

ISSN 0919-4975

BULLETIN  
OF THE  
HORTICULTURAL INSTITUTE,  
IBARAKI AGRICULTURAL CENTER

NO. 13  
March 2005

---

---

# 茨城県農業総合センター 園芸研究所研究報告

第13号  
平成17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  
AGO,IWAMA,NISHI-IBARAKI,319-0292 JAPAN

茨城県農業総合センター  
園芸研究所研究報告第13号

**所長**

小川 吉雄

**編集委員長**

佐久間文雄

**編集委員**

江橋賢治 鈴木雅人 本図竹司  
河野 隆 長塚 久 鹿島恭子  
中西 宏

茨城県農業総合センター  
園芸研究所研究報告 第13号

目 次

欧州系ブドウに対する根域制限と新梢に対する摘心が生育および果実品質に及ぼす影響 寺門 巖・江橋賢治	1
半促成メロンの4月穫り栽培における品種選定および保温方法 金子賢一・小河原孝司・薄 史暁・佐久間文雄	11
チンゲンサイのビタミンC, 糖, 硝酸含量に及ぼす品種, 栽培条件の影響 池羽智子・貝塚隆史・石井 貴・鹿島恭子	17
鉢物用カーネーションの品質保持に及ぼす観賞時の光強度の影響 駒形智幸・高城誠志・本図竹司	25
数種花壇苗の生育, 開花に及ぼす播種時期ならびに栽培温度の影響 駒形智幸	31
トルコギキョウの土壤病害虫に対する太陽熱土壤消毒と熱水土壤消毒の防除効果 富田恭範・小河原孝司・市村 勉・長塚 久	43
「昆虫工場」プラント内のホルマリンを使用しないウイルス不活化方法 西宮智美・中西 宏	49

# 欧州系ブドウに対する根域制限と新梢に対する摘心が生育および果実品質に及ぼす影響

寺門 巖・江橋賢治

## The Effect of Rooting Zone Restriction and Pinching the Shoot on European Grape for Growth and Fruit Quality

Iwao TERAKADO and Kenji EBASHI

### Summary

The effect of the rooting zone restriction and pinching the shoot on European grape for growth and fruit quality was examined.

1. After the root cutting and the root restriction by the soil dressing for European grape that was planted in even ground, the fine roots in the surface layer increased and berry enlargement was stimulated.
2. As the pinching position approached the bunch, the berry enlargement was stimulated. When the lateral shoot of the node from the bunch to the tip was made to be 1 leaf and the lateral shoot of the node from the bunch to the base was made to be 5 leaves, berry enlargement was stimulated.
3. As the pinching position approached the bunch, the dry matter rate of the fruit increased and the efficiency of the fruit production was heightened.
4. The leaf area changed with the pinching position. Pinching at 1 leaf for the lateral shoot from the bunch to the tip of the shoot increased the leaf area of the lateral shoot of the node from the bunch to the base by more than 2 leaves.
5. The sugar which was found the most in the shoot was sucrose. Pinching the 5th-nodes from the bunch increased the starch and sucrose content better than the bunch position pinching.

These results suggested that a combination of rooting zone restriction and pinching on European grape could heighten the efficiency of the fruit production and produce high-quality fruit.

キーワード：欧州系ブドウ，根域制限，摘心，生育，果実品質

## I. 緒言

本県のブドウ経営は、首都圏から近いという立地条件を活かして観光直売型の生産が行われており、生産者と都市住民との交流が図られている。現在のブドウの販売品種は「巨峰」が8割以上を占め、主力品種となっている。しかし、「巨峰」は全国的に過剰基調にあり、消費者ニーズは、食べやすさから「種なし」ブドウや「皮ごと食べられる」ブドウ、珍しさから「色や形の異なった」ブドウなど多様性を求める傾向が強

まっている。現地では、これらの消費者ニーズに応えるため、色・形・食感等が変化に富んでいる欧州系ブドウの導入が試みられてきた。しかし、欧州系ブドウは若木時に徒長的に生育し、凍寒害や発芽不良、花穂着生率の低下などがみられるなど、現地への定着に当たっては問題点が多い。

そこで、欧州系ブドウに対する根域制限と新梢に対する摘心が生育および果実品質に及ぼす影響を検討した。

## II. 材料および方法

### 試験1. 欧州系ブドウ‘マリオ’に対する根域制限が果実品質および根群分布に及ぼす影響

樹勢が非常に強いことから新梢管理に苦慮し、果粒肥大が芳しくなかった平植えの欧州系ブドウ‘マリオ’（8年生、台木テレキ5BB）に対し、1994～1996年にかけて、断根および客土による根域制限を試みた。

まず、1年目（1994年4月）に主幹を中心に縦横3.6mの位置を深さ50cmでトレンチャーにより断根後、腐葉土を5cm厚に客土し、根域を制限した。続いて、2年目（1995年3月）に用土（黒土：腐葉土＝1：1）をほぼ5cm厚に客土し、3年目（1996年4月）には縦横3mの位置をさらに断根し、用土（黒土：腐葉土＝1：1）をほぼ5cm厚に客土した。

栽培方法は、鉄骨フッ素樹脂フィルムハウス栽培で、短梢せん定とした。3月上旬に加温開始後、最低温度を10℃から徐々に上げていき、開花期（5月上旬）以降は18～20℃で管理した。灌水は、灌水チューブを根域制限区域に40cm間隔に設置し、土壌深5cmのpF値2.2を目標に1回の灌水量5mmを限度として流量計で確認しながら、午前中に2～3回に分けて行った。

#### 1) 根域制限が灌水量に及ぼす影響

1994、1995年の成熟期（ベレーゾーンから収穫期まで）の灌水量を測定した。

#### 2) 根域制限が果実品質に及ぼす影響

1994～1996年の9月に果房重・1粒重・糖度・酸含量・裂果粒率の果実品質を調査した。

#### 3) 根域制限が根群分布に及ぼす影響

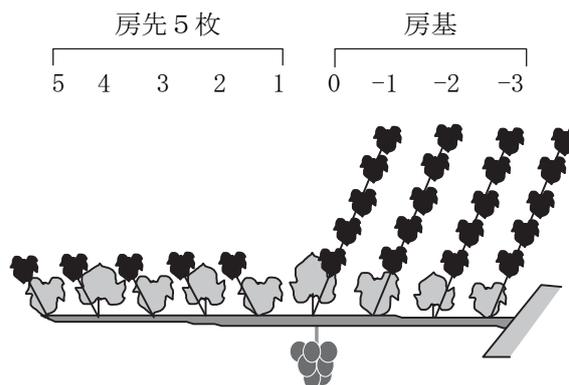
1994、1995年の10月に樹幹から1m離れた8方位について、直径4cm×深さ25cmの円筒状に土壌を採取し、土壌深5cm単位で細根（根径2mm以下）を収集、根長（ルートスキャナ）・生体重・乾物重（90℃30分、その後60℃で通風乾燥）を調査した。

### 試験2. 欧州系ブドウ‘マリオ’に対する摘心が生育および果実品質に及ぼす影響

試験1で用いた欧州系ブドウ‘マリオ’（台木テレキ5BB）を供試した。3月10日に加温を開始し、加温開始後、最低温度を10℃から徐々に上げていき、開花期（5月上旬）以降18～20℃で管理した。満開期にジベレリン25ppmと満開10日後にホルクロルフェニユロン5ppm加用ジベレリン25ppmを花（果）房浸漬した。

1998年に最適な摘心方法を把握するため、欧州系

ブドウ‘マリオ’（12年生、台木テレキ5BB）に対し、新梢の摘心位置および摘心後発生する副梢の管理法について次の処理を行った。すなわち、新梢の摘心位置は房先5枚と房先8枚、副梢の摘心位置は房先が1枚と2枚、着房位置から基部が2枚と5枚の各処理を組み合わせ、計8区の試験区を設けた。摘心方法の例は図1に示した。



房先5枚摘心

図1. 摘心模式図

2000年には欧州系ブドウ‘マリオ’（14年生、台木テレキ5BB）に対し、着房位置摘心（着房節位からの副梢3枚、その他の房基の副梢は全て5枚）および房先3枚摘心（房先副梢1枚、房基の副梢は全て5枚）、房先5枚摘心（房先副梢1枚、房基の副梢は全て5枚）の3区の試験区を設けた。

#### 1) 果実品質に及ぼす影響

1998年9月2～3日および2000年9月4日に各区5果房について、果房重・1粒重・着色（カラーチャート）・糖度・酸含量・縮果症粒率の果実品質を調査した。

#### 2) 器官別乾物重および構成比に及ぼす影響

果実収穫後の1998年9月11～18日および2000年9月18日に各区5本の新梢について葉・茎・果実の各器官に分解し、90℃30分、その後60℃で通風乾燥して乾物重を計量した。

#### 3) 新梢長および葉面積に及ぼす影響

1998年に各区5本の新梢について収穫後の9月11～18日に新梢長・葉面積を調査した。

2000年には各区5本の新梢について開花期の5月4日に新梢長、収穫後の9月18日に新梢長および葉面積を調査した。

#### 4) 摘心後の新梢の再伸長量に及ぼす影響

2000年に新梢に対する摘心を行った各区10本の新

梢について、摘心を行った30日後と60日後に再伸長した部分の芽かきを行った。摘心後の新梢の再伸長量を5月25日から10日ごとに測定した。

### 試験3. 欧州系ブドウ‘マリオ’に対する摘心が収穫期の新梢の糖・デンプン含量に及ぼす影響

試験1, 2で用いた欧州系ブドウ‘マリオ’（17年生、台木テレキ5BB）に対し、2003年3月18日に加温を開始し、満開期（5月6日）にジベレリン25ppmと満開10日後にホルククロルフェニユロン5ppm加用ジベレリン25ppmを花（果）房浸漬した。

着房位置摘心（着房節位からの副梢5枚、房基の副梢は全て5枚）および房先5枚摘心（房先副梢1枚、房基の副梢は全て5枚）の2区の試験区を設けた。

2003年9月15日に各区20果房について、果房重・1粒重・糖度・酸含量・縮果症粒率・裂果粒率の果実品質を調査した。

果実収穫後の2003年10月12日に各区3本の新梢について、新梢を節毎に採取（図2）後、凍結保存し

た。凍結試料1gをアルコールで抽出後、分別・精製し、糖は高速クロマトグラフィーで、デンプンは分光光度計で定量した。

## Ⅲ. 結果

### 試験1. 欧州系ブドウ‘マリオ’に対する根域制限が果実品質および根群分布に及ぼす影響

#### 1) 根域制限が灌水量に及ぼす影響

成熟期の灌水量は、1994年が165mmで2141ℓ、1995年が366mmで5859ℓとなり、ほぼ倍量の灌水量だった。

#### 2) 根域制限が果実品質に及ぼす影響

根域制限前は1粒重5.9g、房重198gと非常に小さい房で、裂果粒率は16.4%と非常に多かった。しかし、根域制限後、年々果粒が肥大し、3年目には1粒重が15.4gで、房重が686gとなり、裂果粒率も減少した（表1）。

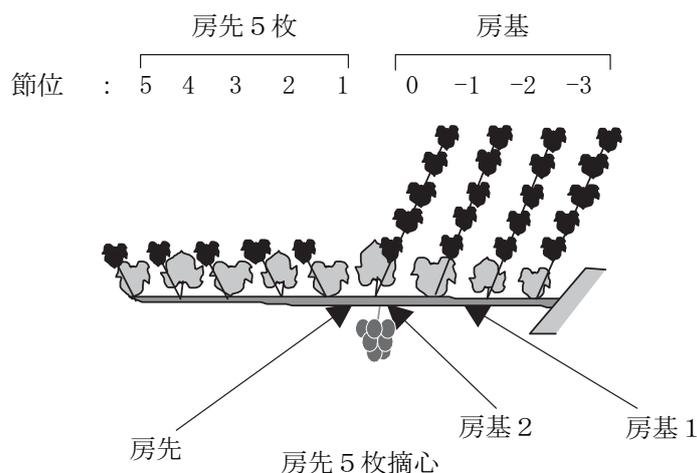


図2. 試料の摂取方法

表1. 根域制限（断根および客土）が果実品質に及ぼす影響

	果房重 (g)	1粒重 (g)	糖度 (Brix%)	酸含量 (g/100ml)	裂果粒率 (%)
平植え（根域制限前）	198	5.9	17.8	0.85	16.4
根域制限（1年目）	426	7.8	17.5	0.49	1.0
根域制限（2年目）	582	13.2	17.8	0.30	0.0
根域制限（3年目）	686	15.4	18.3	0.35	2.3

注) 1年目 樹幹を中心に縦横3.6mの位置を深さ50cmで断根、腐葉土を5cm客土  
 2年目 用土（黒土：腐葉土＝1：1）を5cm客土  
 3年目 用土（黒土：腐葉土＝1：1）を5cm客土

### 3) 根域制限が根群分布に及ぼす影響

根域制限が細根の垂直分布に及ぼす影響を調査したところ、断根および客土を行った6ヶ月後には客土層に根長で全体の21.0%の細根が分布していた。客土を行った2年目には更に客土層の細根が増え、根長で全体の47.7%が分布していた(表2)。

## 試験2. 欧州系ブドウ‘マリオ’に対する摘心が生育および果実品質に及ぼす影響

### 1) 果実品質に及ぼす影響

1998年の試験結果、房先5枚摘心区は、房先8枚摘心区より果房重・1粒重が大きくなった。果粒横径が

肥大し、果粒重は房先8枚摘心区の18.3gに対し、房先5枚摘心区は19.8gで、有意に大きかった(表3)。

房先5枚で摘心を行い、副梢管理を変えた場合、房先の副梢は2枚より1枚の方が1粒重が大きく、房基の副梢は2枚より5枚の方が1粒重が大きかった(表4)。

2000年では、無摘心の対照区は、1粒重が14.7gであったが、摘心を行うことによって果粒肥大が促された。摘心位置を着房位置に近づけることにより、果粒肥大が促され、着房位置摘心区では1粒重が21.5g、最大粒重が27.6gとなった(表3)。

表2. 根域制限(断根および客土)が細根の垂直分布に及ぼす影響

		根長 (m)	分布率 (%)	生体重 (g)	分布率 (%)	乾物重 (g)	分布率 (%)
1年目	客土層	91	21.0	29.0	22.3	2.5	13.7
	0～5cm	227	52.6	68.0	52.3	8.6	48.1
	5～10cm	55	12.9	19.0	14.6	4.1	23.1
	10～15cm	40	9.3	10.0	7.7	2.1	11.9
	15～20cm	18	4.1	4.0	3.1	0.6	3.2
2年目	客土層	185	47.7	34.6	50.0	7.6	42.0
	0～5cm	134	34.5	23.0	33.2	6.0	33.6
	5～10cm	39	10.1	6.5	9.3	3.2	12.8
	10～15cm	17	4.3	3.1	4.5	1.4	7.6
	15～20cm	14	3.5	2.1	3.0	0.7	4.0

注1) 1年目 樹幹を中心に縦横3.6mの位置を深さ50cmで断根、腐葉土を5cm客土  
2年目 用土(黒土:腐葉土=1:1)を5cm客土

注2) 樹幹から1m離れた地点について直径4cmの円柱状に土壌を採取し、細根(根径2mm以下)を収集。

注3) 0cmは、客土層を除いた地表面

表3. 摘心方法が果実品質に及ぼす影響

摘心位置	果房重 (g)	1粒重 (g)	着色 <sup>x)</sup> (c.c)	糖度 (Brix%)	酸含量 (g/100ml)	縮果症 粒率 (%)	最大粒			
							粒重 (g)	縦径 (mm)	横径 (mm)	
1998年	房先8枚摘心	975 <sup>a</sup>	18.3 <sup>a</sup>	7.5	16.4	0.27	3.7 <sup>a</sup>	23.4 <sup>a</sup>	45.5	30.3 <sup>a</sup>
	房先5枚摘心	1169 <sup>b</sup>	19.8 <sup>b</sup>	7.5	16.7	0.28	4.3 <sup>b</sup>	25.9 <sup>b</sup>	45.2	32.1 <sup>b</sup>
2000年	房先5枚摘心	951 <sup>ab</sup>	18.7 <sup>b</sup>	8.3	16.9	0.39	1.3	23.8 <sup>ab</sup>	44.2	31.0
	房先3枚摘心	955 <sup>ab</sup>	21.0 <sup>b</sup>	8.2	15.6	0.36	3.6	26.6 <sup>b</sup>	44.7	31.9
	着房位置摘心	1080 <sup>b</sup>	21.5 <sup>b</sup>	8.4	17.0	0.39	2.2	27.6 <sup>b</sup>	44.7	33.0
	無摘心	681 <sup>a</sup>	14.7 <sup>a</sup>	8.2	17.3	0.36	1.0	18.8 <sup>a</sup>	39.8	28.6
2003年	房先5枚摘心	886	17.9	—	15.6	0.44	2.9	22.8	44.9	30.9
	着房位置摘心	948	19.7	—	15.0	0.42	4.9	24.3	43.1	32.5
t検定		n. s	*		**	*	*	n. s	n. s	*

注1) X: カラーチャート指数

注2) 房先3枚および5枚摘心は、房先から発生する副梢を1葉で、房基から発生する副梢を5葉で摘心  
着房位置摘心は、着房位置から発生する副梢を3葉で、その他の房基から発生する副梢を5葉で摘心

注3) 植調剤処理は、満開期ジベレリン(GA)25ppmおよび満開10日後GA25ppm+ホルクロルフェニユロン(KT)5ppm

注4) 多重比較は、同列の英文字の異符号間に有意差あり。(Tukey検定 P<0.05)

注5) t検定は、\*:5%, \*\*:1%で有意。n. s:有意差なし。

表 4. 副梢の葉枚数が果実品質に及ぼす影響

摘心位置	果房重 (g)	1粒重 (g)	着色 <sup>X)</sup> (c.c)	糖度 (Brix%)	酸含量 (g/100ml)	縮果症 粒率 (%)	最大粒		
							粒重 (g)	縦径 (mm)	横径 (mm)
房先5枚摘心									
房先副梢1枚, 房基副梢2枚	1302	20.2	7.5	16.6	0.27	3.3	27.2	44.8	33.8
房先副梢1枚, 房基副梢5枚	1232	21.3	7.6	16.9	0.27	6.9	27.0	48.8	31.6
房先副梢2枚, 房基副梢2枚	1069	18.1	7.4	16.7	0.29	4.4	23.0	43.7	31.1
房先副梢2枚, 房基副梢5枚	1072	19.7	7.4	16.5	0.28	2.6	26.2	43.7	31.9

注 1) X: カラーチャート指数

注 2) 植調剤処理は, 満開期 GA25ppm および満開 10 日後 GA25ppm+KT5ppm

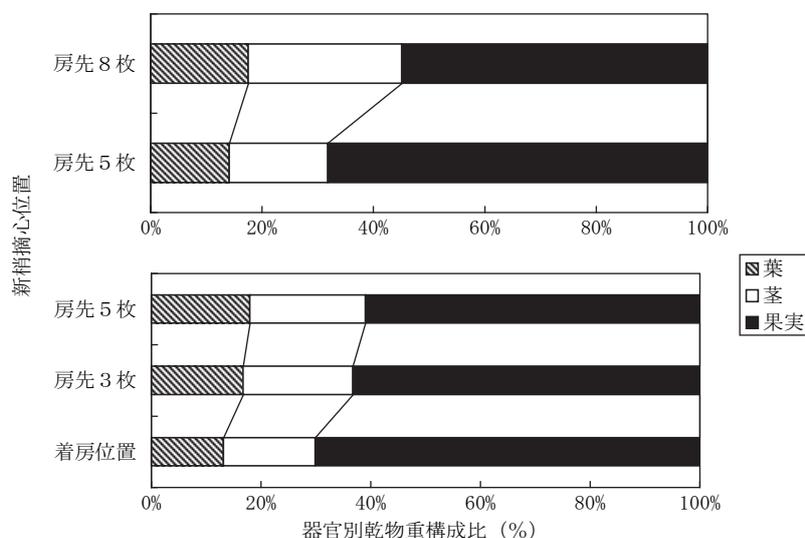


図 3. 摘心方法が器官別構成比に及ぼす影響

### 2) 器官別乾物重および構成比に及ぼす影響

1998 年における葉の構成比は, 房先 8 枚摘心区が 17.5%, 房先 5 枚摘心区が 14.1% で差は少なかった。茎の構成比は, それぞれ 27.6%, 17.7% で房先 8 枚摘心区が 10% 多く, 果実の構成比は, それぞれ 54.9%, 68.1% で房先 8 枚摘心区が 13.1% 少なかった (図 3)。

2000 年では, 葉の構成比は房先 5 枚摘心区が 12.9%, 房先 3 枚摘心区が 12.4%, 着房位置摘心区が 9.2% だった。茎の構成比は房先 5 枚摘心区が 21.1%, 房先 3 枚摘心区が 20.1%, 着房位置摘心区が 16.7% だった。果実の構成比は房先 5 枚摘心区が 60.9%, 房先 3 枚摘心区が 63.2%, 着房位置摘心区が 70.1% だった (図 3)。

したがって, 摘心位置を着房位置に近づけるほど器官別総乾物重に占める果実の割合が多くなり, 果実生産効率が高まった。

### 3) 新梢長および葉面積に及ぼす影響

1998 年の収穫後に測定した新梢長は, 房先 5 枚摘心区が 92.4cm, 房先 8 枚摘心区が 149.4cm で, 房先 5 枚摘心区の方が短かったが, 着房位置までの新梢長は房先 5 枚摘心区, 房先 8 枚摘心区ともほぼ同じ長さであった (表 5)。

2000 年における開花期の新梢長は, 無摘心区では 135.9cm だったのに対し, 房先 5 枚摘心区では 94.6cm, 房先 3 枚摘心区では 77.9cm と短く, 着房位置摘心区では 64.7cm と無摘心区の半分以下であった (表 5)。収穫期の新梢長は, 着房位置摘心区では 86.4cm, 房先 3 枚摘心区では 78.7cm, 房先 5 枚摘心区では 106.4cm であり, 房先 3 枚摘心区および房先 5 枚摘心区は, 開花期にほぼ収穫期の新梢長に達していた (表 5)。

1998 年における収穫期の新梢当たり葉面積は, 房先 8 枚摘心区が 8354cm<sup>2</sup>, 房先 5 枚摘心区が 5739cm<sup>2</sup> であった (表 6)。

表 5. 摘心方法が新梢長に及ぼす影響

	摘心方法	生育 ステージ	房先 (cm)	房基 (cm)	合計 (cm)
1998 年	房先 8 枚	収穫期	126.7	22.7	149.4
	房先 5 枚	収穫期	70.8	21.6	92.4
2000 年	房先 5 枚	開花期			94.6
		収穫期	79.7	26.7	106.4
	房先 3 枚	開花期			77.9
		収穫期	49.9	28.8	78.7
	着房位置	開花期			64.7
		収穫期	48.4	38.0	86.4
無 摘 心	開花期			135.9	

表 6. 摘心方法が‘マリオ’の葉面積 (cm<sup>2</sup>) に及ぼす影響

	摘心方法	新梢			副梢			合計		
		房先	房基	合計	房先	房基	合計	房先	房基	合計
1998 年	房先 8 枚	3554	1121	4675	2802	877	3679	6356	1998	8354
	房先 5 枚	2210	983	3193	1873	673	2546	4083	1656	5739
2000 年	房先 5 枚							3102	3232	6334
	房先 3 枚							2388	3275	5663
	着房位置							1101	3191	4293

表 7. 房先副梢の葉枚数が‘マリオ’の葉面積 (cm<sup>2</sup>) に及ぼす影響

摘心方法	新梢			副梢			合計		
	房先	房基	合計	房先	房基	合計	房先	房基	合計
新梢房先 5 枚摘心									
房先副梢 1 枚	2345	1204	3549	1406	814	2221	3752	2018	5770
房先副梢 2 枚	2075	763	2838	2339	532	2870	4414	1294	5708
t 検定	n. s	**	n. s						
房基副梢 5 枚									
房先副梢 1 枚	3064	1183	4247	1870	1315	3185	4934	2498	7432
房先副梢 2 枚	2496	865	3361	2416	561	2977	4913	1426	6339
t 検定	*	n. s	*	n. s	n. s	n. s	n. s	*	n. s

注) t 検定は, \* : 5%, \*\* : 1% で有意。n. s : 有意差なし。

副梢の摘心方法によって房先・房基の部位別葉面積が変化し、房先の副梢を 1 枚にした区が、2 枚にした区よりも着房位置から基部の葉面積が増加した (表 7)。

2000 年における収穫期の葉面積は、着房位置摘心区が 4292cm<sup>2</sup>、房先 3 枚摘心区が 5663cm<sup>2</sup>、房先 5 枚摘心区が 6334cm<sup>2</sup> で、葉面積は摘心位置が房から離れるほど多くなった。しかし、房基の葉面積は約 3200 cm<sup>2</sup> で、どの処理区ともほぼ同じであった (表 6)。

#### 4) 摘心後の新梢の再伸長量に及ぼす影響

房先の節からの副梢の発生は、どの区においても強勢であった。しかし、1 回目 (摘心 30 日後) の芽かきを行った後は、着房位置摘心区においては副梢の強い再伸長がみられたものの、他の区においては副梢の樹勢は弱まり、2 回目 (摘心 60 日後) の芽かきを行った後は、着房位置摘心区を含め、副梢の再伸長は少なくなった (図 4)。

着房位置から基部の節からの副梢の発生は、着房位置摘心区で強くみられたものの、房先5枚摘心区ではほとんどみられなかった。1回目の芽かきを行った後は、どの区においても発生がみられたが、樹勢は弱まり2回目の芽かき後、房先5枚摘心区では再伸長がみられなかった(図5)。

**試験3. 欧州系ブドウ‘マリオ’に対する摘心が収穫期の新梢の糖・デンプン含量に及ぼす影響**

2003年の結果、着房位置摘心区は、房先5枚摘心区

より果粒重が大きくなり果粒横径が肥大した。果粒重は房先5枚摘心区の17.9gに対し、着房位置摘心区は19.7gと大きかったが、糖度は着房位置摘心区で低かった(表3)。

