗じ、調査延べ日数で除して算出した。

撮影データは、カメラの設置位置別に「放牧地エリア」、そのエリアの外にある「No. 3」および「No. 8」に3 区分して整理した。放牧地エリアは、放牧地（A 区・B 区・C 区）とそれらに囲まれるエリアをいい、該当カメラは第3 図の円内に位置する7 台（No. 3 およびNo. 8 以外）である。

2 放牧によるイノシシ撮影状況の変化

イノシシの撮影回数は第6 表のとおりである。このデータを前述の撮影データ区分により整理して撮影割合を算出した。その結果は、第4 図のとおりである。カメラ設置位置（3 区分）ごとに、各年の「放牧前と放牧中」、「放牧中と放牧後」で撮影割合に有意に差があるかどうかは、母比率の差の検定（コ克蘭のQ 検定）で行った。

2012 年は、No. 3 と放牧地エリアでは「放牧中」で撮影割合が高いものの、有意な差はなかった（No. 8 は未設置）。2013 年は、No. 3 では放牧前は低く、徐々に撮影割合は上昇するものの有意な差は

山口型放牧によるイノシシの行動への影響

第4表 カメラ別撮影回数

年 月	カメラNo.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2012	5	19	97	15					
	6	6	87	10	64				
	7		64	16	2	72			
	8	1	83	17	10	20			
	9	1	211	12	4	30			
	10	31	102	10	10	26			
	11		26	14	10				
2013	5	22	147	2	147	48	32	135	
	6	62	130	4	49	9	16	26	119
	7	19	207	10	14	8	29	34	33
	8	8	123	2	32	30	5	49	36
	9		87	14	39	13	16	42	36
	10	4	122	46	53	46	55	50	74
	11	1	166	39	66	37	148	37	206
	12	11	55	18	23	65	100	25	59
2014	1	10	46		17	39	62	61	29
	2	9	65		15	14	25	27	120
	3	28	25		14	14	37	47	136
	4	10	20		40	24	64	60	108
	5	13	25		30	15	61	28	10
	6	2	9	5	19	44	51	15	35
	7	3	1	3	6	26	90	16	77
	8	9	24		7	18	66	14	191
	9	1	4	38		21	32	42	97
	10	9	59	1	58	64	39	11	
	11	1	37	33		61	98	17	94
	12	20	21	4		11	17	13	157
2015	1	1	0	10	1	28	64	13	353
	2	1	1	1	41	36	16	136	31
	3	3	4	10	9	16	12	53	51
合計	302	2,006	346	691	890	1,137	715	6,304	2,338

第5表 野生動物撮影回数

種	アライグマ	イノシシ	ウサギ	キツネ	ツキノワグサ	コウモリ	シロネ	クマ	シカ	ヘビ	不明	合計
2012	207	400	281	7	897	95	11	2	43	2,220		4,739
2013	240	1,042	752	13	972	82	85	1	263	4,739		8,249
2014	415	1,050	963	9	818	3	819	21	13	278	194	1,284
2015	78	504	237	3	196		156	38	13	29		1,284
合計	950	2,994	2,203	27	2,892	3	2,169	226	14	678	447	12,759

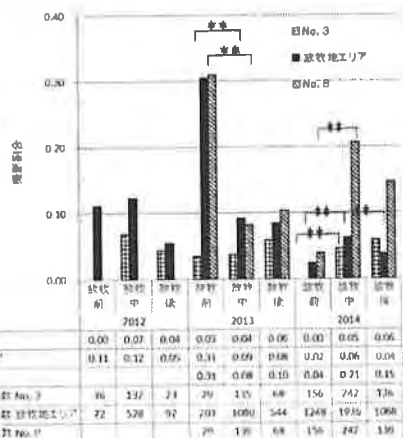
なかった。一方、同年の放牧地エリアおよびNo. 8では、放牧前の撮影割合が一番高く、後に低くなり、放牧前より放牧中は低く、有意な差があった。2014年は、No. 3とNo. 8では放牧前より放牧中の撮影割合が高く、有意な差があった。一方、放牧地エリアでは放牧前、放牧後よりも放牧中で撮影割合が高く、有意な差があった。No. 3と放牧地エリアは放牧中で撮影割合が高くなったが、前年よりも低い値なので問題にならないレベルだと考えられる。しかし、No. 8は2013年の値を超えているので、No. 8の周辺でイノシシの新たな動きができたと考えられる。

さらに、年ごとの撮影割合（第5図）で比較すると、イノシシの状況は、放牧地エリアでは放牧地を連結させた2013年の翌年に大幅に減少し、有意な差があった。No. 3の撮影割合は、もともと低いが、年々減少傾向にある。No. 8については、2012年はカメラを設置していないので、増減の傾向は判断できない。しかし、第4図の結果と合わせてみると、放牧地エリアが2013年の放牧開始から減少しているにもかかわらず、No. 8は2013年では放牧中に減少したが、2014年には放牧中に増加したので、2014年の放牧開始頃からイノシシの行動が第6図のように放牧地エリアからNo. 8方へシフトしたと

第6表 カメラ別イノシシ撮影回数

年 月	カメラNo.									合計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2012	6	9	12							17
	6		13			0				19
	7		25	16		0				61
	8		19	14	1	7				41
	9	1	26			13				42
	10		10			13				32
	11									6
	12									0
2013	1									0
	2									0
	3									0
	4									0
	5	25	31		114	25	4	21		220
	6	51	73	2	31	3	5	8	10	183
	7	6	10	3	1		8	3	6	37
	8	5	11	2	6	1	1	2	6	34
	9		6		3	3	1		7	20
	10	3	3		6	13	40	6	7	82
	11		43	4	9	16	51	9	12	146
	12		14	16	25	3	2	2	2	78
2014	1	5	4			13	1			34
	2				1			3		11
	3		1					10		13
	4							6		9
	5							5		9
	6				2			12		26
	7	1	1	2	3	7	37	60	11	121
	8			2	2	2	1	1	17	183
	9	4			6	4	12	89		116
	10		4	1	33	2	15	8		68
	11		17		16		15	23		71
	12									13
2015	1						1	275		288
	2					3		92		98
	3							20		40
合計	107	324	91	178	231	177	94	851	64	2,117

：カメラ未設置期間



第4図 期間別のイノシシの撮影割合

注) 撮影割合：イノシシが1日に1回以上撮影されたカメラの台数に撮影延べ日数を乗じ、調査延べ日数で算出
母比率の差の検定
**1%水準で有意差あり、*5%水準で有意差あり（コ克蘭のQ検定）

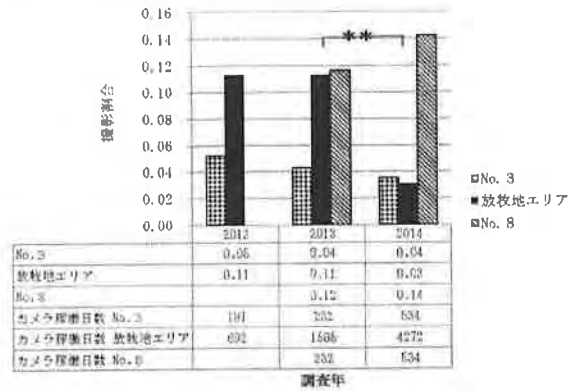
考えられる。

3 牛の行動がイノシシの行動に与える影響

2013年から第2図のとおり2つの放牧地A区とC区の間にはB区を設置し連結させて一つの放牧地とした。牛がA区からC区までを移動することにより、全体を放牧地とするのと同じ効果を期待した。No. 2はB区の入りに設定し、B区を見通すことができたため、イノシシと牛の両方を撮影することができた。2013年の放牧開始から2015年のカメラ停止までの間について、No. 2で撮影された牛とイノシシの撮影時刻をプロットしたのが第7図である。

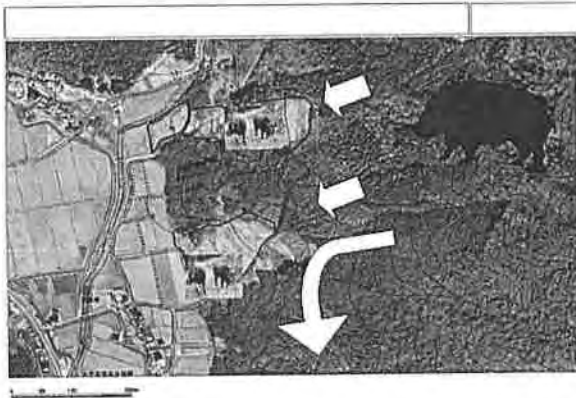
放牧地を連結させると牛は昼間を中心にB区の

放牧地で活動する状況がカメラに撮影され、イノシシ

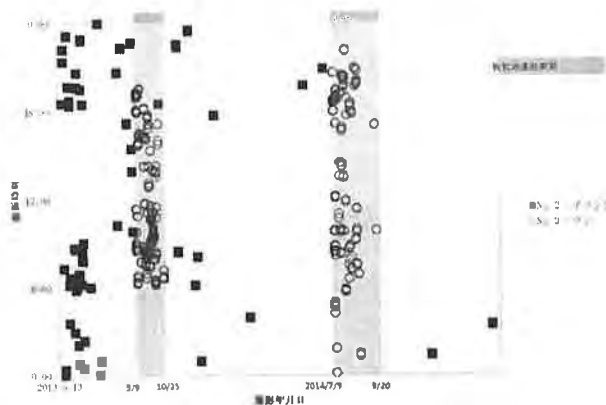


第6図 3か年のイノシシの撮影割合の変化

注) 撮影割合：イノシシが1日に1回以上撮影されたカメラの台数に撮影延べ日数を乗じ、調査延べ日数で除して算出
母比率の差の検定
**1%水準で有意差あり、*5%水準で有意差あり(コ克蘭のQ検定)



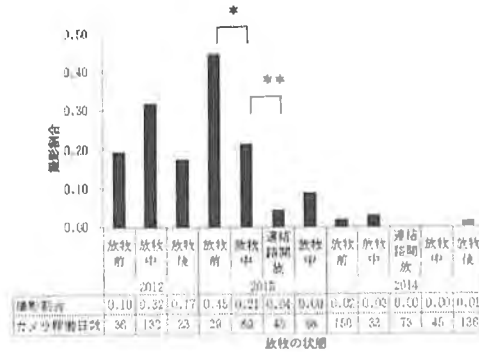
第8図 イノシシの行動の変化



第7図 放牧地連結部分でのイノシシと牛の撮影状況(カメラNo.2)

シはその間ほとんど撮影されなかった。2014年はイノシシの撮影が全体的に少なくなり、一方牛は2013年では見られなかった夜間にも活動をしている。これにより、イノシシの活動が少なくなったことが、牛の活動時間を夜間に広げた要因の1つであると推測された。そこで、No.2での撮影割合を母比

率の差の検定(コ克蘭のQ検定)を行った(第8図)ところ、2013年の放牧前と放牧中、放牧中と連結路開放とで撮影割合を比較すると、減少に有意な差があることが確認された。2013年は牛がイノシシの行動を抑制し、2014年はイノシシの行動が少なくなることにより、牛の活動時間が延長したことの要因の1つと言える。



第8図 放牧状態別のイノシシの撮影割合(カメラNo.2)

注) 撮影割合：イノシシが1日に1回以上撮影されたカメラの台数に撮影延べ日数を乗じ、調査延べ日数で除して算出
母比率の差の検定
**1%水準で有意差あり、*5%水準で有意差あり(コ克蘭のQ検定)

4 まとめ

山口型放牧のような簡易放牧による耕作放棄地管理がイノシシの行動に及ぼす影響について、環境改善効果(山中ら, 2008)、それに加えて食料を奪う効果(井出ら, 2005)があり、加えて牛の人による管理(伊藤ら, 2008)がイノシシの行動に影響を与えるとしている。本研究では、さらに牛の行動が直接イノシシの行動に影響を与えていることも推測され、加えて牛はイノシシが少なくなると行動時間を夜間に広げていることが示唆された。イノシシと牛は直接相対することがないために、これまで相互に反応することはないとされてきたが、2013年放牧後は牛が頻繁に行動することによりイノシシの行動が少なくなり、2014年放牧後は、イノシシの行動が全体的に少なくなることにより、牛の行動時間が長くなることが推測された。これは、高橋らがイノシシは臆病で行動時間が人の行動によりより変化するとしていることを支持し、山口型放牧がイノシシ被害対策に効果があるという農家の声も裏付けられる。また、山口型放牧が2年目以降慣れにより効果がなくなることを懸念したが、逆に山口型放牧を行っている場所では、イノシシの利用が全体的に少なくなり、効果が持続することが分かった。これは、2年目の放牧前にNo.4の前で母親イノシ

山口型放牧によるイノシシの行動への影響

シが子供に授乳しているところ（第9図）が撮影されていたことから、イノシシにとって危害を加えられやすい子育て期間に放牧前の放牧地域周辺をイノシシは利用し、安全な地域として認識していたが、その後子育ての状況は確認されずイノシシの撮影少なくなったことから、イノシシが放牧地を安全地域から危険な地域に認識を変化させたことが推測された。



第9図 カメラの前で授乳しているイノシシ（カメラNo.4 2013/5/28 0:10）

しかし、イノシシの行動は放牧を行っていない方へシフトすることが懸念されるので、山口型放牧を行っていない場所では、被害防護柵等の対策を念入りに行う必要がある。

山口型放牧を行うにあたって放牧地を連続することは耕作放棄地が連続していないことや所有者の了解等で難しいことがある。今回行った林地を使用した放牧地の連結は、鳥獣被害対策として牛を放牧する夏から秋にかけては、牛への日陰の提供という意味からも利点が大きく、牛も多く利用しイノシシへの効果も確認されたことから、イノシシ被害対策としては、山口型放牧を帯状に広く設置することが有効であると確認された。

摘要

山口型放牧が野生動物に与える影響を赤外線センサーカメラにより評価した。赤外線センサーカメラにより同定できた動物種は、主にイノシシ、ニホンザル、ウサギ、タヌキで、外来種1種を含んだ12種が確認され、この地域ではあまり確認されないニホンジカが確認された。

放牧地を帯状に設定することにより1年目は山口型放牧の効果によりイノシシの活動が制限されたが、2年目はイノシシの行動が放牧地の端の方で

増加しており、活動領域をシフトする可能性が示唆された。

放牧地を連結させた1年目は、牛の行動によりイノシシの行動が制限された。2年目は継続して効果があるとともに、イノシシの活動が全体的に少なくなったことにより、牛の活動時間が長くなったと推測された。

引用文献

- 中国四国農政局. 2016. 平成28年度 中国四国食料・農業・農村情勢報告. 第1部 中国四国食料・農業・農村の動向. P. 1-262.
- 小寺祐二・神崎伸夫・金子雄司・常田邦彦. 2001. 島根県石見地方におけるニホンイノシシの環境選択. 野生生物保護. 6(2): 119-129.
- 井出保行. 2007. 放牧導入による獣害回避の可能性—イノシシを例として—. 日本草地学会誌. 53(1): 59-63.
- 井出保行・小山信明・高橋佳孝・小林英和. 2005. 耕作放棄地での肉用牛放牧がイノシシの掘り返し行動に及ぼす影響. 近中四農研報. 4: 173-181.
- 伊藤直弥・恵本茂樹・島田芳子・宗綱良治・米屋宏志・森重祐子. 2008. 山口型放牧の技術開発に関する研究. 山口県畜産試験場研究報告. 23: 5-9.
- 丸居篤・藤堂乃夫宏・岡安崇史・後藤貴文・衛藤哲次・塩塚雄二・高橋秀之. 2014. 放牧による耕作放棄地解消がイノシシの行動に及ぼす影響. 日本暖地畜産学会会報. 57(1): 17-22.
- 高橋春成編. 2001. イノシシと人間. P. 206-209. 古今書院. 東京.
- 武山絵美・九鬼康彰・東口阿希子・奥村啓史. 2011. 中山間水田農業地域における農地周辺バッファゾーンの空間特性と獣害対策. 農村計画学会誌. 30: 405-410.
- 山中成元・上田栄一・藤井吉隆. 2008. 放牧ゾーンングによるイノシシの農作物被害防止効果と多面的効果. 滋賀農総セ農試研報. 47: 51-60.

アミノ酸の飼料給与または飲用が「長州黒かしわ」の 肉中のイミダゾールジペプチド含量に及ぼす影響

岡崎 亮・伊藤 直弥

Addition of Amino Acids to Feed and Water Increases the Imidazole Dipeptide

Content in Meat of the 'Choshu kurokashiwa' Chicken

Akira OKAZAKI and Naoya ITO

Abstract: In this study, a method for enhancing the imidazole dipeptide content in the meat of the 'Choshu kurokashiwa' chicken was developed and verified. The amino acids β -alanine and L-histidine were added to the feed or water, which effectively increased the imidazole dipeptide content in the meat. The amount of β -alanine required for this increase was to feed one week before slaughter at 0.3% concentration in water or feed, and that of L-histidine content was equivalent in terms of the number of moles. The feeding method of dissolving the amino acids in water was easier than mixing into the feed. Moreover, the imidazole dipeptide content increased after feeding with fish meat processing residue and β -alanine. Overall, the imidazole dipeptide content in the meat of the 'Choshu kurokashiwa' chicken was estimated to increase to about 1,268–1,371 mg/100 g in the breast meat and to 560–581 mg/100 g in the thigh meat.

Key Words : anserine, β -alanine, carnosine, chicken, fish meat processing residue, meat quality
キーワード : アンセリン、 β -アラニン、カルノシン、鶏肉、魚肉加工残渣、肉質

緒 言

山口県では、オリジナル地どりとして「長州黒かしわ」の生産振興に取り組んでいる。本地どりは、旨み成分が多いことと適度な歯ごたえがあることから良食味な地鶏として評価が高い。また、胸肉中に機能性成分であるアンセリンとカルノシン（以下イミダゾールジペプチド）含量が多く、健康的な肉であることを訴求ポイントとしている。生産開始当初は、雌雄ともにイミダゾールジペプチド含量の最も多い14週間肥育（以下、14週肥育）により出荷していたが、その後、歩留まり向上（雄が闘争を開始する14週未満の肥育）の

ため、雄は飼養期間を2週間短縮し、12週肥育で出荷することになった。しかしながら、過去の試験から胸肉中のイミダゾールジペプチド含量は飼養期間が短いと少なくなることがわかっており（岡崎・関谷, 2011）、雄に於いては「長州黒かしわ」の肉の優位性が失われる可能性がある。また、雌雄ともにモモ肉中の含有量は胸肉に比べて少ないことがわかっている。そこで、「長州黒かしわ」の肉の優位性を維持し、または、より高めるため、肉中のイミダゾールジペプチド含量を増加させる方法の開発が必要である。鶏肉中のイミダゾールジペプチドを増加させる方法としては、 β -アラニンとL-ヒスチジンを給与した報告があ

アミノ酸の飼料給与または飲用が「長州黒かしわ」の肉中のイミダゾールジペプチド含量に及ぼす影響

る(友永, 2013; 社団法人日本食鳥協会, 2011)。また、「長州黒かしわ」の主要産地である長門市は、水産加工品(かまぼこ、ちくわなどの練り製品)の産地であり、その製造工程から加工残渣が大量に廃棄されており、その加工残渣を「長州黒かしわ」の飼料材料として有効活用する取り組みが勧められている。魚肉練り製品は、動物性タンパク質が主原料であることからアミノ酸単品に代わるアミノ酸の供給原として有望と考えられる。特にL-ヒスチジンは、原料の魚種によってはきわめて多く含まれる。そこで、「長州黒かしわ」へアミノ酸(β -アラニンとL-ヒスチジン)を給与することにより、その肉中のイミダゾールジペプチド含量を増加させることができないか、さらにアミノ酸の代わりに魚肉加工残渣を利用することで同様の効果が得られないかを検討し、若干の知見を得たので報告する。

材料および方法

1 供試材料

1) 試験鶏

供試材料は、当センター畜産技術部において2013年から2016年にかけて飼育した「長州黒かしわ」を用いた。試験1~4の方法により10~20羽程度の群で肥育した後、その中から平均的な体重の個体4~6羽を選抜し、直ちに殺解体処理し胸肉あるいはモモ肉を採取した。「長州黒かしわ」の系統は、試験1~2では「15系やまぐち黒鶏」と「86系RIR」を交配したものをを用いたが、試験3~4では、「423系やまぐち黒鶏」と「YC86系RIR」を交配したものをを用いた。前者は、初生雛の時点で雌雄鑑別できない系統であるため雌雄混合肥育とした。後者は種鶏の改良により初生雛の時点で雌雄鑑別できる系統であり、試験実施3年目から飼養可能となったことから、試験3以降はこの系統を用い、雌雄別々に給与量と給与期間を設定した。なお、この2系統について、胸肉及びモモ肉の肉質やイミダゾールジペプチド含量を測定し、差がないことは別途確認済みである。(データ省略)

2) 添加したアミノ酸と魚肉加工品残渣

アミノ酸は、試薬として流通している β -アラニンとL-ヒスチジン(β -アラニン:和光純薬製、L-ヒスチジン:ペプチド研究所製)を用いた。魚肉加工残渣は、長門市の水産加工会社から廃棄されたちくわを入手し、乾燥後粉砕して用いた。

2 試験区分

調査個体は、下記の試験1~3では各区4羽とし、

試験4では対象区6羽、試験区3羽とした。下記条件以外の肥育方法は、「長州黒かしわ」の通常の方法で実施した。

1) 試験1 アミノ酸を配合飼料に0.3%添加して給与することによる影響(雌雄混合肥育)

配合飼料(黒かしわフィニッシャー、(有)長門アグリリスト製)に β -アラニンとL-ヒスチジンを0.3%(重量)の割合(以下アミノ酸0.3%添加飼料)で混合し、雄は12週肥育および14週肥育、雌は14週肥育とし、以下の期間給与した。試験区の全個体を同一ケージで肥育し、対照区も同様に肥育し、11週までは通常の肥育を行い、12週目から試験区にアミノ酸0.3%添加飼料を給与し、12週肥育終了時点で雄の一部をと殺処理、残りの鶏を14週まで肥育してと殺した。区分としては以下のようになり、それぞれについて対照を設置した。(1)雄12週肥育、アミノ酸0.3%添加飼料を12週目に1週間給与(と殺前1週間)、(2)雄14週肥育、アミノ酸0.3%添加飼料を12週目から3週間給与(と殺前3週間)、(3)雌14週肥育、アミノ酸0.3%添加飼料を12週目から3週間給与(と殺前3週間)。試験は、2013年6月から9月と2014年1月から4月にかけて2回実施し、肥育終了後と殺解体処理して肉質分析に供試した。

2) 試験2 アミノ酸を飲水に0.03%及び0.3%溶解して給与することによる影響(雌雄混合肥育)

飼料混合による給与(試験1)よりも簡易で、アミノ酸摂取量が推定しやすい方法として、飲水にアミノ酸を溶解して給与する方法で行った。また、飲水への溶解によりアミノ酸摂取効率が良くなることを期待し、コスト面も考慮して、アミノ酸濃度を1/10に下げる試験も行った。給与する飲水に β -アラニンを0.03%または0.3%の割合(重量)で、L-ヒスチジン(FW=155.15)を β -アラニン(FW=89.1)のモル数相当量(重量で約1.74倍)を溶解した(以下アミノ酸0.03%(または0.3%)溶解飲水とする)。雄は12週肥育とし、以下のように飲水給与した。(1)アミノ酸0.03%溶解飲水を12週目に1週間給与(と殺前1週間給与)、(2)アミノ酸0.3%溶解飲水を12週目に1週間給与(と殺前1週間給与)。

一方、雌(14週肥育)は、試験1ではアミノ酸0.3%添加飼料給与による胸肉のイミダゾールジペプチド含量増加効果が得られなかったことから、アミノ酸添加量と給与期間の組み合わせは、以下の3タイプとした。(1)アミノ酸0.03%溶解飲水を12週目に1週間給与(と殺までの2週間は添加なし)、(2)アミノ酸0.03%

%溶解飲水を12週目から3週間給与（と殺前3週間給与）、(3) アミノ酸0.3%溶解飲水を12週目に1週間給与（と殺までの2週間は添加なし）。なお、雌雄混合飼育のため、アミノ酸溶解飲水の給与開始時期は雄（12週肥育）と同じ12週目からである。

試験は、2014年6月から9月にかけて実施し、雌雄それぞれに対照区を設置し、全期間通常の飼料で肥育した。また、1羽当たりのアミノ酸摂取量を推定するために、給与期間中の飲水量を測定した。飲水量は、給与した量から残量を差し引いた量であるが、雌雄混合肥育のため、1羽当たりの飲水量は雌雄平均値とした。

3) 試験3 アミノ酸を飲水に0.1%及び0.3%溶解して給与することによる影響（雌雄分離肥育）

雌雄分離肥育が可能になり雌雄それぞれに給与期間を設定できることから、再度アミノ酸溶解飲水の給与試験を行った。ただし、アミノ酸添加量や給与期間は試験2の結果を踏まえて若干変更した。また、試験1及び2では、雌（14週肥育）においてはアミノ酸添加飼料あるいはアミノ酸溶解飲水の給与による胸肉のイミダゾールジペプチド含量の増加がみられなかったことから、試験3からは、胸肉だけでなくモモ肉についても測定した。なお、別の試験との関係（と殺解体処理作業等の調整）から、雄は11週、雌は13週肥育でのと殺となり、通常の肥育期間より1週間短い調査となった。よって、雌雄それぞれ以下のような区とした。すなわち、雄（11週肥育）は、(1)アミノ酸0.1%溶解飲水を9週目から3週間給与（と殺前3週間給与）、(2)アミノ酸0.3%溶解飲水を11週目に1週間給与（と殺前1週間給与）、雌（13週肥育）は、(1)アミノ酸0.1%溶解飲水を11週目から3週間給与（と殺前3週間給与）、(2)アミノ酸0.3%溶解飲水を11週目から3週間給与（と殺前3週間給与）である。試験は、2015年9月から12月にかけて実施し、雌雄それぞれに対照区を設定した。また、雌雄別に飲水量を測定し、アミノ酸の摂取量を推定した。

4) 試験4 魚肉加工残渣の配合とβ-アラニンの飲水給与による影響（雌雄分離肥育）

試薬以外のアミノ酸添加方法として、魚肉加工残渣（ちくわ）乾燥物を配合飼料に0%（対照区）、4.4%、7.7%の割合で配合して給与した。雌雄分離して肥育し、それぞれ3週目から肥育終了まで給与し、雄は12週でと殺、雌は14週でと殺した。魚肉加工残渣では、イミダゾールジペプチドを合成するアミノ酸成分としてβ-アラニンが不足することが予想されたため、雄

には、4.4%配合飼料に加えβ-アラニンを0.3%溶解した飲水をと殺前3週間給与する区を設置した。よって、雌雄それぞれ以下のような区とし、雌雄それぞれに対照区を設定した。雄（12週肥育）は、(1)ちくわ配合量4.4%添加飼料を3週目から10週間給与（と殺前10週間給与）、(2)ちくわ配合量7.7%添加飼料を3週目から10週間給与（と殺前10週間給与）、(3)ちくわ配合量4.4%添加飼料を3週目から10週間給与（と殺前10週間給与）及びβ-アラニン0.3%溶解飲水を10週目から給与（と殺前3週間給与）、雌（14週肥育）は、(1)ちくわ配合量4.4%添加飼料を3週目から12週間給与（と殺前12週間給与）、(2)ちくわ配合量7.7%添加飼料を3週目から12週間給与（と殺前12週間給与）。試験は、2016年9月から12月にかけて実施した。また、β-アラニンを飲水給与した区について給与期間中の飲水量を測定した。

3 調査方法

肥育終了後と殺解体して一晚冷蔵で保存し、翌日胸肉とモモ肉（上モモ）から分析用試料を採取し、真空包装して凍結保存した。分析用試料は、胸肉については皮と脂肪組織を除去し、中央部分の筋肉を試料とし、モモ肉については上モモの腰付近と膝付近の筋や軟骨、及び皮と脂肪組織を除去した中央付近を試料として用いた。

冷凍した試料を後日取り出し、解凍せずに細切混和してイミダゾールジペプチド分析に供した。半解凍状態の試料に冷水を加えてホモジナイズした後、スルホサリチル酸溶液を加えて除タンパクして得た抽出液を、水酸化ナトリウムでpH2に調整後-20℃で冷凍保存し、岡久の方法（岡久，2010）に準じペンタンスルホン酸ナトリウム緩衝液を溶離液としたHPLC（島津製作所製LC-10、検出器：フォトダイオードアレイ検出器、カラム：信和化工社製ODS II）で測定した。カルノシン含量とアンセリン含量を和してイミダゾールジペプチド含量とした。

結果

1 試験1 アミノ酸を配合飼料に0.3%添加して給与することによる影響

アミノ酸0.3%添加飼料を給与して肥育した胸肉中のイミダゾールジペプチド含量を比較したところ、1回目の試験では、雄（12週肥育）の1週間給与区が1,260 mg/100 g と、対照区の1,162 mg/100 g に対

アミノ酸の飼料給与または飲用が「長州黒かしわ」の肉中のイミダゾールジペプチド含量に及ぼす影響

して有意に多かった。(第1表)。2回目の試験でも、1回目同様に雄(12週肥育)の1週間給与区では1,201 mg/100 gと、対照区の1,161 mg/100 gに対して有意に多かった(第2表)。その結果、1回目、2回目とも、アミノ酸無添加による14週肥育の雄および雌と同等もしくはそれ以上にまで増加した。すなわち、雄の肥育期間を2週間短縮しても、アミノ酸0.3%添加飼料をと殺前1週間給与すれば、胸肉中のイミダゾールジペプチド含量は同等か、やや多くなることが期待できる。一方、3週間給与区では、1回目、2回目ともに、また、雌雄(14週肥育)ともに有意差は認められず、給与方法に改善の余地があるように思われた。

2 試験2 アミノ酸を飲水に0.03%及び0.3%溶解して給与することによる影響

試験1の飼料添加に変えて、β-アラニン水を0.03%、0.3%(重量)の割合で、L-ヒスチジンをβ-アラニンのモル数相当量の割合で溶解して飲水給与したところ、雄(12週肥育)の0.3%1週間給与区は1,371 mg/100 gで、0.03%1週間給与区および対照区よりも

第1表 飼料にアミノ酸を添加して肥育した地鶏胸肉中のイミダゾールジペプチド含量(試験1-1回目)

性別	アミノ酸添加量	給与期間	肥育期間	イミダゾールジペプチド mg/100 g
雄	0.3%	と殺前1週間給与	12週間	1,260 ± 40 a
	0%		12週間	1,162 ± 19 b
雄	0.3%	と殺前3週間給与	14週間	1,267 ± 28
	0%		14週間	1,231 ± 39
雌	0.3%	と殺前3週間給与	14週間	1,301 ± 53
	0%		14週間	1,235 ± 25

注) アミノ酸は、β-アラニンとL-ヒスチジンを0.3%(重量)添加した。系統は、15系×86系RIR、n=4、雌雄混合肥育。平均値±標準偏差、異文字間で有意差あり(p<0.05)

第2表 飼料にアミノ酸を添加して肥育した地鶏胸肉中のイミダゾールジペプチド含量(試験1-2回目)

性別	アミノ酸添加量	給与期間	肥育期間	イミダゾールジペプチド mg/100 g
雄	0.3%	と殺前1週間給与	12週間	1,201 ± 60 a
	0%		12週間	1,161 ± 40 b
	0.3%	と殺前3週間給与	14週間	1,230 ± 30
	0%		14週間	1,195 ± 64
雌	0.3%	と殺前3週間給与	14週間	1,292 ± 59
	0%		14週間	1,301 ± 43

注) アミノ酸は、β-アラニンとL-ヒスチジンを0.3%(重量)添加した。系統は、15系×80系RIR、n=4、雌雄混合肥育。平均値±標準偏差、異文字間で有意差あり(p<0.05)

第3表 アミノ酸を添加した水を与えて肥育した地鶏胸肉中のイミダゾールジペプチド含量

性別	アミノ酸添加量	給与期間	肥育期間	飲水量	推定摂取量	イミダゾールジペプチド mg/100 g
				L/羽・給与期間	g/羽	
雄	0.03%	と殺前1週間給与	12週間	2.2	0.7	1,208 ± 53 b
	0.3%	と殺前1週間給与	12週間	2.7	8.1	1,371 ± 29 a
	0%		12週間	—	—	1,208 ± 38 b
雌	0.03%	12週目から1週間給与	14週間	2.2	0.7	1,228 ± 33
	0.03%	と殺前3週間給与	14週間	8.6	2.6	1,181 ± 25
	0.3%	12週目から3週間給与	14週間	2.7	8.1	1,216 ± 14
	0%		14週間	—	—	1,221 ± 26

注) アミノ酸は、β-アラニンを0.3%飲水に溶解し、L-ヒスチジンはβ-アラニンのモル数相当量を溶解した。

系統は、15系×86系RIR、n=4、雌雄混合肥育、推定摂取量はβ-アラニンを記載(L-ヒスチジンはこの1.74倍)

平均値±標準偏差、異文字間で有意差あり(p<0.05)

イミダゾールジペプチド含量多く、有意差があった。一方、雌(14週肥育)では、0.03%1週間給与区、0.03%3週間給与区、0.3%1週間給与区のいずれにおいても対照区と差がなかった(第3表)。

試験期間中の1羽あたり飲水量は、0.03%給与区では12週目の1週間で2.2 L/羽(雌雄)、12週目からの3週間で8.6 L/羽(雌)であった。0.3%給与区では12週目の1週間で2.7 L/羽(雌雄)であった。これを基に摂取したと推定されるアミノ酸の重量を計算すると、0.03%1週間給与区ではβ-アラニンが0.7 g/羽、L-ヒスチジンは1.2 g/羽で、0.03%3週間給与区では同様に2.6 g/羽、4.5 g/羽であった。0.3%1週間給与区では同様に8.1 g/羽、14.1 g/羽と推定され、雌雄ともに、この試験区が一番多くアミノ酸を摂取したことになる。しかし、給与による影響が見られたのは雄だけであり、雌では有意差はなかった。

3 試験3 アミノ酸を飲水に0.1%及び0.3%溶解して給与することによる影響

試験3では、雌雄分離肥育により再度飲水給与試験を行い、胸肉だけでなくモモ肉についてもイミダゾールジペプチド含量を測定した結果、モモ肉において有意差が見られた。すなわち、雄(11週肥育)では、0.3%1週間給与区が0.1%3週間給与および対照区に比べて多く、雌(13週肥育)では、0.1%3週間給与区および0.3%1週間給与区がいずれも対照区に比べて有意差に多かった。一方、胸肉では雌雄とも有意差は認められなかった(第4表)。

試験期間中の1羽あたり飲水量は、雄では、0.1%3週間給与区で5.5 L/羽、0.3%1週間給与区で1.7 L/羽であった。雌では、0.1%3週間給与区で4.8 L/羽、0.3%3週間給与区で3.5 L/羽であった。アミノ酸推定摂取量を計算すると、雄では、0.1%3週間給与区でβ-アラニンが5.5 g/羽、L-ヒスチジンは9.6 g/羽、0.3%1週間給与区では同様に5.1 g/羽、8.9 g/羽

であった。雌では、0.1%3週間給与区では同様に4.8 g/羽、8.4 g/羽、0.3%3週間給与区で10.5 g/羽、18.3 g/羽であった。従って、モモ肉への効果が見られた区のβ-アラニンの推定摂取量は、雄が0.3%1週間給与区の5.1 g/羽、雌が4.8 g/羽および10.5 g/羽であった。また、雄の0.1%3週間給与区では、推定摂取量が5.5 g/羽と0.3%1週間給与区と同程度にもかかわらず対照区との差はなかった。

4 試験4 魚肉加工残渣の配合とβ-アラニンの飲水給与による影響

魚肉加工残渣を乾燥して配合飼料に混合し、雌雄分離肥育して給与した結果、雌雄とも、胸肉、モモ肉とも魚肉加工残渣の配合のみでは含有量への影響は認められなかったが、雄（12週肥育）では、魚肉加工残渣4.4%とβ-アラニン0.3%を給与した区の胸肉中イミダゾールジペプチド含量が他の3区に比べて有意に多かった（第5表）。この期間の飲水量は5.4 L/羽であり、β-アラニンの推定摂取量は16.2 g/羽であった。

考 察

1 雄の肥育期間2週間短縮によるイミダゾールジペプチド含量の低下とアミノ酸添加飼料等の給与による改善について

「長州黒かしわ」雄の肥育期間2週間短縮による胸肉中のイミダゾールジペプチド含量の低下と本試験の主目的であるアミノ酸添加飼料等の給与による改善は、試験1及び2の結果から明らかであり、改善により14週間肥育と同等またはそれ以上にイミダゾールジペプチド含量を確保できることを確認した。また、過去の試験では胸肉中のイミダゾールジペプチド含量が雄よりも雌の方が高かった（岡崎・関谷, 2011）が、14週間肥育した雌の対象区と比較しても遜色ない含量となった。

試験（β-アラニンとL-ヒスチジン）によるアミノ酸の補給は、飼料への混合よりも飲水への溶解の方が作業性の面から容易であり、また、飲水量の測定によりアミノ酸摂取量が容易に推定できる。飲水溶解による試験2及び試験3の結果から、と殺前1週間にアミノ酸0.3%溶解飲水を給与することで、試験2では雄の胸肉中の含有量が、試験3では、雄のモモ肉中の含有量が増加することがわかった。

2 アミノ酸溶解飲水の給与時期や量が雌雄の胸肉及びモモ肉中のイミダゾールジペプチド含量に与える影響について

試験3の結果より、0.3%1週間給与区の方が0.1%3週間給与区よりもイミダゾールジペプチド含量が高いことから、アミノ酸の摂取量が同じ場合、濃度の薄い液を3週間給与するよりは、濃い液を1週間給与する方

第4表 アミノ酸を添加した水を与えて肥育した地鶏肉中のイミダゾールジペプチド含量

性別	アミノ酸添加量	給与期間	肥育期間	飲水量 L/羽・給与期間	推定摂取量 g/羽	イミダゾールジペプチド	
						胸肉 mg/100g	モモ肉 mg/100g
雄	0.1%	と殺前3週間給与	11週間	5.5	5.5	1,219 ± 53	442 ± 42 b
	0.3%	と殺前1週間給与	11週間	1.7	5.1	1,251 ± 27	560 ± 66 a
	対照区		11週間	—	—	1,240 ± 42	419 ± 53 b
雌	0.1%	と殺前3週間給与	13週間	4.8	4.8	1,240 ± 21	581 ± 59 a
	0.3%	と殺前3週間給与	13週間	3.5	10.5	1,261 ± 31	569 ± 57 a
	対照区		13週間	—	—	1,201 ± 41	453 ± 52 b

注) アミノ酸は、β-アラニンを0.1%または0.3%添加し、L-ヒスチジンはβ-アラニンのモル数相当量を添加した。

系統は、423系×YC86、n=4、給与区は、雌雄分離肥育、対照区は混合肥育、推定摂取量はβ-アラニンを記載（L-ヒスチジンはこの1.74倍）
 平均値±標準偏差、異文字間で有意差あり(p<0.05)

第5表 魚肉加工残渣配合飼料で肥育した地鶏肉中のイミダゾールジペプチド含量

性別	ちくわ配合量	アミノ酸添加と 給与期間	肥育 期間	飲水量 L/羽・給与期間	推定摂取量 g/羽	イミダゾールジペプチド	
						胸肉 mg/100g	モモ肉 mg/100g
雄	0.0%	—	12週間	—	—	1,199 ± 32 b	411 ± 37
	4.4%	—	12週間	—	—	1,189 ± 48 b	385 ± 64
	7.7%	—	12週間	—	—	1,199 ± 28 b	401 ± 37
	4.4%	+βアラニン、3週間	12週間	5.4	16.2	1,268 ± 50 a	402 ± 24
雌	0.0%	—	14週間	—	—	1,254 ± 50	448 ± 70
	4.4%	—	14週間	—	—	1,273 ± 24	456 ± 56
	7.7%	—	14週間	—	—	1,276 ± 33	431 ± 68

注) 魚肉加工残渣としてちくわ乾燥粉砕品を配合し、3週齢から給与した。

β-アラニンは、0.3%濃度の飲水をと殺前3週間給与した。

系統は、423系×YC86、n=6、(3×2反復)、但しβアラニン区はn=5、反復なし、推定摂取量はβ-アラニンを記載（L-ヒスチジンはこの1.74倍）
 平均値±標準偏差、異文字間で有意差あり(p<0.05)

が効果があると考えられた。また、試験3の対照区の雄(11週肥育)の胸肉中の含有量は、試験1、2、4における14週肥育の雄および雌のそれと同程度であり、11週肥育の雄としては多く、また有意差がなかった。一方、モモ肉中の含有量は、雄では増加の見られた0.3%1週間給与区が560 mg/100 g、他は442 mg/100 g、419 mg/100 gであった。雌では、増加の見られた給与区が581 mg/100 g、569 mg/100 g、対照区が453 mg/100 gであった。このことから、対照区が何らかの要因でもともと含有量が多かった場合は給与の効果が見られず、逆に少なかった場合には効果が見られるのではないかと推測された。さらに、雌において推定摂取量10.5 g/羽と4.8 g/羽の区で胸肉、モモ肉とも差がなかったことから、給与量が多ければ多いほど増加するというわけではなく、一定量からは上昇率が鈍化すると考えられた。同様に考えると、試験3では、胸肉では影響が見られず、モモ肉で雌雄ともに有意差が見られたが、このことは、雄で419 mg/100 g、雌で453 mg/100 gではまだ増加の余地があり、アミノ酸添加の影響が現れたものと考えられた。このことはさらに、胸肉の方が先に影響が現れ、次いでモモ肉に影響が現れると考えられた。

「長州黒かしわ」の肉中のイミダゾールジペプチド含量をどの程度まで増加できるかを推測すると、胸肉では1,268 mg/100 g~1,371 mg/100 g程度、モモ肉では560 mg/100 g~581 mg/100 g程度までは増やすことが可能であろう。また、肉中のイミダゾールジペプチド含量の増加に必要な量は、β-アラニンが5.1 g/羽程度、L-ヒスチジンはその同モル数であり、0.3%濃度でと殺前1週間給与する必要があると考えられた。

3 地域内の未利用資源を活用する場合の工夫

試験4では、地域内の未利用資源である魚肉残渣配合を飼料に混合して給与した結果、加工残渣に加えてβ-アラニンを飲水給与した区の胸肉において有意に増加することがわかったが、加工残渣だけでは効果は認められなかった。結論として、肉中のイミダゾールジペプチド含量を増加させるためには、L-ヒスチジンは加工残渣から供給できるが、β-アラニンは不足しており、試薬による添加が必要であった。今後、β-アラニンが飼料添加物としての使用が認められることが期待される。なお、未利用資源として魚肉加工残渣以外にも飼料用米(もみ、玄米)、米ぬか、魚アラ等を用いて給与してみたが、イミダゾールジペプチド含量を増加させることが出来そうな素材は見つからなかった

(データ省略)。

摘要

「長州黒かしわ」の肉中のイミダゾールジペプチド含量を高める方法を検討した。アミノ酸としてβ-アラニンとL-ヒスチジンを飼料添加または飲水給与することで肉中のイミダゾールジペプチド含量を増加させることができた。増加に必要な量は、β-アラニンが5.1 g/羽程度とL-ヒスチジンがそのモル数相当数であり、0.3%濃度でと殺前1週間給与する必要があると考えられた。給与方法は、水に溶かして飲水給与することが容易である。また、魚肉加工残渣とβ-アラニンを給与することでも増加させることができた。本試験における測定値から判断すると、「長州黒かしわ」の肉中のイミダゾールジペプチド含量は、胸肉では1,268 mg/100 g~1,371 mg/100 g程度、モモ肉では560 mg/100 g~581 mg/100 g程度に増やすことが可能であると考えられた。

引用文献

- 岡崎亮・関谷正男. 2011. 「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とカルノシン含量と肥育期間及び品種・系統との関係. 農総セ研報. 2: 9-14.
- 岡久修己. 2010. 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. 四国地域イノベーション創出協議会地域食品・健康分科会編.
- 社団法人 日本食鳥協会. 2011. 低需要部位の新規用途の研究開発事業報告書. 41-51.
- 友永省三. 2013. 食肉におけるカルノシン関連ジペプチド増量法確立のための基礎研究. 食肉に関する助成研究調査成果報告書. 32: 159-162.

酵素を利用したクリ渋皮剥皮技術の開発

平田 達哉

Removal Method of Pellicles from Chestnuts after Immersion in Enzyme Solution

Tatsuya HIRATA

Abstract: Chestnut is the major fruit farmed in the Yamaguchi Prefecture, and the production area is formed in hilly and mountainous areas, mainly in the eastern and central parts of the prefecture. To promote and expand consumption of domestic chestnuts, it is necessary to utilize the peeled chestnut in addition to the raw fruit. In this study, we developed a peeling method for chestnuts that results in good shape retention and good yield. As a result, about 90% peeling was possible by immersing the chestnuts in a mixed solution (temperature: 40 °C) of 0.5% enzyme solution and 0.5% sodium bicarbonate for 120 minutes, which peeled off the outer skin. Also, by packing the chestnuts with 20% molasses liquid, it was possible to them store for 3 months.

Key Words: rotating peeling machine

キーワード：回転剥皮機

緒言

クリは山口県の主要な果樹であり、県東部および中部を中心とした中山間地域に産地が形成され、収穫したクリは主に青果として販売されている。クリの収穫期は9月上旬から10月下旬の短期間に集中し、特に9月中旬から10月上旬には、市場への出荷量が最大となるため、この時期の市場価格は低下しやすい。一方、国内の菓子製造等で原料となる「剥きクリ」は、ほとんどが韓国・中国から輸入されており、県内の菓子製造業者等の実需者からは、県内あるいは国内産の剥きクリの供給が求められている。

また、一部の地域では、経営の安定や経営部門の多角化を目的として加工への取組も始まり、業務需用も増えつつある。しかし、加工または調理時の剥皮には多大な労力が必要となる。機械による剥皮も行われているが、不規則な切断面ができたり、丸くなるなど、仕上げの外観が不良となる。このためクリの形状の維持、さらにはしわを残した付加価値の高い剥皮クリを

一次加工品として出荷することが求められている。本研究では、酵素を利用することで、マロングラッセにも利用可能な剥皮クリや規格外のクリも歩留まりよく剥皮できる技術を開発したのでここに報告する。

材料および方法

1 供試クリ

供試材料としては、2014年および2015年9月下旬から10月上旬に山口県農林総合技術センターで収穫された晩生品種のクリ（「岸根」および「筑波」）の鬼皮を剥皮して用いた。

2 剥皮に適した使用酵素剤の選定

1) 供試酵素剤

酵素は全て市販の食品用酵素剤を用いた。ペクチン分解酵素はマセレイティングエンザイム Y（以下「マセレイティング」）、ペクチナーゼ SS（ヤクルト薬品工業(株)）、セルロシン PE60 及び可溶性ペクチナーゼ SS（エイチ・ビー・アイ(株)）、ペクチナーゼ XP-53NEO（ナガセケムテックス(株)）、スミチーム MC およびスミチーム SPG（新日本化学工業(株)）を用いた。また、

繊維質分解酵素はセルラーゼ「オノズカ」3S（ヤクルト薬品工業(株)）、タンニン分解酵素はタンナーゼ-KTFH（キッコーマンバイオケミファ株式会社）を用いた。

2) 剥皮度

酵素処理クリを回転剥皮装置（平田ら，2012）に5～10分間処理してその時の剥皮度を調査した。剥皮度は剥皮した面積割合を目視による5%きざみの評価とし、3回実施した平均値とした。

3) 使用酵素剤の選定

各々の食品用酵素剤を水に溶かし、濃度0.5%に調製した処理液を準備した。なお、pHは各メーカーの推奨値とした。これらの処理液を温度40℃に保ち、その中に渋皮付き生クリを180分間浸漬した。酵素で処理されたクリを回転剥皮装置で処理し、剥皮度を調査した。

3 pH及び温度が酵素活性に及ぼす影響

効果が認められたペクチン分解酵素のpH依存性及び温度依存性を検討した。pHの影響は各pH(3.0～10.0)に調整したMcIlvaine Bufferを用い、ペクチンを基質とし、遊離ガラクトuron酸の増加量をカルバゾール法で測定した。温度の影響は、各温度(10～80℃)に調整した同bufferを用い、同様にカルバゾール法で測定した。

各試験の結果は、もっとも高い活性を示したpHまたは温度依存性の値を100とし、その相対値で比較した。

さらに、クリを用いてpH依存性(温度35℃、濃度0.5%、浸漬時間180分)および温度依存性(濃度0.5%、各最適pH、浸漬時間180分)の剥皮度を調査した。

4 酵素濃度及び浸漬時間が剥皮に及ぼす影響

酵素濃度及び浸漬時間を剥皮に及ぼす因子とし、2水準の解析実験とした。(第1表)その他の反応条件は温度40℃、pH5.0(スミチームSPG)または8.0(マセレイティング)とした。その後、回転剥皮装置に酵素処理クリを供与して剥皮度を調査した。

第1表 クリ剥皮に及ぼす要動因と水準

変動因	水準		
酵素液濃度(%)	0.5	1.0	2.0
酵素液浸漬時間(分)	120	180	240

5 酵素液浸漬前処理と酵素の組合せが剥皮に及ぼす影響

酵素の反応促進のため、第2表に基づき加熱処理、

表面穴あけ処理、減圧処理を酵素液浸漬前に実施した。加熱処理(蒸気、沸騰水)を1分、剣山により表面の穴あけ処理(有、無)、酵素液浸漬前のデシケータによる0.04Mpで5分の減圧処理(有、無)を行った。

第2表 酵素液浸漬開始前処理の組合せ

処理内容	処理条件	
加熱処理	蒸気	温湯
表面穴あけ処理	有	無
減圧処理	有	無

さらに処理時の酵素の組合せは、ペクチン分解酵素に、繊維質分解酵素及びタンニン分解酵素を組合せた。なお、酵素液は濃度各0.5%、pH7.0、温度40℃とした。

6 重曹添加の影響

マセレイティング酵素液の浸漬前または後に濃度0.5%、温度20℃の重曹液に180分浸漬した。また、マセレイティング酵素と重曹の同時処理の影響を検討するため、各々の濃度が0.1、0.5、1.0%になるようにマセレイティング酵素と重曹を調製し、クリを処理したあと剥皮度を調査した。

7 保存条件が保存期間に及ぼす影響

濃度が10、20、30%になるように糖蜜液を作製し80℃に加温した。ポリプロピレン袋(12cm×21cm)に剥皮したクリ約250gと加温した各濃度の糖蜜液を充分量入れて手で空気を抜いたあと封をした。その後85℃の温湯で30分加熱処理した後、5℃の冷蔵庫で保存し、所定期間(1か月、2か月、3か月、5か月)ごとに一般生菌数、硬度を測定した。一般生菌数は標準寒天培地を用いた平板培養法で、37℃48時間培養後に生じたコロニー数をカウントした。硬度は卓上物性測定器(株式会社山電、RE2-3305S)を用いて測定した。測定条件はプランジャー接触面積直径3cm、測定速度1mm/sec、測定歪み率90%とした。

結果

1 剥皮に適した使用酵素剤の選定

可溶性ペクチナーゼSS、ペクチナーゼXP-53NEO及びペクチナーゼSSは渋皮に変化がみられなかった。セルロシンPE60及びスミチームMCはわずかに剥皮できた。スミチームSPG及びマセレイティングは表面に薄く残る状態まで渋皮を除去できた。結果、剥皮効果が大きかったスミチームSPG及びマセレイティングを処理酵素とした(第3表)。

第3表 ペクチン分解酵素の種類の違いがクリの剥皮に及ぼす影響

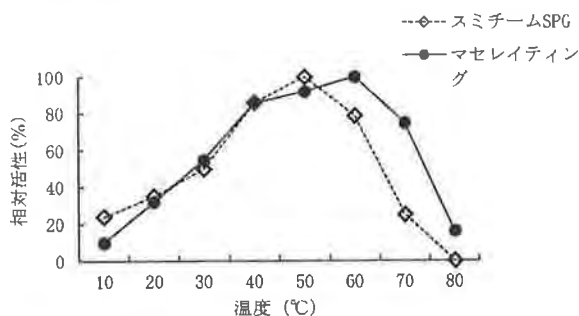
酵素商品名	剥皮の難易	評価
セルロシンPE60	表面上の渋皮は若干剥皮できる	×
可溶性ペクチナーゼSS	表面上の渋皮は剥皮しにくい	×
ペクチナーゼXP-53NEO	表面上の渋皮は剥皮しにくい	×
ペクチナーゼSS	表面上の渋皮は剥皮しにくい	×
スミチームMC	表面上の渋皮は若干剥皮できる	×
スミチームSPG	表面上の渋皮は剥皮。薄皮が残る。溝に残る	○
マセレイティングエンザイムY	表面上の渋皮は剥皮。薄皮が残る。溝に残る	○

注：pH及び温度はメーカーの資料にもとづいた
 酵素液濃度：0.5% 酵素液浸漬時間：180分
 剥皮装置回転時間：10分

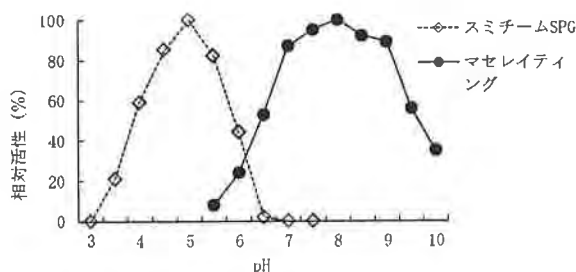
2 pH及び温度が酵素活性に及ぼす影響

剥皮効果の高い酵素として認められたスミチームSPG及びマセレイティングのpH依存性及び温度依存性を調査した。ペクチンを基質とした試験では、スミチームSPGは、pH4.5~5.5で相対活性約80%以上を示し、pH5.0で最も高い活性であった。また、温度40~55℃の範囲で相対活性80%以上を示し、50℃で最も高い活性であった。マセレイティングは、pH7.0~9.0の範囲で相対活性約80%以上を示し、pH8.0で最も高かった。また、温度40~65℃で相対活性80%以上を示し、60℃で最も高かった（第1図、第2図）。

クリを使用した剥皮度試験では、スミチームSPGは、pH5.0及び温度50℃で剥皮度が高かった。マセレイティングは、pH7.5~9.0及び温度50~70℃で剥皮度が高かった（第4表、第5表）。



第2図 酵素の温度依存性



第1図 酵素のpH依存性

第4表 酵素液のpHによるクリの剥皮度

単位：%

酵素名	pH										
	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
スミチームSPG	27	38	52	37	28	-	-	-	-	-	-
マセレイティング	-	-	-	-	-	-	32	50	53	48	53

注：酵素液温度：35℃ 酵素液濃度：0.5% 酵素液浸漬時間：180分

剥皮装置回転時間：10分

剥皮度：目視による5%きざみの評価（3回実施の平均値）

酵素液pH：スミチームSPG 5.0 マセレイティング 8.0

第5表 酵素液の温度によるクリの剥皮度

単位：%

酵素名	温度（℃）				
	30	40	50	60	70
スミチームSPG	30	35	47	33	27
マセレイティング	32	42	48	47	52

注：酵素液pH：スミチームSPG 5.0 マセレイティング 8.0

酵素液濃度：0.05% 酵素液浸漬時間：180分

剥皮装置回転時間：10分

剥皮度：目視による5%きざみの評価（3回実施の平均値）

3 酵素液濃度及び浸漬時間が剥皮に及ぼす影響

スミチームSPG及びマセレイティングでは、酵素活性に影響を与える要因は浸漬時間であり、酵素濃度は

要因ではなかった。また、浸漬時間と酵素濃度の間に交互作用は認められなかった。マセレイティングでは、浸漬時間120分で剥皮度が最も高く、それ以上では剥

酵素を利用したクリ渋皮剥皮技術の開発

皮度が低下する。スミチームでは、90分と120分に差がみられるが150分との差は見られなかった(第6表、第7表、第8表、第9表)。

第6表 スミチームSPG酵素液濃度及び浸漬時間がクリ剥皮に及ぼす影響の分散分析

変動因	平方和	自由度	平均平方	F0	判定
酵素液濃度(A)	13.6	2	6.8	0.20	
酵素液浸漬時間(B)	400.2	2	200.1	5.98	*
A × B	53.6	2	26.8	0.80	
誤差(e)	13.6	2	6.8		
	480.9	8			

注: 酵素濃度: 0.5、1.0、2.0%の3水準
浸漬時間: 120、180、240分の3水準
酵素液温度: 40℃ 酵素液 pH: 5.0
剥皮装置回転時間: 10分 F(0.05) = 4.45

