

BULLETIN
OF
THE FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER

(Chikushino, Fukuoka 818 Japan)

福岡県農業総合試験場研究報告

B (園芸) 第 10 号

平成 2 年 11 月

福岡県農業総合試験場

(福岡県筑紫野市大字吉木)

福岡農総試研報
Bull. Fukuoka
Agric. Res. Cent.

福岡県農業総合試験場研究報告

B (園芸) 第10号

目次

- 1 完熟型トマトの異常果発生防止に関する研究
第1報 育苗時の栽培夜温と窓あき果, チャック果の発生
豆塚茂実・山本幸彦・柴戸靖志 …… 1
- 2 インペルターゼ及びシュクロースシンターゼがトマト果実の糖組成変化に及ぼす影響
茨木俊行・黒木証吉・鳥越久司 …… 7
- 3 露地栽培ナスにおけるアザミウマ類の発生様相
中村利宜・池田 弘・梶谷裕二・楠本公治・吉田博孝・小野剛士 …… 11
- 4 リン酸蓄積畑における施肥リン酸の肥効
第2報 春出しキャベツに対する肥効
黒柳直彦・藤田 彰・中嶋靖之・許斐健治・渡邊敏朗 …… 15
- 5 レタスの切口褐変防止に関する研究
第1報 レタスの褐変酵素について
茨木俊行・平野稔彦・鶴 暁子・松本明芳 …… 19
- 6 包装フィルムによるブロッコリーの鮮度保持方法
鶴 暁子・平野稔彦・茨木俊行 …… 23
- 7 ナバナの安定栽培技術
第1報 播種期, 栽植密度及び施肥法と収量
小田原孝治・矢野雅彦・尾形武文 …… 27
- 8 野菜栽培におけるセル成型苗の利用
第1報 セル成型トレイにおける発芽温度と育苗日数
柴戸靖志・山本幸彦・豆塚茂実 …… 31
- 9 野菜栽培におけるセル成型苗の利用
第2報 隔離床による作付回数
柴戸靖志・山本幸彦・豆塚茂実 …… 35
- 10 春どりダイコンの空洞症発生防止対策の確立
第1報 ダイコンの生育ステージと空洞症発生
山本幸彦・室園正敏・豆塚茂実 …… 39
- 11 バレイシヨ疫病抵抗性カルスの選抜
中原隆夫・入倉幸雄・小曾納雅則 …… 43

12	一、二年生草花の生育開花調節に関する研究 トルコギキョウの夜冷育苗が抽台・開花に及ぼす影響	小林泰生・近藤英和 ……	47
13	極早生温州ミカンにおける樹勢維持と高品質果実生産のための結実管理法 大庭義材・松本和紀・矢羽田二郎・津田勝男・草野成夫 ……		51
14	温州ミカンの早期加温栽培に関する研究 第1報 休眠・花芽分化に及ぼす低温の影響 矢羽田二郎・大庭義材・松本和紀・津田勝男 ……		57
15	ビワ果実の寒害対策に関する研究 第1報 ビワ果実の寒害の実態並びに被害果実の植物生育調節剤処理による肥大促進 松本和紀・大庭義材・矢羽田二郎・津田勝男 ……		61
16	キウイフルーツの生育パターンと果実品質 第1報 新梢の伸長条件と果実の収量、品質との関係 鶴 丈和・姫野周二・正田耕二 ……		65
17	暖地におけるリンゴ樹の生育特性とせん定法 栗村光男・金房和己・正田耕二 ……		69
18	カキ樹の栄養診断 第1報 現地における土壌ならびに樹体栄養の実態 角重和浩・黒柳直彦・許斐健治 ……		73
19	晩生ナシの黒あざ症発生防止法 第1報 ‘新雪’ における黒あざ症発生要因と防止法 馬場紀子・鶴 暁子・茨木俊行・平野稔彦 ……		77
20	キウイフルーツの常温貯蔵技術の研究 山下純隆・馬場紀子 ……		81
21	モノクローナル抗体による温州萎縮ウイルスの検出 第1報 ウイルスの純化とモノクローナル抗体の作出 平島敬太・野口保弘・山田耕路・村上浩紀 ……		87
22	ブドウのウイルスフリー化による高品質果実生産 第2報 培養個体の効率的順化法 草野成夫・堀江裕一郎 ……		91
23	ナシクローン台木生産技術の確立 第1報 組織培養における茎葉増殖と発根に及ぼす植物ホルモンの影響 堀江裕一郎・草野成夫 ……		95

BULLETIN OF THE
FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER
Series B (HORTICULTURE) No.10

CONTENTS

- 1 Control of Abnormal Fruits of Tomato.
 - (1) Effect of night-temperature on the occurrence of pitted fruit in tomato plants.
MAMETSUKA Shigemi, Yukihiko YAMAMOTO and Yasushi SHIBATO 1
- 2 Effect of Invertase and Sucrosesynthase Activity on the Changes of Sugar Content in Tomato Fruits.
IBARAKI Toshiyuki, Masakichi KUROGI and Hisashi TORIGOSHI 7
- 3 An Aspect of Occurrence of Thrips Species on Eggplant in Fukuoka Prefecture.
NAKAMURA Toshinobu, Hiroshi IKEDA, Yuuji KAJITANI, Kouzi KUSUMOTO, Hirotaka YOSHIDA and Takashi ONO 11
- 4 Effects of Phosphate Application on the Yield of Crops in the Phosphate Accumulated Soil.
 - (2) Effects of Phosphate Application on the Growth of Cabbage.
KUROYANAGI Naohiko, Akira FUJITA, Yasuyuki NAKASHIMA, Kenji KONOMI and Toshiro WATANABE 15
- 5 Studies on Prevention of Browning of Lettuce Stem Cross Section.
 - (1) Studies on Enzymes Involved in Browning of Lettuce.
IBARAKI Toshiyuki, Toshihiko HIRANO, Akiko TSURU and Akiyoshi MATSUMOTO 19
- 6 Freshness Retention of Broccoli by the Package Film.
TSURU Akiko, Toshihiko HIRANO and Toshiyuki IBARAKI 23
- 7 Cultivation method of "Nabana" the lateral and terminal bud of rape.
 - (1) The effects of seeding time and plant population and nitrogen application on the yield of "Nabana".
ODAHARA Kouji, Masahiko YANO and Takefumi OGATA 27
- 8 Improvement of vegetable cultivation by raising seedling with cell-tray.
 - (1) Germination temperature and raising seedling days with cell-tray.
SHIBATO Yasushi, Yukihiko YAMAMOTO and Shigemi MAMETUKA 31
- 9 Improvement of vegetable cultivation by raising seedling with cell-tray.
 - (2) Cropping times with isolation bed.
SHIBATO Yasushi, Yukihiko YAMAMOTO and Shigemi MAMETUKA 35

- 10 Establishment of Countermeasure to Prevent Hollow Roots of Japanese Radish in Spring Cropping.
 (1) Relationships between the Growing Stage and the Occurrence of Hollow Roots.
 YAMAMOTO Yukihiro, Masatoshi MUROZONO and Shigemi MAMETSUKA 39
- 11 Selection of Potato Callus Resistant to *Phytophthora infestans*.
 NAKAHARA Takao, Yukio IRIKURA and Masanori OSONO 43
- 12 Growth and Flowering Control of Annual and Biennial flower. Effects of chilling treatment on the bolting and flowering of (*Eustoma grandiflorum*)
 KOBAYASHI Yasuo and Hidekazu KONDO 47
- 13 On the Control Fruit Load for Maintenance of Tree Vigor and Enhancement of Fruit Quality in Very Early Satsuma Mandarin.
 OBA Yoshiki, Kazunori MATSUMOTO, Daijiro YAHATA, Katsuo TSUDA and Nario KUSANO 51
- 14 Studies on Growing of Satsuma Mandarin in Early Heated Greenhouse.
 (1) Effects of Low Temperature on Dormancy and Flower Bud Differentiation.
 YAHATA Daijiro, Yoshiki OBA, Kazunori MATSUMOTO and Katsuo TSUDA 57
- 15 Studies on the Cold Injury in Loquat Fruit.
 (1) Influence of Low Temperature on the Damage of Loquat Fruits and Effects of Several Plant Hormones on Fruit Growth of Frost-Damaged Loquat Fruits.
 MATSUMOTO Kazunori, Yoshiki OBA, Daijiro YAHATA and Katsuo TSUDA 61
- 16 Growth Pattern and Quality of Fruits of Kiwi Fruit.
 (1) The relation between growth pattern of shoots, volume of wood, yield and quality of fruits.
 TSURU Takekazu, Shuuji HIMENO and Koji SHODA 65
- 17 Characteristic of Growth and Method Pruning on Apple Tree in the Warm Region.
 AWAMURA Mitsuo, Kazumi KANAFUSA and Koji SHODA 69
- 18 Diagnosis of nutrient condition of a *kaki* tree.
 (1) Field survey in producing district.
 KADOSIGE Kazuhiro, Naohiko KUROYANAGI and Kenji KONOMI 73
- 19 Preventing Black Speck Injury of Late Maturing Japanese Pear.
 (1) The cause of Black Speck Injury of Japanese Pear 'Shinsetsu' and the storage condition for preventing the Injury.
 BABA Noriko, Akiko TSURU, Toshiyuki IBARAKI and Toshihiko HIRANO 77
- 20 Storage Techniques for Kiwi Fruit under non Controlled Temperature.
 YAMASHITA Sumitaka and Noriko BABA 81

- 21 Detection of Satsuma Dwarf Virus by Using Monoclonal Antibodies.
(1) Viruses Purification and Production of Monoclonal Antibodies.
HIRASHIMA Keita, Yasuhiro NOGUCHI, Koji YAMADA and Hiroki
MURAKAMI 87
- 22 Production of Virus-Free Vine and Productivity of High Quality Fruit.
(2) Acclimatization of Micro-Propagated Plantlet.
KUSAMO Nario and Yuichiro HORIE 91
- 23 Establishment of Productive Techniques in Pear Rootstock.
(1) Effects of Phytohormone for Shoot Proliferation and Rooting in Tissue
Culture.
HORIE Yuichirou and Nario KUSANO 95

完熟型トマトの異常果発生防止に関する研究

第1報 育苗時の栽培夜温と窓あき果、チャック果の発生

豆塚茂実・山本幸彦・柴戸靖志
(園芸研究所野菜花き部)

完熟トマト栽培における異常果の発生要因を究明して、防止対策を確立するために、育苗時の栽培夜温や低温処理開始時期及び低温遭遇日数について検討した。

第1段花房の開花は、育苗時の栽培夜温が低い程遅くなった。低温処理開始期及び低温遭遇日数による開花時期の変化は、栽培夜温21℃区では認められなかったが、17℃区では、6℃6日間遭遇区で2日前後遅れた。

窓あき果、チャック果の発生は、栽培夜温が低いほど多く、6℃区では第1段果房着果数の約70%に発生したが、第2段果房、第3段果房と果房が高くなるほど減少した。栽培夜温が13℃以下の区では、花房の形がみだれ、乱形果や窓あき果、チャック果の発生が多くなった。低温処理開始期と低温遭遇日数は、2葉期からの低温遭遇で発生が増加したが、6葉期からの処理では少なかった。

収量は、育苗時の栽培夜温が21℃の区では、やや小玉になったが、果実の形が整い、揃いが良く、多くなった。

窓あき果、チャック果の発生は、育苗時の栽培夜温の影響が大きく、本葉2葉期からの低温遭遇で増加したが、6葉期からの処理では低温の影響は認められず、窓あき果やチャック果の発生防止については、本葉6葉期までは育苗時の栽培夜温を15℃以上に確保する必要がある。

[Keywords : tomato, abnormal fruit, pitted fruit, flower bud differentiation, night temperature]

緒 言

今日、トマトは、我々の食卓に欠くことのできない果菜類の1つであり、周年生産が行われているが、これらの安定的な周年供給の中で、高品質トマトを求める消費者のニーズや、市場における大量流通の中で、輸送適性に優れ、規格化されたトマト生産への要望が増大している。

近年、これらに対応して育成された完熟型品種は、糖度が高く、果皮が硬いために、完熟出荷しても輸送中の荷傷みが少なく、日持ちが良いなどの優れた特性を有し、消費者や市場の要望を満した品種として急速に品種更新が行われている。しかし、このように優れた特性を有する完熟型品種も窓あき果やチャック果と呼ばれる異常果の発生が多く、計画的な生産の安定を防げている。

完熟型品種である‘ハウス桃太郎’を用いて、6月から1月播きの作型で栽培すると、窓あき果やチャック果の発生は、6月から8月播きの作型ではほとんど認められず、育苗期に低温遭遇する9月から1月播きの作型で増加する。

従来、トマト生産の中で、果実の形状を乱す、奇形果や乱形果の発生については多くの報告が行われ^{1,3,6)}、その発生原因として育苗時の低温が指摘されているが、これらは心皮の重合に基づく、果実の多心形や楕円果についてであり、窓あき果やチャック果については報告が見られない。また、加藤ら⁴⁾は、窓あき果の発生要因として、低温による根群の活動低下に基づく石灰の吸収阻害を大きな要因としているが、直接的な低温の影響については言及していない。そこで、本報告では、育苗時における栽培夜温及び低温遭遇が窓あき果やチャック果の発生に及ぼす影響について検討したので、その結果について報告する。

試 験 方 法

試験I 育苗時の栽培夜温と異常果の発生

供試品種として‘ハウス桃太郎’を用い、1989年9月16日に播種を行い、9月25日に4号ポリ鉢に鉢上げをした。育苗用土の施肥量は、1鉢当たり窒素200mg、リン酸500mg、カリ100mgとして、育苗時の栽培夜温は、本葉2葉期から10月26日の定植時まで、

生態解析温室において、6℃、9℃、13℃、17℃及び21℃に設定した。処理終了後は、基肥として10a当たり窒素20.0kg、リン酸44.0kg、カリ18.3kgを施用したガラス室に定植を行い、最低夜温を10℃に設定して異常果の発生について調査を行った。

試験II 異常果の発生に及ぼす低温遭遇時期と遭遇日数の影響

供試品種として‘ハウス桃太郎’を用い、1989年9月25日、双葉展開直後に鉢上げを行い、鉢上げ後育苗時の栽培夜温を17℃及び21℃とした。それぞれの栽培夜温区について、第1表のとおり本葉2葉期、4葉期及び6葉期から栽培夜温6℃で3日間及び6日間遭遇させる区を設け、その後17℃及び21℃で管理を行った。その他の育苗時の管理や定植後の管理については、試験Iと同様に行い、異常果の発生について調査を行った。

第1表 低温遭遇時期と遭遇日数

試験区	栽培夜温	低温処理開始期	遭遇日数
1		2葉期から	6℃3日間
2		〃	6℃6日間
3	17℃	4葉期から	6℃3日間
4	21℃	〃	6℃6日間
5		6葉期から	6℃3日間
6		〃	6℃6日間

注) 低温遭遇後は、定植まで栽培夜温17℃及び21℃で管理した。以下 2葉期は2L、4葉期は4L、6葉期は6Lと表示。

結果及び考察

試験I 育苗時の栽培夜温と異常果の発生について検討した結果、定植時の苗の形質は、第2表のように栽培夜温が高いほど草丈は伸長し、葉数も増加した。また、最大葉の葉長も長く、葉幅も広く、小葉数も増加した。茎の太さも栽培夜温が高いほど太くなったが、葉色は栽培夜温が高くなるほど淡くなった。

第2表 定植時の苗の形質

試験区	草丈	葉数	最大葉		小葉数	茎径	葉色
			葉長	葉幅			
6℃	16.6	7.2	19.7	15.8	8.8	5.36	45.3
9℃	24.1	7.8	24.1	18.8	9.2	5.33	38.3
13℃	30.1	8.8	27.8	21.8	9.6	5.64	36.4
17℃	33.3	9.7	31.4	23.5	9.2	5.96	35.1
21℃	34.1	10.0	33.3	24.3	10.6	6.41	30.7

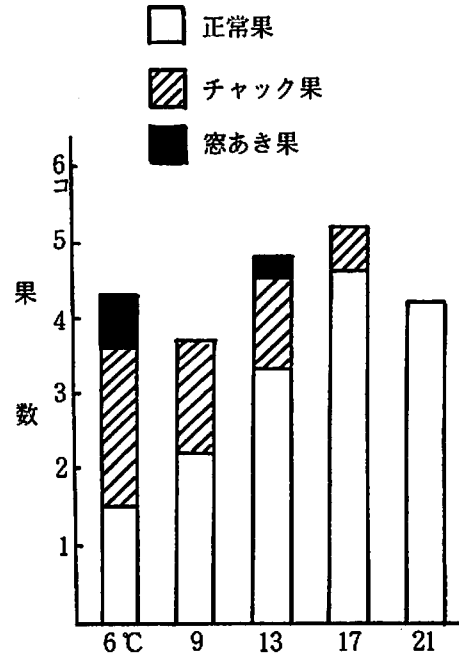
注) 葉色はミノルタ葉緑素計SPAD501で測定した。

第3表 育苗時の栽培夜温と各花房の開花日

試験区	開 花 日 (月. 日)						
	第1花房	2	3	4	5	6	7
6℃	11/10	11/20	12/ 4	12/15	12/23	1/ 3	1/19
9℃	11/ 9	11/18	12/ 1	12/11	12/20	12/31	1/14
13℃	11/ 6	11/17	11/30	12/ 8	12/18	12/26	1/11
17℃	10/31	11/12	11/26	12/ 5	12/18	12/29	1/10
21℃	10/30	11/11	11/25	12/ 7	12/16	12/29	1/13

第1段花房の開花日は、第3表のように栽培夜温が高くなるほど早く、21℃区は10月30日、17℃区は10月31日に開花したが、6℃区は11月10日に開花した。6℃、9℃、13℃区の開花日の差は2日、17℃と21℃区の開花日の差は1日であったが、13℃区と17℃区では5日の差が認められた。第2段花房及び第3段花房の開花も栽培夜温が高いほど早くなったが、13℃区と17℃区では第1段花房ほどの差は認められなかった。

窓あき果やチャック果など異常果の発生は、第1図のように第1段果房では栽培夜温が低いほど多く、特に、6℃区では着果数の約70%に発生した。第2段果房でも同様の傾向がみられた。第3段果房でも6℃区が他の栽培夜温に比べ多かったが、9℃、13℃、17℃及び21℃区ではわずかに発生した。



第1図 栽培夜温と第1段果房の正常果及び異常果の発生

正常果数は、第1段、第2段及び第3段果房とも栽培夜温が高くなるほど増加したが、第4段果房では、各栽培夜温区とも異常果の発生は少なく、正常果数についても一定の傾向は認められなかった。

収穫時の果実の形質は、第2図及び第4表のように栽培夜温が高いほど、低段位の整形果数が増加して、果実の揃いが良く、収量が増加した。

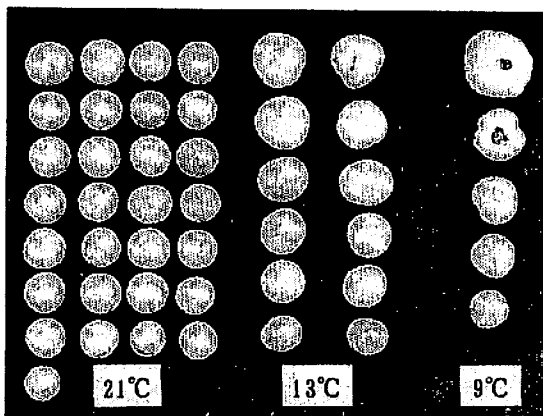
試験II 育苗時の低温遭遇時期と遭遇日数が異常果の発生に及ぼす影響について検討した結果、処理開始時の苗の形質は、第5表のように2葉期処理開始区では、葉数が2.3枚で花芽発達段階は花芽分化期から花房形成期であった。4葉期処理開始区は、17℃区が葉数3.5枚、21℃区が4.2枚で、それぞれ花房形成期で、小花のがく片形成期及び花弁形成期に達していた。6葉期処理開始区では、17℃区で葉数が6.0枚、21℃区で6.3枚になり、花房の小花も、雌ずい形成期に達し、発蕾した。

各花房の開花日は、第6表のように21℃区の第1段花房では、低温処理開始期及び低温遭遇日数による差異は認められなかったが、17℃区では6日間の低温遭遇により2日前後遅れた。第2段花房では、処理間に一定の傾向は認められなかったが、第3段花房では21℃区、17℃区とも6葉期からの6日間処理区で3～4日遅れた。

第4表 栽培夜温と収量及び異常果の発生

試験区	収量 kg	収穫果数 コ	窓あき果数 コ	チャック果数 コ
6℃	22.5	183	3	52
9℃	24.9	211	0	33
13℃	28.8	227	2	35
17℃	34.2	251	0	19
21℃	38.3	274	1	14

注) 収量及び果数は、1果房当たり3～4果に摘果後10株当たりとした。



第2図 栽培夜温と第1段果房の果実の揃い

第5表 処理開花時の苗の形質

処理開始時期	栽培夜温	草丈	最大葉			茎径	花芽分化段階
			葉数	葉長 cm	葉幅 cm		
2葉期	—	—	2.3	7.2	5.7	—	花芽分化期
4葉期	17℃	9.1	3.5	13.1	11.3	3.5	花房形成期
	21℃	9.0	4.2	13.3	10.5	3.8	〃
6葉期	17℃	14.8	6.0	21.7	16.2	5.0	発蕾期
	21℃	15.8	6.3	24.3	17.2	5.5	〃

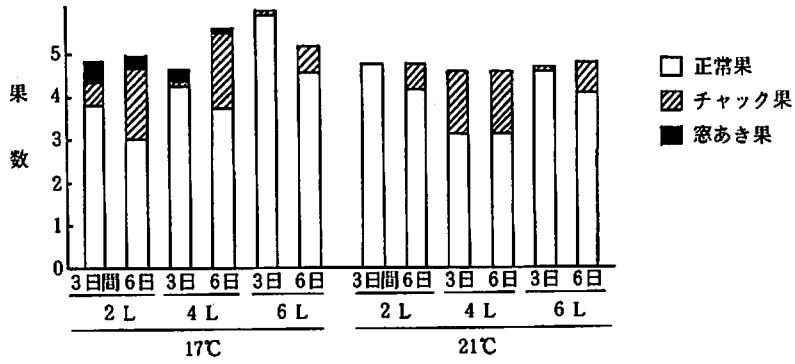
注) 処理開始時 2葉期：10月5日 4葉期：10月11日
6葉期：10月16日

窓あき果やチャック果など異常果の発生は、第3図のように第1段果房では、17℃2葉期処理開始区で多く、4葉期、6葉期と処理開始が遅くなるほど少なくなったが、それぞれの処理開始期では6℃3日間区に比べ、6日間区で明らかに増加した。21℃区では、17℃区と同様に各処理開始期とも6日間区で多くなったが、処理開始期は4葉期処理区で多くなった。

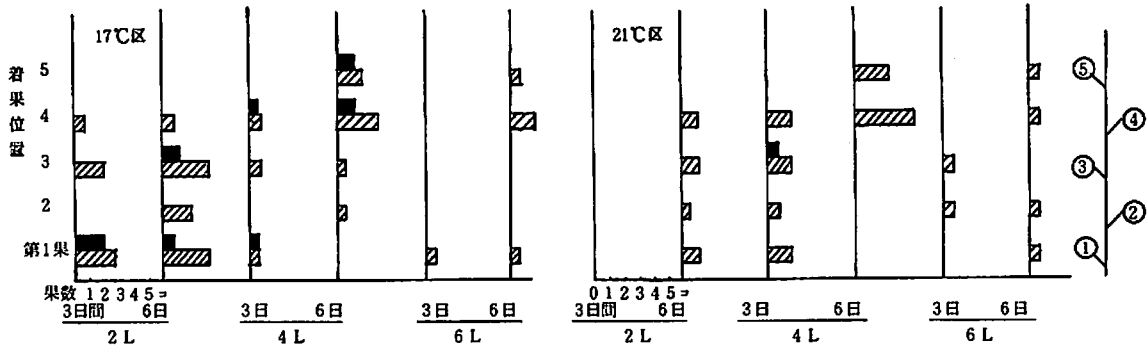
第1段果房の着果位置と異常果の発生は、第4図のように17℃区では、2葉期から6葉期まで処理開始期が遅くなるほど、果房の先への発生が多く、4葉期の6日間処理区では、第4果及び第5果での発生が増加した。21℃区では、4葉期処理区で発生が多く、3日間区では第1果から第4果まで、6日間区では第4果、第5果に発生がみられた。2葉期処理区、6葉期処理区とも3日間区に比べ、6日間区で異常果の発生する着果位置が拡大した。

第6表 低温遭遇開始期及び遭遇日数と各花房の開花日

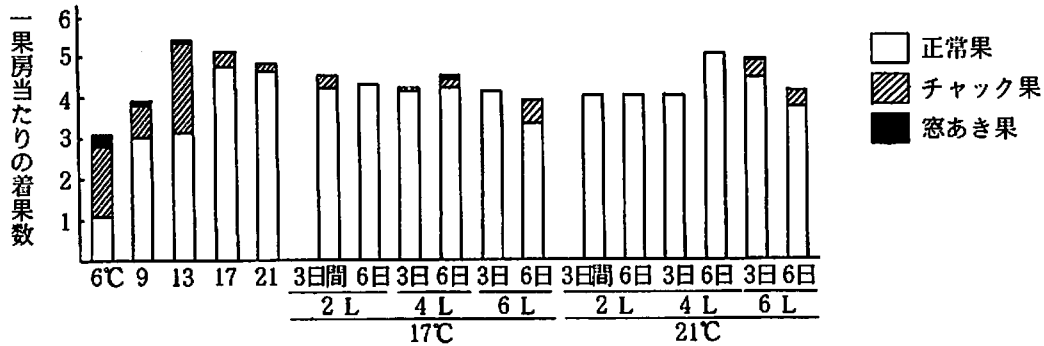
試験区	開花日 (月・日)	第1花房							
		2	3	4	5	6	7		
2葉期	3日間	11/1	11/11	11/24	12/3	12/17	12/26	1/10	
	6日間	11/4	11/15	11/26	12/4	12/15	12/25	1/8	
17℃	4葉期	3日間	11/4	11/16	11/28	12/7	12/16	12/27	1/11
	6日間	11/3	11/14	11/26	12/7	12/16	12/27	1/12	
6葉期	3日間	11/2	11/12	11/26	12/7	12/19	12/29	1/15	
	6日間	11/5	11/16	12/1	12/8	12/16	12/28	1/12	
2葉期	3日間	10/29	11/10	11/24	12/3	12/15	12/26	1/10	
	6日間	10/29	11/10	11/20	12/5	12/18	12/27	1/11	
21℃	4葉期	3日間	10/31	11/13	11/25	12/4	12/17	12/30	1/8
	6日間	10/30	11/10	11/24	12/8	12/18	12/29	1/12	
6葉期	3日間	10/30	11/11	11/26	12/10	12/22	12/29	1/13	
	6日間	11/1	11/13	11/29	12/9	12/18	12/29	1/12	



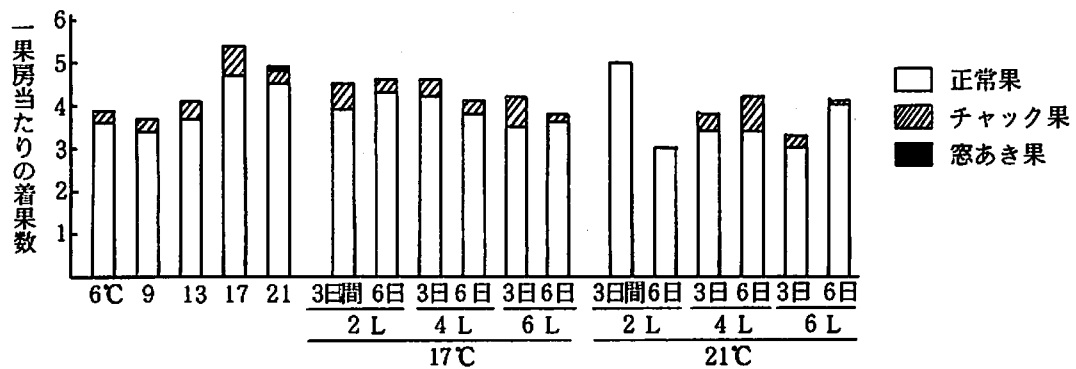
第3図 低温開始期及び低温遭遇日数と第1段果房の異常果の発生



第4図 低温開始期及び低温遭遇日数と第1段果房の着果位置毎の異常果の発生



第5図 低温開始期及び低温遭遇日数と第2段果房の異常果の発生



第6図 低温開始期及び低温遭遇日数と第3段果房の異常果の発生

第2段果房の異常果の発生は、第5図のように17℃区では6葉期の6日間処理区で最も多く、ついで、4葉期6日間処理区であった。21℃区では6葉期処理区のみ異常果の発生が認められた。

第3段果房の異常果の発生は、第6図のように17℃区では処理開始期及び低温遭遇日数による一定の傾向は認められなかった。21℃区でも4葉期及び6葉期処理区で発生がみられたが、低温遭遇日数や果房の着果位置との関係については、一定の傾向が認められなかった。

第4段果房の異常果は、17℃区6葉期3日間及び21℃区2葉期6日間区でわずかに発生した。

以上のように、花芽分化期から定植時まで、栽培夜温を13℃以下で管理した苗は、第3段果房まで窓あき果やチャック果の発生がみられ、低温区ほど発生が大きくなった。花芽分化後の栽培夜温により、花芽の発達についても相違がみられ、栽培夜温が低いほど第1段花房の開花は遅くなったが、これは、低温により、各花芽発達段階において、栄養生長的に遅延するためと思われる。加藤ら⁹は、窓あき果の発生は、花器形成時の雄ずいと子房の分離が不良であるために、開花後、果実表面で雄ずいが枯れて癒合線が形成され、一部、癒合が不十分で、亀裂を生じるためとし、その要因として石灰の吸収阻害や、窒素やリン酸が多い状態での低温による核酸代謝への影響を提案している。また、村松ら⁷は、低温により乱形果の発生は多くなるが、低温が主要な要因ではなく、低温による草勢の変化が生理的に乱形果を誘発するとしている。一方、李ら⁸は、低温により栄養生長が抑えられ、分化、発育中の花芽において、糖、窒素、リン酸などの濃度や、オーキシン、ジベレリン様物質の活性が高まり、それに伴って、子房の子室数が増加するとしている。さらに、位田ら²は、低温育苗によりジベレリンが増加し、ジベレリン処理により乱形果の発生が有意に多くな

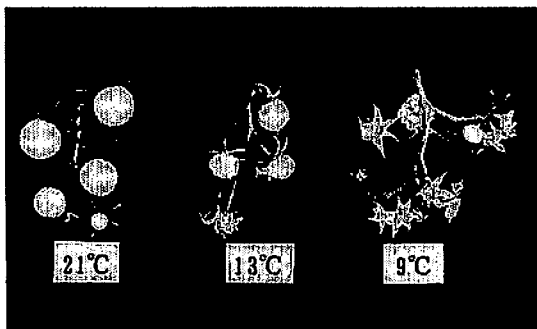
り、乱形果の内、頂裂果は花芽発育のかなり早い段階で決定付けられると報告している。本報告においても、低温により、花房形成期及び小花のがく片形成期や花弁形成期に栄養生長的に遅延することにより、花房の形がみだれ、また、がく片数や花弁数が増加することにより子室数が増加して乱形果が発生し、さらに、雄ずい形成期から雌ずい形成期にかけて花器の分化が順調に行われず、雄ずいが子房基部に癒着したまま肥大するために、雄ずいの癒着痕が残って、チャック果になり、癒着痕が子房の肥大に伴い開口して窓あき果になるものと考えられ、低温による生育相の変化が重要な意味をもつものと思われる。

電照ギク栽培においても、花芽発達段階における生育相の遅延や転換が行われ、小花形成期に再電照を行うことにより、小花である花弁数を増加させる技術が普及している。また、低温やジベレリン処理により花弁の形態を同じように変化させることができるが⁵、トマトにおける低温やジベレリン処理による生育相の変化とともに興味深いものがある。

低温の影響については、村松ら⁹は、乱形果は花芽分化前から分化期にかけての低温遭遇によって発生し、がく片形成期以後のステージでは低温であっても果実の乱形は認められないと報告している。

本報告においても、育苗初期の花芽分化期である本葉2葉期における低温の影響が大きく、6℃3日間の低温遭遇でも窓あき果やチャック果の発生が増加した。2葉期以後、低温遭遇時期が遅くなるほど、また、栽培夜温が高いほど異常果の発生は少なくなるが、4葉期の低温遭遇でも窓あき果やチャック果の発生がみられ、従来の乱形果に比べ、窓あき果やチャック果の発生は、低温により影響をうける生育ステージの幅が広がるものと思われる。しかし、その後、6葉期の低温遭遇では、異常果の発生はほとんど認められなかった。

本県における促成栽培の育苗期間は、9月から11月にかけて高温期から低温期に向かう時期であり、この時期は最低気温の変動が大きく、規格化された良品の安定生産を防げる、窓あき果やチャック果の発生防止については、急激な温度変化（低温遭遇）がおこらないように、定植後の栽培夜温（12℃）にむけて、育苗期間は6葉期まで十分な温度確保を行い、徐々に、栽培夜温を低下させるような温度管理を行う必要がある。



第7図 栽培夜温と果房の形

引用文献

- 1) 藤村 良・森 俊人・伊藤純吉・藤本治夫 (1964) : トマトの奇形果に関する研究 (第2報) 育苗期間中の低温が奇形果の発生に及ぼす影響 兵庫農試研報, 12, 63~65.
- 2) 位田晴久・上原義彦・浅平 端 (1990) : トマト花芽異常発育過程の走査型電顕による観察—ジベレリン処理花, 園学雑59別1, '90, 380.
- 3) 金目武男・板木利隆 (1966) : トマトの奇形果対策に関する試験 (第1報) 育苗期の温度並びに苗勢が奇形果発現におよぼす影響, 神奈川園研報, 17, 57~64.
- 4) 加藤 徹・児玉英智 (1973) : ハウス果菜の生理障害発生防止に関する研究 (第3報) トマトの窓あき果発生に関する研究, 高知大学研報, 22-13.
- 5) 豆塚茂実・松川時晴 (1987) : 電照ギク栽培における小花の形態変化に及ぼす夜温並びに植物生長調節剤の影響, 福岡農試研報, B-6, 77~80.
- 6) 村松安男・神谷円一 (1967) : トマトの奇形果に関する研究 (第1報) 乱形果の発生条件について, 静岡農試研報, 12, 70~79.
- 7) 村松安男・神谷円一・大石昱夫 (1969) : トマトの奇形果に関する研究 (第2報) 乱形果の防止対策ならびに花粉稔性と稔実について, 静岡農試研報, 14, 19~29.
- 8) 李 天来・斉藤 隆 (1988) : トマトの子房の子室数に関する生理的要因について, 園芸学要旨・昭63春, 298.

Control of Abnormal Fruits of Tomato

(1) Effect of night-temperature on the occurrence of pitted fruit in tomato plants

MAMETSUKA Shigemi, Yukihiro YAMAMOTO and Yasushi SHIBATO

Summary

This investigation was carried out to clarify the effects of night temperature in nursery term on the occurrence of pitted fruit, these fruits were called 'Madoakika' and 'tyakkuka' in Japanese.

Effects of night temperature in the range of 6°C to 21°C after the time of flower-bud differentiation were studied.

The results obtained were summarized as follows.

The flowering of first flower cluster was delayed with low temperature compared with high temperature.

Fruit shape was normal when the plant were grown under 17°C night temperature during the flower-bud development periods, but when plants were grown under 6°C or 9°C night temperature, about 70% of fruit of first fruit cluster became pitted fruit. Under the short time of low temperature exposure, for 3 or 6 days with 6°C, the occurrence of pitted fruit was influenced by seedlings which were grown under 6°C for 6 days compared with 3 days.

When plants were grown under 17°C night temperature till 4 leaves stage and 6°C for 3 days in later stage, pitted fruit increased, but fruit shape was normal when plants were grown under 17°C night temperature till 6 leaves stage.

The controlled method of the occurrence of abnormal fruit of tomato is not exposed low temperature below 17°C till 6 leaves stage.

インベルターゼ及びシュークロースシンターゼが トマト果実の糖組成変化に及ぼす影響

茨木俊行・黒木証吉*・鳥越久司**
(生産環境研究所流通加工部)

トマト果実の糖度を向上させることによる消費拡大をはかるため、糖蓄積機構の解明を行った。栽培種と野生種トマトの糖組成の変化と、この変化に関与している2種類のシュークロース分解酵素(インベルターゼ, シュークロースシンターゼ)活性について調査した。

栽培種の‘盛岡7号’と野生種の *L. pimpinelliphorium* ではフラクトースとグルコースの含量が熟度の進行にともない増加した。シュークロース含量は熟度にかかわらず低かった。一方、インベルターゼ活性は熟度の進行にともない上昇した。これらのことから、葉で合成され果実に転流されたシュークロースは、インベルターゼ活性によりフラクトースとグルコースに分解されたため、果実内に蓄積しなかったものと推察される。

一方、野生種の *L. hirsutum* 及び *L. peruvianum* はシュークロースが主な糖であるが、全糖含量は低かった。これらの品種では、インベルターゼ活性が弱いため、シュークロースが分解されることなく果実内に蓄積したものと推察される。

どの品種もシュークロースシンターゼ活性が非常に小さいという事実から、シュークロースの分解はインベルターゼ活性のみにより制御されているものと考えられた。

[Keywords: tomato fruits, fruit ripening, sugars, invertase, sucrose synthase]

結 言

トマトは果実的な野菜として日本の食生活に欠かせない青果物であり、食卓にのぼる大部分がサラダを含めて生食用に供されている。近年の消費者は良食味、特に糖度が高い果実を求める傾向にあり、トマトもその例外ではない。農家や試験研究機関では栽培方法や交配育種により良食味トマトの生産を心がけている。完熟栽培や水分を極端に制限するなどの栽培方法により糖度を上昇させる方法等が検討されている。さらに、ほとんどの農業関係者は品種育成において、糖度が高い良食味品種の育成を目標にしている。いまでは、いわゆる「完熟トマト」と称する品種の作付面積が急激に増加している。このような情勢の中で、トマトの糖代謝に関与している酵素類を研究し、新品種育成に寄与しようという試みもなされている。栽培種のシュークロース(ショ糖)含有量は低いが、特異的に高い含有量をもつ野生種が存在する。これらの品種の糖組成、及びそれらの増減に関与している酵素活性の消長を調査することは、栽培種トマトの糖蓄積機構の解明並びに流

通適性品種の育成に寄与する。本報では、栽培種と野生種トマトの糖組成(フラクトース, グルコース, 及びシュークロース)の熟度別差異について調査した。また、その生合成に関与している酵素, インベルターゼ活性とシュークロースシンターゼ活性についても成熟期間中における消長を調査したので報告する。

試 験 方 法

1 供試品種

供試トマトは栽培種の‘盛岡7号’及び野生種の *Lycopersicon pimpinelliphorium* (以降 *L. pimpine.*), *Lycopersicon hirsutum* (以降 *L. hirsutum*), *Lycopersicon peruvianum* (以降 *L. peruvianum*) の4品種である。‘盛岡7号’は野菜茶業試験場盛岡支場で加工用に育成された品種である。*L. pimpine.* は果実が赤く色づく赤色果実種であり、*L. hirsutum* 及び *L. peruvianum* は果実が色づかない緑色果実種である。農林水産省食品総合研究所でポット栽培された果実を供試した。1989年8月下旬より9月上旬にかけて、晴天日の朝10時に熟度別に採取したトマト果実を液体窒素で凍結し、-80℃の凍結庫中に保存し各試験に供試した。採取時の熟度は mature green,

* 前食品総合研究所

** 食品総合研究所

breaker, pink, red ripe の4段階に分類した。しかし、*L.hirsutum*及び*L.pervianum*は果実が色づかず、熟度の判定が困難であった。従って、*L.hirsutum*については、mature green, breaker, green ripe の3段階、*L.pervianum*については mature green, green ripe の2段階に分類した。

2 トマトの糖組成分析方法

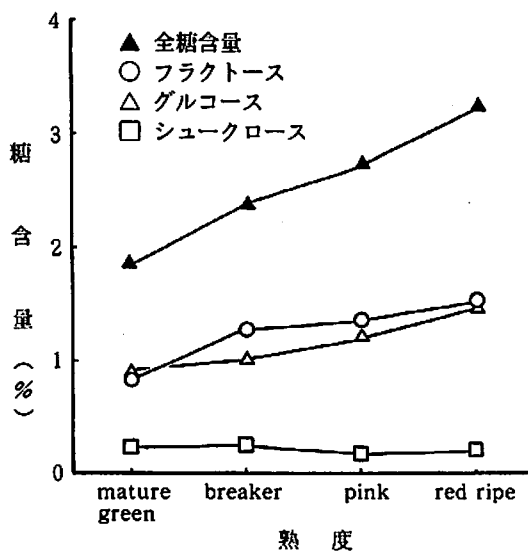
日立製作所製の高速度液体クロマトグラフ (カラム: 昭和電工製 Shodex SC1101, 流量: 1.0ml, カラム温度: 80℃) を用い、示差屈折計で検出した。遊離糖の抽出は、Boersig⁹⁾の方法を参考にした。即ち、トマト果実を4倍量のエタノールで抽出し、遠心分離後上澄液を定容とした。この溶液5mlを減圧乾固し、5mlの蒸留水を加え還元した (アルコール類の除去)。この溶液を陽イオン交換樹脂 (Dowex50W: 100~200 dry mesh) カラム、陰イオン交換樹脂 (Amberlite IRA-45: 16~50 wet mesh) カラム、及びポリクラールATカラムを通し、溶出液を10ml採取した。有機酸やその他の妨害物質はカラムに吸着され、糖類のみ溶出できた。

3 トマトの糖代謝に関する酵素活性

(1) インベルターゼ活性の測定

粗酵素液は pH7.5 のりん酸緩衝液で抽出した。インベルターゼ活性は、シュクロースを基質とし、インベルターゼにより加水分解されて生じるグルコース及びフラクトースをソモギネルソン法で測定する方法により求めた。37℃ 1分間に1mgのシュクロースを分解し得る酵素量を1 unit とした。

(2) シュクロースシンターゼ活性の測定



第1図 '盛岡7号' における糖組成の変化

pH7.5の50mM HEPES Bufferで抽出し、上澄液を透析した後粗酵素液とした。酵素活性は、Murata⁹⁾の方法に準じた。37℃ 1分間に1mgのシュクロースを分解し得る酵素量を1 unit とした。

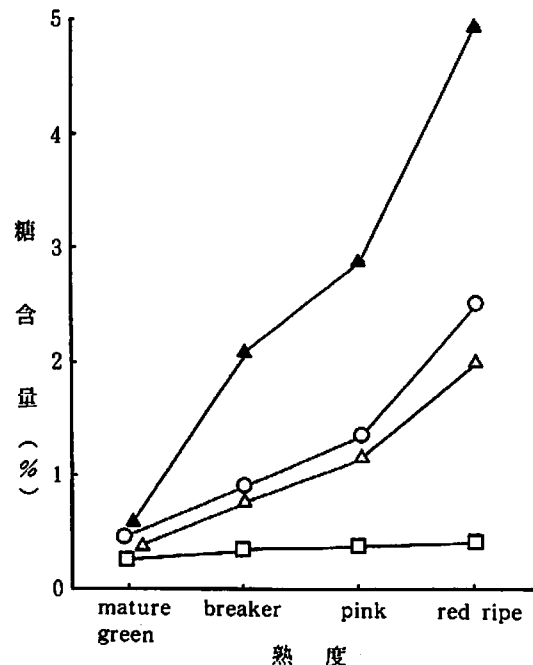
結果及び考察

1 トマトの糖組成の熟度別変化

各品種のトマト果実の熟度別糖組成変化を第1~2図及び第1表に示した。供試したすべての品種でフラクトース、グルコース及びシュクロースが存在し、他の糖類は検出できなかった。また、いずれの品種でも熟度の進行にともない全糖含量は増加した。赤色果実種である '盛岡7号' 及び *L.pimpin.* では、フラクトースとグルコースの含有量が熟度の進行にともない増加した。特に *L.pimpin.* の増加

第1表 *L.hirsutum*と*L.pervianum*の糖組成の変化(%)

糖名	<i>L.hirsutum</i>			<i>L.pervianum</i>	
	mature green	breaker	green ripe	mature green	green ripe
シュクロース	0.39	0.44	1.69	0.72	1.85
グルコース	0.31	0.51	0.38	0.35	0.00
フラクトース	0.53	0.64	0.63	0.55	0.32
全糖	1.23	1.59	2.70	1.62	2.17



第2図 *L.pimpin.* における糖組成の変化
注) 凡例は第1図に準ずる

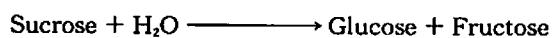
割合は大きく、pink から red ripe 時期にかけて急増した。Hobsonら¹⁾はトマト果実が黄変する時期（黄色の色素形成時期）に糖の増加は顕著であると報告している。L.pimpine. では pink から red ripe 時期は色素形成時期にあたり、Hobson らの報告を支持した。また、この品種は他の品種に比べ全糖含量がきわめて高い値を示した。しかし、シュクロース含量は両品種とも増加せず、一定に保持されていた。一方、緑色果実種の L.hirsutum 及び L.pervianum にはシュクロースが多く含まれていた。全糖含量は赤色果実種に比べ低かった。L.hirsutum は熟度の進行にともない、シュクロースが増加したが、グルコース及びフラクトース含量は増加せず、ほぼ一定の値を示した。L.pervianum はシュクロースが増加し、他の二種の糖は減少した。

2 トマトの糖代謝に関与する酵素活性

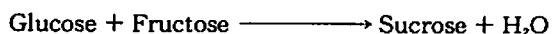
植物は葉緑素で太陽光線を吸収し、二酸化炭素と水を基質として糖類と酸素、それに生活に必要なエネルギーを得る。この反応は葉緑体内で行われ、最終的には3モルの二酸化炭素から1モルのグリセルアルデヒド-3-リン酸が得られる。この糖からアルドラーゼやイソメラーゼ等によりフラクトースやグルコースなどの単糖類が合成される。シュクロースは、シュクロースりん酸シンターゼ等によりフラクトースとグルコースを基質としても得られるが、果実中では葉からの転流により蓄積される²⁾。

シュクロースと、フラクトース、グルコース間の代謝に関与する主な酵素は、インベルターゼ、シュクロースシンターゼ及びシュクロースりん酸シンターゼである。一般に植物体ではシュクロースりん酸シンターゼがシュクロースの合成に、インベルターゼ及びシュクロースシンターゼがシュクロースの分解に関与しているものと考えられている（下図参照）。

Invertase



Sucrose Phosphate Synthase



Sucrose Synthase



インベルターゼ活性は‘盛岡7号’と L.pimpine., 特に L.pimpine. で強い活性を示し、熟度の進行に伴い上昇した。L.hirsutum 及び L.pervianum で

は活性が低かった。Kennethら³⁾は L.pimpine., L.hirsutum, L.pervianum における果実中のインベルターゼ活性を調査したところ、L.pimpine. の活性が非常に高く、他の品種では活性が低いと報告している。しかし、彼らは果実が完熟 (ripe) する前 (orange) に活性が上昇し、その後活性が低下したと報告し、著者らの試験結果と異なった。これは採取熟度の判定方法が異なるためと推測された。

この実験における酵素活性の測定条件では、シュクロースシンターゼの分解方向の活性はいずれの品種、熟度とも検出できなかった。各トマト果実中に含まれるシュクロースシンターゼ（合成方向）活性とインベルターゼ活性を第2表及び第3表に示した。シュクロースシンターゼの合成方向の活性は‘盛岡7号’及び L.pimpine. では、熟度が mature green から breaker の未熟な果実中に多く含まれていた。L.hirsutum と L.pervianum では活性が極めて低かった。このシュクロースシンターゼはインベルターゼに比べ活性が非常に低いため、シュクロースの分解はインベルターゼにより制御されているものと考えられる。

‘盛岡7号’と L.pimpine. ではインベルターゼ活性が上昇した時期はグルコース及びフラクトース含量も増加した。これらの品種では葉より転流した

第2表 ‘盛岡7号’と L.pimpine. 果実中のシュクロースシンターゼ活性及びインベルターゼ活性の変化

酵素	品種	mature green	breaker	pink	red ripe
*シュクロースシンターゼ	‘盛岡7号’	12.2	6.0	tr	4.1
	L.pimpine.	tr	15.0	tr	tr
**インベルターゼ	‘盛岡7号’	0.58	0.64	0.66	4.40
	L.pimpine.	4.47	6.34	9.01	11.93

注) * : units/g F.W. ** : $\times 10^{-3}$ units/g F.W.

第3表 L.hirsutum と L.pervianum のシュクロースシンターゼ活性とインベルターゼ活性の変化

酵素	品種	mature green	breaker	green ripe
シュクロースシンターゼ	L.hirsutum	tr	tr	tr
	L.pervianum	tr	—	tr
インベルターゼ	L.hirsutum	1.3	tr	6.7
	L.pervianum	14.6	—	tr

注) 単位 : $\times 10^{-3}$ units/g F.W.

シュクロースがインベルターゼ活性により、フラクトースとグルコースに加水分解されるため、果実内に蓄積することがないものと推察される。また、*L.hirsutum* と *L.pervianum* ではインベルターゼ活性が低いためシュクロースの分解量が少なく、そのため蓄積、増加したものと考えられる。

以上のことから、野生種のうち緑色果実種である *L.hirsutum* 及び *L.pervianum* はインベルターゼ活性が低く果実中にシュクロースが多く存在し、全体的に糖度が低く、また食味も良くない。一方、赤色果実種の *L.pimpinellifolium* はインベルターゼ活性が非常に高く、また糖度も高かった。このため、これを母材として流通適性の高い品種の開発が望まれる。

引用文献

- 1) G.E.Hobson and J.N.Davies(1978) : The Biochemistry of Fruits and their Products. Food Science and Technology, 437~441.
- 2) Kenneth Manning and George A.Maw(1975) : Distribution of Acid Invertase in the Tomato Plant. Phytochemistry, 14,1965~1969.
- 3) Michael R.Boersig and Fayek B.Negm(1985) : Prevention of Sucrose Inversion during Preparation of HPLC Samples. Hortscience,20(6),1054~1056.
- 4) Serge Yelle, John D.Hewitt, Nina L.Robinson, Susan Damon, and B.Bennett(1988) : Sink Metabolism in Tomato Fruit. Plant Physiol.,87,73~740.
- 5) Takako Murata(1968) : Enzymic Mechanism of Starch Breakdown in Germinating Rice Seed. Plant Physiol.,43,1899~1905.

Effect of Invertase and Sucrosesynthase Activity on the Changes of Sugar Content in Tomato Fruits

IBARAKI Toshiyuki, Masakichi KUROI and Hisashi TORIGOSHI

Summary

In order to expand the consumption of tomato fruits by growing high sugar content tomato fruits, the mechanism of sugar accumulation was studied. The changes in sugar content both of the cultivated and wild types, and sucrose degrading enzymes (invertase and sucrosesynthase), which were involved in these changes, were investigated.

In both of cultivars 'Morioka 7' and wild type 'pimpinellifolium', fructose and glucose content increased with maturity. In those species, invertase activity also increased with maturity. So, it was considered that sucrose which was produced in leaves was translocated to fruit and was degraded to fructose and glucose by invertase activity without accumulation.

On the other hand, wild types 'hirsutum' and 'pervianum' contained sucrose as main component, but total sugar content was low. As invertase activity was low in those types, sucrose was accumulated without degradation.

