

会 誌

第 54 号 (平成 8 年 3 月 30 日刊行)

目 次

一 般 講 演

1. カキ「松本早生富有」の雨による果面汚損 1
岐 阜 農 総 研 松村博行・野口裕史
中部電力電気利用技術研究所 岩尾憲三
日 産 化 学 生 物 研 水谷 茂
2. 人工光型接ぎ木苗活着システムの性能 5
中部電力電気利用技術研究所 岡谷美紀・岩尾憲三
ト ヨ ハ シ 種 苗 野沢岳史・鈴木康弘
メ イ テ ッ ク 柴田孝信
3. 接ぎ木のメカニズムと環境調節 9
中部電力電気利用技術研究所 岩尾憲三・岡谷美紀
メ イ テ ッ ク 柴田孝信
4. ニューラルネットワークを用いたトマト果実の熟度と鮮度の評価 13
メ イ テ ッ ク 柴田孝信
中部電力電気利用技術研究所 岩尾憲三
名 城 大 学 農 学 部 高野泰吉
5. 日の出前青色光の補光が野菜の生育と生理反応に及ぼす影響 17
名 城 大 学 農 学 部 高野泰吉・中空 功・成 日慶
6. 自然光の赤色光/遠赤色光比の調節がメロン苗の成育に及ぼす影響 23
野 菜 ・ 茶 業 試 験 場 高市益行・島地英夫・東出忠桐
三 井 東 圧 化 学 山根 武
大 阪 府 大 農 学 部 村上克介
7. 単為結果性ナスの結実に及ぼす弱光および高温ストレスの影響 27
野 菜 ・ 茶 業 試 験 場 小田雅行・岡田邦彦・佐々木英和

特 別 講 演

1. 「我が国の農業の現状と施設園芸技術の展開方向」 31
野 菜 ・ 茶 業 試 験 場 倉田 勇

日本農業気象学会東海支部規約

第1章 総 則

- 第1条 (名称) : 本会は日本農業気象学会東海支部とする。
- 第2条 (目的) : 本会は農業気象に関する研究をすすめ、その知識の普及をはかり、また地方的問題の解決にも努力するとともに農業気象学同好者の親睦をはかることを目的とする。
- 第3条 (事務局) : 原則として支部長の所属する機関におく。

第2章 事 業

- 第4条 (事業) : 本会は第2条の目的を達成するために次の事業を行う。
- (1) 総会 (運営に関する基本的事項、その他重要な会務の審議、および報告) 年1回。
 - (2) 例会 (研究発表、講演、談話会、見学等) 年2回。
 - (3) 会誌の発行。
 - (4) その他必要と認める事業。
- 第5条 (事業年度) : 本会の事業年度は毎年4月1日に始まり翌年3月31日に終わる。

第3章 会 則

- 第6条 (会員) : 本会の会員は、愛知・岐阜・三重・静岡の4県における日本農業気象学会会員ならびに、農業気象に関心を有する者をもって組織する。本会への入会を希望するものは、氏名・住所・職業・勤務先を記入の上、本会事務局に申し込むものとする。

第4章 役 員

- 第7条 (役員) : 本会に次の役員をおく。
- | | | | |
|---------|-----|-------|------------|
| 支 部 長 | 1 名 | 評 議 員 | 4 名 (各県1名) |
| 会 計 監 査 | 1 名 | 幹 事 | 各県若干名 |
- 第8条 (任務) :
- (1) 支部長は支部の会務を総理し支部を代表する。支部長に事故ある時または欠けたときは支部長があらかじめ指名した評議員または幹事がその職務を代行する。
 - (2) 評議員は各県の会務のとりまとめを行う。
 - (3) 評議員及び幹事は幹事会を構成し重要な会務を評議決定する。
 - (4) 会計監査は本会の会計を監査する。
 - (5) 幹事は支部長の命令を受け本会の事務を執行する。
- 第9条 (選出) :
- (1) 支部長は評議員の合議により選出される。
 - (2) 評議員は、愛知、岐阜、三重、静岡の各県毎1名を選挙により決める。支部長に選出されたときには補充する。
 - (3) 会計監査は支部長が会員の中から委嘱する。
 - (4) 幹事は支部長が会員の中から委嘱する。
- 第10条 (任務) : 役職の任務は2年とし、重任を妨げない。
- 第11条 (解任) : 役員が東海地方を離れ、またはその職場を退いた場合には自然解任となる。

第5章 顧 問

- 第12条 (顧問) : 本会に顧問をおくことができる。顧問は幹事会で承認し、支部長が委嘱する。

第6章 会 議

- 第13条 (会議) : 本会には総会と幹事会をおく。
- (1) (総会) : 年1回開催し支部長が招集する。但し臨時に招集することができる。
 - (2) (幹事会) : 必要に応じ支部長が役員を招集する。

第7章 会 計

- 第14条 (会計年度) : 本会の会計年度は事業年度と同じとする。
- 第15条 (経費) : 本会の経費は会員の会費および寄付金などによる。
- 第16条 (会費) : 支部年会費は次のとおり前納とする。
- | | |
|-----|--------|
| 正会員 | 1,000円 |
|-----|--------|
- 第17条 (決算) : 会計の決算は会計年度終了後速やかに監査を経てその後最初に行われる総会に報告しなければならない。

第8章 そ の 他

- 第18条 : その他は本部会則に準ずる。
- 第19条 (会則の改正) : この会則の改正は総会の決議により行う。

カキ「松本早生富有」の雨による果面汚損

松村博行・野口裕史・岩尾憲三*・水谷茂**
岐阜農総研・*中部電力(株)電気利用技研・**日産化学(株)生物研

Fruit Skin Pollution of Persimon cv. 'Matsumotowasefuyu' by Rain

Hiroyuki Matsumura, Yuji Noguchi, Kenzo Iwao* and Sigeru Mizutani**

Gifu Prefecture Agricultural Research Center,

* Electrotechnology Applications R&D Center, Chubu Electric Power Co., Inc.

** Biological Research Institute, Nissan Chemistry Co., Inc.

1. はじめに

平成 7 年は 8 年続きの暖冬で経過したが、4 月上旬に冷え、その後次第に高温となった。当初、冷夏寡日照が予想されたが、6 月の梅雨に十分降雨があった後、高温・乾燥で経過した。秋は比較的高温であったが、10 月下旬から一気に気温は低下した。

平成 5 年に一部の農家および当農総研の「松本早生富有」で果面汚染が認められ、平成 7 年 10 月には、県下で大発生となった。

本報告では、果実を分析するとともに平成 5 年と 7 年の気象条件の類似性を究明し、その関連について検討した。

び 15 日の 4 回、葉面散布剤（ケ・ロスター）1000 倍液を 2 本主枝の一方の主枝の葉・枝および花（幼果）に液が濡れる程度に肩掛け噴霧器で散布した。10 月 13 日に一斉収穫し、果面の汚損発生率を調査し、果皮および果肉に分け、それぞれ成分分析を行った。

この試験は昭和 61 年より、葉面散布剤の生育初期処理による果色向上試験として毎年継続してきたもので、平成 7 年も同様の処理を行った。10 月 24 日に一斉収穫し、果面汚損果率を調査し、果皮と果肉に分けて成分分析を行った。また、同日に、発生の多い園（巣南町）の果実、葉および表層土を採集し、それぞれ同時に成分分析を行った。

2. 材料および方法

(1) 試験 1（岐阜農総研、土壌環境部）

平成 7 年 10 月 25 日、県下の「松本早生富有」の汚損発生状況を調査し、多発園の多発樹、多発園の少発樹及び少発園の少発樹から果実及び葉を採集した。果皮部は果頂部、肩部および赤道部に分け、果肉部は果頂部および中心部に分け、それぞれ成分分析を行った。

(2) 試験 2（日産化学生物研）

平成 5 年岐阜農総研の 22 年生「松本早生富有」を用いて 5 月 15 日、25 日、6 月 5 日およ

(3) 試験 3

平成 7 年 10 月 25 日、前日採集した巣南町および農総研の果面汚損果と対照果実を中部電力 K.K.電気利用技術研究所に搬入した。電子顕微鏡で 800 倍の写真を撮影し、その後に X 線マイクロアナライザー（EPMA）により分析し、その部分の定性分析と合わせて検討を行った。

3. 結果および考察

(1) 試験 1

果面の汚損部分に特別な成分の集積は認めら

れなかった(表1)。「松本早生富有」はMnが過剰吸収されると「緑斑症」という類似の症状が発生することが報告されているので、MnやCaを中心に検討した。Mnは汚損が多発した園内の少発樹の果皮に対して多発樹の果皮は275%と多いものの、少発園の少発樹の果皮に対しては122%であり、必ずしもMn過剰と決められないと考えられた。なお、平成7年には平成6年9月29日の台風26号の被害回復策として開花期に尿素500倍の葉面散布が推められたため、果面汚損が大発生したと考えられた。尚、「松本早生富有」で認められた果面汚損は「富有」では尿素およびグロスターを葉面散布しても発生が認められなかった。

(2) 試験2

昭和61年から10年間同じ処理を行って、果面汚損が発生した年は平成5年と7年だけであった。このため、10年間気象条件を検討した結果、唯一の共通点は、6月1および2半旬は降水量が少なく、第3半旬の降水量が多いことであった(表2)。この時期は開花直後で、果実の生育は最も旺盛で、細胞分裂が盛んに行われている時期である。果実肥大曲線では第1次肥大期に相当する。従って、この細胞分裂期に葉面散布剤の成分が通過した果皮のクチクラの亀裂が、多雨による多湿条件によって、癒合が遅れ、その後も十分に癒合しないため、収穫期にはその亀裂が果実肥大に従って大きく開口し、水の通過を容易にし、果皮部のフェノール成分の酸化を促進し、酸化物は黒斑を形成し、果面汚損となるものと考えられた。なお、「富有」において、果面に亀裂が発生し、収穫直前に果皮部のフェノールの酸化による「汚損果」は良く知られた現象である。

さて、果皮部、葉、表層土における成分分析には試験1と同様に一定の傾向は認められなかった(表3、4)。

(3) 試験3

電子顕微鏡は、「富有」の汚損果と同じように、果皮のクチクラ層に亀裂が存在することを示している(図1)。次に、EPMAによる定性分析から、黒斑部分は炭素および酸素であることが確認された。これは、試験1および2の結果および考察と一致するものと考えられた。即ち、炭素からなるフェノールの酸化が黒斑部に存在し、Mnその他成分の集合ではない(図2)。かつて、石田ら(京都府大)は、開花前に果皮上部の癒合段階で、ねじれが生じ、亀裂になり、成熟期に及ぶことを報告しているが、今回の「松本早生富有」の汚損は、この亀裂が第1原因で、次に窒素成分の通過と6月第3半旬の多雨がその癒合を阻害すること、さらにその亀裂を水が通過し、フェノールを酸化することの3段階が重なったためと考えられ、今後、再現試験を行って、この事実を確認することが必要であると考えられる。

4. まとめ

以上の結果、「松本早生富有」の果面汚損は、品種特性であるクチクラの亀裂が開花直後の窒素の通過と6月の肥大期に一旦乾いてから十分に水分が供給されたため亀裂が拡大し、収穫期のフェノールの酸化(黒変)となると考えられる。

引用文献

- 1) 石田雅士他(1982): カキ幼果の果頂部癒合状態の形態的観察(2)26-27.
- 2) 小林章吉名考(1972): 果樹園芸各論174-175.

表1 ‘松本早生富有’の成分分析値（農総研、土壤環境科、平成7年10月25日）

区		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Mn	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd
		%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
果皮 頂部	多発園、多発樹	0.770	0.300	1.640	0.065	0.103	11	22	6	6	0	0
	多発園、少発樹	0.630	0.240	1.360	0.069	0.092	4	19	2	11	0	0
	少発園	0.650	0.250	1.370	0.070	0.088	9	17	3	6	0	0
果肉 上部	多発園、多発樹	0.420	0.280	1.490	0.039	0.068	5	13	2	0	0	0
	多発園、少発樹	0.380	0.250	1.430	0.033	0.061	1	10	1	0	0	0
	少発園	0.420	0.340	1.470	0.040	0.069	6	13	3	0	0	0
葉	多発園、多発樹	2.330	0.350	3.440	1.020	0.315	136	92	18	27	0	0
	多発園、少発樹	2.390	0.360	3.320	1.370	0.515	69	67	11	15	0	0
	少発園	2.290	0.360	2.820	1.670	0.689	164	61	13	19	0	0

表2 年次別半旬別降水量（mm）と‘松本早生富有’の果面汚損発生率（%）

年次	果面汚損 果率	5月 4半旬	5	6	6月 1	2	3	4	5	6
昭和 62	0	31	62	2	15	23	10	18	0	1
63	0	6	42	12	127	68	7	0	89	99
平成元	0	28	27	41	10	64	6	111	64	81
2	0	55	0	0	46	61	66	32	4	16
3	0	3	1	42	112	51	52	30	62	50
4	0	23	7	24	0	73	10	36	49	39
5	100	19	47	7	14	25	100	61	68	125
6	0	0	0	68	0	49	36	49	8	0
7	100	10	0	42	26	8	69	11	0	7

表3 年次別果皮分析（日産化学、ppm）

年次	区	N%	P%	K%	Ca%	Mg%	Mn	Cu	Al	Zn	Fe
平成 5	汚損	0.68	0.22	1.64	0.07	0.11	11	1	0	3	17
	健全	0.65	0.20	1.54	0.06	0.09	7	0	0	1	17
6	—	0.70	0.21	1.61	0.06	0.09	7	1	0	2	16
7	汚損	0.70	0.23	1.58	0.06	0.11	8	1	0	3	17
	健全	0.68	0.21	1.59	0.06	0.10	8	1	0	3	16

表4 部位別成分（日産化学、平成7年10月、ppm）

部位	区	N%	P%	K%	Ca%	Mg%	Mn	Cu	Al	Zn	Fe
果皮	汚損	0.42	0.28	1.49	0.04	0.06	5	0	0	2	10
	健全	0.38	0.30	1.47	0.04	0.06	5	0	0	2	10
葉	汚損	2.33	0.35	3.44	1.02	0.32	136	27	0	18	92
	健全	2.30	0.35	3.40	1.00	0.30	120	25	0	15	88
土	汚損	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	200	0	0	4	0
	健全	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	190	0	0	3	0

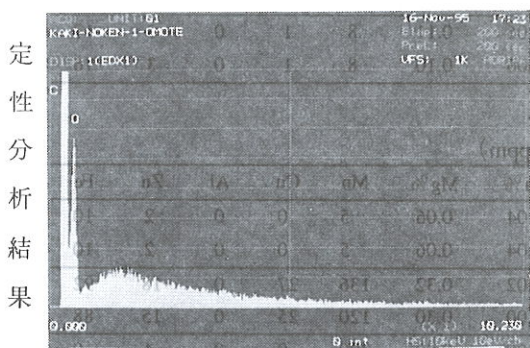
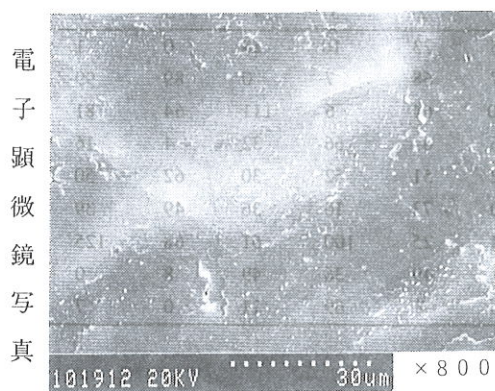
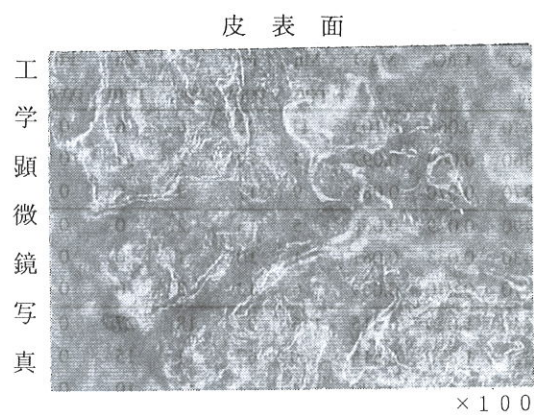


図1 農総研の果実 (中電電気利用技研)

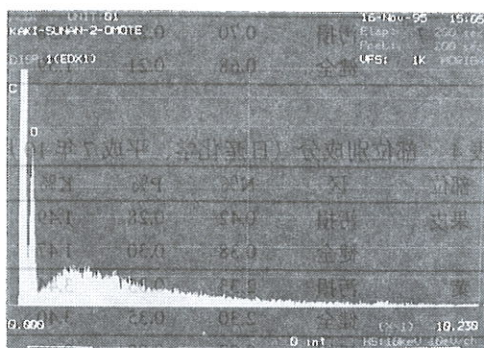
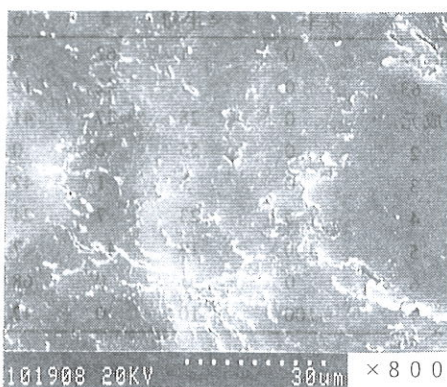
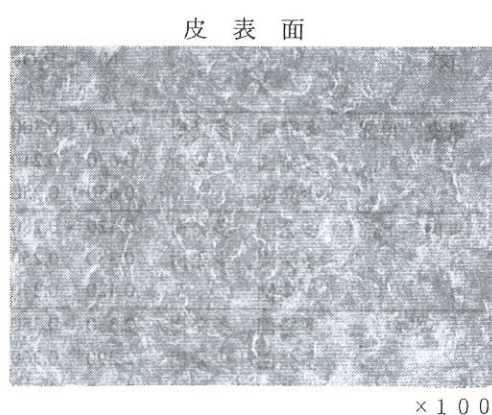


図2 果南町の果実 (中電電気利用技研)

人工光型接ぎ木苗活着システムの性能

岡谷美紀・岩尾憲三・野沢岳史*・鈴木康弘*・柴田孝信**
中部電力(株)電気利用技術研究所・*トヨハシ種苗(株)・**(株)メイテック

Control Performance of Graft-Take System with Artificial Lamps

Miki Okatani, Kenzo Iwao, Takefumi Nozawa*, Yasuhiro Suzuki* and Takanobu Shibata**

Electrotechnology Applications R&D Center, Chubu Electric Power Co., Inc.

