

ISSN 0919 - 4975

BULLETIN
OF THE
HORTICULTURAL INSTITUTE,
IBARAKI AGRICULTURAL CENTER

NO. 3
March 1995

茨城県農業総合センター
園芸研究所研究報告

第 3 号

平成 7 年 3 月

茨城県農業総合センター
園 芸 研 究 所

茨城県西茨城郡岩間町安居 3,165 - 1

AOG, IWAMA, NISI - IBARAKI, 319 - 02 JAPAN

BULLETIN
OF THE
HORTICULTURAL INSTITUTE
IBARAKI- AGRICULTURAL CENTER
C O N T E N T S

- Fumio SAKUMA, Sumio KATAGIRI, Yosiyuki ORIMOTO, Kazuo TAHIRA, Takasi UMEYA, Yoko SUZUKI, Hironari HIYAMA and Yosiyuki ISHIZUKA : Factors Which Induce Watercore in Japanese Pear (*Pyrus Pyrifolia* Nakai, cv Hosui)
Effect of Tree Vigor on the Occurrence of Watercore..... 1
- Fumio SAKUMA, Hironari HIYAMA, Yoshiyuki ISHIZUKA, Toshihiro UEDA, Kazuo TAHIRA and Mitsuyoshi HOSAKA: Prediction of Growth, Maturity and Yield in the Japanese Chestnut (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc). II Analysis of Embryo and Nut Growth 11
- Masahito SUZUKI, Masaichi NAKAHARA and Nobuyuki ASANO, Haruki SAYAMA, Yasuo KUDOU: Influence of Inoculation with Attenuated Cucumber Mosaic Virus on Growth of Netted Melon (*C.melo L.var.reticulatus*)
..... 18
- Shizuo SAKURAI and Tutomu OYAMADA: Effects of Restriction of Rootingzone with Polyester Sheet on the Growth, Yield and Quality of Tomato Culture 23
- Tsuneo CHIBA, Hideko KATO and Shingo YONEYAMA: Control of tobacco mosaic virus- induced pepper mosaic disease by application of cross- protection with an attenuated strain. Prevention of pepper mosaic disease by attenuated strain(HA- 1- 2)in the infested field..... 30
- Yoshiyuki ORIMOTO, Keiichi MOGAKI and Tsutomu OYAMADA: Application of Single Row High Ridge Whole Surface Mulching to Early Autumn Lettuce of Ibaraki Prefecture: Proper Application of Nitrogen for Cultivation Type..... 36
- Tutomu OYAMADA: Fertilizer Elements Elution from Specialized Fertilizer for East Indian Lotus in Flooded Water 42
- Takeshi MOTOZU and Akira ASANO: Effects and Practicality of Soil Cooling System on Increased Yield and/or Income of *Alstroemeria* 48
- Towa URANO and Akira ASANO: Effects of Long Day Treatment and Night Temperature Control on the Flowering of Carnations for Mother's Day Production..... 54
- Yasunori TOMITA, Tuneso CHIBA and Yasuhiro MIYAZAKI: Studies on gladiolus brown spot in bulbous production. I Development of gladiolus brown spot..... 59

茨城県農業総合センター
園芸研究所研究報告 第3号

目 次

ニホンナシ豊水のみつ症発生要因の解明 みつ症発生に及ぼす樹勢要因の影響 …………… 佐久間 文雄・片桐 澄雄・折本 善之・多比良 和生・梅谷 隆 鈴木 陽子・松山 博也・石塚 由之……………	1
クリの生育・成熟・収量予測に関する研究 第2報 胚の発育と果実成長解析について …………… 佐久間 文雄・松山 博也・石塚 由之・植田 稔宏・多比良 和生 保坂 光良……………	11
キュウリモザイクウイルス弱毒系統の接種がメロンの生育・品質に与える影響 …………… 鈴木 雅人・中原 正一・浅野 伸幸・佐山 春樹・工藤 安男……………	18
遮根シート埋設による根域制限がトマトの生育及び果実品質、食味に及ぼす影響 …………… 桜井 鎮雄・小山田 勉……………	23
タバコモザイクウイルスストウガラシ系の弱毒ウイルス利用によるピーマンモザイク病防除技術の確立 発病圃場における弱毒ウイルス(HA-1-2)の防除効果 …………… 千葉 恒夫・加藤 ひで子・米山 伸吾……………	30
茨城県における初秋どりレタスの単条高畦全面マルチの適用と窒素適量 …………… 折本 善之・茂垣 慶一・小山田 勉……………	36
レンコン専用肥料の田水面への溶出特性 …………… 小山田 勉……………	42
施設栽培アルストロメリアの地中冷却による増収効果 …………… 本図 竹司・浅野 昭……………	48
カーネーションの母の日出栽培における長日処理・夜温管理方式が開花に及ぼす影響 …………… 浦野 永久・浅野 昭……………	54
グラジオラス球根生産の赤斑病に関する研究 第1報 赤斑病の発病推移 …………… 富田 恭範・千葉 恒夫・宮崎 康宏……………	59

ニホンナシ‘豊水’のみつ症発生要因の解明 みつ症発生に及ぼす樹勢要因の影響

佐久間文雄*・片桐澄雄・折本善之・多比良和生・
梅谷 隆・鈴木陽子**・檜山博也**・石塚由之**

キーワード：ニホンナシ，ハウスイ，ミツショウ，サイバイヨウイン，ドジョウ，ジュセイ

Factors Which Induce Watercore in Japanese Pear (*Pyrus Pyrifolia* Nakai.cv Hosui) Effect of Tree Vigor on the Occurrence of Watercore

Fumio SAKUMA, Sumio KATAGIRI, Yoshiyuki ORIMOTO, Kazuo TAHIRA,
Takashi UMEYA, Yoko SUZUKI, Hironari HIYAMA and Yoshiyuki ISHIZUKA

Summary

Factor analysis based on tree vigor and soil condition in 103 orchards was carried out in order to study the occurrence of watercore in Japanese pear cv. Hosui.

1. The occurrence of watercore was closely correlated with soil conditions.
2. Incidence of watercore was lower in alluvial soil orchards, which were water logged for long periods, and in moisture rich Kuroboku soil orchards.
3. A significant positive correlation was observed between cropping fruit load and watercore. Watercore was greater in small and overripening fruits, but abnormally large fruits also induced the occurrence of watercore.
4. The occurrence of watercore was correlated with number of leaves/ m², length of current shoot and number of reserved branches.

I. 緒言

ニホンナシ‘豊水’は1970年代に、主に‘長十郎’への高接更新によって、全国的に普及した。特に本県は、全国に先がけ全国有数の‘豊水’の一大産地となった。1991年現在‘豊水’は、茨城県ナシ結果樹面積1660haのうち34.7%、576haを占め、幸水56.0%、929haとともに赤ナシの主要二大品種となっている(1)。

しかし、1973年頃からリンゴのみつ症と類似した果

肉障害が発生するようになり、Kajiuraら(2)によってニホンナシの‘みつ症状’と仮称された。‘豊水’のみつ症は過去1978、1980、1982、1988年そして1993年に関東地方を中心に多発生した。

1980、1982、1988年の多発生年には、現地実態調査が実施され、その結果が報告されている(3、4、5、7、10、11)。これらの報告の中で、土壌条件や樹勢とみつ症発生との関係について、明らかにされた点もあるが多くは解明されていない。

* 現在茨城県農業総合センター生物工学研究所

**退職

本報告は、1988年の多発生年および1989、1990年の3年間、特に樹勢要因および土壌要因とみつ症発生の関係を現地実態調査から検討したものである。

1988年調査のうち土壌要因との関連については、折本・佐久間(6)がすでに報告しているため、ここでは樹勢要因との関連を中心に報告する。

II. 材料及び方法

1. 1988年調査

調査は各地区農業改良普及所(現在農業総合センター農業改良普及センター)の協力を得て、みつ症発生状況を聞き取り、火山灰土壌・沖積土壌別にみつ症発生の多少別に1地区普及所管内より35~40園を目標に合計103園の抽出を行った。

10月11日より21日までの間に現地調査を実施した。調査項目は、樹勢要因として、新梢の発生本数(長さ50cm以下、51~100、101cm以上に分別)、予備枝の本数、葉枚数、側枝の本数(枝齢1年、2年、3年、4年生以上に分別)とした。調査は2㎡(2m×1m)の枠を1園1樹について亜主枝間の中間部に当て、1樹2ヵ所測定した。みつ症の発生程度については、発生率が把握できず、園主からの聞き取りにより発生の多少でデータを解析した。2㎡2ヵ所のデータを合計した4㎡当たりの元データ、また、新梢・側枝本数は長さ、枝齢別に発生率に換算し、さらに予備枝と葉枚数は1㎡当たりに換算し、判別分析で解析した。

また、土壌、地域、新梢・側枝本数(発生割合)、予備枝本数・葉枚数(1㎡当たり)を要因アイテムとし、カテゴリーをTable 2のように分けて、みつ症発生の多少との関係を数量化2類で解析した。

2. 1989年および1990年調査

1989年は1988年調査園の中から、各市町村・土壌型・みつ症発生程度を考慮して20園を抽出した。さらに、1990年はみつ症発生程度が代表的な8園を絞り込んで調査を行った。調査は7月下旬~8月上旬に、1988年と同様に行った。満開後145日及び152日の2回1樹当たり30果ずつ任意に採取し、常法にしたがって果実重・比重(水中浮力より算出)・地色(果樹試カラーチャート)・硬度(マグネステレー型果実硬度計)・糖度(Brix)・PH・

みつ指数を測定した。みつ指数の調査基準は次のとおりである。

みつ指数0:健全なものと及び果芯部から放射線状に出ているうっすらとしたみつ症状様なもの。

みつ指数1:果皮直下にうっすらとしたみつ症状が認められるか、または1cm²未満の境界明瞭なみつ症状が認められる。

みつ指数2:1cm²以上の透明で境界明瞭なみつ症状が認められるか、またはみつ症状の小斑点が切断面のかんりの面積を占める。

みつ指数3:2の症状がさらに拡大して、梗あぶ部・蒂あぶ部で切断面の1/4以上、赤道部では1/8以上の境界明瞭なみつ症状が認められる。

いずれかの切断面にみつ指数3の発生がみられる場合は3、すべての切断面でみつ指数0・1・2の場合は平均した値(小数点以下は切り上げ)とし、平均みつ指数2以上の果実をみつ症重症果とした。

樹勢要因と平均みつ指数2以上の重症果発生率との相関関係を解析した。

III. 結果

1. 1988年調査結果

調査した103園の内、火山灰土壌園が88園、非火山灰土壌園が15園であった。発生の多かった園は47園の内46園、発生の少なかった園は56園の内42園がそれぞれ火山灰土壌園であったことは(6)で報告したとおりで、その後現地での聞き取り及び観察の結果、次のようなことが明らかになった。

(1)火山灰土壌園で発生が多い。

(2)湛水状態にあった沖積土壌園では発生がみられず、排水の良い火山灰土壌園で多い。

(3)紋羽病・萎縮症・胴枯病等に罹病した樹勢不良樹に発生が多い。

(4)樹勢不良樹に発生が多い。

(5)樹齢・苗木・高接・中間台による差は明らかではない。

非火山灰土壌園のデータが少なかったため判別分析は火山灰土壌園についてのみ行った。その結果、樹勢要因の特性値の平均に差は認められなかった(Table 1)。

Table 1. The factors of tree vigor in volcanic ash soil orchards.

Factors	Ave. of group of heavy watercore occurrence (46 orchards)	Ave. of group of light watercore occurrence (42 orchards)	Ave. of total (88 orchards)	S.D.
No. of current shoots ^{Z(Y)}				
above 101cm	14.2(34.9)	15.0(35.2)	14.6(35.1)	6.2(12.3)
51 to 100	16.2(39.0)	16.6(38.8)	16.4(38.9)	6.5(9.5)
below 50cm	10.7(26.1)	11.2(25.9)	10.9(26.0)	7.1(13.7)
No. of reserved branches ^{Z(X)}	2.6(0.7)	3.2(0.8)	2.9(0.7)	2.6(0.7)
No. of leaves ^{Z(X)}	1711(428)	1721(430)	1716(429)	459(115)
No. of lateral branch ^{Z(Y)}				
1 year old	0.8(7.6)	0.6(6.7)	0.7(6.7)	1.1(10.6)
2 years	2.4(23.7)	2.4(22.7)	2.4(23.2)	1.8(16.4)
3 years	3.2(33.3)	3.7(36.3)	3.4(34.7)	1.9(17.5)
4 years	3.2(35.5)	3.3(35.2)	3.2(35.3)	2.1(24.1)

Z ; No. per a trellis area 4m²

Y ; rate %

X ; No. per a trellis area 1 m²

また、判別関数による判別結果は、誤判別率が高かった(データ省略)。

数量化2類による解析結果、みつ症発生の多少に及ぼす影響が最も大きいのは地域、土壌条件であった。非火山灰土壌で発生が少なく、火山灰土壌で発生が多かった。ついで1年生側枝の多い園で発生が多く、4年生

以上の側枝が少ない園でみつ症の発生が少なかった。また、101cm以上の新梢の発生が少ない園で発生が少なかった。偏相関係数は、要因として土壌、1年生側枝の割合、101cm以上の新梢本数割合の順で大きかった(Table 2)。

Table 2. Relationship among tree vigor and soil condition, and watercore.

Factor items	Categoris	No. of data	Category score	Range	Partial correlation coefficient
Soil condition	1.volcanic ash soil	88	-0.300	2.062	0.416
	2.non-volcanic ash soil	15	1.762		
Region	1.Niihari	7	-0.164	2.789	0.263
	2.Tsuchiura	2	-2.517		
	3.Dejima	15	0.272		
	4.Chiyoda	9	-0.495		
	5.Ishioka	11	0.219		
	6.Yasato	10	0.083		
	7.Shimotsuma	18	-0.277		
	8.Shimodate	22	0.269		
	9.Sekijyo	9	0.267		
No. of current shoots above 101cm	1.10%below	2	-0.432	1.214	0.311
	2.30%below	36	0.750		
	3.50%below	52	-0.465		
	4.50%above	13	-0.149		
51~100cm	1.30%below	19	0.100	0.216	0.059
	2.50%below	67	-0.066		
	3.50%above	17	0.150		
below 50cm	1.10%below	9	-0.158	0.595	0.102
	2.30%below	56	0.153		
	3.50%below	31	-0.131		
	4.50%above	7	-0.442		
No. of reserved branches ^Z	1.0	23	-0.148	0.770	0.215
	2.1 below	39	-0.352		
	3.1 above	41	0.418		
No. of leaves ^Z	1.300below	12	0.036	0.282	0.071
	2.500below	69	-0.073		
	3.500above	22	0.209		
No. of lateral branches one year old	1.0%	65	0.414	1.419	0.314
	2.20%below	24	-0.537		
	3.20%above	14	-1.004		
	2~3 years	37	0.742		
	2.70%below	26	-0.113		
above 4 years	3.70%above	40	-0.613	1.971	0.259
	1.10%below	10	1.377		
	2.30%below	40	0.321		
	3.50%below	17	-0.406		
	4.70%below	27	-0.532		
Outside variable ¹ .heavy watercore	1.heavy	47	-0.594		
	2.light	56	0.519		

Z ; No. per a trellis area 1m²

103園のスコアのヒストグラムはFig.1のとおりで、

やや重なりがあるが、全体的に良く分けられた。

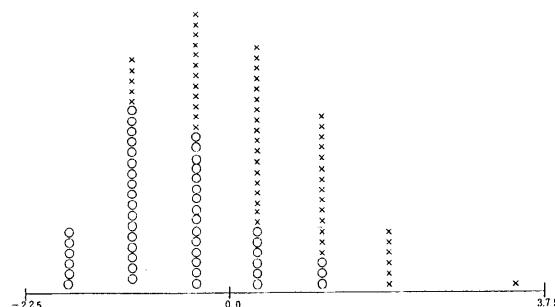


Fig. 1. Histogram of category score in 103 orchards. Outside variable: 1 heavy watercore (○), 2 light watercore(×).

2. 1989年調査結果

みつ症重症果発生率は全園平均で満開後 145 日 26%, 154 日 28% と多かった。みつ症発生が多い園の果実は小果で果色(地色)が進んでいる傾向があった。

長十郎などに高接更新され(中間台樹齢 30 年以上)10 年以上経た高樹齢で、樹勢の低下した樹に発生が多かった (Table 3, 園 No.1, 3, 4, 6, 13, 15)。

Table 3. Comparison of tree vigor and watercore among some orchards in 1989.

No	1	2	3	4	5	6	7	8
Region	Chiyoda	Chiyoda	Chiyoda	Ishioka	Ishioka	Ishioka	Yasato	Yasato
Soil type ^v	HA	THA	THA	HA	MCGL	LA	LA	LA
Tree age(years old)	10		10	above 10		above 10	15	15
Top-grafting,								
interstock(years old)	Chojuro, 10		Chojuro, 20	Waseaka, 60		Shinko	Chojuro, 30	Chojuro, 35
No. of current shoots ^z	11.9	9.5	12.2	20.6	20.8	14.1	11.3	11.7
Ave. length of								
current shoot(cm)	57.3	73.4	70.1	70.2	81.3	77.8	68.8	73.0
Rate of current shoot(%)								
below 50cm	55.5	30.2	32.4	35.3	21.4	29.6	34.2	26.3
51-100cm	34.1	47.4	51.7	47.9	51.4	40.4	46.6	57.6
above 101cm	10.4	22.4	15.9	16.8	27.1	30.0	19.2	16.1
Rate of lateral branch(%)								
1 year old	2.4	0	0	16.2	4.5	0	0	4
2 years	17.1	0	45.5	24.3	29.5	26.7	17.6	20.0
3 years	41.5	22.6	27.3	27.0	31.8	6.7	11.8	44.0
4 years	19.5	22.6	13.6	21.6	29.5	22.2	23.5	20.0
5 years	14.6	29.0	4.5	5.4	4.5	17.8	11.8	8.0
above 6 years	4.9	25.8	9.1	5.4	0	26.7	35.3	4.0
No. of reserved branches ^z	1.2	1.3	0.8	0.6	0.4	0.9	0.3	1.2
Length of reserved								
branch(cm)	44.5	48.7	39.7	33.9	43.9	75.6	40.5	60.8
No. of leaves ^z	504	521	387	626	543	777	550	612
Leaf area index	2.76	2.64	2.24	3.47	2.98	4.76	2.79	2.90
Cropping fruit load ^z	17.7	22.4	12.2	10.6	9.9	19.5	12.0	17.7
No. of leaves per a fruit	28.5	23.3	31.8	59.2	54.8	39.8	45.7	34.5
Fruit weight(g) ^{Y(X)}	396(446)	321(365)	386(420)	417(417)	441(449)	420(560)	367(405)	353(377)
Specific gravity ^W	1.012	1.006	1.008	1.010	1.013	1.014	1.018	1.013
Ground color	3.7(3.9)	3.6(4.0)	3.2(3.4)	3.2(3.2)	3.2(3.5)	3.4(3.9)	2.8(3.4)	3.2(3.3)
Flesh firmness	3.3(3.6)	2.9(3.0)	3.3(3.3)	3.0(3.0)	3.4(3.5)	2.9(2.9)	3.3(3.6)	3.2(3.4)
Ave. watercore index	0.93(0.67)	1.83(1.77)	1.10(1.47)	1.47(1.73)	0.63(0.50)	1.30(1.83)	0.20(0.37)	0.47(0.68)
Heavy watercore rate%	33.3(20.0)	70.0(60.0)	40.0(53.3)	50.0(56.7)	20.0(13.3)	50.0(60.0)	3.3(3.3)	13.3(17.8)

Z: Number per a trellis area 1m² Y: 145days after full bloom X, W: 152days after full bloom

V: HA;Humic Andosols THA;Thick Humic Andosols MCGL;Medium and Coarse-textured Gray Lowland soils

LA;Light-colored Andosols

同じ火山灰土壌園でみつ症発生が少ない園(No.7, 11)と多い園(No.2, 14, 15)の比較では、樹勢要因に一定した明らかな傾向は認められなかった。

樹勢要因とみつ症発生に有意な相関が認められたの

は、満開後145日調査で樹冠面積1㎡当たり予備枝本数と正、樹冠面積1㎡当たり着果数と正の2つの要因のみであった。他に有意ではないが、みつ症発生に関わる要因として51-100cmの新梢発生割合と負、満開後145

Table 3.(Continued)

No	9	10	11	12	13	14	15	16
Region	Yasato	Shimodate	Shimodate	Shimodate	Sekijyo	Sekijyo	Shimotsuma	Shimotsuma
Soil type ^v	THA	HA	THA	THA	HA	HA	HA	THA
Tree age(years old)	15	12	7	13	7		9	12
Top-grafting,	Shinseiki			Chojuro	Yoshino		Chojuro	
interstock(years old)	25			34	35		28	
No. of current shoots ^z	14.0	17.6	7.7	6.1	7.5	8.9	9.6	10.3
Ave. length of current shoot(cm)	77.6	55.0	76.4	63.4	91.6	64.8	76.4	78.1
Rate of current shoot(%)								
below 50cm	23.0	52.9	30.0	40.7	12.0	46.4	27.5	29.9
51-100cm	55.8	37.0	57.4	42.5	40.1	30.9	42.2	40.5
above 101cm	21.2	10.1	21.6	16.7	41.9	22.7	30.3	29.5
Rate of lateral branch(%)								
1 year old	26.3	53.3	5.3	18.5	0	16.0	2.4	11.1
2 years	42.1	30.0	15.8	32.3	32.4	40.0	33.3	33.3
3 years	15.8	11.7	10.5	21.5	29.4	24.0	52.4	25.9
4 years	15.8	5.0	10.5	18.5	17.7	8.0	9.5	11.1
5 years	0	0	26.3	6.2	11.8	0	0	14.8
above 6 years	0	0	31.6	3.1	8.8	12.0	2.4	3.7
No. of reserved branches ^z	0.4	0.1	0.3	0.2	0.3	0.1	0.9	0.7
Length of reserved branch(cm)	73.0	29.0	31.1	49.3	35.0	34.7	37.5	32.6
No. of leaves ^z	604	379	366	308	409	404	495	450
Leaf area index	3.19	2.05	1.84	1.63	2.20	2.11	2.71	2.70
Cropping fruit load ^z	10.2	8.4	16.5	13.4	8.5	14.3	3.4	8.8
No. of leaves per a fruit	58.9	45.0	22.2	23.1	48.0	28.2	147.2	51.4
Fruit weight(g) ^{Y(X)}	424(458)	397(444)	395(424)	356(399)	368(406)	434(452)	381(385)	437(433)
Specific gravity ^w	1.011	1.017	1.019	1.016	1.011	1.012	1.015	1.012
Ground color	2.9(3.1)	3.4(3.5)	3.4(3.4)	3.3(3.7)	3.4(3.2)	3.6(4.0)	3.4(4.1)	3.7(3.7)
Flesh firmness	3.7(3.9)	3.4(3.4)	3.5(3.6)	3.6(2.5)	2.8(3.5)	2.9(3.1)	3.1(3.1)	3.1(3.7)
Ave. watercore index	0.63(0.77)	0.17(0.63)	0(0.13)	0.4(0.37)	0.87(0.83)	1.43(1.87)	1.70(2.20)	0.97(0.57)
Heavy watercore rate%	20.0(23.3)	6.7(13.3)	0(3.3)	16.7(10)	30.0(26.7)	50.0(70.0)	56.7(73.3)	30.0(13.3)

Z: Number per a trellis area 1m² Y: 145days after full bloom X, W: 152days after full bloom

V: HA;Humic Andosols THA;Thick Humic Andosols MCL;Medium and Coarse-textured Gray Lowland soils

LA;Light-colored Andosols

Table 3. (Continued)

No	17	18	19	20
Region	Shimotsuma	Shimotsuma	Shimotsuma	Chiyoda
Soil type ^Z	HA	FGL	FGL	HA
Tree age(years old)	12	16	17	15
Top-grafting,	Chojuro			Chojuro
interstock(years old)	40	Nursery Stock	Nursery Stock	
No. of current shoots ^Z	9.2	15.0	10.3	9.1
Ave. length of				
current shoot(cm)	70.5	66.6	76.6	74.6
Rate of current shoot(%)				
below 50cm	30.1	38.1	29.2	22.2
51-100cm	48.6	43.8	42.1	59.5
above 101cm	21.3	18.1	28.8	18.3
Rate of lateral branch(%)				
1 year old	3.4	11.9	0	0
2 years	13.8	22.0	26.1	23.1
3 years	17.2	35.6	30.4	23.1
4 years	31.0	13.6	32.6	23.1
5 years	13.8	10.2	10.9	23.1
above 6 years	20.7	6.8	0	7.6
No. of reserved branches ^Z	0.6	0.5	0.7	0.6
Length of reserved				
branch(cm)	34.5	35.3	39.3	30.2
No. of leaves ^Z	466	456	491	308
Leaf area index	2.50	2.96	2.73	1.89
Cropping fruit load ^Z	12.1	10.0	10.2	6.6
No. of leaves per a fruit	38.7	45.6	48.2	46.6
Fruit weight(g) ^{Y(X)}	422	407(424)	477(501)	317
Specific gravity ^W	-	1.010	1.017	1.017
Ground color	3.1	3.9(3.8)	3.4(3.4)	4.1
Flesh firmness	3.1	3.0(3.2)	3.7(3.6)	2.6
Ave. watercore index	0.43	0.27(0.47)	0.27(0.09)	0.51
Heavy watercore rate%	13.3	6.7(6.7)	0(0)	14.1

Z: Number per a trellis area 1m² Y: 145days after full bloom X, W: 152days after full bloom

V: HA;Humic Andosols THA;Thick Humic Andosols MCGL;Medium and Coarse-textured Gray Lowland soils

LA;Light-colored Andosols FGL;Fine-textured Gray Lowland soils

日調査で樹冠面積 1 m²当たり側枝本数と正, 果そう葉乾物重と負, 樹冠面積 1 m²当たり葉枚数と正, 葉面積指数と正の傾向が認められた (Table 4)。

Table 4. Correlation between tree vigor factors and watercore in 1989.

Tree vigor factors	145days after full bloom		152days after full bloom	
	Ave. watercore	Heavy watercore	Ave. watercore	Heavy watercore
No. of current shoots ^Z	.039	.029	.093	.036
Amount of current shoot growth ^Z	.098	.073	.105	.059
Ave. length of current shoot	.145	.099	.030	.047
Rate of current shoot				
below 50cm	-.033	.010	.032	.022
51-100cm	-.300	-.303	-.264	-.255
above 101cm	.265	.217	.162	.174
Rate of lateral branch				
1 year old	-.227	-.191	-.094	-.122
2 years	.077	.047	.144	.178
3 years	.292	.217	.165	.156
4 years	-.128	-.159	-.242	-.238
5 years	-.040	-.001	-.186	-.175
above 6 years	-.002	.057	.102	.101
No. of lateral branches ^Z	.335	.355	.288	.250
No. of reserved branches ^Z	.464*	.450*	.324	.303
Length of reserved branch	.157	.193	.176	.164
No. of leaves ^Z	.324	.308	.352	.297
Leaf area index	.332	.316	.360	.299
Cropping fruit load ^Z	.405	.467*	.400	.411
No. of leaves per a fruit	-.085	-.170	-.115	-.176

Z: Number per a trellis area 1m²

3. 1990年調査結果

みつ症重症果発生率は全園平均で満開後 145日 20.4%, 152日 6.3 %であり, 前年より発生が少なかった。

みつ症の発生が多い園の果実は果色(地色)が進んでおり果肉が柔らかい傾向がみられた。

1989年に引き続き NO6, 15園は重症果の発生が多かった。この2園に共通的なことは平均新梢長が長い, 1年生側枝割合が多い, 果実が大きいことであった。NO7, 11及び18園は前年同様発生が少なかった (Table 5)。

Table 5. Comparison of tree vigor and watercore among some orchards in 1990.

No	2	6	7	8	11	12	15	18
Region	Chiyoda	Ishioka	Yasato	Yasato	Shimodate	Shimodate	Shimotsuma	Shimotsuma
Soil type	THA	LA	LA	LA	THA	THA	HA	FGL
Tree age(years old)		above 10	16	16	8	14	10	17
Top-grafting,		Shinko	Chojyuro	Chojyuro	Yoshino	Chojyuro	Chojyuro	Nursery
interstock(years old)			30	35	40	34	28	Stock
No. of current shoots ^Z	9.7	11.7	11.7	8.0	5.8	5.1	9.3	11.8
Ave. length of current shoot(cm)	69.3	71.4	66.4	62.7	70.3	66.2	79.4	67.9
Rate of current shoot(%)								
below 50cm	35.4	33.3	38.9	44.4	28.0	43.2	28.7	42.1
51-100cm	43.4	45.5	38.9	36.5	50.9	30.5	36.5	36.5
above 101cm	21.2	21.1	22.2	19.0	21.1	26.3	34.8	21.4
Rate of lateral branch(%)								
1 year old	2.5	14.5	10.9	6.1	2.6	7.2	12.8	27.7
2 years	35.0	37.7	21.8	36.4	36.8	45.8	37.2	36.1
3 years	42.5	17.4	40.0	27.3	36.8	37.3	39.4	21.7
4 years	12.5	21.7	18.2	27.3	13.2	6.0	7.4	14.5
5 years	5.0	7.2	5.5	3.0	5.3	2.4	3.2	0.0
above 6 years	2.5%	1.4	3.6	0.0	5.3	1.2	0.0	0.0
No. of reserved branches ^Z	0.44	0.54	0.76	0.57	0.03	0.32	0.95	0.25
Length of reserved branch(cm)	36.3	39.5	38.6	39.0	29.0	55.1	49.8	49.6
No. of leaves ^Z	531	457	460	417	343	347	473	439
Cropping fruit load ^Z	11.3	11.6	9.8	12.3	11.6	8.2	3.6	7.8
No. of leaves per a fruit	46.9	39.5	47.0	33.8	29.5	42.5	130.4	95.4
Fruit weight(g) ^{Y(X)}	348(348)	418(450)	326(386)	325(348)	340(369)	336(376)	423(450)	358(371)
Specific gravity ^W	1.013	1.020	1.025	1.017	1.024	1.017	1.017	1.017
Ground color	3.9(3.7)	4.4(4.1)	3.3(3.3)	3.7(3.6)	3.4(3.6)	3.6(3.3)	3.7(3.7)	4.2(3.4)
Flesh firmness	3.1(3.5)	3.1(3.2)	3.9(3.8)	3.2(3.2)	3.9(4.2)	3.6(3.3)	3.4(3.2)	3.2(3.2)
Ave. watercore index	1.20(0.50)	1.20(0.40)	0.0(0.0)	0.53(0.10)	0.10(0.00)	0.33(0.13)	1.57(0.90)	0.17(0.03)
Heavy watercore rate%	33.3(13.3)	43.3(10.0)	0.0(0.0)	16.7(0.0)	3.3(0.0)	3.3(6.7)	50.0(26.7)	3.3(0.0)

Z: Number per a trellis area 1m² Y: 145days after full bloom X, W: 152days after full bloom

V: HA;Humic Andosols THA;Thick Humic Andosols MCLG;Medium and Coarse-textured Gray Lowland soils

LA;Light-colored Andosols FGL; Fine-textured Gray Lowland soils

樹勢要因とみつ症発生に有意な相関が認められたのは、満開後152日調査で平均新梢長と正、101cm以上の新梢発生割合と正、満開後145日調査で果実重と正、この3つの要因であった。他に有意ではないが、樹冠面積

1㎡当たり予備枝本数と正、樹冠面積1㎡当たり葉枚数と正、着果数と負、葉果比と正、硬度と負の傾向がみられた(Table 6)。

Table 6. Correlation between tree vigor factors and watercore in 1990.