From the fact that every cultivar had little sucrosesynthase activity in tomato fruits, it seemed that sucrose might be degraded only by invertase.

露地栽培ナスにおけるアザミウマ類の発生様相

中村利宣・池田 弘・梶谷裕二・楠本公治*¹⁾・吉田博孝*・小野剛士**²⁾
(生産環境研究所病害虫部)

福岡県筑紫野市及び甘木市の露地栽培ナスの葉上に生息するアザミウマを5月から7~8月までの期間に採集し、アザミウマ類の発生様相を明らかにした。また、ミナミキイロアザミウマの防除適期について考察した。

採集されたアザミウマの種類は、ミナミキイロアザミウマ、クロゲハナアザミウマ、ネギアザミウマ、ダイズウスイロアザミウマの雄、ダイズアザミウマ、チャノキイロアザミウマ及びクサキイロアザミウマであった。これらの種は筑紫野市、甘木市の平坦部及び山間部のいずれの地域でも同様に採集することができた。'新長崎長'及び'大成早生長'とナスの品種が変わっても採集されるアザミウマの種には大きな差はなかった。

5月から7月中旬までの期間には、ダイズアザミウマが最も多く採集され、クロゲハナアザミウマ及びネギアザミウマも比較的多く採集された。ダイズウスイロアザミウマの雄、チャノキイロアザミウマ及びクサキイロアザミウマは少なかった。7月中旬以後はミナミキイロアザミウマが優占種となり、ほとんど本種のみが採集される傾向にあった。

[Keywords : *Thrips palmi*, thrips species, aspect of occurrence, eggplant]

緒 言

福岡県では1982年に瀬高町でミナミキイロアザミウマ *Thrips palmi* KARNY (以後ミナミキイロとする) の発生が確認されて以来、ナス、キュウリ、キクなどの作物は本種による大きな被害を受けている。特に、露地栽培のナスの被害は大きく、本種の防除は困難をきわめている。薬剤や耕種的手段などを組み合わせた各種の防除法によっても防除は十分とは言えない^{5,6)}。

本種は発生初期に防除することが重要であると言われているが、露地栽培ナスにおける本種の初発生時期は必ずしも明らかではない。本種の発生時期を知ることは、本種を適期に防除する上で重要である。

梶谷ら¹⁾は、1987年に甘木市においてミナミキイロの発生活長を調査し、露地栽培のナスに5月から7月上中旬にかけて発生するアザミウマ類は、ミナミキイロ以外の種が大部分を占め、密度の低い本種に対する防除を省略できるとしている。しかし、この報告は調査期間が1年間であるため、ミナミキイロの初発生日や本種が優占種となる時期の年次変動

は明らかではない。

ここでは、甘木市で2年間、筑紫野市で3年間、いずれもミナミキイロが多発生するまでの期間を主な調査期間とし、この期間に発生するアザミウマの種類、ミナミキイロの初発生日及び優占時期を明らかにし、新たな知見が得られたので報告する。

アザミウマ類の同定に当たり農林水産省蚕糸・昆虫農業技術研究所の宮崎昌久博士の御教示をいただいた。厚くお礼申し上げる。

材料及び方法

調査は第1表に示すように、甘木市の現地農家及び筑紫野市大字吉木の福岡県農業総合試験場の各露地栽培ナス圃場において行った。甘木市の調査圃場は、標高100m未満で、施設でナスが栽培されている平坦部と標高100m以上で、施設がない山間部から選定した。調査期間は、一部5月から10月まで行ったが、ミナミキイロが優占種となった7~8月にほとんどの調査を終了した。ミナミキイロが優占種となり、多発生した場合には、アザミウマ類の採集は一部の株から行った場合もあった。

アザミウマ類の採集は、1株から上位葉2枚を任意抽出し、その葉上に生息する、体色が黄~淡褐色で、ミナミキイロに似た種の成虫を対象とし、吸虫管の先端に使い捨てのピペットチップを内径約1mm

* 福岡県病害虫防除所

** 福岡県朝倉農業改良普及所

1) 現 福岡県宗像農業改良普及所

2) 現 福岡県農業総合試験場園芸研究所

第1表 甘木市及び筑紫野市における調査期間, 調査回数, 調査圃場数及び調査株数

	1987年			1988年			1989年			
	甘木市		筑紫野市	甘木市		筑紫野市	甘木市		筑紫野市	
	平坦部	山間部		平坦部	山間部		平坦部	山間部	大成早生長	新長崎長
調査期間	5/11~8/28		5/27 ~10/12	6/3~8/4		5/18 ~7/21	5/12~10/11		6/1~8/21	
調査回数	8	8	11	6	6	10	11	11	13	13
調査圃場数	4	6	1	2	4	1	3	3		1
調査株数	10~30	20~30	60	15	15	10	25	25	5	5

注) 1987年の甘木市のデータは、梶谷ら¹⁾による。以下の表も同様。

に切断したものを取り付けて行った。採集虫はAG A液²⁾に保存後Faure液³⁾を封入液とするプレパラートを作製し、生物顕微鏡により種の同定を行った。

採集したアザミウマ類の中には、吸虫管に取り付けたテトロンゴースの編目に潜入して回収できなかったものや、回収時に逃亡したものがあつた。したがって、同定したアザミウマ類の個体数は、圃場での発生密度を正確に反映したものとはならなかつた。

調査を行ったナスの品種は、甘木市では‘大成早生長’で、4月下旬から5月上旬にかけて定植し、筑紫野市では‘新長崎長’及び‘大成早生長’で、5月上旬から中旬にかけて定植した。

甘木市の調査圃場ではミナミキイロ防除のため、薬剤散布が適宜実施された。筑紫野市の試験場内圃場では、1987年には定植時にカルボスルファン粒剤を処理し、その後もDMTP水和剤などを適宜散布したが、他の年にはアザミウマ類を対象とした薬剤散布は行わなかつた。

結果及び考察

1 本県で確認されたアザミウマの種類

採集されたアザミウマの種類はミナミキイロ、ネギアザミウマ *Thrips tabaci* LINDEMAN, クロゲハナアザミウマ *T. nigropilosus* UZEL, ダイズウスイロアザミウマ *T. setosus* MOULTON の雄, ダイズアザミウマ *Mycterothrips glycines* (OKAMOTO), チャノキイロアザミウマ *Scirtothrips dorsalis* HOOD 及びクサキイロアザミウマ *Anaphothrips obscurus* (MÜLLER) であつた(第2表)。これらのほか採集は行わなかつたが、体色が黒褐色のアザミウマが生息しているのが観察された。このアザミウマはヒラズハナアザミウマ *Frankliniella intonsa* (TRYBOM) の雌, 又はダイズウスイロアザミウマの雌と推察される⁴⁾。

ナスには9種のアザミウマ類が発生することが報告されている⁵⁾が、本調査では、発生する種は7種で、このうち発生の多い種は4種であつた。また、本調査により確認されたアザミウマ類はすべて、九州及び四国において果菜類とその栽培圃場周辺の植物から採集されたアザミウマ類のリスト⁶⁾に含まれている。しかし、この調査は九州では7月17~23日と限られた期間に行われたものである。著者らの調査は5~6月から8~10月にかけて行ったものであり、この調査によって、露地栽培のナスに発生するアザミウマの種類がより明確にされた。

2 アザミウマ類の発生様相

甘木市では、平坦部のほうが山間部に比べミナミキイロ以外の種が多い傾向にあつた(第2表)。この原因は明らかではないが、山間部では平坦部に比較し、薬剤防除が多く実施される傾向にあるため、ミナミキイロ以外の種が除去された可能性がある。

1989年、甘木市の山間部ではミナミキイロのみが採集された(第2表)が、これも同様の原因によるものと推察される。1987年、筑紫野市でもミナミキイロが主で、他種は少なかつた(第2表)が、カルボスルファン粒剤をはじめとする薬剤処理の影響と考えられる。

1989年、筑紫野市での調査では、‘大成早生長’のほうが‘新長崎長’よりアザミウマ類の発生が多い傾向にあつた(第2表)。著者が別に行った調査においても‘大成早生長’では‘新長崎長’に比べ、アザミウマ類の密度が高い傾向にあり、品種による差である可能性が高い。

採集されたアザミウマの個体数は、第2表に示すように、ミナミキイロ以外では、ダイズアザミウマが最も多く採集され、クロゲハナアザミウマ及びネギアザミウマも比較的多く採集される傾向にあり、

第2表 甘木市及び筑紫野市において採集されたアザミウマ類の個体数

アザミウマ の種 類	1987年			1988年			1989年			
	甘木市		筑紫 野市	甘木市		筑紫 野市	甘木市		筑紫野市	
	平坦部	山間部		平坦部	山間部		平坦部	山間部	大成早生長	新長崎長
ミナミキイロ	120	105	106	83	23	97	205	15	44	47
クロゲハナ	28	6	7	7	7	64	15	0	16	12
ネギ	20	1	7	6	1	20	8	0	71	46
ウスイロ♂	—	—	0	0	0	1	6	0	20	4
ダイズ	138	12	0	4	3	1	163	0	86	36
チャノキイロ	0	0	0	2	7	2	0	0	6	3
クサキイロ	—	—	0	0	0	0	2	0	5	0

注) ①アザミウマの種類名からはアザミウマの語尾を省略して記した。ウスイロ♂はダイズウスイロアザミウマの雄。
②—：原著²⁾に記述がなく、発生の有無が明らかでない。

ダイズウスイロアザミウマの雄、チャノキイロアザミウマ、クサキイロアザミウマは少なかった。

宮崎²⁾はダイズアザミウマは最も普通に見られる種類であるとしており、ネギアザミウマ、クロゲハナアザミウマも多い種類としている。本調査の結果もこれと同様であった。このように発生密度が高いのは、これらの種の寄主範囲が7～21科に及ぶ³⁾のが一因と考えられる。

ダイズアザミウマによるナスの加害については、これまで記載がないが、1989年甘木市平坦部の1圃場で本種によると考えられるナスの被害が認められた。この圃場では5月12日及び24日にダイズアザミウマが多数採集され、クロゲハナアザミウマも少数採集された。24日におけるアザミウマ幼虫の発生密度は葉当たり約46頭で、ナスの葉は、かなり被害され、葉裏が褐色に変色したのも認められた。この被害は、ミナミキイロの初発生（第3表）よりかなり早期に発生していることから、本種によるものと推察される。なお、調査時にはナス果実がなく、本種の果実に対する加害は明らかではなかった。

ダイズウスイロアザミウマは、1989年、筑紫野市の‘大成早生長’で‘新長崎長’より多く採集された（第2表）が、この原因は明らかではなかった。

チャノキイロアザミウマは、1988年、甘木市山間部の茶園に隣接した1圃場で7頭採集された（第2表）。茶に発生した本種が、ナスに飛来した可能性がある。1989年、筑紫野市のように圃場の近辺に茶が栽培されていない場合にも採集されるのは、本種の寄主範囲が24科以上に及ぶ³⁾ことも一因と考えられる。

クサキイロアザミウマは‘大成早生長’では採集されたが、‘新長崎長’では採集されなかった（第2表）。本種は1988年の甘木市及び1989年の甘木市山間部のように、‘大成早生長’でも採集されなかった場合もある（第2表）ので、品種による差か、他の要因によるものか明らかではなかった。

3 ミナミキイロアザミウマの発生時期

ミナミキイロの初発生時期は、5月下旬が2例、6月上旬が1例、同下旬が1例、7月上旬が2例、同中旬が3例で、かなり変動があった（第3表）。

本種が優占種となった時期（ミナミキイロが全採集虫数の50%以上を占め、以後それ以下にならなかった時期）は、7月中旬が6例、同下旬が1例、8月以後は2例（第3表）で、7月中旬頃から本種が急増することが多かった。筑紫野市では1989年にはミ

第3表 ミナミキイロアザミウマの初発生日及び優占種となった時期

調査年	甘木市				筑紫野市	
	平坦部		山間部		初発	優占
	初発	優占	初発	優占		
1987	5/28	7/22	7/ 8	8/ 7	6/24	7/11
1988	7/13	7/13	7/13	7/13	6/ 9	7/15
1989	7/ 5	7/19	7/19	7/19	5/24	8/14

注) ①初発：初発生日
②優占：優占種となった時期

ナミキイロが優占種になったのが8月中旬頃（第3表）と例年になく遅かったが、本種の天敵であるハ

ナカメムシの1種が比較的多かったのが一因かもしれない”。このことについては今後検討する必要がある。

以上の結果、露地栽培ナスでは7月中旬頃までミナミキイロ以外の種が発生していることが明らかとなったので、梶谷ら¹⁾の報告のように、ミナミキイロに対する防除は5～6月は省ける可能性がある。今後は、本種の防除時期を早期に決定するため、種の簡便な同定法を考案することが重要である。

引用文献

- 1) 梶谷裕二・中村利宜・池田 弘・田中澄人・持丸盛幸・西見利彦・篠倉正住・中野 豊・釜堀庄司・行武 博・小野 剛士・深見玉樹 (1988): 福岡県甘木市の露地ナスに発生するミナミキイロアザミウマの発生消長. 九病虫研会報34, 136~138.
- 2) 宮崎昌久 (1982): 簡易同定法. 果菜類の新害虫ミナミキイロアザミウマに関する緊急調査研究成績 (農林水産技術会議事務局), 8~17.
- 3) 宮崎昌久・工藤 巖 (1988): 日本産アザミウマ文献・寄主植物目録. 農業環境技術研究所資料第3号.
- 4) 永井一哉 (1990): 露地栽培ナスにおけるハナカメムシ *Orius* sp. によるミナミキイロアザミウマの密度抑制効果. 応動昆34, 109~114.
- 5) 中村利宜・田中澄人・池田 弘 (1984): ナス, キュウリおよびキクにおけるミナミキイロアザミウマの耕種のおよび化学的防除. 福岡農総試研報B-3, 77~84.
- 6) 中村利宜・池田 弘 (1988): 露地栽培ナスのミナミキイロアザミウマに対する総合防除. 福岡農総試研報B-7, 93~96.
- 7) 田中 正 (1967): アブラムシの採集と標本作製法. 植物防疫21, 373~378.

An Aspect of Occurrence of Thrips Species on Eggplant in Fukuoka Prefecture

NAKAMURA Toshinobu, Hiroshi IKEDA, Yuuji KAJITANI,
Kouzi KUSUMOTO, Hirotaka YOSHIDA and Takashi ONO

Summary

The aim of this research was to investigate an aspect of occurrence of thrips species on eggplant in the period before *Thrips palmi* KARNY became abundant, and to find the suitable time to begin controlling *T. palmi*.

Those thrips, whose body colors looked like *T. palmi* were collected from eggplant at Chikushino and Amagi of Fukuoka prefecture mainly from May to August in 1987 to 1989.

Species of thrips collected were *T. palmi* KARNY, *T. tabaci* LINDEMANN, *T. nigropilosus* UZEL, males of *T. setosus* MOULTON, *Mycterothrips glycines* (OKAMOTO), *Scirtothrips dorsalis* HOOD and *Anaphothrips obscurus* (MULLER). The composition of species collected from two varieties of eggplant and from two cities was almost the same. *M. glycines* was the most abundant and *T. nigropilosus* and *T. tabaci* were relatively abundant, but other species were a few from May to mid-July. Since mid-July, however, *T. palmi* became abundant and this species was almost exclusively collected.

リン酸蓄積畑における施肥リン酸の肥効

第2報 春出しキャベツに対する肥効

黒柳直彦・藤田 彰*・中嶋靖之・許斐健治**・渡邊敏朗
(生産環境研究所化学部)

リン酸蓄積畑において春出しキャベツに対するリン酸の施用効果を検討した。苦土重焼リンを用いて土壤中可給態リン酸含量を90, 150, 290mg/乾土100gの3水準に設定し、それぞれの水準に対するリン酸施肥量を標準施用、半量施用及び無施用とした。

春出しキャベツの収量は、土壤中可給態リン酸含量の増加に伴い増加したが、施肥リン酸の肥効は低下する傾向であった。リン酸標準施用に対する半量施用及び無施用の収量割合は、土壤中可給態リン酸含量90mgでそれぞれ94%, 82%となり、150mgでは97%, 91%, 290mgでは98%, 97%となった。したがって、土壤中可給態リン酸含量が90~150mg/乾土100g程度であれば、リン酸施肥量を半量としても、また、150~290mg/乾土100g程度であればリン酸を施用しなくても、標準施用の91~97%の収量が確保でき、300mg/乾土100g以上では施肥リン酸の肥効はほとんど期待できないことが明らかとなった。

[Keywords: accumulation of phosphorus, cabbage, fertilization, Truog P]

結 言

土壤に蓄積したリン酸を養分面から評価し、土壤診断基準値の策定及び施肥法確立の基礎資料とするため、本試験を行った。前報⁹⁾においては、春夏播きネギに対する施肥リン酸の肥効を検討した。本報では、同じ葉菜類ではあるが、リン酸吸収特性が異なると考えられる春出しキャベツについて、前報に準じて検討を行ったので、その概要を報告する。

試 験 方 法

試験は前報と同様に、淡色黒ボク畑作土を25cm客入した福岡県農業総合試験場内露地圃場(中粗粒黄色土造成相)で行い、春夏播きネギの後作として春出しキャベツを2回作付した。春出しキャベツの作付期間は1986年10月31日~1987年3月18日と、1987年10月26日~1988年3月15日であった(以下、1作目を86年作、2作目を87年作とする)。

土壤中可給態リン酸はトルオーグリン酸としてA水準(90mg/乾土100g)、B水準(150mg)、C水準(290mg)の3水準とした(1986年5月23日に苦土重焼リンで調整)。リン酸施肥量は各々の水準に対して標準施用(県施肥基準量)、半量施用及び無施用の3段階とした。試験規模は1区4.5m²の2反復

とし、播種前に炭酸苦土石灰を10a当たり200kg施用し、pHの矯正を行った。

供試品種は‘金系201号’で、栽植密度は条間50cm、株間40cmとした。10a当たり施肥量は、標準施用区で窒素28kg、リン酸20kg、加里28kgとした。リン酸は過リン酸石灰を用い、施肥量の全量を基肥として全層に施用した。半量施用区及び無施用区は、施肥量をそれぞれ10kg、0kgとした。窒素及び加里は各区とも標準施用とし、NK化成を用いた。86年作では、基肥は10月31日に、追肥は1回目を11月21日、2回目を1月12日に施用した。同様に87年作では基肥は10月23日、追肥は1回目を12月11日、2回目を2月3日に行った。分施割合は基肥、追肥1回目、追肥2回目の順に、それぞれ施肥量の50%、25%、25%とした。

収穫物の調査は外葉重、結球重、結球の長径、結球の高さ、葉中成分含有率について行った。

結果及び考察

1 供試土壤の化学性

第1表に、基肥施用前の作土の化学性を示した。苦土重焼リン処理により、土壤中可給態リン酸含量は、春夏播きネギ作付前(処理後42日)でA水準が120mg/乾土100g、B水準が200mg、C水準が320mg程度であったが、86年作作付前(処理後162日)ではA、B、C水準の順に、90、150、290mg/乾土100

* 現農政部農業技術課

** 現嘉穂農業改良普及所

表1表 作付前の作土の化学性

リン酸 水準	pH(H ₂ O)		E C	C E C	交 換 性			塩 基 飽和度	トルオーグリン酸	
	86年作	87年作			C a	M g	K		86年作	87年作
A水準	6.0	6.2	0.14	21.4	9.8	2.91	0.88	64	89	88
B水準	6.2	6.4	0.15	21.2	11.1	3.56	0.76	74	151	148
C水準	6.2	6.5	0.17	23.8	12.8	4.79	0.79	79	291	280

注) 86年作の基肥施用前の値。87年作については基肥施用前のpH(H₂O)及びトルオーグリン酸の値のみを列記した。乾土当たり。

第2表 土壤中可給態リン酸含量及びリン酸施用量とキャベツの結球部収量

区 名	収 量 及 び 収 量 指 数						長 径		高 さ	
	86年	指数①	指数②	87年	指数①	指数②	86年	87年	86年	87年
A水準—標準施用	4900	100	100	4644	100	100	14.7	16.4	14.7	16.3
〃 —半量施用	4700	96	96	4242	91	91	14.5	15.2	15.0	15.9
〃 —無施用	3810	78	78	4062	87	87	14.6	15.2	14.2	16.0
B水準—標準施用	5475	112	100	5394	116	100	16.9	17.8	14.8	16.3
〃 —半量施用	5315	108	97	5184	112	96	16.3	17.2	16.3	15.9
〃 —無施用	5065	103	93	4860	105	90	16.8	17.3	15.9	16.1
C水準—標準施用	5450	111	100	5442	117	100	17.0	17.1	14.3	16.0
〃 —半量施用	5160	105	95	5460	118	100	16.3	17.7	16.4	17.0
〃 —無施用	5200	106	95	5330	115	98	16.4	17.5	14.2	16.9

注) 指数①はA水準—標準施用区の収量を100とした収量指数。指数②は各々の水準で、標準施用区の収量を100とした収量指数。

gとなった。87年作作付前(処理後360日)では86年作とはほとんど同じ値であった。

春夏播きネギ作付前の土壤中可給態リン酸がキャベツ作付前に比べてやや高い値を示したことは、ネギ作付前では苦土重焼リン施用後の日数が少なかったため、リン酸が土壤に固定されず肥料のままの状態に残存していたものと考えられた。

pH(H₂O)は各水準間で差がなかったが、ネギ作付前と同様に交換性石灰及び苦土含量はC水準>B水準>A水準の順に高くなった。

2 収 量

第2表に結球部の収量調査結果を示した。前作の春夏播きネギと同様に、春出しキャベツでも土壤中可給態リン酸の増加に伴って収量は増加した。

標準施用区の収量に対する半量施用区及び無施用区の収量の割合は、A水準では86年作で半量施用区96%、無施用区78%となり、87年作でそれぞれ91%、

87%となった。同様に、B水準では86年作で半量施用区97%、無施用区93%、87年作それぞれで96%、90%となった。C水準では、86年作で半量施用区95%、無施用区95%、87年作で100%、98%となった。

前報の春夏播きネギでみられたように無施用区が標準施用区の収量を上回ることなく、すべての水準で標準施用区>半量施用区>無施用区の順となり、土壤中可給態リン酸含量が高い土壤(C水準)であっても、施肥リン酸の肥効があった。これは、低温期の作物では、土壤中可給態リン酸の有効化量減少や根の伸長抑制などにより、高温期の作型に比較して、作物体のリン酸吸収能が低下するため、水溶性である施肥リン酸の肥効が高くなったと考える。

各施用区間の収量差は土壤中可給態リン酸含量の増加に伴い、小さくなる傾向であった。

3 結球部成分含有率

第3表に結球部の成分含有率を示した。作物体リ

第3表 土壤中可給態リン酸含量及びリン酸施用量と結球部成分含有率（%）

	N		P		K		Ca		Mg	
	86年	87年	86年	87年	86年	87年	86年	87年	86年	87年
A水準—標準施用	5.08	4.61	0.43	0.44	4.22	4.19	0.59	0.45	0.25	0.21
〃 一半量施用	4.93	4.73	0.43	0.43	4.21	4.32	0.54	0.38	0.24	0.22
〃 一無施用	4.97	4.81	0.41	0.42	3.92	4.26	0.53	0.42	0.23	0.23
B水準—標準施用	4.80	4.54	0.41	0.44	3.84	4.26	0.58	0.42	0.25	0.22
〃 一半量施用	4.95	4.51	0.41	0.42	3.86	4.37	0.55	0.43	0.25	0.22
〃 一無施用	4.85	4.55	0.41	0.43	3.85	4.00	0.59	0.39	0.25	0.24
C水準—標準施用	4.95	4.65	0.43	0.43	3.71	3.88	0.55	0.48	0.25	0.23
〃 一半量施用	5.24	4.61	0.43	0.43	3.95	3.96	0.53	0.44	0.25	0.23
〃 一無施用	4.88	4.78	0.41	0.42	4.00	3.46	0.48	0.36	0.24	0.24

注) 乾物当たり。

ン含有率は、0.41～0.44%で各水準間の差が小さく各処理区間での明確な傾向は認められなかった。その他の成分についても同様であった。

関東土壤養分基準検討会の、キャベツの結球部リン酸含有量は5～7月の作期では0.8%、8～11月の作期では0.19～0.28%となり、作期による差が大きく、リン酸吸収量の多い作期では土壤中のリン酸レベルに比例してリン酸の吸収が促進されるが、吸収量の少ない作期ではリン酸吸収の変動が認められなかったという報告⁹⁾と一致した。

キャベツではネギでみられたような土壤中可給態リン酸含量の相違による体内成分含有量の変動は認められなかった。

4 施肥リン酸の肥効及びリン酸上限値

本試験では苦土重焼リンの施用により土壤中可給態リン酸含量の設定を行ったため、各水準間に土壤中石灰及び苦土含量に差異を生じており、単純に各水準間で収量を比較することはできない。しかし、同一の土壤条件である各水準ごとに、施肥リン酸の肥効について考察してみると、春出しキャベツの86年・87年2作の平均では、リン酸施用量が半量であっても、標準施用の収量に対してA水準では90%以上の収量となり、B水準及びC水準で95%以上の収量となった。また、リン酸を無施用としてもB水準で90%以上、C水準で95%以上の収量となった。すなわち、土壤中可給態リン酸含量が90～150mg/乾土100g程度ではリン酸半量施用でも標準施用の90%以上の収量が確保でき、150～290mg程度ではリン酸無施用としても90%以上の収量が確保できた。また、

施肥リン酸の肥効は、290mg以上ではほとんど期待できないと考えられた。

リン酸標準施用下での作物の収量は、土壤中可給態リン酸含量の増加に伴って増加するが、その割合は徐々に緩やかとなり、上限（最高収量）に達した後低下していく。そして、この上限は作物の種類、土壤の種類及び作型などで異なることが報告されている^{1,2,3,4,5,6)}。

関東土壤養分基準検討会では、淡色黒ボク土でのキャベツのリン酸無施用栽培で、収量と土壤中可給態リン酸含量の関係が、可給態リン酸の対数値をX、キャベツ収量をYとする二次曲線によく適合し、収量が最高となる土壤中可給態リン酸含量はトルオーグリン酸で832mg/乾土100gであったと報告している。また、土壤中可給態リン酸の増加に伴うキャベツ収量の増減は他の作物に比べて非常に緩やかで、最高収量の95、85、70%を示す土壤中可給態リン酸の値は、それぞれ100、21、5mg/乾土100gであり、その最高収量の70～85%が得られる土壤中可給態リン酸の範囲（5～21mg/乾土100g）を適正水準としている⁹⁾。

本報では用意した土壤中可給態リン酸の範囲が90～290mg/乾土100gと高レベルであり、最高収量が得られる土壤中可給態リン酸含量を明確にすることはできなかったが、290mg/乾土100g以上で施肥リン酸の肥効がなくなることが確認された。作物栽培において土壤中可給態リン酸含量の上限値を考える場合、その上限値を超えたときに講じられる処置が「リン酸施肥の削減あるいは中止」であるならば、

逆に施肥リン酸の肥効がなくなる点を明確にし、それに経済面あるいは品質面に関する検討を加えて、上限値を策定する方法も有効であると考えられる。

しかし、その策定された上限値を超えたために、リン酸の施肥を削減したり、あるいは中止する場合、その対象となる作物の生育特性を十分に考慮した肥培管理を行う必要がある。たとえば、キャベツでは定植後50~70日でリン酸吸収量の約80~90%を吸収する特性があり⁷⁾、生育前期のリン酸吸収を十分行わせる必要がある。したがって、リン酸を減肥する場合は、過リン酸石灰などの水溶性リン酸を主体に施用したり、リン酸施肥を中止する場合でも低温期の作型では土壤中リン酸の溶出量減少を考慮して、生育初期に少量のリン酸を施用するなどの施肥法の検討が必要である。

引用文献

- 1) 二見敬三・今井太磨雄・藤井浩(1979): タマネギに対する土壌有効態リン酸含量の影響. 兵庫県農総セ研報28, 5~10.
- 2) 二見敬三・藤井浩(1985): 土壌蓄積リン酸が大豆の生産性と養分吸収に及ぼす影響. 兵庫県農総セ研報33, 21~26.
- 3) 亀和田國彦・岩崎秀穂・粕谷光生・佐藤文政(1987): 黒ボク土における土壌中リン酸と作物の生育に関する研究(第1報)作物生育に対する可給態リン酸濃度こう配の影響. 栃木農試研報33, 17~32.
- 4) 関東土壌養分基準検討会(1987): 土壌養分の適正水準と上限値に関する研究 可給態リン酸の適正上限値に関する研究.
- 5) 黒柳直彦・藤田彰・中嶋靖之・許斐健治・渡邊敏朗(1989): リン酸蓄積畑における施肥リン酸の肥効(第1報)春夏播きネギに対する肥効. 福岡農総試研報B-9, 21~24.
- 6) 中神 敏・水本順敏・金田雄二(1983): 園芸作物土壌の有効りん酸に関する研究(第1報)ほうれんそうのりん酸上限について. 静岡農試研報28, 59~66.
- 7) 渡辺 裕(1985): リン酸吸収特性のタイプと施肥. 農業技術体系土壌施肥編6. 農山漁村文化協会, 7~10.

Effects of Phosphate Application on the Yield of Crops in the Phosphate Accumulated Soil (2) Effects of Phosphate Application on the Growth of Cabbage

KUROYANAGI Naohiko, Akira FUJITA, Yasuyuki NAKASHIMA, Kenji KONOMI
and Toshiro WATANABE

Summary

The effects of phosphate application on the growth of spring harvesting cabbage (*Brassica oleracea* L.) in the phosphate accumulated soil were studied.

Three phosphate accumulated soils(90,150,290mg Truog-P₂O₅/100g dry soil) were prepared by using multiphosphate, and the phosphate of 20kg(standard),10kg and 0kg per 10a were applied to each soil.

Though the yeild of spring harvesting cabbage increased with the amount of accumulated phosphate, the effects of phosphate application tended to fall. In 90mg phosphate accumulated soil, the yields of cabbage by 10kg(half amount of standerd) and 0kg phosphate applications were 94% and 82% of standard. In 150mg phosphate accumulated soil, the yields of cabbage by 10kg and 0kg phosphate applications were 97% and 91% of standard. In 290mg phosphate accumulated soil, the yields of cabbage by 10kg and 0kg phosphate applications were 98% and 97% of standard, and the phosphate application showed no effect on cabbage yield.

Accordingly, it is considered that 91~97% yield of spring harvesting cabbege cultivated in standard phosphate application can be expected when phosphate application is half amount of standard in 90~150mg phosphate accumulated soils or phosphate is not applied in 150~290mg phosphate accumulated soils. Increase of yield cannot be expected by phosphate application in more than 300mg phosphate accumulated soils.

レタスの切口褐変防止に関する研究

第1報 レタスの褐変酵素について

茨木俊行・平野稔彦・鶴 暁子・松本明芳
(生産環境研究所流通加工部)

レタスの切口褐変に関与していると考えられている酵素、ポリフェノールオキシダーゼ、パーオキシダーゼ及びフェニルアラニンアンモニアリアーゼ活性の抑制について検討した。

ポリフェノールオキシダーゼ及びパーオキシダーゼは維管束部分に多く含まれていた。また、ポリフェノールオキシダーゼはパーオキシダーゼより活性が低かった。ポリフェノールオキシダーゼはpH7.5と4.5に活性のピークを有し、pHが5.5の場合、さらには3.5以下で活性が低下した。一方、パーオキシダーゼはpH5.5に至適pHを有し、pH3.5以下ではほとんど活性を示さなかった。

ポリフェノールオキシダーゼ及びパーオキシダーゼのいずれも温度が低いほど活性も低かった。また、これらの酵素活性を抑制する化合物として、ポリフェノールオキシダーゼはアリルイソチオシアネートが、パーオキシダーゼはミョウバン及び炭酸ナトリウムが有効であった。また、アリルイソチオシアネートはフェニルアラニンアンモニアリアーゼ活性も抑制することが判明した。

これらのことから、レタスの切口褐変に関与している酵素活性を抑制するためにはレタスを低温流通させるか、ミョウバン、炭酸ナトリウム、アリルイソチオシアネートを含むpH3.5以下の水溶液を切口に塗布する等の方法が有効であることが明らかになった。

[Keywords: lettuce, stem cross section, browning, polyphenoloxidase, peroxidase, phenylalanine-ammonialyase.]

緒 言

レタスは結球野菜の中では最も鮮度保持が難しい作目の一つである。

現在の福岡県産のレタスは収穫から東京市場出荷まで4~5日を要している。そのため東京に近い産地に比べると品質の劣化による価格差が認められる。なかでも、切口の褐変が大きな価格低下の要因となっているものの、有効な対策は確立されていない。

植物は障害、病気、刺激等によりフェニルアラニンアンモニアリアーゼ (PAL) が誘導されると遊離アミノ酸のフェニルアラニン、チロシンが一連の代謝系により、最終的にクロロゲン酸まで変化する。一般に褐変現象はポリフェノールオキシダーゼ (PPO) により、クロロゲン酸等のポリフェノール類が酸化されることにより発生する現象と考えられている¹⁾。しかし、Hyodoら²⁾はレタスのラセットスポット (褐変小斑点) に関連した報告の中で、PPO及びパーオキシダーゼ (PO) がポリフェノール類を酸化し、褐色色素のもとになるキノン類へと変化させると報告している。また、両酵素とも障害に

より誘導される酵素として知られており³⁾、従ってPPOのみならず、POもこの切口褐変現象へ関与していると考えられる。これらの褐変に関与している酵素の性質を知ることは切口の褐変防止対策に不可欠なものである。

試 験 方 法

1 供試試料

1989年及び1990年1月~3月に福岡県三橋町で採取したレタス「菊川102号」を供試した。

2 酵素活性の測定

(1) ポリフェノールオキシダーゼ活性の測定

レタスの基部をpH7.5のマックルベン緩衝液で抽出し、遠心分離した。上澄み液中の低分子部分を透析により除去し、これを粗酵素液とした。試験管にpH7.5のマックルベン緩衝液3mlを入れ、基質として1%のオルトフェニレンジアミン (OPDA) 0.1mlを加えた。35℃の恒温水槽に移し、試験管内の温度が一定になってから粗酵素液0.1mlを加え反応を開始した。正確に60分後、430nmの吸光度を測定した。1分間に430nmの波長を1吸光度 (OD) 変化

させるのに必要な酵素量を1 unitとした。

(2) パーオキシダーゼ活性の測定

レタスの茎部をpH5.5のマックルベン緩衝液で抽出し、遠心分離後、上澄液を粗酵素液とした。酵素活性は、光路長1cmのセル中で測定した。セルにpH5.5のマックルベン緩衝液3mlと、基質として0.3%の過酸化水素水及び1%のOPDAを0.1ml加えた。これに粗酵素液0.1mlを加え、直ちに430nmの吸光度を連続的に1分間測定した。これらの反応は35℃の恒温で行った。1分間に430nmの波長を1 OD変化させるのに必要な酵素量を1 unitとした。

(3) フェニルアラニンアンモニアリアーゼ活性の測定

レタスの茎部を約3mm幅に切断後12時間25℃の恒温庫中に放置し、PALを誘導させた。その後pH8.5のトリス塩酸緩衝液で抽出し、上澄みを粗酵素液とした。試験管にpH8.5のトリス塩酸緩衝液3mlを入れ、基質として10mMのフェニルアラニン1mlを加えた。35℃の恒温水槽に移し、試験管内の温度が一定になってから粗酵素液1mlを加え反応を開始した。正確に60分後、268nmの吸光度を測定した。

結果及び考察

1 酵素の局在性

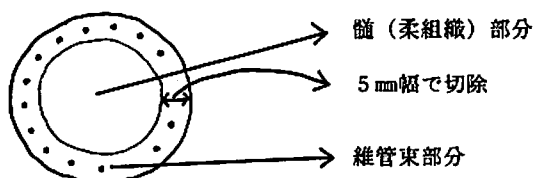
PPO活性とPO活性の存在部位を第1表に示した。in vitroにおいてPOはPPOより高い活性を示し、いずれの部位でも約300倍の活性を示した。

PPO及びPOは中心の髓(柔組織)部分よりも、維管束が集まった外部に高い活性を示しており、いずれの酵素も維管束部分は髓部分の約2.5倍の活性を有していた。

レタスの切口褐変は維管束に沿った外側の部分の褐変と、中心の髓部分の褐変が認められるが、後者

第1表 PPO及びPOの部位別活性 (units/g)

部位	PPO活性	PO活性
髓(柔組織)部分	0.030	9.7
維管束部分	0.077	23.5



の褐変は徐々に変色が進行する。維管束部分は切断時に白い乳液が多く溢液してくるが、この部分は酵素活性が高いため酵素的褐変が起りやすい条件となっている。中心の髓部分の酵素活性は外側の維管束部分より低く、乳液の溢液も少ないものの、面積が広いのでこの部分の褐変はレタスの商品性に大きな影響を及ぼす。

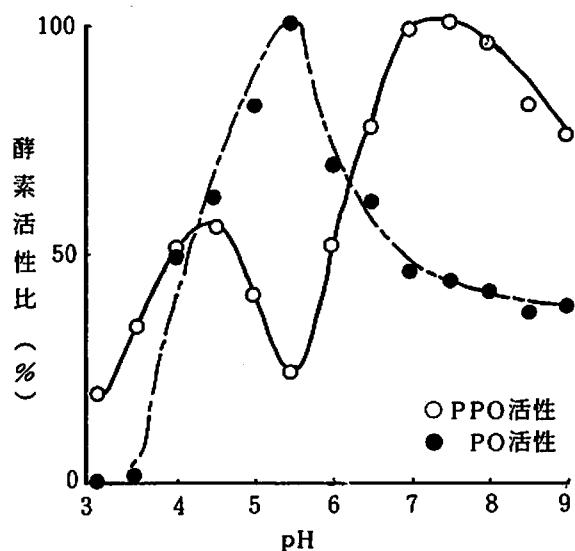
2 pHが酵素活性に及ぼす影響

褐変防止方法の一つとして酵素活性を抑制するような溶液を切口に塗布する方法がある。これは溶液のpHを調整したり、添加する化合物の種類を検討することにより酵素活性を抑制しようとする試みである。

pHがPPO活性及びPO活性に及ぼす影響を第1図に示した。pHの調整はマックルベン緩衝液を使用した。

PPOはpH7.5で最も活性が高かった。また、pH4.5には、pH7.5の約55%の活性を持ったピークが存在した。これらの活性ピークはpHの変化に対して緩やかであった。二つの活性ピークが存在するのはPPOが単一の酵素ではなく、少なくとも二つ以上の同位酵素(アイソザイム)からなるためと考えられる。PPOは酸性側で活性が低く、特にpH5.5の場合、さらにはpH3.5より酸性側で活性が低かった。

POはpH5.5で最も活性が高く、pHの変化に対し



第1図 pHがPPO及びPO活性に及ぼす影響

注) PPOはpH7.5における活性を、POはpH5.5における活性を100とした場合の活性比

でシャープな活性ピークを示した。また、pH3.5以下では活性はきわめて低かった。pH7.0よりアルカリ側では活性の低下は緩やかであった。

3 塩類等が酵素活性に及ぼす影響

供試した塩類等は反応液中の濃度が10mMとなるように添加した。

各種塩類等がレタスのPPO活性、PO活性及びPAL活性に及ぼす影響を検討した結果を第2表に示した。PPO、POの両褐変酵素に対し、供試した塩類等はすべて酵素活性を抑制した。PPOはアリルイソチオシアネート（AITC）により活性が16%に抑制され、その他の塩類も活性を75%から80%に抑制した。POは硫酸銅を用いると活性は半分に以下に抑制されたが、生鮮食品に用いるには安全性に問題がある。その他、炭酸ナトリウム、カリミョウバンも約3分の2に活性を抑えることができた。AITCは80%に活性を抑えることができたが、POに対する抑制効果は他の塩類に比べ低かった。

PAL活性は供試した化合物の中ではAITCのみにより抑制された。ミョウバン、硫酸銅は着色によりPAL活性測定は困難であった。PALは障害等により誘導される酵素として知られており、また、褐変基質であるコーヒー酸、クロロゲン酸を誘導する際の律速酵素でもある。従って、PAL活性を抑制することは切口褐変抑制に大きな効果をもたらすものと考えられる。

AITCは、植物中に含まれるグルコシノレートがミロシナーゼにより変化した油成分であり⁶⁾、天然に広く存在する化合物である。矢野ら⁷⁾はカットキャベツ100gに対し、AITCを2mg以上添加すると褐変、

エチレン生成、呼吸量を抑制できると報告している。また、永田ら⁸⁾はAITCはキャベツのPPO活性を直接抑制するのではなく、褐変系に基質を共有するPAL活性を抑制すると報告しているが、本研究において著者らはAITCがレタスのPAL活性を抑制するのみならず、PPO活性をも直接抑制することを明らかにした。また、ミョウバン及び炭酸ナトリウムによるPO活性の抑制も明らかになった。今後、これら阻害剤の濃度と抑制程度との関係も明らかにしていく必要がある。

4 温度条件が酵素活性に及ぼす影響

PPO活性及びPO活性に及ぼす温度の影響を第2図に示した。反応温度を低くしていくと、PPO及びPOはともに15℃まで緩やかに活性が低下した。10℃以下の温度域では、PPOが極端に活性が低下したのに対し、PO活性は低下割合がPPO活性ほどではなかった。

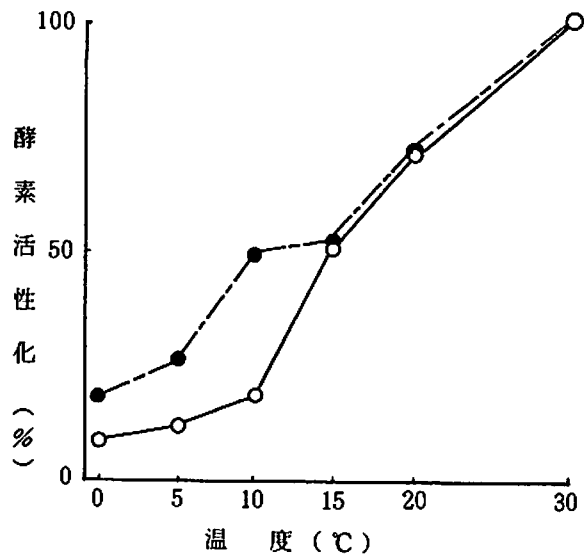
青果物の鮮度を保つ方法の一つに、予冷、保冷がある。レタスを低温下に放置すると呼吸などの生理作用を抑制し、鮮度の保持が可能となる。青柳⁹⁾はレタスを真空予冷しその後保冷すると、常温下に放置した場合に比べ、鮮度を良く保持することができ、かつ、切口の変色を抑えることもできると報告している。PPO活性やPO活性は低温下で抑制された。特にPPO活性は10℃以下の低温で強く抑制されることが明らかになった。このPPO活性及びPO活

第2表 塩類等がPO、PPO及びPAL活性に及ぼす影響 (%)

添加物	PPO	PO	PAL
CONT.	100	100	100
AITC	16	81	85
ミョウバン	77	68	—
NaCl	76	75	100
(NH ₄) ₂ SO ₄	82	80	98
Na ₂ CO ₃	76	61	115
KCl	82	77	98
K ₂ SO ₄	81	77	104
CuSO ₄	76	47	—

注) 1 塩類等の濃度は10mM

2 cont.の活性を100とした場合の活性比



第2図 温度がPPO及びPO活性に及ぼす影響

注1 30℃における活性を100とした場合の活性比

2 凡例は第1図に準ずる

性の温度依存性は青柳らの報告を酵素的に実証する結果となった。

本報告により、褐変に関与している酵素、PPO及びPO活性は、添加化合物、pH及び温度条件を整えることにより抑制できることが明らかになった。特にAITCはPPO活性のみならずPAL活性も抑制し、有望な褐変抑制物質である事が判明した。これらの結果をもとに、褐変防止に有効な切口塗布溶液の開発が容易となり、さらに今後は低温流通を組み合わせた総合的な切口褐変防止対策を確立することが可能となった。

引用文献

- 1) 青柳光昭 (1975) : レタスに対する低温輸送の鮮度保持効果. 流通利用試験成績打ち合せ会議資料, 334.
- 2) Hyodo Hiroshi, Hiroyuki Kurodo and Shang Fa Yang (1978) : Induction of Phenylalanine Ammonia-Lyase and Increase in Phenolic in Lettuce Leaves in Relation to the Development of Russet Spotting Caused by Ethylene. *Plant Physiol*, 62, 31~35.
- 3) Mayer A.M. and E. Harel (1979) : Polyphenoloxidase in Plants. *Phytochem*, 14, 193~215.
- 4) 松下一信 (1976) : 障害誘導酵素研究法. 別冊蛋白質核酸酵素, 76(2), 268~272.
- 5) 永田雅靖・石井現相・西条了康 (1989) : アリルイソチオシアネートによるカットキャベツの褐変防止とエチレン生成の阻害機構. 園学雑, 52 別2, 642~643.
- 6) 長島善次・内山正昭 (1959) : ミロシナーゼに関する研究 (第3報) 植物に於ける分布並びに起源を異にするミロシナーゼのミロスルファターゼ, チオグルコシダーゼ両活性比. 農化, 33 (10), 881~885.
- 7) 矢野昌充・西条了康・太田保夫 (1986) : イソチオシアネート類によるカットキャベツの褐変防止とエチレン生成阻害. 園学雑, 52(2), 194~198.

Studies on Prevention of Browning of Lettuce Stem Cross Section

(1) Studies on Enzymes Involved in Browning of Lettuce

IBARAKI Toshiyuki, Toshihiko HIRANO, Akiko TSURU and Akiyoshi MATSUMOTO

Summary

Activities of Polyphenoloxidase(PPO), peroxidase(PO) and phenylalanineammonialyase(PAL) of lettuce, which were considered to be involved in browning of the stem cross section, were investigated in order to prevent the browning of the stem cross section.

Most of the activities of PPO and PO existed in the part of translocation path. PPO activity was less than PO activity. The optimum pH for PPO activity was at 7.5. And its activity had another peak at pH 4.5.

This enzyme activity was inactivated at pH 5.5 and decreased under 3.5. The optimum pH of the PO activity was 5.5 and its activity was lost under 3.5. The lower the temperature of incubation was, the less the activity of PPO and PO was. PPO and PAL activity was inhibited by allylthiocyanate(AITC), and PO activity was inhibited by potassium alum or sodium carbonate.

These results suggest that lettuce should be distributed under lower temperature, or be soaked with the solution of pH 3.5 containing AITC, potassium alum or sodium carbonate in order to prevent the browning of stem cross section of lettuce.