* Toyohashi Seeds Co., Inc.

** Meitec, Inc.

1. はじめに

苗産業の急速な拡大に伴い、生産のシステム化が急がれている。特に、増加が著しい接ぎ木苗については、接ぎ木ロボットや接ぎ木後の養生施設の開発等が進んでいる。

従来、接ぎ木後の養生はムロやビニルトンネル等を利用したもので、自然環境により活着率や苗品質、活着期間が大きく変動することが大きな問題点であった。活着のための環境条件として重要なのは湿度、温度、光強度であることから、筆者らはこれらの環境パラメータを任意に調節できる人工光型植物工場に着目して検討を進め、最終的に図1に示すような人工光型接ぎ木苗活着システムを開発した。本システムの使用目的は、通常の植物栽培ではなく、接ぎ木の活着促進と大量生産である。そこで、本稿では接ぎ木苗の生産に必要なとされるシステム全体の性能についての分析結果を報告する。

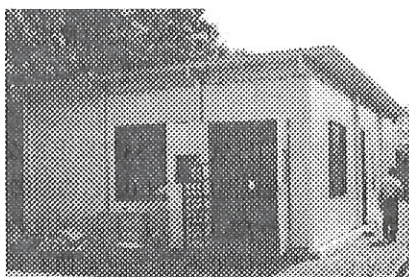


図1 人工光型接ぎ木苗活着システムの全景
(トヨハシ種苗(株)研究農場)

2. 検討項目および方法

システムの性能を以下の項目に分けて検討するとともに装置性能の測定と評価を行った。

(1) 対象作物

共同研究先であるトヨハシ種苗(株)が販売対象としている接ぎ木苗を供試して活着促進と生産安定の効果について評価を行った。

(2) 生産能力

(1)で対象とした作物の接ぎ木苗について年間生産株数を稼働日数で除し、毎日の生産能力を求めた。

(3) システムの構成

必要な施設、設備について検討し、接ぎ木苗生産の流れを考慮したシステム構成を決定した。

(4) 環境制御の性能評価

活着室の環境制御の性能として、光強度、風速、温度、湿度を測定し分析した。システムの機器配置は図2のとおりである。活着室の環境調節はマイコンによる自動運転とし、制御方式は、湿度 On-Off 制御、温度は PID 制御を採用した。

活着室内室温、外気温、室内相対湿度、栽培架台上の光強度について制御盤に記録計(横河電気、HR2300)を設置して、連続自動計測を行った。また、室内分布は任意の場所に計測機器(温度・湿度: 日本科学工業製熱式風速計クリモマスター(model 6511), 制御用温・湿度センサー(RHS302), (株)佐藤計量器製作所アースマン通

風乾湿計、風速：大田計器製作所風車型風速計 (DIGITAL ANEMOMETER 29-DG-2) を移動させて測定した。

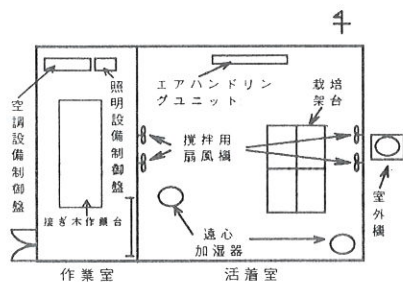


図2 接ぎ木苗活着システム内の機器配置図

また、活着室の環境制御性能の分析結果から、特に問題となった高湿度制御については、人工光型の順化・成育装置を利用して高湿度制御の問題点の抽出を行った。その順化・成育装置の機器配置図を図3に示した。床面積は約21m²、育苗・成育ベッドの蛍光灯は各々40Wが10灯、110Wが18灯、装備されている。温度27℃、蛍光灯 On の条件下で、各種の湿度条件を設定し、制御盤の記録計（横河電気、HR2300）により、室内温度、相対湿度、冷房器動作、加湿器動作の連続自動計測を行った。

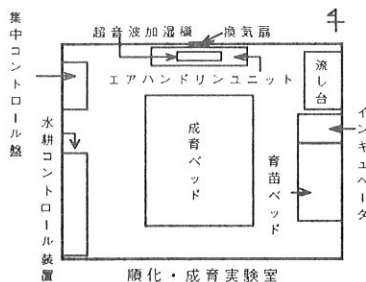


図3 順化・成育装置の機器配置図

3. 結果および考察

(1) 対象作物

ナス科、ウリ科を中心に接ぎ木後の養生を活着室で行った結果、トマト、ナスのほか、キュウリ、メロン、スイカの活着率と苗質の向上が確認された。

(2) 生産能力

導入後の1年半の実績から、年間の生産株数120万本、稼働日数100日から1日当たりの生産株数は（平均）1万2千株であることが分かった。なお、活着室内に収容可能な株数は、栽培架台1台で78穴のセルトレイが1段当たり16枚収容でき、これが8台の場合、最大約4万株/日となるため、稼働率が上がれば最大年間生産株数は360万株になることが想定された。

(3) システムの構成

本システムは、作業効率を考え、接ぎ木作業室と活着室で構成し、設置場所を工夫することにより、発芽・育苗ハウスから出荷調整ハウスまでの生産の流れを改善して、全体的にシステム化を図った。なお、接ぎ木操作に伴う苗の消耗を考慮して接ぎ木作業室内に冷房器を設置した結果、苗のしおれが低減され、作業環境も著しく向上した。

(4) 環境制御性能

ア. 活着室の環境制御特性

(ア) 光強度

栽培架台の栽培床面での照度分布を図4に示した。辺縁部における照度の低下率は、約55%であった。

(イ) 風速

当初の栽培床面における風速は、0.5m・s⁻¹以上となり、その分布は不均一となった。接ぎ木直後は、特にキュウリ苗においては無風状態が要求された。その対策として、エアハンドリングユニットの風の吹き出しを分散させたが、0.2m・s⁻¹以下に抑えられたものの無風状態にすることは不可能であった（図5）。この問題は、今後の課題として残った。

(ウ) 温度・湿度

温度は、夏場の外気温が33℃以上になっても、室内温度は設定温度25±0.5℃に制御でき、問題は生じなかった（図5）。高湿度は、活着のための必要条件であり、設定値を最高の95%にして調査を行った。照明 Off の時は、熱

源の減少による室温の低下に伴う湿度の上昇のよって湿度は100%に達した。その変動は±0.35%であった。但し、センサー部の結露が生じたため、正確さに欠けた。

また、冷房運転開始時に、湿度が一時的に低下し、接ぎ木苗のしおれの一要因と考えられた(図6)。設備的な問題としては、高湿度状態で床面が濡れることや栽培架台のサビの問題が生じた。

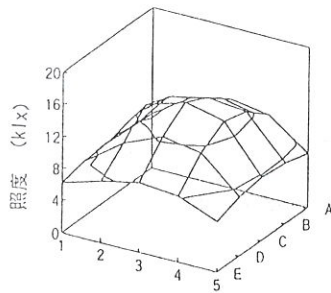


図4 栽培架台床面の照度分布

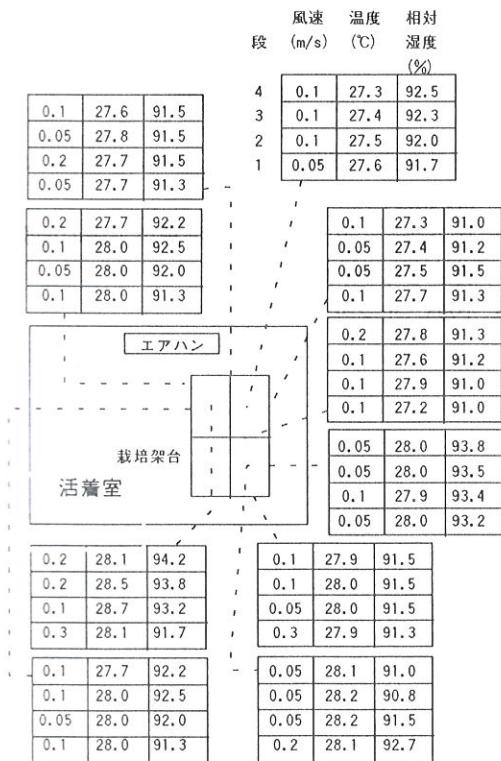


図5 栽培架台床面での風速、温度、相対湿度の分布

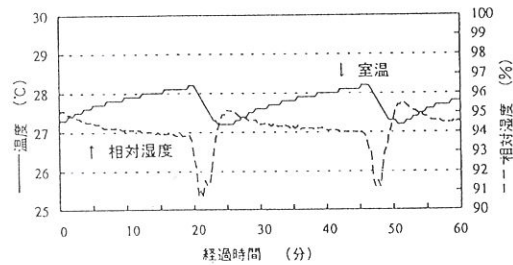


図6 温度・湿度の制御特性(活着室)

1. 高湿度制御特性の解析試験

7の結果を踏まえ、特に問題となった高湿度制御特性について、前述の順化・育成装置を用いて解析を行った。温度、相対湿度、加湿器動作、冷房器動作の計測結果を図7に示した。温度、相対湿度は設定値に対して各々約±1.0°C、±4.5%の範囲で推移し、活着室と同様に冷房開始時の相対湿度の急激な低下が見られた(図7)。

即ち、冷房器動作時(①→②)、加湿器動作時(③→④)を分けて相対湿度の変化をみると冷房器(除湿)と加湿器が同時に動作するといった矛盾した状態が発生し、その約3分間に相対湿度は約76%まで低下した。また、加湿器が停止しても相対湿度は約85%まで上昇した(④→⑤)。このことから、前述の接ぎ木苗活着室で用いた超音波加湿器の場合、活着室の床が濡れる現象は加湿器から噴霧される水が過剰に制御されるためと考えられた。

以上のことから、温度一定で高湿度に制御するためには、次の項目について検討する必要があると思われた。

(ア) センサーについて

高湿度になるとセンサー部の結露による精度の低下が起こるため、高湿度環境を考慮した適切なセンサーを選択する必要がある。

(イ) 制御方式について

今回の制御には、フィードバック方式を採用しているが、加湿を早めに停止するなどのフィードフォワード的な制御も加える必要がある。

(ウ) 加湿器について

加湿は本来、水蒸気を供給する方式が望ましい。しかし、そのような加湿器は、需要が少ないこともあり、まだ一般化していないのが実状である。

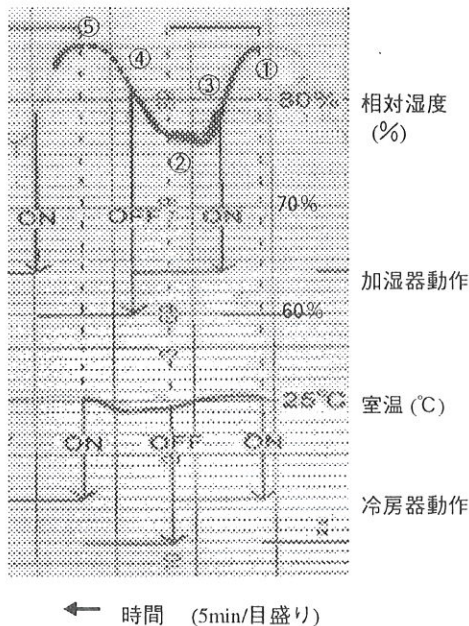


図7 温度・湿度の制御特性 (順化・成育室)

4. まとめ

今回開発した接ぎ木苗活着システムの性能は、以上の検討と実測の結果から、表1のような仕様にまとめられ。今後、より性能を高めるためには、対象作物の拡大による稼働率アップや、接ぎ木ロボットなどの機械の導入による省力化と生産拡大があげられる。

また、本研究で問題にした高湿度の制御は、前述した①接ぎ木直後の風速、②活着室床面の濡れも密接に関連する。②については「結果および考察」の項でも述べたように、高湿度制御がうまくなされれば解決できると思われる。①の風速については、小型のエアハンドリングユニットの分散配置が最も効果的な対策と考えられる。但し、コストの問題が残

る。

大容量の空間で、90%以上の高湿度制御を要求する場面が少ないことから、その目的にあった加湿器、センサー等の製品が一般化していない。そのため、どのような機器を使用するか、どのように制御するかは、採算性も考慮に入れて検討する必要がある、今後の重要な課題として残った。

表1 接ぎ木苗活着システムの仕様

名 称	接ぎ木苗ケアユニット
対象作物	ナス科(トマト,ナス)、ウリ科(キュウリ,メロン,スイカ)
生産能力	1万2千株/日、活着率95%以上
接ぎ木作業室	大きさ: 32m ² 、3m(H)×4.5m(W)×7m(D) 収容人数: 10人 機器: 制御盤、空調器
活着順化室	大きさ: 63m ² 、3m(H)×9m(W)×7m(D) 栽培架台数: 4台 光源: 蛍光灯(110W/灯×16灯/架台×4台) 最大光強度: 10klux (160 μ mol·m ⁻² ·s ⁻¹) 温度制御: 20~35℃ 湿度制御: 90%RH以上 電気設備容量: 約30kW(最大消費電力)

5. 参考文献

- 1) 安井秀夫. 1986. 「植物工場のすべて」、富民協会 80-91.
- 2) 岡谷美紀. 1995. 人工光型種苗工場の開発. 農業電化 48(10) 17-21.
- 3) 1993. センサー技術 13(5).

接ぎ木のメカニズムと環境調節

岩尾憲三・岡谷美紀・柴田孝信*

中部電力(株)電気利用技術研究所・*(株)メイテック

Mechanism of Grafting and Environmental Control

Kenzo Iwao, Miki Okatani and Takanobu Shibata*

Electrotechnology Applications R&D Center, Chubu Electric Power Co., Inc.

* Meitec, Inc.