Tree vigor factors	145days after full bloom		152days after full bloom	
	Ave. watercore	Heavy watercore	Ave. watercore	Heavy watercore
No. of current shoots ^Z	.196	.275	.150	.059
Amount of current shoot growth ^Z	.362	.438	.346	.265
Ave. length of current shoot	.685	.699	.816*	.838**
Rate of current shoot				
below 50cm	-.451	-.505	-.524	-.525
51-100cm	.056	.149	-.042	-.112
above 101cm	.500	.449	.719*	.810*
Rate of lateral branch				
1 year old	-.007	-.032	-.041	-.053
2 years	.254	.177	.196	.251
3 years	.015	-.086	.206	.290
4 years	-.138	-.020	-.349	-.496
5 years	.257	.342	.146	.107
above 6 years	-.408	-.375	-.378	-.341
No. of lateral branches ^Z	.366	.387	.526	.519
No. of reserved branches ^Z	.539	.561	.618	.588
Length of reserved branch	.126	.041	.237	.330
No. of leaves ^Z	.608	.602	.570	.476
Cropping fruit load ^Z	-.305	-.253	-.546	-.633
No. of leaves per a fruit	.422	.398	.610	.629
Fruit weight	.781*	.833*	.613	.627
Specific gravity	-.557	-.436	-.488	-.457
Ground color	.454	.484	.542	.438
Flesh firmness	-.615	-.598	-.424	-.386
Ave. watercore index		.984***		.983***

Z: Number per a trellis area 1m²
n=8 *0.706 **0.834 ***0.924

IV. 考 察

1982年みつ症多発生年に全国から実態調査が報告され、みつ症発生の大きな要因のひとつとして夏季の低温が明らかにされた(3, 10)。しかし、栽培要因との関係は、火山灰土壌で発生が多く沖積土壌で少ないこと、樹勢が衰弱し、葉数が少ない樹で発生する傾向がみられるなどのほかは、明らかでなかった(5, 11)。さらに、埼玉県(7)の調査では土壌及び樹体の栄養条件等の影響は明らかでなかった。

折本・佐久間(6)は、土壌群別では黒ボク土にみつ症が多発し、灰色低地土では少ないことを明らかにしている。大友(5)や埼玉県(8)においても同様な結果が得られている。しかし、その発生機構は明らかにされていない。

また、従来地下水水位の高い排水不良地でみつ症発生

が多いとされてきたが(5)、埼玉県(7)では明らかでないとしている。筆者らの今回の調査では、長期間湛水状態にあった沖積土壌園ではみつ症の発生が少なく、同じ火山灰土壌園でも、土壌水分の多い黒ボク土園ではみつ症の発生が少ない傾向であった。これらのことから今後、土壌型と根の発育、土壌水分とみつ症発生の関係を検討する必要がある。

1988年はみつ症発生率が数字としてとらえられず、園主からの聞き取りでみつ症発生を多少に分け、判別分析及び数量化2類で解析した。その結果、1年生側枝が多い、101cm以上の長い新梢が多い園でみつ症発生が多い傾向であった。1990年でも同様に平均新梢長、101cm以上の新梢割合とみつ症発生に正の相関が得られた。

みつ症発生と樹勢要因との関係は、聞き取り調査では樹勢が衰弱した樹園で発生が多く、埼玉県(8)、大友

(5)と同じ結果であったが、実態調査では明らかな傾向は認められなかった。むしろ、前述のとおり新梢伸長が旺盛で葉数の多い園でみつ症発生が多い結果が得られた。これは、多比良ら(9)が側枝年齢を若く配置した樹でみつ症の発生が多いことを明らかにしているが、同じ結果であった。

着果量については着果過多にともなう樹勢衰弱との関係からみつ症が発生すると考えられ、1989年の調査結果では着果量と正の相関が得られた。埼玉県(8)でも、小玉で早熟傾向の園でみつ症発生が多いとしている。しかし、大友(5)の結果では明らかな傾向は認められなかった。また、1990年調査の結果では逆に着果数が少なく、葉果比が大きくなり、果実が大きくなるとみつ症発生が多くなる傾向であった。1989年と1990年で逆の結果が出たことについては調査園数の違いなどの問題も考えられるが、再現試験などで今後検討する。

以上の結果から、'豊水'のみつ症は土壌要因(6)の他に、さらに要因として考えられた側枝年齢、新梢長、着果数、葉枚数、果実の大きさなど樹勢要因との関係は、年次によって結果が異なり、明らかな傾向は得られなかった。しかし、従来知見に反し、側枝が若い、新梢が長い、葉数が多い、果実が大きいのなど樹勢が強くても、みつ症が発生することが明らかになった。

'豊水'のみつ症は樹勢を弱めても、また逆に強めすぎても影響を受けるものと考えられる。したがって、今後はみつ症発生を抑制する適切な樹相を解明しなければならない。

V. 摘要

みつ症発生に及ぼす樹勢や土壌要因の影響について、現地実態調査から検討した。

1. みつ症発生に及ぼす要因は土壌条件が最も大きかった。
2. 長期間湛水状態にあった沖積土壌園や、土壌水分の多い黒ボク土で発生が少なかった。
3. 小玉で成熟の進んだ果実にみつ症発生が多く、着果量と正の相関が得られたが、逆に着果量が少なく大玉となった園でも発生が多かった。
4. 単位面積当たりの葉枚数が多いとみつ症が多い傾向がみられた。
5. 新梢長が長く、予備枝本数が多いとみつ症が多かった。

謝辞 本研究の実施にあたり、現地調査園の選定及び調査に農業総合センター下館地域農業改良普及センター、土浦地域農業改良普及センター関係各位のご協力を賜った。深く感謝申し上げる。また、農業総合センター施設課高野俊雄、野口昭治、武田光雄、池田恵(故人)各氏には、調査にあたり多くのご助力を頂いた。心より感謝申し上げる。

引用文献

1. 茨城の園芸.1993.P101.茨城県.
2. Kajiura.I, S.Yamaki, M.Omura and I.Shimura.1976. Watercore in Japanese pear (*Pyrus serotina* Re - hder.var.'Culta'Rehder):1.Description of the disorder and its relation of fruit maturity. Scientia Hortic.4:261-270.
3. 松浦永一郎・青木秋広.1981.ニホンナシ'豊水'の成熟特性と収穫適期判定.第2報.1980年の不良天候下における成熟の特異性.栃木農試研報.27:107-112.
4. 農水省果樹試編.1983.ナシ豊水のみつ症状果の発生防止に関する試験.昭和57年度落葉果樹に関する重要研究問題検討会.第一分科会(栽培)資料.P111-146.
5. 大友忠三.1983.ナシ「豊水」の果肉障害.技術と普及.4:79-83.
6. 折本善之・佐久間文雄.1993.ニホンナシ'豊水'のみつ症発生園土壌の実態.茨城県農業総合センター園芸研究所研究報告.1:23-43.
7. 埼玉県.1989.地域重要新技術開発事業研究成果報告書.ニホンナシの生育予測法の策定と着果管理及び収穫適期判定法の確立(主査 埼玉県).
8. 埼玉県.1992.地域重要新技術開発事業研究成果報告書.ナシ,カキ,ウメの成熟異常果防止実用化技術の確立(主査 茨城県).
9. 多比良和生・佐久間文雄・檜山博也.1993.ニホンナシ'豊水'の側枝年齢の違いと収量,果実品質及びみつ症発生との関係.茨農総セ園研報.1:1-9.
10. 千葉県.1983.総合助成試験研究報告書.日本ナシ新品種の安定供給法の確立に関する試験.90-101.
11. 山崎利彦.1983.豊水のみつ症状.果実日本.38(2)34-35.

クリの生育・成熟・収量予測に関する研究 (第2報) 胚の発育と果実生長解析について

佐久間文雄*・檜山博也**・石塚由之**
植田稔宏・多比良和生・保坂光良***

キーワード: クリ, ケツジツ, ハイ, カジツヒダイ, セイチョウキョクセン

Prediction of Growth, Maturity and Yield in the Japanese Chestnut (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc) II . Analysis of Embryo and Nut Growth

Fumio SAKUMA, Hironari HIYAMA, Yoshiyuki ISHIZUKA, Toshihiro UEDA,
Kazuo TAHIRA and Mitsuyoshi HOSAKA

Summary

Fertilization time and embryo development in the Japanese chestnut were examined, and the growth curve of nut weight was analyzed.

1. Fertilization was completed within 30 days after artificial pollination.
2. Differences in the maximum width of embryo in pollinated and non-pollinated plants appeared 40 to 50 days after artificial pollination. Maximum width of pollinated embryo was above 1mm, and that of non-pollinated embryo was below 1mm.
3. The growth curve of nut weight showed a logistic curve, but m and a value of a logistic curve were variable in each year.
4. The growth curve of nut weight was statistically fitted to an orthogonal polynomial function. The regression equation was approximately fitted with a 1~4 degrees polynomial. But, the ratio of contribution was low from 39% to 63%.

I. 緒言

クリ生産および出荷対策の上からその年の生育作柄を早期に診断, 予測して的確に対応することが重要である。

前報(4)においては, 過去20年間の気象要因と生育・収量・品質との関係を解析し, クリの生育・収量・品質

に及ぼす気象要因の影響を明らかにした。しかし, 収量や果実肥大などを気象要因のみから予測することは困難で, 特に過去のデータから大きくはずれた異常年では全く予測が不可能であった。

クリの収量構成要素は雌花数・生理落果数(生理落果率)・1穂当たり含果数・一果重である。筆者らはすでに結果母枝の形質(基部直径・長さ)から雌花数や着穂数

* 現在茨城県農業総合センター生物工学研究所

** 退職

*** 現在茨城県農業総合センター笠間地域農業改良普及センター

などは高い寄与率で予測ができるが、生理落果率や1穂当たり含果数・一果重の寄与率は低いことを明らかにした(5)。

したがって、実際圃場で早期に収量を予測するためには、樹上に着穂した穂数のうち収穫可能穂数と穂果重を予測することが必要である。しかし、クリでは海老原ら(2)が報告しているように、不受精による後期落果が8月上旬まで続き、早期の収量予測を困難にしている。

そこで本報告では、早期に受精穂数を知るために、受精時期を明らかにするとともに、受精の有無を早期に判定する方法を検討した。また、果実肥大の生長曲線を解析し、肥大予測の基礎資料を得た。

II. 材料及び方法

1. クリ受精時期の検討

茨城県園芸試験場(現在茨城県農業総合センター園芸研究所)圃場に植栽された‘筑波’(1990年16年生)を供試した。6月1日に雌花開花始め(6月4日満開)の雌花に小袋を掛け受粉を遮断した。6月17日最も受粉しやすいといわれる時期(6)に‘石鎚’の雄花穂を袋の中に入れ、再び密封し受粉を行った。受粉後10日おきに柱頭を剃刀で切断し、その後穂および果実の結実率を調査した。受粉後10日、20日、30日、39日、52日、無処理の各区について10穂供試した。

2. 受精の有無の早期判定

茨城県園芸試験場圃場に植栽された‘筑波’(1986年12年生)2樹を供試した。結実が確実と思われる優良結果母枝(長さ50cm、太さ8mm以上)を各樹より20本ランダムに用いた。そのうち10本は、花粉遮断(無受粉)区とし、中果の開花始め前にすべての雌花にパラフィン紙小袋をかけ、受粉を遮断した。残り10本は、雌花満開時に‘銀寄’の雄花穂を採取し、受粉を行い人工受粉区とした。受粉日は、1986年6月9日、’87年6月5日、’88年6月13日、’89年6月12日であった。

受粉10日後より50日後まで10日おきに1樹より各区3~6穂採取し、胚の発育(胚の最大巾)を実体顕微鏡、マイクロメーターで測定した。花粉遮断区と人工受粉区の胚の大きさを比較した。

3. 果肉重の推移と生長曲線

茨城県園芸試験場圃場に植栽された‘丹沢’・‘筑波’・‘石鎚’の成木(1985年11年生)各品種3樹を供試した。8月より収穫始めまで毎月1日、11日、21日の3回、1

樹より10穂採取して、渋皮付果肉重・受精穂率を測定した。

雌花の満開日は、1985、’86、’87、’88年の順に‘丹沢’6月10日、6月17日、6月5日、6月5日、‘筑波’6月10日、6月16日、6月3日、6月4日、‘石鎚’6月11日、6月19日、6月6日、6月7日であった。

果肉重(渋皮付)の生長解析を1985年から’87年までの3年間についてはロジスティック曲線、および1985年から’88年の4年間については直交多項式にあてはめて行った。データはすべて満開後日数に変換して解析した。

III. 結果

1. 受精時期の検討

受粉後10日に柱頭を切断した場合、すべての雌花(穂)が落下した。受粉後20日以降は結実した穂が60%以上となり、無処理と差がなかった。果実単位での結実率は受粉後20日では26.7%と低かったが、30日以降は43%以上で無処理と差がなかった(Table 1)。このことからクリ‘筑波’の受精時期は受粉後30日であった。

Table 1. Effect of cutting time of stigma on fertility.

Cutting times		Dropping ^Z	Fertilized ^Y	Fertilized ^X
AAP ^W	10days	27 June	100%	0%
	20	7 July	40	60
	30	17	40	60
	39	26	20	80
	52	8 August	50	50
No treatment			40	60

Polinated ‘Tsukuba’ × ‘Ishizuchi’

Z ; Dropping burrs rate,

Y ; Fertilized burrs rate,

X ; Fertilized nut rate

W ; After an artificial pollination

2. 受精の有無の早期判定

1) 1986年

観察の結果、胚の発育は早生種ほど早く、18~20個程度確認された胚珠のうち、1個が他より明らかに大きく肥大し、肉眼で受精の有無を完全に判定できたのは、‘丹沢’では8月1日(満開後45日)、『筑波’・‘石鎚’では8月8日(満開後‘筑波’53日、‘石鎚’50日)であった。

受粉28日後の胚の大きさの分布は、花粉遮断区には0.84mm以上のものが認められなかった。受粉39日後の胚の大きさの分布は花粉遮断区には1mm以上のものがなかった(データ省略)。

2) 1987年

1986年と同様に、肉眼で受精の有無が完全に判定できたのは、‘丹沢’では7月31日(満開56日後)、『筑波』・『石鎚』では8月11日(満開後‘筑波’69日、『石鎚’66日)であった。

受粉34日後までは受粉区、花粉遮断区ともに胚の発

育に差はみらなかった。受粉41日後には差が明らかとなり、最大胚の大きさが顕著に表れた。受粉52日後には差がより顕著となり、最大胚の大きさの平均は受粉区4.12mm、花粉遮断区1.07mmと4倍の差があった。しかし、花粉遮断区の胚は受粉52日後になってもわずかながらまだ発育していた(Table 2)。

Table 2. The enlargement of embryo width in ‘Tsukuba’lateral nut in 1987.

Treatment		20days AAP ^z		34days AAP		41days AAP		52days AAP	
		Ave.	Max.	Ave.	Max.	Ave.	Max.	Ave.	Max.
Pollinated	1	0.29 ^{mm}	0.40 ^{mm}	0.60 ^{mm}	0.71 ^{mm}	0.76 ^{mm}	1.42 ^{mm}		
	2	0.30	0.45	0.63	0.81	0.79	1.50	0.94	4.12
Non-pollinated	1	0.29	0.35	0.57	0.71	0.67	0.84		
	2	0.31	0.40	0.62	0.77	0.67	0.84	0.85	1.07

Z : After an artificial pollination

3) 1988年

胚の発育は、全ての胚の平均及び最大胚の大きさ(最大幅)とも受粉後30日までは、人工受粉区、花粉遮断区で差がみられなかった。受粉40日以降についてはサンプルが採取できず調査ができなかった。

4) 1989年

側果1果当たり採取された胚の数は18個が最も多く、最大は20個であった。全ての胚の大きさの平均は、受粉後42日までは花粉遮断区、人工受粉区ともに差が

なく受粉後55日になって差が認められた。最大胚の大きさについても同様であり、受精胚と無受精胚の発育の差は受粉後55日にならないと確認できなかった。人工受粉区において受粉後55日になっても胚の発育が悪く、明らかに受精していない胚がみられた。また、花粉遮断区の無受精胚は受粉後55日においてもわずかながら発育を続けていた。しかし最大胚の大きさは1mm程度であった。それに対し、人工受粉区の最大胚の大きさは7mm程度であった(Table 3)。

Table 3. The enlargement of embryo width in ‘Tsukuba’lateral nut in 1988.

		11days AAP ^z		21days AAP		31days AAP		42days AAP		55days AAP	
		Ave.	Max.	Ave.	Max.	Ave.	Max.	Ave.	Max.	Ave.	Max.
Pollinated	1	- ^{mm}	- ^{mm}	0.45 ^{mm}	0.53 ^{mm}	0.71 ^{mm}	0.87 ^{mm}	0.83 ^{mm}	0.98 ^{mm}	1.22 ^{mm}	6.38 ^{mm}
	2	0.22	0.30	0.59	0.75	0.82	1.01	0.88	1.25	1.29	7.80
Non-pollinated	1	-	-	0.56	0.68	0.76	0.90	0.90	1.02	0.95	1.13
	2	0.16	0.19	0.42	0.51	0.78	0.95	0.91	1.12	1.00	1.33

Z : After an artificial pollination

3. 果肉重の推移と生長曲線

受精率が100%となって(後期落果終了)、外観上受精の有無が完全に判定できたのは、1985, '86, '87, '88年の順に‘丹沢’8月9日, 8月28日, 8月11日, 8

月22日, ‘筑波’8月19日, 8月28日, 8月22日, 8月31日, ‘石鎚’8月29日, 9月9日, 8月22日~9月1日, 9月12~24日であった(Table 4, 5, 6, 7)。

Table 4. Time-course change of fertilized burrs rate and nut weight in 1985.

Cultivar		31 Jul.	9 Aug.	19 Aug.	29 Aug.	10 Sep.	21 Sep.	2 Des.
Tanzawa	Flesh weight ^Z (g)	0.15	1.67	9.7	22.3	37.0		
	Fertilized burrs rate(%)	80	96.7	96.7	100	100		
Tsukuba	Flesh weight ^Z (g)	0.01	0.04	0.36	2.06	12.0	27.0	36.3
	Fertilized burrs rate(%)	50	70	100	100	100	100	100
Ishizuchi	Flesh weight ^Z (g)	0.01	0.02	0.15	1.16	8.0	20.0	27.7
	Fertilized burrs rate(%)	53.3	73.3	86.7	96.7	100	100	100

Z : Flesh weight with pellicle per a bur

Table 5. Time-course change of fertilized burrs rate and nut weight in 1986.

Cultivar		1 Aug.	8 Aug.	18 Aug.	28 Aug.	9 Sep.	20 Sep.	1 Oct.
Tanzawa	Flesh weight ^Z (g)	0.13	0.78	7.6	21.9	45.3		
	Fertilized burrs rate(%)	69.3	93.3	86.3	100	100		
Tsukuba	Flesh weight ^Z (g)	0.01	0.04	0.21	2.5	9.1	20.6	31.8
	Fertilized burrs rate(%)	63.3	53.3	74.2	96.7	100	100	100
Ishizuchi	Flesh weight ^Z (g)		0.01	0.04	0.4	4.0	9.6	23.3
	Fertilized burrs rate(%)	20.0	70.0	66.7	73.3	93.3	100	100

Z ; Flesh weight with pellicle per a bur

Table 6. Time-course change of fertilized burrs rate and nut weight in 1987.

Cultivar		31 Jul.	11 Aug.	22 Aug.	1 Sep.	11 Sep.	22 Sep.
Tanzawa	Flesh weight ^Z (g)	0.98	7.9	20.0	46.6		
	Fertilized burrs rate(%)	80.0	96.7	96.7	100		
Tsukuba	Flesh weight ^Z (g)	0.03	0.3	3.2	9.8	20.5	32.7
	Fertilized burrs rate(%)	63.3	86.7	100	100	100	100
Ishizuchi	Flesh weight ^Z (g)	0.02	0.2	1.6	5.6	14.4	22.5
	Fertilized burrs rate(%)	83.3	83.3	93.3	100	100	100

Z ; Flesh weight with pellicle per a bur

Table 7. Time-course change of fertilized burrs rate and nut weight in 1988

Cultivar		3 Aug.	12 Aug.	22 Aug.	31 Aug.	12 Sep.	24 Sep.	7 Oct.
Tanzawa	Flesh weight ^Z (g)	0.76	6.39	20.8	31.5			
	Fertilized burrs rate(%)	76.7	90.0	100.0	100			
Tsukuba	Flesh weight ^Z (g)	0.02	0.16	1.45	5.3	16.8	36.67	
	Fertilized burrs rate(%)	66.7	76.7	90.0	96.7	100	100	
Ishizuchi	Flesh weight ^Z (g)	0.01	0.08	0.79	2.48	8.0	19.3	33.8
	Fertilized burrs rate(%)	66.7	73.3	80.0	90.0	93.3	100	100

Z ; Flesh weight with pellicle per a bur

満開後日数に変換すると、受精率率が100%となったのは、'丹沢'満開後60-70日、'筑波'満開後70-80日、'石鎚'満開後80-90日であった。

果肉重の発育は、'丹沢'は収穫期まで肥大を続け、2次曲線を描いた。'筑波'・'石鎚'は、収穫前に肥大が

緩慢になりロジスティック曲線を描いた。

果肉重の推移を満開後日数に変換すると、'丹沢'は年次間で差が大きかったが、'筑波'・'石鎚'は年次間差が少なく、同様な肥大曲線となった(Fig.1)。

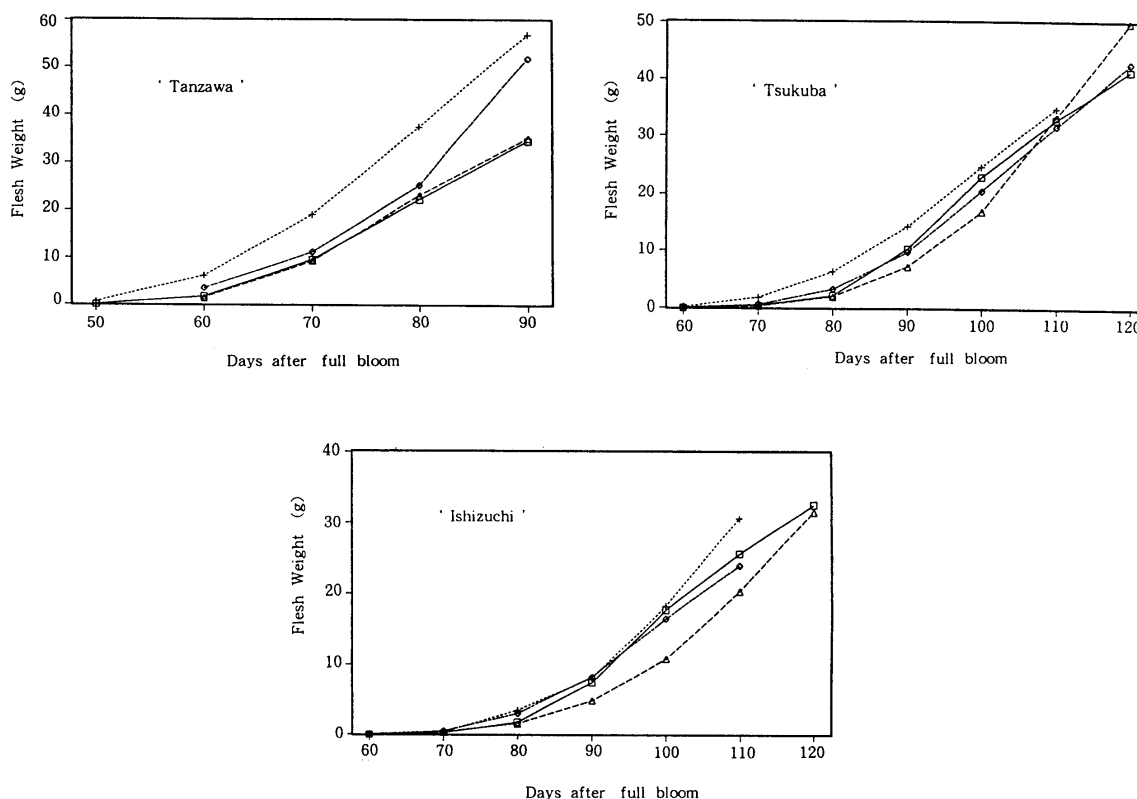


Fig. 1. The growth curves of nut of 'Tanzawa', 'Tsukuba' and 'Ishizuchi'. □ 1985 × 1986 ◇ 1987 △ 1988

1985~87年3ヶ年の果肉重の推移を満開後日数に変換し、その生長曲線をロジスティック曲線で表した。そのm,a値および推定値と実測値の関係をTable 8に示した。m値は年次により大きな差がみられた。特に'筑波'・'石鎚'で著しかった。m値は早生種ほど小さかっ

た。a値はm値ほどの年次間差はなく、品種間では早生種'丹沢'がやや大きかった。推定値と実測値の関係は0.971~0.999と相関が高かったが、'丹沢'および1986年はやや小さかった。

Table 8. Yearly change of m and a value in a logistic curve of nut weight.

Cultivar	m			a			correlation coefficient between estimated and measured value(r)			K value	No. of data
	1985	86	87	1985	86	87	1985	86	87		
Tanzawa	110.628	212.308	211.832	1.685	1.681	1.735	0.987	0.971	0.972	50	5
Tsukuba	27327.728	2260.823	4381.940	1.816	1.455	1.418	0.999	0.975	0.990	40	7
Ishizuchi	5621.399	12616.497	2505.061	1.556	1.679	1.437	0.990	0.983	0.972	30	7

$$\hat{Y} = \frac{K}{1 + e^{-at}}$$

- t=1 50~59days after full bloom
 2 60~69days
 3 70~79days
 4 80~89days
 5 90~99days
 6 100~109days
 7 110~119days

1985~'88年4年間のデータを満開後日数に変換し、直交多項式にあてはめた。'丹沢'では1985, '87, '88年は1次曲線, '86年は2次曲線で表された。'筑波'では1985年は4次曲線, '86~'88年は2次曲線で表され

た。'石鎚'では1985~'88年すべて2次曲線で表された。分散分析の結果, F値はすべて1%または5%水準で有意な結果であったが, 寄与率 R^2 は38.9%から63.2%と低かった (Table 9)。

Table 9. Yearly change of the regression coefficient in an orthogonal polynomial of nut weight.