新梢に含まれる糖は、ほとんどが転流形態であるスクロースで、新梢基部に近いほど多かった。また、着房位置摘心区より房先5枚摘心区で多かった(図6)。

新梢に含まれるデンプン含量は、新梢基部に近いほど多く、着房位置摘心区より房先5枚摘心区の方が多かった(図7)。

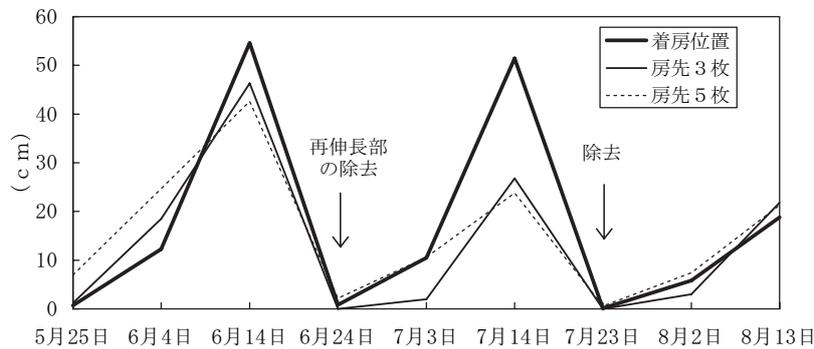


図4. 摘心方法が房先副梢の再伸長に及ぼす影響

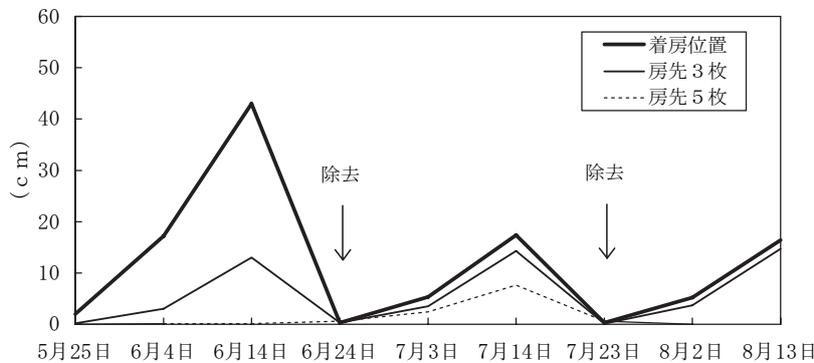


図5. 摘心方法が房基副梢の再伸長に及ぼす影響

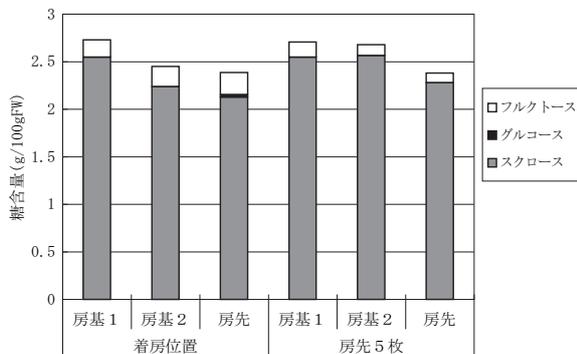


図6. 摘心方法が新梢部位別糖含量に及ぼす影響

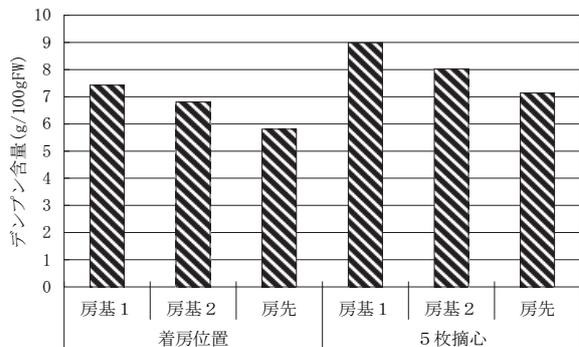


図7. 摘心方法が新梢部位別デンプン含量に及ぼす影響

#### Ⅳ. 考 察

平植えの欧州系ブドウ‘マリオ’に対し、断根および客土を行うことで、表層の細根量が急激に増加した。

これまでも、堆肥施用による土壌改良で細根が著しく増加したり(3, 7)、根域制限することによって細根が増加した(1, 4)ことが報告されている。したがって、断根による根域制限と腐葉土の客土による土壌環境の改善との相乗効果で、表層の細根量が急激に増加したと考えられる。

表層の細根量が増加したことにより、水の消費量も大きくなったものと考えられ、その結果、粒重・房重とも大きくなり大幅な増収となった。

通常の平植え状態では、養水分を施用しても根から吸われずに流亡してしまう割合が高い。しかし、表層部の細根が増加することで、ブドウ樹に対して生育ステージごとに必要な養水分の施用ができるようになる。裂果等の生理障害は、土壌水分の急激な変化が大きな要因の1つとされている(6)。根域制限により効率的な養水分管理を行うことができ、土壌水分の変化を最小限にとどめることが可能になることから、根域制限栽培は裂果等の生理障害が多く発生する品種には特に有効であると考えられる。

ブドウの新梢に対する摘心は、短梢せん定栽培では必要不可欠な技術となっている。通常、樹勢が強すぎる場合は新梢がはびこってしまうため、棚面が暗くなるのを防ぐ目的等で摘心が行われており(2)、果実品質面からの摘心方法の検討は少ない。

摘心位置を着房位置に近づけるほど果粒肥大がより促され、器官別乾物重は摘心位置を着房位置に近づけるほど全体に占める果実の割合が増加した。また、新梢長は開花期に房先3枚摘心や房先5枚摘心ではほぼ収穫期の新梢長となった。収穫期における新梢中の糖・デンプンの含量をみても、摘心位置が着房位置に近いほど少なく、摘心位置を着房位置に近づけることで、葉で作られた光合成産物が新梢よりも果実へ多く転流したことが推察される。

これらのことから、摘心により新梢の生育を抑制することで、開花後の果粒肥大期には葉で作られた光合成産物が新梢の生育ではなく、果粒の肥大に優先的に使われると考えられる。

摘心位置が着房位置に近いほど、新梢の糖・デンプンの含量が少ないことから、翌年の花穂着生への影響が懸念されるが、今回、試験で用いた‘マリオ’では

着房位置摘心でも花穂着生に問題はなく、毎年安定した収量が確保できている。しかし、短梢せん定を行うと十分に花穂が確保できない品種もあり、毎年安定した収量を確保できるか、他の品種において今後検討を要する。

房先8枚摘心は房先5枚摘心より全体の葉面積は多かったが、果粒肥大は優れなかった。今回の試験結果から着房位置から基部の葉面積が果実生産に重要な役割を果たしていることがわかった。

新梢は短いほど果実生産効率が高いことから、新梢長を短くして葉面積を増加させるためには、房先の葉数を少なくして、果粒肥大に有効な働きをする着房位置から基部の副梢の葉数を増加させる必要がある。早期に摘心を行うことにより、着房位置から基部の副梢を促すが、樹勢が弱い新梢では着房位置から基部の副梢の発生がほとんどみられない場合もある。したがって、樹勢の弱い新梢に対して早すぎる時期に摘心を行うと、果実生産に必要な葉面積を十分に確保できない恐れがあることから、摘心時期を遅らせる必要があると考えられる。

ブドウの果粒では、他の果実と異なり、収穫前4週間頃から急速に、しかも多量に糖を蓄積するのが特徴である。この時期の糖の蓄積が円滑に行われるかがブドウの品質決定に極めて重要となる(5)。急激な糖の蓄積には葉からの光合成産物の転流が重要である。葉が十分な光合成能力を発揮し、多くの光合成産物が果粒に転流するためには健全な葉と十分な日照量が必要である。7月に日照不足だった2003年(図8)は、着房位置摘心でこれまで同様、果粒肥大が促されたものの、収穫期における糖度が低かった。着房位置摘心の葉面積は、他の摘心法に比べて少なく、日照不足の年においては着房位置摘心では葉面積が不足するものと考えられる。

また、光合成産物の果実への転流を促すため、摘心後の反発を少なくし、新梢の再伸長をできるだけ抑える必要があるが、房先5枚摘心に対して着房位置摘心は摘心後の新梢の再伸長も多く、芽かきの労力が多かった。

以上の点から摘心方法をまとめてみると、摘心位置としては房先5枚を基本とし、樹勢の弱い新梢においては房先8枚で摘心するなど摘心時期を遅らせ、樹勢の強い新梢においては摘心位置を房先3枚にするなど、新梢の生育を抑制するために着房位置に近づけるのがよいと考えられる。摘心後、房より先の節からの副梢

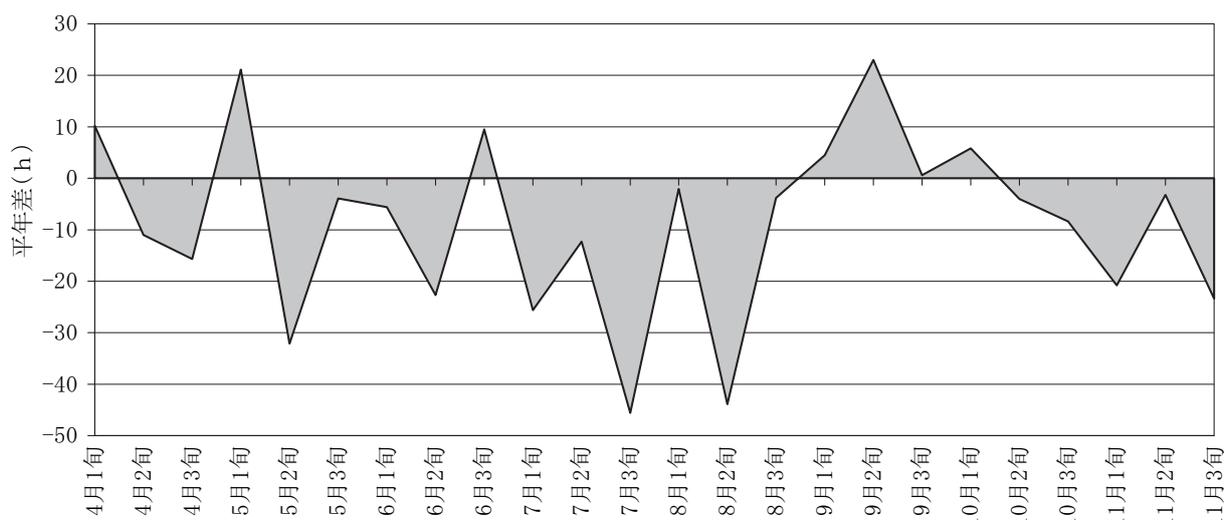


図8. 日照時間の平年差 (2003年, 茨城園研)

は1枚と少なくして新梢の生育を抑制するように管理を行う。一方、着房位置から基部の節からの副梢は、立てておける状態の5枚程度で摘心し、果実生産に有効な葉面積を確保するとよいと考えられる(図1)。

摘心後、新梢先端部からは強い副梢が発生するが、早期に芽かきを行うことによって副梢の発生は徐々におさまる。しかし、摘心が遅れ、強く切り戻すような摘心を行うとその後の反発が強くなり、その後の副梢管理に多くの労力が必要となる。そのため、摘心を行う際は新梢先端の成長点をつぶすような摘心を行い、摘心後の反発を極力なくすようにする。摘心後の芽かきも芽がふくらんできた時点でかき取るなど、できるだけ早期に行うことが大切である。

これまで、樹勢の強い欧州系ブドウは、樹冠を拡大することによって樹勢を落ちつかせていたが、そのために多くの年月を要した。今回の試験結果から、根域制限と新梢への摘心を組み合わせることで、強勢をうまく利用して、果実生産効率の高い樹相へ誘導し、高品質果実を生産することが可能となると考えられる。

## V. 摘要

欧州系ブドウに対する根域制限と新梢に対する摘心が生育および果実品質に及ぼす影響を検討した。

1. 平植えて栽培している欧州系ブドウに対し、断根後、客土を行い根域制限すると、表層の細根量が増加し、果粒肥大が促された。
2. 摘心位置を着房位置へ近づけるほど果粒肥大が促

され、房先の節からの副梢は葉枚数を1枚に、着房位置から基部の節からの副梢は葉枚数を5枚にした区において果粒肥大が優れた。

3. 新梢に対して摘心を行う際、摘心位置を着房位置に近づけるほど、器官別総乾物重に占める果実の割合が多くなり、果実生産効率が高まった。
4. 摘心位置によって部位別葉面積が変化し、房先の副梢摘心を房先1枚とした方が、房先2枚よりも房基の葉面積が増加した。
5. 新梢に含まれる糖は、ほとんどがスクロースで、基部の節においてスクロース・デンプン含量が多かった。また、房先5枚摘心区において着房位置摘心区よりスクロース・デンプン含量が多かった。

以上のことから、根域制限と新梢への摘心を組み合わせることで、果実生産効率が高まり、高品質果実を生産することができた。

**謝辞** 本研究の一部は、独立行政法人果樹研究所において依頼研究員として行った。栽培生理研究室長樫村芳記氏や伊東明子氏をはじめ皆様には多くの御指導・御助言を賜った。また、本研究の遂行にあたり、農業総合センター渡辺正光副技師、綿引良雄副技師に多くの御協力を頂いた。ここに心より感謝申し上げる。

## 引用文献

1. 藤原多見夫(1996). 土壌改良による粘質土開発ブドウ園の収量・品質の向上に関する研究. 広島

- 農技セ研報. 63 : 1-54.
2. 本田量一 (2000). 摘心と副梢管理. 果樹園芸大百科 3 ブドウ. pp. 215-219. 農文協. 東京.
  3. 今井俊治 (1991). 密植・根域制限栽培による 4 倍体ブドウの早期成園化の実証. 広島果樹試特別研究報告. 3 : 1-94.
  4. 今井俊治 (2000). 根域制限栽培. 果樹園芸大百科 3 ブドウ. pp. 579-586. 農文協. 東京.
  5. 松井弘之・湯田英二・中川昌一 (1979). ブドウ「デラウェア」果実の成熟生理に関する研究 (第 1 報). 園学雑. 48 (1) : 9-18.
  6. 中川昌一 [監]・堀内昭作・松井弘之 [編] (1996). 日本ブドウ学. pp. 486-493. 養賢堂. 東京.
  7. 島田智人 (2002). ニホンナシにおける施肥および被覆肥料の局所施用による根域管理技術. 平成 14 年度関東東海北陸農業試験研究推進会議果樹部会資料.

# 半促成メロンの4月穫り栽培における品種選定および保温方法

金子賢一・小河原孝司・薄 史暁・佐久間文雄

## Selection of Useful Cultivars and a Method of Heat Insulation in Semi-forcing Melon Culture for Harvesting in April

Kenichi KANEKO, Takashi OGAWARA, Fumiaki USUKI and Fumio SAKUMA

### Summary

Varietal characteristics and a method of heat insulation were examined to stabilize melon production in semi-forcing culture for harvesting in April.

1. 'Otome' Melon was suitable for semi-forcing culture for harvesting in April. It has high elongation, stabilized bearing and large fruit under low temperature. Its fruit has good appearance and high quality content.
2. Installation of a curtain increased the air temperature by 2°C around the melon stock and the soil temperature by 1°C under the melon stock.
3. The difference in growth and yield by the use of the curtain was the biggest. Installation of the curtain accelerated flowering by 6 days, and increased fruit weight 25%.
4. It seemed suitable to introduce 'Otome' Melon and to install a curtain in plastic houses over 5.4 m frontage in semi-forcing melon culture for harvesting in April.

キーワード：半促成メロン，4月穫り栽培，品種選定，保温方法，巻上げカーテン

## I. 緒言

本県のメロン栽培は作付け面積が2,230ha、生産量が6.45万tあり、いずれも全国一位である(2)。主力作型は半促成栽培であり、5月中旬から出荷が本格化する。近年は、価格低迷を背景に、高単価販売や規模拡大に伴う労力の分散を目的とした作型の前進化がすすんでおり、2002年には半促成メロンの8%が4月に出荷されるようになった(1)。

しかし、これまで主力品種であった'HN-21'は、4月穫り栽培において果実肥大性が十分でなく、小玉果や裂果、発酵果の発生により収量・品質とも不安定であることから、低温伸長性・低温肥大性に優れる品種が望まれていた。

また、4月穫り栽培を不安定にしている要因には、

定植が12月、受粉期が2月となる低温期の栽培であるため、生育適温の確保が困難であることが挙げられる。生産現場においてはトンネルの多重被覆によって温度確保を図っているが、生育に伴い内側からトンネルを除去していかなければならないなどの問題もあり、その保温力には限界があった。

そこで、メロンの4月穫り栽培における安定生産技術を確立するため、有望な品種の選定および有効な保温方法について検討した。

## II. 材料および方法

### 試験1：4月穫り栽培における品種選定

2003年度には'HN-21'など6品種を、2004年度には'オトメ'など4品種を供試した。2002年11月

表1 試験区別の保温装備

試験区名\保温装備	ハウス外張り 農 PO 0.15 ミリ	巻上げカーテン 農ビ 0.075 ミリ	保温マット 不織布	トンネル(10尺+9尺) 農 PO 0.075 ミリ	水封マルチ 折径 30cm
カーテン+マット	○	○	○	○	○
カーテン	○	○	×	○	○
トンネル+水封	○	×	×	○	○
トンネル	○	×	×	○	×

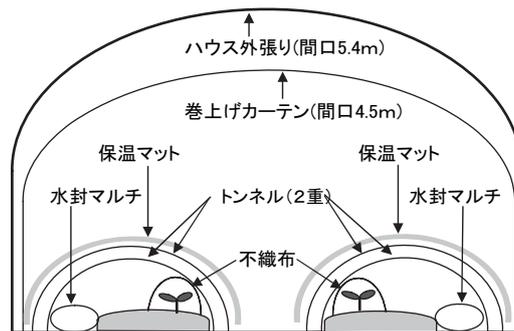


図1. 保温装備の設置方法

20日および2003年11月18日に播種し、3.5号ポットで40日および44日間育苗した後、間口5.4mのパイプハウス内に定植した。株間は60cm、子づる2本仕立て地這い一方誘引とし、1つる2個着果とした。保温方法は、2003年度には初期3重トンネル+水封マルチで夜間にトンネル上に保温マットを上掛けし、2004年度には巻き上げカーテン+初期3重トンネル+水封マルチとした。施肥は基肥のみで、a当たり成分量で窒素1.6kg、リン酸3.4kg、加里1.6kgを施用した。試験規模は1品種5株2反復とし、生育・開花状況、果重、果実外観や内容品質を調査した。

#### 試験2：保温方法が生育・果実品質に及ぼす影響

2002年11月20日に「オトメ」を播種し、3.5号ポットで40日間育苗した後、間口5.4mのパイプハウス内に定植した。試験区別の保温装備およびその設置方法を表1、図1に示す。栽植方法や施肥については試験1と同様に行った。灌水はカーテン+マット区とカーテン区、トンネル+水封区とトンネル区の2系統に分け、それぞれの系統について生育ステージの進行に合わせて行った。試験規模は1区15~20株とし、ハウス外気温や被覆資材の陰の影響を受けない10株について気温、地温、生育・開花状況、果重、果実外観や内容品質を調査した。

### Ⅲ. 結果

#### 試験1：4月穫り栽培における品種選定

受粉開始日は、2003年度において「HN-21」など多くの品種が3月1~3日となった。これに比べると「オトメ」は5日程度早く、「アンデス5号」は4日程度遅かった。2004年度においても「オトメ」の受粉開始日が最も早かった。雌花着生率は「TG211」、「TG622」以外の品種が高く、着果率は「オトメ」、「レイナ」、「アンデス5号」が高かった。受粉から収穫までの日数は2003年度より2004年度が少なく、年による差が見られたが、「HN-21」、「オトメ」が同程度で、それらに比べると「アンデス5号」、「9914」、「レイナ」、「TG622」が2日以上多く、「KM2009HG」が約3日少なかった(表2)。

収穫時の茎葉の大きさは13節では「HN-21」、「オトメ」、「9914」が同程度で、それらに比べると「アンデス5号」、「MMX701」、「レイナ」が大きく、「TG211」が小さかった。26節では「HN-21」、「オトメ」、「9914」が同程度で、それらに比べると「KM2009HG」が大きく、「MMX701」が小さかった。遊びづる長は「アンデス5号」、「KM2009HG」が旺盛で、「オトメ」、「MMX701」、「レイナ」、「TG622」がやや弱かった(表3)。

表2 開花・着果における品種間差異

試験年度	品種名	受粉 <sup>1)</sup> 開始日 (月/日)	雌花 <sup>2)</sup> 着生率 (%)	着果率 <sup>2)</sup> (%)	着果節位 (節)	収穫個数 (個/株)	受粉～収穫 までの日数 (日)
2003年度	HN-21	3/2	100	71	14.0	3.9	63
	アンデス5号	3/6	94	84	14.1	4.0	65
	オトメ	2/25	100	81	14.3	3.9	63
	KM2009HG	3/1	94	67	14.5	3.9	60
	9914	3/3	100	64	15.1	3.9	65
	MMX701	3/2	100	72	14.6	4.0	63
2004年度	オトメ	2/29	98	96	14.8	4.0	60
	レイナ	3/5	99	95	14.8	3.9	62
	TG211	3/2	71	70	15.8	4.0	60
	TG622	3/3	75	75	15.2	3.9	64

注 1) 2003年度は第13節, 2004年度は第14節

2) 2003年度は第13～16節, 2004年は第14～17節の平均

表3 収穫終了時の茎葉の大きさにおける品種間差異

品種名	0-13節 の茎長 (cm)	13節			13-26節			26節			遊び <sup>2)</sup> つる長 (cm)
		葉面積 <sup>1)</sup> (cm <sup>2</sup> )	葉柄長 (cm)	茎径 (mm)	の茎長 (cm)	葉面積 <sup>1)</sup> (cm <sup>2</sup> )	葉柄長 (cm)	茎径 (mm)			
HN-21	84	463	17.0	12.7	101	361	15.2	10.4	○		
アンデス5号	102	586	18.0	11.9	123	363	16.5	9.1	◎		
オトメ	84	440	17.6	11.7	105	386	15.1	10.4	△		
KM2009HG	84	415	15.5	12.0	96	420	17.7	10.7	◎		
9914	93	460	16.1	11.4	112	387	14.8	10.4	○		
MMX701	97	520	18.1	11.9	124	332	16.4	9.2	△		
オトメ	92	409	21.0	10.2	109	451	18.1	8.9	190		
レイナ	103	445	25.3	11.1	123	404	20.3	8.7	164		
TG211	85	372	19.2	10.3	99	421	15.8	8.9	246		
TG622	98	444	22.2	10.4	115	410	18.3	8.2	160		

注 1) 葉長 × 葉幅

2) 2003年は達観(◎旺盛, ○中庸, △弱い), 2004年は遊びつる4本の合計

果重は全ての品種が‘HN-21’より大きく、特に‘アンデス5号’、‘KM2009HG’は大きかった。2004年度には供試した全ての品種で1200g前後の大玉となった。ネットの発生は‘アンデス5号’、‘9914’、‘レイナ’以外の品種で密に発生した。収穫時の果肉硬度は‘アンデス5号’、‘9914’、‘TG622’が大きかった。5～7日後の果肉硬度は‘KM2009HG’が他品種より著しく小さかった。糖度は各品種とも2003年度において低く、2004年度において比較的高い傾向が見られたが、品種間では‘アンデス5号’が高く、‘TG622’が低いなど差が認められた(表4)。

#### 試験2：保温方法が生育・果実品質に及ぼす影響

最低気温は保温装備が多いほど高く、処理開始時から受粉開始時までの平均最低気温はカーテン+マット区が11.4℃、カーテン区が8.9℃、トンネル+水封区が6.8℃であった。試験区間の最低気温の差は、外気温が高い日に小さく、低い日に大きかった(図2)。平均地温は処理開始直後から差が生じ、保温装備が多いほど高く推移した。2月末までの平均地温はカーテン+マット区が19.2℃、カーテン区が18.1℃、トンネル+水封区が17.2℃であった(図3)。

表4 果重および果実品質における品種間差異

品種名 上：2003年 下：2004年	果重		果形比 <sup>1)</sup>	ネットの発生 <sup>2)</sup>			果肉厚 (mm)	硬度 (kg) <sup>3)</sup>		糖度 (brix%)
	(g±S.D)			密度	盛上	揃い		収穫時	5-7日後	
HN-21	798	±120	0.99	8	1	8	27	1.37	0.86	14.5
アンデス5号	1046	±193	0.98	7	1	9	32	1.53	1.12	16.4
オトメ	876	±150	0.98	8	2	9	24	1.28	0.83	15.0
KM2009HG	1079	±209	0.99	9	2	9	27	1.29	0.47	15.6
9914	978	±85	0.98	6	5	6	30	1.56	1.23	14.5
MMX701	837	±103	1.04	8	1	8	26	1.32	0.88	15.7
オトメ	1214	±190	0.95	8	3	8	35	1.12	0.59	17.5
レイナ	1199	±282	0.99	6	4	8	33	1.22	0.55	17.8
TG211	1216	±219	0.99	9	2	9	34	1.13	0.68	16.1
TG622	1253	±245	0.99	8	3	8	35	1.45	0.62	14.9

注 1) 果高/果径

2) 密度(密), 盛上(高), 揃い(良) 9 ←→ 1 密度(粗), 盛上(低), 揃い(悪)