包装フィルムによるブロッコリーの鮮度保持方法

鶴 暁子・平野稔彦・茨木俊行
(生産環境研究所流通加工部)

ブロッコリーの収穫後の鮮度保持をフィルム包装によって簡易に行う方法を明らかにした。

貯蔵温度20℃において、市販の厚さ0.02mmのポリエチレンフィルムで密封包装した場合、外観鮮度は良好であったが、異臭が発生し商品性が失われた。このとき花蕾のアルコールデヒドロゲナーゼ活性は高く、包装内のエタノール濃度が増加した。これは呼吸障害により発酵が起こっていることを示している。一方、新しく試作した厚さ0.01mmのポリエチレンフィルムで密封包装した場合は、花蕾の黄化も抑制でき、アルコールデヒドロゲナーゼ酵素活性が低く、エタノールの発生も少なかった。このとき、包装内の酸素濃度は3.7~7.1%、二酸化炭素濃度は3.3~5.6%であった。

ブロッコリーの鮮度保持には厚さ0.01mmのポリエチレンフィルムによる密封包装が効果的であった。黄化防止とともに異臭の発生も抑制でき、商品性を収穫後5日目まで保つことが可能であった。

[Keywords : broccoli, anaerobic, alcohol dehydrogenase]

緒 言

福岡県におけるブロッコリーの出荷量は約1,870t (1988年)である。現在の出荷体制は、調整、ダンボール箱詰め後に5℃に予冷し、おもに地元市場出荷である。大消費地へのお荷のためには、収穫後の急速な鮮度低下の問題を解決する必要がある。

ブロッコリーは、花蕾の集合体で、呼吸量が葉物野菜よりも多く、鮮度低下が早い。鮮度低下の主な要因としては、水分の蒸散による減量、黄化、異臭の発生等が挙げられる。鮮度保持は、低温に保ち呼吸を抑制することにより可能であるが、出荷、輸送中は厳密に低温に保つことが難しい。外気温が上昇する春以降は特に、予冷後の品温の上昇も速く、呼吸・蒸散量とも増える。このため花蕾の黄化が1、2日で起こる。外気温の低下する冬季といえども室内温度は20℃前後であり、呼吸熱も発生するので、品温は低く保持しにくい。そのため市場到着時までは鮮度良好であっても小売段階で急速に黄化する可能性がある。

一貫した低温流通が困難な場合、包装資材により青果物の環境ガス組成を変化させて呼吸を抑制し、鮮度保持を図る方法を利用することが考えられる。筆者らは、新しく試作したフィルムを用いて簡易にブロッコリーの鮮度を保持する方法を検討したので報告する。

試 験 方 法

1 供試野菜

福岡県須恵町で生産されたブロッコリー‘グリーンコメット’を供試した。1989年12月19日に収穫したブロッコリーをただちに当農業総合試験場に搬入し試験に供した。

2 減量と黄化の防止

試験区として、無包装でダンボール詰め(無包装区)、厚さ0.01mmの低密度ポリエチレンフィルム袋に密封個包装(PE0.01区)、厚さ0.02mmの低密度ポリエチレンフィルム袋に密封個包装(PE0.02区)の3区を設定し、各区とも20±2℃で貯蔵した。経時的に重量、袋内ガス濃度、花蕾のクロロフィル含量を測定した。

袋内の酸素・二酸化炭素濃度は島津製TCDガスクロマトグラフGC-8AIT(ボラバックQ50/803m, モレキュラシーブ5A 8/100 2m, キャリアーガス He 3kg/cm², COL TEMP 80℃, INJ TEMP 150℃)で測定した。

花蕾のクロロフィル含量はMacKinnyら⁴⁾の方法によって測定した。

3 異臭発生の防止

上記2の試験と同じ試験区を設定し、開封時の異臭を含めて総合鮮度を評価した。総合鮮度の基準は、収穫直後の鮮度を4、市場出荷可能を3、小売可能を2、食べられる1、食べられない0の5段階評価で行った。異臭の発生と関係のある呼吸障害の程度は、無気呼吸の最終産物であるエタノール発生量とエタノール生成に関与するアルコールデヒドロゲナーゼ(ADH)活性を測定することによって比較した。

(1) エタノール発生量の測定

袋内のヘッドスペースガスをとり、島津製FIDガスクロマトグラフGC-9A (PEG 20M-15% on Chromosorb-G 80/100 3m, N₂ 50ml/min, CO₂ TEMP 85°C, INJ TEMP 150°C) を用いて測定した。

(2) アルコールデヒドロゲナーゼ (ADH) 活性の測定

Kimmerer²⁾の方法を参考に酵素を抽出し、活性を測定した。

ア 酵素の抽出：ブロッコリーの花蕾部分2gに、ポリビニルピロリドン1gを加え、20mlのリン酸緩衝液 (pH7.5, 1mM MgCl₂, 1mM NAD, 100mMメルカプトエタノールを含む) と共に磨砕した。これを3000rpm, 10分間遠心し、上澄液を粗酵素液として試験に供した。以上の操作は4°Cで行った。

イ 酵素活性の測定：光路長1cmの比色用石英セル中で、2mlのリン酸緩衝液 (pH6.5, 5mM MgCl₂, 1mMジチオスレイトール, 250μgNADHを含む) に粗酵素液を加え、基質の35%アセトアルデヒド100μlの添加によって酵素反応を開始した。酵素反応は、30°Cで行った。自記分光光度計で340nmの吸光度の変化を1分間測定してADHの活性をもとめた。

結果及び考察

1 減量と黄化の防止

一般に青果物は重量の5%の水分が失われると見た目にもみずみずしさがなくなり、商品性が失われる。無包装区は、収穫後1日目ですでに7.2%の減量が見られ、花蕾の締りがなくなった状態になった。PE0.01区及びPE0.02区では共に収穫後5日目でも減量率3%以下に保たれ、しおれを防止することができた (第1表)。また、PE0.02区では収穫後5日目からカビが発生したが、PE0.01区では収穫後7日目からで、カビの発生抑制効果が見られた。

第2表に花蕾のクロロフィル濃度の変化を示した。無包装区では収穫時に12.2mg%あったクロロフィル

が収穫後1日目まで7.1mg%まで減少した。一方、PE0.01区、PE0.02区では収穫後2日目でも収穫時の90%以上のクロロフィルを保持し、黄化を抑制することが出来た。収穫後5日目においても、無包装区の収穫後1日目よりもクロロフィルの保持が良好であった。

一般にクロロフィルの保持には低温におくことや高二酸化炭素・低酸素状態のいわゆるCA状態におくことが効果的であることが知られている。ポリエチレンフィルムは比較的高い酸素及び二酸化炭素透過性を持つため、簡易にCA状態を作り出すことができるので、青果物の包装に用いられる。

PE0.01区では二酸化炭素濃度3.3~5.6%、酸素濃度3.7~7.1%、PE0.02区では二酸化炭素濃度5.4~12.2%、酸素濃度2%前後になっている (第3表)。以上から、ポリエチレンフィルム包装によって簡易CA状態におくことが黄化防止に効果的であることが明らかになった。

第2表 クロロフィルの変化

試験区	収穫後日数 (日)			
	0	1	2	5
無包装	12.2 mg%	7.1 mg%	7.8 mg%	2.2 mg%
PE 0.01	12.2	11.1	11.9	7.6
PE 0.02	12.2	12.6	11.5	7.8

第3表 袋内酸素・二酸化炭素の変化

試験区	ガスの種類	収穫後日数 (日)			
		1	2	5	7
PE 0.01	CO ₂	5.6 %	4.4 %	3.3 %	4.9 %
	O ₂	3.7	5.9	3.8	7.1
PE 0.02	CO ₂	12.2	7.7	5.4	6.3
	O ₂	1.3	1.5	2.3	1.4

第1表 減量率の変化

試験区	収穫後日数 (日)			
	1	2	5	7
無包装	4.7 %	11.8 %	29.7 %	55.2 %
PE 0.01	0.6	1.0	2.0	2.5
PE 0.02	0.6	0.8	1.4	1.5

2 異臭発生の防止

青果物のフィルム包装を行う場合、袋内のガス濃度によっては呼吸障害を起こすので注意を要する。呼吸量の多い品目の場合や高い環境温度によって呼吸量が増大した場合、袋内のガス組成が効果的なCA条件から大幅にずれ、極端な高二酸化炭素・低酸素状態になりやすい。そのため正常な呼吸が行われず、変則的な無気呼吸である発酵を起こし、その結

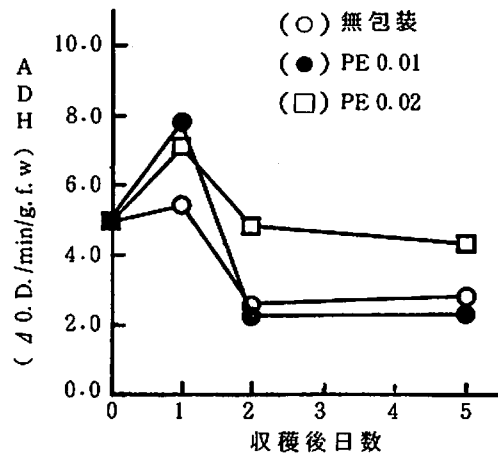
果アセトアルデヒドやエタノールが生成され、異臭が発生する。呼吸障害を起こした青果物は、やがて変質腐敗に至る⁷⁾。

ブロッコリーはフィルム包装することによって黄化の防止は可能であるが、異臭の発生により著しく品質が低下する。この異臭は漬物のような臭いで、愛知農試⁹⁾の報告によれば、C系ガスとして、アセトアルデヒド、メタノール、エタノール、S系ガスとして、硫化カルボニル、硫化水素、二硫化水素等である。S系ガスの発生経路は明らかでないが、ブロッコリーに付着した微生物によるとされている⁹⁾。C系ガスの発生は植物が嫌気状態に置かれた時の変則的呼吸である発酵によるものと考えられる。発生した異臭を活性炭等の吸収剤で除去する例¹⁰⁾もあるが、この状態では既に呼吸障害による代謝の変調が起きているため、本質的には鮮度の保持にはなっていない。ブロッコリーの鮮度保持には、呼吸障害を起こさないガス条件を詳しく検討し、適切なガス条件を形成することのできる包装資材、包装形態、温度条件を選定することが必要である。

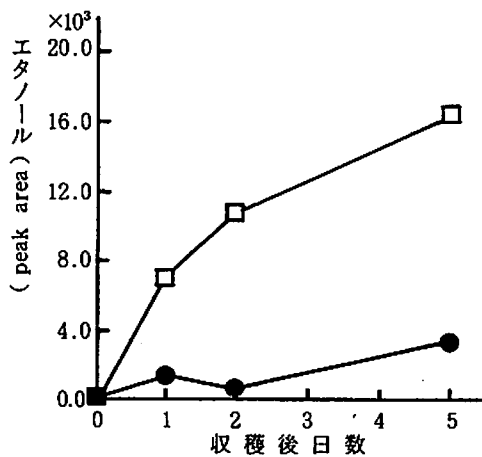
呼吸障害の結果生成されるエタノールの量を比較した(第1図)。PE0.02区では開封時に異臭が感じられるが、PE0.01区では異臭は感じられなかった。包装内のエタノール量も、PE0.02区では収穫後1日目からすでに上昇をはじめ、PE0.01区と比較して4倍以上になった。その後もエタノール量は増加を続けた。この増加は異臭の程度と一致した。このことから、PE0.02区では、黄化防止は良好であっても呼吸障害を起こしていることが明らかになった。次に、ADH活性の経時的变化を示した(第2図)。

どの試験区も、ADH活性は収穫後1日目に上昇し、PE0.02区では、その後も活性は高く保たれた。無包装及びPE0.01区では活性は低下した。

前出の第3表では、PE0.02区は収穫後1日目に二酸化炭素濃度が12.2%と高く、酸素濃度は1.3%と低い。この低酸素状態によって、ブロッコリーは呼吸障害を起こし、発酵による変則的な呼吸を行ったと考えられる。同じような例は呼吸量の多いカット野菜で報告されており、カットねぎでは、酸素濃度が3%以下になると発酵臭がする¹¹⁾。カットキャベツの場合も酸素濃度2.2%以下になるとエタノールが生成する⁹⁾。PE0.01区では、包装内ガス濃度は、二酸化炭素濃度3.3~5.6%、酸素濃度3.7~7.1%であった。このガス条件では、呼吸障害は起こらないといえる。

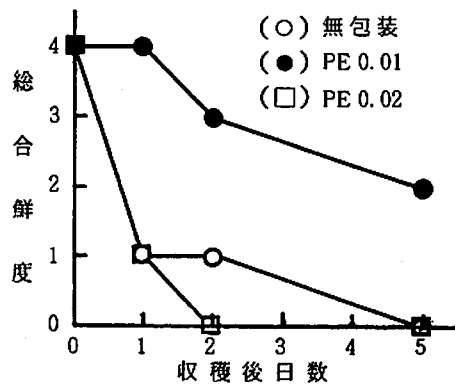


第2図 ADHの変化



第1図 エタノールの変化

(●) PE 0.01 (□) PE 0.02



第3図 総合鮮度の変化

4：収穫時の状態 3：市場出荷可能 2：小売可能
1：食べられる 0：食べられない

ブロッコリーの鮮度保持における最適ガス条件の設定のためには、黄化防止と共に呼吸障害による発酵・腐敗を防止するという二つの条件を同時に満たさなければならない。ブロッコリーと同じアブラナ科のカリフラワーの場合、酸素濃度の低下によって異臭が発生すること、その対策としては、PE袋に針穴をあけ酸素濃度を7%以上に上げるとよいことが指摘されている⁷⁾。しかし、ブロッコリーの場合、低酸素による異臭発生防止のために、針穴空きポリエチレンフィルムで包装すると黄化が防止できない。これは、酸素濃度が高いと黄化が進行するためである。PE0.01区で得られた酸素濃度3~6%の条件下では、黄化も防止し、呼吸障害も発生しなかった。

以上のことからブロッコリーの鮮度保持には、厚さ0.01mmの低密度ポリエチレンフィルムで密封包装するとよいことが明らかになった。これにより、花蕾の黄化を抑制すると共に異臭の発生も抑えられるので、小売商品性を収穫後5日目まで保つことが可能である(第3図)。

引用文献

1) 馬場紀子・茨木俊行・平野稔彦・山下純隆(19

88): カットねぎの流通技術確立に関する研究第2報カットねぎの品質保持条件. 福岡農総試験報 B-8, 73~78.

2) Kimmerer. T. W. (1987): Alcohol Dehydrogenase and Pyruvate Decarboxylase Activity in Leaves and Roots of Eastern Cottonwood (*Populus deltoides* Bartr.) and Soybean (*Glycine max* L.). *Plant Physiol.* 84, 1210-1213.

3) 河野澄夫・小野寺武夫・早川昭・川嶋浩二・岩本陸夫(1984): カットキャベツの低温品質保持技術. 食総研報 45, 86~91.

4) MacKinny G. and C. A. Weast (1940): Color Changes in Green Vegetables. *Ind. Eng. Chem.*, 32, 392.

5) 農水省食総研(1988): 昭和63年度食品試験研究成績・概要書(公立編). 261~262.

6) 農水省食総研(1989): 平成元年度食品試験研究成績・概要書(公立編). 213~214.

7) 大久保増太郎(1982): 野菜の鮮度保持. 154, 206~207. 養賢堂.

8) 緒方国安編(1977): 青果保蔵汎論. 257. 建帛社.

Freshness Retention of Broccoli by the Package Film

TSURU Akiko, Toshihiko HIRANO and Toshiyuki IBARAKI

Summary

The effectiveness of polyethylene film bags in keeping freshness of harvested broccoli was studied.

When broccoli was kept in polyethylene film bag at 20°C, decline of chlorophyll content and lost of weight were both less than the case in which broccoli was kept in ordinary corrugated box. When broccoli was sealed in 0.02mm thick polyethylene bag, oxygen concentration in the bag became low to cause physiological disorders and off-flavor of broccoli. Alcohol dehydrogenase (ADH) activity in broccoli was increased rapidly after harvest. ADH activity in broccoli kept in 0.02mm thick polyethylene film bag remained high level after induction, and ethanol was detected in the bag. Ethanol accumulated in the bag accompanied with the increase of off-flavor. When broccoli was sealed in 0.01mm thick polyethylene film bag, oxygen concentration in the bag was 3.7~7.1%, and CO₂ concentration was 3.3~5.6%. ADH activity in broccoli decreased after induction, and a little ethanol production was observed.

It was recommended to use 0.01mm polyethylene film bag for the storage of broccoli. The shelf life of broccoli stored at 20°C in this bag was 5 days after harvest, instead of 2 days in ordinary corrugate box.

ナバナの安定栽培技術

第1報 播種期、栽植密度及び施肥法と収量

小田原孝治・矢野雅彦・尾形武文
(豊前分場)

ナバナ, *Brassica napus* L. の頂芽及び側芽どり栽培において、播種期、栽植密度及び施肥法が収量に及ぼす影響について検討した。

播種期は8月中旬～9月下旬の間では早いほど収量は増加したが、中でも9月上旬播種が生育・収量とも安定した。

栽植密度は300～440株/aの範囲では、1株当たり収穫本数にはほとんど差はなかった。側芽1本当たり重量は植え付け株数を多くすると小さくなり、品質・収量面から330～350株/aが適当であった。

施肥量は基肥窒素を減量し0.9kg/aとすると、1月の低温期の収量が低下した。基肥を増量し2.7kg/aとすると、1月の収量はやや増加したが、12月までの収量は標準区と大差はなく、全体として施肥増の効果はなかった。追肥は窒素施用量が多いほど収量が高かった。したがって、適正な施肥量は窒素成分で基肥は1.5～1.8kg/a、追肥は0.5kg/a程度が良好であった。

[Keywords : *Brassica napus* L., seeding time, plant population, nitrogen]

緒 言

菜類の中でもツケナ、洋種ナタネに属する野菜には地方特有の品種があり、栽培法も地方によって特色がある。通常、ナバナと呼ばれている菜類も、*B. napus* L. と *Brassica campestris* L. に分類される。*B. napus* L. は採油を目的として、明治始めにヨーロッパから導入された¹⁾が、各地で自家野菜として用いられている。

福岡県内では、*Brassica napus* L. に属するミチノクナタネの在来系統を栽培し、頂芽及び側芽を収穫して利用している。しかし、本格的な産地化が始まったばかりで、栽培法は十分に確立されておらず、収穫部位及び収穫方法の類似したブロッコリーや他の菜類に準じて栽培されているのが現状である。野菜の産地間競争が激化するなかで、規格や品質の統一をはかることは重要なことであるが、播種期、栽植密度及び施肥法等の栽培法がナバナの1本当たり重量や1株当たり収穫本数に及ぼす影響についてはほとんど知られていない。

本報では、*Brassica napus* L. の頂芽及び側芽どりにおける栽培法がナバナの収量に及ぼす影響について、若干の知見が得られたので報告する。

試 験 方 法

品種はミチノクナタネ系在来種を用い、豊前分場

で1988年～1989年に試験を実施した。

試験1 播種期と生育・収量

播種日は9月1日を中心に、1988年8月12日から9月21日まで10日おきに5回播種し(第1図)、5葉期に本圃に定植した。育苗はうね幅150cmの育苗床に条間10cmで播種し、3葉期頃に株間を8cmに間引きした。a当たり窒素、リン酸、加里の施用量はそれぞれ0.8kgとした。

本圃での栽植密度は、うね幅150cm、条間60cm、株間35cmで2条千鳥植えとした。a当たり窒素、リン酸、加里の施用量は、基肥でそれぞれ1.8、2.1、1.6kg、追肥は1回当たりそれぞれ0.4、0.1、0.4kgを3回施用した。

収穫は18葉期に本葉15葉を残して頂芽を収穫し、さらに葉腋から発生する側芽を1～2葉残して収穫し、20～23cmに調整して収穫物とした。収穫は3月まで行い総収量とした。

試験2 栽植密度

1989年9月1日に播種し、栽植方法は、うね幅150cm、条間60cmの同一条件で、株間を30、35、40cm及び45cmの4段階として定植した。基肥窒素施用量は試験1と同様にした。

試験3 施肥法

基肥：9月1日播で、a当たり基肥窒素施用量を0(無窒素区)、0.9(減量区)、1.8(標準区)、2.7kg(増量区)の4段階とした。リン酸と加里の施肥

量は各区とも標準施肥区と同量の、各1.8kgとし、1月までの収穫量を調べた。栽植密度は試験1と同じにした。

追肥：追肥は基肥標準施肥区で1月の収穫を終了した圃場を供試した。a 当たり窒素施用量は0, 0.3, 0.6kgの3段階とし、畝の表面に尿素を均一に施用した。施肥後の収量を50日後まで調査した。

土壌調査はうね肩の株間の部分から深さ15cmまで土壌を採取し、無機態窒素含量及び電気伝導度EC (1:5) を調べた。

結果及び考察

1 播種期と生育・収量

1株当たり播種時期別収量は、8月播種では10~11月の収量は多いが12~1月の収量は減少し、その後再び3月まで増加した。9月播種では12月までの収量は1株当たり60g以下と少ないが、その後3月まで増加した(第1図)。

播種時期別収穫本数は、8月播種では、11月には収穫本数は1株当たり約13本であったが、12~1月には10本以下となり減少した。2月以降は再び増加し、3月には1株当たり25~28本となった。9月播種では11~12月は収穫本数は1~4本と少ないが1月以降は8月播種と同様に推移した(データ略)。

収穫物の1本当たり重量は8月中旬播種では12~1月に最大となり、8月下旬播種では10月と1月が最大となるが、2月以降小さくなり3月には6gとなった。9月播種では1~2月には12~20gであったが、3月には7~8gとなった(第2図)。

播種期が早く、収穫期が早いほど、葉腋数が多くなり、そこから発生する側芽も多くなるものと考えられる。松山ら²⁾も、ブロッコリーの側花らしいの発生量は成熟日数、出らい期の葉数に関係するとして

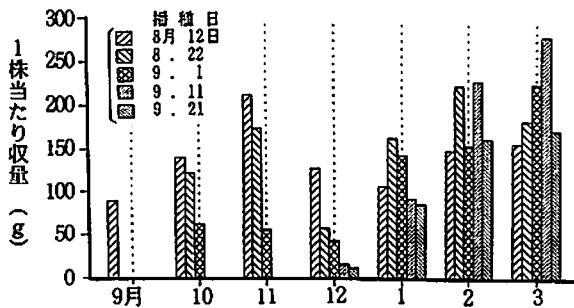
いるが、本試験で時期別収穫本数が各播種期とも1月以降同じ傾向を示したことは、1株当たり収穫本数は気温の影響を受け12~1月の低温期に少なくなるものと考えられる。また、室園ら³⁾が7~11月播種の範囲でブロッコリーの側花らしいの収量は播種期が早い程高まるとしているように、ナバナも同様の傾向となり、播種期が早いほど収穫期が早まり総収量は増加した。しかし、8月播種では育苗期を中心にして立ち枯れ病が発生し生育が不安定で、年明け以降収量の伸びが少なく、3月には1本重が6gと小さくなり、やや株疲れの傾向がうかがえた。1本当たり重量は14gがほぼ標準的な大きさであるが、2月までは各播種期ともほぼこの水準で推移した。3月には花らしいの抽出速度が早まるため1本重が減少すると考えられるが、この時期においても1本当たり8~10gが必要であり、この点については追肥量との関連も考えられ、さらに検討が必要である。

以上の結果から、8月播種は年内の収量を確保するためには有効であるが、十分な病害対策が必要である。年明け以降の収量を得るためには9月上旬播種が最も安定しており、9月下旬播種では年内及び年明けの収量が少なかった。従って、秋から翌春まで安定した収量を確保するためには8月中旬播種と9月上旬播種を組み合わせることが必要と考えられる。

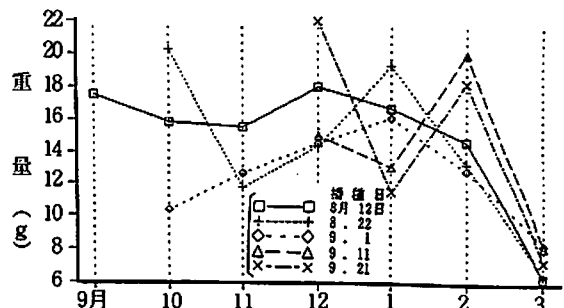
第1表 栽植密度と収量

栽植密度	1株当たり	1本当たり	1株当たり	a 当たり
a 当たり株数	株間	収穫本数	重量	収量
株	cm	本	g	kg
440	30	20.1	13.4	270
380	35	20.3	14.2	288
330	40	21.8	14.3	311
300	45	20.6	14.9	307

注) 1989年10月~1990年1月の収穫物



第1図 ナバナの播種期と時期別収量 (1988年)



第2図 ナバナの1本重の播種期及び時期別変化 (1988年)

2 栽植密度

栽植密度と収量の関係では、1株当たり収穫本数は各区ともほとんど差がなく、1本重は株間が広くなるほどやや増加する傾向がみられた。1株当たり収量は、株間30cmがやや劣った。a当たり収量は栽植密度が高いほど多く、株間30cmまでは頭打ちとならず、さらに密植することにより増収するものと考えられるが、1本重は、さらに小さくなると考えられる（第1表）。PALEVITCH, D.⁵⁾は栽植本数400~1,110/aの範囲でブロッコリーの収量及び花らい重を検討した結果、栽植本数が多いほど花らい重は減少するが、単位面積当たり収量は増加するとしており、ナバナも栽植本数の増加によりさらに増収は図れるが、1本当たり重量が14g以下と小さくなり品質が低下する。1本重を14g程度に揃えるためには、株間は35~40cm位が適当と考えられる。

3 施肥法

a当たり基肥窒素施用量と1株当たり収穫本数の関係は、窒素施用量が多いほど多くなる傾向にあるが、標準の1.8kgをこえるとほぼ頭打ちとなった。1本当たり重量は基肥窒素施用区では10~12月には大きな差はみられなかったが、基肥無窒素区は11~12月に1株当たり収穫本数の減少もあり、1本重は大きかった。1月は基肥窒素の施用量が多いほどやや大きい傾向がうかがえた（第2表）。

10月の収穫初期の生育は基肥窒素施用量が多いほど株の外径が大きかった。増量区では外葉が大きくなり隣接の株を覆う程になった。また、側芽の伸長

第2表 基肥窒素施用量と収量（1988~1989年平均）

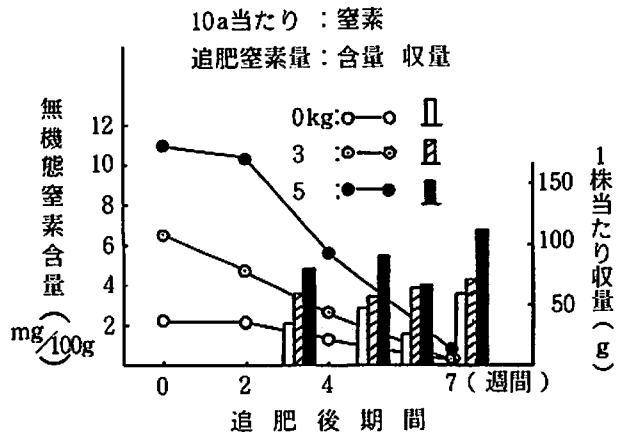
項目	a 当たり 窒素施用量	10月	11	12	1	合計 (平均)
収	0 kg(無窒素)	1.0	0.8	3.4	3.4	8.6
穫	0.9 (減量)	1.0	3.3	5.4	4.3	14.0
本	1.8 (標準)	1.0	6.5	4.0	7.7	19.2
数	2.7 (増量)	1.0	5.0	4.9	8.6	19.5
1 重	0 kg(無窒素)	18.4	16.9	18.6	12.7	(16.1)
本	0.9 (減量)	18.1	10.2	14.8	13.0	(13.4)
重	1.8 (標準)	19.8	9.2	15.2	14.3	(13.3)
当	2.7 (増量)	18.6	9.8	15.1	14.8	(13.8)
た	0 kg(無窒素)	18.4	13.5	63.1	43.3	138.3
り	0.9 (減量)	18.1	33.7	80.0	55.7	187.5
株	1.8 (標準)	19.8	59.8	60.6	115.1	255.3
量	2.7 (増量)	18.6	48.9	74.2	127.1	269.4

量は無窒素区で劣ったが、他は差がみられなかった（データ略）。

基肥減量区では12月頃までは標準区と同程度の収量が得られたが、1月に入ると1株当たり収穫本数が減少し窒素不足による収量の減少が認められた。さらに葉柄部にアントシアンの発現がみられ品質が劣った。

基肥増量区では、12月まで1株当たり収穫本数、1本重とも標準区とほとんど同じ水準で推移し、12月までの収量は標準区と大差はなかった。1月に入ると1株当たり収穫本数の増加により、わずかに増収したが、11月の収穫物が徒長気味となり品質が劣ったことから、標準施用量以上の基肥の増量効果は認められなかった。CUTCLIFFE, J.A.⁶⁾がブロッコリーで検討した結果、a当たり窒素施用量は1.8kgで収量は頭打ちとなったが、ナバナでもほぼ同様の結果であった。

追肥施用量と収量との関係では、1株当たり収穫本数はa当たり窒素施用量が多いほど多くなる傾向がみられた。1本重は0.3kg区ではほぼ十分な大きさ



第3図 追肥施用量と収量及び土壌中の無機態窒素含量の変化（1989年）

第3表 追肥施用量と収量

a 当たり 窒素施用量	1 株当たり 収穫本数	1 本当たり 重量	1 株当たり 重量
kg	本	g	g
0	20.8	8.2	170
0.3	22.1	11.5	254
0.6	31.9	11.0	352

注) 1990年2月の収穫物

となり、0.6kg区とほとんど同じ大きさになった(第3表)。このようなことから、窒素施用量を0.3kg以上に増やせば、1株当たり収穫本数が増加するものと推察された。

追肥施用量と収量の関係は、0.3kg区では追肥後4～5週間でほぼ0kg区と同水準となった。0.6kg区では追肥後7～8週間まで他区より高い収量を示した。土壤中無機態窒素含量は0.3kg区で追肥後約2週間まで、0.6kg区では4～5週間まで5mg/100g乾土以上であった(第3図)。

これらのことから、越冬期の1回当たりの追肥量は0.6kg程度までは多いほど収穫本数が増加した。また、松山ら³⁾はブロッコリーで側花らいの出し前後の窒素施肥が重要であるとしているが、ナバナは側芽の生育ステージが連続的に異なるため、土壌中の無機態窒素含量で常に5mg/100g乾土以上を維持することが必要であると推察された。この範囲内の窒素水準では収穫物の日持ち性にほとんど差は認められなかった。また無窒素区ではアントシアンが発現し葉色の淡色化によって品質が低下した。

以上の結果から、ナバナの施肥については、基肥は1.5～1.8kg/a、追肥は1回当たり0.5～0.6kg/a程度が必要であり、土壤中無機態窒素含量が5mg/100g乾土以下とならないよう留意する必要がある。

なお、本圃場では硝酸態窒素含量5mg/100g乾土は、EC(1:5)で約0.2msと推定された(データ略)。

本報では、ナバナの播種期、栽植密度及び施肥法について明らかにしたが、その他の栽培条件の影響も考えられるので、さらに検討が必要である。

引用文献

- 1) CUTCLIFFE, J.A. (1971): Effects of plant population, nitrogen, and harvest date on yield and maturity of single harvested broccoli. Hort-Science 6, 482-484.
- 2) 松山松夫・国富貞義(1971): イタリアンブロッコリー品種の花らいの分化、発育に対する温度と肥料の感応. 福井農試報告 8, 67-81.
- 3) 室園正敏・近藤雄次(1981): ブロッコリーの特性と栽培に関する研究(第1報)は種期による品種の生育反応について. 福岡県園試研報19, 29-35.
- 4) 野口弥吉(1977): 農学大事典 油料作物 ナタネ. 649-650.
- 5) PALEVITCH, D. (1970): Effects of plant population and pattern on yield of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) in single harvest. Hort-Science 5, 230-231.

Cultivation method of "Nabana" the lateral and terminal bud of rape

(1) The effects of seeding time and plant population and nitrogen application on the yield of "Nabana"

ODAHARA Kouji, Masahiko YANO and Takefumi OGATA

Summary

This study was carried out to clarify of the effects of seeding time, plant population and nitrogen application on the yield of "Nabana". The results obtained were as follows:

- (1) The earlier the seeding time was, the yield of "Nabana" which consists of the number of the terminal bud and the weight per one bud increased. The appearance of disease and insects causing damage to crops was increased in August and seeding time at late September decreased the yield, consequently the optimum seeding term was the early September.
- (2) The adequate plant population was 330~350 hills/a. The number of terminal bud per one hill was almost constant but the weight of a bud became smaller according to multiplying the plant population in the range of 300~440 hills/a.
- (3) Optimum amount of nitrogen was 1.5~1.8kg/a for the basal application, 0.5kg/a for the supplement application. Reduction of the basal application decreased the yield in the cold term, in the case of increase, it had little response for increasing the yield in the term from November to December but it increased the yield a little in January. According to the increase of supplement application, the yield had increased.

野菜栽培におけるセル成型苗の利用

第1報 セル成型トレイにおける発芽温度と育苗日数

柴戸靖志・山本幸彦・豆塚茂実
(園芸研究所野菜花き部)

野菜栽培において、育苗を分離した作付方式を確立し生産のシステム化を図ることを目的に、新しい育苗方法であるセル成型苗の発芽温度及び育苗日数について検討した。

セル成型トレイを利用することにより苗1本に使用する用土の量は、従来の6cmポリポットに比べ約10分の1に削減することができ作業性が向上した。また、セル成型トレイに播種後、温度処理を行うことにより発芽を揃えることができたが、発芽の適温は品目により異なり、いくつかのタイプに分類することができた。チンゲンサイ、ハクサイ、べんり菜及びスイートコーンは、発芽温度が17.5℃以上では発芽は良く揃ったが、10℃以下では発芽は抑制された。リーフレタスやサラダナは発芽温度が15℃以下で発芽は抑制された。育苗期間は、セル数162及び200のトレイでは育苗日数が30日間の苗はセル内に根がまわり定植後の生育が悪く、10日間や15日間の苗は根鉢の形成が不十分であった。リーフレタス、チンゲンサイ及びべんり菜は、セル数162及び200のトレイでは、育苗日数は25日前後が適当であった。

[Keywords : vegetable cultivation, raising seedling, cell-tray, germination temperature, raising seedlings days]

緒 言

近年、農業は、農産物の自由化や就農人口の減少及び農業従事者の高齢化など、多くの問題を抱え生産構造の変革が叫ばれている。このような中で、規模拡大による生産性の向上や低コスト化は重要な課題になると思われる。

現在、野菜生産は、農家が育苗から生産、収穫調整まで一貫した作業を行っているが、間引きや収穫調整に多くの労力を必要とするために、省力的な栽培技術の確立が困難であり、規模拡大や輪作体系の改善による収益性の向上を妨げている。また、野菜生産は天候の影響や病害虫の被害による収量や品質の変動が大きく、経営の安定を妨げている。高辻⁹⁾は、これらの問題に対応するために「農業の第四の選択」として完全に環境を制御し、自然の気象変化の影響をまったく受けない植物工場を提唱しているが、設備投資や維持経費に多額の資金を要するために、実用的生産場面への導入は行われにくい。しかし、今後はこのような企業の野菜生産システムの構築は、早急に対応すべき課題と思われる。

野菜生産においても、育苗を分離することにより分業化を図り、労力の競合を避けて効率的な作付体系を組むとともに、セル成型トレイを用いて、病害虫にかからない健苗を計画的に生産することにより、

作業体系を改善することができるものと思われる。

そこで本報告では、育苗を分離した作付体系を確立し、野菜生産のシステム化を図ることを目的に、セル成型トレイを用いた育苗方法について検討したので、その結果について報告する。

試 験 方 法

1 セル成型トレイを用いた品目毎の発芽温度温
供試品目として、チンゲンサイ(青帝)、ハクサイ(健春)、ホウレンソウ(ソロモン)、べんり菜、ネギ(小春)、リーフレタス(レッドファイアー)、サラダナ(岡山サラダ菜)、スイートコーン(ピーターコーン)及びシュンギク(株張り中葉新菊)を用いた。1990年2月17日に、セル成型トレイ1セル当たり1粒づつ播種し、覆土、灌水後、直ちに温度処理を行った。床土には、有機質を主体にした野菜育苗専用培土を用い、温度処理は、5℃から22.5℃まで2.5℃間隔の恒温暗黒条件下で行い、播種2日後から7日後まで毎日発芽数を調査した。但し、ホウレンソウは発芽処理前に16時間、水による浸種を行った後、播種した。

2 セル成型トレイを用いた育苗日数

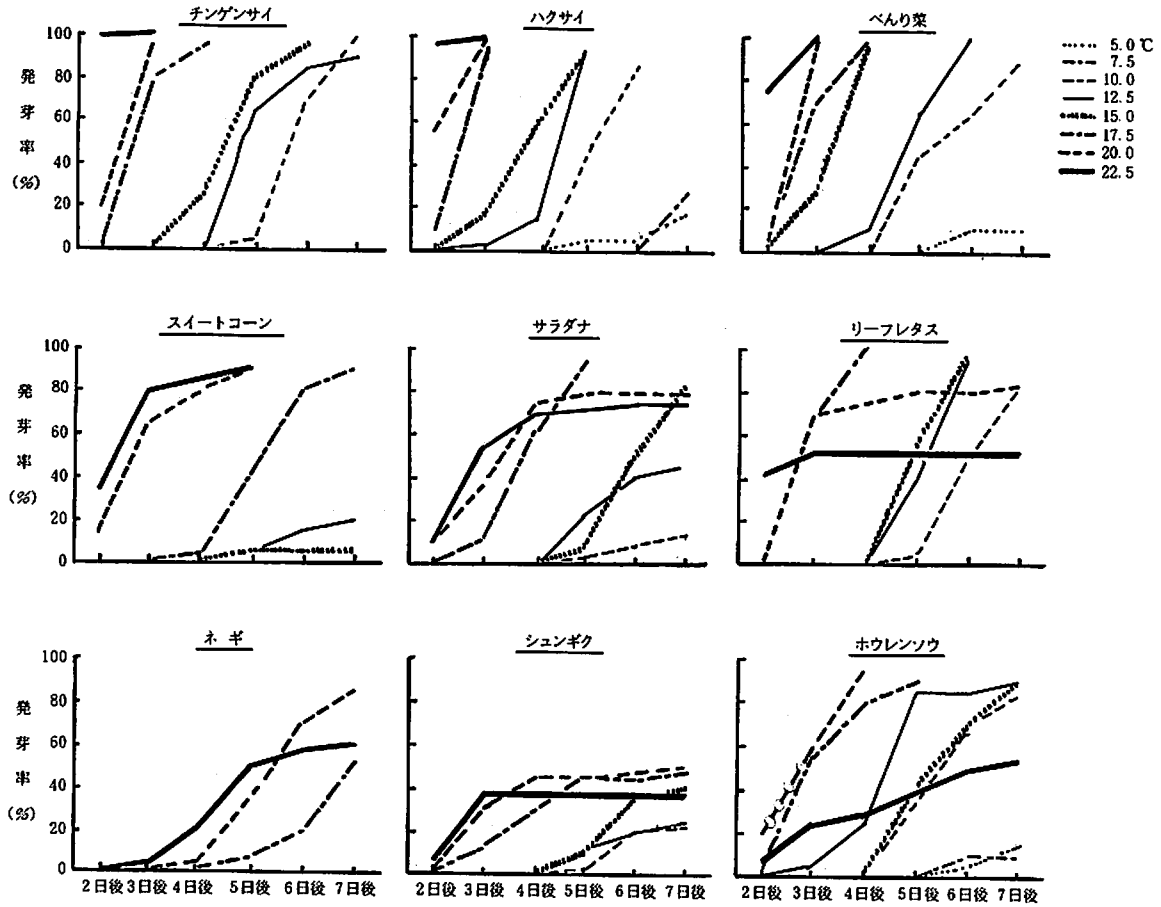
供試品目は、チンゲンサイ(青帝)、べんり菜、ハクサイ(健春)及びリーフレタス(レッドファイアー)を用い、セル数162及び200のトレイを用い

1989年9月13日(育苗日数30日間), 9月18日(同25日間), 9月23日(同20日間), 9月28日(同15日間)及び10月3日(同10日間)に播種を行い, 10月13日に定植して, チンゲンサイやべんり菜は11月7日, リーフレタスは11月27日及びハクサイは翌年2月5日に収穫した。10a当たりの栽植密度は, チンゲンサイが13,333株, べんり菜は26,667株, リーフレタス及びハクサイは5,926株とした。

結果及び考察

1 セル成型トレイを用いた品目毎の発芽温度
 発芽温度については, ペトリ皿上の発芽と覆土後の処理とでは発芽率が異なるため, セル成型トレイを用いた品目毎の発芽温度について検討した。チンゲンサイ, ハクサイ, べんり菜及びスイートコーンは, 発芽温度が5℃から22.5℃の範囲では処理温度が高いほど発芽は早く揃いが良くなった。ハクサイとチンゲンサイは, 17.5℃以上では発芽率が90%以上を

示した日数は発芽後3~4日であったが, 10~15℃では5~6日を要し, 2日間の差がみられた。ハクサイは5℃及び7.5℃でもわずかに発芽したが, チンゲンサイでは発芽は認められなかった。これらに対し, スイートコーンはやや高い温度を必要とし10℃以下では発芽は認められなかった。べんり菜は低温域でも発芽率が良く, 5℃でも7日後には10%発芽した。サラダナとリーフレタスは, 17.5℃で, それぞれ5日後及び4日後には100%発芽したが, 20℃及び22.5℃では最終的な発芽率が, サラダナが80%, リーフレタスでは20℃が80%及び22.5℃が50%前後と低く, また, 15℃以下の温度では著しく発芽が遅れ, 明らかな温度差が認められた。ネギは, 20℃で7日後に約80%, 22.5℃で7日後に60%, 17.5℃では50%程度で, 15℃以下では発芽は認められなかった。シュンギクは, 他品目に比べ発芽率が低く, 20℃の発芽率50%が最高であった。ハウレンソウは, 20℃及び17.5℃で4日後に80%以上発芽したが,



第1図 セル成型トレイにおける発芽温度と発芽率の変化

22.5℃及び15℃以下では30%以下と低かった。

2 セル成型トレイにおける育苗日数

セル成型トレイを用いた場合の育苗日数が、定植時の苗及び収穫物に及ぼす影響について検討した。セル成型トレイを用いた場合の用土量は、セル数200のトレイ（以降トレイ2とする）を用いたものは1トレイ当たり1,184g必要であった。6cmポリポットは同一用土で60gの用土を要し、苗1本に使用する用土の量は6cmポリポットに比べ約10分の1であった（第1表）。

第1表 セル成型トレイとポリポットの用土量

育苗容器	セル成型トレイ		1トレイ及び1ポット	ポリポット
	大きさ	セル数	当たりの用土量	対比用土量
トレイ1	2.6×3.5cm	162	1.416g	0.15
トレイ2	2.2×3.5cm	200	1,184g	0.10
ポリポット	直径6cm		60g	1.00

①トレイ1は上面2.6平方cm、深さ3.5cmの四角鉢
②トレイ2は上面2.2平方cm、深さ3.5cmの四角鉢

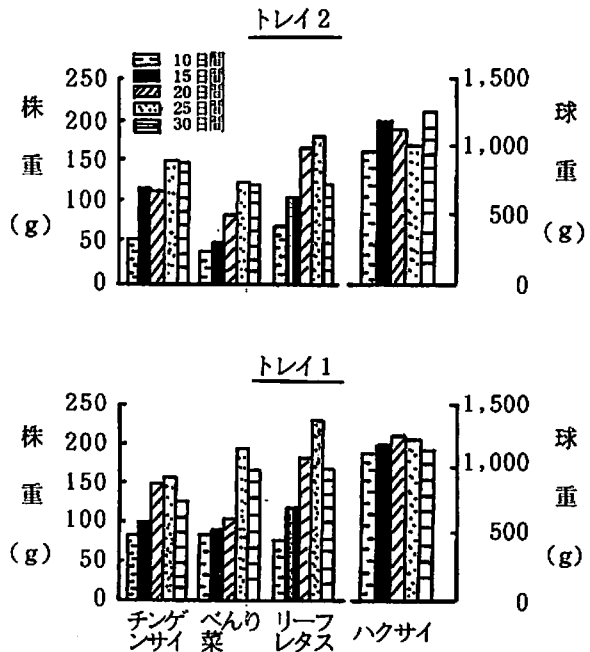
定植時の苗の大きさは、チンゲンサイ、ハクサイ及びトレイ2を用いたべんり菜は、育苗日数が長くなるほど苗も大きくなったが、リーフレタスやセル数162のトレイ（以降トレイ1とする）を用いたべんり菜は、育苗日数が25日間の苗が最も大きく、30日間の苗は落葉するなど老化が認められた（第2表）。各品目とも育苗日数が30日間ではセル内に根が回り、10日間及び15日間では根鉢の形成が不十分であった。また、収穫時の株重は、育苗日数が25日間の苗を用いたものが最も重かったが、ハクサイについては一定の傾向は認められなかった（第2図）。

以上のように、セル成型トレイに播種後、トレイのまま温度処理を行うことができ、品目別の22.5℃以下の発芽傾向を明らかにした。また、セル成型トレイを用いることにより、用土を軽減できたが、セルの大きさにより苗の大きさや収量が異なった。

発芽温度について、大量育苗を前提としたセル成型トレイによる育苗では、発芽率の低下はネギのように1セルに数本の苗を仕立てるものは、播種数を増すことにより欠株を少なくすることができるが、1セルに1本の苗を仕立てるものでは、発芽率の向上が大きな課題になるものと考えられる。催芽処理を必要とするホウレンソウでは、播種時の傷みや播種の均一性に問題があるため、化学的及び物理的に発芽を抑制する種皮を除去する方法について報告が

第2表 育苗日数と苗の草丈及び葉数

品目	育苗日数	トレイ1		トレイ2	
		草丈	葉数	草丈	葉数
リーフレタス	10	1.3	0.4	1.1	0.5
	15	6.0	1.6	5.3	1.6
	20	8.8	3.2	9.0	3.0
	25	11.1	3.4	11.9	3.6
	30	8.5	3.2	7.2	3.0
ハクサイ	10	2.6	1.3	2.4	1.2
	15	7.5	2.5	8.6	2.7
	20	9.8	3.9	10.1	4.0
	25	11.5	4.9	10.1	4.5
	30	11.5	5.6	10.2	4.8
チンゲンサイ	10	3.6	1.1	3.1	0.8
	15	8.9	2.2	8.1	2.1
	20	10.0	2.9	8.7	3.0
	25	11.3	3.8	9.9	3.9
	30	11.9	3.4	12.0	4.0
べんり菜	10	3.0	0.3	2.7	0.3
	15	7.6	2.1	6.2	1.9
	20	8.9	2.8	9.5	2.7
	25	13.8	4.1	13.3	4.0
	30	11.9	4.0	14.8	4.6



第2図 育苗日数と収穫株の大きさ

みられる^{2,3)}が、収穫株率が低下するため、収穫株率の向上について検討する必要がある。

育苗日数について、矢田⁴⁾はソイルブロックを利用した葉菜類で本葉が5葉の健苗を育成するには、5cm平方以上の地上空間が必要であると報告し、また高橋⁵⁾はペーパーポット育苗において定植時にポットを外し定植する方が付けたままの場合より、その後の生育が良いことを報告している。セル成型トレイにおける苗1本当たりの地上空間は、トレイ1が2.6cm平方及びトレイ2が2.2cm平方であり、育苗日数が30日間ではリーフレタスやチンゲンサイは落葉など苗の老化が認められ、べんり菜では、苗の老化は認められないが、収穫時の株重が減少するために、育苗日数は25日前後の4葉苗が適当であると考えられる。

セル成型トレイを用いた育苗方法は、用土の軽減による作業性の向上や、播種後、各々の品目に応じた温度で発芽を揃えることができ、また、育苗日数が25日前後と短いために、育苗時の施設の利用回数を増やし、計画的な大量育苗ができるものと思われる。

セル成型トレイを利用した育苗体系では、土詰めや播種など機械化が可能であり¹⁾、効率的な作業体

系が組めるものと思われるが、今後、これらの苗を利用した作付体系の改善についても検討する必要がある。

引用文献

- 1) 安藤敏夫 (1988) : アメリカ合衆国のプラグ苗生産について②, 農耕と園芸43(6), 171~173.
- 2) 神奈川県農総研葉根菜科 (1986) : 施設を利用した良質軟弱野菜の周年・連続生産方式の組立, 昭和60年度野菜試験研究成績概要集 関東・東海 (I), 神奈川県 29.
- 3) 滋賀農試栽培部 (1988) : ホウレンソウの生産安定試験, 昭和62年度野菜試験研究成績概要集 近畿・中国 (I), 滋賀県 7.
- 4) 高橋富雄 (1979) : ハクサイの機械化栽培におけるペーパーポット育苗, 富山農試砥波園研報 15, 1~6.
- 5) 高辻正基 (1987) : 植物工場—農業の第四の選択, 農及園62(2), 243~246.
- 6) 矢田貞美 (1981) : ソイルブロック育苗におけるソイルブロックの大きさと苗質について, 広島県農試報告44, 81~88.

Improvement of vegetable cultivation by raising seedling with cell-tray (1) Germination temperature and raising seedling days with cell-tray

SHIBATO Yasushi, Yukihiro YAMAMOTO and Shigemi MAMETUKA

Summary

This investigation was carried out to find effects of germination temperature and raising seedling days with cell-tray for some species of crops.

The results obtained were summarized as follows:

- (1) Raising seedling with cell-tray progressed for the quantity of the soil could be reduced by twenty percent at a nursery plant with 6cm pot.
- (2) Using crops could be classified into some types. In case of 8 different temperatures between 5.0 and 22.5°C, the higher it was, the better seeds of brassica had germination.
- (3) In root spread and top at replanting and growth and development after planting, it was good that nursery plants were raised for 25 days.