第7表 マセレイティング酵素液濃度及び浸漬時間がクリ剥皮に及ぼす影響の分散分析

変動因	平方和	自由度	平均平方	F0	判定
酵素液濃度(A)	6.9	2	3.4	0.16	
酵素液浸漬時間(B)	260.2	2	130.1	5.97	*
A × B	3.6	2	1.8	0.08	
誤差(e)	6.9	2	3.4		
	277.6	8			

注: 酵素濃度: 0.5、1.0、2.0%の3水準
浸漬時間: 120、180、240分の3水準
酵素液温度: 40℃ 酵素液 pH: 8.0
剥皮装置回転時間: 10分 F(0.05) = 4.45

第8表 浸漬時間が剥皮度に及ぼす影響 単位:%

浸漬時間 (min)	スミチームSPG		マセレイティング	
90	37	b	44	b
120	53	a	55	a
150	45	a b	42	b

注: 酵素液温度: 40℃ 酵素液濃度: 0.5%
酵素液 pH: スミチームSPG 5.0 マセレイティングY 8.0
剥皮装置回転時間: 10分
剥皮度: 目視による5%きざみの評価(3回実施した平均値)
各分析項目内で小文字異符号間には、Turkeyの多重比較法により、それぞれ1%、5%水準で有意差有り (n=9)

第9表 酵素液濃度が剥皮度に及ぼす影響 単位:%

酵素液濃度 (%)	スミチームSPG	マセレイティング
0.1	47	47
0.5	45	49
1.0	44	45

注: 酵素液温度: 40℃ 酵素液浸漬時間: 120分
酵素液 pH: スミチームSPG 5.0 マセレイティングY 8.0
剥皮装置回転時間: 10分
剥皮度: 目視による5%きざみの評価(3回実施した平均値)

第10表 前処理と酵素の組合わせによる剥皮度

処理方法	剥皮度 (%)					
	A + B	A + C	A + B + C	A	B	
加熱	有	有	48	42	42	-
蒸気	有	無	53	43	37	-
蒸気	無	有	45	42	32	-
蒸気	無	無	43	40	33	-
温湯	有	有	45	38	37	-
温湯	有	無	48	43	42	-
温湯	無	有	47	40	38	-
温湯	無	無	47	43	40	52

注: 酵素: A: マセレイティングY B: セルラーゼオノズカ C: タンナーゼ
(ペクチン分解酵素) (繊維質分解酵素) (タンニン分解酵素)
加熱: 蒸気、沸騰水で1分 表面穴あけ: 剣山処理
分減圧: 酵素液浸漬直後7分-7分減圧処理5分
酵素液濃度: 各0.5% 酵素液 pH: 7.0 酵素液温度: 40℃
処理時間: 2時間 剥皮装置回転時間: 10分
剥皮度: 目視による5%きざみの評価(3回実施した平均値)

4 酵素液浸漬前処理と酵素の組合せが剥皮に及ぼす影響

酵素液浸漬前の加熱処理、剣山での表面処理および減圧処理では剥皮を促進する効果は認められなかった。また、酵素の組合せによるクリの剥皮では、ペクチン分解酵素と繊維質分解酵素の組合せが優れていたが、ペクチン分解酵素のみに比べると、組合せの効果は認められなかった(第10表)。

5 重曹添加の影響

0.5%重曹水(20℃)に3時間浸漬した後、ペクチン

第11表 重曹処理の剥皮への影響 単位:%

処理手順	剥皮度
酵素液浸漬 → 重曹処理	77
重曹処理 → 酵素液浸漬	43

注: 酵素: マセレイティングY
酵素液濃度: 0.5% 酵素液 pH: 8.0 酵素液温度: 50℃ 浸漬時間: 2時間
重曹濃度: 0.5% 重曹液温度: 20℃ 重曹液浸漬時間: 3時間
剥皮装置回転時間: 10分
剥皮度: 目視による5%きざみの評価(3回実施した平均値)

分解酵素処理すると、クリの剥皮度43%であったが、ペクチン分解酵素処理後、同様の重曹水に3時間浸漬すると、剥皮度が70~80%まで高まった(第11表)。

ペクチン分解酵素(0.1~0.5%)に重曹(0.1~1.0%)を加えた混合液で同時処理すると、クリの剥皮度は70~80%であった。重曹濃度が高いほど、剥皮度が高くなる傾向にあったが、酵素濃度が1.0%では重曹濃度にかかわらず72~73%の低い剥皮度であった。重曹濃度が1.0%になると苦みが感じられることから、0.5%となるように重曹を添加した混合液で処理する

第12表 マセレイティングY酵素と重曹同時処理が剥皮に及ぼす影響

酵素濃度 (%)	重曹濃度 (%)	剥皮度 (%)	備考
0.1	0.1	72	
0.1	0.5	75	
0.1	1.0	83	やや苦味有り
0.5	0.1	73	
0.5	0.5	88	最適条件
0.5	1.0	90	やや苦味有り
1.0	0.1	72	
1.0	0.5	73	
1.0	1.0	73	やや苦味有り

注: 酵素液 pH: 8.0 酵素液温度: 50℃
剥皮装置回転時間: 10分
剥皮度: 目視による5%きざみの評価(3回実施した平均値)

のが適していた(第12表)。酵素濃度0.5%で重曹濃度を1.0%にしても、溝や傷み等がある箇所は剥皮できなかった(第3図)。



第3 図 酵素処理後のクリ

6 保存条件が保存期間に及ぼす影響

クリと糖蜜液（10～30%）をポリ袋に入れ、可能な限り手で空気を抜きパックして冷蔵保存すると、10%糖蜜液では生菌数は1か月で10⁶以上となったが、20%糖蜜液では3か月まで10⁶以下を維持した。30%糖蜜液では5か月目でも生菌数が10⁶未満であったが、2か月以降クリがやや硬くなる傾向が見られた。このことから、クリの保存は20%糖蜜液で冷蔵することで、3か月の保存が可能であった。（第13表）。

考 察

筆者はこれまでクリ剥皮に関する先行技術（川本, 2001；森本, 1998；吉松, 2002）を参考して、水酸化ナトリウム及び回転剥皮装置を利用した剥皮方法（平田ら, 2010）を開発した。しかし、この剥皮方法は水酸化ナトリウムの作業上の安全性やイメージの悪さから普及に至っていない。

そこで、本研究では、水酸化ナトリウムにかわる方法として酵素を利用した剥皮方法を検討した。これまで、酵素を使用した果樹の剥皮研究では、カキの剥皮に効果が報告（野口, 2013；野口ら, 2016）されている。クリでは、恒松が「栗の座部に切り込みを入れ、

酵素剤を含む水溶液に浸漬する」内容で特許出願（恒松, 1998）を行っている。これらの文献で共通にみられる重要なポイントはペクチン分解酵素選定にあると考えられたことから、筆者は由来の異なるペクチン分解酵素から最適なものを選定することとした。さらに、その酵素の性質を把握することとした。その結果、マセレイティングとスミチームSPGに剥皮効果が認められた。他の酵素に比較してこの2つの酵素は渋皮の構成成分であるリグニンとポリフェノールを決着させているペクチン、特にプロトペクチンの溶解作用が大きいためと考えられ、それらの酵素は広いpH依存性（マセレイティング：7.0～9.0、スミチームSPG：4.5～5.5）と温度依存性（マセレイティング：40～65、スミチームSPG：40～55）を有していることからペクチンやプロトペクチンの溶解を助長したものと考えられる。剥皮に影響を及ぼす要因は浸漬時間であった。浸漬時間が長くなると酵素濃度に関係なく剥皮効果が低下した。その原因は、ペクチン分解酵素がアロステリック酵素の性質を持っていて、負のフィードバック調節機構が働いた可能性が考えられるが、詳細については明らかではない。

プロトペクチンとともにクリの渋皮にはフェノール系化合物であるタンニンが含まれており、果肉に結着させる働きをしていると考えられている（川本, 2001）。そこで、ペクチナーゼによる剥皮効果をさらに高めるため、筆者は浸漬前加熱処理、表面処理、減圧処理をおこなった。加熱処理は果実本体に含まれるペクチナーゼ分解酵素を失活するため、表面処理及び減圧処理は酵素の内部浸透を助けることを目的としたものであるが、いずれの処理にも効果を認めることができなかった。そこで、ペクチン分解酵素の補助とポリフェノール類の分解を促進するため、繊維質分解酵素及びタンニン分解酵素を添加した。これらの酵素の添加では、ペクチン分解酵素と繊維質分解酵素の組合

第13表 クリの糖蜜液濃度の違いが品質に及ぼす影響（冷蔵保存）

糖蜜液濃度 (%)	一般生菌数(cfu/g)					硬さ(N)				
	月					月				
	0	1	2	3	5	0	1	2	3	5
10	5.3×10 ³	1.8×10 ⁶	2.2×10 ⁷	-	-	11.2	11.5	11.3	12.4	11.6
20	5.3×10 ³	3.7×10 ⁴	4.5×10 ⁴	6.4×10 ⁵	2.5×10 ⁶	11.2	12.6	13.5	12.4	12.9
30	5.3×10 ³	8.5×10 ³	5.6×10 ⁴	6.1×10 ⁴	7.4×10 ⁵	11.2	13.7	15.4	16.6	16.4

注：評価は3回実施した平均
網掛は菌増殖による品質低下

せが優れていたが、ペクチン分解酵素と大差はなかった。これはリグニンが強固であるためと考えられるが、理由は明確ではない。渋皮煮を製造するとき、事前に重曹を入れて水炊きすることから、筆者は重曹処理工程を入れ、剥皮への影響を確認した。その結果、酵素処理後の重曹処理、さらには酵素及び重曹混合液中の同時処理で、剥皮しやすくなることが認められた。酵素によるペクチン分解作用後に重曹が何らかの働きで剥皮を助長している可能性が考えられるが、作用機構については明らかではない。一方、酵素を失活するために加熱する工程では、混液中で行うことが剥皮促進に優れていた。これは、加熱によって重曹が水酸化カルシウムに変化してpHが10.0~11.0になることから、アルカリ効果によるリグニン分解が生じたことで渋皮が軟化したと考えられる。

剥皮したクリは長期に保存できることが望ましいため、糖蜜と冷蔵を併用した方法を行った。濃い糖蜜ほど保存性に優れていると考えられるが、浸透圧の関係より果肉が固くなっていくことから、剥皮したクリの保存は、20%糖蜜液で冷蔵することが望ましい。これにより3か月の保存が可能である。

本研究より、製菓材料などに使用可能な付加価値の高い剥皮クリを生産することができるようになることから、食品産業への用途拡大が可能となった。

摘 要

県内の菓子製造業者等の実需者から、県内あるいは国内産の剥きクリの供給が求められていることから、酵素を利用した渋皮剥皮を実施し、以下の結果を得た。

1 鬼皮を剥いたクリをマセレイティングエンザイムY酵素液に重曹を加えた混合液(酵素濃度0.5%、重曹濃度0.5%)へ浸漬(温度50°C、時間120分)することで約90%の剥皮が可能であった。ただし、溝や傷み等がある箇所は剥皮しにくい。

2 クリは、ポリ袋に20%糖蜜液と共に入れたあと、できるだけ空気を抜き、パックして冷蔵保存すると3か月の保存が可能である。

引用文献

平田達哉・平田俊昭・鳥居俊夫. 2010. アルカリ溶液および試作機器を利用したクリの簡易渋皮剥皮技術. 近畿中国四国農業研究. 17:37-42.

平田俊昭・鳥居俊夫・平田達哉. 2012. 生栗渋皮剥皮装置. 特許4811886号.

川本裕巳. 2001. 栗の皮遊離方法. 特開2001-125832.

森本良一. 1998. 栗の剥皮方法. 特開平10-201458.

野口真己. 2013. カキの酵素剥皮. 果樹試験研究推進協議会報. 29(7):18~22

野口真己・尾崎嘉彦・東純一. 2016. カキ果実の剥皮方法及び剥皮カキ果実. 特許第5916116号.

恒松繁人. 1998. 栗の剥皮方法. 特開平10-084928.

吉松敬祐. 2002. 栗の鬼皮剥皮方法. およびその方法で得られた渋皮付きの栗. 特開2002-199868.

耕土深および緩効性肥料の施肥方法が水稲「ヒノヒカリ」の

収量、品質に及ぼす影響

松永 雅志*・中島 勘太・池尻 明彦**・内山 亜希*・渡辺 大輔・金子 和彦

Effects of Cultivated Soil Depth and Slow-Release Fertilization Method
on the Yield and Quality of 'Hinohikari' Rice

Masashi MATSUNAGA, Kanta NAKASHIMA, Akihiko IKEJIRI, Aki UCHIYAMA, Daisuke
WATANABE and Kazuhiko KANEKO

Abstract: The higher temperatures experienced in recent years have resulted in deterioration of the quality of rice due to the occurrence of white immature grains. Thus, we aimed to establish a high-quality rice production technology to overcome this challenge. To optimize the conditions of rice cultivation, we examined the influence of the depth of plowing, type of slow-release fertilizer used, and amount of fertilizer applied on the yield and quality of 'Hinohikari' rice. When the cultivation depth was less than 10 cm, the occurrence of white ground grains increased and the quality of the appearance of the rice was decreased. The occurrence of white immature grains was more likely with high temperatures after heading but was less likely when the leaf color was dark at the heading stage. For 'Hinohikari' rice at the early planting stage, heavy nitrogen manure application resulted in darkening of the leaf color at the heading stage and decreased the number of basal white particles. In addition, during years with higher temperature, the application of a late-season fertilizer enhanced the leaf color at the heading stage and decreased the number of basal white particles.

Key Words: heavy manuring, high temperature, late-season fertilizer, white immature grain

キーワード：深耕, 多肥, 高温, 後期重点型肥料, 基白粒

緒言

近年、登熟期の高温に起因する米の品質低下が全国的な問題となっており、山口県においても登熟期間が高温となった2007年、2008年、2010年産米は、基白粒、背白粒などの白未熟粒の多発が影響して1等米比率が33~52%と著しく低くなった。白未熟粒の発生については登熟期が高温となることで増加し、さらに水稲の栄養状態が悪い場合に顕著になる。県内の水田では、担い手の高齢化等による労働力不足から耕起が十分に行われず、耕土深の浅いほ場が増えているとともに、1990年代以降米の食味重視の面から、窒素施肥量が減少傾向で推移していることが報告されている(河野・徳永, 2013)。また、緩効性肥料の普及により

気象や生育の変動に応じた肥培管理が難しい状況となっており、これらのことが高温気象と相まって前述の品質低下を引き起こしていると考えられる。

高温における水稲の品質向上対策として、これまで深耕における効果等は報告(新村, 1985; 松村, 2008; 田中・狩野, 2007)があるが、耕土深の程度について示した知見は少なく、検討する必要がある。また、近年の高温における肥効の前進化が懸念されており、その対策として開発された後期重点型肥料の施用が水稲に及ぼす影響についても確認する必要がある。

本研究では、県平坦部での栽培面積が多く、高温年に品質低下が顕著である水稲品種「ヒノヒカリ」を対象にこれらの検討を行い、収量および品質の向上について一定の知見を得たので報告する。

*現在：農業振興課 **現在：岩国農林事務所

材料および方法

試験は2012～2013年の2か年、山口県農林総合技術センター(山口市大内氷上:標高33m)のほ場で行った。水稻「ヒノヒカリ」を用いて稚苗機械移植で実施した。調査ほ場の土壌は、移植前に作土の化学性を調査した(第1表)。各年次とも、生育期間中には富士平工業製カラスケールを用いて葉色(群落)を目視で調査するとともに、穂前期については、葉色と相関の高いサタケ製葉身窒素計PPW-3000を用いて止葉の葉身中央部における葉身窒素計値を測定した。また収量構成要素および玄米外観品質について調査した。これに拠らない項目は図表の脚注に調査方法を記した。試験規模は1区34～84㎡とし、調査数は1区20株、2反復の乱塊法で実施した。

1 耕土深が収量および外観品質に及ぼす影響

耕土深は浅耕区10cm、標準区15cmおよび深耕区20cmに設定して両年5月8日に耕起した。代かき後、2012年5月25日、2013年5月28日に稚苗を坪60株設定で移植した。施肥はLPSS522(15-12-12)を使用し、窒素施肥量で6.0kg/10aを2012年は植え代前、2013年は耕起前に、全量を基肥で施用した(第2表)。

2 施肥量が収量および外観品質に及ぼす影響

セラコートR024(20-12-14)を、窒素成分で標準区は7.5kg/10a、多肥区は10.0kg/10a施用した(第2表)。耕土深は15cmに設定して耕起した。稚苗をとして、2012年は5月24日(56号田)、2013年は6月3日(47-3号、56号)に移植した。

3 後期重点型肥料が収量および外観品質に及ぼす影響

耕土深は15cmに設定して耕起した。代かき後、2012年5月24日、2013年6月3日に、移植した。供試品種は「ヒノヒカリ」で窒素成分7.5kg/10aを施用した。緩効性肥料の種類については、後期重点型肥料として後期重点①および後期重点②を用い、セラコートR024と比較した(第2表)。リン酸とカリは各区の施用量が等しくなるよう、不足分を重焼燐と塩化加里で補正した。また、2013年は、供試した緩効性肥料を構成する被覆窒素の溶出率を、以下の方法で調査し

た。被覆窒素ごとに約2.5gを計量して、網袋に入れ、ほ場試験の施肥と同じ日に、試験ほ場の土壌中約5cmの深さに埋設した。定期的にサンプル(3袋)を掘り出してケルダール法で残存窒素を測定し、埋設前の肥料の窒素含量と比較することで、期間中のほ場溶出率を測定した。

第1表 供試ほ場の化学性

試験名	調査の前作	T-N (%)	T-C (%)	腐植含量 (%)	CEC (me/100g)
81号	(～8cm)	0.12	1.3	2.2	8.1
	(～13cm)	0.11	1.2	2.1	8.8
	(～18cm)	0.10	1.1	1.9	8.3
供試ほ場の平均値		0.14	1.6	2.7	11.7

※いずれのほ場も礫質灰色低地土・砂壤土。
作土深試験ほ場は、地表面からそれぞれ0～8cm、8～13cm、13～18cmを採土した。

第2表 供試した緩効性肥料

肥料名	窒素成分のうち、速効性と緩効性の構成割合
慣行 セラコートR024	速効N:40%、S50日:10%、S90日:20%、S110日:30%
後期重点①	速効N:20%、S50日:10%、S90日:20%、S110日:30%、S130日:20%
後期重点②	速効N:20%、S50日:10%、S130日:70%
LPSS522	速効N:25%、L100日:24%、S100日:52%

※Lはリニア型、Sはシグモイド型を表す
日数は25℃で肥料窒素の80%が溶出する期間

結果

1 気象概況

2012年は移植後、7月中旬の最高分げつ期まで気温はほぼ平年並で推移し、7月中旬～8月20日にかけて高温多照天候で推移した(第3表)。出穂後20日間の平均気温は、平年値に比べて高温であった。2013年は移植後から気温は平年並～やや高く推移し、7月中旬～8月中旬(最高分げつ期頃～出穂期前)まで平年より高く推移した。出穂後20日間の日平均気温の平均値は、平年並であった。

2 耕土深が収量および外観品質に及ぼす影響

代かき・移植後の耕土深は、2か年とも浅耕区が10cm、標準区が15cm、深耕区が20cmであった。1穂当たりの根量は、3処理区のうち深耕区がやや多く、浅耕区と標準区は同程度の根量であった。ただし、浅耕区と標準区では層別の根量が異なり、10cmより下層の根量が浅耕区は標準区に比べて少ない傾向があった(第1図)。

出穂後 20 日間の日平均気温が平年より高い 2012 年は基白粒の発生が 2013 年に比べて多かった。耕土深による基白粒の発生程度は、浅耕区で基白粒の発生程度が他区に比べて有意に高かった(第 4 表)。外観品質は、深耕区、標準区、浅耕区の順でよかった。また浅耕区では、標準区に比べて窒素吸収量は減少した。

第 3 表 出穂期後 20 日間の平均気温と積算日照時間

出穂後 20 日間の平均気温(°C)			出穂後 20 日間の積算日照時間(h)		
2012	2013	平年値	2012	2013	平年値
27.9	25.6	26.1	140	85	119

※気温、日照時間とも気象庁地域気象観測システム(山口県山口)のデータ
平年値は、平年出穂期である 8 月 20 日を基準とした

第 4 表 耕土深が収量および収量構成要素、外観品質、白未熟粒率、窒素吸収量に及ぼす影響

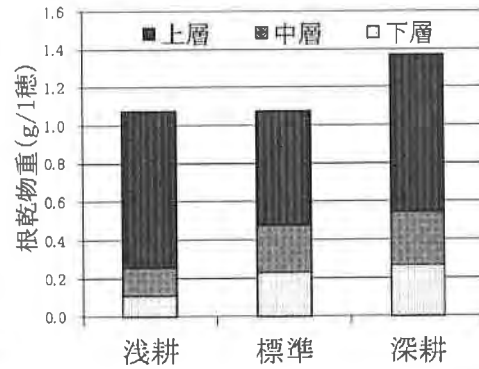
年次	区名	収量 (kg/10a)	穂数 (本/m ²)	1穂粒数 (粒/穂)	m ² 粒数 ×100	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	外観 品質	白未熟粒率(%)		窒素吸収量(g/株)	
									基白	最高分け時期	穂揃期	穂揃期
2012	浅耕	515 a	313	83.4	261	82.1	22.5	6.0 a	16.3 a	0.22	0.47	
	標準	505 a	363	75.3	273	81.4	22.2	5.8 ab	9.2 b	0.34	0.58	
	深耕	490 b	326	78.7	257	87.3	22.6	5.3 b	9.4 b	0.23	0.41	
2013	浅耕	488 a	359	79.1	284	73.1	21.5	6.1 a	10.7 a	—	0.52	
	標準	508 a	347	85.9	298	71.7	21.7	5.1 b	6.3 b	—	0.58	
	深耕	428 b	303	98.0	297	68.5	21.7	4.9 b	5.4 b	—	0.53	
分散分析	耕土深	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	*	
	年次	*	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	—	n.s.	

※*は 5%、**は 1%水準で有意差があり、n.s.は有意差がないことを示す。年次内で同じ英文字間には Tukey の多重比較により 5%水準で有意差がない。耕土深は浅耕 10 cm、標準 15 cm、深耕 20 cm で実施。施肥は LPSS522 を窒素施肥量 6 kg/10a 外観品質は 1~9 で示し、1~5 を概ね検査等級の 1 等、6~7 を 2 等、8~9 を 3 等とした
白未熟粒(基白)は、サタケ社製穀粒判別器で調査した。施肥は LPSS522 を窒素施肥量 6 kg/10a
外観品質は 1~9 で示し、1~5 を概ね検査等級の 1 等、6~7 を 2 等、8~9 を 3 等とした
白未熟粒(基白)の調査は、サタケ社製穀粒判別器を用いて実施した

3 施肥量が収量および外観品質に及ぼす影響

基白粒の発生は、出穂期後 20 日間の平均気温が 26°C 以上であった 2012 年で多く、26°C 未満であった 2013 年は発生が僅かであった(第 2 図)。葉色と基白粒の発生の関係については、基白粒の多い 2012 年において穂揃期の葉身窒素計値が高いほど、基白粒の発生は減少した(第 2 図)。施肥量と基白粒の発生の関係については、多肥で減少した(第 5 表)。また基白粒の発生が多い 2012 年は、少ない 2013 年に比べて多肥による基白粒の発生割合の減少が大きい傾向であった。

収量については、多肥で穂数と 1 穂粒数が確保され、m²当たり粒数が増加したことから多収となった。2 か年とも同様な傾向であった。食味に関連する玄米タ



第 1 図 耕土深が層別の根乾物重に及ぼす影響(2013 年)

※出穂 10~11 日後に各 1 株を中心に 40 cm×30 cm×5 cm のモノリスを取り地表から上層(0~5 cm)、中層(5~10 cm)、下層(10 cm 以下)の各層の根を採取し、根乾物重(g)/1 穂で算出。

ンパク質については多肥でやや増加する傾向であった(第 5 表)。

4 後期重点型肥料が収量および外観品質に及ぼす影響

後期重点型肥料区は年次を通して、穂揃期の葉身窒素計値が高く、基白粒(一部背白粒を含む以下も同様)の発生は減少する傾向があった(第 6 表)。また収量は慣行区に比べて後期重点区で並~増加する傾向であった。

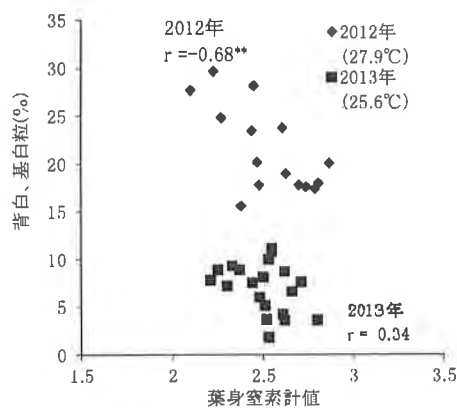
2012 年は出穂期後高温により基白粒の発生が増加したが、慣行区に比べて後期重点①区では発生が減少する傾向が認められた。2013 年は、2012 年に比べて出穂期後の気温が低く、基白粒の発生は少なかったが、慣行区に比べて後期重点①・②区では基白粒の発生が

耕作深および緩効性肥料の施肥方法が水稻「ヒノヒカリ」の収量、品質に及ぼす影響

第5表 緩効性肥料の窒素施肥量が生育、収量、外観品質に及ぼす影響

年次	窒素 施肥量 (kg/10a)	葉身窒素計 の値 の値 穂前期	出穂期 (月/日)	穂数 (本/m ²)	収量 (kg/10a)	同左 比率 (%)	m ² 穂数 ×100	登熟 歩合 (%)	千粒 重 (g)	玄米 タンパク (%)	外観 品質	白未熟粒率(%)	
												背白・基白 (%)	
2012	標肥	7.5	2.4 b	8/15	359	588 b	100	314	87.4	22.3	7.0	6.0	24.6
	多肥	10.0	2.4 ab	8/15	377	645 a	110	344	87.0	22.1	7.2	6.0	17.5
2013	標肥	7.5	2.3 b	8/18	386	499 b	100	344	71.6	21.5	7.4	5.5	7.5
	多肥	10.0	2.5 a	8/18	385	575 ab	115	359	71.3	21.3	7.8	5.2	6.6
分散分析	施肥量	*	-	n.s.	*	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*
	年次	n.s.	-	n.s.	*	-	n.s.	*	*	*	*	*	*

※*は各区間に5%水準で有意差があり、n.s.は有意差がないことを示す。また同一年次内で異なる英文字間にはTukeyの多重比較により5%水準で有意差があることを示す。品種は「ヒノヒカリ」。玄米タンパクは乾物換算。玄米タンパクはニレコ社製スペクトロフォトメーターで測定した乾物%で示した。外観品質は1~9で示し、1~5が概ね検査等級の1等、6~7が2等、8が3等とした。白未熟粒の調査は、2012年にサタケ社製穀粒判別器を用いて実施し、2013年は500粒について目視により軽微なものも含めた。

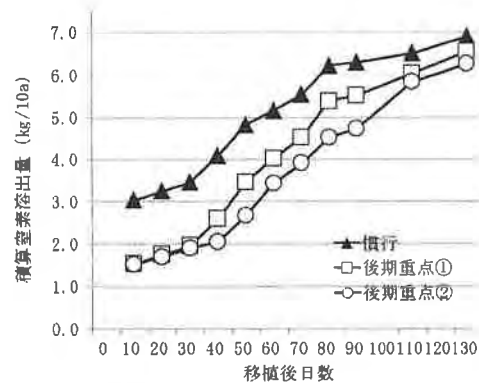


第2図 穂前期の葉身窒素計値と背白粒・基白粒発生率との関係

※2012年 n=16、2013年 n=20

背白粒・基白粒は、2012年はサタケ社製の品質判別器、2013年では500粒について、目視で軽微なものも含めて数えた。()内数値は出穂期後20日間の平均気温を示す

減少する傾向が認められた。また、緩効性肥料の積算溶出量は、慣行区では移植後80日頃には概ね最大になったが、後期重点①区と②区では最高分けつ期頃である移植後40日頃から溶出量が多くなり、登熟期間中も溶出が続いた。後期重点①区は移植後40日から溶出が多くなったが、②区ではそれより少し遅れて溶出が多くなり、移植後110日頃には、ほぼ同程度の積算溶出量になった。①区、②区では出穂期以降の溶出が慣行の標肥区に比べて1kg/10a程度多かった(第3図)。①区、②区の肥効パターンの違いによる収量、品質に有意な差はなかった(第6表)。



第3図 肥料の種類と被覆尿素の積算溶出量(2013年)

第6表 緩効性肥料の種類が生育、収量、外観品質に及ぼす影響

年次	肥料の種類	窒素 施肥量 (kg/10a)	葉身窒素計 の値 の値 穂前期	出穂期 (月/日)	穂数 (本/m ²)	収量 (kg/10a)	同左 比率 (%)	m ² 穂数 ×100	登熟 歩合 (%)	千粒 重 (g)	玄米 タンパク 質 (%)	外観 品質 (1-9)	白未熟粒率(%) 背白・基白 (%)
2012	慣行	7.5	2.4	8/15	359	588	100	314	87.4	22.3	7.0	6.0	20.5
	後期重点①	7.5	2.6	8/15	348	616	105	317	87.4	22.4	7.2	6.0	17.5
2013	慣行	7.5	2.3	8/18	386	499	100	344	71.6	21.5	7.4	5.5	7.5
	後期重点①	7.5	2.6	8/18	387	491	98	337	76.3	21.3	7.5	4.9	6.6
	後期重点②	7.5	2.6	8/18	399	549	110	411	63.8	21.4	7.5	4.9	5.3
分散分析		施肥種類	*	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
		年次	n.s.	-	*	*	-	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	*

※分散分析の*は各区間に5%で有意差があり、n.s.は有意差がない玄米タンパクはニレコ社製スペクトロフォトメーターで測定した。乾物%外観品質は1~9で示し、1~5を概ね検査等級の1等、6~7を2等、8~9を3等とした白未熟粒の調査は、2012年にサタケ社製穀粒判別器を用いて実施し、2013年は500粒について目視により軽微なものも含めたにサタケ社製穀粒判別器を用いて実施し、2013年は500粒について目視により軽微なものも含めた。

考 察

1 耕土深が収量および外観品質に及ぼす影響

本試験において、根量は深耕区で増加し、標準区と浅耕区では同程度であったが、浅耕区で外観品質が低下した。外観品質の差異の要因として浅耕区の5cmから上部の根量の割合が多いため、酸素競合が根の活性が低下し、養分吸収が抑制されたことで基白粒の増加につながったと考えられる。これは養分保持力の低下が基白粒の発生要因となるとの報告(白矢ら, 2015)、さらには根域制御で10cm以下の根量を増加させることで生育を改善させる効果の報告(白矢ら, 2015)と一致している。

収量については、深耕区で並~低下する傾向があった。深耕区の収量低下要因としては、試験ほ場ではCEC値が供試ほ場の平均値より低く、さらに地表面から深くなるにつれ腐植含量が低下していることから(第2表)、深耕により下層の肥沃度の低い土壌が作土へ混入したことで、窒素吸収量が低下し、生育量が確保できず減収したと考えられる。また収量性については、耕土深と施肥方法の組み合わせで異なる傾向を示した。植え代前施肥であった2012年は穂数に有意差はなく、耕土深による収量性の違いに有意な差は認められなかった。一方で耕起前施肥であった2013年は耕土深が深くなるにつれて穂数は少なく、深耕区で収量が少なくなった(第4表)。植え代前施肥をした2012年では耕土深による収量差がなく、耕起前施肥した2013年では深耕区で収量性が低下したことから、施肥方法が異なることで施肥位置による収量への影響が唆される。このことから耕起前施肥に比べて

植え代前施肥の場合では、施肥位置が深くなりにくくかつ耕起した土壌全体に肥料が拡散しないため、深耕においても、収量が変動しない可能性が考えられた。一般的に普及している側条施肥においては、施肥位置が深くなりにくいいため収量性は深耕でも変動しにくいと考えられる。一方、全層施肥で深耕を行う場合には収量を確保するために施肥量を増やす必要があると考えられる。

本試験では、深耕を行う場合、全層施肥による土壌中の施肥割合の低下や下層の土壌の混和による地力低下等を要因とした減収の可能性を考慮すると耕土深は15cm程度確保されればよいと考える。

2 施肥量が収量および外観品質に及ぼす影響

本試験において、基白粒の発生は高温年で増加し、穂前期の葉身窒素計値と負の相関関係があった(第2図)。これは、基白粒や背白粒は登熟初中期の高温により発生するが(長戸・江幡, 1965)、植物体の低窒素栄養条件により発生が助長され(近藤ら, 2006)、窒素追肥等により穂前期の葉色が濃いほど基白粒、背白粒の発生が減少する(高橋, 2006; 若松ら, 2008)ことを支持した。

供試した「ヒノヒカリ」は高温による品質低下が顕著で2010年には1等米比率33%(平年76%)であった。本試験においては、出穂期後20日間の平均気温が26℃以上の高温に遭遇した2012年は基白粒の発生が多く、出穂期後20日間の平均気温が26℃未満であった2013年は基白粒の発生が少なくなったと考えられ、基白粒発生には気温による差が大きかったと思われる。生育の年次間差について、2012年は2013年に比べて移植時期が早く栄養成長期間が初期の好天に恵

まれて、初期生育が確保されたことから、茎数が多く、多肥条件で穂数増加により収量が向上したと考えられた。

以上のことより多肥栽培は出穂期後 20 日間の平均気温が高い場合には、穂前期の体内窒素濃度を維持し基白粒の発生の抑制効果が高いと考える。また気温が平年並程度でも穂前期頃の栄養条件を改善し、収量の向上に一定の寄与する傾向があることが示された（第 5 表）。1970 年代以降食味向上のため施肥量を削減する方向であったが、近年の登熟期の高温等による品質低下を勘案し、品質向上と安定収量を含めて栽培体系にあった適正な施肥量が必要であると考ええる。

3 後期重点型肥料が収量および外観品質に及ぼす影響

「ヒノヒカリ」の早植えに緩効性肥料のシグモイド型 130 日の被覆尿素を加えた後期重点①・②区で、葉色が穂前期頃の葉身窒素計値が高くなり、収量は並から増収傾向で、外観品質は同程度から向上する傾向があった。これは、最高分けつ期から幼穂形成期までのラグ期間が長く相対的に生育期間の長い「ヒノヒカリ」の早植えについては、後期重点型肥料がある程度有効であると考えられる。加えて早植えについては、出穂期に高温に遭遇しやすく品質低下を引き起こす可能性が高いため、後期重点型肥料の活用が有効であると考えられる。収量と外観品質向上には、多肥栽培と同様に穂前期の葉色を濃く（葉身窒素計で 2.6 程度）することが重要であると推察され、高温年における後期重点型肥料は有効であると考えられる。ただし、高温年でない年では、生育期間の長さによって穂前期頃の溶出が少なくなり葉色を濃くする効果が期待できない場合や生育期間中の溶出不足により収量が低下する場合が想定されるため、シグモイド型のブレンド割合を検討する必要があると考える。

摘 要

近年の高温年の白未熟粒の発生による品質低下に対応した良質米生産技術を確立するため、品質低下の著しい「ヒノヒカリ」の耕土深、緩効性肥料の施肥量や種類が収量および品質に及ぼす影響について検討を行った。耕土深は 15 cm で品質収量が安定した。「ヒノヒカリ」早植えでは、窒素施肥量 7.5 kg/10a に比べて

10 kg/10a の多肥で、穂前期の葉色が濃くなり、基白粒が減少した。「ヒノヒカリ」の早植えでは、高温年に後期重点型肥料の施用で穂前期の葉色が濃くなり、基白粒が減少した。

引用文献

- 河野竜雄・徳永哲夫. 2013. 県内水田土壌の 30 年間の変化について. 平成 25 年度 山口農林総技セ成果発表. : 40-41.
- 近藤始彦・森田敏・長田健二・小山豊・上野直也・細井淳・石田義樹・山川智大・中山幸則・吉岡ゆう・大橋善之・岩井正志・大平陽一・中津紗弥香・勝場 善之助・羽嶋正恭・森芳史・木村浩・坂田雅正. 2006. 水稻の乳白粒・基白粒発生と登熟気温および玄米タンパク含有率含有率との関係. 日作紀 75 (別 2) : 14-15.
- 松村修. 2008. 米品質に及ぼす作土深と根活性の影響について. 日作紀 77 (別 2) : 14-15.
- 長戸一雄・江幡守衛. 1965. 登熟期の高温が穎果の発育ならびに米質に及ぼす影響. 日作紀 34 : 59-65.
- 白矢武士・佐藤徹・東聡志・金井政人. 2015. 遮根透水シートによる根域制御が水稻の品質に及ぼす影響. 北陸作物学会報 50 : 20-31.
- 高橋涉. 2006. 気候温暖化条件下におけるコシヒカリの白未熟粒発生軽減技術. 農業および園芸 81 (9) : 1012-1018.
- 田中研一・狩野幹夫. 2007. 高温登熟条件下においてコシヒカリの玄米品質を向上させる圃場条件. 関東北陸農業研究成果情報平成 19 年度
- 新村善男. 1985. 栽培・土壌からみた土づくりの現状と今後の対策. 富山県農試研究報告 16 : 34-44.
- 若松謙一・佐々木修・上園一郎・田中明男. 2008. 水稻登熟期の高温条件下における背白米の発生に及ぼす窒素施肥量の影響. 日作紀 77 : 424-433.

針葉樹樹皮敷設によるブルーベリーの樹勢回復技術

大崎 美幸・安永 真・中谷 幸夫*

Method for Restoring the Vigor of Blueberries by Laying Coniferous Bark

Miyuki OSAKI, Makoto YASUNAGA and Yukio NAKATANI

Abstract: We here demonstrate that a weakened blueberry can be renewed when covered in coniferous bark. Laying of fresh coniferous bark at a thickness of 20 cm to the foot of the blueberry resulted in expansion of the blueberry rhizosphere and recovery of the blueberry vigor and yield. This also appears to be an effective method to increase resistance to drought. In order to encourage the development of new roots, it is important that coniferous bark is densely laid at the foot of the blueberry, and if the blueberry vigor is remarkably weak, that thin out all of the green fruit until vigor is restored.

Key Words : blueberry, coniferous barks, vigor

キーワード : ブルーベリー、針葉樹樹皮、樹勢

緒言

ブルーベリーは機能性の高さが注目され、全国的に生産が拡大している。山口県でも6次産業化の可能な地域特産物として、今後もさらなる生産拡大が期待される(山口県, 2016)。一方、ブルーベリーは通気性が高く、酸性で、保水性の良い土壌を好むため、水田転換園のような排水性が悪く通気性の確保が難しい園地や、灌水施設がないほ場では枯死や生育不良が発生し、安定生産を行う上で大きな問題となっている。本県では、針葉樹樹皮を厚さ30 cmに敷設した培地でブルーベリーを栽培する技術を開発し、土耕栽培より生育・収量が優れることを明らかにした(中谷ら, 2013)。しかし、本技術は新規植栽を前提とした技術であり、既存の土耕樹への適用性は明らかでない。そこで、生育の優れない既存の土耕樹に対し、樹勢回復を図る手法として針葉樹樹皮敷設を試み、一定の成果を得たので報告する。

材料および方法

1 針葉樹樹皮の敷設がブルーベリーの生育に及ぼす影響

*現在 : 山口農林事務所

2010年3月、山口県農林総合技術センター落葉果樹試験ほ場に、土に植穴を掘ってサザンハイブッシュ「オニール」の健全な4年生苗木を植付け、針葉樹樹皮を有機物マルチとして10 cmの厚さで土壌表面に敷設した。なお、試験ほ場の土性は、上層土は壤土で排水性は良かったが、下層土は強粘質であった。ほ場植付け後の「オニール」は生育が悪く、樹冠容積は拡大しなかった。

2013年2月、植付後、約3年が経過し生育不良となった「オニール」を用い、針葉樹樹皮を畝状に幅80 cm、厚さ20 cmで敷設した樹皮敷設区と、対照として樹皮を敷設しない土耕区を設けた。供試樹は各区4樹とした。樹皮敷設試験開始後、両区とも灌水は行わなかった。

1) ブルーベリーの上根の位置の変化

針葉樹樹皮を敷設後1年毎に、樹皮表面と上根の位置の変化を、地表面からの高さとして調査した。

2) 樹冠容積

新梢伸長停止後の剪定前に、樹冠の長径と短径、樹高を測定し、7かけ法(農林水産省果樹試験場興津支場, 1987)により樹冠容積を算出した。

3) 収穫量と果実品質

試験開始後2年間(2013、2014年)は全摘果を行い、試験開始後3年目と4年目(2015、2016

年)は着果させた。果実は2~5日間隔で収穫し、収穫量、一果重、糖度および酸度を調査した。

4) 針葉樹樹皮の物理性と化学性

20 cmの厚さに畝状に敷設した針葉樹樹皮の三相分布とpHを敷設1年後の2014年に分析した。

2 樹勢が異なる3園における針葉樹樹皮敷設による樹勢回復効果

樹勢が異なる3園(中:A園、不良:B園、著しく不良:C園)を選定した。試験区には、2014年2月に高さ20 cm、畝幅1~1.5 mで樹皮を敷設し、対照区には樹皮を敷設しなかった。供試樹は、全園とも、サザンハイブッシュ「オニール」の11年生(2014年時)樹とし、樹冠容積の変化を調査した。

結果

1 針葉樹樹皮の敷設がブルーベリーの生育に及ぼす影響

1) ブルーベリーの上根の位置の変化

ブルーベリーの根は新たに敷設された針葉樹樹皮内に伸長し、上根の位置は、対照区に対して針葉樹樹皮を敷設した区で有意に上層に移動した(第1図)。

2) 樹冠容積

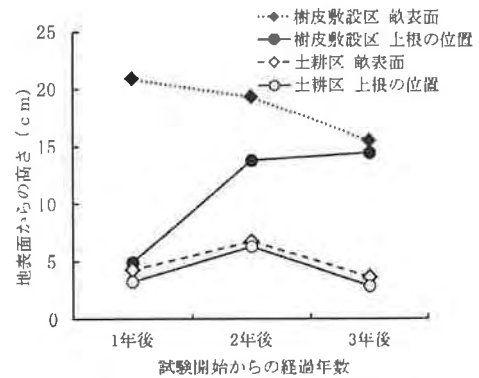
針葉樹樹皮を敷設した区の樹冠容積は拡大したが、対照区の樹冠容積は横ばいであった(第2図)。試験開始4年目に、対照区は収穫終了後の7月に干ばつを受けて半数が枯死したが、樹皮を敷設した区では、枯死株は発生しなかった。

3) 収穫量と果実品質

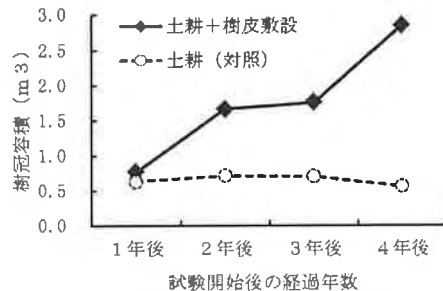
針葉樹樹皮を敷設した区は対照区と比べ収穫量が多かった(第3図)。2015年は、少雨による皴果が対照区で一時発生したが、樹皮敷設区では発生しなかった(第4図)。収穫前の降雨により対照区果実の皴は解消し、収穫時には針葉樹樹皮を敷設した区と比較して高糖度、低酸度となったが、果実は1 g未満と小粒で、青果出荷には適さなかった。2016年は針葉樹樹皮を敷設した区と対照区で、果実品質に差はなかった(第1表)。

4) 針葉樹樹皮の物理性と化学性

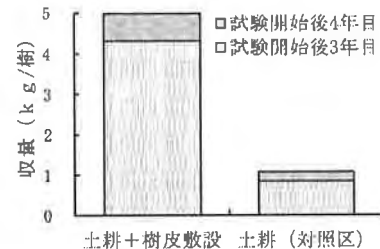
敷設後1年を経過した針葉樹樹皮は気相率57%、液相率37%であり、通気性が高く保水性良い土壌を好むブルーベリーにとって、好適条件で



第1図 ブルーベリーの上根の位置の変化
調査場所: 株元と畝端の中間(株元から40cm)



第2図 針葉樹樹皮の敷設が樹冠容積に及ぼす影響



第3図 収穫量の比較



第4図 干ばつ時の果実の比較(2015年5月27日)

第1表 針葉樹樹皮敷設が果実品質に及ぼす影響

処理区	2015年 ¹⁾		2016年 ²⁾	
	糖度 (Brix%)	酸度 (g/100ml)	糖度 (Brix%)	酸度 (g/100ml)
土耕+樹皮敷設	11.2	0.29	14.4	0.31
土耕(対照区)	12.6	0.20	14.7	0.31
有意差 ³⁾	*	*	n.s.	n.s.

1) 糖度と酸度は果實収穫量が全収穫量の50%を超えた収穫日とその前後の収穫日の平均値とした(収穫期間: 6/5~6/29, 収穫間隔: 2~4日)

2) 糖度と酸度は収穫日全3回の平均値とした(収穫期間: 6/5~6/15, 収穫間隔: 5日)

3) * 検定で*は5%水準で有意差があり, n.s.は有意差がないことを示す

あった(第2表)。

pHは4.1で、サザンハイブッシュブルーベリーが好むpH4.3~5.3よりもやや低かった。

第2表 針葉樹樹皮の物理性と化学性

pFl. 5での三相分布(%)		孔隙率 (%)	pH	EC (mS/cm)	T-N (%)	T-C (%)	C/N	
固相	液相							気相
6.9	36.1	57.0	93.1	4.1	0.11	0.43	38.8	89.5

調査時期：2014年4月

2 樹勢が異なる3園における針葉樹樹皮敷設による樹勢回復効果

試験開始時、樹勢が中程度だったA園は、木材チップによる有機物マルチを行っており、マルチ内部の根の量は中程度であった。試験開始1年目は、シロオビフユシャクの食害により、極端に着果量が少ない状態となったが、2年目以降は、多めの着果量で管理された。樹皮を敷設した区では、試験開始後、樹冠容積は徐々に拡大したが、対照の土耕区は2年目以降、樹冠容積が縮小し、試験開始3年目には、夏期の干ばつにより全て枯死した(第5図)。

試験開始時、樹勢が不良だったB園は、木材チップによる有機物マルチを行っており、マルチ内部の根の量は少量であった。着果量は適正に管理された。試験開始後、針葉樹樹皮を追加敷設した区は、土耕区に比べ、樹冠容積の拡大割合が約1.9倍と大きかった。

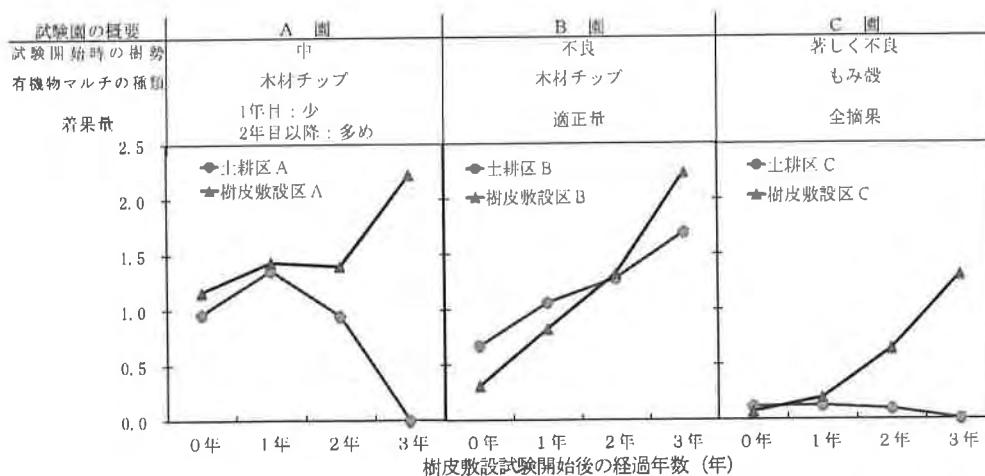
試験開始時の樹勢が著しく劣ったC園は、もみ殻による有機物マルチを行っており、マルチ内部に根の発生はなかった。樹勢が著しく劣ったため、試験期間中、全摘果を行った。樹皮を敷設した区は、徐々に樹冠容積が拡大したが、土耕区の樹冠容積は横ばいで、試験開始3年目には、夏期の干ばつにより全て枯死した。

針葉樹樹皮を敷設した区は、3園とも針葉樹樹皮内に新たな根が発生するとともに、対照区より樹冠容積が拡大した。試験開始時、樹勢が著しく劣ったC園では、針葉樹樹皮敷設と全摘果を併せて行うことで樹冠容積の拡大効果が樹皮敷設2年目から認められたが、試験開始時中程度の樹勢であったA園では、着果量が多めとなった2年目は、樹冠容積は横ばいとなった。

考 察

針葉樹樹皮は通気性が高く保水性が良い。針葉樹樹皮を20cmの厚さで畝状にブルーベリーに敷設したことで、根圏が地中から上層にある針葉樹樹皮内に拡大し、多雨時の地面の滞水に強くなるとともに少雨時の干ばつの影響を受けにくくなり、収穫量の増加と樹冠容積の拡大が可能になったと推察される。また、有機物マルチは、夏季の過度な地温の上昇と蒸発散を防ぎ、根の伸長に役立つが、20cmに敷設した針葉樹樹皮も同様に地温の上昇を防ぎ、根の生育確保に役立つと考えられる。

敷設1年後の針葉樹樹皮のpHは、サザンハイブッシュブルーベリーが好むとされる土壌pHよりやや低めとなった。土壌の酸性度が高い場合は、鉄欠乏が原因となるクロロシス症状が葉に発生しやすいが、有機物が一定量含まれる土壌では、酸性度が高くてもpH3.6まではこの症状は発生しにくい(石川・小池, 2006)。有機物が主体の樹皮培地も同様と推察され、実際に、3年間の試験期間



第5図 園地別の樹冠容積の推移

注：樹皮敷設区は2014年2月に高さ20cm、畝幅1~1.5mで樹皮を敷設し、土耕区は対照として樹皮を敷設しなかった

中に障害は認められず、生育は良好であった。針葉樹樹皮培地で5年間ブルーベリーを栽培した試験でも、pHは4.0~4.5の間で推移し、土耕栽培より生育が良好であった(中谷ら, 2013)と報告されている。

敷設する針葉樹樹皮の厚さは、新植時の場合は厚さを自由に設定でき、30cmが適した(中谷ら, 2013)が、既存栽培樹への樹皮敷設には、主軸枝から発生する結果母枝の位置が制限要因となる。供試樹では、結果母枝の最も低い発生位置が地表から20cm弱の高さであったため、樹皮の厚さは供試樹の結果母枝が樹皮内に埋没しない20cmで試験を行い、樹勢回復効果があることを確認した。しかし、厚さ20cmでは30cmと比較し針葉樹樹皮の敷設量が少なく、敷設後3年で根圏の上面が針葉樹樹皮表面近くまで来たことから、今後、乾燥害を受ける可能性がある。樹皮敷設の効果が始まるには、敷設後少なくとも2年程度時間がかかり、樹勢低下後に樹皮敷設を行っても回復には時間がかかるので、目に見えて樹勢が低下する前に、適宜樹皮の追加敷設を行っていく必要があると考えられる。

株元まで針葉樹樹皮を密に敷き詰めた樹では、土壌中の既存根からの発根だけでなく、樹皮内にある主軸枝からの発根が認められた(第6図)。針葉樹樹皮内への根圏拡大には、株元まで密に針葉樹樹皮を敷き詰めることが重要と考えられる。

着果過多気味に管理したA園と着果量を適正に管理したB園と全摘果したC園での結果から、着果の有無や量は樹勢に大きな影響を与えると推察された。樹皮敷設後、樹勢が回復するまでは着果制限を行うことも重要であり、樹勢が著しく弱い場合は、全摘果を行うことが必要と考えられた。



第6図 針葉樹樹皮内の主軸枝からの発根
(敷設1年後)

摘要

樹勢の弱ったブルーベリーに、新たに針葉樹樹皮を20cmの厚さで敷設することで根圏が上方に拡大し、樹勢が回復するとともに、収量が増加する。また、針葉樹樹皮の敷設には、干ばつへの耐性を増す効果がある。発根を促すためには、樹皮を株元まで密に敷き詰めることが重要であり、樹勢が著しく弱い場合は、樹勢が回復するまでは全摘果することが有効である。

引用文献

- 石川駿二・小池洋男. 2006. ブルーベリーの作業便利帳. 26.
- 中谷幸夫・藤山昌三・渡辺卓宏・大崎美幸・木村一郎. 2013. 山口県における未利用資源を活用したブルーベリー培地栽培技術の確立. 山口農林総技セ研報4. 39-48.
- 農林水産省果樹試験場興津支場. 1987. カンキツの調査方法. 1.
- 山口県. 2016. 山口県果樹農業振興計画. 5.

ネットへの振り落とし収穫法によるブルーベリーの収穫作業時間短縮技術

大崎 美幸・安永 真・中谷 幸夫*

Time-Saving Technique for Harvesting Blueberries by Shaking onto a Net Placed Under the Crown

Miyuki OSAKI, Makoto YASUNAGA and Yukio NAKATANI

Abstract: We aimed to shorten the blueberry harvest time by shaking the branch, dropping the fruit onto a net placed under a blueberry crown, and gathering the fruit from the net. The shape of the blueberry tree was modified to the "Kakinejitate" form to simplify installation of the net under the crown, and then the growth, yield, fruit quality, and work efficiency were evaluated. There was no difference in the yield and quality of the blueberries collected from bushes of the modified "Kakinejitate" form and those of the original form. Further, by setting up a net under the crown of the tree modified to "Kakinejitate", shaking off the fruit on the net, the time required to perform the work involved in harvesting could be reduced. "Kakinejitate" form was proven to be an effective time-saving method for harvesting, and this reduction effect in harvesting time was more substantial as one-time harvest amount increased. In particular, among nine varieties of blueberry tested, the suitable varieties for both the "Kakinejitate" and harvesting method by shaking were 'Tifblue' and 'Baldwin'.