1. はじめに

近年、「苗は作るもの」から「苗は購入するもの」へと農家の意識が大きく変化しつつある。

このような背景のもとに、当社は 1995 年にトヨハシ種苗(株)とナス科とウリ科の苗を対象にした接ぎ木苗活着装置を共同で開発した。この開発研究の中で、光強度や気温や相対湿度など、接ぎ木の活着を促進するための最適な環境条件の決定が重要な課題になった。

そこで、筆者らは接ぎ木の活着のメカニズムを知ることができれば、それを支援する環境条件が接ぎ木の活着に最適な条件になると考え、以下の実験を行って環境諸条件を決定した。その結果、活着率 95%以上で高品質の苗の生産が可能になった。

本稿では、これらの方法と結果について報告する。

2. 材料および方法

(1) 接ぎ木活着の所要時間の把握

接ぎ木の活着に要する時間(日数)を次の2項目により評価することにした。

ア. 吸水の通導の回復に要する時間

イ. 機械的強度の回復に要する時間

上記の「ア.」は、接ぎ木接合部の下部で茎を切断し、赤インクで染色した水を吸水させ、接合部上部の道管が赤く染まるかどうかを観察することにより接合に伴う水の通導の回復を評価することにした。

「イ.」は、接合部に対して引っ張り強度の測定値の経時変化から、無傷の茎の引っ張り強度まで回復するまでの所要時間を評価することにした。

材料は播種後 1 ヶ月目のトマト(ミニキャロル)の苗(各々40株)を供試した。

(2) 接ぎ木のメカニズムの分析

カボチャ(つやか、輝虎)、ナス(千両、赤ナス)、キュウリ(貴婦人)の幼苗(各 10 株)を供試して、カミソリによる切断面の治癒の過程を実体顕微鏡で観察した。また、接ぎ木後の接合部の道管の観察は、接合部を含む胚軸を約 3 cm採取し、これをマセロザイム 1.3%、セルラーゼ 0.7%の溶液(30℃、PH5.8)に 24 時間浸漬して柔組織を溶脱し、導管のみを抽出して切断された道管がどのように接合しているかを実体顕微鏡により観察した。

3. 結果および考察

(1) 接ぎ木活着の所要時間

ア. 吸水の通導の回復とその所要時間

図1はトマト(ミニキャロル)を穂木として接ぎ木接合部の下部の胚軸切断面から吸水された赤インク水によって接合部(子葉の直上)よりも上部の道管が赤インク水によって経時的に染色される経過を示したものである。数値は各5株の平均値を示す。穂木の道管6本

の全てに赤インク水が通導するには8日間を要することがわかった。5日目には約5本が通導した。

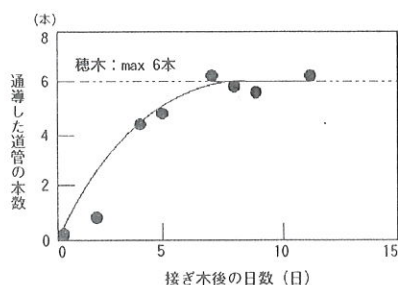


図1 接ぎ木後の穂木への水の通道の回復過程
(各点は供試各5株の平均値、トマト)

イ. 機械的強度の回復と所要時間

図2はトマト（ミニキャロル）について、接ぎ木部位の引っ張り破断強度の回復過程を示したものである。接ぎ木接合部の破断強度は無傷の茎と同じ値である2kgに約10日間で回復した。また、接ぎ木後5日目にはその半分の強度1kgに回復し、移設や輸送が可能な状態になることがわかった。

以上の「ア」と「イ」の結果からトマト苗の接ぎ木活着の所要時間は10日間と判断した。また、接ぎ木活着装置での最低必要な養生期間は約5日と判断した。

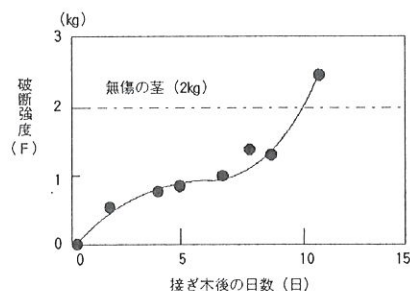


図2 接ぎ木部位の破断強度の復活過程
(各点は供試各5株の平均値、トマト)

(2) 接ぎ木のメカニズム

カボチャ（輝虎）に接ぎ木されたキュウリ

（貴婦人）の接ぎ木後1ヶ月目の接合部の道管を観察すると図3に示すとおり、本来、切断された状態で上下に平行に走行していた道管が接合部にて新しい道管が絡み合うように複雑に発達することにより上下の道管が連絡されていることがわかった。

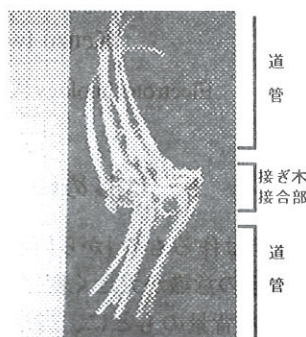


図3 接合部での道管の連絡の発達
桿目は1mm長を示す
(台木：カボチャ、穂木：キュウリ)

その特徴は次のとおりであった。

ア. 道管相互を横方向に連絡する細い道管が発達していた。

イ. 障害（切断）部の上下、約5mmの範囲まで横方向の連絡が見られた。

そこで、カボチャ幼苗（つやか）の胚軸をカミソリで95%程度切断し、薄いプラスチックフィルムを挟み、接合できないようにしてクリップで固定した。10日後に、この部分の柔組織を酸素で溶脱し、実体顕微鏡で観察した結果、図4に示すように傷の上下でカルスの発達の形跡が認められた。プラスチックフィルムが無ければ、上下のカルスは癒合しながら発達すると考えられるため、これが接ぎ木の活着の主役を果たしていると判断された。

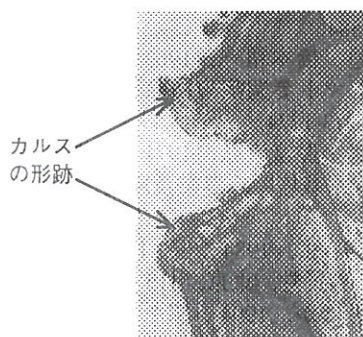


図4 カルスによる傷口の治癒

次に、傷害部でカルスが容易に発生し、発達することが本で行われているのか確認するため、ナスの幼苗を供試して台木の切断部と穂木の切断部の形態を経時的に観察した。台木は着根のままとした。穂木の切断部は滅菌水中に保持した。10 日後の両者の状態は図5に示すとおりで、何れもコブ状にカルスが発達していることが確認された。

(3) 活着促進のための環境調節法の決定

(1)と(2)の結果から、接ぎ木の接合は台木と穂木の切断部を密着させることにより、接触面で発生し、発達するカルスの働きによるものと結論された。

従って、活着を促進する環境条件はカルスの発達を支援する条件になると考えられた。

そこで、組織培養におけるカルス形成の条件を参照しながら、接ぎ木活着の環境調節の基本的な考え方を整理すると表1のようにまとめられた。

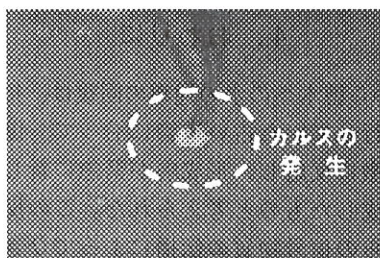


図5 台木と穂木の切断面におけるカルスの形成

表1の考え方に基づいて、ナス科は気温25℃、ウリ科は27℃とした。相対湿度は95%以上に加湿器で維持した。地温は、苗がプラグトレイ栽培のため、土壌容量が小さいことから気温と同様に推移するものと判断した。養分は用土(サンサン床土)が含む肥効にまかせた。

光条件は接ぎ木直後6時間は暗黒とし、その後、次第に7500lxまで増加させるようにした。

以上の条件をマイコン型シーケンサに記憶させ、自動運転を達成した。

表1 接ぎ木活着のための基本的な環境調節の考え方

項目	環境調節の考え方	設定値	備考
温度	接ぎ木活着の温度条件はカルス培養の温度条件に等しい。	25℃前後	切断面にカルスの形成を確認。
湿度	断根された穂木のしおれ回避。傷口の乾燥防止。	95%RH以上	蒸散抑制(飽差低減)
光	カルス形成の栄養源として光合成産物の接ぎ木部位への転流が必要。	5~10klx	光合成を行うための葉の確保が必要。
地温	不定根発生にはカルス培養と同様の温度条件が必要。	25℃前後	気温と同じ設定。
養分	通常の成育に必要な養分が必要。	EC2ms/cm	活着・順化中も穂木は成長を続ける。

4. おわりに

台木から穂木への水の通導の回復は、接ぎ木前に走行していた古い道管に沿って、傷害という刺激に反応し、形成層が緊急に新しい道管を形成したものと考えられた。この反応は穂木からの信号物質の伝播によって引き起こされたのだろうか？さらに、図3に示した接合部での横方向に走行する道管群はカルスの内部で形成されたものと思われるが、その分布域が障害部の上下数mmの範囲であるのは、それが障害の刺激の波及範囲を示すものなのか？など、接ぎ木の仕組みについて興味は尽きないが、接ぎ木の活着を促進させるための環境調節法の決定という目的に関しては、本稿で述べたとおり、接合部でのカルス形成を接ぎ木のメカニズムと見なすことができると考えている。上述の興味ある課題は新しい接ぎ木法を開発してゆくうえで今後の重要なテーマになってゆくものと思われる。

最後に、本研究を進めるうえでご協力を頂いたトヨハシ種苗(株)研究農場の野沢岳史種苗部長、鈴木康弘主任をはじめスタッフの方々に対して深謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 阿部 隆・佐々木祐二, 1994: “キュウリ接ぎ木苗セル成型化技術としての断根苗の生育特性と養生法”, 園学雑, 63(別1):356-357.
- 2) 青木宏史ほか, 1980: “トマトの褐色根腐病防除のための接ぎ木トマトの台木と品質”, 千葉農試研報, (21):131-138.
- 3) Armitage, A.M., 1994: Ornamental Bedding Plants, Cab International, Wallingford, 175pp.
- 4) Dean, E., Mohr, H.C. and Chaplin, C., 1965: Reaction of tomato varieties to verticillium wilt and movement of the organism through grafted plant., *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 87:415-419.
- 5) Honami, N., Taira, Murase, H., Nishiura, Y. and Yasukuri, Y., 1992: Robotization in the production of grafted seedling., *Acta Hort.*, 319:579-584.
- 6) 飯島 勉・橋本精一, 1963: “接ぎ木苗によるトマト萎凋病の防除”, 農業及園芸, 38:1273-1274.
- 7) 今泉 寛・豊富康弘, 1971: “温室トマトの接ぎ木栽培”, 農業及園芸, 46:1185-1189.
- 8) 稲田勝美編, 1984: “「光と植物生育」”, 養賢堂, 東京, 415 pp.
- 9) 稲山光男ほか, 1994: “キュウリの接ぎ木育苗システムに関する研究—ロボットによる接ぎ木精度について—”, 園学雑, 63(別1):360-361.
- 10) 板木利隆, 1993: “果菜類の接ぎ木苗生産の効率化—全農式幼苗接ぎ木方式によるキュウリ・スイカでの実用化—”, 農耕と園芸, 48(1):88-91.
- 11) 伊藤克巳, 1986: “「図解・やさしい果菜の接ぎ木」”, 家の光協会.
- 12) 榎谷 明, 1991: “やさしい野菜の生理・生態—接ぎ木の仕組みと親和性—”, 農業技術研究, 45(2):34-35.
- 13) 甲田暢男・萩原佐太郎, 1984: “トマトの接ぎ木栽培における台木別の成育・養分吸収・光合成特性”, 千葉農試研報, (25):101-111.
- 14) 松山松夫ほか, 1985: “果菜類接ぎ木苗の量産化に関する研究(第1報) トマト接ぎ木苗の活着・苗質に及ぼす環境諸要因の影響”, 福井農試報, (22):1-9.
- 15) 松山松夫・数馬俊晴, 1983: “野菜類の接ぎ木苗の量産化技術”, 福井農試・福井畜試・福井園試研究速報, 38:2-5.
- 16) McGarry, M.T. and R. Moore., 1984, Development of tensile strength in compatible autografts of eggplant (*Solanum Pennelii*) and tomato (*Lycopersicon Esculentum*)., *Texas J. Sci.*, 35:327-331
- 17) Moore, R., 1985: Graft incompatibility is not reduced by treatment with plant growth regulators., *Texas J. Sci.*, 36:285-289.
- 18) 守田伸六, 1988: “果菜類の接着剤利用による新接ぎ木法”, 農業及園芸, 63:1190-1196.
- 19) 長岡正昭ほか, 1982: “トマト接ぎ木苗の活着に及ぼす環境条件の影響”, 野菜試研報A, (A9):67-73.

ニューラルネットワークを用いたトマト果実の熟度と鮮度の評価

柴田孝信・岩尾憲三*・高野泰吉**

(株)メイテック・*中部電力(株)電気利用技術研究所・**名城大学農学部

Judgment of Grading The Maturity of Tomato Fruit via Neural Network

Takanobu Shibata, Kenzo Iwao* and Taikichi Takano**

Meitec, Inc.

* Electrotechnology Applications R&D Center, Chubu Electric Power Co., Inc.

** College of Agric., Meijo Univ.

1. はじめに

果実の着色を画像処理により判定する大規模な選果システムがすでに開発されている¹⁰⁾。その評価の情報処理部に、パターン識別機能と非線形関数の生成機能を有する階層型ニューラルネットワーク^{1,4,9)}を適用することで、評価精度の向上と学習による修正機能を持たせることが期待できる^{6,7,10)}。

池田ら(1991)²⁾は、ミニトマトの果実の表面色による熟度および鮮度の予測の可能性を示唆した。池田と斉藤(1993)³⁾は、ピーマンの形状選別に階層型ニューラルネットワークを用い良品の判定に有効であることを報告した。大角ら(1995)⁸⁾は、階層型ニューラルネットワークを用いて水稻群落画像の葉色による背景画像との分離を試みた。

本研究では、トマト果実の熟度を色彩画像処理¹¹⁾から得られる表色値と階層型ニューラルネットワークにより評価することを試みた。

2. 材料および方法

(1) 供試材料

完熟系品種のトマト果実を供試し、各果実の熟度を着色に基づいた目視により“未熟”、“中熟”、“完熟”、“過熟”の4とおりに分類した。各熟度の果実数は30個とした。

着色は、図1に示す愛知経済連の完熟系品種のトマト選果基準シートを用いて目視判定した。未熟は着色4分から5分、中熟は6分から7分、完熟は8分から10分とした。完熟後2日間以上室内(約20℃)に放置したものを過熟とした。

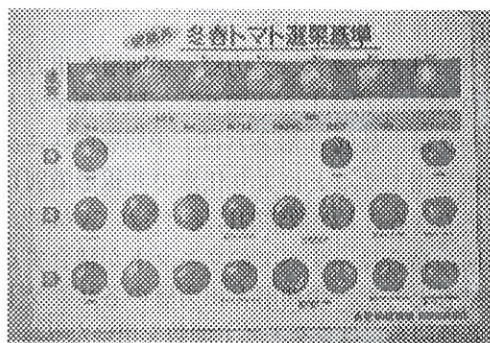


図1 愛知経済連の完熟系トマトの選果基準

(2) 果実表面色の表色方法

トマト果実の果頂部方向からのカラー画像を、CCDカメラ(SONY DXC-930)を用いてパソコン画像処理システム(CPU:NEC PC-H98model90, 画像メモリ:PIAS LA-555)にオンライン入力した。照明光源には蛍光灯(東芝FL20S-N-EDL)2本を用いた。光源には正反射を軽減するために乳白色アクリル板を取り付けた。トマト果実の画像から、CIE 1976均等知覚色空間 $L^*a^*b^*$ 表色系⁹⁾における表色値の

明度 L^* 、彩度 C^* 、色相 H° を求めた^{5,11)}。

測色する領域が大きくなると処理に時間がかかるため、領域はできる限り小さいことが望ましい。緑色の部分と赤色の部分が混在する完熟前の果実について、測色する領域の範囲と表色値の変動の関係を調べて、適切な測色領域の大きさを検討した。

測色した画像領域は、図2に示すような果頂付近の3箇所の正方形領域とした。正方形領域の大きさは、トマト果実の画素数に対する3領域の画素数割合が0.01%から15%までの9とおとした。

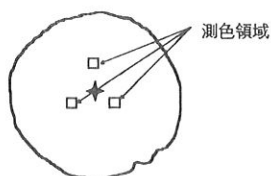


図2 果実表面色の測色領域

(3) 熟度推定ネットワーク

ネットワークは、入力層、中間層、出力層の3層から構成した(図3)。階層型ネットワークは、最低3層あれば、中間層のユニット数を増やすことにより任意の非線形識別に対応できることが数学的に証明されている⁴⁾。層間の結合は、すべてのユニットが結合する全結合とした。中間層と出力層の各ユニットの特性関数にはシグモイド関数を用いた¹⁾。