野菜栽培におけるセル成型苗の利用

第2報 隔離床における作付回数

柴戸靖志・山本幸彦・豆塚茂実
(園芸研究所野菜花き部)

野菜栽培において、効率的な作業体系や生産性の高い作付体系の確立は野菜の安定生産を図るうえで重要な課題である。本報告では、育苗を分離した効率的な栽培技術の確立を目的に、セル成型苗を利用した連作及び輪作の作付回数について検討した。

連作栽培では、7月から翌年3月までの9カ月間に、チンゲンサイは本圃に播種する慣行作付が6回の作付に対し、移植作付では8回の作付を行うことができた。同様に、ホウレンソウは慣行作付が5作に対し、移植作付は6作、べんり菜は慣行作付が7作に対し、移植作付は11作、シュンギクは慣行作付が5作に対し、移植作付は7作であった。ネギは慣行作付が4作に対し、移植作付は5作作付できた。

輪作栽培では、チンゲンサイ、べんり菜、ホウレンソウを用い、6月下旬から翌年3月までの約9カ月間に、慣行作付が7作作付したのに対し、移植作付は10作作付できた。さらに、マルチ被覆区では、慣行作付が8作に対し、移植作付が11作で3作多く輪作することができた。マルチ被覆区は夏期にアルミ蒸着マルチフィルムを、冬期に赤外線マルチフィルムを使用することにより、生育が早くなり、収穫回数が増加した。

[Keywords : vegetable cultivation, transplanting, cell-tray, cropping times]

結 言

野菜生産において、生産過程をシステム化した作付体系の確立は計画生産の上で極めて重要である。

セル成型トレイを利用した移植栽培では、生産過程の中で育苗を分離することで、育苗期と定植後の栽培管理における労力の競合を回避して、効率的な作業体系を組むことができるものと思われる。また、育苗を分離し集約的に行うことにより、病虫害のない、健全な苗を計画的に供給することが可能であり、計画的な安定生産を目指す作付体系の改善に大きな役割を果たすものと考えられる。

前報で、セル成型トレイを用い計画的な、揃いのよい健苗の育成を目的に、播種後の発芽温度や育苗日数について検討したが、本報では、これらの結果をもとに、セル成型苗の利用による、野菜の連作及び輪作回数について検討したので、その結果について報告する。

試 験 方 法

1 セル成型苗の品目別適応性と作付回数

供試品目としてチンゲンサイ、べんり菜、ホウレンソウ、シュンギク及びネギを用い、試験区は第1表のとおり、前作の収穫直後にセル成型トレイで育成した苗を定植する移植作付区と、収穫後に播種を

行う慣行作付区を設け、1989年6月22日から試験を実施した。セル成型苗は、セル数200のトレイを使用して育苗し、栽培方法は、無加温ガラス室内で隔離床に定植した。10a当たりの栽植密度は、チンゲンサイが13,333株、ホウレンソウ及びべんり菜が26,667株、ネギが250,000株とした。施肥量は、基肥として10a当たり窒素を25kg、リン酸を37kg、カリを25kg施用し、その後、追肥は2作毎に各成分を10a当たり8kg施用した。

2 セル成型苗利用による輪作栽培の作付回数
供試品目としてチンゲンサイ、べんり菜、ホウレンソウを用い、第2表のとおり試験区を設定し、1989年6月26日から試験を実施した。なお、栽培管理は試験1と同様に行った。

結 果 及 び 考 察

1 セル成型苗の品目別適応性と作付回数

移植作付区における定植時の苗の大きさは、チンゲンサイ、べんり菜及びホウレンソウは本葉が約3枚、シュンギクは約6枚で、ネギは草丈約7cmの苗であった。

チンゲンサイは7月から翌年3月までの9ヶ月間に、慣行作付区が6回作付できたのに対し移植作付区は8回作付を行うことができた。同様に、ホウレンソウは慣行作付区が5作に対し、移植作付区は6

第1表 試験区の構成

試験区	作成方式	備考
1	慣行作付	前作収穫後に後作を播種
2	移植作付	前作収穫後にセル成型苗を定植

第2表 試験区の構成

試験区	被覆処理	作成方式
1	無処理	慣行作付
2	〃	移植作付
3	マルチ被覆	慣行作付
4	〃	移植作付

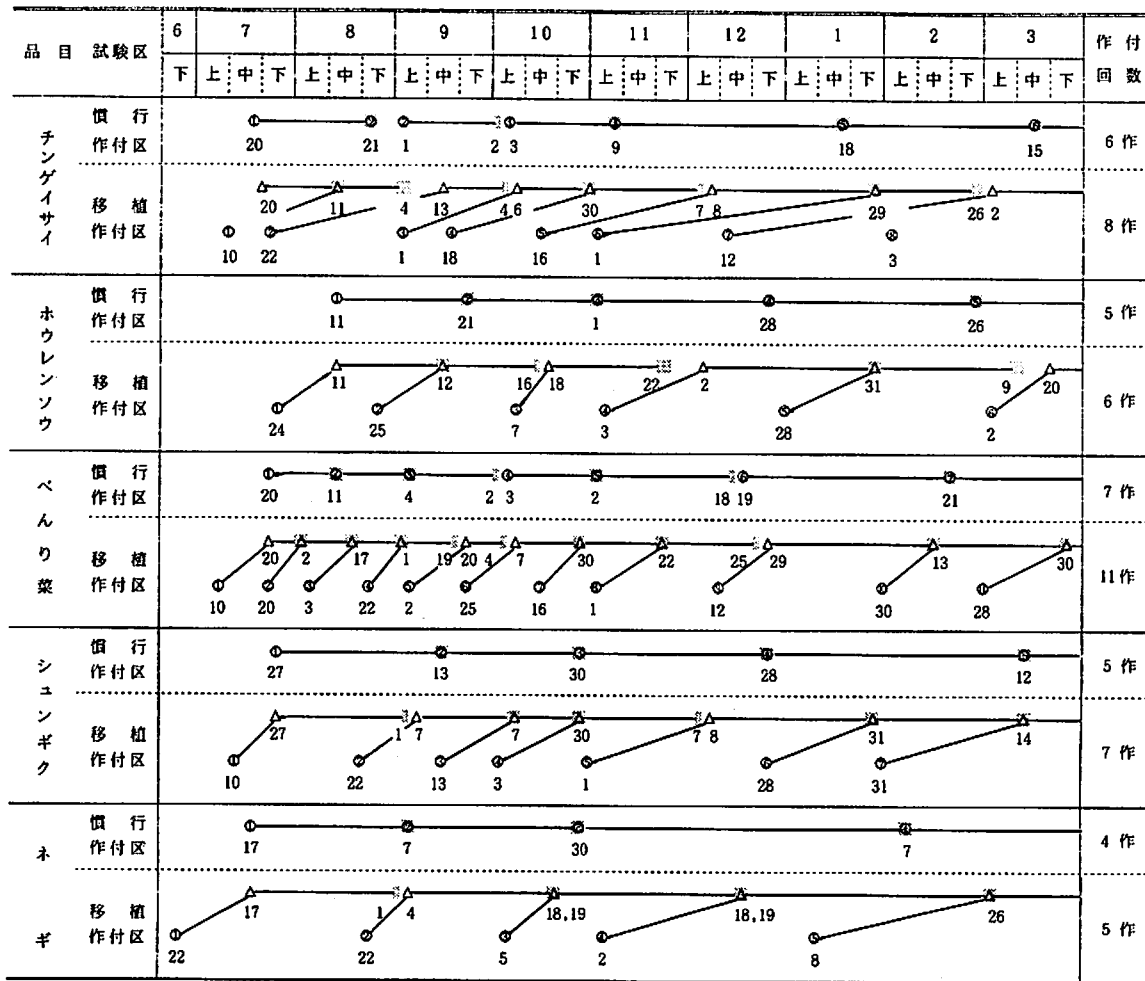
注) *: 6月下旬~9月中旬: アルミ蒸着マルチフィルム
9月下旬~3月: 赤外線マルチフィルム

作, べんり菜は慣行作付区が7作に対し移植作付区は11作, シュンギクは慣行作付区が5作に対し移植作付区は7作で, ネギは慣行作付が4作に対し移植作付は5作であった(第1図)。

9カ月間の10a当たりの収量は, チンゲンサイでは慣行作付区が6.5tに対し, 移植作付区は9.6tであった。同様に, ホウレンソウは慣行作付区が4.6tに対し, 移植作付区は6.9t, べんり菜は慣行作付区が5.9tに対し, 移植作付区は10.0t, シュンギクは慣行作付区が3.2tに対し, 移植作付区は5.3tで, ネギは慣行作付区が4.1tに対し, 移植作付区は4.6tであった(第3表)。

2 セル成型苗利用による輪作栽培の作付回数

移植作付区における定植時の苗の大きさは, チンゲンサイ, べんり菜及びホウレンソウとも本葉3枚前後であった。



注) x: 虫害により播直し

○... 播種 Δ... 定植 □... 収穫

第1図 セル成型苗利用による連作栽培

第3表 連作栽培における収量の比較

品 目	慣行作付区		移植作付区	
	作付回数	収量* t/10a	作付回数	収量* t/10a
チンゲンサイ	6	6.5	8	9.6
ホウレンソウ	5	4.6	6	6.9
べ ん り 菜	7	5.9	10	10.0
シュンギク	5	3.2	7	5.3
ネ ギ	4	4.1	5	4.6

注) *：収量は累計

第4表 輪作栽培における収量の比較

試 験 区	慣行作付区		移植作付区	
	作付回数	収量* t/10a	作付回数	収量* t/10a
マルチ被覆**	8	7.2	11	11.5
無 処 理	7	6.0	10	8.3

① *：収量は累計

② **：6月～9月中旬，4月～6月：アルミ蒸着マルチフィルム
9月下旬～3月：赤外線マルチフィルム

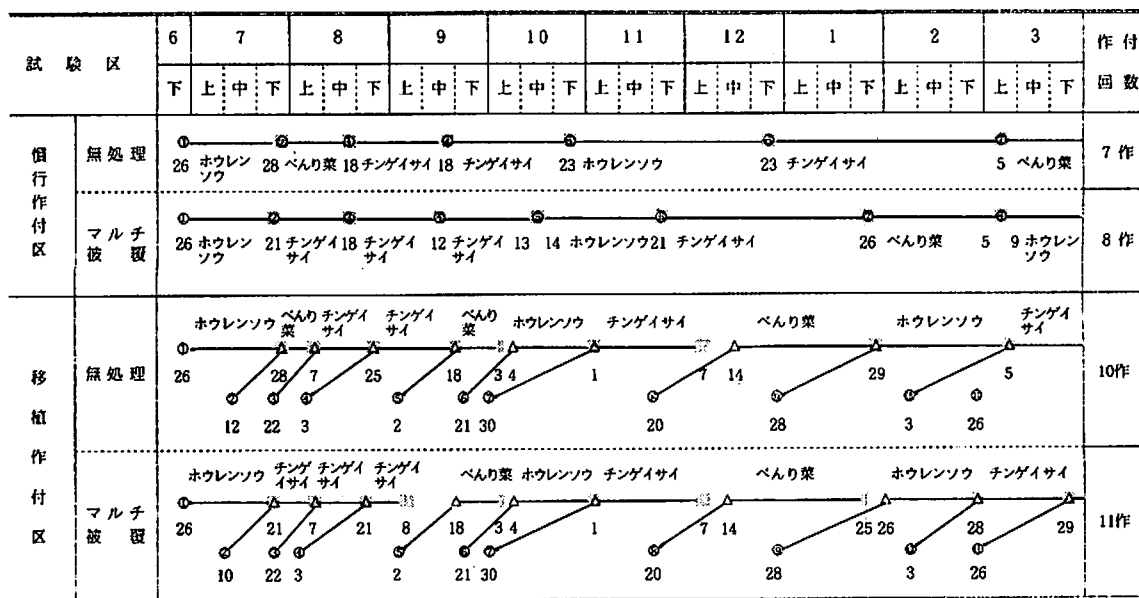
無被覆の慣行作付区は，6月下旬から翌年3月までの約9カ月間に7作作付したのに対し，移植作付区は10作作付することができた。さらに，マルチ被覆処理の慣行作付区は8作に対し，移植作付区が11作で3作多く作付することができた（第2図）。

9カ月間の10a当たりの収量は，慣行作付区の無処理が6.0tに対し，マルチ被覆処理は7.2t，さらに，移植作付区の無処理が8.3tに対し，マルチ被覆処理は11.5tであった（第4表）。

マルチ被覆処理は夏期にアルミ蒸着マルチフィルムを使用することにより地温が2℃低下して，1作目のホウレンソウは1週間早く収穫することができた。冬期は赤外線マルチフィルムを使用することにより，移植作付区8作目のべんり菜は4日早く収穫することができた。

以上のように，セル成型苗を利用して育苗を分離することにより，野菜の連作及び輪作の作付回数を増加させることが可能になった。

育苗を分離した作付体系の改善について高野ら⁸⁾は，ホウレンソウでソイルブロックを利用して作付回数増加の可能性を示唆しているが，その後，報告はされていない。チンゲンサイでは，ビニルハウスで育苗を分離した作付体系による周年栽培が行われており，年間10作の作付例もみられる。しかし，この育苗方法は，畝を設けての散播であり，移植時に



○…播種 △…定植 ●…収穫

第2図 セル成型苗利用による輪作栽培

根を痛めやすく活着が遅れる傾向が指摘されている。セル成型苗は、セル内に根が納まるために苗どりの際、根の傷みはほとんどなく、しかも、植穴に挿し込んで定植するため、定植作業が容易であり活着もよい。また、第1報で報告²⁾したようにセル成型トレイは、苗1本に要する用土の量が少なく、軽量であるために作業性が向上する。さらに、25日間前後の育苗日数で、計画的な健苗育成が可能であり、気象変化による生育や収量の変動が少なく計画的な野菜生産を行うことができる。さらに、育苗を分離して施設の回転を高めることにより、収益性の向上が可能になると思われる。豆塚³⁾は、チンゲンサイ、シュンギク、カブ及びラディッシュ等を用い、トンネル栽培において炭酸ガス施用を行い、生育の促進や増収効果を報告したが、本報告においても、マルチフィルムを使用することにより生育を促進して収量が増加している。高辻⁴⁾は植物工場を提唱し、光や温度及び炭酸ガス濃度など完全に制御された室内で栽培を行い、生育期間の短縮による収穫回数の増加について報告しているが、完全制御型の施設では多くの経費を必要とするため、実用的生産場面への導入は行われ難い。セル成型トレイを用い、簡易な施設を利用して育苗を分離することにより、育苗から生産まで一貫した生産のシステム化が可能になり、経営の改善に役立つものと思われる。

作付回数の増加に伴い、土壌の劣化や連作障害など問題が提起されているが、輪作においても収穫時の残査が生育阻害をもたらす例が報告⁵⁾されている。今後、高度な連作や輪作に伴う土壌管理技術の確立とともに、輪作における作目の組み合わせや混作による共栄作用などについても検討し、より効率的で高度な作付体系の改善を図る必要がある。

引用文献

- 1) 豆塚茂実・山本幸彦・柴戸靖志・馬場紀子(1989):野菜栽培におけるプラグ苗の利用と炭酸ガスの施用効果. 園芸学会九州支部第29回大会研究発表要旨, 36.
- 2) 柴戸靖志・山本幸彦・豆塚茂実(1990):野菜栽培におけるセル成型苗の利用(第1報)セル成型トレイにおける発芽温度と育苗日数. 福岡農総試研報B-10, ~.
- 3) 高野 浩・石津文人・神田正治(1984):ソイルブロック利用によるハウレンソウの在圃期間短縮. 昭和59年度野菜試験研究成績概要集 近畿・中国(II). 島根県 28.
- 4) 高辻正基(1987):植物工場—農業の第4の選択. 農業及び園芸62(2), 243~246.
- 5) 土屋一成(1990):野菜作におけるアレロパシーの諸問題. 農業及び園芸65(1), 9~16.

Improvement of vegetable cultivation by raising seedling with cell-tray (2) Cropping times with isolation bed

SHIBATO Yasushi, Yukihiro YAMAMOTO and Shigemi MAMETUKA

Summary

This investigation was carried out to find effects of cropping times with isolation bed and cell-tray.

The results obtained were summarized as follows:

- (1) In case of continuous cropping, cropping times in some crops were increased effectively.
- (2) So were cropping times in case of crop rotation. Furthermore, it was increased with mulching. It could increase cropping times and raise yielding ability with cell-tray. It is possible of systematizing during growth and development by separating raising seedling from vegetable cultivation with cell-tray and it is helpful for the betterment of agricultural running with it.

春どりダイコンの空洞症発生防止対策の確立

第1報 ダイコンの生育ステージと空洞症発生

山本幸彦・室園正敏・豆塚茂実
(園芸研究所野菜花き部)

春どりダイコンの空洞症発生要因を解明するため、播種期及び3ヶ年の12月播き栽培における空洞症の発生程度の差異について検討し、空洞症の発生するダイコンの生育ステージについて明らかにした。

1 空洞症はダイコンの根部中央に不整形の空洞が生じ、生育とともに空洞が大きくなる場合と、逆に小さくなる場合が見られた。

2 10月から2月まで播種期をかえて栽培すると、空洞症は、11月播きで最も高い発生株率を示し、次に10月播きが多かった。12月播きでは、生育とともに発生株率が減少し、収穫期には空洞は認められなかった。

1, 2月播きでは、空洞症の発生は少なかった。

3 12月播きでは、1月下旬から空洞が発生し始め、2月下旬に発生株率が高くなり、100%発生した年と、2月以降発生株率が減少して、空洞部の長さも短くなる年が見られた。

4 空洞症が多く発生した播種期や年次では、空洞症は根径が1~2cm、根重が約20gの頃から発生し始め、根径が3~4cm、根重が50~150gの頃発生が急増して、その後、抽根や抽苔が始まるとともに、根部が急速に肥大して空洞部が拡大した。

[Keywords: radish, spring cropping, hollow roots, growing stage, seedling time]

緒言

春どりダイコンは、トンネルやハウスを利用して10月から3月にかけて播種し、翌年の1月から6月までに収穫する作型である。本県では、1975年頃から、筑後川流域の沖積土壌地帯や筑豊地域の洪積土壌地帯に産地形成がみられ、現在は、青首ダイコンが栽培されている。春どりダイコンの作型の中で、特に、11月及び12月播きの3月~4月どり栽培は、空洞症の発生が多く、最も生産が不安定な作型であるために、晩抽性で空洞症が少なく、低温肥大性の優れる品種の選定が望まれている。

1985年産の春どりダイコンで空洞症が多発し、調査を行った結果、空洞症の発生は播種時期では11月及び12月播きに多く、保温方法では大型トンネルと小型トンネルの二重被覆栽培が小型トンネル栽培よりも発生が多い傾向にあり、さらに、品種間に差があることが認められた。そこで、空洞症の発生要因を解明するために、1986年から4年間、12月播きを中心にダイコンの生育ステージと空洞症の発生について検討した。

試験方法

試験1 12月播き栽培における空洞症の発生

供試品種として‘耐病総太り’を用い、1986年は12月2日に、1987年は12月5日、1988年は12月10日に播種を行い、マルチ栽培とした。播種後、直ちに小型トンネル(間口1.2m)にビニール被覆を行い、1月中旬まではトンネルを密閉し、その後晴天のみ換気を行い、ビニールは3月中旬に除去した。調査は、ダイコンの生育ステージと空洞症の発生状況について1月20日から収穫期の4月上旬まで約2週間毎に6回行った。空洞症の発生については、1回の調査に10個体を供試し、1986年と1987年は根長方向に1~4cmの厚さに切断してその切口を、1988年は根部を縦に二等分して調査を行った。肥料は10a当たり窒素、りん酸、カリを各20kg施用し、栽植密度はうね幅150cm、株間30cmの3条植えとして10a当たり6,667株で試験を行った。

試験2 播種期及び栽培方法と空洞症の発生

第1表 播種期と栽培方法

試験区	播種期	保温方法	ビニール被覆期間	換気開始期
1	1989年10月11日	なし	—	—
2	11月10日	小型トンネル	12月16日~2月16日	—
3	12月13日	大型トンネル	12月13日~3月22日	1月25日
4	1990年1月10日	大型トンネル	1月10日~4月2日	2月24日
5	2月10日	小型トンネル	2月10日~3月26日	—

‘耐病総太り’を供試して、第1表のように播種期及び栽培方法を設定し、ダイコンの生育及び空洞症の発生について、試験1と同様な方法で調査を行った。

結果及び考察

試験1 12月播き栽培における空洞症の発生

(1) 空洞の形態と発生時期

1986年は播種後14日目の12月16日に、第1図に示すように、胚軸及び根部の横断面に、中心部の両側に1対の空洞が認められたが、播種後30日目以降は認められなかった。播種後45日目には、第2図に示すように、根部の横断面の中央に不整形の空洞が見られ、その後その長さは拡大して、播種後110日目の収穫期まで観察された。

第1図のような収穫適期を過ぎたものに見られる根部全体が白く不規則な空洞はス入りとし、本研究では、第2図に見られるような症状を空洞症とした。

(2) 空洞症の発生時期と発生株率

空洞症は、3か年とも1月下旬から2月上旬にかけて発生し始め、発生株率は第2表のように2月下旬以降高くなり、1987年は50~66%、1988年は90%以上と高い発生率を示した。1989年は3月上旬に70%発生したが、3月下旬以降は40%に減少した。

(3) 空洞症発生時期の根径及び根重

根径は、第3表のように、1月下旬に約1cm、2月上旬は約2cmであったが、空洞症の発生株率が高くなった2月下旬は3~4cm程度となり、さらに、3月上旬は4~5cm、3月下旬は5~6cm、4月上旬は6~7cmとなり収穫期に達した。

根重は、1月下旬に1~3gで、2月上旬は20~30gであったが、空洞症が多く見られた2月下旬は70~150gとなり、根重の急速な増加が認められた。

(4) 抽根及び苔長

抽根は、第3表及び第3図のように、3か年とも3月上旬から4月上旬にかけて見られた。また、苔の伸長は、3月上旬に始まり、収穫期の4月上旬には苔長が、1987年は47cm、1988年は39cm、1989年は106cmに達し、年により差異が見られた。花芽は、1989年2月上旬には、第1花はがく片形成期となっており、1月に花芽分化が行われたものと思われる。

(5) 空洞症の発生部位

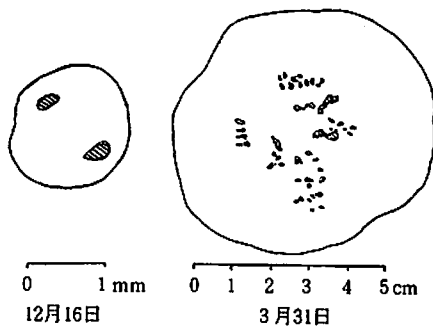
空洞の発生する部位は、第3図に見られるように首部から3~13cmのところから始まり、空洞の長さは、1987年の2月下旬と3月下旬には約12cmと長かったが、3月上旬は約8cm、4月上旬は約10cmであった。1988年は3月上旬に約6cmであったが、4月上旬には約16cmとなり、1989年は3月上旬に5.1cmと最も長く、4月上旬には2.7cmと短くなり、年により生育時期毎の発生程度に差が見られた。

以上のように、春どりダイコンに発生する空洞症は、‘耐病総太り’を用いた小型トンネル栽培では、年により発生程度に差異は認められるが、発生の多い年は、空洞の部位が長く、発生の少ない年は、空洞の部位が短くて、収穫期には空洞部の大きさが小さくなる傾向が認められた。また、12月上旬播きのダイコンの生育過程は、1月に花芽分化して、3月上旬頃から苔の伸長や抽根が始まり、空洞症は、根径3~4cm、根重70~150gの頃から発生率が高くなるのが明らかになった。

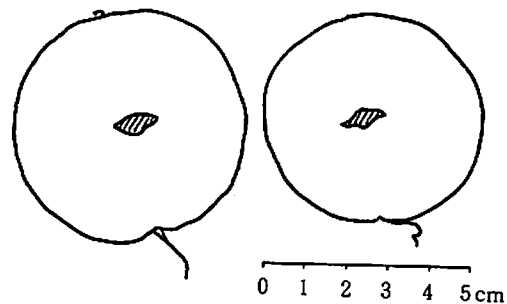
試験2 播種期及び栽培方法と空洞症発生

(1) 播種期と空洞症の発生株率

空洞症の発生は、10月から2月までのすべての播種期で認められた。第4表に示すように発生株率の最も高い11月播きは播種後52日目に10%、66日目以降は45~95%と高い発生率を示した。10月播きでは、播種後52日目に44%の株に空洞症が確認され、66日目以降は35~40%と比較的高い発生率を示した。12



第1図 ダイコンに発生する空洞の形態

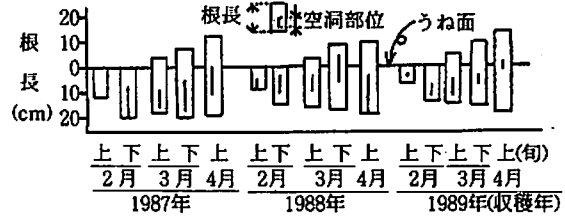


第2図 空洞症発生部の根部横断面

第2表 生育時期と空洞症発生株率

収穫年	1月		2月		3月		4月
	上旬	下旬	上旬	下旬	上旬	下旬	上旬
1987年	0	20	0	66	50	50	60
1988年	-	30	80	100	100	100	90
1989年	-	0	10	30	70	40	40

注) 調査無し(以下同じ)



第3図 抽根長と空洞発生部位

第3表 生育時期と根径、根重及び苔長

収穫年	根径						根重						苔長	
	1月 下旬	2月 上旬 下旬		3月 上旬 下旬		4月 下旬	1月 下旬	2月 上旬 下旬		3月 上旬 下旬		4月 下旬	3月 上旬	4月 上旬
1987年	1.3	2.5	4.5	5.0	5.5	7.4	-	42	154	271	394	771	3.3	47
1988年	0.9	1.9	3.0	4.4	5.5	6.4	3	23	67	174	381	563	0	39
1989年	-	-	3.7	4.6	6.1	7.6	1	14	92	198	485	880	9.1	106

月播きは、播種後52日目に25%の株に発生し、66日目に降しだいに減少して、111日目の収穫期には空洞症の発生は認められなかった。1月播きは、播種後66日目から96日目の収穫期までの発生率は10~20%で比較的少なかった。2月播きでは、収穫期にあたる播種後82日目には5%の発生率であった。

(2) 空洞症発生時期の根径及び根重

空洞が発生し始める時期の根径及び根重は、第5表に示すように11月、12月播きでは、それぞれ根径が1~2cm、根重が10~20gと小さく、10月、1月播きでは、3~4cm及び140~400gと比較的大きかった。11月播きでは、空洞症の発生株率が高くなった2月上旬には根径が3.5cm、根重は91gとなったが、収穫期まで発生株率がほとんど変わらなかった10月及び1月播きの発生始期と比較すると同じ大きさであった。

(3) 抽根及び抽苔

各播種期の抽根の始まる時期は、第5表に示すように10月播きでは12月上旬(播種後52日)、11月播

きは2月上旬(同82日)、12月播きは3月上旬(同82日)、1月播きは3月中旬(同66日)、2月播きは4月中旬(同52日)であった。

各播種期の抽苔の始まる時期は、第5表に示すように11月、12月、1月及び2月播きでは、抽根の始まる時期と同じであったが、10月播きは抽苔がみられず収穫期に達した。

以上のように、播種期によりダイコンの生育や空洞症の発生株率が異なる傾向がみられた。10月、11

第4表 播種期と空洞症発生株率

播種期	11月	12月	1月		2月		3月		4月		5月	
	16日	3日	18日	4日	16日	1日	16日	2日	16日	2日	17日	2日
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
10月	0	44	40	35	40	-	-	-	-	-	-	-
11月	-	-	-	10	45	90	95	55	80	-	-	-
12月	-	-	-	-	0	25	15	7	5	0	-	-
1月	-	-	-	-	-	-	0	0	10	20	10	-
2月	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	5

第5表 播種期と生育の経過

播種期	播種後							根径					根重					抽苔抽根	
	日数	52日目	66	82	96	111	126	52日目	66	82	96	111	126	開始期	開始期				
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	g	g	g	g	g	g	月・旬	月・旬				
10月	3.6	5.9	7.6	8.2	-	-	96	463	1003	1310	-	-	-	-	12・上				
11月	1.2	2.4	3.5	4.9	5.4	6.4	7	28	91	236	367	593	2	2	上・上				
12月	1.5	3.0	4.5	5.8	7.4	-	17	54	193	367	942	-	3	3	上・上				
1月	1.9	4.0	5.7	7.2	-	-	18	141	449	882	-	-	3	3	中・中				
2月	2.6	5.2	7.1	-	-	-	43	346	911	-	-	-	4	4	中・中				

月及び1月播きで、発生株率が高くなる時期の根径は3~4cm, 根重は50~150gで、試験1の12月播きの場合と一致した。

また、抽根及び抽苔が始まる時期も空洞症の発生株率が高くなる時期とほぼ一致した。

川合ら²⁾は、5月から10月まで播種し、播種後15日目から40日目までの平均気温が、12℃以下及び27℃以上で空洞症の発生株率が高く、10月播きでトンネル被覆をすると空洞症の発生を抑制できている。空洞症の発生要因について、加納³⁾は、根部中心部の2次形成組織の形成が、播種後16日目から30日目までは高地温により阻害され、その組織より派生する柔細胞が増殖しなくなる結果、根重の増大は減少して、破生間隙がうめられず、その後の根部の肥大とともに、その間隙は空洞へと発達すると推論している。

春どりダイコンの空洞症も、気温や地温の影響により、一時的な生育阻害が起こるため空洞が生じ、その後、根部肥大の条件によって空洞がうめられたり、拡大したりして発生程度に差異が生じるものと考えられ、今後、空洞症の発生に及ぼす環境条件の影響については、詳細な解析が必要であると思われる。

また、菅野ら³⁾は、遮光処理によって、葉数、最大葉長、葉重及び根重いずれも小さくなり、空洞症

の発生が抑制されることから、葉と根の生育バランスが関与すると述べているが、環境条件とTR率の変化や根重の増加程度等についても検討する必要がある。さらに、抽苔等生育相の転換と空洞症の関係についても、空洞症発生要因の総合的考察の中で検討する必要があるものと思われる。

引用文献

- 1) KANO Y. (1989) : Effects of Time of High and Low Temperature Treatments on the Growth of Japanese Radish cv. 'Gensuke' and on the Occurrence of Hollow Root. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 57(4), 626~632.
- 2) 川合貴雄・市川裕雄・秋田史朗 (1980) : ダイコン空洞症に関する研究 第2報 は種期の相違が空洞発生に及ぼす影響. 園芸学会要旨 55年秋, 196~197.
- 3) 菅野紹雄・正木敬・施山紀男 (1985) : ダイコンの空洞症に関する研究. 園芸学会要旨 60年秋, 256~257.
- 4) 山本幸彦・林三徳・金丸隆・室園正敏・豆塚茂実 (1989) : 春どりダイコンの空洞症に関する研究 第2報 ダイコンの生育ステージと空洞症発生部位. 園芸学会九州支部会要旨29, 41.

Establishment of Countermeasure to Prevent Hollow Roots of Japanese Radish in Spring Cropping (1) Relationships between the Growing Stage and the Occurrence of Hollow Roots

YAMAMOTO Yukihiko, Masatoshi MUROZONO and Shigemi MAMETSUKA

Summary

In order to clear factors of the occurrence of hollow roots of Japanese radish (*Raphanus sativus* L.) in spring cropping. In these experiments, effects of various seedling times and various years on the degree of hollow roots were investigated, and the growing stage, which hollow roots occurred, was found, and results obtained were summarized as follows:

- (1) The hollow were observed in the central portion of the root, which the hollow part was irregular form, and the part expanded in some cases or reduced in the other cases by the growth of roots.
- (2) In various seedling times from October to February, hollow roots occurred frequently in the November seedling culture, and the next more occurrence was in the October seedling culture. But, in the December seedling culture hollow roots decreased by the growth, and were not observed at the harvest time. In the January and February seedling culture hollow roots occurred a little.
- (3) In the December seedling culture by the small vinyl tunnel, the hollow occurred at the last period of January, and the percentage of hollow roots became top level at the last period of February, and in one year all roots had the hollow, however, in the other year the percentage of hollow roots decreased from February and the length of the hollow part reduced by the growth.
- (4) In the case, which hollow roots occurred most frequently, the hollow was first observed at the growing stage, root diameter was 1~2cm and root weight was about 20g, and hollow roots rapidly increased at the stage, the diameter was 3~4cm and the weight was 50~150g. At the next stage the root development or the flower stalk development was first observed, and hollow part expanded with the rapid enlargement of the root.

バレイシヨ疫病抵抗性カルスの選抜

中原隆夫・入倉幸雄*・小曾納雅則**
(生産環境研究所生物資源部)

バレイシヨ疫病抵抗性系統を育成するために、四倍体の栽培種2品種と二倍性半数体3系統を用いて、葉片からのカルスの誘導、葉肉プロトプラストの培養、疫病菌抵抗性カルスの選抜及び抵抗性カルスからの茎葉の再分化を行った。

5品種・系統の15,200個の葉片から97.2%の14,779個のカルスが得られた。カルスの形成率、生育及び色に品種間差がみられた。また、5品種・系統ともに約 2×10^6 個/gF.W.前後の葉肉プロトプラストを単離できたが、4週間後のコロニー形成率は0~16.2%の範囲であり、品種間差が大きかった。

葉片から誘導したカルスについては、5品種・系統の15,000個のうち、372個(2.5%)を抵抗性カルスとして一次選抜し、さらに、231個(1.5%)を二次選抜した。また、葉肉プロトプラスト由来のカルスについては、3品種・系統の9,000個を供試し、604個(6.7%)を抵抗性カルスとして一次選抜し、さらに、183個(2.0%)を二次選抜した。全体では、24,000個のカルスのうち、1.7%の414個が疫病抵抗性のカルスであった。このうち21個(5.1%)から茎葉を再分化することができた。

[Keywords: potato, *Phytophthora infestans*, culture filtrate, callus resistance, selection]

緒 言

植物の病害抵抗性、除草剤抵抗性、化学物質抵抗性及びその他のストレス抵抗性は細胞のレベルで選抜される。しかし、細胞レベルでの抵抗性が必ずしも植物体の抵抗性に結び付かないものも多く、細胞選抜の手法が適用されたものは一部に限られている。病害抵抗性については、Carlson¹⁾がタバコの葉肉プロトプラスト由来カルスから、タバコ野火病菌に抵抗性の植物体を得て以来、いくつかの植物で報告があり、細胞選抜の中でも除草剤抵抗性ととも有望な分野と考えられている。病害抵抗性の細胞選抜の際には、毒素が同定されていることが望ましい^{2,3)}が、病原菌の培養ろ液を用いて選抜しても植物体レベルでの抵抗性を十分得ることができる。

細胞選抜を進めるうえで重要なことは、プロトプラストから植物体を再生する培養系が確立されていることである。バレイシヨではShepardら⁴⁾が1977年に葉肉プロトプラストの培養系を確立して以来、細胞育種分野で応用されるようになった。さらに、Shepardら⁴⁾はバレイシヨ葉肉プロトプラストから再生した植物の30%以上が親植物にない有用な形質を持っていることを確かめ、また、Behnke^{1,2,3)}は疫病菌や *Fusarium* 菌の培養ろ液で、抵抗性のカルスを選抜し、細胞選抜による育種の可能性を示唆した。

* 現ホクレン農業総合研究所

** 現農林水産省種苗管理センター後志農場

バレイシヨ疫病は豊凶を左右する最も重要な病害の一つであり、疫病抵抗性を栽培品種へ導入し、生産性の高い実用品種を育成することは、当面の重要な育種目標の一つである。従来より、種間交雑による育種が行われてきたが、さらに、疫病抵抗性育種の効率化を図る必要がある。ここでは、栽培種の他に育種上好都合な二倍性半数体の系統も供試し、疫病菌培養ろ液を利用した細胞選抜法を試みた。その結果、二、三の知見が得られたので報告する。

なお、本研究は著者の一人が農業生物資源研究所細胞育種研究室で依頼研究員の期間中に行ったものである。

試 験 方 法

1 葉片からのカルス誘導

バレイシヨの四倍体品種、農林1号とワセシロ、二倍性半数体の系統A2、M4及びW702206-1を用いた。無菌植物の葉を2~3mmの大きさに細断し、カルス形成培地(MS無機塩、B5有機物、カザミノ酸1g/l、シヨ糖30g/l、2,4-D 0.5mg/l、NAA 2mg/l、IAA 0.1mg/l、カイネチン0.1mg/l、BAP 0.5mg/l、GA₃ 0.2mg/l添加)上に1シャーレ当たり100個ずつ置床し、20℃、暗黒条件下で、カルスを誘導した。

2 葉肉プロトプラストの単離及び培養

小曾納ら⁵⁾の方法で単離したプロトプラストをST-C培地⁶⁾(NAA 1.5mg/l、Zeatin 0.5mg/l添加)に

懸濁したのち、血球計算盤で 10^5 個/mlに調整し、直径35mmのプラスチックシャーレに2mlずつ分注して20℃、暗黒条件下で培養した。4週間後、プロトプラストの培養液1mlを、直径90mmのプラスチックシャーレに固めたST-D寒天培地⁹⁾(シヨ糖10g/l, ブドウ糖10g/l, マンニトール40g/l, カザミノ酸1g/l, NAA 2mg/l, IAA 0.1mg/l, カイネチン0.1mg/l, BAP 0.5mg/l, GA₃ 0.2mg/l添加)に広げて、同様に培養した。さらに、2~4週間後、約1mmに生育したカルスを100個ずつ同培地に移植し、同様に培養した。

3 疫病菌培養ろ液によるカルスの選抜

Henniger⁵⁾の培地に浮遊させて20℃で、1カ月培養したバレイシヨ疫病菌 *Phytophthora infestans* race-1の培養液を0.22μmのメンブランフィルターでろ過した。オートクレーブ後、約50℃に保温したカルス形成培地19.5%とろ液80.5%を無菌的に混合したのち、直径90mmのプラスチックシャーレに約30mlずつ分注して固めた(以下、疫病毒素培地と記す)。

約2mmの大きさにそろえた葉片由来のカルスまたはプロトプラストカルスを疫病毒素培地に1シャーレ当たり100個ずつ置床し、20℃で培養した。6週間後に生育したカルスを選抜し(一次選抜)、再度疫病毒素培地に置床し、同様に選抜した(二次選抜)。

4 疫病抵抗性カルスからの茎葉再分化

二次選抜で残った抵抗性のカルスをST-D⁹⁾改変培地(シヨ糖2.4g/l, 硫酸アデニン0.08g/l, カザミノ酸0.1g/l, マンニトール36.4g/l, IAA0.1mg/l, Zeatin 2.5mg/l添加)で、20℃、16時間照明(約3,000lux)下で1カ月培養した。さらに、再分化培地(MS無機塩, B 5有機物, シヨ糖10g/l, マンニトール15g/l, IAA 1mg/l, BAP 1mg/l, GA₃ 10mg/l添加)に移植して同様に培養した。

第1表 バレイシヨ葉片からのカルスの形成

品種・系統	置床葉片数	カルス			
		形成数	形成率 %	生育	色
農林1号	2,400	2,373	98.9	+++	淡緑色
ワセシロ	2,200	2,180	99.1	+++	淡緑色
A 2	3,700	3,618	97.8	+	黄緑色
M 4	3,700	3,471	93.8	+	黄緑色
W702206-1	3,200	3,137	98.0	++	淡褐色
合計	15,200	14,779	97.2		

注) +++: 旺盛, ++: 中程度, +: やや劣る。

結果及び考察

1 葉片からのカルス誘導

バレイシヨの葉片由来カルス誘導の結果を第1表に示した。5品種・系統あわせて、15,200個の葉片を置床し、97.2%の14,779個のカルスが得られた。カルス形成率に品種・系統間の差が認められ、M4を除く4品種・系統では98%前後と高かったが、M4では、93.8%であり、カルスの形成がやや劣った。また、カルスの生育及び色については、四倍体の農林1号とワセシロは淡緑色で全体が盛り上がる旺盛な生育を示したが、二倍性半数体のW702206-1は淡褐色で中程度の生育であった。一方、二倍性半数体のA2とM4は葉片の周縁部に黄緑色のカルスを形成するものの、生育は劣った。このように、四倍体と二倍性半数体とでカルスの生育が異なるものと考えられる。

2 葉肉プロトプラストの単離及び培養

葉肉プロトプラストの収量、生存率及び4週間後のコロニー形成率を第2表に示した。5品種・系統のプロトプラストの収量は1gの生葉当たり 2×10^6 個前後であり、良好であった。また、生存率はM4がやや低かったが、その他の4品種・系統は90%以上であった。4週間後のコロニー形成率は品種間の差が大きく、農林1号が16.2%、A2が10.2%と10%を上回ったが、ワセシロとM4はやや劣り、W702206-1は全く分裂しなかった。

3 疫病菌培養ろ液によるカルスの選抜

葉片由来カルスは各品種・系統について、3,000個ずつ置床し、疫病毒素培地の一次選抜で残ったものは1.9~3.8%の範囲であった(第3表)。このうち、W702206-1が最も多く、農林1号やM4の2倍であった。5品種・系統を合計すると、15,000個のカルスのうち2.5%に当たる372個が一次選抜で残った。

第2表 葉肉プロトプラストの収量とコロニー形成

品種・系統	収量	生存率	コロニー形成率
			%
農林1号	2.94	92.8	16.2
ワセシロ	2.30	95.5	8.3
A 2	2.94	92.6	10.2
M 4	2.66	87.3	4.2
W702206-1	1.71	97.7	0

注) ①反復数は4、ただし、農林1号は2。

②生存率は単離直後、コロニー形成率は4週間後に測定。

た(第1図)。さらに、二次選抜で残ったものは1.0~2.7%であり、品種・系統間の差が認められた。W702206-1が最も多く他の品種・系統の約2倍であった。合計すると、一次選抜されたものの約60%に相当する231個が残り、供試した15,000個のカルスの1.5%であった。このように選抜を繰り返す間に抵抗性を失うカルスも認められた。

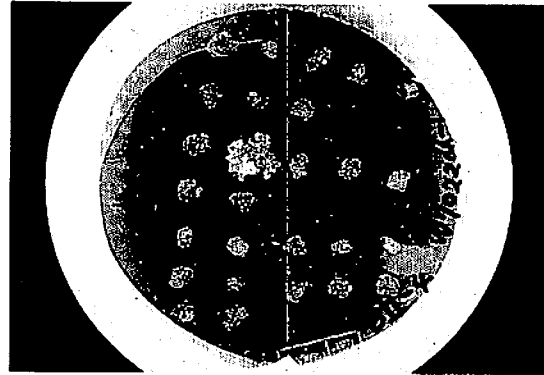
次に、葉肉プロトプラストカルスについては3品種・系統のものを供試した。一次選抜されたものは3.3~9.7%の範囲であり、ワセシロが最も多く、M4の約3倍であった。3品種・系統の合計では、9,000個のカルスの6.7%に当たる604個が残った。さらに、二次選抜では2.0%に当たる183個が残った。最終的には、葉片由来カルスとプロトプラストカルスの合計24,000個の1.7%に当たる414個を抵抗性カルスとして選抜した。葉片由来カルスに比べて、プロトプラストカルスの方が2倍以上の高率で抵抗性カルスが得られたことは単一細胞起源のプロトプラストカルスと複数細胞起源の葉片由来カルスで抵抗性の現れ方が異なることを示唆している。

本試験で得られた選抜率は Behnke¹⁾が報告した値よりも大きく、品種間差や疫病毒素培地の力価に違いがあるものと考えられる。一方、トマトの土壌病害である萎凋病の *Fusarium* については毒素のフザリオン酸が同定されており、Shahinら²⁾はこれを用いた細胞選抜で抵抗性の個体を得ている。このように毒素の純品を使った場合は、培養ろ液に比べて選抜圧を一定にできる利点があるが、病原菌の感染が

毒素と培養液中に分泌される種々の物質との相乗作用であることを考慮すれば、培養ろ液が有利な面もある。そこで、培養ろ液を使う場合は菌株の毒素産生力を保つ必要があると考えられる。

4 疫病抵抗性カルスからの茎葉再分化

再分化培地へ移植して55日後のA2の葉片由来の抵抗性カルスからの再分化率は43.6%と高率であったが、その他のカルスについては0~5.1%と低率であった(第3表)。疫病抵抗性の二次選抜カルスから茎葉を再分化したものは全部で21個であった。これは24,000個の供試カルスの0.09%、414個の二次選抜カルスの5.1%に相当した。品種間で再分化率の差が大きいことから、選抜に用いた毒素培地の力価とカルス再分化能の低下との関係について、さらに、今後の検討が必要と考えられる。



第1図 疫病毒素培地で生育する抵抗性のカルス

第3表 バレイシヨ疫病菌培養ろ液に抵抗性のカルスの選抜と抵抗性カルスからの茎葉の再分化

カルスの由来	品種・系統	供試数	一次選抜		二次選抜		再分化数	再分化率	
			選抜数	選抜率	選抜数	選抜率		対二次選抜数	対供試数
葉片	農林1号	3,000	57	1.9	43	1.4	0	0	0
	ワセシロ	3,000	84	2.8	39	1.3	2	5.1	0.07
	A2	3,000	60	2.0	39	1.3	17	43.6	0.57
	M4	3,000	57	1.9	29	1.0	0	0	0
	W702206-1	3,000	114	3.8	81	2.7	1	1.2	0.03
	小計	15,000	372	2.5	231	1.5	20	8.7	0.13
	ワセシロ	3,000	290	9.7	98	3.3	0	0	0
葉肉プロトプラスト	A2	3,000	214	7.1	31	1.0	0	0	0
	M4	3,000	100	3.3	54	1.8	1	1.9	0.03
	小計	9,000	604	6.7	183	2.0	1	0.5	0.01
	合計	24,000	976	4.1	414	1.7	21	5.1	0.09

引用文献

- 1) Behnke, M. (1979) : Selection of potato callus for resistance to culture filtrates of *Phytophthora infestans* and regeneration of resistant plants. *Theor. Appl. Genet.* 55, 69~71.
- 2) Behnke, M. (1980) : General resistance to late blight of *Solanum tuberosum* plants regenerated from callus resistant to culture filtrates of *Phytophthora infestans*. *Theor. Appl. Genet.* 56, 151~152.
- 3) Behnke, M. (1980) : Selection of dihaploid potato callus for resistance to the culture filtrate of *Fusarium oxysporum*. *Z. Pflanzenzuchtg.* 85, 254~258.
- 4) Carlson, P.S. (1973) : Methionine sulfoximine resistant mutants of tobacco. *Science*. 180, 1366~1368.
- 5) Henniger, H. (1963) : Zur Kultur von *Phytophthora infestans* auf vollsynthetischen Nährsubstraten. *Zeitschrift für Allg. Mikrobiologie.* 3, 126~135.
- 6) 小曾納雅則・入倉幸雄 (1988) : バレイショ栽培品種の葉肉プロトプラストからの植物体再分化. *育種学雑誌* 38 (別1), 44~45.
- 7) Shahin, E.A. & R. Spivey (1986) : A single dominant gene for *Fusarium* wilt resistance in protoplast-derived tomato plants. *Theor. Appl. Genet.* 73, 164~169.
- 8) Shepard, J.F. & R.E. Totten (1977) : Mesophyll cell protoplast of potato. *Plant Physiol.* 60, 313~316.
- 9) Shepard, J.F., D. Bidney & E. Shahin (1980) : Potato protoplasts in crop improvement. *Science*. 208, 17~24.

Selection of Potato Callus Resistant to *Phytophthora infestans*

NAKAHARA Takao, Yukio IRIKURA and Masanori OSONO

Summary

It is one of the greatest objects in potato breeding programs to obtain resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) disease. Calli were derived from two tetraploid cultivars and three dihaploid lines of *Solanum tuberosum*. Calli resistant to culture filtrate of *Phytophthora infestans* were selected. *Phytophthora infestans* pathotype r-1 was cultured in fluid Henniger's medium for 4 weeks. After that, the culture fluid was filtrated through membrane filter with pore size 0.22 μ m. The culture filtrates were used as toxic media. Fifteen thousand pieces of callus raised from leaflets and 9,000 pieces of callus derived from mesophyll protoplasts were placed onto the toxic media in petri dishes. After six weeks, culture, some of the calli on the toxic media grew successfully. From 24,000 original calli, 976 calli grew on the toxic media. These 976 calli were transferred to the toxic medium mentioned above, and 414 calli survived. After 55 days, 21 out of 414 calli regenerated shoots.

一、二年生草花の生育開花調節に関する研究

トルコギキョウの夜冷育苗が抽台・開花に及ぼす影響

小林泰生・近藤英和
(園芸研究所野菜花き部)

暖地におけるトルコギキョウの秋～冬出し促成栽培では、播種期が6月以降の夏季高温期にあたるために定植後の株がロゼット化しやすく、その防止対策が大きな課題となっている。本報告では、トルコギキョウの11～12月出し栽培における播種期、夜冷育苗時の苗令及び夜冷育苗期間並びに処理温度が抽台・開花に及ぼす影響について検討した。

早生品種の‘紫の峰’は催芽種子を15℃で夜冷育苗することによって、抽台・開花株率が向上し、11月上旬～12月中旬の早期の切花本数が増加した。夜冷育苗終了時の苗令は、2葉期に比べ4葉期の生育の進んだ大苗ほど夜冷処理の効果が安定したが、定植後の生育状況から2葉期でも実用的にはほぼ同等の夜冷効果を得ることが可能である。

11～12月出し促成栽培における夜冷育苗は、播種期によって異なり、5～6月に播種した幼苗を夜間10～12.5℃で7～8週間夜冷育苗することによって、ロゼット株の発生が大幅に防止でき、採花時には切花長の長い、高品質の切花が確保できることが明らかとなった。

[Keywords : Eustoma, Growth and Flowering, Chilling Treatment]

緒 言

トルコギキョウ (*Eustoma russellianum*) は、リンドウ科に属し北アメリカ原産の宿根草であるが、我が国の栽培では主に秋播き一年草として扱われている。暖地の施設栽培では1～3月に播種すれば、発芽後、植物体はただちに花茎を伸長して夏に開花する。これに対し、6月以降に播種して栽培すると、育苗期の高温の影響で株の大部分がロゼット化し、その後、一定の低温を経過しなければ花茎の伸長が認められず、開花期は翌年の5～6月となり大幅に遅延する。

トルコギキョウは花色が豊富で品種数も多く、夏季高温時に出荷される切花としては日持ち、水揚げがきわめて良好であるため、近年、需要が増加している。暖地における作型は無加温ハウスが多いため、出荷期は5～7月に集中しており、秋～冬季に切花出荷する促成栽培技術の開発と品質向上のための方策が強く望まれている。

そこで、筆者らは11～12月出し促成栽培を目標とし、早期播種と育苗期の夜冷期間及び温度が抽台・開花に及ぼす影響について検討したので、その概要を報告する。

試 験 方 法

試験Ⅰ 夜冷育苗期の苗令

品種は早生種の‘紫の峰’を供試した。1988年5月2日に2.5cm角のロックウールへ播種し、2週間後の5月30日から夜冷育苗を開始した。

夜冷育苗は発芽苗を夜間(17～19時)のみ15℃の冷蔵庫へ搬入し、昼間は寒冷しゃ被覆の戸外に置き、育苗中の温度は昼間27℃を越えないように管理した。

夜冷育苗は、展開葉数が2葉期及び4葉期になるまで行い、それぞれ7月20日と8月1日に70×25×25cmのプランターに10株定植した。

無処理区は5月2日に播種を行い、無加温ハウスで育苗したのち、8月1日に夜冷育苗区と同じように定植した。

定植後は寒冷しゃ被覆のガラス室で栽培管理を行い、1988年11月25日から夜間最低12℃になるように加温した。

試験Ⅱ 播種期と夜冷育苗期間並びに温度

品種は試験Ⅰと同様に‘紫の峰’を供試した。播種は1989年4月10日、5月11日、及び6月10日の3回に分けて、それぞれ2.5cm角のロックウールに行い、催芽2週間後から夜冷育苗を開始した。

夜冷育苗は試験Ⅰの方法に準じて行い、夜冷育苗期間は6、7及び8週間とし、処理温度は10℃、12.5℃及び15℃に設定した。

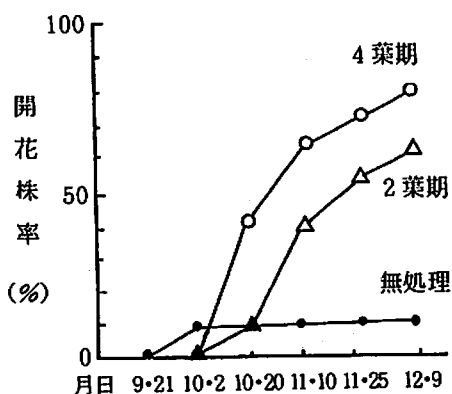
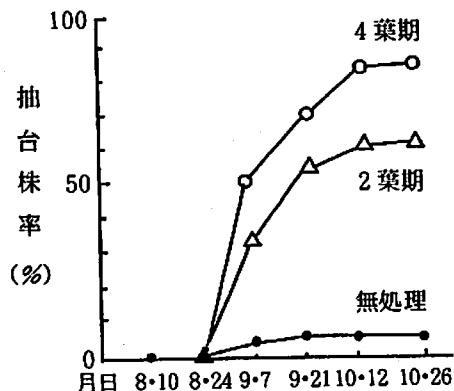
夜冷育苗終了後は、ただちにプランターへ10株定植した。無処理区は、4月10日、5月11日及び6月10日に播種し、寒冷しゃ被覆の無加温ガラス室で育苗したのち、夜冷育苗8週間区と同時に定植した。

栽培夜温は夜間最低12℃とし、1989年11月10日から加温した。

結果及び考察

試験Ⅰ 夜冷育苗期の苗令

夜冷育苗期の苗令が抽台に及ぼす影響については第1図に示した。定植後の抽台株率は無処理区が5.0%と最も低い値を示し、大部分の株はロゼット状に生育した。これに対し夜冷育苗区の株はロゼット



第1図 夜冷育苗終了時の苗令と抽台・開花株率

化せず、定植後花茎がよく伸長した。夜冷育苗期の苗令が2葉期では、定植30日後に花茎が伸長し始め、9月下旬までに全体の55.0%が抽台し、10月中旬には60.0%に達した。また、苗令が4葉期では2葉期に比べて抽台開始時期が10日間程度促進されて、定植20日後の9月下旬には70.0%の高い抽台株率を示した。

開花は無処理区が最も早く、平均開花日は9月23日であったが、開花株率は10.0%の低率であった。

また、高温・長日の影響で5.2節で着花し、切花長が短く、品質も劣った。しかし、夜冷育苗期の苗令が2葉期、4葉期では、それぞれ11月上旬、12月中旬に開花し、節数も6.1~7.0と多く、切花品質が優れる傾向を示した。

試験Ⅱ 播種期と夜冷育苗期間及び温度

播種期と夜冷育苗期間及び温度が抽台に及ぼす影響については第2図に示した。

4月10日播種では、各処理区とも定植後一斉に花茎が伸長したが、無処理区が最も早く、7月中旬までに100%抽台した。次いで、6週間夜冷区、7週間夜冷区及び8週間夜冷区の順となり、それぞれ8月中旬、8月下旬及び9月上旬に全ての株が抽台した。5月11日及び6月10日播種においては、無処理区の抽台株率が著しく低く、それぞれ5%、0%の値を示し、ほとんどの株がロゼット化した。また、夜冷育苗期間では6週間夜冷区でロゼット株が多発し、処理温度は15℃が顕著であった。これに対し、7週間夜冷区及び8週間夜冷区の株は、処理温度が10~12.5℃でロゼット化株が少なく、順調な生育を示した。

夜冷期間と温度が開花及び草丈に及ぼす影響を第2表に示した。4月10日播種の開花は、無処理区が最も早く8月下旬であり、抽台株率が高かった7~8週間夜冷区では9月中旬~下旬となったが、高温のため切花長は短く、茎葉も軟弱で品質は不良であった。

第1表 夜冷育苗終了時の苗令と開花

苗令	平均開花日	草丈	節数	花数	開花株率
無処理	9・23	35.3	5.2	3.2	10.0
2葉期	10・25	37.2	6.1	4.3	76.7
4葉期	12・10	42.5	7.0	4.8	93.3

注) 定植時期 無処理区 (7月21日), 2葉期 (7月21日)
4葉期 (8月2日)

5月11日及び6月10日播種においては、無処理区は12月末日まで抽台・開花しなかったが、7～8週間夜冷区では開花が促進され、処理温度では10～12.5℃で開花の揃いが良好であった。

開花は11月上旬頃から始まり、切花品質として重要な草丈及び花数、切花重量は、5月11日及び6月10日播種いずれの場合でも10～12.5℃の7～8週間夜冷区で優れる傾向が認められた。

トルコギキョウのロゼット化に及ぼす高温の影響についてはいくつかの報告がある^{1,2,3,4,5,6)}。大川ら^{4,5)}はロゼット化を誘導する温度はおおよそ20℃以上であり、昼温は35℃程度になっても、ほとんど影響しない。また、高温の遭遇期間が長いほどロゼット化率が高く、高温量に比例すると報告している。

また、トルコギキョウが高温に感応しやすい生育ステージは、発芽前の胚が活動を始めた時点、発芽後から本葉着生葉の展開期又は、播種4週間頃より

2～4節までの幼苗期であることなどが知られている。

ところで、暖地で秋～冬季に切花出荷する場合は、播種期が夏季の高温期にあたるため、株がロゼット化することが栽培上の大きな問題となっている。

ロゼット化を防止する方法としては、高冷地育苗や夏季の高温に遭遇させず、18℃前後以下の夜温で冷房育苗する方法があり、一部、実際栽培で利用されている。

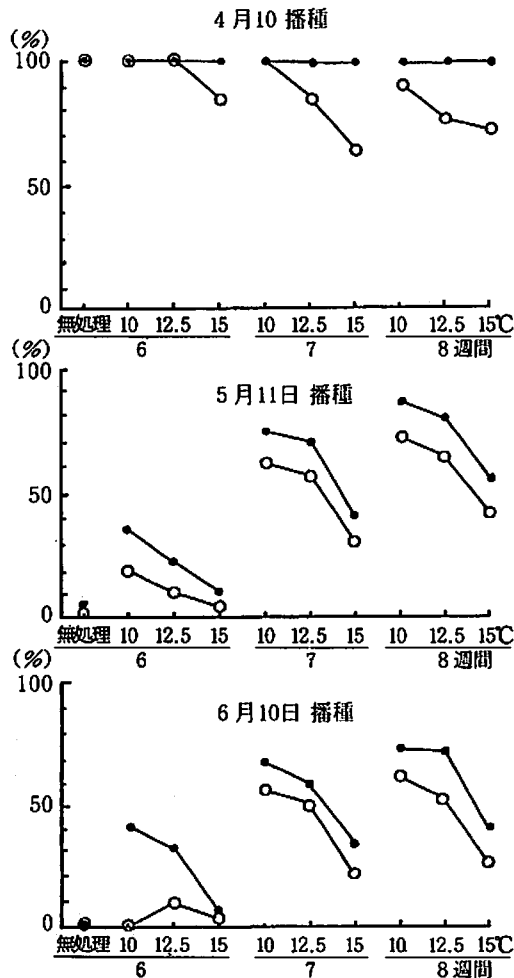
冷房ハウスを利用したトルコギキョウの冬～春出し促成栽培については高知園試で検討されている。

それによれば、8月上旬頃に昼間25～27℃、夜間15～17℃に保った冷房ハウスで播種し、本葉が2～4枚展開するまで40～50日間育苗してから9月下旬～10月上旬に定植すると11月下旬から開花し、高品質の切花出荷が可能のようである。

本試験では、5～6月に播種したトルコギキョウの幼苗を夜間15℃以下の低温条件下で夜冷育苗した場合、苗令が進むにしたがってロゼット株率が低下し、夜冷効果が高まることが明らかになった。

そして、5月上旬～6月上旬に播種した場合、発芽後、2～4葉期まで10～12.5℃で夜冷育苗した苗は、日中戸外の高温下に置いてロゼット株率の発生が少なく、11月から採花することが可能であった。

トルコギキョウの夜冷育苗による促成栽培については、冷房ハウスを利用した開花調節方法が中心である。この方式では設備費がかさみ、経営規模が小さい場合は経営的に問題が多い。



第2図 播種期と夜冷方法と抽台・開花株率

第2表 夜冷期間・温度と開花及び草丈

夜冷期間	夜冷温度	4月10日播種		5月11日播種		6月10日播種	
		月日	cm	月日	cm	月日	cm
無処理		8・27	32.5	—	—	—	—
6週間	10℃	9・1	33.6	10・18	36.0	—	—
	12.5℃	9・5	32.6	10・20	36.1	11・23	40.9
	15℃	9・8	33.7	10・25	36.8	11・28	39.8
7週間	10℃	9・9	34.7	11・5	40.1	12・1	42.0
	12.5℃	9・13	34.0	11・8	41.5	12・6	42.5
	15℃	9・23	34.2	11・20	41.2	12・10	43.0
8週間	10℃	9・20	33.2	11・10	42.5	12・8	43.0
	12.5℃	9・24	33.6	11・13	44.5	12・17	42.0
	15℃	10・1	33.0	11・19	43.8	12・23	42.5

本報告は、5～6月に播種したトルコギキョウの幼苗を冷蔵庫内の低温条件下で育苗する新しい方法である。今後、この開花調節技術に適合する品種の選定や育苗用土、肥培管理並びに切花の品質向上方策等について検討する必要がある。

引用文献

- 1) 吾毒浅男・犬伏貞明 (1988) : トルコギキョウのロゼット化とロゼット化防止. 園芸学発表要旨, 576～577.
- 2) 景山詳弘・福島洋子・小西国義 (1990) : 涼温育苗と種子の低温処理によるトルコギキョウのロゼット化回避. 園芸学発表要旨, 496～497.
- 3) 大川 清・内山仁志 (1988) : トルコギキョウのロゼット化に及ぼす温度と光量の影響. 園芸学発表要旨, 578～578.
- 4) 大川 清 (1986) : トルコギキョウのロゼット化及び打破に及ぼす温度と日長の影響について. 園芸学発表要旨, 368～369.
- 5) 大川 清・兼松功一・是永 勝・狩野 敦 (1990) : トルコギキョウのロゼット化に及ぼす高温の範囲と処理期間並びに苗令の影響. 園芸学発表要旨, 498～499.
- 6) 竹田 義 (1987) : トルコギキョウのロゼット化とジベレリン及び低温処理がロゼット株の生育に及ぼす影響. 園芸学発表要旨, 450～451.
- 7) 竹田 義 (1988) : トルコギキョウのロゼット性について. 園芸学発表要旨, 574～575.
- 8) 塚田晃久・小林 隆・長瀬嘉迪 (1982) : トルコギキョウの生態的特性と栽培に関する研究 (第2報) 生育・開花に及ぼす温度, 日長の影響. 長野野菜花き誌研究 (第2報), 77～78.