Key Words : Blueberry Harvest time Reduction Shake Modify

キーワード : ブルーベリー、収穫時間、削減、振動、改造

緒言

近年の健康志向の高まりを受け、全国的にブルーベリーの生産は拡大している。山口県でも6次産業化の可能な地域特産物として、今後もさらなる生産拡大が期待される(山口県, 2016)。しかしながら、ブルーベリーは熟したもののから順に果実を1粒ずつ手で摘み取って収穫し、収穫作業に多大な手間がかかることから、栽培規模の拡大は困難となっている。

品種間差はあるが、ブルーベリーは成熟期になると果実が果梗から容易に離脱しやすくなるため、成熟果の着生した枝に振動を与えれば、果実は落下する。この性質を利用し、収穫作業時間を短縮する方法として、樹冠下に果実回収用のネット(逆傘状の寒冷紗シート)を設置し、枝を手で振動させて振り落としとして集める方

法(増山ら, 1988)や、小型パイプレータによって成熟果実を振り落とし方法が試みられてきた(山岸ら, 2002a; 山岸ら, 2002b)。

振動による振り落とし収穫を行うには、落下させた果実をロスなく効率的に回収する方法が必須であるが、ブルーベリーはブッシュ状をしているため、樹冠下にネットを設置するにはネットの形状に細工を必要とし、時間もかかる。そこで、樹冠下へのネットの設置を容易とする仕立法として、「垣根仕立」を考案し、ブッシュ状から「垣根仕立」への樹形改造を試行した。また、振動方法は手で結果枝を振動させる方法とし、振動収穫を行う場合の収穫間隔と作業時間の削減効果について検討するとともに、「垣根仕立」と「振動収穫」に適する品種についても検討したので、その結果について報告する。

*現在 : 山口農林事務所

材料および方法

試験は山口県農林総合技術センター落葉果樹試験ほ場で栽培しているブルーベリーを用いて 2014 年～2016 年に行った。

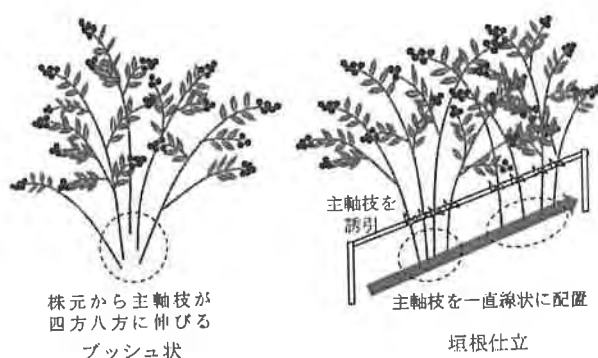
1 垣根仕立への樹形改造が収穫物と樹冠拡大に及ぼす影響

主軸枝が一直線上に配置された「垣根仕立」に樹形改造するため、一列に植栽されたブッシュ状のブルーベリーの株元中心に、樹列方向に棒を通し、主軸枝を棒に誘引した(第 1 図)。棒に誘引できない主軸枝は剪除した。

従来のブッシュ状の樹と「垣根仕立」に樹形改造した樹で、収量、果実品質、樹冠の広がり具合について比較調査し、「垣根仕立」の有効性を確認した。

サザンハイブッシュからの供試樹は「オニール」6 樹を用いた。2014 年に 8 年生のオニール 3 樹を垣根仕立に樹形改造し、3 年間比較調査した。「垣根仕立」で主軸枝を誘引する棒の高さは 30 cm とした。

ラビットアイからの供試樹は「ティフブルー」6 樹を用いた。2015 年に 11 年生の 3 樹を垣根仕立に樹形改造し、2 年間比較調査した。「垣根仕立」で主軸枝を誘引する棒の高さを 2015 年は 30 cm、2016 年は 75 cm とした。



第 1 図 ブッシュ状と垣根仕立

2 振動収穫に適する収穫間隔の検討

振動による収穫(以下振動収穫)は、ブルーベリー加工用栽培マニュアル(山口県農林総合技術センター, 2014)に準じた。ネットを樹冠下に設置し、結果枝の付け根を手で持ち、振幅 3～5 cm、振動数 4～6 Hz で結果枝を振ってネット(製品名: きらりネット、4 mm 目)上に果実を落下させた後、ネット上の果実を手桶で集めて収穫した。ネットは収穫期間中、常置した。供

試品種は、「オニール」(2014 年時 8 年生)と「ティフブルー」(2014 年時 10 年生)とし、振動収穫に適する収穫間隔を検討するため、異なる収穫間隔で振動収穫を行い、収量、果実品質、適熟果実における果柄の付着率、未熟果および障害果の混入割合を調査した。ネット上への自然落下物は、1～3 日おきに拾い集め、果実品質を調査した。

2014 年は毎日振動収穫を行う「毎日」区と、3 日間隔で振動収穫を行う「3 日間隔」区と、5 日間隔で振動収穫を行う「5 日間隔」区を設定し、各区 3 樹を供試した。2015 年は 5 日間隔で振動収穫を行う「5 日間隔」区と、10 日間隔で振動収穫を行う「10 日間隔」区と、収穫期間終了まで振動を加えずネット上に自然落下したものを収穫する「無振動」区を設定し、各区 3 樹を供試した。また、振動収穫と手収穫とでの果実品質を比較するため、2～3 日間隔で手収穫を行う区を設けた。

3 ネットへの振り落とし収穫作業時間短縮効果

2016 年に、5 日間隔で手収穫した場合と振動収穫した場合の作業時間と果実品質について調査した。供試樹は、10 年生の「オニール」と 12 年生の「ティフブルー」を用いた。

振動収穫区では、収穫期間中、樹冠下にネットを常置したままとした。振動収穫の収穫作業時間は、ネット上の自然落下物の除去と、果実の振り落としと、果実を手桶で回収するのに要した時間の合計値とした。また、収穫した果実から障害果や枝葉をよりわけのにかかった時間を出荷調製時間として調査した。

4 振動収穫に適する品種の検討

振動収穫に適する品種を検討するため、サザンハイブッシュ 5 品種とラビットアイ 4 品種について、収穫期間中に、2～3 回振動収穫を行い、振動収穫果実中の適熟果と未熟果と障害果の割合を調査するとともに、適熟果の内、果梗枝が付着している割合について調べた。また、振動収穫後に樹上に残った適熟果の個数を調査し、収穫時の全適熟果個数で除して適熟果中の樹上残存果割合を算出した。各品種とも 8 年生(2014 年時)の樹を 3 樹ずつ供試し、2014 年と 2015 年に調査した。

結果および考察

1 垣根仕立への樹形改造が収穫物と樹冠拡大に及ぼす影響

1) 「オニール」

(1) 収穫物への影響

「垣根仕立」に樹形改造を行った樹では、従来のブッシュ状の「株仕立」と比較して、収穫量、一果重、糖度に差はなかった。酸度のみ、樹形改造1年目に「垣根仕立」の樹の方がブッシュ状より高くなったが、2年目には差は認められなかった(第1表)。

(2) 樹冠拡大への影響

「垣根仕立」に樹形改造するため、樹列方向に株の中心を通した棒に主軸枝を誘引したことで、樹列と直角方向への主軸枝の広がりが小さくなった。一方、水平方向への主軸枝の広がりは、主軸枝の重なりを防ぐため、位置を分散して樹列と水平方向に誘引したことで広がった。また、それらの影響は樹形改造1年後まで続いた(第2表)。

2) 「ティフブルー」

(1) 収穫物への影響

「垣根仕立」に樹形改造を行った樹と従来のブッシュ状の樹との間で、収穫量、果実品質に差はなかった(第3表)。

(2) 樹冠拡大への影響

「垣根仕立」に樹形改造しても、従来のブッシュ状と比較し、樹冠の広がりには差は認められなかった。

「ティフブルー」は枝の伸長が良く、展葉と果実肥大により主軸枝がしなることで容易に樹冠面積が拡大する一方、主軸枝の倒れこみ防止や限られた空間内で枝葉をバランスよく配置するため、果実肥大期には枝の吊り上げを必要とした。「垣根仕立」の試験2年目は、主軸枝を誘引する棒の高さを意図的に高くして主軸枝のしなり具合を調整したことで、枝の吊り上げを行わずとも結果枝の広がりを収穫ネット上(樹列と直角方向の主軸枝の広がりを2 m以内)に収めることができた(第4表)。

3) 垣根仕立に適する品種特性

樹冠下へのネットの設置を容易とする仕立法として考案した「垣根仕立」は、従来の仕立法とほぼ同等の収穫物を得ることができ、新たな仕立法として有効と考えられる。しかし、「垣根仕立」とするため主軸枝を樹列の中心方向に誘引することで、一時的に樹冠縮小が起きるとともに、株の中心部で枝が込み合うという弊害が生じた。枝の伸びが弱く、主軸枝のしなりが小さいサザンハイブッシュの「オニール」では主軸枝

第1表 垣根仕立への樹形改造が収穫物に及ぼす影響(オニール)

処理区	一果重 (g/個)			収穫量(kg/樹)			糖度 ^Y (Brix%)			酸度 ^Y (g/100mL)		
	1年目	2年目	3年目	1年目	2年目	3年目	1年目	2年目	3年目	1年目	2年目	3年目
改造区 垣根仕立	2.0	2.4	2.0	1.3	8.7	2.1	10.4	10.1	13.9	0.54	0.26	0.22
対照区 ブッシュ状	1.9	2.0	2.1	1.7	7.4	1.4	10.9	11.0	14.1	0.46	0.29	0.24
有意差 ^Z	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	**	n. s.	n. s.

Z: t検定により**は1%水準で有意差があり、n. s. は有意差がないことを示す
Y: 累積収穫量が50%を超えた日の前後の収穫日の値を平均した

第2表 垣根仕立への樹形改造がオニールの樹高、樹幅に及ぼす影響

樹高 (cm)	試験開始前		樹形改造・剪定直後		1年後・剪定前		2年後・剪定前		3年後・剪定前						
	樹高	樹幅 (cm)	樹高	樹幅 (cm)	樹高	樹幅 (cm)	樹高	樹幅 (cm)	樹高	樹幅 (cm)					
改造区 垣根状	137	146	168	131	155	101	170	182	135	182	171	155	190	191	181
対照区 ブッシュ状	130	156	162	126	132	143	152	163	183	154	158	185	164	175	208
有意差 ^Z	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	*	*	n. s.	*	*	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

Z: t検定により*は5%水準で有意差があり、n. s. は有意差がないことを示す

第3表 垣根仕立への樹形改造が収穫物に及ぼす影響(ティフブルー)

処理区	果重 (g/個)		収穫量(kg/樹)		糖度 ^Y (Brix%)		酸度 ^Y (g/100mL)	
	1年目	2年目	1年目	2年目	1年目	2年目	1年目	2年目
改造区 垣根仕立	1.30	1.61	11.5	5.8	11.1	12.0	0.57	0.58
対照区 ブッシュ状	1.46	1.68	12.3	4.6	11.0	12.2	0.59	0.62
有意差 ^Z	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

Z: t検定によりn. s. は有意差がないことを示す
Y: 累積収穫量が50%を超えた日の前後の収穫日の値を平均した

第4表 垣根仕立への樹形改造がティフブルーの樹高、樹幅に及ぼす影響

処理区	試験開始前		樹形改造・剪定直後		1年後・剪定前		2年後・剪定前					
	樹高 (cm)	樹幅 (cm)	樹高 (cm)	樹幅 (cm)	樹高 (cm)	樹幅 (cm)	樹高 (cm)	樹幅 (cm)				
改造区 垣根仕立	189	227	217	176	219	179	205	244	180	208	224	189
対照区 ブッシュ状	185	247	246	169	230	225	200	204	233	203	260	274
有意差 ^Z	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.	*

X: t検定により*は5%水準で有意差あり、n. s. は有意差がないことを示す
注1: 対照区は果実肥大期に主軸枝がしなって枝葉が地面に着くのを防ぐため、毎年主軸枝の吊り上げを行った
注2: 樹形改造1年目の改造区は主軸枝の誘引の高さは30 cmとした
注3: 樹形改造1年目の改造区は果実肥大期に結果枝の広がりを収穫ネット上に収めるため、一部の主軸枝について吊り上げを行った
注4: 樹形改造2年目の改造区は、主軸枝の誘引の高さを75 cmとしたことで主軸枝の吊り上げを必要としなかった

を新たに誘引する度にその弊害が発生し、影響が1年後まで続くため、更新用の主軸枝を確保していくことが難しい。一方、ラビットアイの「ティフブルー」は主軸枝の伸びが良く、展葉と果実肥大に伴って主軸枝がよくなることで株元中心に空間ができ、弊害の早期解消と樹冠の拡大が容易であった。また「ティフブルー」は他のラビットアイブルーベリーと同様に主軸枝やサッカーが発生しやすく、樹列上に更新枝を確保することが容易であった。垣根仕立には、「ティフブルー」のような、ラビットアイの方が適しており、「オニール」のようなサザンハイブッシュは適さないと考え

2 振動収穫に適する収穫間隔の検討

1) 「オニール」の振動収穫間隔

「オニール」は振動による振るい落としが容易で、振動収穫間隔が3日と5日、5日と10日で、適熟果が得られる割合に差はなかった(第5表)。一方で、「オニール」は収穫開始期から収穫終了期まで一切振動を行わなかった場合、自然落下した果実は3割未満と自然落下率が低かったことから、収穫間隔を長くおくことが可能であった。果実品質は、5日間隔と10日間隔では、10日間隔で酸度が有意に低くなり(第6表)、数字上は酸度が低い10日間隔の方が良いように見えたが、実際に食した人からは、10日間隔は酸度が低く、味がぼやけていると感じるとの指摘があった。また、収穫時期が遅くなるほど主に虫の加害による障害果の発生率が高くなった(第2図)ことから、安定した品質と収量を確保していくには、5日間隔程度で収穫していくのが良いと考える。自然落下物については量が少いため、廃棄した方が良く考える。

2) 「ティフブルー」の振動収穫間隔

「ティフブルー」は、振動による振るい落としが容易で、振動収穫間隔を長くあける方が、振動収穫により適熟果が得られる割合が高くなる傾向があったが、5日と10日では差がなかった(第7表)。一方、自然落下率は10日より5日の方が低い傾向があり、収穫量を確保しながら適熟果の得られる割合を高くするには、5日間隔で振動収穫を行うのが良いと考える。

ネット上の自然落下果実を出荷しようとした場合、果実品質の劣化を防ぐため毎日の拾い集めが必要となるが、一日当たりの落下量は日平均で全収穫量の1%未満と少なく、正常果と障害果の選別にも時間がかかり、作業効率が極端に悪かった。このことから、ネット上の自然落下物は振動収穫前に拾い集めて廃棄した

方が良いと考える。

3 振動収穫による収穫作業時間の削減効果と果実品質

手収穫の場合、収穫量に正比例して作業時間が多くかかるが、振動収穫の1回当たりの作業時間は、収穫量による差は小さく、ほぼ一定であった(第3図、第4図)。このことから、「オニール」、「ティフブルー」

第5表 収穫間隔が収穫果実の品質と自然落下率に及ぼす影響(オニール)

調査年	振動収穫間隔	振動収穫果実中の割合(%)				自然落下率(%)
		適熟果	(内 虫後(付着虫))	未熟果	障害果	
2014	毎日	55.7 a	(25.3 a)	29.2 a	15.1 a	0.5 a
	3日	66.2 a	(16.4 a)	27.2 a	6.6 a	1.1 a
	5日	71.0 a	(12.5 a)	22.1 a	6.9 a	1.0 a
2015	5日	71.7 a	(6.5 a)	19.0 a	9.3 a	5.3 a
	10日	71.3 a	(4.0 a)	15.5 ab	13.2 a	8.5 ab
	振動なし	-	-	-	-	29.3 b
2~3日毎手収穫		89.5 a	-	2.6 b	7.9 a	-

注1: 2014年は、虫害果、腐敗果はあらかじめ除去して調査し、軟果を障害果とした

注2: 2015年は虫害果、腐敗果、軟果を障害果として調査した

注3: Tukeyの多重比較により調査年別に同一文字間で5%水準で有意差なし

注4: 振動を与えずネット上に自然落下した果実の割合を自然落下率とした

第6表 振動収穫間隔が果実品質に及ぼす影響(オニール)

振動収穫間隔	糖度(Brix%)		酸度(g/100mL)	
	収穫開始日	収穫開始10日目	収穫開始日	収穫開始10日目
5日	10.6	10.7	0.34	0.26
10日	10.3	10.7	0.34	0.17
有意差 ^注	n. s.	n. s.	n. s.	**

注1: t検定で**は1%水準で有意差有、n. s.は有意差がないことを示す

注2: 収穫開始10日目は、振動収穫間隔5日では3回目の収穫、振動収穫間隔10日では2回目の収穫

第7表 収穫間隔が収穫果実の品質と自然落下率に及ぼす影響(ティフブルー)

調査年	振動収穫間隔	振動収穫果実中の割合(%)				自然落下率(%)
		適熟果	(内 虫後(付着虫))	未熟果	障害果	
2014	毎日	66.2 a	(21.9 a)	32.9 a	0.9 a	5.5 a
	3日	70.8 ab	(7.9 a)	27.3 ab	1.9 ab	15.7 a
	5日	80.4 b	(13.2 a)	15.3 b	4.3 b	25.9 a
2015	5日	64.5 a	(4.6 a)	8.1 a	27.4 a	19.8 a
	10日	63.6 a	(6.8 a)	6.4 a	30.0 a	30.4 ab
	無振動	-	-	-	-	58.1 b
手収穫		68.3 a	-	5.6 a	26.2 a	-

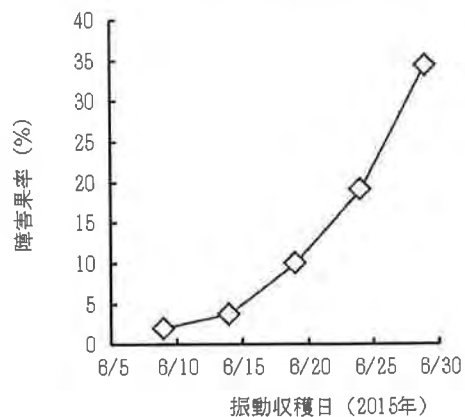
注1: 2014年は収穫期間後期の10日間(8月13日~8月22日)を調査した

注2: 2015年は全収穫期間(7月17日~8月19日)を調査した

注3: 2014年は虫害果、腐敗果はあらかじめ除去して調査し、軟果を障害果とした

注4: 2015年は軟果に虫害果、腐敗果も含めて障害果として調査した

注5: Tukeyの多重比較により調査年別に同一文字間で5%水準で有意差なし

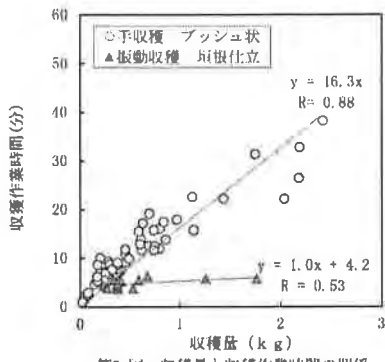


第2図 収穫日別の障害果発生率

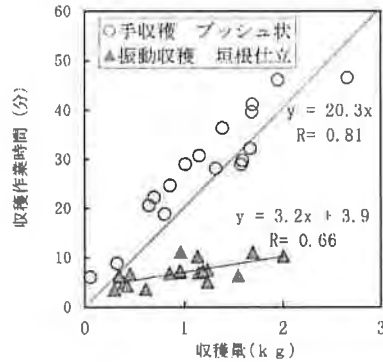
ともに、振動収穫による収穫作業時間の削減効果は、収穫1回当たりの収穫量が多いほど大きい。一方で、振動収穫区の出荷調整時間は、混入した障害果や未熟果、枝葉等を除去する時間を要したため、手収穫区よりも時間が多くかかった(第5図、第6図)。振動による収穫で収穫作業の効率は上がるが、逆に、出荷調整作業の効率は低くなる。収穫と出荷調整にかかる作

業時間を合わせて考えた場合、1回の収穫量が少ない場合は、振動収穫をすることで収穫作業時間を削減した分よりも出荷調整時間が増加して削減効果が相殺される。今回の調査結果をもとに作成した模式図(第7図、第8図)では、「ティフブルー」、「オニール」ともに1回の収穫量0.25kgが分岐点であった。

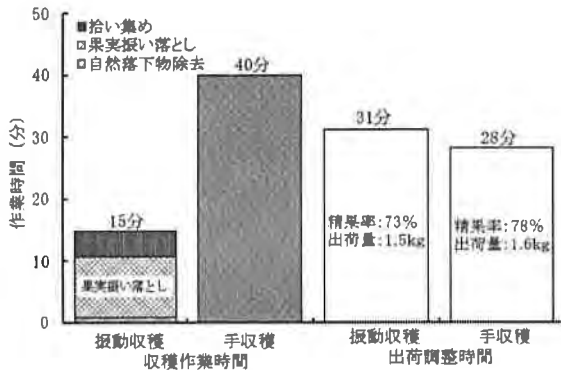
他方で、振動収穫では、果汁が滲出した虫害果や裂



第3図 収穫量と収穫作業時間の関係 (オニール)

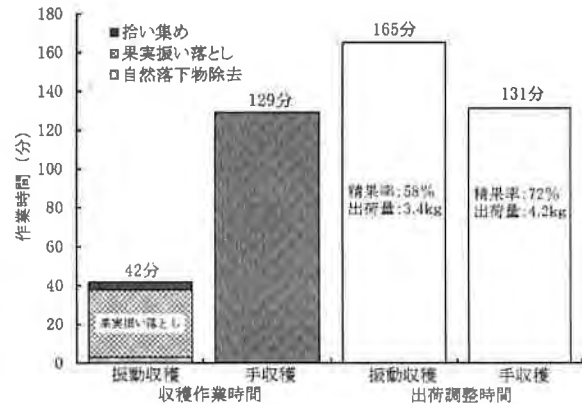


第4図 収穫量と収穫作業時間の関係 (ティフブルー)



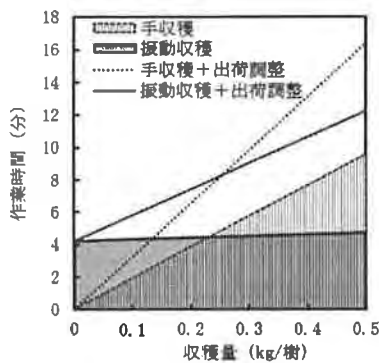
第5図 オニール1樹あたりの収穫作業時間と出荷調整時間(2016)

注1: 振動収穫の作業時間は、全収穫期間(6/5~6/15, 5日間3回, 合計2.1kg収穫)の合計値を示した
 注2: 手収穫の作業時間は、全収穫期間にかかった実際の作業時間の合計値と全収穫量を基に、振動収穫と同量の収穫量2.1kgを得て出荷調整するのにかかる時間を算出して示した
 注3: 振動収穫は垣根仕立に改造した樹を用い、手収穫はプッシュ状の樹を用いた



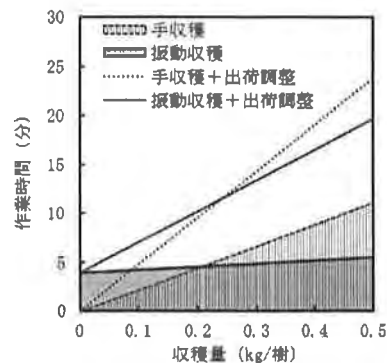
第6図 ティフブルー1樹あたりの収穫作業時間と出荷調整時間(2016)

注1: 振動収穫の作業時間は、全収穫期間(7/14~8/8, 5日間6回, 合計5.8kg収穫)の合計値を示した
 注2: 手収穫の作業時間は、全収穫期間にかかった実際の作業時間の合計値と全収穫量を基に、振動収穫と同量の収穫量5.8kgを得て出荷調整するのにかかる時間を算出して示した
 注3: 振動収穫は垣根仕立に改造した樹を用い、手収穫はプッシュ状の樹を用いた



第7図 収穫量と作業時間の関係(オニール)

注: 収穫作業1回当たりの実測値(2016)を基に計算式を求め、模式図として示した



第8図 収穫量と作業時間の関係(ティフブルー)

注: 収穫作業1回当たりの実測値(2016)を基に計算式を求め、模式図として示した

果が混入（第9図）し、正常果に汚染が発生することがあった。汚染果実は青果出荷には適さないが、洗浄、洗浄を行うことで加工原料として出荷が可能である。振動収穫は、1回の収穫量が多く、主に加工仕向を想定する場合に適する収穫方法と考える。



第9図 振動収穫した果実（出荷調整前）

4 振動収穫に適する品種の検討

振動収穫には、果梗枝が外れやすく、振動によって適熟果が落下しやすい品種が適する。供試した9品種の内、振動収穫した果実中に占める「果梗枝のない適熟果」の割合が7割を超え、振動収穫後の適熟果の樹上残存割合が2割以下だった品種は、サザンハイブッシュの「オニール」と、ラビットアイの「ティフブルー」と「ボールドウィン」の3品種（第8表）であった。

サザンハイブッシュの「オニール」は垣根状に仕立てた場合、更新枝の確保が難しくなるため、振動収穫と垣根仕立をセットで行うには適さないと考える。また、振動による収穫は、1回の収穫量が多いほど作業時間の削減効果が高くなる収穫方法であり、かつ加工用途に適することから、収量性が高いラビットアイの方がサザンハイブッシュより適すると考える。

第8表 振動収穫と垣根仕立への適応性

系統・品種	振動収穫果中 適熟果割合（%）		適熟果中 樹上残存果 割合（%）
	果梗枝無	果梗枝有	
サザンハイブッシュ			
オニール	70	10	19
マグノリア	65	10	35
スター	58	31	22
ガルフコースト	7	63	18
クーパー	34	40	32
ラビットアイ			
ティフブルー	78	11	9
ボールドウィン	75	1	13
パウダーブルー	91	1	48
ブルーベル	84	2	34

注1) ブルーベルは2014年、パウダーブルーは2015年調査数値
 その他品種は2014年と2015年の平均値

摘要

ブルーベリーの収穫時間の短縮のため、樹冠下に果実回収用のネットを設置し、手で枝を振動させて果実を振り落としとして集める振動収穫法を検討した。ブルーベリーの樹冠下へのネット設置を容易とするため、樹形を「垣根仕立」に改造して生育、収量、果実品質および作業効率を調査した。「垣根仕立」にした樹の収量および果実品質は従来のブッシュ状と同等であった。また、「垣根仕立」にした樹の樹冠下にネットを設置して、ネット上に果実を振り落としとして収穫する「振動収穫」により、収穫作業時間を削減できた。「振動収穫」による作業時間の削減効果は1回の収穫量が多いほど大きい。供試した9品種の中で「垣根仕立」と「振動収穫」に特に適する品種は、「ティフブルー」と「ボールドウィン」である。

引用文献

- 増山宏・横山和人・田中康夫. 1988. ブルーベリー果実の振動収穫法. 筑波大学技術報告 No. 8. 5-9.
- 山岸主門・伊藤憲弘・武田久雄・広瀬佳彦. 2002a. 果実および結果枝単位で振動させた場合のブルーベリー果実の離脱状況. 農作業研究 37(1). 25-32.
- 山岸主門・伊藤憲弘・武田久雄・広瀬佳彦. 2002b. 旧枝で振動させた場合のブルーベリー果実の離脱状況. 農作業研究 37(3). 169-176.
- 山口県. 2016. 山口県果樹農業振興計画. 5.
- 山口県農林総合技術センター. 2014. ブルーベリー加工用栽培マニュアル. 9-14.

高接ぎによるクリの品種更新技術

安永 真・村上 哲一・品川 吉延*

Renewal to Another Variety in Chestnut by Top Grafting

Makoto YASUNAGA, Norikazu MURAKAMI and Yoshinobu SHINAGAWA

Abstract: We tried grafting another variety to mature trees older than 35 years to promote renewal to another variety in Japanese chestnut. We used 'Ganne', 'Tsukuba', and 'Kunimi' at 38 years of age as an interstock and grafted 'Polotan'. Grafting was performed in the months of March and in April. There was no difference in the survival rate of a scion between March and April. When the circumference of the branch of the interstock is larger than 60 cm, the survival ratio of the scion drops to less than 50%. The yield in 5 year after grafting was equivalent to that of mature trees. It is not necessary to pinch the shoots of a scion after grafting to secure the branches of fruit. Cutting back the current year's branch at the time of pruning was not an effective strategy to enlarge the crown. There were many shoots of the interstock in the spring; however, there was decrease in the number from summer to autumn, with a further decrease noted over time after grafting.

Key Words: cutting back, interstock, survival rate of a scion

キーワード: 切り返しせん定、中間台木、活着率

緒言

本県の主要なクリ産地は、いずれも歴史が古く、生産性の低い老木が多いことや生産者の高齢化等により、生産量が減少している。そのような状況の中、生産量の増加に向けて、産地では改植による園地の若返りに取り組んでいるが、成園化までの未収益期間が長いことや、改植後の管理作業に手がかかることなどにより、思うように取り組みが進んでいない。近年、渋皮剥皮性を有している「ぼろたん」や、食味の優れている「美玖里」等の有望な品種も育成されており、今後、本県の主要な品種の一つとなることが期待されており、これらの品種に更新する等の対策が必要である。

そのため、成園化の期間を短縮し、早期に生産量が安定する品種更新方法を確立するため、樹齢 35 年以上の成木に直接接ぎ木する「高接ぎ」について試験を行い、知見が得られたので報告する。

材料および方法

1 台木品種、接ぎ木時期、処理方法

2012 年に山口市大内長野の農林総合技術センター落葉果樹試験地において 38 年生の樹を使用し、「ぼろたん**」を接ぎ木した。品種の影響を明らかにするため、「岸根」「筑波」「国見」の各 4 樹使用した。

クリにおける接ぎ木は、樹液流動の盛んな発芽時期 (3 月から 4 月) に実施される。その中でより適した時期を確認するため、1 樹の半分を 3 月接ぎ木として 3 月 19 日から 27 日に、もう半分を 4 月接ぎ木として 4 月 10 日から 18 日に接ぎ木した。

台木の切り口の大きさと接ぎ木の活着率の関係を確認するため、地上から 2 m 以内の位置で、枝の周囲長 4 cm から 95 cm のさまざまな太さの枝の位置で切り返し、その切り口に接ぎ木して活着率を調査した。接ぎ木した切り口は、少ない樹で 16、多い樹で 182 箇所であった。なお、台木の切り口の大きさは、切り口の周囲長で表現した。

*現在: 萩農林事務所、**2007 年に登録された渋皮の剥皮性を有するクリ品種

第1表 台木品種の違いによる活着と収量への影響^Z (2012年～2016年)

台木品種	活着率 ^Y (%)	樹冠面積当たり収量 ^X (g/m ²)			
		2013年	2014年	2015年 ^W	2016年
国見	83 a	18	74	287	350 ab ^V
筑波	79 a	14	215	353	460 a
岸根	48 b	10	141	218	203 b
分散分析 ^U	**	n. s.	n. s.	n. s.	**

Z 2012年に穂木品種「ぼろたん」を高接ぎ

Y 活着率は虫の食害等で欠損した穂木を除いて算出

X 樹冠面積当たり収量=収量/樹冠面積

樹冠面積: 東西と南北の樹幅の楕円面積で算出

W 2015年は台風による落穂も収量に含めた推計値

V 同符号間には、Tukeyの多重比較により5%水準で有意差なし

U *は5%、**は1%水準で有意差あり、n. s.は有意差なし

接ぎ木方法については、全て切り接ぎで、樹皮に穂木と同じ幅に切り込みを入れて樹皮を剥ぎ、そこに穂木を差し込んだ。樹皮が厚い部分に接ぎ木をする場合は、樹皮の表面を削り、切り込みを入れた。接ぎ木する穂木の本数は、太い切り口になるほど本数を増やし、切り口の周囲長10cm当たり1本の穂木を接ぐようにした。接ぎ木を行った切り口にトップジンMペーストを塗布し、アルミ箔を貼り付け穂木と一緒に接ぎ木テープで固定した。

活着率は、虫の食害等で欠損した穂木を除いて、6月6日時点の生育している穂木数を接ぎ木本数で除して求めた。接ぎ木年の合計枝長は、落葉後に穂木から発生しているすべての枝の長さを合計した。樹冠面積当たりの収量は、樹の東西と南北の樹幅を長径短径とした楕円の面積を樹冠面積として、樹の収量を樹冠面積で除して求めた。

2 高接ぎ後の管理

1) 摘心処理

接ぎ木翌年の結果母枝を確保するため、接ぎ木した年の6月上旬に穂木から発生した新梢の先端3分の1を切除した摘心処理を行い、落葉後に発生した副梢の本数、副梢の基部径と長さを調査した。また「国見」については、翌年副梢から発生した新梢についている雌花数についても調査した。いずれも、対照として無処理区を設けた。

2) 切返し処理

枝の伸長を促進し、早期樹冠拡大するため、接ぎ木した年を含めて2年目から4年目にかけて落葉後のせん定時に、当年枝の3分の1の長さの先端部分を切除し、落葉後に枝から発生した新梢の本数と最大新梢の長さを調査し、対照として、無処理区を設けた。

3) 台芽の発生

接木後2年目から5年目にかけて、1か月間隔で発生した台芽を除去し、その本数を調査した。

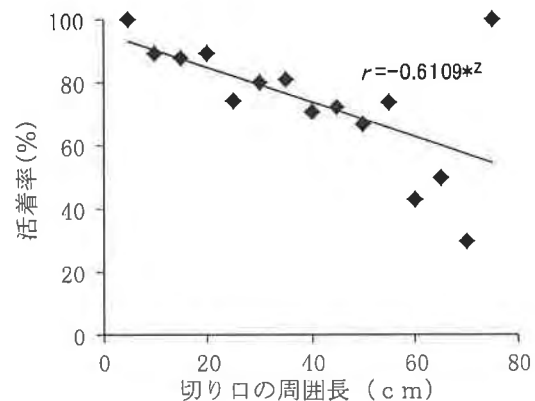
結果

1 台木品種、接ぎ木時期と活着率

台木品種については、「国見」と「筑波」の活着率に差はなかったが、「岸根」の活着率は「国見」「筑波」に比べ低かった。また、樹冠面積当たり収量について、接ぎ木した年を含めて4年目までは、「国見」「筑波」「岸根」に差はなかったが、5年目に「筑波」に比べ「岸根」の収量が低かった(第1表)。

接ぎ木時期については、「国見」「筑波」「岸根」のいずれにおいても、活着率、接ぎ木年の合計枝長ともに3月接ぎ木と4月接ぎ木の間には差はなかった(第2表)。

台木の切り口の大きさについては、接ぎ口の周囲長が大きくなるほど活着率が低下する傾向が認められた(第1図)。



第1図 台木の切り口の周囲長と活着率^Y (2012年)

Z *は危険率5%で有意であることを示す

Y 2012年に穂木品種「ぼろたん」を高接ぎ

第2表 高接ぎ時期の違いによる活着と生育への影響^Z (2012年)

台木品種	処理	活着率 (%)	接ぎ本年の合計枝長 (cm)
国見	3月接木	81	455
	4月接木	85	665
	t検定 ^Y	n. s.	n. s.
筑波	3月接木	89	584
	4月接木	77	653
	t検定	n. s.	n. s.
岸根	3月接木	43	1152
	4月接木	52	599
	t検定	n. s.	n. s.

Z 穂木品種は「ぼろたん」

Y n. s. は有意差なし

第3表 摘心処理の有無と副梢の形質^Z (2013年)

台木品種	処理方法	穂木当たり	平均副梢径	平均副梢長	副梢の雌花数
		副梢本数 (本)	(mm)	(cm)	(個)
国見	摘心処理 ^Y	6	10.5	55.0	3.9
	無処理	7	8.2	41.6	3.2
	t検定 ^Y	n. s.	*	*	n. s.
筑波	摘心処理	7	10.1	52.9	
	無処理	7	8.7	42.0	
	t検定	n. s.	*	*	
岸根	摘心処理	7	10.9	61.6	
	無処理	10	7.3	40.7	
	t検定	n. s.	*	*	

Z 2012年に穂木品種「ぼろたん」を高接ぎ

Y 摘心処理は6月上旬に新梢の先端3分の1を摘心

X *は5%水準で有意差有、n. s. は有意差なし

第4表 前年枝の切り返しの有無による新梢数と最大枝長^Z (2013年~2015年)

処理	新梢数(本)			最大新梢長(cm)		
	2013年	2014年	2015年	2013年	2014年	2015年
切り返し ^Y	7.0	4.4	1.8	67.6	42.1	33.6
無処理	11.8	10.7	7.6	60.1	35.1	31.5
t検定 ^X	*	*	*	*	n. s.	n. s.

Z 2012年に穂木品種「ぼろたん」を台木品種「国見」に高接ぎ

Y 当年枝の先端3分の1を切除

X *は5%水準で有意差有、n. s. は有意差なし

2 高接ぎ後の管理

1) 摘心処理

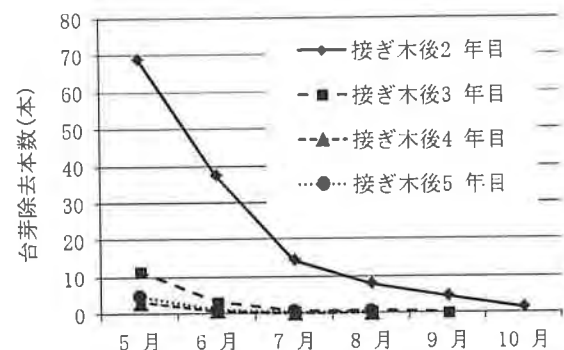
摘心処理した穂木から発生した副梢は、無処理に比べ、基部径が太く長いが、発生した本数や翌年の雌花数に差は認められなかった(第3表)。

2) 切り返し処理

切り返し処理は無処理に比べ、新梢の本数が少なく、最大新梢長が接ぎ木の翌年は長かったが、その次の年以降、差はなかった(第4表)。

3) 台芽の発生

高接ぎ後の台芽の発生については第2図のとおりである。発生時期別には、5月が最も多く、その後減少した。また、接ぎ木後の年数別では、2年目よりも3年目以降が少なくなった。



第2図 高接ぎ後の台芽除去本数^Z (2013年~2016年)
Z 2012年に穂木品種「ぼろたん」を高接ぎ

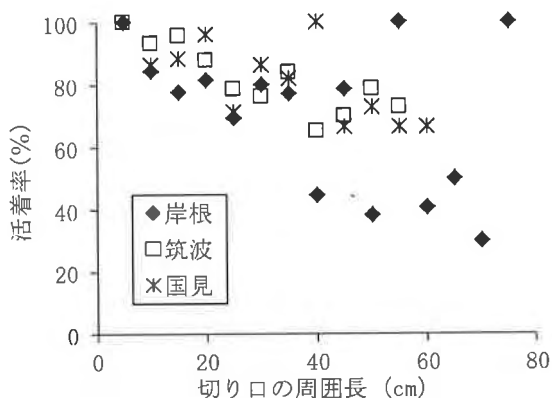
4) 収量の推移

接木をした翌年から果実の収穫は可能となり、台木品種「国見」で樹冠面積当たり 18g/m²の収量となった

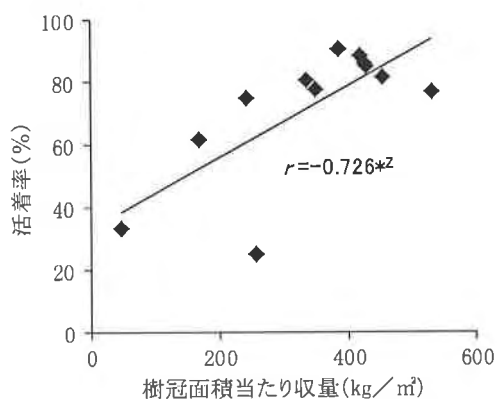
た。収量は接ぎ木後の年数がたつにつれて増加し、接木後5年目には台木品種「筑波」で成木並みの樹冠面積当たり460 g/m²となった(第1表)。

考察

台木品種について、「岸根」が「筑波」「国見」より活着率が低いことについて「岸根」の中で活着率の低かった樹は、低い位置での分岐が少なく、地上から2 m以内で切った際に、大きな切り口ができていたことが活着率の低下した要因の一つと考えられる(第3図)。また、「岸根」の接ぎ木後5年目の樹冠面積当たり収量が低下したことについては、活着の良い樹に対し活着の悪い樹の樹冠面積当たり収量が少ないため、活着率の悪い「岸根」が他の品種より低くなったと考えられる(第4図)。



第3図 品種別切り口の周囲長と活着率^Z(2012年)
Z 2012年に穂木品種「ぼろたん」を接ぎ木



第4図 高接ぎ後5年目の樹冠面積当たり収量と活着率^Y(2012年・2016年)

Z *は危険率5%で有意であることを示す
Y 2012年に穂木品種「ぼろたん」を接木

接ぎ木の時期については、3月接ぎ木と4月接ぎ木では活着率に差がなかったことから、この時期であればいつ接ぎ木しても活着率への影響は少ない。

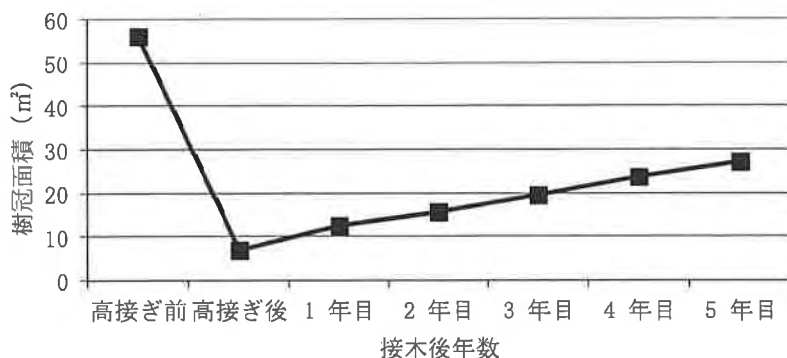
樹を若返らせる技術として、低い位置の太い枝を切り落とす一挙更新のカットバックが有効である(塚本, 1975)ことから、クリの老木を品種更新する際には、なるべく太い枝の部分に接ぐことが良いと考えられる。しかし、台木の切り口の大きさと活着率について調査した結果、切り口が大きくなると活着率が低下することから、5割以上の活着率を維持するためには、周囲長が60 cmまでの枝に接ぎ木をすべきと考えられる。

接ぎ木後の管理として、早期に結実を確保するためには、結果母枝を早期に確保する必要がある。「利平」において、雄花開花10日前から開花期にかけて、新梢の先端3分の1を切除した摘心処理を行うことにより、翌年の雌花の着性が良くなるとしている。そのため、本試験においても同様の手法を活用し、雌花の着性を促進することを試みた。「利平」では、花開花10日前から開花期にかけて新梢の先端3分の1を切除した摘心処理を行うことにより、発生した副梢が結果母枝として利用できるようになり、結果母枝が増えることで、翌年の雌花の着性が良くなる(大崎ら, 2000)ことから、本試験でも同様に行い雌花の着性が促進されるか確認した。摘心することで、基部径が太く長い副梢は発生したが、高接ぎした穂木から発生した枝は、副梢の発生が多く、どちらの副梢も翌年の花芽数にも大きな差は認められなかった。このことから、副梢の発生に摘心は不要で、接ぎ木翌年の結果母枝の確保に対して、摘心は必要ないと考えられる。

一般的に幼木において、樹冠拡大を図る際には、せん定時に当年枝の切り返し処理を行っていることから、樹冠拡大のためこの切り返し処理を試みた。切り返し処理をすることにより、無処理に比べ、接ぎ木翌年の最大新梢長は8 cm程度長くなったが、切り返しの際に切り落とした枝の長さの平均22 cmよりも短いことから、樹冠拡大に有効でないと考えられる。

接ぎ木後に発生する台芽は、発芽とほぼ同じ時期から発生し、発生初期が最も多く、その後秋に向け順次発生が減少していた。また、接ぎ木後の年数では、4年目までは年数が経つに連れて台芽の発生量が減少し、その後一定の発生量が継続すると考えられる。

接ぎ木翌年から開花し結実するが着果数は少なく、その後収量が増加し接木後5年目の収量は一般の成木並みとなっていることから、接木後5年で成園化で



第5図 高接ぎ後の樹冠面積の推移² (2012年)
 2: 2012年に穂木品種「ぼろたん」を接ぎ木

きる可能性があると考えられる。しかし、接木後5年目の樹冠面積は、接ぎ木前より小さくなることから、成園並みの収量を得るためには、樹間に苗木を植え付ける必要がある(第5図)。

塚本実. 1975. クリのカットバック整枝法. 果実日本. 30(12): 62-65.

摘要

クリの品種更新を促進するため、樹齢35年以上の成木に接ぎ木する「高接ぎ」の試験を行った。台木に樹齢38年のクリ「岸根」「筑波」「国見」を使用し、地上2m以下の様々な太さの枝に「ぼろたん」を3月と4月に分けて切り接ぎし、活着率および収量を調査した。また、接ぎ木後の管理として、新梢の摘心による結果母枝の確保、せん定時の当年枝切り返しによる樹冠拡大への効果、台芽の発生量について調査した。

活着率は3月と4月では差がなく、接木する切り口が大きくなるとが低下し、周囲長が60cm以上では5割以下となった。収量は、接木後5年で成木並みとなった。

接木後の管理として、結果母枝の確保に、新梢の摘心は必要なく、樹冠拡大にせん定時の当年枝の切り返しは効果的でなかった。台芽の発生量は、春に多く、夏から秋にかけて少なくなり、接ぎ木後の年数が経つと少なくなった。

引用文献

大崎伸一・益田信篤・北村光康・岩崎守光. 2000. “利平ぐり”の結実安定と裂果対策. 熊本県農業研究センター研究報告第9号: 119-126.

ナシ「なつしずく」における樹体ジョイントによる改良むかで整枝技術の開発

村上 哲一・大崎 美幸・品川 吉延*

Improvement of Centipede Shape Pruning using the Tree Joint Training System on Japanese Pear 'Natsushizuku'

Norikazu MURAKAMI, Miyuki OSAKI and Yoshinobu SHINAGAWA

Abstract: The effect of using a tree joint training system to improve the centipede shape pruning was examined. By setting the interval of the side branches to 25 cm and establishing 4–5 fruits per meter of the side branch, the number of single yields tended to increase to 3 tons in the fourth year after planting. In addition, large fruits of about 300 g could be secured. Since the fruit placement range was from ground level to about 1 m up to the existing shelf plane, the work burden on the arm and shoulder can be reduced.

Key Words: branch method, early-stage fielding, workload, large seedling

キーワード：整枝法、早期成園化、作業性、大苗育苗

緒言

複数本の主枝を有するナシの平棚仕立て栽培(慣行整枝)では、上向き作業による身体的負荷が大きいことや、整枝・剪定に熟練と時間を要すること、成園までに年数を要するなどの問題点がある。そのため、新規参入や規模拡大、改植などを妨げる要因になっている。この問題点を解決する手段として、当センターでは「改良むかで整枝(低樹高一本主枝)」(明田・田中, 2003)を開発し、県内ナシ産地での普及を進めてきた(第1図中段)。

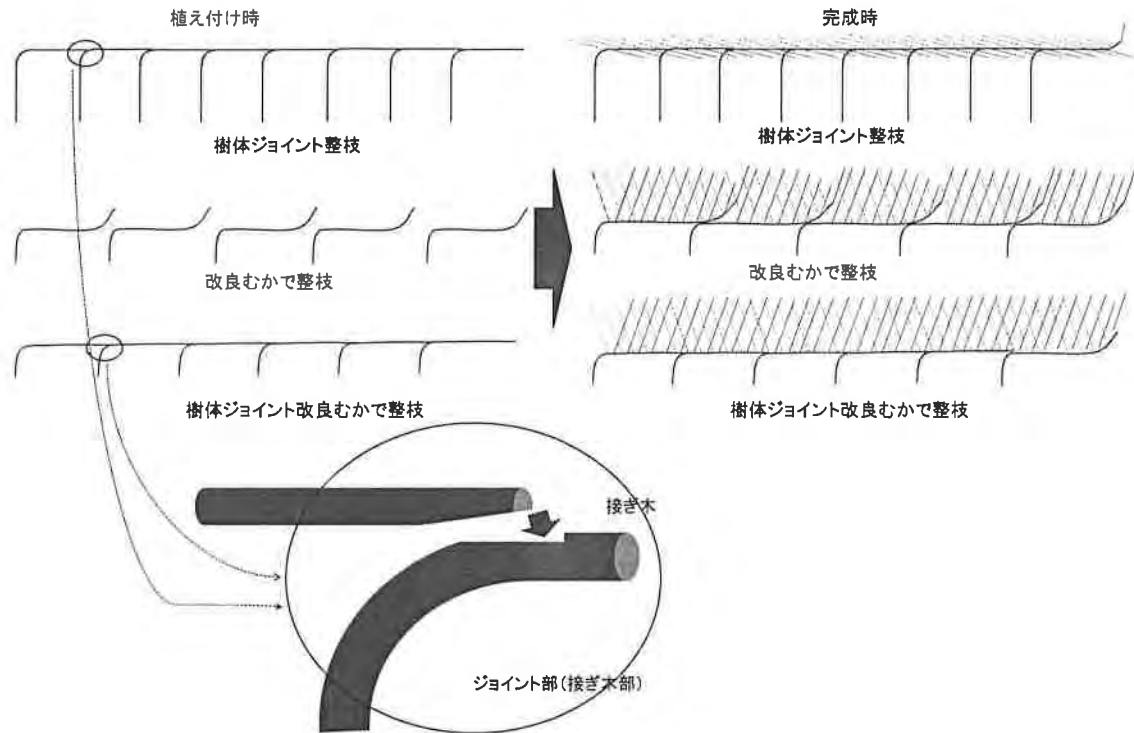
一方、神奈川県で開発された樹体ジョイント仕立て(第1図上段)は、改良むかで整枝と同様な一本主枝の仕立て法であるが、主枝高約160 cmの位置で隣接する樹同士を接ぎ木(ジョイント)することで直線状の集合樹とする仕立て法(柴田・川嶋, 2005)であり、樹勢が平均化する、早期成園化が図られる、管理作業が単純・省力化される等の利点があり、全国的に普及が進んでいる。

改良むかで整枝は、樹体ジョイント仕立てと同様に、一本主枝が同一方向を向くように直線状に連続して樹を植え付けるが、隣接する樹同士は接ぎ木で繋がっておらず独立しているため、主枝先端の数は

植え付けた樹の本数と同数である。そのため、主枝先端のせん定・誘引・摘花・摘果等の管理作業については、慣行整枝と何ら変わることはない。また、樹勢を維持・平均化するため、慣行整枝と同様に改良むかで整枝樹でも主枝の先端を立てて管理するが、樹齢が進むとともに、主枝の先端部と基部との勢力差が大きくなり、主枝基部から発生する側枝の強大化による花芽数の減少、果実品質のバラつきの問題が生じてきた(品川, 2015)。樹齢が進み、樹が成長すれば、主枝先端部は隣接樹の主枝基部と重複するようになる。そのため、果実品質のバラつきの問題に対処すべく、主枝基部の強大な側枝は使わず、重複する隣接樹の主枝先端部から発生する側枝を利用する、あるいは強大な側枝はノコ傷等を入れて勢力を弱めて利用する、ということでの問題への対応は可能である(品川, 2015)。しかしこの方法は、勢力が強くなった主枝基部の側枝を一時的に落ち着かせる効果はあるが、側枝全体の揃いを中長期的に平均化するまでには至らない。

改良むかで整枝における側枝勢力の平均化および主枝先端の管理作業の省力化を図るため、樹体ジョイントによる改良むかで整枝(以下、「樹体ジョイント改良むかで整枝」)(第1図下段)の有効性を検討

*現在：萩農林事務所



第1図 各整枝区の整枝方法(イメージ図)

した。また、早期成園化の効果、着果管理についても検討したところ、一定の知見を得たので報告する。

材料および方法

1 供試材料

1) 樹体ジョイント改良むかで整枝による早期成園化

当センター落葉果樹ほ場において、2011年春にマメナシの台木に「なつしずく」を接ぎ木し、その後2年間育成して、約3.5mの1本主枝の大苗を仕立てた。

育成した2年生大苗は、2013年4月に本圃に植栽し、樹体ジョイント改良むかで整枝、樹体ジョイント整枝、改良むかで整枝の3つの整枝法について、その側枝特性、および収量性について2016年に調査した。樹体ジョイント改良むかで整枝区は、植栽間隔を約2.5m、1ユニット6樹とし、植栽と同時に地上高約0.8mの位置でジョイント接ぎ木を実施した。また、樹体ジョイント整枝区は、植栽間隔を約2m、1ユニット8樹とし、植栽と同時に地上約1.6mの位置でジョイント接ぎ木を実施した。改良むかで整枝区は、植栽間隔を約3m、1ユニット

5樹とした。各区とも3反復とした。

2) 大苗育成試験

当所落葉果樹ほ場において、不織布ポット(グンゼ(株)、Jマスター12L)で育成したマメナシ台に、2013年4月に「なつしずく」を接ぎ木した。培地は真砂土とバーク堆肥を容積比で1:1の割合とし、ポットの2/3を土中に埋設した。施肥は緩効性肥料(山口県果樹一発558)を年間窒素成分量で15g/株施用した。かん水はエバーフローにより適宜行った。

2 調査項目

1) 樹体ジョイント改良むかで整枝による早期成園化

(1) 整枝法と側枝特性及び果実品質、収量性

主枝を先端部、中央部、基部に3等分し、着果部位および花芽の違いによる果実品質(果実重、糖度(Brix)、酸度(pH)、硬度(lbs))を調査した。また、それぞれの部位から発生する側枝の特性(枝齢、側枝基部径、側枝長、発育枝数、花芽数)を調査した。なお、各整枝区とも側枝間隔は約40cm、着果量は側枝1m当たり4~5果とした。

(2) 樹体ジョイント改良むかで整枝における側枝間隔、着果量と収量、果実品質

樹体ジョイント改良むかで整枝区の主枝の片側から発生する側枝の間隔を、約 40 cm、約 25 cmとする 2 つの区を設け、また、側枝 1 m 当たりの着果量を 4~5 果、6~7 果とする 2 つの区を設け、それぞれの組合せにより、収量、果実品質（果実重、糖度(Brix)、酸度(pH)、硬度(lbs)）を調査した。

2) 大苗育成試験

接ぎ木した当年度の 2014 年冬期に主枝を切り返した。切り返す主枝の長さをそれぞれ 125 cm、175 cm、225 cm とする 3 区を設けた。いずれの区も主枝は 1 本とし、1 区 1 樹 6~7 反復で、新梢長、全長を 2015 年秋期に調査した。

結 果

1 樹体ジョイント改良むかで整枝による早期成園化

1) 整枝法と側枝特性及び果実品質、収量性

樹体ジョイント改良むかで整枝区の 6 年生樹（植付後 4 年目）の側枝基部径は、主枝基部で大きくなった。また、側枝から発生する発育枝の本数は、主枝基部で多く、中央部で少なかった。枝齢、側枝長、及び花芽数は、主枝の部位による差は認められ

なかった（第 1 表）。

樹体ジョイント整枝区の 6 年生樹（植付後 4 年目）の短果枝は、主枝基部で多く確保できた。その他の特性は、主枝の部位による差は認められなかった（第 2 表）。

改良むかで整枝区では、側枝の特性は、主枝の部位による差は認められなかった（第 3 表）。

樹体ジョイント改良むかで整枝区の一果重は、主枝基部、中央部で 300 g を超えた。果肉硬度は主枝基部で他の部位に比べやや低くなった。糖度(Brix)、pH は、主枝の部位による差は認められなかった（第 4 表）。花芽別にみると、短果枝で一果重が 330 g と大きくなったが、えき花芽でも 300 g を超える果実が得られた。果肉硬度はえき花芽で低くなった（第 5 表）。

樹体ジョイント整枝区の一果重は、主枝中央部で大きくなった。その他の果実品質は、主枝の部位による差は認められなかった（第 6 表）。花芽による果実品質の差は認められなかった（第 7 表）

改良むかで整枝区の果実品質は、果肉硬度が主枝先端部で他の部位に比べ高くなった（第 8 表）。花芽別にみると、短果枝で一果重、糖度ともに優れていた（第 9 表）。

第 1 表 樹体ジョイント改良むかで整枝における側枝発生部位と側枝特性(2016 年)

側枝発生部位	枝齢 (年)	基部径 ^a (mm)	側枝長 (cm)	発育枝数 (本/枝)	花芽数(/m)	
					短果枝	えき花芽
主枝先端部	3.4±0.8 ^a [5] ^y	10.9±1.7 a [5]	78±45 [5]	0.6±0.8 a b [5]	12.7±6.5 [5]	24.6±3.3 [4]
主枝中央部	3.6±0.8 [9]	11.4±2.3 a [9]	73±35 [9]	0.1±0.3 b [9]	9.6±5.9 [9]	23.9±7.3 [9]
主枝基部	2.8±1.1 [4]	17.1±4.6 b [4]	143±39 [4]	2.5±2.3 a [4]	11.2±3.6 [3]	23.7±3.4 [4]

^a 平均値±標準偏差

^y[]は調査個体数

^{*}Tukeyの多重比較検定により同一文字間に有意差なし

第 2 表 樹体ジョイント整枝における側枝発生部位と側枝特性(2016 年)

側枝発生部位	枝齢 (年)	基部径 (mm)	側枝長 (cm)	発育枝数 (本/枝)	花芽数(/m)	
					短果枝 ^a	えき花芽
主枝先端部	3.6±0.5 ^a [5] ^y	16.9±2.6 [5]	151±36 [5]	3.4±2.6 [5]	4.8±3.3 a [5]	21.2±4.9 [5]
主枝中央部	4.0±0.0 [4]	24.7±6.9 [4]	179±15 [4]	5.8±1.5 [4]	8.9±2.4 a b [4]	22.0±1.5 [4]
主枝基部	2.3±1.5 [7]	22.3±9.3 [7]	169±55 [7]	2.1±4.2 [7]	12.6±3.7 b [3]	10.8±8.9 [7]

^a 平均値±標準偏差

^y[]は調査個体数

^{*}Tukeyの多重比較検定により同一文字間に有意差なし

第 3 表 改良むかで整枝における側枝発生部位と側枝特性(2016 年)

側枝発生部位	枝齢 (年)	側枝基部径 (mm)	側枝長 (cm)	発育枝数 (本/枝)	花芽数(/m)	
					短果枝	えき花芽
主枝先端部	2.7±0.5 ^a [3] ^y	13.0±1.3 [3]	114±12 [3]	1.3±1.9 [3]	6.0±3.3 [3]	24.8±2.6 [3]
主枝中央部	2.6±0.7 [7]	15.1±3.7 [7]	101±39 [7]	2.0±2.2 [7]	2.9±3.5 [7]	15.7±8.4 [7]
主枝基部	2.5±1.1 [16]	20.6±5.5 [16]	171±52 [16]	2.9±3.9 [16]	6.0±4.7 [12]	12.5±8.5 [16]

^a 平均値±標準偏差

^y[]は調査個体数

^{*}Tukeyの多重比較検定により同一文字間に有意差なし

第4表 樹体ジョイント改良むかで整枝における部位別果実品質(2016年)

側枝発生部位	一果重 ¹⁾ (g)	糖度 (Brix)	pH	果肉硬度 ²⁾ (lbs)
主枝先端部	288±17 ^a [10] ³⁾	13.1±0.1 [5]	5.3±0.0 [5]	4.9±0.1 a [8]
主枝中央部	326±12 b [10]	13.2±0.2 [5]	5.3±0.0 [5]	4.8±0.1 a [8]
主枝基部	335±16 b [10]	13.0±0.1 [5]	5.2±0.0 [5]	4.6±0.1 b [8]

¹⁾平均値±標準偏差

²⁾[]は調査個体数

³⁾Tukeyの多重比較検定により同一文字間に有意差なし

第5表 樹体ジョイント改良むかで整枝における花芽別果実品質(2016年)

花芽	一果重 ¹⁾ (g)	糖度 (Brix)	pH	果肉硬度 ²⁾ (lbs)
短果枝	330±10 ^a [10] ³⁾	13.2±0.2 [10]	5.3±0.0 [10]	4.9±0.1 [10]
えき花芽	311±7 [10]	13.1±0.1 [10]	5.3±0.0 [10]	4.5±0.1 [10]
有意差	**	n.s.	n.s.	**

¹⁾平均値±標準偏差

²⁾[]は調査個体数

³⁾検定により**1%水準で有意差あり

第6表 樹体ジョイント改良むかで整枝における部位別果実品質(2016年)

側枝発生部位	一果重 ¹⁾ (g)	糖度 (Brix)	pH	果肉硬度 ²⁾ (lbs)
主枝先端部	288±17 ^a b [10] ³⁾	12.2±0.3 [5]	5.2±0.04 [5]	4.8±0.7 [8]
主枝中央部	317±18 a [10]	12.2±0.1 [5]	5.3±0.04 [5]	4.5±0.2 [8]
主枝基部	284±34 b [10]	12.1±0.1 [4]	5.3±0.05 [4]	4.3±0.2 [8]

¹⁾平均値±標準偏差

²⁾[]は調査個体数

³⁾Tukeyの多重比較検定により同一文字間に有意差なし

第7表 樹体ジョイント改良むかで整枝における花芽別果実品質(2016年)

花芽	一果重 ¹⁾ (g)	糖度 (Brix)	pH	果肉硬度 ²⁾ (lbs)
短果枝	305±12 ^a [10] ³⁾	12.1±0.1 [8]	5.3±0.1 [8]	4.7±0.2 [10]
えき花芽	208±33 [10]	12.1±0.5 [8]	5.2±0.1 [8]	4.4±0.2 [10]

¹⁾平均値±標準偏差

²⁾[]は調査個体数

6年生樹(植付後4年目)の10a当たり収量は、樹体ジョイント改良むかで整枝区、樹体ジョイント整枝区、いずれも2tを超えた(第10表)。

2) 樹体ジョイント改良むかで整枝樹における側枝間隔、着果量と収量、果実品質

10a当たり収量は、側枝1mあたりの着果量にかかわらず、側枝間隔が25cmの区で多くなる傾向が見られた。一果重は、側枝間隔にかかわらず、1m当たり着果量4~5果の区で300gを超える傾向が見られた。その他の果実品質では、区による差は認められなかった(第11表)。

2 大苗育苗試験

1年生苗を225cmの位置で切り返すと、2年目の苗木は、全長が約3.5mまで生長した。切返し程度を強くすると、長い新梢が発生するが、全長は短くなった(第12表)。

第11表 樹体ジョイント改良むかで整枝における側枝間隔、着果量と収量、果実品質(2016年)

側枝間隔 (片側)	着果量 (1m当たり)	収量 (t/10a)	一果重 ¹⁾ (g)	糖度 (Brix)	酸度 (pH)	果肉硬度 (lbs)
約40cm	4~5果	2.2±0.5 ²⁾ [3] ³⁾	317±37 a [30]	12.7±0.64 [30]	5.3±0.13 [30]	5.2±0.62 [30]
約25cm	4~5果	2.9±0.6 [3]	308±36 ab [28]	12.8±0.46 [28]	5.2±0.12 [28]	5.2±0.73 [28]
約40cm	6~7果	2.5±0.6 [3]	298±52 ab [27]	12.7±0.70 [27]	5.3±0.11 [27]	5.3±0.70 [27]
約25cm	6~7果	2.9±0.1 [3]	286±48 b [30]	12.9±0.55 [30]	5.2±0.14 [30]	5.1±0.56 [30]

¹⁾平均値±標準偏差

²⁾[]は調査個体数

³⁾Tukeyの多重比較検定により同一文字間に有意差なし

第8表 改良むかで整枝における部位別果実品質(2016年)

側枝発生部位	一果重 ¹⁾ (g)	糖度 (Brix)	pH	果肉硬度 ²⁾ (lbs)
主枝先端部	297±48 ^a [10] ³⁾	12.1±0.3 [5]	5.3±0.1 [5]	5.3±0.3 a [8]
主枝中央部	301±22 [10]	12.4±0.3 [5]	5.3±0.3 [5]	4.8±0.3 b [8]
主枝基部	278±27 [10]	12.3±0.8 [5]	5.3±0.1 [5]	4.6±0.3 b [8]

¹⁾平均値±標準偏差

²⁾[]は調査個体数

³⁾Tukeyの多重比較検定により同一文字間に有意差なし

第9表 改良むかで整枝における花芽別果実品質(2016年)

花芽	一果重 ¹⁾ (g)	糖度 (Brix)	pH	果肉硬度 ²⁾ (lbs)
短果枝	307±23 ^a [10] ³⁾	12.5±0.3 [8]	5.3±0.1 [8]	5.1±0.2 [10]
えき花芽	277±20 [10]	11.9±0.6 [8]	5.3±0.1 [8]	4.9±0.3 [10]
有意差	**	*	n.s.	n.s.