Cultivar	year	B(0)	B(1)	B(2)	B(3)	B(4)	F-value	R ² (%)
Tanzawa	1985	-51.817	0.934				55**	46.4
	86	66.373	-2.895	0.031			346**	55.7
	87	-80.98	1.382				18*	41.5
	88	-68.114	1.136				98*	38.9
Tsukuba	1985	-558.392	31.015	-0.625	5.406E-03	-1.667E-05	108**	60.6
	86	38.707	-1.41	0.012			188**	61.1
	87	58.32	-1.858	0.146			183**	53.6
	88	99.968	-2.895	0.207			119**	63.0
Ishizuchi	1985	40.399	-1.352	0.011			43**	61.4
	86	50.957	-1.671	0.013			36**	63.1
	87	42.572	-1.384	0.011			58**	55.7
	88	54.361	-1.615	0.011			214**	62.3

IV. 考 察

クリの収量・果実肥大を早期に予測するためには、樹上に着穂した穂数のうち収穫可能穂数と穂果重を知る必要がある。そこで受精時期を明らかにするとともに、受精の有無を早期に判定するために、胚の発育を調査した。また、果実肥大の生長曲線を解析し、肥大予測の基礎資料を得た。

1. 受精時期の検討

従来、クリの雌花の受精能力期間は、雌ずいが出はじめてから1ヶ月間程度で、受粉の適期は雌ずいの出現後20日間前後とされてきた(6)。しかし、中村(7)はクリの胚珠の発育を詳細に調査し、完成した胚珠が確認されたのは、花柱が開き始めた後1週間経ってから、花柱突出後約3週間後であると報告している。さらに、クリの受精適期は花柱が伸長を停止した3~7日後、中心子房の花柱突出後28~32日頃としている(9)。

クリの受精が受粉後30日になって確認されたことについては、久保(3)も同様の結果を得ており、その過程について中村(10)は柱頭上における花粉の発芽、花粉管の伸長開始は、花柱の伸長がほぼ停止した時期から約1週間にかけて認められたことから、花粉は発芽後花粉管が長期にわたって伸長し続け胚珠に達するためとしている。

2. 受精の有無の早期判定

胚の発育を測定した結果、受精が明らかに確認されたのは受粉後40~50日で、その時の最大胚の巾は1mm

以上であった。しかし、受粉後40~50日までは花粉を遮断した無受精胚も生長を続け、最大胚の巾は1mm程度までになった。久保(3)、中村(7)も同様な結果を報告している。

中村(7)は'筑波'の中果の子室数は約8~9で側果は中果より約1室多く、1室内に2個の胚珠が存在した。そして、8月中旬(7月6日花柱が開き始めてから40日後)1個だけ肥大した胚珠が認められた。しかし、8月中旬までは全胚珠が等しく生長したと報告しており、本報告と同様な結果であった。

しかし、18~20個程度ある胚のうち、何故1個だけが受精肥大するのは明らかになっていない。品種によっては2個以上受精し、双子果となる率の高いものもある。この点については今後さらに解明する必要がある。

以上のことから、受粉後40~50日、7月下旬~8月上旬に側果で最大巾1mm以上に発育した胚が確認できれば受精したと考えてよい。後期落果終了の確認できる時期('筑波'例年8月中旬~下旬)より2~4旬早く受精率を知ることが可能である。

3. 果実肥大と生長曲線

渋皮付果肉重が急激に肥大する満開後の日数と受精胚が急激に生長する時期には若干のズレがみられた。'丹沢'は収穫まで肥大を続け'筑波'、'石鎚'では収穫前やや生長が停滞した。このことについては星野(11)の結果と一致した。

一井(1)は、クリ穂果の発育はdouble-sigmoid曲線となることを報告している。そこで、ロジスティック

曲線に当てはめたところ, 単年度ではよく適合したが, m, a 値ともに品種と年次間差が大きく, m 値は早生種ほど小さかった。 a 値は m 値ほどの年次間差は少なく, m 値と異なり早生種がやや大きかった。 m および a 値の果実発育上の意義については今後検討する必要がある。‘丹沢’では推定値と実測値の差が大きく‘筑波’, ‘石鎚’でも差がみられた。したがって, 3年間の結果からはロジスティック曲線を単純に予測式として使用することは困難と考えられた。

また, 渋皮付果肉重の肥大を直交多項式に当てはめたところ, ‘丹沢’では1次または2次, ‘筑波’では2次または4次, ‘石鎚’では2次曲線で表わされた。年次間差がみられ, その寄与率が低いことから, 予測式として使用することは困難であった。果実のサンプリング方法, 時期, 回数など再度検討する必要がある。

このように果実の生長曲線はロジスティック曲線や直交多項式で表すことができた。しかし, 単年度ではよく適合したが, 係数の年次変動が大きいことや寄与率が低いことから, 予測式として使うことが難しかった。

V. 摘要

クリ胚の受精の有無を早期に判定するために, 受精時期と胚の発育を調査した。また, 果実の発育を経時的に測定し, 果実肥大曲線を求めた。その結果は次のとおりであった。

1. 受粉後10日おきに柱頭を切断し, 受精時期を検討した結果, 受粉後30日以降結実率が無処理と差がなかったことから, 受精時期は受粉後30日であった。
2. 受粉後10日おきに胚の発育(巾)をマイクロメーターで測定した結果, 受精胚と無受精胚の差は最大巾1mmにあった。これは受粉後40~50日明らかになった。
3. 果肉重の肥大はロジスティック曲線に適合した。

しかし, m, a 値は年次変動が大きく予測式としては不十分であった。

4. 直交多項式では1~4次曲線で表されたが, 寄与率は低かった。

引用文献

1. 一井隆夫.1960.クリの毬果の発育について(第1報) 毬果の発育に伴う2,3の成分の推移.園学雑.29:29-34.
2. 海老原武士・青木秋広・坂本秀之.1961.クリの落果に関する研究(第1報)生理的落果の波相と, 2,3の要因について.園学雑.30:341-346.
3. 久保敏郎.1988.クリの結実肥大要因の解明.山口農試験報.40:65-73.
4. 佐久間文雄・渡辺幸夫.1989.クリの生育・成熟・収量予測に関する研究(第1報)クリの生育・収量・品質に及ぼす気象要因の影響.茨城園試報.14:49-77.
5. 佐久間文雄・多比良和生・保坂光良・石塚由之・渡辺幸夫.1990.クリの低樹高整枝せん定に関する研究(第2報).結果母枝の形質並びに密度が収量・果実肥大に及ぼす影響.茨城園試報.15:1-26.
6. 志村勲.1972.果樹園芸学大辞典.p790.養賢堂.東京.
7. 中村正博.1986.ニホングリの胚珠の発育について.園学雑.55:251-257.
8. 中村正博.1991.ニホングリの生理的落果と胚珠の退化.園学雑.60:47-53.
9. 中村正博.1992a.ニホングリの花柱の伸長と受粉適期.園学雑.61:265-271.
10. 中村正博.1992b.ニホングリの柱頭の構造と花粉発芽.園学雑.61:295-302.
11. 星野正和.1982.クリ栽培技術.果樹栽培の総合技術(下).今月の農薬.26(4).p138.化学工業日報社.東京.

キュウリモザイクウイルス弱毒系統の接種が メロンの生育に与える影響

鈴木雅人・中原正一・浅野伸幸
佐山春樹*・工藤安男*

キーワード:キュウリモザイクウイルス, ジャクドクウイルス, メロン, セイイクヨクセイ, ヒンシツ

Influence of Inoculation with Attenuated Cucumber Mosaic Virus on Growth of Netted Melon (*C.melo L.var.reticulatus*)

Masahito SUZUKI, Masaichi NAKAHARA and Nobuyuki ASANO
Haruki SAYAMA, Yasuo KUDO (R and D, Nippon Del Monte Corp.)

Summary

The objective of this study was to investigate the influence of inoculation with the attenuated strains of cucumber mosaic virus (CMV) on the growth of Netted Melon.

The plants of 'Andes' growing in plastic tunnel, these plants had been inoculated with the attenuated strain 'NDM-1' at seedling stage, showed the slight symptoms of mosaic and dwarfing. But these plants were protected against the virulent strains that caused the severe symptoms.

In retarded cultivation of 'Sunday-seikagata', the influence of the inoculation were various according to the attenuated strains. The inoculation with the some strain caused the serious damage. In semi-forcing cultivation and retarded cultivation, the plants of 'Allus Naito-shunjuukei', these plants had been inoculated with 'KCV87-8' or 'CM93-106', showed the slight symptoms, and produced high quality fruits although the fruits size were small.

These results suggest that the inoculation with some strains of attenuated CMV, these strains cause nothing but the slight symptoms of mosaic and dwarfing, are useful for melon cultivation.

I. 緒言

キュウリモザイクウイルス (CMV) は多犯性のウイルスとして知られており、メロンで発病すると被害が大きい。アブラムシ類によって容易に伝染されるため防除が困難で、抵抗性品種の利用も限られていることなどから、弱毒ウイルスを利用した防除が有効な方法のひとつとして期待されている。すでにトマトやキュウリなどで、CMV に対する優良な弱毒株の探索が行なわれ、その実用化も近いと思われる。

筆者らはメロンにおける CMV 弱毒系統を利用した技術を確立するため、栽培圃場から分離した弱毒系統の特性調査を行なっている。その過程で系統によってメロンの生育に著しい差が生じることに着目し、弱毒ウイルスの接種とメロンの生育との関係について検討したところ、若干の知見を得たので報告する。

II. 材料および方法

群馬、長野および茨城県内のトマトおよびメロン栽培

* 日本デルモンテ(株)研究開発部

培圃場でCMV感染株を採取し、これらから分離したサテライトRNAを有するSATR型の弱毒系統であるNDM-1, KCV87-6, 同8, 同10, CM88-5, CM93-20, 同25, 同106, 同109, 同170, FS-4, DK-4, 同9, 同12, KO-1, 同3を供試した。接種は1区20株で行ない、メロンの子葉展開直後に、セライト懸濁液に調整したウィルスを1株ずつ綿棒で子葉にこすりつけた。その後展開した新葉に軽いモザイク状の病徴が現れ、感染が確認された株を1区10株定植した。栽培管理は県耕種基準に準じて行なった。

試験は1993~1994年の2年間行ない、1993年は3月5日播種のトンネル早熟栽培および7月9日播種の抑制栽培で行なった。調査はウィルス症状の発生程度を1株毎に観察した。1994年は3月25日播種の半促成栽培および7月20日播種の抑制栽培で行なった。メロンの茎葉の大きさ、果重、品質等を調査した。

Ⅲ. 結 果

1. CMV弱毒系統の接種によるメロン茎葉の病徴の差異

1993年のトンネル早熟栽培における弱毒株NDM-1および強毒株接種による程度別のモザイク発病率をTab.1に示した。無接種区では強いモザイク症状の発生率が36%であったのに対して、NDM-1接種区およびNDM-1接種7日後に強毒を接種した重複接種区では茎葉はやや矮化したものの、強毒区に比べてモザイク症状は軽かった。

Table 1. Plants symptoms of 'Andes' growing in plastic tunnel, that were caused by inoculation with attenuated strain 'NDM-1' and virulent strain of CMV¹⁾.

Inoculated strain	Occurrence rate ²⁾			(%)
	-	m	M	
NDM-1	0	100	0	
NDM-1+Virulent strain	0	100	0	
Virulent strain	0	0	100	
Control	64	0	36	

1) Data were investigated in 10 JUN. when was at fruit developing stage

2) Mosaic symptom none(-), slight(m), severe(M)

1993年の抑制栽培におけるCMV弱毒系統の接種による葉位別のモザイク発生程度をTab.2に示した。

CMV弱毒系統の接種により全てのメロンの新葉に軽いモザイク症状が発生し、茎葉が矮化した。しかし、症状の程度には系統間に差があり、KCV87-6,

KCV87-10, CM93-20, およびCM93-25などの系統では無接種区と比べて葉は小さいものの、上位葉ではモザイク症状は認められなくなった。

Table 1. Plants symptoms of 'Sunday-seikagata' in reared cultivation, that were caused inoculation with attenuated strain of CMV¹⁾.

Inoculated strain	Symptoms ²⁾	
	Second leaf	Eighth leaf
NDM-1	3.0	3.0
KCV87-6	2.0	0.0
KCV87-8	2.0	0.4
KCV87-10	2.0	0.0
CM88-5	2.4	0.8
CM93-20	2.0	0.0
CM93-25	2.0	0.0
KO-1	2.8	0.8
KO-3	3.0	3.0
Control	0.0	0.0

1) Data were investigated in 18 Aug. when was at crossing stage

2) Mosaic symptom none(0), slight(1), medium(2), severe(3)

2. 1994年、半促成栽培におけるCMV弱毒系統の接種がメロンの生育に与える影響

メロン収穫期における茎葉の大きさをFig.1に示した。CMV弱毒系統接種区では、系統により程度は異なるが、株の矮化を生じて低節位から高節位まで茎葉の小さい、特有の草姿になった。

次に接種系統別の収量、品質をTab.3に示した。果重は無接種区に比べて弱毒系統接種区はいずれも小さく、Fig.1の株の矮化の程度とほぼ併行した。さらに、果重が小さいほどネット密度が粗となって品質は低下したが、反対に果面の凹凸が少ない傾向となり、総合的な外観の品質では果重が1300~1500gとなった弱毒系統KCV87-8やCM93-106接種などでやや優れた傾向だった。また、糖度やビタミンC含量はほとんどの弱毒系統接種区が無接種区より高かった。

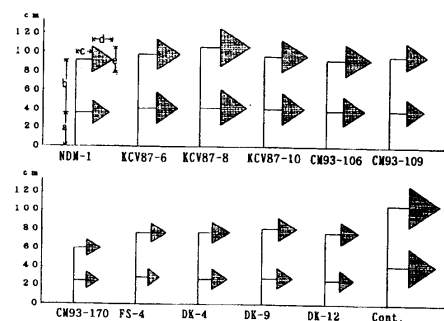


Fig. 1. Plant size of 'Allus Naito-shunjuukei' in semi-forcing cultivation at picking stage.

a: Stem length from base to tenth node
b: Stem length from tenth node to twentieth node
c: Petiole length (actual data is 7/10 scale)
d: Blade length (actual data is 7/10 scale)
e: Leaf width (actual data is 7/10 scale)

Table 3. Fruit weight and quality of 'Allus Naito-shunjuukei' in semi-forcing cultivation at picking stage.

Inoculated strain	Fruit		Shape ²⁾	Net of fruit ³⁾		Smooth grade ⁴⁾	Sugar		Vitamin C	
	weight	SD ¹⁾	index	density	rising	of fruit surface	content	Brix %	mg%	SD ¹⁾
NDM-1	1181	± 78.0	0.99	3.7	4.8	4.4	16.1	18.7	±0.53	
KCV87-6	1366	±108.6	1.00	4.0	4.7	4.1	15.9	19.4	±1.33	
KCV87-8	1547	±233.2	1.00	3.9	4.8	3.9	16.1	-	-	
KCV87-10	1330	±149.3	0.99	4.0	4.8	4.1	16.4	17.9	±1.00	
CM93-106	1326	±176.5	1.01	3.7	4.8	4.2	16.1	16.9	±2.08	
CM93-109	1168	±162.6	1.02	3.8	4.7	4.3	16.1	-	-	
CM93-170	614	± 81.0	0.99	3.2	4.7	4.6	16.5	-	-	
FS-4	540	± 73.2	0.94	2.9	4.4	4.6	16.4	-	-	
DK-4	842	±112.6	0.99	3.2	4.7	4.7	16.0	-	-	
DK-9	846	±149.4	1.00	3.7	4.8	4.6	16.4	-	-	
DK-12	982	±161.5	1.02	3.6	4.8	4.4	16.4	-	-	
Control	1760	±199.3	1.04	3.9	4.8	3.7	16.6	15.6	±1.09	

1)Standard deviation

2)Vertical diameter/Horizontal diameter

3)Density:close(5) rough(1)

Rising :high(5) low(1)

4)Smooth grade:smooth(5) rough(1)

The number of sampling:10 fruits

3. 1994年、抑制栽培におけるCMV弱毒系統接種がメロンの生育に与える影響

メロンの着果率および交配開始期における茎葉の大きさを Tab.4 に示した。弱毒系統 CM93-106 接種区は着果率がやや低かった他は無接種区とほとんど差がなかった。また、茎葉の大きさは半促成栽培に比べて接種区と無接種区との差が小さく、KCV87-8 と KCV87-10 の接種区では無接種区とほぼ同等の草姿となった。

メロンの果重と品質の違いを Tab.5 に示した。弱毒系統の接種により生育の抑制程度が大きいかほど果重が小さく、ネットの発生密度が粗となったが、反対に果

面の凹凸が少ないなど、半促成栽培とはほぼ同様、総合的な外観の品質はやや優れる傾向が認められた。なお、糖度およびビタミンC含量は半促成栽培と異なり、差がなかった。

以上のように、CMV弱毒の系統によりメロンの生育に与える影響は著しく異なった。矮化傾向の強い NDM-1 や CM93-106 などの系統では果実が著しく小さくなったのに反し、矮化傾向の少ない KCV87-8 や KCV87-10 などの系統では比較的果実も大きくなり、果面の凹凸の小さな外観品質の優れる果実が得られることが明らかになった。

Table 4. Flower bearing rate, and plant size of 'Allus Naito-shunjuukei' in retarded cultivation at early crossing stage.

Inoculated strain	Flowering date ¹⁾	Flower bearing ratio ²⁾	Fruit bearing ratio ²⁾	Plant length	Leaf number	Leaf on tenth node of main stem			
						Petiole length	Leaf width	Blade length	Stem diameter
NDM-1	8 26.0	95	70	84	19.2	11.5	17.4	13.4	6.8
KCV87-8	24.6	100	70	116	22.8	15.0	23.4	16.7	8.5
KCV87-10	25.6	90	80	107	22.6	14.8	24.7	15.3	8.3
CM93-106	25.6	85	50	104	21.1	11.6	16.9	12.0	7.2
Control	25.4	90	70	122	23.4	14.9	23.3	14.8	8.7

1) Hermaphrodite flower in first node of lateral branch on tenth node of main stem.

2) The average data between tenth and thirteenth node.

Table 5. Fruit weight and quality of 'Allus Naito-shunjuukei' in retarded cultivation at picking stage.

Inoculated strain	Fruit		Shape ²⁾	Net of fruit ³⁾		Smooth grade ⁴⁾	Sugar		Vitamin C	
	weight	SD ¹⁾	index	density	rising	of fruit surface	content	Brix %	mg%	SD ¹⁾
NDM-1	1528	±278.1	0.95	3.9	4.2	4.4	17.1	15.9	±1.70	
KCV87-8	2021	±173.6	0.97	4.2	4.3	4.1	17.0	17.0	±2.11	
KCV87-10	2015	±114.2	0.97	4.1	4.3	4.2	18.0	18.0	±0.79	
CM93-106	1475	± 93.9	0.94	4.1	4.1	4.6	16.7	16.6	±3.40	
Control	2114	±148.3	0.97	4.3	4.3	3.9	17.3	17.6	±3.27	

1)Standard deviation

2)Vertical diameter/Horizontal diameter

3)Density:close(5) rough(1)

Rising :high(5) low(1)

4)Smooth grade:smooth(5) rough(1)

※The number of sampling:10 fruits

IV. 考 察

トマトに発生するタバコモザイクウイルス(TMV)より作出された弱毒株L11Aは、弱毒ウイルスを防除に利用する先駆けとなり、その後、ハッサクのトリステザウイルス(CTV)、ピーマンのタバコモザイクウイルスートウガラシ系(TMV-P)、マスクメロンのキュウリ緑斑モザイクウイルス(CGMMV)など種々の弱毒ウイルスが作出・選抜され、実用化を進めている(2)。

野菜類に最も被害の多いキュウリモザイクウイルス(CMV)に対しても、CMVがアブラムシ類によって容易に伝染されること、また多くの宿主をもつことなど、弱毒ウイルス実用化の阻げとなる要因も多い(6)が、いくつかの有望な弱毒系統が作出されている。

特にトマトでは、岩木ら(1)がホウレンソウから分離したCMV-SRがCMVによるモザイク病防除に有効であることを明らかにしており、また、吉田ら(7)がCMV-P(No.2)にサテライトRNA(SATR)を導入することにより、えそ症状にも干渉作用を示す弱毒株CMV-P(No.2)+(f1)RNA5を作出するなどが報告されている。花田(6)もSATR型の弱毒ウイルスがCMVに対して有効であることを認めている。さらに佐山ら(4)はトマトのCMV感染株から分離作出したSATR型のCMV-KO2がトマトの弱毒株を利用した防除に実用性があると報告している。

本研究で供試した弱毒株は全てSATR型であったが、メロンでのモザイク症状、えそ症状および奇形の発生に対する干渉作用については十分に明らかになっていない。また、供試弱毒株の他作物への影響など重要な点についても未検討で、今回はメロンの生育への影響のみについて比較検討した。

実用的とされるCMV弱毒株は、トマトやキュウリなどの接種作物に対して無病徴感染することが重要な条件となる。さらに、弱毒ウイルスに感染した場合の作物の病徴および生育が一般に不安定であるため、特に対象外の作物にも伝染する恐れのあるCMVについては、弱毒ウイルスの感染による弊害を回避する方策が講じられなければならない。河野ら(3)がキュウリに無病徴で干渉作用をもつCMV深4-4等を弱毒株として利用するために行った研究では、深4-4がインゲン、ホウレンソウ、トマトなど多くの作物に感染し、種々の病徴を発現することを明らかにしている。

弱毒ウイルスの接種により、作物にモザイク症状や

矮化等の症状が生じる場合の作物の生育や収量に与える影響等に関する研究はあまり見当たらないが、佐山ら(4)は弱毒株CMV-KO2を接種した加工用トマトの栽培で、約20%栽植本数を多くすることにより、矮化による減収分を補えると報告している。本研究では、CMV弱毒系統の接種により矮化が激しい場合は果実が著しく小型化し、商品価値のあるものは得られないが、KCV87-8やKCV87-10などの比較的軽微な症状の出現する系統を用いると、メロンの莖葉が無接種のように大きくなり過ぎることがなくその結果、果実がやや小さく、果面の凹凸が少なくなるなど品質向上につながる事が明らかになった。

弱毒ウイルスの接種が野菜の品質に与える影響については、ほとんど見解がない。佐山ら(5)は弱毒株CMV-NDM-1を接種したトマトのビタミンC含量が無接種に比べて10~30%増加し、反対に全酸含量は3~10%減少することを報告している。本研究でもメロンのビタミンC含量の増加が認められている。これらの機作を解明するとともに、その利用法についても検討する意義があるものと思われる。

CMVの弱毒ウイルス利用に関する研究は、今後一層進展するものと期待され、特にメロンでは、果実の肥大や品質を改善する手法としても利用できる可能性があるため、積極的に実用化を図る必要があると考えられた。

V. 摘 要

メロンにキュウリモザイクウイルス(CMV)弱毒系統を接種した場合の、生育に与える影響を明らかにする目的のため、各栽培型におけるメロンの病徴および生育・収量を調査した。

1. トンネル早熟栽培において弱毒株CMV-NDM-1を接種した‘アンデス’では、軽いモザイク症状と株の矮化が生じたが、強毒に対する干渉効果は高かった。
2. 抑制栽培でCMV弱毒9系統を‘サンデー盛夏型’に接種したところ、KCV87-6やCM93-20などの系統はモザイク矮化の症状が極めて軽かったが、逆にNDM-1やKO-3などの系統はかなり強く発現した。
3. ‘アールズナイト春秋系’を用いた半促成栽培における弱毒11系統の接種試験では、KCV87-8およびCM93-106などの系統はモザイクや矮化の症状が軽く、果重は無接種区より約20%少なかったものの、果面の凹凸が少なく外観の品質は優れていた。

4. 'アールスナイト春秋系'を用いた抑制栽培では、半促成栽培と比べ、各系統ともモザイクや矮化の症状は軽かった。
5. 以上のように、接種したCMV弱毒系統やメロンの栽培型によって、メロンに与える影響が異なるが、弱毒ウィルスの接種によって、メロンの品質向上を図れる可能性があることが示唆された。

引用文献

1. 岩木満朗・善林六朗・花田 薫・渋川三郎・栃原比呂志(1986)キュウリモザイクウイルス(CMV)の弱毒系統を用いたCMVによるトマトモザイク病の防除. 日植病報.52: 745-751.
2. 亀谷満朗(1989)弱毒ウイルス利用によるウイルス病の防除. 農及園.64-1: 159-164.
3. 河野 勉・花田 薫・庄司俊彦・亀谷満朗・善林六朗 栃原比呂志(1989)キュウリにおけるキュウリモザイクウイルス弱毒株の探索. 関東東山病害虫研究会年報 第36集:52-53.
4. H.Sayama,T.Sato,M.Kominato,T.Natsuaki,and J.M. Kaper(1993) Field Testing of a Satellite-Containing Attenuated Strain of Cucumber Mosaic Virus or Tomoto Protection in Japan.Phytopathology. 83-4: 405-410.
5. Sayama,H.,Kudo,Y.Sato,T.,and Kominato,M.(1994) Biochemical and Morphological Effects of an Attenuated Cucumber Mosaic Virus, CMV-NDM-1 on Tomoto plants, Abstracts XXN th International Horticultural Congress.0-57-1.
6. 花田 薫(1990)弱毒ウイルス利用によるキュウリモザイクウイルス病の防除. 農及園.65-8: 59-65.
7. Kouji YOSHIDA,Tadanori GOTO and Norio IIZUKA (1985) Attenuated Isolates of Cucumber Mosaic Virus Produced by Satellite RNA and Cross Protection between Attenuated Isolates and Virulent Ones. Ann.Phytopath.Soc.Japan.51: 238-242.

遮根シート埋設による根域制限がトマトの生育及び果実品質、食味に及ぼす影響

桜井鎮雄・小山田勉

キーワード: トマト, コンイキセイゲン, シッコンシート, トウド(Brix), トウガンリョウ, サンガンリョウ, ショクミ

Effects of Restriction of Rootingzone with Polyester Sheet on the Growth, Yield and Quality of Tomato Culture

Shizuo SAKURAI, Tsutomu OYAMADA

Summary

Effects of the restriction of rootingzone depth to 10 and 20 cm with polyestersheet were examined as compared with normal culture methods in tomato.

1. Vegetative fresh weight, stem diameter and leaf size dropped due to restriction, especially in the 10 cm group.
2. Yield decreased due to restriction, especially in the 10 cm group.
3. Brix of fruit juice increased due to restriction, especially in the 10 cm group.
4. 1% increase in brix of fruit juice caused about a 71 g decrease in the fruit weight.
5. Sugar and acid content of fruit juice increased due to restriction, especially in the 10 cm group.
6. There was no notable difference in sugar/acid ratio among treatments, suggesting that the fruit was concentrated by restriction.
7. Eating quality was improved by restriction, especially in the 20 cm group.

I. 緒言

本県におけるトマトの栽培は、昭和58年以降栽培農家が徐々に増加し、それにつれて栽培面積も増加した。昭和58年を基準とした平成5年までの伸び率は栽培農家数38.4%、栽培面積98.3%である(15)。トマトに対する消費者のニーズは、味の良いもの、安全性、栄養価の高いものなど多様化している。

これらのニーズに対して、トマトの栽培法も従来の土耕から水耕、隔離床などによる根域栽培など多様化している。

トマトの根域制限栽培は、FRP製の隔離床や遮根シートを埋設し根域を制限する栽培法により、本来は土壌伝染性病害を回避するためのものであった。しか

し、本栽培法は養水分管理が制御しやすいことから高品質(高糖度)トマト生産の可能性も見いだされた。そこで著者らは遮根シートの埋設する深さを変えた根域制限栽培で抑制トマトの生育と果実品質、食味に及ぼす効果について検討した。その結果、2~3の知見が得られたので報告する。なお、本報告は1992年に実施した『施設果菜の環境制御による食味向上技術』の一部を取りまとめたものである。

II. 材料及び方法

1) 処理及び栽培方法

試験場所は茨城県農業総合センター園芸研究所(茨城県西茨城郡岩間町安居)内ビニールハウスで、土壌は

表層腐植質黒ボク土である。試験区の面積及び構成は1区当たり7.2m²、2反復としシートの埋設の深さは10cm及び20cmとした。なお、対照として慣行栽培区を設けた。シートは幅150cm(東洋レーヨン製)を使用しFig.1に示すとおりベット幅120cm、深さ10cm、20cmの土壌を凹型に掘削し、シートをそれぞれの深さに埋設後掘削土壌を埋め戻した。

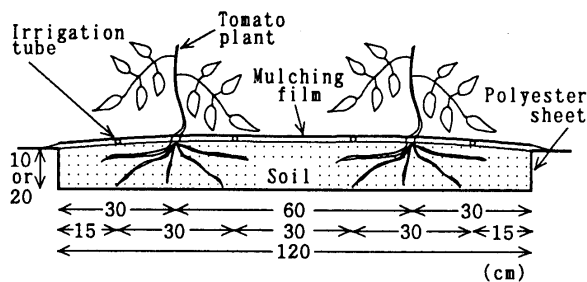


Fig.1. Trace of field experiment.

土壌はpH(KCl)6.0を目標に苦土石灰で調節した。施肥成分は、基肥のみとし10a当たり窒素(N)10kg、リン(P₂O₅)10kg、加里(K₂O)10kgを10cm埋設区は全層に、それ以外の区は表層から約15cmの層に混和した。

灌漑水は灌水チューブ(ミサツイ)を30cm間隔に4本配置しベツ上に均一に灌水できるようにした(Fig.1)。土壌水分管理は各試験区にテソメーター(大起製)を設置、ホースカップを深さ10cmに埋設しpF2.7を灌水ポイントとした。1回当たりの灌水量は20mmとし栽培期間中pF2.4~2.7の範囲で管理した。さらにベツ地温の上昇を防ぐためアルミ蒸着フィルムでマルチングをおこなった。

供試品種として“桃太郎”を用い、6月17日育苗箱(45×30×9)に4.5cm間隔に条播した。6月17日径12cm刺ベツに鉢上げし、8月4日株間40cm、畦間60cmの2条植えとした(Fig.1)。整枝は1本仕立てとし28節で摘芯した。果実の収穫は、果梗の部分に離層を形成した完熟のものを収穫し、各区ともに第5段果房までとした。収穫期間は9月14日にはじまり11月8日に終了した。

2) 調査方法

トマトの生育は、試験終了時各区から6株を抜き取り、生体重、伸長量、節間長、莖径(第1、第3、第5果房下節間)をパスで計測した。

葉の大きさについては第5、第15、第25葉の葉長及び葉幅を測定した。

収量及び果実品質は各区ともに10株を調査株として

その第1、第3、第5段果房着果の全果実について個数、果実重、果形、糖度(Brix)を調査をした。

3) 果実の糖及び有機酸含量の測定法

分析試料の調整は果実の可食部分をジューサーで搾汁後、-32.0℃で凍結解凍後、蒸留水で希釈、NO.5でろ過後、テイスボ-ザルフィルター(孔径0.45μm)を通過させた。糖の分析は高速液体クロマトグラフィー(L-3300、日立製作所製)で行い、検出は示差屈折検出器、カラムはゲルパックGL-610-S、移動相には脱気水(流量0.5ml/分)を用いた。酸の分析は高速液体クロマトグラフィー(L-6000、日立製作所製)で行い、検出には電気検出器、カラムは#2618、移動相は0.1%リン酸(流量:1.0ml/分)を用いた。

4) 果実の官能試験

各区ともに第3果房の果実を供試し14名のパネラーにより行い、甘味、酸味、歯ごたえ、総合食味について慣行区果実を標準とし、5段階評価により実施した。

III. 結果

1) トマトの生育

試験終了時のトマトの生育をTab.1に示した。生体重は、慣行区、20cm埋設区(以下20cm区)、10cm埋設区(以下10cm区)の順に低くなり、慣行区に対する割合は、それぞれ86.5、77.8%であった。

伸長量及び節間長は、20cm区が大きくなり、10cm区と慣行区ではほぼ同等となった。トマトの伸長量の多い方が節間長も伸長した。

莖径は、下部から上部にいたるすべての部位でシート埋設区は小さくなり、埋設の深さの違いでは第3果房、第5果房下節間ともに20cm区に比べ10cm区で細かった。また、いずれの区においても上位節間になるほど莖径は細くなり、第5果房下節間/第1果房下節間の割合は慣行区84.9に対し10cm区57.9、20cm区73.2となりシート埋設区は先端部になるほど細くなり、とくに10cm区で著しかった。

葉の大きさは、第5葉を除き15葉、25葉の葉位で慣行区、20cm区、10cm区の順で大きかった。すなわち慣行区を100とすると、葉長で10cm区72.6~63.8、20cm区は91.7~88.3とそれぞれ小型化した。同様に慣行区を100とした葉幅は10cm区59.9~45.7、20cm区80.5~72.7となり葉長、葉幅ともに慣行区に比較しかなり小形化した。特に10cm区はシート埋設の影響が大であったことが認められ、なかでも葉幅にその影響が大きいことがうかがわれた。

2) 収量及び果実品質

各区の1, 3, 5果房のトマト果実の収量及び果実品質を Tab.2 に示した。1株当たりの1.3.5段果房の収穫果

数は、10cm 区 1.4~1.7個/果房、平均1.5個、20cm 区 2.2~2.3個/果房、平均2.2個、慣行区 3.2~3.6個/果房、平均3.4個で処理間に有意な差がみられ、遮根シート埋

Table 1. Growth of tomato plant.