Growth and Flowering Control of Annual and Biennial flower.

Effects of chilling treatment on the bolting and flowering of
(*Eustoma grandifloram*)

KOBAYASHI Yasuo and Hidekazu KONDO

Summary

This study was carried out to clarify the effects of sowing time, the number of young seedlings, the duration of chilling treatment and chilling temperature on the forcing culture in November to December, as the rosetted plants were occurred at the high temperature conditions sowing on and after June in southwest temperate country.

When the germinated seeds of 'Murasaki-no-mine' were transferred to the cooling chamber at 15°C night temperature, the bolting and flowering were accelerated, and the number of cut flowers per plant increased at early November or middle December. The effects of chilling on bolting and flowering differed in the number of seeding at chilling treatment, the more effective chilling treatment was at two-leaves than four-leaves ones.

The rosetted plants were decreased at the forcing culture in November to December when the young seedlings were transferred to the cooling chamber at 10～15°C for 7～8 weeks, and the more longer stem cut flowers were obtained.

極早生温州ミカンにおける樹勢維持と高品質果実 生産のための結実管理法

大庭義材・松本和紀・矢羽田第二郎・津田勝男・草野成夫
(園芸研究所果樹部)

早生温州ミカンから早熟系の枝変わりとして発生した極早生温州ミカンの結実管理法について検討した。極早生温州は樹勢が弱いため、苗木による改植では結実開始年を遅らせることにより樹冠の早期拡大が図られる。結実を始めた樹では、樹勢維持のため11月にジベレリン水溶液25~50ppmを散布すると翌年の着花量が50%程抑制され新梢の発生が多くなる。また、開花期における枝別摘蕾や開花後20日目前後の早期枝別摘果により新梢の発生を促し、葉数の確保を図ると新根の発生も促して樹勢維持が図れる。樹勢維持のために摘蕾や摘果を行う枝は、直径15~20mm程度の側枝を樹冠内に5本前後配置する必要がある。'山川早生'など果実肥大が良い極早生温州では、収穫時にML級果を得るためには7月上旬までに葉果比25~30程度に1回目の摘果を行い、その後果実の肥大を見ながら仕上げを行う。また、果実の品質を揃えるためには枝別に結実枝と全摘果枝を交互に配置して果実を群状に結実させることが有効である。

[Keywords: very early satsuma mandarin, low tree vigor, fruit loads]

緒 言

極早生温州ミカンは、従来の早生温州ミカンの早熟な変異系を総称したもので、1960年代後半から全国で枝変わりとして発見された。極早生温州はハウスミカンと露地の早生温州の中継ぎとしての経営的地位を占めて有利な販売が行われ、栽培面積は改植や高接ぎ更新によって年々増加し、1989年には福岡県の温州ミカン栽培面積3,760haの20%を占めるまでになった。極早生温州は、多くの系統があり、これらの系統間には、着色、クエン酸の減少速度、果形など従来の早生温州とは形質にかなりの差異が認められる。極早生温州は早生温州に比較して着色が早く、クエン酸の減少も早い糖度はやや低いため食味はやや淡白である。極早生温州は早生温州より葉が小さく、樹勢の弱い系統が多く結実すると衰弱しやすい¹⁾。

多くの極早生温州の系統の中から福岡県では'山川早生'と'上野早生'が主流となって増加した。

'山川早生'は'宮川早生'の枝変わりとして県内で発見された極早生温州で、9月下旬から10月中旬にかけて出荷される品種で極早生温州の中でも比較的糖度が高く、成熟後のクエン酸の減少が少なく、いわゆる味ぼけしにくい品種である。しかしながら、葉は小さく枝の伸長量も少ない。樹勢は'宮川早生'に比較して2、3割程度弱く、特に結実すると樹冠の拡大が容易でない。このため、栽培管理に当たっ

ては肥培管理や結実管理による樹勢維持が高品質果実の安定生産のための前提条件となる。

高接ぎ更新における樹勢維持のための接木方法については前報で報告した²⁾。本研究は、'山川早生'を主体として極早生温州の樹勢維持と高品質果実生産のための結実方法について検討し、いくつかの知見が得られたので報告する。

試 験 方 法

試験1 摘果の時期、程度と果実の肥大、品質
カラタチ台'宮川早生'に高接ぎした結実5年目の'山川早生'を供試した。1985年と1986年に摘果時期を6月下旬、7月上旬、7月中旬として葉果比を20~25で粗摘果を行い、8月上旬に葉果比を25~30に仕上げ摘果を行った。また、同年7月上旬に摘果程度を葉果比で15, 20, 25, 30, 35で粗摘果を行い、8月上旬に葉果比をそれぞれ20, 25, 30, 35, 40に仕上げ摘果を行った。1985年は1区1樹3反復、1986年は1区1亜主枝3反復とした。調査は摘果前後の葉果比、摘果後の果実肥大、採取時における果実の階級別割合、並びに果実の着色、糖度、クエン酸について行った。また、肥大調査は7月上旬から15日間隔で行い、各時期と採取時の大きさとの関係を調査した。更に、採取果実は結果枝葉数、果梗部径と果実の大きさ、糖度並びにクエン酸との関係を調査した。

試験2 摘蕾や早期摘果と新梢、新根の発生

カラタチ台 '宮川早生' に高接ぎした10年生 '山川早生' を供試し、1988年5月17日に枝の直径5~10mmの側枝を1樹当たり5本、10本、15本と直径10~15mmの側枝5本を全摘蕾した。その後摘蕾による新梢の発生程度を調査した。試験は1区1樹3反復とした。また、1988年にカラタチ台5年生の '山川早生' を供試し、開花始めの5月14日に樹冠全摘蕾、摘蕾後20日目の6月10日の幼果期に全摘果、並びに無処理の区を設け、処理後の8月11日と12月5日に供試樹を解体し地上部は葉、枝を令別に、地下部の根はその直径を0~2mm, 2~5mm, 5~10mm, 10~20mm, 20mm以上と主根に区分してその割合を調査した。試験は1区1樹2反復とした。

試験3 摘蕾と摘果の組合せ試験

高接ぎ5年目の17年生 '山川早生' を供試し、開花前に直径10mm程度の側枝を1樹当たり10本、直径20mm前後の側枝5本を摘蕾する区と無処理の区を設け、摘蕾後の新梢発生を調査した。さらに、それぞれの区について7月上旬に葉果比25で枝別摘果と全面間引き摘果を行う2区を設け、8月上旬に葉果比30で仕上げ摘果した。調査は摘果方法の違いによる果実の肥大や品質について行った。

試験4 ジベレリンによる着花抑制

1985年10月24日と11月8日、1986年11月15日と12月11日にカラタチ台 '山川早生' にジベレリン水溶液50ppmと25ppmを散布し、翌年の着花並びに新梢の発生程度を調査した。

試験5 苗木の早期樹冠拡大のための結実法

カラタチ台3年生の '宮本早生', '崎久保早生' 並びに '上野早生' を供試し、1988年4月に植え付けを行った。その後5月と翌年5月の2年間、永久樹は全摘蕾を行い、間伐樹は植え付け年から結実させた。結実の有無による幹周と樹容積の変化を調査した。

結 果

1 摘果の時期、程度と果実の肥大、品質

開花期における '山川早生' の子房は、母樹の '宮川早生' より大きく、果実の初期肥大も早かった。果実の肥大は結実量や夏期の土壌の乾燥程度などで年次変化が見られたが、摘果時期による果実の肥大は6月下旬摘果区がもっとも大きく、次いで7月上旬摘果区が良かった。7月中旬は果実の肥大が悪かった。採取した果実の階級別割合は果実の肥大が良かった6月下旬摘果区、7月上旬摘果区でMやL級果の割合が高かった (第1表)。

第1表 '山川早生' の摘果時期と収量、果実の階級別割合

摘果時期	1,000葉当たり収量		1果 平均重	階級別割合				
	果数	重量		2L	L	M	S	ML比
1986 6月下旬	40	3,300	81.5	0.4	10.6	35.3	35.3	45.9
年 7月下旬	40	2,900	72.9	0.5	4.5	20.1	40.7	24.6
7月中旬	40	2,800	70.9	0.5	5.3	22.7	32.9	28.0
1987 6月下旬	33	3,400	103.0	10.5	21.1	40.6	27.6	61.7
年 7月上旬	33	3,300	100.9	11.4	18.6	55.7	14.3	74.3
7月中旬	33	3,100	94.6	4.0	21.1	36.5	38.4	57.6

果実の着色は摘果時期による差は明らかでなかった。果実のクエン酸は、6月下旬摘果区がやや高いため甘味比は低かった (第2表)。摘果時期による翌年の発芽や開花への影響は明らかでなかった。

第2表 '山川早生' の摘果時期と果実品質

摘果時期	果重	着色 程度	果肉 歩合	糖度	可溶性 固形物	クエン 酸	甘味 比
1986 6月下旬	90.7	7.9	79.1	11.6	-	1.27	-
年 7月上旬	78.4	7.6	79.0	11.4	-	1.16	-
7月中旬	81.8	7.5	78.9	11.3	-	1.23	-
1987 6月下旬	105.7	2.9	78.2	8.7	9.30	0.97	9.59
年 7月上旬	107.8	3.9	80.0	9.0	9.76	0.95	10.27
7月中旬	96.1	3.0	78.3	8.9	9.59	0.89	10.77

果実の肥大は摘果程度による差が認められ、摘果程度が強いほど肥大が良く、採取した果実の階級別割合では葉果比25と30で摘果した区がML級果の比率が高かった (第3表)。

第3表 '山川早生' の摘果程度と果実の収量並びに階級別割合

摘果程度	1,000葉当たり収量		1果 平均重	階級別割合				
	果数	重量		2L	L	M	S	ML比
1986 15葉	50	3,000	60.1	0.0	0.6	9.5	26.9	10.1
年 20葉	40	2,900	72.9	0.5	4.5	20.1	40.7	24.6
25葉	33	2,700	81.3	0.0	8.1	43.9	38.2	52.0
30葉	29	2,400	84.3	0.0	17.2	30.7	40.0	47.9
1987 25葉	33	3,370	102.2	9.3	20.7	48.0	22.0	68.7
年 30葉	29	3,310	107.3	10.0	33.7	40.8	15.2	74.5
35葉	25	2,650	105.0	9.2	24.1	42.6	24.1	66.7

果実の着色は葉果比25でわずかに早い傾向を示し、果実品質では葉果比30は糖度がやや低く、クエン酸

がやや高い傾向を示した（第4表）。摘果程度による翌年の発芽や開花への影響は明らかな傾向が認められなかった。

第4表 ‘山川早生’の摘果程度と果実品質

摘果程度	果重	着色 程度	果肉 歩合	糖度	可溶性 固形物	クエン 酸	甘味比
1986 15 葉	65.5	7.6	78.7	11.4	-	1.23	-
年 20 葉	78.4	7.6	79.0	11.4	-	1.16	-
25 葉	87.3	8.5	78.0	11.0	-	1.26	-
30 葉	86.1	7.8	78.9	11.0	-	1.29	-
1987 25 葉	104.5	5.0	78.8	9.2	9.78	0.90	10.83
年 30 葉	112.6	2.9	79.2	8.9	9.51	0.97	9.79
35 葉	107.9	4.2	78.2	9.1	9.66	1.02	9.47

果実の発育期の大きさと10月中旬の採取時期の大きさと高い相関が認められ、7月14日での相関係数は0.808、8月6日で0.852、9月8日には0.905と肥大が進むにつれて相関関係は高くなった（第5表）。果実発育期の大きさと採取時期の回帰式から採取果実の大きさをML級（横径で61.0~73.0mm）にするためには、7月上旬で果実横径が28~39mm、8月上旬で43~52mm、9月上旬で54~65mmの範囲にあることが必要である。

第5表 ML級の採取果実を得るための発育期の大きさの目安（1987年）

調査 時期	相関関数	回帰式	ML級果を得る ための横径		
			61.0	67.0	73.0mm
7. 6	r=0.679**	Y=28.68+1.15X	28.1	33.4	38.6
7.14	r=0.808**	Y=14.98+1.40X	32.9	37.2	41.5
7.29	r=0.838**	Y= 9.35+1.32X	39.2	43.7	48.3
8. 6	r=0.852**	Y= 8.91+1.23X	42.5	47.4	52.3
8.20	r=0.878**	Y= 6.63+1.13X	47.9	53.2	58.5
8.28	r=0.862**	Y= 6.09+1.07X	51.3	56.9	62.5
9. 8	r=0.905**	Y= 4.03+1.06X	53.9	59.6	65.3
9.16	r=0.940**	Y= 3.39+1.03X	55.8	61.6	67.4
9.29	r=0.950**	Y= 3.25+1.00X	57.8	63.8	69.8

注) 採取日は10月13日とした。Yは採取時の横径、Xは調査時の横径

果実の品質は果実の果梗部径との有意な相関関係が認められ、果梗部が小さいほど着色程度は高く、糖度も高い。また、クエン酸は果梗部が大きい程高い傾向を示した（第6表）。このことから果実品質を高めるためには、果梗部が小さい果実を優先に残す必要がある。

第6表 ‘山川早生’果実の果梗部径と品質の相関係数（1987年）

要 因	果 実 横 径	果 重	着 色	糖 度	クエン酸
結果枝葉数	0.297**	0.297**	-0.034ns	0.024ns	0.192ns
果 梗 部 径	0.509**	0.515**	-0.303**	-0.465**	0.364**
果 実 横 径	-	0.964**	-0.083ns	-0.362**	-0.206*

注) Y (糖度) = 10.668 - 0.512X (果梗部径)

Y (クエン酸) = 0.638 + 0.0094X (果梗部径)

2 摘蕾・摘果と新梢や新根の発生

枝別の全摘蕾を行うと処理後まもなく多くの新梢が発生し、全葉数に対する新葉の割合が高くなった。摘蕾後の新梢発生は、細い枝を多くするより太い枝を全摘蕾した方が多かった（第7表）。また、旧葉が多く、開花までの新梢（春枝）が少ない枝で摘蕾後の新梢は多かった。

第7表 ‘山川早生’の摘蕾程度と新梢発生

摘蕾程度	摘 蕾 時	摘 蕾 数		摘 蕾 後					
		旧葉	新葉	新梢	新葉				
9.1	5	630	363	88	945	150	1,095	165	630
8.4	10	1,161	1,173	232	1,200	210	1,410	242	966
8.5	15	1,268	1,419	284	1,515	330	1,845	239	903
16.4	5	1,938	959	200	1,925	305	2,230	362	1,542

注) 数字は1樹の摘蕾処理全枝当たり

第8表 ‘山川早生’の摘蕾摘果後の新梢・新根の発生（1988年）

試験区	調 査 時 期	葉 数		新梢 数	細根 量	新根 発生数	
		旧葉	新葉				
摘 蕾	8.11	13	1,695	1,708	377	474	8,307
	12. 5	20	1,716	1,736	318	415	-
早期摘果	8.11	62	1,408	1,470	286	415	12,373
	12. 5	23	1,427	1,450	247	827	-
無 処 理	8.11	386	594	980	211	319	2,500
	12. 5	54	490	544	150	248	-

5年生のコンテナ植え‘山川早生’における樹冠内全摘蕾や摘果は、枝別の摘蕾と同様に新梢の発生を促したが、早期の全摘果区における新梢の発生は摘蕾処理ほど多くはなかった。しかし、摘蕾摘果後の新葉は8月の調査で摘蕾区が1,700葉余り、早期摘果区が1,400葉余りで無処理区の約1,000葉に比較して1.5倍前後と多かった（第8表）。また、摘蕾や

早期摘果区は新葉の発生に伴って旧葉が落ちたため新葉の比率が更に高くなった。摘蕾や摘果区は、新根の発生も多く、細根の量はいずれの処理区も無処理区より多かった。処理区間では摘蕾区より早期摘果区の方が新根は多かった。

3 摘蕾と摘果の組合せ

摘蕾処理後の新梢発生は、樹当たり摘蕾数や新梢の多少によって異なり、直花が多く新葉の少ない1989年の樹では新梢の発生が少なく、摘蕾程度を強めないとし新梢の発生が少ない。しかし、着花数が少なく新葉の多い1988年の樹では摘蕾程度が弱くても新梢の発生が多かった(第9表)。このため、摘蕾程度は着花程度や新梢の多少によって変える必要があった。

摘蕾後の果実肥大は、摘蕾程度が大きいほど優れる傾向であったが、摘蕾後の摘果方法によっても異なり、樹冠全面に間引き摘果を行った場合が枝別に全面摘果と結実を交互に処理した場合より果実の肥大は良かった(第10表)。果実品質では、摘蕾程度

第9表 '山川早生' の摘蕾方法と新梢の発生

年 度	摘蕾 処理 区	処理 枝基部 の径	摘 蕾 数		摘 蕾 時 の			摘 蕾 後 の		
			直花	有葉花	計	旧葉 数	新梢 数	新葉 数	新梢 数	新葉 数
1988	細枝	12.5	1,300	250	1,550	1,740	220	920	270	900
年	太枝	17.9	910	305	1,215	1,675	250	1,320	185	610
1989	細枝	12.5	1,760	160	1,920	1,680	90	400	60	280
年	太枝	18.3	2,115	125	2,240	1,590	70	255	145	455

注) 細枝は1樹当たり10本、太枝は1樹当たり5本処理
各データは、1樹当たりの数

第10表 '山川早生' の枝別摘果と果実の収量と階級別割合

年 度	摘果 方法	1果 平均重	1樹当たり収量		階 級 別 割 合				
			果数	重量	2S	S	M	L	2L
1988	全面	111.1	515	57.2	1	13	35	39	12
年	枝別	99.4	533	53.0	6	25	47	20	2
1989	全面	80.3	770	62.1	20	45	28	6	1
年	枝別	75.2	713	53.5	23	51	23	3	0

による差は認められなかったが、枝別に結実と全摘果を行った枝別の群状結実区が全面間引き摘果区より着色は早く、糖度が高かった(第11表)。

4 ジベレリンによる花芽分化抑制

第11表 '山川早生' の枝別摘果と果実品質

年 度	摘果 方法	果 重	着色 程度	果肉 歩合	糖 度	可溶性 固形物	クエン 酸	甘味 比
1988	全面	114.1	4.4	79.3	9.0	9.64	1.05	9.2
年	枝別	109.2	5.3	79.1	9.5	10.17	1.06	9.7
1989	全面	86.8	4.1	79.2	9.1	9.94	0.92	10.8
年	枝別	87.6	4.6	77.7	9.6	10.51	1.05	10.0

秋季におけるジベレリン処理は着花数を減少させ、新梢の発生を多くした。着花の抑制効果は第12表に示したように10月下旬や12月中旬より11月上中旬処理が高く、ジベレリン処理区の着花数は無処理区の50%程度に抑制され、新梢は無処理区より20~30%多くなった。ジベレリン処理濃度は50ppmが25ppmより着花抑制効果は高かったが、新梢の発生数については濃度による差は明らかでなかった。ジベレリン処理は短い結果母枝の直花の着花抑制効果が高く、処理区は有葉果の比率が高くなり着果率も無処理区より高くなった。

ジベレリン処理による翌年の果実品質への影響は着色がやや早い傾向を示した。

第12表 ジベレリン処理による'山川早生'の着花抑制効果

ジベレリン 散布日	濃度	着 花 数			新 梢 数			結 実 数	
		直花	有葉 花	計	結果 枝	發育 枝	計	着果 数	着果 率
1985年	50 ppm	4.4	4.7	9.1	4.5	2.6	7.1	1.5	16.0
10. 24	25	7.2	2.5	9.7	2.4	0.4	2.8	0.9	9.0
	50	2.2	2.4	4.6	2.4	1.8	4.2	0.8	17.8
11. 8	25	4.0	4.6	8.6	4.3	0.8	5.1	1.4	16.1
	無処理	8.3	2.4	10.7	2.4	1.4	3.8	0.7	6.5
1986年	50	1.5	1.9	3.4	1.9	2.9	4.8	1.2	16.0
11. 15	25	1.8	2.8	4.6	2.8	3.0	5.8	1.2	9.0
	50	2.4	2.3	4.7	2.3	0.6	2.9	0.9	17.8
12. 11	25	2.7	1.8	4.5	1.8	1.5	3.3	0.9	16.1
	無処理	5.7	3.0	8.7	3.0	0.6	3.6	1.2	6.5

注) 数字は結果母枝(長さ8~15cm)当たり

5 苗木の早期樹冠拡大のための結実法

極早生温州は、樹勢が弱く若木でも着花しやすい。このため、新梢の発生が少なく樹冠の拡大は遅い。3年生の苗を植え付けし、その初年度と2年目に全摘蕾すると結実させた樹よりも幹周が20~30%大きく、樹冠の大きさは3倍以上大きかった。品種間では、'宮本早生'の樹冠拡大が早く、次いで'崎久保早生'で'上野早生'がやや遅れた(第13表)。

第13表 極早生温州の全摘蕾による早期樹冠拡大

品種	摘蕾の有無	幹 周			樹 容 積		
		1988	1989	1990年	1988	1989	1990年
		cm	cm	cm	m ³	m ³	m ³
崎久保	摘 蕾	6.6	8.0	11.3	0.24	1.17	1.59
早 生	無処理	6.2	7.0	9.3	0.24	0.36	0.23
宮 本	摘 蕾	6.7	8.0	13.0	0.19	0.87	2.35
早 生	無処理	6.2	7.0	10.0	0.32	0.39	0.76
上 野	摘 蕾	5.9	7.0	10.0	0.10	0.38	0.81
早 生	無処理	6.5	7.0	8.0	0.17	0.22	0.18

注) 1988年は植え付け時、無処理区は1988～1989年結実

考 察

極早生温州は早生温州の枝変わりとして発見された早熟の系統であるが、その多くの品種は樹勢が弱い。更に、極早生温州は結実すると樹勢は一層弱り易く、樹容積の拡大が困難である。栽培に当たっては樹勢に応じた植栽距離を保つこと、土壌の改良や肥培管理に留意することが必要である。更に、結実調節によって結果過多を招かないようにすることが重要である。ここでは、極早生温州の樹勢維持と高品質果実を得るための結実管理について検討した。

‘山川早生’は変異親の‘宮川早生’に比較して樹勢が弱い、果実の肥大、特に初期の肥大は早い。このため、摘果時期は早いほど、また摘果程度が強いほど果実の肥大が良い。しかし、早くて強い摘果を行うと果実の肥大は良いが果皮は粗くなる傾向があるので摘果時期は7月上旬までに葉果比25程度で実施するのが良いと考えられる。また、果実の肥大は摘果する前の着果量や新葉の量によって異なるため、新葉が少なく着果の多い樹では果実の肥大が悪いので、早めに強い摘果を行う必要がある。その後、仕上げ摘果は果実の肥大を見ながら行う必要がある。

発育期の果実の大きさと採取時期の大きさには高い正の相関が認められることから果実の肥大を随時測定すれば採取時期の果実の大きさが予測され、この予測に基づいて摘果の補正を行うと出荷目標であるML級果が得られる。

果実の品質は結実の部位や結果枝の葉数などの要因によって異なる。果実の果梗部の大きさと果実の品質には高い相関が認められ、果梗部が小さい果実は着色が早く、糖度も高いことが確認され、岸野²⁾や鈴木⁷⁾らの報告と一致する。したがって、極早生温州の果実肥大は葉果比や果実の大きさを目安にし、更に果実品質面から果梗部の大きさを目安に摘果することにより品質を高めることができる。

極早生温州は‘宮内伊予柑’と同様に着花量が多く新梢の発生が少ないために、根群の発達が少なくなり樹勢が衰弱しやすい⁸⁾。開花期に摘蕾した樹や早期に摘果した樹は、処理後に新梢が発生するとともに根群の発達が認められた。また、植え付け直後の苗木では2カ年間結実させないことにより樹冠の拡大が進んだ。このことは極早生温州の樹勢は結実量を調節することにより維持ができるものと考えられる。苗木や樹冠拡大期の若樹では早生温州で報告されている⁹⁾樹冠全摘果や樹冠上1/2全摘果により樹冠拡大ができる。結実樹は果実の収量も重要であるため樹冠の全摘蕾や全摘果はできない。結実樹では、隔年結果防止の手段として枝別の全摘蕾や摘果が行われてきた¹⁾。久保田ら⁹⁾によると結実していない枝でつくられた光合成産物は樹全体に移行するが、結実している枝の光合成産物の多くは近くの果実へ移行し樹全体には移行しない。このため、枝別の摘蕾や摘果によって樹冠内に結実していない枝を確保すると、新梢の確保とともに根群の確保によって樹勢維持ができると考えられる。また、枝別摘果は果実の肥大が全面間引き摘果と比較して果実の肥大は劣るが、品質は良くなる点からも極早生温州の結実方法としてふさわしいと思われる。

樹勢維持のための摘蕾や早期摘果は、比較的労力を要すると共にその適期は短い。このため作業の効率を高める必要がある。イヨカンでのジベレリン散布は着花抑制を図り樹勢を維持する目的で使用されている。この効果は極早生温州でも認められることから、今後実用化が可能と思われる。使用時期は11月で濃度25ppmが有効であると考えられる。エチクロゼート剤は温州ミカンの摘果剤として有効で、満開後20日前後の2,000ppm散布により樹冠や枝別の全摘果が可能であるが、散布後の新梢発生や根群の発達を抑制するため¹⁰⁾樹勢の弱い極早生温州における使用については課題が残される。

以上のことから、極早生温州の樹勢維持は結実量を調節することが重要であり、そのために秋季のジベレリン処理、開花期における枝別全摘蕾、並びに早期枝別摘果等結実量を制御することによって可能である。また、極早生温州は採取時期が早いので、収穫後の施肥管理や土壌改良による樹勢回復が結実管理と併せて必要である。さらに、樹勢が弱いイヨカンではカラタチ以外の台木、特にシイクワシャーを利用することによって樹勢強化の報告があり¹¹⁾極早生温州についても同様の効果が期待できるものと考えられる。

引用文献

- 1) 岩崎藤助 (1953): 柑橘栽培法, 274~275.
- 2) 岸野 功 (1981): 温州ミカンの摘果せん定による高品質果実の生産安定. 長崎県果樹試験場創立30周年記念誌, 31~57.
- 3) 木原武士 (1972): 温州ミカンの系統と特性. 農業技術体系果樹編1(1), 79~90.
- 4) 草野成夫・大庭義材・津田勝男・下大迫三徳 (1988): カンキツの側枝高接ぎによる早期樹勢回復. 福岡農総試研報B-8, 9~14.
- 5) 久保田収治・本山栄一 (1972): 瀬戸内ミカンの施肥合理化に関する研究. 四国農試報24, 27~40.
- 6) 栗山隆明・下大迫三徳・安岡 研 (1967): 温州ミカンの幼木結実法に関する研究. 福岡園試研報6, 1~12.
- 7) 鈴木鉄男 (1976): 温州ミカン果実の大きさ, 着色程度, 果梗の太さからみた品質の差異. 農及園51, 1165~1166.
- 8) 高原利雄・広瀬和栄・岩垣 功・小野裕幸 (1988): 暖地における極早生温州の着果程度並びにエチクロゼート散布が根の伸長に及ぼす影響. 果樹試報D10, 69~76.
- 9) 広瀬和栄 (1984): カンキツの台木(III)中晩柑類の台木について. 果樹種苗15, 1~4.

On the Control of Fruit Load for Maintenance of Tree Vigor and Enhancement
of Fruit Quality in Very Early Satsuma Mandarin

OBA Yoshiki, Kazunori MATSUMOTO, Daijiro YAHATA, Katsuo TSUDA and Nario KUSANO

Summary

The effects of the fruit load control on the tree growth and the fruit quality of very early satsuma mandarin were investigated.

The tree growth of non-bearing trees for 2years after planting was superior to that of the bearing trees. Application of 25 and 50 ppm gibberellin solution decreased 50% of flower buds and increased sprouts in following spring.

When defloration treatment and thinning of young fruits were performed, the generation of new sprouts and roots was gained in number. For maintenance of tree vigor in very early satsuma mandarin, defloration and fruit thinning were effective in about 5 lateral shoots of 15-20mm in diameter on a tree.

In very early satsuma mandarin such as 'Yamakawa wase' which fruit growth was superior to that of early satsuma mandarin, fruit thinning was to performed by a fruit per 25-30 leaves on early in july for harvest of medium size fruits (63-73mm in diameter).

But, after that first thinning, as if fruit size was smaller or larger we must adjust later thinning on August. The effect of fruit bearing on quality was higher in group bearing on alternative lateral shoots as compared with in custom bearing.

温州ミカンの早期加温栽培に関する研究

第1報 休眠・花芽分化に及ぼす低温の影響

矢羽田第二郎・大庭義材・松本和紀・津田勝男
(園芸研究所果樹部)

早期加温栽培の温州ミカンについて、秋季の気温低下に伴う結果母枝の体内成分の変化と加温後の発芽及び着花について調査した。結果母枝の体内成分は、低温積算時間の増加に伴って全炭水化物及びでんぷんが増加し、10月下旬に最も発芽節率が低下した。その後15℃以下の積算時間が700時間を越えた12月上旬以降は、でんぷんが減少して還元糖が増加し、花芽分化が急速に進んで発芽しやすい状態となった。秋季に5℃の低温処理を192~288時間行くと、結果母枝内の還元糖が増加した。しかし、花芽分化の促進効果は低温の処理時期によって異なり、9月下旬~10月上旬の処理では加温後の直花が増加したが、11月中旬の処理では着花数は無処理と変わらなかった。

[Keywords: Satsuma Mandarin, low temperature, sugars, flower bud differentiation]

緒 言

本県においても温州ミカンの施設栽培面積は年々増加しているが、12月上旬までに加温を開始する早期加温栽培で、結果母枝の充実が十分でないまま加温を開始すると、加温後の発芽の不揃いや着花不足による収量の減少が問題となる。

細井ら¹⁾は、切枝催芽法と芽培養法を用いて温州ミカンの芽の季節的活性を調査し、9月下旬から11月の秋季に一時的に芽の発芽率が低下する休眠現象が存在することを報告した。温州ミカンではこの時期に、形態的な花芽分化に先立つ生理的な花芽分化が開始されるが、休眠及び花芽分化の進行には気温低下の影響が大きい^{2,3,5)}。

しかし、温州ミカンをはじめとするカンキツ類の休眠現象の機構についてはまだ不明な点が多く、結果母枝の貯蔵養分との関係から論じられた報告も少ない。

本報告では、温州ミカンの早期加温栽培において、秋季の気温低下と結果母枝内の体内成分の変化との関連性について調査し、休眠及び花芽分化に与える影響についての検討を行ったので、その結果を報告する。

試 験 方 法

試験1 秋季の低温遭遇と加温後の生育

露地圃場においた20kgコンテナ植えのカラタチ台4年生「山川早生」を1987年の7月15日にせん定を

行って夏枝を発生させた後、11月10日から翌年の1月10日まで、15日毎に最低気温20℃のガラス室内に搬入して加温した。施肥は10月上旬に動物質有機配合(N-P-K:6-6-5)をコンテナ当たり200g施用した。

加温後、発芽期、開花期及び着花数について調査し、9月1日から加温日までの5、10、15℃以下の低温積算時間の算出も行った。

試験区の規模は1区1樹5反復とした。

試験2 結果母枝の体内成分変化と摘葉加温後の生育

30cmの素焼き鉢に植えたカラタチ台3年生の「山下紅早生」を供試した。

1989年7月17日にせん定して夏枝を発生させた樹を、9月30日、10月30日、11月16日、12月1日、12月16日及び1990年1月2日にそれぞれ全葉を摘除して最低温度20℃のガラス室内に搬入し、加温した。施肥は10月上旬に動物質有機配合(N-P-K:6-6-5)を1鉢当たり100g施用し、またガラス室搬入までは露地圃場で管理した。

ガラス室の搬入直前には結果母枝を採取し、体内成分の分析を行った。採取した結果母枝は除葉後に乾燥粉碎し、80%エタノールで3回抽出した後、ソモギーネルソン法で還元糖の定量を行った。糖の抽出を行った際の残渣は過塩素酸で抽出した後、フェノール硫酸法ででんぷんの定量を行った。全炭水化物は0.7規定の塩酸で2.5時間煮沸、抽出し、ソモギーネルソン法で定量した。

摘葉加温後の生育は、発芽までの日数、発芽節率、発育枝数及び着花数について調査した。

体内成分の分析には1区につき3樹を供試し、摘葉後の加温はその内の2樹について行った。

試験3 秋季低温処理と結果母枝の体内成分の変化及び加温後の生育

35cmのポリ鉢に植えたカラタチ台4年生‘上野早生’を供試した。1989年の7月30日にせん定して夏枝を発生させた樹を、第1表のように秋季に気温5℃、湿度80~90%の低温貯蔵庫内に搬入し、低温に遭遇させた。

低温処理は夜冷又は連続処理とし、夜冷処理は夜間(17~9時)に暗黒条件下で行い、昼間は戸外に搬出した。連続処理は低温処理を行った期間連続して暗黒条件下の貯蔵庫内においた。

無処理樹は加温開始までの全期間を露地圃場に置き、各処理区も低温処理期間以外は同一圃場に置いた。施肥は10月上旬に動物質有機配合(N-P-K:6-6-5)を1鉢当たり100g施用した。

処理後、11月20日から最低温度20℃のガラス室内に搬入し、発芽及び着花について調査した。また、各区とも低温処理の開始直前と終了直後に結果母枝を採取し、試験2と同様の方法で体内成分の分析を行った。試験区の規模は1区1樹5反復とした。

第1表 低温処理の期間と内容

試験区	低温処理期間	低温処理の内容		
		方法	気温 ℃	のべ時間 hr
前期夜冷	9.25~10.7	夜冷	5	192
後期夜冷	11.6~11.18	夜冷	5	192
連続低温	11.6~11.18	連続	5	288
無処理	—	—	—	0

注) 夜冷処理は毎日夕方5時から翌朝の9時まで。

結 果

試験1 秋季の低温遭遇と加温後の生育

第2表のように低温に遭遇する時間が長くなるほど加温後の生育が揃い、着花数も多くなった。

加温日までの低温積算時間は11月25日までは少なかったが、12月10日以降は増加が著しく、5℃以下で128時間、10℃以下で407時間、15℃以下で959時間となり、その後も1月10日にかけてさらに多くなった。

11月10日及び25日から加温した区は発芽及び開花が揃いで開花期間も110日、90日と長く、加温後1カ月しても全く発芽しない樹も認められ、また、着花数も少なかった。

12月10日、25日及び1月10日から加温した区は発芽、開花時期が均一で開花期間も20日間と短かった。また着花数も多くなり、中でも直花の増加が顕著であった。これらのことから温州ミカンでは11月下旬までは加温しても発芽しにくい休眠の状態にあることが推測される。

試験2 結果母枝の体内成分の変化と摘葉加温後の生育

第3表のように15℃以下の低温遭遇のなかった9月30日までは結果母枝内の炭水化物含量が少なく、摘葉加温後の着花もなかった。10月30日から11月16日にかけては徐々に低温に遭遇し、結果母枝内の全炭水化物及びでんぷんが増加した。摘葉加温後の発芽節率は10月30日が48.8%で最低であったが、この時点から着花が見られ、11月16日からは着花数の増加が著しかった。これらのことから花芽の生理的な分化は10月下旬から始まり、11月中旬以降に本格化すると考えられる。

低温積算時間が特に多くなり、5℃以下の低温遭遇も始まった12月1日以降は、でんぷんが減少して

第2表 加温日までの低温積算時間と加温後の生育

加温日	低温積算時間			発芽 日	開 花			開花 期間 日	着 花 数		
	5℃ hr	10℃ hr	15℃ hr		始 日	盛 日	終 日		有葉花 花	直花 花	計 花
11月10日	0	69	368	19	40	—	150	110	2.1	4.9	7.0
11月25日	0	144	630	14	37	47	127	90	1.6	7.0	8.6
12月10日	128	407	959	8	27	31	47	20	3.0	14.7	17.7
12月25日	267	708	1,314	9	27	31	47	20	2.6	17.1	19.7
1月10日	352	966	1,665	9	29	32	49	20	1.4	20.8	22.2

注) ①発芽及び開花の日数は加温日からの日数。

②着花数は、一結果母枝(長さ:17.4cm, 節数:10.6)当たりの花数。

第3表 結果母枝の体内成分の変化と摘葉加温後の生育

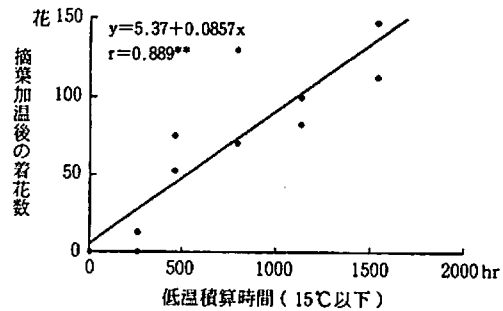
加温日	低温積算時間			全炭水 化物	でん ぶん	還元 糖	発芽まで の日数	発芽 節率	結果母枝100節当たり			有葉 花率	
	5℃	10℃	15℃						発育枝	有葉花	直花		計
9月30日	0	0	0	19.9	12.2	2.4	10	61.3	62.5	0	0	0	
10月30日	0	23	262	23.2	17.1	2.8	10	48.8	42.5	3.8	2.5	6.3	60.3
11月16日	0	68	460	24.1	17.0	2.6	9	71.3	17.5	47.5	16.3	63.8	74.5
12月1日	57	330	794	23.4	13.4	3.9	7	77.5	10.0	68.8	31.3	100.1	68.7
12月16日	158	577	1,134	26.7	13.6	7.2	8	72.5	8.8	41.3	50.0	91.3	45.2
1月2日	307	934	1,542	28.6	15.6	3.7	9	80.0	3.8	41.3	88.8	130.1	31.7

注) 結果母枝内成分は乾物重量パーセント。

第4表 低温処理前後の結果母枝の体内成分の変化

試験区	低温処理前			低温処理後		
	全炭水 化物	でん ぶん	還元 糖	全炭水 化物	でん ぶん	還元 糖
前期夜冷	21.3	10.8	3.3	23.7	12.7	5.8
後期夜冷	27.7	17.5	4.2	30.0	15.8	6.3
連続低温	30.5	18.3	4.2	29.4	13.7	5.6
無処理(前期)	21.4	13.8	3.4	24.1	15.6	3.6
無処理(後期)	30.1	17.6	4.4	30.4	16.7	4.5

注) 結果母枝内成分は乾物重量パーセント。



第1図 低温積算時間（15℃以下）と摘葉加温後の着花数との相関

第5表 低温処理による低温積算時間の増加と加温後の生育

試験区	低温積算時間			25℃以下 積算温度	発芽 節率	結果母枝100節当たり			有葉 花率	
	5℃	10℃	15℃			発育枝	有葉花	直花		計
前期夜冷	198	323	725	644	18.2	1.7	6.0	11.5	17.5	34.3
後期夜冷	198	261	619	598	16.0	8.0	6.8	1.7	8.5	81.0
連続低温	294	357	683	653	10.3	6.4	3.9	0	3.9	100.0
無処理	6	131	556	538	15.5	7.8	6.0	3.4	9.4	63.2
有意差	—	—	—	—	ns	ns	ns	*	*	*

還元糖が増加し、着花数もさらに多くなったが、1月2日には再びでんぶんが増加して還元糖が減少し、着花数は最も多くなった。

着花数が増加するにつれて直花の比率が増加し、また発育枝数が減少した。摘葉加温後の発芽までの日数は調査期間を通して7～10日で大差なかった。第1図に15℃以下の低温積算時間と摘葉加温後の着花数の相関について示したが、1%水準で有意な正の相関がみられた。10℃以下の相関係数は0.829、5℃以下では0.758であったが、15℃以下の積算時間との相関が最も高かった。

試験3 秋季低温処理と結果母枝の体内成分の変化及び加温後の生育

結果母枝内の成分は低温処理を行った区では処理後、還元糖が多くなり、5℃以下の低温遭遇は母枝内の還元糖含量を増加させることがわかった。

全炭水化物、でんぶんは、前期では夜冷処理、無

処理区ともに増加した。後期処理では夜冷処理、連続低温、無処理区ともでんぶんが減少したが、中でも連続低温区が最も減少した。(第4表)

また第5表のように15℃以下の低温積算時間は前期夜冷区が725時間で最も長かったが、10℃及び5℃以下では連続低温区が長くなった。無処理区は各温度すべての積算時間が短かった。

加温後の生育は、直花数、着花数、有葉花率で有意な差が認められ、前期夜冷区の直花の増加が顕著であった。

統計的には有意な差ではなかったが、前期夜冷区は他の区と比べて発育枝数も少なかった。また連続低温区は発芽節率が低く、着花数も少ない。

低温に遭遇した時間が長くても、結果母枝内の成分が少ない場合は、加温後の発芽及び着花が不良になると思われた。後期夜冷区は発芽節率、発育枝数、着花数ともに無処理区と変わらなかった。

考 察

温州ミカンが秋季の低温遭遇とともに休眠に移入する際、結果母枝内のでんぷんが増加し、その後は一定の低温積算時間を超えるとでんぷんが減少して還元糖が増加し、加温によって休眠が打破されやすい状態になる。

井上ら²⁾は温州ミカンの休眠が最も深い時期は10月下旬で、その後11月中下旬頃花芽の生理的分化が進むとした。本実験でも10月下旬の休眠が最も深くてこの時期から花芽の生理的分化が始まり、その後12月上旬には結果母枝内の還元糖の増加にともなって直花の分化が急激に進んでいた。

温州ミカンの施設栽培では加温開始時期を決定するための着花量の予測が重要である。結果母枝内の成分分析は着花予測に利用でき、でんぷんが減少して還元糖が増加する時期以降に加温を開始すると、加温後の着花量が十分確保できると考えられる。しかし、結果母枝中の炭水化物含量は年次間差が大きく³⁾、着花予測の際にもあくまで相対的な指標の一つとして利用する方が妥当である。

低温の遭遇時間は、15℃以下の積算が700時間を超えると花芽分化が進行した。

5℃の低温処理は結果母枝内の還元糖を増加させたが、花芽分化の促進効果は時期により異なった。すなわち、休眠の深い11月中旬では効果がなく、休眠移入期にあたる9月下旬から10月上旬に処理すると着花数が増加した。

花芽分化には5℃程度のかかなり低い温度に遭遇させるよりも、15℃以下の低温に早い時期から遭遇させて休眠への誘導を早め、低温積算時間を増加させ

る方が有効であるのかもしれない。

今回は気温、結果母枝内の成分について調査したが、温州ミカンの休眠及び花芽分化にはこの他水分ストレス⁷⁾や地温⁸⁾などの要因が複雑に影響しあっており、今後さらに検討が必要である。

引用文献

- 1) 細井寅三・大石惇・岩佐映子。(1986): ウンシュウミカンの芽の活性の季節的变化とそれに影響する要因. 園学雑. 55(1), 1~7.
- 2) 井上 宏。(1990): ウンシュウミカンの芽の休眠と花芽分化の温度条件. 園学雑. 58(4), 919~926.
- 3) KHAIRI, M.M.A., and A.E.HALL.(1976): Effects of air and soil temperature on vegetative growth of citrus. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101(4), 337~341.
- 4) 宮本久美・中屋栄治。(1990): ハウスミカン夏枝の栄養と着花量との関係. 園学要旨. 平成2年春, 20~21.
- 5) 大崎守・左宗久夫。(1940): 柑橘の花芽分化期に関する試験(1). 園学雑. 13(1), 24~29.
- 6) POERWANTO, R., and H.INOUE and Y.IKOMA and I.KATAOKA.(1989): Effects of air and soil temperature on vegetative growth and flower bud differentiation of satuma mandarin trees. J.Japan. Soc.Hort. Sci.58(2), 275~281.
- 7) SOUTHWICK, S.M., and T.L.DAVENPORT.(1986): Characterization of water stress and low temperature effects on flower induction in citrus. Plant Physiol. 81, 26~29.

Studies on Growing of Satsuma Mandarin in Early Heated Greenhouse (1) Effects of Low Temperature on Dormancy and Flower Bud Differentiation

YAHATA Daijirou, Yoshiki OBA, Kazunori MATSUMOTO and Katsuo TSUDA

Summary

The changes of carbohydrates in summer shoots of Satsuma Mandarin trees were investigated in autumn. Then, after defoliating and transferring the trees from the field into the glasshouse heated above 20℃, the number of flushes and flowers of the shoots was counted from late September.

The composition of starch in summer shoots increased from late October to mid-November. In late October, the number of flushes was fewest and flower induction began. After that, starch was converted into reductive sugars in early December when cumulative hours of temperatures below 15℃ got over 700 hours and flower bud sprouting rapidly increased.

The other trees were transferred into the cooling room at 5℃ in night or all day for two weeks, the effect of chilling treatment was investigated. The chilling treatment at 5℃ increased reductive sugars in summer shoots. Besides, the chilling treatment from late September to early October affected the flower induction, but don't affected in mid-November.