¹⁾平均値±標準偏差

²⁾[]は調査個体数

³⁾検定により**1%水準、*5%水準で有意差あり

第10表 整枝法と収量¹⁾(2016年)

	収量 (t/10a)
樹体ジョイント改良むかで整枝	2.2±0.54 ²⁾ [3] ³⁾
樹体ジョイント整枝	2.0±0.65 [3]
改良むかで整枝	1.8±0.08 [3]

¹⁾1ユニット(約20~25m²)の収量を10aあたりの収量に換算した

²⁾平均値±標準偏差

³⁾[]は調査個体数

第12表 1年生苗の切返し程度と2年目の苗木長(2014年)

切返し程度 ¹⁾	新梢長(cm) ²⁾	全長(cm)
125cm(強)	157±28 ^a [7] ³⁾	299±24 b [7]
175cm(中)	134±18 ab [6]	327±20 ab [6]
225cm(弱)	111±9 b [7]	351±10 a [7]

¹⁾1年生苗を冬期のせん定時に所定の長さに切返した

²⁾平均値±標準偏差

³⁾[]は調査個体数

⁴⁾Tukeyの多重比較検定により同一文字間に有意差なし

考 察

1 樹体ジョイント改良むかで整枝による早期成園化

1) 整枝法と側枝特性及び果実品質、収量性

(1) 側枝特性

樹体ジョイント改良むかで整枝では、側枝発生部位別の側枝基部径と發育枝本数で差があり、主枝基部から発生する側枝ほど太く、そして途中から伸び出す發育枝は多くなった。また、有意な差はなかったものの、主枝基部から発生する側枝は、他の部位よりも2倍程度に長くなる傾向が見られた。主枝基部から発生する側枝は長大であるが、主枝先端部に

行くほど短く細い側枝となり、側枝の勢力としては不揃いとなり、現時点では、ねらいとする側枝の基部径と長さが、主枝のどの部位でも揃う、いわゆる「側枝勢力の平均化」効果を得ることはできなかった。しかし、翌年の着果につながる花芽は、どの部位でも短果枝、えき花芽とも十分確保できるので、剪定時の花芽選別の手間は省くことができる。

一方、樹体ジョイント整枝、改良むかで整枝における側枝基部径、側枝長、発育枝数は、側枝発生部位により差はみられなかった。また、側枝基部径、側枝長を樹体ジョイント改良むかで整枝のそれらと比較しても、太く、長くなり、側枝勢力としては揃っていた。

主枝同士をジョイントすることにより側枝の勢力は平均化するはずだが、今回の試験では、樹体ジョイント改良むかで整枝では側枝基部径で差が見られ、勢力の平均化はみられなかった。これは、樹体ジョイント改良むかで整枝の植栽間隔（主枝長）が2.5 mであり、樹体ジョイント整枝の2 mより広めにしたことが一因かもしれない。今回の試験では、樹齢が若かったことから側枝の更新は行わなかったが、強くなりやすい基部の側枝については、早めに更新する、あるいは予備枝を使い勢力を落ち着かせるといった対策をとれば、側枝勢力の平均化が進むのではないかと考える。

(2) 果実品質及び収量

一果重については、樹体ジョイント改良むかで整枝では、側枝基部径と比例する傾向が見られ、側枝基部径が大きいと一果重も大きくなった。勢力の良い側枝には、商品価値が高い大玉果実が成ると言える。

果肉硬度が整枝法、側枝発生部位で一部に有意な差が見られたが、その理由については判然としなかった。

花芽別の果実品質では、短果枝で一果重が大きくなる傾向がみられた。「なつしずく」は、短果枝着生は中程度、えき花芽着生は少ない（齋藤ら、2009）ため、短果枝に積極的に着果させることが大玉果実生産につながると言える。

収量については、区による差はなかったものの、樹体ジョイント改良むかで整枝と樹体ジョイント整枝が、植付け4年目で10 a当たり2 tを超えた。改良むかで整枝が10 a当たり2 tを下回ったのは、樹齢が若く、主枝の先端が隣の樹まで達しておらず、

樹冠が未完成であることが原因と思われる。

(3) 植栽間隔とコスト削減効果

一般的な樹体ジョイント整枝の植栽間隔は、1.5 mから2 mとされているが、今回の試験では、樹体ジョイント改良むかで整枝の植栽間隔を2.5 mとした。3.5 mの大苗を、地上高1 m程度のところで曲げ、主枝を取れば、主枝の長さは最大2.5 mとなるためである。主枝の長さ、すなわち植栽間隔を2.5 mとすると、10 a当たりの植栽本数は約160本となり、苗木代は樹体ジョイント整枝の約8割に抑えることができ、苗木代や大苗育成資材費の削減、苗木育成労力やジョイント接ぎ木の労力軽減につながると考える。

2) 樹体ジョイント改良むかで整枝樹における側枝間隔、着果量と収量、果実品質

収量については、樹によるバラつきがあり有意差はなかったが、側枝間隔を25 cmとすると植栽4年目で単収約3 tと多くなる傾向がみられた。また、1 m当たりの着果量を4~5果とすると、一果重は300 gを超え大きくなる傾向が見られた。

樹体ジョイント整枝では、側枝は平棚に平面的に配置されるため、棚面積は土地面積と等しいが、樹体ジョイント改良むかで整枝の場合、側枝は主枝の位置から仰角約45度で改良むかで整枝用の専用棚に立体的に配置される。そのため専用棚の面積は、土地面積の約1.5倍となる（データ略）ため、樹体ジョイント改良むかで整枝は、収量面で有利になると考えられる。

3) 整枝法と作業性

片野ら（2014）は、樹体ジョイント整枝の主枝高の違いが作業性に及ぼす影響を調査している。通常160 cm高より低い位置（60 cm、120 cm）の主枝の方が、摘果作業において肘が肩より上になる時間が少なくなり、作業負担が小さくなったと報告している。本試験において、樹体ジョイント改良むかで整枝の摘果、袋掛けの作業性について検討したところ、片野らと同様な結果となった（データ省略）。

そのため、樹体ジョイント改良むかで整枝は、樹体ジョイント整枝に比べ、作業負担が小さい整枝法と考えられる。

2 大苗育成試験

柴田（2011）は、「幸水」を使った試験で、1年生苗を1.2 mの位置で切り返すことにより3.3 mの大苗を育成できることを明らかにしている。また、

明田 (2010) は、「幸水」、「豊水」を使った試験で、1 年生苗を弱めに切返すことで 4 m 以上の大苗を育成できるとしている。

今回の「なつしずく」を使った試験では、樹体ジョイント改良むかで整枝の植栽間隔を 2.5 m に設定したため、その場合、全長が 3.5 m 以上の大苗が必要となる。1 年生苗を強めの 125 cm の位置で切り返した場合、全長は 3 m にとどまったが、弱めの 225 cm の位置で切り返すと、全長 3.5 m 程度の大苗が得られる。

摘 要

「なつしずく」におけるナシ改良むかで整枝に樹体ジョイントを取り入れた、樹体ジョイント改良むかで整枝の実用性を検討した。その結果、主枝の基部から発生する側枝は、太く、長くなる傾向があるが、一果重が大きい果実が成る。また、短果枝により大きな果実が成る。側枝間隔 25 cm、側枝 1 m 当たり 4~5 果着果させることで、植栽後 4 年目で単収約 3 t と多くなる傾向が見られ、また、300 g 程度の大玉が確保できる。1 年生苗を弱めに切り返し 3.5 m の大苗を育成し、樹間 2.5 m、列間 3 m で植え付けることにより、10 a 当たりの植栽本数は約 160 本となり、苗木代の節約につながる。着果位置が地上高約 1 m から概ね既存の棚面までの範囲となることから、腕や肩への作業負担が小さくなる。が地上高約 1 m から概ね既存の棚面までの範囲となることから、腕や肩への作業負担が小さくなる。

引用文献

- 明田郁夫・田中守. 2003. ニホンナシ「豊水」の整枝法が果実収量、品質及び作業性に及ぼす影響. 園学雑 72 別 2. 118.
- 明田郁夫. 2010. 改良むかで整枝 (低樹高一本主枝). 農業技術体系果樹編 3 (ナシ、西洋ナシ). 基本技術編 204 の 28-204 の 35.
- 片野敏夫・島田智人・須賀昭雄. 2014. ナシジョイント仕立てにおける主枝高の違いが収量・果実品質・作業性に及ぼす影響. 埼玉農総研報 (13) : 52-55.

- 齋藤寿広・壽和夫・阿部和幸・澤村豊・佐藤義彦・寺井理治・正田守幸・高田教臣・西端豊英・栗原昭夫・平林利郎・佐藤明彦・樺村芳記・小園照雄・福田博之・木原武士・鈴木勝征・内田誠. 2009. ニホンナシ新品種「なつしずく」. 果樹研報 第 9 号 : 13
- 柴田健一郎・川嶋幸喜. 2005. 樹木の樹体ジョイント仕立て法. 特許第 4895249 号
- 柴田健一郎. 2011. 樹体ジョイント栽培法. 農業技術体系果樹編 3 (ナシ、西洋ナシ). 基本技術編 306 の 33 の 1 の 2-306 の 33 の 1 の 8
- 品川吉延. 2015. ナシ改良むかで整枝における樹勢調節. 山口農林総技セ試験成果発表会要旨. 45-46.
- 山口県農業試験場. 2007. 新整枝法 ナシ改良むかで整枝マニュアル. 26.

小規模経営で実現可能なイチゴ高位生産体系の確立

鶴山 浄真・鹿嶋 英一郎*・松嶋 匡史**

Establishment of a Long- and High-Yielding Strawberry Production System for Small-Scale Greenhouse Farms

Johshin TSURUYAMA, Eiichirou KASHIMA and Tadashi MATSUSHIMA

Abstract: A long- and high-yielding strawberry production system was established for small- scale greenhouse farms, consisting of a plant growing structure (high density planting system) and growing techniques (local temperature control of the crown portion and direct planting technique of 'Kaorino' strawberry). High-yielding strawberry (10 t/10 a) was harvested at 10 months and was produced under two types of high density planting systems with temperature control devices operated through a boiler or heat pump, respectively. Estimation of income and expenditure based on 10 a(1000m²) scale farming according to the self-pay costs of all growing facilities showed that the conventional growing system was unprofitable, whereas use of the two production systems could bring in 3 million or 1.5 million yen per year. Consequently, adoption of a long- and high-yielding strawberry production system with a temperature control device operated with a boiler is considered to be effective and profitable.

Key Words: strawberry, direct planting, high density planting system, small-scale farms, local temperature control of crown portion

キーワード: イチゴ, クラウン部局所温度制御, 子苗直接定植, 小規模経営, 多植栽培システム

緒 言

日本の生食イチゴはスイーツをはじめとした国内需要が堅調であり、果実品質が海外から高く評価されていることから輸出も期待される品目である。しかし、イチゴ産地は生産農家の高齢化や担い手不足等の理由で脆弱化・縮小化が進んでおり、1970年代に12,000 haのピークを向かえた産地面積は、2015年には4,530 haまで減少*している。本県においても、1960年代に始まったイチゴのハウス促成栽培は1980年をピークに(全農共販面積120 ha: 山口の園芸, 2003)、2002年

度は50 haまで縮小し、更にその後10年間で半減している。

イチゴ栽培の生産性向上を目指して、新品種や栽培技術開発が各地で絶えず進められており、全国の年間イチゴ生産量は、ピーク時から産地面積が減少する中でも約20万tの年間生産量が長い間維持されてきたが、2004年以降は減少が続いている(2014年は15万t)。このような状況を打破すべく、現行単収3t/10a(全国平均)を10t/10aまで高める次世代施設園芸として、大規模な太陽光利用型植物工場での高度環境制御技術導入による周年生産実証(2011年)が展開さ

*株式会社サンポリ **株式会社瀬戸内ジャムズガーデン

れている。次世代施設園芸の高位生産性に採算性が見込めるものであるが、本県イチゴ産地の中心となる小規模経営（1戸当たり栽培面積は全国平均 19 a、山口県平均は 11 a^{*}）の生産農家が、家族経営の延長線上で導入できるものではない。

そこで本研究では、イチゴの小規模経営を前提として、以下に示す3つの技術要素で高位生産体系を組み立て、長期多収生産と収益性向上を実証したので報告する。

1 イチゴ多植栽培システム

かがみ姿勢での作業が中心となるイチゴ地床栽培に対して、立ち姿勢となる高設栽培では作業負担が半分程度に減少する（宮寄・片岡，2004）。1990年代後半より、公設試や民間メーカーが多くの高設栽培システムを開発・商品化し、本県も㈱サンポリ（山口県防府市）と、再生加工プラスチック素材で構成する「らくラック」システムを1999年に共同開発している。2017年現在、本システムを中心とする高設栽培システムが、本県イチゴ産地では6割以上の面積を占めている（山口県調べ，2016）。

高設栽培システムの多くは、生産現場への導入・普及促進を優先し、導入コスト削減を重視して開発されたものであり（松田，2000）、システム導入が必ずしも生産性向上には結びついてはいない。その理由として、高設栽培システムではイチゴ株が管理者の胴体と同程度の高さにあるため、通路幅を十分に確保する必要があり、栽培ハウスのイチゴ栽植密度が地床栽培の同程度以下であることが挙げられる（鶴山・日高ら，2011）。また、高設栽培システムの培地温度は、ハウス内気温の影響を受けやすいため（中島，2001）、冬期の培地温度を維持するための暖房ランニングコストの増大が挙げられる。

イチゴ高設栽培システムの生産性向上を目的として、山口県農林総合技術センターと㈱サンポリは、一般的な高設栽培システムの栽培方式を変更することなく、栽培ベンチが横移動してハウスの栽培面積占有率

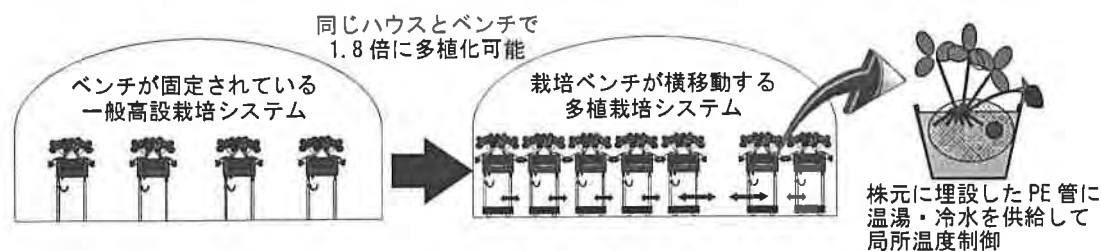
を最大 1.8 倍まで高める多植栽培システムを共同開発した（鶴山ら，2011；第1図）。更に、宇部工業高等専門学校が実施した構造計算結果を基に、栽培ベンチの移動部骨材を極限まで軽量化して低コスト化を実現しつつ、十分な安全性を確保する改良を施した（第2図）。

2 イチゴのクラウン部局所温度制御技術

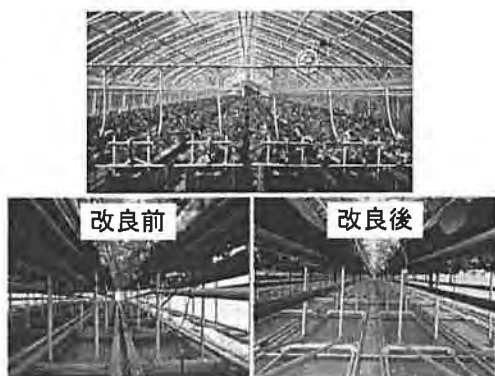
イチゴが高単価で取引される冬期に安定収量を得るには、草勢を矮化させず維持することが重要である。このため、生産農家は暖房機でハウス内を8～10℃以上となるよう加温しているが、燃油価格の上昇が経営コスト増大に直結している。同時に、気候温暖化などが影響し、花芽分化遅延による収穫開始時期の遅れや収穫の中休み期間の拡大が問題とされ、近年のイチゴ経営は不安定なものとなっている。そこで、イチゴ栽培における安定生産・省エネルギー暖房技術として、クラウン部局所温度制御技術が開発された（沖村・曾根ら，2007）。生長点が集中するクラウン部（第3図）を、夏期高温時は冷却、冬期低温時は加温することで、収穫期間の長期化と草勢維持効果を得るものである。イチゴの花芽分化にクラウン部温度が大きく影響する（壇ら，2007）ことを活用し、ヒートポンプで冷水供給する夏秋イチゴ栽培（沖村ら，2009）（高橋・高野，2011）と電熱線で局所加温を簡易に行う促成イチゴ栽培（佐藤・北島，2010）（鶴山ら，2010）が実用化されている。

3 品種「かおり野」の子苗直接定植技術

ハウス促成栽培で年内収穫を得るため、イチゴ生産農家は育苗専用ハウスを保有し（第4図）、夏期の育苗期間に病虫害発生を防ぎつつ体内窒素レベルを下げ、花芽分化を促進する細やかな管理を実施する必要がある。本県の慣行品種「とよのか」は、育苗管理期間が約100日と長く、夏期高温時の管理作業は生産農家の大きな負担となっていた。



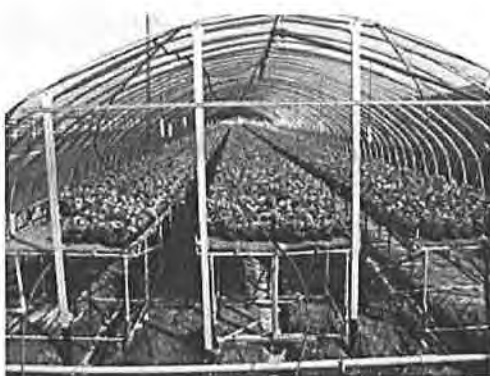
第1図 一般高設栽培システム（左）と多植栽培システム（右）の概要



第2図 多植栽培システムの外観(上)と改良前後の移動部(下)



第3図 イチゴの株元クラウン部(矢印部分)



第4図 イチゴの育苗専用ハウス

この課題を解決するため、極早生性と炭そ病抵抗性を有する「かおり野(三重県育成:品種登録第19529号)」の花芽分化特性を活用して、親株から切り離れた花芽未分化苗を本ばに直接定植する子苗直接定植技術を確立した(鶴山ら, 2017; 鶴山, 2017)。本技術では、専用育苗ハウスと育苗管理作業が不要となることに加え、苗ポットの大きさが慣行9 cmに対して6 cmまで小型化できるため、定植作業も削減できる。

※ 2015年農林業センサスより

注 本研究は、農研機構生物系特定産業技術研究支援センター「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的

技術展開事業(うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立)」における研究課題「栽培リノベーションと6次産業化による攻めのイチゴ生産実証」で実施した。なお、内容の一部は2016年園芸学会秋季大会で発表した(鶴山・鹿嶋, 2016)。

注 本稿の一部は、一般社団法人農業電化協会が主催する第53回農業電化研究会における著者講演要旨として用いた。

材料および方法

1 イチゴ高位生産体系の組み立て

高位生産体系を構成する要素技術をハート要素とソフト要素に分けて第1表に示す。本体系は、多植栽培システムによる栽植密度向上、クラウン部局所温度制御技術による収穫期間拡大と冷暖房の省エネルギー効果、および品種「かおり野」の小苗直接定植技術による労力削減効果の相乗効果を得て、高収益を目指すものである。

多植栽培システムにクラウン部局所温度制御技術を組み入れ、株元クラウン部(第3図)直下にポリエチレンパイプを埋設する構造とし、ヒートポンプ(スクロールチラーユニットRHUP75A2, 日立製作所)で冷水・温湯を供給する仕様と、灯油燃焼式の温湯ボイラ(ショウオンボイラSHB-310S1K, ネポン株式会社)で温湯を供給する仕様を試作した。

2 高位生産体系のセンター内実証試験

山口県農林総合技術センターにおいて、2014年および2015年にイチゴ高位生産体系の実証試験を行った。同規模ハウス3棟を用い、うち2棟(1.3a)に多植栽培システムを導入し、それぞれヒートポンプ仕様と温湯ボイラ仕様として高生産体系ハウスとした。残り1棟(1.6a)に、一般高設栽培システムを導入し、慣行生産体系ハウスとした。

品種「かおり野」を供試し、高位生産体系では6 cm黒ポリポットに7月中旬に鉢受けし、8月上旬に切り離して本ば定植する子苗直接定植を行った。慣行生産体系では、8月中旬より9月中旬まで9 cm黒ポリポットで育苗管理を行った。

高位生産体系のハウス内温度制御には温風暖房機は用いず、ヒートポンプ仕様では株元培地温度が通年で15℃以上25℃以下となるよう冷水および温湯を供給し、温湯ボイラ仕様では株元培地温度が冬期に15℃以上となるよう温湯を供給した。慣行生産体系のハウス

第1表 イチゴの高位生産体系を構成する要素技術

体系	項目	技術内容
高位生産体系	ハード	多植栽培システム, 栽植密度: 12,600株/10a
	ソフト	省力育苗技術(子苗直接定植技術) ・6cm黒ポリポットに鉢受けした子苗を, 本ぼに直接定植 2014年作: 7/15鉢受け- 8/1切り離し後定植 2015年作: 7/15鉢受け- 8/17切り離し後定植
慣行生産体系	ハード	一般高設栽培システム, 栽植密度: 7,000株/10a
	ソフト	本ぼ環境制御技術 ・9月中旬まで栽培ハウスに高機能遮光資材展張 ・クラウン部局所温度制御(温風暖房なし) ヒートポンプ仕様: 通年でクラウン部を15℃~25℃の範囲に制御 温湯ボイラ仕様: 冬季にクラウン部を15℃以上となるよう加温 ・CO ₂ 施用: 燃焼式施用器でハウス内を1000~1500ppm維持(12月-2月)
慣行生産体系	ハード	慣行育苗技術 ・9cm黒ポリポット苗を育苗管理し, 花芽分化確認後に本ぼ定植 2014年作: 7/29鉢受け-8/14より育苗-9/14本ぼ定植
	ソフト	本ぼ環境制御技術 ・温風暖房機でハウス内全体が8℃以上となるよう加温 ・CO ₂ 施用: 無し

内温度制御は、温風暖房機でハウス内気温が冬期に8℃以上となるよう加温した。両体系とも本県基準量の緩効性肥料を基肥施用し(3.5 gN/株)、3月以降は0.1 gN/株/月で追肥した。

栽培期間中の各ハウスにおける気温及び株元培地温を計測するとともに、定植株の頂果房頂花の開花日及び収量を1区25株4反復として調査した。各ハウスの温度制御に要したエネルギー(ヒートポンプ用電力、温湯暖房用燃油、温風暖房用燃油)使用量を電力計および油量計で計測した。

本実証で得た各生産体系の収量、施設導入費および冷暖房エネルギー使用量をもとに、10a規模と30a規模での経営収支を試算した。

3 高位生産体系の現地経営実証

本研究で実現するイチゴ高位生産体系は、これまでのイチゴ栽培で不可欠であった育苗施設・管理が不要となり、小規模経営から高位生産性を発揮するものであるため、新規栽培者にとっても導入しやすいものとなる。そこで、県内の6次産業化経営体にイチゴ高位生産体系を試験導入し、2014年および2015年に現地経営実証を行った。



第5図 (株)瀬戸内ジャムズガーデンの店舗外観

(1) 実証経営体

(株)瀬戸内ジャムズガーデンは、瀬戸内海西端に位置する周防大島でカフェ併設のジャム工房を経営している(第5図)。同社は、地元の柑橘生産農家と連携して年間130種類以上のジャム・マーマレードを生産・販売するとともに、地元で入手できない素材を自ら生産する6次産業化を展開している。

(2) 実証内容

(株)瀬戸内ジャムズガーデンが所有するパイプハウス(3a)に多植栽培システム(ヒートポンプ仕様)を導入し、イチゴ高位生産体系の実証栽培を行った(第6図)。品種「かおり野」の育苗管理、栽培管理およびハウス温度制御は、同年のセンター内実証試験方法(ヒートポンプ仕様)に準じた。

本実証で同社は、ジャム素材となるイチゴ高位生産に取り組みつつ、収穫期間の長期化を踏まえ、多くの新たなジャム・スイーツを製品化し新たな需要の拡大に取り組んだ。



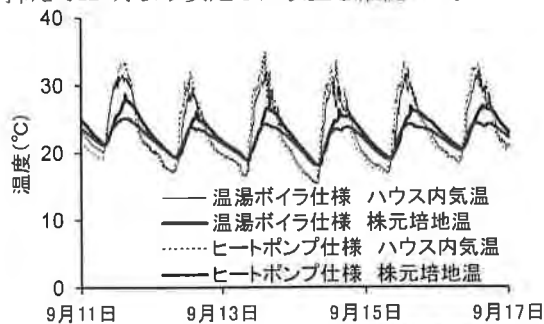
第6図 実証栽培ハウス外観

結果

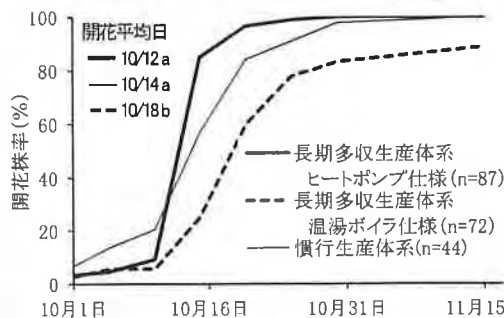
1 高位生産体系のセンター内実証試験

高位生産体系の試験ハウス2棟の9月上旬における気温および株元培地温度を第7図に示す。イチゴの花芽分化時期となるこの時期に、ハウス内気温は30℃近くまで上昇し、株元培地温度が温湯ボイラ仕様で30℃近くまで上昇したのに対し、ヒートポンプ仕様では株元への冷水供給で設定した25℃以下を維持した。花芽分化のための育苗管理を行う慣行生産体系では、「かおり野」の開花平均日が10月14日であった(第8図)。これに対し、高位生産体系の温湯ボイラ仕様では開花平均日が10月18日とやや遅れ、1割以上の株で大幅に開花が遅れた。一方、ヒートポンプ仕様での開花平均日は10月12日で慣行生産体系と同等であり、且つ、開花揃いは慣行生産体系より優れていた。

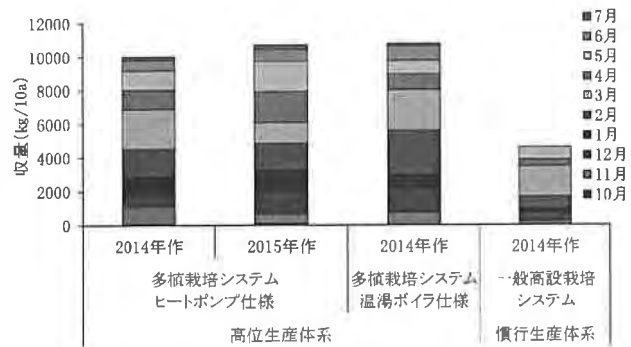
慣行生産体系ハウスでは、11月より翌年5月末までを収穫期間として単収4.6 t/10 aを得たのに対し、高位生産体系の両仕様ハウスでは、10月下旬より翌年7月まで収穫が継続し、慣行生産体系の2倍以上の10 t/10 aを超える高単収を得た(第9図)。2014年作のヒートポンプ仕様は、温湯ボイラ仕様に対して11月極早期収量が増加したが12月収量が少なかったことから、2015年作のヒートポンプ仕様では、子苗直接定植時期を半月遅らせ、2014年作よりも極早期収量を抑えて12月より安定した収量を継続した。



第7図 高位生産体系ハウスの温度環境(2014年)



第8図 各ハウスにおける頂果房頂果の開花(2014年)
※開花平均日の異なるアルファベットは危険率1%で有意差有 (Tukey-Kramerの方法)



第9図 高位生産体系と慣行生産体系の月別収量(2014年及び2015年)

各ハウスの温度制御に要したエネルギーコストは、単位面積当たりでは慣行生産体系が最も安くなるが、株当たりおよび収穫物当たりでは高位生産体系の温湯ボイラ仕様が最も安くなり、収穫物当たりでは慣行生産体系の約半額となった(第2表)。

慣行生産体系の経営試算(経営費全ての自己負担を前提とする)では、10 a規模と30 a規模のいずれにおいても、採算割れとなる厳しい結果となった。これに対し、高位生産体系では多植栽培システムに関連する設備投資が増加するが、「かおり野」の子苗直接定植技術による育苗専用施設の設備投資を削減でき、10 a当たりの年減価償却費は慣行生産体系に対して、温湯ボイラ仕様で約60万円、ヒートポンプ仕様で約150万円増加した(第3表)。また、栽植密度増加に伴う資材費、雇用労賃および光熱費が増加した。高位生産体系のこれら経営費計は、慣行生産体系に対して温湯ボイラ仕様で10 a当たり約300万円/年、ヒートポンプ仕様で約400万円/年の増加となったが、10 t/10 aを超える高単収で得られる粗収益を踏まえると、温湯ボイラ仕様で10 a当たり約300万円、ヒートポンプ仕様で約150万円の農業所得が得られると算出した。一方、高位生産体系での30 a規模経営は、10 a規模経営に対し、経営費に占める雇用労賃の割合が大幅に増大した。これを踏まえた高位生産体系の農業所得は、温湯ボイラ仕様では約580万円/30 aまで増加したのに対し、ヒートポンプ仕様では約30万円/30 aの増加に止まった。

2 高位生産体系の現地経営実証

(株)瀬戸内ジャムズガーデンでは初めてのイチゴ栽培であったが、子苗直接定植から開始した高位生産体系での栽培は順調に推移し、センター内実証試験と同程度の高単収を実現した(2014年単収: 8,930 kg/10

第2表 高位生産体系と慣行生産体系の冷暖房エネルギーコスト (2014年および2015年)

体系	投入エネルギー ^z (ハウス当たり)	収量 ^z (kg/10a)	エネルギーコスト ^y			
			面積当たり (万円/10a)	株当たり (円/株)	収穫物当たり (円/kg)	
高位生産体系	多植栽培システム ・ヒートポンプ仕様(2014)	暖房電力:4,184kwh 冷房電力:3,384kwh	10,016	113	90	113
	・ヒートポンプ仕様(2015)	暖房電力:3,358kwh 冷房電力:2,521kwh	10,706	97	77	90
	・温湯ボイラ仕様(2014)	灯油:1,044L	10,790	66	52	61
慣行生産体系	一般高設栽培システム ・温風暖房機を利用(2014)	灯油:818L	4,616	52	74	112

^z 実測値

^y 電力料金は中国電力の低圧電力契約でHPの電力消費量をもとに計算、ヒートポンプは4・5・10月休止

[基本料金(1090.8円×設備容量4.6kw×9ヶ月+545.4円×設備容量4.6kw×3ヶ月)+電力料金(13.43円×電力使用量kwh)]

灯油単価は102.9円/L(石油情報センター調べ、山口県配達灯油価格、平成26年12月)で計算

a)。本実証で同社は、高位生産体系での高単収と子苗直接定植の省力性について高く評価したが、ヒートポンプの電力コストが高んだことから経費削減が必要であると指摘した。

高位生産体系では、「かおり野」のクラウン部局所温度制御で10月極早期からの果実収穫が可能となったことから、「秋採り島いちごのバニラ仕立てジャム」をはじめ、「秋採り」をキーワードとした秋の加工品(秋果物とのマリアージュ(混成)ジャム)を製品化した(第10図)。この他、併設するカフェで提供するスイーツや、夏期需要に向けたカップアイス等、10種類以上を製品化した。

考 察

1 イチゴ高位生産体系の実現性について

本研究では、イチゴの小規模経営で実現可能な高位生産体系として、多植栽培システムと環境制御技術等を活かした単収10 t/10 a・長期10か月収穫の実現に取り組み、供試した温湯ボイラ仕様とヒートポンプ仕様の双方の多植栽培システムにおいてこの目標を達成した。一方、栽植密度の向上に伴って育苗管理労力が増大すること、収穫期間の拡大に伴って栽培株の育苗期間が十分に確保できないことが課題となるが、本研究では、品種「かおり野」の花芽分化特性を活用した子苗直接定植技術を組み合わせることで、慣行生産体系で不可欠であった育苗管理作業や専用施設を省略するとともに、栽培ハウスの周年利用(7月まで収穫した後、8月に次作定植)を可能とし、設備投資や管理労力が栽培ハウスに集約できることを実証した。

早期収穫の観点から考察すると、高位生産体系においては、ハウス内気温が高い時期でもクラウン部温度

を直接制御できるヒートポンプ仕様は、温湯ボイラ仕様に対して、前進化した開花が揃って得られ、10月の極早期収穫を得たことに優位性がある。しかしこの場合、高単価期である12月に減収となり、温湯ボイラ仕様においても供試品種「かおり野」の極早生性により11月の早期収穫を得ていることから、両仕様の年内収量・総収量は同程度であった。「かおり野」と異なる品種で早期収量を確保する場合には、ヒートポンプによるクラウン部局温度制御の有用性は高いであろうが、本研究におけるイチゴの高位生産体系においては、経営収支の試算結果も踏まえ温湯ボイラ仕様の研究におけるイチゴの高位生産体系は、経営収支の試算結果も踏まえ温湯ボイラ仕様の実現性が高いと考えられる。

栽培施設導入費を全て自己負担とした場合の10 a規模の経営試算では、慣行生産体系で採算割れとなったのに対し、高位生産体系の温湯ボイラ仕様で年間300万円以上、ヒートポンプ仕様で年間150万円以上の農業所得が得られることを導きだした。経営規模を30 aまで拡大した場合の農業所得は、高位生産体系の温湯ボイラ仕様で年間570万以上まで増加するがヒートポンプ仕様では年間33万まで低下した。慣行生産体系では、30 a規模に拡大しても採算性は向上しなかった。これらは、栽培施設に関する固定費や収量に伴って増加する雇用労賃が、経営費の多くを占めるイチゴ栽培では経営のスケールメリットは発揮しにくく、生産性を向上するには小規模な栽培施設であっても、面積当たりの経営費の増加を最小限に抑えつつ増収を図ることが有効であることを示唆している。

本研究結果から、10 a規模での高収益を実現するには、高位生産体系の温湯ボイラ仕様が最も所得率が高く実現的であると考えられる。本体系での10 a規模経営では、同規模の慣行生産体系に対して経営費が年間約

小規模経営で実現可能なイチゴ高位生産体系の確立

第3表 高位生産体系と慣行生産体系の経営収支試算

項 目	高位生産体系				慣行生産体系		備 考	
	温湯ボイラ仕様		ヒートポンプ仕様		10a	30a		
	10a	30a	10a	30a				
販売量(t)	10.8	32.4	10.7	32.0	4.6	13.8	実証試験結果より算定	
粗収益	1,122	3,367	1,067	3,202	466	1,398	月別販売量×月別平均単価(本県2010)	
変動費	資材費	91(11%)	272(10%)	91(10%)	272(9%)	71(14%)	212(14%)	本県経営指針データをもとに株数で算定
	光熱費	75(9%)	225(8%)	109(12%)	327(10%)	61(12%)	183(12%)	実証試験数値より算定
	雇用労賃	52(7%)	620(22%)	36(4%)	595(19%)	2(1%未満)	104(7%)	家族労働は大婦2人、雇用労賃単価は8
	販売費	229(29%)	687(25%)	222(24%)	665(21%)	96(19%)	289(19%)	包装資材、出荷手数料等
固定費	減価償却費	290(37%)	829(30%)	381(42%)	1102(35%)	231(46%)	652(42%)	栽培施設見積値より算定、育苗専用施設
	修理・修繕費	25(3%)	65(2%)	32(3%)	87(3%)	19(4%)	49(3%)	栽培施設見積値より算定
	管理費	31(4%)	92(3%)	41(4%)	120(4%)	23(5%)	67(4%)	支払利子、地代、保険等
経営費計	793	2,790	911	3,169	503	1,556		
農業所得	329	577	156	33	-37	-158	粗収益-経営費	
所得率(%)	29.3	17.1	14.6	1.0	-	-	農業所得/粗収益×100	

注1) 単位: 項目内に(カッコ)書きのないものは「万円」

2) 本試算は施設および機械の購入に必要な費用の補助を想定していない。

3) 経営費項目中の(カッコ)は経営費計に占める各項目の割合パーセント



第10図 商品化したジャム・スイーツの一部

(上段左より: 秋採りいちごのバニラ仕立てジャム、瀬戸内ルーージュジャム、完熟いちごと島ゆずの瀬戸内ルーージュ、
下段左より: タルトいちご島、果肉たっぷりジャム屋の苺ドルチェ、春色いちごのスイーツピッツァ)

300万円増大するが、経営費増大額以上となる約700万円の粗収益増大効果が得られ、300万円以上の所得が上がることから、普及性は高いと考えられる。

2 新たな経営への提案に向けて

本研究で実現したイチゴ高位生産体系は、10a規模経営において採算性が十分見込めるものであった。多植栽培システムによる栽培ハウス利用効率の向上と、専用育苗施設の省略は、栽培のための土地取得を最小限に抑えることができる。更に、イチゴ経営の失敗例として育苗の失敗が多く挙げられるが、本体系では子苗直接定植技術によりこれを回避できる。本体系のこ

れら導入メリットは、新たな担い手がイチゴ経営に取り組み易くすると同時に、6次産業化経営体や法人経営体など新たな経営体が、採算性を確保しつつ小規模経営からの段階的なイチゴ生産に取り組み易くするものであると考えられる。

摘 要

イチゴの小規模経営で実現可能な高位生産体系として、ハード要素技術(多植栽培システム)とソフト要素技術(クラウン部局所温度制御技術、極早生品種「かおり野」の子苗直接定植技術)を組み合わせた栽

培実証試験を実施した。クラウン温度制御機器を温湯ボイラとした仕様とヒートポンプとした仕様のいずれの多植栽培システムにおいても、単収 10 t/10 a と長期 10 か月収穫を実現した。栽培施設導入費を全て自己負担とした場合の 10 a 規模経営の収支試算では、慣行生産体系で採算割れとなったのに対し、高位生産体系の温湯ボイラ仕様では年間 300 万円以上、ヒートポンプ仕様で年間 150 万円の農業所得が得られ、温湯ボイラ仕様でより普及性が高いと考えられる。

引用文献

- 園芸学会平成15年度秋季大会実行委員会. 2003. 山口の園芸
- 壇和弘・曾根一純・沖村誠. 2007. クラウン部の局部温度制御が促成イチゴの連続出蕾性に及ぼす影響. 園学研. 6別1 : 428.
- 沖村誠・壇和弘・曾根一純・北谷恵美・木村貴志・日高功太・高山智光. 2009. クラウン部冷却および長日処理が夏秋どり四季成り性イチゴの開花・収量・果実品質に及ぼす影響. 園学研. 8別2 : 467.
- 沖村 誠・曾根一純・壇和弘・北谷恵美・光後広恭・北島伸之・佐藤公洋・伏原 肇. 2007. 促成イチゴ栽培で早期収量の増加と収穫の平準化が可能なクラウン温度制御技術. 研究成果情報.
- 宮崎朋浩・片岡正登. イチゴ栽培システムにおける作業姿勢に基づく農作業の労働負荷測定および評価法の確立. 長崎総農試研報 (農業部門). 30 : 29-39.
- 中島規子. 2001. 施設園芸ハンドブック四訂増補版. 増補3 イチゴの高設栽培. 園芸情報センター : p. 478-483.
- 佐藤公洋・北島伸之. 2010. 高設栽培におけるクラウン部局部加温の温度がイチゴの生育および収量に及ぼす影響. 福岡農総試研報. 29 : 27-32.
- 高橋信行・高野岩雄. 2011. クラウン温度制御による夏秋どりイチゴ栽培の増収技術. 研究成果情報
- 田中和夫. 2000. イチゴ 一歩先を行く栽培と経営 第2章 使いこなす新技術 高設栽培システム. 社団法人全国農業改良普及協会. 松田照男 編著 : p. 134-136.

- 鶴山浄真. 2017. イチゴ品種「かおり野」花芽未分化苗の本ぼ直接定植技術. 山口農林総技セ研報. 8 : 33-39.
- 鶴山浄真・日高輝雄・木宮康雄・岡田豊・山田健仁. 2010. イチゴ局所加温用テープヒータの開発と実用化に関する研究 第2報. 局所加温がイチゴ栽培の収量性に及ぼす影響園学研. 9別2 : 221.
- 鶴山浄真・日高輝雄・小山覚史・鹿嶋 英一郎. 2011. イチゴ移動式高設栽培システムの開発. 近畿中国四国農業研究. 18 : 55-62.
- 鶴山浄真・鹿嶋英一郎. 2016. 多植栽培システムへの「かおり野」子苗直接定植技術導入によるイチゴ長期多収生産技術の確立. 園学研. 15別2 : 154.
- 鶴山浄真・熊谷 恵・重藤祐司. 2017. 山口県イチゴ推奨品種「かおり野」の選定. 山口農林総技セ研報. 8 : 26-32.

光反射資材によるブドウのクビアカスカシバの被害抑制効果

河村 俊和*・本田 善之・岩本 哲弥

Control of *Toleria romanovi* (Leech) on Grape Trees with a Light Reflection Sheet

Toshikazu KAWAMURA, Yoshiyuki HONDA and Tetsuhiro IWAMOTO

Abstract: The infestation of *Toleria romanovi* larvae under the rough skin of the main trunk and main branch of the grape tree leads to high mortality. Expansion of such damage in Yamaguchi Prefecture was confirmed in 2011. Use of a light reflection sheet can disturb the light response and hinder the flight of the adult *T. romanovi*. In this study, we examined whether or not a light reflection sheet could prevent damage induced by the larvae to grape trees. The light reflection sheet was placed over the main trunk or surface under the grapes and the damage status was regularly monitored. The damage was reduced to some extent, but covering the main trunk also appeared to negatively affect the growth of vines. The number of intruding larvae on the covered surface was about 1/4 less than that of the control, with the most notable reduction in the main trunk. Thus, the light reflection sheet was considered to have a good effect for preventing damage. The material cost per year was estimated to be 13,672 yen per 10 acres for effective control. This method represents an economically practical means of pest control.

Key Word : hot back reaction, surface covering, trunk pest

キーワード : 光背反応、地表被覆、樹幹害虫

緒言

ブドウ栽培におけるクビアカスカシバの発生は 1970 年代に大分県において初めて報告(中島ら, 1978)され、2000 年以降になって岡山県や長野県、山梨県、山形県等からも被害報告があり、現在は全国で被害が問題となっている(新井, 2013)。クビアカスカシバは、幼虫がブドウの主幹部や太枝の粗皮下に食入した後、溝状または不定形に浅く食害を進め樹を枯死させるなど(中島ら, 1978; 村上, 2008)の深刻な被害をもたらしている。また、被害の発生部位には複数頭の幼虫が食入していることが多く、いったん被害の発生したブドウ樹は集中的に加害される。山口県においては、2011 年の発生状況調査において、周南市須金ではすでに広範な範囲で被害が発生しており、柳井市日積の一部の園でも被害が発生していることを確認した。産地での対応策は捕殺を主とし、複数回の薬剤散布も行わ

れつつあるが幼虫の食入時期が 7 ~10 月の長期に及ぶ(小松ら, 2011)ため十分な効果が上がっていなかった。また、複数回の薬剤散布は繁忙期の労力が増加するため、有効な防除技術となっておらず、観光農園などでは農薬の使用回数を増加させない防除体系への期待が大きかった。

本種の成虫は体長約 3 cm のスズメバチによく似た昼行性の蛾で、成虫は日中に交尾・産卵等の活動を行う。クビアカスカシバと同様に昼行性の飛翔昆虫であるトンボなどの昆虫は、太陽光を背中に受けることで体の上下の姿勢を保つ光背反応により飛翔する(霜田, 2014)と考えられている。そこで、この成虫の光に対する反応をかく乱し正常な飛翔行動を妨げることが、園地における成虫の産卵行動の抑制につながると考えた。このことから、アザミウマ類などの微小害虫の防除に活用されている光反射資材を用い、クビアカスカシバ成虫の光に対する反応の攪乱と産卵部位の物理的

*現在 : 柳井農林事務所

遮断による被害抑制の効果について検討したところ、成果が得られたので報告する。

材料および方法

1 光反射資材の設置方法の検討

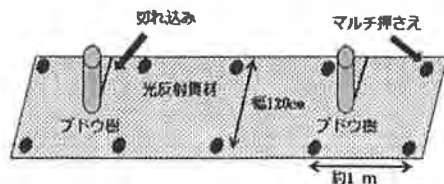
光反射資材の有効な設置方法とブドウ樹の生育へ及ぼす影響を確認するため、アルミ蒸着フィルム（日立化成社製ネオポリシャインクロスT87：幅 120 cm、厚さ 0.1 mm、有孔。以下、被覆資材）を用い、2 種類の設置方法により試験を行った。試験は、2013 年 5 ～ 10 月に周南市須金の 2 園地で実施した。栽培はトンネルメッシュ方式で、品種はピオーネ等の巨峰系 4 倍体品種を用いた。

1) 試験区の設定

各区とも 1 列の連続した 3 樹を用い 2 反復とした。クビアカスカシバの被害は、前年の大小が翌年に影響するため、前年の被害調査で、試験区間に差がないように供試樹を選定した。光反射資材の設置方法は、株元地表被覆区および主幹部被覆区の 2 とおりとし、比較対象として無処理区を設けた。光反射資材の設置期間はいずれの区も 5 月 19 日～10 月 1 日とした。

(1) 株元地表被覆区

被覆資材に切れ込みを入れ、全てのブドウ樹について、株元が資材の中央に位置するように地表面を被覆し（第 1 図）、マルチ押さえ（日本ワイドクロス社製商品名：黒丸君）で約 1 m おきに固定した。



第1図 光反射資材設置方法

(2) 主幹部被覆区

株元から主幹分岐部までを光反射資材で 3 重に巻きつけ、巻きつけた資材の端をマジックテープで固定した。巻きつけた資材の下端及び上端は荷造り用 PP テープで隙間がないように締め付けた。

(3) 無被覆区

資材の被覆を行わなかった。

発見した食入幼虫は捕殺し除去した。

2) 被害発生状況調査

各区全ての樹について 7 ～10 日間隔の見取り調査を実施し、虫糞の排出か所数と食入幼虫数を調査した。主幹部被覆区については、調査日ごとに被覆資材を外して被害状況を確認した後に再度被覆した。調査時に発見した食入幼虫は捕殺し除去した。

3) 生育への影響調査

各区全ての樹について 7 ～10 日間隔の調査時に、被覆部位の外見上の変化を観察した。

2 光反射資材の株元地表被覆による被害抑制効果の確認

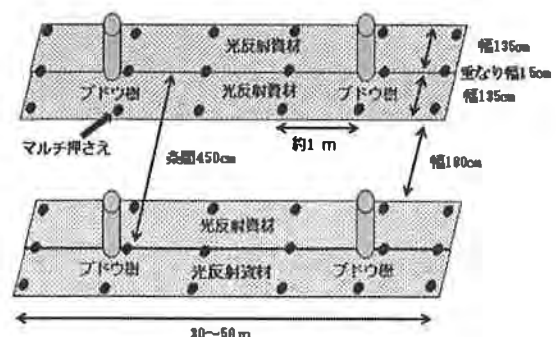
株元地表被覆による被害抑制効果を確認するため、アルミ蒸着フィルムを用いた。試験は、2014 年 6 ～ 10 月に周南市須金の農家トンネルメッシュ栽培園地 1 園地（品種；ピオーネ等）において行った。

1) 試験区の設定

各区とも 15 a（供試本数 15 樹）で反復なしとした。区の設定は、前年の被害調査において、被害状況に区間差がないように供試樹を選定した。資材の被覆期間は 5 月 28 日～10 月 11 日とした。

(1) 被覆区

150 cm 幅の光反射資材をブドウ樹の株元を左右からはさみこむように地表面に被覆し（第 2 図）、マルチ押さえ（黒丸君）で約 1 m おきに固定した。1 列の被覆長さは 30 ～50 m とした。



第2図 光反射資材設置方法

(2) 無被覆区

資材の被覆を行わなかった。

2) 被害発生状況調査

各区全ての樹について 7 ～10 日間隔の見取り調査により虫糞の排出か所数と食入幼虫数を調査した。食入幼虫は調査時に捕殺し除去した。

光反射資材によるブドウのクビアカスカシバの被害抑制効果

第1表 光反射資材設置区における虫糞排出箇所数の推移(2013年)

区名	樹No.	7/19	7/29	8/7	8/19	8/29	9/9	9/19	10/1	累計
株元地表被覆	I-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	I-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	I-3	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	II-1	0	0	0	0	1	2	1	1	5
	II-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	0	0	0	1	1	2	1	1	6
主幹部被覆	I-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	I-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	I-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II-1	0	0	2	0	0	0	0	0	2
	II-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	0	0	2	0	0	0	0	0	2
無被覆	I-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	I-2	0	0	1	1	1	0	0	0	3
	I-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II-1	0	5	4	6	5	6	4	3	33
	II-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II-3	0	0	0	0	0	0	2	0	2
	合計	0	5	5	7	6	6	6	3	38

注1) 虫糞は調査ごとに除去

第2表 光反射資材設置区における食入幼虫数の推移(2013年)

区名	樹No.	7/19	7/29	8/7	8/19	8/29	9/9	9/19	10/1	累計
株元地表被覆	I-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	I-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	I-3	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	II-1	0	0	0	0	1	0	0	1	2
	II-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	0	0	0	1	1	0	0	1	3
主幹部被覆	I-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	I-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	I-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II-1	0	0	2	0	0	0	0	0	2
	II-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	0	0	2	0	0	0	0	0	2
無被覆	I-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	I-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	I-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II-1	0	5	2	5	3	3	2	1	21
	II-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II-3	0	0	0	0	0	0	2	0	2
	合計	0	5	2	5	3	3	4	1	23

注1) 幼虫は調査ごとに捕殺

3 光反射資材設置にかかる資材費の試算

2014年の試験に係る設置資材の費用について、10aあたり換算を行った。

結果

1 光反射資材の設置方法の検討

被害の発生した樹の本数は、2反復合計で、株元地

表被覆区2本、主幹部被覆区1本、無被覆区3本であった(第1表)。調査期間中の虫糞排出箇所数の累計は、2反復合計で、株元地表被覆区6か所、主幹部被覆区2か所、無被覆区38か所で、調査期間中に食入した累積幼虫数は、株元地表被覆区3頭、主幹部被覆区2頭、無被覆区23頭であった(第2表)。被害樹本数合計、虫糞排出箇所数累計、食入幼虫数累計は、いずれも無被覆区で最も多く、主幹部被覆区で最も少

第3表 光反射資材株元地表被覆の有無による虫糞排出箇所数の推移(2014年)

区名	樹No.	7/14		7/25		8/4		8/13		8/25		9/5		9/19		9/30		10/9		累計			
		幹	枝	幹	枝	幹	枝	幹	枝	幹	枝	幹	枝	幹	枝	幹	枝	幹	枝	幹	枝	合計	
被覆区	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	6	0	2	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	6
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	7	7
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	1	3	0	1	0	1	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	1	9	10
合計		0	2	2	4	0	4	0	3	0	1	0	3	0	4	0	0	0	0	2	21	23	
無被覆区	1	0	0	0	0	0	4	0	6	0	4	0	6	0	7	0	7	0	0	0	34	34	
	2	0	0	4	3	2	1	2	0	0	2	0	2	0	0	2	0	0	0	10	8	18	
	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	6	6	
	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
	5	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	8	1	9	
	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	3	
	7	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	
	8	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	2	6	8	
	9	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	4	4	
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計		2	0	6	5	4	9	3	8	0	7	0	11	6	12	2	8	0	3	23	63	86	

注1) 虫糞は調査ごとに除去

注2) 幹は主幹部、枝は主枝部の被害

第4表 光反射資材設置の有無による食入幼虫数の推移(2014年)

区名	樹No.	7/14		7/25		8/4		8/13		8/25		9/5		9/19		9/30		10/9		累計			
		幹	枝	幹	枝	幹	枝	幹	枝	幹	枝	幹	枝	幹	枝	幹	枝	幹	枝	幹	枝	合計	
被覆区	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3	3	3
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	8	8	8
合計		0	0	1	4	0	2	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0	0	1	12	13	13	
無被覆区	1	0	0	0	0	0	3	0	4	0	4	0	5	0	3	0	5	0	0	24	24	24	
	2	0	0	3	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6	4	10	10	
	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	2	
	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	
	5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	1	4	4	
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	
	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	
	8	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	4	6	
	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計		1	0	4	4	3	6	1	5	0	4	0	7	3	4	1	6	0	2	13	38	51	

注1) 幼虫は調査ごとに捕殺

注2) 幹は主幹部、枝は主枝部の被害

なかった。

調査期間中の生育状況の観察では、主幹部被覆において主幹部に多数の気根の発生が認められたが、株元地表被覆においては無被覆との外見上の差異は確認されなかった。

2 株元地表被覆による被害軽減効果の確認

調査期間中に認められた虫糞の排出箇所数の累計は、被覆区では主幹部2か所、主枝部21か所の合計23か所、無処理区では主幹部23か所、主枝部63か所で合計86か所となり、被覆区では無処理区に比べ1

光反射資材によるブドウのクビアカスカシバの被害抑制効果

第5表 10a当たり資材費

資材名	規格	必要数	価格(円)
ネオポリッシュクロスT87	幅1500mm×長50m×厚0.1mm	2.7本	11,340
黒丸君(マルチ押さえ)	長20cm	219本	2,332
合計			13,672

注1) 両資材は耐用年数3年として算出

／3以下であった(第3表)。

調査期間中に認められた食入幼虫数の累計は、被覆区では主幹部1頭、主枝部12頭の合計13頭、無処理区では主幹部13頭、主枝部38頭の合計51頭となり、被覆区では無処理区に比べ約1／4であった(第4表)。

3 光反射資材設置にかかる資材費の試算

光反射資材設置にかかった資材費は、10 a当たり換算で、被覆資材が34,020円、被覆資材を固定するための資材が6,997円となり、合わせて41,017円であった。それぞれの資材について、最低3年間は連年使用が可能と考えられることを考慮すると、1年間の資材費は10 aあたりで13,672円と試算された(第5表)。

考 察

1 光反射資材の設置方法の検討

株元地表被覆及び主幹部被覆による被覆区の被害は、いずれも無被覆区に比べ著しく少なく被害抑制効果が認められ、防除対策としての有効性が確認された。

主幹部被覆区における8月7日の被害は、被害部位はPPテープによる結束部であったことから、被覆資材除去前の隙間の有無は確認していないが、前回の調査後に再度被覆資材を巻きつけた際に資材とブドウ樹の間に生じた隙間からふ化幼虫が侵入した可能性があると考えられた。主幹部被覆においては、産卵・加害部位を覆うため、被覆資材と樹皮との隙間から幼虫が侵入することがなければ、物理的に成虫の産卵やふ化幼虫の食入を回避できるものと推測された。

また、株元地表被覆においては、主幹部被覆に比べると被害抑制効果はやや劣るが、無被覆に比べ被害抑制効果は十分に認められると考えられた。しかしながら、主幹部を長期に被覆する方法については、主幹部に多くの気根の発生を誘発することが確認されたことから、主幹部を被覆することはブドウ樹の生育へ何らかの影響を与える可能性があると考えられた。よって、主幹部被覆はブドウの生育上好ましくないと判断された。

2 株元地表被覆による被害軽減効果の確認

被害発生か所数で比較すると、株元地表被覆は無被覆に比べ72.1%減少し、被害抑制効果はあると考えられた。部位別の被害発生か所数では、主幹部では無被覆に比べ91.3%減少したのに対し、主枝部では無被覆に比べ65.1%の減少となり、被害抑制効果は主幹部において被害の減少が顕著であった。次に、食入幼虫数で比較すると、株元地表被覆は無被覆に比べ74.5%減少し、被害抑制効果は被害発生か所数とほぼ同様の傾向であった。部位別の食入幼虫数では、主幹部では無被覆に比べ92.3%減少したのに対し、主枝部では無被覆に比べ68.4%の減少となり、食入幼虫数においても主幹部において被害の減少が顕著であった。このことから、光反射資材の株元地表被覆の効果は、枝葉により反射光が遮られる主枝部よりも、成虫への光攪乱の影響が及びやすい主幹部において得られやすいと推測された。

被害の出やすいとされる主幹部において被害抑制効果が特に高く得られることは、クビアカスカシバの防除対策に活用するうえで利点であると考えられた。

3 光反射資材設置にかかる資材費の試算

試算によると、1年間の資材費は10 aあたりで13,672円となり、薬剤散布による防除に比較するとやや高額となる。しかし、難防除害虫とされるクビアカスカシバは、幼虫の主幹部や主枝部の加害によりブドウ樹を衰弱・枯死に至らしめるため経済的な損失が大きい、本種に対しては薬剤防除をはじめとするこれまでの防除手段では十分な防除効果を得ることが難しい。

よって、これまでの防除方法に比べ高い防除効果が得られる光反射資材の株元地表被覆は、経済的に実用性のある防除手段となりえると考えられる。ただし、被害軽減効果は完全ではないため、捕殺や薬剤散布等の補完対策が必要と思われる。

摘 要

クビアカスカシバは、幼虫がブドウの主幹部や太枝の粗皮下に食入し樹を枯死させる。山口県では、2011年に周南市須金において広範な範囲に被害が拡大して

いる。光反射資材は、昼行性昆虫の光に対する反応をかく乱し飛翔を妨げることから、園地における成虫の産卵行動の抑制につながると考えた。よって、クビアカスカシバに対する被害抑制効果について検討した。光反射資材をブドウ樹主幹部に被覆する方法とブドウ樹株元地表に被覆する方法により被害発生状況を確認した。いずれも被害は減少したが主幹部被覆はブドウ樹の生育へ影響を与える可能性があると推測された。株元地表被覆は食入幼虫数が無処理区に比べ約 1/4 となり、幼虫食入は被害の出やすい主幹部で特に減少した。このため、光反射資材は被害抑制効果が高いと考えられた。防除にかかる 1 年間の資材費は 10 a あたりで 13,672 円と試算され、経済的にも実用性のある防除手段と考えられた。

引用文献

- 新井朋徳. 2013. 最近話題となっている病害虫. 植物防疫所病害虫情報 100: 10.
- 小松美千代. 2011. 秋田県におけるクビアカスカシバのブドウ樹への食入時期. 北日本病害虫研究会報 62: 191-193.
- 村上芳照. 2008. 農業総覧, 病害虫診断防除編第 6 巻 果樹 (ブドウ). 社団法人農山漁村文化協会. 18.
- 中島三夫・山下降貴・小野彰. 1978. ぶどうの害虫クビアカスカシバについて. 農薬グラフ. 67: 10-11.
- 霜田政美. 2014. 昆虫の光に対する反応と害虫防除への利用. 植物防疫 68: 594-598.