3) 果実硬度計(藤原製作所), 円錐型φ12mm, 果肉中央貫入抵抗値  
2003年度は収穫時と5日後, 2004年度は収穫時と7日後に調査

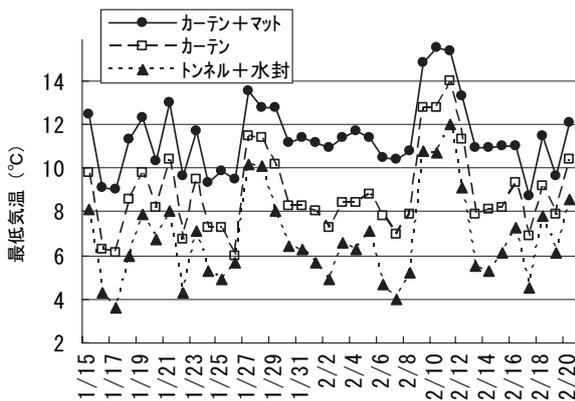


図2 保温方法の違いによる最低気温の推移 (着果位置地上10cm)

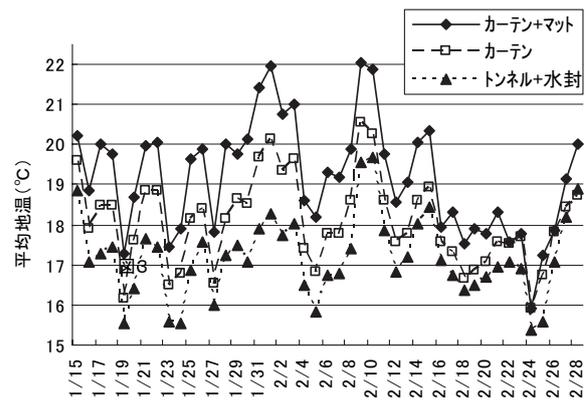


図3 保温方法の違いによる平均気温の推移 (定植位置地下10cm)

保温装備が多いほど定植後45日目の草丈は大きく、葉数は多かった。第13節開花日は保温装備が多いほど早く、カーテン+マット区とトンネル区では11日の差があった。トンネル+水封区の着果率が著しく低かったのを除くと、雌花着生率・着果率に差はなかった(表5)。収穫終了時の茎葉の大きさは保温装備が多いほど大きい傾向があり、特にカーテン区とトンネル+水封区の差が大きかった。遊びつる長はカーテン+マット区が他の区より短かった(表6)。

果重はカーテン+マット区とカーテン区が同程度に大きく、トンネル+水封区とトンネル区はそれらより小さかった。果形比はトンネル+水封区とトンネル区がやや大きかったが、ネットの発生には差がなかった。糖度はカーテン+マット区とカーテン区が高く、トン

ネル+水封区とトンネル区はそれらより1.5度程度低かった(表7)。

#### IV. 考察

本県における‘アンデス’の半促成栽培では、定植時期の早晚と果重の関係が密接で、2月中旬を境にその前後で果重が大きく異なる(5)。そのため、大玉の安定生産のためには2月中旬定植、5月下旬収穫が目安とされてきた。それ以前の収穫となる早期出荷作型には主に‘HN-21’が用いられてきたが、果実肥大性が十分でなく、小玉果や裂果、発酵果の発生により収量・品質とも不安定であることから、低温伸長性・低温肥大性に優れる品種が望まれていた。‘HN-21’より

表5 保温方法の違いが定植後45日目の茎葉の大きさおよび開花・着果状況に及ぼす影響

試験区	草丈 (cm)	葉数 (枚)	第13節 開花日 (月/日)	雌花 <sup>1)</sup> 着生率 (%)	着果率 <sup>1)</sup> (%)	着果節位 (節)	収穫個数 (個/株)
カーテン+マット	190	24.1	2/19	100	92	13.9	4.0
カーテン	163	22.8	2/22	100	98	13.7	4.0
トンネル+水封	105	18.2	2/28	98	65	14.2	3.6
トンネル	93	17.6	3/2	100	90	14.7	4.0

注1) 第13~17節の平均

表6 保温方法の違いが収穫終了時の茎葉の大きさに及ぼす影響

試験区	0-13節	13節				13-26節	26節				遊び <sup>1)</sup> づる長 (cm)
	の茎長 (cm)	葉長 (cm)	葉幅 (cm)	葉柄長 (cm)	茎径 (mm)	の茎長 (cm)	葉長 (cm)	葉幅 (cm)	葉柄長 (cm)	茎径 (mm)	
カーテン+マット	88	21.4	25.6	19.3	11.2	118	18.5	25.7	15.6	9.9	162
カーテン	84	19.8	24.2	19.7	10.6	113	17.6	23.5	14.8	9.5	442
トンネル+水封	76	18.6	22.5	14.4	11.9	92	15.5	19.4	11.4	9.2	621
トンネル	71	17.6	21.8	14.1	11.9	81	13.0	16.5	10.3	9.3	433

注1) 遊びづる4本の合計

表7 保温方法の違いが果重および果実品質に及ぼす影響

試験区	果重		果形比 <sup>1)</sup>	ネットの発生 <sup>2)</sup>			果肉厚 (mm)	硬度 <sup>3)</sup> (kg)	糖度 (brix%)
	(g±S.D)			密度	盛上	揃い			
カーテン+マット	1033	±139	0.95	8	3	9	28.4	1.33	16.9
カーテン	1057	±130	0.92	8	2	9	28.9	1.28	17.2
トンネル+水封	821	±118	0.97	8	2	9	27.7	1.38	15.4
トンネル	849	±112	0.97	8	2	8	30.3	1.49	15.5

注1) 果高/果径

2) 密度(密), 盛上(高), 揃い(良) 9 ←→ 1 密度(粗), 盛上(低), 揃い(悪)

3) 果実硬度計(藤原製作所), 円錐型φ12mm, 果肉中央貫入抵抗値

低温肥大性があり、これまでに早期出荷作型への試作導入が行われた品種としては、'シグナス'(1994年発表), 'マリオネット2号'(1997年発表), 'ベールグラン2号'(1998年発表)などがあるが、低温期の着果性、収穫果実の品質や日持ち性などに難があり、広く普及するには至らなかった。

4月穫り栽培に望まれる品種特性としては、低温伸長性が優れること、果実がLA(800~900g)以上の大きさであること、ネットが密に安定して発生すること、糖度が安定して十分に高い(15~16度)こと、肉質に異常のないことなどが挙げられる。本試験では、2003年度はそれ以前に行った5月上旬収穫作型の栽培において有望と思われた品種を供試した。果実肥大性においては'アンデス5号', 'KM2009HG'が優

れたが、前者は晩生であること、後者は日持ち性が劣ることが難点であると考えられた。'オトメ'は受粉開始日が著しく早く、着果性や果実品質が優れた。特に受粉開始日については、前年および同年に行った5月上旬収穫作型の栽培においては'HN-21'と同程度であったが、本試験作型においては5日早かったことから、'オトメ'の低温伸長性がより低温期の作型において顕著に現れたと考えられる。果重については'HN-21'を上回ったものの、その他の品種よりはやや小さかった。これは、'オトメ'の受粉日が他品種より著しく早かったために、他品種の受粉を待って一斉に行った灌水が'オトメ'に対しては少し遅れることになったためと考えられる。同時期に'オトメ'のみを供試し、同程度の保温装備で栽培した試験2のトンネル+水封

区が1000g以上の果重となっていることから考えて、適切な灌水管理を行えば‘オトメ’についても十分な果実肥大を得ることができると思われる。

2004年度は‘オトメ’を対照品種とし、低温肥大性と低温伸長性に優れるとされる品種を供試した。気象条件にも恵まれたが、全ての品種で1200g前後の大玉となり、果実肥大性が優れると認められた。しかし、‘TG211’、‘TG622’については雌花着生率・着果率が低く、‘レイナ’では開花が遅く、ネットの発生が粗いことから‘オトメ’より劣ると評価した。

本県におけるメロン栽培施設としては間口3.6mのパイプハウスが多く用いられているが、小型であるために低温期の保温性が十分ではない。そのため、早出し栽培では、より保温性の高い間口5.4mのパイプハウスが用いられるようになってきている。しかし、本試験の結果からも明らかなように、トンネルの多重被覆だけでは温度確保が困難で、最低気温が5℃を下回ることも多くなると予想される。

一方、巻上げカーテンを設置すると最低気温は極温でも6℃以上、平均最低気温は9℃程度を確保することができる。さらに保温マットを被覆すると2~3℃保温力が向上し、地温の保持にも極めて有効であると考えられた。

鈴木ら(5)は、生育や果重から半促成栽培における大玉生産を目標とした場合の限界温度を生育期が10℃、果実肥大期が12℃としている。また、長岡ら(3)は最低気温が10℃を下回ると翌日の光合成速度が低下すると、高野ら(6)は開花前日の最低気温が10℃を下回ると花粉発芽率が低下するとしているように、生理的にも限界温度は10℃とすることで一致した。さらに、開花前日の最低気温が5℃以下になると花粉が発芽しない(6)ため着果が不安定になるといわれており、本試験でもこのことを確認した。

本試験においても平均最低気温が8.9℃であったカーテン設置区とそれ以下であった区との間で、特に生育や果重の差が大きかったことから、最低気温10℃確保を目標として保温管理を行うことが重要であり、4月穫り栽培では巻上げカーテンを設置し、生育適温を確保することが安定生産を可能にすると考えられた。

熊本県では地域の気象条件と播種期によって、必要な保温装備が異なることを考慮して、施設(連棟、単棟)と被覆(カーテン、トンネル)の標準タイプ毎に地域別播種期基準を設定している(4)。本県においても、鹿行地区の北部と南部、また海岸部と内陸部とで

は地域による温度条件に差が見られ、施設においても保温力が低くカーテンの設置が不可能な間口3.6mハウスから、保温力が比較的高くカーテンの設置が可能な間口5.4m以上のハウスまで多様である。地域の気象条件と播種期を考慮して、適切な保温方法を設定し、整備することが望ましいと思われる。

以上のことから、メロンの無加温4月穫り栽培では、‘オトメ’の適用性が高く、間口5.4m以上のハウスに巻上げカーテンを設置することで生育温度を確保することが安定生産を可能にすると考えられた。

## V. 摘要

半促成メロンの4月穫り栽培における安定生産を図るため、適品種の選定と保温方法について検討した。

1. ‘オトメ’は低温時の伸長性、着果性、果実肥大性が高く、果実外観や内容品質にも優れることから、4月穫り栽培への適用性が高かった。
2. 巻上げカーテンの設置により気温が約2℃、地温が約1℃高まり、受粉開始期までの平均最低気温は8.9℃、平均地温は18.1℃であった。
3. 生育・収量は巻上げカーテンの有無による差が最も大きく、巻上げカーテンの設置により受粉開始日が約6日早まり、果重が約25%増加した。
4. 半促成メロンの4月穫り栽培では‘オトメ’を用い、間口5.4m以上のハウスに巻上げカーテンを設置して保温する方法が適切と考えられた。

## 引用文献

1. 茨城県東京流通指導センター編(2003). 東京都中央卸売市場における本県主要品目の旬別・月別動向. pp. 105-106.
2. 茨城県農林水産部編(2004). 茨城の園芸. pp. 17.
3. 長岡正昭・高橋和彦(1980). 果菜類の光合成に及ぼす低温の影響. 園学要旨. 昭55秋:464.
4. 農業技術大系第4巻追録24号. メロン類・スイカ(2000). pp. 337-340. 農山漁村文化協会. 東京.
5. 鈴木雅人・雨ヶ谷洋・中原正一(1990). ネット型メロンの生長解析に関する研究. 第1報半促成栽培における最低気温が初期生育及び果実肥大に及ぼす影響. 茨城園試研報. 15:46-55.
6. 高野邦治・川里宏(1974). メロンの花粉ねん性について. 園学要旨. 昭49秋:250-251.

# チンゲンサイのビタミンC, 糖, 硝酸含量に及ぼす 品種, 栽培条件の影響

池羽智子・貝塚隆史・石井 貴・鹿島恭子

Effects of Races and Cultivation Conditions on the Contents of Ascorbic Acid,  
Sugar and Nitrate in Qing gin cai (*B. campestris* L. ssp. *chinensis* Makino)

Tomoko IKEBA, Takashi KAIZUKA, Takashi ISHII and Kyoko KASHIMA

## Summary

Effects of races and cultivation condition on the contents of ascorbic acid, sugar and nitrate were investigated in qing gin cai.

1. 'Butei' and 'Natusintoku' grown in summer, 'Niihaosin1gou' and 'Fuyusyumi' in winter were high quality by containing a large quantity of ascorbic acid and sugar, and a small quantity of nitrate.
2. The contents of each component in qing gin cai fluctuated with the season. Especially, the nitrate content of plants grown in the summer was about 2 times higher than that of plants grown in the winter. The sugar content showed a completely opposite tendency to nitrate content, and was higher in the winter. The tendency of ascorbic acid content by season was not clear.
3. Even if the cultivation house was covered with cheesecloth to prevent damage from harmful insects, the temperature in the plastic green house could fall by opening the window in the ceiling, and ascorbic acid and sugar contents increased, and nitrate content decreased.
4. Ascorbic acid and sugar contents of the plants given 7 kg/10a nitrogen were higher than that of the plants given 10 kg/10a. Opposite to this, the nitrate content of the plants given 7 kg/10a nitrogen showed a lower tendency than 10 kg/10a.

キーワード：チンゲンサイ, ビタミンC, 還元糖, 硝酸, 品種, 収穫時期, 換気, 窒素施肥量

## I. 緒言

茨城県におけるチンゲンサイの栽培面積は、2002年現在で254haであり、静岡県に次いで全国第2位の生産地となっている。特に北浦町を中心とした鹿行地域や猿島町で、地域特産野菜として周年栽培が行われている(7)。

チンゲンサイは中国から入ってきた野菜として定着し、カロテンやビタミンCが豊富なことから、緑黄色

野菜のひとつとして、その栄養価が注目されている(3)。特に近年では、野菜に対する消費ニーズも多様化し、外観だけではなく、おいしさや栄養価が野菜の品質を評価する上で重要な指標となっている。一方、葉菜類は硝酸含量が多いとされており(5)、体内に入った硝酸が、毒性の高い亜硝酸や発ガン性のあるN-ニトロソアミンに変換される懸念があるため(8)、チンゲンサイに含まれる硝酸もできるだけ少ない方が望ましい。

これらの観点から、今後の消費ニーズに応じていくためには内容成分にも言及し、食味が良く有効成分が多く、有害成分の少ないチンゲンサイの栽培を検討する必要がある。本試験では品種、収穫時期、換気方法、窒素施肥量がチンゲンサイ中のビタミンC、還元糖、硝酸含量に及ぼす影響を検討したので、その結果を報告する。

## II. 材料および方法

### 実験1 夏作および冬作における品種比較

夏作はチンゲンサイ‘夏賞味’、‘ニイハオ新1号’、‘夏帝’、‘武帝’、‘夏しんとく’、‘陽夏’の6品種を供試し、所内圃場の表層腐植質黒ボク土で雨よけ栽培を行った。窒素を10kg/10a施肥し、側窓部に目合い1.0mmの寒冷紗を被覆して遮光率を約30%とした。2002年6月24日播種、8月1日収穫と2003年8月7日播種、9月30日収穫の2作で品種を比較検討した。

冬作は‘ニイハオ4号’、‘ニイハオ114’、‘冬賞味’、‘醍醐味’の4品種を供試し、窒素を15kg/10a施肥して、寒冷紗無被覆で栽培を行った。2002年12月13日播種、2003年3月13日収穫と2004年2月4日播種、4月6日収穫の2作で品種を比較検討した。

夏作、冬作とも品種の内容成分における優劣性は、総ビタミンC、還元糖、硝酸含量で評価した。

### 実験2 収穫時期が内容成分に及ぼす影響

雨よけハウスで栽培したチンゲンサイを2002年7月29日、10月3日、2003年3月13日、9月30日、12月18日、2004年4月6日の6回収穫し、総ビタミンC、還元糖、硝酸含量を測定して収穫時期と内容成分との関係を調査した。栽培方法は茨城県の栽培基準に準じ、夏作では‘夏賞味’を供試して、窒素施肥量10kg/10a、天窓開放・寒冷紗被覆（目合い1.0mmの寒冷紗を側窓部と天窓部に被覆して遮光率約30%とし、終日開放とした。天窓部は降雨時のみ閉鎖。）の条件下で栽培を行った。冬作では‘冬賞味’を供試し、

窒素施肥量15kg/10a、寒冷紗無被覆の条件下で栽培した。

### 実験3 夏季栽培の換気方法が内容成分に及ぼす影響

‘夏賞味’、‘ニイハオ新1号’の2品種を供試し、側窓開口部に寒冷紗を被覆したA区、寒冷紗無被覆のB区、天窓と側窓部に寒冷紗を被覆して天窓を開放したC区の3区について、換気方法が内容成分に及ぼす影響を調査した（表1）。寒冷紗は目合いが1.0mmのものを使用し、いずれの区も側窓部は終日開放したが、C区は天窓部も開放し、降雨時のみ天窓部を閉鎖した。播種期Iは2002年6月24日に播種し、側窓部寒冷紗被覆区のみ生育が早いため7月29日に収穫したが、他の2区は8月1日に収穫し、成分分析を行なった。播種期IIは2002年8月19日に播種し、側窓部寒冷紗被覆区のみ10月3日、他の2区は10月17日に収穫して、成分分析を行なった。窒素施肥量は両時期とも10kg/10aとした。

### 実験4 窒素施肥量が内容成分に及ぼす影響

‘夏賞味’と‘ニイハオ新1号’を用い、土壌診断を行なって、窒素を夏作慣行の10kg/10a施肥した区と、3割減肥して7kg/10a施肥した区を設け、窒素施肥量が内容成分に及ぼす影響を調査した。栽培方法は天窓開放・寒冷紗被覆とし、2003年9月30日収穫（8月7日播種）と12月18日収穫（10月6日播種）の2作で検討した。

### 内容成分の分析方法

いずれの実験においても、内容成分の分析は総ビタミンC、還元糖、硝酸の3項目について行った。試料は午前中に収穫し、任意に4株ずつ採取して、すぐに前処理を行なった。総ビタミンCはメタリン酸で抽出し、ヒドラジン法により定量した。還元糖は水抽出した後たんぱく除去を行い、ソモギー・ネルソン法によりグルコースを標準として定量した。硝酸は水抽出して適宜希釈した後、RQフレックスで測定した。

表1. ハウスの換気方法と遮光率

試験区	換気方法	遮光率	収量・外観
A	側窓部寒冷紗被覆	30%	カップリング等の高温障害がしやすい
B	寒冷紗無被覆	なし	虫害が顕著
C	天窓開放・側窓部寒冷紗被覆	30%	良好

実験1の試料については、職員30名程度をパネラーとした食味試験を行なった。葉を一枚一枚切り離し、沸騰水中で1分間ゆでた後冷水中で冷やし、軽く絞って供試した。葉柄と葉身の両方を試食し、外観、雑味の有無、味等を総合的に5段階で評価した。

### Ⅲ. 結果

#### 実験1 夏作および冬作における品種比較

夏作に供試した6品種のうち、‘武帝’と‘夏しんとく’は、還元糖含量が多く、硝酸含量が少ない傾向がみられ、食味試験の結果も良好であった。ただし、収量・外観から評価すると、‘武帝’はやや株元の締りが悪く、‘夏しんとく’は調製重が小さい傾向がみられた。逆に、‘ニイハオ新1号’は外観が大きく、‘夏帝’は株元の締りが良好であり、両者ともビタミンC含量は多かったが、還元糖含量が少なく硝酸含量が多い傾向にあり、食味が劣った。(表2)

冬作に供試した4品種については、‘ニイハオ4号’、‘冬賞味’がいずれの項目においても良好であり、収量・外観も優れていた。‘醍醐味’は収量・外観に優れ

るがビタミンC，還元糖含量が少なく、硝酸含量が多い傾向がみられた。(表3)

#### 実験2 収穫時期が内容成分に及ぼす影響

成分含量は収穫時期による影響が非常に大きく、夏作と冬作ではいずれの項目も大きな差がみられた。特に硝酸含量は夏作で多く、2002年の8月と10月収穫では7000mg/kgを超えたが、冬作の2003年3月収穫では、約半分の3815mg/kgであった。2003年度は全体的に2002年度より少なめであったが、同様の傾向があり、9月収穫では5001mg/kg、2004年4月ではその半分の2374mg/kgであった。

還元糖含量は硝酸含量とほぼ負の相関関係がみられ、硝酸含量の多い夏作では還元糖含量が少なく、硝酸含量の少ない冬作で多くなる傾向がみられた。収穫時期ごとにみると、還元糖含量は8月～9月収穫の夏作で440mg/100g程度、12月～4月収穫の冬作では1490mg/100g程度の値であった。

総ビタミンC含量と収穫時期との関係は、明確な傾向がみられなかったものの、夏作でも比較的多く保持され、冬作でわずかに少なくなる傾向がみられた。年

表2. 夏作における内容成分の品種間差異

品種名	調製重 (g)	株元の締り	総Vc (mg/100g)	還元糖 (mg/100g)	硝酸 (mg/kg)	食味
夏賞味	131	1.62	44.19	165	5805	3.00
ニイハオ新1号	154	1.78	47.40	189	6840	2.81
夏帝	126	2.00	50.01	236	7740	2.59
武帝	132	1.70	49.23	395	6210	3.38
夏しんとく	129	1.65	47.33	305	6255	3.08
陽夏	128	1.76	41.55	147	6345	-

：評価の高い数値

食味：1-悪い，2-やや悪い，3-普通，4-やや良い，5-良い

株元の締り：劣(1)～(3)優

総Vc：総ビタミンC

表3. 冬作における内容成分の品種間差異

品種名	調製重 (g)	株元の締り	総Vc (mg/100g)	還元糖 (mg/100g)	硝酸 (mg/kg)
ニイハオ4号	237	2.30	41.2	1436	3360
ニイハオ114	183	2.27	34.1	1222	3642
冬賞味	166	2.10	37.2	1644	2771
醍醐味	175	2.17	30.0	1125	4113

：評価の高い数値

株元の締り：劣(1)～(3)優

間を通して、チンゲンサイのビタミンC含量は41mg/100g前後の値であった。(図1)

**実験3 夏季栽培の換気方法が内容成分に及ぼす影響**

換気方法が異なるハウス内の環境条件は、側窓部寒冷紗被覆区で、30%程度の遮光状態となり、日射量が少なくなえ通気が悪く高温になりやすい。ハウス内の気温の変化は、午前中の気温の上昇が早く、日中の最

高気温も他の2区に比べて3~5℃高かった。(図2) 寒冷紗無被覆区では光が十分あたって通気性もよく、1日のハウス内気温は最も低く推移した。天窓開放・側窓部寒冷紗被覆は、側窓開口部と天窓に寒冷紗を被覆して虫害を防ぎ、天窓を開放することにより、ハウス内の気温の上昇も寒冷紗無被覆区と同等に抑えることができた。(図2)

これらの栽培方法で育てたチンゲンサイの内容成分

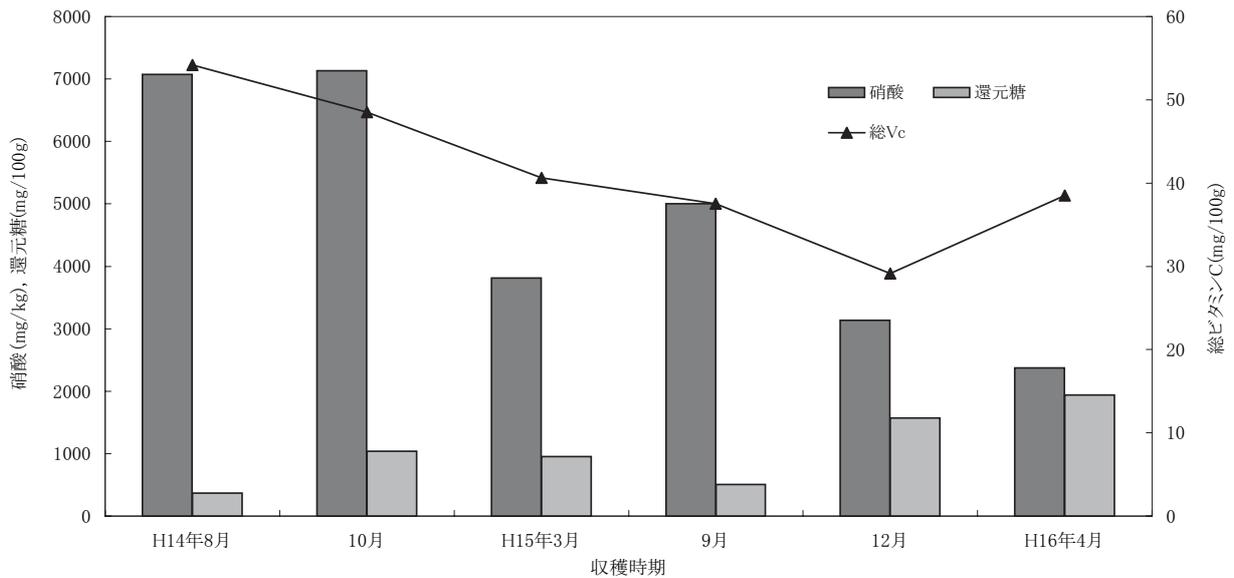


図1 収穫時期が内容成分に及ぼす影響

夏秋作：品種「夏賞味」、施肥量 10kg/10a、屋根換気  
 冬春作：品種「冬賞味」、施肥量 15kg/10a、寒冷紗無被覆

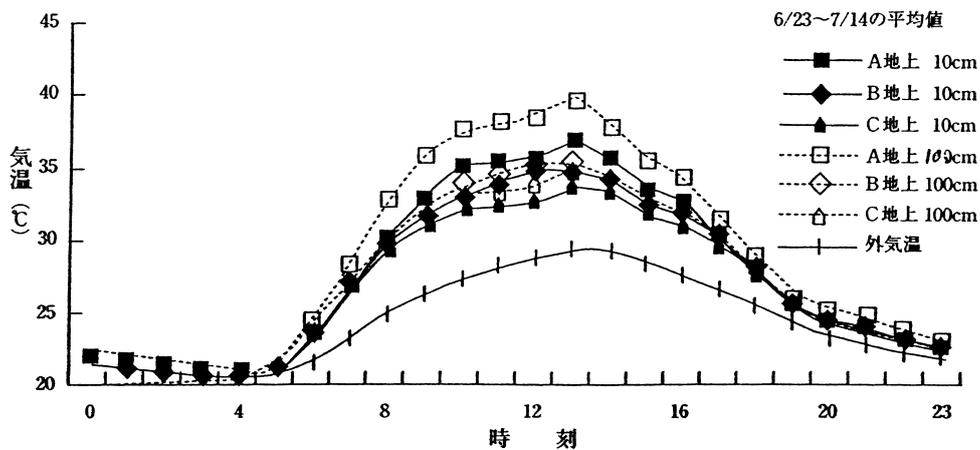


図2 換気方法がハウス内気温に及ぼす影響

ハウス開口率は、A区(側窓部寒冷紗被覆) 21.2%，B区(側窓部寒冷紗無被覆) 21.2%，C区(屋根・側窓部寒冷紗被覆) 35.5%である。

を比較すると，7月下旬から8月上旬収穫となる播種期Ⅰでは，遮光・高温条件となる側窓部寒冷紗被覆区でビタミンC，還元糖，硝酸含量が，いずれも少なかった。寒冷紗無被覆区と天窓開放・側窓部寒冷紗被覆区を比較すると，ビタミンC，還元糖含量はほぼ同等であったが，硝酸含量は遮光のない寒冷紗無被覆区で多くなる傾向がみられ，成分の面では天窓開放・側窓部寒冷紗被覆区が最も良好であった。