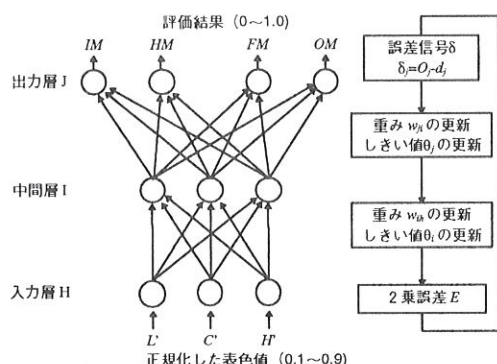


図3 階層型ネットワークモデルとBP法による学習手順

入力層のユニット数は3つとし、各ユニットには、表色値を0.1から0.9に正規化した数値 L 、 C 、 H を入力した。出力層のユニット数は4つとし、各ユニットからの0~1に正規化された出力信号を各熟度の重みに対応づけた。

学習アルゴリズムは、誤差逆伝播法(BP法)⁹⁾を用いた。BP法による学習は、まず、ある入力パターン c を与えたときの、入力信号から得られる出力信号 $y_{j,c}(t)$ と本来得られべきである望ましい信号(教師信号) $d_{j,c}$ との2乗誤差 $E_c(t)$ を式(1)で定義する。

$$E_c(t) = \frac{1}{2} \sum_j (y_{j,c}(t) - d_{j,c})^2 \quad (1)$$

そして、誤差を学習信号として中間層へ、次に入力層へと逆方向に伝播させながら、誤差 $E(t)$ を減らす方向に、ユニット間の結合の重み w とユニットのしきい値 θ を更新していく(図3)。式(2)と式(3)に w と θ の更新式を示す。ここで、 η 、 α は、それぞれ学習定数、安定化定数である¹⁾。本試験では、 η を0.2、 α を0.8とした。

$$\Delta w(t) = -\eta \frac{\partial E_c(t)}{\partial w(t)} + \alpha \Delta w(t-1) \quad (2)$$

$$\Delta \theta(t) = -\eta \frac{\partial E_c(t)}{\partial \theta(t)} + \alpha \Delta \theta(t-1) \quad (3)$$

(4) 熟度の推定精度の評価方法

学習データとしてトマト果実120個の表色値と熟度の教師信号をネットワークに与えた。出力層に与えた教師信号のパターンを表1に示す。学習に用いたものとは別の120個の果実の表色値を評価用データとしてネットワークに入力して、判定の正解率を求めた。

表1 ネットワークに与えた教師信号

目視熟度	未熟 IM (-)	中熟 HM (-)	完熟 FM (-)	過熟 OM (-)
未熟	1	0	0	0
中熟	0	1	0	0
完熟	0	0	1	0
過熟	0	0	0	1

ネットワークの構造を決定するとき、問題に最も適した中間層ユニットの数を決めることが大事である。これは、中間層ユニットの数が少なければ解けない問題が存在し、逆にユニット数が多すぎれば過学習の発生と長い学習時間を必要としてしまうからである¹⁾。中間層のユニット数はシステムとして必要とされる精度を達成するための最小のユニット数にする必要がある。ユニット数や学習回数の最適値を理論的に求めることは現状では不可能である¹⁾。問題に最も適した中間層ユニットの数を決めるために、ユニット数が1個から6個までのネットワークのユニット数と学習に伴う誤差の変化との関係を調査した。

3. 結果および考察

(1) 測色領域の大きさと表色値の関係

図4に測色領域と表色値の関係を示す。数値の変動は彩度が最も大きく、つづいて明度、色相の順に小さかった。明度と彩度は、照明ランプの性能劣化や正反射の影響などの照明条件に大きく影響されるが、色相は比較的安定しているものと考えられる。一方、果実の表面がはっきりと緑色と赤色の部分に分かれるような場合には、色相は変動しやすいことが考えられる。現実的には、照明条件に左右されやすい明度および彩度を高い信頼性で測色することが重要であると考えられる。

測色領域が果実面積に対して0.1%以下では表色値に変動が認められたが、1%以上あれば安定した測色が可能であることがわかった。この結果、測色領域を9画素×9画素(占有率1.1%)の正方形領域3つの合計の243画素とした。

(2) 測色領域の大きさと表色値の関係

中間層のユニット数と学習誤差の関係を図5に示す。ユニット数が1個と2個の場合は十分な学習が行えなかったが、4個以上のときは

ユニット数を増やしても学習精度は変化しなかった。ユニット数が3個の場合、最終的に、4個以上の場合の誤差に近づいたが、誤差の収束の速度は4個以上のものに比べて劣った。ユニット数4個が優れた理由は、中間層の4個の各ユニットが色彩の特徴空間における4種類の熟度パターンの非線形関数を効率よく生成することができたためと考えられる。また、4個という数は、重回帰式における3つの説明変数と1つの定数項に対応しているとも考えられる。この結果、最適な中間層ユニットの数を4個と判断した。

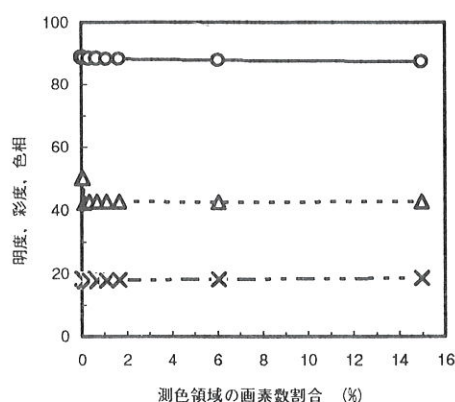


図4 測色領域の果実面積に対する画素数割合と表色値の関係

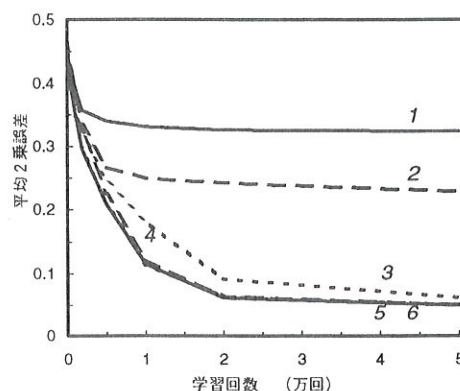


図5 中間層のユニット数と誤差の関係
図中の数値は中間層のユニット数を示す

(3) 熟度の推定結果

評価出力例を表2に示す。画像の入力から判定までの処理時間は1果実につき0.2秒であった。表2には、誤認したサンプルが1つ(No.8)含まれている。各出力ユニットの相対強度は、最大の強度を示すユニットの判定結果とするデジタル的な情報と、0%から100%までの各グレードの“らしさ”を示すアナログ的な情報をあわせ持っていた。人間の判断基準に近い評価をコンピューティングすることができることがわかった。たとえば、サンプル1は“明らかに未熟”、サンプル8は“過熟さみの完熟”といった評価が可能である。同時に、人間の判断基準をネットワーク内の状態量として構築し可視化することも可能であることがわかった。

18,000 回学習したネットワークによる、学

習データと評価データの判定正解率を表3に示す。評価データの正解率は学習データを判定した場合に比べて数%ほど低くなったが、完熟と過熟の正解率は約9割、未熟と中熟ではほぼ全数正解した。

表2 ニューラルネットワークによる熟度評価の出力例

目視評価	未熟度 IM_R (%)	中熟度 HM_R (%)	完熟度 FM_R (%)	過熟度 OM_R (%)
1 未熟	100	0	0	0
2 未熟	88	12	0	0
3 中熟	2	96	2	0
4 中熟	0	78	22	0
5 完熟	0	38	62	0
6 完熟	0	1	98	1
7 完熟	0	0	61	39
8 完熟	0	0	41	59
9 過熟	0	0	25	75
10 過熟	0	0	1	99

表3 ニューラルネットワークによる熟度の認識結果 (各データセット 120 果実)

データセット	正解率 (%)				総合
	未熟	中熟	完熟	過熟	
学習データ	100	100	90	93	96
評価データ	100	97	87	90	93

4. おわりに

トマト果実を色彩画像処理して得られる果実表面の表色値から熟度を正解率93%で推定することが可能であることがわかった。ニューラルネットワークを用いることで、修正点を学習させるチューニングや評価対象の変更時の作業が容易になることが期待できた。

引用文献

- 1) 浅川和雄ほか, 1987: “階層型ニューラルネットワーク”, 工学研究社, 東京, 101 pp.
- 2) 池田善朗ほか, 1991: 農機学会関西支部報, 70, 121-122.
- 3) 池田善郎・斉藤義行, 1993: 農機誌,

55(3), 59-64.

- 4) 神山齊己・中内茂樹, 1987: “人工ニューラルネットの基礎”, 工学研究社, 東京, 109 pp.
- 5) 川上元朗, 1987: “新版 色の常識”, 日本規格協会, 東京, 179 pp.
- 6) 村瀬治比古, 1993: 農業及園芸, 68, 153-159.
- 7) 永井耕介, 1995: 農機誌, 55(3), 59-64.
- 8) 大角雅晴ほか, 1995: 農機誌, 57(3), 131-135.
- 9) Rumelhart, D.E., et al., 1986: *Nature*, 323, 533-536.
- 10) 鷹尾宏之進, 1990: 機械化農業, No.2875, 16-19.
- 11) 田村秀行監修, 1985: “コンピュータ画像処理入門”, 総研出版, 東京, 288 pp.

日の出前青色光の補光が野菜の生育と生理反応に及ぼす影響

高野泰吉・中空 功・成 日慶
名城大学農学部

Effect of Supplementary blue-light in the morning twilight on the growth- and physiological-responses to vegetable crops.

Taikichi Takano, Isao Nakazora and I.G. Seong

College of Agric., Meijo Univ., Nagoya.

1. まえがき

園芸作物生産において健全な植物を育てるため、曇雨天のときや高緯度の国で冬季の短い昼間しかないとき、補光が古くから行われている。わが国では日本海側の冬季寡日照条件下で施設野菜の苗生産に補光が行われている。光源は高圧ナトリウムランプ、メタルハライドランプ、蛍光灯などが使われている。3千～2万ルクスの照明をしているから電力費がかなりかさむ。光源のエネルギーを節減するためには低光量子束反応を考慮する必要がある。

ファイトクローム受容体に寄与したアメリカの Downs ら (1966)⁴⁾が、End-of-Day (FR) 反応に注目して以来、今日まで多くの報告がある [Mancinelli (1944)⁹⁾, Smith (1944)¹⁰⁾]。最近の報告では、Hälväら (1992)⁵⁾はウイキョウ (dill) に対し、1.4 mW・m⁻² の遠赤 (FR) 光を 2 時間照明して、赤色光や青色光の補光に比べて精油収量を高めたという。また栄養成長期から開花期までの期間を短縮し、青色光の補光では開花を遅延したと述べている。

1 日の明暗リズムのうち低光量子束の時間帯は日没後の‘たそがれ’ばかりでなく、日の出前の‘あけぼの’があるので、後者の反応も考えに入れる必要がある。事実、日長反応には天文日長時間+薄明 and/or 薄暮の時間が関わっている。しかし、日の出前の光形態形

成反応についての研究は少ない。Sale と Vince (1963)¹³⁾は青色と赤色のランプをそれぞれ連続または順序をかえて4時間ずつ、計8時間照明してエンドウとキンレンカの葉面積拡大をしらべている。青色光をはじめに照射し、そのあと赤色光を照明すると葉面積がいちじるしく拡大し、順序を逆にすると葉面積は約60%にとどまった。単色光の連続照明では葉面積がさらに狭くなり、遠赤色の照明ではもっとも狭くなった。青色光をはじめに照明すると効果がもっとも強いことを明らかにしている。

青色光が屈光性、光運動、アントシアニン生成、菌類・藻類・シダ類の形態形成などに影響することは以前からよく知られている。^{14,15)}。しかし高等植物の成長に及ぼす影響については、光合成に及ぼす作用を除いてあまり知られていない。堀口 (1969～'72) は数種の野菜の生育に及ぼす単色光蛍光灯の組合せの影響をしらべている⁶⁾。キュウリ、ピーマンでは赤色光のみで生育がよかったが、トマト、ダイズ、ハツカダイコンでは、赤色光：青色光のエネルギー比9:1で生育が最高になったという。この試験の方法では青色光の効果は弱いことになっている。卜蔵 (1965～'66) は青色蛍光灯の連続照射によりエンドウの蒸散作用が高められるとした²⁾。そのころ Mansfield と Meidner (1966) は青色光照射が気孔を開かせ

ることを始めて明らかにしている¹⁰⁾。これ以降、青色光による気孔運動の機構を解明する研究がいちじるしく進歩してきた。[Iino ら (1985)⁸⁾、Schmidt (1984)¹⁴⁾、Senger ら (1994)¹⁵⁾、Zeiger (1994)¹⁸⁾]。

以上の知見に基づいて、われわれは日の出前のきわめて弱い光条件のときに青色光の補光が野菜苗の生育および生理反応に及ぼす影響を明らかにしようとした。前報においてエゴマ(シソの一変種)苗に赤色光、青色光、これらの混合光を2時間照明した後、明期に人工光(白色蛍光灯)または自然光の日長下で育て、青色光補光が生育にいちじるしい効果を及ぼすことを述べた¹⁷⁾。本報は補光がキュウリ、トマトの生育ならびに生理反応に及ぼす影響を調べたものである。

2. 材料と方法

試験1. 日の出前の補光がキュウリの生育と生理反応に及ぼす影響

バーミキュライト(約1mm径)をは種箱につめ、底部吸水後、キュウリ(品種 夏涼み)の種をまいた。自然光型コイトロン(S-203W)の25(昼)–21(夜)℃のもとで発芽させた。1週間後ロックウールキューブ(5×5×3cm)に移植し、育苗パットに6cm×6cm株間にならべた。1処理区24株とした。住友液肥A,B等量で1,000倍液(EC 2.1 dS·m⁻¹, pH 5.6)をキューブ下部に約1cmになるように注いだ。2~3日ごとに更新した。

補光は移植後すぐはじめた。日の出前2時間補光し、自然光に移行させて夜の暗期に入るという日周期で2週間続けた。光源の蛍光灯(松下電器製)は青(白)色(FL20S、BW)、赤(ピンク)色(FL20S・P)で、単色光区では20W2本ずつ、青白色と赤色との混合光区では20Wそれぞれ1本ずつ用いた。側方から照明し、苗の主軸における光量子束は赤色光区33.5;青色光区18.8;混合光区22.3 μmol·m⁻²·s⁻¹であった。これらの処理条件下における分光光量子束密度は図1に示す通りである。収

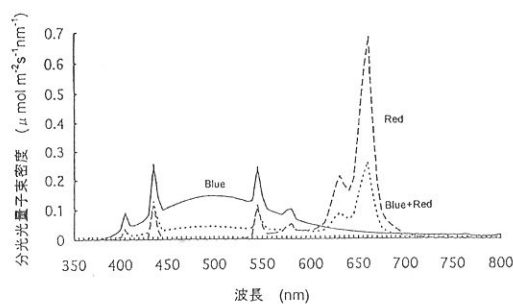


図1 Red、Blue、Blue+RED 処理区におけるスペクトル分布

穫はは種後21日に行った。光合成および蒸散の速度は携帯用光合成蒸散測定器(KIP-8510型、小糸工業KK)、気孔抵抗はスーパーポロメータ(LI-1600、ライカ社)を用いてはかった。気孔開度は補光後スンプ法で気孔を刻印し、それを剥ぎとり、検鏡測定した。

試験2. 日の出前の補光と明期低光エネルギー条件がトマト苗の生育と生理反応に及ぼす影響

トマト(品種 強力米寿)を供試した。は種培地はバーミキュライト;ピートモス(9:1 v/v)としたほかは、試験1と同様である。は種7日後にロックウールキューブに移植し、人工光室(コイトロンS-KB型)において養液栽培を行った。昼夜の気温はそれぞれ25℃、23℃とした。移植後すぐ補光をはじめ、27日目に苗を採取した。昼間に相当する明期は白色蛍光灯(FL20SS、W/18)をキャビネットの両側面と上方から計12本の照明に、植物直上で60 μmol·m⁻²·s⁻¹の光量子束であった。自然光に比べていちじるしく弱光である。明期は14時間とした。