Treatment	Fresh weight g/plant	Plant length (cm)	Internode elongation (cm)	Diameter of stem2)			Variable value on the leaf position						
				1	3	5	5		15		25		
							L. b. 3)	L. m. 4)	L. b.	L. m.	L. b.	L. m.	
Using polyester sheet	1) Avg.	2398 c	166.7 b	6.0 b	12.6 b	9.5 c	7.3 b	38.8 b	34.3 b	30.7 c	24.3 c	28.9 c	19.8 c
	10cm STD	105	7.8	0.3	0.7	0.9	1.0	3.4	3.1	1.5	3.7	2.5	3.1
	CV%	4.4	4.7	5.0	5.6	9.5	13.7	8.8	9.0	4.9	15.2	8.7	15.7
	Avg.	2666 b	176.1 a	6.3 a	13.8 a	12.3 b	10.1 c	41.6 a	37.2 a	38.8 b	32.7 b	40.0 b	31.5 b
	20cm STD	127	4.7	0.2	0.8	1.4	1.3	2.9	5.3	1.1	2.3	3.8	5.0
	CV%	4.8	2.7	3.2	5.8	11.4	12.9	7.0	14.2	2.8	7.0	9.5	15.9
Control	Avg.	3081 a	165.9 b	5.9 b	14.6 a	14.7 a	12.4 a	45.3 a	41.7 a	42.3 a	40.6 a	45.3 a	43.3 a
	STD	196	5.8	0.2	0.8	1.1	1.4	4.9	5.8	4.1	4.1	4.8	5.5
	CV%	6.4	3.5	3.4	5.5	7.5	11.3	9.9	13.9	9.7	10.1	10.6	12.7
			**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

Mean separation within columns by Tukey's multiple range test 5% level

- 1) Bried depth of polyester sheet
- 2) Diameter of stem below the fruit cluster
- 3) Leaf blade
- 4) Leaf mangin

Table 2. Yield and Quality.

Treatment	Fruit Cluster		Yield		Variable Value on the fruit diameter			Brix	
			Number /plant	Weight g/Fruit	Length A (A)	Width (B)	(B)/(A)		
Using polyester sheet	10cm	1	Avg.	1.5	111.7	52.0	63.0	1.21	6.8
			STD		24.2	3.4	4.5	0.60	0.5
			CV%		21.7	6.5	7.1	49.59	7.4
		3	Avg.	1.4	161.8	60.5	68.2	1.10	6.4
			STD		42.9	5.6	6.4	0.20	0.6
			CV%		26.5	9.3	9.4	18.18	9.4
	5	Avg.	1.7	125.8	59.9	61.6	1.00	6.7	
		STD		48.0	7.1	8.9	0.30	0.5	
		CV%		38.2	11.9	14.4	30.00	7.5	
	20cm	1	Avg.	1.5 c	133.1 b	57.5	64.3 b	1.10	6.6 a
			Avg.	2.2	142.8	55.5	64.5	1.20	6.3
			STD		28.3	3.8	10.0	0.60	0.5
		3	Avg.	2.2	179.3	61.2	71.4	1.20	6.2
			STD		48.7	5.7	6.4	0.10	0.4
			CV%		27.2	9.3	9.0	8.33	6.5
	5	Avg.	2.3	165.9	65.4	69.4	1.10	6.7	
		STD		50.5	6.1	7.7	0.10	0.5	
		CV%		30.4	9.3	11.1	9.09	7.5	
Control	10cm	1	Avg.	2.2 b	162.7 a	60.7	68.4 b	1.17	6.4 a
			Avg.	3.2	154.8	57.5	69.0	1.20	5.6
			STD		28.2	5.8	4.9	0.60	0.3
		3	Avg.	3.3	218.6	64.7	78.3	1.20	5.5
			STD		52.6	5.2	6.6	0.20	0.5
			CV%	3.6	24.1	8.0	8.4	16.67	9.1
	5	Avg.		248.5	70.6	80.4	1.10	5.9	
		STD		85.3	6.4	8.3	0.10	0.4	
		CV%		34.3	9.1	10.3	9.09	6.8	
	20cm	1	Avg.	3.4 a	207.3 a	64.3	75.9 a	1.17	5.7 b
				**	**	NS	**	NS	**

Mean separation within columns by Tukey's multiple range test 5% level

NS=No significance,

- 1) Bried depth of polyester sheet

設区は収穫果数が減少し、とくに10cm区で著しかった。

果実の1果重は、10cm区111.7~161.8g, 平均133.1g, 20cm区142.8~179.3g, 平均162.7g, 慣行区154.8~248.5g, 平均207.3gで、10cm区は小果となり、慣行区を100とした場合、10cm区64.2, 20cm区78.5であった。また、慣行区は上位果房になるにつれて大果になる傾向を示したが、遮根区では、10cm, 20cm区ともに第3果房が大果となった。果実の縦径は、10cm区52.0~60.5mm, 平均57.5mm, 20cm区55.5~65.4mm, 平均60.7mm, 慣行区57.5~70.6mm, 平均64.2mmでその差は少なかった。一方、横径は、10cm区61.4

~68.2mm, 平均64.3mm, 20cm区64.5~71.4mm, 平均68.4mm, 慣行区69.0~80.4mm, 平均75.9mmでシート埋設区の横径は小さくなった。

果形(行径/ヨコ径)については、各区ともに平均値で1.1台で区間の差は小差であった。糖度(Brix)は、10cm区6.4~6.8, 平均6.6, 20cm区6.2~6.7, 平均6.4, 慣行区5.5~5.9, 平均5.7でシート埋設区は慣行区より糖度が高くなり、慣行区に対する割合は10cm区115.8, 20cm区112.3であった。

3) 果実の糖及び酸含量

トマト果実果汁の糖及び酸含量をTab.3, 糖酸比をTab.4に示した。

Table 3. Quality of sugar and acid in tomato fruit juice.

Treatment	Fruit Cluster	Suc. 2)	Glu. 3)	Fru. 4)	R. s. 5)	Total	Cit. 6)	Mal. 7)	Total	
		①	②	③	②+③	①+②+③	④	⑤	④+⑤	
Using polyester sheet	10cm	1	0.03	2.23	2.30	4.53	4.56	0.99	0.15	1.14
		3	0.07	2.32	2.48	4.80	4.87	0.92	0.27	1.19
		5	0.04	2.69	3.09	5.78	5.82	0.80	0.26	1.06
		Avg.	0.05	2.41 a	2.62	5.04 a	5.08 a	0.90 a	0.23	1.13 a
		Ratio(%)	1.0	47.4	51.6	99.0	100.0	79.6	20.4	100.0
	20cm	1	0.02	1.96	2.05	4.01	4.03	0.89	0.13	1.02
		3	0.03	2.10	2.27	4.37	4.40	0.78	0.22	1.00
		5	0.03	2.40	2.70	5.10	5.13	0.84	0.26	1.10
		Avg.	0.03	2.15 ac	2.34	4.49 ac	4.52 ac	0.84 a	0.20	1.04 a
		Ratio(%)	0.7	47.6	51.8	99.3	100.0	80.8	19.2	100.0
Control	-	1	0.01	1.70	1.88	3.58	3.59	0.73	0.15	0.88
		3	0.02	1.94	2.02	3.96	3.98	0.61	0.19	0.80
		5	0.02	2.09	2.43	4.52	4.54	0.70	0.24	0.94
		Avg.	0.02	1.91 bc	2.11	4.02 bc	4.04 bc	0.68 b	0.19	0.87 b
		Ratio(%)	0.5	47.3	52.2	99.5	100.0	78.2	21.8	100.0
		NS	**	NS	*	*	**	NS	NS	

Mean separation within columns by Tukey's multiple range test 5% level

NS=No significance

1) Bried depth of polyester sheet

2) Sucrose 3) Glucose 4) Fructose 5) Reducing sugar 6) Citric acid 7) Malic acid

Table 4. Sugar - Acid Ratio.

Treatment	Fruit Cluster	Sugar-acid ratio	
Using polyester sheet	10cm	1	4.00
		3	4.09
		5	5.49
		Avg.	4.50
	20cm	1	3.95
		3	4.40
5		4.66	
Avg.		4.35	
Control	-	1	4.08
		3	4.98
		5	4.83
		Avg.	4.64

1) Bried depth of polyester sheet

Table 5. Test of functional taste.

Treatment	Buried depth				
	polyester sheet	Delicios	Sweetness	Sourness	Hardness
Using polyester sheet	10cm	-0.1	0.1	0.9	0.4
	20cm	0.5	0.4	0.9	0.3
Control	-	0.0	0.0	0.0	0.0

Panel:14, Superiority:2~Inferiority:-2

トマトの糖含量について、1.3.5段果房の蔗糖の平均値をみると10cm区0.05%、20cm区0.03%、慣行区0.02%で有意差は認められなかった。

同様にブドウ糖では10cm区2.41%、20cm区2.15%、慣行区1.91%であり有意差が認められ、シート埋設による効果がうかがわれた。果糖は、各区の平均値で2.11~2.62%でブドウ糖に比べ高い濃度であるが、処理間の有意な差は認められなかった。

還元糖である上記ブドウ糖と果糖の合計量についてみると10cm区4.53~5.78%、平均5.04%、20cm区4.01~5.10%、平均4.49%、慣行区3.58~4.52%、平均4.02%でシート埋設区は慣行区に比べ還元糖濃度の高いことがうかがわれシート埋設の効果が認められた。着果段階と糖含量については、いずれの区においても上位段果房ほど糖濃度の高いことが認められた。非還元糖及び還元糖の含量である全糖は、1.3.5果房の平均値で10cm区5.08%、20cm区4.52%、慣行区4.04%でブドウ糖及び果糖の含量である還元糖と同様にシート埋設により11~12%糖濃度の高まることが認められた。また、それぞれの糖は上位果房ほど濃度が高まり第5果房は第1果房に比べ26~27%糖濃度の高まることが認められた。蔗糖、ブドウ糖、果糖の三種の糖組成については、大部分は還元糖であり、還元糖のうちブドウ糖はいずれの区も47%台を示し処理の影響は認められない。すなわちシート埋設処理によって糖濃度は高まるものの組成が大きく変動することはなかった。

トマト果実の有機酸含量のうち、クエン酸は1.3.5段果房の平均値で10cm区0.90%、20cm区0.84%、慣行区0.68%となり処理間に有意な差が認められ、シート埋設による効果がうかがわれた。リンゴ酸については、10cm区0.23%、20cm区0.20%、慣行区0.19%で、クエン酸に比べ概ね4分の1程度の低濃度であり、シート埋設処理による有意差は認められなかった。

クエン酸、リンゴ酸の合計量とした全酸含量については、平均値で10cm区1.13%、20cm区1.04%、慣行区0.87%となりクエン酸同様シート埋設区で高く、慣行区に対して10cm区約30%、20cm区で約20%それぞれ高まった。

二種の有機酸の比率は、いずれの区もクエン酸が約80%、リンゴ酸約20%となりシート埋設による影響は認められなかった。

糖酸比については、各区の平均値でみると10cm区4.50、20cm区4.35、慣行区4.64でその差は小さく、シート埋設処理の影響は、前述の酸比率と同様に差は認められなかった。

4) 食味試験

第3果房果実の食味試験の結果をTab.5に示した。

慣行区果実を標準としシート埋設区の果実は、甘味が強く感じられ、とくに20cm区で強かった。

同様に酸味については慣行区に比較してかなり強く感じられ、10cm区、20cm区ともに同等の評価であった。

歯ごたえについては慣行区に比べシート埋設区がかなり強い評価であった。

個別評価をふまえた総合食味においては、甘味が強く評価された20cm区の評価が高くなり、10cm区の果実は慣行区に比較し甘味では若干高い評価にもかかわらず、総合食味では慣行区より低い評価であった。

これらは、酸味、嗜好性は個人による評価が異なり、それが総合評価に及ぼす結果となり、現代における“好み”の難しさを伺わせた。

IV. 考 察

トマトの収量、品質は栽培条件を変えることにより変動し、とりわけ水分制御の影響が大きいことはよく知られている(7)(8)(9)(12)(14)。

本試験の、遮根シート埋設による栽培は一種の根域制限栽培法であり、生育、収量及び果実品質に大きく影響した。

トマトの根域制限栽培は、トマト栽培における培地土量を変えることであり鈴木ら(10)は、1株当たりの土量と収量の関係について検討し、1株当り10~30リットルまでは直線的に増収するが、40リットルではあまり大きな差がなく、1株あたりの土量は30リットルを基準としている。本試験での培地土量は、10cm区24リットル、20cm区48リットルとなったが、品質面では土量により差が生ずることが伺われた。このことは、品種、作型、水分管理の違いによっても変わりうることを物語っている。

土壌水分とトマトの生育、収量、品質についてみると本試験の水管理はpF2.4~2.7であったことから試験区間に水分条件の差を設けなかったが、シート埋設区では利用できる水量の絶対量が少ないためトマトの水の吸収量はシート埋設区は慣行区に比べ少ないと思われる、特に培地土量が少ない10cm区はそれだけ水分ストレスが大きかったものと考えられた。遮根シート埋設による根域制限により、生育は明らかに抑制され、減収した。しかし、糖度が上昇し、糖含量、酸含量が増加し品質は高まった。この収量が減り、糖度が上昇するこ

とは多くの水分試験結果と一致する(4)(8)(9)(14)。

トマトの促成栽培の土壌水分と果実品質試験の中で栃木ら(8)は糖度と収量との関係について高い負の相関が認められ、糖度が1%上がると株当たり0.8kg程度減収すると報告しているが、本試験において糖度と1果重の関係を求めると、 $Y = -0.014X + 8.542 (r^2 = 0.913)$ の高い負の相関となり、糖度を1%上昇させるために約71g/1果重減少する結果となった。

また、全糖含量と1果重、全酸含量と1果重の関係は、それぞれ $Y = -0.013X + 6.789 (r^2 = 0.885)$ 、 $Y = -0.003X + 1.617 (r^2 = 0.887)$ の高い負の相関となり、全糖及び全酸含量を増加させると1果重が減少し、糖及び酸の増加量は糖含量が酸含量をわずかに上回る結果が得られた。

糖と酸の関係では、 $Y = 0.246X - 0.112 (r^2 = 0.827)$ の関係となり、この根域制限栽培では糖含量が増加すると酸含量も増加し相関は極めて高い。

糖酸比は、処理間差がなく、区間の果実の大小に関係なく、従来の知見(8)と同様大きな果実は希釈され、小果は濃縮効果が現れたものと思われる。

食味は、20cm区の果実が高い評価であり、食味と糖及び酸含量の関係は高いと思われ、糖度が高く、糖酸含量の高いものが高い評価になったものと思われるが、10cm区の果実は糖度、糖及び酸含量が高いにもかかわらず評価が20cm区より低かった。このことは食味においては酸味が甘みよりも強く感じられ評価が低くなっているものと思われる。この評価は、消費者の高糖度トマトのニーズは、糖度を高めても酸含量が高まると総合評価を悪くすることを同させた。すなわちある程度糖含量があっても糖酸比の高い果実を求めていることになる。

以上のことから、遮根シート埋設により根域を制限した栽培は、高糖度トマト生産のためには有効な方法であると言える。しかし、本試験での糖度は4.8~6.8%でそれ以上の糖度は不可能であった。また、この栽培法においても減収は必須であり、収穫果数と1果重の双方で減少が認められ、今後この技術確立が必要である。さらに、果実の酸含量の増加は避けられず、糖含量のみ増加させ酸含量は増加させない栽培法や酸含量対策が必要となってくるとと思われる。

V. 摘要

抑制トマトにおいて遮根シートを埋設し、その埋設の深さを10cm、20cmとして根域を制限し慣行区と対

比してその影響について検討した。

1. 遮根シート埋設区のトマトの生育は抑制され、生体重は減少し茎径、葉は小形化し、特に埋設の浅い10cm区で顕著であった。
2. トマトの収量は、シート埋設区で低くなり、特に埋設の浅い10cm区で著しく減少した。
3. 糖度(Brix)は、シート埋設区で高くなり、特に埋設の浅い10cm区で高くなった。
4. 収量と糖度(Brix)の関係で、糖度を1%上昇させることにより約71g/1果重が減少した。
5. トマト果汁の糖含量及び酸含量はシート埋設区で高くなり、特に10cm区で高まった。
6. 糖酸比は明確な差が認められず、シート埋設区と慣行区でほぼ同様の値を示した。このことはシート埋設区の果実は濃縮されているものと推察された。
7. 食味は慣行区に比較し、甘味、酸味ともシート埋設区で優っていたが、総合食味において20cm区の評価が高かった。

謝辞 試験遂行にあたり、県農業総合センター施設課木村茂樹技手の協力をいただいた記して感謝の意を表する。

引用文献

1. 上原洋一 .1993. 根域制限による野菜・果樹の土壌・栄養生理 1. 土肥雑 .64.3号 344~349.
2. 中島征志郎 .1993. 根域制限による野菜・果樹の土壌・栄養生理 2. 土肥雑 .64.6号 690~698.
3. 岡田長久 .1994. 根域制限による野菜・果樹の土壌・栄養生理 5. 土肥雑 .65.2号 .206~214.
4. 石上清・堀内正美・中島輝子・松浦英之 .1994. 根域を制限した循環式養液栽培装置による高糖度トマトの生産 . 静岡農試研報 .38.61~72.
5. 荒木陽一 .1993. 環境条件がトマトの体内水分状態に及ぼす影響 園学雑 .61(4) 827~837.
6. 荒木陽一 .1993. トマトの体内水分器官間水分競合との関係 園学雑 .62(1).129~134.
7. 荒木陽一 .1994. 体内水分状態あるいは土壌水分状態に基づいて灌水された施設栽培トマトの生育 園学雑 .63(1).91~97.
8. 栃木博美・川里宏 .1989. トマトの促成栽培における土壌水分が果実品質に及ぼす影響 栃木農試研報 NO.36 15~24.

9. 松崎朝浩・牛田均・白井英清 .1994. 遮根シートを利用したトマト栽培における灌水管理が糖度に及ぼす影響 香川農試研報 NO.45 43~48.
10. 鈴木義彦・山下春吉 .1980. 隔離培地とその将来性 農及園 .55 211~217.
11. 上原洋一・野々山芳夫 .1989. トマト青枯病の生態的防除法 土肥学会講演要旨集 .35集 49.
12. 藤原俊六郎 .1993. 遮根シートを利用したトマトの高糖度生産技術 農耕園芸 77~79.
13. 豆塚茂美 .1993 隔離床栽培によるトマトの高糖度生産技術 同上 80~82.
14. 今田成雄・施山紀男・穴戸良洋・清水光男 .1987. 土壌水分がトマト果実の肥大，糖，有機酸に及ぼす影響 園学要旨 昭62秋 .
15. 茨城県 農林水産の動き .1994. 茨城県農林水産部 .

タバコモザイクウイルス-トウガラシ系の弱毒ウイルス 利用によるピーマンモザイク病防除技術の確立 発病圃場における弱毒ウイルス(HA-1-2)の防除効果

千葉恒夫・加藤ひで子*・米山伸吾**

キーワード: ピーマン, モザイクビョウ, ジャクドクウイルス, TMV-P, ヨクセイコウカ, ポウジョ

Application of cross-protection with the attenuated strain to the control of pepper mosaic disease caused by pepper strain of tobacco mosaic virus.
1) Preventive effects for pepper mosaic disease by attenuated strain(HA-1-2) in the infested field

Tsuneo CHIBA, Hideko KATO and Shingo YONEYAMA

Summary

An attenuated strain, HA-1-2, which was isolated by high temperature method in Ibaraki prefecture, was inoculated in seedling sweet peppers by compression spray. Seedling were then transplanted to an infested field.

Spray inoculation of sweet pepper plants with an attenuated strain of HA-1-2 had a clear suppressive effect, which was also evidenced in higher infested field.

Among different cultivars, 'New-face' showed a clear effect, but 'Shin-sakigake 2gou' tended to show little difference. Results indicate that the attenuated strain HA-1-2 could be useful for the control of mosaic disease by TMV-P in sweet pepper plants.

I. 緒言

茨城県のピーマン栽培は、比較的気候の温暖な県南東部の波崎、神栖および鹿島の三町が中心となり、計約460ha(3)の栽培面積を有している。その栽培作型は全てハウス栽培で、無加温の半促成や抑制栽培、暖房を行う促成栽培があり、これら栽培地帯における年間収量は約22,000t(3)に及ぶ。しかし産地では、30年以上同一作物の連作を続けているため、各種の病害や害虫による被害が発生し、特にタバコモザイクウイルス-トウガラシ系(TMV-P)によるピーマンモザイク病

は、その防除法の困難さから最も大きな生産阻害要因の一つとなっている。TMV-Pは、1978年に千葉県で発生が認められて以来(5)全国的に確認され、本県においても80年代前半には本病の被害面積が拡大して産地の重要な病害となった。

TMVは種子、土壌および接触伝染するため、その防除対策として種子の乾熱消毒法の開発、土壌くん蒸剤による土壌消毒法の安定化、抵抗性品種の導入(7)などが図られた。しかし、TMV-トマト系や普通系の抵抗性品種はTMV-Pに抵抗性を示さないなど、いずれの対策も満足のいくものではなかった。

* 現在茨城県病害虫防除所

** 退職

弱毒ウイルスの干涉効果を利用したウイルス病の防除対策はトマトの TMV(1, 4, 14, 15), メロンの CGMMV(13)などで実用化が試みられてきた。ピーマンの TMV-P に対しても弱毒ウイルス C-1421(6, 8, 9, 10, 11, 12), Pa18(2) が選抜され、その有効性が検討された。一方、筆者らも本県の産地に適した独自の弱毒ウイルス系統の選抜を試み、数系統の優良系統を選抜した(未発表)。

本報告は、本県選抜の弱毒優良系統のうち HA-1-2 を用い、1988~89年の半促成、抑制栽培の4作で、県内産地の TMV-P 汚染圃場におけるモザイク病の発病抑制効果を検討し、その有効性を明らかにしたので、その結果の一部を報告する。なお、本試験の一部は農水省の高度防除技術推進確立事業によって実施した。

II. 材料および方法

1) 1988年半促成栽培

鹿島郡神栖町および波崎町において前作のピーマン栽培で TMV-P によるモザイク病の多発していた4農家(No.1~4)のビニールハウスを試験圃場として用いた。接種源は、弱毒系統 HA-1-2 の感染ピーマン生葉を30倍量の蒸留水を加えて乳鉢内で磨砕し、ガーゼでろ過したものとした。これに2%のカーボランダムを加えて、試験圃場の農家がそれぞれ育成したピーマン幼苗(本葉2~4葉期)にスプレーガン(圧力4~5kg/cm²)を用い噴霧接種した。供試品種は No.1 および No.2 圃場“ニューフェース”, No.3 が“土佐かつら”, No.4 が“新さきがけ2号”を用いた。播種は1987年11月中旬に行われ、12月上旬~中旬に弱毒ウイルスを幼苗に接種した後は現地の栽培慣行で育苗し、翌'88年2月中旬に定植して7月まで栽培した。発病調査は、定植後20~30日間隔で計7回行い、各試験ハウスの発病株率を算出した。試験規模は処理、無処理とも各試験圃場ごと1ハウス(200~250株)づつとして反復は設けなかった。

2) 1988年抑制栽培

神栖町および波崎町の前作にモザイク病が多発していた10農家(No.5~14)のビニールハウスを試験圃場に用いた。弱毒ウイルスの調整および接種方法は、前記の半促成栽培に従った。ただし、磨砕用蒸留水はピーマン生葉に対して25倍量を加えた。供試品種は、No.5~No.8 が“土佐かつら”, No.9~No.11 が“新さきがけ2号”, No.12, 13 が“T515”, No.14 が“土佐ひかり”をそれぞれ用いた。播種は1988年6月上旬~中旬に行わ

れ、幼苗に弱毒ウイルスを接種した後は現地の栽培慣行で育苗し、7月下旬~8月上旬に定植し12月まで栽培した。発病調査は16~25日間隔で計3回、各試験ハウスの発病株率を算出した。試験規模は半促成栽培に従った。

3) 1989年半促成栽培

神栖町の前作でモザイク病が発生した7農家(No.15~21)のビニールハウスを試験圃場に用い、うち5農家はウォーターカーテン栽培であった。弱毒ウイルスの調整および接種方法は、前年の抑制栽培に従った。供試品種は、No.15~19 が“ニューフェース”(全てウォーターカーテン栽培), No.20 が“土佐かつら”, No.21 が“T515”を用いた。ウォーターカーテン栽培では播種を1988年9月、その他は11月に行われ、幼苗に弱毒ウイルスを接種した後は現地の栽培慣行で育苗し、ウォーターカーテン栽培では11~12月に、その他は翌'89年2月に定植して7月まで栽培した。発病調査は、定植後17~40日間隔に計7回、各試験ハウスの発病株率を算出した。試験規模は前年の半促成栽培に従った。

4) 1989年抑制栽培

神栖町の前作でモザイク病が多発した4農家(No.22~25)のビニールハウスを試験圃場に用いた。弱毒ウイルスの調整および接種方法は、前年の抑制栽培に従った。供試品種は、No.22 が“土佐かつら”, No.23 が“新さきがけ2号”, No.24 が“土佐グリーンB”, No.25 が“ニューフェース”を用いた。播種は1989年6月に行われ、幼苗に弱毒ウイルスを接種した後は現地の栽培慣行で育苗し、8月上旬~中旬に定植して12月まで栽培した。発病調査は、13~17日間隔に計3または4回行い、各試験ハウスの発病株率を算出した。試験規模は前年の半促成栽培に従った。

III. 試験結果

1) 1988年半促成栽培

弱毒系統 HA-1-2 の接種ピーマン株および無接種株を前作で TMV-P の多発した現地圃場に定植し、その後のモザイク症状発生推移を供試圃場別(No.1~4)に示した(Fig. 1)。供試4圃場とも品種は異なるが、弱毒接種、無接種に差が認められ、3圃場(No.1~3)では弱毒接種で発病株率がいずれも3~7%と極めて低い発生にとどまったのに対し、無接種では品種“ニューフェース”で4月上旬以降、“土佐かつら”で5月以降に発病株率が急激に増加し、最終的には60~90%とかなり高い発生と

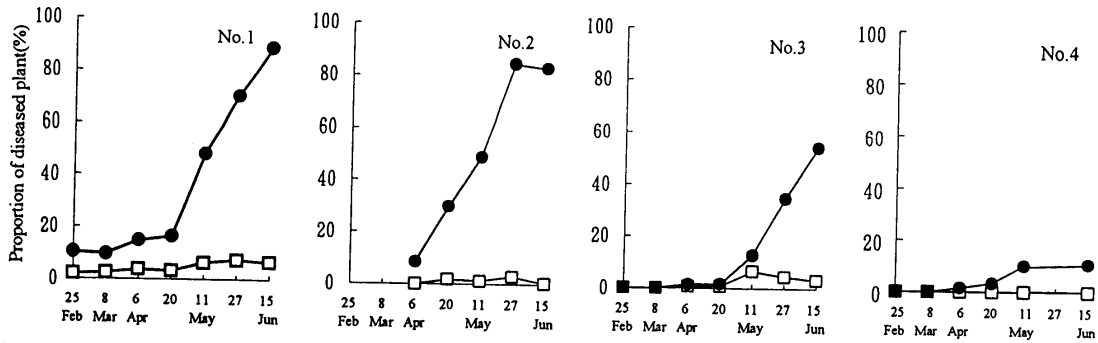


Fig. 1. Change in the Proportion of diseased plant on sweet pepper inoculated with the attenuated HA-1-2(-□-) or virulent strains(-●-) of TMV-P(semi-forcing culture 1988).

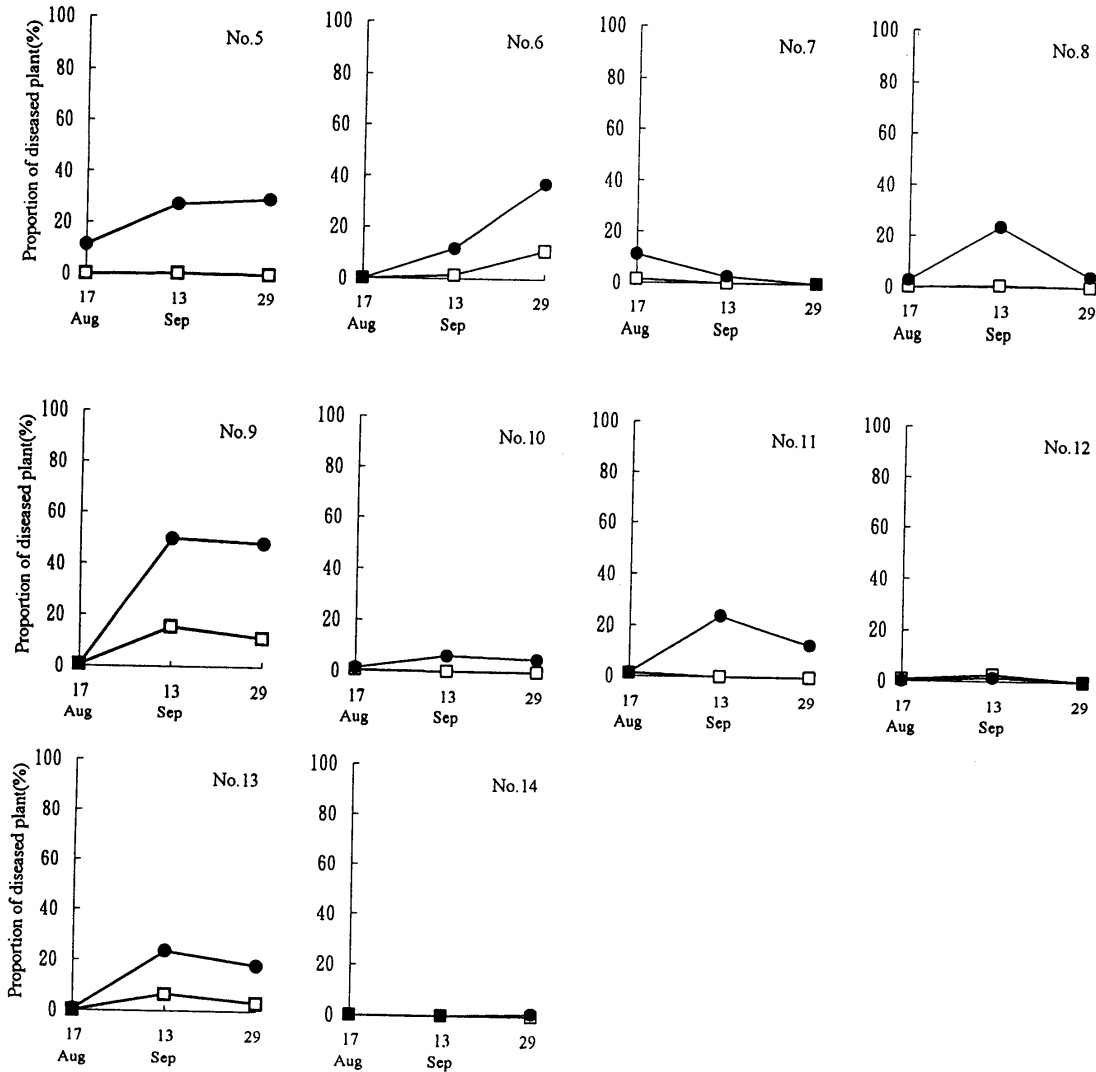


Fig. 2. Change in the Proportion of diseased plant on sweet pepper inoculated with the attenuated HA-1-2(-□-) or virulent strains(-●-) of TMV-P(late raising culture 1988).