10月上，中旬収穫となる播種期Ⅱでは，側窓部寒冷紗被覆区の生育が速く，他の2区に比べて2週間ほど収穫時期が早かった。しかし，成分面では還元糖含量が極端に少なくなり，硝酸含量が多くなる傾向がみられた。寒冷紗無被覆区と天窓開放・側窓部寒冷紗被覆区を比較すると，還元糖，硝酸含量はほぼ同等であっ

たが，ビタミンC含量は寒冷紗無被覆区で少ない傾向がみられ，成分面では天窓開放・側窓部寒冷紗被覆区が最も良好であった。(表4)

#### 実験4 窒素施肥量が内容成分に及ぼす影響

チンゲンサイの窒素施肥量を，夏作栽培基準量の10kg/10aと3割減肥した7kg/10aで栽培し，内容成分を比較した。その結果，3割減肥した区でビタミンCと還元糖含量が多くなる傾向がみられた。硝酸含量については，‘ニイハオ新1号’では減肥すると減少したが，‘夏賞味’では減肥の効果が見られなかった。減肥による成分の改善効果は‘夏賞味’よりも‘ニイハオ新1号’でより顕著であり，9月収穫よりも12月収穫で差が大きかった。(表5)

表4. 換気方法が内容成分に及ぼす影響

播種期	品種名	換気方法	収穫日	総Vc (mg/100g)	還元糖 (mg/100g)	硝酸 (mg/kg)
Ⅰ (6月24日)	夏賞味	A	7/29	44.2	165	5805
		B	8/1	52.6	433	6615
		C	8/1	54.2	371	6255
	ニイハオ新1号	A	7/29	47.4	189	6840
		B	8/1	65.6	266	8370
		C	8/1	67.9	306	6345
Ⅱ (8月19日)	夏賞味	A	10/3	54.3	474	6885
		B	10/17	41.8	1353	5580
		C	10/17	48.5	1038	6075
	ニイハオ新1号	A	10/3	44.7	448	7335
		B	10/17	37.1	735	6390
		C	10/17	44.3	793	5805

換気方法 A：側窓部寒冷紗被覆，B：寒冷紗無被覆，C：天窓開放・側窓部寒冷紗被覆

表5. 窒素施肥量が内容成分に及ぼす影響

収穫時期	品種名	窒素施肥量 (10a 当たり)	総Vc (mg/100g)	還元糖 (mg/100g)	硝酸 (mg/kg)
9月	夏賞味	10kg	37.5	504	5001
		7kg	38.4	619	5300
	ニイハオ新1号	10kg	40.4	394	6046
		7kg	40.7	616	5197
12月	夏賞味	10kg	29.1	1570	3134
		7kg	32.8	1983	3493
	ニイハオ新1号	10kg	32.6	1389	4544
		7kg	42.8	2246	2975

・栽培方法：天窓開放・側窓部寒冷紗被覆

## Ⅳ. 考 察

最近では、野菜の内容成分に関する報告が数多く出され、主にハウレンソウを対象とした水耕栽培で、内容成分に影響を及ぼす栽培条件が明らかになっている(11, 9, 6)。張ら(11)は培養液の窒素濃度が低くなるほど、アスコルビン酸と糖含量が増加し、硝酸、シュウ酸含量が減少すると報告しており、塩見(9)も収穫1週間前に窒素をアンモニア態窒素に切り換えることにより、硝酸含有率が90%低下することを示した。肥料以外でも、遮光、気温、かん水、堆肥の施用がハウレンソウの内容成分に影響を及ぼすことが報告されている(6)。しかし、現地の土耕栽培ではこれらの条件をうまくコントロールすることは難しく、品種や収穫時期による成分含量の特徴を把握した上で、栽培管理や施肥体系を組み合わせ、内容成分を改善していく必要がある。

従来、品種の選定にあたっては、栽培のしやすさや収量、外観が重視され、成分や食味は二の次となる傾向があった。しかし、他産地との差別化を図るためには、成分や食味も重要な要素となり、栄養素として期待されるビタミンC、食味との相関が高い糖、有害物質に変換されるとして低減化が望まれる硝酸の3成分が、品質を評価する際の目安となっている。ただし、成分・食味の内的品質と収量・外観といった外的品質は、両立がなかなか困難であり、本試験でも冬作の品種は‘ニイハオ4号’、‘冬賞味’で両立できたが、夏作の場合、‘武帝’、‘夏しんとく’は内的品質に優れるが外的品質で劣り、‘ニイハオ新1号’、‘夏帝’は外的品質に優れるが内的品質で劣る傾向がみられた。しかし、慣行栽培法では成分面で劣る‘ニイハオ新1号’でも、実験3、実験4にみられるように、品種に合った栽培方法や施肥を行えば、かなりの成分改善効果が認められる。今後は品種に合った栽培条件を把握し、品種ごとに適した栽培管理が求められると思われる。

収穫時期と内容成分の関係をみると、冬から春にかけては還元糖含量が多く、硝酸含量が少なくなり、食味も良好である。しかし、夏から秋にかけては還元糖含量が少なく、硝酸含量が非常に多くなり、改善の余地が大きい。

夏季栽培の場合、寒冷紗無被覆では虫害が顕著になるため、現地の農家でも側窓開口部を寒冷紗被覆して栽培するのが慣行となっている。しかし寒冷紗で被覆すると通気が悪くなり、ハウス内の気温が上昇して、

葉縁が枯れるチップバーンや、葉身がお椀型になるカップリング等の高温障害が発生しやすい(4)。ただし、寒冷紗を被覆しても天窓を開放すれば、気温の上昇が抑制され、高温障害を防ぐ効果が報告されている(4)。これらの栽培方法を成分面から検討すると、遮光・高温となる側窓部寒冷紗被覆では、光の照射が不足して光合成が十分行なわれず、還元糖含量が著しく低下するものと考えられた。

また、硝酸の代謝に関与する硝酸還元酵素は光によって活性化されることが報告されており(1)、池羽ら(2)がハウレンソウで行なった試験でも、遮光率が高くなるにつれて硝酸含量が増加した。播種期Ⅱについては側窓部寒冷紗被覆と無被覆で、遮光率の高い寒冷紗被覆の方が硝酸含量が多い。しかし、播種期Ⅰについては寒冷紗無被覆区で硝酸含量が多かった。これは、チンゲンサイにも最適な日射量があり、播種期Ⅰの寒冷紗無被覆ではそれを超えてしまうため、代謝がうまく行なわれず、硝酸含量が多くなるのではないかと推測される。したがって、夏の日差しが強い時期には、適度な遮光が硝酸含量の減少に効果的であり、今後最適な日射量等の検討が必要と考えられる。また、両播種期とも成分面では天窓開放・側窓部寒冷紗被覆区が良好であり、換気により気温を低く抑えることが内容成分の改善に効果的であると推測された。

窒素施肥については、建部ら(10)によるハウレンソウとコマツナを対象とした試験で、硝酸含量は窒素施肥量に比例して増減することが報告されている。本試験でも、3割減肥した7kg/10aの区で10kg/10aよりも硝酸含量が少なく、ビタミンC、還元糖含量が多くなる傾向がみられた。ただし、窒素施肥量を減らすと収量も減少するので、どの時点で両者のバランスをとるのかは生産者の判断にまかされる。コストの削減、環境への配慮、そして内的品質からいっても、さらなる窒素施肥量の低減が望まれる。

## V. 摘 要

- 成分面で良好な品種は、夏作では‘武帝’、‘夏しんとく’であり、冬作では‘ニイハオ4号’、‘冬賞味’であった。
- 夏作では硝酸含量が多く、還元糖含量が少ない傾向にあり、冬作では硝酸含量が少なく、還元糖含量が多かった。ビタミンC含量については、季節による明確な傾向がみられなかった。

3. 遮光・高温条件となる側窓部寒冷紗被覆では還元糖含量が著しく減少した。
4. 寒冷紗被覆による気温の上昇を抑制するには，天窓開放による屋根換気が効果的であり，成分面でもビタミンC，還元糖含量を増加させ，硝酸含量を減少させる効果がみられた。
5. 窒素施肥量を10a当たり10kgより7kg程度に少なくすると，ビタミンCや還元糖含量が増加し，硝酸含量が減少した。

### 引用文献

1. Cires, D. A., A. D. L. Torre and B. D. C. Lara. (1993). Role of light and CO<sub>2</sub> fixation in the control of nitratereductase activity in barley leaves. *Planta*. 190 : 277~283.
2. 池羽智子・氏家有美・鹿島恭子 (2002). ホウレンソウの品種，遮光と内容成分. 茨城農総七園研試験成績書. 243~244.
3. 科学技術庁資源調査会編 (2000). 五訂日本食品標準成分表.
4. 貝塚隆史 (2002). 高温期の軟弱野菜類のハウス屋根換気による高品質生産技術. *フレッシュフードシステム*, 31 卷 6 号, 51~54.
5. 国立医薬品食品衛生研究所 (1998). 生鮮食品中の硝酸塩，亜硝酸塩含有量.
6. 中本洋・黒島学・塩澤耕二 (1998). ホウレンソウのシュウ酸，硝酸，ビタミンCに及ぼす遮光，気温，かん水，堆肥施用の影響. *北海道立農試集報*. 75 : 25~30.
7. 農林水産省 (2002). 野菜生産出荷統計.
8. Sander (1969). *Arzneimittel-Folsch*. Vol. 19.
9. 塩見文武 (1997). 溶液栽培におけるホウレンソウの硝酸，シュウ酸含量の低減化. 近畿中国地域における新技術. 31 : 103~107.
10. 建部雅子・石原俊幸・松野宏治・藤本順子・米山忠克 (1995). 窒素施用がホウレンソウとコマツナの生育と糖，アスコルビン酸，硝酸，シュウ酸含有率に与える影響. *土肥誌*. 66 : 238~246.
11. 張春蘭・渡邊幸雄・嶋田典司 (1990). 水耕ホウレンソウの生育ならびに含有成分に及ぼす窒素濃度の影響. *千葉大園学報*. 43 : 1~5.

# 鉢物用カーネーションの品質保持に及ぼす観賞時の 光強度の影響

駒形智幸・高城誠志\*・本図竹司

Effect of Interior Light Intensity on Qualitative Maintenance of Potted Carnation

Tomoyuki KOMAGATA, Seishi TAKAGI\* and Takeshi MOTOZU

## Summary

The effects of interior light intensity on qualitative maintenance of potted carnation (*Dianthus caryophyllus* L. cv. Baby Heart) were determined. Plants were maintained at different photosynthetic photon flux densities (PPFD) of  $9.8 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $51.6 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  and  $274.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  for 35 days. The plants opened 4.5, 7.8 and 13.7 flowers, respectively, when maintained at PPFD of  $9.8 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $51.6 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  and  $274.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ . The number of yellowing leaves decreased when PPFD increased, and the number of dead flower buds were fewer at PPFD of  $51.6$  or  $274.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  compared to plants at PPFD of  $9.8 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ . The largest corolla diameter and good petal color were obtained at PPFD of  $274.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ .

On the basis of this investigation, the best result was obtained at PPFD of  $274.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  for qualitative maintenance of potted carnations. It is considered that putting the plants under high interior light conditions such as a place near windows will be effective to maintain the quality of potted carnations.

キーワード：鉢物カーネーション，品質保持，観賞，光強度

## I. 緒言

鉢物用カーネーションは本県の主要な鉢花で、そのほとんどが母の日向けに生産されている。しかし、開花がすぐになくなる、あるいは蕾が咲かずに枯れるなど、消費者の手に渡ってからの品質低下が問題になっている。

鉢物の品質保持に対しては、生産、流通、消費の各段階における様々な条件が関与していると考えられるが、比較的強い光を必要とするカーネーション(8)は、主として弱光ストレスによって品質低下が早まっていると考えられている。とりわけ生産段階と消費段階における光環境の較差は非常に大きく、生育に好適な生産時の光条件から、生育に十分とはいえない消費段階での光条件下に、短期間のうちに変化させられることになる。鉢花の出荷後の光条件と品質保持に関しては、アフリカハウセンカ(1)、シクラメン(4, 7)、デルフィ

ニウム(9)などで報告があり、弱光下では花持ち期間の短縮や落蕾、落葉、葉の黄化や枯死、茎の徒長などにより品質低下が早まることが明らかにされている。

そこで本実験では、消費段階における管理指標の資料を得るため、光強度が鉢物用カーネーションの品質保持に及ぼす影響について検討した。

## II. 材料および方法

‘ベイベーハート’を供試し、光合成有効光量子束密度を  $9.8 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  ( $\approx 0.7\text{klx}$ , 以下弱光),  $51.6 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  ( $\approx 3.2\text{klx}$ , 以下中光) および  $274.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  ( $\approx 17\text{klx}$ , 以下強光) に設定した人工気象室内へ、2001年5月17日に各区7鉢ずつ搬入して実験を行った。光源は、弱光区では昼白色蛍光灯、中光および強光区ではメタルハライドランプを用い、日長12時間、気温20℃、湿度約60%に設定した。搬

\*現在鹿島地帯特産指導所

本報告の一部は平成14年度園芸学会春季大会で発表した。

入後、開花数、黄化葉数、枯死蕾数を3~4日間隔で調査した。また、観賞開始1週間後に開花した花について、開花5~7日後に花径および花色(色彩色差計; 日本電色工業社製 NR3000)を測定した。さらに、搬入時に発達ステージの異なる蕾ごとに、開花および枯死状況を調査した。観賞価値のなくなった花、黄化葉および枯死蕾は調査時にその都度除去した。供試株は2000年10月27日に挿し芽をし、11月30日に2.5号鉢に鉢上げ、2001年1月19日に最終摘心、3月29日に3.5号鉢に鉢替えて育成した。栽培は最低夜温10℃に設定したビニルハウス内で行った。

### Ⅲ. 結 果

**開花数** 観賞期間中の1鉢当たりの総開花数は弱光区、中光区および強光区でそれぞれ4.5、7.8および13.7と光が強いほど多くなり(表1)、光強度と開花数には高い相関が認められた(図1)。同時開花数は光が強いほど多く推移し、中光区および強光区では観賞開始17日後に最大となり、その後減少した(図2)。開花数の減少は光が弱いほど早まる傾向がみられたが、観賞35日後にはいずれの光強度でも開花数が1以下となった。開花数の増加はおおむね観賞開始17日までで、それ以降は開花数の増加はほとんどみられなかった(図3)。

表1 観賞時の光強度が鉢物カーネーションの品質保持に及ぼす影響

光強度 ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	開花数 <sup>z</sup>	黄化葉数 <sup>z</sup> (枚)	枯死蕾数 <sup>z</sup> (個)	花径 <sup>y</sup> (cm)	花色 <sup>y</sup>		
					L*	a*	b*
9.8	4.5c <sup>x</sup>	27.0a	11.9a	4.7b	75.5a	25.4b	-11.6b
51.6	7.8b	18.5b	5.4b	4.7b	72.3ab	33.6a	-12.5b
274.2	13.7a	4.4c	1.5b	5.2a	70.2b	35.6a	-9.4a

z: 観賞期間中(5/17~6/21)の総数

y: 5/24~26に開花した花について5/31に測定

x: 同列のアルファベットはTukeyの検定(5%レベル)により同符号間に有意差なし

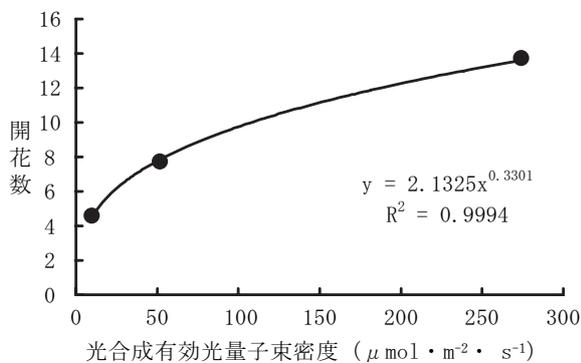


図1 観賞時の光強度と開花数との関係

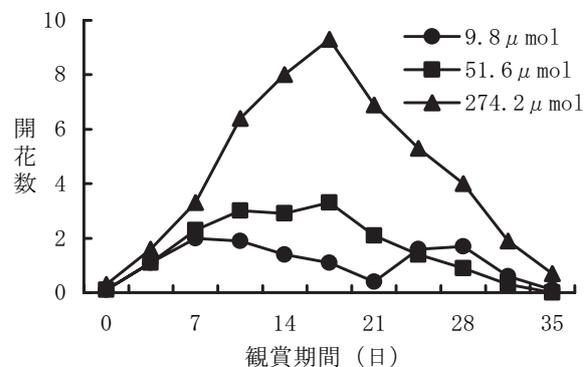


図2 観賞時の光強度が鉢当たり開花数の推移に及ぼす影響

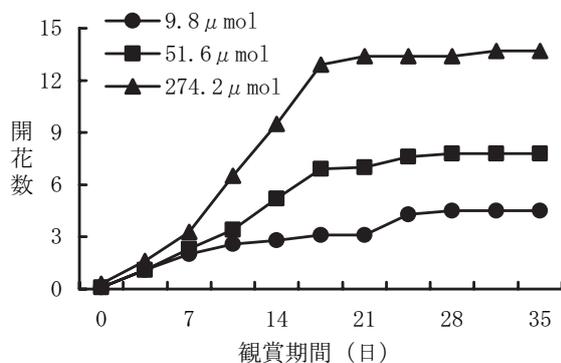


図3 観賞時の光強度が鉢当たりの累積開花数の推移に及ぼす影響

**黄化葉ならびに枯死蕾** 観賞期間中の黄化葉発生数は弱光区、中光区、強光区でそれぞれ27.0、18.5、4.4となり、光が強いほど少なくなった(表1)。黄化葉の発生は観賞開始17日後からみられ、その後増加したが、増加程度は光が弱いほど大きくなった(図4)。観賞期間中の枯死蕾数は弱光区、中光区、強光区でそれぞれ11.9、5.4、1.5となり、弱光区で最も多くなった(表1)。発生は弱光区では観賞開始17日後からみられ、その後直線的に増加したが、中光区および強光区での発生はやや遅く、増加程度も小さかった(図5)。

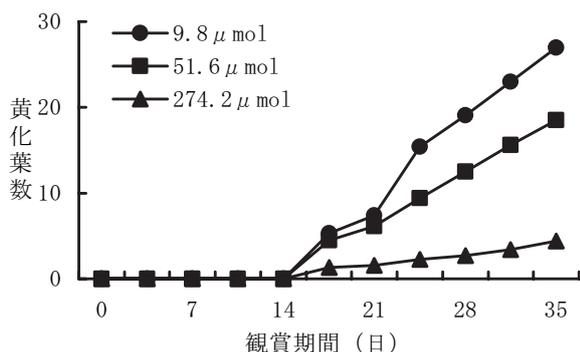


図4 観賞時の光強度が鉢当たりの黄化葉累積数の推移に及ぼす影響

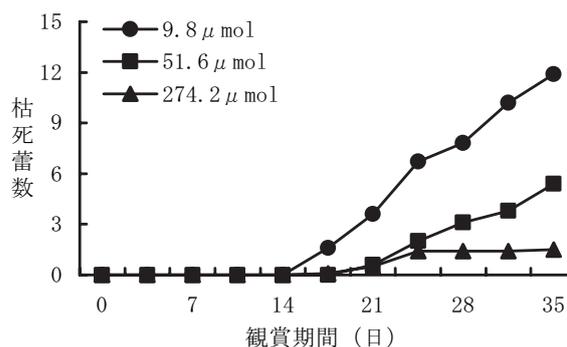


図5 観賞時の光強度が鉢当たりの枯死蕾累積数の推移に及ぼす影響

表2 観賞時の光強度が鉢物カーネーションの发育段階を異にした蕾の開花率, 枯死率, 蕾ステージⅣの開花までの日数および開花期間に及ぼす影響

光強度 ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ )	蕾開花率 <sup>z</sup> (%)			蕾枯死率 <sup>z</sup> (%)			開花までの日数 <sup>x</sup> (日)	開花期間 <sup>x</sup> (日)
	ステージⅡ <sup>y</sup>	ステージⅢ	ステージⅣ	ステージⅡ	ステージⅢ	ステージⅣ		
9.8	18.2	27.3	91.7	81.8	72.7	8.3	7.9	10.1
51.6	0	45.5	100	75.0	27.3	0	6.4	7.4
274.2	69.2	100	100	0	0	0	4.8	10.9

z: 蕾開花率は6/21まで, 蕾枯死率は6/30まで調査

y: 図6の蕾ステージによる(蕾ステージは観賞開始時のステージ)

x: ステージⅣの値

**花径ならびに花色** 花径は弱光区および中光区で4.7cmだったのに対して, 強光区で5.2cmと大きくなった。花色はL\*は弱光区で75.5, 強光区で70.2, 中光区ではこれらの中間となり, 光が弱いほど大きくなった。a\*は弱光区で小さく, b\*は強光区で大きくなった(表1)。

**蕾発達ステージ別の開花, 枯死状況** 開花率は光が強いほど, また, 蕾が大きいほど高くなった(表2)。強光区では蕾ステージⅡ, Ⅲ, Ⅳの開花率はそれぞれ69.2, 100, 100%となったが, 弱光区では18.2, 27.3, 91.7%であった。枯死率は光が弱いほど, また, 蕾が小さいほど大きくなった(表2)。強光区では蕾の枯死はみられなかったが, 弱光区では蕾枯死率はステージⅡで81.8%, Ⅲで72.7%, Ⅳで8.3%となった。ステージⅣの蕾が観賞開始から開花するまでの日数は, 弱光区, 中光区, 強光区でそれぞれ7.9, 6.4, 4.8日となり, 弱光ほど開花までに日数を要した, 開花期間はそれぞれ10.1, 7.4, 10.9日となった。

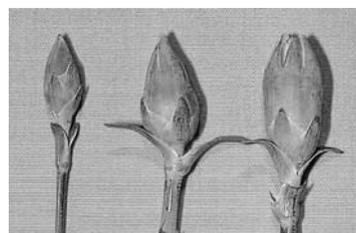


図6 蕾ステージ(左からⅡ, Ⅲ, Ⅳ)

#### Ⅳ. 考察

鉢物カーネーションの品質保持に及ぼす観賞時の光強度の影響について, 弱光 ( $9.8 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ), 中光 ( $51.6 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ) および強光 ( $274.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ) で検討した。観賞中の開花数は光強度が減少するほど少なくなり, 同時開花数も弱光ほど少なくなった。また, 黄化葉や枯死蕾の発生は弱光ほど多く, 光が弱いほど品質低下が早まった。弱光区では開花数が少ないことに加え, 開花数は観賞開始7日後をピークに早期に減少し, 17日後から黄化葉や枯死蕾が発生し始め, その後急速に増加し, 35日後には開花が無くなった。強光区ではステージⅡ程度の比較的小さな蕾

も開花して開花数が増加したのに対して、弱光区ではステージⅣの蕾の開花率は高かったものの、ステージⅢ以下の蕾の開花率は30%未満と低く、枯死率が高くなった。蕾収穫された切り花や、花序中に多数の蕾を持つ切り花は、蕾の発達および開花に多くの炭水化物が必要であり(2)、蕾段階で採花された切り花カーネーションの開花液にショ糖を添加することにより、開花率が向上することが報告されている(5)。切り花カーネーション生産においても遮光を行って光を制限した場合は、葉および花弁中の糖の総含量およびデンプン含量が低下することが明らかにされている(6)。鉢物用カーネーションは一株に数～十数本の側枝を持ち、それぞれの側枝に多くの未熟花蕾を持つ。これらの蕾を開花させるには相当量の炭水化物が必要と考えられるが、弱光下では光合成速度の低下や呼吸量の増大により炭水化物が減少し、エネルギー不足により開花数が制限されたものと考えられた。このことは、弱光ほど蕾の枯死および黄化葉の発生が増加したことから推察される。棚瀬ら(9)によると、デルフィニウム鉢花は弱光下で小花の花持ちが短く、光合成速度の低下、花器官の糖含量の減少、小花のエチレン生成量の増加がみられ、弱光下では光合成が抑制されることによって小花中の糖含量が減少し、それに伴ってエチレン生成が促進されて花持ちが短縮されるとしている。カーネーションの品質保持にもエチレンが関与していることから、デルフィニウムと同様に弱光ストレスによるエチレンの影響も考えられる。