測定事項は試験1にあげた項目のほかにクロロフィルをArnon法により測定し、葉の水欠差を4時間飽和させたものから求めた。糖は80%アルコール液で抽出し、アルコール除去後アンスロン法ではかった。デンプンは上記の抽出残査に2%グルコアミラーゼ水溶液(酢酸バッファ0.2M液でpH4.5に調整)で加水分解して、糖と同様の方法ではかり、デンプンに換算した値として示す。Cはチューリン法

によって分析した。

試験 3. 日の出前の補光と明期自然光条件がトマト苗の生育と生理反応に及ぼす影響

コイトロン (S-203W) で温度条件は 25—21 °C の昼夜変温、養液栽培の培養液の EC を 1.25 dS $\cdot$ m $^{-1}$ 、pH 6.7 としたほかは試験 1、2 と同様である。補光の処理期間は 25 日である。

3. 結果 (小考察を含む)

試験 1. キュウリに対する補光の影響

表 1 に示すように成長は青色光、赤色光の単色光補光の両区で大となった。混合光区では草丈の伸長成長が抑制されたことを示す。無補光の対照区での成長は混合光区のそれに比べて伸長したが、重量では差があまりなかった。補光終了後すなわち日の出後すぐにしらべた気孔開度は青色光>混合光>対照 $\geq$ 赤色光の順であり、青色光区と青色光を含む混合光で開度が広いことがわかる。

図 2 に示すように日の出後の光の強さとともに蒸散量が増加するが、青色光補光区では対照区のそれより高かった。

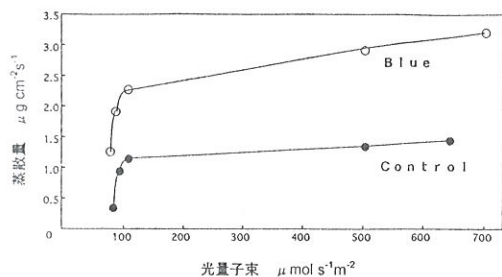


図 2 光量子束と蒸散速度との関係

気孔抵抗と蒸散速度との関係では、図 3 に示すように青色光補光区で気孔抵抗が少なく、蒸散速度が高くなった。すなわち青色光を受けて気孔の開孔が促され、ガスの拡散抵抗を低め、蒸散を促したことを示す。

葉面積は青色光あるいは赤 (ピンク) 色光の補光により広がったので、1 葉あたりの光合成速度は、これらの単色光補光の両区で高い

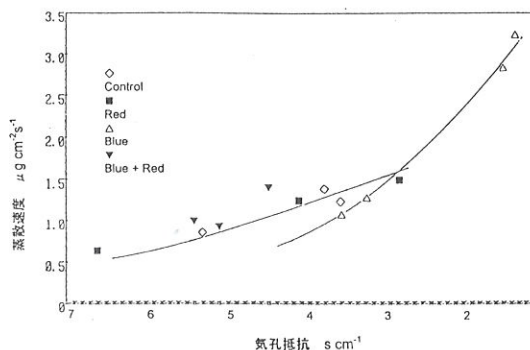


図 3 補光が気孔抵抗ならびに蒸散に及ぼす影響

値となった (別の試験結果引用)。単位葉面積あたりの光合成速度に換算しても青色光補光で効率が高い。他方、赤色光補光区での成長は青色光区のそれとほぼ等しかった。キュウリの別の実験、エゴマなどでは葉面積の拡大が赤色光補光で抑制される傾向がみられた。混合光区のキュウリの成長はいちじるしく抑制されていた。無補光区での成長にほぼ等しかった。しかし混合光区での苗の素質が劣っているかどうかはこの試験結果だけで判断できない。

試験 2. および 3. トマト苗の生育および生理反応に及ぼす補光の影響

明期における光エネルギー条件は異なるが反応は同様だったので、まとめて述べる。

結果は、図 4、表 2～6 に示す通りである。

明期のエネルギー条件で相異があるものを除き、試験 2 の結果と同様な傾向を示す試験 3 の結果は図、表の呈示を省いた。草丈、茎径、気孔密度などは、青色光、赤色光の単色光補光区で大であった。青色光補光が赤色光補光に比べて反応が高かった項目はつぎのようである。葉面積、クロロフィル含有率、気孔開口径、蒸散量、光合成速度、全 N と全 C の含有率、機能性炭水化物含有率などである。前述の気孔密度も傾向として青色光補光の葉で高かった。また気孔抵抗と水欠差は青色光補光の葉で低く、ガス交換を容易にし、かつ葉内含水率を高く保っていることがわかる。

表1 単色光または混合光の日の出前2時間の補光がキュウリ幼苗の生育に及ぼす影響（処理14日後収穫）

処理区	草丈 cm	生重 g			第3葉 [※] の葉面積 cm ²	茎径 cm
		葉重	莖重	計		
対照	13.0	2.67	2.49	5.17	43.6	0.52
赤色光	16.4	3.65	4.50	8.15	86.4	0.62
青色光	15.4	4.29	4.41	8.70	88.2	0.64
混合光	8.9	2.70	1.92	4.62	47.4	0.51

※葉位は展開葉を上位から数えた。

表2 人工光型コイトロンにおけるトマトの生育（処理27日後）

処理区	草丈 cm	茎径 cm	葉 g	莖 g	計 g	葉重 比 葉面積	Chlorophyll mg/g(FW)
Control	23.56	0.39	0.13	0.14	0.27	0.383	3.297
Red	25.63	0.41	0.15	0.15	0.30	0.412	3.033
Blue	26.39	0.42	0.17	0.19	0.36	0.371	4.454
Red+Blue	24.53	0.40	0.13	0.16	0.29	0.384	3.424

表3 トマト葉の気孔反応、水欠差、蒸散ならびに光合成の速度との関係

処理区	気孔			水欠差 %	蒸散速度 mgH ₂ Ocm ⁻² hr ⁻¹	光合成速度 mgCO ₂ leaf ⁻¹ hr ⁻¹
	気孔開口径 μm	密度 no. cm ⁻²	抵抗 Scm ⁻¹			
対照	0.81	9120	22.3	11.1	0.66	1.72
赤色光	1.06	15200	18.2	6.8	0.72	3.14
青色光	1.50	17760	13.3	5.3	0.93	4.46
混合光	0.92	13280	14.6	9.4	0.58	2.94

表4 人工光型コイトロン内補光開始後27日目のトマトの地上部成分（%）

	処理区	全N	蛋白態-N	NO ₃ -N	全C	C/N	全糖	デンプン
葉	Control	5.65	4.7	0.96	36.77	6.50	0.477	1.328
	Red	5.93	5.66	0.27	35.41	5.99	0.458	1.263
	Blue	6.47	5.38	1.09	38.59	5.97	0.496	1.397
	Blue + Red	6.21	5.11	1.10	37.91	6.11	0.445	1.282
莖	Control	2.76	2.35	0.41	23.84	8.64	0.496	1.397
	Red	3.67	2.52	1.15	24.29	6.62	0.464	1.626
	Blue	3.99	2.62	1.37	26.99	6.71	0.554	2.084
	Blue + Red	3.49	2.26	1.23	26.56	7.61	0.464	1.374

表5 自然光型コイトロンにおけるトマトの生育（処理25日後）

処理区	草丈 cm	茎径 cm	乾物重 g			葉重	
			葉	莖	計	葉面積	g cm ²
Control	17.7	0.43	0.17	0.13	0.30	0.154	
Red	22.8	0.48	0.25	0.21	0.46	0.229	
Blue	21.7	0.52	0.29	0.26	0.54	0.247	
Red + Blue	16.9	0.45	0.24	0.18	0.42	0.212	

表6 自然光コイトロンにおける補光開始後25日目のトマトの地上部成分（%）

	処理区	全N	蛋白態-N	NO ₃ -N	全C	C/N	全糖	デンプン
葉	Control	4.98	4.32	0.66	24.5	4.92	1.08	1.30
	Red	4.94	4.19	0.75	25.3	5.12	1.32	1.65
	Blue	5.15	4.20	0.95	25.6	4.97	1.33	2.13
	Blue + Red	4.80	4.00	0.80	24.6	5.13	0.93	1.41
莖	Control	2.64	1.06	1.58	21.9	8.30	0.66	1.75
	Red	2.95	1.45	1.50	21.4	7.25	0.60	1.30
	Blue	3.05	0.46	2.59	23.0	7.54	0.92	2.54
	Blue + Red	2.61	0.93	1.68	22.4	8.58	0.60	1.72

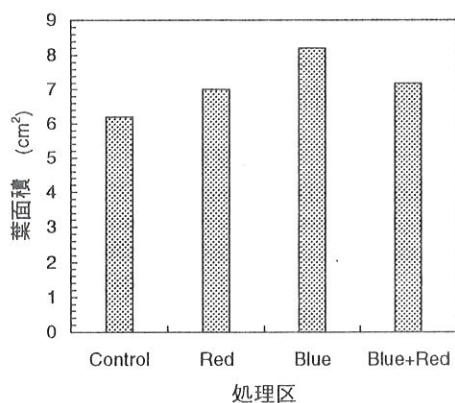


図4 補光がトマトの先端から3位葉の葉面積に及ぼす影響(人工光ファイトロン)

以上すべて蒸散・光合成の作用を促す条件を青色光補光で整えられ、根から吸収されるN、葉からとりこまれるCO₂が高められたことを示す。以上の事実から青色光補光は明らかに青色光受容体色素を介する反応に関係していると判断される。日の出前2時間、morning twilightの時に青色光補光の効果が発揮されるので、新しい補光法といえよう。明期の光エネルギー水準の相異から、自然光室で育てた苗は草丈が短くなり、茎径が太くなり、茎葉重が重くなって、充実した生育形態を示した。葉面積も自然光室の苗で広がった(図省略)。葉重/葉面積すなわち葉の厚みは、人工光室では赤色補光区で厚く、自然光室では青色補光区で厚くなる傾向があった。蒸散と光合成の速度が人工光室の葉に比べて自然光室青色補光区の葉で高かった。他の補光区で100 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 以下の条件では差が検出しにくかったので、データを呈示しなかった。そこで成分含有率から比較する。自然光室で育てた苗はN、C、クロロフィルが低く、全糖、炭水化物が高かった。葉の水欠差が人工光室では5.3と低かったが、自然光室では8.84となっており、飽和水分不足度が大きであった。また気孔密度が人工光室では高かったが、気孔抵抗が13.3~19.2 $\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ と強く、自然光室で

は1.5 $\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ 程度でいちじるしく低かった。したがって光エネルギーの高い自然光室でガス交換が速やかに行われたことは上述の通りである。

なお混合光区では、草丈、葉重および葉面積の成長が抑制される傾向がみられた。気孔密度、蒸散および光合成の速度が青色補光と対照区の苗の中間で低かった。気孔抵抗は相対的に高く、しかも水欠差が大きかった。補光後光量子束が250 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上に高くなっても蒸散、光合成の速度は横ばい状態で高くならなかった(成・高野)¹⁷⁾。茎のC/N比が高く、機能的に硬直した状態とみられる。苗の形態からみて、不良苗とは思えないから、果菜類の花成が早く起こる状態にあると考えられる。

4. 概要

供試した光源は、赤(ピンク)色蛍光灯では光量子束密度が660 nmで高く、また440 nmで低い第2のピークが認められ、ファイトクロームの吸収に対応するものであった。青白色蛍光灯では光量子束密度が440 nm付近にピークがあって、420~455 nmの幅に収まり、550 nm付近に第2のピークが認められた。成長や気孔開孔の反応からみて、青色光受容体色素の吸収に対応するものと判断した。光量子束が18.8 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ と低かったことも試験の目的に適合したと考えられる。Cosgroveら(1981)³⁾は青色光の伸長抑制効果を長年研究しているが、強さと照射時間によるので、本試験のように2時間程度ならば伸長促進の効果を示す。Hsiaoら(1973)⁷⁾が指摘するように青色の光は気孔の開閉を孔辺細胞のK⁺吸収を介して促すことが理解できる。その作用スペクトルは440 nmでもっとも有効であることを開度とコンダクタンス、孔辺細胞のK⁺吸収の三点から検討している。事実、本試験でも開口径を広くし、気孔抵抗を低くして、ガス交換が活発になることが証明された。光量子束は、Hsiaoらの結果からみると、さらに低い

エネルギーでもよいと推測される。詳しくは Iino ら (1985)⁸⁾ から Zeiger (1944)¹⁸⁾ まで Zeiger シリーズの論文を参照されたい。

1日のリズムのうち、‘あけぼの’時間に青色光補光が有効であることは Sale & Vince (1963)¹³⁾ の報告から予期されたが、本試験で再確認できた。あくまで低光量子束の反応であることを念頭に入れておく必要がある。また冬期の早朝の青色光割合が低いので、(未発表) この時期の苗生産に有効であろう。苗生産の見地からすれば補光後の明期の光エネルギーは自然光に近い条件がよいと考えられる。本試験で明期のエネルギーに拘わらず成長と生理の反応がほぼ類似の結果を示したことから、植物工場においても、低エネルギーの青色光補光をとり入れられよう。

青色光の補光は蒸散と光合成の両作用ばかりでなく、無機養分の吸収・移行の見地からも注目に値する。光合成の蛋白磷酸化 (Ranjeva ら 1987)、アントシアニン生成におけるファイトクロームとクリプトクローム (青色光受容体色素) との共同作用 (Mohr 1944)¹¹⁾ や青色光の特異的役割 (Mancinelli 1944)⁹⁾ など青色光に関連する報告が多くなっている。形態形成と代謝の両面から光生物学的接近を深められることを期待している。

摘 要

日の出前の薄明時に青色光を2時間補光することにより、低エネルギー補光を期待して実験を企てた。

キュウリおよびトマトの苗は赤色光あるいは青色光の補光によって成長がすぐれた。とくに青色光補光は葉面積の拡大や気孔密度の増加をもたらし、気孔の開口を促して蒸散や光合成を盛んにした。その結果機能性炭水化物含有率が高められた。窒素も増加する傾向がみられたが、蛋白化は人工光室において青色光または赤色光の補光によって高められた。

青色光の補光は明らかに青色光受容体色素を介する反応に関係している。その効果は、日

の出前の薄明時に発揮されるので、低光量子束の補光で足りる。新しい補光法として苗生産への利用を期待している。

引用文献

- 1) Brickford, F.D. & Dunn, S., 1972: "Lighting for plant growth", Kent State Univ. Press.
- 2) 卜蔵健治, 1966a: 生物環境調節, 2, 94-97, 1965b: 同誌, 2, 100-104, 1966: 同誌, 3, 98-102.
- 3) Cosgrove, D.J., 1994: Photoregulation of growth., In "Photomorphogenesis in Plants 2nd." eds. by Kendrick, R. E. & Kronenberg, G. H. M., Kluwer Academic Publ. Dordrecht, Netherlands.
- 4) Downes, R.J., et al., 1957: *Bot. Gaz.*, 118, 199-208.
- 5) Hälvä, S., et al., 1992: *J. Herbs Spices & Med. Plants*, 1, 59-69.
- 6) 堀口郁夫, 1969: 生物環境調節, 6, 94-97, 1970: 同誌, 8, 21-24, 1972: 同誌, 10, 13-17.
- 7) Hsiao, T.C., et al., 1973: *Plant Physiol.*, 51, 82-88.
- 8) Iino, M., et al., 1985: *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 82, 8018-8023.
- 9) Mancinelli, A.L., 1944: The physiology of phytochrome action, In "Photomorphogenesis in Plants", 211-269.
- 10) Mansfield, T.A. & Meidner, H., 1966: *J. Expt. Bot.*, 17, 510-21.
- 11) Mohr, H., 1944: The coaction between pigment system, In "Photomorphogenesis in Plants", 353-373.
- 12) Ranjeva, R. & Roudet A.M., 1987: *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 38, 73-93.
- 13) Sale, P.J.M. & Vince D., 1963: *Photochem. Photobiol.*, 2, 401-405.
- 14) Schmidt, W., 1984: *BioSci.*, 34, 698-704.
- 15) Senger, H. & Schmidt, W., 1944: Blue-light and UV-receptors, In "Photomorphogenesis in Plants", 301-350.
- 16) Smith, H., 1994: Sensing the light environment, In "Photomorphogenesis in Plants", 377-416.
- 17) 成日慶・高野泰吉, 1995: 植物工場学会 (平成7) 学術講演要旨集, なお高野, 1994: 農気東海誌, 52, 35-38参照
- 18) Zeiger, E., 1994: The photobiology of stomatal movement, In "Photomorphogenesis in Plants", 683-706.