バラのロックウール栽培におけるアザミウマ類防除対策の確立

畑中 猛・溝部 信二・友廣 大輔*

Establishment of Control of Thrips in the Rockwool Hydro Culture of Rose

Takeshi HATANAKA, Shinji MIZOBE and Daisuke TOMOHIRO

Abstract: Several thrips species were detected in facilities of rockwool rose hydroculture, including flower thrips, western flower thrips, melon thrips, and onion thrips. Although the dominant species varied depending on the rose facility examined, many facilities were dominated by flower thrips. Fipronil is the most effective agent for controlling western flower thrips, particularly against adult females. Spinetoram and fipronil are the most effective agents for adult females of flower thrips and prothiofos was somewhat effective. A better damage prevention was observed in the group continuously treated with biological agricultural chemicals (metallidium microbial granules) compared to that of the untreated group. Metallidium microbial granules and rice bran spraying were also found to have some damage prevention effects.

Key Words: Rose, Thrips, IPM

キーワード: バラ、アザミウマ、IPM

緒言

山口県のバラはロックウール栽培を主体としており、周年栽培がされている。近年、アザミウマ類（アザミウマ目：アザミウマ科）による花の被害が問題となっている。被害は開花直前の花が何となくよごれたように黒ずみむため、バラでは白色系の花に被害がひどく、次いで黄色、淡ピンク、オレンジ、赤、濃赤と被害は順次減少する（上住ら、1975）。

アザミウマ類の多くは蛹期には摂食は行わず、光線を忌避するためゆっくりと匍匐して移動し、蛹化する場所を土壌に求める（黒沢・工藤、2008）。しかし、バラの施設栽培では蛹化場所の報告はない。

アザミウマ類は発育スピードが早く、短期間で世代をくり返すため、抵抗性獲得のスピ

ードが他の害虫より速い（柴尾、2016）。

アザミウマの防除効果を高めるため、様々な方法が検討されてきた。農家の技術として希釈した農薬に糖類を混用する方法が試されているが、バラにおいてはその有効性は明らかになっていない。

また、野菜においては、生物農薬であるメタリジウム菌製剤を用いたミナミキイロアザミウマ等の防除についての報告はある（柴尾ら、2013）が、バラのアザミウマ類での報告はない。

そこで、2013年～2016年にバラ施設におけるアザミウマ類の発生生態の解明と総合的防除技術の確立を目的に試験を行った。その結果、各種知見が得られたので報告する。

*現在：農業振興課

材料および方法

1 アザミウマ類発生実態調査

1) 山口県内の施設栽培バラにおけるアザミウマ類の分布状況

2013年6月～2015年2月に山口県内各地域のバラ栽培施設(9か所、15施設)からバラの花(主として同化枝に咲いた不要花)を各10花採集し、寄生しているアザミウマ類の種および齢期を実体顕微鏡下で調査した。なお、蛹については一部を飼育し、羽化した成虫の形態を観察して種を同定した。

2) 異なる開花ステージにおけるアザミウマ類の齢期別発生量

2013年6月～2015年2月に防府市のバラ栽培施設において、開花ステージの異なるバラの花(主として同化枝に咲いた不要花)を次のとおり各10花採集し、寄生しているアザミウマ類の種および齢期(第1図)を実体顕微鏡下で調査した。ハダニ被害花は1花について調査した。



第1図 アザミウマ類の齢期 (ヒラズハナアザミウマ)

なお、「満開花」は完全に花卉が開き、花色が正常な花、「枯花」は満開期を過ぎて花卉が変色し始めた花、「ハダニ被害花」は褐色に変色した花卉がハダニの吐糸によって固着した状態の花とした(第2図)。



第2図 調査花の状況

2 多様な防除技術の確立

1) ミカンキイロアザミウマの簡易薬剤感受性検定

供試虫は2014年7月20日に下関市の施設栽培のバラで採集したミカンキイロアザミ

ウマの雌成虫を用いた。供試薬剤はペルメトリン乳剤20.0%;2,000倍、スピノサド水和剤25.0%;2,500倍、クロチアニジン水溶剤16.0%;2,000倍、エマメクチン安息香酸塩1.0%;2,000倍、フィプロニル水和剤5.0%;2,000倍、プロチオホス乳剤45.0%;1,000倍、トルフェンピラド水和剤15.0%;1,000倍とし、製剤の希釈および対照区には展着剤ポリアルキレングリコールアルキルエーテル27.0%;5,000倍を加用した蒸留水を用いた。

バラ花卉を用いた簡易検定法の有効性を確認するため、ソラマメ催芽種子片を用いた検定法とバラ花卉を用いた検定法を実施した。

ソラマメ催芽種子片を用いた検定法では、ソラマメ催芽種子を厚さ2mmにスライスしたものを常用濃度の薬液に10秒浸漬し、余分な薬液を落とした後に供試虫とともにチャックポリ袋((株)生産日本社製ユニパック B-4, 85×60×0.04mm)に入れ、チャックを閉じて密封した。

バラ花卉を用いた検定法では、バラの花卉を薬液に10秒間浸漬し、余分な薬液を落とした後に供試虫とともにチャック付きポリ袋に入れ、チャックを閉じて密封した。

供試虫は各区11～23頭入れ密封した。チャック付きポリ袋は、濡らしたペーパータオル(日本製紙クレシア(株)製, JKワイパー, 225×215mm)とともにプラスチック容器((株)大創産業製, A043, 157×243×20mm)に入れ、25℃の恒温器で48時間保管した。

生死の判定は、処理48時間後にプラスチック容器からチャック付きポリ袋を取り出し、外からポリ袋を軽く刺激して判定した。苦悶虫および水滴に入っている虫は死虫に含めた。処理は3反復とした。

2) ヒラズハナアザミウマの簡易薬剤感受性検定

2014年10月7日に防府市の施設栽培バラで採集したヒラズハナアザミウマの雌成虫を用いた。供試薬剤はプロチオホス乳剤45.0%;1,000倍、アセフェート水和剤50.0%;1,000倍、ペルメトリン乳剤20.0%;2,000倍、スピネトラム水和剤11.7%;5,000倍、クロチアニジン水溶剤16.0%;2,000倍、

エマメクチン安息香酸塩乳剤 1.0% ; 2,000 倍、フィプロニル水和剤 5.0% ; 2,000 倍、トルフェンピラド水和剤 15.0% ; 1,000 倍とし、製剤の希釈および対照区には展着剤ポリアルキレングリコールアルキルエーテル 27.0% ; 5,000 倍を加用した蒸留水を用いた。

バラ花卉を常用濃度の薬液に 10 秒間浸漬し、余分な薬液を落とした後に供試虫とともにチャック付きポリ袋に入れ、チャックを閉じて密封した。

供試虫は各区に 11~17 頭を入れ密封した。チャック付きポリ袋は、濡れたペーパータオルとともにプラスチック容器に入れ、約 25℃ の恒温室で 48 時間保管した。

生死の判定は、処理 48 時間後にプラスチック容器からチャック付きポリ袋を取り出し、外からポリ袋を軽く刺激して判定した。苦悶虫および水滴に捕らわれた虫は死虫に含めた。処理は 3 反復とした。

3) 糖類混用による防除効果向上の確認

(1) 室内試験

供試虫は 2014 年 7 月 20 日に下関市の施設栽培バラで採集したミカンキイロアザミウマを用いた。供試薬剤はペルメトリン乳剤 20.0% ; 2,000 倍、スピノサド水和剤 25.0% ; 2,500 倍、クロチアニジン水溶剤 16.0% ; 2,000 倍、エマメクチン安息香酸塩乳剤 1.0% ; 2,000 倍、フィプロニル水和剤 5.0% ; 2,000 倍、プロチオホス乳剤 45.0% ; 1,000 倍、トルフェンピラド水和剤 15.0% ; 1,000 倍とした。製剤の希釈および対照区には展着剤ポリアルキレングリコールアルキルエーテル 27.0% ; 5,000 倍を加用した。

試験は食餌浸漬法で行った。バラの花卉を薬液のみの溶液およびブドウ糖 500 倍を加用した薬液に 10 秒浸漬し、余分な薬液を落とした後に供試虫とともにチャック付きポリ袋に入れ、チャックを閉じて密封した。

供試虫は各区 11~23 頭入れ密封した。チャック付きポリ袋は、ペーパータオルとともにプラスチック容器に入れ、約 25℃ の恒温室で 48 時間保管した。生死は、処理 48 時間後にプラスチック容器からチャック付きポリ袋を取り出し、外からポリ袋を軽く刺激して判

定した。

(2) ほ場試験

2015 年 12 月 22 日~24 日に柳井市の花き振興センターにおいて、慣行区としてスピネトラム水和剤 11.7% を水道水で 2,500 倍に希釈し、動力噴霧機で 300 L/10 a 散布した。また、ブドウ糖加用区として、スピネトラム水和剤の薬液にブドウ糖 500 倍を混用し、同様に散布した。

処理 2 日後に各区 5 花を採集し、花を分解して生存虫数および死亡虫数を調査し、死亡率を算出した。処理は 6 反復とした。

4) メタリジウム菌製剤による防除効果

2014 年 11 月 7 日~2015 年 8 月 4 日に柳井市の農家ほ場において、試験を実施した。1 区 30 a (3 連棟) 反復なしとし、薬剤防除は農家慣行によった。

1 回処理区は 2014 年 11 月 7 日散布、連続処理区は 2014 年 11 月 7 日、12 月 11 日、2015 年 1 月 7 日、5 月 21 日、7 月 8 日に散布、無処理区は散布なし。

施設内の地表面にメタリジウム菌粒剤を 5 g/m² 施用した。栽培槽下の枯葉は除去せずそのまま放置した。2 週間おきに施設内の 100 花について、アザミウマ類の寄生を肉眼で調査した。各区 10 花をアルコールで洗浄し、実体顕微鏡下で寄生したアザミウマの種類と齢期を判定した。

5) メタリジウム菌製剤と米ぬか散布の効果確認

メタリジウム菌製剤の栄養源としての米ぬかを加用することによって、メタリジウム菌の有効期間を延長し、また、防除効果の向上とコストの低減を図ることを目的に本試験を実施した。

柳井市のバラ栽培施設の 30 a 施設を 3 等分して次の試験区を設置した。

メタリジウム菌粒剤連続散布区（「以下、連続処理区」）、メタリジウム菌粒剤 1 回散布+米ぬか散布区（「以下、米ぬか処理区」）、無処理区各 10 a 反復なし。

散布量は、メタリジウム菌粒剤 5 kg/10 a、米ぬか 10 kg/10 a、散布月日は連続処理区で 2015 年 10 月 9 日、11 月 10 日、12 月

21日、2016年3月16日、4月13日、6月18日、米ぬか処理区ではメタリジウム散布は2015年10月9日、2016年3月16日、米ぬか散布は2015年11月10日、12月21日、2016年3月16日、4月13日、6月18日とした。

2015年10月～2016年7月の約2週間隔で各区100花を観察し、アザミウマ類による被害花を計数した。

また、不要花を各区5花から採集し、50%アルコールで洗い出して実体顕微鏡下でアザミウマ類の種類ごとに計数した。

6) メタリジウム菌粒剤に対する殺菌剤の影響確認

柳井市の花き振興センターのパイプハウスにおいて、2015年4月22日、3分割シャーレに折りたたんだペーパータオルとメタリジウム菌粒剤1g、蒸留水10mLを入れた。4月23日、シャーレを施設の通路およびベンチ下に静置し、キノキサントール系水和剤およびトリフルゾールくん煙剤をくん煙処理した。翌朝、シャーレに蓋をしてチャック付きポリ袋に入れ、室内に保管した。ベンチ下に設置した区では4月30日に、菌の発育程度を肉眼で確認した。通路に設置した区では、4月30日に蒸留水10mLを追加し、5月7日に菌そのものの発育程度を肉眼で観察した。処理は3反復とした。

結果および考察

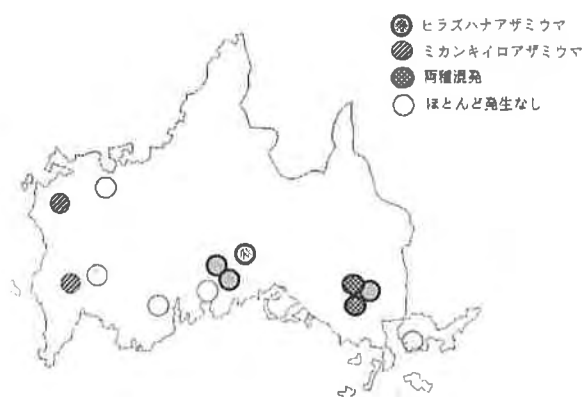
1 アザミウマ類発生実態調査

1) 山口県内の施設栽培バラにおけるアザミウマ類の分布状況

発生種は、ヒラズハナアザミウマ、ミカンキイロアザミウマ、ミナミキイロアザミウマ、ネギアザミウマであった。なお、優占種は施設により異なったが、ヒラズハナアザミウマが優占している施設が多かった(第3図)。

齢期別では、ヒラズハナアザミウマが発生している施設では成虫、幼虫、蛹が認められ、ミカンキイロアザミウマのみが発生している施設では蛹は認められなかった。

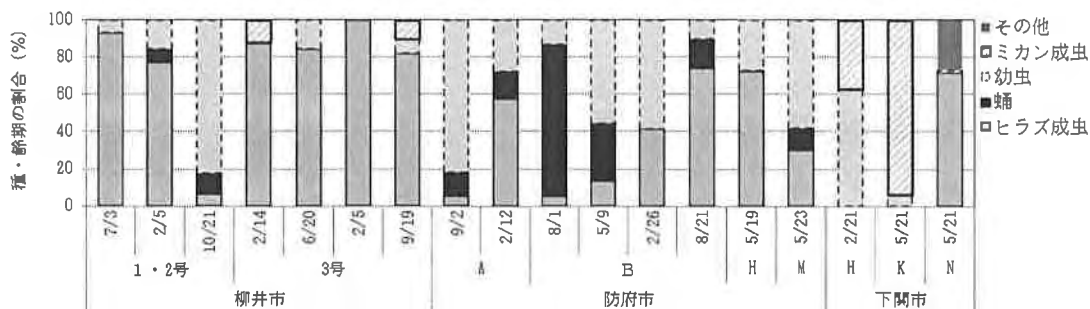
県内15施設のうち8施設でヒラズハナアザミウマが、4施設でミカンキイロアザミウマの発生が認められ、極少発生の施設は4施設であった(第4図)。



第4図 主要バラ施設のアザミウマの発生種

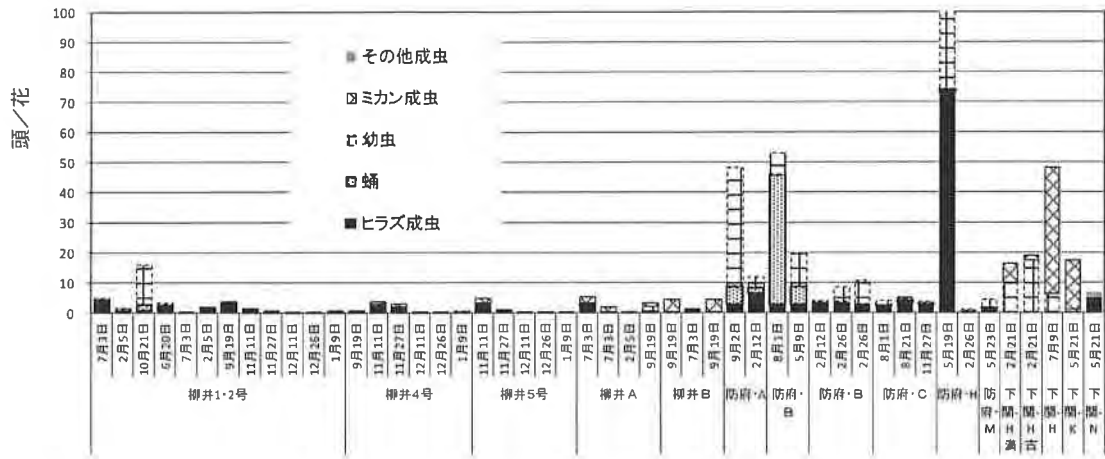
バラの不要花におけるアザミウマ類の種および齢期別の虫数は、施設および調査時期による変動が大きかった(第5図)。

ヒラズハナアザミウマとミカンキイロアザミウマが混発している施設について、季節ごとの発生量と種類を比較した結果、夏期(6～7月)および秋期(9～11月)に比べ、冬期(12～2月)の発生量が少ない傾向が見られたが、季節による優占種の変化は明確にならなかった(第1表)。



第3図 地域・時期別のアザミウマの種類及び齢期

バラのロックウール栽培におけるアザミウマ類防除対策の確立



第5図 アザミウマが発生しているバラ施設における発生量

注 幼虫、蛹はアザミウマ類の幼虫、蛹

2) 異なる開花ステージにおけるアザミウマ類の齢期別発生量

バラの不要花の状況によって、発生しているアザミウマ類の齢期別虫数は異なり、「満開花」において、2齢幼虫および蛹が多く認められた(第2表)。

「枯花」は「満開花」に比べ密度がやや低い、アザミウマ類の幼虫および蛹、成虫の発生が認められた。「ハダニ被害花」では、第1蛹および第2蛹が多く認められ、幼虫および成虫は少なかった。蛹の一部を飼育したところ、羽化した個体は全てヒラズアザミウマであった。ミカンキイロアザミウマは花を脱出して蛹化するが、ヒラズハナアザミウマ

は花中でも蛹化すると考えられた。

2 多様な防除技術の確立

1) ミカンキイロアザミウマの簡易薬剤感受性検定

ソラマメ催芽種子法およびバラ花弁法における24時間および48時間の生存率は、同じ傾向を示した(第6図、第7図)。また、無処理区での生存率は高く、容易に比較できることから、簡易薬剤感受性検定方法として有効であると考えられる。ミカンキイロアザミウマ雌成虫に効果の高い薬剤は、フィプロニル水和剤2,000倍で他の薬剤は効果が低かったと考えられる(第6図)。

チャック付きポリ袋を利用した検定は、アザミウマの取り扱いおよび生死判定が容易であった。

さらに、バラ花弁は供試虫を採集する際に容易に確保でき、また、ポリ袋内で動かないため、圧死する個体が少ない点がソラマメ催芽種子法に比べ有利であると考えられた。

第1表 アザミウマ発生ほ場のバラ花におけるアザミウマ類の季節別発生量

	6~7月	9~11月	12~2月
ヒラズハナアザミウマ	1.4	1.5	0.3
ミカンキイロアザミウマ	0.7	0.9	0.1
その他	0	0	0
幼虫	0.3	2.9	0.1
蛹	0	0.1	0
計	2.2	2.4	0.4
調査数(n)	5	10	12

注1 単位: 頭/10花

注2 幼虫、蛹はアザミウマ類の幼虫、蛹

第2表 異なる花の状況でのアザミウマ類の齢期別発生量

地点	下関市		防府市									
	2月21日		5月9日				9月1日		5月19日		8月1日	
開花状況	満開花	枯花	満開花	枯花	満開花	枯花	満開花	枯花	満開花	枯花	満開花	ハダニ被害
ヒラズ成虫	0	0	7.3	0.3	5	0.3	1.9	0.2	80.4	58.4	2.4	3
第2蛹	0	0	0.3	0.4	2.1	0.4	0.7	0.4	0	1.0	1.0	32.0
第1蛹	0	0	1.5	0	4	0	0.3	0.8	0	1.0	0	11.0
2齢幼虫	7.8	10.3	1.9	0.1	15.2	0.1	27.6	9.0	11.1	26.7	1.4	7.0
1齢幼虫	2.4	7.3	1.3	0	3.7	0	11.7	0.3	7.6	17.7	-	-
ミカン成虫	6.1	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	16.3	19.1	12.3	0.8	30	0.8	42.2	10.7	99.1	104.8	4.8	53
調査花数 n	10	10	10	10	10	10	10	10	7	3	10	1

注1) 単位: 頭/花

注2) 幼虫、蛹はアザミウマ類の幼虫、蛹

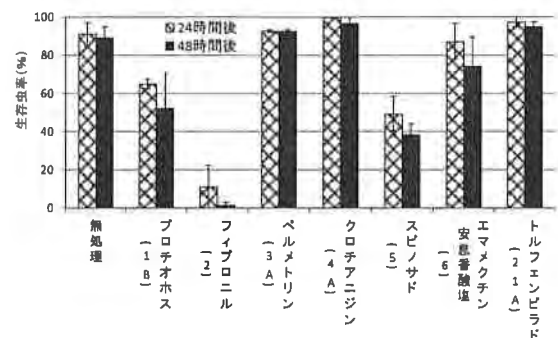
2) ヒラズハナアザミウマの簡易薬剤感受性検定

ヒラズハナアザミウマ雌成虫に効果の高い薬剤はフィプロニル水和剤 2,000 倍、スピネトラム水和剤 5,000 倍で、やや効果の高い薬剤はプロチオホス乳剤 1,000 倍で、他の薬剤は効果が低かった (第 8 図)。

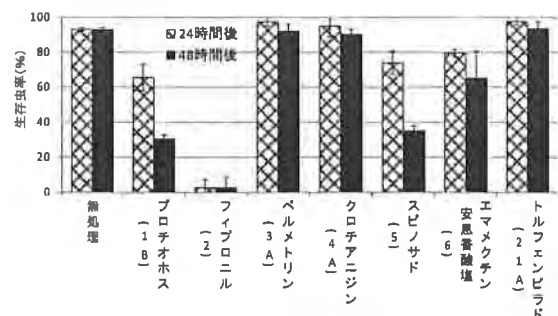
3) 糖類加用に防除効果の向上効果の確認

(1) 室内試験

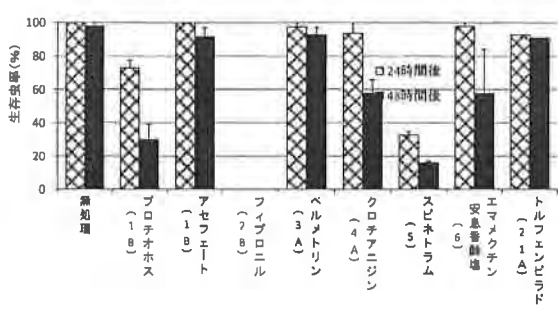
ミカンキイロアザミウマに効果の高い薬剤は、フィプロニル水和剤 2,000 倍で他の薬剤は効果が低かった。処理 48 時間後の補正死虫率を比較したところ、ブドウ糖の混用による防除効果の向上は認められなかった (第 9 図)。



第6図 ミカンキイロアザミウマに対するソラマメ萌芽種子を用いた簡易薬剤感受性検定 ()はIRACコード



第7図 ミカンキイロアザミウマに対するバラ花弁を用いた簡易薬剤感受性検定 ()はIRACコード



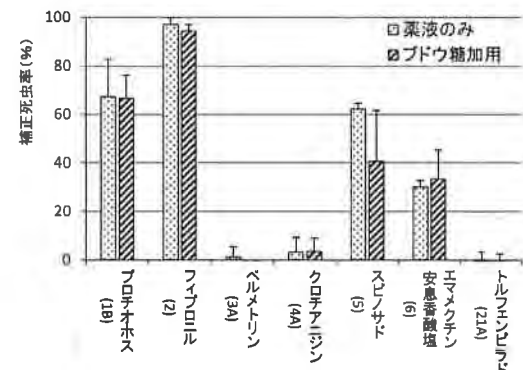
第8図 ヒラズハナアザミウマに対するバラ花弁を用いた簡易薬剤感受性検定 ()はIRACコード

(2) 実証試験

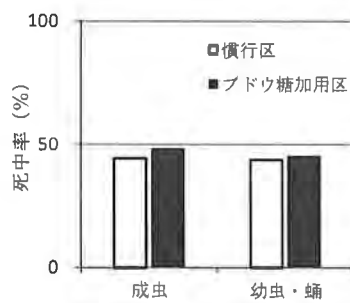
ヒラズハナアザミウマに対し、スピネトラム水和剤を散布したところ、死虫率は低かった。ブドウ糖の加用による防除効果の向上は認められなかった (第 10 図)。

ミカンキイロアザミウマについては、発生が少なく、効果は明確ではなかった判定できなかった。

調査において死亡したアザミウマは花の中 (花弁の基部) に留まっており、花の外に出て死亡する個体は認められなかった。



第9図 ミカンキイロアザミウマに対するブドウ糖加用の効果 ()はIRACコード



第10図 ブドウ糖の加用によるスピネトラム水和剤の効果

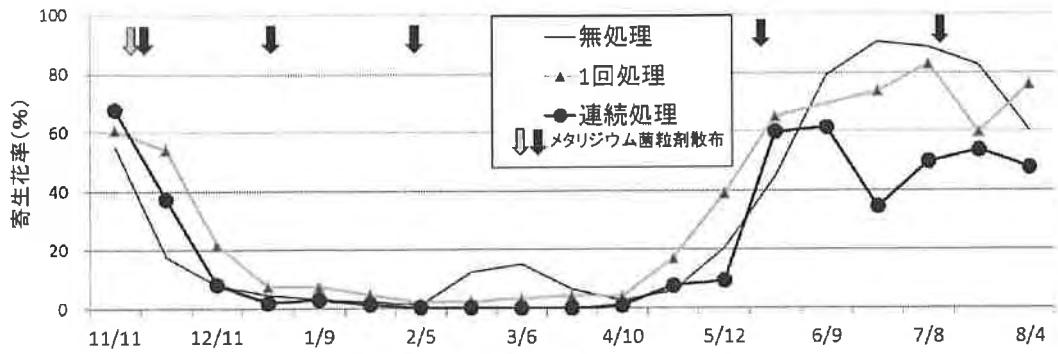
注1) ブドウ糖は500倍で加用
注2) 供試虫：ヒラズハナアザミウマ (n=54)、ミカンキイロアザミウマ (n=4) 幼虫 (n=63)

4) メタリジウム菌粒剤連続施用による防除効果

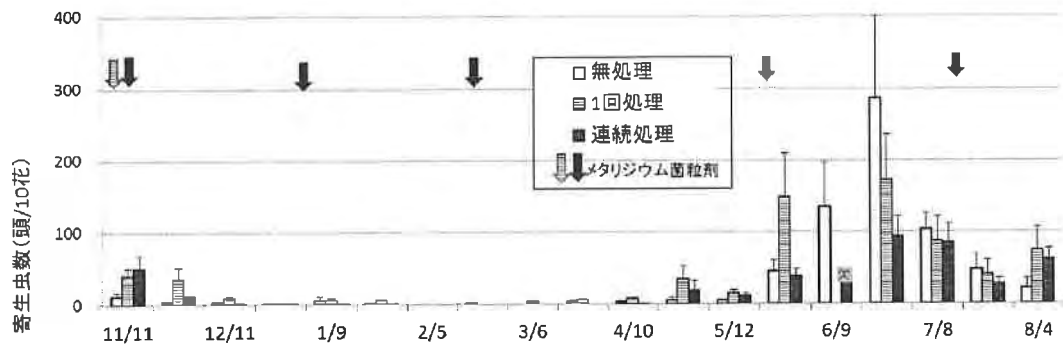
寄生花調査では、メタリジウム菌の1回処理区、連続処理区、無処理区ともアザミウマは11月以降減少した。無処理区では、2月中旬以降増加傾向になった。各区とも5月以降急増した (第 11 図)。

寄生虫調査では、メタリジウム菌処理区、無処理区ともアザミウマは11月以降減少したが、5月以降急増した (第 12 図)。

バラのロックウール栽培におけるアザミウマ類防除対策の確立



第11 図 メタリジウム菌粒剤処理におけるバラのアザミウマ寄生花率の推移 (2014~2015)



第12 図 メタリジウム菌粒剤処理区におけるバラのアザミウマ類寄生虫数の推移 (2014~2015)

注) 欠は欠測を示す

メタリジウム菌粒剤の連続処理によって、冬期(12月~3月)の寄生花率、寄生虫数とも無処理の約30%となった。4月~8月では寄生花率は68%、寄生虫数は55%となった。1回処理では効果は認められなかった(第3表)。

メタリジウム菌粒剤の1回処理に比べ、連続処理ではアザミウマ幼虫の感染が多かったためと考えられた。

虫数調査では、ヒラズハナアザミウマとミカンキイロアザミウマが認められ、優占種はヒラズハナアザミウマであった。ヒラズハナアザミウマの比率は冬期(12月~3月)にはやや低下した。このことは、ヒラズハナアザミウマの雌成虫は20℃前後の短日条件下で生殖休眠する(村井, 1988)を支持するが、施設内では冬季にも産卵を続ける個体が存在することを示唆している(第13図)。

5) メタリジウム菌粒剤+米ぬか散布の効果確認

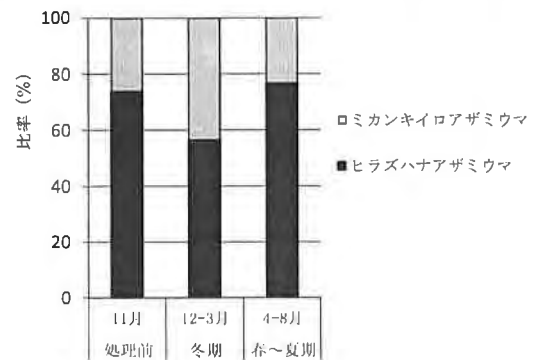
連続処理区は無処理区と比べて被害花率は

12月~3月では48%、4月~7月では36%となり、被害防止効果はある程度認められた(第14図)。

米ぬか処理区は、無処理と比べて寄生花率は約半分となり、被害防止効果は連続処理に

第3表 時期別のアザミウマ類の寄生状況(%, 頭/10花)

	12-3月		4-8月	
	寄生花率	寄生虫数	寄生花率	寄生虫数
無処理	6.6 (100)	1.4 (100)	52.8 (100)	72.5 (100)
1回処理	6.6 (100)	3.0 (215)	54.1 (102)	71.9 (113)
連続処理	1.9 (28)	0.4 (29)	36.0 (68)	40.2 (55)



第13 図 バラに寄生したアザミウマの種類

はやや劣るがある程度認められた(第4表)。

本試験では、アザミウマの割合(2015年11月~2016年7月)は、各区ともヒラズハナアザミウマがミカンキイロアザミウマより多かった(第5表)。

6)メタリジウム菌粒剤に対する殺菌剤の影響確認

キノキサリン系およびトリフミゾールのくん煙剤を処理した結果、通路に設置した区のトリフルミゾールでは菌糸の発育がやや不良であり、殺菌剤ではトリフルミゾールとペノミル、殺虫剤ではMEPの影響が大きかった(城塚ら, 2015)という報告とある程度関係していた。しかし、ベンチ下に設置した区では影響は認められず、メタリジウム菌粒剤への影響は少ないと考えられた(第15図、第16図)。

今後、メタリジウム菌粒剤が花き類で農薬登録された後は、抵抗性の発達したアザミウマの防除技術として活用できると考えられる。アザミウマの侵入防止、主な発生源である不要花の防除法を含めた各種防除法を組み合わせたIPMに取り組みが重要であると考えられた。

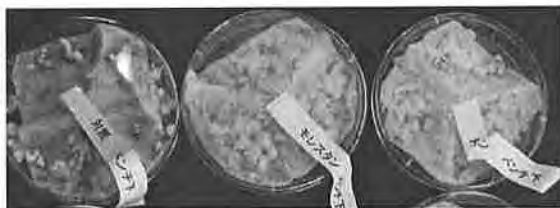
摘要

バラ施設での発生種は、ヒラズハナアザミウマ、ミカンキイロアザミウマ等であった。なお、優占種は施設により異なったが、ヒラズハナアザミウマが優占している施設が多かった。

ミカンキイロアザミウマ雌成虫に効果の高い薬剤は、フィプロニルで他の薬剤は効果が低かった。



第14図 バラのメタリジウム菌粒剤処理のアザミウマ類寄生虫数の推移(2015~2016年)



第15図 くん煙処理7日後のメタリジウム菌粒剤(ベンチ下に設置)



第16図 くん煙処理14日後のメタリジウム菌粒剤(通路に設置)

第4表 メタリジウム菌粒剤処理区別のアザミウマ類の寄生状況(2015~2016年)

	12~3月		4~7月	
	被害花率(%)	寄生虫数(頭/10花)	被害花率(%)	寄生虫数(頭/10花)
無処理	62.6(100)	48.7(100)	48.8(100)	31.7(100)
1回処理+米ぬか	31.9(51)	27.6(57)	25.2(52)	18.0(57)
連続処理	30.2(48)	41.6(85)	17.3(36)	14.7(46)

注1 ()は対無処理比

注2 被害花は100花調査、寄生虫数は5花調査

第5表 各区のアザミウマの種類割合(2015~2016年)

	連続処理区		米ぬか処理区		無処理区	
	平均個体数合計 (頭/10花)	割合 (%)	平均個体数合計 (頭/10花)	割合 (%)	平均個体数合計 (頭/10花)	割合 (%)
ヒラズ成虫	155.5	65.5	170	42.2	309.8	86.7
ミカン成虫	67.3	28.3	23.5	5.8	15.7	4.4
幼虫	13.0	5.5	16.2	7.7	31.3	8.8
蛹	1.7	0.7	0	0	0.7	0.2
計	237.5	100	209.7	55.7	357.5	100

注) 幼虫、蛹はアザミウマ類の幼虫、蛹

ヒラズハナアザミウマ雌成虫に効果の高い薬剤は、フィプロニル、スピネトラムで、やや効果の高い薬剤はプロチオホスで他の薬剤は効果が低かった。

薬剤にブドウ糖を加用したが、防除効果の向上は認められなかった。

メタリジウム菌粒剤の連続処理区、米ぬか処理区は無処理区と比べ被害防止効果はある程度認められた。メタリジウム菌粒剤+米ぬか散布は、連続処理よりもやや低いものの被害防止効果があり、防除コストが低減できる。

今後、メタリジウム菌粒剤が花き類で農薬登録された後は、抵抗性の発達したアザミウマの防除技術として活用できると考えられる。

引用文献

- 上住泰・西村十郎. 1975. 原色花の病害虫. 469 : p. 120-121. 社団法人農山村文化協会. 東京都
- 柴尾学. 2016. アザミウマ防除ハンドブック. 144. p. 16. 一般社団法人. 農山漁村文化協会. 東京都
- 柴尾学・山中聡・田中寛. 2013. メタリジウム菌粒剤処理による施設キュウリのミナミキイロアザミウマ、タバココナジラミおよびトマトハモグリバエの防除. 関西病虫研報. 55 : 13-16.
- 黒沢三樹男・工藤巖. 2008. アザミウマ目(総翅目) THYSANOPTERA 概説. 121. 平嶋義宏・森本桂監修. 新訂原色昆虫大図鑑第Ⅲ巻. 北隆館. 東京都.
- 城塚可奈子・浜崎健児・山中聡・柴尾学・岡田清嗣. 2015. メタリジウム・アニソプリエ粒剤に対する各種薬剤の影響. 関西病虫研報. 57. 69-72.
- 村井保. 1988. ヒラズハナアザミウマの生態と防除に関する研究. 島根県農業試験場研究報告. 23. 1-73.

晩生カンキツ「せとみ」における緑斑症の軽減対策の確立

村本 和之^{*}・兼常 康彦・西岡 真理・東浦 祥光

Measures to Prevent Greenish Stains on the Fruits of the Citrus Cultivar 'Setomi'

Kazuyuki MURAMOTO, Yasuhiko KANETSUNE, Mari NISHIOKA
and Yoshimitsu HIGASHIURA

Abstract: Greenish stains are sometimes observed on the surface of the mature fruits of the citrus cultivar 'Setomi'. These stains, as well as melanoses, decrease the commodity value of the 'Setomi' fruit. Two types of greenish stains have been observed: a smooth surface type and a cracking surface type. Greenish stains were observed on the 'Setomi' fruit in all orchards surveyed in this study; however, the occurrence rate of the damaged fruit varied among orchards. This situation suggested that the greenish stains represented a plant disease. Indeed, during the course of this study, some fungi were isolated from the greenish stains, which were inoculated on the 'Setomi' fruit. This inoculation resulted in certain symptoms resembling the greenish stains, but the specific fungus causing the stains remains unclear. In addition, periodical applications of manzeb WP from the beginning of June to September could decrease the incidence of greenish stains.

Key Words: Fruit skin damage, manzeb

キーワード: 果皮障害、マンゼブ

緒言

山口県では、ウンシュウミカンや「宮内伊予柑」の代替品種として、晩生カンキツ「せとみ」の産地化を推進している。本品種は、「清見」と山口県周防大島町在来の「吉浦ボンカン」との交配により山口県農業試験場が育成した品種(宮田・田中, 2003)で、2004年に品種登録され、糖度が高く独特な食感をもつことから、市場で高い評価を得ている。「せとみ」のうち糖度13.5%以上、酸度1.35%以下で外観秀麗な果実は、やまぐちブランド「ゆめほっぺ」の商標で販売されている。

しかしながら、「せとみ」にはこはん症(近泉, 2007; 宮田, 1998)や果皮の一部に緑色が残る緑斑症、またリング状の斑紋が発生するリング症(仮称)など様々な果皮障害が発生し、黒点病とともに外観品質低下の大きな要因となっている。このうち、緑斑症と同一の症状は「せとみ」以外の品種では問題となっておらず、

発生原因や軽減対策に関する知見はない。

そこで、緑斑症の原因解明と軽減対策の確立を目的として試験を行った結果、いくつかの知見が得られたので報告する。

材料および方法

1 症状と発生場所

症状の観察には、2013年および2014年に山口県農林総合技術センター柑きつ振興センター(以下「センター」)で収穫された「せとみ」の果実を供試した。この中から、着色後も果皮の一部に緑色が残る症状(緑斑症)の発生した果実を選別し、発生部を実体顕微鏡および生物顕微鏡により観察した。

また、果実を果梗部、赤道部、果頂部に分けて症状の発生している場所を調べた。なお、果梗部と赤道部、赤道部と果頂部など2か所以上に発生していた場合には、全体に発生しているものとして集計した。

*現在: 岩国農林事務所

2 発生状況

2015年2月に、「せとみ」の主産地である周防大島町、下関市および萩市の計7ほ場において、緑斑症の発生状況を調査した。

また、センターの網戸付きガラス室内の80リットルポットで栽培されている「せとみ」7樹について、2015年2月2日と2016年2月15日に緑斑症の発生程度を調査した。

3 発生時期

2013年6月7日、センター内の「せとみ」7年生の幼果を果実袋で被覆した。6月から7月までに用いた果実袋は青ナシ用小袋とし、果実の肥大が進んだ7月に大袋に取り替えた。処理内容は第1表のとおりとし、一定の期間、果実袋を取り外して果実を暴露させた。期間終了後は再び果実袋で被覆した。

11月1日に全試験区の果実を「せとみ」用果実袋(オレンジ14号)で被覆した。収穫は2014年1月31日に行い、緑斑症の発生程度を調査して発生予察実施基準のカンキツ黒点病調査法(農林水産省生産局, 2001)に準じて発生度を求めた。なお、試験期間中の薬剤防除は行わなかった。

2014年も2013年と同様の試験を実施した(第1表)。幼果への果実袋の被覆時期は5月30日、「せとみ」用果実袋への取り替えは11月7日とした。2015年2月2日に果実の収穫を行い、2013年と同様に調査した。

試験区当たりの果実数は、2013年は20~60個、2014年は26~75個であったが、生理落果や裂果により、最終調査果実は2013年は4~41個、2014年は5~49個となった。

第1表 試験区の構成と期間中の降水量

試験区	2013年		2014年	
	暴露期間 ^z	降水量 ^y (mm)	暴露期間 ^z	降水量 ^y (mm)
6月暴露	6/7~7/3	234.5	5/30~7/1	171.5
7月暴露	7/3~8/1	40.5	7/1~8/11	494.5
8月暴露	8/1~9/6	401.0	8/11~9/3	67.5
9~10月暴露	9/6~11/1	330.5	9/3~11/7	217.0
暴露なし	-	-	-	-
全期間暴露	6/7~11/1	1006.5	5/30~11/7	950.5

^z 2013年は6月7日に、2014年は5月30日に果実袋を被覆
^y 安下庄アメダスの観測データ

4 菌の分離と接種

1) 緑斑症発生組織からの糸状菌の分離

緑斑症の発生原因として病害の可能性が考えられたため、センター内で収穫された果実の緑斑症発生組

織から次の方法により分離を行った。試験は、2013年は4月9日から5月20日にかけて、2014年は3月10日から4月4日にかけて行った。

緑斑症の発生した部分から3×3mm程度の切片を切り取り、70%エタノールとアンチホルミン(有効塩素濃度1%)で表面殺菌した。その後、滅菌水で洗浄し、クロラムフェニコール50ppmを含むPDA平板培地上に置床し、25℃で培養した。

切片から伸長した菌糸の先端を切り取り、PDA培地で培養して菌の形態を観察するとともに、同定を行うため、rDNAのITS領域の塩基配列を解析した。

塩基配列の解析には、PDA培地で約7日間培養した菌糸を用いた。菌糸からのDNAの抽出はDNAすいすいF(リーゾ株式会社)を用いて行い、ITS1およびITS4プライマー(White et al., 1990)を用いてITS領域をPCRで増幅し、ダイレクトシーケンス法により塩基配列を解読した(ユーロフィンジェノミクス株式会社)。得られた塩基配列をDDBJ BLAST

(<http://blast.ddbj.nig.ac.jp/top-j.html>)により、登録されている糸状菌の塩基配列と比較した。

2) 緑斑症発生組織から分離した糸状菌の接種

緑斑症の発生部から分離された糸状菌を培養枝またはパラフィルム(Bemis Flexible Packaging社)を用いて、「せとみ」果実に接種した。

培養枝による接種については、分離菌を培養した長さ5cmの枝(培養枝)を針金で果実上に吊すことにより行った。培養枝は三角フラスコにカンキツの枝を入れて高圧滅菌し、分離菌を接種して2か月程度培養して作成したものをを用いた。培養枝を設置した期間は、11月の果実袋被覆時期までとした。

パラフィルムによる接種については、果実に20μLの孢子液を滴下しパラフィルムで覆うことにより行った。接種に用いた孢子は、分離菌のPDA培地またはV8ジュース寒天培地での培養ならびにサクラの葉を用いた葉片寒天法(岸, 1995)で形成させた。いずれの方法によっても孢子が形成されなかった分離菌については、平板培地で培養後、菌糸を培地ごと切り取って蒸留水とともに潰して接種に用いた。パラフィルムで覆った果実は、乾燥を防ぐため少量の水を入れたポリエチレン袋で包み、日射による袋内の温度上昇を防ぐため、その上からアルミ箔で覆った。接種3日後にパラフィルムとポリエチレン袋を取り除き、果実を果実袋で被覆した。

培養枝による接種については、2014年6月2日と

2015年6月1日に、パラフィルムによる接種については、2014年は6月11日と7月1日、2015年は6月5日と6月12日に行った。

なお、分離菌あたり20個の果実に対して接種を実施したが、収穫期までに落果が多く認められたため、調査は1試験区あたり5～12個となった。

接種した果実の調査は収穫後に行い、症状を観察するとともに1)と同様の方法で菌の分離を行った。

3) 幼果果頂部からの糸状菌の分離

果実の被覆試験や防除試験の結果から、幼果期の果頂部に糸状菌が感染している可能性が考えられたため、2015年および2016年の6月に幼果の果頂部から1)と同様の方法で糸状菌を分離した。6月の幼果の果頂部には枯れた花柱が残存しているものがあり、症状の発生との関連が疑われたため、花柱付着の有無別に試験を行った。

4) 幼果果頂部から分離した糸状菌の接種

幼果から分離された糸状菌を「せとみ」果実に接種した。接種は、培養した分離菌の孢子を滅菌水で懸濁して孢子液を含ませたガーゼを果実に貼り付け、2)と同様にポリエチレン袋で包み、アルミ箔で覆うことにより行った。接種3日後にガーゼとポリエチレン袋を取り除き、果実を果実袋で被覆した。一部の果実については、7日後に接種部を薄く切り取り、ファーナー液で固定してアニリンブルーで染色後、生物顕微鏡で観察した。

なお、分離菌あたり20個の果実に対して接種を実施したが、落果のため調査果実は1試験区あたり4～9個となり、一部の菌の接種区においては全てが落果した。

5 軽減対策

1) 殺菌剤散布による緑斑症の軽減効果

2013年にセンター内の「せとみ」7年生樹を供試し、殺菌剤散布による緑斑症の軽減効果を検討した。試験区として、殺菌剤散布区と無散布区を設け、殺菌剤散布区には5月23日にマンゼブ水和剤600倍とフルアジナム水和剤2,000倍を、6月4日、6月23日、7月9日、8月8日および9月5日にマンゼブ水和剤600倍を散布した。試験は1区1樹2～3反復で行った。

2013年11月28日に全試験区の果実に果実袋をかいた。収穫は2014年1月31日に行い、緑斑症の発生程度を調査して発生度を算出した。

2) マンゼブ水和剤の散布時期の違いによる緑斑症の軽減効果

2014年にセンター内の「せとみ」（中間台青島温州高接ぎ9年目）を供試し、時期を変えてマンゼブ水和剤600倍を散布した。試験区として、散布時期と散布回数を変えた4区を設けた。①区には6月2日、6月20日、7月8日、8月7日および9月8日の5回、マンゼブ水和剤600倍を散布した。②区は①区から6月2日を除いた4回、③区は9月8日を除いた4回、同一の薬剤を散布した。④区は無散布とした。試験は1区1樹3～7反復で行った。

11月11日に全試験区の果実を果実袋で被覆し、2015年2月2日に収穫して、1)と同様の方法で調査を行った。

3) 落弁期の殺菌剤散布による緑斑症の軽減効果

センター内の「せとみ」10年生を供試し、5月の落弁期の殺菌剤散布が緑斑症の発生に及ぼす影響について検討した。試験区は灰色かび防除に登録のある2薬剤およびマンゼブ水和剤を組み合わせた5処理とした。①区にはピラクロストロビン・ボスカリド水和剤2,000倍を、②区にはフルアジナム水和剤2,000倍を、③区にはマンゼブ水和剤600倍をそれぞれ2016年5月19日に散布した。さらに、これらの3試験区および④区には6月3日、6月23日、7月19日および8月31日の4回、マンゼブ水和剤600倍を散布した。⑤区は無散布とした。試験は1区1樹3～5反復で行った。

11月11日に全試験区の果実を果実袋で被覆した。収穫は2017年1月23日に行い、1)と同様の方法で調査した。

結 果

1 症状と発生場所

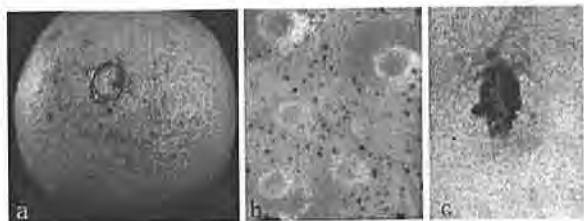
果実の完全着色後も果皮の一部に緑色が残る症状には、二つの症状が認められた。そのうちの一つの症状（雲症状）は、発生部の油胞間を中心に多数の微細な黒点が認められた。この黒点は主として気孔の場所にあり、その周囲は緑色がかっていた（第1図）。

他方の症状（亀裂症状）は、雲症状と類似していたが、油胞間やその縁には、油胞に添って湾曲した褐色の亀裂や褐色点が認められた（第2図）。

果実における発生場所は、雲症状は果頂部と赤道部であり、亀裂症状においては全てが果頂部であった（第

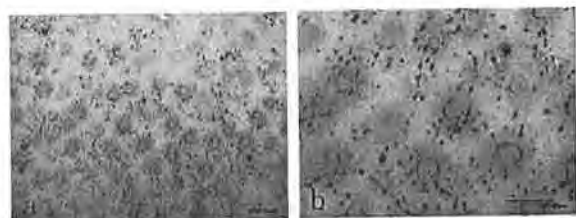
晩生カンキツ「せとみ」における緑斑症の軽減対策の確立

3 図)。



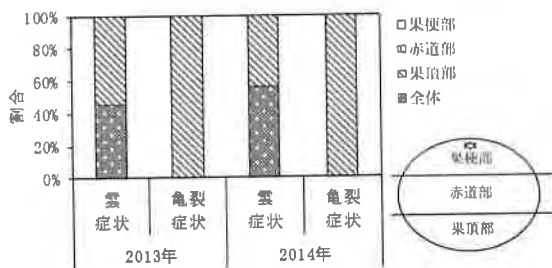
第1図 緑斑症(雲症状)

a: 雲症状、b: 油胞間の黒点、c: 気孔の褐変



第2図 亀裂症状

a: 亀裂症状、b: 湾曲した褐色の亀裂



第3図 「せとみ」果実における緑斑症の発生場所

果実を果梗部、赤道部、果頂部に区分し、症状の発生場所を調査した2か所以上に発生していた場合は「全体」とした

2 発生状況

「せとみ」の産地のある3市町において、調査した7ほ場全てで緑斑症の発生が認められた。ほ場によって、発生果率は1.1%から45.4%までの幅があり、枯枝の多いほ場で多発する傾向にあった(第2表)。