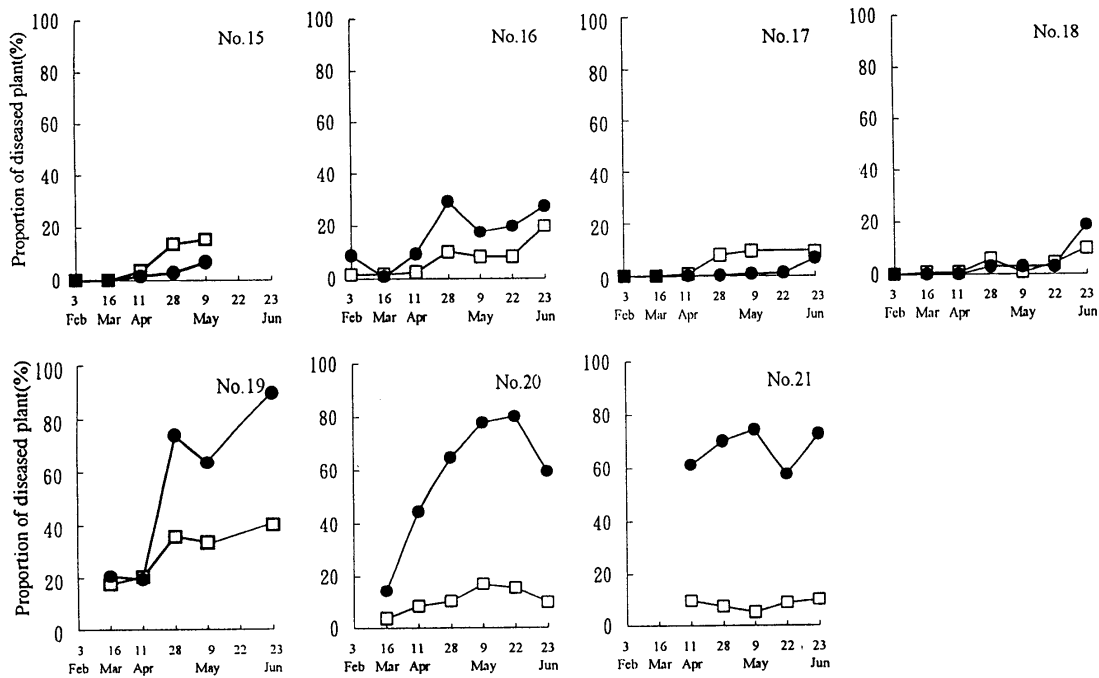


Fig. 3. Change in the Proportion of diseased plant on sweet pepper inoculated with the attenuated HA-1-2(-□-) or virulent strains(-●-) of TMV-P(semi-forcing culture 1989).

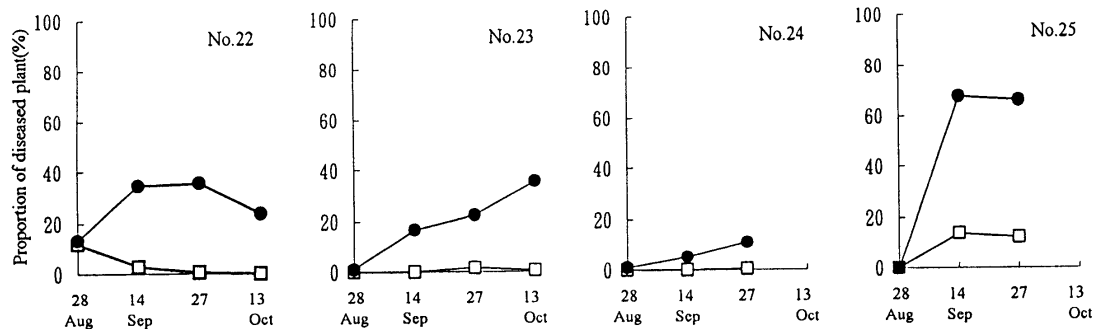


Fig. 4. Change in the Proportion of diseased plant on sweet pepper inoculated with the attenuated HA-1-2(-□-) or virulent strains(-●-) of TMV-P(late raising culture 1989).

なった。なお1圃場(NO.4)では弱毒接種が無病徴に近く、無接種でも発病が10%台と低かった。

2) 1988年抑制栽培

結果をFig.2(NO.5~14)に示した。この作型では他と比較して、いずれの試験圃場とも全般的に無処理での発病株率が低かった。供試10圃場(NO.5, 6, 9, 11, 15)では、弱毒接種、無接種に差が認められ品種は異なるが弱毒接種で発病株率がいずれも0~15%と低い発生に対し、無接種では23~80%と高い発生となり、弱毒接種、無接種に差が認められた。なお残り5圃場(NO.7, 8, 10, 12, 13, 14)では弱毒接種、無接種とも発生が極めて低いか無病徴で経過し、その差は不明瞭であった。

3) 1989年半促成栽培

結果をFig.3(NO.15~21)に示した。品種ニューフェースを用い、ウォーターカーテンで保温した栽培は、一般的な半促成栽培型より定植期のやや早い栽培作型である。この作型の5圃場のうち、3圃場(NO.16, 18, 19)では弱毒接種でも9~40%までとやや高い発病株率であったが、無接種ではその倍の19~90%とかなり高い発生となり弱毒接種、無接種の間に差が認められた。残り2圃場(NO.15, 17)では弱毒接種、無接種とも発病株率がかなり低かったものの、前者の発病の方が後者の発病より逆に若干高くなった。ウォーターカーテンを行わない半促成栽培の2圃場(NO.20, 21)では、品種の異なるものの弱毒接種で10~16%の発病株率に対し、無接種では70~80%の高い発生となり、明らかな差が認め

られた。

4) 1989年抑制栽培

結果は Fig.4(No.22~25) に示した。供試 4 圃場とも品種は異なるが、弱毒接種、無接種の間に差が認められ、弱毒接種が 0.4~14% の発病株率に対し、無接種では 11~67% とかなり高い発生となった。なお、本作型での無接種の発病は“ニューフェース”で 67% となり、他の 3 品種より高い傾向であった。

IV. 考 察

植物ウイルスの干渉効果を利用した TMV-P によるピーマンモザイク病防除に有効な弱毒ウイルスとして C-1421(6, 8, 11, 12, 17), Pa18(2, 17) がすでに報告されている。今回、茨城県に適応した弱毒系統 HA-1-2 を独自に作出し、これをピーマン幼苗にスプレーガンで噴霧接種して育苗し、それらを現地の汚染圃場で栽培した場合の TMV-P 発病抑制効果を比較検討した。

その結果、各年次または作型をとおして無接種での発病株率が高かった圃場では、いずれも弱毒系統 HA-1-2 の干渉効果による発病抑制が認められた。また、無接種の発病株率が低かった他の圃場でもほぼ同様であると思われた。しかし、1989 年半促成栽培における 3 圃場では、HA-1-2 接種による発病株が無接種よりわずかに上回った。これは汚染程度の低い圃場であったため、弱毒系統接種の影響による発病株率が無接種を上回ったと推察された。このことから弱毒系統を防除目的に利用する場合、その圃場の汚染程度を事前に調査し、一定の発病(感染)程度以上の時に使用することが必要と考えられる(15)。また、TMV-P の病徴発現に関与する気象条件の影響については詳しい報告がない。しかし、トマト TMV 防除に有効な弱毒系統 L11A をピーマンに接種したとき、高温期(最高 35~45℃, 最低 25~28℃) の実験では病徴は生じなかったが、低温期(最高 20~30℃, 最低 10~15℃) の場合には病徴を生じた(4) という興味ある報告もある。今後は、気温と TMV-P の感染および発病や病徴の発現機構について詳細な検討が必要と思われる。

次に供試品種間による発病抑制効果は、年次や栽培型、供試圃場の違いによりかなり変動があったが、品種ニューフェース、土佐かつら、新さきがけ 2 号の順で抑制効果が顕著にあらわれた。これは、各品種が有する TMV-P に対する感受性の差(4, 7, 9, 11)であろうと考えられる。

また、本試験ではピーマンの幼苗にコンプレッサーの圧力を利用してスプレーガンによる噴霧接種を行ったが、この方法は本試験の結果からみても十分有効と思われた。

今回、弱毒系統 HA-1-2 の干渉効果の評価を TMV-P のモザイク症状発現株率の比較で検討したが、現地における防除効果としては収量や品質が重要である。これらの結果については今後逐次報告してゆく。

以上より、TMV-P 弱毒系統 HA-1-2 は、TMV-P 汚染圃場において明らかに発病抑制効果を示し、実用性が高いと思われる。

V. 摘 要

TMV-P によるピーマンモザイク病の防除を目的として、ピーマン幼苗に弱毒系統 HA-1-2 を噴霧接種し、現地汚染圃場に定植した後の発病抑制効果を検討した。その結果、弱毒系統 HA-1-2 を接種したピーマンは TMV-P の汚染圃場で高い発病抑制が認められた。弱毒系統の抑制効果は、汚染程度が高い圃場ほど顕著であった。

以上から、弱毒ウイルス HA-1-2 は TMV-P によるピーマンモザイク病に対して防除効果を示した。

謝辞 本試験を実施するにあたり、前神栖地区農業改良普及所前島賢治課長、山口英克主任ならびに普及所職員諸氏には圃場試験において多大の御協力をいただいた。さらに試験遂行上、元園芸試験場鈴木宏友技師には共同実施者として御協力をいただいた。記して厚くお礼申し上げる。

引 用 文 献

- 1) 後藤忠則. 1984. 北海道におけるトマトのモザイク病とその防除に関する研究 特に新しい安定化弱毒ウイルス TMV-L11A の作出とその防除への利用. 北海道農試研報 140:103-176.
- 2) 後藤忠則・飯塚典男・小餅昭二. 1984. タバコモザイクウイルス・トウガラシ系統の弱毒ウイルス作出とその利用. 日植病報 50:221-228.
- 3) 茨城県編. 1994. 茨城の園芸.
- 4) 長井雄治. 1981. タバコモザイクウイルスに起因するトマトおよびピーマンのモザイク病の防除に関する研究. 千葉農試特報 9:1-109.

- 5) 長井雄治・竹内妙子・栃原比呂志 .1981. タバコ・モザイク・ウイルス-トウガラシ系によるピーマンのモザイク病 . 日植病報 47:541-546.
- 6) 長井雄治 .1984. TMV-トウガラシ系弱毒ウイルス C-1421 の数種 TMV-P 分離株に対する干渉効果 . 日植病報 (講要)50:435.
- 7) 長井雄治 .1984. TMV-トマト系, 普通系, トウガラシ系に対するピーマン品種の抵抗性 . 千葉農試研報 25:29-37.
- 8) 長井雄治 .1984. ピーマンモザイク病に対する TMV-トウガラシ系弱毒ウイルス C-1421 の防除効果 . 日植病報 (講要)50:86.
- 9) 長井雄治・深見正信 .1985. TMV-トウガラシ系弱毒ウイルス C-1421 のピーマン・トウガラシ品種における病徴と増殖 . 日植病報 (講要)51:57.
- 10) 長井雄治・深見正信 .1985. TMV-トウガラシ系弱毒ウイルス C-1421 の接種方法について . 日植病報 (講要)51:99.
- 11) 長井雄治・深見正信 .1986. ピーマンにおけるタバコ・モザイク・ウイルス-トウガラシ系弱毒ウイルス C-1421 の特性と利用 . 千葉農試研報 27: 153- 168.
- 12) 長井雄治 .1987. タバコモザイクウイルス-トウガラシ系弱毒ウイルス, C-1421 の作出 . 日植病報: 168-174.
- 13) 大沢高志・古木市重郎・森田儔・鈴木春夫 .1985. 温室メロンの CGMMV に対する弱毒ウイルス SH 33b の効果 . 日植病報 (講要)51:57.
- 14) 大島信行・小餅昭二・後藤忠則 .1965. 弱毒ワクチンによるウイルス病の防除 (1) トマトモザイク病の防除 . 北海道農試彙報 85:23-33.
- 15) 大島信行 . 1974. 植物ウイルス病防除手段としての弱毒ウイルスの利用 . 植物防疫 28:184-190.
- 16) 米山伸吾・後藤忠則・飯塚典男 .1985. TMV-P によるピーマンウイルス病の防除 (1) 弱毒ウイルスによる防除効果 (その 1). 日植病報 (講要) 51:57.

茨城県における初秋どりレタスの単条高畦全面マルチの適用と窒素適量

折本善之, 茂垣慶一*, 小山田勉

キーワード: レタス, ゼンメンマルチ, ショシュウドリ, チオン, チッソ

Application of Single Row High Ridge Whole Surface Mulching to Early Autumn Lettuce of Ibaraki Prefecture : Proper Application of Nitrogen for Cultivation Type

Yoshiyuki ORIMOTO, Keiichi MOGAKI and Tsutomu OYAMADA

Summary

Single row high ridge whole surface mulching and conventional level row mulching were compared in early autumn lettuce cultivation in Ibaraki Prefecture. Troubles such as drops in head weight and quality, rottenness, etc. occur frequently because of the high temperature. The minimum arable soil temperature and the occurrence of rottenness in case of a heavy rain became lower, and both head weight and harvest rate increased in whole surface mulching. The proper application amount of nitrogen for the early autumn lettuce with whole surface mulching in Andosols was 0.5-0.75kg·a⁻¹ in 'Exceed' and 0.75kg·a⁻¹ in 'Smart'. More than 1kg·a⁻¹ application increased excessive head growth and decreased harvest rate.

I. 緒言

本県のレタス作付面積は約2750haで、長野県に次いで全国第2位である(1)。東京市場におけるレタスの入荷状況を見ると、6-9月は長野県産が主体で、10、11月になると本県産が多くなるが(9)、近年、労力分散、価格安定などの観点から、9月下旬-10月上旬収穫の初秋どりレタスの導入が図られている(大圃, 私信)。しかし、この作型は生育期が7月下旬-9月の高温期にあたり、レタスの生育適温(20℃)を超えるため、小玉化、結球異常などの障害が発生しやすい(3, 6, 7)。

高温期の栽培では、地温抑制型マルチの使用が有効である(4)。このことから、本県の初秋どりレタスにおいては、3-4条の平畦マルチ栽培が一般に行われているが、近年、結城市などを中心に全面マルチ栽培が導入されてきている。全面マルチ栽培は単条高畦方式で、

通路部分も含めほ場全体をマルチする方法で、長野県の高冷地などで実施されている独特の栽培法である。このため、平場の盛夏時の作型においては、全面マルチ栽培の検討を実施した事例が少なく、不明な点が多い。

そこで本試験では、本県の初秋どりレタスの生産安定を図るため、全面マルチ栽培の適用性および窒素適量について検討した。

II. 材料及び方法

1990-93年に所内ほ場において、Tab.1に示すマルチおよび施肥処理区を設置し、試験を実施した。供試ほ場の土壌型は表層腐植質黒ボク土で、土壌化学性はTab.2のとおりである。調査は収穫株率及び1区当たり約20株、区の中央部から健全株を採取し、結球重、結

* 現在茨城県農業総合センター

球の長径、短径、高さ、結球緊度、中肋の突出・結球のねじれ・ゆがみの発生程度について行った。なお、中肋突出、ねじれ、ゆがみは1~5(少~甚)の5段階評価とし、結球緊度は次式により算出した。

$$\text{結球緊度} = \frac{6 \times \text{結球重}}{\text{長径} \times \text{短径} \times \text{高さ} \times \pi}$$

マルチは白黒ダブルマルチを使用した。全面マルチの施工は専用マルチャー(シバウラ ZM-2C)にて行った。肥料は配合肥料(10-12-10)を使用し、全量元肥で全面全層に施用した。りん酸、加里は施用量が各々 a 当たり 1.5, 1.2 kg となるよう過石、塩加で調整した。1991年はようりん、リンスター、消石灰を、1992, 93年はようりん、消石灰を各々 a 当たり 10kg 施用した。試験期間は毎年、小麦-レタスの作付体系をとった。

Ⅲ. 結 果

1. 全面マルチ栽培の適用性

全面マルチ、平畦マルチ栽培下における、‘エクシード’の結球重及び収穫株率を Tab.3 に示した。全面マルチ、平畦マルチに共通する窒素 0.5, 0.75kg 区の結球重をみると、全面マルチは 1990~93 年の平均値が各々 432, 447kg, 平畦マルチは 1991~92 年の平均値が各々 381, 420kg で、全面マルチが重かった。

窒素 0.5, 0.75kg 区の平均収穫株率は、全面マルチが各々 96, 92%, 平畦マルチが 80, 87% であり、全面マルチが高かった。特に 1991 年は、平畦マルチが全面マルチに比較して著しく収穫株率が低かったが、これは生育後半の多雨の影響で、平畦マルチでは一部が湛水し、腐敗症状の発生が多かったことによる。

全面マルチ、平畦マルチ栽培下における、結球の形状を Tab.4 に示した。窒素 0.5, 0.75 kg 区の結球の平均長径は全面マルチが各々 15.8, 16.2, 平畦マルチが 14.9, 15.7mm, 短径は全面マルチが各々 14.0, 14.5, 平畦マルチが 13.5, 14.1mm, 高さは全面マルチが各々 12.6, 12.7, 平畦マルチが 12.4, 12.8mm と全面マルチがわずかに大であった。結球緊度は全面マルチ、平畦マルチとも 0.29~0.3 と同程度であった。中肋突出、ねじれ、ゆがみの発生程度は、全面マルチが 2.5~2.8, 平畦マルチが 2.6~3.1 と全面マルチがわずかに少なかった。

全面マルチ、平畦マルチ栽培下における、結球の階級別分布を Tab.5 に示した。商品価値の高い L, 2L 球の合計の割合は、窒素 0.5 kg 区では全面マルチが 53.4, 平

畦マルチが 33.8%, 0.75kg 区では各々 60.9, 58.4% と全面マルチが高かった。

以上のことから、全面マルチ栽培は従来の平畦マルチに比較して結球重が重く、収穫株率、L+2L 球の割合が高く、結球の形状も同等以上で、本作型は本県に十分適用性があると認められた。

2. 初秋どり全面マルチ栽培の窒素適量

1) ‘エクシード’

全面マルチ栽培下における、窒素施肥量と結球重、収穫株率との関係を Tab.3 に示した。1990~93 年の平均結球重は 323g~505g の範囲で、施肥量が多いほど重くなる傾向があった。収穫株率は窒素 0~0.75kg 区では概ね 90% 以上であったが、1, 1.5 kg 区では、各々 64, 32% と著しく低かった。窒素施肥量の多い区で収穫株率が低下した主な原因は、過大軟球の発生が多かったことによる。

全面マルチ栽培下における、窒素施肥量と結球の形状との関係を Tab.4 に示した。結球の大きさは平均長径が 14.7~19.2, 短径が 12.9~15.9, 高さが 11.6~13mm の範囲で、施肥量が多いほど大きくなる傾向があった。結球緊度は窒素 0~1kg 区は 0.3 前後であったが、1.5 kg 区は 0.24 と他区に比較して低下した。中肋突出、ねじれ、ゆがみの発生程度は 2.3~3.3 の範囲で、施肥量が多いほど発生程度もわずかに高く、形状が不整形になる傾向があった。

全面マルチ栽培下における、窒素施肥量と結球の階級別分布との関係を Tab.5 に示した。商品価値の高い L, 2L 球の合計の割合は 33~75.3% の範囲で、施肥量が多いほど高く、M 球以下の割合は 0~67% の範囲で施肥量が多いほど低下する傾向があった。

以上のことから、施肥量が多いほど結球重、L+2L 球率の値は高くなり、M 球以下の割合は低下したが、窒素 1kg 以上になると収穫株率が著しく低下したため、‘エクシード’の初秋どり全面マルチ栽培における窒素適量は 0.5~0.75kg と考えられた。

2) ‘スマート’

全面マルチ栽培下における、窒素施肥量と結球重、収穫株率との関係を Tab.3 に示した。1990~93 年の平均結球重は 259g~386g の範囲で、1kg 区までは窒素施肥量が多いほど重くなる傾向があったが、1.5 kg 区は 2.5kg 区よりも軽かった。収穫株率は 0~0.75kg 区では概ね 90% 以上であったが、1.0, 1.5 kg 区では各々 86, 64% と低下した。施肥量の多い区で収穫株率が低下した主

Table 1. Outline of husbandry.

Year	Mulching ²	Cultivar	Planting density(cm)	Nitrogen (kg·a ⁻¹)	Seeding	Planting (day-month)	Harvest start	Treatment unit(m)	Repetition
1990	WS	Exceed, Smart	45×27	0, 0.5, 0.75, 1, 1.5	26-Jul	11-Aug	28-Sep	5.5×1.8	2
1991	WS	Exceed, Smart	45×27	0, 0.25, 0.5, 0.75, 1	22-Jul	9-Aug	25-Sep	5.5×1.8	2
	LR	Exceed	40×28 ³	0.5, 0.75	22-Jul	9-Aug	25-Sep	5.5×1.8	2
1992	WS	Exceed,	45×27	0.25, 0.5, 0.75	20-Jul	10-Aug	6-Oct	6.8×1.8	3
	LR	Exceed	30×30 ⁴	0.5, 0.75	20-Jul	10-Aug	6-Sep	7.5×1.6	2
1993	WS	Exceed, Smart	45×27	0, 0.25, 0.5, 0.75	20-Jul	10-Aug	6-Oct	10×1.8	3

¹WS:Whole surface mulching, LR:Level row mulching.

²Bed width 120cm, Path width 60cm, 3 rows.

³Bed width 120cm, Path width 40cm, 4 rows, Zigzag planting.

Table 2. Chemical properties of the soil (0 - 15cm) before planting².

pH (KCl)	T-N	NO ₃ -N	TruogP ₂ O ₅	exCaO	exMgO	exK ₂ O
	(g·kg ⁻¹)		(mg·kg ⁻¹)			
5.3	3.9	12	9	2028	528	548

¹Mean value (1992-1993).

Table 3. Influence of mulching and N applications on head weight and harvest rate.

Cultivar	Nitrogen (kg·a ⁻¹)	Head weight (g/stock)					Harvest rate (%)						
		1990	1991	1992	1993	Mean	1990	1991	1992	1993	Mean		
Exceed	WS ¹	0	337	422	-	218	323	93	94	-	81	89	
		0.25	-	480	418	354	417	-	100	96	93	96	
		0.5	448	443	469	368	432	98	98	97	91	96	
		0.75	384	511	482	411	447	84	92	96	98	92	
		1	509	480	-	-	495	52	76	-	-	64	
		1.5	505	-	-	-	505	32	-	-	-	32	
		LR ²	0.5	-	352	410	-	381	-	64	97	-	80
			0.75	-	402	437	-	420	-	78	97	-	87
	Smart	WS ¹	0	283	324	-	170	259	89	94	-	-	92
			0.25	-	352	-	275	314	-	96	-	-	96
		0.5	321	406	-	292	340	87	92	-	-	60	
		0.75	332	384	-	337	351	83	94	-	-	89	
		1	327	444	-	-	386	86	86	-	-	86	
		1.5	300	-	-	-	300	64	-	-	-	64	

¹WS:Whole surface mulching, LR:Level row mulching.

Table 4. Influence of mulching and N applications on head quality.

Cultivar	Nitrogen (kg·a ⁻¹)	Head size (cm)			Head density	Projection of the midrib	Twist of the leaf blade	distortion		
		Major axis	Minor axis	Hight						
Exceed	WS ¹	0	14.7±2.6	12.9±2.4	11.6±1.5	0.28±0.03	2.6±0.6	2.7±0.7	2.5±0.6	
		0.25	15.5±1.2	14.0±1.3	12.6±1.2	0.30±0.04	2.6±0.6	2.5±0.5	2.3±0.4	
		0.5	15.8±1.5	14.0±1.6	12.6±0.8	0.30±0.05	2.8±0.6	2.7±0.5	2.5±0.4	
		0.75	16.2±1.2	14.5±1.3	12.7±1.3	0.29±0.04	2.8±0.5	2.7±0.5	2.6±0.5	
		1	16.8±0.9	14.8±0.3	13.0±1.1	0.30±0.02	3.2±0.2	2.8±0.3	2.4±0.0	
		1.5	19.2	15.9	13.0	0.24	3.1	3.3	2.4	
		LR ²	0.5	14.9±0.6	13.5±0.4	12.4±0.5	0.30±0.06	3.1±0.1	2.6±0.1	3.1±0.6
			0.75	15.7±1.0	14.1±1.1	12.8±0.8	0.29±0.07	3.1±0.1	2.9±0.2	2.7±0.4
	Smart	WS ¹	0	14.3±2.9	12.0±2.2	11.4±1.6	0.25±0.05	2.6±0.8	2.3±0.4	2.1±0.1
			0.25	15.2±2.1	13.6±1.8	12.7±1.8	0.24±0.05	2.5±0.7	2.4±0.6	2.3±0.4
		0.5	15.5±2.1	13.5±1.8	11.9±1.5	0.27±0.06	2.9±0.8	2.7±0.6	2.6±0.7	
		0.75	15.8±0.8	13.6±0.5	12.3±1.4	0.25±0.02	2.9±0.8	2.7±0.6	2.6±0.5	
		1	16.9±0.9	14.8±1.1	13.9±0.4	0.21±0.01	3.5±0.1	3.1±0.3	3.1±0.5	
		1.5	16.3	13.8	10.0	0.25	3.2	3.0	3.2	

¹WS:Whole surface mulching, LR:Level row mulching.

²Mean value (1990-1993) ±SD.

Table 5. Influence of mulching and N applications on the change of head weight¹.

Cultivar	Nitrogen (kg·a ⁻¹)	2S (%)						S (%)						M (%)						L (%)						2L (%)						3L (%) ²																												
		250g [≥]	250-320	320-400	400-500	500-600	600g<	250g [≥]	250-320	320-400	400-500	500-600	600g<	250g [≥]	250-320	320-400	400-500	500-600	600g<	250g [≥]	250-320	320-400	400-500	500-600	600g<	250g [≥]	250-320	320-400	400-500	500-600	600g<																													
Exceed	WS ²	0	30.0	12.4	24.6	24.9	8.1	0.0	0.25	7.8	10.0	24.7	35.0	18.3	4.2	0.5	4.5	11.3	24.3	33.9	18.0	8.0	0.75	6.7	10.8	18.8	27.9	23.3	12.5	1	0.0	0.0	13.6	35.6	39.7	11.1	1.5	0.0	0.0	0.0	58.3	16.7	25.0																	
		LR ²	0.5	5.0	22.5	37.5	23.8	10.0	1.3	0.75	0.9	11.3	27.1	42.5	15.9	2.5	Smart	WS ²	0	37.2	33.0	23.8	5.9	0.0	0.0	0.25	20.4	32.5	32.1	13.4	1.7	0.0	0.5	16.4	25.2	33.3	19.3	5.0	0.8	0.75	13.3	25.8	31.1	24.6	4.5	0.6	1	7.5	28.8	20.0	30.0	13.8	0.0	1.5	25.0	37.5	31.3	6.3	0.0	0.0

²WS:Whole surface mulching, LR:Level row mulching.³Mean value (1990-1993).⁴Heads were assorted according to the Ibaraki forwarding standard.Table 6. Accumulated soil (10cm) temperature. (10 Aug. - 19 Sep. 1994¹).

Mulching	20°C [≥]	20-25	25-30	30-35	35°C<	Total
WS ²	3	272	443	176	76	970 (hr)
	0.3	28.0	45.7	18.1	7.8	100 (%)
LR ²	0	196	535	226	13	970 (hr)
	0.0	20.2	55.2	23.3	1.3	100 (%)

²WS:Whole surface mulching, LR:Level row mulching.³The soil temperature was not taken from 22hr 11 Sep. to 11hr 12 Sep.

な原因は、過大軟球の発生が多かったことによる。

全面マルチ栽培下における、窒素施肥量と結球の形状との関係を Tab.4 に示した。結球の大きさは平均長径が 14.3~16.8, 短径が 12~14.8, 高さが 11.4~13.9mm の範囲で、1kg 区までは施肥量が多いほど大きくなる傾向があったが、1.5 kg 区は高さが他区に比較して低下した。結球緊度は窒素 0~0.75kg 及び 1.5 kg 区は 0.25 程度であったが、1kg 区は 0.21 と他区に比較して低かった。中肋突出、ねじれ、ゆがみの発生程度は 2.1~3.5 の範囲で、施肥量が多いほど発生程度もやや高くなる傾向があった。

全面マルチ栽培下における、窒素施肥量と結球の階級別分布との関係を Tab.5 に示した。商品価値の高い L, 2L 球の合計の割合は 5.9~43.8% の範囲で、1kg 区までは施肥量が多いほど高くなる傾向があったが、1.5 kg 区は 0.25kg 区よりも低かった。M 球以下の割合は 56.2~94% の範囲で、1kg 区までは施肥量が多いほど低下する傾向があったが、1.5 kg 区は 0.25kg 区よりも高かった。

以上のことから、1kg 区までは施肥量が多いほど結球重、L+2L 球率の値は高くなり、M 球以下の割合は低下したが、1kg 区は収穫株率が低く、中肋の突出度合が

やや高かったため、'スマート'の初秋どり全面マルチ栽培における窒素適量は 0.75kg と考えられた。

IV. 考 察

1. 全面マルチ栽培の適用性

レタスの全面マルチ栽培は、従来低温期の栽培時に、地温上昇効果を期待して実施されていたが、近年、白黒ダブルマルチなど地温抑制効果のある資材を使用することにより、高温期の作型にも積極的に導入されている (8)。

本県では結城市を中心に導入が図られてきており、結城地区農業改良普及所 (現結城地域農業改良普及セ

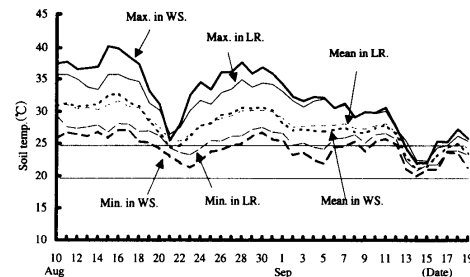


Fig. 1. Daily maximum, minimum and mean soil temperature at 10cm in whole surface mulching(WS) and level row mulching(LR).