一方で、弱光条件では開花数は減少したものの、開花が全くなくなるまでの期間は強光条件と大差がなかった。蕾収穫された切り花カーネーションでは、0.2～3klxの間で日持ち期間の影響が認められていない(5)。本実験でもステージⅣの蕾の開花期間は中光区で短かったものの、弱光区と強光区はほとんど差がなかった。しかし、弱光下では小さい蕾は枯死する割合が高いため、開花数が少ないまま経過し、最終的には強光下よりやや早く開花がなくなるといった開花パターンを示したものと考えられる。鉢物カーネーションでは数本の側枝を一斉に摘心して、その後発生する側枝の成長をそろえ、母の日の出荷にあわせて多くの花蕾を確保する栽培方法が一般的である。このような栽培方法では、花は一斉に開花し、その後は開花がなくなるものと考えられ、本実験では強光区でも観賞35日後には開花数が1以下となったことから、3.5号鉢ではおおむね7週間程度が観賞期間の限界と考えられた。

強光下では比較的小さな蕾も開花することから、摘心時期をずらすなどして発達ステージの異なる側枝を連続的に配置することにより、観賞期間を長くできる可能性があるものと考えられる。

光が弱いほど $L^*$ は大きく $a^*$ は小さくなり、花色が薄くなった。カーネーションの花弁表色はアントシアニン生成量との関係が深く、低照度では退色がみられアントシアニン生成量も低い(6)。花色の退色は品質低下の一つと考えられ、鮮やかな花色を保つには強い光を当てる必要がある。

以上から、鉢物カーネーションは弱光下で観賞すると開花数の減少や黄化葉、枯死蕾の発生増加、花色の退色などにより品質低下が大きくなり、 $274.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ 程度の強光下で管理することが品質保持に有効であることが明らかになった。5月上旬の栽培温室内の光強度は $1350 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ( $\approx 78\text{klx}$ 、晴天日正午の実測値)とかなり高いが、屋内で観賞される場合、人工光下の一般事務所の床面上の光強度は $6.8 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (白色蛍光灯を使用し照度0.5klx、 $1 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} = 74\text{lX}$ として算出)と弱光条件であるため(3)、窓際などの明るいところ(直射日光の当たる窓際 $556 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} = 30\text{klx}$ 、直射日光の当たらない窓際 $37 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} = 2\text{klx}$ 、(3))で観賞する方が品質保持に効果的であると考えられる。

## V. 摘要

鉢物カーネーションの品質保持に及ぼす観賞時の光強度の影響について、光合成有効光量子束密度 $9.8 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ 、 $51.6 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ および $274.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ で検討した。観賞期間中の1鉢当たりの開花数は、 $9.8 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ 、 $51.6 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ および $274.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ でそれぞれ4.5、7.8および13.7と、光が強いほど多くなった。黄化葉数はそれぞれ27.0、18.5、4.4と光が強いほど少なく、枯死蕾数は11.9、5.4、1.5となり、 $274.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ で最も少なくなった。 $274.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ で花径が大きくなり、花色も濃くなった。

以上から、鉢物カーネーションの品質保持効果は $274.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ で最も高く、室内で観賞する場合は、窓際などの明るい場所に置くことが品質保持に効果的であると考えられる。

## 引用文献

1. 土井元章・水野珠美・今西英雄 (1992). アフリカハウセンカの流通段階における品質保持に及ぼすSTS処理および光環境の影響. 園学雑. 61 (3) : 643-649.
2. 土井元章 (1995). ポストハーベスの研究動向—花卉の収穫後生理とその制御技術—新花卉. 166 : 15-22.
3. 梶川昭則 (1996). 農業技術体系花卉編 4 : pp519-521. 農文協. 東京.
4. 駒形智幸・高城誠志・本図竹司 (2002). シクラメンの品質保持に及ぼす観賞段階の気温および照度の影響. 茨城農総セ園研報. 10 : 16-21.
5. 小山佳彦・宇田明 (1994). カーネーションの蕾開花におよび品質に及ぼす温度, 照度, ショ糖濃度の影響. 園学雑. 63 (1) : 203-209.
6. MAEKAWA, Susumu (1975). Studies on the Coloration of Carnation Flowers IV. The Effects of Ultraviolet and Visible Light Intensity on the Plant Growth and the Flower Coloration. 神大農研報. 11 : 199-204.
7. 須田晃・西尾譲一・福田正夫 (2001). 観賞時の光条件と栽培時のBA・GA処理がシクラメンの観賞期間に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 33 : 201-206.
8. 田中政信・田中誠 (1987). 北部九州におけるカーネーションの高位生産技術に関する研究. 佐賀農試研報. 24 : 1-77.
9. 棚瀬幸司・牛尾亜由子・市村一雄 (2004). デルフィニウム鉢花の日持ちに及ぼす光量の影響. 園学雑. 73 別 1 : 163.

# 数種花壇苗の生育，開花に及ぼす播種時期ならびに栽培温度の影響

駒形智幸

## Effects of the Seeding Time and Growing Temperatures on Growth and the Flowering Time of Bedding Plants

Tomoyuki KOMAGATA

### Summary

*Chrysanthemum paludosum* cv. North Pole, *Chrysanthemum multicaule*, *Bellis perennis* cv. Early Pom-Pom Net, *Catharanthus roseus* cv. Cooler Grape, *Zinnia elegans* × *Z. angustifolia* cv. Profusion Orange, *Petunia hybrida* cv. Bakara Rose and *Torenia fournieri* cv. Cyclone Rose Picoty were seeded monthly. About 30 days after seeding, the plants were transplanted into 9 cm diameter pots, and were grown in plastic green houses with three different growing temperatures (non-heated, heated to a 5°C minimum temperature (November to April) and heated to a 10°C minimum temperature (November to April)). The experimental results clarified the relation between seeding time or growing temperatures and growth or the flowering time, and fundamental data for intentional production of bedding plants were obtained.

キーワード：花壇苗，播種時期，栽培温度，クリサンセマム，デージー，ニチニチソウ，ジニア，ペチュニア，トレニア

### I. 緒言

花壇用苗物の生産は，ガーデニングブームなどにより順調に増加してきた。全国の花壇用苗物の作付け面積はここ2～3年間はほぼ横ばいであるが，2003年には1,741haの作付けがあり，この10年間で2.4倍の伸びを示している。本県での作付け面積は62.7haで全国第7位に位置しており，その重要性を増してきている。

一方，花壇苗の流通は市場半分，市場外半分といわれているが，市場流通が主導的役割を果たしており，市場への無計画な出荷が多くなると市場価格の下落を招く(3)。このような事態を避けるには，産地における作付け品目や出荷予定数量，出荷予定時期などの生産情報を，あらかじめ市場などに伝えておくことが重要である。また，小売の大規模化や卸売市場法の改正による相対取引の増加等により，指定された出荷時期に合わせて生産するケースが増えており，今後はより

一層計画的な生産を求められるようになると考えられる。生産に当たってはまず出荷時期を決め，そこからさかのぼって播種時期を決定するが，播種から開花までの期間は温度等によって大きく異なるため，播種時期ごとに栽培温度と開花時期との関係を知っておく必要がある。そこで，本試験では計画的な生産の基礎資料を得ることを目的に，数種の花壇苗について播種時期と栽培温度が生育ならびに開花時期に及ぼす影響について検討した。

### II. 材料および方法

クリサンセマム・パルドーサム ‘ノースポール’ (*Chrysanthemum paludosum* cv. North Pole)，クリサンセマム・マルチコーレ (*Chrysanthemum multicaule*)，デージー ‘アーリーボンボンネット’ (*Bellis perennis* cv. Early Pom-Pom Net)，ニチニチソウ ‘クーラグレープ’ (*Catharanthus roseus* cv. Cooler Grape)，ジ

ニア‘プロフュージョンオレンジ’ (*Zinnia elegans* × *Z. angustifolia* cv. Profusion Orange), ペチュニア‘バカラローズ’ (*Petunia hybrida* cv. Bakara Rose), トレニア‘サイクロンローズピコティ’ (*Torenia fournieri* cv. Cyclone Rose Picoty) を供試した。毎月上旬に播種し、約1ヶ月間育苗後に鉢上をして生育、開花状況を調査した。鉢上げ後5月～10月は無加温のビニルハウス下で栽培し、9月～3月に播種したものについて、11月から4月の期間無加温、5℃加温、10℃加温と、加温温度の異なる3つのビニルハウス下で栽培した。播種は288穴セルトレイ、鉢上げは3号ポリ鉢に行った。鉢上げ用土は赤土2：未調整ピートモス2：パーライト1を混合し、用土1ℓ当たり重焼リン、過リン酸石灰およびようりんを2gずつ、肥効調節型肥料(リニアタイプ、肥効期間70日)を3g、苦土石灰をピートモス1ℓ当たり6g加えたものを使用した。セル育苗はガラス室内で行い、10月下旬から5月初旬にかけて最低16℃を目標に加温を行った。なお、播種はクリサンセマム・パルドーサム‘ノースポール’、クリサンセマム・ムルチコーレ、デージー‘アーリーボンネット’、ニチニチソウ‘クーラーグレープ’は2001年度および2002年度に、ジニア‘プロフュージョンオレンジ’、ペチュニア‘バカラローズ’、トレニア

‘サイクロンローズピコティ’は2002年および2003年のそれぞれ2カ年に渡って行った。

試験には1区当たり18鉢を供試し、開花日(第1花が咲いた日)、到花日数(播種日から開花日までの日数)、開花時の草丈、株幅等を調査した。

### Ⅲ. 結果および考察

#### 1. 気象条件およびハウス内気温

表1に2001年度から2003年度の月別平均気温、最低極温ならびに日照時間を示した。2001年は7月の平均気温が平年より2℃高く、日照時間は平年の162%となり、高温、多日照の気象条件であった。2003年は7月の平均気温が4.2℃低く、日照時間が平年の26.5%となり、冷涼寡日照の気象条件であった。月最低極温は、2002年の10月から1月にかけて低い傾向がみられた。2002年の1月下旬から2月初旬の各ハウスの最低気温は、無加温区では-5℃以下、5℃区では3℃、10℃区では9℃程度まで低下しており(図1)、厳寒期の加温区では設定温度をやや下回る状態が継続していたと推測された。1月下旬から4月中旬の各栽培ハウス内の平均気温は、4月以降あまり大きな差がみられなくなった(図2)。

表1 2001年度～2003年度の月別平均気温、最低極温ならびに日照時間

年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
平均気温 (℃)												
2001	12.7	17.2	20.8	26.2	23.9	20.5	15.6	8.7	3.6	3.8	4.3	8.8
2002	13.1	17.0	19.0	25.4	25.8	21.0	16.4	8.3	3.8	2.6	3.5	5.8
2003	12.3	16.2	20.5	20.2	23.8	21.4	14.7	11.8	4.6	2.2	4.7	6.3
平年	12.1	16.7	19.9	24.3	25.3	21.6	16.2	9.9	4.1	2.7	3.3	6.8
月最低極温 (℃)												
2001	-3.7	3.7	10.4	17.5	15.7	6.5	4.2	-0.9	-6.8	-6.6	-7.9	-4.6
2002	-0.8	5.0	10.7	17.7	13.6	9.5	-0.7	-3.1	-8.8	-10.7	-8.1	-7.5
2003	-1.3	3.5	11.3	15.5	17.5	7.9	4.0	-1.8	-7.2	-8.8	-7.5	-7.6
日照時間 (h)												
2001	213.8	150.2	85.4	233.4	107.0	120.0	170.7	176.6	183.5	193.8	156.8	182.7
2002	154.6	144.0	104.5	131.9	202.0	131.9	181.7	147.2	148.1	198.7	157.3	186.4
2003	158.9	133.8	83.5	38.2	115.7	159.9	143.7	109.0	169.9	194.3	191.5	169.1
平年	174.0	155.1	102.6	144.1	149.3	123.2	147.9	152.1	178.7	186.1	179.5	175.9

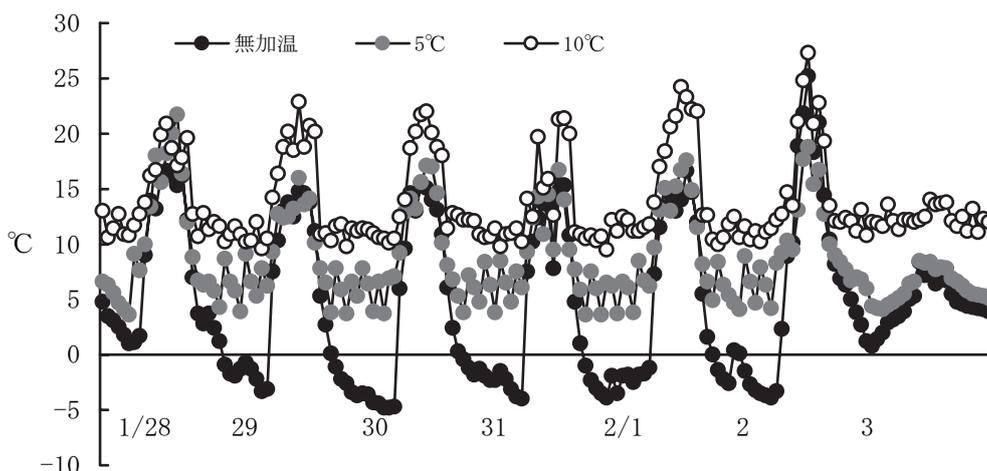


図1 各栽培温度における冬季の気温の推移 (2002年)

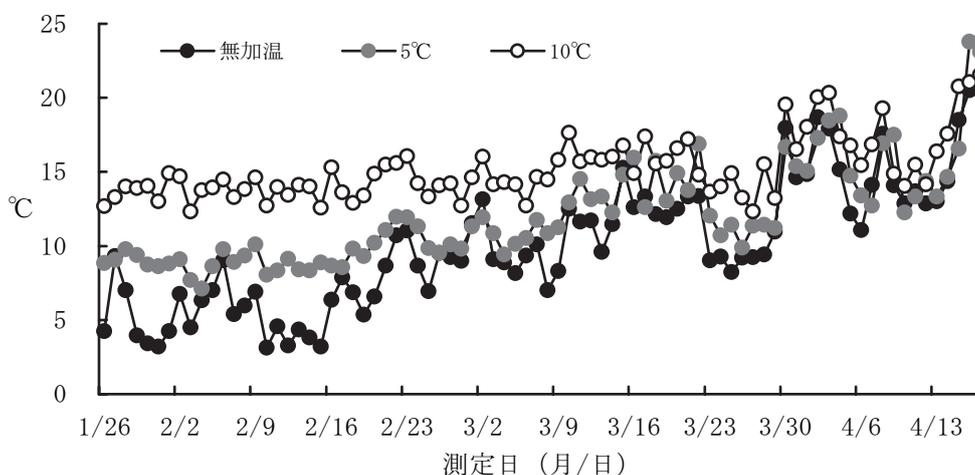


図2 各栽培温度における冬季から春季の平均気温の推移 (2002年)

## 2. 花壇苗の生育，開花状況

### 1) クリサンセマム・パルドーサム ‘ノースポール’

生育，開花状況を表2に示した。播種時期別の最短到花日数は，4月～6月播種では53～61日，7月および8月播種では72日および79日，9月～3月播種では70～91日（10℃加温）となり，播種から開花まではおおむね3ヶ月以内であった。到花日数は6月播種で53日と最も短く，11月播種の無加温で130日と最も長くなった。4月～8月播種では草丈が20cm前後となり，徒長気味の生育となった。草姿は短日期には横張型，長日期には立性気味を示すとされ(2)，草丈が大きくなりやすい3月～8月播種では何らかの徒長対策が必要と考えられた。4月～7月播種では花径が3cm未満と小さくなった。10月～1月に播種して無加温で栽培した場合，2002年度は枯死し，9月播種では凍害による障害がみられ品質が著しく低下した。本種

は露地で越冬する程度の耐寒性を保つが，-5～-6℃

以下の低温が長期間続く地帯での越冬は困難である(2)。当所は，冬季には最低気温が-10℃近くにまで低下するため，本栽培方式による無加温での良品生産は困難であると考えられた。5℃に加温すれば問題なく生産が可能であることから，9月～1月播種では5℃以上で加温栽培することが望ましい。一般的な出荷期は10月～5月であるが(2)，本試験の結果を用い，開花日から栽培温度と播種日の組み合わせをたどることにより，出荷日に応じた播種時期ならびに栽培温度を決定できる。

### 2) クリサンセマム・ムルチコーレ

生育，開花状況を表3に示した。播種時期別の最短到花日数は，4月～6月播種では53～64日，7月播種は72日，8月播種は100日，9月～12月播種は101～122日（10℃加温），1月～3月播種は82～90日

表2 播種時期および栽培温度がクリサンセマム・パルドーサム‘ノースポール’の生育、開花に及ぼす影響

播種日 (月/日)	鉢上日 (月/日)	栽培温度 (℃)	開花日 (月/日)	到花日数 (日)	草丈 (cm)	株幅 (cm)	側枝数 (本)	花径 (cm)	障害発生等
4/4	4/29	無加温	6/4	61	20.0	15.8	6.5	2.9	徒長
5/8	6/9	無加温	7/3	57	20.6	13.3	5.6	2.7	徒長
6/6	6/29	無加温	7/29	53	18.5	12.9	6.7	2.2	花径小
7/6	8/2	無加温	9/16	72	20.8	14.0	6.8	2.7	花径小
8/6	9/1	無加温	10/24	79	19.6	18.1	6.6	3.2	
		無加温	12/1	86	13.7	18.7	4.9	3.1	品質悪
9/6	10/6	5	12/5	91	13.9	16.8	5.6	3.4	
		10	11/28	83	13.2	16.2	6.4	3.4	
		無加温	2/10	127	7.9	11.0	5.9	2.8	2002年度枯死
10/6	11/9	5	2/1	118	11.5	16.9	8.4	3.6	
		10	1/4	90	10.4	15.0	6.9	3.6	
		無加温	3/18	130	10.4	13.7	8.5	2.9	2002年度枯死
11/8	12/12	5	3/7	119	11.2	17.4	9.6	3.5	
		10	2/7	91	9.7	16.2	7.6	3.5	
		無加温	3/30	114	12.5	14.7	9.1	3.1	2002年度枯死
12/6	1/8	5	3/20	104	13.3	15.4	8.7	3.6	
		10	3/4	88	10.6	14.8	7.2	3.6	
		無加温	4/7	90	11.8	14.1	7.9	3.3	2002年度枯死
1/7	1/31	5	4/5	88	12.5	15.5	8.3	3.5	
		10	3/25	77	11.3	15.1	7.1	3.6	
		無加温	4/27	80	13.6	14.8	8.9	3.3	
2/6	3/3	5	4/21	74	14.2	15.3	8.0	3.5	
		10	4/17	70	12.8	14.7	8.6	3.4	
		無加温	5/13	69	15.6	13.6	7.9	3.3	
3/5	3/31	5	5/14	70	16.7	14.9	8.0	3.3	
		10	5/10	66	16.0	13.9	7.9	3.3	

2001年度播種と2002年度播種の平均

(10℃加温)であった。到花日数は6月播種で53日と最も短く、10月播種の無加温で147日と最も長かった。本種はパルドーサム種より長日性が強いと考えられており(2)、本試験の結果でも、8月～3月播種の最短到花日数は、パルドーサム種に比べて長くなった。4月～7月播種では蕾数が5個未満と少なくなり、5月～7月播種では花卉の展開不良がみられた。9月～2月に播種して無加温栽培した場合、2002年度は枯死した。本種は温暖な気候を好み、高温や多湿には弱く、耐寒性もパルドーサム種ほど強くない(2)。9月～2月

播種の無加温では枯死の危険が高いことから、5℃以上で加温栽培することが望ましい。一般的な出荷期は2月～5月であり(2)、本試験の結果から出荷日に応じた播種時期ならびに栽培温度を決定できる。

### 3) デージー‘アーリーボンボンネット’

生育、開花状況を表4に示した。播種時期別の最短到花日数は、4月～6月播種では62～67日、7月～8月播種では80日程度、9月～1月播種では90～112日(10℃加温)、2月播種(10℃加温)および3月播種(無加温)はいずれも80日程度であった。到花日数は

表3 播種時期および栽培温度がクリサンセマム・ムルチコーレの生育，開花に及ぼす影響

播種日 (月/日)	鉢上日 (月/日)	栽培温度 (℃)	開花日 (月/日)	到花日数 (日)	草丈 (cm)	葉高 (cm)	株幅 (cm)	蕾数	花径 (cm)	障害発生等
4/4	4/29	無加温	6/7	64	15.6	5.2	15.5	4.4	3.1	
5/8	6/3	無加温	7/9	62	14.6	6.2	16.5	3.4	2.4	花卉展開不良
6/6	7/3	無加温	7/29	53	15.1	7.0	14.4	4.2	2.1	花卉展開不良
7/6	8/2	無加温	9/15	72	15.7	7.0	15.2	4.3	3.1	花卉展開不良
8/6	9/5	無加温	11/14	100	10.6	4.9	16.5	6.9	3.4	
		無加温	1/26	142	6.5	3.3	9.7	9.1	3.1	2002年度枯死
9/6	10/6	5	1/24	140	8.9	4.8	16.5	12.0	3.5	
		10	1/6	122	7.1	3.9	14.9	9.9	3.7	
		無加温	3/2	147	9.5	4.8	12.3	11.3	3.3	2002年度枯死
10/6	11/9	5	2/24	141	10.8	5.3	15.7	9.4	3.5	
		10	1/30	116	8.8	4.4	13.6	7.9	3.5	
		無加温	3/21	134	10.3	5.0	15.1	13.7	3.2	2002年度枯死
11/7	12/12	5	3/17	130	10.3	4.9	16.9	11.3	3.2	
		10	2/23	108	8.3	4.6	14.4	8.4	3.3	
		無加温	3/30	114	11.3	4.8	11.9	9.6	3.2	2002年度枯死
12/6	1/8	5	3/29	113	12.6	5.2	14.3	9.5	3.5	
		10	3/17	101	9.7	4.8	13.1	8.4	3.4	
		無加温	4/11	95	12.9	5.3	15.3	11.3	3.3	2002年度枯死
1/6	2/1	5	4/13	97	13.4	5.3	15.9	12.5	3.5	
		10	4/6	90	11.0	4.6	14.5	11.0	3.5	
		無加温	5/1	84	11.6	4.4	12.8	7.8	3.4	2002年度半数枯死
2/6	3/6	5	5/3	86	14.6	5.3	17.3	11.0	3.6	
		10	4/30	83	13.9	5.4	16.2	11.5	3.4	
		無加温	5/28	84	13.9	5.0	14.2	6.8	3.5	
3/5	4/5	5	5/28	84	14.7	5.2	14.9	6.4	3.5	
		10	5/26	82	13.7	5.0	14.5	7.4	3.5	

2001年度播種と2002年度播種の平均

6月播種で62日と最も短く，10月播種の無加温で138日と最も長かった。4月～7月播種では草丈が10cm前後とやや徒長し，6月播種では奇形花や不開花がみられた。9月～12月播種では葉枯れや枯死が多発した。寒さには比較的強いが， $-5^{\circ}\text{C}$ 以下の温度や強い霜では葉先が傷むため(7)，9月～12月播種では $5^{\circ}\text{C}$ 以上で加温栽培することが望ましい。一般的な出荷期は11月～4月であり(7)，本試験の結果から出荷日に応じた播種時期ならびに栽培温度を決定できる。

#### 4) ニチニチソウ ‘クーラーグレープ’

生育，開花状況を表5に示した。播種時期別の最短到花日数は，4月～8月播種では59～84日，9月～11月播種では173～190日( $10^{\circ}\text{C}$ 加温)，12月播種および1月～2月播種ではそれぞれ146日および108～125日( $10^{\circ}\text{C}$ 加温)，3月播種では3ヶ月程度(無加温)であった。到花日数は7月播種で59日と最も短く，10月播種の $5^{\circ}\text{C}$ 区で223日と最も長かった。9月～1月に播種して無加温で栽培した場合(10月播種では $5^{\circ}\text{C}$ 区も)は枯死し，10月および11月播種では $10^{\circ}\text{C}$ 加

表4 播種時期および栽培温度がデージー‘アーリーボンネット’の生育、開花に及ぼす影響

播種日 (月/日)	鉢上日 (月/日)	栽培温度 (°C)	開花日 (月/日)	到花日数 (日)	草丈 (cm)	葉高 (cm)	株幅 (cm)	蕾数	花径 (cm)	障害発生等
4/4	4/29	無加温	6/9	67	10.7	5.7	14.2	4.4	2.8	
5/8	6/3	無加温	7/12	65	10.1	5.8	15.2	3.0	2.4	花径小
6/6	7/2	無加温	8/7	62	9.5	5.2	11.4	1.0	2.1	奇形花, 不開花
7/6	7/31	無加温	9/22	78	11.7	6.4	15.9	1.4	2.7	花径小
8/6	9/5	無加温	10/24	80	8.8	5.8	16.4	4.7	3.1	
		無加温	12/18	104	5.7	3.5	11.9	3.8	3.1	葉枯れ大
9/6	10/6	5	12/23	108	7.2	4.1	13.3	5.2	3.5	
		10	12/13	99	7.1	4.2	13.5	4.4	3.3	
		無加温	2/21	138	6.5	3.5	9.1	8.9	2.8	葉枯れ大
10/6	11/8	5	2/20	137	7.6	4.3	12.2	8.6	3.5	
		10	1/26	112	7.2	4.3	12.5	6.5	3.4	
		無加温	3/20	133	6.3	3.0	9.2	7.5	2.9	枯死多発
11/7	12/12	5	3/21	134	7.5	4.6	12.5	8.6	3.3	
		10	2/25	110	7.0	4.7	13.2	6.6	3.2	
		無加温	3/29	113	6.2	6.1	8.8	6.4	2.9	枯死多発
12/6	1/8	5	3/30	114	7.5	4.5	11.3	7.8	3.2	
		10	3/16	100	7.0	4.5	11.9	6.3	3.1	
		無加温	4/24	108	6.1	3.6	9.5	4.3	2.8	
1/6	2/4	5	4/15	99	7.9	4.7	12.0	7.7	3.0	
		10	4/6	90	7.0	4.5	11.6	6.1	3.0	
		無加温	5/7	90	6.6	4.1	10.6	3.3	2.7	
2/6	3/6	5	5/2	85	6.8	4.3	13.0	3.8	2.9	
		10	4/28	81	7.4	4.9	12.8	4.4	2.9	
		無加温	5/25	81	8.0	4.5	12.1	4.0	2.9	
3/5	4/5	5	5/24	80	7.5	4.2	12.8	3.5	2.7	
		10	5/22	78	7.5	4.3	12.4	3.3	2.8	