また、網戸付きガラス室内で栽培した「せとみ」には、緑斑症の発生は認められなかった(第3表)。

調査地	調査年月日	生産者	ほ場	発生果率 (%)	着色程度	備考
周防大島町	2月9日	A	a	2.0	8.8	着色早い
			b	1.1	9.4	着色早い
			c	41.7	8.6	枯枝が多い
下関市	2月8日	D	d	7.7	8.1	
			e	10.8	9.0	
萩市	2月3日	E	f	26.5	8.4	枯枝が多い
			g	45.4	8.0	密植、枯枝が多い

± 2015年調査

y 0~10の11段階調査、数字が大きいほど着色が進行

第3表 ガラス室内で栽培した「せとみ」における緑斑症の発生状況*

調査年	調査果実数	雲症状		亀裂症状	
		発生果率 (%)	発生度 ^x	発生果率 (%)	発生度
2015 ^a	16	0.0	0.0	0.0	0.0
2016 ^y	27	0.0	0.0	0.0	0.0

z 2015年2月2日に調査

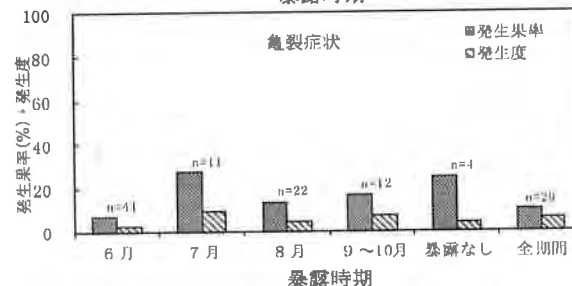
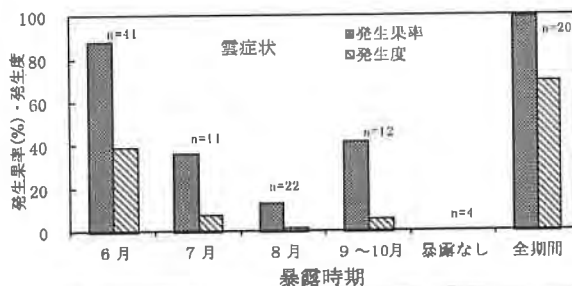
y 2016年2月15日に調査

x 発生度はカンキツ黒点病の調査基準に準じて求めた

w 側窓に網戸を設置

3 発生時期

本症状の発生時期を明らかにするため、5月下旬~



第4図 果実の暴露時期が緑斑症の発生に及ぼす影響(2013年)

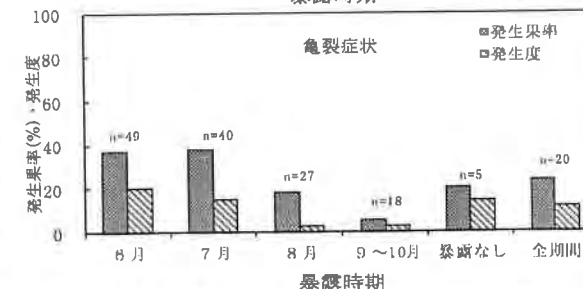
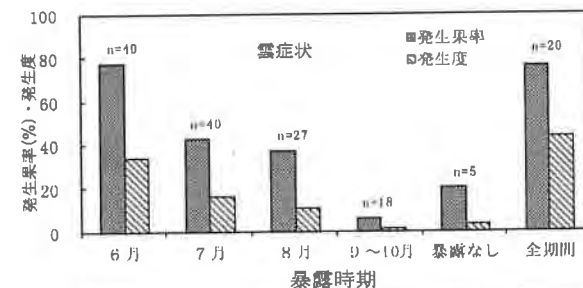
2013年6月7日に小袋で全果実を被覆し、時期別に袋を取り外して

果実を暴露

全期間暴露区は無被覆

期間終了後に再度袋を被覆

発生度はカンキツ黒点病の調査基準に準じて算出



第5図 果実の暴露時期が緑斑症の発生に及ぼす影響(2014年)

2014年5月30日に小袋で全果実を被覆し、時期別に袋を取り外して

果実を暴露

全期間暴露区は無被覆

期間終了後に再度袋を被覆

発生度はカンキツ黒点病の調査基準に準じて算出

6月上旬に「せとみ」の果実に果実袋を被覆し、時期別に約1か月間袋を除去して果実を外部環境に暴露した。その結果、雲症状については2013年、2014年ともに6月に除袋した果実で発生が多かった。一方、亀裂症状については、両年ともに一定の傾向が認められず、6月から収穫期までの被覆により外部環境に暴露しなかった区においても、発生が認められた(第4図、第5図)。

4 糸状菌の分離と接種

1) 緑斑症発生組織からの糸状菌の分離

雲症状の発生した果皮からは、*Mycosphaerella* 属菌と塩基配列の相同性が高い糸状菌(以下M菌とする)、*Penicillium* sp.、*Colletotrichum gloeosporioides*、*C. boninense*、*Alternaria* sp.、*Botryosphaeria dothidea*、*Neofusicoccum parvum*、*Cladosporium* sp.などの糸状菌が分離された(第4表)。亀裂症状から分離された菌は、ほとんどが*C. gloeosporioides*であった。

2) 緑斑症発生組織から分離した糸状菌の接種

収穫果の雲症状発生組織から分離した7種類の糸状菌を6~7月の果実に接種した結果、M菌、

第4表 「せとみ」の緑斑症(雲症状)発生部から分離された糸状菌

菌種	2013年 ^z		2014年 ^z	
	分離数	分離率(%)	分離数	分離率(%)
M菌 ^y	15	(8.2)	17	(21.0)
<i>Penicillium</i> sp.	6	(3.3)	8	(9.9)
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> ^y	-		12	(14.8)
<i>Alternaria</i> sp.	2	(1.1)	4	(4.9)
<i>Botryosphaeria dothidea</i>	2	(1.1)	2	(2.5)
<i>Neofusicoccum parvum</i>	1	(0.5)	3	(3.7)
<i>C. boninense</i>	1	(0.5)	2	(2.5)
その他、不明	2	(16.7)	3	(3.7)
分離数	23		81	

z rDNAのITS領域の塩基配列は*Mycosphaerella* sp.と高い相同性あり

y 2013年については未調査

x 2013年の分離日は4月9日および5月20日、2014年は3月10日および4月10日

C. boninense、*Alternaria* sp.、*Cladosporium* sp.の接種果において、油胞間に小黒点が認められ、その周囲はやや緑色がかっていた(第5表、第6図)。程度はいずれも軽微であったが、*C. boninense*の接種果には、黒点のやや目立つものがあった。

*N. parvum*を接種した果実には灰色の目立つ斑点が、*B. dothidea*を接種した果実には多数の褐色斑点が認められた(第5表、第6図)。

なお、接種した果実から糸状菌を再分離した結果、分離率はいずれも10%以下で、接種した菌が分離できないことが多かった(データ略)。

第5表 「せとみ」果実における緑斑症からの分離菌接種による症状

接種菌	接種方法および接種日 ^z			
	培養枝接種		胞子液または菌糸を接種 ^y	
	2014.6.2	2015.6.1	2014.6.11または7.10	2015.6.5または6.12
M菌 ^y (No.404)	油胞間に小黒点、 軽微な緑斑	油胞間に小黒点、 軽微な緑斑	油胞間に小黒点、 軽微な緑斑	油胞間に小黒点、 軽微な緑斑
<i>Botryosphaeria dothidea</i> (No.674)	症状なし	nt	油胞間と油胞上に 多数の褐色斑点	nt
<i>Neofusicoccum parvum</i> (No.741)	油胞間と油胞上に 灰色の小斑点	油胞間と油胞上に 灰色の斑点	油胞間と油胞上に 灰色の斑点	油胞間と油胞上に 灰色の斑点
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (No.666)	症状なし	nt	症状なし	nt
<i>C. boninense</i> (No.425)	主に油胞間に小黒点、 軽微な緑斑	主に油胞間に小黒点、 軽微な緑斑	症状なし	主に油胞間に小黒点、 軽微な緑斑
<i>Alternaria</i> sp. (No.409)	nt ^x	nt	主に油胞間に小黒点、 軽微な緑斑	nt
<i>Cladosporium</i> sp. (No.764)	症状なし	症状なし	油胞間に小黒点、 軽微な緑斑	nt
無接種	症状なし	症状なし	症状なし	症状なし

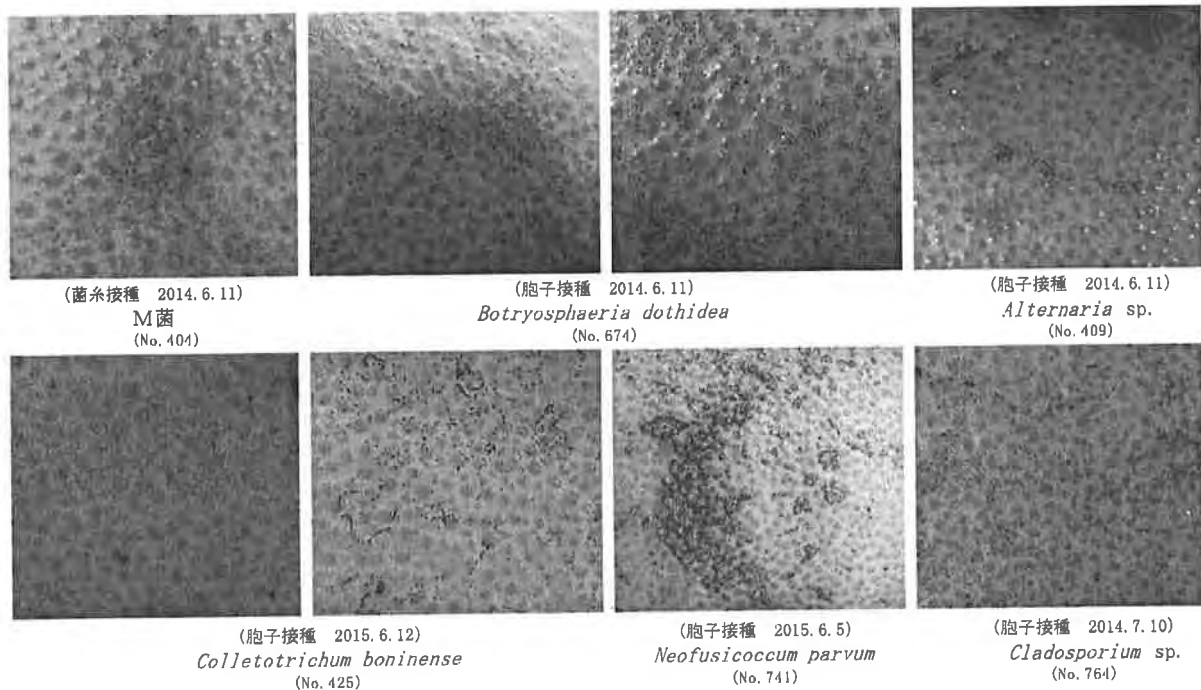
z 接種を開始した日

y M菌は培養で胞子の形成が認められなかったため、接種には菌糸を用いた

x not tested

w rDNAのITS領域の塩基配列を解析した結果、*Mycosphaerella* sp.と高い相同性あり

晩生カンキツ「せとみ」における緑斑症の軽減対策の確立



第6 図 「せとみ」果実における緑斑症からの分離菌接種による症状

3) 幼果の果頂部からの糸状菌の分離

暴露試験や果実における発生場所の調査結果から、幼果期の果頂部に何らかの糸状菌が感染している可能性が考えられたため、幼果の果頂部から菌を分離した。6月の幼果には果頂部に枯れた花柱が散見され、枯れた花柱の有無別に区分して菌を分離した。その結果、枯れた花柱の残存した幼果からは、*C. gloeosporioides*、*Fusarium* sp.、*Alternaria* sp.、*Cladosporium* sp. など、花柱の脱落している幼果からは、*C. gloeosporioides*、*Alternaria* sp. などの糸状菌が分離され、各菌の分離率は枯れた花柱の残存した幼果において高かった(第6表)。

なお、幼果に残存した枯れた花柱からは *C. gloeosporioides*、*Fusarium* sp.、*Alternaria* sp.、*Cladosporium* sp. など幼果から分離されたものと同種

の糸状菌が分離された(データ略)。

4) 幼果の果頂部から分離した糸状菌の接種

幼果の果頂部から分離した糸状菌を6月の果実に接種した結果、*Fusarium* sp. を接種した果実において果実の着色後に亀裂症状と類似した症状が認められた(第7図)。しかしながら、接種した菌の再分離はできなかった。

Fusarium sp. の胞子を接種した果実を7日後に観察すると、胞子から発芽した菌糸が気孔に侵入し、その部分が緑斑症発生部と同様に褐変していた(第8図)。

Alternaria sp. を接種した果実においては、カルス状の斑点が多数生じ、9月までに全て落果した。

また、*Cladosporium* sp. の接種果における緑斑症状は、緑斑症発生組織からの分離菌接種と同様に軽微であった。

第6表 「せとみ」幼果の果頂部から分離された糸状菌

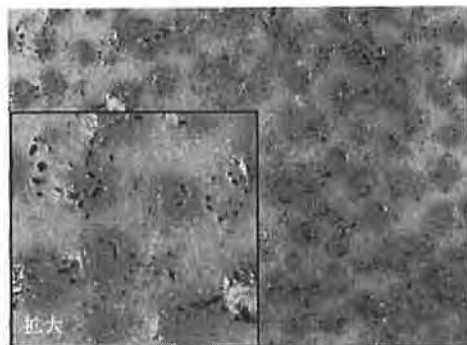
菌種	2015. 6. 12 ^z		2016. 6. 10		2016. 6. 20	
	枯死花柱なし	枯死花柱付着*	枯死花柱なし	枯死花柱付着*	枯死花柱なし	枯死花柱付着
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	2 (16.7) ^y	10 (16.9)	9 (27.3)	15 (65.2)		
<i>Alternaria</i> sp.	1 (8.3)	9 (15.3)	2 (6.1)	3 (13.0)		
<i>Fusarium</i> sp.		4 (6.8)		5 (21.7)		
<i>Cladosporium</i> sp.		2 (3.4)	1 (3.0)			
その他、不明	2 (16.7)	5 (8.5)	7 (21.2)	7 (30.4)		
分離数	12	59	33	23		

^z 分離年月日

^y 数字は分離された組織数、() は分離率 (%) を示す

^x 果頂部に枯死した花柱が付着した果実

^w 果頂部に枯死した花柱が付着していない果実



第7図 *Fusarium* sp. を接種した「せとみ」に発生した緑斑症亀裂症状に類似



第8図 *Fusarium* sp. を接種した「せとみ」幼果における気孔の褐変アニリンブルーで染色して観察

5 軽減対策

1) 殺菌剤散布による緑斑症の軽減効果

殺菌剤による緑斑症の軽減効果を検討した結果、灰

色かひ病と黒点病防除を目的とした6回の殺菌剤散布により、緑斑症の発生度は無散布区の1/4に軽減された(第7表)。

第7表 生育期における殺菌剤散布が緑斑症の発生に及ぼす影響

試験区	発生果率 (%)	発生度 ^y
殺菌剤散布 ^z	24.8	5.6
無防除	63.7	23.5

^z 2013年5月23日 マンゼブ水和剤 600倍+フルアジナム水和剤 2,000倍、6月4日、6月23日、7月9日、8月8日、9月5日、マンゼブ水和剤 600倍
^y 発生度は、発生予察実施基準の黒点病調査法に準じた

2) マンゼブ水和剤の散布時期の違いによる緑斑症の軽減効果

時期を変えてマンゼブ水和剤を散布し、緑斑症の発生に及ぼす影響を調査した。その結果、マンゼブ剤を6月上旬から9月上旬まで5回散布した区では発生が大きく軽減した。また、6月上旬から8月上旬まで4回散布をした区でも同様であった。一方、6月中旬から9月上旬まで4回散布した区においては、前2試験区に比べて発生がやや多かった(第8表)。

3) 落弁期の殺菌剤散布による緑斑症の軽減効果

5月の落弁期にピラクロストロビン・ボスカリド水和剤、フルアジナム水和剤、マンゼブ水和剤等の殺菌剤を散布し、緑斑症の発生を調査した。その結果、マンゼブ水和剤を散布した区では、雲症状の発生がやや

第8表 防除時期の違いが「せとみ」の緑斑症発生に及ぼす影響(2014年)

試験区	防除月日					調査果数	緑斑症(雲症状) ^z	
	6/2	6/20	7/8	8/7	9/8		発生果率 (%)	発生度 ^y
①	○ ^z	○	○	○	○	208	6.7 a	1.1 a
②	—	○	○	○	○	248	21.8 b	6.5 a
③	○	○	○	○	—	505	5.9 a	1.2 a
④	—	—	—	—	—	176	51.7 c	23.9 b

^z ○はマンゼブ水和剤 600倍を散布したことを示す
^y 病害虫発生予察要項のカンキツ黒点病の調査基準に準じて調査
^x 同一のアルファベット間には5%の危険率で有意差なし (Tukeyの方法)
発生果率、発病度は角変換後に検定

第9表 落弁期の殺菌剤散布が「せとみ」の緑斑症の発生に及ぼす影響 (2016年)

試験区 ^z	薬剤名 ^y	調査果数	雲症状		亀裂症状	
			発生果率 (%)	発生度 ^x	発生果率 (%)	発生度 ^x
①	N	102	18.1 a	5.0 a	7.4	3.1
②	F	124	21.4 a	6.2 a	9.2	3.9
③	J	76	11.7 a	3.2 a	4.3	1.5
④	—	112	20.9 a	4.9 a	9.5	3.3
⑤	—	131	46.7 b	16.2 b	13.1	4.8

^z ⑤区を除き、6/3、6/23、7/19、8/31にマンゼブ水和剤 600倍を散布
^y 2016年5月19日に各種薬剤を散布、N:ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤 2,000倍、F:フルアジナム水和剤 2,000倍、J:マンゼブ水和剤 600倍、—:無散布
^x カンキツ黒点病発生予察基準に準じた
同一のアルファベット間には5%の危険率で有意差なし (Tukeyの方法)
発生果率、発病度は角変換後に検定

少なくなる傾向にあったが、有意性は認められなかった(第9表)。

亀裂症状に対する殺菌剤散布の効果については、樹による発生程度の差が大きく、有意性は認められなかった(第9表)。

考 察

カンキツ類の果実に発生する果皮障害には、病害、虫害、農薬の害、養分欠乏または過剰による障害、物理的な害(例えば風害)、生理的な害などがある(近泉, 2007)。しかし、果皮障害にはその発生原因が明らかでないものも多く、軽減対策は症状ごとに異なると考えられる。

「せとみ」に発生する緑斑症は、ウンシュウミカンや「宮内伊予柑」など他の品種では問題となっていない。そのため、参考になる対策はなく、原因解明と軽減対策について検討を行う必要があった。

本研究において、緑斑症と呼ばれている症状を、雲症状と亀裂症状に区分して検討した。このうち、雲症状の油胞間には多数の微細な黒点が認められた。黒点は主に油胞間にある気孔の褐変であり、その周辺に緑色が残っているため、発生部分が緑色に見えるものと考えられる。もう一方の亀裂症状は、雲症状に似ているが、油胞の間やその縁に添って湾曲した褐色の亀裂や褐色点が認められた。これらの2種類の症状の違いは、発生原因が異なることによるものか、症状の程度の差によるものかは明らかではなかった。

現地での発生状況を「せとみ」の産地である3地域において調査した。その結果、いずれのほ場においても緑斑症の発生は認められ、ほ場による発生程度の差は大きかった。

また、網戸を設置したガラス室内で栽培された樹では、いずれの症状も認められなかったことから、緑斑症は病害である可能性が示唆された。

本症に類似する病害として、ハッサク果実の緑斑症状があり、本症状はカンキツ炭疽病菌

(*C. gloeosporioides*)により引き起こされ、9月から10月の感染で発症することが報告されている(間佐古ら, 2007)。しかしながら、その症状は主に涙滴状であるという点で「せとみ」の緑斑症とは異なる。

また、「不知火」で問題となっている汚れ果症は果頂部を中心に発生し、果皮が着色すると小さな黒点が目立つようになり、マンゼブ剤の散布により被害が軽

減される(井出, 2007)など、「せとみ」の緑斑症と一致する部分が多い。しかしながら、汚れ果症は施設栽培で発生し、油胞上にも黒点が発生する(井出, 2007)ことから、「せとみ」の緑斑症とは異なると考えられる。

緑斑症の発生はガラス室内で栽培された「せとみ」の果実には認められない。そこで、幼果の時期に袋をかけ、時期別の除袋により外部環境に暴露した結果、雲症状は6月の暴露により発生が多くなった。このことから、雲症状は6月の風雨や病害虫など外部環境によって発生が助長されるものと考えられる。一方、亀裂症状については一定の傾向が認められず、暴露しなかった果実においても発生が認められた。この理由として、袋内に流入する雨水の影響や試験開始前の外部環境が関連している可能性があり、ポット栽培樹のガラス室からの時期別搬出による暴露試験、満開期からの暴露試験と接種試験など、さらなる検討が必要である。

本研究において、緑斑症の発生した果実から菌の分離を行い、接種試験による症状の再現を試みた。しかしながら、本症状は、数種の糸状菌の接種において雲症状や亀裂症状と類似した症状が認められたが、菌の再分離が困難であったことから、これらの糸状菌が原因であることの証明はできなかった。

一方、枯死した花柱が付着した幼果の果頂部と枯死した花柱から *Fusarium* sp. が分離されること、その菌を幼果に接種して7日後に顕微鏡で観察すると、胞子から発芽した菌糸が気孔に侵入しており、その周囲が褐変していること、接種した果実において、収穫期に亀裂症状と類似した症状が認められることなどから、枯死した花柱で増殖した *Fusarium* sp. が「せとみ」の緑斑症に関与している可能性が考えられる。

今後の課題として、各種分離菌の接種直後の果実からの菌の分離試験および組織観察による発生原因の特定、花柱の付着した幼果の摘果による発生の軽減効果などについて検討が必要である。

緑斑症は病害である可能性が示唆されたことから、殺菌剤による軽減対策について検討した。緑斑症のうち、雲症状は6月から9月までのマンゼブ剤の散布により発生が軽減し、特に6月初旬の効果が大きかった。一方、亀裂症状に対するマンゼブ剤の散布の効果は判然としなかった。また、5月の満開直後に散布する殺菌剤による軽減効果について検討した結果、マンゼブ剤の散布区で発生はやや少ない傾向が認められた

が、樹による発生程度の差が大きく、有意差は認められなかった。

以上のことから、緑斑症の発生は6月初旬から9月までの期間、定期的にマンゼブ水和剤を散布することによって軽減されることが明らかとなった。

摘 要

「せとみ」の果皮の一部に緑色が残り全体が着色しない緑斑症と呼ばれる症状が発生し、黒点病とともに外観品質低下の大きな要因となっている。緑斑症には2種類の症状があることが明らかとなった。現地での発生状況を調査した結果、全てのほ場において緑斑症の発生が認められ、ほ場による発生程度の差が大きかった。緑斑症は病害である可能性が示唆されたため、緑斑症の発生した果実から菌の分離と接種試験による症状の再現を試み、類似した症状が認められたが、これらの糸状菌が原因であることの証明はできなかった。また、殺菌剤による軽減対策について検討し、6月初旬から9月までの期間、定期的にマンゼブ水和剤を散布することにより緑斑症の発生が軽減されることが明らかとなった。

引用文献

- 近泉惣次郎. 2007. カンキツ類の果皮障害の発生原因とその防止対策. 愛媛大学農学部紀要. 52: 13-123.
- 井出洋一. 2007. カンキツの新品種‘不知火’に生じる「汚れ果症」の発生防止対策. 今月の農業. 11: 60-64.
- 岸國平. 1995. 寒天葉片法による柄子殻胞子の大量形成について. 植物防疫. 49:129-130.
- 間佐古将則・島津康・米田義弘. 2007. *Colletotrichum gloeosporioides* によるハッサク果実の緑斑症状. 日本植物病理学会誌. 73: 181.
- 宮田明義. 1998. 生理障害 こはん症状. 425-428の5. 農業技術体系. 果樹編1. 農文協. 東京.
- 宮田明義・田中仁. 2003. 高糖度で特徴的な食感の晩生カンキツ新品種‘せとみ(仮称)’の育成. 園芸学会雑誌. 72(別2): 300
- 農林水産省生産局編. 2001. 黒点病. 病害虫発生予察事業の実施について発生予察事業の調査実施基準. p.139-141.

White, T.J., T. Bruns, S. Lee, and J.W. Taylor. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In PCR protocols, A Guide to Methods and Applications. Academic Press, Inc, New York. 315-322.

着色期のカンキツ果実を加害するアザミウマ類の 発生生態の解明と防除対策の確立

東浦 祥光・村本 和之*

Infestations of *Thrips hawaiiensis* (Morgan) (Thysanoptera: Thripidae)
on Ripe Fruits of Citrus and Control Methods

Yoshimitsu HIGASHIURA and Kazuyuki MURAMOTO

Abstract: In the citrus-producing area of Yamaguchi prefecture, thrips widely infest mature citrus fruits, and the main species is *Thrips hawaiiensis*. To survey infestation of this species, it is appropriate to observe the area between fruits of the upper part of the crown. The results of standard dip tests and fruit dip tests indicate that this species is highly susceptible to many insecticides. Two insecticides, bifenthrin WP and spinetoram WP, showed good effects in the field tests, as well as in laboratory experiments.

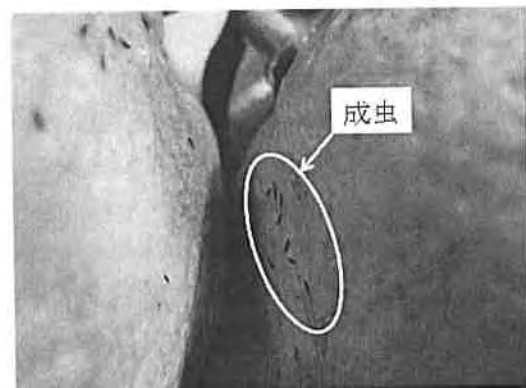
Key Words : pest control, thrips, insecticide, dip tests
キーワード : 害虫防除、アザミウマ類、農薬、虫体浸漬

緒 言

近年、西日本のウンシュウミカン産地の露地栽培ワセウンシュウにおいて、着色期果実の果皮を多数のアザミウマ類が吸汁して被害を出す事例が発生している。アザミウマ類は、特に果実と果実が重なった場所(第1図)や果実と葉が重なった場所に潜んで果皮を吸汁し、白い吸汁痕を発生させる。このとき、果実と果実とが接する部分にはアザミウマ類が侵入できないため、その周縁の果皮が吸汁され、リング状の吸汁痕が形成されることが多い(第2図)。加害程度が著しい場合、吸汁痕が褐変し(第3図)、褐変部は腐敗に至ることもあるとされる(寺本ら, 2001)。

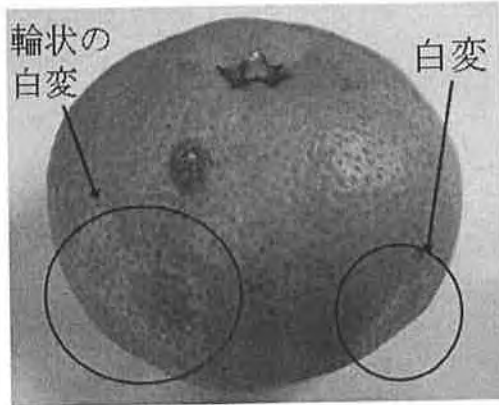
長崎県では、2000年10月中旬、ワセウンシュウ成熟果にハナアザミウマ(*Thrips hawaiiensis* (Morgan))、ビワハナアザミウマ(*T. coloratus* Schmutz)、キイロハナアザミウマ(*T. flavus* Schrank)による障害が発生した(寺本ら, 2001)。また、佐賀県においても、

2009年9月下旬に、ワセウンシュウ果実に吸汁害が多発したとの報告がある(衛藤ら, 2010)。山口県においても、2009年に周防大島町のワセウンシュウを中心とした着色期の果実で大きな被害が発生した。2010年も産地によっては多く発生したが、その一方で被害の発生が少ない産地もあり、発生実態は明らかになっていない。また、長崎県ではワセウンシュウの加害種と

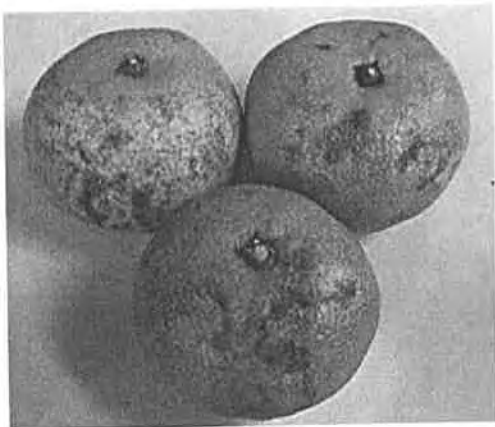


第1図 果間に認められたアザミウマ類成虫

*現在 : 岩国農林事務所



第2 図 「宮川早生」に発生した輪状吸汁痕



第3 図 褐変した吸汁痕

してハナアザミウマが主体と報告されているが(寺本ら, 2001)、佐賀県においてはビワハナアザミウマ、ヒラズハナアザミウマ (*Frankniella intonsa* (Trybom)) がワセウンシュウ果実上の優占種であると報告されており(衛藤ら, 2010)、地域によって状況が異なる。そのため、本県における加害種を明らかにする必要がある。さらに、カンキツ類のアザミウマに対する農薬の登録はチャノキイロアザミウマ (*Scirtothrips dorsalis* Hood) に対するものが多いため、着色期に果皮を加害する他のアザミウマ類に対しても使用可能となるよう、登録を拡大する必要がある。

そこで、山口県のカンキツ園において着色期の果実を加害するアザミウマ類の発生生態を明らかにするとともに、防除方法を確立するために試験を実施した。また、カンキツ類の栽培においてチャノキイロアザミウマの被害低減に効果がある樹冠下の白色シートマルチ敷設(土屋ら, 1995) が着色期に果実を加害するアザミウマ類に与える影響を調査するとともに、ハナアザミウマに対して、虫体浸漬法による薬剤感受性検定、薬剤処理果実に対する接種試験を実施した。また、自

然発生したアザミウマ類に対し、立木への薬剤散布試験を実施した。

研究の初期段階で薬剤感受性検定方法に関し有益な御助言を頂いた OAT アグリオ株式会社の和氣坂成一氏に厚く御礼申し上げます。

材料および方法

1 着色期のカンキツ類果実に対するアザミウマ類の発生状況

1) 加害品種および加害部位

2011 年 11 月 10 日～12 月 12 日に 山口県大島郡周防大島町東安下庄の柑きつ振興センター内ほ場において、「大島 1 号」(宮内伊予柑と吉浦ポンカンの交配種)、ユズ、「太田ポンカン」、スダチ、カボス、レモン「リスボン」、「長門ゆずぎち」の着色した果実を調査した。調査は、果実と果実が接した部分(以下「果間」と、果実が重ならず独立している果実上におけるアザミウマ類の成虫数を計数した。また、20 頭程度の成虫を面相筆を用いて捕獲し、スライドグラスに封入・検鏡して梅谷ら(1988)の検索表に基づき同定した。

2) 着色期のウンシュウミカンにおける発生状況

2011 年は 9 月 26 日から 12 月 12 日に、2012 年は 9 月 25 日から 12 月 11 日に周防大島町、下関市、防府市において、また 2013 年は 10 月 3 日から 12 月 12 日に周防大島町、萩市、上関町のウンシュウミカンほ場において、着色した果実をほ場あたり 50～100 果間のアザミウマ類虫数を調査した。2011 年は調査ほ場ごとの総虫数を記録し、2012～2013 年は果間ごとの虫数を記録した。また、調査中に一部のアザミウマ類を面相筆を用いて捕獲し、スライドグラスに封入・検鏡して梅谷ら(1988)の検索表に基づき同定した。

3) 春期収穫の果実における調査

2013 年 4 月 23 日から 5 月 8 日に、山口県大島郡周防大島町のカンキツほ場において「南津海」マンダリン、「弓削瓢柑」、「川野ナツダイダイ」、シークワーシャー、シキキツを調査した。調査は着色した果実の果間を見取りによって行い、アザミウマ類が認められた場合は面相筆を用いて捕獲した。また、4 月 25 日、5 月 1 日および 5 月 8 日に「南津海」について、樹冠の赤道部を中心に上部と下部に区分して調査した。また、捕獲個体はスライドグラスに封入して検鏡し、梅谷ら(1988)の検索表に基づき同定した。

2 防除方法の確立

1) シートマルチ敷設がアザミウマ類に与える影響

2013年7月上旬より柑きつ振興センター内のウンシュウミカンほ場において、株元に白色の透湿性光反射シートマルチ（デュポン社製、商品名：タイベック）を敷設した区と無敷設の区を設定し、10月10日に樹冠の赤道部を中心に上部と下部とに分けて果間のアザミウマ類を見取り調査した。

2) 虫体浸漬法による薬剤感受性検定

ハナアザミウマ雌成虫に対する各種薬剤の感受性検定を、虫体浸漬法により実施した。試験期間は2013年1月15日～18日および2014年2月16日～18日、各薬剤について1区約10頭3反復で実施した。

供試したハナアザミウマは、2012年10月に柑きつ振興センター内のワセウンシュウ果実上で捕獲し、ソラマメまたはトラッパーピース（エンドウの一種）の催芽種子で累代飼育した系統とした。

虫体浸漬法は浜（1987）の手法を一部改変して実施した。直径2 cm×高さ2 cmのガラス管における一方の開口部をパラフィルムで覆い、反対側の開口部からハナアザミウマ雌成虫を約10頭入れ、ゴース布で塞いだ（第4図）。ゴース布側からピペットを用いて薬液を1 mLを注入し、ガラス管を横に10秒間振って浸漬処理を行った。処理後、ガラス管を傾けてゴース布側から薬液を除去した後、25°C、16L:8Dの恒温器内に静置した。なお、ガラス管のパラフィルム側は2枚のパラフィルム間に10%ショ糖液を封入し、ハナアザミウマが摂食できるようにした。浸漬処理から経時的にゴース布を外し、生虫数を計数した。調査は、2013年は18時間後、36時間後、72時間後、2014年については12時間後、24時間後、36時間後、48時間後とし、生虫数が0になった時点で試験を終了した。



第4図 虫体浸漬法の試験容器

供試薬剤は以下のとおりとし、無処理区は水を用いて浸漬処理を行った。

2013年はイミダクロプリド水和剤(2,000倍)、ジノテフラン水溶剤(1,000倍)、クロチアニジン水溶剤(2,000倍)、アセタミプリド水溶剤(2,000倍)、チアメトキサム水溶剤(2,000倍)、ニテンピラム水溶剤(1,000倍)、アラニカルブ水和剤(1,000倍)、ビフェントリン水和剤(1,000倍)、フェンプロパトリン乳剤(2,000倍)、シラフルオフェン水和剤(2,000倍)、DMTP乳剤(1,000倍)、MEP乳剤(1,000倍)、スピノサド水和剤(6,000倍)、エマメクチン安息香酸塩乳剤(1,000倍)、レピメクチン乳剤(1,000倍)、クロルフェナピル水和剤(1,000倍)、トルフェンピラド水和剤(1,000倍)、ピリフルキナゾン水和剤(3,000倍)とした。

2014年は、PAP乳剤(1,000倍)、マラチオン乳剤(1,000倍)、ペルメトリン乳剤(2,000倍)、シベルメトリン乳剤(1,000倍)、トラロメトリン乳剤(2,000倍)、エトフェンプロックス水和剤(2,000倍)、ビフェントリン水和剤(3,000倍および6,000倍)、チオジカルブ水和剤(800倍)、アセタミプリド液剤(2,000倍)、スピネトラム水和剤(5,000倍)、ミルベメクチン水和剤(2,000倍)、アバメクチン乳剤(500倍)、ピリダベン水和剤(2,000倍)、トルフェンピラド水和剤(1,000倍)とした。

3) 薬剤処理果実への成虫接種試験

薬剤処理した果実に対してハナアザミウマ成虫を接種し、各種薬剤の残効を検討した。

(1) 2013年試験

供試薬剤は、イミダクロプリド水和剤(2,000倍)、クロチアニジン水溶剤(2,000倍)、アラニカルブ水和剤(1,000倍)、ビフェントリン水和剤(1,000倍)、ピリフルキナゾン水和剤(3,000倍)およびトルフェンピラド水和剤(1,000倍)とし、2013年1月11日に肩掛け式噴霧器を用いて柑きつ振興センター内のポット植えウンシュウミカンに薬剤を散布した。散布2日後、7日後に果実を収穫し、側面2か所に目の細かいゴース布を張って1 cm×2 cmの換気口を設けたプラスチック製容器（縦8.5 cm×横12 cm×高さ5 cm）に、薬剤処理果実3個とハナアザミウマ雌成虫約20頭を入れ、25°C、16L:8Dの恒温室内に静置した（第5図）。処理は3反復で実施した。処理7日後にベンザルコニウム塩化物10 w/v%水溶液200倍で容器内部と果実を洗滌し、目の細かいゴース布で漉し取り、実体顕微鏡下で成虫数を計数した。また、容器底面に接した果面に生じた吸汁

痕を、下記の基準を用いて程度別に調査し、被害度を算出した。

食害程度 0:無、1:少(僅かに発生)、2:中(果頂部周辺1/2以下に明瞭な白斑)、3:多(果頂部周辺1/2~全体に発生)。

被害度 = ((少×1) + (中×3) + (多×6)) / (全果数×6) × 100。

なお、試験期間中の降水量は1月13日に13.5 mm、1月14日に25.5 mm、1月17日に0.5 mmであった。



第5図 薬剤処理果実への成虫接種試験の状況

(2)2014年試験

センター内のシークワシャー25年生樹を供試した。ピフェントリン水和剤(3,000倍および6,000倍フロアブル剤)、フロニカミド水和剤(5,000倍)およびピリフルキナゾン水和剤(3,000倍)を用い、2014年2月16日、20日、24日(ピフェントリン水和剤は16日、20日のみ)に、着果した枝に対して各薬剤を葉先から液がしたたる程度の十分量をハンドスプレーを用いて散布した。乾燥後、処理枝にビニール袋を被覆して雨よけを行った。2月25日に果実を収穫し、2013年試験と同様にプラスチック製の容器内に各容器5個の処理果実をハナアザミウマ雌成虫約17頭と共に入れ、25℃、16L:8Dの恒温室内に静置した。処理は3反復とした。ピフェントリン水和剤の処理区については、処理2日後に、容器内の生虫数を計数した。無処理区については容器外から見取りにより計数した。フロニカミド水和剤、ピリフルキナゾン水和剤区では、恒温室内に入れて6日後にベンザルコニウム塩化物10 w/v%水溶液200倍で容器内部と果実を洗滌し、目の細かいゴース布で漉し取り、実体顕微鏡下で成虫数を計数した。また、容器底面に接した果面に生じた吸汁痕を、2013年試験と同様の方法により被害度を算出した。

4)ほ場試験

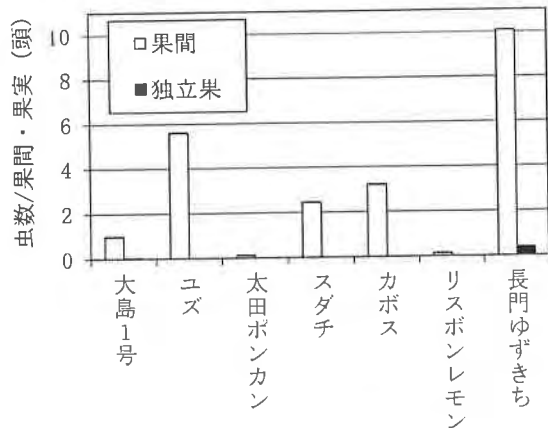
2015年11月19日から12月2日に、柑きつ振興センター内の「宮川早生」5年生樹を供試し、自然発生したアザミウマ類に対する農薬散布試験を実施した。スピネトラム水和剤(5,000倍および10,000倍)、ピフェントリン水和剤(3,000倍および6,000倍)、フロアブル剤)、クロチアニジン水溶剤(2,000倍)を用い、2015年11月19日に肩掛け式噴霧器により枝に葉から葉液がしたたり落ちる程度の十分量(約1.5L/樹)を散布した。処理は1区1樹の3反復とした。調査は、散布前、散布1日後、5日後、9日後および13日後に実施し、樹冠上部を中心に果間のハナアザミウマ類成虫数を1樹あたり50果間を上限に見取り調査した。なお、試験終了後に無処理区の生存虫を20頭捕獲し、千脇・佐野(2011)の方法により実体顕微鏡下で外観による簡易同定を行った。

結果

1 着色期のカンキツ類果実に対するアザミウマ類の発生状況

1)加害品種および加害部位

調査を行った「大島1号」、ユズ、「太田ボンカン」、スダチ、カボス、レモン「リスボン」、「長門ゆずきち」において、果間でアザミウマ類が確認された。「大島1号」と「長門ゆずきち」においてのみ、独立した果実上でもアザミウマ類が確認されたが、その数は少なかった(第6図)。また、捕獲した個体は全てハナアザミウマであった。



※果間：果実と果実が重なる部分(果間)1か所あたりの虫数
 ※独立果：他と接していない果実1個あたりの虫数

第6図 カンキツ種別・部位別のアザミウマ類発生状況(2011年)

着色期のカンキツ果実を加害するアザミウマ類の発生生態の解明と防除対策の確立

2) 着色期のウンシュウミカンにおける発生状況

周防大島、下関、防府、萩、上関の各地区において、発生量は少ないものの長期間にわたりウンシュウミカンの果間でアザミウマ類が発見された。発生ほ場率および密度は年度、産地により違いが認められた(第1表、第2表)。

確認された種はハナアザミウマ、ビワハナアザミウマ、ネギアザミウマ (*T. tabaci* Lindeman)、クロトンアザミウマ (*Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouché)) で、ハナアザミウマの割合が最も高かった(第3表)。

第1表 県内産地におけるアザミウマ類の発生ほ場率

産地名	2011年		2012年		2013年	
	調査ほ場数	発生ほ場率 (%)	調査ほ場数	発生ほ場率 (%)	調査ほ場数	発生ほ場率 (%)
周防大島	10	80	28	54	15	73
下関	6	50	5	60	-	-
防府	7	29	10	30	-	-
上関	-	-	-	-	12	58
萩	-	-	-	-	4	25

第2表 アザミウマ類の発生ほ場における密度

産地名	2011年		2012年		2013年		
	虫数/果間数	発見か所率 (%)	虫数/果間数	虫数/発見か所数	発見果間率 (%)	虫数/果間数	虫数/発見か所数
周防大島	0.07	7	0.08	1.40	15	0.29	1.77
下関	0.39	8	0.16	1.19	-	-	-
防府	0.02	1	0.01	1.00	-	-	-
上関	-	-	-	-	8	0.11	1.10
萩	-	-	-	-	4	0.04	1.00
平均	0.13	6	0.08	1.31	13	0.21	1.48

※発見か所：アザミウマ類が発見された果間、発見か所率：発見か所数/調査総果間数
 ※虫数/果間数：発見された総虫数/調査総果間数

第3表 カンキツ果間で確認されたアザミウマ類の頭数

種名	2011年	2012年	2013年
ハナアザミウマ	68 (79)	74 (96)	295 (99)
ビワハナアザミウマ	17 (20)	1 (1)	1 (0.3)
ネギアザミウマ	1 (1)	1 (1)	-
クロトンアザミウマ	-	1 (1)	1 (0.3)
合計	86	77	297

※ () 内は総数に占める割合 (%)

第4表 各種カンキツの春期着色果実におけるアザミウマ類の発生状況 (2013年)

調査地点	調査日	品種	調査果間数	虫数	発見か所数	虫数/果間数	虫数/発見か所数	発生種	
周防大島	安下庄	4/23	シークワーシャー	25	0	0	0.00	-	
	安下庄	4/23	シキキツ	45	0	0	0.00	-	
	安下庄	4/23	川野ナツグイ	6	0	0	0.00	-	
	東和	4/23	南津海	50	0	0	0.00	-	
	久賀	4/23	南津海	100	2	1	0.02	2.00	ネギアザミウマ
	久賀	4/23	南津海	40	0	0	0.00	-	
	安下庄	4/25	南津海	275	8	7	0.03	1.14	ネギアザミウマ
	安下庄	5/1	南津海	200	4	3	0.02	1.33	ネギアザミウマ
	安下庄	5/8	南津海	150	19	10	0.13	1.90	不明
	安下庄	5/1	弓削瓢柑	120	3	3	0.03	1.00	ネギアザミウマ

※果実と果実の接触部位(果間)を見取り調査

※発見か所数：アザミウマ類が発見された果間の数

3) 春期収穫の果実における調査

4月下旬～5月上旬にかけ、収穫前の「南津海」および「弓削瓢柑」の果間にアザミウマ類が少数認められたが(第4表)、吸汁痕は軽微であった(データ略)。捕獲した種のほとんどはネギアザミウマであった(第4表)。「南津海」における調査では、樹冠上部で確認された数が多かった(第5表)。

2 防除方法の確立

1) シートマルチ敷設がアザミウマ類に与える影響

シートマルチ敷設の有無にかかわらず、樹冠の下部よりも上部においてアザミウマ類が多く確認された(第6表)。また、隣接したシートマルチ敷設区と無敷設区を比較すると、敷設区のアザミウマ類が多かつ

た(第6表)。

2) 虫体浸漬法による薬剤感受性検定

2013年の試験では、供試した多数の剤において、処理18時間後の調査で全個体の死亡が確認された。一部の剤では処理後少数生き残ったが、処理72時間後の調査で全個体の死亡が確認された(第7図)。レピメクチン乳剤における補正死亡率は処理18時間後に80%を越えていたが、最終調査時にも生虫が存在した。クロルフェナピル水和剤における補正死亡率は最終調査時の72時間後に80%程度になったものの、36時間後までは低く推移した。トルフェンピラド水和剤、ピリフルキナゾン水和剤については、調査期間中の補正死亡率が低く推移した(第7図)。

第5表 「南津海」樹冠のアザミウマ類の分布状況(2013年)

調査日	部位	調査果間数	虫数	発見か所数	虫数/果間数	虫数/発見か所数
4/25	樹冠上部	100	5	4	0.05	1.25
	樹冠下部	100	0	0	0.00	-
5/1	樹冠上部	100	4	3	0.04	1.33
	樹冠下部	100	0	0	0.00	-
5/8	樹冠上部	100	18	9	0.18	2.00
	樹冠下部	50	1	1	0.02	1.00

※5/1、5/8は同一園

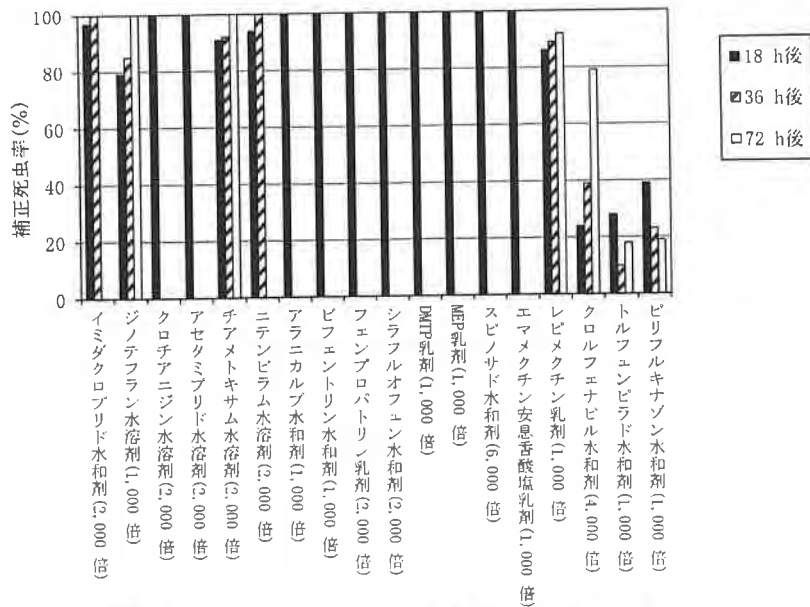
第6表 マルチ敷設条件下における樹冠内アザミウマ類の分布状況(2013年)

マルチの有無	品種	調査日	部位	調査果間数	虫数	発見箇所数	虫数/果間数	虫数/発見箇所数
有	原口早生	10/10	樹冠上部	50	147	31	2.94	4.74
			樹冠下部	50	30	16	0.60	1.88
無	原口早生	10/10	樹冠上部	48	28	13	0.58	2.15
			樹冠下部	50	13	9	0.26	1.44

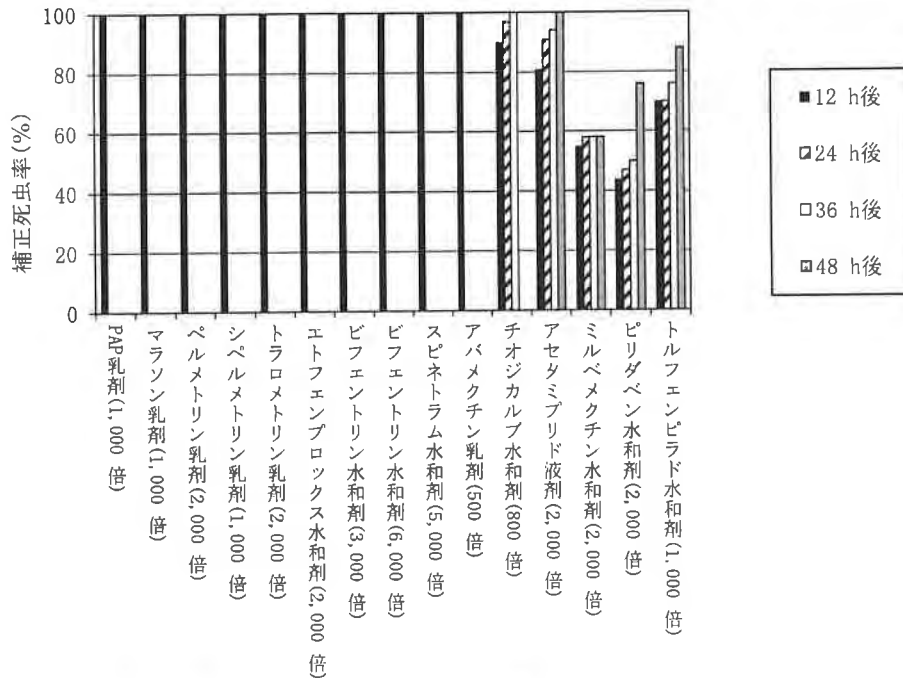
※7月より株元に白色の透湿性シート(商品名タイベック)を敷設

※「原口早生」のマルチ敷設区と無敷設区は隣接

※樹冠上部: 樹冠の赤道部より上、樹冠下部: 樹冠の赤道部より下



第7図 各薬剤に対するハナアザミウマの感受性(虫体浸漬法、2013年)



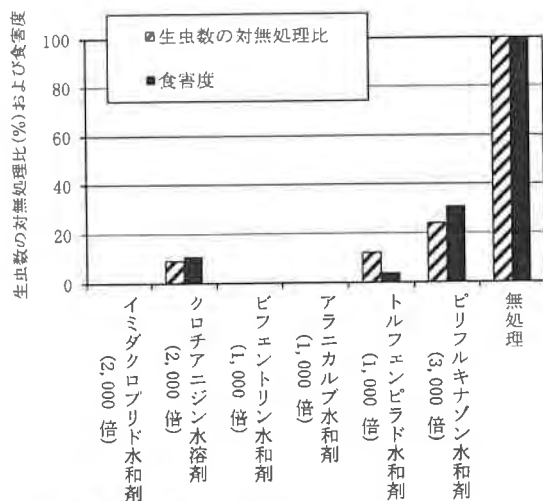
第8図 各薬剤に対するハナアザミウマの感受性 (虫体浸漬法、2014年)

2014年の試験では、供試した多数の剤において、処理12時間後の調査で全成虫の死亡が確認された(第8図)。チオジカルブ水和剤およびアセタミプリド液剤では処理後に少数の生虫が認められたが、前者は処理36時間後、後者は処理48時間後には全個体の死亡が確認された。2013年に供試したトルフェンピラド水和剤は48時間後にも生虫が認められ、他剤ほどの高い感受性は認められなかったが、生虫の動きは明らかに鈍かった。ミルベメクチン水和剤、ピリダベン水和剤

は、最終調査時にも生虫が認められ、特に前者の死亡率が低かった。

3) 薬剤処理果実への成虫接種試験

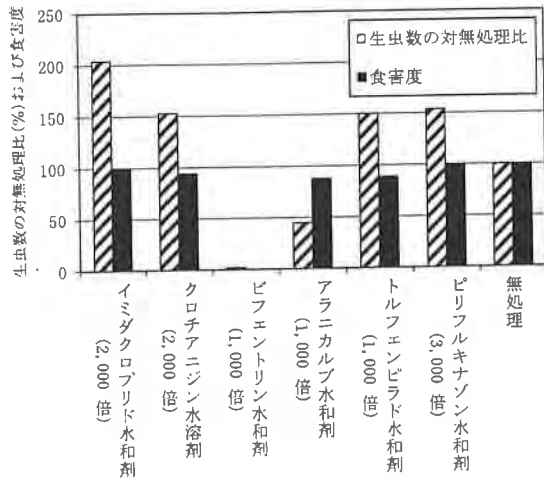
2013年の試験においては、処理2日後の果実を供試した場合、イミダクロプリド水和剤、アラニカルブ水和剤およびビフェントリン水和剤では、全虫の死亡が確認され、食害の発生は認められなかった(第9図)。クロチアニジン水溶剤、ピリフルキナゾン水和剤およびトルフェンピラド水和剤では、無処理と比較して生虫数は少なく食害度も低かった。一方、処理7日後の果実を供試した場合、ビフェントリン水和剤では生虫が少なく、食害も認められなかった(第10図)。アラニカルブ水和剤の生虫数は無処理の50%程度であったが、食害度は無処理と同等であった。イミダクロプリド水和剤、クロチアニジン水溶剤、ピリフルキナゾン水和剤およびトルフェンピラド水和剤では、生虫数が無処理区以上であり、食害度は無処理と同等であった。



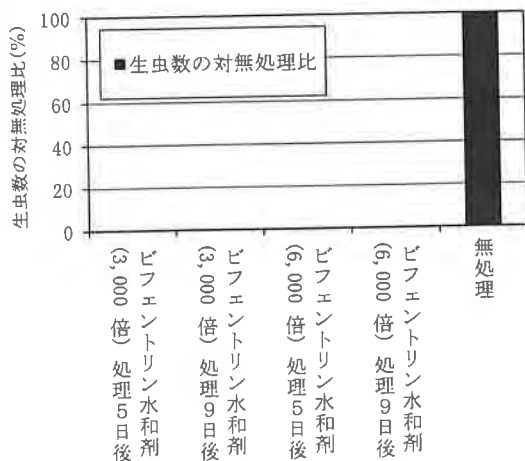
第9図 薬剤処理2日後の果実へのハナアザミウマの放虫試験 (2013年)

2014年の試験においてビフェントリン水和剤(フロアブル剤)を処理した果実では、処理5日後と9日後の何れにおいても、試験開始2日後には生虫が認められなかった(第11図)。フロニカミド水和剤では、散布1日後および5日後の果実を用いた区における生虫確認数および食害は共に少なかった。一方、散布9日後の果実を用いた区においては、生虫は確認されたがその数は無処理区に比べ少なく、食害は僅かに認めら

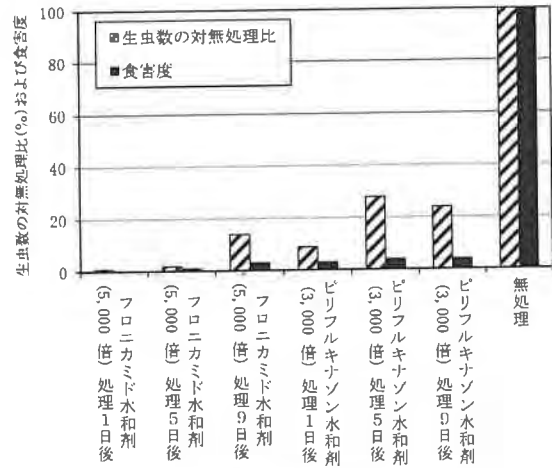
れるのみであった(第11図)。ピリフルキナゾン水和剤では、散布1日後の果実を用いた区において生虫は確認されたがその数は無処理区に比べ少なく、食害は僅かに認められるのみであった(第12図)。散布5日後および9日後の果実を用いた区においては生虫の確認数が増したが、無処理と比較して少なく、食害の発生程度は低かった。