ンター)の調査によれば、全面マルチは4条マルチに比較して収量面、品質面ともに優れる(未発表)。本試験においても、全面マルチは平畦マルチに比較して、結球重、収穫株率、L+2L球の割合などの点でまさった。

加藤(5)はレタスの地上部の生育は、作土の地温を20~25℃に管理した区が30~35、15~20℃に管理した区に比較して良好であったと報告している。一方、記録的猛暑となった1994年に所内で実施された本試験と同様の試験から、地温の変動をFig.1に示した(小山田、未発表)。これによれば、全面マルチの日平均地温は21.1~32.8、平畦マルチは21.9~31.9℃の範囲で、両者とも測定期間に25℃を下回ったのはわずか数日であった。しかし、日最低地温は全面マルチが19.9~27.1、平畦マルチが20.8~29.4℃の範囲で全面マルチが低く推移し、測定期間に20~25℃の地温に遭遇した延べ時間を算出すると、Tab.6に示すように、全面マルチが272、平畦マルチが196時間と全面マルチが長かった。30℃より高温に遭遇した時間も全面マルチが252、平畦マルチが239時間と、全面マルチが長かったが、その差は少なかった。20~25℃を地温の適温域とみなせば、レタスが適温域に遭遇した時間は全面マルチが長く、このことは、結球の生育を促進した1要因になったと考えられる。ただし、結球重は品種特性(500~600g)からみると総体的にやや軽かった。渋谷ら(6)は適温を超えた高温で結球重は低下すると報告しており、高温の影響があったと考えられる。

全面マルチは平畦マルチに比較して収穫株率が高かったが、これは主に、平畦マルチでは多雨時に腐敗症状の発生が多かったためであり、全面マルチの長所として病害の抑制をあげる大圃の報告(私信)と一致した。

2. 初秋どり全面マルチ栽培の窒素適量

レタスに対する窒素の過剰施用は、過大軟球、中肋突出などの発生を促進することが報告されている(8, 10)。

本試験でも同様な傾向があり、窒素適量は‘エクシード’がa当たり0.5~0.75、‘スマート’が0.75kgであった。塚田(8)はレタスに対する標準的な窒素施肥量はa当たり1.5kgで、高温期の栽培は標準量の50~60%の減肥を図る必要があると報告しており、本試験の結果とほぼ一致した。一方、山田ら(11)は高冷地黒ボク土畑の8~10月どり全面マルチ栽培における窒素基準は、‘エクシード’の場合、a当たり1kgと報告しており、本

試験の結果よりもやや多い。本県は高冷地に比較して高温になり、地力窒素の発現が増大するためとと考えられる。

本県の野菜耕種基準は、9月どりレタス平畦マルチ栽培の窒素基準は、a当たり1kgとしており(2)、本試験で推定された全面マルチの窒素適量よりもやや多い。本試験の結果、全面マルチは平畦マルチに比較して、同一窒素量での結球重が重く、施肥窒素の利用率が高まるためと考えられる。

本試験の供試ほ場は、作付け前のN03-N含量が12mg・kg⁻¹であった。今後は残存窒素、地力窒素、土壌の種類などに応じて、さらにきめの細かい施肥基準を作成する必要がある。

V. 摘要

高温などにより結球重・品質の低下、腐敗症状などの障害が発生しやすい、茨城県の初秋どりレタスを対象に、単条高畦全面マルチを適用した結果、従来の平畦マルチに比較して夜間の地温が低下し、結球重が増加した。また、多雨時に腐敗病の発生が少なく、収穫株率が向上し、適用性のあることが認められた。

茨城県の黒ボク土地帯における、初秋どりレタス全面マルチ栽培の窒素適量は、a当たり‘エクシード’が0.5~0.75、‘スマート’が0.75kgであり、1kgを超えると過大軟球が増加し、収穫株率が低下した。

謝辞 本試験を実施するにあたり、全面マルチの機械の提供と施工に御協力いただいた㈱クボタアグリ東京永山勝氏に深く感謝申し上げます。

引用文献

1. 茨城県.1994.茨城の園芸(平6).P.12.
2. 茨城県.1994.野菜耕種基準.P.112.
3. 上杉 和.1993.寒・高冷地の高温期における野菜栽培上の諸問題.1.レタス・ハクサイの栽培を主体に.園学シンポジウム講演要旨.平5秋.56-67.
4. 大谷英男・松本悦夫.1985.レタス変形球発生要因究明と対策試験.変形球発生に及ぼす施肥量およびマルチの影響.マルチ栽培試験研究収録.P.250-251.野菜茶試.
5. 加藤徹.1990.農業技術体系.野菜編.6.レタス.基礎編.P.31.農山漁村文化協会.東京.

6. 渋谷茂・木下恵介 .1967. レタスの生態に関する研究 (第2報). 自然環境下栽培における温度条件の解析. 農業及び園芸 42:1855-1857.
7. 塚田元尚 .1986. レタス生理と栽培技術 .P.21-40. 誠文堂新光社 .東京 .
8. 塚田元尚 .1985. 農業技術体系 .土壌施肥編 .6. 施肥の原理と施肥技術 .作物別施肥技術 .P.216-220. 農山漁村文化協会 .東京 .
9. 東京青果物情報センター .1994. 東京都中央卸売市場青果物流通年報 (野菜編) (平5). P.62-63.
10. 松本悦夫・塚田元尚・長瀬嘉迪 .1982. レタス異常球の発生要因について .長野野菜花き試報 2:27-34.
11. 山田和義・樋口太重・小松憲一 .1990. レタスの窒素施用基準の決め方 .研究成果情報関東東海農業 (平元). P.139-140. 農研センター .

レンコン専用肥料の田面水への溶出特性

小山田 勉

キーワード: レンコン, ヨウシュツ, デンメンスイ, カンコウセイヒリョウ, ヒフクヒリョウ

Fertilizer Elements Elution from Specialized Fertilizer for East Indian Lotus in Flooded Water

Tutomu OYAMADA

Summary

In an effort to prepare counter measures against fertilizer element outflow from eastindian lotus fields, characteristics of NPK elements elution of 5 brands of specialized fertilizer for indian lotus in flooded water were examined. Results revealed that:

1. The specialized fertilizers could be classified according to the characteristic of nitrogen elution. Early stage type: Nitrogen elute within 1~2weeks. Middle stage type: Nitrogen elution reaches a peak 4~6 weeks after application.
2. The elution rate of nitrogen for the specialized fertilizers was 6.0~18.2% and lower than that of 28.7% of a conventional compound fertilizer.
3. The amount of phosphorus elution was extremely small. The elution rate was 0.0~0.42%.
4. The amount of potassium elution from some specialized fertilizers was equal to or more than that of a conventional compound fertilizer. However, the amount of potassium elution from a coated fertilizer was half that of a conventional compound fertilizer.

I. 緒言

茨城県のレンコンの作付け面積は1,750ha(1)であり全国の作付け面積の30%を占め、本県を代表する重要な作物である。もともとレンコンは沼沢地に植生する植物であり、本県における作付地域は霞ヶ浦周辺の低湿地に分布している。一方、近年霞ヶ浦の水質が富栄養化による汚濁が目立ち、これを水源にしている水道水のカビ臭、養殖鯉の酸欠死など利水障害が発生している。そこで県は昭和56年「霞ヶ浦の富栄養化の防止に関する条例」を制定し工場排水の規制、下水道の整備など各種対策を講じ霞ヶ浦の水質改善に努めている。農地排水についても、適正な施肥、適正な水管理、健

康な土作りを基本とした対策が推進されている。

レンコン栽培田からの肥料成分の流出については小松(2)や茨城農試(未発表)によって詳しく調べられている。しかし、肥料の溶出についての試験は小松(3)によって行われているにすぎない。

そこで筆者はレンコン田からの肥料成分の負荷対策の観点から、レンコン用に開発又はこれに利用することを念頭に置いた、緩効性肥料及び被覆肥料の溶出抑制タイプの肥料について成分の溶出特性を検討した。その結果2, 3の知見を得たので報告する。

II. 材料および方法

試験に供試した土壌は阿見町廻戸地内のレンコン栽

培田の細粒強グライ土であり、田面から深さ30cmの土層を1992年5月1日採土した。これを10mm目のふるいで夾雑物を除き、5月8日飽水状態の土壌3ℓを5千分の1aワグネルポットに充填し、土壌が十分落ち着いた5月15日これの表層3cmの土壌に窒素成分で1g相当量の肥料(Table 2)を混和し、水深3cm(600mℓ)の湛水状態とした。これに溶出した肥料成分が緑藻類に固定されるのを防ぐため黒色寒冷紗で遮光した。ポットは当園芸研究所(西茨城郡岩間町安居)構内屋根付き網室に静置した。

表面湛水は1週間毎に3ℓのトラップビンを付けた吸引ポンプで静かに汲みだし、水量とその中の肥料成分濃度を測定した。表面水をくみ出した後新たに600mℓの井戸水を静かに注水し、次回まで静置した。湛水に使用した水は園芸研究所の井戸水を用いた。井戸水の

水質は窒素はアンモニア態窒素及び硝酸態窒素とも認められず、リンも検出されなかった。加里は約1mg/ℓであった。

試験に供試した土壌の化学性はTable 1、肥料はTable 2のとおりである。また、窒素1g/ポット施用に伴って付随的に施用されるリン及び加里成分もTable 2に示した。

なお、試験は4連制で実施した。試験期間は1992年5月15日~7月10日の8週間である。

水質分析項目及び分析法は以下のとおりである。すなわち、水質はいずれの項目も1μm目のガラス繊維製フィルターでSS分を除去したものについて測定・分析した。電気伝導度(EC)はガラス電極(東亜電波社製)により、窒素はケルダール法、リンは水溶性のPO₄-Pをモリブデン比色法で測定し、加里は炎光法で行った。

Table 1. Chemical Properties of soil. (mg/100g)

PH	EC (H ₂ O) mS/cm	T-N %	T-C %	Exchangeable base			Phosphate absorption coefficient
				CaO	MgO	K ₂ O	
6.07	0.42	0.22	2.10	182	57	13	750

(Sampling : 1992.5.1)

Table 2. Characteristics of the examined fertilizers

Fertilizers	Guaranteed analysis(%)			Basic fertilizers ²	Granule size(mm)	(g) ³	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			P	K
1. Kumiainousoiriryuukarinan555(control)	15	15	15	UR, AS, AP, PS	1~4・granular	0.44	0.83
2. KumiainousoirilBkaseilgou	10	10	10	UR, IB, FP, SP, PC	6~8・granular	0.44	0.83
3. KumiaisupalBhukugou505	15	10	15	UR, IB, FP, SP, PC	2~5・granular	0.29	0.83
4. Kumiainippirinkoto828	8	12	8	UR, AS, AP, SP, PC	7~10・granular	0.65	0.83
5. Kumiaihihukunyousoirirenkonsenyou001	10	10	11	UR, FP, PC	2~5・granular	0.44	0.91
6. Hihukuenkarinan	13	11	13	AC, AP, PC	1~4・granular	0.37	0.83

²UR:Urea, AS:Ammonium sulfate, AP:Ammonium phosphate, PS:Potassium sulfate, IB:Isobutyridene diurea.

FP:Fused magnesium phosphate, SP: Superphosphate, PC: Potassium chloride, AC: Ammonium chloride.

³Amount of phosphorus and potassium applied incidentally through nitrogen application.

III. 結果並びに考察

1. 電導度及び3要素濃度の推移

1週間の湛水期間中にポットの水量は当初の20~40%が蒸発によって減水した。従ってこの減水した分を当初の水量の600mℓに補正して濃度を表示した。なお、

試験期間中の湛水の日中の水温は25~28℃であった。以下水質項目についてその推移を述べる。

1) 電気伝導度 (EC) の推移

電解質の総量の指標である電気伝導度(以下ECと略)の推移についてTable 3に示した。これによれば無肥料区は0.27~0.34mS/cmの範囲で推移し測定8回の平均値は0.31mS/cmとなり変動幅はきわめて小さい。

Table 3. Changes in electric conductivity(EC).

Fertilizers	(mS/cm)								
	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/10	Mean
1. No fertilizer	0.34	0.28	0.27	0.36	0.34	0.32	0.29	0.28	0.31
2. Kumiainousoiriryuukarinan555(control)	3.46	2.04	1.21	0.90	0.65	0.57	0.44	0.38	1.21
3. KumiainousoirilBkaseilgou	2.13	1.31	0.95	0.81	0.59	0.56	0.50	0.45	0.91
4. KumiaisupalBhukugou505	2.15	1.49	0.85	0.77	0.50	0.39	0.41	0.30	0.96
5. Kumiainippirinkoto828	0.77	1.38	1.39	1.36	1.11	1.00	0.86	0.83	1.09
6. Kumiaihihukunyousoirirenkonsenyou001	2.63	1.54	0.97	0.88	0.73	0.73	0.66	0.59	1.09
7. Hihukuenkarinan	0.77	0.94	0.96	1.11	1.04	1.07	0.97	0.96	0.98

施肥区ではいずれの区も無肥料区を上回り、特に对照として使用した普通化成の尿素入り「硫加磷安555」(以下「硫加磷安」と略)は1週目3.46mS/cmを示し、以下時間の経過とともに低下し3週目には1.21mS/cmとなり初期濃度の約1/3に低下した。しかし、試験終了まで無肥料区の濃度を大きく上回った。

レンコン用肥料のうち「尿素入りIB化成1号」(以下「IB化成」と略)、「スーパーIB複合505」(以下「SIB」と略)、「被覆尿素入りレンコン専用001」(以下「レンコン専用」と略)の3銘柄が初期の1週目2.13~2.63mS/cmと高く順次低下の傾向を示した。一方、「ニッピリンコート828」(以下「リンコート」と略)、「被覆塩加磷安」(以下「塩加磷安」と略)の2銘柄は初期濃度が0.77mS/cmと前3銘柄より低く、リンコートは3週目に、また「塩加磷安」は4週目にそれぞれピークがみられ、概ね0.8~1.0で推移し前3銘柄に比べ溶出速度がきわめて緩慢であることがうかがわれた。

2) ケルダール態窒素(Kj-N)

Kj-Nの推移についてTable 4に示した。これによればECと同様の推移を示し、無肥料区は0.2~1.2mg/lの低濃度で推移した。对照区の「硫加磷安」は1週目の濃度が239.9、2週目122.3mg/lと高い値を示し、6週間後の濃度は20.2mg/lで全期間の平均濃度は60.6mg/lとなり他の肥料に比べ高い濃度で推移した。

Table 4. Changes in Kjeldahl nitrogen(Kj - N) and elution amount.

Treatments	Items	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/10	X	Elution rate ^w
1. No fertilizer	concentration ^z	1.1	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	0.2	0.2	0.9	
	Elution amount ^y	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.1	0.1	4.3	0.0
	Each elution/Total elution(%)	15.5	14.1	15.5	16.9	15.5	16.9	2.8	2.8	100.0	
2. Kumiainyousoiri ryuukarinan555 (control)	concentration ^z	239.9	122.3	39.1	36.4	25.6	20.2	0.7	0.7	60.6	
	Elution amount ^y	143.3	72.8	22.8	21.1	14.7	11.4	0.3	0.3	286.7	28.7
	Each elution/Total elution(%)	50.0	25.4	8.0	7.4	5.1	4.0	0.1	0.1	100.0	
3. Kumiainyousoiri IBkaseilgou	concentration ^z	60.8	21.8	12.3	7.9	2.6	1.2	0.6	0.1	13.4	
	Elution amount ^y	35.8	12.5	6.8	4.1	0.9	0.0	0.3	0.0	60.3	6.0
	Each elution/Total elution(%)	59.4	20.7	11.2	6.7	1.5	0.0	0.4	0.0	100.0	
4. Kumiaisupa IBhukugou505	concentration ^z	90.3	51.5	23.9	18.1	8.8	1.5	0.2	0.2	24.3	
	Elution amount ^y	53.6	30.3	13.7	10.2	4.6	0.2	0.0	0.0	112.5	11.3
	Each elution/Total elution(%)	47.6	26.9	12.2	9.0	4.1	0.2	0.0	0.0	100.0	
5. Kumiainippi rinkoto828	concentration ^z	15.0	53.1	67.4	69.1	53.5	46.4	2.8	2.6	38.7	
	Elution amount ^y	8.4	31.3	39.8	40.8	31.4	27.1	1.5	1.4	181.8	18.2
	Each elution/Total elution(%)	4.6	17.2	21.9	22.4	17.3	14.9	0.8	0.8	100.0	
6. Kumiaihihuku nyousoiri renkonsenyou001	concentration ^z	37.9	20.1	12.7	20.0	17.5	18.3	1.5	1.3	16.2	
	Elution amount ^y	22.1	11.5	7.0	11.3	9.8	10.3	0.8	0.6	73.4	7.3
	Each elution/Total elution(%)	30.1	15.6	9.6	15.4	13.4	14.0	1.1	0.9	100.0	
7. Hihukuenkarinan	concentration ^z	11.3	18.0	21.8	31.8	30.7	32.9	2.2	2.2	18.9	
	Elution amount ^y	6.1	10.2	12.5	18.4	17.8	19.0	1.2	1.2	86.4	8.6
	Each elution/Total elution(%)	7.1	11.8	14.4	21.3	20.6	22.0	1.4	1.4	100.0	

^zmg/l

^yElution amount (mg/pot) = (Elution amount of fertilized pot - Elution amount of no fertilizer pot).

^xUpper: Mean concentration, Middle: Total elution amount, Lower: Total each elution/total elution.

^wElution rate(%) = (Elution amount/application amount) * 100.

レンコン用肥料については、ECの推移と類似するが、初期濃度が高く順次低下する初期溶出タイプと初期濃度が低く4~6週間後に濃度のピークのみみられる中間溶出タイプのものに分類された。すなわち前者は「IB化成」、「SIB」、「レンコン専用」であり1週目の初期濃度が高く以後低下の傾向を示した。1週目「IB化成」は60.8mg/l、2週目21.8mg/lを示し、以後、5週目まで低下し6週目で無肥料区並の濃度に低下した。全期間の平均濃度は13.4mg/lとなり供試肥料中最低の濃度であった。

「SIB」は1週目90.3mg/lを示し「硫加磷安」を除く供試肥料中最高濃度を示した。しかし、順次低下し「IB

化成」と同様に6週目で無肥料区並の濃度まで低下し、全期間の平均濃度は24.3mg/lにとどまった。「レンコン専用」は1週目37.9mg/lを示し初期溶出肥料の中で最も低い値を示した。一方中間溶出タイプに分類された「リンコート」は1週目15mg/lと低く、2週目から高まり4週目に69.1mg/lとなりピークに達した。また、「塩加磷安」は1週目11.3mg/lから徐々に高まり4週目に31.8mg/lに達し、5週目30.7mg/l、6週目32.9になり3週連続30mg/l台を示し、8週間の平均濃度は18.9mg/lとなった。

以上のようにレンコン用肥料は表面水への窒素の溶出がみられるものの普通化成に比べて難溶性であるこ

とが認められた。また、銘柄により溶出パターンが異なったが、この原因は各肥料の肥料母材及び被覆の有無によるものと考えられた。すなわち、「IB」系は添加尿素が初期に溶出し初期濃度を高めるものと考えられ、「レンコン専用」は窒素の母材肥料が尿素と燐安であるが、尿素が「被覆尿素」であるため「IB」に比べ初期濃度をあまり高めなかったものと考えられた。

初期濃度の低かった「リンコート」は熔燐とリン酸液の反応生成物で尿素、硫酸、燐安を被覆した緩効性肥料である。また、「塩加燐安」は塩安、燐安を特殊樹脂で被覆した肥料である。これらの緩効性肥料や被覆肥

料は普通化成肥料に比べ、初期の溶出抑制に効果のあることがうかがわれた。

3) リン (PO₄ - P)

リンの推移を Table 5 に示した。これによれば、無肥料区の水溶性リン濃度は 0.05~0.12mg/ℓ で推移し、試験期間中 8 回の測定値の平均値は 0.07mg/ℓ で濃度の変動が小さい。対照区の普通化成の「硫加燐安」は窒素と同様に 1 週目の初期濃度が 0.62mg/ℓ と高い溶出が認められた。以後も 0.09~0.26mg/ℓ で推移し、全期間の平均値は 0.23mg/ℓ となった。

Table 5. Changes in phosphorus(PO₄ - P) and elution amount.

Treatments	Items	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/10	X	Elution rate ^w
1. No fertilizer	concentration ^z	0.06	0.06	0.05	0.12	0.05	0.07	0.06	0.07	0.07	
	Elution amount ^y	0.04	0.03	0.03	0.07	0.03	0.04	0.04	0.04	0.33	0.00
	Each elution/Total elution(%)	11.2	10.4	9.0	21.9	8.7	13.6	11.7	13.4	100.0	
2. Kumiainousoiri ryuukarinan555 (control)	concentration ^z	0.62	0.16	0.12	0.19	0.09	0.20	0.19	0.26	0.23	
	Elution amount ^y	0.34	0.06	0.04	0.04	0.03	0.08	0.07	0.11	0.77	0.18
	Each elution/Total elution(%)	43.6	8.1	5.3	5.3	3.6	9.9	9.5	14.7	100.0	
3. Kumiainousoiri IBkaseilgou	concentration ^z	0.17	0.03	0.04	0.07	0.02	0.06	0.05	0.07	0.06	
	Elution amount ^y	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.01
	Each elution/Total elution(%)	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	
4. Kumiaisupa IBhukugou505	concentration ^z	0.25	0.26	0.31	0.65	0.16	0.39	0.33	0.21	0.32	
	Elution amount ^y	0.12	0.12	0.16	0.32	0.07	0.19	0.16	0.08	1.21	0.42
	Each elution/Total elution(%)	9.5	10.3	12.8	26.2	5.5	15.6	13.1	7.0	100.0	
5. Kumiainippi rinkoto828	concentration ^z	0.08	0.05	0.04	0.12	0.02	0.06	0.05	0.00	0.06	
	Elution amount ^y	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
	Each elution/Total elution(%)	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	
6. Kumiaihihuku nyousoiri renkonsenyou001	concentration ^z	0.10	0.06	0.06	0.19	0.02	0.08	0.07	0.22	0.10	
	Elution amount ^y	0.03	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.01	0.09	0.17	0.04
	Each elution/Total elution(%)	14.9	0.0	0.0	25.1	0.0	3.0	3.3	51.6	100.0	
7. Hihukuenkarinan	concentration ^z	0.09	0.09	0.08	0.13	0.02	0.05	0.04	0.00	0.06	
	Elution amount ^y	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.02
	Each elution/Total elution(%)	26.2	28.6	33.7	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	

^zmg/l

^yElution amount (mg/pot) = (Elution amount of fertilized pot-Elution amount of no fertilizer pot).

^xUpper: Mean concentration, Middle: Total elution amount, Lower: Total each elution/total elution.

^wElution rate(%) = (Elution amount/application amount) *100.

レンコン用肥料では「SIB」の施肥リン成分が他の区に比べて少ない(p成分で0.29g/ポット)にもかかわらず他の銘柄に比べ終始1オーダー高く推移し、期間中の平均濃度は0.32mg/ℓとなり普通化成の対照区をも上回った。一方、「IB化成」、「リンコート」、「塩加燐安」の3銘柄は期間中の平均濃度が0.06mg/ℓとなり無肥料区の平均濃度と同等であった。「レンコン専用」は試験期間中不規則な変動を示したが、平均濃度は低く0.1mg/ℓとなった。

6月5日以降12日にかけて無肥料区を含めて濃度の上昇が認められるが、この原因は気温の上昇による影響と考えられた。すなわち、この1週間の最高気温の積

算値が前の週より7.3℃上回り、同じく平均気温も16.3℃、最低気温で26.2℃上回りこの急激な温度上昇によりリンの溶出が促進されたものと推察された。この温度上昇にともなうリンの溶出は小松(未発表)も現地のハス田で確認している。

4) 加里 (K)

加里濃度の推移について Table 6 に示した。

無肥料区の加里濃度は10.2~16.4mg/ℓで推移し平均濃度は13.6mg/ℓで土壌からの回帰のあることが認められる。しかし、濃度の変動幅は小さかった。「IB化成」、「SIB」、「レンコン専用」の3銘柄はEC・窒素と同様の推移を示し初期濃度が高く徐々に低下した。一方、

Table 6. Changes in potassium(K) and elution amount.

Treatments	Items	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/10	X	Elution rate ^w
1. No fertilizer	concentration ^z	14.0	12.5	14.2	16.4	14.2	10.2	12.5	14.8	13.6	
	Elution amount ^y	8.4	7.5	8.5	9.8	8.5	6.1	7.5	8.9	65.2	0.0
	Each elution/Total elution(%)	12.9	11.5	13.0	15.0	13.0	9.4	11.5	13.7	100.0	
2. Kumiainyousoiri ryuukarinan555 (control)	concentration ^z	209.8	135.5	85.6	66.5	44.0	40.9	36.3	34.5	81.6	
	Elution amount ^y	117.5	73.8	42.8	30.1	17.9	18.4	14.3	11.8	326.6	39.4
	Each elution/Total elution(%)	36.0	22.6	13.1	9.2	5.5	5.6	4.4	3.6	100.0	
3. Kumiainyousoiri IBkaseilgou	concentration ^z	175.3	117.7	89.5	70.5	52.7	52.3	49.9	44.4	81.6	
	Elution amount ^y	96.8	63.2	45.2	32.5	23.1	25.3	22.5	17.8	326.3	39.3
	Each elution/Total elution(%)	29.7	19.4	13.8	10.0	7.1	7.7	6.9	5.4	100.0	
4. Kumiiaisupa IBhukugou505	concentration ^z	221.6	159.3	102.9	87.3	56.5	56.5	50.3	38.5	96.6	
	Elution amount ^y	124.6	88.1	53.2	42.6	25.4	27.8	22.7	14.2	398.5	48.0
	Each elution/Total elution(%)	31.3	22.1	13.4	10.7	6.4	7.0	5.7	3.6	100.0	
5. Kumiainippi rinkoto828	concentration ^z	28.2	45.6	48.0	50.4	42.7	44.1	45.9	53.2	44.8	
	Elution amount ^y	8.5	19.9	20.3	20.4	17.1	20.3	20.1	23.1	149.7	18.0
	Each elution/Total elution(%)	5.7	13.3	13.5	13.7	11.4	13.6	13.4	15.4	100.0	
6. Kumiaihihuku nyousoiri renkonsenyou001	concentration ^z	284.1	198.6	122.9	104.0	74.8	69.0	60.9	56.5	121.3	
	Elution amount ^y	162.1	111.6	65.2	52.6	36.4	35.3	29.1	25.0	517.3	56.8
	Each elution/Total elution(%)	31.3	21.6	12.6	10.2	7.0	6.8	5.6	4.8	100.0	
7. Hihukuenkarinan	concentration ^z	34.7	41.5	52.7	55.1	52.5	60.4	58.9	63.8	52.4	
	Elution amount ^y	12.4	17.4	23.1	23.2	23.0	30.1	27.9	29.4	186.5	22.5
	Each elution/Total elution(%)	6.7	9.3	12.4	12.5	12.3	16.1	14.9	15.8	100.0	

^zmg/l^yElution amount (mg/pot) = (Elution amount of fertilized pot - Elution amount of no fertilizer pot).^xUpper: Mean concentration, Middle: Total elution amount, Lower: Total each elution/total elution.^wElution rate(%) = (Elution amount/application amount) * 100.