2001年度播種と2002年度播種の平均

温区でも生育に障害が発生した。ニチニチソウの生育適温は20~26°Cで、栽培には最低18°Cを保つ必要があるとされている(6)。本試験では10°Cが加温の最高温度であり、ニチニチソウの生育にとってはかなり低い気温であった。冬季の加温温度を18°C程度に設定したうえで播種時期との生育、開花について再検討する必要がある。出荷は暖地向けには3月から始まり、9月頃まで続く(6)。4月以前に出荷するためには栽培温度を変えて再検討が必要であるが、5月~10月出荷については本試験の結果から、出荷日に応じた播種時

期ならびに栽培温度を決定できる。

##### 5) ジニア‘プロフュージョンオレンジ’

生育、開花状況を表6に示した。播種時期別の最短到花日数は1月~3月播種では69~81日(10°C加温)、4月~8月播種は55~72日、9月~12月播種は77~91日(10°C加温)となり、播種後2~3ヶ月程度で開花に至った。到花日数は7月播種で55日と最も短く、12月播種(10°C加温)で91日と最も長かった。7月および8月播種では草丈が高く、徒長気味の生育となった。9月~12月播種および1月播種の無加温と5°C

表5 播種時期および栽培温度がニチニチソウ‘クーラーグレープ’の生育，開花に及ぼす影響

播種日 (月/日)	鉢上日 (月/日)	栽培温度 (℃)	開花日 (月/日)	到花日数 (日)	草丈 (cm)	株幅 (cm)	障害発生等
4/4	5/3	無加温	6/27	84	16.0	15.7	
5/8	6/10	無加温	7/22	75	16.9	16.4	
6/6	7/3	無加温	8/5	60	20.3	17.0	
7/6	8/2	無加温	9/3	59	16.7	16.0	
8/6	9/1	無加温	10/17	72	17.1	17.8	
		無加温	—	—	—	—	枯死
9/6	10/6	5	4/11	217	9.9	10.6	
		10	2/26	173	10.0	11.6	
		無加温	—	—	—	—	枯死
10/6	11/9	5	5/16	222	6.3	10.3	2002年度枯死
		10	4/14	190	7.5	11.5	生育悪
		無加温	—	—	—	—	枯死
11/7	12/25	5	6/7	212	13.0	14.2	生育極端に悪
		10	5/3	177	9.4	12.4	葉縁黄化
		無加温	—	—	—	—	枯死
12/6	1/28	5	5/24	169	11.1	14.2	
		10	5/1	146	10.6	13.3	
		無加温	—	—	—	—	枯死
1/6	2/28	5	5/21	134	10.8	14.8	
		10	5/11	125	12.6	14.9	
		無加温	6/1	115	12.2	13.9	
2/6	3/15	5	5/29	112	13.2	14.6	
		10	5/25	108	13.4	15.0	
		無加温	6/6	93	13.6	14.8	
3/5	4/11	5	6/7	94	15.0	15.0	
		10	6/5	92	14.4	15.6	

2001年度播種と2002年度播種の平均

加温，2月播種の無加温では，枯死や著しい生育不良などにより営利生産が困難であると考えられた。9月～12月播種の10℃加温は，ボリューム不足のため品質が悪かった。ジニアの生育適温は昼間25～30℃，夜間20℃であり，高温強日射を好む。また，相対的短日植物であるため，短日下では開花は早まるが栄養成長が劣り，十分なボリュームを得られない(4)。このため，栽培温度をより高く設定するとともに，短日下では電照によるボリューム確保等の検討が必要であると考えられた。一般的な出荷期は4月下旬～10月上旬

であり(4)，本試験の結果から出荷日に応じた播種時期ならびに栽培温度を決定できる。

#### 6) ペチュニア‘バカラローズ’

生育，開花状況を表7に示した。播種時期別の最短到花日数は1月，2月，3月播種ではそれぞれ87，72，65日(10℃加温)となり，2月および3月播種では栽培温度による差はほとんどなかった。4月～6月および8月播種では50～56日，7月播種では無加温で41日，9月～12月播種では89～129日(10℃加温)であった。到花日数は7月播種で41日と最も短く，10月播

表6 播種時期および栽培温度がジニア‘プロフェュージョンオレンジ’の生育、開花に及ぼす影響

播種日 (月/日)	鉢上日 (月/日)	栽培温度 (℃)	開花日 (月/日)	到花日数 (日)	草丈 (cm)	株幅 (cm)	蕾数	花径 (cm)	障害発生等
1/6	2/1	無加温	-	-	-	-	-	-	枯死
		5	-	-	-	-	-	-	生育悪
		10	3/28	81	14.5	13.6	8.5	4.6	
2/6	3/6	無加温	-	-	-	-	-	-	枯死
		5	4/25	79	14.9	16.1	9.8	4.8	
		10	4/16	70	13.4	15.9	9.2	4.8	
3/5	4/3	無加温	5/15	72	13.0	12.4	7.3	4.8	
		5	5/14	71	14.5	14.1	6.8	5.3	
		10	5/12	69	14.3	15.6	9.4	5.4	
4/5	5/9	無加温	6/16	72	14.9	18.7	9.8	5.8	2003年度
5/7	6/6	無加温	7/11	66	16.2	17.7	7.8	5.7	
6/5	6/30	無加温	8/3	59	15.1	18.2	8.9	5.9	2003年度
7/5	7/26	無加温	8/29	55	21.1	20.1	5.6	5.9	
8/5	8/29	無加温	10/7	63	18.0	18.5	12.2	5.7	
9/6	10/7	無加温	-	-	-	-	-	-	枯死
		5	11/26	81	14.8	10.4	8.5	4.4	ボリューム不足
		10	11/22	77	17.0	12.6	8.0	4.7	ボリューム不足
10/7	11/5	無加温	-	-	-	-	-	-	枯死
		5	-	-	-	-	-	-	枯死
		10	1/2	87	14.0	9.1	7.1	3.9	ボリューム不足
11/6	12/8	無加温	-	-	-	-	-	-	枯死
		5	-	-	-	-	-	-	1/3枯死
		10	2/2	88	10.8	7.7	5.0	4.0	ボリューム不足
12/7	1/7	無加温	-	-	-	-	-	-	枯死
		5	-	-	-	-	-	-	生育悪
		10	3/7	91	14.0	13.4	8.9	4.3	ボリューム不足

2002年播種と2003年播種の平均

種の5℃加温で151日と最も長かった。ペチュニアは相対的長日植物であり、高温長日下で良く開花し、逆に低温短日下では開花までの期間が長くなる(1)。本試験でも、生育期間が高温長日期にあたる4月～8月播種では2ヶ月以内に開花し、低温短日期にあたる9月～12月播種では、10℃加温で開花まで3ヶ月～4ヶ月を要した。短日期の到花日数を小さくするためには長日処理が有効と考えられ、今後検討すべき課題である。生育は5月～8月播種ではやや徒長し、花径は小さくなった。9月～12月播種では、無加温では枯死し、

5℃加温でも下葉の黄化や枯死が多発し、品質は良くなかった。ペチュニアは半耐寒性の多年草で、生育適温は15～25℃である(1)。比較的低温にも耐え、12月播種では10℃加温で下位葉の黄化がみられたものの、10℃程度に加温すれば冬季でも生産が可能であると考えられる。一般的な出荷期は3月～10月上旬頃であり(1)、本試験の結果から出荷日に応じた播種時期ならびに栽培温度を決定できる。

## 7) トレニア‘サイクロンローズピコティ’

生育、開花状況を表8に示した。播種時期別の最短

表7 播種時期および栽培温度がペチュニア‘バカラローズ’の生育，開花に及ぼす影響

播種日 (月/日)	鉢上日 (月/日)	栽培温度 (℃)	開花日 (月/日)	到花日数 (日)	草丈 (cm)	葉高 (cm)	株幅 (cm)	蕾数	花径 (cm)	障害発生等
1/7	2/12	無加温	4/19	102	8.4	4.0	11.0	7.9	7.6	ボリュームやや小
		5	4/15	98	9.8	4.7	14.5	18.2	8.1	
		10	4/4	87	8.8	4.0	13.0	16.2	7.8	
2/6	3/6	無加温	4/23	76	8.3	3.8	11.7	14.8	7.8	
		5	4/25	78	9.7	5.2	15.5	13.6	8.1	
		10	4/19	72	8.4	4.1	12.1	16.1	7.7	
3/5	4/8	無加温	5/10	66	9.1	4.1	13.1	11.7	7.8	
		5	5/11	67	9.7	4.4	14.1	10.5	7.5	
		10	5/9	65	8.6	4.1	13.2	11.8	7.6	
4/5	5/5	無加温	5/31	56	9.5	4.6	15.8	14.7	7.7	
5/7	6/6	無加温	6/30	54	11.3	7.3	17.8	12.3	6.8	少し徒長
6/6	7/6	無加温	7/29	53	11.1	7.2	16.1	14.6	6.4	少し徒長
7/5	7/29	無加温	8/15	41	10.4	5.9	15.6	8.9	6.5	少し徒長
8/5	8/29	無加温	9/24	50	10.2	5.9	17.3	18.8	6.8	
9/6	10/9	無加温	-	-	-	-	-	-	-	枯死
		5	12/16	101	8.8	4.4	14.1	7.9	7.5	
		10	12/4	89	9.1	4.8	15.0	6.6	7.6	
10/7	11/12	無加温	-	-	-	-	-	-	-	枯死
		5	3/6	151	8.9	4.7	13.5	16.8	7.7	下葉黄化
		10	2/13	129	8.7	4.6	14.7	11.7	8.0	
11/5	12/8	無加温	-	-	-	-	-	-	-	枯死
		5	3/19	135	9.1	4.6	14.2	20.8	8.1	下位葉枯
		10	3/2	118	8.8	4.2	13.3	13.6	8.1	
12/8	1/11	無加温	-	-	-	-	-	-	-	枯死
		5	3/29	112	8.6	4.0	13.0	19.3	8.0	下葉枯
		10	3/17	100	8.5	3.8	12.8	16.0	8.2	下葉黄化少

## 2002年播種と2003年播種の平均

到花日数は1月，2月，3月播種では10℃加温でそれぞれ114，102，85日（10℃加温），4月～8月播種では64～74日であった。到花日数は7月播種で64日と最も短く，1月播種の5℃加温で126日と最も長くなった。9月以降1月までの播種期では，10℃に加温しても枯死や生育不良が発生した。5月～8月播種では草丈が高くなり，特に6～7月播種では20cm以上となるため，何らかの徒長防止対策が必要である。トレニアは東南アジア原産の非耐寒性1年草で，出荷期は5月上旬～9月が一般的である（5）。本試験では1月に播

種し，鉢上げ後10℃で栽培すると4月30日に開花したが生育不良であり，品質に問題があった。12月8日に播種し，15℃で栽培すると順調に生育し，3月15日に開花したことを確認しており，1月上旬に播種して15℃で栽培すれば4月中旬頃に開花すると予想されることから，5月上旬出荷のためには1月播種，15℃加温で管理する必要があると考えられる。5月中旬以降の出荷は，本試験の結果を参考にすれば容易に出荷時期に合わせて播種時期を決定できる。

表8 播種時期および栽培温度がトレニア‘サイクロンローズピコティ’の生育、開花に及ぼす影響

播種日 (月/日)	鉢上日 (月/日)	栽培温度 (°C)	開花日 (月/日)	到花日数 (日)	草丈 (cm)	株幅 (cm)	障害発生等
		無加温	-	-	-	-	枯死
1/7	2/25	5	5/12	126	10.4	12.3	生育不良
		10	4/30	114	9.9	11.4	生育不良
		無加温	5/26	110	9.8	13.0	やや生育不良
2/6	3/9	5	5/20	104	11.9	13.6	やや生育不良
		10	5/18	102	12.4	15.3	
		無加温	6/2	89	13.9	15.6	
3/5	4/11	5	5/31	87	14.2	17.1	
		10	5/29	85	13.8	17.3	
4/5	5/9	無加温	6/18	74	15.0	17.6	
5/7	6/8	無加温	7/15	69	16.9	18.9	
6/5	7/6	無加温	8/11	67	20.8	20.3	
7/5	7/31	無加温	9/7	64	27.2	21.5	
8/5	8/29	無加温	10/14	70	19.3	20.7	
		無加温	-	-	-	-	枯死
9/6	10/9	5	-	-	-	-	枯死
		10	12/25	110	8.2	10.0	生育不良
		無加温	-	-	-	-	枯死
10/6	11/11	5	-	-	-	-	枯死
		10	-	-	-	-	生育不良著・枯死
		無加温	-	-	-	-	枯死
11/5	12/25	5	-	-	-	-	生育不良著・枯死
		10	-	-	-	-	生育不良著・枯死
		無加温	-	-	-	-	枯死
12/8	1/16	5	-	-	-	-	生育不良著・枯死
		10	-	-	-	-	生育不良著・枯死

2002年播種と2003年播種の平均

#### IV. 摘要

クリサンセマム・パルドーサム‘ノースポール’ (*Chrysanthemum paludosum* cv. North Pole), クリサンセマム・マルチコーレ (*Chrysanthemum multicaule*), デージー‘アーリーポンポンネット’ (*Bellis perennis* cv. Early pom-pom net), ニチニチソウ‘クーラーグレープ’ (*Catharanthus roseus* cv. Cooler grape), ジニア‘プロフュージョンオレンジ’ (*Zinnia elegans* × *Z. angustifolia* cv. Profusion orange), ペチュニア‘バカ

ラローズ’ (*Petunia hybrida* cv. Bakara rose), トレニア‘サイクロンローズピコティ’ (*Torenia fournieri* cv. Cyclone rose picoty) を毎月播種し、5月から10月は無加温、11月から4月までは栽培温度を無加温、5℃加温、10℃加温に設定して生育、開花時期との関係を調査した。その結果、播種時期と栽培温度、開花時期との関係が明らかになり、計画的な生産に有効な基礎資料が得られた。

## 引用文献

1. 別所雅夫 (1995). ペチュニア. 農業技術大系花卉編 8 : pp619-624. 農文協. 東京.
2. 羽毛田智明 (1995). その他のクリサンセマム類 6. 農業技術大系花卉編 : pp707-710. 農文協. 東京.
3. 池田幸弘 (2000). 花壇苗生産の技術と経営. pp10-17. 農文協. 東京.
4. 伊藤秋夫・川嶋盛哉 (2001). ヒヤクニチソウ. 農業技術大系花卉編 8 : pp611-614. 農文協. 東京.
5. 森瀬憲生 (1995). トレニア. 農業技術大系花卉編 8 : pp567-568. 農文協. 東京.
6. 関晶夫 (1995). ニチニチソウ. 農業技術大系花卉編 8 : pp573-575. 農文協. 東京.
7. 高木誠 (1995). イングリッシュデージー. 農業技術大系花卉編 8 : pp493-494. 農文協. 東京.

# トルコギキョウの土壤病害虫に対する太陽熱土壤消毒 と熱水土壤消毒の防除効果

富田恭範・小河原孝司・市村 勉\*・長塚 久

Control of Soil Diseases and Nematode for Russell Prairie Gentian by Soil Solarization and Hot Water Injection in Greenhouse

Yasunori TOMITA, Takashi OGAWARA, Tsutomu ICHIMURA\* and Hisashi NAGATSUKA

## Summary

This study examined the control of take-all, stem rot, root rot, penicillium root rot and nematode for Russell prairie gentian by soil solarization and hot water injection in plastic greenhouses.

The soil solarization in summer was highly effective for the control of take-all, stem rot, root rot, penicillium root rot. Moreover, for the control of root rot, penicillium root rot and nematode for Russell prairie gentian, hot water injection from a small steam generator was highly effective in mid-summer.

キーワード：トルコギキョウ，土壤病害虫，太陽熱土壤消毒，熱水土壤消毒，防除効果

## I. 緒言

県内で栽培されているトルコギキョウに立枯れ症状をおこす病害として、9病害を確認し報告(6)した。このうちの7病害が土壤伝染性の病害であり、その他土壤害虫であるネコブセンチュウ類の被害も発生している。トルコギキョウを10年近く栽培している圃場では、連作により土壤中の病原菌やセンチュウの密度が増加してきていることが考えられ、病害虫による被害が一度発生すると圃場全体へ急激に拡大することが懸念される。そのため、土壤病害虫の効果的な防除方法の確立が望まれている。

そこで、トルコギキョウに立枯れ症状をおこす土壤病害虫の防除対策として、太陽熱土壤消毒ならびに小型ボイラーを用いた熱水土壤消毒の防除効果について検討したので、報告する。

## II. 材料および方法

### 1. 太陽熱土壤消毒の防除効果試験

試験は、1999年の立枯病による発病株率が約30%、

2000年の立枯病、茎腐病、根腐病、青かび根腐病による発病株率が70%の水戸市H圃場(鉄骨ハウス：約875㎡)で行った。

表1に示した4種類の処理区を設置し、1区98㎡の2反復で試験を行った。太陽熱土壤消毒区は、細かく切断した稲わら(1t/10a換算量)と石灰窒素(100kg/10a換算量)を土壤に混和し、湛水状態になるよう十分に散水した(図1)。対照区として、散水のみを行う区を簡易太陽熱土壤消毒区として設置した(図1)。

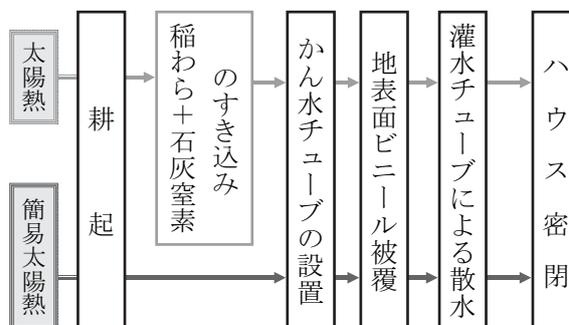


図1 太陽熱および簡易太陽熱土壤消毒法の処理手順

\*農林水産部農政企画課

また、土壌くん蒸剤処理として、クロルピクリン剤（商品名：ドロクロール）30ℓ/10a換算量を土壌にかん注した区、ダゾメット粉粒剤（商品名：バスアミド粉粒剤）30kg/10a換算量を土壌に混和した区を設置した。

2000年7月31日にそれぞれの処理を行った後は、すべての区の土壌表面をビニールで被覆し、ハウスを密閉して、9月5日まで静置した。9月5日にハウスの側窓部を開放し、ビニール被覆を除去した。なお、クロルピクリン剤およびダゾメット粉粒剤の処理区では、ロータリー耕によるガス抜きを行った。これらの処理を行ったのち、畦立てを行い9月20日に品種「ミラコーラル」を定植した。

また、太陽熱土壌消毒区の深さ20cmと30cmならびに簡易太陽熱土壌消毒区とダゾメット粉粒剤区の深さ20cmに温度計を設置し、8月2日から9月5日までの地温を測定するとともに、2001年4月13日に各処理区の発病状況を調査し、発病株率を算出した。

## 2. 熱水土壌消毒の防除効果試験

試験は、根腐病および青かび根腐病の罹病根をあらかじめすき込み、ネコブセンチュウ類が自然発生する所内の小型パイプハウス（27㎡）で行い、熱水土壌消毒処理区、ダゾメット粉粒剤処理区、無処理区をハウス1棟の試験規模で設置した。各処理終了後の2002



図2 点滴かん水の様子（かん水チューブ：Tテープ、パイオニア・エコサイエンス社製）

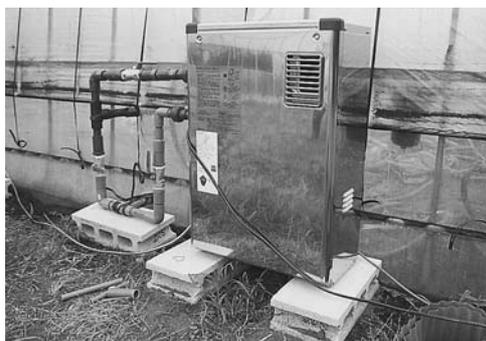


図3 家庭用小型ボイラー（ノーリツ社製）

年8月5日に県栽培基準に準じて施肥・耕起し、畦立て（畦幅1m：3畦）を行い、白黒ダブル穴あきマルチを被覆した。その後、8月8日に品種「マイテ・レディ」と「ネイル・マリン・ネオ」の購入苗を定植した。

熱水土壌消毒処理区は、地表面にかん水チューブ（Tテープ：パイオニア・エコサイエンス社製）を50cm間隔で設置し（図2）、ビニールを被覆した後、2002年7月29日から46時間、ノーリツ社製家庭用小型ボイラー（図3）により加温した75℃の熱水を約250ℓ/㎡で点滴かん水した。かん水終了後は8月5日までビニール被覆とハウス密閉を維持した（図4）。

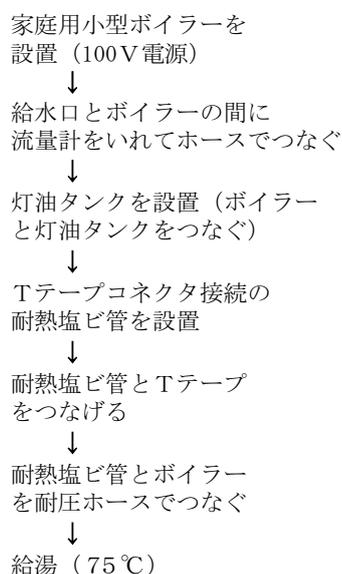


図4 熱水土壌消毒機材の設置手順

ダゾメット粉粒剤処理区は、2002年7月26日に、30kg/10a換算量のダゾメット粉粒剤を全面散布後に土壌混和し、ビニール被覆してハウスを密閉した。その後、8月3日にハウスを開放し、ビニール被覆を除去し、ガス抜きのための耕起を行い、さらに、8月5日に2回目のガス抜きのための耕起を行った。

無処理区は、施肥時まで、ハウスサイドを開放しておいた。

生育調査は、生育期間中の2002年10月11日に、各品種50株の草丈を測定した。また、収穫終了後の2002年12月6日と10日に全株を掘り上げ、発生病害虫ごとに根部の発病ならびに被害状況を調査し、発病ならびに被害株率を算出した。また、熱水土壌処理区と無処理区において、土の深さ10cm、30cm、50cmに温度計を設置し、2002年7月30日～8月5日まで地温を測定した。

### Ⅲ. 結果および考察

#### 1. 太陽熱土壌消毒法の防除効果試験結果

4種類の土壌消毒を実施した各区において発生した病害は茎腐病のみであり、その他の病害の発生は認められなかった(表1)。

茎腐病の発病株率は、太陽熱土壌消毒区で0.1%と低く、クロルピクリン剤やダゾメット粉粒剤を処理した区と同等であった(表1)。また、対照の簡易太陽熱土壌消毒区でも2.1%であった。

なお、品種「ミラ・マリン」の草丈は、太陽熱土壌消毒区で104cm、簡易太陽熱土壌消毒区で103cm、クロルピクリン剤処理区99cm、ダゾメット粉粒剤処理区で103cmと4処理区間とも大きな差はなかった。また、深さ20cmの地温は太陽熱土壌処理区で最高地温

48.5℃、平均45.1℃、簡易太陽熱土壌消毒処理区では、最高地温47.5℃、平均地温43.6℃、ダゾメット粉粒剤処理区では最高地温46.0℃、平均地温42.4℃となり(図5)、いずれの処理区も平均地温42℃を越える温度であった。一方、深さ30cmの太陽熱土壌処理区での最高地温は45.0℃、平均地温42.0℃であった。

このことから、トルコギキョウに発生する土壌病害の茎腐病、立枯病、根腐病および青かび根腐病に対して、夏季の太陽熱土壌消毒は、化学農薬の土壌くん蒸剤と同等の高い防除効果が認められ、有効な防除法であると考えられた。青かび根腐病では、福島農試でも太陽熱土壌消毒と簡易太陽熱土壌消毒の防除効果を確認している(4)が、簡易太陽熱土壌消毒より太陽熱土壌消毒の方が安定した効果が得られると報告している。

表1 土壌消毒法の違いによるトルコギキョウ土壌病害に対する防除効果

処 理 区	発病株率 (%)			
	茎腐病	根腐病	立枯病	青かび根腐病
太陽熱土壌消毒(稲わら 1t/10a+石灰窒素 100kg/10a)区	0.1	0	0	0
簡易太陽熱土壌消毒(散水のみ)区	2.1	0	0	0
クロルピクリン剤土壌かん注(30ℓ/10a)区	0.3	0	0	0
ダゾメット粉粒剤土壌混和(30kg/10a)区	0.1	0	0	0