自然光の赤色光/遠赤色光比の調節がメロン苗の成育に及ぼす影響

高市益行・島地英夫・東出忠桐・山根 武*・村上克介**
野菜・茶業試験場・*三井東圧化学(株)・**大阪府大農

Alteration of Red/Far-Red Photon Flux Ratio in Natural Radiation and Its Effects on Elongation and Growth of Melon Seedlings

Masuyuki Takaichi, Hideo Shimaji, Tadahisa Higashide,
Takeshi Yamane* and Katsusuke Murakami**

Natl. Res. Inst. Vegetables, Ornamental Plants and Tea

* Mitsui Touatsu Co., Inc.

** College of Agriculture, Osaka Pref. Univ.

1. はじめに

野菜や花き、観葉植物などの形態の調節は、一般に、整枝や剪定、灌水の調節あるいはホルモン処理などによって行われているが、近年、施設園芸では、昼夜の温度較差 (DIF) による草丈調節も検討されている。

一方、光の質が植物の形態に影響することから、光質の改変による形態の調節も可能と考えられる。赤色光と遠赤色光はフィトクロームの構造変化を介して形態形成に関する多くの反応を引き起こし¹⁾、赤色光と遠赤色光の光量子束の比が植物の伸長成長と密接に関係していることが報告されている^{2), 3), 4)}。

最近、村上ら (1995)、崔ら (1995) は、植物の形態を調節するための、自然光の赤色光/遠赤色光比を改変する被覆資材を開発し、その影響の程度が作物の種類によって異なることを示した^{5), 8)}。

本研究では、被覆資材による植物の形態調節の試みの一つとして、自然光の赤色光/遠赤色光比の改変がメロン苗の成育におよぼす影響を明らかにするための実験を行った。

2. 材料および方法

自然光の赤色光/遠赤色光の比を、赤色域および遠赤色域を吸収する色素をアクリル板に添加した資材によって変化させた。赤色光/遠

赤色光比の算出の際の波長範囲は、村上ら (1995) と同様に赤色光を 600-700nm、遠赤色光を 700-800nm とした⁹⁾。使用したアクリル資材は厚さ 2.5mm で、透明板 (赤色域、遠赤色光域の透過率の比が 1.0)、赤色域減少用資材 (同 0.6)、遠赤色域減少用資材 (同 2.2) の 3 種である。これらの資材の光合成有効光量子束 (PPF) の透過率は、標準の光 D65 を基準とした場合⁷⁾、透明板が 92%、赤色減少用資材が 75%、遠赤色減少用が 74% である。

これらの資材を前面と上面に用いた栽培キャビネット (幅 180cm×高さ 90cm×奥行 90cm) を製作し、屋外に設置した。実験区は、赤色減少区 (RD)、遠赤色減少区 (FRD)、全波長減少区 (ND、透明資材に白色寒冷紗をつけて PPF 透過を RD 区・FRD 区に近づけた)、および対照区 (Cont、透明板) の 4 区とした。

実験は 1995 年 5 月-6 月に野菜・茶業試験場施設生産部で行った。メロン (*Cucumis melo* L., cv. アールスナイト夏系 2 号) を直径 9cm のプラスチックポット (培養土: クレハ園芸培土と苗一番の混合) に播種し、ガラス室で 18 日間成育させた後、本葉 1 枚展開時に各キャビネット内に搬入して処理を開始した。処理は 5/20-6/6 の 17 日間で、灌水は手で各区に等量与え、追肥はしなかった。5 日毎に各区あたり 6 個体を抜取って成育状態を調査した。

処理後、各区の植物体を硬質プラスチックハウスに定植（土耕）、一般的な管理方法で栽培し、成育の特徴を調べた。

3. 結果および考察

(1) 各キャビネット内の光、温度環境

栽培キャビネット内における快晴昼間の分光スペクトルを図1に示す。これは、屋外の光

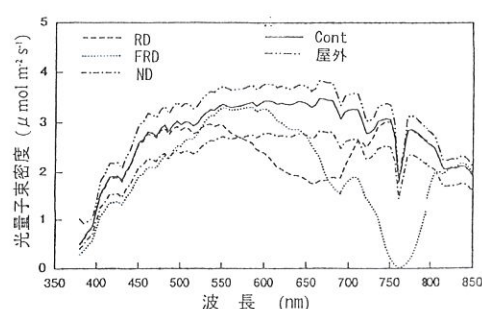


図1 各キャビネット内の分光分布
(5/23 快晴: 12:20-14:10 に測定)

表1 各キャビネット内のPPF透過率とR/FR比

	RD	FRD	ND	Cont	Daylight
PPF 透過率	71	74	73	90	100
R/FR	0.74	2.80	1.18	1.19	1.20

R/FR は (600-700)/(700-800nm) 5/23 快晴: 12:20-14:10 に測定

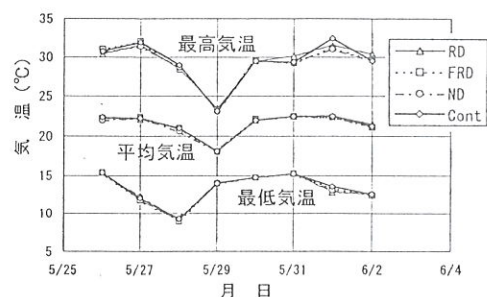


図2 各キャビネット内の気温の推移

量子束を $1000 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ として換算したものである。対照区では全波長域で屋外の約90%に減少し、白寒冷紗をつけたND区では対照区の形をそのまま小さくしたスペクトルとなった。RD区では赤色域が、FRD区では遠赤

色域が大きく減少した。各キャビネット内のPPFの透過率は、RD区とFRD区で71-74%で、対照区では90%とこれらよりやや高くなった（表1）。赤色光/遠赤色光の比（R/FR比）は、自然光の約1.2に対して、対照区とND区はほぼ同じで、RD区では0.74、FRD区では2.80であった。

各キャビネット内の気温の推移を図2に示す。各区の平均気温と最低気温には差はほとんど見られないが、最高気温には晴れた日に1℃程度の差が生じることがあった。温度の日較差はDIFとして知られているように伸長成長に影響するが、処理期間全体については、この程度の温度差の影響はほとんどないと考えられる。

(2) R/FR比の改変がメロン苗の成育に及ぼす影響

草丈の指標として、成長点の高さの推移を図3に示す。処理後6日目ころから、RD区やFRD区ではND区や対照区よりも伸長が促進あるいは抑制される傾向が認められた。成長点の高さは処理終了時には、ND区と対照区では同程度になったが、RD区、FRD区ではこれらとの差が大きく広がった。葉面積の推移には、草丈ほどの差は生じなかったが、伸長が促進されたRD区ではやや小さく、白寒冷紗をつけたND区ではやや大きくなる傾向が見られた（図4）。

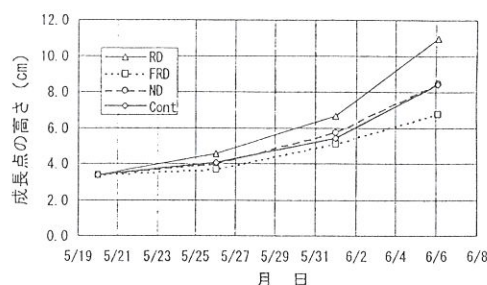


図3 成長点の高さの推移（処理期間中）

各区のメロン苗の処理後 12 日目の外観を写真 1 に示す。ND 区では対照区と類似した形態であったが、RD 区では処理によって、明らかに葉柄長や草丈が伸びて伸長が促進された。また、FRD 区では、葉柄長が著しく短くなった。

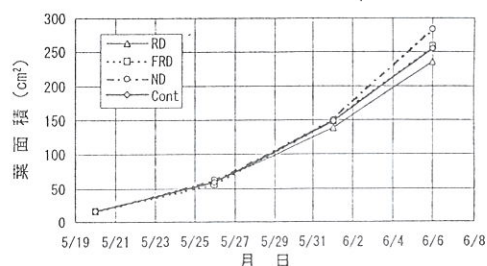


図 4 葉面積の推移 (処理期間中)

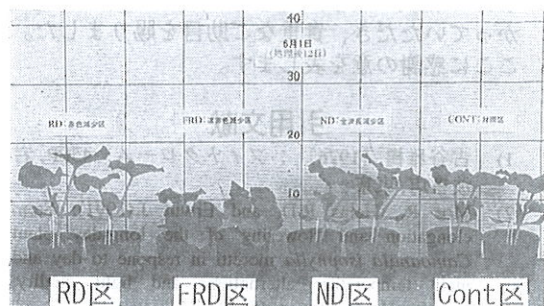


写真 1 各区の処理 12 日目の状態

処理終了時の各区の植物体の測定結果を表 2 に示す。葉重 (乾物重) は、伸長が促進された RD 区でやや小さくなった。茎重 (乾物重) は、伸長が抑制された FRD 区でかなり小さくなった。植物体全体の乾物重は、RD 区がやや小さくなった。地上部/地下部の割合 (T/R

率) は、伸長が抑制された FRD 区で小さくなった。地上部の乾物率には、各区の差は見られなかった。

対照区では PPFD が他の区よりも大きいにもかかわらず、全乾物重は遮光した ND 区と同程度になった。この理由として、ND 区では白色寒冷紗により PPFD 以外の波長もカットされるため他の区よりも水分ストレスが緩和され、対照区では他の区よりも根の成長が早かったために根域の制限の影響が出た可能性が考えられる。

以上の赤色光/遠赤色光の比の変化に対する各種植物の反応を、キュウリ、レタス、ヒマワリのように影響が著しいもの、ブドウ、ナス、トマトのようにある程度の影響があるもの、ユリのようにほとんど影響しないものに概念的に分けると⁹⁾、メロンは影響が著しい作物に入ると考えられる。

(4) 各区の植物体の定植後の成育の特徴

次に、各処理によって得られた形態の違う苗を通常のハウスに定植し、その後同一条件で栽培した場合の成育結果を述べる。図 5 に各区の成長点の高さの推移を示す (縦軸は対数目盛)。伸長が促進された RD 区や、著しく抑制された FRD 区の植物体も定植後の草丈の増加速度は、対照区や ND 区と大差はなかった。葉数の推移 (葉の展開速度) には、処理中に差はなかったが、定植後も大きな差は生じなかった。

表 2 各区のメロン苗の生育状況

実験区	処理後 17 日目				処理期間 5/20-6/6		
	草高 (cm)	葉面積 (cm ²)	葉重 (g)	茎重 (g)	全重 (g)	T/R 比 (-)	乾物重 (%)
(処理開始)	3.4	16.2	0.06	0.01	0.09	2.29	7.6
処理後 RD	11.0a	235.6c	1.10b	0.50a	1.92b	4.95a	11.4ab
処理後 FRD	6.8c	258.8b	1.23a	0.35b	1.98ab	4.10b	11.6a
処理後 ND	8.5b	283.3a	1.31a	0.46a	2.13a	4.94a	11.0ab
処理後 Cont	8.4b	255.4bc	1.24a	0.49a	2.11a	4.53ab	11.3ab

表中の a-c は同じ文字同士では有意差がないことを示す (Duncan の多重検定 (5%))
葉重、茎重、全重は乾物重、草高は生長点の高さ、
乾物率は地上部のみ。

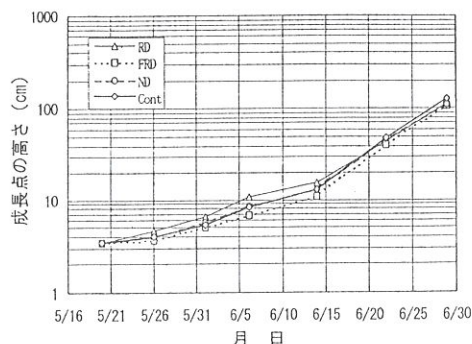


図5 処理中、処理後の成長点の高さの推移
(処理期間: 5/20-6/6)

図6は、定植後23日目の植物体について、第10節までの節間長を示す。処理終了時には本葉4枚まで展開していた。RD区の伸長促進やFRD区での伸長の抑制は第5-6節間まで見られたが、それ以後の節間長は同じ節位を結んだ線がほぼ平行になり、各区ともほぼ同じ伸長の程度となった。なお、葉柄長についても節間長と同様に、処理中には差が生じたが、処理終了後はほぼ同じ長さになっていた。このことは、赤色光/遠赤色光比の改変による影響は、通常の光環境に戻すと比較的早い時期に消失することを示している。この特性は、形態調節に利用する際には扱いやすいものと考えられる。

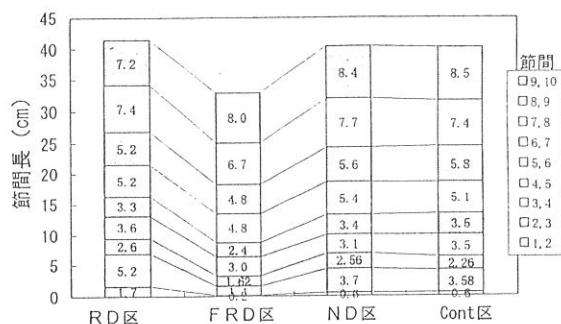


図6 各区の節間長の比較
(6/29 本葉16枚のうちの第9-10節間まで)

なお、開花の特性については詳しくは調べなかったが、雌花の開花や着果などに大きな違

いは見られず、各区とも通常に収穫した。

4. まとめ

自然光の赤色光/遠赤色光比 (R/FR 比) を変えてメロンを育苗した結果、メロンには伸長促進・抑制の効果が顕著に現れることがわかった。R/FR 比の改変で形態が異なる苗が得られたが、これらの定植後の成育は通常の植物体と大差はなく、処理終了後に伸長した節間や葉柄には影響は見られなかった。

今後、各種作物に対する伸長促進・抑制効果の指標化と、軟質フィルム資材の利用法について検討を進める必要がある。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、大阪府立大学農学部 相賀一郎教授には多くの点で便宜をはかっていただき、貴重なご助言を賜りました。ここに感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 古谷雅樹 (1976) : フォトクローム, 45PP, 岩波書店, 東京
- 2) Moe R., Heins R.D. and Erwin J. (1991): Stem elongation and flowering of the long-day plant *Camoanula isophylla* moretti in response to day and night temperature alternations and light quality, *Scientia Horticulturae*, 48, 141-151.
- 3) Morgan, D.C. and Smith, H.: Linear relationship between phytochrome photo equilibrium and growth in plants under simulated natural radiation, *Nature*, 262, 210-212.
- 4) 村上克介・洞口公俊・森田政明・相賀一郎 (1995) : 遠赤色光付加照射によるヒマワリ幼植物の伸長成長制御 生物環境調節, 29, 73-79.
- 5) 村上克介・中村 立・児玉邦雄・崔 海信・清田 信・相賀一郎 (1995) : 自然光の赤色光/遠赤色光光量子束比を変化させる植物成長制御用被覆材の開発 (1) -被覆材の設計- 生物環境調節, 33, 31-36.
- 6) 村上克介・崔 海信・清田 信・相賀一郎 (1995) : 光質環境調節による施設栽培植物の形態制御 照明学会誌, 79, 149-154.
- 7) 日本工業規格 (1983) : Z8720, 測色用の標準の光および標準光源, 日本規格協会.
- 8) 崔 海信・村上克介・清田 信・相賀一郎 (1995) : 自然光の赤色光/遠赤色光光量子束比を変化させる植物成長制御用被覆材の開発 (2) -ヒマワリおよびキャベツ実生の伸長および成長におよぼす効果- 生物環境調節, 33, 37-42.