ビワ果実の寒害対策に関する研究

第1報 ビワ果実の寒害の実態並びに被害果実の植物生育調節剤処理による肥大促進

松本和紀・大庭義材・矢羽田第二郎・津田勝男
(園芸研究所果樹部)

冬期の低温によるビワ果実の被害の実態を品種別、生育段階別に調査すると共に、寒害による無種子果実の植物ホルモン処理による肥大促進効果について検討した。

低温による被害は、開花の早い品種、樹ほど大きく、2月以降気温が低い場合に被害が大きい。

寒害を受けた果実は、ジベレリン処理により結実が高まり、果実の肥大もよくなる。ジベレリン処理果は、成熟が正常果に比べて1週間ほど早く、無種子で果肉歩合は大きい、糖度がやや低い。ジベレリン濃度は1,000ppm、処理時期は2~3月が適期と推測される。

[Keywords: loquat fruit, cold injury, seedless, plant hormone]

緒 言

ビワはわが国で栽培される他の多くの果樹と異なり、開花結実が秋期から冬期にかけて行われる。このため花蕾や幼果等の生殖器官が寒害を受けることがしばしばで、栽培適地は気象条件に大きな制約を受ける。現在、ビワは九州、四国、関東の限られた地域で栽培が行われており、福岡県においては糸島から北九州にかけての海岸地帯の比較的温暖な地域で栽培されている。しかし、常に寒害により生産量が安定しない状態である。

寒害を受けた果実は、凍死直後は胚が黒変するにすぎないが、1~2日後には種子全体が変色し、その後種子は枯死する。果実はいくらか発育するが、収穫期までには黄変して落果するものが多い。現在、寒害対策としては、耐寒性品種の選択、遅咲き花の利用、樹勢強化、袋掛け等の対策が取られているが十分ではない。これは、ビワの開花が長期にわたって行われるのに加えて、発育ステージによって耐寒性が異なる事が要因の一つになっている。本報では、寒害の実態について調査を行うとともに、寒害を受けた果実を利用する方法として、ジベレリン処理により人為的に果実を肥大させることを検討し、成果を得たのでその結果を報告する。

試 験 方 法

試験1 寒害の実態調査

園芸研究所の標高150m北西向きのビワ圃場で栽培している‘茂木’、‘長崎早生’、‘田中’、‘野島早

生’、‘湯川’、‘天草早生’の6品種を供試し、1988年4月10日に果実の凍死率を調査した。

1988年11月から1989年1月は、満開時に果房ごと摘蕾・摘果を行って果房内の開花期をそろえて、3月8日に凍死率を調査した。品種は‘茂木’、‘長崎早生’、‘田中’の3品種で、‘茂木’については開花時期別(11月前半、11月後半、12月前半、1月前半)に凍死率を調査した。

試験2 ジベレリンによる肥大促進

1988年4月14日、品種は‘茂木’、‘長崎早生’を用い、寒害を受けて種子が凍死した果房について、1果房3果(果実横径1.0~1.5cm)に摘果してジベレリン処理した。ジベレリンは水溶液100ppm、200ppm、400ppm及びペースト(2.7%)50mgで、水溶液は果実に塗布、ペーストは果梗部に塗布した。

1989年は、品種は‘茂木’、‘長崎早生’を用い、1果房を5~10果(果実横径0.5~1.0cm)に摘果してジベレリン処理した。ジベレリンは水溶液1,000ppm、2,000ppm及びペースト(2.7%)50mgで、前回同様に処理した。処理時期は、‘茂木’は1989年2月5日と3月12日の2回、‘長崎早生’は2月5日とした。‘長崎早生’は、さらに4月20日に1果房3果に摘果後、ジベレリン500ppm水溶液及びジベレリン500ppm+フルメット50ppm水溶液を処理した。

結 果

1 寒害の実態

園芸研究所において観測された冬期気温の平年値によると、12月中旬から寒さが厳しくなり、1月中

旬から2月上旬にかけて最も冷え込み、3月上旬まで続く。1987年12月から1988年3月にかけてはほぼ平年並に推移したが、2月中旬と3月上旬の2回-3℃以下の最低気温を記録した(第1表)。果実の寒害は、開花の早かった‘茂木’、‘長崎早生’で種子の凍死率が高く、開花の遅かった天草早生は凍死率が低かった(第2表)。

第1表 1987年12月～1988年3月の最低気温の温度別発生頻度

温度	12月			1月			2月			3月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
0.0℃以下	1	2		1	2	3	3			2		
-1.0℃以下				1	2	3	1	3				
-2.0℃以下				1			3					
-3.0℃以下							1			1		
										(-3.9℃)		(-3.3℃)

第2表 品種別果実の寒害状況(1988. 4. 10)

品種	開花始期 月・日	凍死率 %	果実横径 mm
長崎早生	10.17	73.0	10.9
田中	11.1	45.8	12.0
野島早生	11.1	32.1	11.9
湯川	11.1	63.6	11.2
天草早生	11.10	8.3	11.0

1988年12月から1989年3月にかけては、気温は平年よりおおむね高く推移したが、12月中旬と2月上旬に-3℃以下の最低気温を記録した(第3表)。果実の寒害は、開花時期別では、12月の寒波到来以前に開花した果実が100%凍死したのに対して、開花中またはそれ以降に開花した果実は凍死率が低かった。品種別では、‘長崎早生’の凍死率が高く、‘田中’は低かった。(第4表)

第3表 1988年12月～1989年3月の最低気温の温度別発生頻度

温度	12月			1月			2月			3月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
0.0℃以下	1					1	2			2		
-1.0℃以下	1	1	1			1						
-2.0℃以下	1											
-3.0℃以下		1					1					
										(-3.9℃)		(-4.1℃)

第4表 開花時期と品種別果実の寒害状況(1989. 3. 8)

品種	開花時期	凍死率 %	果実横径 mm
	11月後半	100.0	9.9
	12月前半	2.9	8.0
	1月前半	24.4	7.6
長崎早生	1月前半	52.9	9.1
田中	1月前半	23.7	8.5

までは、開花から果托、子房が発育して萼の内部が埋まるまでが1ヶ月で、12月以前に開花した果実はこの状態で寒害を受けたものが多かった。1月から2月にかけて果実の生育の進行は遅く、萼の内部が埋まって幼果らしくなるのに2ヶ月を要した。

第5表 茂木における開花時期との果実の肥大経過(1989年)

開花時期	1月中旬			2月中旬			3月中旬		
11月前半	横径	10mm		10mm		15mm			
	縦径	20mm		20mm		25mm			
11月後半	横径	8mm		10mm		12mm			
	縦径	15mm		15mm		20mm			
12月前半	横径	5mm (萼内部)		5mm (子房が)		10mm			
	縦径	5mm (は空洞)		5mm (肥大)		15mm			
1月前半	横径	—		5mm (萼内部)		7mm			
	縦径	—		5mm (は空洞)		10mm			

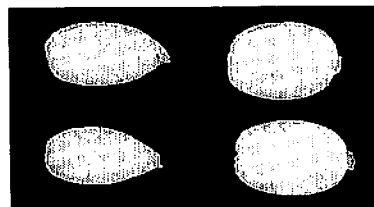
2 ジベレリンによる肥大促進

寒害果をジベレリン処理することにより、落果は少なくなり成熟まで樹上に残る果数が多かった。ジベレリン濃度は、400ppmまで高いほど結実が良かった。品種別では‘長崎早生’の結実率が向上し、果実肥大も促進され、果重は無処理の3倍、正常果の半分程度であった。ジベレリン濃度は、400ppmで最も肥大果実の割合が高かった(第6表)。

ジベレリン処理した果実は縦径に比べて横径の肥大が悪く、果形指数は正常果に比べて小さかった。‘茂木’はジベレリン400ppm区の果実は俵形、それ以外の処理区では紡錘形で、‘長崎早生’はいずれの処理区も俵形であった(第1図)。種子は寒害のため枯死して、大きなものでも3mm程度であった。このため果肉歩合は正常果に比べて大きかった。果汁中の糖度はやや正常果に比較して低い傾向であった(第7、8表)。

第6表 ジベレリン処理による寒害被害果の結実率ならびに階級別割合(1988. 6. 9)

処理区	結実率	茂木				結実率	長崎早生			
		階級別割合					階級別割合			
		0~10	10~20	20~30	30~40g		0~10	10~20	20~30	30~40g
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
400ppm	58	3	30	67		55		37	61	3
200ppm	46		76	24		45		48	44	7
100ppm	37		95	5		51	3	66	32	
ベスト	39	9	41	41	9	31		36	64	
無処理	21	83	17			8	83	17		

第1図 ジベレリン処理した寒害果実
茂木(写真左)と長崎早生(写真右)ジベレリン濃度は200ppm

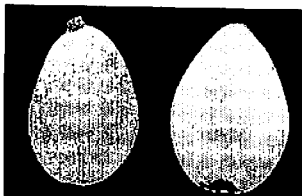
第7表 茂木におけるジベレリン処理果の果実品質 (1988. 6. 9)

処理区	果形			果重	果肉歩合	糖度	リンゴ酸
	縦径	横径	指数				
400ppm	48.4	31.8	66	25.4	87	10.8	0.26
200ppm	45.5	29.6	65	20.6	84	10.5	0.20
100ppm	44.1	27.3	62	17.9	86	11.1	0.17
ペースト	48.9	30.6	63	25.3	86	11.0	0.31
無処理	31.8	21.4	67	8.0	76	11.3	0.18
正常果	41.0	40.5	99	36.3	65	12.2	0.21

第8表 長崎早生におけるジベレリン処理果の果実品質 (1988. 6. 9)

処理区	果形			果重	果肉歩合	糖度	リンゴ酸
	縦径	横径	指数				
400ppm	47.5	31.9	67	26.1	86	11.4	0.10
200ppm	45.1	31.9	71	25.0	86	11.4	0.13
100ppm	43.4	31.6	73	24.0	85	10.4	0.14
ペースト	45.5	31.1	68	23.9	87	11.6	0.15
無処理	31.2	25.9	83	9.9	78	12.1	0.19
正常果	49.4	39.6	80	41.1	-	11.8	0.16

1989年は、前年に比べ処理時期を早くしたが、'茂木'、'長崎早生'ともに果実の肥大が促進された。処理時期は、2月処理すなわち開花1ヶ月後、摘果が可能になった時点での処理で効果が高かった。処理濃度は1,000ppmがよく、2,000ppmではかえって肥大は劣った。また、2,000ppmでは果皮にかさぶた状の障害が認められた(第2図)。品種別では、'長崎早生'は'茂木'に比べて肥大が良かった(第9表)。



第2図 ジベレリン処理による果皮障害(茂木)果皮障害果(写真左)と正常果(写真右)

第9表 ジベレリン処理の時期と濃度による寒害被害果の果実肥大 (1989.3.30)

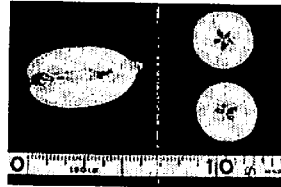
処理区	濃度	茂木		長崎早生	
		縦径	横径	縦径	横径
2月	1,000ppm	22.0	12.4	26.4	13.4
	2,000ppm	20.3	11.6	21.2	11.7
	ペースト	16.1	9.8	18.2	11.0
3月	1,000ppm	15.7	9.9	—	—
	2,000ppm	15.7	10.1	—	—
	ペースト	14.1	9.3	—	—
無処理	17.5	10.4	19.4	10.3	

ジベレリン処理した'長崎早生'は、収穫時には正常果と同じ程度に肥大した。しかし、横径の肥大が悪いため果形指数は小さく、俵形となった。寒害の時期が早かったため、種子は大きいものでも2mm程度であった。果心は種子が枯死しても成長するため果実中央に細長く残ったが、果心を除いても果肉歩合は正常果に比べると高かった。糖度は正常果に比べてやや低かった。果肉はやや硬く、ゴムのような弾力性が感じられた。成熟は正常果に比べて1週間ほど早く、5月の内に成熟を迎えた(第10表、第3図)。

第10表 長崎早生におけるジベレリン処理果の果実品質 (1989. 5.23)

処理区	果形			果重	果肉歩合	糖度	リンゴ酸	果肉硬度
	縦径	横径	指数					
GA1000+GA500	59.9	35.1	59.6	42.7	86.9	11.4	0.26	440
無処理+GA500, フルメット50	45.4	27.1	59.7	19.0	81.0	10.6	1.75	—
寒害果 (無核・無処理)	28.6	19.2	67.1	5.3	72.2	10.6	0.59	—
正常果 (有核・無処理)	48.2	39.6	82.2	41.3	71.9	13.6	0.23	378

薬剤濃度の単位はppm



第3図 ジベレリン処理により肥大した寒害果実の断面

考 察

ピワの生殖器官の耐寒性は発育過程によって異なり、花蕾が最も強く、小さな幼果がそれに次ぎ、縦径が1cm以上に発育した幼果が最も弱い。一般に幼果は、-3℃以下になると凍死果が発生する。このことは、1988年12月に-3.9℃を記録した際に、幼果の状態であったものが開花中であつたものより凍死率が著しく高いことから証明される。実際の栽培においては、樹冠内での開花期のずれ、'田中'のように側果梗が下方にわん曲して果実が葉陰に隠れ放射熱が抑制される等の点から、同じ園地においても樹体、結実位置、品種によって凍死率は異なる。寒害のおそれが無くなってから、凍死果を摘果して袋掛けすれば背果が得られるが、福岡県ではその時期が3月中旬以降となる。摘果時期の遅れは、モモ

チョキリゾウムシの被害, 風ずれ果の発生, 着果過多による養分の消耗等, 明らかにマイナスである。また、このようにして残った青果でも, 種子数の減少による奇形, 果皮障害のためすべてが利用できるわけではない。特に1988年に見られるように, 3月になってから寒害を引き起こすような低温に遭遇した場合は, 果実の凍死率が高く, 球形のような奇形果が増え, 商品性は著しく減少する。

露地栽培における寒害対策としては, アルミ蒸着袋による袋掛けが効果は大きい, 開花後早い時点で処理すると袋内が過湿状態になり腐敗が生じるので, 子房や果托が肥大して摘果が可能になる1~2ヶ月後まで処理するのを待たなければならない。すなわち, 3月以降は袋掛けにより寒害を防ぐことが可能であるが, 特に2月は袋掛けが行えず, 果実も耐寒性が弱い状態であるので, 被害は大きいと考えられる。

寒害を受けた果実は, 種子が枯死して果実の発育は止まり, ほとんどが収穫までに落果する。残った果実は小さいながらも種子が存在せず, 種無しの状態である。この果実の結実率を高め, 肥大を促進することが可能であれば, 種無しピワとして利用価値は高くなる。これらのことから寒害果実の利用法について検討を行った。

ホルモン処理によるピワの寒害果実の肥大促進については, 清川によってジベレリン (GA_3), ベンジルアデニン, NAA等で効果があることが報告されているが, ホルモンの種類, 濃度, 処理時期等については明らかにされていない。

本試験の結果から, ジベレリン処理の時期は, 正常果が急速に肥大を開始する4月以降ではなく, 早い時期の方が結実率, 果実肥大ともによい結果が得られた。処理濃度は, 1,000ppm前後がよいと考えられる。処理方法は, ベーストの果梗部塗布は水溶液に比べて処理が容易であるが, 効果にばらつきがあり, 今後検討が必要である。

ジベレリン処理による寒害果の利用は, 寒害を受けた時期, 果実の発育ステージ等も関与するため, 処理適期を明確にするのは困難である。本試験からは, 2~3月頃が適期ではないかと推測される。また, ピワの品種によってジベレリンに対する感受性も異なるため, 品種についての検討も行う必要がある。

引用文献

- 1) 清川薫雄. (1989). 寒害によるピワ無種子果実の生長におよぼす植物ホルモン処理の効果. 園学雑58別2, 124~125.
- 2) 中井滋郎・森岡節夫. (1978). ピワ果実の寒害に関する研究 (第1報) 自然条件下における気温と被害の実態. 千葉県暖地園芸試験場研究報告9, 1-11.
- 3) _____・_____. (1979). 同上. (第2報) 樹冠内における気温と果実温度. 千葉県暖地試験場研究報告10, 1-7.
- 4) 三木泰治・永沢勝雄. (1933): 枇杷の耐寒性に関する研究 (第1報). 千葉高等園芸学校学術報告. 2, 29-61.

Studies on the Cold Injury in Loquat Fruit

(1) Influence of Low Temperature on the Damage of Loquat Fruits and Effects of Several Plant Hormones on Fruit Growth of Frost-Damaged Loquat Fruits

MATSUMOTO Kazunori, Yoshiki OBA, Daijirou YAHATA and Katsuo TSUDA

Summary

The influence of low temperature in winter on the damage of loquat fruits was investigated using several cultivars, in growth stage of fruit. Effect of several plant hormones on fruit set and growth of seedless loquat fruits caused by cold injury was investigated.

The tree or cultivars flowered early was more severe on the damage of loquat fruits. At the year which temperature on February was low, damage of loquat fruits was terrible. Frost-damaged fruits was setted and grown by treatment of 1,000ppm gibberellin solution.

キウイフルーツの生育パターンと果実品質

第1報 新梢の伸長条件と果実の収量、品質との関係

鶴丈和・姫野周二・正田耕二
(園芸研究所果樹部)

キウイフルーツは夏季の生育が旺盛であるため管理が不十分であると過繁茂状態となり、収量や果実品質の低下が生じるので、栽培を行う上での好適生育パターンの解明や低位生産樹から高位生産樹への誘導技術の確立が望まれている。

本試験では好適生育パターンの解明の中で新梢の伸長状況と1樹の材積が収量や果実品質に及ぼす影響について調査を行い、その関連性を検討した。その結果、収量と関連性の高い要因は6月上旬の葉面積指数、9月中旬の新梢長及び新梢基部径、6月上旬から9月中旬までの新梢伸び率であり、1果重との関連性の高い要因としては9月中旬の新梢基部径であった。また、1樹の平均新梢長と結果母枝上の頂芽新梢長と第2新梢長に高い相関があること、1葉の平均面積は着葉数9から17の新梢の第4節から第6節の葉面積に近いこと等が明らかとなった。

[Keywords: growth pattern, volume of wood, quality of fruit, yield, kiwi fruit]

緒 言

キウイフルーツはわが国では1970年代の中ごろから栽培が始まった比較的歴史の浅い果樹である。しかし栽培面積は年々拡大を続け、1989年では全国で4,139ha、福岡県における栽培面積も567haに及んでいる。栽培され始めた当初は、病害虫の被害が少なく豊産性で労力のかからない作りやすい果樹として、急激に栽培面積が増加した。しかし、1985年ころから、1980年代に入って植栽された多くの園で果実の生産が始まると花腐細菌病や果実軟腐病が多発し、収量や果実品質の不安定化及び不適地の植栽や管理が不十分で低位生産樹が増加するなど多くの問題が生じている。また、わが国における栽培の歴史が短いことから、各生育ステージにおける好適な生育パターンが明らかでなく、生育ステージごとの適切な管理についても不明な点が多い。キウイフルーツについては末澤ら¹⁾による収量構成要因の定量化、緒方ら²⁾による栽培技術の確立等の報告があるが、本試験では‘ヘイワード’を用いて新梢の本数、長さ、基部径、着葉数、葉面積指数等の生育パターン及び旧梢の区分と材積を調査し、収量や果実品質との関連性について結果を得たので報告する。

試 験 方 法

1 試験場所及び試験樹

八女郡立花町9園及び場内圃場の計10園に植栽さ

れている‘ヘイワード’5年生から10年生の15樹を供試した。

2 調査項目、調査方法及び時期

1988年は新梢の長さ、基部径、着葉数、着果数、葉面積指数については6月上旬及び9月中旬に調査した。葉面積指数は平均葉面積×着葉数÷樹冠面積として算出した。新梢伸び率は9月調査時と6月調査時の新梢長の比で表した。新梢肥大率は9月調査時と6月調査時の新梢基部径の比で表した。葉中窒素含量については6月に基部より5節目の葉を採取して測定を行った。材積は旧梢を主幹、主枝、太枝、側枝、結果母枝に区分し、枝ごとに長さ×直径を9月に計測し、体積は枝の半径の2乗×円周率×枝長として算出した。果実の採取は11月1日に行い、採取時及び追熟後について1果重、糖度、酸度、果肉色、果実軟腐病発生度を調査した。収量は1果平均重×着果数として算出した。追熟はエチレングス24時間処理後15℃で2週間行った。

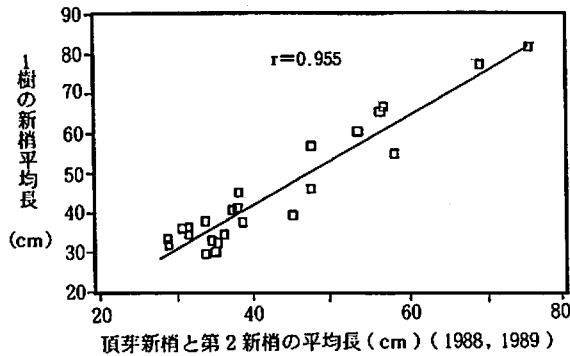
1989年は花腐細菌病が多発したため調査対象樹を花腐細菌病の被害が比較的少なかった園に絞って行った。新梢の長さ、基部径、着葉数、着果数、葉面積指数、葉中窒素含量、材積、樹冠面積について9月中旬に調査を行った。果実の採取は10月26日に行い、採取時及び追熟後について1果重、糖度、酸度、果肉色、果実軟腐病発生度を調査した。

結 果

1 新梢、葉数、着本数、材積率と収量、果実品質の関係

(1) 1樹の新梢平均長と結果母枝上の新梢発生位置の関係

新梢長は結果母枝上の着生位置との関係が強く、その関係は $Y=1.13X-2.98$ (X:頂芽新梢長と第2芽新梢長の平均値Y:1樹の新梢平均長) で表された (第1図, 第1表)。



第1図 1樹の新梢平均長と頂芽新梢及び第2芽新梢の平均長との相関

第1表 1樹の新梢平均長と着生位置別新梢長の相関関係 (1988年, 1989年)

相関係数	頂芽新梢	第2芽新梢	頂芽新梢と第2芽新梢の平均
(r)	0.841	0.849	0.955

(2) 葉の着生位置と葉の大きさとの関係

1樹の全葉の葉面積を計測し、新梢上の着生位置ごとに葉面積の平均値を求めたところ、9~17葉が着生した新梢の基部から4~6節目の葉の面積が1樹の平均値に最も近い値を示した (第2表)。このことから1樹の平均葉面積は、9~17葉を有する新梢の4~6節目の葉面積から推測できることが明らかになった。

2 生育パターン調査項目、葉中窒素含量が収量、果実品質に及ぼす影響

1988年及び1989年の収量・糖度・1果重・果肉色をそれぞれ目的変数とし、説明変数として生育パターンの各調査項目及び葉中窒素含量を用いて回帰分析を行った。

(1) 収量に関係する要因

負の関係にあったのは9月中旬の新梢長、新梢基部径、新梢伸び率であった (第3表, 第4表)。

正の関係にあったのは着花数、着果数、6月上旬の葉面積指数であった。特に着果量は収量に対する最も大きな要因であった (第3表, 第4表)。

収量と材積との相関は低く、明らかな関係は見られなかった (第3表)。

第2表 新梢節数ごとの平均葉面積と1樹の平均値に近い位置 (1988年)

節数別新梢	平均葉面積	平均値に近い節位
8	81.4cm ²	6節目
9	103.6	6節目
10	100.4	6節目
11	119.0	5節目
12	124.8	6節目
13	144.6	4節目
14	154.3	4節目
15	151.9	4節目
16	145.9	5節目
17	145.7	5節目
18	157.8	5節目
19	175.8	4節目
20	161.3	5節目
1樹の平均	136.5	

第3表 収量と調査項目との相関関係

説明変数(X)	回帰式	相関係数(r)
新梢長(9月)	$Y=-0.017X+3.01$	-0.569
新梢径(9月)	$Y=-0.497X+6.07$	-0.533
新梢伸び率	$Y=-0.668X+3.19$	-0.659
葉面積指数(6月)	$Y=0.770X+0.536$	0.528
着花数/m ²	$Y=0.048X+0.152$	0.553
着果数/m ²	$Y=0.090X+0.193$	0.981
材積/m ³	$Y=0.054X+1.80$	0.019

(2) 1果重に関係する要因

1果重と着果数は負の関係であった (第5表)。また、正の関係にあったのは、9月中旬の新梢基部径であった (第4表, 第5表)。

材積や葉中窒素含量と1果重の間には相関は認められなかった (第5表)。

第4表 各調査項目間の相関関係（相関係数）（1988年）

調査項目	新梢長 (6月)	新梢長 (9月)	新梢径 (6月)	新梢径 (9月)	新梢葉中N 伸比率	葉中N 含量	材積率	1果重	糖度 (追熟)	酸度 (追熟)	糖酸比	L(明度)	単位面積 の収量	軟腐病 発病度	葉面積 (6月)	
新長(6)	1.000															
〃(9)	0.140	1.000														
新径(6)	0.645	0.188	1.000													
新径(9)	0.177	0.400	0.084	1.000												
伸比率	-0.335	0.884	-0.128	0.290	1.000											
葉中N	0.472	0.366	0.553	0.261	0.161	1.000										
材積率	-0.536	-0.425	-0.416	0.009	-0.140	-0.138	1.000									
1果重	0.043	0.338	0.317	0.522	0.280	0.192	-0.148	1.000								
糖(追熟)	0.128	0.072	0.665	0.113	0.014	0.439	-0.136	0.524	1.000							
酸(追熟)	-0.295	-0.040	-0.098	0.306	0.113	0.210	0.383	0.079	0.249	1.000						
糖酸比	0.339	0.073	0.531	-0.209	-0.416	0.093	-0.461	0.272	0.462	-0.741	1.000					
L(明度)	-0.104	-0.100	-0.056	0.068	-0.051	-0.009	0.278	-0.101	0.052	0.564	-0.478	1.000				
単位収量	0.261	-0.554	0.208	-0.483	-0.658	-0.148	0.019	-0.188	-0.053	-0.423	0.352	-0.320	1.000			
軟腐度	-0.014	-0.353	-0.193	-0.241	-0.346	-0.431	-0.280	-0.136	-0.084	-0.338	0.300	-0.477	0.361	1.000		
葉面積(6)	-0.299	-0.591	-0.154	-0.543	-0.439	-0.437	0.163	-0.182	0.063	-0.541	0.559	-0.433	0.528	0.555	1.000	
〃(9)	-0.277	-0.222	-0.210	-0.225	-0.096	-0.537	-0.143	0.111	0.015	-0.601	0.593	-0.551	0.377	0.649	0.810	1.000

第5表 1果重と調査項目の関係

説明変数(X)	回帰式	相関係数(r)
着果数	$Y = -0.527X + 111$	-0.456
新梢径(9月)	$Y = 1.39X + 44.0$	0.522
材積/m ³	$Y = -4.33X + 105$	-0.148
葉中空素含量(6月)	$Y = 4.78X + 84.78$	0.192

(3) 糖度に関する要因

糖度に関する負の要因はなかったが、正の要因は6月上旬及び9月中旬の葉中空素含量であった。中でも9月中旬の葉中空素含量は糖度との相関が非常に高かった(第4表,第6表)。材積や葉面積指数と糖度との間には相関は認められなかった(第6表)。

第6表 糖度と調査項目の関係

説明変数(X)	回帰式	相関係数(r)
葉中空素含量(6月)	$Y = 1.24X + 9.04$	0.438
葉中空素含量(9月)	$Y = 2.59X + 6.88$	0.929
材積/m ³	$Y = -0.44X + 13.5$	-0.136
葉面積指数(6月)	$Y = 0.108X + 12.89$	0.063

(4) 果肉色に関する要因

果肉色に関する負の要因は6月上旬及び9月中旬の葉面積指数であった。中でも9月中旬の葉面積指数の方が6月上旬の葉面積指数よりもやや強い相関が認められた(第7表)。

新梢伸比率, 新梢肥大率, 材積と果肉色との間には相関は認められなかった(第4表, 第7表)。

第7表 果肉色と調査項目の関係

説明変数(X)	回帰式	相関係数(r)
葉面積指数(9月)	$Y = -0.799X + 46.5$	-0.551
葉面積指数(6月)	$Y = -0.974X + 46.6$	-0.433
新梢伸比率	$Y = -0.077X + 45.1$	-0.051
新梢肥大率	$Y = 1.13X + 43.3$	0.143
材積/m ³	$Y = 1.22X + 43.8$	0.278

考 察

キウイフルーツでは生産性に関する要因の解明の研究がすすめられている。末澤ら^{4,5)}は相対照度と落葉率の関係を見ると相対照度2から4%程で落葉率が急激に増加する傾向があり, その葉面積指数は2.33から2.83であること, 結果枝平均長と1果平均重との間に相関関係はみられなかったこと, 1母枝内の枝平均長が長くなるにつれて果実分配率は低下すること, 1果平均重や単位葉面積当たり果実収量は果実1個当たりの葉面積と極めて密接な関係がみられることなどを報告している。本試験では収量との関連性の高い要因としては6月上旬の葉面積指数であることを確認した。これに対して, 9月中旬の新梢平均長, 新梢基部径, 6月上旬から9月中旬までの新梢伸比率が収量と負の相関関係にあることを

確認したが、これは新梢の伸長が旺盛である樹ほど果実への分配率が低下し、収量が少なくなることを示唆している。1果重との関連の高い要因としては9月中旬の新梢基部径があげられる。林田¹⁾は結果枝長と果実の大きさには正の比例関係がみられ、大型で強勢な結果枝に大果が着生すると報告している。本試験では新梢長と1果重の間には明らかな関係は認められなかったものの、新梢基部径と1果重との間に正の相関関係がみられた。このことは新梢基部径の太い充実した結果枝を多く有する樹に結実した果実は、より大果のものが多くあることを示しているものと推察される。

古藤ら²⁾は‘巨峰’で糖度に対して影響を及ぼす主要因として特定できる項目は栄養成分のみで、葉内窒素が負に作用し、葉内Mg及び土壌Bが正に作用したと報告している。本試験においても、糖度との関係がみられたのは栄養成分のみで、葉内窒素は糖度と正の相関が認められた。また、9月中旬の葉中窒素含量と糖度の関係は6月上旬の葉中窒素含量よりもより高い相関が認められたが、これは果実中に同化養分が蓄積される時期に葉中窒素含量が高いことにより、葉の同化能力がより高まり果実中に蓄積される炭水化物の量がより多くなるためと推察される。

また、1樹の新梢平均長は結果母枝ごとの頂芽新梢長と第2芽新梢長から得られた値に近似すること、さらに1樹の平均葉面積は着葉数9から17葉の新梢の第4から第6節の葉に近似することが明らかになった。今後、好適生育パターンの研究においてキウイ

フルーツの生育診断法の確立及び低位生産樹を高位生産樹に改良する技術が早期に明らかにする必要がある。

謝 辞

本研究を行うにあたり、ご協力をいただいた福岡立花農協の大淵義人氏や八女西部農業改良普及所の西原淳一主任技師、試験樹の提供をしていただいた立花町キウイフルーツ生産者の方々に厚く謝意を表します。

引用文献

- 1) 林田誠剛 (1984) : キウイフルーツの大果生産技術の確立, 1 結果枝長および葉果比が果実形質におよぼす影響. 59年度落葉果樹試験研究成績概要集 (栽培関係), 499~500.
- 2) 古藤実・片野圭秀・深沢公善 (1983) : ブドウ‘巨峰’の施肥改善に関する試験. 神奈川園試報(30), 26~32.
- 3) 緒方俊雄・古原剛二・松本誠司・中村昭二 (1984) : キウイフルーツの栽培技術の確立. 落葉果樹試験研究成績概要集 (栽培関係) 59, 301~304.
- 4) 末澤克彦・土井新一 (1985) : キウイフルーツの収量構成要因の定量化 (第1報) 最適葉面積指数の推定. 香川農試報37, 48~54.
- 5) 末澤克彦・土井新一 (1986) : キウイフルーツの収量構成要因の定量化 (第2報) 葉果比, 枝長を異にした樹体の果実生産能力の比較. 香川農試報38, 30~37.

Growth Pattern and Quality of Fruits of Kiwi Fruit

(1) The relation between growth pattern of shoots, volume of wood, yield and quality of fruits

TSURU Takekazu, Shuuji HIMENO and Koji SHODA

Summary

In order to devise the technique that changes low-yielding Kiwi fruit tree for high-yielding one, we tried to clear the best growth pattern of kiwi fruit tree and to find the relation between growth condition of shoots, volume of woods, yield and quality of fruits. The results suggested that the factors correlating significantly with yield were the leaf area index of early June, the length and the base thickness of the shoots in mid-September and the growth rate of the shoots during early June to mid-September, and that the factor correlating significantly with the average weight of fruits was the base thickness of shoots in mid-September. The lengths of the terminal shoots and the next shoots on branches which had fruit-bearing-shoots, relate with the average length of shoots on a tree. And the average of single leaf area from the fourth to the sixth node-order on the shoots which had no less than nine leaves nor more than seventeen leaves, was similar to the average area of single leaf on whole tree.

暖地におけるリンゴ樹の生育特性とせん定法

粟村光男・金房和己・正田耕二
(豊前分場)

福岡県のような温暖多雨の気象条件下でのリンゴ栽培は、寒冷地のものと比較すると、新梢の生育が旺盛であり、樹冠の拡大は早い、新梢の二次伸長が多く、良好な花芽の確保が困難となり初期収量が低い。また、果実の肥大は、'つがる'などの早生品種より、'王林'や'ふじ'のような晩生品種の方が良好であり、果形は品種により扁平になるものと、縦長になるものがある。樹形の構成から、樹勢の弱い'つがる'のような品種では、主幹径に対し50%以上の太い側枝を配置すると、側枝の生育が旺盛になり主幹が衰弱する。樹勢の強い'ふじ'のような品種は、樹形構成は容易であるが、花芽を確保するために新梢の二次伸長を防止する必要がある。そのためには、夏季せん定やスコアリング処理が有効である。

[Keywords: apple, warm region, tree vigor, pruning, ringing]

緒 言

リンゴの生育期間である4~10月の豊前分場での平均気温は21.1℃、降水量は1390.7mmであるのに対し、青森県りんご試験場のある青森県黒石市での平均気温は16.8℃、降水量は710.1mmであり、本県の平均気温は4℃高く、降水量は680mm多い。その結果、開花期及び収穫期は早くなり、新梢の伸長が旺盛となり、樹冠容積の拡大は早い。友清²⁾は、暖地で栽培すると花芽の着生が良好で結実確保は容易であり、果実は扁平になるとしている。しかし、'ふじ'のような樹勢の強い品種は、高温多雨の気象条件下では、栄養成長が旺盛になり過ぎて、花芽の着生が悪くなり初期収量が上がりにくい。さらに、幼木から若木(定植後1~6年)にかけての樹形構成が適切でなく、主幹が衰弱している事例がかなり見られる。本報では、本県と寒冷地における、リンゴ樹の生育状況を比較し、暖地での樹形構成時のせん定法について検討した。

試 験 方 法

試験1 生育状況と果実形質

1985~1989年に、場内のM26中間台木使用のわい化栽培(栽植距離4×2.5m、中間台木の部分に盛り土した二重台木方式で、樹形はスレンダースピンドルブッシュ)の'つがる'及び'ふじ'(1984年1年生)を各4本供試し、樹高、樹幅、主幹径及び1樹当たり収量を調査した。樹高、樹幅及び主幹径(接木部より10cm上の部分)は、冬季せん定前に測定した。なお、せん定は慣行法で行った。果実形質

は1989年に、'つがる'他4品種について各20果供試し、1果重、横径D及び縦径Lを測定し果形指数(L/D値)を算出した。

試験2 樹形構成時のせん定方法

1986~1988年に嘉穂郡嘉穂町において'つがる'及び'ふじ'の5年生(M26中間台木)を供試し、樹形構成時の側枝の選び方及び側枝の先端部の先刈りの程度に関する試験を実施した。側枝の選び方では、主幹の太さ(横径)に対し50%以下の細い側枝だけを残した区と、70%程度のやや太めの側枝を残した区を設定した。先刈り程度は、'つがる'は1~2芽と5~6芽、'ふじ'は先刈りなしと1~2芽先刈りの区をそれぞれ設定し、側枝の取り方と組み合わせで試験した。

試験3 'ふじ'の花芽形成促進

1988及び1989年に場内は場で、樹勢が強く初期収量の低い'ふじ'の5年生(M26中間台木)を供試し、側枝単位に6月下旬と7月上旬に夏季せん定及びスコアリング処理(側枝基部に環状に切り目を入れる)を行い、新梢の二次伸長発生程度、頂芽の横径及び花芽形成率を調査した。二次伸長発生程度及び頂芽の横径は11月下旬に、花芽形成率は翌年の開花期に調査した。なお夏季せん定は、原則的に側枝上の直上枝を基部より全て切除したが、1989年には4葉程度残して切除した場合の、枝の再発生活況も調査した。さらに、1989年は場内でM9中間台木使用の'ふじ'(6年生)を用いて、1樹内の全ての直上枝を切除する夏季せん定を6月下旬と7月上旬に行い、新梢の二次伸長発生程度、頂芽の横径及び果実の着色状況を調査した。

結果及び考察

1 生育状況と果実形質

4年生で、‘つがる’は、樹高が3.5m、樹幅が2m以上、‘ふじ’は、樹高が4m、樹幅が2.5m以上となり、両品種ともに樹高及び樹幅は、4年目までに急速に拡大したが、それ以降はほぼ一定の状態となった。収量は、両品種ともに6年生で1樹当たり10kg以上であった。小池ら¹⁾の報告では、長野県における4年生の‘ふじ’では樹高が325cm、樹幅が271cm、1樹当たり収量が14.7kgである。さらに、横田²⁾は岩手県における11年生の‘ふじ’では樹高が442cm、樹幅が280cmであり、6年生時に1樹当たり収量が30kg以上としていることから、福岡県のような暖地では、樹高及び樹幅の拡大は極めて速やかであるのに比べ、初期収量は少ないことが認められた。このように温暖多雨の気象条件下では、地上部の生育が旺盛で、早期から十分な樹冠容積は確保できるが、枝の伸長が旺盛過ぎるため花芽形成が不十分で、樹冠の拡大に対して収量が低いものと思われる。

第1表 生育状況 (1985~1989年)

品種	樹令	樹高	樹幅	主幹径	収量
	年生	cm	cm	mm	kg/1樹
つ が る	2	259	131	28.6	-
	3	323	179	38.9	1.8
	4	352	213	48.6	3.0
	5	363	235	54.9	6.3
	6	371	244	63.0	10.2
	ふ じ	2	265	143	30.7
3		336	238	47.9	-
4		425	282	66.8	3.6
じ	5	445	301	79.5	7.9
	6	456	313	93.9	23.8

果実の1果重を、瀧下ら³⁾(農水省果樹試盛岡支場)の調査結果と比較すると、早生の‘つがる’及び中生の‘千秋’と‘ジョナ・ゴールド’は、福岡産が小さく、晩生の‘王林’及び‘ふじ’は福岡産が大きかった。このことは、関口ら⁴⁾の報告で、富山産の早生の‘さんざ’及び‘つがる’が、盛岡産

より果実が小さかったことと同様な傾向である。横田²⁾によると、夏季の高温時や乾燥時には、果実中の水分が葉に移行し、果実は一時的に生育を停止するか、時には収縮することさえあるとしている。したがって、早生や中生の品種は、福岡県のように気温が高い時期に成熟する場合は、果実の肥大が劣ると考えられる。それに対し、田村ら⁵⁾の報告にあるように、果実の肥大に十分な温度量を必要とする晩生の‘ふじ’のような品種は、暖地の方が果実が大きくなると考えられる。

果実の形状は、‘つがる’や‘ふじ’では、盛岡産より福岡産の方が、果形指数(L/D値)が小さく、やや扁平になったが、その他の品種は、むしろ福岡産の方が縦長傾向となった。したがって、暖地のリンゴは必ずしも扁平になるとは限らず、品種により異なることが認められた。

第2表 果実形質 (1989年)

品種	つがる	千 秋	J・G*	王 林	ふ じ
収穫期	8月17日	9月25日	10月12日	10月20日	11月8日
1果重	297	259	341	327	296
g	(300)	(289)	(388)	(237)	(278)
果形指数	.873	.937	.909	.964	.834
L/D	(.902)	(.856)	(.863)	(.949)	(.896)

注) () 内数字は、瀧下らの調査結果。
* : J・Gは、ジョナ・ゴールドの略。

2 樹形構成時のせん定方法

(1) つがる

‘つがる’は、主幹径に対し50%以上の太さの側枝を残すことにより、樹高が制限され、樹幅は広がるが、主幹の肥大が不良になる。また、側枝先端の先刈りは、強い方が主幹の肥大が悪くなる。したがって、太めの側枝を配置したり、側枝先端の先刈りを強くすると、側枝が強くなり過ぎて主幹が衰弱する。さらに、側枝の先刈りは、1~2芽程度の方が収量が高いことから、花芽形成には、強い先刈りよりも軽い方が適している(第3表)。

(2) ふじ

‘ふじ’は、太めの側枝を残した区が、樹高が高く、樹幅も広くなった。さらに、主幹の肥大割合が試験区間に大差ないことから、‘ふじ’は主幹の生育が旺盛で、太い側枝を残しても、樹高制限や主幹の衰弱は起りにくいものと思われる。しかし、太めの側枝を多く残すことによって、1樹当たりの側枝

第3表 せん定法と樹体の生育 (1986~1988年)

品種	側枝の 残し方	先刈り の程度	樹高 1988	樹幅 1988	主 幹 径		収 量 1988	側枝本数 1988	樹冠下部* 果 実 着 色	
					1986	1988			kg/1樹	本/1樹
つ が る	主幹径：側枝径 10：5	芽数 1～2	340	202	36.3	59.8(165)	13.2	17	3.3	40
	10：5	5～6	303	218	43.0	55.4(128)	10.4	19	2.9	44
	10：7	1～2	291	229	38.2	45.9(120)	15.2	18	3.2	47
	10：7	5～6	290	228	48.0	51.0(106)	9.2	20	3.3	48
ふ	10：5	無	322	255	66.5	76.0(114)	14.7	26	4.9	80
	10：5	1～2	328	274	68.5	74.9(109)	13.6	27	5.1	88
じ	10：7	無	339	309	73.9	84.4(114)	19.4	34	4.7	87
	10：7	1～2	362	281	59.8	72.1(121)	12.6	33	4.1	71

注) () 内数字は、1986年を100とした数値。
*：樹冠下部は、地上から120cmまでの部位とした。

本数が30本以上になり、樹冠下部の果実の着色が劣った。また、樹勢が強い‘ふじ’では、側枝先端の先刈りを行なうと、収量が低下することから、花芽形成を促進するために、側枝先端の先刈りはしない方がよい。

以上の結果から、‘つがる’のような樹勢の弱い品種では、樹形構成時に太い側枝を残したり、側枝先端の先刈りを強くすると、主幹部が衰弱傾向となる。このことは、村田²⁾も、暖地では強大な側枝を残した場合には、主幹が思うように伸びず、つぶれた樹形となった失敗例があることを指摘している。

それに対し、‘ふじ’のような樹勢の強い品種は樹形構成は容易であるが、側枝本数が多くなり過ぎると、果実の着色が不良となる。また、早期に収量を上げるために側枝先端の先刈りはしない方がよい。

3 ‘ふじ’の花芽形成促進

夏季せん定やスコアリング処理をすると、無処理と比較して、新梢の二次伸長率が低下し、花芽形成率が高くなった。夏季せん定は7月上旬処理、スコアリング処理は6月下旬処理が、花芽形成率を高めた。処理区の頂芽の横径は、無処理区よりいずれも大きいことから、頂芽の横径が大きければ、花芽形成率が高いと考えられる。また、無処理区の二次伸長率は75%と高く、花芽形成率が約15%と低い。これに対し、及川ら³⁾の宮城県における報告では、同じ6年生のM26台の‘ふじ’の無処理における花芽形成率は、約30%である。したがって、前述した暖地におけるリンゴが樹冠容積を早期に確保しても初期収量が上がらないのは、新梢の二次伸長により、

良好な花芽形成が十分に行われなためである。また、直上枝を切除する場合に、4葉程度残して切ると、枝が再発生するが、その頂芽は花芽としては小さく充実が悪いため利用できない。

1樹内の直上枝をすべて切除する夏季せん定は、側枝単位に行った場合と同様に、7月上旬処理が新梢の二次伸長を抑制し、頂芽の横径が大きくなった。さらに、夏季せん定により樹冠内部の日当たりがよくなり、果実の着色が向上した。

第4表 枝の処理方法と花芽形成 (1988~1989年)

処理方法	6 月 下 旬			7 月 上 旬		
	二 次 伸 長 率	頂 芽 横 径	花 芽 形 成 率	二 次 伸 長 率	頂 芽 横 径	花 芽 形 成 率
	%	mm	%	%	mm	%
Aだけ	65	4.3ab	34	42	4.4ab	55
A+B	53	4.6a	56	51	4.7a	46
Bだけ	46	4.4a	68	63	4.5ab	36
無処理	75	3.9b	16	75	4.5b	14

注) A：夏季せん定，B：スコアリング処理。
アルファベットはダンカン多重検定5%水準。

第5表 夏季せん定方法 (1989年)

処理方法	枝の再発生率 枝の長さ 頂芽横径		
	%	cm	mm
基部より切除	0	-	-
4葉残して切除	100	25.5	3.2

第6表 夏季せん定時期 (1989年)

処理時期	二次伸長率	頂芽横径	果実着色	
	%	mm	カラーチャート	%
6月下旬	37	4.1	4.7	84
7月上旬	35	4.4	5.1	77
無処理	63	3.1	4.4	65

以上の結果から、福岡県のような温暖多雨の気象条件下でのリンゴ樹の生育は、新梢伸長が旺盛で、樹冠の拡大は速いが、良好な花芽が少なく、初期収量は低くなる。したがって、樹形構成時には、主幹と側枝の均衡を保つことが必要であり、また、新梢の二次伸長を抑制する、夏季せん定やスコアリング処理は暖地において樹勢を制御する手段として有効である。

引用文献

- 1) 小池洋男・吉沢しおり (1984) : 中間台利用によるリンゴのわい化栽培の技術確立. 寒冷地果樹概要59, 15~16.
- 2) 村田謙司 (1987) : 暖地でのわい化栽培. 農業技術大系1-II. 基本技術編, 382-2~382-7.

- 3) 及川 悟・川原田忠信 (1989) : リンゴの高品質果実生産技術. 1) わい性リンゴの樹形改善. イ. 強勢樹の花芽着生技術. 寒冷地果樹成績概要元, 23~24.
- 4) 関口英樹・榎村芳記・工藤和典 (1989) : リンゴ主要品種における果実形質の品種間および産地間差異. 寒冷地果樹成績概要元, 127~128.
- 5) 瀧下文孝・福田博之・工藤和典・榎村芳記 (1989) : 収穫期におけるリンゴ果実形質の相互関係について. 果樹試盛岡研究年報63, 84~85.
- 6) 田村博明・鈴木 哲・佐々木仁・小野田和夫・武藤和夫・伊藤明治 (1987) : 岩手県内におけるリンゴ 'ふじ' の地域別果実肥大と温量との関係について. 園学東北支発表要旨62, 7~8.
- 7) 友清隆男 (1982) : 暖地リンゴの特徴と課題. 農業技術大系1-II. 基礎編, 121~130.
- 8) 横田 清 (1990) : リンゴ 'ふじ' 樹の生長および収量に及ぼす台木および栽植方法の影響. 園学雑誌元春, 132~133.
- 9) 横田 清 (1982) : 各生育段階とその生理. 農業技術大系1-II. 基礎編, 49~72.

Characteristic of Growth and Method Pruning on Apple Tree in the Warm Region

AWAMURA Mitsuo, Kazumi KANAFUSA and Koji SHODA

Summary

In case of apple was cultivated in the warm region, the vegetative growth was active and the secondary growth was much, therefore the yield of young tree was less than that in the cold region. And the fruits of late cultivars were larger than that of early cultivars, and the fruit shape depend on characteristic of the cultivar.

The trunk was grown weak by the vigorous lateral branch on the weak cultivars like 'Tugaru' for constituting tree form.

It is necessary that the secondary growth is controlled on the vigorous cultivars like 'Fuji'.

The summer pruning and ringing is efficiency controlling tree vigor.