注) 前々作では立枯病(発病株率30%)が発生、前作では立枯病、茎腐病、根腐病、青かび根腐病(4病害の合計発病株率70%)が発生。

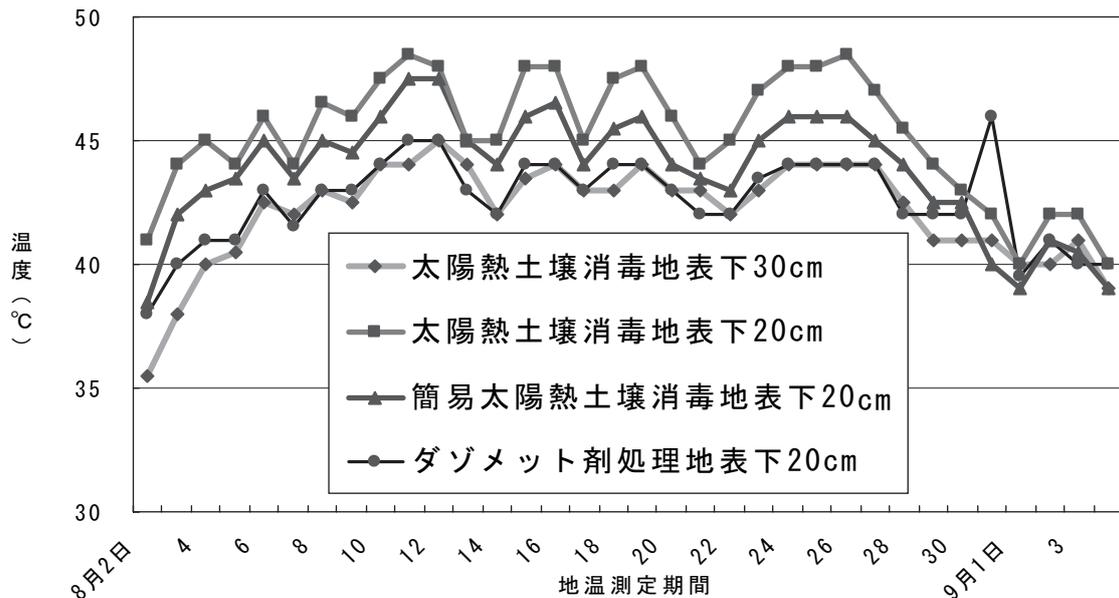


図5 太陽熱土壌消毒期間中の深さ20cmおよび30cm、簡易太陽熱土壌消毒およびダゾメット粉粒剤処理期間中の深さ20cmの日最高地温の推移

2. 熱水土壤消毒の防除効果試験結果

生育途中の2002年10月11日の草丈は、品種「マイテ・レディ」では、熱水土壤処理区が19.2cm、ダゾメット粉粒剤処理区が25.2cm、無処理が5.8cmであった。また、品種「ネイル・マリン・ネオ」では、それぞれの処理順に、30.5cm、29.4cm、13.0cmであり、熱水およびダゾメット粉粒剤処理区の生育は無処理区より良好であった（表2）。

根部に発生していた病害虫は、根腐病、青かび根腐病、ネコブセンチュウ類であった。発病ならびに被害株率は、品種「マイテ・レディ」では、無処理区で根腐病98.7%、青かび根腐病59.1%、ネコブセンチュウ

類24.8%であったのに対し、熱水土壤消毒処理区で0%、3.1%、0%であり、ダゾメット粉粒剤処理区で0%、1.7%、9.3%であった（表3）。また、品種「ネイル・マリン・ネオ」では、無処理区で根腐病100%、青かび根腐病56.8%、ネコブセンチュウ類12.2%であったのに対し、熱水土壤消毒処理区で0%、0%、8.2%であり、ダゾメット粉粒剤処理区で0.9%、2.1%、34.2%であった（表3）。

熱水土壤消毒処理区での処理期間中の地温は、深さ10cmおよび30cmでは、45℃以上が約5日間持続した。また、深さ50cmでも40℃以上が5日間持続した（図6）。

表2 熱水土壤消毒およびダゾメット粉粒剤処理時のトルコギキョウの生育状況

処理方法	品種「マイテ・レディ」		品種「ネイル・マリン・ネオ」	
	調査株数 (株)	草丈 (cm)	調査株数 (株)	草丈 (cm)
熱水土壤消毒処理	50	19.2	50	30.5
ダゾメット粉粒剤処理	50	25.2	50	29.4
無処理	50	5.8	50	13.0

表3 トルコギキョウ根腐病、青かび根腐病に対する熱水土壤消毒およびダゾメット粉粒剤の防除効果

処理方法	品種「マイテ・レディ」				品種「ネイル・マリン・ネオ」			
	調査株数 (株)	発病（被害）株率（%）			調査株数 (株)	発病（被害）株率（%）		
		根腐病	青かび根腐病	ネコブセンチュウ類		根腐病	青かび根腐病	ネコブセンチュウ類
熱水土壤消毒処理	228	0	3.1	0	219	0	0	8.2
ダゾメット粉粒剤処理	236	0	1.7	9.3	234	0.9	2.1	34.2
無処理	230	98.7	59.1	24.8	222	100	56.8	12.2

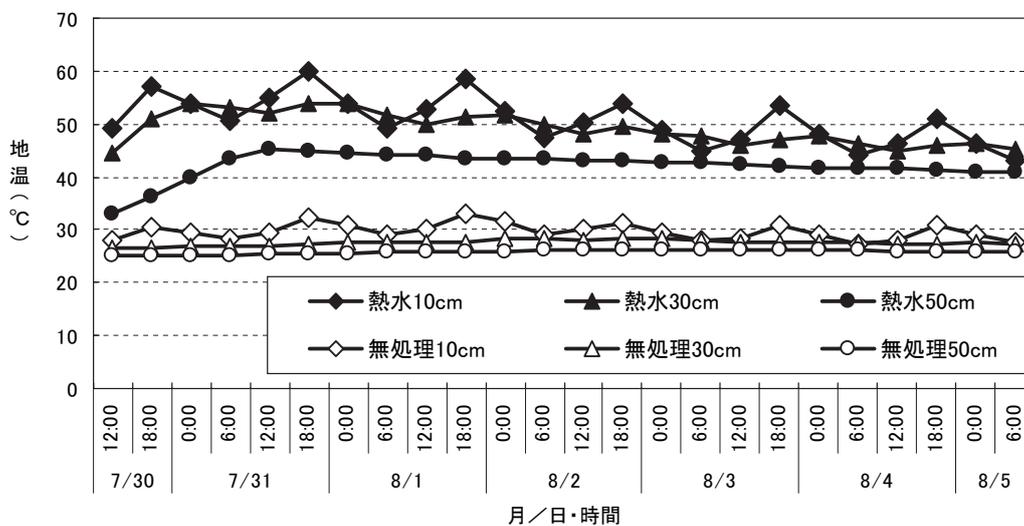


図6 熱水土壤消毒処理と無処理の地温の推移

これらのことから、熱水土壌消毒は、トルコギキョウ根腐病、青かび根腐病に対してダゾメット粉粒剤と同等の高い防除効果があり、ネコブセンチュウ類に対してはダゾメット粉粒剤よりも高い防除効果が認められた。

太陽熱土壌消毒は、太陽の熱と有機物を施用することにより土壌の還元化等を促して病原菌を死滅させる方法である(1, 2)。ビニールパイプハウスでのトルコギキョウ栽培において、夏季の太陽熱土壌消毒を栽培体系に導入する(5)ことは、土壌病害虫の密度を低下させる効果があり、土壌くん蒸剤処理と比較して、土壌中の微生物への影響も小さいことから有望であると考えられる。

しかし、大型ハウスによる栽培では、周年出荷を行うため様々な作型が混在している場合が多く、ハウス全面をあけて太陽熱土壌消毒や土壌くん蒸剤による消毒を行うことは難しい。また、従来の大型熱水土壌消毒機(3)は高価で導入が難しい。これに対して、家庭用小型ボイラーによる熱水土壌消毒(図7)は、安価であり、ハウス内の一部でトルコギキョウを栽培していても簡便に実施できる。

そのため、大型ハウスでは、夏季に家庭用小型ボイラーを用いた熱水土壌消毒を導入する作付け体系を構築し、作付け前の土壌を順次消毒すれば、トルコギキョウの土壌病害虫の被害軽減に効果的であると考えられる。

#### IV. 摘要

トルコギキョウ栽培中に発生する立枯病、茎腐病、根腐病、青かび根腐病およびネコブセンチュウに対する太陽熱土壌消毒と熱水土壌消毒の防除効果について検討した。

1. 太陽熱土壌消毒を夏季の高温時に処理すると、立枯病、茎腐病、根腐病および青かび根腐病に対する防除効果が高かった。
2. 夏季の高温時に家庭用小型ボイラーを利用した熱水土壌消毒を実施すると、根腐病、青かび根腐病、ネコブセンチュウに対する防除効果が高かった。

**謝辞** 当研究を実施するに当たり、圃場試験にご協力いただいた農家各位、試験助手として協力いただいた福沢妙子、山口由梨子の各位にお礼申し上げます。

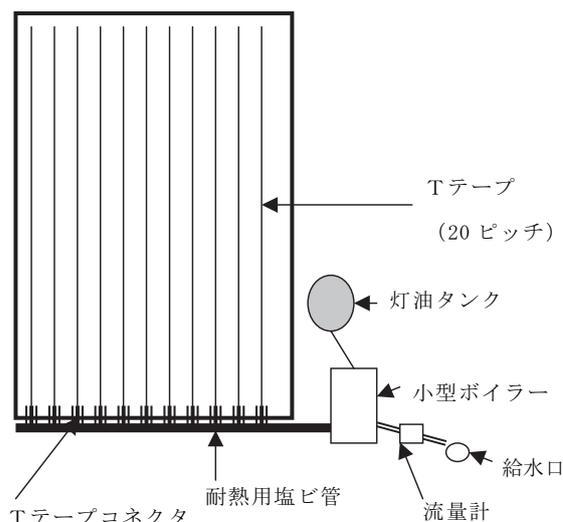


図7 熱水土壌消毒の機材と配置事例 (5.4m×20mのパイプハウスの場合)

#### 引用文献

1. 福井俊夫・小玉孝司・中西喜徳(1981). 太陽熱とハウス密閉処理による土壌消毒法について. IV露地型被覆処理による土壌伝染性病害に対する適用拡大. 奈良農試研報. 12: 109-119.
2. 小玉孝司・福井俊男(1979). 太陽熱とハウス密閉処理による土壌消毒法について. I 土壌伝染性病原菌の死滅条件の設定とハウス密閉処理による土壌温度の変化. 奈良農試研報. 10: 71-81.
3. 西和文(2002). 熱水土壌消毒. p19. 日本施設園芸協会. 東京.
4. 平子喜一(2001). トルコギキョウ青かび根腐病の発生条件と防除対策. 今月の農業. 12: 26-30.
5. 富田恭範・小河原孝司・市村勉・内藤和也・砂川秀典(2002). トルコギキョウ青かび根腐病の発生と立枯れ症状に対する防除対策. 茨病研報. 41: 43-47.
6. 富田恭範・千葉恒夫・小河原孝司・長塚久(2004). 茨城県のトルコギキョウ栽培で発生する各種病害. 茨城園研研報. 12: 28-38.

# 「昆虫工場」プラント内のホルマリンを使用しない ウイルス不活化方法

西宮智美・中西 宏

## Virus Inactivation for the Maintenance of an Insect Factory without Formaldehyde Gas Treatment

Satomi H. NISHIMIYA and Hiroshi NAKANISHI

### Summary

We have studied the methods for inactivation of BmNPV budded particles which remained in the system for polypeptide production using insect hosts, called 'insect factory'. Ultra-violet (UV) exposure or heat treatment efficiently decreased viral infectivity on silkworms, *Bombyx mori* L. UV-C rays from a sterilization lamp (15w) set at a height of 273 cm inactivated thin layered BmNPV budded particles on a petri dish with 24-hour illumination. Therefore, it was thought that lethal UV dosage to BmNPV used here would be 410 mJ/cm<sup>2</sup> ca. On the other hands, humid high temperature ( $\geq 90^{\circ}\text{C}$ ) or hot steam appeared to have higher efficacy in a flash treatment. Moreover, no infectivity was detected in 10<sup>8</sup>/ml polyhedra, 5 minutes after mixing with hydrated lime solution acquiring a high pH value ( $\geq 12.3$ ). As proof of inactivated infectivity, it has been suggested that UV indicator labels would be useful to assess whether UV exposures were adequate or not, since their Chroma values well-expressed the colour deposition and highly correlated to the UV dosages. Furthermore, sensitive detection of infective virus particles has been performed by inoculation to cultured cells (Bm-N4), followed by PCR analysis of viral DNAs replicated in the cells.

キーワード：昆虫工場, NPV, 不活化, 紫外線, 消石灰, 熱処理, 感染性, 生物検定, 培養細胞, PCR

### I. 緒言

近年、バキュロウイルス感染系による物質生産技術の進歩はめざましく、経済性を見込める動物用医薬品の分野ではすでにネコインターフェロン製剤の商業的生産に及んでいる。今後さらに医薬品や機能性物質、農薬等の生産に向け、昆虫産業への期待が高まることが予想される。2002年の試算では、カイコによる物質生産系（昆虫工場）による組換え医薬品の市場規模は、10年後におよそ100億円に達することが示された(8)。

組み換え動植物や昆虫の生体を利用した物質生産のメリットは、微生物による生産系と比較して生成物中に生理活性が保持されることや、生産規模の調整が容

易な点にある。とりわけ昆虫工場では、蚕糸科学研究の蓄積と完成された養蚕技術により、完全な計画生産が可能である。さらに、ヒトへの感染が危惧される病原体の混入等も問題とされず、安全性の確保も容易と考えられる。

このうち組換えウイルスをカイコで増殖させる生産系では、生産終了後にウイルスを不活化し、外部環境への漏出や次期生産への持ち越しを防止する必要がある。小林(5)は昆虫工場生産施設内でのウイルス不活化方法として、養蚕施設ですでに実用化していた超微粒子ホルマリン散布が有効であることを示した。しかしながら、ホルマリンガスは人体に有害であり、環境ホルモンのひとつにも挙げられることから、ホルマリンに依らない消毒法への要望が強く、新たな消毒技術

体系の普及が待たれるところである。近年、園芸用消石灰を高濃度で水に溶解させた pH12.3 以上のアルカリ溶液（以下、消石灰上澄み液とする）の蚕病ウイルスに対する有効性が明らかにされ（7）、（財）大日本蚕糸会蚕業技術研究所が中心となって、蚕期中の消毒法として養蚕農家への普及が進められている。また、各種塩素系消毒資材によるウイルス不活化効果や、市販の漂白剤を用いた拭き取り作業がウイルスの汚染除去に効果があることも報告された（6）。

一方、機械制御による連続的な生産が想定される昆虫工場では、一般蚕室とは異なる消毒形態が必要と考えられる。著者らは、昆虫工場による生産スケジュールや大型飼育装置を用いた生産形態に適応可能な、ホルマリンを使用しないウイルス不活化技術、ならびに不活化効果の確認方法について検討し、若干の知見を得たのでここに報告する。

なお、本研究は 21 世紀グリーンフロンティア研究「植物・動物・昆虫を用いた有用物質生産系の確立」におけるプロジェクト研究の一部として、（独）農業生物資源研究所の委託を受けて実施したものである。

## Ⅱ. 材料および方法

### 供試ウイルス

カイコ核多角体病ウイルス（BmNPV）多角体懸濁液は、罹病蚕体液から遠沈回収した多角体を 0.04% Tween-40 中に  $10^8$  個/ml の濃度で懸濁させたものを用いた。また、BmNPV 非包埋粒子浮遊液（以下、多角体フリーウイルス液とする）は、罹病蚕体液から多角体を除去した上清画分を無菌ろ過（孔径  $0.45 \mu\text{m}$ ）したものをウイルス原液とし、滅菌 Dulbecco's PBS（DPBS）で適宜希釈調製した。

### 不活化効果の評価

カイコを用いた生物検定法により、不活化処理後のウイルス試料中の感染性を調査した。すなわち、多角体懸濁液については、1 区 20 頭 2 連制として 2 齢起蚕にウイルス試料を塗布した人工飼料を添食、また多角体フリーウイルス液については、1 区 10 頭 2 連制として 4 齢起蚕に 1 頭あたり  $6 \mu\text{l}$  を経皮接種し、いずれも発病の有無を調査した。

### PCR 法による BmNPV の検出

FTA カード（Whatman）に吸着保存したウイルス

試料を供試し、吸着ろ紙片（径 1mm）を FTA 精製試薬で調製後 PCR 混合液に加えた。PCR プライマーには BmNPV 感染初期蛋白遺伝子 *Ie-1* の配列を標的とした NPI1, NPI4（4）を用い、アニーリング温度を  $65^\circ\text{C}$  とした増幅反応を 35 サイクル行った後、1.5% アガロースゲル電気泳動により 844bp の反応生成物を検出した。

### 1. ホルマリンによらないウイルス不活化方法の検討 紫外線による不活化効果

分光特性の異なる紫外線、UV-A、-B および UV-C（ピーク波長：それぞれ 350, 310, 253.7nm）の不活化効果を検討するため、各直管光源の直下に BmNPV 多角体懸濁液 1ml を分注したプラスチックシャーレを置いて所定時間暴露した。この際、多角体を 10 倍量のカイコ体液中に混和して供試し、蚕体液成分の影響についても調査した。

また、昆虫工場プラント内に設置された殺菌灯（UV-C, 15W）による不活化条件を明らかにするため、UV メーター（UVC-254, カスタム）を用いて天井高（273cm）から UV-C を照射した場合の紫外線強度を測定した。さらに、多角体フリーウイルス液をシャーレ底面に薄膜状に塗布して暴露し、ウイルス不活化効果と紫外線積算照射量との関係を調査した。また、プラント内の壁面および床面の計 43 地点について、殺菌灯点灯時の紫外線強度を計測した。

### 湿熱処理による不活化効果

多角体フリーウイルス液を  $100 \mu\text{l}$  ずつ分注したサンプルチューブを 85, 90 および  $95^\circ\text{C}$  に保った温浴中に所定時間浸漬（以下、湿熱処理とする）した後、直ちに氷冷した  $900 \mu\text{l}$  DPBS と混和した。また、同ウイルス液をカバーガラスに塗布・風乾して沸騰水上の蒸気中に所定時間保持（以下、蒸気処理とする）した。なお、この固化ウイルス試料についてはスパーテルで掻き取り回収し、原液の 10 倍量の DPBS 中で十分に磨砕して再懸濁し、不活化効果の検定に供した。

### 消石灰上澄み液による不活化効果

消石灰上澄み液は、園芸用消石灰に 200 倍量（v/w）の蒸留水を加えて攪拌し、pH12.3 以上とした後、静置して回収した上清を用いた。この上澄み液に高濃度多角体懸濁液（ $10^9$  個/ml）を 1/10 容混和して、所定時間経過後の不活化効果の評価した。この際、混和処理

後のウイルス液を直ちに滅菌水で10倍に希釈し、消石灰濃度を低下させた場合の不活化効果に及ぼす影響についても調査した。

## 2. プラント内のウイルス不活化処理に伴う、不活化効果の確認方法の検討

### 紫外線照射量のモニタリング

紫外線照射量を推定し、ウイルス不活化要件の充足を確認することで、紫外線によるウイルス不活化効果の間接的検証を試みた。すなわち、UVインジケータラベル（UVラベルH、日油技研工業）を殺菌灯（UV-C光源）下で所定時間暴露し、着色程度を色彩・色差計（CR-200、MINOLTA）により測定した。これらの色彩値各要素（彩度、色度、明度）と紫外線積算照射量との相関関係について検討し、ラベルの着色程度を基準とするウイルス不活化要件を推定した。

### 高精度生物検定法の検討

BmNPV多角体フリーウイルスを供試し、従来の4齢カイコを用いた経皮接種と、ポリオキシン投与後の経口接種（3）、ならびにカイコ培養細胞（Bm-N4）への接種について、ウイルスの感染力価を比較検討した。ポリオキシンの投与は、0.5%ポリオキシンを添加した人工飼料を作成し、4齢起蚕に6時間食下させることにより行い、次いでウイルスを塗布した人工飼料を添食して発病の有無を調査した。また、培養細胞への接種は、24ウェルプレートの各穴に10%仔ウシ胎児血清（FBS）存在下で継代培養中の細胞500 $\mu$ l（10<sup>5</sup> cells）を分注し、500u/mlペニシリン-500 $\mu$ g/ml硫酸ストレプトマイシン加用培地で希釈調製したウイルス

試料100 $\mu$ lを混和した。これらの上清と25 $^{\circ}$ C、暗黒下で8日間培養後の上清、各10 $\mu$ lをFTAカードに吸着保存してPCRに供試し、増殖ウイルスの有無を解析することで、試料中の感染性ウイルス粒子の検出を試みた。

### 検査ウイルス試料の調製方法の検討

多角体フリーウイルス液をDPBSで段階希釈してガラスシャーレ（直径90mm）底面に塗布・風乾したのち、拭き取りキット（SWAB TEST pro. media ST-25、エルメックス）を用いて回収し、塗布試料に対して各々10<sup>-2</sup>倍の濃度に相当する回収液を得た。これらを4齢カイコに経皮接種し、感染性を調査した。また、希釈ウイルス液を8%ポリエチレングリコール（PEG）-6000存在下で凝集・沈殿させ、PCRによる検出限界、ならびに生物検定における感染力価に及ぼす影響を調査した。

## Ⅲ. 結果

### 1. ホルマリンに依らないウイルス不活化方法

#### 紫外線による不活化

ピーク波長の異なる紫外線UV-A、-Bおよび-C（各10w、3本）を至近距離（16cm）からBmNPV多角体に照射し、不活化作用を調査した結果、UV-Bおよび-Cでは感染性が著しく低下し、不活化効果が認められたが、UV-Aには不活化効果はほとんど認められなかった（図1）。また、UV-Bと比較してUV-Cの作用力が顕著に大きく、15秒間で10<sup>8</sup>個多角体/mlのウイルス試料から感染性が失われた。

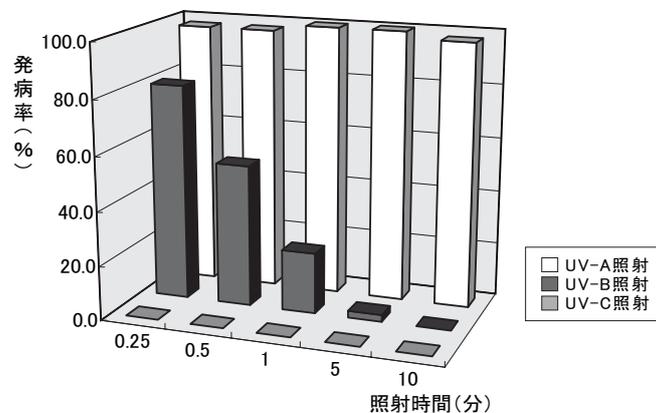


図1. 紫外線照射がBmNPVの感染性に及ぼす影響

フタを外したプラスチックシャーレ内に多角体懸濁液を入れ、シャーレ底面から高さ160mmの位置に蛍光管（10W×3本）を設置して照射した。処理後の多角体は10<sup>8</sup>個/mlの濃度で2齢起蚕に添食し、4日後に発病調査を行った。

一方、蚕体液中に懸濁した多角体に対しては不活化作用は及びにくいことが明らかとなった。この場合、体液層を薄膜状（液層1mm以下）に広げることで、UV-Cで10分、UV-Bでは30分の照射により同様に不活化効果が得られた（図2）。さらに、多角体懸濁液を入れたシャーレをプラスチック製のフタで覆い、底

面を反射あるいは非反射面上に静置して紫外線照射を行い、遮蔽や反射光の影響について比較検討した。その結果、供試したプラスチック製のフタは紫外線透過率が低く、ウイルス不活化作用を著しく阻害したが、UV-Bによる不活化効果はなおも認められ、底面からの反射光による増幅効果が明らかに認められた（図3）。

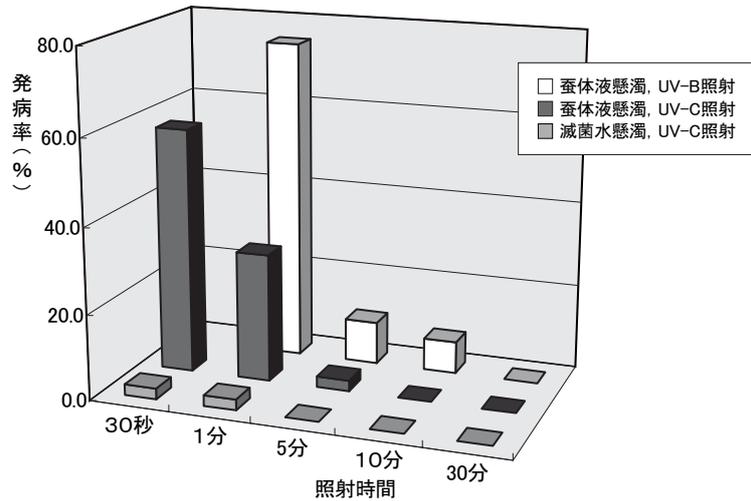


図2. 蚕体液成分が紫外線照射によるBmNPVの不活化に及ぼす影響

NPV多角体を蚕体液中に懸濁（ $10^9$ 個/ml）し、メンブレンフィルター上に滴下して薄膜状（厚さ約0.3mm）とし紫外線照射を行った。処理後メンブレンを9倍量のバッファーですすぎ、多角体を回収して2齢起蚕に添食した。