単為結果性ナスの結実に及ぼす弱光および 高温ストレスの影響

小田雅行・岡田邦彦・佐々木英和
野菜・茶業試験場

Effects of Low Light Intensity and High Temperature
on Fruiting of Parthenocarpic Eggplant

Masayuki Oda, Kunihiko Okada and Hidekazu Sasaki

National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea

1. はじめに

ナスの栽培では、着果を安定させるために植物ホルモンによる単花処理が行われている。しかし、この作業は労力と時間を要するので、省力化が求められている。このため、野菜・茶業試験場の門馬信二は、1994年に単為結果性品種‘Talina’（Sluis & Groot社、オランダ）を単為結果性ナス育種の遺伝資源としてわが国に導入した。がくは緑色、果皮は黒紫色の中長果から長卵果を結実するこの品種は、ヨーロッパで栽培されている。

しかし、日本ではヨーロッパとは異なる環境条件で栽培されることになるので、わが国で発生すると見られる環境ストレス下で単為結果性が安定して発現するか否かを確かめる必要がある。このため、対照品種として‘千両2号’を用い、弱光および高温ストレスが着果および果実の肥大に及ぼす影響を調べた。その際、現在普及している4-chlorophenoxyacetic acid (4-CPA) 処理との比較も行った。

なお、本研究において、当場の門馬信二博士には材料の提供を、鯉坂秀敏研究員にはとりまとめ上の御助言を、上村敏彦氏、近藤幸子氏並びに山川敬子氏には技術的な御支援を頂いた。ここに記して謝意を表す。

2. 材料および方法

(1) 弱光処理（実験1）

ナス品種‘千両2号’と‘Talina’の種子を1995年4月21日に72穴セルトレーに播種し、5月15日に7号素焼鉢に鉢上げした。7月26日に切り戻しせん定し、その後発生した側枝の花らいを供試した。8個体を1区として対照区および弱光区を設けた。弱光区は、7月20日から遮光率70%のアルミ蒸着寒冷遮2枚を被覆し、9月1日から1枚とした。実験を行ったガラス室内の日射量および気温は、図1の通りであった。灌水開始点はpF2.2とし、大塚ハウス肥料A処方による標準の1/2濃度培養液を適宜灌水した。8月21日から10月2日の間に花らいを処理し、10月24日に実験を終了した。

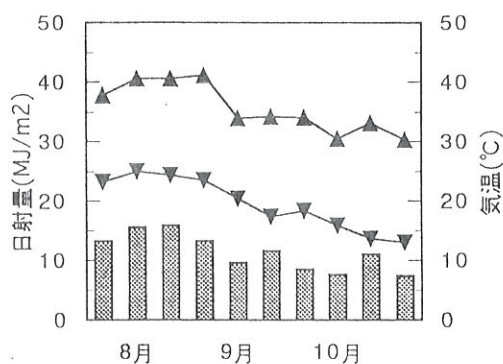


図1 実験1で供試したガラス室内の旬平均日射量(□),最高(▲)および最低気温(▼)

(2) 高温処理 (実験 2)

5月15日に、実験1で育成した‘千両2号’と‘Talina’のセル成型苗を4号ポリ鉢に鉢上げした。7月18日に、 $0.2t \cdot a^{-1}$ の牛糞堆肥および $2.6N-3.4P_2O_5-2.4K_2O \cdot a^{-1}$ の肥料を施用した小型ガラス室に各区7個体ずつ定植した。土壌は、白色ポリエチレンフィルムでマルチし、条間は160cm、株間50cmとした。灌水開始点はpF2.5とした。7月26日に切り戻しせん定し、その後発生した側枝を3本ずつ誘引した。8月15日に液肥で $1.0N-0.4P_2O_5-1.5K_2O \cdot a^{-1}$ を追肥した。9月17日から換気温度を25℃(対照区)および40℃(高温区)に設定した。ガラス室における実際の日射量および気温は、図2の通りであった。9月19日から10月3日の間に花らいを処理し、11月14日に実験を終了した。

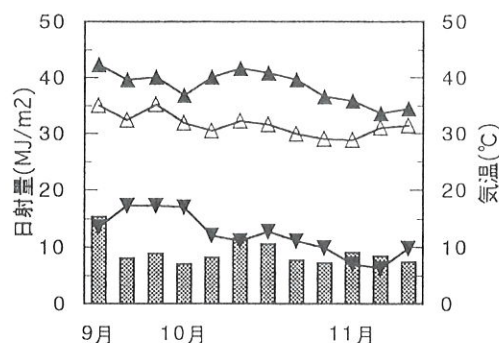


図2 実験2で供試したガラス室内の半旬平均日射量および気温。□:日射量, △:対照区の最高気温, ▲:高温区の最高気温, ▼:最低気温

(3) 花らいの処理と調査

全区に開花前日の花らいが揃った日に、除雄および花に対する $15mg \cdot l^{-1}$ の4-CPA噴霧の有無を組合せて処理した。実験1では各区10花らい、実験2では、対照が各区12花らい、高温処理が各区14花らいを供試した。処理した花らいは、アルミフイルムで包み、1週間後に

それを除去した。それ以外の果実は、果長3cm以内で除去した。処理により着果した果実は、約100gで収穫し、着果率、果実肥大速度および果形を調査した。果実肥大速度は、70g以上に達した果実について調べた。果形は、果長/最大果径(縦/横)で求めた。

3. 結果および考察

トマトの栽培では、着果を安定させるために振動受粉やホルモン剤の利用が普及しているが、省力化のために、訪花昆虫が導入されるとともに、1994年にはわが国の栽培に適した単為結果性品種が育成・登録された¹⁾。ナスでは、ホルモン剤の利用により10℃程度の夜温管理が行われているが、受粉による結実では、花粉稔性を維持できる15℃以上に夜温を高めなければならない。そこで、単為結果性の栽培品種の導入と日本の風土に適した品種の育成が待たれている。

‘Talina’は、ヨーロッパで育成・栽培されている単為結果性の品種であり、このままでもわが国である程度の普及が見込まれる。しかし、日本の栽培環境や日本人の嗜好を考えると、この遺伝的性質を日本の品種に導入することが望ましいと考え、野菜・茶業試験場では、そのための育種を行っている。したがって、‘Talina’がもつ単為結果性の特徴を明らかにすることは、栽培および育種上意義のあることと考えられる。

実験1では、弱光の影響を検討した。ここでは、実験が高温条件で行われたので、全体に着果率が低かった(表1)。光が十分な対照区では、‘Talina’の方が‘千両2号’よりも常に着果率が高く、除雄しても20%が着果した。しかし、弱光下では、両品種ともに着果率が低下するとともに、4-CPAの効果も小さくなった。両品種とも、除雄した場合には全く着果しなかったのに対し、4-CPA処理では30%が着果したことから、同化産物が不十分

表1 弱光が‘千両2号’および単為結果性品種‘Talina’の着果数（各10花らい処理）に及ぼす影響

処 理	対 照		弱 光	
	‘千両2号’	‘Talina’	‘千両2号’	‘Talina’
受粉	5	6	1	4
受粉+4-CPA	4	7	2	1
除雄	0	2	0	0
除雄+4-CPA	3	5	3	3

表2 弱光が‘千両2号’および単為結果性品種‘Talina’果実（70g以上）の肥大速度（g/日）に及ぼす影響

処 理	対 照		弱 光	
	‘千両2号’	‘Talina’	‘千両2号’	‘Talina’
授粉	2.6	3.7	0.7	3.3
授粉+4-CPA	4.1	3.8	3.1	3.8
除雄	-	3.1	-	-
除雄+4-CPA	3.2	4.3	3.5	4.1

表3 高温が‘千両2号’および単為結果性品種‘Talina’の着果率（%）に及ぼす影響

処 理	対 照		高 温	
	‘千両2号’	‘Talina’	‘千両2号’	‘Talina’
授粉	92	100	14	64
授粉+4-CPA	50	100	64	79
除雄	0	75	0	7
除雄+4-CPA	42	100	71	86

な弱光条件下では，‘Talina’の単為結果性が弱くなるか，発現しない可能性が示唆された。果実の肥大速度は，対照，高温処理とも‘Talina’の方が‘千両2号’よりも大きく，4-CPA処理により大きくなることが示唆された（表2）。

実験2では，高温の影響を検討した。対照区では，どの花らい処理でも‘Talina’の方が‘千両2号’よりも着果率が高かった（表3）。除雄した場合には，‘千両2号’が着果しなかったのに対し，‘Talina’では着果率

75%と高く，十分な単為結果性が認められた。しかし，高温条件下では，‘Talina’の方が‘千両2号’よりも着果率が高かったものの，対照区よりも低くなった。除雄した場合も，‘Talina’の着果率は7%と低かったことから，高温ストレス下では，‘Talina’の単為結果性が十分には発現しない可能性が示唆された。しかし，4-CPAで処理すると，除雄した場合でも両品種とも高い着果率を維持した。果形は，‘千両2号’の無処理で，果重が大きいほど果形が長細くなったが，他の処理では一

定の傾向はなかった(図3)。「Talina」では、種ができると果径が大きくなるといわれるが、100g程度の未熟果では、その傾向は明らかでなかった。好適環境において通常の栽培を行うと種子が形成されることから、「Talina」は特定の環境条件下で単為結果性が発現する Facultative parthenocarp²⁾であることが明らかになった。

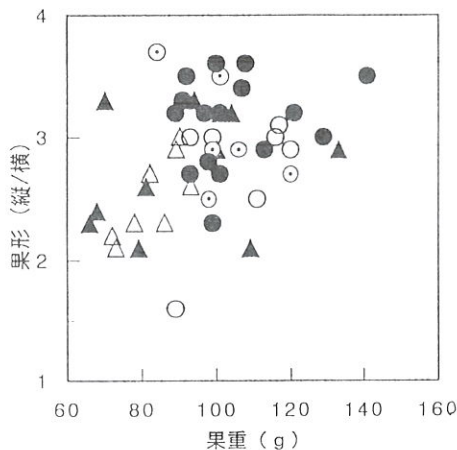


図3 ナス果重と果形の関係. △: '千両2号' 無処理, ▲: '千両2号' 4-CPA 処理, ○: 'Talina' 無処理, ◎: 'Talina' 除雄, ●: 'Talina' 4-CPA 処理

以上の結果から、①「Talina」の単為結果性は、適温下では発揮されるものの、弱光および高温ストレス下では不十分となること、②4-CPA 処理により、高温ストレス下でも着果を確保できることが示唆された。したがって、「Talina」の単為結果性は、4-CPA ほど強くはないが、適温時期にはホルモン処理の省力化を可能にすると考えられた。また、今後育種されるであろう「Talina」の単為結果性の導入品種は、ここに示した程度の単為結果性になると考えられた。ただし、これらの実験では、導入されたばかりの「Talina」の単為結果性を早期に、多角的に検討しようとして、試験区の繰り返しを省略したので、追試によって結

果を確認する必要がある。その際には、単為結果性の違いの裏付けとして、内生オーキシン含量の変化を調べる必要がある。さらには、水分、低温および養分ストレスの影響も明らかにしたい。

4. まとめ

「Talina」(単為結果性)と「千両2号」(対照)の開花1日前花らいを除雄と15mg・ℓ⁻¹の4-CPA 噴霧の有無を組み合わせ処理し、弱光と高温下で結実させた。「Talina」の単為結果性は、適温下では発揮されるものの、弱光および高温ストレス下では不十分となり、4-CPA 噴霧によって高温ストレス下でも着果を確保できることが示唆された。「Talina」の単為結果性は、4-CPA ほど強くはないが、適温時期にはホルモン処理の省力化を可能にすると考えられた。

引用文献

- 1) 菅原眞治 (1995) : ホルモン処理のいらない単為結果性トマト品種「ラクナファースト」の育成経過と特性. 施設園芸, 37(5), 40-43.
- 2) George, Jr. W.L., J.W.Scott and W.E. Splittstoesser (1984): Parthenocarp in tomato. Hort. Reviews 6, 65-84.

わが国の農業の現状と施設園芸技術の展開方向

倉田 勇

野菜・茶業試験場 施設生産部

1. 農業の現状

1. 農業生産の現状

農業生産の現状は表 1 に示すように総産出額の 27% が米、野菜が 26%、畜産が 25% の順となっており、野菜、果実、花きを含む園芸産物の合計生産額が首位を占めている現状である（表 1）。しかし主要野菜の作付け面積をみると表 4 に示すように全般的に減少傾向を示す。これは高齢化や過重な作業忌避による労働力不足が原因と考えられる。

2. 農産物の需給状況

園芸作物の受給状況は表 2 に示すとおりであり、年間消費額も米の 1.5 倍に達している。

3. 経営形態別農家経済指標

経営形態別の農家経済指標は、表 3 に示すとおりである。園芸作の農業所得率は 1.5～1.7 倍である。また集約度（10 a 当たりの労働時間）は 3.3～6.9 倍であり、省力化の必要性が認められる。

4. 農産物の輸入状況

経営形態別の農家経済指標は、表 3 に示すとおりである。園芸作の農業所得率は 1.5～1.7 倍である。また集約度（10 a 当たりの労働時間）は 3.3～6.9 倍であり、省力化の必要性が認められる。

表 1 農業総産出額および生産額の内訳（平成 5 年度）

	総産出額	米	いも類	野菜	果実	畜産	花き
実数（億円）	105,629	28,621	2,566	27,164	7,729	26,533	4,398
構成比（%）	100	27.1	2.4	25.7	7.3	25.1	4.2

（農水省：生産農業所得統計）

表 2 園芸作物の需給状況（平成 5 年度）

	年間消費量	栽培面積	生産量	生鮮物輸入量
野 菜	24,309 円／人 103 kg／人	59.6 万 ha —	1,471 万 t 27,164 億円	33 万 t 460 億円
果 実	13,059 円／人 39 kg／人	32.9 万 ha —	426 万 t 7,729 億円	164 万 t —
花 き	12,913 円／人 —	4.7 万 ha —	— 4,398 億円	— 336 億円
米	26,220 円／人 69 kg／人	212.7 万 ha —	783 万 t 28,621 億円	105 万 t —

（農水省：食糧需給表，他）

表3 経営形態別農家経済指標（平成5年度）

区 分	指 標	集 約 度	生産生（農業純正産）		
	農業所得率*	経営農地 10a当たり 労働時間	農業労働 10時間 当たり	経営農地 10a当たり	農業固定資本 1000円当たり
稲 作	31.1 %	63 時間	6,938 円	43.6 千円	230 円
施設野菜作	47.9	432	9,044	390.3	567
露地野菜作	53.2	209	8,802	183.6	696
果 樹 作	45.9	238	7,713	183.5	317

（農水省：農業経営組織別にみた農家経済）

$$* \text{農業所得率} = \frac{\text{農業粗収益} - \text{農業経営費}}{\text{農業粗収益}} \times 100$$

II. 平成7年度の農業施策

平成7年度の農業施策は、次に示す7本の柱になっている。この内、番号の頭に◎印を付けた項目は施設園芸技術の展開方向と関係の深い施策項目である。

- ◎1. ウルグアイ・ラウンド農業合意関連対策の着実な推進
- 2. 担い手に焦点を置いた効率的かつ安定的な農業経営の育成
- 3. 農産漁村地域の活性化
- ◎4. 新技術の開発普及の推進等
- ◎5. 環境問題への積極的な対応と国際協力の推進
- 6. 食品加工・流通及び消費対策等の推進
- ◎7. その他の重要施策

III. 施設園芸技術の展開方向

施設園芸技術の展開方向として次に示す5項目に関して検討する。

1. 農業の立地条件

農業の立地条件として、気温、日照、降水

量、風、土質等の自然条件を考慮することは当然であるが、社会条件としての市場の状況、資本・労働力の調達、生産環境、国際化等についても検討対象とする必要がある。

2. 農業の展開方向

我が国の農業の展開方向として、稲作を中心とした大規模土地利用型農業と、園芸作物を対象とした集約的施設利用型農業の方向に技術開発を展開する必要がある。

3. 農業技術の三分野

農業技術を支える三つの分野がある。その1は、作物そのものに直接関わる育種、栽培技術の分野である。良い作物、良い品種を選択する必要性である。その2は、生産環境技術の確立である。適地適作が示すように作物の生育に適した環境を作ることである。その3は、適期適作業の実施である。栽培管理作業にはタイミングが必要である。病気が蔓延してから防除しても無意味であり、熟期を逸した収穫物の品質は劣悪である。また、作業を全くしないで放置すれば作物は野生化するか滅亡することとなり、この点においても農作業の必要性が認められる。

4. 施設生産研究の現状

今日的課題として「周年にわたる安定生産」、また将来的課題として「高度な施設型農業の未来像の実現」がある。野菜・茶業試験場では次の3課題を柱として研究を進めている。

- (1) 施設内の環境・生育制御技術の開発
- (2) 施設内の機械・装置化、資材利用による生産技術の開発
- (3) 生産情報処理技術システムと気候資源利用技術の開発