第10図 薬剤処理7日後の果実へのハナアザミウマの放虫試験(2013年)



第11図 ビフェントリン水和剤処理果実へのハナアザミウマの接種試験(2014年)



第12図 摂食阻害剤処理果実へのハナアザミウマの放虫試験(2014年)

4) ほ場試験

無処理区においては、試験期間中は一定数のアザミウマ類が認められた(第7表)。また、試験終了時に無処理区から採取した成虫20頭は、全ての個体がハナアザミウマであった。

これに対し、クロチアニジン水溶剤2,000倍では調査ごとにアザミウマ類成虫が認められたが、特に散布5日後以降の対無処理比は10を下回った。ビフェントリン水和剤3,000倍および6,000倍、スピネトラム水和剤5,000倍では処理1日後に僅かにアザミウマ類が認められたのみで、それ以降は試験終了まで認められなかった。スピネトラム水和剤10,000倍では、散布1日後にやや多くのアザミウマ類が認められ、その後の調査においても認められた。ただし、その数は少なかった。

考 察

1 着色期のカンキツ類果実に対するアザミウマ類の発生状況

ウンシュウミカンだけでなく、中晩柑類や香酸カンキツ類の果実においてもアザミウマ類が確認された

第7表 ほ場試験における各薬剤の防除効果(2015年)

薬剤名	倍率	散布前		散布1日後		散布5日後		散布9日後		散布13日後	
		成虫数/果間	成虫数/果間	成虫数/対無処理比	成虫数/果間	成虫数/対無処理比	成虫数/果間	成虫数/対無処理比	成虫数/果間	成虫数/対無処理比	
スピネトラム水和剤	5,000倍	0.91	0.13	9	0	0	0	0	0	0	
	10,000倍	1.15	0.43	30	0.04	3	0	0	0.02	2	
ビフェントリン水和剤	3,000倍	0.97	0.09	6	0	0	0	0	0	0	
	6,000倍	1.02	0.10	7	0	0	0	0	0	0	
クロチアニジン水溶剤	2,000倍	1.17	0.37	26	0.15	9	0.09	7	0.02	2	
無処理	-	1.12	1.42	100	1.59	100	1.35	100	0.87	100	

ことから、多くのカンキツ品種において着色期にはアザミウマ類による果皮の吸汁被害が発生する可能性が示唆された。確認虫数は個々に独立した果実よりも果実同士が接した果間において多かったことから、アザミウマ類の確認には果間の調査が必要と考えられる。

この結果を踏まえ、2011年～2013年にかけて山口県のウンシュウミカン産地において着色期に果間調査を行ったところ、調査した全ての地域において果実にアザミウマ類が認められた。果実が着色する時期にはアザミウマ類による吸汁害の発生に留意する必要がある。秋期の調査では検鏡個体の大半がハナアザミウマであり、特に2012年および2013年には全体の95%以上であったことから、山口県においてウンシュウミカンの果実に吸汁被害を起こすアザミウマ類の主要種は、ハナアザミウマと考えられる。本調査においては、2011年～2013年は少発生であった。しかし、本種は寄主植物が極めて多様であることが知られており（梅谷ら、1988）、主要な発生源は園外における様々な草種と考えられることから、カンキツ果実の着色進行程度やハナアザミウマの発生量により、年による被害発生程度が異なると推察される。

また、秋期だけでなく春期に収穫するカンキツ類の果実においてもアザミウマ類が確認された。本調査においては秋期の主要種はハナアザミウマ、春期はネギアザミウマであった。後者は施設栽培のウンシュウミカンにおいて6～9月にかけて果皮を吸汁加害することも報告されており（土屋、2002）、時期によって加害する種が異なる可能性が示唆された。

2 防除方法の確立

物理的防除法開発のため、シートマルチ敷設の有無による着色期果実のアザミウマ類を調査した。隣接したシートマルチ敷設区と無敷設区を比較すると、前者のアザミウマ確認数が多かった。この理由として、シートマルチによって調査時における果実の着色が促進され、敷設区における確認数が増加した可能性が考えられる。アザミウマ類による樹冠上部果実の吸汁をシートマルチのみによって防ぐことは困難と考えられる。また、春期に着色するカンキツの調査と同様、秋期においても樹冠上部にアザミウマ類が多く認められたことから、着色期果実におけるアザミウマ類の確認のためには、樹冠上部の果間を中心に調査するのが効率的と考えられる。

ハナアザミウマに対する薬剤の効果を確認した。虫体浸漬法による薬剤感受性検定を実施した結果、以下の剤は即効性でしかも高い効果が期待できる：クロチアニジン水溶剤、アセタミプリド水溶剤、アラニカルブ水和剤、ピフェントリン水和剤、フェンプロパトリン乳剤、シラフルオフェン水和剤、ペルメトリン乳剤、シペルメトリン乳剤、トラロメトリン乳剤、エトフェンプロックス水和剤、DMTP乳剤、MEP乳剤、PAP乳剤、マラソン乳剤、スピノサド水和剤、スピネトラム水和剤、エマメクチン安息香酸塩乳剤、アバメクチン乳剤。

また、以下の剤は、やや遅効的だが高い効果が期待できる：チオジカルブ水和剤、アセタミプリド液剤、イミダクロプリド水和剤、ジノテフラン水溶剤、チアメトキサム水溶剤、ニテンピラム水溶剤。

上記の剤以外では、即効性は認められるが全個体が死亡に至らなかったレピメクチン乳剤と、遅効的だが最終的には補正死虫率が高くなったクロルフェナピル水和剤は、ハナアザミウマに対する防除効果が期待できよう。また、ピリフルキナゾン水和剤は害虫の吸汁を停止させ餓死させる剤であるため（諏訪・坂田、2011）、薬液が直接虫体にかかることによる死亡は少ないと考えられる。

さらに、薬剤処理果実へ接種試験を実施した結果、2012年の放虫試験では、多くの剤で処理7日後に大きく効果が低下した。ピフェントリン水和剤の防除効果は処理7日後まで安定的に高かった。イミダクロプリド水和剤、アラニカルブ水和剤における処理2日後までの防除効果は優れていると考えられるが、処理7日後には低くなっていた。これらの剤は虫体浸漬法による感受性検定でも高い効果が認められ、処理後の期間が短い場合は卓効があったと判断して良いことから、防除効果が低下した理由として処理2日後から7日後までの降雨による薬剤流亡があったと考えられる。また、これらの剤には劣るが、クロチアニジン水溶剤およびトルフェンピラド水和剤も、散布2日後までは一定の防除効果が認められると判断される。

2013年の試験で高い防除効果および残効が認められたピフェントリン水和剤は薬斑が目立ったため、2014年に薬斑が目立たないフロアブル剤のピフェントリン水和剤を用いて同様の試験を実施した結果、両濃度とも同等の高い防除効果と残効が期待できた。

ピフェントリン水和剤は虫体浸漬法では高い効果が認められなかったものの、フロニカミド水和剤とともに、処理果実への放虫試験では一定の防除効果が認

められる。以上のことから、成虫への直接的な致死効果が低く、虫体浸漬法では防除効果の判定が困難な薬剤についても、薬剤処理果実への放虫試験により防除効果の推測が可能であることが示された。

ほ場の立木に対する散布試験においては、樹冠上部を中心に果間を観察しアザミウマ類の成虫数を追跡することで、薬剤の効果を判定できると考えられた。無処理区で安定的にアザミウマ類が確認された一方、ピフェントリン水和剤、スピネトラム水和剤、クロチアニジン水溶性剤の処理区では処理後の虫数が大きく減少し、何れも高い防除効果が認められると判断された。

本試験においてハナアザミウマに対する高い防除効果が期待できる合成ピレスロイド系薬剤やネオニコチノイド系薬剤の多くは、カンキツ類のカメムシ類に対する登録はある。そのため、果樹カメムシ類の防除によってハナアザミウマも同時に防除され、その被害が顕在化していない可能性もある。したがって、園地においてハナアザミウマが確認された場合には、薬剤防除を実施する必要がある。また、春期に確認されたネギアザミウマについては薬剤感受性が異なる可能性があり、別途検討する必要がある。

摘 要

山口県下のカンキツ産地において、着色期の果実に恒常的にアザミウマ類が認められた。主要種は、秋期はハナアザミウマ、春期はネギアザミウマであった。ハナアザミウマの発生は、樹冠上部の果実と果実とが接した部分を観察することによって確認できる。虫体浸漬法による薬剤感受性検定では、ハナアザミウマは多くの薬剤に対する感受性が高かった。薬剤処理した果実に対するハナアザミウマ雌成虫の接種試験により、薬剤の残効と虫体浸漬法では評価しにくい剤の防除効果が推測できることが示唆された。室内試験で高い効果が認められたピフェントリン水和剤、スピネトラム水和剤およびクロチアニジン水溶性剤については、ほ場においても高い防除効果を確認した。

引用文献

- 千脇健司・佐野敏広. 2011. 粘着トラップに誘殺されたアザミウマ類の簡易同定法. 植物防疫特別増刊号. 14. 35-38.
- 衛藤友紀・ロ木文孝・諸隈舞・田中義樹・緒方和裕. 2010.

- 秋季の露地栽培の極早生温州ミカン園等におけるアザミウマ類の発生と被害. 九病虫研究会報. 56. 122.
- 浜弘司. 1987. アブラムシの薬剤抵抗性. 植物防疫. 41. 159-164.
- 諏訪明之・坂田和之. 2011. 昆虫行動制御剤ピリフルキナゾン(コルト顆粒水和剤)の特徴と使い方. 植物防疫. 65. 192-197.
- 寺本健・松本紀子・中村吉秀. 2001. ハナアザミウマ類による露地栽培温州ミカン成熟果の被害発生について. 九病虫研究会報. 47. 123-127.
- 土屋雅利. 2002. ウンシュウミカンにおけるネギアザミウマの寄生および産卵特性. 応動昆. 46. 217-224.
- 土屋雅利・古橋嘉一・増井伸一. 1995. 光反射シートマルチによるウンシュウミカンのチャノキイロアザミウマ防除. 応動昆. 39. 219-225.
- 梅谷献二・工藤巖・宮崎昌久(編). 1988. 農作物のアザミウマ. p. 422. 全国農村教育協会. 東京.

コンテナ栽培による小輪系 ‘プチシリーズ’ の効率的な 切り花生産および球根増殖技術

福光 優子・尾関 仁志・住居 丈嗣・石光 照彦

Efficient Bulb Propagation and Cut Flower Production Technology using
Container-Based Cultivation of the Small Lilies ‘Petit series’

Yuuko FUKUMITSU, Hitoshi OZEKI, Takeshi SUMII and Teruhiko ISHIMITSU

Abstract: We are working on breeding lilies in Yamaguchi Prefecture with the aim of promoting the breeding and production of different varieties. These lilies have won various awards and the overall evaluation is high. The present study was carried out to identify an efficient flower cultivation and bulblet propagation method for a small lily variety called ‘Petit series’. By swapping containers in the same facility, we could cultivate ‘Petit series’ four times a year. Bulb growth in the containers could also be achieved efficiently.

Key Words : Four times a year at the same facility

キーワード : 同 一 施 設 、 年 4 回

緒 言

山口県では、ユリを花き振興のリーディング品目の一つとして位置づけ、オリジナル品種の開発および産地化を進めている。現在一般的に市場流通しているユリは、大輪系が主流であるが、山口県では新たな需要を開拓し、産地の拡大を図るため、花径が小さいタイプのユリの育種に取り組み、現在 11 品種を育成した。これらのユリは、‘プチシリーズ’ という名称でシリーズ化し、球根増殖から切り花生産まで県内を中心に取り組みを行っている。‘プチシリーズ’ は、ジャパンフラワーセレクションでの入賞や、国際園芸博覧会 2016 トルコ・アンタルヤで 5 品種が金賞・3 品種が銀賞を受賞するなど、花き業界から高い評価を受けている。球根の安定増殖体制の確立と合わせて、切り花生産においても、生花商や消費者に求められる品質を周年安定して供給する必要がある。そのためには、施設面積

の利用率向上や法人への導入等、小輪系ユリのメリットを活かした効率的な切り花安定生産技術が求められている。

そこで、本研究では育成した小輪系ユリ ‘プチシリーズ’ において、ユリ球根輸送用コンテナを利用した栽培を行い、冷蔵処理および冷凍処理球根を用いて作型を計画的に組み合わせることで年 4 作体系が可能であるかを検討した。さらに、球根増殖においてもコンテナ栽培での実証を行い、知見を得たのでこれらの栽培技術について報告する。

本研究の実施にあたり、ご協力いただいた生産者並びに関係機関の皆様には深く感謝の意を表す。

材料および方法

試験 I コンテナ栽培による効率的な切り花生産技術

1 用土の種類

ユリ球根輸送用コンテナ (40×60×25 cm) を用いて安定した切り花生産を行うため、コンテナ用上の種類を検討した。

用土の種類は、水稲粒内培土、調整ピートモス、配合土 (バーク堆肥：赤玉土：無調整ピートモス=4：3：3) および無調整ピートモスとバーク堆肥を1:1の体積比で混合した4用土とし、各用土を1コンテナ当たり20L投入した。球根は山口県花き振興センター内施設で養成した「プチソレイユ」を用い、2011年7月下旬に掘り上げ、8月上旬から冷蔵処理を開始した。球根は、球周10cm程度、1コンテナ当たり24球を定植し、花き振興センター施設で栽培を行った。施肥量は基肥に窒素成分量で3.0g/コンテナ、追肥として3.0g/コンテナを2回、合計9.0g/コンテナを施用した。温度管理は、10℃加温、25℃換気とした。栽培では、倒伏防止のためフラワーネットを設置した。1区3コンテナとし、開花日、収穫時に切り花長、切り花重、花蕾数、葉数、蕾長、茎径を調査した。また、各用土の20L当たりの価格を算出した。

2 栽植密度

ユリ球根輸送用コンテナ (40×60×25 cm) に配合土を20L投入し、最適な定植球数を検討した。

「プチソレイユ」の冷凍処理球根 (球周8~10 cm) を用いて1コンテナ当たり、28球、32球、36球および40球定植した。用土の種類は配合土、その他の栽培方法と温度管理は1と同様とし、開花日、収穫時に切り花長、切り花重、花蕾数、蕾長、茎径を調査した。

3 球根の冷蔵期間が貯蔵中の出芽と切り花品質に及ぼす影響

花き振興センター内施設で養成した球根を用い、2012年6月に掘り上げ、15℃で4週間予冷処理後、7月9日から5℃で冷蔵開始し、定植前日に常温に戻した。品種は「プチソレイユ」(早生品種)、「プチロゼ」(中生品種)および「プチブラン」(晩生品種)の球根 (球周8~10 cm) を用い、1コンテナに28球定植し、冷蔵期間が切り花品質に及ぼす影響を検討した。

「プチソレイユ」は、2012年9月11日、10月6日、10月30日、11月26日、12月25日、2013年1月23日に定植した。「プチロゼ」と「プチブラン」は、「プチソレイユ」の定植日と、2013年2月19日に定植した。用土の種類は配合土で、その他の栽培方法と温度管理は1と同様とした。定植時の芽長、開花日、収穫時に切り花長、切り花重、花蕾数、茎径、採花率を調査した。

4 球根の冷凍期間が貯蔵中の出芽と切り花品質に及

ぼす影響

「プチソレイユ」、「プチロゼ」および「プチブラン」の冷凍処理球根 (球周8~10 cm) を用い、1コンテナに28球定植し、冷凍期間が切り花品質に及ぼす影響を検討した。

花き振興センター内施設で養成し、2012年6月に掘り上げた球根を15℃で4週間予冷処理後、7月9日から5℃で冷蔵、その後8月6日から-1.5℃で冷凍し、定植1週間前から5℃で解凍、定植前日に常温に戻した球根を利用した。

「プチソレイユ」と「プチロゼ」は、2012年9月11日、10月6日、11月26日、12月25日、2013年2月19日、3月22日、4月19日、5月16日、6月11日、7月10日および8月10日に定植した。「プチブラン」は、2012年10月6日、11月26日、12月25日、2013年2月19日、3月22日、4月19日、5月16日、6月11日に定植した。栽培方法と温度管理は1と同様とし、定植時の芽長、開花日、収穫時に切り花長、切り花重、花蕾数、茎径、採花率を調査した。

5 年4作体系の実証

花き振興センター内施設で養成した球根を用いた。2012年6月に掘り上げ、予冷予冷後冷凍処理した「プチソレイユ」、「プチロゼ」および「プチブラン」の球根 (各品種とも球周8~10 cm) を用いて、1コンテナに28球定植し、同一施設内でコンテナを入れ替えることで、年4作体系が可能か検討した。定植日や栽培方法、温度管理は4と同様とし、定植時の芽長、開花日、収穫時に切り花長、切り花重、花蕾数、茎径、採花率を調査した。コンテナを利用した切り花栽培の経営試算を、切り花商品化率85%、平均単価60円/本、1作250コンテナ、1コンテナ28球定植として行った。

試験Ⅱ コンテナ栽培による球根増殖技術

1 コンテナでりん片子球から球根増殖する際の最適な 用土の種類

2013年5月29日に収穫した「プチソレイユ」の球根を供試した。りん片子球をパーミキュライト(サイズLL)と水を10:1の体積比で混合し、球根からりん片を剥皮してパッキングした。子球形成処理は23℃で8週間処理した後17℃で4週間処理し、さらに5℃で8週間冷蔵処理した。子球形成したりん片2014年1月9日に定植し、花き振興センター内施設で栽培した。用土の種類は、ボラ土、調整ピートモス、配合土の3用土を用いた。りん片投入重量は、1コンテナあたり50gとした。施肥量は

基肥に窒素成分量で3.0 g/コンテナ施用した。2014年10月3日に球根を収穫し、球周、球根重、球根数について調査した。

2 コンテナあたりのりん片量

供試品種および子球形成処理は、全て1と同様の方法で行った。定植りん片重量は、1コンテナあたり45 g、90 g、180 gとした。施肥量は基肥に窒素成分量で3.0 g/コンテナ施用した。2014年10月3日に球根を収穫し、球周、球根重、球根数を調査した。

3 コンテナ栽培における小球根の大きさと冷蔵処理方法が球根収量に及ぼす影響

2016年1月14日に山口県下関市の露地圃場で収穫した「プチソレイユ」の球根を、小球の大きさを5~6 g、4~5 g、3~4 g、2~3 g、2 g以下の5区に分け、1コンテナあたりそれぞれ、50球、50球、70球、100球、200球を定植した。冷蔵処理なしで、1月19日に定植した区と冷蔵処理を5℃6週間行い3月2日に定植した区を設けた。2016年7月15日に球根を収穫し、球根重、球根数を調査した。

4 りん片子球への冷蔵処理が秋の生育量と春の生育量および球根収量に及ぼす影響

2011年5月、6月に収穫した「プチソレイユ」の球根を47.5℃で30分温湯処理して用いた。パーミキュライトと水を10:1の体積比で混合し、球根からりん片を剥皮してパッキングし、23℃で8週間処理した。試験区は子球形成後、17℃で4週間処理した後に5℃で6週間、5℃で6週間、5℃で10週間の3処理区とし9月21日、9月7日、10月5日に露地圃場に定植した。慣行区は23℃で8週間子球形成後、2011年9月21日に定植した。2012年7月23日に球根を収穫し、球周、球根重、球根数を調査した。

結 果

試験I コンテナ栽培による効率的な切り花生産技術

1 コンテナ栽培用土の種類

用土の種類による切り花品質は、無調整ピートモスとバーク堆肥を混合した用土では切り花重が17.0 gと軽くなり、ボリュームが劣った。その他の用土においては、切り花品質に顕著な差は見られなかった(第1表)。

コンテナ用土の価格は、供試した用土の中では無調整ピートモスとバーク堆肥を混合した用土が20 Lあたり241.5円と最も安価であった。次に、配合土は246.8円、続いて調整ピートモスは281.3円であった。

2 コンテナ栽植密度

「プチソレイユ」の球周8~10 cmの球根を利用し、4月9日に定植し、5月下旬に収穫する作型では、1コンテナあたり40球定植した区では、プラスチックが発生し、開花株率が85%と低くなった。他の球数においては、切り花品質に顕著な差は見られなかった(第2表)。

3 球根の冷蔵期間が貯蔵中の出芽と切り花品質に及ぼす影響

「プチソレイユ」では、12月25日には出芽長が7.9 cmとなった。切り花栽培では、12月下旬までの定植では切り花品質に顕著な差は見られなかった。定植時出芽長が11 cm以上となる1月下旬定植では、採花率は75%と低下し、花蕾数も4.8輪と減少した(第3表)。

「プチロゼ」では、12月25日以降芽が伸び始め、2月19日には芽長が10.4 cmとなった。切り花品質は、9月から10月定植で優れ、貯蔵期間が長くなると劣る傾向があった(第4表)。

「プチブラン」では、12月25日以降芽が伸び始め、2月19日には芽長が7.5 cmとなった。切り花品質は、10月から翌年1月定植で優れ、貯蔵期間が短いと休眠打破が揃わず開花率が低下した(第5表)。

4 球根の冷凍処理期間が貯蔵中の出芽と切り花品質に及ぼす影響

「プチソレイユ」では、7月10日定植で到花日数が43日と最も短く、11月26日定植で107日と最も長くなった。切り花品質は花蕾数には顕著な差はないものの、7月8月定植では切り花重が軽くなり、採花率が低下した(第6表)。

「プチロゼ」では、7月10日定植で到花日数が50日と最も短く、11月26日定植で120日と最も長くなった。切り花品質は、切り花長、切り花重、花蕾数とも7月8月定植で低下した(第7表)。

「プチブラン」では、5月16日定植で到花日数が54日と最も短く、10月6日定植で119日と最も長くなった。

5 年4作体系の実証

「プチソレイユ」では、6月11日、9月11日、11月26日および3月22日に、「プチロゼ」においては6月11日、8月10日、10月6日および2月19日に定植を行うと、同一施設での年間4作体系が実現でき、切り花長60 cm以上、花蕾数3輪以上の出荷可能な切り花を収穫できた(第6表、第7表、第1図、第2図)。

また「プチブラン」においては、10月6日定植で2月1日開花、2月19日定植で5月14日開花、6月11日定植で8月2日開花となり、年3作体系は可能である

第1表 用土の種類が切り花品質に及ぼす影響と用土に要するコスト

コンテナ用土	到花日数 (日)	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	花蕾数 (個)	葉数 (枚)	蕾長 (cm)	茎径 (mm)	用土代 (円/コンテナ・20L)
調整ピートモス	96	59.0	24.8	b ²	4.3	39.0	4.8	4.1
水稲粒状培土	100	59.9	24.8	b	4.8	40.6	4.2	5.2
無調整ピートモス+バーク堆肥	102	59.8	17.0	c	3.3	37.2	4.5	3.6
配合土	105	63.6	27.7	b	5.0	41.0	5.4	4.6
土耕(ベンチ)	110	61.8	38.3	a	5.3	40.3	4.9	5.0

定植日: 2011年6月7日 供試球根「ブチソレイユ」球周10 cm程度 栽植密度: 24 球/コンテナ(60 cm×40 cm×25 cm)

温度管理: 最低気温10℃加温、25℃換気

*調査項目ごとに同一文字間には、Tukey-KramerのHSD検定により5%水準で有意差なし

無調整ピートモス+バーク堆肥配合割合(無調整ピートモス+バーク堆肥=6:4)

配合土割合(バーク堆肥:赤玉:無調整ピートモス=4:3:3)

第2表 栽植密度が切り花品質に及ぼす影響

定植球数 (球/コンテナ)	開花日 (月・日)	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	花蕾数 (個)	茎径 (mm)	採花率 (%)
28	5月30日	62.1	24.3	4.4	3.8	96
32	5月29日	63.4	24.8	4.8	3.9	97
36	5月29日	65.4	25.9	4.7	3.9	94
40	5月29日	66.5	26.9	4.4	4.0	85

定植日: 2013年4月9日

コンテナ用土: 配合土割合(バーク堆肥:赤玉:無調整ピートモス=4:3:3)

供試球根: 「ブチソレイユ」球周8~10 cm

第3表 「ブチソレイユ」の冷蔵処理における出芽長と冷蔵処理球根を用いたコンテナ栽培の切り花品質

定植日 (年/月/日)	定植時出芽長 (cm)	開花日 (年/月/日)	到花日数 (日)	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	花蕾数 (個)	茎径 (mm)	採花率 (%)
2012/9/11	0	2012/11/13	63	59.4	b*	27.9	bc	6.0
2012/10/6	0	2012/12/22	77	68.4	a	31.5	b	6.1
2012/10/30	0	2013/1/28	90	60.2	b	29.9	bc	5.9
2012/11/26	2.3	2013/2/23	89	60.5	b	26.6	c	6.0
2012/12/25	7.9	2013/3/16	81	63.9	ab	38.7	a	5.6
2013/1/23	11.3	2013/4/5	73	61.0	b	33.0	ab	4.8

冷蔵処理: 2012年6月15日に掘り上げた球根を15℃で予備冷蔵処理後、7月9日から5℃で冷蔵し、定植前日に常温へ移動

温度管理: 最低気温10℃加温、25℃換気

*調査項目ごとに同一文字間には、Tukey-KramerのHSD検定により5%水準で有意差なし

第4表 「ブチロゼ」の冷蔵処理における出芽長と冷蔵処理球根を用いたコンテナ栽培の切り花品質

定植日 (年/月/日)	定植時出芽長 (cm)	開花日 (年/月/日)	到花日数 (日)	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	花蕾数 (個)	茎径 (mm)	採花率 (%)
2012/9/11	0	2012/12/6	86	65.9	c*	27.9	ab	2.3
2012/10/6	0	2013/1/9	95	76.0	a	32.3	a	2.1
2012/10/30	0	2013/2/12	106	70.8	b	29.8	ab	1.7
2012/11/26	0	2013/3/13	107	68.3	bc	25.8	b	1.8
2012/12/25	4.7	2013/3/28	93	60.8	d	31.8	ab	1.6
2013/1/23	5.8	2013/4/11	78	65.0	ed	31.3	ab	1.8
2013/2/19	10.4	2013/4/26	66	64.1	ed	29.9	ab	1.6

冷蔵処理: 2012年6月15日に掘り上げた球根を15℃で予備冷蔵処理後、7月9日から5℃で冷蔵し、定植前日に常温へ移動

供試球根: 球周8~10 cm、栽植密度28 球/コンテナ

温度管理: 最低気温10℃加温、25℃換気

*調査項目ごとに同一文字間には、Tukey-KramerのHSD検定により5%水準で有意差なし

第5表 「ブチプラン」の冷蔵処理における出芽長と冷蔵処理球根を用いたコンテナ栽培の切り花品質

定植日 (年/月/日)	定植時出芽長 (cm)	開花日 (年/月/日)	到花日数 (日)	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	花蕾数 (個)	茎径 (mm)	採花率 (%)
2012/9/11	0	2013/1/3	115	55.8	c*	27.9	c	2.3
2012/10/6	0	2013/1/15	102	82.8	ab	32.3	b	3.6
2012/11/26	0	2013/3/13	107	77.3	b	25.8	bc	2.8
2012/12/25	0.3	2013/4/2	98	88.0	a	31.8	a	3.1
2013/1/23	2.1	2013/4/24	91	87.3	a	31.3	a	4.5
2013/2/19	7.5	2013/4/28	68	86.7	ab	29.9	a	3.3

冷蔵処理: 2012年6月15日に掘り上げた球根を15℃で予備冷蔵処理後、7月9日から5℃で冷蔵し、定植前日に常温へ移動

供試球根: 球周8~10 cm、栽植密度28 球/コンテナ

温度管理: 最低気温10℃加温、25℃換気

*調査項目ごとに同一文字間には、Tukey-KramerのHSD検定により5%水準で有意差なし

第6表 「ブチソレイユ」の冷凍処理における出芽長と冷凍処理球根を用いたコンテナ栽培の切り花品質

定植日 (年/月/日)	定植時出芽長 (cm)	開花日 (年/月/日)	到花日数 (日)	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	花蕾数 (個)	茎径 (mm)	採花率 (%)
2012/9/11	0	2012/11/15	65	57.7	f	25.3	cd	5.8
2012/10/6	0	2013/1/1	88	74.2	bc	31.8	b	5.4
2012/11/26	0	2013/3/13	107	66.0	e	28.2	bcd	5.9
2012/12/25	0	2013/4/1	98	75.2	abc	46.7	a	5.6
2013/2/19	0	2013/5/5	76	77.3	ab	45.9	a	5.6
2013/3/22	0	2013/5/24	64	80.4	a	43.1	a	5.5
2013/4/19	0	2013/6/12	55	75.0	abc	34.1	b	5.8
2013/5/16	0	2013/7/1	47	67.1	de	31.6	bc	5.1
2013/6/11	0	2013/7/25	44	74.6	abc	31.8	b	5.8
2013/7/10	0	2013/8/22	43	70.8	cd	25.4	d	4.0
2013/8/10	0	2013/9/24	45	80.4	a	29.6	bcd	5.3

冷蔵処理: 2012年6月15日に掘り上げた球根を15℃で予備冷蔵処理後、7月9日から5℃で冷蔵し、

8月6日から-1.5℃で冷凍処理し、定植1週間前から5℃で解凍処理、定植前日に常温へ移動

供試球根: 球周8~10 cm、栽植密度28 球/コンテナ

温度管理: 最低気温10℃加温、25℃換気

*調査項目ごとに同一文字間には、Tukey-KramerのHSD検定により5%水準で有意差なし

コンテナ栽培による小輪系「プチシリーズ」の効率的な切り花生産および球根増殖技術

が、年4体系は栽培期間が重なった(第8表)。

1,430,000円で、約1,010,000円の経費がかかり、農業

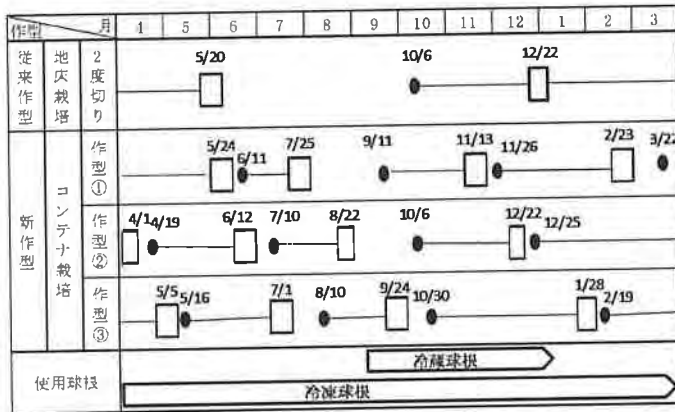
コンテナを利用した「プチシリーズ」の年4作体系の切り花栽培を経営試算すると、100㎡あたり粗収益は約

所得は約420,000円となった(第9表)。

第7表 「プチロゼ」の冷凍処理における出芽長と冷凍処理球根を用いたコンテナ栽培の切り花品質

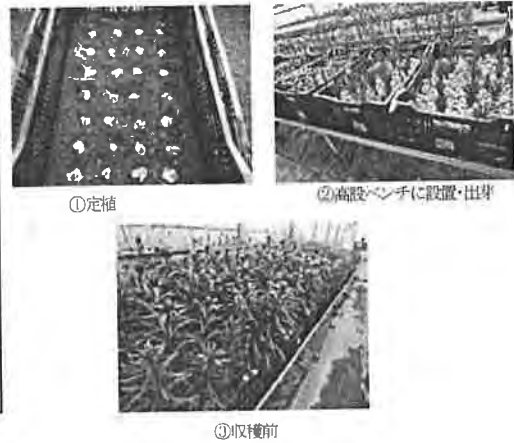
定植日 (年/月/日)	定植時出芽長 (cm)	開花日 (年/月/日)	到花日数 (日)	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	花蕾数 (個)	茎径 (mm)	採花率 (%)
2012/9/11	0	2012/12/18	98	78.5 cd*	25.3 b	5.8 c	4.3	100
2012/10/6	0	2013/1/29	115	86.7 u	31.8 b	5.4 abc	4.9	100
2012/11/26	0	2013/3/26	120	80.2 bcd	28.2 b	5.9 abc	4.6	100
2012/12/25	0	2013/4/14	110	85.3 ab	46.7 a	5.6 abc	4.9	100
2013/2/19	0	2013/5/15	85	82.7 abc	45.9 a	5.6 abc	5.0	93
2013/3/22	0	2013/6/4	74	84.0 abc	43.1 a	5.5 a	4.9	89
2013/4/19	0	2013/6/23	65	74.4 de	34.1 b	5.8 abc	4.6	96
2013/5/16	0	2013/7/9	54	70.9 ef	31.6 bcd	5.1 abc	4.5	100
2013/6/11	0	2013/8/2	52	67.2 fg	31.8 cd	5.8 bc	4.3	100
2013/7/10	0	2013/8/29	50	63.7 g	25.4 d	4.0 c	4.2	100
2013/8/10	0	2013/9/30	51	64.7 g	29.6 d	5.3 bc	4.7	93

冷凍処理: 2012年6月15日に掘り上げた球根を15℃で予備冷蔵処理後、7月9日から5℃で冷蔵冷蔵。
8月6日から-1.5℃で冷凍処理し、定植1週間前から5℃で解凍処理、定植前日に常温へ移動
供試球根: 球径8~10cm、栽植密度28球/コンテナ
温度管理: 最低気温10℃加温、25℃換気
*調査項目ごとに同一文字間には、Tukey-KramerのDSD検定により5%水準で有意差なし



●:定植 □:収穫

第1図 「プチシリーズ」における冷蔵および冷凍球根を用いた組み合わせによる年4作体系



第2図 コンテナ栽培の流れ

第8表 「プチブラン」の冷凍処理における出芽長と冷凍処理球根を用いたコンテナ栽培の切り花品質

定植日 (年/月/日)	定植時出芽長 (cm)	開花日 (年/月/日)	到花日数 (日)	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	花蕾数 (個)	茎径 (mm)	採花率 (%)
2012/10/6	0	2013/2/1	118	81.9 cd*	37.3 ab	6.5 a	6.2	71
2012/11/26	0	2013/3/22	116	80.2 d	25.7 cd	2.8 c	4.7	89
2012/12/25	0	2013/4/4	100	86.8 cd	44.5 a	3.1 c	5.2	96
2013/2/19	0	2013/5/14	84	94.0 ab	41.8 a	3.5 bc	5.1	96
2013/3/22	0	2013/6/1	71	96.6 a	37.7 ab	3.5 bc	4.6	89
2013/4/19	0	2013/6/20	62	89.1 bc	33.4 bc	3.7 bc	4.6	100
2013/5/16	0	2013/8/7	83	82.7 cd	34.0 ab	3.8 bc	4.2	82
2013/6/11	0	2013/8/2	52	85.1 cd	32.9 bc	4.6 b	5.4	100

冷凍処理: 2012年6月15日に掘り上げた球根を15℃で予備冷蔵処理後、7月9日から5℃で冷蔵冷蔵。
8月6日から-1.5℃で冷凍処理し、定植1週間前から5℃で解凍処理、定植前日に常温へ移動
供試球根: 球径8~10cm、栽植密度28球/コンテナ
温度管理: 最低気温10℃加温、25℃換気
*調査項目ごとに同一文字間には、Tukey-KramerのDSD検定により5%水準で有意差なし

第9表 コンテナを利用した切り花栽培の経営試算(100㎡あたり)

項目	経費(円)	備考
①粗収益	1,428,000	切り花代(商品化率85%、平均単価60円/本)
②経費合計	1,008,482	
内訳		
諸材料費	14,000	コンテナ代(1作250コンテナ500個分)・耐用年数5年
配合土	149,500	5年使用し不足分を充填
種苗費	420,000	28球/コンテナ 7000球×3回 1回分は切り下使用
肥料農薬費	12,534	
販売経費	311,920	出荷箱、販売手数料
減価償却費	39,897	ビニルハウス・灌水装置等
その他経費	60,631	光熱動力費等
①-②農業所得	419,518	所得率29.4%

試験Ⅱ コンテナ栽培による球根増殖技術

1 コンテナでりん片子球から球根増殖する際の最適な
用土の種類

増殖倍率および球周8 cm以上の球数は用土の種類で有意差は無かった。掘り上げ作業時間は、ボラ土、配合土が優れた(第10表)。

2 コンテナあたりの定植りん片重量

コンテナあたりの定植りん片重量に係る増殖倍率は、45 gで7.4倍、90 gで6.1倍、180 gで3.6倍となり、45 gおよび90 g定植で有意に優れた。また球周8 cm以上の球数は、90 gと180 g定植で優れた(第11表)。

3 コンテナ栽培における小球根の大きさと冷蔵処理方法が球根収量に及ぼす影響

1月14日に掘り上げ後、冷蔵なしで1月19日に定植した区および5°Cで6週間の冷蔵処理後3月2日に定植した区において、収穫時地上部重量と掘り上げ総重量に相関はなく、生育は同等であった。小球根サイズ5~6 gで1コンテナあたりの8 cm以上球数が多く、冷蔵なし

は42球で85.7%、冷蔵ありは44球で89.8%となった。小球根サイズが4~5 gでは、冷蔵なしは37球で77.1%、冷蔵ありは42球で85.7%となった。

小球根サイズが小さくなるほど8 cm以上の球数は減少した(第12表)。

4 りん片子球への冷蔵処理が秋の生育量と春の生育量
および球根収量に及ぼす影響

5月に収穫した「プチソレイユ」の球根からりん片を剥皮し23°C8週間の子球形成処理後、17°C4週間処理した後5°C6週間の冷蔵処理を行い、9月21日に定植すると、秋に出葉・抽苔し、春に再度抽苔するため、増殖倍率は慣行の10.4倍より17.9倍と高くなった。子球形成処理後、5°C6週間処理においても増殖倍率は14.4倍と高くなった。5°C10週間処理では、定植日が10月上旬となることから春の生育が劣り、増殖倍率は5.3倍と低くなった。球周8 cm以上球数は、17°C4週間+5°C6週間処理で12.7倍と最も優れた。(第13表)。

第10表 用土の種類が球根収量および球根掘り上げ作業に及ぼす影響

用土の種類	定植りん片 ² 重量 (g/コンテナ)	球根収量 ³			球根掘り上げ 作業時間 (分/コンテナ・区)
		総重量 (g/コンテナ)	増殖倍率 ⁴ (倍)	球周8 cm以上 (球/コンテナ)	
ボラ土	46.9	285.0	6.1 a*	12.6 a	4.0
ビートモス (pH調整済)	46.8	321.5	6.9 a	17.0 a	8.8
配合土	46.7	345.7	7.4 a	13.6 a	4.4

¹2013年5月29日に収穫した「プチソレイユ」の球根からりん片を剥ぎ、子球形成処理、冷蔵処理を行った後。
²2014年1月9日に定植
³収穫日：2014年10月3日
⁴収穫球総重量/定植りん片重量
^{*}調査項目ごとに同一文字間には、Tukey-KramerのHSD検定により5%水準で有意差なし
 配合土割合(パーク堆肥：赤玉土：赤玉：もみ殻堆肥=4：3：1：1)

第11表 コンテナあたりに定植するりん片重量が球根収量に及ぼす影響

定植りん片 ² 重量 (g/コンテナ)	増殖倍率 ³ (倍)	球根収量 ⁴	
		球周8 cm以上 (球/コンテナ)	球周8 cm以上 割合(%)
45	7.4 a	13.6 b	31.5
90	6.1 a	30.2 a	42.1
180	3.6 b*	28.2 a	24.8

¹2013年5月29日に収穫した「プチソレイユ」の球根からりん片を剥ぎ、子球形成処理、冷蔵処理を行った後、2014年1月9日に定植
 コンテナ用土は、配合土を使用
²収穫球総重量/定植りん片重量
³収穫日：2014年10月3日
⁴調査項目ごとに同一文字間には、Tukey-KramerのHSD検定により5%水準で有意差なし

第12表 定植時の小球の大きさと冷蔵処理が球根収量に及ぼす影響

小球の大きさ (g/個)	定植球数 (球/コンテナ)	生育調査 5月20日		収穫時		球根収量				総球根数 (球/コンテナ)	球周8 cm以上割合 [*] (%)	
		草丈(cm)	輪数(輪)	地上部重量 (g/コンテナ)	総重量 (g/コンテナ)	球周(cm)						
冷蔵なし	5~6g	50	47.1	3.5	506	687.3	12	30	2	5	49	85.7
	4~5g	50	51.3	2.7	570	680.2	16	21	11	0	48	77.1
	3~4g	70	45.0	2.2	432	648.0	23	21	3	3	50	88.0
冷蔵あり	2~3g	100	44.5	1.6	450	796.8	7	20	26	14	67	40.3
	2g以下	200	37.6	0.6	183	801.8	0	33	40	20	93	35.5
	5~6g	50	34.8	2.3	585	743.5	23	21	2	3	49	89.8
冷蔵あり	4~5g	50	41.7	2.4	509	707.5	19	23	5	2	49	85.7
	3~4g	70	41.0	1.4	449	740.7	8	30	18	10	66	57.6
	2~3g	100	38.5	1.2	527	728.4	1	29	29	28	87	34.5
2g以下	200	33.5	0.5	391	840.0	1	9	36	98	144	6.9	

供試球根：2016年1月14日に露地栽培で掘り上げた「プチソレイユ」の球根
 冷蔵なし：2016年1月19日定植 冷蔵あり：2016年3月2日定植 収穫日2016年7月15日
 生育調査：各区10本平均 球周：10~12 cm(16~27 g)、8~10 cm(9~16 g)、6~8 cm(6~9 g)、4~6 cm(2~6 g)
^{*}球周8 cm以上割合：9 g以上球/収穫球数

コンテナ栽培による小輪系「プチシリーズ」の効率的な切り花生産および球根増殖技術

第13表 りん片子球への冷蔵処理が秋の生育、春の生育および球根収量に及ぼす影響

りん片子球冷蔵処理	定植日	定植りん片 ¹⁾		秋生育量(12/1)		春生育量(5/17)		球根収量 ²⁾	
		重量 (g/母球)	出葉数 (枚/母球)	抽苔数 (本/母球)	出葉数 (枚/母球)	抽苔数 (本/母球)	増殖倍率 ³⁾ (倍)	球周8 cm以上 (球/母球)	
17℃4週間+5℃6週間	9月21日	15.3	68.5	3.7	312.8	14.7	17.9 a ⁴⁾	12.7 a	
5℃6週間	9月7日	15.2	27.0	0.0	305.2	12.0	14.4 ab	9.3 ab	
5℃10週間	10月5日	16.0	19.2	0.0	67.8	3.9	5.3 c	3.7 b	
なし(慣行栽培)	9月21日	15.1	0.7	0.0	216.6	10.3	10.4 bc	8.3 ab	

母球として「プチソレイユ」の球周10~12 cmの球根を供試し、子球形成処理は24℃で8週間実施

¹⁾2012年7月23日に収穫

²⁾収穫総球重/定植りん片重量

³⁾調査項目ごとに同一文字間には、Tukey-KramerのHSD検定により5%水準で有意差なし

考察

試験Ⅰ コンテナ栽培による効率的な切り花生産技術

1 コンテナ用土の種類

コンテナ用土は、無調整ピートモスとバーク堆肥を混合した用土の価格がもっとも安いですが、切り花品質が劣るため、次に安価な配合土が適していると考えられる。

ユリのコンテナ栽培は土壌の物理性の安定により障害が軽減し、均一な栽培が出来ることが利点であるが、培地が高価である点が難点である。徳島県のユリのボックス栽培では、粉碎した杉皮の培地が使われている。杉皮は産業廃棄物であることから比較的安価で購入できる。今後は、県内で杉の木を処理する際に出る、杉皮の有効活用等も検討したい。

2 コンテナ栽植密度

1 コンテナあたりの定植球数は40球では切り花品質が劣り、病気の発生もみられるため、28~36球定植が適する。1 コンテナあたりの定植球数が増加するほど経営には有利である。徳島県のコンテナ栽培マニュアルは、オリエンタルユリやLAユリは1コンテナあたり8球定植が好ましいとされている。「プチソレイユ」は小輪系ユリであるため、球周が6~8 cm程度の小さいものでも切り花栽培が可能である(尾関ら, 2003)ことから、小球開花性の特徴を活かし、栽植密度が通常ユリの4倍程度である点が有利である。

3 球根の冷蔵期間が貯蔵中の出芽と切り花品質に及ぼす影響

球根の冷蔵処理では、6月掘り上げ球根は、品種により冷蔵期間が長いと芽の伸長が見られる。早生品種ほど早い傾向がみられ、出芽長が11 cm以上となると定植時に芽を損害しやすいことや、切り花品質が劣ることから、栽培が困難になる。よって、冷蔵処理球根では、周年栽培は難しい。氷温冷蔵球根を用いると出芽が抑えられ「プチソレイユ」で周年栽培が可能であると報告している(福光ら, 2012)。よって、周年安定生産を行うには、冷蔵処理球根および冷凍処理球根を組み合わせる必要がある。

4 球根の冷凍期間が貯蔵中の出芽と切り花品質に及ぼす影響

アジアティック系の氷温貯蔵の設定温度は-2.0℃で温度精度は0.5℃以内が必要としている(吉田ら, 2006)。温度精度が良い場合でも貯蔵期間が長期化すると球根の発芽を十分に抑制できないこともあるが、「プチシリーズ」は比較的アジアティック系に近いので、1年間の長期貯蔵においても出芽はみられなかった(第7表、第8表、第9表)。周年栽培においては、6月掘り球根を利用する場合、12月までは冷蔵処理球根で栽培可能であるが、翌年の1月から8月までに定植する作型では冷凍処理球根を使用する必要がある。冷凍処理により周年栽培は可能となるが、7~8月は高温期であるため、栽培管理に注意が必要である。特にコンテナ栽培では、土耕栽培より高温期に用土が乾燥しやすいため、均一な灌水管理が重要となる。「プチシリーズ」は現在11品種開発されており、品種の特性が異なることが(尾関ら, 2010)報告されている。今後は、品種の特性を理解し、特性が発揮される栽培時期および球周を選択する必要がある。

5 年4作体系の実証

「プチソレイユ」において、コンテナを活用した作型では、栽培期間に合わせて施設内のコンテナを入れ替えることができるため、施設を効率的に活用することができる。しかし、「プチプラン」等晩生の品種で、年4作では栽培期間が重複する品種は、芽出し期間は他の場所で行う等、生育に合わせてコンテナを移動する工夫が必要である。同一施設でコンテナを利用した切り花栽培を行うと100㎡あたり250コンテナ設置でき、1コンテナあたり28球定植すると、年間4作栽培することで、23,800本収穫することができ、農業所得は約420,000円となる。コンテナ栽培では、コンテナの移動が可能ないため、コンテナと用土があれば、圃場準備の必要がないことから、施設利用率の向上と均一栽培が可能となる。今後は、施設や機械を整備し、安定した労働力が確保できる法人経営体等への導入も期待したい。

試験Ⅱ コンテナ栽培による球根増殖技術

1 コンテナでりん片子球から球根増殖する際の最適な

用土の種類

用土の種類により増殖倍率および球周8 cm以上の球数に差はないが、灌水管理および掘り上げ作業時間を考慮すると、コンテナ栽培に使用する用土は配合土が適すと考えられた。配合土は使用後も物理的な変化が少なく、不足分を補充すれば、再利用が可能のためコストの面でも優れている。

2 コンテナあたりの最適なりん片量

1 コンテナにりん片を90 g定植すると、8 cm以上の球根が30.2球収穫できた。資材代や労働費を考慮し、収益性を高めるためには新たな増殖方法についても検討が必要である。

3 コンテナ栽培における小球根の大きさと冷蔵処理方法が球根収量に及ぼす影響

コンテナで小球根を用いて増殖する場合、切り花球根サイズに効率よく増殖するためには、冷蔵処理済みの4~6gの小球根を用いると良い。定植時の球数は50球(総重量は200g程度)が適すると考えられる。総重量200g程度定植すると、2~4gの小球根は、総重量3.5倍程度となり、球周8 cm以上と以下の球根が同量程度となる。2g以下の小球根は、総重量が4倍となり4~6 cmの球根を多く得ることができる。

小球根に5週間冷蔵処理を行うことで、自然低温と同等の効果が得られるため、通年を通して増殖が可能になる。コンテナ栽培による球根増殖は、増殖が安定し、掘り上げも容易でロスが少ない点が有利である。今後は、軽量簡易化を図り作業効率を上げる工夫が必要である。

4 りん片子球への冷蔵処理が秋の生育量と春の生育量および球根収量に及ぼす影響

早掘り球根は47.5°Cで30分温湯処理を行うと子球形成が優れると報告がある(篠原ら, 2012)。7月下旬収穫後、温湯処理し、17°Cで4週間処理した後、5°Cで6週間冷蔵処理を行うことで、子球の休眠が打破された。冷蔵処理済みの子球を9月下旬までに定植すると、秋に発芽抽苔した。その後冬の自然低温を受け一度地上部は枯れ、再度春に発芽抽苔した。よって、りん片子球を子球形成後、17°Cで4週間処理した後5°Cで6週間冷蔵処理を行い9月下旬までに定植することで、秋春2回肥大が可能になり、収量が増加した。今後は、露地栽培でコンテナを活用した秋春2回肥大による増殖も検討し、増殖率および掘り上げ率を高めたい。よって、23°C8週間の子球形成処理後、17°C4週間処理した後5°C6週間処理し9月下旬までに定植すると慣行栽培よりも増殖率が

高くなる。

摘要

山口県が育成した小輪系ユリ「プチシリーズ」をコンテナで栽培する場合、1コンテナに配合土を20L投入し、「プチソレイユ」、「プチロゼ」および「プチブラン」の冷凍球根(球周8~10 cm)を適切に解凍した後、28~36球/コンテナ定植すると、周年を通じて切り花長60 cm以上、花蕾数3輪以上の品質の良い切り花が得られる。「プチソレイユ」においては、冷蔵および冷凍処理球根を組み合わせることで、同一施設内で年4作体系が可能である。球根増殖においては、りん片では、23°C8週間で子球形成後、自然低温もしくは17°C4週間処理した後、5°C6週間処理を行うことで、発芽が促される。小球根も同様で自然低温もしくは5°C6週間処理で休眠打破し、発芽する。コンテナ栽培において、8 cm以上の球根を得るために適した栽植密度は、りん片では90g/コンテナ、4~6gの小球根では50球/コンテナである。

引用文献

- 尾関仁志・光永拓司・山本雄慈・松本理. 2003. 小輪系ユリ「プチソレイユ」の育成. 山口農試研報. 54: 43-46.
- 尾関仁志・光永拓司・藤田淳史・松本哲朗. 2010. 小輪系ユリ「プチフリーズ」、「プチブラン」、「プチルナ」及び「プチロゼ」の育成. 山口農林総技セ研報. 1: 37-45.
- 篠原裕尚・光永拓司・福光優子. 2012. 小輪系ユリ「プチソレイユ」の球根増殖技術の開発. 山口農林総技セ研報. 3: 34-37.
- 徳島県立農林水産総合技術支援センター. ユリのボックス周年栽培マニュアル. 2013.
- 福光優子・篠原裕尚・光永拓司・藤田淳史・尾関仁志. 2012. 小輪系ユリ「プチソレイユ」の長期安定栽培技術. 山口農林総技セ研報. 3: 38-45.
- 吉田光毅・豊原憲子・山本史哉. 2006. オリエンタル系ユリ品種の球根品質に対する氷温帯での貯蔵条件の影響. 大成建設技術センター報. 39: 43.

乳用牛の体細胞数と搾乳管理作業との相関

刀禰 瑞世*・森 実希**

Investigation of Control Factors to Reduce the Somatic Cell Count and Improvement Technology

Mizuyo TONE and Miki MORI

Abstract: Between May 2015 and June 2016, 26 dairymen in Yamaguchi Prefecture were surveyed with respect to 70 items of milking hygiene procedures. In this study, we classified the 26 dairymen according to the liner score (LS) of the somatic cell count into two groups, with a score of 2.5 or more classified as high-level farms and scores of less than 2.5 classified low-level farms. We then investigated whether there was a difference in milking hygiene procedures between the two groups. Differences were found in eight milking sanitation procedures between the LS high-level farm and the LS low-level farm. This result confirmed that farmers with a low somatic cell count within Yamaguchi prefecture managed the cattle bed and cattle body with good hygiene practices and complied with the milking hygiene procedures. In addition, the ATP value and bacterial count before and after cleansing the teat during milking were compared among three dairymen. A positive correlation was found between the ATP value of the papilla wall and the bacterial count, and the ATP value and the bacterial count significantly decreased after cleansing as compared with those measured before cleansing. Based on this fact, it is considered that the ATP value could be used as an index for judging the adequacy of the cleansing of the papilla wall.