「リンコート」, 「塩加燐安」は初期濃度が低く徐々に溶出することが認められ前3銘柄と溶出パターンが異なり期間中の平均濃度も低く推移した。すなわち, 8週間の溶出試験期間の平均濃度は他の肥料の2分の1程度となり, 被覆肥料の特徴が加里成分にも認められた。

なお, 「レンコン専用」は1週目284.1mg/lで処理区中最高値を示し, 平均値も121.3mg/lで処理区中最大であった。この原因として加里成分が他の区(0.83g/ポット)に比べて多く(0.91g/ポット)施用されていることが一因と考えられた。

2. 3要素成分の溶出量

肥料成分の溶出量は各施肥区の溶出量(濃度×水量)から同期間の無肥料区の溶出量(土壌からの溶出量)を差し引き, 施肥成分からの溶出量として示した。

1) 窒素 (N)

無肥料区の溶出量は期間中4.3mg/ポットで土壌から溶出したものできわめてわずかであった。「硫加燐安」区は試験開始初期の溶出量が多く1週間で143.3mg/ポットであり, 期間中286.7mg/ポットとなり全試験区中最大となった。したがって窒素施肥成分1gに対する溶出率は28.7%となった。これに対してレンコン用肥料はいずれも溶出量が少なく60.3~181.8mg/ポットであり, 溶出率

は6.0~18.2%となり普通化成の28.7%に比べて低く, レンコン用肥料として田面水への窒素溶出を抑制することを目的とした性質を持っていることがうかがわれた。

銘柄別窒素の溶出率で見ると「IB化成」は初期の溶出率が高いが全体として6.0%の溶出率となった。「SIB」は「IB」と同様に初期の溶出率が大きく2週間で全溶出量の80%弱が溶出したが, 溶出率は11.3%にとどまった。「リンコート」は初期の溶出量はきわめて少ないものの2~6週間にかけてほぼ均等に溶出し全体として18.2%の溶出率となった。「レンコン専用」は初期やや溶出量が多かったが全体として7.3%の溶出率となった。「塩加燐安」は3週~6週にかけて溶出量が増加し全体として8.6%の溶出率となった。(Table 4)

以上のように各肥料によって溶出特性が異なることが明らかとなった。従ってこれら肥料を利用するに当たっては, 初期溶出タイプのもは施肥直後~2週間位の排水に十分注意を払うなどの配慮で, ハス田からの負荷を低減することが可能と考えられる。

2) リン (P)

窒素と同様水質の富栄養化物質であるリンの溶出についてTable 5に示した。

全試験区の溶出量は0.0~1.2mg/ポットで, 窒素に比べきわめてわずかであり, 区によっては無肥料区との差が

認められない場合もあった。従って溶出率も0.00~0.42%と低くなった。なかでも、「リンコート」は施肥リン成分が多い(0.65g/ポット)にもかかわらず溶出量がほとんど認められなかった。一方、「SIB」は施肥リン成分が少ない(0.29g/ポット)にもかかわらず1.2mg/ポットの溶出量があり、溶出率は0.42%となり試験区中最大となった。

銘柄別リン成分の溶出率は「リンコート」0.00%、「IB化成」0.01%、「塩加燐安」0.02%、「レンコン専用」0.04%、「SIB」0.42%の順となった。

以上のとおりリンの溶出量は窒素に比べきわめてわずかであったが、リン酸塩はもともと難溶性(4)であること、土壌による吸着・固定を考慮すると溶出の少なかったことがうなずける。

3) 加里 (K)

加里の溶出量は窒素・リンに比べ各肥料とも多く、無肥料区で65.2mg/ポット、施肥区では149.7~517.3mg/ポットであった。

対照区の「硫加燐安」は初期溶出量が多く3週間で全期間の70%が溶出し、施肥成分に対して39.4%が溶出した。「IB化成」は初期溶出量が対照区を下回ったが全体として対照区と同等の39.3%となった。「SIB」は初期から溶出量が多く全体の溶出率は48.0%となった。「リンコート」は初期から溶出量が少なく施肥量に対して18.0%の溶出率となり供試肥料中最低となった。

「レンコン専用」は初期溶出量が多く認められ、溶出率は56.8%となった。「塩加燐安」は初期溶出量から少なく全体の溶出率は22.5%となり、加里成分についても被覆肥料としての長所が認められた。

以上のように加里成分の溶出量は、銘柄により大きく異なった。すなわち、溶出量が普通化成と同等ないしはそれ以上のものもみられた。加里成分は現在のところ水質の富栄養化物質と見なされていないが、作物への効率的な吸収利用の面から溶出抑制について改善の余地のあることがうかがわれた。(Table 6)

以上レンコン用肥料の田面水への溶出について検討した結果、銘柄により溶出パターンの異なることが認められ、また、被覆肥料の初期溶出の少ないことを確

認した。しかし、本試験はポットによるモデル試験であり、今後現地圃場条件での検証が必要である。また、レンコンの養分吸収パターンからの選定も次の課題である。

IV. 摘要

レンコン栽培田からの肥料成分の負荷対策の観点から、レンコン用肥料5銘柄について3要素成分の田面水への溶出特性についてポット試験を実施した。その結果の摘要は以下のとおりである。

1. 窒素成分の溶出は1~2週間で溶出する初期溶出タイプのもとの溶出のピークが4~6週間にみられる中期溶出タイプに分類された。
2. レンコン用肥料は窒素の溶出率が6.0~18.2%で普通化成の28.7%に比べ小さかった。
3. リンは溶出量がきわめて少なく施肥に対する溶出率は0.0~0.42%であった。
4. 加里は普通化成と同等ないしはそれ以上溶出するものが見られた。しかし、被覆肥料の溶出量は普通化成の約2分の1であった。

謝辞 本試験を実施するに当たり、JA茨城県経済連技術顧問小松鋭太郎氏には試験方法などについて懇切丁寧なご指導を賜った、記して厚くお礼申し上げる。

引用文献

1. 茨城県.1994.茨城の園芸.
2. 小松鋭太郎.石塚由之.松沢義郎.1984.レンコン栽培田における3要素の動向と収支について.茨城県園芸試験場.
3. 小松鋭太郎.石塚由之.松沢義郎.1989.レンコン栽培田における施肥改善.茨城園試研報14.:110~126.
4. G.シムロ-.1964.定性分析化学II.P432.共立出版KK.東京.

施設栽培アルストロメリアの地中冷却による増収効果

本図竹司・浅野 昭

キーワード: アルストロメリア, チチュウレイキヤク, ヒンシュ, ゾウシュウ, ハイブリッドケイ

Effects and Practicality of Soil Cooling System on Increased Yield and/or Income of *Alstroemeria*

Takeshi MOTOZU and Akira ASANO

Summary

Eight *Alstroemeria* cultivars, 'Regina', 'Red Valley', 'Wilhelmina', 'Amor', 'Amanda', 'Nevada', 'Ice Cream' and 'Vienna', and one nameless *A. rigtu* strain were grown in a glasshouse controlled soil temperature at 15, 17, 19 deg. or ambient.

Soil cooling resulted in increased yield of 'Regina' and 'Vienna', but did not affect yield of 'Red Valley', 'Amor', 'Amanda' and 'Nevada', and decreased that of 'Wilhelmina'. Soil cooling affected the flowering pattern of 'Red Valley', and especially resulted in an increased yield in autumn/winter. Yields of 'Regina' and 'Vienna' with soil cooling increased by approx 150%.

Soil cooling practicality was obtained in the two cultivars, 'Red Valley' and 'Vienna'. If the price pattern seen in 1993/1994 continue in the future, the soil cooling system would be recommended. Practical soil temperature was 15/17 deg. in 'Red Valley' and 19 deg. in 'Vienna'.

I. 緒言

アルストロメリアは花持ちが良く花色も豊富であるため、近年人気のたかまっている切り花である。オランダにおいて育成された種間雑種が、日本に導入されてから15年以上経過したが、導入当初の品種'レジナ' 'ゼブラ'等は一季咲き性が強かったため、また、その高額な栽培許諾料も加わって、その後の農家数、栽培面積の伸びは鈍かった(15)。

一方そのころ、Wilkinsら(4, 5, 6, 7, 8)は'レジナ'を、Vonk Noordegraaf(16)は'オーキッド'を供試して開花習性の解明について研究を行っており、その結果根茎が涼温に遭遇することにより連続的に開花することを明らかにした。このことにより、高温期に地中の根茎周囲を冷却する方法、いわゆる地中冷却システムを使用することによって、アルストロメリアを周

年開花させることが可能となった。ところが、'レジナ'や'オーキッド'を周年開花させるためには10~15℃の低地温を維持しなければならないため(2, 3, 9, 12, 13)、日本ではその高額な光熱費により地中冷却システムの採算性が低いと考えられた。その後オランダの種苗業者により四季咲き性の強い品種群、いわゆるハイブリッド系品種が育成されたが、好適地温についてはほとんど明らかにされていない。

そこで筆者らは、好適地温の品種間差異を検討することにより品種毎の実用地温を明らかにするとともに、地中冷却システム導入の採算性についても検討した。

II. 材料及び方法

実験には'レジナ'(レジナ系), 'レッドバリー'(カルメン系), 'ウイルヘルミナ'(ハイブリッド系), 'ア

モール'(ハイブリッド系), 'アマダ'(ハイブリッド系), 'ネバダ'(ハイブリッド系), 'ビエンナ'(ハイブリッド系), 'アイスクリーム'(バタフライ系)およびリグツ系品種(品種名不詳)を供試した'レジナ''レッドバリー', リグツ系品種は株分け苗, 'ウイルヘルミナ''アモール', 'アマダ', 'ネバダ', 'ビエンナ', 'アイスクリーム'は組織栽培により増殖された輸入ポット苗を用いた。なお, 'ネバダ', 'アイスクリーム'はポットのまま日本で1年を経過した2年生苗であった。これらの苗を1993年5月に, Tab.1に示した定植位置(循環パイプの中央, 地下20cm)に栽植距離を35×50cmとして定植した。

地中冷却システムの概要を第1図に示した。タンクに入れた冷却液(エチレングリコール:水=1:1)を冷却ユニットで冷却し, 15, 17および19℃に地温(地下20cm付近)を設定されたベッドに循環パイプ(直径20mm, 鉄製)を通して循環させた。各地中冷却区は同一の冷却液により地温を制御された。また, 冷却液温を, 各設定地温が維持される範囲内で最も高温になるように設定したため, 冷却液温を外気の温度条件によって変化させた。

設定地温は15, 17および19℃とし, 対照区として"冷却なし"を設けた。各処理区を2ベッド設定し, 1品種あたり4株ずつ各ベッドに定植した。なお, ガラス室内の夜温は12℃とし, 20℃で換気を行った。また, 1.00ly/min以上の日射量の条件下では, アルミ蒸着フィルムで遮光するようにした。

III. 結果及び考察

供試品種の中で, リグツ系品種は定植後ほとんどの株が枯死したため, また, 'アイスクリーム'は生育が極めて不良であったため調査から除外した。なお, 生存したリグツ系品種は1994年6月まで全く開花しなかった。

地中冷却システムによる地温制御結果をTab.2に示した。夏季の高温期においても, 外気温の急激な変化がない限り設定地温は十分に維持された。なお, 対照区は外気温の変化に伴う様に21~25℃間を穏やかに推移した。冬季は対照区を含む全ての処理区で地温が15℃程度となり, 外気温の影響をほとんど受けなかった。

100cm以上の切花の月別収量の累計をFig.3に, 月別収量の推移をFig.4に示した。地中冷却による増収効果には明らかな品種間差があらわれた。総収量は'レジナ''ビエンナ'で明らかに地中冷却によって増収したが, その他の品種では地中冷却による増収効果がみられなかった。特に'ウイルヘルミナ'では地中冷却により総収量が対照区より減少してしまうという特異的な現象を示した。月別収量の推移は, 'ビエンナ'のように平均的に収量が増加する品種, また, 'レジナ', 'レッドバリー'のように開花のピークが前進する品種, あるいは地中冷却によっても変化のみられないタイプの3つに分かれた。特に'レッドバリー'は地中冷却により開花のピークが大きく前進するものの, 総収量は変わらないという興味深い傾向を示した。このような傾

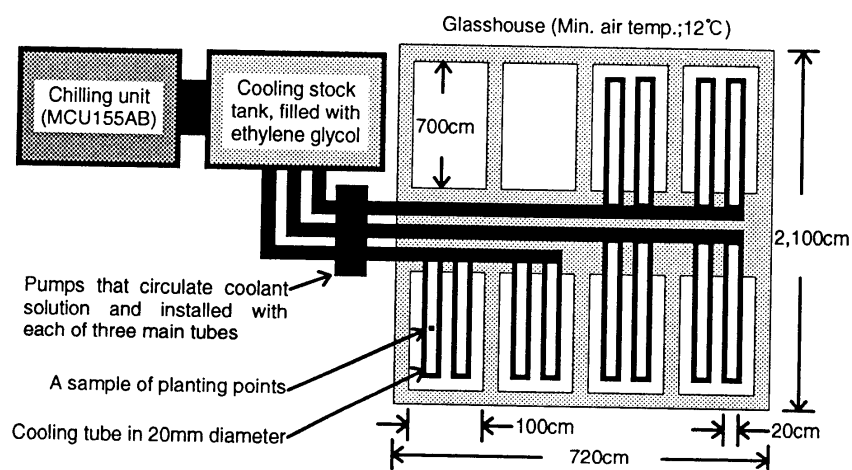


Fig.1. Schematic of soil cooling system. Cooling tubes in 20mm diameter were installed at 15 to 20 cm under the soil surface. Plants were planted at the same level of the cooling tubes and in the middle of dual the tubes with 35cm of planting distance. The system cannot warm up the soil temperature.

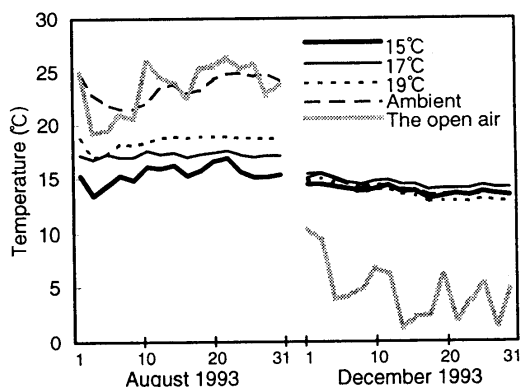


Fig.2. Change of soil and the open air temperature during August 1993 and December 1993. The soil temperature was recorded at rhizome level(15 to 20 cm under soil surface), the soil cooling setpoints were 15, 17 or 19°C.

向は軽微であるが‘アマンド’にもみられた。なお、‘ネバダ’は‘アモール’とほぼ同様の傾向を示したので発表データから省略した。

Wilkinsら(4, 5, 6, 7, 8)は、‘レジナ’では15°C地温が開花及び生育に最も好適であるとしている。著者(14)も同様のことを既に報告しているが、本実験でもそのことを再び実証しており、‘レジナ’のみならず他の

品種における実験結果の信頼性を示唆している。

‘レジナ’、‘オーキッド’以外の品種を用いた地中冷却の報告は少ない。L.S.Keil-Gundersonら(10)は‘アトラス’と‘モニカ’を、Theo J.Blomら(1)は‘レッドサンセット’、‘リオ’、‘ロザリオ’および‘ロジタ’を、Marie-Christine van Labekeら(11)は、‘アナベル’、‘モナリザ’、‘レッドサンセット’、‘イエローキング’および‘リベル’を、著者(14)は‘レジナ’、‘レッドバリー’、‘ウイヘルミナ’、‘カローラ’、‘イエローキング’、‘ラパーズ’、‘ロジータ’を供試して地中冷却の影響を報告している。設定地温は報告によって若干異なっているが、概ね12~18°Cの範囲にあり、地中冷却の効果が十分期待できる範囲であった。これらによると、多くの品種で地中冷却による増収効果を認めているが、その程度は品種によって大きく異なり、品種に対する依存度が極めて大きいことを示している。なかでも著者(14)は品種により好適地温が異なることを報告しており、実際栽培では品種により設定地温を変えなくてはならないとした。本実験でも増収効果の品種間差異ならびにその地温格差が認められ、実際栽培では品種により設定地温を変えた方がよいことは明らかであった。増収効果だけに着目すれば、‘レジナ’では

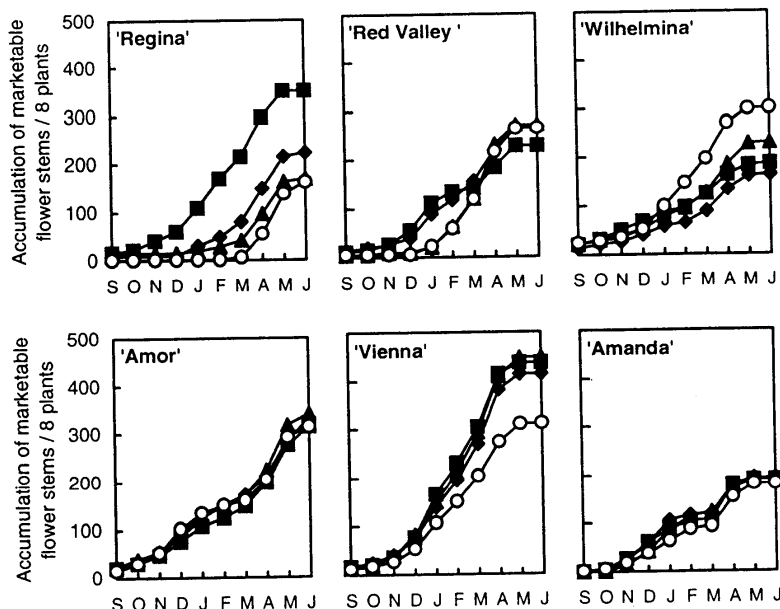


Fig.3. The effect of different soil temperature on productivity of marketable flower stems from September 1993 to June 1994. Marketable flower stems included only over 100cm long stems. All plants were planted in May 1993. Plants of ‘Red Valley’ and ‘Regina’ were propagated with dividing rhizomes in Japan, and other cultivars were propagated through tissue culture in the Netherland. Soil temperature was controlled throughout the year with the soil cooling system shown in Fig.1. Soil temperature setpoints were as followed; -■-:15°C, -◆-:17°C, -▲-:19°C, -○-:Ambient.

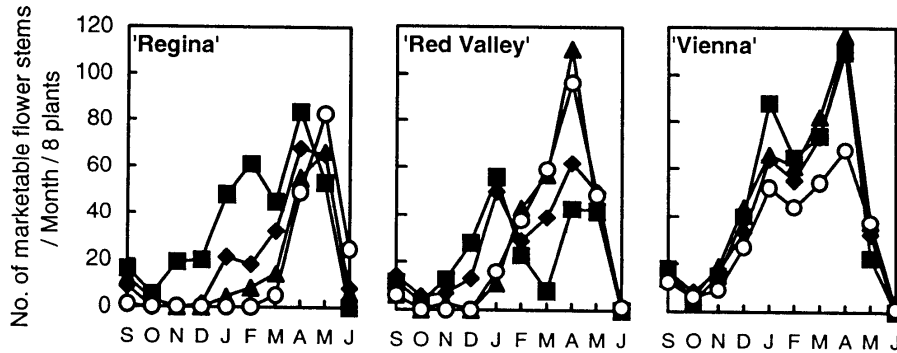


Fig.4. The effect of different soil temperature on productivity of marketable flower stems from September 1993 to June 1994. Marketable flower stems included only over 100cm long stems. Soil temperature setpoints were as followed; ■—:15℃, ◆—:17℃, ▲—:19℃, ○—:Ambient.

15℃, ‘ビエンナ’では19℃が実用地温と思われる。その他の品種では地中冷却は必要ないといえる。

次に地中冷却システム導入の採算性について検討した。Tab.1に大田花き(株)における1993~1994年のアルストロメリアの市場価格の推移を示した。この調査結果に対し、Fig.1で示された収穫本数から推定した10aあたりの予想収穫本数(4株/㎡, 施設利用率60%と仮定して算出)を掛け合わせた結果、10aあたりの予想粗収益をTab.2に示した。1993~1994年にかけて周年出荷されていた品種は‘レッドバリー’‘ビエンナ’‘ウイヘルミナ’のみであったため、これら3品種について算出した。

これらの結果によれば、‘ビエンナ’では予想収穫本数の伸びが対照区(100)に比較して、15, 17, 19℃区でそれぞれ140, 133, 144と増加しているのに対し、‘ウイヘルミナ’では逆にそれぞれ62, 55, 76と減少している。それにともない、予想粗収益もそれぞれ‘ビエンナ’で146, 135, 148, ‘ウイヘルミナ’で71, 56, 75となっており、予想収穫本数の増減にともない予想粗収益も変化した。これは、前述したように地中冷却により月別収量が、周年を通じて平均的に増減したための結果といえる。ところが、‘レッドバリー’では、予想収穫本数が対照区に対しそれぞれ86, 101, 102とほとんど同等かあるいは減少しているのに対し、予想粗収益はそれぞれ153, 146, 104と逆に増加し、粗収量と粗収益とが逆転した。これは‘レッドバリー’が地中冷却により開花のピークが前進するタイプであるために、単価の高い時期である10~1月に収穫できたことによる結果である。これらのことは、地中冷却の評価は必ずしも収量の増減で評価されるべきではないことを示しており、今後の研究における大きな課題

となる。これまでの報告は全て収穫量あるいは切花品質についてのみ論じられており、経済行為を背景とした研究としては再考の余地がある。切花単価の年次変動が大きいとはいえ、今後積極的に検討されるべき分野と考える。

地中冷却の増収効果のみられた‘レッドバリー’, ‘ビエンナ’での、最大粗収益格差はそれぞれ2,275,050円(対15℃区)および2,698,020円(対19℃区)であった。10aあたりの地中冷却システム導入費(工事費を除く設備費)は300~400万円、1年月間の光熱費は100万円といわれている(栽培農家の私信)。Tab.1の価格構成が今後も続くと仮定するならば、地中冷却システムの導入は十分採算性があるといえる。なお、各品種における実用地温は‘レッドバリー’で15~17℃, ‘ビエンナ’で19℃であった。本実験では設定地温差と光熱費の関係を明らかにすることが出来なかったため、維持経費の算出が曖昧であった。このことは今後に残された大きな課題といえる。

すでに多くの報告で地中冷却が切花品質を向上させることが明らかにされているが(9, 10, 11, 14, 15), 本報告ではこのことについて一切言及していない。切花品質向上効果を付加させた場合、切花単価が上昇することは明らかであるので、さらに増収益となることは容易に予想できる。今後はこの点も考慮したきめ細かな検討も必要であろう。

IV. 摘要

施設栽培アルストロメリアにおける地中冷却の収量および収益に対する影響を検討し、その実用性を明らかにした。

Table 1. Monthly change of the market price of one *Alstroemeria* cut flower in Ota Floriculture Auction Co., Ltd.in Tokyo 1993/1994.

Cultivar	Market price(Yen/Stem)											
	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June
'Red Valley'	—	—	84	141	194	238	120	78	82	33	16	21
'Vienna'	70	58	74	92	105	122	69	56	68	39	22	36
'Wilhelmina'	62	53	68	103	120	111	70	53	66	34	30	30

Table 2. Effect of different soil temperature on net sales of *Alstroemeria* cut flower stems per 1,000m².Simulation of practical work on the assumption that utility rate of glasshouse is in 60% and plants were planted in the planting distance of 35 × 50cm.

Cultivar	Soil temperature (°C)	Net sales (Yen/1,000m ²)	Index of Increased income ^z	Index of Increased yield ^z
'Red Valley'	15	6,535,830	153	86
	17	6,200,460	145	101
	19	4,419,450	104	102
	Ambient	4,260,780	100	100
'Vienna'	15	8,292,180	146	140
	17	7,629,630	135	133
	19	8,371,620	148	144
	Ambient	5,673,600	100	100
'Wilhelmina'	15	3,531,780	71	62
	17	2,748,780	56	55
	19	3,717,060	75	76
	Ambient	4,957,380	100	100

^z: Calculated as yield and income in ambient were as 100 in each cultivar.

1. 'レジナ' 'ビエンナ'では地中冷却により収量が増加したが、'レッドバリー' 'アモール' 'アマダ' 'ネバダ'ではほとんど増収効果が認められず、また、'ウイルヘルミナ'では地中冷却により収量が減少した。なお、'レッドバリー'では総収量は増加しなかったものの、開花のピークが著しく前進した。
2. 'レッドバリー' 'ビエンナ'では地中冷却により50%程度粗収益が増加した。1993~1994年の価格構成が今後も続くと仮定した場合、地中冷却システム導入の採算性が十分認められた。
3. 近年の品種での地中冷却の増収効果は、地温ならびに品種に対する依存度が極めて大きいことが明らかであった。なお、'レッドバリー'での実用地温は15~17℃ 'ビエンナ'での実用地温は19℃であった。

謝辞 当研究を遂行するにあたり、供試株を提供して下さった福花園種苗株式会社、横浜植木株式会社およびタキイ種苗株式会社には深甚の謝意を表す。また、柳原正之技術員、永井祥一技術員、伊王野資博技手(以上農業総合センター施設課)には多大なご協力を

いただいた。記して感謝する。

引用文献

1. Blom, T.J. and B.D. Piott. 1990. Constant soil temperature influences flowering of *Alstroemerias*. Hort Science 25(2):189-191.
2. Bridgen, M.P. and J. Bartok. 1990. Evaluation of a growing medium cooling system and its effects on the flowering of *Alstroemeria*. Hort Science 25(12):1592-1594.
3. 陳忠英・土井元章・今西英雄. 1992. アルストロメリアの開花に対する地中冷却の効果. 園学雑 61 別 2:574-575.
4. Healy, W.E. and H.F. Willkins. 1979. Flowering requirements of *Alstroemeria hybrida* 'Regina'. HortScience 14(3):395.
5. Healy, W.E. and H.F. Willkins. 1981. Interaction of soil temperature, air temperature and photoperiod on growth and flowering of *Alstroemeria* 'Regina'. HortScience 16(3):459.

6. Healy, W.E. and H.F. Willkins. 1982. Responses of *Alstroemeria* 'Regina' to temperature treatments prior to flower inducing temperatures. *Scientia Horticulturae* 17:383-390.
7. Healy, W.E. and H.F. Willkins. 1986. The independent relationship between rhizome temperatures and shoot temperatures for floral initiation and cut flower production of *Alstroemeria* 'Regina'. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(1):94-97.
8. Heins, R.D. and H.F. Willkins. 1979. Effect of soil temperature and photoperiod on vegetative and reproductive growth of *Alstroemeria* 'Regina'. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104:359-365.
9. 今西英雄ら. 1993. 球根花卉における貯蔵中のエチレン及びおよど処理と植付け後の地温制御による作期拡大. 平成4年度科学研究費補助金(研究成果B)研究成果報告書. P.48-66.
10. Keil-Gunderson, L.S., K.L. Goldsberry and P.L. Chapman. 1989. Air and substrate temperatures for 'Atlas' and 'Monika' *Alstroemeria*. *HortScience* 24(4):613-616.
11. Labeke, M.-C.v. and P. Dambre. 1993. Response of five *Alstroemeria* cultivars to soil cooling and supplementary lighting. *Scientia Horticulturae* 56:135-145.
12. Lin, W.C. 1984. The effect of soil cooling and high intensity supplementary lighting on flowering of *Alstroemeria* 'Regina'. *HortScience* 19:515-516.
13. Lin, W.C. 1985. Influence of soil cooling and high intensity lighting on the growth and flowering of *Alstroemeria* 'Regina'. *HortScience* 20:378-380.
14. 本図 竹司. 1994. アルストロメリアの地中冷却による高品質増収技術. 農業及び園芸 69(7):69-74.
15. 大川 清. 1994. アルストロメリア. 大川清 編著. 誠文堂新光社. 東京.
16. Vonk Noordegraaf, C. 1981. Bloemproductie bij *Alstroemeria* 'Walter Fleming'. Ph.D. thesis, Agricultural School, Wageningen, Netherlands, 152pp.

カーネーションの母の日出荷栽培における長日処理・ 夜温管理方法が開花に及ぼす影響

浦野永久・浅野昭

キーワード:カーネーション, サクガタ, タンキサイバイ, チョウジツシヨリ, ヤオン

Effects of Long Day Treatment and Night Temperature Control on the Flowering of Carnations for Mother's Day Production

Towa URANO, Akira ASANO

Summary

Experiments were conducted to stabilize the cropping method for Mother's Day production.

1. In case of single-pinched culture of Francesco' and another 9 varieties planted (rooted cutting) November 1, the flowering time was from late April till late May. Francesco', Tanga' and Iago' were suitable for this cropping method, because they had a small number of days to flower. Long day treatment for 73 days from the 2 weeks after pinching was effective in quickening the flowering time.

2. In the single-pinched culture of Francesco' and another 3 varieties, low night temperature (5°C) treatment of 7~9 weeks after pinching slightly reduced the number of nodes. But this treatment for these cultivars did not induce early flowering compared with non-treated. Low night temperature treatment of 7~9 weeks for cultivar Nelson' was found to facilitate flowering time.

I. 緒言

5月の第2日曜日の「母の日」はカーネーションの特需である。毎年相場は確実に高く推移し、この日の数日前には、年平均単価の2~3倍の値で取引される。中でも赤色系大輪品種は高値での相対取引もおこなわれている。カーネーションの主力品種は、ピンク~淡色系の花色が中心で、赤色系大輪品種は通年での需要は比較的少ない。このため、生産現場の一部では、一斉収穫の短期栽培が試みられている。しかし、前年秋定植となるこの作型は、6カ月以上の長期の栽培期間を要するうえ、開花時期が遅れると価格が暴落する危険性を伴っており、定植時期の決定や品種選定が難しい等の問題がある。

カーネーションについては、低温や長日処理が開花を促進すること(1)~(12)が知られているが、この時期の作型について検討した報告(10)(12)は数少ない。

そこで栽培の安定化および作期の短縮を目的として、赤色系大輪品種について、この時期の一回摘芯栽培における開花特性および、長日処理・温度管理方法が開花時期におよぼす影響について検討をおこなった。

II. 材料および方法

(試験1) 長日処理が開花期および切花形質に及ぼす影響

‘フランシスコ’他赤色系大輪品種10品種(Table1)を供試し、開花特性、切花形質について比較をおこなった。また、‘フランシスコ’‘タンガ’‘ネルソン’の3品種については、摘芯2週間後から発蕾期まで(11月29日~2月10日)16時間日長(4:00a.m.~8:00p.m.)の長日処理区を設定し、自然日長との比較栽培をおこなった。

1991年11月1日に発根苗をパイプハウスに定植した。11月15日に摘芯し、3本仕立てとした。栽植距離

は80cmベッドに株間20cmの8条植えとし、1品種24株を調査した。最低夜温は10℃を確保した。定植時にくみあい被覆燐硝安加里ロング140(14-12-14)を4kg/a、摘芯後にくみあい燐加安CDU(15-15-15)を3kg/a施用した。収穫調査は翌年6月20日までおこなった。

(試験2) 夜温5℃管理が開花期および切花形質に及ぼす影響

Table3の赤大輪5品種を供試した。砂上げ定植、摘芯後、最低夜温5℃のパイプハウスでそれぞれ7週間(以下、7週区)、9週間(9週区)、11週間(11週区)栽培した後、夜温10℃のハウスへ入室加温した。対照として摘芯後直ちに夜温10℃のハウスへ入室加温する区を設定した。なお、どちらの夜温においても、日中は20℃以上で側窓を換気して管理した。

各品種の到花日数を考慮し、1992年9月14日に‘ネルソン’‘レイコ’21日に‘イアゴ’、28日に‘フランシスコ’‘タンガ’の挿し芽を各々おこない、挿し芽から4週間後プランターに砂上げ定植し、さらに2週間後に摘芯し、所定の処理を開始した。1プランター(65×20×

H15cm)6株植え3本仕立てとし、1処理、6株×3反復計18株とした。プランター用土はピートモス培土:赤土:腐葉土を5:4:1の割合で配合し、くみあい被覆燐硝安加里ロング100を3g/l、ロング270を1g/lの割合で施用した。収穫調査は翌年6月10日までおこなった。

III. 結果

(試験1) 品種の開花特性と長日処理が開花期および切花形質に及ぼす影響

供試品種の自然日長下における開花開始日は、最も早い‘フランシスコ’で4月15日(開花終5月20日、平均開花日5月1日、平均開花日までの到花日数168日)、最も遅い‘レッドコルソ’で5月18日(開花終6月20日、平均開花日5月29日、到花日数199日)であった(Table1)。また、‘フランシスコ’‘タンガ’‘イアゴ’‘ウィリアムシム’‘タウルス’で、1割程度がく割れが発生した。

長日処理を行うことにより、‘フランシスコ’で10

Table 1. Flowering and cut flower qualities of red standard type carnation (Experiment 1).