5. 早急に対応すべき施設園芸技術の展開方向

早急に対応すべき施設園芸技術の展開方向として次の5課題を挙げることができる。

(1) 施設園芸用熱・電供給システムの開発

一般にコージェネシステムとして注目されている課題である。熱の効率的利用と共に電力の有効利用、たとえば光源、または動力源として施設園芸における利用分野の拡大を図る必要がある。

(2) 新素材の利用による作物被覆材の開発

特定光波長の選択吸収フィルム、生分解性フィルム等、機能性の高い被覆材の開発を図る必要がある。

(3) 低コスト作物栽培用人工光源の開発

植物工場等閉鎖型生産施設における光環境制御用ランプの低コスト化を図る必要がある。

(4) 果菜類等の高精度自動化養液栽培システムの開発

果菜類の効率的な自動生産装置として研究を進める必要がある。

(5) 施設・栽培装置の総合的管理システムの開発

環境制御、作物の生育制御、作業の自動化を進めるために総合的な栽培管理システムを開発する必要がある。

表4 主要野菜の作付け面積及び変化 (単位: ha, %)

品 目	1980 年	1993 年	増減	増減率
葉茎菜類(9)	182,100	181,000	△ 1,100	99.4
☒は く さ い	38,500	26,700	△11,800	69.4
☒キ ャ ベ ツ	42,600	40,000	△ 2,600	93.9
☒ほ う れ ん そ う	23,800	27,400	3,600	115.1
☒ね ま ね ぎ	23,800	24,100	300	101.3
☒た ま ね ぎ	28,200	28,000	△ 200	99.3
☒レ タ ス	18,400	22,200	3,800	120.7
セ ル リ ー	1,040	849	△ 191	81.6
カ リ フ ラ ワ ー	5,750	2,390	△ 3,360	41.6
ブ ロ ッ コ リ ー	—	9,370	—	—
果菜類(9)	153,900	139,200	△14,700	90.4
☒な す	21,500	15,500	△ 6,000	72.1
☒ト マ ト	19,300	14,000	△ 5,300	72.5
☒き ゅ う り	25,300	18,400	△ 6,900	72.7
か ぼ ち ゃ	16,200	18,200	2,000	112.3
さ や え ん ど う	10,400	7,500	△ 2,900	72.1
え だ ま め	14,100	13,400	△ 700	95.0
さ や い ん げ ん	12,000	10,500	△ 1,500	87.5
未成熟とうもろこし	30,400	37,300	6,900	122.7
☒ピ ー マ ン	4,730	4,370	△ 360	92.4
果実的野菜(3)	59,300	46,900	△12,400	79.1
い ち ご	11,900	9,000	△ 2,900	75.6
す い かん	33,000	20,600	△12,400	62.4
メ ロ ン (露地)	13,100	15,900	2,800	121.4
〃 (温室)	1,210	1,410	200	116.5
根菜類(7)	164,100	139,500	△24,600	85.0
☒だ い こん	72,600	56,600	△16,000	78.0
か ぶ	7,680	7,170	△ 510	93.4
☒に ん じん	24,200	23,500	△ 700	97.1
ご ぼ う	13,900	13,700	△ 200	98.6
れ ん こん	6,170	5,660	△ 510	91.7
☒さ と い も	31,700	24,200	△ 7,500	76.3
や ま の い も	7,920	8,690	770	109.7
(参考)				
ば れ い し ょ	123,400	111,200	△12,200	90.1
か ん し ょ	64,800	53,000	△11,800	81.8
指定野菜計(13)	374,600	325,000	△49,600	86.8
野 菜 計(28)	559,300	506,600	△52,700	90.6

(農水省: 野菜生産出荷統計)

表5 青果物の輸入状況 (平成5年度)

	国内生産量	輸 入 量	輸 入 割 合
生 鮮 野 菜	1,479 万 t	33 万 t	2.2 %
ト マ ト 加 工 製 品	23 万 t	12 万 t	52.2 %
冷 凍 野 菜	11 万 t	40 万 t	363.6 %
果 実	424 万 t	164 万 t	38.7 %

(大蔵省: 日本貿易月表, 農水省: 食糧需給表)

支 部 報 告

○平成7年度総会

平成7年度総会を7月28日に名城大学にて開催し、平成6年度の事業及び会計報告が了承され、平成7年度の事業計画と予算が承認された。

○平成7年度シンポジウム及び見学会は、日本農業気象学会が愛知県で開催されたため中止した。

○平成7年度研究発表会

12月2日静岡県柑橘試験場にて、研究発表7題と特別講演1題からなる研究発表会を開催した。

平成7・8年度役員

支部長	高野泰吉					
顧問	江幡守衛	城山桃夫	中川行夫	小沢行雄	山本良三	竹園 尊
本部評議員	小田雅行	石井征亜	渡辺利通	島地英夫		
会計監査	林 悟朗					
庶務幹事	鈴木茂敏					
会計幹事	道山弘康					
編集幹事	岩尾憲三	島地英夫				
幹 事						
愛知県	島地英夫	岩尾憲三	河野恭廣	林 悟朗	細井徳夫	
岐阜県	石井征亜	松村博行	堀内孝次	須田長良		
静岡県	渡辺利通	鈴木義彦	鈴木 富	倉貫幸一		
三重県	小田雅行	清沢秀樹	西口郁夫	大和陽一	新庄 彬	

日本農業気象学会東海支部投稿規定

寄稿論文は、所属機関名、著者名、本文、文献の順に記載する。印刷4項（400字詰原稿用紙20枚、但し図及び表を含む）までは支部で負担します。超過項のあるときは1項4,000円の割合で負担願います。

図は黒で明りょうに書いて下さい。

文献を記載される場合は著者名の性のアルファベット順とし、次のように書いて下さい。

雑誌の場合 著者名,年号:表題,雑誌名,巻(号),項.

単行本の場合 著者名,年号:書名,発行所,項.

原稿は報告後1ヶ月以内に下記編集係宛に送付下さい。

期日内に到着しない論文があると発行期日に差し支えますので十分注意して下さい。なお、著者校正ができませんから、原稿用紙に特に明りょうに書いて下さい。

別刷は50部支部で負担します。

原稿送付先 〒459 名古屋市緑区大高町字北関山 20-1

中部電力電気利用技術研究所

日本農業気象学会東海支部 編集幹事 岩尾憲三
島地英夫

パソコンを利用して計測と制御を！

パソコン用の小形信号入出力装置

グリーンキット80



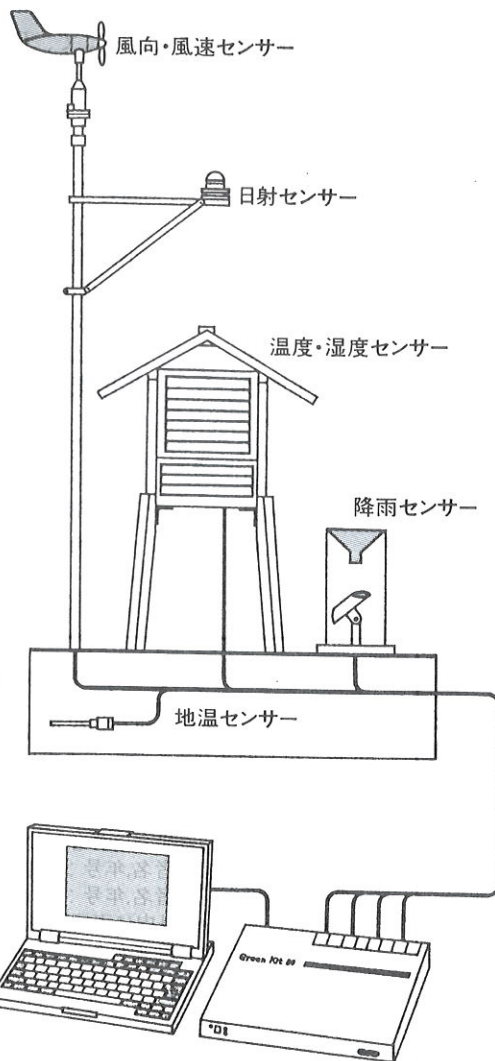
Green Kit80は電圧・抵抗・温度等の各種センサーからのアナログ信号や、スイッチ・リレー等のデジタル信号をパソコンに入力し、CRT画面に表示したり、記録し、同時に制御もできる、パソコン用の信号入出力装置です。電話回線による遠隔通信も可能です。

入力ユニットは機能にあわせて自由に選択できます。

●電圧入力 ●白金測温抵抗体入力 ●接点パルス入力 ●風向センサー入力 ●風速センサー入力 ●接点出力 ●サイリスタ出力

強力なサポートソフトウェア DL/200

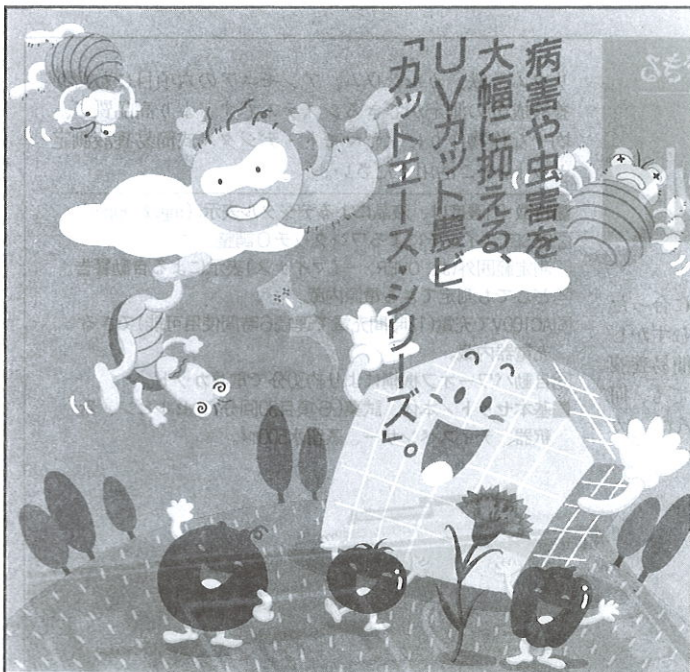
ワープロ感覚で誰にも簡単に短時間で目的にあった計測、制御、記録システムが構築できます。



グリーンキット80

環境計測と制御の
ESD 株式会社 **イー・エス・デイ**

〒112 東京都文京区後楽1-7-12 林友ビル
TEL.03-3818-2761(代) FAX.03-3818-2764

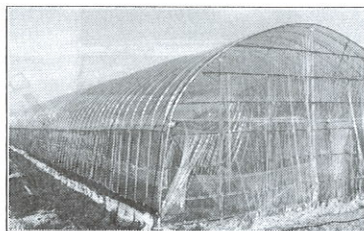


病害や虫害を
大幅に抑える、
UVカット農ビ
「カットエース・シリーズ」。

MKV

- 虫害が少なくなります。
- 病害を大幅に抑えます。
- 病虫害の抑制効果があるので、少農薬栽培が期待できます。
- 増収が期待できます。

紫外線カットの特許製品「カットエース」は、ほぼ完全に紫外線をカットするので、病虫害の抑制効果があります。



防霧の紫外線カット農ビ

防霧の汚れない紫外線カット農ビ

ベタつかない紫外線カット農ビ

カットエース キリナイン

カットエースクリーン キリナイン

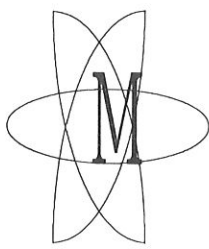
カットエース[®]トンネル用

三菱化学MKV株式会社

名古屋支店 〒450 名古屋市中村区名駅3-28-12 大名古屋ビル ☎052(565)3622

おねがい「農ビと農ボリを仕分けして、資源回収に協力しよう」農家の皆様が、農ビと農ボリを仕分けしやすい様に農業用ビニールには、統一マーク(農B)をブルー系でプリントしてあります。

試薬 薬 機器

丸  善

ご注文は 店

名古屋市中区丸の内3-9-1 TEL (052) 951-2744
FAX (052) 951-2747

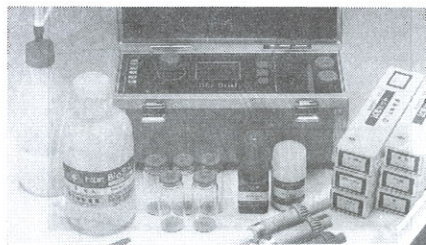
6つの肥料成分が簡単に測定できる デジタル式 簡易養液成分測定セット

「より手身近かに、より簡単に養液栽培を」

養液栽培の一つの問題は、植物の生育ステージに合った最適な成分比率で、適量な肥料(養液)の供給がむずかしいとされていることです。当社の「デジタル式簡易養液測定セット」は、栽培家のみなさん自身が、いつでも、何処でも、ワンタッチ切替えスイッチで硝酸、りん酸、カ

リウム、鉄、カルシウム、アンモニアの六項目にわたり養液成分の測定ができるシステムです。より高品質で、均一な作物作りに「ヤマモト・デジタル式簡易養液測定セット」をご活用ください。

- 特徴 ①濃度は、液晶によるデジタル表示。(mg/l→ppm)
- ②RESETスイッチによるワンタッチ0調整。
- ③測定範囲外は、OVER、-(マイナス)表示による自動警告。
- ④どこでも測定できる電源内蔵。
- ⑤AC100Vで充電(12時間充電で連続6時間使用可能)できる充電器内蔵。
- ⑥自動パワーオフ機構により約30分で電源カット。
- 基本セット/本体、試薬(6項目30回分)、セルビン、希釈器、ディスペンサー、蒸留水500ml。



株式会社 山本産業

本社 ●〒438 静岡県磐田郡豊田町弥藤太島532番地
TEL(0538)32-9211代 FAX(0538)35-1407

■豊川支店 TEL(05338)4-7701
■大分営業所 TEL(0975)46-8688



エアドームの特徴

- 1 手間のかかる基礎工事をしなくても良い。
- 2 太陽光線を十分に生かした設計です。
- 3 ドームの移動や撤去は簡単にできます。
- 4 網膜空気構造のため、骨組みをする必要がありませんので、コスト低減が図れます。
- 5 ドームの大きさ、形は自由設計です。
- 6 強風時の風圧調整や温度管理も自由にできます。
- 7 ドーム内は広くて高いので、大型機械等の稼働もスムーズです。またランニングコストも比較的安く上がります。
- 8 作物栽培以外にも、いろいろ利用できます。



田植え期 1月中旬



収穫期 6月下旬

利用例

観光農園・茶園・養魚場・釣り堀り・各種イベント広場・堆肥場・収納庫・プール・スポーツ広場
ゲートボール場・テニスコート・農産物の生産及び育苗施設・観光用ドーム温室・広告・宣伝媒体など

ドーム内の利用面はきわめて広くあなたのアイデア設計が生かされます。

東海物産株式会社

本社 〒510 三重県四日市市高角町2997番地
TEL 0593-26-3931 FAX0593-26-6758

トマト栽培革命



トマト・トリプル栽培システム

- ★栽培技術の大幅簡略化(花房3段階摘心による年4作方式)
- ★立体2段栽培により、2倍の植付け株数を実現(6~7本/坪から12~16本/坪へ)
- ★収量倍増(定植15株/坪で44.2t/10a)
- ★根を上部にした吊り下げ栽培のため、誘引作業がない
- ★年間を通じての作付体系をローテーション化できる

GFMプラント
(トマト専用NFT)



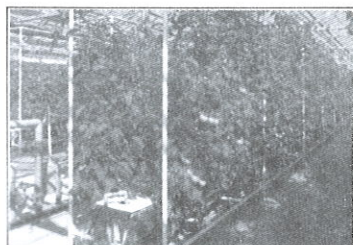
イチゴの水耕多段栽培!!

「ハートベリー」

GFMプラント
(イチゴ専用NFT)



- ★夜冷装置・山上げ処理が不要!!
- ★作業がラクで省力・省エネ化!!
- ★周年栽培が実現!!
- ★高品質イチゴ生産!!
- ★画期的な収量・高収益!!



GFMプラント
(果菜用NFT)



GFMプラント
(葉菜用NFT)



GFMプラント
(果菜・葉菜用DFT)



株式
会社

M式水耕研究所

愛知県海部郡十四山村坂中地1丁目37 ☎05675(2)240140 〒490-14
関東営業所/千葉県船橋市東船橋3丁目45番2号101 ☎0474(23)5061 〒273

発行所：名古屋市天白区塩釜口1-501 名城大学農学部内

日本農業気象学会東海支部

郵便振替口座 00840-4-26195

東海銀行植田支店 普通 1267796