Key Words : liner score of somatic cell count, survey to attend milking, ATP value

キーワード：体細胞リニアスコア、搾乳立会調査、ATP 値

諸 言

食の安全、安心が求められる中、酪農家には良質な生乳の生産が求められている。生乳中に含まれる白血球、脱落上皮細胞等の総称である体細胞数は、乳質の重要な基準となっている。しかし、全ての酪農家が体細胞数の基準を満たしているわけではなく、酪農家間で差が大きい。また、「乳用牛群能力検定成績のまとめ-平成 26 年度- (家畜改良事業団)」によると、山口県の平均は 267 千個/mL で、全国平均 230.3 千個/mL と比較して高い状況にある。したがって、体細胞数の低減は、乳質改善のための本県の課題の一つである。

本試験は、県内酪農家の搾乳作業時における管理実態との相関を調査・分析したので報告する。

材料および方法

1 体細胞リニアスコアと搾乳時作業および牛体衛生スコアとの相関

2015 年 5 月から 2016 年 9 月に県内の牛群検定実施酪農家 26 戸を対象に調査した。

1) 体細胞リニアスコア

「牛群管理プログラム～乳牛編～」(家畜改良事業団提供) から、酪農家の月ごとの体細胞リニアスコアのデータを抽出し、分析データとした。(体細胞リ

*現在：萩農林事務所・**現在：下関農林事務所

ニアスコアは、体細胞数の分布を 10 段階で表したものである。臨床的な目安が定められており、0~2 が健康牛、3~4 が要注意牛、5 以上で乳房炎を発症する可能性が高いとされている（相原，2013）。下記の式により体細胞リニアスコアを算出した。

$$\text{体細胞リニアスコア} = \log_2(\text{体細胞数(千個/mL)} / 100) + 3$$

2) 搾乳立会調査

「現場でのトラブルシューティング（北海道根室農業改良普及センター，2004）」を参考に、70 の調査項目を設けた（第 1 表）。項目中の「4. 牛床の清潔の程度」について、良否の判断は、牛床に残る排泄物の量、牛床の乾燥状態、及び牛体下部の状態を確認した。「26. 搾乳手袋の使用の有無」は、搾乳作業に従事する全ての人が、両手に手袋を装着しているか否かで判断した。例えば、2 人のうち 1 人が搾乳手袋をしていない場合、片手のみ搾乳手袋をしている場合、その酪農家は「未使用」とした。「42. ロングミルクチューブのサポートの有無」は、クローヤティートカップの位置を調整する道具を使い、位置調整を実施しているかどうかで判断した。「45. マシンストリップ、過搾乳の有無」は、生乳が出ていない状態で依然ユニットが装着されたままの場合、搾乳後半に乳房をマッサージしたり、クローに手で負荷をかけたりしている場合、マシンストリップ、過搾乳があったと判断した。

また、調査項目中にある牛体衛生スコアは、体表面の汚れを客観的に評価する手法であり、乳房部、下肢部、大腿部の 3 つの部位を確認し、それぞれ、1~4 の 4 段階で評価した（第 1 図）。体の各部位で汚れの割合が 5% 以下でスコア 1、10% 以下でスコア 2、30% 以下でスコア 3、そして 30% より上でスコア 4 と判断した（及川，2015）。今回は、各酪農家で 10 頭以上の乳牛を無作為に抽出し、酪農家ごとに牛体衛生スコアの平均値を求めた。また、牛体衛生スコアによる評価は、スコア 3 と 4 の合計がモニター数全体のどのくらいの比率になるかで、衛生レベルを評価するとされている（及川，2015）。今回の調査では、酪農家ごとに牛体衛生スコアの平均値を算出し、スコア 1 以上 3 未満とスコア 3 以上で区分し比較した。

3) 要因分析

26 戸の酪農家を、体細胞リニアスコアの 12 か月（2015 年 5 月~2016 年 4 月）平均値が 2.5 未満

の酪農家（以下、低推移農家）と 2.5 以上の酪農家（以下、高推移農家）に区分した。

この 2 区間で作業内容に違いがあるかどうか、フィッシャーの直接確立計算法を用いて比較した。また、牛体衛生スコアと体細胞リニアスコアの関係について、ピアソンの相関係数の検定を用いて検討した。

2 清拭前・後の乳頭壁の清浄度および搾乳作業と体細胞数との相関

2015 年 6 月から 2016 年 2 月に県内の牛群検定実施酪農家 3 戸を対象に調査した。

1) 乳頭壁拭き取り材料の ATP 値

供試牛の 4 乳頭（調査頭数 延べ 205 頭）を対象として、乳頭基始部から乳頭口の直前まで（拭き取り面積：約 5 cm×1 cm）を ATP 検査試薬で拭き取り、専用の計測器（Hygiena 社，SystemSURE Plus，SS3）により測定した。

2) 乳頭壁拭き取り材料の細菌数

上記 3 戸の対象酪農家のうち 1 戸で、2015 年 7・8 月、2016 年 1・2 月に調査を実施した。供試牛の 4 乳頭を対象として、滅菌ガーゼで ATP 値の材料と同様の方法で拭き取り、10 mL の生理食塩水に懸濁して菌液を作成し、普通寒天培地に 1 mL 塗布し、24 時間好気培養後、生菌数を測定した。

3) 乳頭口スコア

搾乳後、ディッピング剤が乾いた段階で乳頭口の状態を評価した。



第 1 図 牛体衛生スコア（ウィスコンシン大学IPより抜粋）

乳用牛の体細胞数と搾乳管理作業との相関

第1表 搾乳立会時の調査項目

1. 飼養頭数	36. 清拭タオルの消毒
2. 飼養形態	37. 搾乳直前の乳頭の乾燥状態
3. パドック出入口の清潔の程度	38. 乳頭刺激～ミルク装着までの時間
4. 牛道の清潔の程度	39. ミルカー装着～離脱までの時間
5. 牛床の仕様	40. ユニット装着時の空気流入
6. 牛床の清潔の程度	41. 搾乳時のユニットの位置
7. 敷き料の種類、量	42. ロングミルクチューブのサポートの有無
8. 尾の状態	43. ロングミルクチューブの長さ
9. 換気の有無	44. ライナースリップの頻度
10. 乾乳牛の環境	45. マシンストリップ、過搾乳の有無
11. 分娩房の環境	46. ユニットの落下
12. 初妊牛の環境	47. ユニットの離脱方法
13. 暑熱対策の有無	48. 離脱は乳頭4本同時かどうか
14. ミルカーシステムの仕様	49. 離脱時の真空度の状態
15. ユニットの台数	50. ポストディッピングの実施
16. 自動離脱装置の有無	51. ポストディッピングの容器の形態
17. 業者による点検の有無	52. ポストディッピング後の牛の佇立時間
18. ライナーの交換頻度	53. スラグ流の発生の有無
19. ミルクチューブ類の交換頻度	54. 搾乳時の牛の挙動
20. ゴムパッキン類の交換頻度	55. 搾乳中に他の作業（掃除や給餌）の有無
21. 搾乳機器の分解洗浄	56. 搾乳後のミルクフィルターの汚れ
22. 搾乳開始前の機器の点検	57. 搾乳手順
23. 乳房炎牛の特定	58. 清拭タオルの管理方法
24. 乳房炎牛の対応	59. 旬報、乳検、スクリーニング検査等の結果に気を付けているか
25. 搾乳カートの有無	60. 牛を優しく扱っているか
26. 搾乳手袋の使用の有無	61. 乳房炎治療を行っているか
27. 搾乳作業の分担の有無	62. 乳房炎軟膏の差し方
28. 前搾りの実施	63. 乾乳期のディッピング
29. ストリップカップの使用の有無	64. 乳房炎の発生時期
30. PLテスターの使用の有無	65. 乾乳方法
31. プレディッピングの実施	66. 乾乳軟膏の使用
32. プレディッピングの容器の形態	67. 抗生物質使用牛の選別方法
33. プレディッピング後のコンタクト時間	68. 牛体衛生スコア（乳房部）
34. 1頭1布での清拭の実施	69. 牛体衛生スコア（下肢部）
35. 清拭タオルの素材	70. 牛体衛生スコア（大腿部）

結果および考察

1 体細胞リニアスコアと搾乳時作業および牛体衛生スコアとの相関

体細胞リニアスコアにおいて、調査対象酪農家 26 戸は、低推移農家が 8 戸、高推移農家が 18 戸に区分された。

2 区間で項目ごとに違いがあるかどうか比較したところ、調査した 70 項目の内、7 項目で有意な差および相関を確認した(第 2 表)。乳汁中の体細胞数を上昇させる乳房炎は、環境や人為的な要因で発症する他に、遺伝的な要因、抵抗性や免疫応答など牛側に起因する要因も存在する(明石ら, 2013)。63 項目で違いが見られなかった原因について、牛側の要因が影響したことも考えられるが、今回の調査では原因を明確にすることができなかった。以下、本調査で差が明確に出た 7 項目について紹介する。

「牛床の清潔の程度」について、低推移農家は、約 6 割の酪農家が良であったのに対し、高推移農家は、逆に 8 割の農家が不良だった(第 2 図)。目視により、牛床に約 3 割以上糞尿があつたり湿っていたりした場合、また、牛床に直接接する牛体下部に糞尿がつき乾燥していない場合、「不良」と判断した。牛床の環境を適切に保つことは、牛が受けるストレスを軽減させ、本来持つ抵抗性を高めることにもつながるとされている(阿久沢ら, 1998)。上記の結果により、その重要性を再確認することができた。今回は明確な基準を作らない調査を実施したため、今後、現場指導で牛床の「良」、「不良」の目安を詳細に伝えることを目的に、牛床の管理状況をスコア化し、詳細な調査・分析を実施することも必要と考える。

「搾乳手袋の使用の有無」について、低推移農家は、約 9 割の酪農家が搾乳手袋を着用しているが、高推移農家の着用している割合は 5 割と有意に低かった(第 3 図)。手袋をしな理由として、作業がしにくくなること、手袋の成分により手が荒れる等の意見が酪農家からあつた。また、搾乳中、乳房や乳頭の状態を触って確認する酪農家も見られた。そのような酪農家からは、手袋をすることにより、乳房や乳頭の異常に気づきにくくなるという意見もあつた。しかし、手袋をする目的は、手に付着している殺菌が困難な細菌の消毒が容易にし、搾乳中細菌の拡散を防ぐことにある(阿久沢ら, 1998)。現地指導では、手袋を装着しない理由を確認し、その酪

農家が取れる対策を関係者で考えていく必要がある。

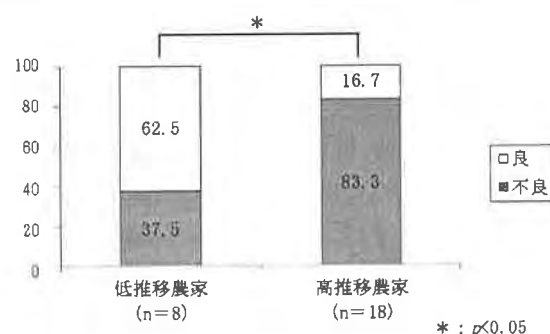
「ロングミルクチューブのサポートの有無」について、低推移農家は、高推移農家と比較して、道具をつかい、ユニットの位置を調整している酪農家が多かった(第 4 図)。サポートの目的は、ユニットの位置を調整することであるが、調査した中で、ロープやバケツ等、牛舎の中にあるものでユニット位置を調整する酪農家も見られた。よって、ユニットの位置がずれて、手動での簡易な調整が困難な場合、そのままにせず、牛舎内で調達できる代用品を探すことも一つの方法と考えられた。

「マシンストリップ、過搾乳の有無」について、低推移農家は、高推移農家と比較して、マシンストリップ、過搾乳をしている酪農家が少なかった(第 5 図)。酪農家に話を聞くと、残乳による乳房炎を恐れ、残乳を無くすことを目的に実施している酪農家が多かった。しかし、過搾乳は乳頭口を痛める原因になり、体細胞数を上昇させる危険性がある(市野, 2004)。現地指導では、乳牛の泌乳生理について酪農家に理解してもらい、少しでも乳房や乳頭に負担をかけない搾乳を実践してもらうことが必要である。

また、以上 4 項目以外に「プレディッピングの実施の有無」、「1 頭 1 布での清拭の実施の有無」、「ユニットの落下の有無」で差が大きく出る傾向が見られた。これらについては、予想どおりの結果となり再確認ができた。

さらに、各部の牛体衛生スコアと体細胞リニアスコアについて、正の相関が確認できた(第 6~8 図)。

今回挙げた 7 項目は、いずれも飼養管理や搾乳作業の基本となる部分である。したがって、県内で体細胞数が低い酪農家は、牛床や牛体を清潔に管理し、基本に忠実な酪農家が多いことが客観的に確認できた。また、高推移農家に向け具体的な対応が可能となった。

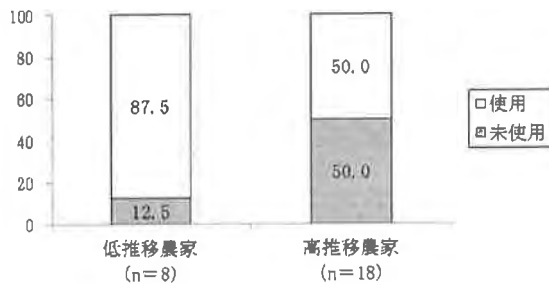


第 2 図 牛床の清潔の程度 (%)

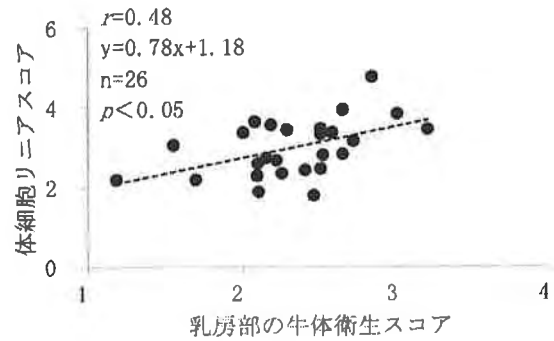
乳用牛の体細胞数と搾乳管理作業との相関

第2表 70項目中差が大きかった7項目

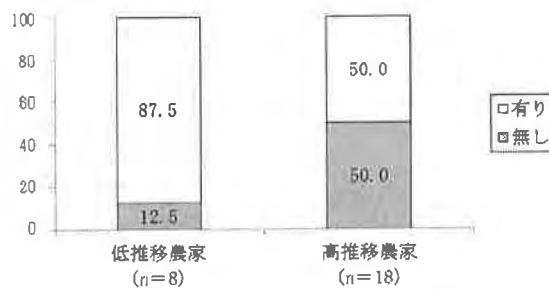
確認項目		高推移農家	低推移農家	p値
1 牛床の清潔の程度	良 / 不良	62.5% / 37.5%	16.7% / 83.3%	0.03
2 搾乳手袋の使用	使用 / 未使用	87.5% / 12.5%	50.0% / 50.0%	0.08
3 ロングミルクチューブのサポート	有り / 無し	87.5% / 12.5%	50.0% / 50.0%	0.08
4 マシンストリップ、過搾乳	有り / 無し	87.5% / 12.5%	50.0% / 50.0%	0.08
5 乳房部の牛体衛生スコアと体細胞リニアスコアの相関				0.01
6 下肢部の牛体衛生スコアと体細胞リニアスコアの相関				0.01
7 大腿部の牛体衛生スコアと体細胞リニアスコアの相関				0.01



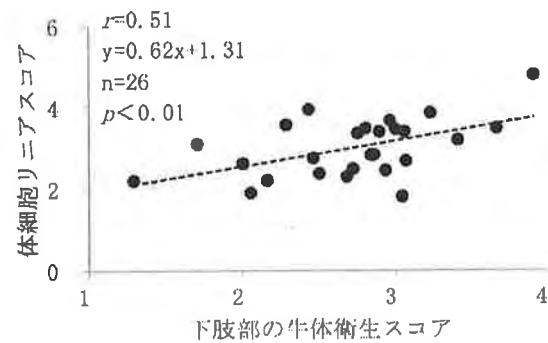
第3図 搾乳手袋の使用の有無 (%)



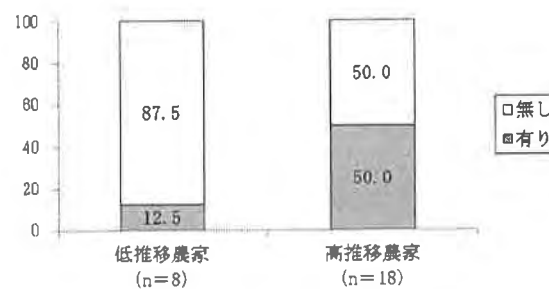
第6図 乳房部の牛体衛生スコアと体細胞リニアスコアの相関



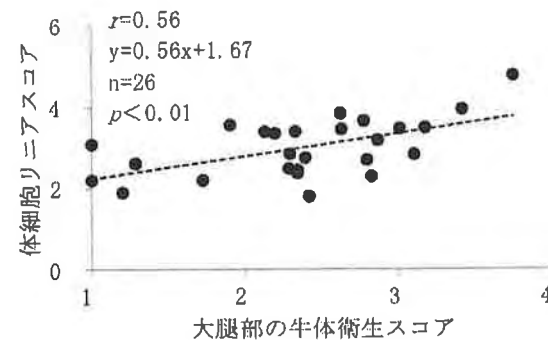
第4図 ロングミルクチューブのサポート有無 (%)



第7図 下肢部の牛体衛生スコアと体細胞リニアスコアの相関



第5図 マシンストリップ、過搾乳の有無 (%)



第8図 大腿部の牛体衛生スコアと体細胞リニアスコアの相関

2 清拭前・後の乳頭壁の清浄度および搾乳作業と体細胞リニアスコアとの相関

搾乳時の乳頭壁の清浄度について、ATP 値及び細菌数を測定・分析した結果、「清拭前」と「清拭後」では、「清拭後」は有意に値が低下した（第 3 表）。同様に乳頭の清拭前から清拭後にかけて、値が低下したとの報告もある（榎谷ら, 2013）。また、「夏季（7・8 月）」と「冬季（1・2 月）」の比較では、「夏季」の値が高くなった（第 4 表）。また、ATP 値と細菌数の間には正の相関が認められた（第 13 図）。夏期は他の季節に比べ使用前敷料で大腸菌群数が増加したとの報告もあり、今回の結果も踏まえ、気温と湿度が上昇する夏期は特に注意が必要ながうかがえる（引田ら, 2016）。よって、夏期の前に、酪農家に向けて、搾乳道具の洗浄と乾燥を徹底する必要があると思われる。

以上のことから、ATP 値は、清拭の適否の判断や汚染度確認の指標として利用可能と考えられた。

乳頭壁の ATP 値、乳頭口スコアと体細胞リニア

スコアの関連性について、今回の調査では、特に相関は認められなかった。

3 改善技術について

搾乳は代々受け継がれてきた方法で行われていることが多く、変更することへの抵抗や不安が、県内で正しい方法を統一できない原因の一つであるとの報告もある（大石ら, 2012）。また、牛舎構造、労働力及び牛舎周辺的环境等、農家毎に様々な条件があり、一律の方法では対応できないと考えられる。今回の結果から、牛舎・牛体を清潔に管理すること、搾乳作業を正しく行うことの重要性を再確認できた。そして、体細胞リニアスコアが高い農家では、乳質を改善させるために、今回差が大きく出た上記の 7 項目を中心に、作業の見直しや点検を行うことが必要となることが明らかとなった。

今後、搾乳作業の映像を活用した検討会、酪農家が集まる研修会の場を利用し情報提供、および酪農農業協同組合の発行誌への掲載（第 10 図）等により、県内産牛乳の体細胞低減の指導に努めたい。

第 3 表 ATP 値および細菌数の比較（清拭前後）

項目	ATP 値 (n=205) (log ₁₀ RLU/本)	細菌数 (n=39) (log ₁₀ CFU/枚)
清拭前	2.12 ± 0.45 a	6.01 ± 1.01 a
清拭後	1.83 ± 0.45 b	4.31 ± 0.79 b

注) Student の t 検定

注2) 同一符号間で有意差なし (p < 0.01)

注3) 平均 ± SD

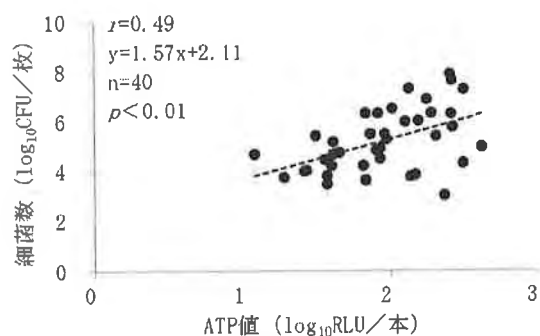
第 4 表 ATP 値および細菌数の比較（夏季と冬季）

項目	ATP 値 (n=95) (log ₁₀ RLU/本)	細菌数 (n=39) (log ₁₀ CFU/枚)
夏季 (7, 8 月)	2.17 ± 0.42 a	5.80 ± 1.31 a
冬季 (1, 2 月)	1.76 ± 0.45 b	4.59 ± 0.85 b

注) Student の t 検定

注2) 同一符号間で有意差なし (p < 0.01)

注3) 平均 ± SD



第 9 図 ATP 値と細菌数の相関



第 10 図 酪農農業協同組合の発行誌に掲載

摘 要

体細胞数の低減を目的に、搾乳時の管理作業を中心に要因分析した。また、搾乳作業時の清拭前後の乳頭壁のATP値と細菌数を測定し、体細胞リニアスコアとの関連性について分析した。

搾乳時の管理作業要因について、調査した農家を体細胞リニアスコアが低く推移する農家と高く推移する農家を2区分し、70項目を比較したところ、7項目で有意な差および相関が確認できた。

乳頭壁のATP値と細菌数を測定したところ、「清拭前」と「清拭後」では、「清拭後」は有意に値が低下し、「夏季」と「冬季」の比較では、「夏季」の値が高くなった。また、ATP値と細菌数の間には正の相関が認められ、清拭適否の判断や汚染度確認の指標として利用可能と考えられた。今回の調査では、ATP値と体細胞リニアスコアとの相関は認められなかった。

以上の結果をもとに、現地指導において作業の確認等を行う必要があると考える。

市野 剛夫. 2004. 酪農の?にこたえる基礎編 Q&A. 株式会社 デーリィ・ジャパン社. p. 69-96

大石理恵・岡村由香. 2012. 酪農経営の生産性に関する諸要因の解明-飼養管理に関する実態調査- 山口農林総技セ研報 . 67-74.

引用文献

- 相原光夫. 2013. 今日も明日も牛群検定が約束するあなたの酪農経営!. p. 28-33. (株)デーリィ・ジャパン社 東京
- 及川伸. 2015. 基本的な身体モニタリング. 臨床獣医. Vol. 33. No. 7. 52-57.
- 根室農業改良普及センター. 2004. 平成 16 年度営農改善資料第 32 集 良質乳生産のための「農場のトラブルシューティング」～安心、安全、おいしい、乳製品は高品質な生乳から～. 根室農業改良普及センター. 16-28.
- 榎谷雅文・木田克弥・宮本明 夫. 2013. ATP 拭き取り検査による搾乳前乳頭壁清浄度の評価. 日獣会誌. 66. 847-851.
- 明石博臣・江口正志・神尾次彦・加茂前秀夫・酒井豊・芳賀 猛・眞鍋 昇. 2013. 牛病学(第三版). 306-321.
- 阿久沢正夫・安里 章・小倉喜八郎・木田克弥・黒崎尚敏・芝野健一・豊 伸吾・中尾敏彦・檜垣恒夫・松山 茂・水谷栄一郎・渡辺大作. 1998. 生産獣医療を目指して・テキストシリーズ 生産獣医療システム 乳牛編 1. 165-179

柑橘類加工残渣を活用した鶏肉および鶏卵生産に関する研究

伊藤 直弥・岡崎 亮・關谷 正男*

Effects of the Use of Citrus Processing Residue on Chicken Meat and Egg Production

Naoya ITO, Akira OKAZAKI and Masao SEKIYA

Abstract: Fodder supplemented with 7.5% of the dry powder of summer orange (*Citrus natsudaidai*) peel, Hassaku orange (*Citrus hassaku*) peel, and Satsuma mandarin (*Citrus unshiu*) peel to chicken meat feed was fed to broilers. As a result, the body weight decreased in those fed summer orange peel and Hassaku peel. In addition, the level of β -cry in the liver was increased in the summer orange peel and Hassaku peel groups, and the β -cry level also increased in the breast meat and liver of the Satsuma mandarin peel-fed group. In addition, differences in the taste of chicken were observed in the Hassaku peel-fed group to the control. Chicken feeds supplemented with 5.0% dried powder of Hassaku peel and Satsuma mandarin peel were also fed to egg-laying chickens. In this case, there was no change in the egg production rate. The α -Toc level in the egg yolk increased due to the feeding of Satsuma mandarin peel. In addition, the β -cry level increased with feeding of Satsuma mandarin peel and Hassaku peel. Together, these results suggest that summer orange, Hassaku peel, and Satsuma mandarin peel may have beneficial effects on the taste of chicken meat and be advantageous to the sale of chicken eggs, with enhanced α -Toc or β -cry content.

Key Words : broiler, Hassaku peel, layer, Satsuma mandarin peel, summer orange peel

キーワード : 肉用鶏、八朔果皮、採卵鶏、温州ミカン果皮、夏ミカン果皮

緒言

山口県は、三方を海に囲まれた比較的温暖な気候から柑橘類の生産が多く、県内の果実加工場では、柑橘類皮や搾りかす等の加工残渣が大量に発生しており、その活用が課題となっていた。

柑橘類加工残渣の活用事例としては、本県では鮎の餌に配合して給与することにより、柑橘の香りがする「柑味鮎(かんみあゆ)」の養殖技術が開発されており(赤壁, 2014)、他県では水産物(徳島の「すだちぶり」、愛媛の「みかん鯛」、和歌山の「レモンぶり」等)や鶏卵(愛媛の「媛っこ卵」、広島「レモン卵」等)が商品化され、三重県や大分県では地鶏への給与試験が実施されている(佐々木ら, 2006; 志村ら, 2013)。

これらの取り組みを参考に、県内の果実加工場で未利用となっている柑橘類加工残渣を飼料として養鶏産業に活用できれば、柑橘類を活かした鶏肉・鶏卵生産が実現する。しかし、柑橘の種類や給与量によって鶏肉や鶏卵に与える影響が異なると考えられることから、当センターではナツミカン加工残渣を混合した飼料を肉用鶏および採卵鶏に給与し、鶏肉・鶏卵にナツミカン果皮由来の香り成分を移行させる添加量および給与期間を明らかにした(岡崎ら, 2015)。

そこで、本研究では、排出量が多いナツミカン、ハッサク、およびウンシュウミカンの加工残渣を添加した飼料を肉用鶏および採卵鶏に給与し、肉質や増体性、産卵性、卵質、等への影響を調査した。

*現在：退職

材料および方法

1 柑橘果皮 (加工残渣) 添加飼料の調整

県内の果実加工場において排出されるナツミカン、ハッサク、およびウンシュウミカンの果皮を用いた。この皮は、各柑橘果実から砂じょうとじょうのうを採取した後の残渣のため、外果皮 (フラベド) と内果皮 (アルベド) であった。果皮は 80 °C で 48 時間通風乾燥した後に粉碎し、これを市販配合飼料 (肉養鶏用飼料または採卵鶏用飼料) と混合して用いた。

2 肉用鶏への給与試験

1) 供試鶏および飼養方法

供試鶏はブロイラー用種 (チャンキー) の雌を 3 週齢まで 開放鶏舎において平飼い不断給餌で群飼した後、体重が均等になるよう 10 羽毎に 4 区に区分し、7 週齢まで飼養した (2 反復、飼養密度 1 羽/m²/区)。なお、点灯時間は 23 時間とした。試験終了後、各区の平均体重の個体 4 羽ずつ 2 反復 8 羽を抽出し、農林総合技術センター畜産技術部 (山口県美祢市伊佐町) の処理室でと殺解体し部分肉とし肉質調査に供した。

2) 試験区分および試験期間

試験区分はナツミカン果皮給与区 (以下、ナツミカン給与区、他の柑橘も同様)、ハッサク果皮給与区、ウンシュウミカン果皮給与区および対照区を設けた。

各試験区とも柑橘類加工残渣の乾燥粉末 (80°C 48 時間処理) を肉用鶏用配合飼料に 7.5% 添加した飼料を供試し、対照区には肉養鶏用配合飼料を供試した。なお、ナツミカンおよびハッサクの給与試験は 2016 年 6 月から 7 月、ウンシュウミカンの給与試験は 2016 年 12 月から 2017 年 1 月に実施した。

3) 調査分析方法

(1) 生産性

終了時体重、飼料要求率 (以下、FCR)、部分肉重量等を調査した。なお、FCR は 2 反復の測定値の平均を使用した。

(2) 肉質調査

解体処理後、片方の胸肉と胸皮および肝臓を真空凍結保存し、分析に供試した。胸肉、胸皮および肝臓のトコフェロール (以下、Toc)、カロテノイド類含量、胸肉のアンセリンとカルノシン含量について調査した。

Toc は、ホモジナイズした胸肉、胸皮および肝臓をピロガロール存在下のアルカリ性でケン化、抽出、留去

後、イソプロピルアルコールに溶解し、高速液体クロマトグラフィー (以下、HPLC) で α および γ -Toc 含量を測定した。なお、HPLC の条件は、奥野らの方法に準じ、Toc と同時に、カロテノイド (ルテイン、 β -クリプトキサンチン (以下、 β -cry)) も定量した (奥野ら、1998)。

なお、胸肉中の β -cry の測定は、胸肉中への移行が表れ難いため (岡崎ら、未発表)、給与する柑橘類のうち最も β -cry の含有量が多かったウンシュウミカン給与で実施した。

また、アンセリンとカルノシン含量 (イミダゾールジペプチド (以下、イミダペプチド)) は HPLC を用いて測定した。

(3) 官能検査

ナツミカン果皮については調査されていることから (岡崎ら、2015)、ハッサクおよびウンシュウミカン給与区と対照区について 3 点識別法を用い、30 人を対象に調査した。官能調査に用いた鶏肉は包装したまま 75°C のウォーターバスで 1 時間加熱した後、ただちに冷却し、袋から取り出して 2 ~ 3 cm に角切りしたものを供試した。なお、鶏肉は塩水浸漬などによる味付けは行わなかった。

3 採卵鶏への給与試験

1) 供試鶏および飼養方法

供試鶏は「ロード・アイランド・レッド (YC 系統)」を各区 10 羽用い、単飼養ケージで飼養した。鶏舎は開放鶏舎を使用し、給与量 110 g/羽/日の制限給餌で点灯時間は 16 時間とした。

なお、給与開始日齢はハッサク給与区で 518 日齢、ウンシュウミカン給与区で 420 日齢であった。

2) 供試鶏および飼養方法

試験区分はハッサク給与区、ウンシュウミカン給与区および対照区を設置した。

各試験区とも柑橘類加工残渣の乾燥粉末 (80°C 48 時間処理) を採卵鶏成鶏用配合飼料に 5.0% 添加した飼料を供試し、対照区には採卵鶏成鶏用配合飼料を供試し、3 週間給与した。また、ハッサク給与試験は 2016 年 5 月、ウンシュウミカン果皮の給与試験は 2016 年 1 月に実施した。

なお、柑橘果皮給与による卵黄色への影響を検討するため、卵黄色を濃くするための飼料添加物は使用しなかった。

3) 調査分析方法

(1) 産卵率

各試験区とも、期間中の全産卵数から産卵率を求めた。

(2) 卵質調査

給与3週間後の鶏卵を用い卵重、産卵率、卵黄色、卵殻強度、ハウユニットおよび卵黄中の α -Toc、 γ -Toc、ルテインならびに β -cryを測定した。

卵黄色は、卵重測定後に割卵し、ロッシュヨークカラーファンを用いて測定した(測定値は、以下CF値)。なお、その卵黄冷凍保存し、解凍後に α -Toc、 γ -Tocおよび β -cry含量を測定した。Tocは、卵黄をピロガロール存在下のアルカリ性でケン化、抽出、留去後、イソプロピルアルコールに溶解し、HPLCで α および γ -Toc含量を測定した。卵殻強度は油圧式卵殻強度計(富士平工業株式会社製)を用い赤道部に圧力を加えて測定した。ハウユニットは、同社製の卵質測定台および卵白高測定器により、濃厚卵白高を3か所測定し、その平均値を基に算出した(算出式： $100 \times \log(\text{濃厚卵白高 (mm)}) - 1.7 \times \text{卵重}^{0.37} + 7.6$)。

4 統計処理方法

データの解析には、棄却検定を実施した各区の計測値について、Studentのt検定およびTukeyの多重比較により有意差検定を実施した。また、官能検査では3点識別法を用い、2項分布による片側検定により有意差検定を実施した。

結果

1 試験における各飼料の成分

肉用鶏および採卵鶏の各試験区において飼料の混合に用いた柑橘類残渣の成分は、第1表のとおりである。対照区で用いた飼料(肉用鶏用および採卵鶏用)と比較して粗タンパク質の割合が低く、粗繊維の割合は高かった。また、 α -Toc、 γ -Tocおよび β -cryの含有量が高く、特にウンシュウミカンは、Tocおよびカロテノイドの含有量が他の柑橘よりも高かった。

肉用鶏給与試験における各区の飼料成分は第2表のとおりで、対照区と比較して粗タンパク質や粗脂肪が低く、粗繊維、可溶性無窒素物や α -Toc、 γ -Toc、 β -cryが高かった。採卵鶏給与試験における各区の飼料成分は第3表のとおりで、粗タンパク質や粗灰分が低く、粗繊維や α -Toc、 γ -Toc、 β -cryが高かった。なお、肉用鶏および採卵鶏の両試験において、ナツミカンおよびハッサク給与区の混合飼料は、対照区と比較してルテイン含量が低かった。

2 肉用鶏への給与試験

肉用鶏における出荷体重およびFCRは、ナツミカンおよびハッサク果皮の給与区では、終了時体重が対照区と比較して有意に低く、FCRは高かった(第4表) また、ウンシュウミカン給与区では、対照区と比較して終了時体重およびFCRに有意な差は認め

第1表 各飼料の成分(原物中)

飼料区分	水分 (%)	CP (%)	粗脂肪 (%)	可溶性無窒素物 (%)	粗繊維 (%)	粗灰分 (%)	トコフェロール ($\mu\text{g}/100\text{g}$)		カロテノイド ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	
							α -Toc	γ -Toc	ルテイン	β -cry
ナツミカン果皮	11.6	5.1	2.7	63.4	13.4	3.8	5,947	3,977	388	1,313
ハッサク果皮	14.4	6.0	2.3	59.1	15.2	3.1	5,109	3,714	315	2,286
ウンシュウミカン果皮	8.8	5.0	1.9	69.7	11.8	2.8	6,771	5,947	1,030	4,857
肉用鶏用飼料	11.7	17.4	7.9	55.8	2.8	4.4	758	706	490	tr
採卵鶏用飼料	11.4	17.0	5.7	52.4	3.5	10.0	502	865	589	tr

※CP:粗タンパク質

第2表 肉用鶏の試験における各区の飼料の成分(計算値)

試験区分	水分 (%)	CP (%)	粗脂肪 (%)	可溶性無窒素物 (%)	粗繊維 (%)	粗灰分 (%)	トコフェロール ($\mu\text{g}/100\text{g}$)		カロテノイド ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	
							α -Toc	γ -Toc	ルテイン	β -cry
ナツミカン果皮区	11.7	16.5	7.5	56.4	3.6	4.4	1,147	951	483	98
ハッサク果皮区	11.9	16.5	7.5	56.0	3.7	4.3	1,085	932	477	171
ウンシュウミカン果皮区	11.5	16.5	7.5	56.8	3.5	4.3	1,209	1,099	531	364
肉用鶏用飼料(対照区)	11.7	17.4	7.9	55.8	2.8	4.4	758	706	490	tr

注1) CP:粗タンパク質

注2) 各果皮の添加量は7.5%

柑橘類加工残渣を活用した鶏肉および鶏卵生産に関する研究

第3表 採卵鶏の試験における各区の飼料成分（計算値）

飼料区分	水分 (%)	CP (%)	粗脂肪 (%)	可溶性無窒素物 (%)	粗繊維 (%)	粗灰分 (%)	トコフェロール ($\mu\text{g}/100\text{g}$)		カロテノイド ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	
							α -Toc	γ -Toc	ルテイン	β -cry
ナツミカン果皮区	11.4	16.4	5.6	53.0	4.0	9.7	774	1,119	559	71
ハッサク果皮区	11.6	16.5	5.5	52.7	4.1	9.7	732	1,007	575	114
ウンシュウミカン果皮区	11.3	16.4	5.5	53.3	3.9	9.6	815	1,119	611	243
採卵鶏用飼料(対照区)	11.4	17.0	5.7	52.4	3.5	10.0	502	865	589	tr

注1) CP:粗タンパク質
注2) 各果皮の添加量は5%

られなかった(第5表)。なお、ナツミカンおよびハッサク給与区では体重にバラツキが大きく、棄却検定によりナツミカン給与区で4羽、ハッサク給与区で2羽のデータが棄却された。

胸皮ならびに肝臓中における α -Tocおよび β -cryの含量については、ナツミカンおよびハッサク給与区において、肝臓中の β -cryのみ有意に対照区と差が認められた(第6表)。また、ナツミカン給与区では胸皮および肝臓において、 α -Tocが有意差はないものの高かった(第6表)。なお、ウンシュウミカン給与区では胸肉、胸皮および肝臓中の β -cryが有意に高かった(第7表)。

胸肉中のイミダペプチド含量は、ナツミカンおよびハッサク給与では増加が認められなかったが(第8表)、ウンシュウミカン給与区は対照区よりもアンセリンが有意差はないものの高かった(第9表)。

第4表 肉用鶏における出荷体重及び飼料要求率(2016年7月)

区分	終了時体重(g)	FCR (3-7W)
	AV \pm SD	
ナツミカン果皮区	3,004 \pm 104 b	2.06
ハッサク果皮区	3,022 \pm 196 b	2.13
対照区	3,252 \pm 172 a	1.90

注1) 同一符号間に有意差なし($p < 0.01$), Tukey法
注2) 標本数(n): ナツミカン(16)、ハッサク(18)、対照区(19)
注3) 各果皮の添加量は7.5%
注4) FCR:飼料要求率

第5表 肉用鶏における出荷体重及び飼料要求率(2017年1月)

区分	終了時体重(g)	FCR (3-7W)
	AV \pm SD	
ウンシュウミカン果皮区	3,031 \pm 206	1.98
対照区	3,092 \pm 238	1.86

注1) 標本数(n=20)
注2) 果皮の添加量は7.5%
注3) FCR:飼料要求率

第6表 胸皮ならびに肝臓中の α -Tocおよび β -cry含量(2016年7月)

試験区分	胸皮		肝臓	
	α -Toc	β -cry	α -Toc	β -cry
	($\mu\text{g}/100\text{g}$)	($\mu\text{g}/100\text{g}$)	($\mu\text{g}/100\text{g}$)	($\mu\text{g}/100\text{g}$)
ナツミカン果皮区	297 \pm 44	tr	271 \pm 90	27 \pm 9 a
ハッサク果皮区	249 \pm 35	tr	202 \pm 63	31 \pm 11 a
対照区	269 \pm 38	tr	203 \pm 55	14 \pm 6 b

注1) 標本数(n=8)
注2) 平均値 \pm 標準偏差
注3) tr: 検出限界以下
注4) 同一符号間に有意差なし($p < 0.01$), Tukey法
注5) 各果皮の添加量は7.5%

第7表 胸肉、胸皮ならびに肝臓中の α -Tocおよび β -CRY含量(2017年1月)

試験区分	胸肉		胸皮		肝臓	
	α -Toc	β -cry	α -Toc	β -cry	α -Toc	β -cry
	($\mu\text{g}/100\text{g}$)	($\mu\text{g}/100\text{g}$)	($\mu\text{g}/100\text{g}$)	($\mu\text{g}/100\text{g}$)	($\mu\text{g}/100\text{g}$)	($\mu\text{g}/100\text{g}$)
ウンシュウミカン果皮区	153 \pm 41	0.8 \pm 0.6 **	507 \pm 53	4.2 \pm 0.8 **	369 \pm 157	37 \pm 12 **
対照区	174 \pm 36	0.0 \pm 0.0	534 \pm 124	0.4 \pm 0.6	327 \pm 82	4 \pm 3

注1) 標本数(n=8)
注2) 平均値 \pm 標準偏差
注3) 有意差有り(**: $p < 0.01$), t-test
注4) 果皮の添加量は5%

鶏肉の官能検査結果は、ハッサク給与区の胸肉の味に有意差が認められた。また、識別者の主な評価として「あっさりしている」との回答が挙げられた。なお、モモ肉については両区とも味に差は認められなかった(第10表)。

3 産卵鶏への給与試験

ハッサク給与区における産卵成績ならびに卵黄中の α -Toc、 γ -Toc、ルテインおよび β -cry含量は、対照区と比較して、卵重および γ -Tocは有意に低く、 β -cryは有意に高く、CF値はやや低かった(第11表、第12表)。ウンシュウミカン区は対照区と比較して α -Tocおよび β -cryが有意に高く、産卵率および卵殻強度はやや高かった(第13表、第14表)。

考 察

柑橘類に含まれる α -TocはビタミンEを構成するTocの一つで、主に肝臓に貯蔵され、抗酸化作用を有する。また、 β -cryは骨粗しょう症予防や抗酸化作用、免疫力向上効果などが謳われることが多い。本試験結果は、未利用資源の利活用による付加価値向上として、

第8表 胸肉中のイミダペプチド含量(2016年7月)

試験区分	イミダペプチド ($\mu\text{g}/100\text{g}$)		
	合計	アンセリン	カルノシン
ナツミカン果皮区	732 ± 116	547 ± 75	185 ± 49
ハッサク果皮区	800 ± 81	600 ± 49	200 ± 36
対照区	782 ± 79	601 ± 63	181 ± 37

注1) 標本数(n=8)
注2) 平均値±標準偏差
注3) 各果皮の添加量は7.5%
注4) 新鮮物中の値

第9表 胸肉中のイミダペプチド含量(2016年1月)

試験区分	($\mu\text{g}/100\text{g}$)		
	合計	アンセリン	カルノシン
ウンシュウミカン果皮区	771 ± 108	584 ± 76	187 ± 45
対照区	694 ± 102	529 ± 84	164 ± 21

注1) 標本数(n=7)
注2) 平均値±標準偏差
注3) 果皮の添加量は7.5%
注4) 新鮮物中の値

第10表 鶏肉の官能調査結果

試験区分	評価部位	識別者数	識別者の主な評価
ハッサク果皮給与試験	胸肉	17 **	あっさりしている
ハッサク果皮給与試験	モモ肉	7	
ウンシュウミカン果皮給与試験	胸肉	10	
ウンシュウミカン果皮給与試験	モモ肉	5	

注1) 有意差有り (**: $p < 0.01$), 2項分布による片側検定
注2) 調査対象数は30名

第11表 ハッサク給与試験における産卵成績(2016年5月)

試験区分	卵重(g) (給与3週間後)	産卵率(%) (給与期間3週間)	CF値	卵殻強度	ハウユニット
ハッサク果皮区	55.9 ± 2.0 **	88.1 ± 11.5	10.5 ± 0.7	3.0 ± 0.5	82.7 ± 6.5
対照区	58.9 ± 3.0	85.7 ± 12.7	11.5 ± 0.6	3.3 ± 0.2	82.3 ± 6.9

注1) 平均値±標準偏差(新鮮物中の値)
注2) 有意差有り (**: $p < 0.01$), t-test
注3) 標本数(n): α -Toc、 γ -Tocおよび β -cry(5)、ルテイン(試験区(5)、対照区(4))
注4) 果皮添加量は5%

第12表 ハッサク給与試験における卵黄中 α -Toc、 γ -Toc、ルテインおよび β -cry含量(2016年5月)

試験区分	トコフェロール ($\mu\text{g}/100\text{g}$)		カロテノイド ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	
	α -Toc	γ -Toc	ルテイン	β -cry
ハッサク果皮区	1,939 ± 409	522 ± 49 **	1,185 ± 171	152 ± 30 **
対照区	1,847 ± 266	708 ± 108	1,243 ± 112	62 ± 14

注1) 平均値±標準偏差(新鮮物中の値)
注2) 有意差有り (**: $p < 0.01$)
注3) 標本数(n): α -Toc、 γ -Tocおよび β -cry(5)、ルテイン(試験区(5)、対照区(4))
注4) 果皮添加量は5%

第13表 ウンシュウミカン給与試験における産卵成績(2016年1月)

試験区分	卵重(g) (給与3週間後)	産卵率(%) (給与期間3週間)	CF値	卵殻強度	ハウユニット
ウンシュウミカン果皮区	59.0 ± 3.6	86.2 ± 8.1	11.6 ± 0.4	3.4 ± 0.4	91.4 ± 6.0
対照区	59.4 ± 3.5	81.0 ± 12.3	11.4 ± 0.5	3.0 ± 0.4	92.9 ± 8.5

注1) 平均値±標準偏差(新鮮物中の値)
注2) 有意差有り (**: $p < 0.01$), t-test
注3) 標本数(n=5)
注4) 果皮添加量は5%

第 14 表 ウンシュウミカン給与試験における卵黄中 α -Toc、 γ -Toc、ルテインおよび β -cry 含有量 (2016年1月)

試験区分	トコフェロール (μ g/100g)		カロテノイド (μ g/100g)	
	α -Toc	γ -Toc	ルテイン	β -cry
ウンシュウミカン果皮区	2,703 \pm 297 **	713 \pm 157	1,628 \pm 191	434 \pm 74 **
対照区	2,144 \pm 235	725 \pm 143	1,887 \pm 384	92 \pm 19

注1) 平均値 \pm 標準偏差 (新鮮物中の値)

注2) 有意差有り (** <0.01)

注3) 標本数(n): 各項目(5)

注4) 果皮添加量は5%

給与した鶏肉や鶏卵等におけるTocや β -cry含有量の変化に着目して考察する。

肉用鶏への給与では、ナツミカン果皮の給与により胸肉、胸皮および肝臓中の α -Tocへの影響は確認できなかったが(岡崎ら, 2015)、本試験ではナツミカン果皮給与による胸皮および肝臓中の α -Tocが高くなった。なお、 β -cryはウンシュウミカン果皮の給与によりモモ肉および胸肉中の含有量が増加し、その増加量はモモ肉の方が高い報告があるが(佐々木ら, 2006)ナツミカン果皮の給与では食味に差が認められた胸肉、胸皮および肝臓中への影響が確認できなかった報告がある(岡崎ら, 未発表)。本試験においても食味にさが認められた胸肉を中心に分析したところ、ウンシュウミカン果皮給与では胸肉、胸皮および肝臓中において、ナツミカン、ハッサク、ウンシュウミカン果皮給与では肝臓中において β -cry含有量が高くなった。このことから、ウンシュウミカン果皮給与は胸肉、胸皮あるいは肝臓中の α -Tocおよび β -cryの含有量を高め、また、ナツミカンあるいはハッサク果皮給与は、肝臓中の β -cry含有量を高めると共に、胸肉の味をあっさりさせた付加価値のある商品化が期待できることが伺えた。

一方、ナツミカンおよびハッサク果皮を7.5%添加給与したところ、岡崎らの報告と同様に生産性の低下(終了時体重の低下やFCRの悪化)はみられたが、ウンシュウミカン果皮給与では生産性の低下はみられなかった。また、表には示さなかったものの、1羽当たりの飼料摂取量の差は小さいことから(ナツミカン7.5%区4.36kg/羽、ハッサク7.5%区4.41kg/羽、対照区4.37kg/羽)、飼料中の粗タンパク含量の低下が生産性の低下の要因の1つと考えられた。なお、ウンシュウミカン果皮給与において差が認められなかった要因としては、対照区に低温の影響が顕著に表れたことが推察されるが、明らかにするためには追試験により確認する必要がある。

飼料用粳米およびカボス添加物の給与により胸肉中のイミダペプチドが増加する報告があることから(志村ら, 2013)、柑橘給与に伴うイミダペプチドの増加を期待したが、本試験では有意な増加を確認できなかった。

次に採卵鶏への給与結果では、ハッサクおよびウンシュウミカン果皮給与による産卵率の影響は無かった。しかし、ハッサク果皮給与では卵重の低下が確認された。本試験中はワクモ等の衛生害虫の発生は確認できなかったことから、卵重の低下はハッサク果皮給与の影響によると考えられた。なお、ウンシュウミカン果皮給与の試験開始後に対照区の産卵率は落ちた後に回復したため試験区の期間中の産卵率が高い傾向を示したが、この要因としてウンシュウミカン果皮給与により寒冷の影響を抑制できた可能性が推察された。ウンシュウミカン果皮給与により卵黄色が濃くなる傾向があること(佐々木ら, 2006)、また、ナツミカン果皮給与により卵黄色は有意に淡くなることが報告されているが(岡崎ら, 2015)、本試験では、ウンシュウミカン果皮給与では変化がなく、ハッサク給与では淡くなることが確認された。試験区と対照区において卵黄中のルテイン含量は大きな差は見られないものの、ハッサク果皮は採卵鶏用飼料よりルテイン含量が低いことから、このことが卵黄色を淡くさせた要因の一つとして考えられた。

卵黄中の α -Toc含有量は、ナツミカン果皮給与により高くなることが報告されているが(岡崎ら, 2015)、本試験ではウンシュウミカン果皮給与において確認されたが、ハッサク果皮給与では認められなかった。 β -cryの含有量は、本試験ではハッサクおよびウンシュウミカンで高く、ナツミカン給与でも高くなる報告があることから(岡崎ら, 2015)、柑橘果皮の給与により β -cryの含有量が高い付加価値のある鶏卵生産の可能性が伺えた。

なお、ウンシュウミカン果皮の給与により胸肉中や鶏卵の β -cry含有量が高いとする報告では(佐々木

ら, 2006;佐々木, 2008)、乾燥条件が60°C24時間と本試験の80°C48時間と比較して乾燥温度が低く乾燥時間が短い。また、ペクチナーゼを添加していることから、柑橘果皮を添加する上で乾燥条件と酵素添加が鶏肉鶏卵に柑橘由来の成分を移行させるための重要な条件であると考えられるため、普及にあたり低温乾燥処理した柑橘果皮にペクチナーゼを添加する等の工夫が必要である。そのため、ナツミカン果皮給与でも、果皮の処理条件を変更工夫することにより、リモネン等の香気成分に加え、 α -Toc および β -cry の含有量を高めた胸肉、胸皮および肝臓を生産できる可能性を検討する必要がある。

摘 要

県内の果実加工場から排出される柑橘類加工残渣のうち、飼料として利活用の可能性があるナツミカン、ハッサクおよびウンシュウミカンに着目し、肉用鶏ならびに採卵鶏用の飼料にこれらを混合して給与した鶏肉および鶏卵の調査を行った。

ナツミカン、ハッサクおよびウンシュウミカンの果皮乾燥粉末を肉用鶏用飼料に7.5%添加した飼料を肉用鶏に給与した結果、ナツミカン、ハッサク果皮給与において、生産性は低下したが、肝臓の β -cry含有量が高くなり、ウンシュウミカン果皮給与では胸皮中および肝臓中の β -cry含有量が高くなった。さらに、ハッサク果皮給与では鶏肉の胸肉の味に差が認められた。ハッサクおよびウンシュウミカン果皮の乾燥粉末を採卵用成鶏用飼料に5%添加した飼料を採卵鶏に給与した。この添加量では産卵率に影響はく、卵黄中の α -Toc含有量は高くなった。また、 β -cry含有量はウンシュウミカンおよびハッサク果皮給与で高くなった。大量廃棄されている柑橘類加工残渣の飼料としての利活用は、既報の成果と併せ、本研究により、食味の違いや α -Toc または β -cry の含有量を高めた付加価値のある鶏肉・鶏卵の生産、有利販売に繋げられる可能性が示唆された。

引用文献

赤壁善彦. 2014. 柑橘風味を食材へ有効利用—「柑味鮎(かんみあゆ)」の開発, Aromatopia. 125:32-36.

岡崎亮・伊藤直弥・赤壁善彦. 2015. 柑橘類加工残渣の給与による付加価値を高めた鶏肉及び鶏卵の生産, 旗影会報告書. : 4.

奥野成倫・吉元誠. 1998. カンショ塊根の β -カロテンと α -トコフェロールの同時定量法, 九州農業研究成果情報. 13:505-506.

佐々木健二・巽俊彰・市川隆久・市ノ木山浩道・三島隆・後藤正和. 2006. かんきつ果皮給与が卵黄中の β -クリプトキサンチン含量及び産卵性に及ぼす影響. 日本家禽学会誌. 43:J37-J45.

佐々木健二・巽俊彰・市川隆久・紀平三生・岡秀和・寺田和彦・中西圭一・前川哲男・市ノ木山浩道・須崎徳高・三島隆・後藤正和. 2006. 温州みかん果皮飼料添加による β -クリプトキサンチンを多く含む鶏肉の生産. 平成17年度「関東東海北陸農業」研究成果情報.

<http://www.pref.mie.lg.jp/common/content/000399484.pdf>

佐々木健二. 2008. 温州みかん粕の利用による高 β -クリプトキサンチン鶏卵の生産技術の開発. 東海畜産学会報. 19:16-19.

志村英明・阿南加治男・川部太一・手島久智. 2013. 飼料用粗米及びカボス添加物給与が「おおい冠地どり」の肉質に及ぼす影響. 日本家禽学会誌 第50巻 春季大会号. :22.

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

平成 25 年 2 月 1 日改正

平成 26 年 7 月 16 日改正

1 目 的

山口県農林総合技術センター研究報告（以下「研究報告」という。）および山口県農林総合技術センター特別研究報告（以下「特別研究報告」という。）に係る投稿の取り扱いについては、この規程に定めるところによる。

2 投 稿 者

投稿者は、山口県農林総合技術センターの研究職員または当センターの研究職員であった者に限る。ただし、共同執筆者に前記以外の者を含むことは差しつかえない。

3 論 文

(1) 研究報告に投稿できる論文は、山口県農林総合技術センター試験研究評価実施要領に規定する中間内部評価または事後内部評価において成果の取り扱いを研究報告とされた課題（以下「研究報告課題」という。）および受託試験事業で受託した課題（以下「受託課題」という。）についてとりまとめた報文または短報とする。論文は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) 投稿できる期限は原則として、研究報告課題については評価を受けた年度の翌々年度、受託課題については課題が終了した年度の翌々年度までとする。

(3) 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。

(4) 特別研究報告に投稿できる論文は、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で博士論文相当のものとする。

4 原稿の作成および提出

(1) 研究報告に投稿する論文は、別途定める作成要領に基づいて作成するものとする。その論文のページ数は、図表を含め原則として原稿 10 ページ以内とし、短報は 2 ページとする。

(2) 研究報告に投稿する論文は、担当編集委員の校閲を受けた上で、編集委員会で定めた日までに編集委員会事務局に提出しなければならない。

(3) 特別研究報告に投稿する論文は、別途定める作成要領に基づいて作成するものとする。

(4) 特別研究報告に投稿する論文は、随時編集委員会事務局へ提出できる。

5 投稿された論文の掲載採否および順位

(1) 研究報告は、編集委員会において投稿された論文の掲載採否および順位の案を作成し、農林総合技術センター所長（以下「所長」という）が決する。

(2) 特別研究報告は、編集委員会において投稿された論文の採否の案を作成し、所長が決する。

6 校正および印刷

(1) 研究報告または特別研究報告に投稿された論文は、編集委員会が必要と認めた場合、著者に原稿または図・表の校正を要求し、あるいは説明を求めることができる。

(2) 研究報告または特別研究報告に投稿された論文の著者による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。

(3) 研究報告に投稿された論文は、編集委員会でそ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。

7 その他

この規程に定めるもののほか、研究報告および特別研究報告について必要な事項は編集委員会で別に定める。

附則

- 1 平成 25 年 2 月 1 日改正は平成 25 年 4 月 1 日から施行する。
- 2 平成 26 年 7 月 16 日改正は平成 26 年 8 月 1 日から施行する。

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

Editor in Chief

溝部 信二

Shinji MIZOBE

編集委員

Editors

河谷 基次

Mototsugu KAWATANI

松延 義弘

Yoshihiro MATSUNOBU

西村 美和

Miwa NISHIMURA

石川 豊

Yutaka ISHIKAWA

尾本 芳昭

Yoshiaki OMOTO

元永 利正

Toshimasa MOTONAGA

日高 輝雄

Teruo HIDAKA

小枝 登

Noboru KOEDA

河村 康夫

Yasuo KAWAMURA

明田 郁夫

Ikuo AKEDA

山口県農林総合技術センター研究報告

第9号

発行日 2018年3月

発行 山口県農林総合技術センター

〒753-0231 山口県山口市大内氷上一丁目1番1号

TEL 083-927-0211

FAX 083-927-0214

BULLETIN OF THE YAMAGUCHI PREFECTURAL AGRICULTURE & FORESTRY
GENERAL TECHNOLOGY CENTER

No.9
CONTENTS

- 901 Effects of Yamaguchi-type grazing on behavior of the wild boar (*Sus scrofa leucomystax* Linnaeus)
Hiroyuki TADO 1
- 902 Addition of Amino Acids to Feed and Water Increases the Imidazole Dipeptide Content
in Meat of the "Choshu kurokashiwa" Chicken
Akira OKAZAKI and Naoya ITO 7
- 903 Removal Method of Pellicles from Chestnuts after Immersion in Enzyme Solution
Tatsuya HIRATA 13
- 904 Effects of Cultivated Soil Depth and Slow-Release Fertilization Method
on the Yield and Quality of 'Hinohikari' Rice
Masashi MATSUNAGA, Kanta NAKASHIMA, Akihiko IKEJIRI, Aki UCHIYAMA,
Daisuke WATANABE and Kazuhiko KANEKO 19
- 905 Method for Restoring the Vigor of Blueberries by Laying Coniferous Bark
Miyuki OSAKI, Makoto YASUNAGA and Yukio NAKATANI 25
- 906 Time-Saving Technique for Harvesting Blueberries by Shaking onto a Net Placed Under the Crown
Miyuki OSAKI, Makoto YASUNAGA and Yukio NAKATANI 29
- 907 Renewal to Another Variety in Chestnut by Top Grafting
Makoto YASUNAGA, Norikazu MURAKAMI and Yoshinobu SHINAGAWA 35
- 908 Improvement of Centipede Shape Pruning using the Tree Joint Training System on
Japanese Pear 'Natsushizuku'
Norikazu MURAKAMI, Miyuki OSAKI and Yoshinobu SHINAGAWA 40
- 909 Establishment of a Long- and High-Yielding Strawberry Production System for
Small-Scale Greenhouse Farms
Johshin TSURUYAMA, Eiichirou KASHIMA and Tadashi MATSUSHIMA 46
- 910 Control of *Toleria romanovi* (Leech) on Grape Trees with a Light Reflection Sheet
Toshikazu KAWAMURA, Yoshiyuki HONDA and Tetsuhiro IWAMOTO 54
- 911 Establishment of Control of Thrips in the Rockwool Hydro Culture of Rose
Takeshi HATANAKA, Shinji MIZOBE and Daisuke TOMOHIRO 60
- 912 Measures to Prevent Greenish Stains on the Fruits of the Citrus Cultivar 'Setomi'
Kazuyuki MURAMOTO, Yasuhiko KANETSUNE,
Mari NISHIOKA and Yoshimitsu HIGASHIURA 69
- 913 Infestations of *Thrips hawaiiensis* (Morgan) (Thysanoptera: Thripidae)
on Ripe Fruits of Citrus and Control Methods
Yoshimitsu HIGASHIURA and Kazuyuki MURAMOTO 78
- 914 Efficient Bulb Propagation and Cut Flower Production Technology using
Container-Based Cultivation of the Small Lilies 'Petit series'
Yuuko FUKUMITSU, Hitoshi OZEKI, Takeshi SUMII and Teruhiko ISHIMITSU 88
- 915 Investigation of Control Factors to Reduce the Somatic Cell Count and Improvement Technology
Mizuyo TONE and Miki MORI 96
- 916 Effects of the Use of Citrus Processing Residue on Chicken Meat and Egg Production
Naoya ITO, Akira OKAZAKI and Masao SEKIYA 103