カキ樹の栄養診断

第1報 現地における土壌ならびに樹体栄養の実態

角重和浩・黒柳直彦・許斐健治*
(生産環境研究所化学部)

福岡県は全国有数のカキ生産県であるが、近年、早生種を中心として生産の不安定が大きな問題となってきた。そこで、生産阻害要因を分析し安定生産確立の一助とするため、朝倉、浮羽両地域において樹園地土壌及び西村早生・富有の樹体栄養等実態調査を行った。

1 土壌の化学性では園地間での差が大きく、土壌pHでは石灰質資材を適正に施用し、最適pHに保つ必要が認められた。また、可給態リン酸含量は従来から指摘されるように蓄積傾向にあり、ほとんどの園で適正範囲を越えていた。塩基バランスの内、Mg/K比が全体的に低く、苦土質肥料を適正に施用する必要が認められた。

2 葉分析の結果、2品種の葉中成分の年次内の推移及び年次間の変動には各々特徴が認められ、カリ含有率については適正範囲よりも高い値を示した。葉中成分含有率では西村早生の方が全体的に富有よりも高いレベルにあった。

3 果実分析の結果、両品種とも収量・品質両面ではほぼ満足できる結果であった。しかし、西村早生では隔年結果性が指摘され、その原因として葉果比の低いこと、即ち、着果過多のため樹の負担が大きくなり、生産が不安定になりやすくなるものと推察された。

[Keywords: soil chemistry of *kaki* fields, leaf nutrient, productivity of *kaki* tree]

緒 言

本県におけるカキ栽培面積は1989年度で2370ha、生産量は22,200tと全国有数の生産規模である¹⁾。主な栽培地域は、筑後川を挟み久留米市から大分県境の浮羽町までの約30km、耳納山麓北斜面とその対岸の朝倉地域である。主な栽培品種は‘富有’‘西村早生’‘松本早生富有’‘伊豆’を中心とする甘カキである^{1,2)}。しかし、近年、収量の低下や年次間変動の拡大、加えて福岡カキの特徴である「色」・「味」・「日持ち」・「果型」等品質の低下、軟熟果の発生など量・質両面において生産性の不安定が指摘されている³⁾。そこで、生産阻害要因を解析し、安定生産確立の一助とするため現地において1987年より3カ年間、カキ樹の栄養及び土壌の実態について調査を行ったのでその結果について報告する。

試験方法

調査は筑後川を挟み本県の代表的なカキ生産地である浮羽郡吉井町と、その対岸に位置する朝倉郡朝倉町で実施した。期間は1987年より1989年の3カ年で、調査品種は最も早くから収穫できる‘西村早生’

*現嘉穂農業改良普及所

と主力品種である‘富有’の2品種とした。

調査規模は品種毎に両地域より6園づつ12園を選定し、1園3樹を調査樹として土壌分析、葉分析、果実分析を行った(第1表)。また、着果数について1988年と1989年に、着葉数については1989年に調査した。なお、両地域とも母材は結晶片岩であり、吉井町の‘西村早生’園の多くは水田転換園であった。

第1表 調査規模及び方法

場 所)	朝倉郡朝倉町 浮羽郡吉井町
期 間)	1987~1989年
品 種)	西村早生 富有
規 模)	1品種につき12園, 36樹
土壌分析)	リターを除き土壌表層(0~20cm)から採土し、一般化学性を分析
葉 分 析)	樹冠赤道面の不着果枝葉の先端より4~5枚目を採葉し葉中成分含有率を測定
果実分析)	選果基準に達している中康な果実について品質調査

第2表 収穫時の土壌の化学性 (1988, 89年の平均)

品 種	pH (H ₂ O)	全窒素 含量	腐植 含量	可 給 態 P ₂ O ₅ 含量	C E C	塩 基 飽和度	各種塩基飽和度			塩基バランス	
							Ca	Mg	K	Ca/Mg	Mg/K
【西村早生】		%	%	mg/100g	me/100g	%	%	%	%		
平均値	6.0	0.13	2.5	67	14.5	50.0	37.4	7.5	4.7	5.1	1.6
最大値	7.1	0.20	3.7	127	19.3	78.5	73.0	13.5	7.9	9.1	3.0
最小値	4.8	0.06	1.4	35	10.6	15.3	11.1	1.6	2.3	3.6	0.7
【富 有】											
平均値	6.6	0.19	3.4	98	20.7	64.7	50.1	8.4	6.1	6.8	1.5
最大値	7.4	0.34	6.7	208	32.0	119.3	107.2	13.4	12.2	13.9	2.5
最小値	5.7	0.08	2.1	27	11.9	33.3	23.9	5.2	4.2	3.7	1.1
土壌	5.5	-	2.0	10	12.0	50	40	8	3	4	2
診断基準値	~6.8		以上	~30	以上	~80	~60	~15	~6	~8	以上

結果及び考察

1 土壌の化学性

収穫時における土壌の化学性を第2表に示した。pHでは西村早生園で4.8~7.1, 富有園で5.7~7.4となっており, 平均値としては適正範囲内であるものの個々には基準値外の園も多くみられた。可給態リン酸含量は両栽培園とも基準値より高く, 100mgを越える園も全体の30%近くあった。塩基類でも同様に園地間での差が大きかった。また, マグネシウム飽和度が低めの傾向にあるため塩基バランスの内, Mg/K比が全体的に低い値であった。

個々の項目について土壌診断基準値から外れている園の割合をみると, pHで31%, 腐植で12%, CECで8%となり, 特に可給態リン酸含量は96%の園において基準値以上であった。塩基類では塩基飽和度で42%, 石灰飽和度で62%, マグネシウム飽和度で54%, カリ飽和度で23%の園が適正範囲外であった。特にカリ飽和度以外は基準値以下の値となる園が多く, Mg/K比では85%の園が基準値以下であった。

本調査の結果を1981年から1984年まで同地域のカキ樹園地を対象として行われた甘木・朝倉 (朝倉町) 及び耳納山麓 (吉井町) 地帯分級施設の成績⁶⁾と比較すると, pHでは平均5.7と上昇しており, 従来までの強酸性土壌は少なかった。一方, pH7.0以上が出現しており, 過度な石灰等の施用が懸念された。可給態リン酸含量は2~3倍となり, カキ以外の樹

園地同様⁹⁾, リン酸の過剰集積の傾向が認められた。塩基は前回の調査ではカリ集積, マグネシウム低下によるMg/K比の低下が報告されている⁶⁾が, 本調査ではカリ集積よりもマグネシウム自体の含有量低下によるMg/K比の低下が認められた。

以上の結果から, 適正pHを維持するための石灰質資材の適正施用及びMg/K比に応じた苦土質肥料・

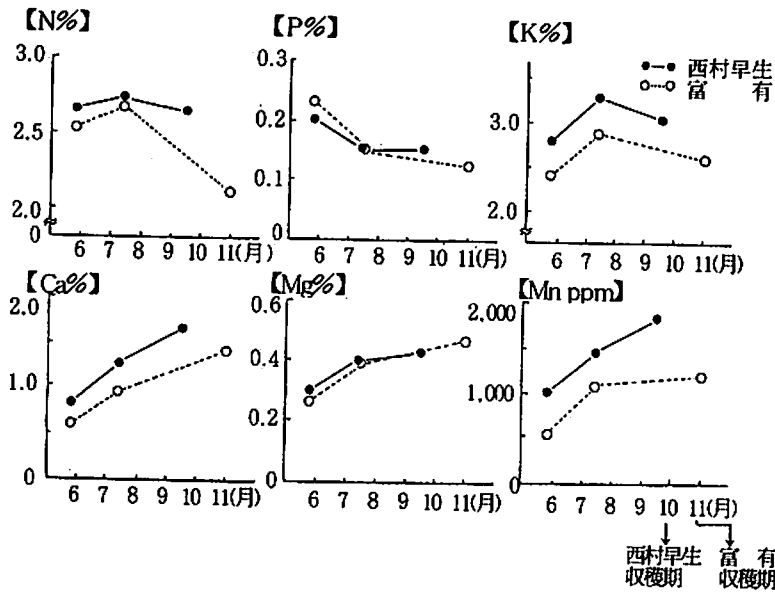
第3表 葉中成分含有率 (7月追肥時)

品 種	年 次	N	P	K	Ca	Mg	Mn
【西村早生】		%	%	%	%	%	ppm
	1987年	2.41	0.12	3.71	1.20	0.39	1854
		±0.15	±0.01	±0.82	±0.27	±0.09	±917
	1988年	2.74	0.15	3.25	1.26	0.39	1472
		±0.26	±0.01	±0.82	±0.27	±0.09	±917
	平均値	2.59	0.14	3.48	1.23	0.39	1661
【富 有】							
	1987年	2.42	0.13	3.38	0.96	0.42	1365
		±0.15	±0.01	±0.89	±0.22	±0.09	±968
	1988年	2.67	0.15	2.82	0.95	0.38	1057
		±0.28	±0.01	±0.27	±0.18	±0.10	±596
	平均値	2.55	0.14	3.10	0.96	0.40	1211

資材の適正施用の必要性がある。カキのように深根性の果樹は土壌の化学性に対して感受性が低い⁹⁾といわれるが, 一旦障害を引き起こすと回復に長期間を要するため, 安定生産の上からも土壌基準の遵守が必要である。

2 葉中無機成分含有率の推移

7月追肥時における葉中無機成分含有率を第3表に示した。西村早生では窒素については年次間変動が認められるが, リン, カルシウム, マグネシウム



第1図 葉中無機成分含有率の推移（1988年）

ではほぼ一定の値であった。また、カリ及びマンガンでは年次間よりも年次内での変動が大きいことが認められた。富有も西村早生と同様の結果であったが、窒素含有率は西村早生より年次間の変動幅が小さかった。

葉中無機成分の年間の推移を第1図に示した。両品種とも同様の傾向を示し、個々の成分では窒素とカリは7月をピークに以後減少した。リンは初期に高いものの7月以降は収穫期までほとんど変わらなかった。逆にカルシウム、マグネシウム、マンガンでは収穫期まで増加傾向であった。

富有の9月上旬における窒素、リン酸、カリの適正範囲は各々2.0~2.

5%, 0.12~0.14%, 1.5%である⁵⁾ので、葉分析の結果と比較すると、富有については窒素及びリンは適正範囲内であり、カリは高めであった。西村早生は全体的に富有よりも高いレベルであった。

3 果実品質・収量

果実品質の分析結果を第4表に示した。西村早生では果色、Brixとも品質目標値（果頂部果色：6，へた部：3，Brix：14.0%以上）にはほぼ適合できる結果であった。富有では品質目標値（赤道部果色：5，Brix：17.0%以上）の内、果色では問題ないもののBrixでは15.4%と若干低い値であった。

カキの収量構成要素を第5表に、参考として選果基準を第6表に示した。1果重は西村早生でMからL玉

クラス、富有ではLからLL玉クラスが主体であった。西村早生の生産指標である果重：200g，L以上割合：80%にはやや及ばなかったものの、富有ではその生産指標である果重：270g以上，LL以上割合：80%を満足する値であった。

第4表 果実品質（1987, 88, 89年の平均）

品 種	果 径		硬 度	果 色		果皮 a 値	Brix %
	横	縦		果頂部	へた部		
【西村早生】	7.9	5.3	10.5	5.1	4.1	33	13.6
【富 有】	8.6	6.1	10.9	5.9	5.3	33	15.4

注) ①硬度は皮付きの赤道部分の値を示す。
 ②果色はカラーチャートで測定。
 ③果皮 a 値は赤道部分を色差計で測定。

第5表 収量構成要素（1987, 88, 89年の平均）

品 種	1 果 重	1 樹 着 果 数	1 樹 葉 数	葉 果 比	着 果 数 変 動 幅	1 樹 収 量
【西村早生】	192 ^g	249	3,727	15.9	23.1 %	46.1 kg
	±19	±88	±1,169	± 4.7	±20.0	±17.5
【富 有】	265	274	6,218	22.7	16.0	75.8
	±24	±117	±3,156	± 6.7	±14.8	±32.9

注) ①着果数変動幅は1988年と1989年の着果数の比較より求めた。

1 樹葉数及び着果数から葉果比を算出すると、西村早生で15.9、富有では22.7となった。西村早生では早生種の現在の最適葉果比：15とはほぼ等しくなったが、富有では最適葉果比：18より高い値となった。富有におけるこのような大玉生産はその葉果比が高いことも要因の1つと考えられた。また、年間の着果数の変動幅をみると富有の16.0%と比較して西村早生では23.1%と高く、西村早生はより隔年結果しやすい傾向にあることが示された。カキの生産不安定は西村早生を初めとする早生種において特に問題となっているが、その1つの原因としては本調査からも示唆されるように、早生種は隔年結果しやすいことが考えられる。このような隔年結果性の強さは現行の早生種の葉果比の低下、即ち1樹当たりの着果数が多いため、現行の肥培管理あるいは栽培管理では樹に負担がかかり過ぎ、よって生産が不安定になるのではないかと推察された。

引用文献

- 1) 第16回全国かき研究大会福岡県準備委員会編 (1977)：福岡のかき。
- 2) 福岡県果樹振興協議会編 (1990)：福岡カキ生産安定対策指針。

第6表 カキ選果基準²⁾

【西村早生】		【富有】	
LL	220g以上	LL	260g以上
L	190g以上220g未満	L	220g以上260g未満
M	160g以上190g未満	M	190g以上220g未満
S	130g以上160g未満	S	160g以上190g未満
SS	100g以上130g未満	SS	130g以上160g未満

- 3) 北原郁文・中嶋靖之・三井寿一 (1989)：福岡県における土壌の実態と変化 第1報 樹園地土壌の化学性と経年変化. 福岡農総試研報A-9, 95~98.
- 4) 前田正男 (1970)：施肥講座3 果樹の栄養診断と施肥. 農産漁村文化協会.
- 5) 前田正男・吉野実・高橋英一 (1987)：作物の要素欠乏・過剰症. 農産漁村文化協会.
- 6) 松井正徳 (1985)：カキ園土壌の現状と土壌診断基準. (各県事例の取りまとめ).
- 7) 農林水産省統計情報事務所編(1989)：果樹の栽培面積・生産量の推移.

Diagnosis of nutrient condition of a *kaki* tree (1) Field survey in producing district

KADOSIGE Kazuhiro, Naohiko KUROYANAGI and Kenji KONOMI

Summary

Fukuoka pref. is one of the major *kaki* producing districts in Japan. Recently, however, the quality and the production, particularly the early variety are unstable. The limiting factors for the production stability and the problems of *kaki* fields and trees (NISIMURAWASE and FUYU *kaki*) in ASAKURA and YOSII areas were investigated. The results obtained were as follows:

- (1) Chemical properties of soils differed much among *kaki* fields. Soil pH ranged from 4.8 to 7.4. Available-P was higher and Mg-K ratio was lower than proper level in many fields.
- (2) Each nutrient (N,P,K,Ca,Mg,Mn) content and the change within year differed among varieties. Especially, the percentage of potassium was higher than the proper level. NISIMURAWASE was higher in each nutrient than FUYU.
- (3) High quality was obtained from NISIMURAWASE and FUYU *kaki* fruit. However, NISIMURAWASE showed the character of alternate year bearing, resulting that quantity of NISIMURAWASE was instable. It was estimated that this alternate year bearing was caused by low leaf-fruit ratio. Namely, NISIMURAWASE had so much fruit that the productivity of the tree was instable.

晩生ナシの黒あざ症発生防止法

第1報 ‘新雪’における黒あざ症発生要因と防止法

馬場紀子・鶴 暁子・茨木俊行・平野稔彦
(生産環境研究所流通加工部)

晩生ナシ‘新雪’の果面に発生する黒あざ症を防止するための貯蔵条件について検討した。

‘新雪’の果面の黒あざ症は、果実周辺の炭酸ガス濃度が高くなるほど多く発生した。したがって、黒あざ症は、貯蔵中に果実の呼吸によって蓄積された炭酸ガスによる生理障害であることが明らかになった。また、貯蔵中の炭酸ガス濃度が1%程度でも黒あざ症が多発しており、‘新雪’は炭酸ガス耐性が非常に低い品種であることが認められた。したがって、黒あざ症を防止するためには、貯蔵中の炭酸ガス濃度を一貫して低く保つことが必要である。

果実周辺の炭酸ガス濃度を低下させるため、0.05mmのポリエチレンフィルム内に果実と共に炭酸ガス吸収剤(主成分消石灰)を封入し、5℃で貯蔵したところ、貯蔵中の炭酸ガス濃度は0.1%前後までしか上がらず、黒あざ症の発生は明らかに抑制された。また、果肉の品質も良好で、3カ月以上の貯蔵が可能であった。

また、黒あざ症の発生機構解明のため、正常果と黒変果のポリフェノールオキシターゼ活性及びポリフェノール含量について検討したが、明確な結果は得られず、今後さらに検討が必要と考えられる。

[Keywords: ‘Shinsetsu’ pear, Black Speck Injury, CO₂ adsorbent materials, calcium Hydroxide]

緒 言

‘新雪’‘晩三吉’‘今村秋’などの晩生系のナシは、大玉で品質も優れており、贈答用や長期貯蔵用品種として期待されている。しかし、貯蔵初期から果面に黒あざが発生し、著しい商品性の低下が問題となっている。

ナシ果面の黒変についての研究事例は、緒方³⁾が‘晩三吉’について、山崎⁴⁾が‘新水’についてそれぞれ報告しているが、貯蔵中の環境ガス組成との関連についての報告はない。そこで、本試験では福岡県嘉穂郡で主要品種として栽培されている‘新雪’を用い、環境ガス組成と黒あざ症発生との関連について検討し、黒あざ症発生を抑制する有効な貯蔵法が得られたのでその結果について報告する。

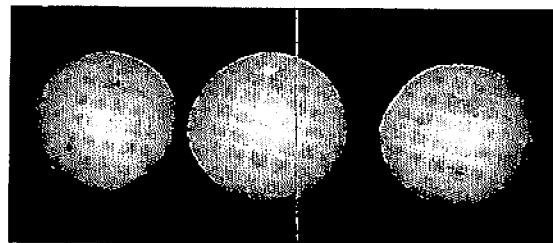
試 験 方 法

1 供試果実

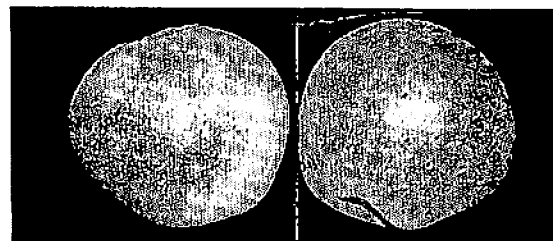
1987年11月5日及び1988年11月20日に、福岡県農業総合試験場園芸研究所(筑紫野市大字阿志岐)で収穫された‘新雪’を試験に供した。1988年産については収穫時期の影響を検討するため、さらに11月12日(収穫前期)及び11月23日(収穫後期)の収穫を行った。収穫後はただちに防虫用ナシ袋から取り出し、試験に供した。

2 包装資材及び貯蔵方法

包装フィルムには、厚さ0.02~0.05mmのポリエチレンフィルムを用いた。炭酸ガス吸着剤はエージレスC2000(主成分消石灰)を用い、エチレンガス吸着剤にはフレッシュキープE(主成分活性炭)を用いた。各区とも1個装で、ヒートシールにより完全密封した。貯蔵温度は5℃で、プラスチックコンテ



第1図 黒あざ症発生果(初期)



第2図 黒あざ症発生果

第1表 黒あざ症発生果率

<1987年度>

試験区	貯蔵日数(日)				
	11	15	25	40	75
0.03mPE区	0	0	8	42	67(21)
0.05mPE区	0	17	33	58	83(45)
0.05mPE+ 炭酸ガス吸着剤区	0	0	0	0	0
0.05mPE+ エチレンガス吸着剤区	17	42	67	100	100(72)

<1988年度>

試験区	貯蔵日数(日)				
	16	24	31	38	98
0.02mmPE区	0	17	50	83	100(28)
0.03mmPE区	13	25	50	67	92(46)
0.04mmPE区	13	50	67	92	100(82)
0.05mmPE区	38	58	100	100	100(75)
0.05mmPE+ 炭酸ガス吸着剤区	0	17	25	33	33(5)

注) () 内は黒あざ症発生果における平均発生面積率(%)

ナに平詰めし、場内定温庫に貯蔵した。

3 調査方法

- (1) 黒あざ症発生程度：発生個体果率及び発生果における黒あざの果実表面に占める割合(面積%)を経時的に調査した。
- (2) 包装フィルム内ガス組成の測定：カラムにPorapak-Q及びMolecular-Sieve-5Aを用い、TC D装置のガスクロマトグラフ(島津GC-8A型)で測定した。
- (3) 果実硬度：直径8mmのマグネステーラーを用い、果実の赤道面2カ所を測定した。
- (4) Brix及び遊離酸：果実をすりおろし、東洋ろ紙No.2でろ過した果汁を試料として用いた。Brixは屈折糖度計により、遊離酸は0.1N-NaOHによる滴定法により測定し、クエン酸として換算した。
- (5) ポリフェノールオキシターゼ活性の測定：試料にpH6.0、0.1Mりん酸緩衝液及びPVAを加えて磨砕し、遠心分離後上澄液を粗酵素液とした。pH6.0、0.1Mりん酸緩衝液2.6ml、0.1Mクロゲン酸0.3mlを試験管にとり、30℃で平衡にした後、粗酵素液0.1mlを加え、正確に10分後、420nmにおける吸光度を測定した。

第2表 ポリエチレン袋内ガス濃度の変化

<1987年度>

試験区	ガスの種類	貯蔵日数(日)				
		7	15	25	47	75
0.03mmPE区	CO ₂	1.18	0.98	0.88	0.75	0.94
	O ₂	18.42	18.84	18.92	20.26	19.45
0.05mmPE区	CO ₂	2.50	2.25	2.03	2.02	1.68
	O ₂	13.40	11.61	11.70	12.32	16.35
0.05mmPE+ 炭酸ガス 吸着剤区	CO ₂	0.05	0.03	0.04	0.03	0.05
	O ₂	13.58	11.10	12.49	11.76	15.54
0.05mmPE+ エチレンガス 吸着剤区	CO ₂	2.05	2.29	2.60	2.38	2.48
	O ₂	13.47	11.06	9.82	11.33	11.54

<1988年度>

試験区	ガスの種類	貯蔵日数(日)		
		11	25	38
0.02mmPE区	CO ₂	1.19	1.83	1.28
	O ₂	17.76	14.20	17.00
0.03mmPE区	CO ₂	1.49	1.79	1.78
	O ₂	15.59	14.75	14.88
0.04mmPE区	CO ₂	3.31	2.19	1.98
	O ₂	10.95	13.05	15.39
0.05mmPE区	CO ₂	5.09	3.81	2.70
	O ₂	8.16	7.11	7.48
0.05mmPE+ 炭酸ガス 吸着剤区	CO ₂	0.09	0.13	0.06
	O ₂	7.54	9.61	10.39

- (6) ポリフェノール含量の測定：試料をメタノール中で磨砕し、ポリフェノールを抽出した。試料5mlに1Nフェノール試薬5mlを加え、3分後に10%炭酸ナトリウム5mlを加えて混合し、1時間後に530nmの吸光度を測定した。

結果及び考察

1 環境ガス組成と黒あざ症

空気は窒素ガス78%、酸素ガス21%、炭酸ガス0.03%、その他微量ガスを含む混合気体であるが、ナシ果実の生活作用はこのガス組成のときに最も正常に営まれる。そしてこのガス組成が変化してくるにつれて、生活作用に影響が現れてくる。一般にナシ果実では、環境ガスの炭酸ガス濃度を高く、酸素濃度を低く保つことによって呼吸が抑制され、品質低下が抑えられて貯蔵性が高まるといわれている¹⁾。

第3表 貯蔵後の障害果発生調査

収穫日	包装形態	黒あざ症発生程度		内部障害	包装フィルム内ガス濃度	
		発生果率	発生面積		CO ₂	O ₂
1月12日	0.04mmPE	100	75	-	-	-
	0.05mmPE+C	33	5	0	0.11	14.00
11月21日	0.04mmPE	100	82	-	-	-
	0.05mmPE+C	33	5	0	0.10	12.22
11月24日	0.04mmPE	100	62	-	-	-
	0.05mmPE+C	33	3	0	0.05	14.19

注) ①C：炭酸ガス吸着剤
②調査は2月17日に実施

第4表 貯蔵後の品質調査

収穫日	減量率	硬度		Brix		クエン酸	
		収穫時	貯蔵後	収穫時	貯蔵後	収穫時	貯蔵後
11月12日	0.40	4.7	3.9	12.3	12.4	0.185	0.210
11月21日	0.37	5.0	3.4	12.2	12.1	0.166	0.171
11月24日	0.45	5.2	3.8	13.4	12.2	0.180	0.191

注) 貯蔵後の調査は2月17日に実施

この場合の最適ガス条件は、'二十世紀'の場合には炭酸ガス3~4%、酸素5%、'豊水'及び'幸水'の場合には炭酸ガス3%以下、酸素ガス10%以上とされているなど、品種によって差があり、長期貯蔵の場合には品種別の最適ガス条件を検討することが重要である。

近年、フィルムのガス透過性の違いを利用し、フィルムの種類、貯蔵温度及び内容量を組み合わせることにより、最適環境ガス組成に近づける試みが多く行われている。本報では、厚さの異なるポリエチレンフィルム及びガス吸着剤を用いて環境ガス濃度を変化させ、黒あざ症発生との関連を検討した。

まず、'新雪'の黒あざ症の症状であるが、発生初期は果面に直径2~3mmの黒い斑点が現れ(第1図)、徐々に広がり、症状のひどいものは果面全体に広がる(第2図)。しかし、いずれの果実においても、黒あざは果皮表面にのみ発生し、果肉への影響は認められなかった。

第1表には貯蔵中の黒あざ症の発生果率及び発生面積率を、また、第2表には包装フィルム内のガス濃度の変化を示した。

フィルムが厚くなるほど炭酸ガス濃度は高くなり、酸素濃度は低くなった。これは、フィルムが厚くなるほどガス透過性が低くなるためと考えられる。また、炭酸ガス吸着剤を封入した場合、炭酸ガス濃度

は常に0.2%以下となり、炭酸ガス吸着剤の効果が認められた。

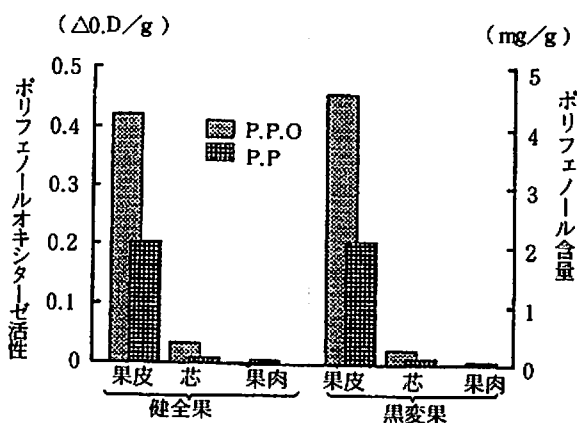
フィルム袋内の炭酸ガス濃度と黒あざ症発生程度との関係を見ると、炭酸ガス濃度が高いほど黒あざ症が多発しており、'新雪'の黒あざ症は、貯蔵中に果実の呼吸により蓄積した炭酸ガスによる生理障害であることが明らかになった。一方、炭酸ガス濃度が0.2%以下の炭酸ガス吸着剤封入区では、1987年度は全く黒あざ症の発生は認められず、また、1988年度においても、黒あざ症の発生果率はやや高い傾向を示したが、果実表面に占める黒あざの面積率は小さく、他の区と比較して黒あざ症発生の抑制効果は明らかであった。このことから、貯蔵中は包装フィルム内に、炭酸ガス吸着剤を果実と共に封入することで、効果的に黒あざ症を抑制できることが明らかになった。

また、'二十世紀'では炭酸ガス4%、'幸水'及び'豊水'では炭酸ガス3%以下が最適ガス濃度とされているが、本報で供試した'新雪'は、炭酸ガス濃度が1%程度でも黒あざ症が多発しており、炭酸ガス耐性は非常に低い品種と考えられる。

2 収穫条件と貯蔵性

第1表及び第2表に示すように、同じ厚さの包装フィルムを用いた場合でも、1988年度は1987年度と比較して常に炭酸ガス濃度が高くなっており、同時に黒あざ症も多発し、収穫年次によって、果実の呼吸量及び黒あざ症の発生程度に差が生じることが示唆された。

また、収穫時期(収穫前期、最盛期、後期)が貯蔵性に与える影響を検討するため、各時期に収穫された果実を5℃で約3ヶ月貯蔵し、貯蔵後の品質調査を行った。



第3図 ポリフェノールオキシターゼ活性及びポリフェノール含量

第3表及び第4表に示すように、収穫時期によって黒あざ症の発生程度に差は認められなかった。また、収穫時期にかかわらず、果肉障害やBrix及び酸含量の低下は認められず、果肉の品質保持も良好であった。また、果肉硬度の測定値がやや低下したが、食味への影響はなく、各区とも、さらに長期間の貯蔵が可能であることが示唆された。

以上、収穫時期が貯蔵性に及ぼす影響は明らかではなかった。これは、'新雪'が早生系のナシに比較して果肉が硬いため、ナシ果実の貯蔵中の品質低下の大きな要因である果肉の軟化及び崩壊等が起こりにくく、収穫時期による差もでなかったと考えられる。

3 ポリフェノールオキシダーゼ活性とポリフェノール含量

黒あざ症の生理的機構解明のため、果皮が黒変した場合のポリフェノールオキシダーゼ活性及びポリフェノール含量の変化を果実の部位別に検討した。

第3図に健全果と黒変果の部位別の測定結果を示したが、ポリフェノールオキシダーゼ活性及びポリフェノール含量は果皮の部分に圧倒的に多いことが認められた。しかし、健全果と黒変果とを比較した場合、明確な差異は認められなかった。

以上の結果から、'新雪'の黒あざ症発生は、貯蔵中に蓄積された炭酸ガスによる生理障害であることが明らかとなり、黒あざ症を防止するためには包装フィルム内の炭酸ガス濃度を常に低く保つ必要がある。本報では、消石灰を主成分とした炭酸ガス吸着剤をフィルム内に封入する方法が非常に効果的なことが明らかになった。

また、長期貯蔵については、'新雪'が炭酸ガス耐性が非常に低い品種であることを認識し、果実収

穫後から貯蔵庫収納を含めて、一貫して炭酸ガス濃度を低く保つことが黒あざ症発生防止の基本となる。したがって、貯蔵中は貯蔵庫内の通気を良くする必要があるが、貯蔵庫のスペースが狭く換気が十分行われない場合や、貯蔵中の減量防止のためにフィルム等で包装する必要がある場合は、炭酸ガス吸着剤を封入するなどして炭酸ガス濃度を常に低く保つ必要がある。

また、本報では3カ月間の貯蔵試験しか行っていないが、炭酸ガス吸着剤を封入した場合ではさらに長期間の貯蔵が可能であると考えられる。また、黒あざ症の発生についての生理的機構解明もいまだ不十分であり、さらに検討をすすめていく必要がある。

引用文献

- 1) 福田博之・荒木忠治・伊藤慶昭・垣内典夫：果実の成熟と貯蔵。養賢堂。242～350。
- 2) 村岡信雄・森 健・伊坂 孝・田村太郎 (1985)：リンゴ果実の炭酸ガス障害 (第2報) 品種、熟度および貯蔵による老化度がその症状に及ぼす影響 (1985)。食総研報 46, 40～44。
- 3) 緒方俊雄・古原剛二・姫野周二・中尾茂夫 (1981)：ナシ「晩三吉」果面の黒あざ症の発生要因について。大分農技センター研報 11, 61～72。
- 4) 田中喜久・佐藤治郎 (1979)：青果物のCA貯蔵に関する研究 (第8報) ニホンナシの貯蔵障害機作について。愛知農総試研報 11, 130～136。
- 5) 山崎利彦・鈴木勝征・山木昭平 (1988)：ニホンナシ「新水」果皮の黒変に伴う生理的变化と温度及び化学物質による制御。園学雑 56(4), 382～390。

Preventing Black Speck Injury of Late Maturing Japanese Pear

(1) The cause of Black Speck Injury of Japanese Pear 'Shinsetsu' and the storage condition for preventing the Injury

BABA Noriko, Akiko TSURU, Toshiyuki IBARAKI and Toshihiko HIRANO

Summary

The storage conditions for preventing Black Speck Injury (blackened fruit skin) of Japanese pear 'Shinsetsu' were investigated.

The higher the CO₂ atmospheric concentration, the more the Black Speck Injury of 'Shinsetsu' pear was induced. When the fruit was put into the polyethylen bag with CO₂ adsorbent materials (chief ingredient was calcium hydroxide), the CO₂ atmospheric concentration became about 0.1% and black speck injury was prevented. So, it was concluded that the black speck injury of 'Shinsetsu' pear was a physiological disorder induced by high CO₂ atmospheric concentration. And we could store 'Shinsetsu' pear more than three months when stored at 5°C in 0.05mm thick polyethylen bag with CO₂ adsorbent materials.

There was no difference of polyphenol oxidase activity and content of polyphenol between in-jured fruit and healthy one.

キウイフルーツの常温貯蔵技術の研究

山下純隆・馬場紀子
(生産環境研究所流通加工部)

常温でキウイフルーツ 'ヘイワード' (*Actinidia chinensis Planch.*) を貯蔵するための技術を開発するために、収穫時期ごとの貯蔵中の品質と貯蔵性及びガス組成における呼吸商を調査した。

0℃での貯蔵性には収穫時期ごとの差異は認められなかったが、品質は現行の収穫時期よりも20日ほど遅らせた11月下旬に収穫した果実が最も良好であった。果実の呼吸商は酸素濃度21%から10%までは一定値のままであったが、酸素濃度が10%より低くなると急激に増加した。このことから、10%よりも低い酸素濃度に置かれた果実では生理的異常が引き起こされると推察された。

果実の温度がたとえ25℃に到達しても包装フィルム内の酸素濃度が10%以上に維持されるように、フィルムにブタジエンラバーを用いて、フィルムの表面積と包装する果実重量をモデル式により設定した。この技術により11月下旬に収穫されたキウイフルーツは常温で3月上旬まで貯蔵ができるようになった。また、品質的にもさらには追熟後の食味についても0℃で貯蔵された果実と同じくらい良好であった。

[Keywords: kiwi fruit, storage technique, non controlled temperature, packaging]

緒 言

国内産キウイフルーツのほとんどは、青果の価格を維持するために11月以降収穫された後、ただちに低温貯蔵庫に搬入され逐次出荷されながら、ニュージーランド産が輸入される5月ごろまで貯蔵が続けられている。しかし、近年、生産量及び栽培面積が急激に増加したため、生産過剰傾向が強まり青果の販売価格が下落し、販売価格に占める低温貯蔵コストの割合が大きくなっている。さらに、福岡県内の産地においては、1990年には生産量が低温貯蔵庫の収容能力を越えてしまうと予想されており、青果用及び加工原料用を問わず低コストでかつ低温貯蔵庫を使用しない常温貯蔵法の確立が強く望まれている。

温度制御を行った低温下におけるキウイフルーツの貯蔵法については既に Arpaia¹⁾ 多くの報告があるが、温度制御を行わない常温での貯蔵法については永田²⁾ が可能性を示唆しているにすぎない。

筆者らは、常温において単に果実硬度の維持だけでなく、貯蔵後にエチレンで追熟を行った後の食味の向上まで含めた収穫・貯蔵条件を明らかにしたので報告する。

試 験 方 法

1 供試果実

福岡県立花町産 キウイフルーツ 'ヘイワード'

2 収穫時期別果実の成分

1987年10月5日から12月25日にかけて10日毎に収穫した果実を澱粉は過塩素酸抽出により、他は既報³⁾ に準じて分析後、厚さ0.02mmポリエチレンフィルムに折り込み包装し、コンテナに詰めて、直ちに0℃定温庫に搬入した。1月9日と翌年3月7日に出库して、既報³⁾ に準じてエチレン処理を行い、食味の官能評価を行った。

3 呼吸量と平衡ガス濃度

1987年11月15日に収穫した果実3.62kgを15℃と25℃に放置し、24時間後にそれぞれの温度のデシケーター(13,000ml)に入れ、経時的にデシケーター内のガス濃度を測定した。また、同様に25℃に果実を放置し、24時間後に果実の2果(125g)から10果(605g)を18×22cmの低密度ポリエチレンフィルム(厚さ0.03mm, 以下PE)とブタジエンラバーフィルム(厚さ0.03mm, 以下BR)に400mlの空気量になるように封入した後、25℃に放置し、24, 48及び72時間後にフィルム内のガス濃度を測定した。なお、ガス濃度は島津製TCDガスクロマトグラフを用いた。

4 場内試験

1987年12月4日に収穫した果実を24時間常温に放置した後、30×40cmのBR(厚さ0.02mm)に25果/袋(約2.5kg)つつ密封(空気量約1,700ml)し、過マンガン酸カリウム系のエチレン吸着剤の有無別に通気の良い倉庫に置き、常温で貯蔵試験を実施した。また、低温貯蔵との比較対象として0℃低温庫でも果実を貯蔵した。1月と3月には既報³⁾ に準じて硬

度、クエン酸及びBrixを測定した後、エチレン追熟と食味の官能評価を行った。

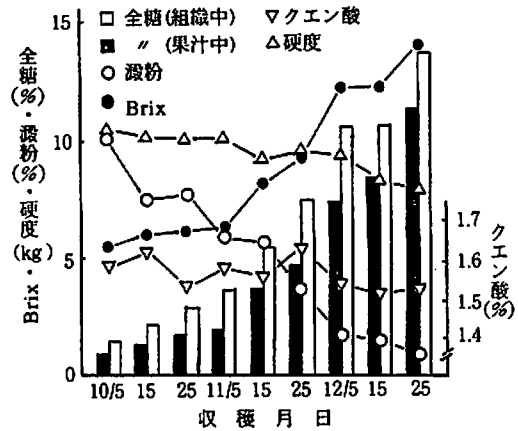
5 現地試験

1988年11月20日に収穫した果実を24時間常温に放置した後、70×60cmのBR (厚さ0.02mm) に10kg (約100果) づつ密封 (空気量約6,700ml) し、過マンガン酸カリウム系のエチレン吸着剤の有無別に産地の通気の良い倉庫 (標高100m) に置き、常温で総量6,000kg規模の現地貯蔵試験を実施した。12月、1月及び3月には既報⁹⁾ に準じて硬度を測定した。また、3月には果実全量の硬度を触感により選別した。

結果及び考察

1 収穫時期別の果実成分と貯蔵追熟後の食味

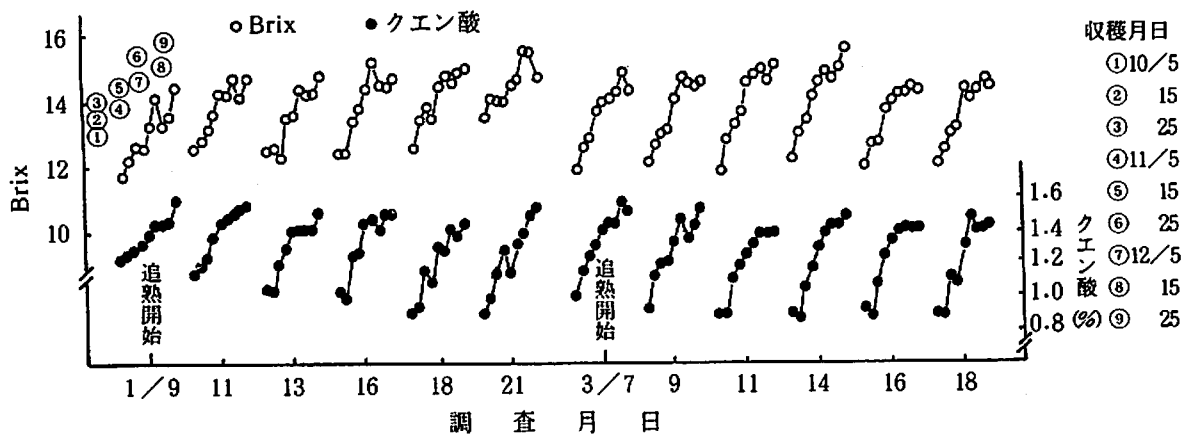
収穫直後の果実成分の変化については、クエン酸及び果実硬度は12月ごろから減少し始めているが、全糖及びBrixは収穫時期が遅くなるほど急激に増加し、逆に澱粉は減少している (第1図)。また、澱粉と全糖の合計値は11月上旬まで減少した後、急激に増加していることから、現行の11月上旬収穫の果実よりも甘味の強い果実を得るためには収穫時期を遅くすることが必要であると考えられる。このことを明らかにするために、それぞれの収穫日の果実を低温で貯蔵し追熟を行い、食味を調査した (第2図、第3図)。貯蔵後においても追熟中においてBrix及びクエン酸は、収穫時期が遅い場合に高い傾向が認められる。Brixは収穫直後の収穫時期別の含量の変化の傾向が貯蔵、追熟中も引き継がれているが、クエン酸は収穫直後の傾向とは逆になっている。これらの原因は、低温貯蔵であっても収穫時期に関わらず12月下旬までに果実内の澱粉がほとんど



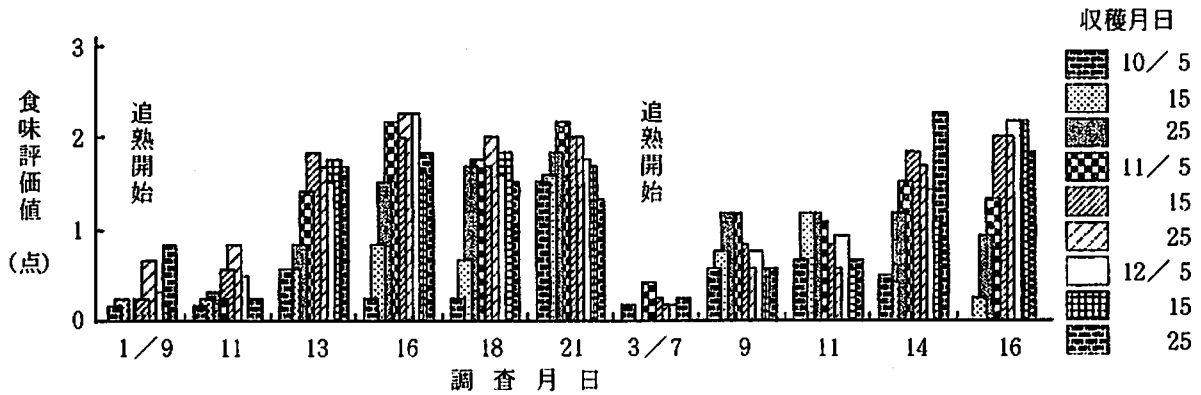
第1図 収穫時期による果実内成分の変化 (1987年)

消失していることから推察すると、収穫時期が早い果実は貯蔵期間が長くなるために呼吸基質として消費される量が多いことに加えて、収穫時期の早い果実は消耗の速度が早いことによるものと考えられる。また、追熟後の食味については糖及び酸の割合の関係から11月上旬から12月上旬収穫の果実の評価が高いが、1月及び3月貯蔵の場合とも平均して高い評価を得ているのは11月下旬収穫の果実である。さらに、3月まで貯蔵した果実でエチレンによる追熟処理を行い軟腐症果実の発生について調査したところ、11月中旬以降に収穫した果実では軟腐症果実の発生がかなり抑えられた (第1表)。

以上の結果から、内容成分、貯蔵後の品質、追熟後の食味及び追熟中の軟腐症果実の発生頻度等から、常温貯蔵を行うための果実の収穫時期は、樹上で凍害等の危険の無い圃場においては11月下旬以降が望ましいことが判明した。



第2図 収穫時期別果実の追熟によるBrixと酸の変化 (1987年)



第3図 収穫時期別果実の追熟による食味評価の変化 (1987年)

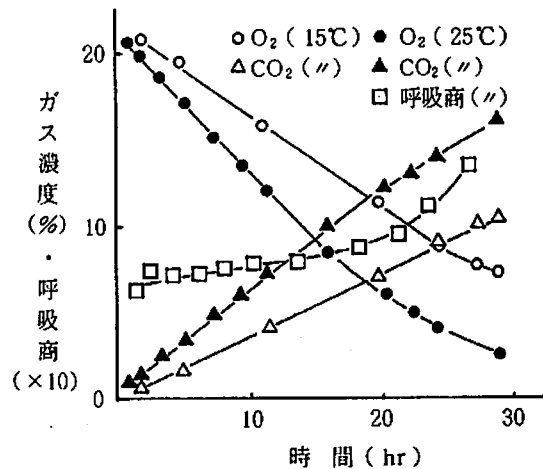
第1表 追熟中の軟腐果実割合の推移 (% , 1987年)

収穫 月日	調査月日					
	3/9	3/11	3/13	3/16	3/18	3/20
10/15	0	0	3.3	30.0	36.7	46.6
/25	0	0	0	10.0	16.7	23.3
11/5	0	0	0	16.7	23.3	23.3
/15	0	0	0	0	6.7	6.7
/25	0	0	3.3	6.7	10.0	10.0
12/5	0	0	0	0	3.3	13.3

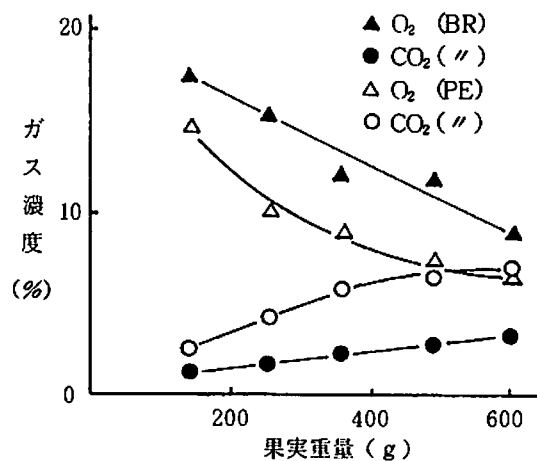
注) 調査果実総数は180果

2 呼吸量と平衡ガス濃度

デシケーター内の酸素濃度は約10%まではほとんど直線的な減少が認められる(第4図)。また、二酸化炭素濃度は10%以上に到達してから次第にその増加速度が減少してきている。このために、最初は呼吸商(dCO₂/dO₂)は約0.7~0.8ではほぼ一定であるが、酸素濃度10%、二酸化炭素濃度10%に到達した頃から急激に増加してきている。これらの現象は15℃及び25℃でも認められたことから、酸素濃度10%以下では、さらには10%以上の二酸化炭素濃度との相乗作用により、果実内で無気呼吸が起ることを示している。したがって、果実温度が20℃以上の高温になることも予想される常温貯蔵において、無気呼吸を防止し貯蔵中のガス障害の発生を回避するためには、外気温の高低に関わらず酸素濃度10%以上、二酸化炭素濃度10%以下に維持する処理が必要であると判明した。



第4図 デシケーター内のガス濃度と呼吸商の変化 (1987年)



第5図 果実重量別のフィルム内平衡ガス組成(1987年)

果実重量が多くなるほど平衡状態に到達したときの酸素濃度は減少し、二酸化炭素濃度は増加している(第5図)。BRはPEに比べてガス透過性が高いために、平衡状態に到達した時の酸素濃度は高く、二酸化炭素濃度は低く保持されている。したがって、時として気温が20℃近くに到達することもある常温貯蔵では、貯蔵中のガス障害を回避するために使用するフィルムとしてはPEよりもBRが適しているものと推察される。

3 場内試験

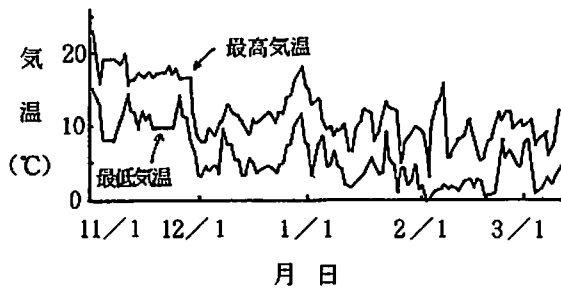
第6図には貯蔵期間の日中の気温の最低と最高気温を、第7図には貯蔵中及び追熟中の硬度の変化を示している。貯蔵中にすべての処理区で果実硬度は低下している。1月までは低温と常温貯蔵の間にそれほど大きな差異は認められないが、3月になると低温貯蔵の優位性がかなり顕著になってきている。

フィルムを用いた常温貯蔵では外気温の上昇によるガス障害の発生が最も懸念されるが、追熟操作に

より常温貯蔵の果実も低温貯蔵の果実同様に硬度が速やかに低下していることから、ガス障害等の発生が無かったことがうかがえる。実際、官能評価からも1月、3月貯蔵果実のいずれにおいても低温貯蔵と常温貯蔵の間に差異は全く認められなかった。このことは第2表に示したガス組成の酸素濃度が10%以上を維持していることから推察される。また、3月になるとエチレン吸着剤による硬度の保持効果が明らかになっている。また、3月9日開封時点でエチレン吸着剤を封入していない果実は、最適熟度に到達していたことから、フィルム包装だけによる常温貯蔵は第6図のような最高気温と最低気温の推移の下では3月上旬までが限度であろうと考えられる。これらの結果から、BRを用いて酸素濃度を10%以上に維持するならば、果実を常温で貯蔵することが十分可能であると判明した。

第2表 貯蔵中のフィルム内ガス組成(%、1987年)

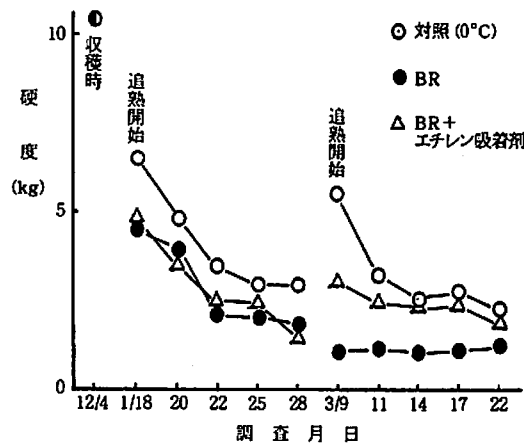
処 理		調 査 月 日		
		12/8	1/14	3/8
B R	O ₂	13.1	16.9	19.7
	CO ₂	3.1	1.1	1.2
B R + 吸着剤	O ₂	14.0	19.0	18.8
	CO ₂	2.9	0.9	1.0



第6図 貯蔵果実周囲の気温(1987年)

4 現地試験

現地は標高が高く、気温が低いと考えられるために場内試験の結果と比較すると3月までかなり硬度が保持されている(第3表)。また、3月9日まで



第7図 12月収穫果実の追熟に伴う硬度の変化(1987年)

注) 最適過食硬度は1~2kg

貯蔵を行った果実の触感による硬度の分布については、BRに包装するだけで硬いと感じられる果実は75%にも達している(第4表)。さらに、エチレン吸着剤を添加すると触感的には94%まで向上している。これらの結果から、実用規模における収穫時期を含めた常温貯蔵法が実証されたと考えられる。

第3表 貯蔵中のガス組成と果実硬度(1988年)

処 理	調 査 月 日				
	11/20	12/20	1/25	3/9	
吸着剤 (無)	O ₂ (%)	21.0	19.1	19.6	19.6
	CO ₂ (%)	0.03	0.6	0.2	0.3
	硬度 (kg)	9.3	8.1	6.9	6.0
吸着剤 (有)	O ₂ (%)	21.0	20.1	19.6	18.5
	CO ₂ (%)	0.03	0.2	0.6	0.4
	硬度 (kg)	9.3	8.4	7.5	6.3

注) 適食硬度は1~2 kg。

第4表 貯蔵後の果実硬度の分布割合(%, 1988年)

処 理	触 感 に よ る 評 価			
	腐 敗	可食硬度以下	やや硬い	十分硬い
吸着剤(無)	0.3	1.1	23.1	75.5
〃(有)	0.6	0.9	4.4	94.1

注) ①調査月日は1988年3月9日
②調査果実総数は3,168果

総 合 考 察

果実を貯蔵する場合、呼吸を抑制することが必要であり、そのためには低温の維持が最も効果的である。したがって、常温で貯蔵を行うことはこの基本原則を無視しているわけであり、常温貯蔵においては低温貯蔵下でほとんど注意する必要の無かった追熟の急激な進行、微生物による腐敗、特に軟腐症の発生やガス障害等の問題が起こり易い。追熟の進行は外気温が低下した時期に収穫を行うことで抑制できる。軟腐症は、健全な果実でも高温にさらされると多く発生し、そのうえ予備試験ではガス障害果実に特に多いことが判明しているので、収穫時期を遅くし、ガス障害を防止することにより回避することができる。ガス障害を防止するためには、外気温の変化に対してガス障害が発生しないようなガス透過度が高く、しかも貯蔵性を維持できるフィルムを選

定し、フィルム面積と果実重量を決定しなければならない。

椎名ら³⁾はカット野菜を用いて、呼吸速度を一定とし包装フィルム内のガス濃度の変化のシミュレーションモデルを作成し、実験結果とよく一致したと報告している。しかし、常温貯蔵では温度が制御できないために、呼吸速度を温度関数として表すことができないのでシミュレーションはできない。したがって、貯蔵中に果実温度が20℃近くになっても果実が無気呼吸をしないようにするために、フィルム内酸素濃度が10%以下にならないような常温貯蔵の包装条件を以下の方法により考案した。

窒素の流入によりフィルム内の体積は変化しないと仮定すると、発酵における溶存酸素の式⁴⁾を基に椎名ら³⁾のモデル式は次のように整理できる。

$$dO_2/dt = KO_2(21 - O_2) - X \cdot QO_2 \cdot f / [O_2] \quad (1)$$

$$dCO_2/dt = KCO_2(0.03 - CO_2) + X \cdot QCO_2 \cdot f / [CO_2] \quad (2)$$

$$f = R \cdot T \cdot 100 / V / 1000 \quad (3)$$

KO₂; フィルムの酸素透過度

(/hr, 面積m², 厚さ0.02mm換算)

KCO₂; フィルムの二酸化炭素透過度

(/hr, 面積m², 厚さ0.02mm換算)

O₂; フィルム内の酸素濃度 (%)

CO₂; フィルム内の二酸化炭素濃度 (%)

X; 果実重量 (kg)

QO₂; 酸素消費速度 (mgO₂/kg・hr)

QCO₂; 二酸化炭素排出速度 (mgCO₂/kg・hr)

R; 気体定数

T; 果実品温 (絶対温度)

[O₂]・[CO₂]; 分子量 (g/mol)

V; フィルム内の気体容積 (ℓ)

この中で呼吸商を第4図から無気呼吸を行わない値である0.8(但しO₂≥10%)とすると、QO₂(25℃)=36.2mgO₂/kg・hr, QO₂(15℃)=23.0mgO₂/kg・hr, QCO₂(25℃)=29.0mgCO₂/kg・hr, QCO₂(15℃)=18.4mgCO₂/kg・hrが得られる。ここで、平衡状態に到達したときは式(1)及び(2)の左辺は0とおけるので、第5図からBRのKO₂=5.8/hr及びKCO₂=11.4/hrが得られる。これらの値を(1)及び(2)式に代入し、BRを用いて平衡状態に到達したときのガス組成を求めると、フィルムの有効面積を50%と仮定すると、たとえ果実温度が15~25℃の間で変化して

も現地試験ではフィルム内の O_2 は19.5~20.2%, C
 O_2 は0.3~0.5%の範囲にそれぞれ保持されると推
 測される。事実、第3表に示されるように、実測値
 はこれらの推測値にかなりよく合致しているものの、
 1月の平均気温は明らかに15℃以下でありながらフィ
 ルム内の酸素濃度が15~25℃の温度範囲で予測した
 値に合致していることは、一定と仮定したVが減少
 したためと考えられる。しかし、温度制御ができな
 い常温下においてガス障害を回避するためのおおよ
 かな条件設定のための予測式として、実用上(1)、
 (2)及び(3)式は使用可能であると考えられる。

したがって、常温でキウイフルーツの貯蔵を行う
 場合は、追熟の進行を抑制するために気温ができる
 だけ低下した時期、即ち11月下旬以降に収穫した果
 実を、(1)、(2)及び(3)式を用いてガス障害が発
 生しないよう10%以上の酸素濃度を維持するように
 設定した条件、例えば果実10kgの場合、70×60cmの
 BR (厚さ0.02mm) を用いた密封包装の条件で常温
 貯蔵を実施することが重要であり、これにより実用
 規模で3月上旬までの貯蔵は十分可能であると結論
 される。

引用文献

- 1) Arpaia, M.L., F.G. Mitchell, A.A. Kader
 and G. Mayer (1985): Effects of 2% O_2
 and Varying Concentrations of CO_2 with
 or without C_2H_4 on the Storage Performance
 of Kiwifruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109(6)
 ,768~760.
- 2) 永田賢嗣・栗原昭夫 (1983): キウイフルーツ
 の貯蔵法. 農及園58(7), 947~948.
- 3) 椎名 (小野寺) 武夫・河野澄夫・岩元陸夫 (19
 88): シミュレーションモデルによるカット野
 菜包装における内部ガス組成の解析. 園学雑56
 (4), 486~492.
- 4) 田口久治・永井史朗 (1985): 微生物培養工学.
 共立出版社. 162~169.
- 5) 山下純隆・茨木俊行・馬場紀子・平野稔彦 (19
 88): キウイフルーツの低温追熟におけるエチ
 レンの効果. 福岡農総試研報B-8, 53~58.