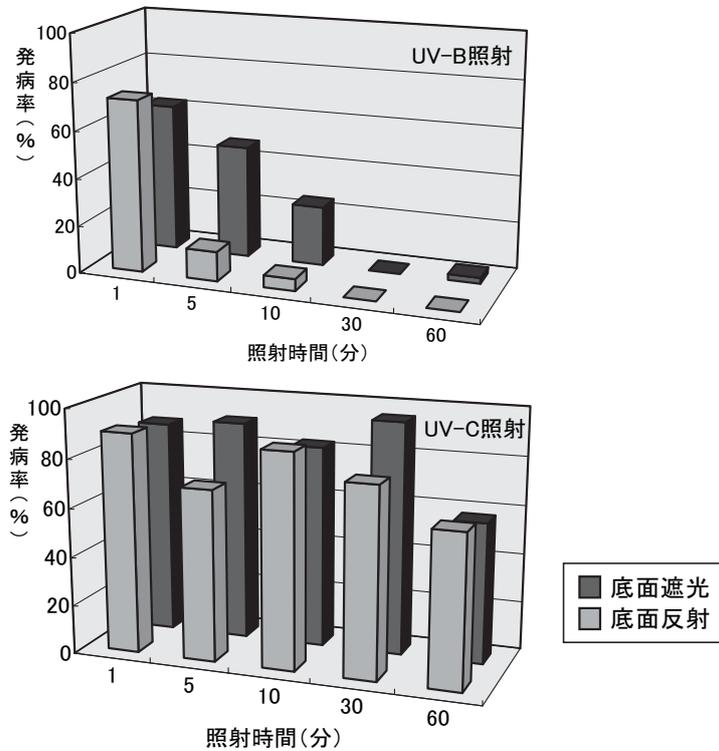


図3. 紫外線照射がNPVの感染性に及ぼす影響

フタ付きプラスチックシャーレ内に多角体懸濁液を入れ、シャーレ底面から高さ160mmの位置に光源（10W×3本）を設置して照射した。処理後の多角体は $10^7$ 個/mlの濃度で2齢起蚕に添食し、4日後に発病調査を行った。

次に、昆虫工場プラント内の残存ウイルスを想定し、多角体フリーウイルスに対する不活化効果を検討した。天井高から殺菌灯（UV-C, 15w）照射を行った場合は24時間以上で感染性が消失し、これに要した紫外線積算照射量は、およそ410mJ/cm<sup>2</sup>と推定された（図4）。これに基づいて、プラント内の紫外線強度の実測値からウイルス不活化条件を検討した結果、入射光の得られない物陰部分と光源から長手方向に外れた実験台中央部を除く計測地点では、24時間程度の連続照射に

よって残存ウイルスの不活化が可能と推察された。

#### 湿熱処理ならびに消石灰上澄み液による不活化

多角体フリーウイルスに対して2~30秒間の湿熱処理を行った場合、90℃以上の温度では10秒間の処理によってカイコに対する感染性の消失が認められ、蒸気処理では2秒間の暴露により同様にウイルスの不活化が確認された（図5）。

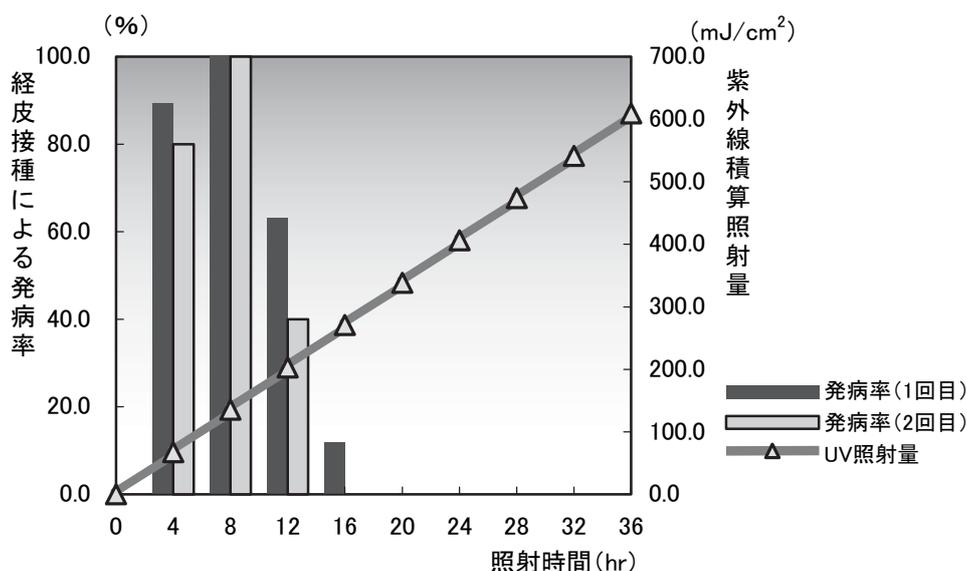


図4. 天井高からの紫外線照射がNPV多角体フリーウイルスの感染性に及ぼす影響

殺菌灯（15w）を高さ273cmに設置し、ガラスシャーレ底面に塗布・風乾したウイルス原液に所定時間照射後、拭き取り回収した試料を4齢起蚕に経皮接種（6μl/頭）した。

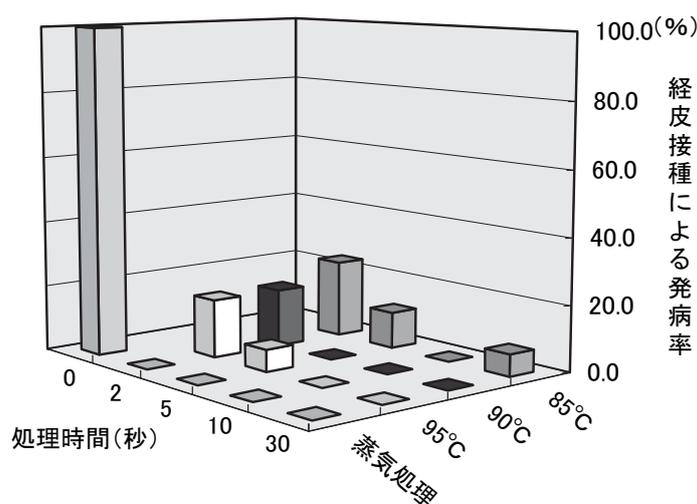


図5. 湿熱処理がNPV多角体フリーウイルスの感染性に及ぼす影響

湿熱処理は、ウイルス原液100μlをサンプルチューブに分注して温浴中で所定時間処理後、氷冷した10倍量のバッファーで速やかに希釈した。また、蒸気処理はカバーグラスにウイルス原液を塗布・風乾し、沸騰水上の水蒸気中に所定時間保持したのち拭き取り回収した。

表 1. 消石灰液処理による BmNPV 多角体の不活化, ならびに消石灰液の希釈が不活化ウイルスに及ぼす影響

処理時間 (分)	発病率 (%)*		
	消石灰希釈	希釈なし	無処理
5	0	0	—
10	0	0	—
20	0	0	—
40	0	0	—
60	0	0	87.5

\* 接種源濃度は  $10^7$  個/ml とし, 1 区 20 頭 2 連制で 2 齢起蚕に添食。

また, 高濃度の感染性ウイルス粒子の包埋体である BmNPV 多角体を供試し, 消石灰上澄み液と混和して 5~60 分間処理した場合, 5 分間でも  $10^7$  個/ml の多角体試料中から感染性が消失していた (表 1)。また, 処理後に消石灰濃度を有効濃度以下に低下させた場合も, 不活化効果が減退することはなかったことから, その効果の不可逆性が示唆された。

## 2. ウイルス不活化効果の検証

### UV インジケータラベルを用いた紫外線積算照射量の定量化

UV インジケータラベルの着色程度は, 殺菌灯照射下で時間の経過とともに明瞭に変化し, 紫外線照射量とラベルの各色彩要素値との間には高い相関が認められた (図 6)。なかでも, L. c. h 表色系における彩度 (c) 値の変化量が大きく, 紫外線照射量のモニタリングに有用と考えられた。前述のとおり, BmNPV 多角体フリーウイルスの不活化には  $410\text{mJ}/\text{cm}^2$  以上の

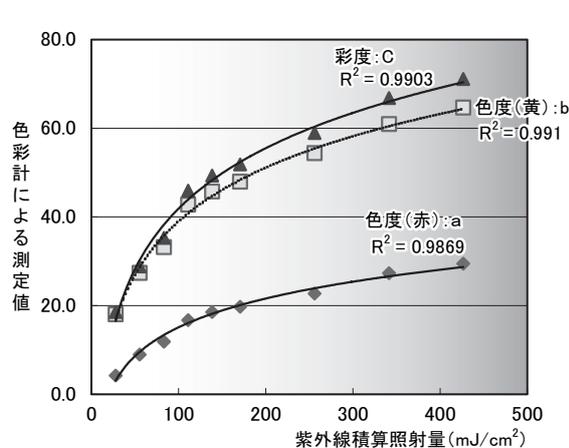


図 6. UV インジケータラベルの着色程度と紫外線照射量との関係

照射線量が必要とされることから, 彩度値と紫外線照射量の関係をもとにウイルス不活化要件を推定すると, ラベルの彩度値が 70 以上に達することが必要と考えられた (図 7)。

### 高精度生物検定法による感染性ウイルス粒子の検出

カイコを用いた生物検定では, ポリオキシンを用いた経口接種と比較して, 従来の経皮接種での発病率が高く (表 2), より高感度でウイルスの検出が可能であった。しかしながら, ふき取り検査キットにより回収した試料は高次希釈されることから, 低濃度のウイルスを検出するにあたっては, 回収試料の濃縮が必要と考えられた。そこで, ふき取り回収液から 8% PEG-6000 を用いてウイルス画分を 10 倍に濃縮し, PCR による検出限界希釈濃度を比較した結果, 試料の濃縮によって  $10^{-3}$  から  $10^{-5}$  となり, 検出感度が 100 倍に向上した (図 8 a)。

また, ウイルスの濃縮が培養細胞への感染性に及ぼ

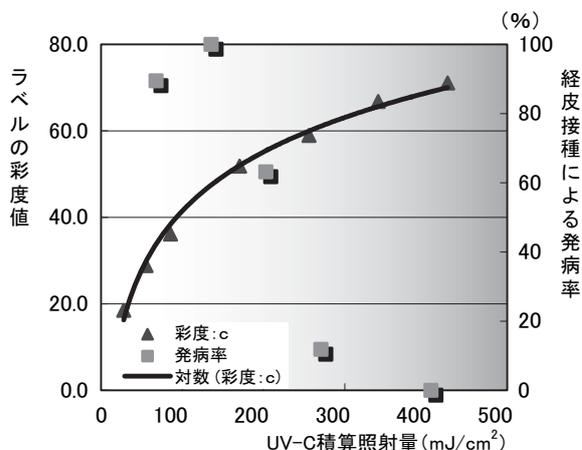


図 7. 紫外線照射量とインジケータラベルの着色程度, ならびに NPV 多角体フリーウイルスに対する不活化効果の関係

表 2. BmNPV 多角体フリーウイルスの経皮接種，ならびにポリオキシシンを用いた経口接種による感染性の比較

接種濃度 (ウイルス液の希釈度)	発病率 (%)*	
	経皮接種	経口接種
10 <sup>-10</sup>	70.0	0.0
10 <sup>-9</sup>	45.0	0.0
10 <sup>-8</sup>	80.0	0.0
10 <sup>-7</sup>	100.0	5.0
10 <sup>-6</sup>	100.0	10.0
10 <sup>-5</sup>	100.0	5.0
10 <sup>-4</sup>	95.0	20.0
10 <sup>-3</sup>	100.0	40.0
10 <sup>-2</sup>	100.0	65.0
10 <sup>-1</sup>	100.0	70.0

\* いずれも 1 区 10 頭 2 連制とし，4 齢起蚕に接種。

す影響を調査するため，培養細胞系で増殖した BmNPV 非包埋粒子を供試し，ウイルス原液とその 10 倍濃縮液の希釈系列を培養細胞に接種して，8 日後に培養上清を PCR に供し，増殖ウイルスの検出をおこなった。この場合，濃縮によって培養細胞への感染価が大幅に向上し，10<sup>-11</sup> 希釈レベルでもウイルスの増殖が認められた (図 8 b)。

さらに，多角体フリーウイルス液の希釈系列を 10 倍濃縮し，培養細胞に接種するとともに，4 齢起蚕に

経皮接種した。その結果，カイコの発病は 10<sup>-4</sup> 希釈までにとどまったのに対して，培養細胞においては培養前後の上清中のウイルスを PCR 解析することで，10<sup>-5</sup> 希釈試料においてもウイルスの感染増殖が確認された (図 9)。このことから，培養細胞に対する感染試験によって，カイコへの経皮接種と同等以上の精度で感染性ウイルス粒子を検出できることが明らかになった。

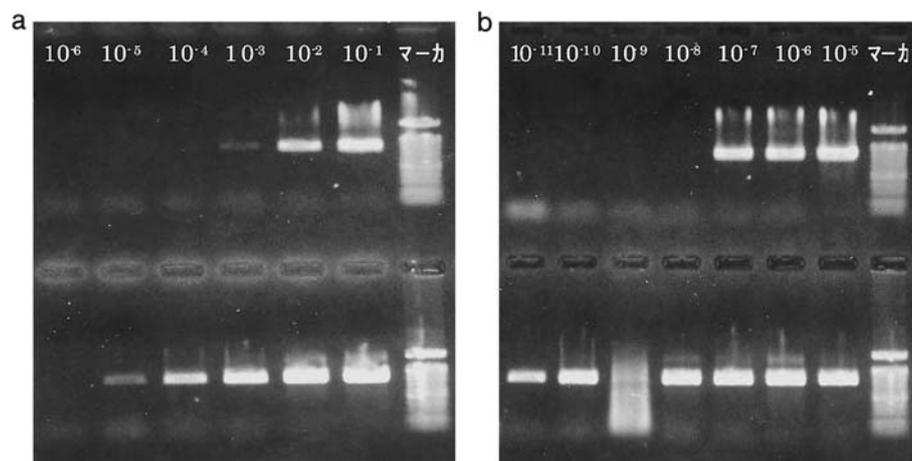


図 8. ポリエチレングリコール (PEG6,000) によるウイルス液の濃縮効果。

- 拭き取り回収液の濃縮が PCR 法による BmNPV *ie.1* の検出に及ぼす影響。  
上段：拭き取り原液，下段：同 10 倍濃縮液の希釈系列。
- 接種源ウイルスの濃縮が培養細胞への感染力価に及ぼす影響。  
上段：ウイルス原液 (培養細胞系で増殖)，下段：同 10 倍濃縮液の各希釈系列を接種源とし，それぞれ接種 8 日後の培養上清を PCR に供試して BmNPV *ie.1* の検出を行った。

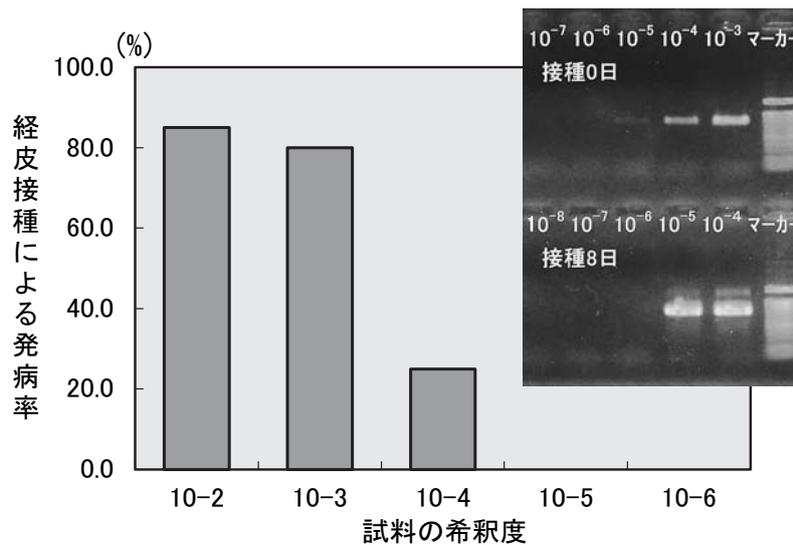


図9. ろ過ウイルス濃縮液中のカイコならびに培養細胞に対する感染性.

ろ過ウイルス試料を PEG により 10 倍に濃縮し、その希釈系列を 4 齢起蚕に経皮接種するとともに、カイコ培養細胞 (BmN4) に接種した。培養細胞に対する感染性は、接種直後および 8 日後の培養上清を PCR に供試し、BmNPV *ie.1* 断片の生成量を比較することで、複製ウイルスの有無を評価した (図中写真)。

#### IV. 考 察

試験に用いた 3 種の紫外線のうち UV-A はブラックライトに相当するもので、紫外線強度が低レベルでありウイルスに対する不活化作用は認められなかった。一方、UV-B (健康線：日焼け用) と UV-C (殺菌線) には強い不活化効果があり、後者の作用力は特に大きいことが示された。組換え動植物や昆虫を取り扱う管理区域内では、通常微生物汚染の拡大を防止する観点から殺菌灯が設置されており、それらの照射によってウイルス不活化効果が得られることは、実用上極めて好都合といえる。一方、ガラスと同様にプラスチックによっても紫外線の遮蔽が起こり、その材質や厚さで紫外線透過率が大きく異なることがわかった (データ未掲載)。本研究で供試したプラスチックシャーレの場合も UV-C はフタを透過せず、シャーレ内のウイルスには影響を及ぼさなかった。これに対して、UV-C よりもピーク波長の長い UV-B では透過光による不活化効果が認められ、底面を透過した反射光の有効性も確認された。このことは、紫外線による不活化処理の難点である‘陰’の問題を解消する手がかりになると考えられる。

昆虫工場プラント内に設置された殺菌灯を点灯した場合、一部の箇所を除き 24 時間で壁面や床に付着した組換えウイルスを不活化できると考えられる。一方、光量の不足する箇所は、殺菌灯の増設や反射光を利用

した補光等の措置を講ずることで、ウイルス不活化処理が可能であるが、現状では汚染箇所を想定した十分な洗浄作業等が必要である。この場合、熱湯による浸漬処理、ならびに蒸気処理は短時間で強力なウイルス不活化効果が期待できることから、使用後の飼育資材や機械・器具類の洗浄に有効と思われる。また、消石灰上澄み液は経済性と保存性に優れ、取り扱いが容易であることから汎用性が高いものと考えられる。

紫外線によるウイルス不活化効果の検証方法の一つとして、市販の UV インジケータラベルの利用が有効であり、ウイルス不活化要件をラベルの着色程度から推定できることが示された。また、ラベルの着色程度は紫外線照射量とともに明瞭に変化することから、基準色を作製することで遠観的判定も十分に可能であると考えられる。

一方、カイコにウイルスを接種してその感染性を評価する生物検定法は、これまで広く行われてきた手法であるが、用いるカイコの齢期や食餌の状況によって感受性が大きく変化する。したがって、定量的解析を目的として信頼性の高い検定結果を得るには熟練を要するうえ、検定の度に試験用カイコの供給が必要である。さらに、昆虫工場で増殖した非包埋ウイルス粒子は、経皮接種による感染に限られ、4 齢以上のカイコの使用が望まれるため飼育期間がより長期化するほか、作業効率も著しく低下する。近年、大量のカイコに効率的に非包埋ウイルスを感染させる方法として、蛍光

増白剤やフルフェノクスロンをはじめとした、昆虫成長調節物質の先行投与による経口感染法 (1, 2) が相次いで報告された。これらはいずれもカイコ中腸内壁の囲食膜構造の崩壊をもたらすことで、ウイルスに対する感受性を高めるものと考えられている。同様の機構で、糸状菌に対するキチン合成阻害剤であるポリオキシシンを用いた高感度バイオアッセイ法が開発され (3)、省力的で優れた手法として、「昆虫工場」における組換えウイルスの大量接種法への適用が検討されているが、本研究においては経皮接種と比較してカイコに対する感染率が劣った。このことから、不活化処理後の試料中に低濃度で存在する感染性ウイルスを検出する目的では、同法の適用は困難と思われる。

そこで、カイコを用いずにウイルスの感染性を評価するため、培養細胞にウイルス試料を接種して、増殖ウイルスの有無をモニタリングする方法について検討した。試験に用いた野生型 BmNPV は、感染後寄主細胞中で多核体を形成するため、巨視的に感染・増殖を確認することができるが、多角体をつくらない組換えウイルスでは、他の方法で感染の有無を判定する必要がある。著者らは、検出感度の高い PCR 法により細胞内外の増殖ウイルスを検知する方法を確立した。

また、プラント内から検査試料を回収するにあたって、キットを用いた拭き取り回収を行う場合、拭き取り操作 (拭き取り→懸濁) を 3 反復することで、十分な回収効率を確保することができた (データ未掲載)。一方、拭き取り試料は PBS に懸濁する際に希釈され、これを培養細胞に接種する場合には、ろ過滅菌処理の過程で更なるウイルス濃度の低下を余儀なくされる。これに対して、PEG によるウイルス画分の濃縮効果は極めて高く、培養細胞を用いた感染性ウイルス検出法の感度向上につながった。本検出法により陰性を示した検定試料においては、検出限界を下回る感染性ウイルスが含まれる場合も十分想定されるが、その濃度はカイコに感染する可能性がほとんどない水準にあるものと推察される。

このように、本研究では感染性のあるウイルスを、培養細胞と鋭敏な PCR 法を利用して検出する新たな手法を確立した。これまでに蚕病ウイルスの検出法として、PCR や ELISA 等が利用されてきたが、いずれもウイルスの感染性についての情報を得るものではなかった。本法は、生きたカイコを使用せずに感染性の評価が行える点で、大きなメリットがあるものと思われる。一方、供試する細胞の状態がウイルスの感染に

影響を及ぼすことなど、培養細胞を用いる場合も生物検定に共通する認識が重要であるほか、無菌ろ過の必要性等、培養細胞を使用することによるマイナス面も存在する。今後、検定試料を希釈せずに回収する方法や、ウイルスの損失を伴わない試料の無菌化法等について検討することによって、さらに検定精度を高めることが可能と思われる。

## V. 摘要

1. ホルマリンを使用しないウイルス不活化方法について検討し、紫外線照射、湿熱処理および消石灰上澄み液による混和処理に強い不活化作用が確認された。
2. BmNPV 多角体フリーウイルスの殺菌灯 (UV-C) による不活化には、 $410\text{mJ}/\text{cm}^2$  以上の紫外線積算照射量が必要であった。
3. 昆虫工場生産プラント内に設置された殺菌灯からは、床面や壁面に残存するウイルスを 24 時間程度で不活化できる紫外線強度が得られることが確認されたが、物陰等により不活化効果が得られない箇所も存在した。
4. 紫外線によるウイルス不活化効果の検証には、UV インジケーターラベルを利用した紫外線照射量のモニタリングが有効であり、ラベルの彩度 (c) 値が 70 以上に達することが不活化要件と推定された。
5. ウイルス不活化効果を検証する高精度な生物検定法として、培養細胞への感染・増殖の有無を PCR 解析により確認する方法を確立した。

**謝辞** 本研究の遂行にあたり、(独) 農業生物資源研究所 早坂昭二博士、ならびに茨城県農業総合センター生物工学研究所 池上隆文室長には逐次ご指導・ご助言を頂き、農業総合センター飯田豊技師、伏木俊雄副技師には接種試験において多大なるご協力を頂いた。また、臨時職員の方々には実験補助の労を多にした。ここに深く感謝の意を表する。

## 引用文献

1. 新川徹・古田要二・久保村安衛・加藤正雄・早坂昭二 (2002). カイコ多角体病非包埋ウイルス粒子を蛍光増白剤を用いて経口感染させる方法. 日蚕雑 71 (2) : 101-105.

2. Arakawa, T., Furuta, Y., Miyazawa, M. and Kato, M. (2002). Flufenoxuron, an insect growth regulator, promotes peroral infection by nucleopolyhedrovirus (BmNPV) budded particles in the silkworm, *Bombyx mori* L. *J. Virol. Meth.* 100 : 141-147.
3. 新川徹・野澤瑞佳 (2004). カイコ核多角体病ウイルス (BmNPV) の高感度バイオアッセイの開発. 第48回日応動昆学会講要 (京都). pp. 76.
4. Huybrechts, R., Guarino, L., Van Brussel, M. and Vulsteke, V. (1992). Nucleotide sequence of a transactivating *Bombyx mori* nuclear polyhedrosis virus immediate early gene. *Biochim. et biophys. Acta.* 1129 : 328-330.
5. 小林則夫 (2003). 超微粒子ホルマリンによる昆虫工場の消毒. 茨城農総七園研報. 11 : 37-44.
6. 埼玉県農業試験場ほか (2000). 平成9~10年度新技術地域実用化研究促進事業研究成果報告. 大規模超多回育に対応した健全蚕の生産環境管理技術の確立. pp. 53.
7. 飼育環境管理技術研究会 (2002). 平成13年度貞明皇后蚕糸記念科学技術研究助成研究成果報告. 養蚕農家に対応した飼育環境管理技術の確立. pp. 7.
8. (社)農林水産先端技術産業振興センター (STAFF) (2003). 平成14年度 昆虫テクノロジー研究の産業利用への可能性と市場規模予測調査報告書. pp. 50.

BULLETIN  
OF THE  
HORTICULTURAL INSTITUTE,  
IBARAKI-AGRICULTURAL CENTER

C O N T E N T S

Iwao TERAKADO and Kenji EBASHI: The Effect of Rooting Zone Restriction and Pinching the Shoot on European Grape for Growth and Fruit Quality.....	1
Kenichi KANEKO, Takashi OGAWARA, Fumiaki USUKI and Fumio SAKUMA: Selection of Useful Cultivars and a Method of Heat Insulation in Semi-forcing Melon Culture for Harvesting in April.....	11
Tomoko IKEBA, Takashi KAIZUKA, Takashi ISHII and Kyoko KASHIMA: Effects of Races and Cultivation Conditions on the Contents of Ascorbic Acid, Sugar and Nitrate in Qing gin cai ( <i>B. campestris</i> L. ssp. <i>chinensis</i> Makino).....	17
Tomoyuki KOMAGATA, Seishi TAKAGI and Takeshi MOTOZU: Effect of Interior Light Intensity on Qualitative Maintenance of Potted Carnation.....	25
Tomoyuki KOMAGATA: Effects of the Seeding Time and Growing Temperatures on Growth and the Flowering Time of Bedding Plants.....	31
Yasunori TOMITA, Takashi OGAWARA, Tsutomu ICHIMURA and Hisashi NAGATSUKA: Control of Soil Diseases and Nematode for Russell Prairie Gentian by Soil Solarization and Hot Water Injection in Greenhouse.....	43
Satomi H. NISHIMIYA and Hiroshi NAKANISHI: Virus Inactivation for the Maintenance of an Insect Factory without Formaldehyde Gas Treatment.....	49