Cultivar	Average flowering date ± SE	Cut flower		No. of Stem*		Rate of split calyx %
		length cm	Weight g	nodes	Strength °	
Francesco	May1 ± 7.9	77	48	10.9	0.2	9.2
Tanga	3 ± 6.5	82	50	10.5	0.1	7.5
Ariane	6 ± 6.8	85	60	10.9	0	0
Iago	6 ± 9.2	81	49	10.3	0.2	9.7
William Sim	9 ± 9.1	96	63	12.3	3.5	11.9
Espana	16 ± 8.4	91	57	11.6	0.2	0
Taurus	18 ± 7.8	89	68	12.5	0	9.9
Nelson	22 ± 6.2	96	57	12.5	0.2	0
Tornado	29 ± 5.6	92	65	15.1	0	0
Red Corso	29 ± 5.7	102	76	12.8	0.2	0

Rooted cuttings were planted Nov. 1 1991, and the night temperature was controlled at 10° C. Experiment terminated Jun. 20 1992.

*Stem strength : Degrees divergent from horizontal at the 60cm stem length.

Table 2. Comparison on the effects of long day treatment on flowering and cut flower characters of carnation(Experiment 1).

Cultivar	LD * treatment	Average flowering date ± SE	Cut flower		No. of nodes	Stem** Strength °	Rate of split calyx %
			length cm	Weight g			
Francesco	Yes	Apr.21 ± 9.0	75	38	9.9	1.4	12.1
Tanga	Yes	Apr.28 ± 9.0	85	44	10.3	0.6	2.2
Nelson	Yes	May 8 ± 11.1	92	49	12.2	0.9	0
Francesco	No	May 1 ± 7.9	77	48	10.9	0.2	9.2
Tanga	No	May 3 ± 6.5	82	50	10.5	0.1	7.5
Nelso	No	May 22 ± 6.2	96	57	12.5	0.2	0

*LD treatment : Long day treatment (16hr.photoperiod)

**Stem strength : Degrees divergent from horizontal at the 60cm stem length.

Table 3. Treatment design and growth of shoots at the beginning time of 10° C heating (Experiment 2).

Cultivar	Duration of 5° C night temperature	Date of pinching	Date of beginning of 10° C heating	Growth of shoots	
				Length (cm)	No. of nodes
Nelson	0weeks	Oct.26	Oct.26	--	--
	7	Oct.26	Dec.14	11.2	5.5
	9	Oct.26	Dec.28	11.5	6.5
	11	Oct.26	Jan.11	14.4	7.2
Reiko	0weeks	Oct.26	Oct.26	--	--
	7	Oct.26	Dec.14	10.2	4.8
	9	Oct.26	Dec.28	11.4	6.1
	11	Oct.26	Jan.11	12.6	6.9
Iago	0weeks	Nov. 2	Nov. 2	--	--
	7	Nov. 2	Dec.21	7.5	4.4
	9	Nov. 2	Jan. 4	11.2	5.7
	11	Nov. 2	Jan.18	11.1	6.2
Francesco	0weeks	Nov. 9	Nov. 9	--	--
	7	Nov. 9	Dec.28	7.4	4.2
	9	Nov. 9	Jan.11	9.1	5.2
	11	Nov. 9	Jan.25	11.5	6.4
Tanga	0weeks	Nov. 9	Nov. 9	--	--
	7	Nov. 9	Dec.28	6.7	4.3
	9	Nov. 9	Jan.11	9.4	5.3
	11	Nov. 9	Jan.25	11.0	6.3

The cutting was done on Sep. 14 1992 for 'Nelson' and 'Reiko', on Sep. 21 for 'Iago', and on Sep. 28 for 'Francesco' and 'Tanga'. And rooted cuttings were planted after 4weeks from cutting. The pinching was done after 2weeks from planting.

Table 4. Effects of duration of 5° C night temperature on flowering and qualities of cut flower of carnation (Experiment 2).

Cultivar	Duration of 5° C night temperature	Average * flowering Date ± SE	Cut flower		No. of nodes	Rate of split calyx %
			length cm	Weight g		
Nelson	0weeks	Apr.30b ± 7.3	88	59	13.2	3.7
	7	23a ± 9.0	79	53	11.6	3.9
	9	24a ± 5.4	82	57	11.5	1.8
	11	May 3c ± 3.9	91	63	12.8	4.0
Reiko	0weeks	Apr.22a ± 8.1	83	61	10.7	0
	7	21ab ± 6.2	84	56	10.7	0
	9	27b ± 4.9	86	57	11.1	2.0
	11	May 8c ± 4.5	93	65	12.2	1.9
Iago	0weeks	Apr.24a ± 4.4	68	56	10.0	0
	7	27ab ± 4.9	73	55	9.3	2.9
	9	May 2b ± 4.2	77	59	9.5	0
	11	10c ± 3.3	83	64	10.0	0
Francesco	0weeks	Apr.28a ± 5.1	72	51	10.5	0
	7	28a ± 5.2	72	49	9.9	0
	9	May 7b ± 3.6	76	53	10.3	0
	11	14c ± 4.6	79	54	10.6	0
Tanga	0weeks	May 1a ± 5.1	76	50	10.2	4.0
	7	2a ± 5.6	75	50	9.6	0
	9	7b ± 3.3	78	52	9.8	0
	11	16c ± 3.6	83	53	10.3	7.7

*Data based on Duncan's multiple range test at p=0.05. Experiment terminated Jun. 10 1993.

日、‘タンガ’で5日、‘ネルソン’で14日開花が前進した(Table2)。しかし、長日処理により、開花は揃いは悪くなる傾向があった。‘フランシスコ’では長日処理区で節数が少なくなる傾向がみられた。どの品種においても、長日処理区では切花重が小さく下垂度が大きくなり、やや軟弱になる傾向がみられた。

(試験2) 夜温5℃管理が開花期および切花形質に及ぼす影響

10℃加温開始時の節数は7週区では4.2~5.5節、9週区では5.2~6.5節、11週区では6.2~7.2節であった(Table3)。

夜温を5℃で管理することにより、対照区より開花時期が早まったのはネルソンの7週区、9週区のみであった。その他の品種では、7週区で対照区とほぼ同時期の開花となり、9週区および11週区では開花時期が遅くなった。またどの品種においても、9週区と11週区では、対照区および7週区より、開花が揃う傾向があった。切花長は、開花時期が遅くなるほど大きくなる傾向があった。節数は‘レイコ’以外の品種では、夜温5℃に遭遇させることにより、対照区と同じかやや減少した。また、節間長は夜温5℃期間が長い区ほど、長くなる傾向がみられた(Table4)。

IV. 考 察

試験1における、‘フランシスコ’他10品種を供試した、11月初旬定植の1回摘心栽培では、摘心後の到花日数は一番早い‘フランシスコ’の167日(自然日長)から、一番遅い‘レッドコルソ’の195日まで要した。この年の母の日は5月10日に当たり、5月1日前後に採花のピークが来ることが理想と思われた。この時期に開花したのは、‘フランシスコ’(自然日長)と‘タンガ’(自然日長、長日処理)のみであった。この結果から、これ以外の品種の母の日出荷には、さらに早い時期の定植、摘心が必要と思われた。また、この時期の栽培では、切花形質面などで商品性に大きな問題のある品種は見られず、到花日数が短い理由から‘フランシスコ’‘タンガ’‘イアゴ’がこの作型に適していると思われた。

試験1では、品種間差はあるものの長日処理により開花が前進した。長日処理により、切花がやや軟弱となる傾向があったが、商品性に影響するほどではないと思われた。長日処理は11月29日からネルソンの発蕾の2月10日まで73日間おこなった。肥田(10)は‘コーラル’等を供試し、母の日切り短期栽培には2~3ヶ月の

電照が最も有効であったとしており、今回の結果と一致している。佐藤(4)愛知農総試(11)は、長日処理の開花促進効果はほとんどの品種でみられるが、品種間差異があるとしている。今後は、栽培する品種毎のより効果的な長日処理方法を検討する必要があると思われる。

試験2の結果から、この作型ではほとんどの品種で、摘心直後から10℃加温を開始しても、夜温5℃で7週間管理した後に開始しても、開花時期が変わらないこと、さらに、一部の品種では、摘心後7~9週間夜温5℃で管理することにより開花時期が早まる、ということが明かにされた。節数の減少からも5℃の低温は花芽分化に促進的に働いたと考えられる。

カーネーションの花芽分化にはある程度の低温が好適と考えられている。この結果は、Abou(1)のシム系品種で節数8節から5℃の低温を3週間以上与えると、開花が早まったという報告がある。森岡ら(12)の秋定植の短期栽培では、遅れて13℃の加温を開始したほうが早くから加温開始するよりも開花時期が早まった、という報告と一致した。

低温を与えることで開花期間が揃う傾向もあり、秋定植一回切りのこの作型では、本試験のような温度管理法が暖房経費の節減等にも有効であると思われるが、最低夜温5℃ではシュートの初期の伸長も遅れる傾向があり、今後は低温を与える時期や花芽分化の最適温度等について検討し、効率の良い温度管理方法を確立する必要がある。

母の日出荷の一回切り栽培は、比較的長期の栽培期間を要し、暖房経費もかかるうえ、開花が遅れると価格が暴落する恐れのある作型である。小山ら(13)は、つぼみ切りカーネーションの貯蔵技術がこの時期の出荷に利用できるとし、‘コーラル’はつぼみ切り貯蔵で12週間程度の貯蔵が可能であるとしている。母の日の年による違い等を考慮すると、開花の目標時期を早目にとり、この技術を取り入れた処理方法を開発する必要がある。

V. 摘 要

母の日出荷の作型における、作期の短縮と安定化栽培を目的とした以下の試験をおこなった。

1. ‘フランシスコ’他10品種の11月初旬定植一回摘心栽培は、4月末から5月末の開花となった。到花日数が短いことなどから、‘フランシスコ’‘タンガ’‘イア

ゴ'がこの作型に適すると思われた。摘心2週間後から73日間の長日処理(16時間日長)は品種間差はあるものの、開花促進効果があった。

2. 1.と同様の作型では、'フランシスコ'他3品種では摘心直後から10℃加温を開始しても、夜温5℃で7週間管理した後開始しても、同時期の開花となった。'ネルソン'では、夜温5℃で7~9週間管理することで開花が早まった。節数は夜温5℃に遭遇することにより減少し、花芽分化が促進されたと考えられた。

引用文献

- 1 ABOU DAHAB,A.M.1967.Effect of light and temperature on growth and flowering of carnation, Medede lingen Landbouwhogeschool,Wargeningen,The Netherland. 67-13.
- 2 CHENG,L.H.and R.W.LANGHANS.1971.Floral initiation,development,and associated phenomena of *Dianthus cariophyllus* L.Part 1 Effect of photo period. J.Amer.Soc.Hort.Sci.96(4).504-509.
- 3 JHONSON,C.R.and J.R.HAUN 1972.Interation of soil temperature and daylength on growth and flowering of carnations.Hort.Sci.7(4).414-416.
- 4 佐藤義機 .1976.カーネーションの計画的生産に関する研究(第2報),香川県農業試験場研究報告第28号, 1-7.
- 5 堀川法隆・佐藤義機 .1977.カーネーションの計画的生産に関する研究(第3報),香川県農業試験場研究報告第29号,10-16.
- 6 堀川法隆・佐藤義機 .1978.カーネーションの計画的生産に関する研究(第4報),香川県農業試験場研究報告第30号,6-12.
- 7 堀川法隆 .1982.カーネーションの計画的生産に関する研究(第5報),香川県農業試験場研究報告第34号,6-10.
- 8 HARRIS,G.P.and J.E.GRIFFIN.1961.Flower initiation in the carnation in response to photoperiod. Nature,191,614.
- 9 米村浩次ら .1981.スプレイカーネーションの定植時期と日長条件の違いが生育、開花に及ぼす影響,愛知県農 総試研究報告13号,235-242.
- 10 肥田和夫 .1977.カーネーション作型に関する試験(4)短期栽培母の日切電照試験,昭和51年度花き試験成績概要(東海関西地域).80(未発表).
- 11 愛知農総試 .1986.スプレイカーネーションの品種特性(1)日長反応の品種特性,昭和62年度花き試験成績概要(関東東海).(未発表).
- 12 森岡公一ら .1981.カーネーションの品種生態に関する試験(2)暖房開始時期が生育開花に及ぼす影響,昭和57年度花き試験成績概要(北陸東海近畿).56(未発表).
- 13 小山佳彦ら .1994.つぼみ切りカーネーションの貯蔵および開花法,園学雑 .63(1),211-217.

グラジオラス球根生産の赤斑病に関する研究 (第1報) 赤斑病の発病推移

富田恭範・千葉恒夫・宮崎康宏

キーワード: グラジオラス, キュウコンセイサン, セキハンビョウ, ハッセイスイイ, トラベラー

Studies on gladiolus brown spot in bulbous production I. Development of gladiolus brown spot

Yasunori TOMITA, Tsuneo CHIBA and Yasuhiro MIYAZAKI

Summary

We investigated the development of gladiolus brown spot in bulbous product of four years since 1991.

The gladiolus bulbous product has been influenced by this serious disease. The examined fields were used three places. First field which was not sprayed in horticultural institute, was named A. Second and third field which was sprayed customarily, was named B and C.

1. The gladiolus brown spot occurred first from the middle of May to the last ten days of May in "Traveler". And in "Huntingsong" this disease appeared first from the last ten days of May to the first ten days of June. The above first Occurrence of gladiolus brown spot was seemed about the last ten days of May.

2. First occurrence of the gladiolus brown spot in B and C fields was latter than in A field. This reason was seemed that B and C fields were sprayed customarily.

3. After first occurrence the gladiolus brown spot was developed suddenly in the rainy season. The proportion of diseased leaf in "Traveler" was above 50 percent at July.

I. 緒言

茨城県のグラジオラス球根生産は、1992年の農水省の花き類出荷事情調査(1)によれば、63haの栽培面積を有し、全国132haの約48%を占め、県別で第1位となっている。

この球根養成栽培(2)は、3月下旬に木子を播種し、10月上旬に球根を掘り上げるまで約6ヶ月間を要し、栽培期間中に梅雨や秋雨期間があって各種の病害が発生しやすい。そのうち赤斑病 [*Curvularia lunata* (WAKKER) BOEDIJN](4)は、特に本県では栽培期間中を通して最も重要な病害であり、発病による球根肥大

の抑制や枯死株を生じる。

筆者らは、1991年から4年間農水省の花き類病害虫発生予察実験事業の中で、グラジオラスを対象に病害虫の発生予察法を開発するための基礎調査を実施してきた。調査はまだ継続中であるが、グラジオラス赤斑病の発病推移について2、3の知見が得られたので報告する。

II. 材料および方法

調査3圃場の各年次における品種、播種、収穫日および防除状況についてTab.1に示した。いずれの圃場と

Table 1. The general investigation field condition.

Field	Assessment year	Cultivar	Seeding	Harvest	Control
A. Iwama (Horticultural Institute)	1991	Traveler	15 April	28 October	No spray
	1992	Traveler	31 March	29 October	No spray
	1993	Traveler	2 April	6 October	No spray
		Huntingson	2 April	6 October	No spray
	1994	Traveler	31 March	6 October	No spray
		Huntingson	31 March	6 October	No spray
B. Minori	1991	Traveler	early in April	October	Customary spray
	1992	Traveler	early in April	October	Customary spray
	1993	Traveler	early in April	October	Customary spray
	1994	Traveler	early in April	October	Customary spray
C. Ami	1992	Huntingson	April	October	Customary spray
	1993	Huntingson	early in April	October	Customary spray
	1994	Huntingson	early in April	October	Customary spray

もグラジオラスの連作を行わず、毎年畑を変えて栽培した。なお岩間町の園芸研究所内 A 圃場では無防除で、美野里町 B 圃場、阿見町 C 圃場では栽培者慣行で薬剤防除を行った場合における赤斑病の発病推移を調査した。施肥、栽培管理は、A 圃場では県耕種基準に準じて、B および C 圃場では栽培者の慣行で行った。

調査方法として、A 圃場は無作為に 100 株を抽出し、発芽揃い期以後から収穫まで約 10 日間隔で発病調査を実施し、発病株率および発病葉率を算出した。また、現地圃場の B 圃場および C 圃場は、50 株を抽出し、約 15 日間隔で同様の調査を行った。なお、1992 年 7 月に園芸研究所内 A 圃場で赤褐色斑点を呈した罹病葉を採取し、病原菌の同定および病原性について検討した。

Ⅲ. 結果

1992 年 7 月に採取した赤褐色斑点を呈するグラジオラス罹病葉から常法により病原菌の分離を行い、高率に分離された菌を PSA 培地上において 25℃ で培養後、形成された分生胞子の形態を光学顕微鏡で観察した。その結果、分生胞子は茶褐色で 1~3 個の隔膜を有し、第 3 番目の細胞が最も大きくこの部分でわん曲していた。胞子の大きさは、20.0~32.5 μm × 12.5~25.0 μm (平均 27.8 × 16.1 μm) であった。また、PSA 培地上で形成した分生胞子を 5 × 10⁶ 個/m^l に調整し、ポットに生育させた 4 葉期のグラジオラスに噴霧接種した結果、室内で 7 日後に赤褐色小斑点を生じて病原性を確認した。

次に、赤斑病の各圃場における発病株率および発病葉率の推移を品種別に Fig.1 から Fig.8 に示した。

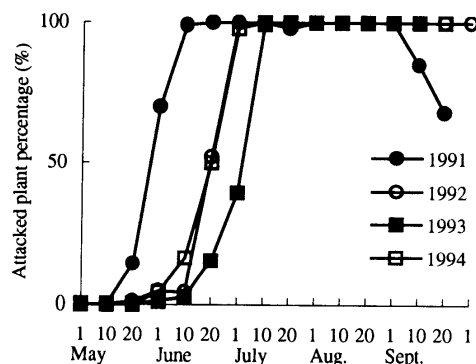


Fig.1. Development of proportion of gladiolus brown spot plant in "Traveler" at a field.

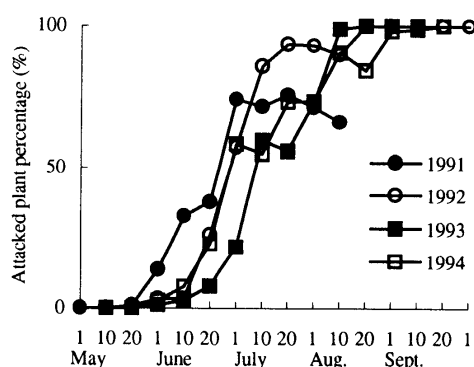


Fig.2. Development of proportion of gladiolus brown spot leaf in "Traveler" at A field.

1. 園芸研究所 A 圃場

品種トラベラーでの初発生の確認日は、1991 年が 5 月 23 日、'92 年 5 月 20 日、'93 年および '94 年 5 月 31

日と、4年間とも5月20日から31日の間であった。次に、初発後の発病株率の推移は、'91年5月下旬が14%であったのが6月上旬には70%となったように、各年次で時期はやや異なるが5月下旬～7月中旬にかけて前回の調査日より急激に発病進展する期間がみられた(Fig.1)。

また発病葉率も'91年でみると株率の急速上昇よりやや遅い6月下旬から急速に進展し、7月上旬には73.9%となったように、各年次とも7月までには最大に近い発病葉率となった(Fig.2)。

ハンティングソングでは、初発生の確認日が'93年6月11日、'94年5月31日とトラベラーとほぼ同じかやや遅い傾向であった。初発後の発病株率および発病葉率の推移も、トラベラーとほぼ同様な期間に急激な発病進展がみられた(Fig.3,4)。

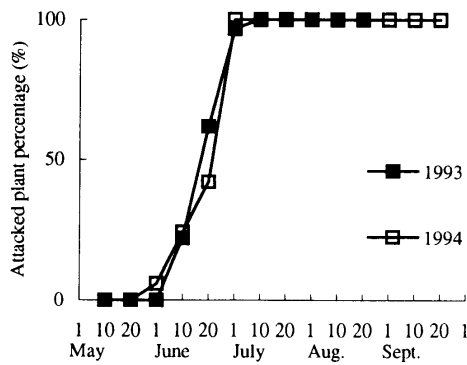


Fig.3. Development of proportion of gladiolus brown spot plant in "Huntingsong" at A field.

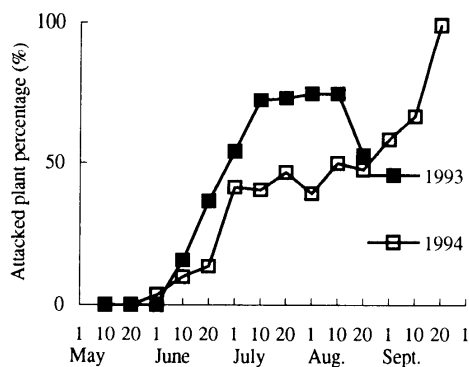


Fig.4. Development of proportion of gladiolus brown spot leaf in "Huntingsong" at A field.

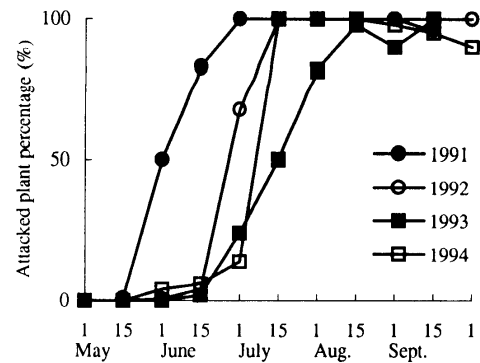


Fig.5. Development of proportion of gladiolus brown spot plant in "Traveler" at B field.

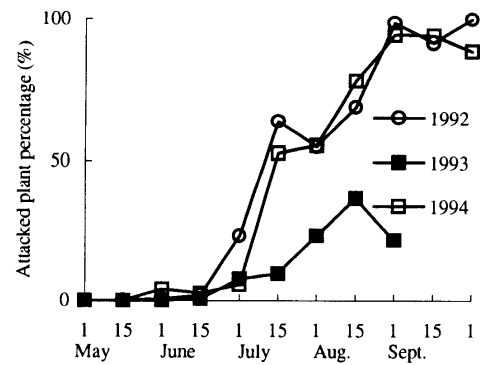


Fig.6. Development of proportion of gladiolus brown spot leaf in "Traveler" at B field.

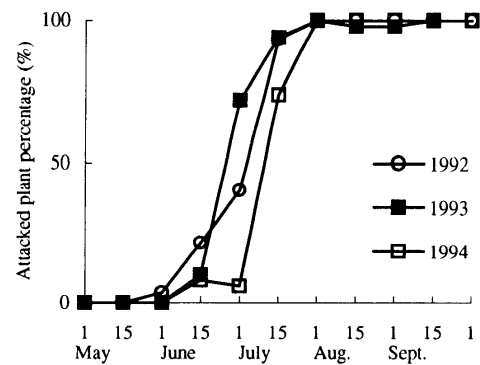


Fig.7. Development of proportion of gladiolus brown spot plant in "Huntingsong" at C field.

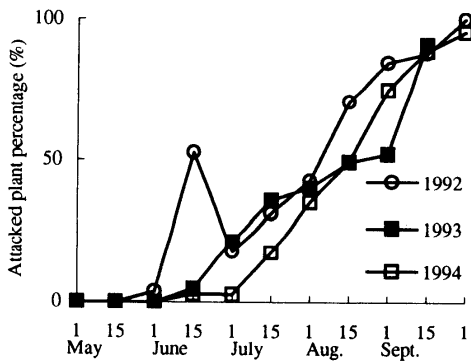


Fig. 8. Development of proportion of gladiolus brown spot leaf in "Huntingsong" at A field.

2. 美野里町B圃場

トラベラーの初発生確認日は、4年間とも5月23日から6月25日の間と園研A圃場に比較してやや遅い傾向であった。初発生後の発病株率の推移は、各年次とも園研A圃場と同様に5月下旬~7月下旬の間でそれぞれ急激な発病進展期間が認められた (Fig. 5)。しかし、園研の無防除に比べ現地では葉率の上昇がやや緩慢で、前者のような短期間に急速な上昇傾向とはならなかったが、7月には50%を超える高い発病率となった (Fig. 6)。

3. 阿見町C圃場

ハンティングソングでの初発生確認日は、4年間とも6月5日から6月25日の間と園研A圃場よりかなり遅れた。初発生後の発病株率の推移は、4年間とも園研A圃場と同様に6月下旬~7月下旬の間でそれぞれ急激な発病進展期間が認められた (Fig. 7)。また発病率も前述の美野里B圃場と同様の傾向を示し、'92年が8月に、'93および'94年が9月に50%を超える高い発病率となった (Fig. 8)。

IV. 考 察

グラジオラス赤斑病は、内藤・大内(1956年)により日本での初発生が報告された(3)。病原菌は、*Curvularia Lunata* (WAKKER) BOEDIJNで、内藤らが分離した菌と園研A圃場より分離された菌の分生胞子の大きさおよび形態を比較すると、内藤らの20.0~37.5 $\mu\text{m} \times 8.7\text{--}17.5 \mu\text{m}$ (平均24.6 \times 13.2 μm) に対し、筆者らは20.0~32.5 $\mu\text{m} \times 12.5\text{--}25.0 \mu\text{m}$ (平均27.8 \times 16.1 μm) とほぼ一致した。また、1~3個の隔膜を有し3番目の細胞で屈曲している点は同じであることから、本病原菌は *Curvularia Lunata* (WAKKER) BOEDIJN で

あり、赤斑病であることが明らかであった。

さらに、内藤らは香川県で6月上旬から11月下旬頃まで発生が認められ、本菌を培養して形成させた分生胞子の発芽温度は、11~35°Cで発芽可能とし、菌の発育最適温度は25~30°Cで、培地上で形成した分生胞子をグラジオラスの葉に噴霧接種した結果、潜伏期間は2~4日前後であると報告した。一方、筆者らの噴霧接種の結果では、室温で接種後7日目に病徴を生じ、内藤らとやや異なった。このため、本菌の潜伏期間は温度条件などにより差が生じるものと思われ、今後発病進展条件との関連など、さらに詳細な検討が必要と思われる。

このようにグラジオラス赤斑病は、高温を好むものの、低温でも分生胞子が発芽するなど感染期間が長いと思われ、また感染すると短期間で急速に発病進展したものと思われる。

さらに、1947年にアメリカ・フロリダの切花栽培で数百エーカーの被害を出したと報告し(5)、本病は高温と多湿により多発生し、特に夏季の温度が18~32°Cでひんぱんな降雨と露が多い地域に発生するとしている(6)。

一方、本県球根養成栽培における赤斑病の発生推移についての調査結果では、無防除とした園研A圃場では、赤斑病の初発生がトラベラーで5月中~下旬、ハンティングソングで5月下~6月上旬とみられ、5月中旬以降が赤斑病の初発生時期であると推察された。この場合、トラベラーの初発生期間とその時の平均気温の関係 (Tab. 2) についてみると、平均気温が15~20°Cの範囲で初発生がおこるものと思われたが、その他の気象要因との関係についてはさらに検討していく必要がある。

Table 2. The relation between first occurrence and average temperature in "Traveler".

Year	Time of first occurrence	Average temperature
1991	in late May	17.1 °C
1992	in middle May	14.8
1993	in late May	18.2
1994	in late May	19.7

各圃場間での年次ごとの初発生確認日の差異をみると、園研A圃場より美野里B圃場で0~25日、阿見C圃場で14~24日発生が遅かった。これは、BおよびC圃場で農家慣行の防除を行っており、それが影響したものと思われる。

次に、園研A圃場におけるトラベラーの発病株率お

よび葉率と平均気温, 最低気温, 最高気温, 降水量および降雨日数との関係について検討してみたが明確な相関は認められなかった。しかし, Fig.9 に示した1994年のトラベラーでの発病株率, 葉率および降水量の関係から, 6月中旬のまとまった降雨が発病進展を助長したものと推察された。この傾向は4カ年とも認められた。

以上のように, A, BおよびC圃場とも発病進展は, 水平進展である発病株率が上昇し, その後に発病葉率が上昇して, 発病が垂直進展するものと思われた。

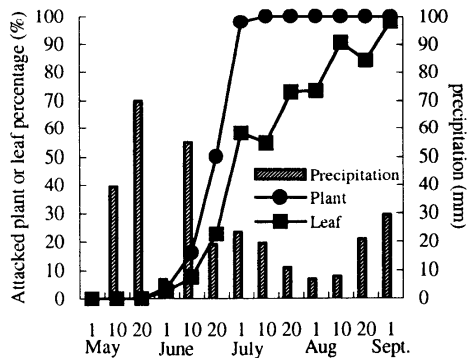


Fig.9. The relation between attacked plant leaf percentage and precipitation(1994)

V. 摘要

グラジオラス球根養成栽培における赤斑病の発病について調査した。結果の摘要は次のとおりであった。

1. 球根養成栽培における赤斑病の初発生時期は, トラベラーで5月中~下旬, ハンティングソングで5月下旬~6月上旬とみられ, 両品種とも5月中旬以降であった。

2. 初発生後の発病進展は, トラベラー, ハンティングソングとも6月中旬のまとまった降雨が進展を助長したものと想われた。なお, トラベラーでは7月までに発病葉率が50%と最大値に近くなった。
3. 以上のことより, 赤斑病は降雨の後に発病株率の急激な上昇がみられ, その後間もなく発病葉率の上昇がみられた。なお, 現地圃場では慣行の薬剤防除のため発病進展が緩慢であったと思われる。

謝辞 当調査研究の実施に当たり, 調査圃場の提供に快諾いただいた福岡実氏, 大野正一氏, 調査圃場の選定に便宜を戴いた土浦, 江戸崎, 水戸各地域農業改良普及センターの関係者, 現地調査に労を煩わせた農業総合センター大山忠夫技師, 武田光男技術員及び大野英昭技手, 本稿のとりまとめにご助言とご校閲を賜った当所中垣至郎所長の各位に厚くお礼を申し上げます。

引用文献

1. 茨城県編.1994. 茨城の園芸.
2. 茨城県農林水産部編.1992. 花き耕種基準.
3. 内藤中人・大内成志・1956. 香川県立農科大学学術報告 7(2):135~140.
4. 日本植物病理学会編.1993. 日本有用植物病名目録 (II) 第3版 .P82. 日本植物病理学会.
5. PASCAL P. PIRONE.1978 Diseases and Pests of Ornamental Plants 5thEd. P280. A WILEY-INTERSCIENCE PUBLICATION. New York.
6. U. S. Dept. Agr. Yearbook.1953,606~607.