Storage Techniques for Kiwi Fruit under non Contorlled Temperature

YAMASHITA Sumitaka and Noriko BABA

Summary

In order to develop the storage techniques for kiwifruit 'Hayward' (*Actinidia chinensis Planch.*)
 at non contorlled temperature, the quality during storage, the change in storage performance
 at various harvesting times and the respiratory quotient on gas balance were in-vestigated.

The storage performance at 0℃ showed no difference with the harvesting time. The fruits
 harvested in late November had the best quality. The respiratory quotient remained constant
 when O_2 concentration was between 21 and 10% , but it rapidly increased when O_2 concentration
 became below 10%. This increase suggested that the pysiological disorders were induced in the
 fruits which was kept below 10% O_2 concentration.

To keep O_2 concentration in the filum bag over 10% even though the temperature of the
 fruits reached 25℃, the surface area of the film required per unit weight of the packed fruits
 was calculated from the model equations.

With the techniques developed, kiwifruit harvested in late November could be stored until
 early March at non controled temperature, and their quality was as good as the fruits kept at
 0℃.

モノクローナル抗体による温州萎縮ウイルスの検出

第1報 ウイルスの純化とモノクローナル抗体の作出

平島敬太・野口保弘・山田耕路*・村上浩紀*
(果樹苗木分場)

カンキツの温州萎縮ウイルスを *Physalis floridana* で増殖し、病徴発現葉を材料として純化した。純化SDVで免疫したマウスから得た脾細胞と骨髄腫細胞をPEG法により融合させた。融合細胞をELISA法と限界希釈法により選抜、クローン化し抗体産生株を得た。これらの生産するモノクローナル抗体のうち最も反応性の高いものは血中抗体より希釈活性が800倍高く、SDV表層に位置すると推察される分子量23Kダルトンのタンパク質と反応した。

[Keywords: satsuma dwarf virus, monoclonal antibody, epitope, ELISA,]

試験方法

緒言

果樹のウイルス病は果実の生産性や品質に影響することが多く、苗木植栽から結実期まで潜在的に被害を及ぼしている。このため、ウイルスフリーの苗木や検定済み苗木の必要性が増大している。

ウイルスの検出には検出感度や処理能力の点から酵素結合抗体法(ELISA法)が広く利用されている。しかし、従来の血清中の抗体を利用した方法では、検出精度や感度等の性状が免疫動物毎に異なり²⁾、得られる抗体量が限られ、持続性にも問題が残った。さらに、ウイルス以外の物質に反応する抗体(非特異抗体)も含まれ、これらを除去することは非常に困難である。このうち最大の欠点は、必要とする抗体量に見合った免疫用精製ウイルスを必要とすることで、樹体内でのウイルス濃度の低い果樹ウイルスでは最大の障害である。

ハイブリドーマ法³⁾によって得られるモノクローナル抗体は、この様な問題点を解決する極めて有用な手法として、タンパク質の分析を必要とする多くの分野で活用され、植物ウイルス分野での応用は、より高感度な検出⁴⁾、系統識別⁵⁾、構成タンパク質の解析⁶⁾等に利用され始めている。

本報告では、抗体需要が多く、抗血清では近縁ウイルスとの識別に難があり⁷⁾、モノクローナル抗体の利点が有効に発揮されると思われるカンキツの温州萎縮ウイルス(Satsuma Dwarf Virus: 以下SDV)に対するモノクローナル抗体を作出し、若干の知見を得たので報告する。

* 九州大学農学部

1 SDVの増殖と純化

SDVに感染している林温州(農水省果樹試口之津支場より分譲)の新梢を1988年5月に採取し、クエン酸緩衝液(0.1M, pH 7.0, 0.1%TGAを含む)及びベントナイトと共に乳鉢で磨砕し、本葉2~4枚展葉期の *Physalis floridana* にカーボランダムと共に汁液接種した。接種上位葉のうち、退緑斑モザイク症状を示した葉を純化材料として採取し、-80℃に凍結保存したものを供試した。純化は、宇杉らの方法²⁾に準じた(第1図)。純化過程の各サンプルを回収し、サンプル中の総タンパク量(Protein assay: BIO RAD社)とSDV濃度を調査(ELISA法、電子顕微鏡)し、純化の程度を確認した。また、抗体検出時に支障となるパーオキシターゼ(POD)活性を基質分解反応法により調査した。最終的に得られた分画のウイルス粒子を電顕で確認し、純化ウイルスとした。これを等量のGMSB(30%グリセリン, 15%メルカプトエタノール, 6%SDS, 0.01%BPB), トリス緩衝液(118mM, pH6.8)と共に2分間100℃処理したものを、Laemmli系緩衝液のSDS12%ポリアクリルアミド電気泳動法(SDS-PAGE)を用いて、SDV構成タンパク質の分析を行った。

2 マウスへの免疫と血清中抗体確認

純化ウイルスを生理リン酸緩衝液(PBS)にけん濁し、等量のアジュバンドコンプリートフロイント(ACF)で乳化して、生後4週齢のマウス(BALB/c)4頭の腹腔内に投与した。3週間後にACFをインコンプリートタイプに変更し、同様に追加投与した。その1週間後に血液中のSDV抗体価の上昇を

凍結保存材料

- 3倍量のクエン酸緩衝液(0.1M, pH6.5, 0.1%TGA)を加えて磨砕
- 2重ガーゼでろ過
- Mg-ペントナイトを5mg/mlに加え,30分間攪拌
- 遠心分離(10,000rpm/5分間)

上清

- 硫酸0.25g/mlを添加し,4℃で一晩静置
- 遠心分離(10,000rpm/15分間)

沈殿

- 約1/10量のホウ酸緩衝液(5mM, pH8.6, 1mM EDTA)にけん濁
- 四塩化炭素を1/5量加え,15分間強く攪拌
- 遠心分離(3,000rpm/15分間)

上清

- 超遠心分離(40,000rpm/60分間)

沈殿

- 少量のホウ酸緩衝液に4℃で一晩攪拌溶解
- 遠心分離(10,000rpm/15分間)

上清

- ショ糖密度勾配超遠心分離(28,000rpm/120分間)

ウイルスバンド

第1図 温州萎縮ウイルス(SDV)の純化操作

純化ウイルスに対して間接ELISA法(第2図)で確認した。

96穴ELISA用プレートを純化SDVでコート処理

- PBS-Tで洗浄

1%牛血清アルブミン(BSA)PBSでブロック処理

- PBS-Tで洗浄

希釈血清又は培養液上清の添加

- PBS-Tで洗浄

抗マウス酵素標識2次抗体の添加

- PBS-Tで洗浄

- 発色基質の添加

発色と吸光値測定

第2図 間接ELISA法による抗体検出

3 SDV 特異的抗体産生融合細胞の作出

血中抗体価の上昇が確認されたマウスに, PBSにけん濁した純化SDVを腹腔内に投与した。

3日後に脾臓細胞を摘出し, 1×10^8 個に調製した。また, 骨髓種細胞(P3X63-Ag8-U1)は前日に培養液(15%牛胎児血清-ERDF培養液⁴⁾)交換し

た対数増殖期のものを 1×10^7 個準備した。これらをポリエチレングリコール(分子量1,000)を用いて細胞融合した。融合細胞(ハイブリドーマ)は, 培養液50mlにけん濁して96穴マイクロプレートへ $100 \mu\text{e}$ /ウェルまき込んだ。その後の細胞培養条件は温度37℃, 炭酸ガス濃度5%とした。

細胞融合の翌日にHAT選択培養液($27.2 \mu\text{g}/\text{ml}$ ヒポキサンチン, $364 \mu\text{g}/\text{ml}$ アミノプテリン, $7.8 \mu\text{g}/\text{ml}$ チミジンを含む培養液)を $100 \mu\text{e}$ /ウェル追加した。その後1~2日おきに培養液上清を $100 \mu\text{e}$ /ウェル除去し, 新たに1/2濃度のHAT選択培養液を加えて培養液の交換を行った。

細胞融合10日後にハイブリドーマのコロニーが確認されたウェルの培養液上清を採取し, 純化SDVに対する特異的抗体の有無を間接ELISA法で調査した。抗体の産生が確認されたウェルのハイブリドーマを1個/ウェルにマイクロプレートにまき込む限界希釈法を二度繰り返して単細胞クローンとした。更に, SDV純度が異なる純化過程のサンプルに対する培養液上清中の抗体の反応を調査して, SDVに対する抗体の特異性を確認した。

4 モノクローナル抗体の特性調査

得られたモノクローナル抗体産生細胞を無血清培養液(インシュリン $10 \mu\text{g}/\text{ml}$, トランスフェリン20, 亜セレン酸ナトリウム $2.5 \times 10^{-6}\text{M}$, エタノールアミン $20 \mu\text{M}$: ITES-ERDF培養液⁴⁾)に 1×10^6 個/mlまき込み, 細胞の増殖速度や産生抗体量を調査した。3日後に培養上清液を回収し, これを2回の50%飽和硫酸塩析法で濃縮した。

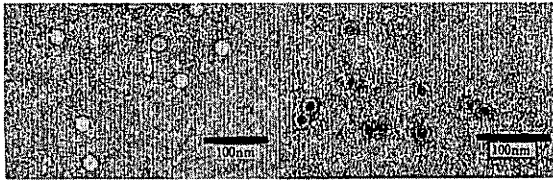
5 SDV構成タンパク質との反応調査

SDS-PAGEで分離したSDV構成タンパク質をウエスタンブロッティング法によってニトロセルロース膜に転写した。これに得られたモノクローナル抗体, 更にPOD標識2次抗体を処理してSDV構成タンパク質に反応する抗体を検出した。

結果及び考察

1 SDVの純化

分画超遠心分離処理で得られた粗純化ウイルスの収量は *Physalis floridana* の生葉1kg当たり, 10~40mgであったが, 採取時の気温が高いほど, 収量は少ない傾向にあった。SDVはショ糖密度勾配遠心分離処理によって2層に分離し, 上層は電頭によって, 既報⁹⁾同様に中空状に染色される核酸欠如型粒子が多数観察された。下層は完全な粒子が観察された(第3図)。



第3図 純化SDV (左：完全 右：核酸欠如型)

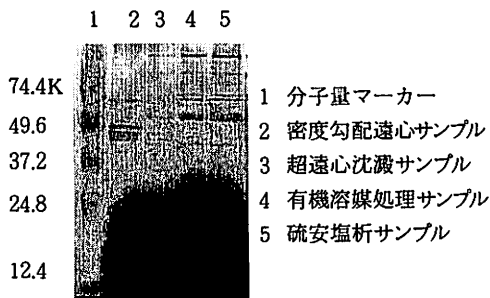
Physalis floridana 内在性 POD の活性は、分画超遠心分離過程まで認められた。したがって、他の酵素より検出感度が高い POD 標識 2 次抗体の使用には、ショ糖密度勾配遠心分離法による純化が有効であった。(第1表)。

第1表 純化過程におけるウイルス精製度 (1989年)

純化過程	POD 活性	総タンパク量 $\mu\text{g}/\text{m}\ell$	SDV	
			濃度	相対純度
磨砕液上清	180	3,860	240	0.065
有機溶媒処理	489	288	248	0.861
超遠心沈澱	33	489	482	0.986
沈澱懸濁	65	446	306	0.686
密度勾配遠心	26	560	991	1.770

注①SDV 濃度は吸光値 $\times 100$
 ②相対純度 = 濃度 / 総タンパク量

純化ウイルス SDV の SDS-PAGE 分析の結果、4 本のバンドが観察された。これらのバンドは純度の向上と共に濃く検出されることから、SDV 構成タンパク質と思われ、それぞれの分子量は 23, 46, 59, 63K ダルトンであった (第4図)。



第4図 SDV 構成タンパクの SDS-PAGE 像

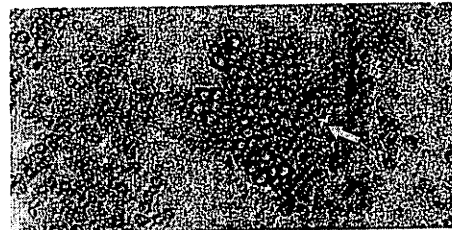
2 マウスの血中抗体価

4 頭中の 3 頭の血液中に SDV に反応する IgG および IgM 抗体が確認され、間接 ELISA 法で陽性反応を示す抗血清の希釈限界は 1,000~10,000 倍であっ

た。

3 SDV 特異的抗体産生融合細胞の作出

ハイブリドーマのコロニー (第5図) は細胞融合 10 日後に 387/576 ウェルで認められ、特異抗体は 40 ウェルで確認できた。脾臓細胞当たりの発生率は約 $1/25 \times 10^6$ であった。これらの株はクローニングの過程で抗体産生能が低下もしくは消滅するものが多く、最終的に SDV 特異抗体産生クローンとして得られた株は、10 株であった (第2表)。



第5図 コロニーを形成するハイブリドーマ細胞

第2表 抗体産生細胞と抗体性状 (1989年)

No.	細胞		モノクローナル抗体			
	株	倍化時間	抗体種	生産量		
				μg	ng	μg
		時間				
1	1 F 4	19.2	IgG	0.56	100	10
2	2 A 10	20.0	IgM	-	10	10
3	3 D 2	26.4	IgM	2.75	10	100
4	3 D 3	22.0	IgG	-	-	-
5	3 E 1	15.2	IgM	2.30	100	10
6	3 H 9	22.0	IgM	-	10	10
7	4 F 10	20.4	IgM	1.71	100	10
8	4 G 6	28.8	IgM	1.96	100	10
9	5 D 7	18.0	IgG	-	-	-
10	5 G 10	27.3	IgM	-	100	100

注) 抗体生産量は 1×10^6 個 / 1 日 — は未調査

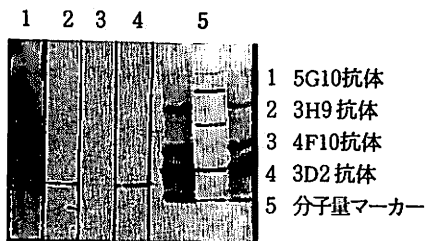
4 モノクローナル抗体の特性

ITES-ERDF 培養液における 10 株の細胞数倍化時間は 15~28 時間で、培養液上清中の抗体量は 0.56~2.75 $\mu\text{g}/\text{m}\ell$ であった。10 株の生産する抗体の種類は IgG が 3 株で、IgM が 7 株であった。生体中での抗体は IgM から IgG に移行することから、抗原投与量または免疫期間が不十分であったものと思われる。SDV の検出が可能な抗体の希釈限界は 10~100ng/ $\text{m}\ell$ で、免疫マウスの血液中抗体に比較して 8~800 倍の希釈活性を示した。しかし、10 $\mu\text{g}/\text{m}\ell$ 以上の濃度では非特異吸着を起こす抗体が多かった (第2表)。

10株中では3D2の株が抗体生産量、希釈活性、非特異反応すべてに優れていた。

5 SDV構成タンパク質との反応

3D2, 4F10, 3H9, 5G10の4株の抗体は、SDV構成タンパク質を転写したニトロセルロース膜上の23Kタンパク質に特異的に反応した。生体に投与された抗原による抗体産生細胞への刺激はウイルス粒子表層の抗原決定基に起因する可能性が大きいことから推察すると、23Kタンパク質はSDV粒子の表層に位置するキャプソメアを構成しているサブユニットタンパク質と思われた。46, 59, 63Kのタンパク質は、SDV内部構成タンパク質もしくは、23Kタンパク質よりも抗原性が低い表層タンパク質と思われたが、更に調査の必要がある。



第6図 SDV構成タンパクに反応した抗体

総合考察

以上のことから抗体産生ハイブリドーマの凍結保存とITES-ERDF培養によって永遠に無限量の均一なSDVモノクローナル抗体の生産が可能となった。更に、生産される抗体は従来の血清抗体より高感度な検出が可能で、ウイルス粒子の構造解析への有効な手法としての可能性が予想された。今後は残された抗体の抗原決定基やウイルス構成タンパクとの反応性を検討すると共に、得られた抗体の特性を

生かして、高感度検出システムの確立、SDVの地域の変異性、近縁ウイルスとの相違性や類似性、伝染ベクター等を明かにすることでSDV被害の回避に役立てたい。

引用文献

- 1) 范永堅・難波成任・山下修一・土居養二(1987): モノクローナル抗体によるイネ萎縮ウイルス外皮蛋白質の抗原性解析について. 日植病報53, 124.
- 2) 平島敬太・堀江裕一郎・鶴丈和(1988): カンキツウイルス検定におけるELISA法の簡易化. 福岡農総試研報B-8, 85~88.
- 3) Köhler, G and C. Milstein (1975): Continuous culture of fused cells secreting antibody of predefined specificity. Nature 256, 495~497.
- 4) 村上浩紀・下村猛・中村卓二・大橋英哉・篠原和毅(1984): ハイブリドーマの無血清高密度培養用基礎培地の開発. 日農化誌58, 575~583.
- 5) Susamoto S・佐古宣道・野中福次(1988): ズッキーニ黄斑モザイクウイルス検出のためのモノクローナル抗体の利用. 日植病報54, 436~443.
- 6) 高橋義行・亀谷満郎・匠原監一郎・鳥山重光(1989): モノクローナル抗体によるスイカ系キュウリ緑斑モザイクウイルスの検出. 日植病報55, 369~372.
- 7) 宇杉富雄・斉藤康夫(1977): 温州萎縮ウイルスの諸性質について. 日植病報43, 137~144.
- 8) 宇杉富雄・土崎常男(1981): カンキツモザイク病罹病樹から分離されたウイルスについて. 日植病報47, 413~414.

Detection of Satsuma Dwarf Virus by Using Monoclonal Antibodies

(1) Viruses Purification and Production of Monoclonal Antibodies

HIRASHIMA Keita, Yasuhiro NOGUCHI, Koji YAMADA and Hiroki MURAKAMI

Summary

Satsuma Dwarf Virus (SDV) was purified of symptom leaves at *Physalis Florida*na.

Stable hybridoma cell line secreting monoclonal antibodies (MCA) to the SDV were produced by fusing spleen cell of immunized mice and myeloma cell.

These MCA were exhibited of higher dilutions activity than polyclonal antibodies in serum. And most activitic MCA were reacted to 23K dalton proteins on SDV.

ブドウのウイルスフリー化による高品質果実生産

第2報 培養個体の効率的順化法

草野成夫・堀江裕一郎
(果樹苗木分場)

ブドウのウイルスフリー苗木を大量増殖するために、組織培養時の発根促進と培養個体の生育量増加のための順化法について検討した。

イチゴパック利用による簡易順化では、開口度を10%程度にすることにより葉枯れを防止し、生育を促進できた。発根促進と鉢上げ時の根傷み防止のための発根支持体としてはポリウレタン、ピートモスが寒天培地に比べ優れた。

ポリウレタンでの発根処理とその後水耕栽培を行うことにより、培養個体は飛躍的な茎葉の伸長と根量の増加が可能となった。

[Keywords: grapevine, tissue culture, acclimatization, solution culture]

緒 言

福岡県におけるブドウの生産は、消費者の嗜好の変化により従来のキャンベル・アーリーやデラウエアから大粒で食味の優れた「巨峰」へ移行しており、その栽培面積は県内ブドウ栽培面積の54%を占めるに至っている。

西南暖地の「巨峰」は、山梨県や長野県の「巨峰」と比較して気象的に赤熟れし易い傾向にあったが、近年、ウイルス病による赤熟れ、糖度低下や小玉果の発生が確認されたことにより^{6,7)}、本県でも「巨峰」のウイルスフリー化が熱望され、1986年より当分場において熱処理と茎頂培養によるウイルスフリー化の取り組みを行い、1990年に原母樹の配布を予定しているところである⁸⁾。

ブドウのウイルスフリー化は、熱処理、茎頂摘出及び置床、茎葉増殖、発根、順化、鉢上げの工程で行っている。

しかし、順化・鉢上げに時間がかかり、順化の過程では葉枯れや枯死が発生するなど、その後の生育が極めて悪く大量増殖の障害となっている。

そこで順化の期間の短縮と培養個体の生育促進を目的に試験を行い、若干の知見を得たので報告する。

試 験 方 法

供試材料

継代培養中のウイルスフリー「巨峰」及び台木品種「Berlandieri×Riparia Teleki selection Kober 5BB」(「5BB」)を、1/2Murashige &

Skoog (MS) 加用ベンジルアデニン (BA) 0.5 ppm, ショ糖30g/l, 寒天8g/l, pH5.8の茎葉増殖培地に移植し、30日経過後、先端1.5~2枚の茎葉を切断して各種試験の材料とした。

試験1 イチゴパック利用による簡易順化

茎葉先端を発根培地に置床して1カ月経過した発根個体をイチゴパックに移植した。発根培地は1/2MSにナフトレン酢酸 (NAA) を0.05ppm, ショ糖を30g/l加用し、寒天を8g/l用いpH5.8に調整したものを利用した。順化用としてイチゴパック(大きさ: 15×10×7cm, 用土: パーミキュライト)を利用し、うわぶたをずらすことにより、開口度を10, 30, 60%に調節した。その後、培養庫(温度25~28℃, 照度3,000Lux)及びガラスハウス(期間3月4日~5月3日, 寒冷紗, 遮光率50%)で育成した。灌水は乾燥程度に応じて適時行った。

試験2 各種発根支持体による順化への影響

茎葉先端を発根培地に置床したが、発根支持体には、ロックウール、ポリウレタン、ピートモス及び寒天を使用した。ロックウール、ポリウレタン、ピートモス区は液体培地として1/2MSにNAAを0.05ppm, ショ糖を30g/l加用し、pH5.8に調整したものを利用した。寒天区では寒天を8g/l加用した。培養条件は、温度25~28℃, 照度3,000Lux, 16時間日長とした。

発根処理1カ月後、パーミキュライトとパーライトを1:1に混合した用土を用いたポットに鉢上げしたが、順化は穴をあけたコップを当初2週間全処理区にかぶせた。

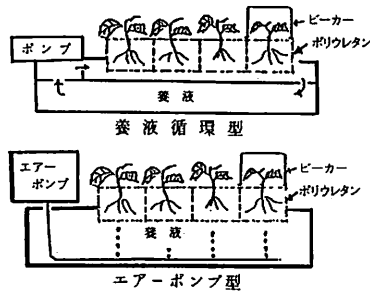
また、液体培地中の添加ホルモンとしてNAA0.05, 0.1 ppm及びフロログリシン (PG) 1mMの検討を行った。

試験3 水耕栽培による順化と生育促進

茎葉先端を発根培地で1カ月培養したが、発根支持体にポリウレタンを使用し、液体培地として1/2 MSにNAAを0.05ppm、シヨ糖を30g/l加用し、pH5.8に調整したものを利用した。1カ月後に取り出して軽く水道水で洗い、水耕栽培に利用した。

水耕栽培のタイプは、第1図のように養液循環型及びエアープンプ型とし、ピーカーを上部に1週間及び2週間の単位でかぶせて順化期間とした。

養液の成分は、第1表の通りである。



第1図 水耕栽培のタイプ

第1表 水耕栽培養液中の成分

種類	濃度	原料
アンモニア性窒素	7ppm	リン酸アンモニウム
硝酸性窒素	95	硝酸カルシウム, 硝酸加里
水溶性磷酸	35	リン酸アンモニウム
水溶性加里	135	硫酸加里
微量要素	0.02~1	硫酸苦土, ホウ酸等

結果及び考察

試験1 イチゴパック利用による簡易順化

ガラスハウス内では気温の日較差が大きい時で15℃程度あり、最高31℃まで上昇したが寒冷紗の利用により直射日光が減少したことから防風効果により、葉枯れはあまり発生しなかった。特に、開口度が10%では葉の褐変は観察されなかった。また、培養庫内では風量が大きかったため、イチゴパックの開口度が大きいほど葉の褐変や培養個体の枯死が発生した。培養個体の生育程度についてみると、開口度10%区の葉の褐変率は少なかったが、主根数がやや良かった程度で‘巨峰’及び‘5BB’で顕著な差は認められなかった(第2表)。しかし、根量が少ないことと肥料焼け防止のため、無肥料で管理したので生育は十分とは言えなかった。また、イチゴパックでは多灌水、過乾燥になり易いので、底部に穴を開けるなど適切な水管理に努める必要があると考えられた。

試験2 各種発根支持体による順化の効率化

発根支持体別にみると、ポリウレタン区では、‘巨峰’、‘5BB’ともに置床1カ月後、鉢上げ1カ月後の茎葉の伸長や根の発生が他の区より優れていた。ピートモス区は、‘巨峰’、‘5BB’とも置床1カ月後では寒天区に比べて茎葉長、根長は大きかったが、主根本数はやや少ない傾向を示した。また、鉢上げ1カ月後の‘5BB’では寒天区とはほぼ同じ生育状態であった。

ロックウール区では‘巨峰’で80%が枯死し、‘5BB’では100%が枯死した。この原因として、

第2表 簡易順化と生育 (1988年)

区別			移植時 (3.3.)			60日後 (5.3)			
品種	開口度		主根数	主根長	茎葉長	葉の褐変率	主根数	主根長	茎葉長
			本	mm	cm	%	本	mm	cm
巨	培	10%	2.3	6.3	5.0	13	5.5	12.5	9.8
	養	30%	2.0	5.0	5.5	25	3.0	10.5	7.0
	庫	60%	3.0	7.5	8.7	40	4.5	12.0	9.5
峰	ハ	10%	2.0	3.7	5.5	0	4.5	7.5	7.0
	ウ	30%	2.5	3.5	7.5	15	3.0	5.5	9.0
	ス	60%	4.0	6.0	7.0	30	6.0	7.0	7.5
5	培	10%	2.5	6.5	5.5	10	5.5	11.0	9.7
	養	30%	2.0	8.0	6.5	32	5.0	10.0	9.0
	庫	60%	3.6	8.0	8.6	51	4.3	11.5	8.7
B	ハ	10%	4.0	5.5	6.7	0	6.5	12.5	8.5
	ウ	30%	4.0	6.5	8.5	27	4.5	12.0	9.5
	ス	60%	3.0	7.5	8.0	43	4.0	15.0	10.0

注) 葉の褐変率 (%) = 褐変面積 / 全葉面積 × 100

第3表 発根支持体と生育状況（1989年）

品 種	支持体の種類	置床1カ月後（発根培地）			鉢上げ1カ月後		
		茎葉長	主根長	主根数	茎葉長	主根長	主根数
		mm	mm	本	mm	mm	本
巨	ロックウール	-	-	-	-	-	-
	ポリウレタン	45.2 (151)	25.3 (119)	3.5 (140)	91.3 (119)	110.3 (177)	4.0 (108)
	ピートモス	41.6 (139)	28.0 (131)	2.3 (92)	88.0 (115)	102.6 (165)	3.1 (84)
峰	寒 天	30.0 (100)	21.3 (100)	2.5 (100)	76.6 (100)	62.0 (100)	3.7 (100)
5	ロックウール	-	-	-	-	-	-
	ポリウレタン	95.0 (188)	65.0 (226)	5.0 (128)	185.0 (116)	92.0 (137)	5.0 (128)
B	ピートモス	67.0 (133)	43.0 (149)	3.2 (82)	167.9 (105)	67.2 (100)	3.9 (100)
B	寒 天	50.5 (100)	28.8 (100)	3.9 (100)	160.4 (100)	67.2 (100)	3.9 (100)

注) ① - : 枯死
 ② 鉢上げ培土：パーミキュライトとパーライトを同量混合
 ③ () : 寒天区を100として示した

培養液のpHが当初調整後の5.8から8.1へと上昇した事に起因しており、ロックウールを蒸留水で洗浄したり、培養液のpHを4.2に調整して利用したが、pHの上昇は避ける事ができなかった。これは、野菜等のロックウール水耕栽培と比較して培養液が極端に少なく、ロックウールの原料からアルカリ性物質が溶出したためと考えられた²⁾。

また、‘巨峰’及び台木品種の‘5BB’では、置床1カ月後、鉢上げ1カ月後の生育で品種間差が認められた。即ち、いずれの発根支持体とも置床1カ月後では、‘5BB’は‘巨峰’と比較して茎葉の生育が1.5倍ほどになり、根の発生本数、長さとも良好であった。また、鉢上げ1カ月後では、‘5BB’は茎葉長が‘巨峰’の約2倍になったが、根の伸長量は‘巨峰’より少なかった（第3表）。

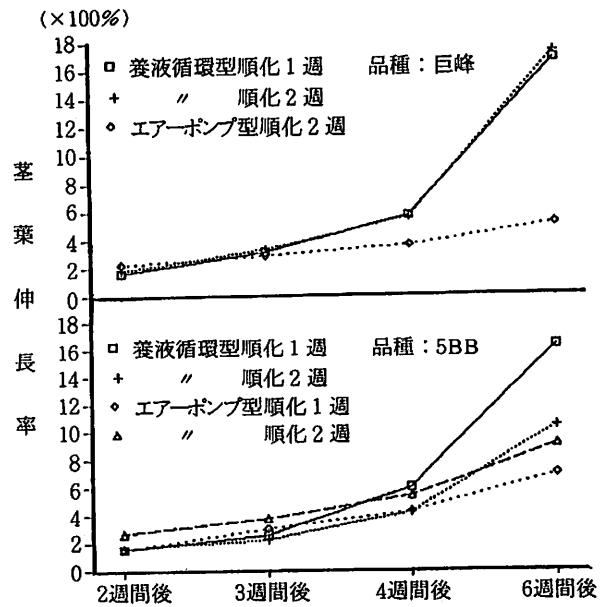
第4表 発根支持体及び培地と生育程度（1989年）

培地の種類	支持体の種類	置床1カ月後		
		茎葉長	根長	主根本数
		mm	mm	本
1/2MS+NAA 0.05ppm	ポリウレタン	45.0	31.3	3.5
MS+NAA 0.1ppm	"	36.9	22.5	2.6
MS+PG 1mM	"	26.7	26.7	1.7
1/2MS+NAA 0.05ppm	ピートモス	41.2	28.4	3.2
MS+NAA 0.1ppm	"	28.8	13.4	1.6
MS+PG 1mM	"	30.0	11.7	2.3

注) 品種：5BB
 PG：フロログリシン

以上のことから、発根支持体としてポリウレタンやピートモスを利用することにより、従来の発根培地に寒天を使用する方法と比較して、ブドウの生育に同等かそれ以上の効果が認められた。

また、液体培地の成分を変えてブドウの生育、特に活性の高い根を多発生させる事ができるかどうかを検討したが、従来からの方法であるNAA 0.05 ppm添加の培地において生育が優れていた（第4表）。

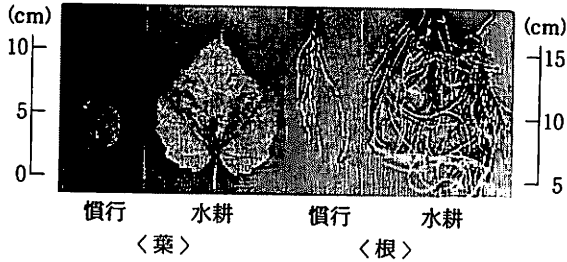


第2図 茎葉長の推移

試験3 水耕栽培による順化と生育促進

初期生育は、従来の方法と同様に緩やかであるが、'巨峰'、'5BB'共に4週間を過ぎる頃から急速に茎葉が伸長した(第2図)。また、水耕栽培利用による培養個体の葉面積は、慣行(試験2の寒天区)の3~4倍ほどの大きさになった(第3図)。

水耕栽培のタイプ別では、養液循環型の生育が優れ、エアープンプ型の根が褐色であったのに対し、乳白色の活性の高い根であった。また、根の発生伸長量は、水耕栽培では対照区の10倍程度に増加し、このことが地上部の生育を良好にしたと考えられる。



第3図 水耕栽培による生育促進(6週間後)

総合考察

本実験では、主としてブドウ培養個体の効率的順化法について検討を行った。その結果、イチゴパックを利用し開口度を10%にすることにより、簡易に順化が可能であったが、急速な生育促進には不十分と考えられた。そこで、発根支持体にポリウレタンを使用し水耕栽培を行うことで、飛躍的な根量の増加と茎葉の伸長が確保できた。

今後は、他の発根支持体や水耕栽培用養液の検討を行うことにより、他の培養個体への応用が可能となるであろう。

引用文献

- 1) D.W.Reeves, B.D.Horton and G.A.Couvillon (1983): Effect of media and media pH on in vitro propagation of 'Nemaguard' peach rootstock. *Scientia Hort.* 21, 353~357.
- 2) 日高哲志・梶浦一郎(1987): カンキョ組織培養により得られた植物体の簡易順化法について. *園学要旨*, 昭62春, 10~11.
- 3) 堀江裕一郎・草野成夫(1989): ブドウのウイルスフリー化による高品質果実の生産(第1報) 組織培養による苗木の大量増殖. *福岡県農総試研報B-9*, 61~64.
- 4) 古在豊樹(1987): 先端技術による日本農業の展開(4)植物組織培養における環境調節. *農業及び園芸*, 62(10), 1154~1160.
- 5) 能塚一徳・平川信之・角利昭(1988): 組織培養によるブドウウイルス無病苗の大量増殖(第2報) 台木品種の発根について. *福岡県農総試研報B-8*, 79~84.
- 6) 寺井康夫・矢野龍(1983): リーフロールとフレックの重複感染によるブドウ味無し果病の再現. *日植病報* 49, 379.
- 7) 山川祥秀(1988): ブドウ'シャルドネ'及び'カベルネ・ソービニオン'のウイルスフリー樹と汚染樹における果汁成分の経時的变化について. *園学雑*, 56(4), 470~478.

Production of Virus-Free Vine and Productivity of High Quality Fruit (2) Acclimatization of Micro-Propagated Plantlet

KUSANO Nario and Yuichiro HORIE

Summary

Methods of acclimatization for mass multiplication of micro-propagated plantlets on virus-free vines were investigated.

Acclimatization using a strawberry pack that had its cover opened about 10% was useful, but the shoot and root growth was scarce.

Polyurethane and peatmoss as for supporting materials for rooting were better than agar for promotion of rooting and protection of root injury at potting.

As a result of the examination, the treatment using Polyurethane for supporting materials and solution culture rapidly increased the shoot and root growth.

ナシクローン台木生産技術の確立

第1報 組織培養における茎葉増殖と発根に及ぼす植物ホルモンの影響

堀江裕一郎・草野成夫
(果樹苗木分場)

組織培養によるナシクローン台木生産技術を確立するため、ナシ台木の茎葉増殖と発根促進に効果的な植物ホルモンの検討を行った。

茎葉増殖には、Murashige&Skoog (MS) 培地の1/2濃度に trans-zeatin 0.5~2.0ppm, 6-Benzyladenine 0.5~1.0ppm, 又は N₆-(2-Isopentenyl) adenine 1.0~5.0ppm を各々添加した場合、高い増殖効果を示した。

発根には、茎葉基部を 3-Indolebutyric Acid 500ppm に浸漬し、Phloroglucinol 1mM (162ppm) を含む 1/2MS 培地に挿し木する方法で、最も高い発根率を示した。

[Keywords : pears, shoot proliferation, rooting, tissue culture, phytohormone]

結 言

近年の培養技術の進展は目ざましいものがあり、今日まで栄養繁殖が極めて困難な果樹とされていたナシ¹⁾、カキ²⁾等についても組織培養による栄養繁殖の成功例が報告されている。従来から日本ナシの台木は、マンシュウマメナシやヤマナシの実生が利用されてきたが、実生台木は遺伝的に変異があるため、栽培園で同一の管理を行っても果実生産力や果実品質の不揃いが樹体間にみられる。さらに、今後土壌適応性や病虫害抵抗性等の優良形質を持つ台木を選抜利用するためには、栄養繁殖による台木育成方法を確立する必要がある。日本ナシ台木については、休眠枝挿しや緑枝挿しの栄養繁殖法では発根率が低く実用性に乏しい³⁾。このため、ナシクローン台木生産の一環として組織培養利用による大量増殖を行うために、茎葉増殖と発根促進に効果的な植物ホルモンの種類と濃度の検討を行ったので報告する。

試 験 方 法

本試験には以下の方法により増殖調整した培養個体の茎葉を供試した。1988年7月、マメナシ系実生2年生の新梢を塩化ベンザルコニウム0.1%液 (Tween 20添加) に5分間、さらに硫酸8-オキシノリン1%液に10分間浸漬し滅菌後、約3cmの長さに切断し、Murashige & Skoog (MS) 培地の1/2濃度に N₆-(2-Isopentenyl) adenine (2 i p) を15ppm添加、シヨ糖15g/lを加え、pH5.8に調整後、寒天8g/lを加えオートクレーブで滅菌した培地上に置床した。

その後、茎葉増殖の良好な個体を1個体選抜し培養母本とした。約1月ごと、第1図のように伸長した茎葉を基部から切り取り、前記の培地で増殖を図った。

各試験とも温度25~28℃、照度は蛍光灯で3,000Lux、16時間日長の培養庫内で実施した。



第1図 茎葉増殖中の培養個体

1 茎葉増殖に対するサイトカイニンの影響
trans-zeatin (ゼアチン), 6-Benzyladenine (B A), 2 i p の3種類を供試した。

第1表 茎葉増殖に関する処理区の設定

種 類		処理区の濃度 (ppm)							
ゼアチン		0.5	1.0	2.0	3.0				
B A		0.1	0.5	1.0	5.0	10.0			
2 i p		0.1	0.5	1.0	5.0	10.0	15.0	30.0	

処理濃度は第1表の通りで、1/2MS培地に所定の濃度になるようサイトカイニンを添加、ショ糖15g/ℓを加え、pH5.8に調整後、寒天8g/ℓを加えオートクレーブで滅菌を行った。

処理方法は、培養個体の茎葉を約1cmの長さに切り取り、200mℓ容量の培養フラスコ1個当たり、茎葉2~3本を横伏せに置床し、約1月経過後の茎葉分化数及び茎葉長を調査した。

2 発根に対するオーキシン等の影響

3-Indolebutyric Acid (IBA), α -Naphthylacetic Acid (NAA) を供試し、以下の試験を行った。

なお基本培地としては1/2MS培地にショ糖15g/ℓ、寒天8g/ℓを添加、pH5.8に調整したものを用いた。

各試験とも、培養個体の茎葉を1~2cm程度の長さに切り挿し穂とし、内径3cmの培養試験管中に挿し木し発根調査を行った。

試験1：第3表に示したAからEの5処理区を設定し、各処理が発根に及ぼす影響の検討を行った。A区の培地は1/2macroMS (有機物として、塩酸チアミン0.4mg/ℓ、ミオイノシトール100mg/ℓを含む) B, C, D, E区は1/2MSとした。

発根処理としてA, B区はIBA10 μ M及びPhloroglucinol (PG) 1mM (162ppm) を添加した培地に茎葉を挿し木、暗黒条件下に6日間置いた後、PG1mMを添加した培地に植えかえた。C区は茎葉基部をNAA500ppm溶液に、D区はIBA1,500ppm溶液に各々数秒間浸漬後、PG1mMを添加した培地に挿し木した。E区はPG1mMを添加した培地に無処理で挿し木を行い対照区とした。試験設定後46日目に調査を行った。

試験2：培地に添加するオーキシン濃度の発根に及ぼす効果を検討した。IBA, NAAを供試し各々0.1, 1.0ppmの濃度の処理区を設定した。

培地は上記基本培地にPG1mMを添加した。試験設定後32日目に調査を行った。

試験3：植物ホルモン添加法としての浸漬法の発根に及ぼす効果を検討した。IBAを供試し、100, 500, 1,500ppmの各濃度の処理区を設定した。各区の溶液に茎葉基部を数秒間浸漬し、PG0.1, 1.0mMを各々添加した基本培地に挿し木を行った。試験設定後32日目に調査を行った。

試験4：挿し木時期と発根率の関係について検討した。IBA500ppm溶液に茎葉基部を数秒間浸漬し、PG1mMを添加した基本培地に挿し木を行った。

挿し木時期は1989年4月、6月、7月、9月、11月、12月とし各月の発根率を比較検討した。4月区のみ培養庫の場所が他の区と異なった。

結果及び考察

1 茎葉増殖に及ぼすサイトカイニンの影響

茎葉増殖に及ぼすサイトカイニンの影響は、第2表に示すとおりである。

第2表 サイトカイニンによる茎葉増殖効果 (1989年)

処 理 区	培 養 濃 度	調 査 日 間	茎 葉 個 数	茎 葉 分 化 数	茎 葉 長
種 類	ppm	日	個	本	mm
ゼアチン	0.5	31	35	1.9	13.6
	1.0	31	35	1.9	13.5
	2.0	31	35	2.3	11.8
	3.0	31	37	2.4	9.4
B A	0.1	32	18	1.3	5.6
	0.5	32	20	1.2	13.6
	1.0	34	39	1.8	13.3
	5.0	34	37	3.8	7.3
	10.0	34	20	1.7	5.8
2 i p	0.1	27	18	0.9	5.5
	0.5	27	17	1.4	7.3
	1.0	27	20	1.4	14.4
	5.0	27	16	4.2	13.8
	10.0	27	12	3.5	9.5
	15.0	27	20	3.6	9.3
	30.0	27	12	1.6	4.3

茎葉増殖に及ぼすサイトカイニンの最適濃度は種類により異なった。即ちゼアチンは0.5, 1.0ppm区で茎葉分化数が1.9本に対し、2.0, 3.0ppmと濃度が高くなるにつれ2.3, 2.4本と多くなった。逆に茎葉長は3.0ppm区では9.4mmに対し、0.5ppm区では13.6mmと低濃度で茎葉が長くなった。

B Aは5.0ppm区での茎葉分化数が3.8本と最も多かったが、茎葉長は7.3mmと小さかった。0.5, 1.0ppm区では茎葉分化数が1.2, 1.8本と少ないが、茎葉長は13.6, 13.3mmと大きくなった。

2 i pは茎葉分化数に関しては5.0, 10.0, 15.0ppm区で各々4.2, 3.5, 3.6本と多かったが、0.1, 0.5, 1.0ppmの低濃度区と30.0ppm区では少なくなっ

た。茎葉長は1.0, 5.0ppm区で14.4, 13.8mmと大きかった。

BA, 2ipは、ある一定の濃度まで濃度が高くなるにつれ茎葉分化数は多くなるものの、茎葉の伸びは逆に抑えられる傾向がみられた。BAでは10.0ppm, 2ipでは30.0ppmで茎葉分化数も茎葉長も抑えられた。

茎葉増殖は、分化数よりも伸びの良好なものが挿し穂の調整上有効であった。

2 発根に及ぼすオーキシン等の影響

試験1では、第3表に示した結果となった。発根率は、D区で60%と最も高く、鉢上げ後の生存数も多くなった。

第3表 発根に及ぼす培地と処理の効果（1989年）

処理区	発根処理	調査個数	発根率 %	発根程度 本	鉢上げ数 鉢	生存数 鉢
A	IBA10μM+暗黒処理6日	10	10	4.0	1	0
B	IBA10μM+暗黒処理6日	20	55	5.0	7	5
C	NAA 500ppm浸漬	20	45	7.9	8	0
D	IBA 1,500ppm浸漬	20	60	5.0	10	8
E	無処理	10	0	0.0	0	0

注) ①発根程度=総発根数÷発根した個体数
 ②培養日数は46日間
 ③生存数は鉢上げ後40日目に調査

発根率はC区で1個体当たりの平均発根数が7.9本と多くなったが、発根部位のカルス化が激しく、順化途中この部位から腐敗する個体が多かった。

基本培地はmacroMSの1/2濃度よりもMSの1/2濃度の方で発根率が高くなった。暗黒処理の効果は明確でなかった。

試験2では、第4表に示した結果となった。

IBA, NAAとも1ppm区で各々42.1%, 36.8%と、0.1ppm区に比べて発根率が高くなった。IBAとNAAの比較では、発根率でIBA, 発根程度でNAAの方が高くなった。各処理区とも発生した根の長さはほとんど1cm未満と短かった。

試験1, 2の結果から培地に低濃度のオーキシンを添加し発根を促進する方法は、茎葉基部浸漬法に比べると発根率が低く、発根程度や根長も劣る結果となった。

第4表 オーキシンの培地添加の効果（1989年）

処理区	調査個数	茎葉長 cm	発根率 %	発根程度 本	総発根数	
					1cm未満	1cm以上
IBA 0.1	20	1.1	15.0	1.0	2	1
〃 1.0	19	1.1	42.1	2.4	19	0
NAA 0.1	17	1.0	5.9	2.0	2	0
〃 1.0	19	1.0	36.8	2.7	19	0

注) ①茎葉長は培養期間中の伸長量
 ②発根程度=総発根数÷発根した個体数
 ③培養日数は32日間

試験3では、第5表に示した結果となった。

第5表 IBA浸漬濃度とPGの効果（1989年）

処理区	IBA濃度 ppm	PG濃度 mM	調査個数	茎葉長 cm	発根率 %	発根程度 本	総発根数	
							1cm未満	1cm以上
IBA	100	0.1	12	0.6	10.0	1.0	1	0
〃	500	〃	10	0.8	60.0	3.5	21	0
〃	1,500	〃	13	0.9	61.5	3.3	20	6
IBA	100	1.0	19	0.8	12.5	1.0	1	1
〃	500	〃	16	1.4	81.3	2.9	25	13
〃	1,500	〃	18	1.1	77.8	6.0	80	4

注) ①茎葉長は培養期間中の伸長量
 ②発根程度=総発根数÷発根した個体数
 ③培養日数は32日間

発根率はPG濃度が1mMでIBA500ppm区の場合81.3%、発根程度はPG濃度1mMでIBA1,500ppm区の場合6.0本と最も高くなった。IBA10ppm区は発根率、発根程度とも著しく不良であった。根長は、IBA1,500ppm区でPG1mMの時、1cm未満の根の発生が80本と多かったが、1cm以上の根の発生は4本と少なかった。同じPG濃度でIBA500ppm区の時、1cm以上の根の発生が13本と多かった。発根率や根の伸長状況から判断して、IBA濃度は500ppmで、PG濃度は1mMで発根促進効果が高かった。

試験4では、第6表に示した結果となった。

第6表 挿し木時期と発根率の関係 (1989年)

処理年月	培養日数	調査個数	発根率	継代回数
年月	日	個	%	代
1989. 4	34	19	26.3	4
1989. 6	37	19	68.4	5
1989. 7	20	20	55.0	5
1989. 9	32	18	88.9	6
1989. 11	37	20	65.0	7
1989. 12	32	16	81.3	8

注) ①1989年4月区のみ培養庫が、他区と異なる
 ②継代回数は、おもに供試した培養個体の代数

即ち、9月、12月挿し木での発根率が80%台で、他は60%台の発根率であった。同一の条件下で挿し木を行い発根率に差がみられたのは、処理時期による差でなく挿し穂に供試した茎葉の成熟度に起因するものと考えられる。ただ、4月が発根率26.3%と他の月に比べて低かったのは茎葉の成熟度と共に培養庫が異なったためと考えられる。

通常、休眠枝や緑枝を用いた挿し木は実施する時期が限定されているが、組織培養を利用した挿し木は、挿し穂に供する茎葉を発根に最適な状態に維持できれば、高い発根率を年間を通じ確保できることが判明した。伴野ら¹⁾によると、茎葉の継代回数を重ねるごとに発根率は高まるとされているが、今回の検討内容からは明確に出来なかった。

以上の試験結果から、組織培養によるナシクローン台木生産技術として、MS培地の1/2濃度にサイトカイニンのゼアチン0.5~2.0ppm, BA0.5~1.0ppm, 又は2 i p l.0~5.0ppmを添加した寒天培地で茎葉を大量に増殖し、伸長した茎葉を挿し穂として、茎葉基部をIBA500ppm溶液に浸漬し、PG1mMを添加した寒天培地に挿し木し、発根させる方法が1つの有効な手法として確立できた。

今後、この手法をより効率良く行うためには、今回明らかに出来なかった茎葉の成熟度や継代回数と発根率の関係、さらに発生した根の活力を高め順化中でも生育が停滞せず促進できる発根支持体の検討を進める必要がある。同時に実用化に向けたナシクローン台木のさらに効率的な生産を図る意味では、今回の腋芽誘導による増殖法だけでなく、より増殖効果の高い不定胚利用による種苗増殖法の技術確立に取り組むことが必要と思われた。

引用文献

- 1) 平林利郎・森田卓哉・小崎格・山本洋子・松崎重雄 (1987): ナシの茎頂培養による大量増殖について. 果樹試報A-14, 9~16.
- 2) 村山秀樹・田尾龍太郎・田中辰美・杉浦明 (1989): カキ数品種の *in vitro* でのシュート増殖と発根. 園学雑58(1), 55~61.
- 3) 伴野潔・林真二・田辺賢二 (1986): ニホンナシ台木の栄養繁殖について. 園学要旨, 68~69
- 4) 伴野潔・吉田要・林真二・田辺賢二 (1989): 茎頂培養によるニホンナシ栽培品種の大量増殖について. 園学雑58(1), 37~42.

Establishment of Productive Techniques in Pear Rootstock

(1) Effects of Phytohormone for Shoot Proliferation and Rooting in Tissue Culture

HORIE Yuichiro and Nario KUSANO

Summary

In order to establish the productive techniques of pear rootstock in tissue culture, the influence of phytohormone for shoot proliferation and rooting was investigated.

The best concentration for shoot growth and proliferation was half-strength Murashige & Skoog medium (1/2MS) containing 0.5-2.0ppm trans-zeatin, 0.5-1.0ppm 6-Benzyladenine, or 1.0-5.0ppm N6-(2-Isopentenyl) adenine.

The highest rooting percent was obtained when the basal part of cuttings was dipped in 500ppm 3-Indolebutyric Acid solution and planted them to 1/2MS supplemented with 1mM Phloroglucinol.

農業総合試験場の組織

管 理 部
企 画 経 営 部
生 産 環 境 研 究 所
農 産 研 究 所
園 芸 研 究 所
畜 産 研 究 所
鉦 害 試 験 地
豊 前 分 場
筑 後 分 場
八 女 分 場
果 樹 苗 木 分 場

農業総合試験場 研究報告類別

作 物……………A
園 芸……………B
畜 産……………C

福岡県農業総合試験場研究報告

B (園芸) 第10号

平成2年11月発行

発行 福岡県農業総合試験場
☎ 818 福岡県筑紫野市大字吉木587
TEL 092-(924)-2936
印刷 城島印刷有限会社

福岡県行政資料

分類記号	所属コード
PC	0704106
登録年度	登録番号
2	6