

日本農業気象学会東海支部

会

誌

第56号(平成10年3月30日刊行)

目 次

一般講演

1. カキのハウス栽培での光合成反応について

岐阜県農業総合研究センター

松村 博行・尾関 健

2. シュンラン培養苗の順化と光合成特性

中部電力株電気利用技術研究所

岩尾 憲三

(株)メイテック

柴田 孝信

3. レタス種子の水中発芽における酸素環境の評価

(株)メイテック

柴田 孝信

中部電力株電気利用技術研究所

岩尾 憲三

名城大学 農学部

高野 泰吉

4. トマトセル成型苗における第1花房着生節位の変動について

岐阜県農業総合研究センター

鈴木 隆志

野菜・茶葉試験場

吉岡 宏・佐藤 文生・藤原 隆広

5. 接ぎ木キュウリの奇形葉発生に関する2,3の要因

野菜・茶葉試験場

大和 鳥一・濱野 恵・山崎 博子・三浦 周行

6. 茶樹根系の障害によるとみられる葉温の上昇

野菜・茶葉試験場

松尾 善義・加藤忠司

7. 農業総合気象観測装置(金谷)

野菜・茶葉試験場

渡辺 利通・水野 直美

8. TDRによる層状土壤の水分と塩類濃度の測定

三重大学 生物資源学部

清澤 秀樹

特別講演

1. 「気象条件を活かした岐阜県の花き生産」

岐阜県 農業技術課

足立 和久

2. 「岐阜県の気象条件を活かしたトルコギキョウの周年生産」

岐阜県農業総合研究センター

宇治原 清尚

3. 「岐阜県の気象と施設」

揖斐川工業株 バイオ室

坂井田 洋司

4. 「先進的施設を活用した鉢物花き生産(フローラ岐阜OKI)」

伊奈波農業改良普及センター

白田 浩道

シンポジウム

1. 「雨よけ栽培の開発と原理」

元 岐阜県高冷地農業試験場

二ツ寺 勉

2. 「飛騨地域の雨よけ栽培による園芸品目の発展経過」

岐阜県高冷地農業試験場

梅丸 宗男

日本農業気象学会東海支部

カキのハウス栽培での光合成反応について

松村博行・尾関 健

岐阜県農業総合研究センター

The photosynthesis of Persimmon under green houses.

Hiroyuki Matsumura, Takeshi Ozeki
Gifu Prefecture Agricultural Research Center

1.はじめに

カキ (*Diospyros Kaki* Thunb.) のハウス栽培は、収穫期の前進による高付加価値化、規模拡大、加温開始から開花期までの低温障害回避による安定生産、果面の汚れを防止し果粉の流亡を回避する外観的高品質化、高糖度多汁の食味向上の内的高品質化等を期待できる。しかも、露地栽培に比べ、雌花の流失はなく、着花数が露地の3~5倍と多く、開花から収穫期までが露地より長いため光合成産物の蓄積が多く大玉生産になるため収穫量は2500~3000kg/10aと露地栽培の1800kg/10aと比べ多くなる例が多い。

このハウス栽培の多収性は露地栽培に比べ光合成が十分に行なわれているためと考えられる。

そこで、葉の面積、厚さ、気孔の大きさ、気孔の数および光合成速度等について調査し、カキはハウス栽培することで、樹全体で光合成が増大し、多収になることが判明したので報告する。

2. 材料および方法

岐阜県農業総合研究センター圃場の35年生‘富有’、3年生‘前川次郎’、3年生‘陽豊’、6年生‘西村早生’を供試した。

ハウス栽培は1月10日に被覆し、温風暖房機で最低気温を18°Cに維持し、換気扇で最高気温を30°Cに管理した。6月19日に被覆を除去した。

葉の厚さは木屋製PEACOCKで葉脈の間の部

分を測定した。葉の面積は、縦と横を測定し、縦×横×0.63（葉形と重量から）で算出した。光合成速度は小糸製KIP-9010型を用いて測定した。気孔の大きさと数は日本電子製走査電子顕微鏡JEM1010型を用いて調査した。

3. 結果および考察

1 生育経過

いずれの品種もハウス栽培によって露地栽培よりも生育相が前進した（表1）。着蕾数はハウス栽培によって露地栽培よりも‘西村早生’、‘陽豊’および‘前川次郎’では増加し、収量も増加した。糖度はいずれの品種もハウス栽培によって露地よりも増加することが認められた（表2）。果実の肥大と果色発現の推移は、発芽後180日の時点はハウス栽培では8月5日となり、その果周は24.5cm、果色は2.0であるが、露地栽培では9月20日となり、その果周はほぼ22.2cm、果色はほぼ1.3である。ハウス栽培のほうが大果で果色発現が進んでいる。しかし、収穫期はハウス栽培では発芽後246日、露地栽培では発芽後241日となり、ハウス栽培が5日長くなった（表3）。ハウス栽培では果実生育後期が露地栽培と比べて気温が高い時期になり、生育が抑制されたと考えられる。

1997年の夏至は6月21日で、ハウス栽培のカキは葉の生育が日照時間の拡大と日射量の増加に合致したが、果実の生育は日照時間と日射量の減少期なり、高温期にになった。

方、露地栽培では、葉の生育は日照時間と日射量の増加期に相当し、果実の生育は日照時間と日射量の減少期になり気温の低下と一致した。このことは、カキの飽和日照量が他の樹種に比べて少ないこと¹⁾が幸いし、ハウス栽培に比べ果実生育後半が気温の低下によって旺盛となったと考えられる。光よりも温度が優先したと考えられる。しかし、光合成を行なう日照時間は、ハウス栽培の方が夏至に向かって葉が生育したため夏至以降も葉が生育した露地栽培よりも果実生育期間をトータルすると、長くなり、光合成が多くなり、糖度の増加になったと考えられる。

また、露地のカキが展葉する4月12日からハウスの被覆を除去する6月19日の間は、ハウス栽培のカキは露地のカキに比べ高温多湿条件下に維持され、気孔は大きく開口され、CO₂は大量に吸収され、光合成産物が蓄積されると考えられる（未調査）。

2 葉の形状と光合成

ハウス栽培のカキの葉と露地栽培のカキの葉を比べると、ハウス栽培のカキの葉は大きいが薄い（表4）。これは、陰葉と言われ、散乱光を利用する体制と報告されている¹⁾。また、気孔を比べると、ハウス栽培のカキの気孔は長径が2565μmと露地栽培のカキの1861μmの137.8%と大きい（表4）。1mm²あたりの気孔数は露地栽培では約35個とハウス栽培の約27個より多いが、ハウス栽培のカキの葉が285cm²と露地栽培カキの葉の70cm²の407%と大きいので、1葉あたりの気孔数はハウス栽培のカキが約74万個と露地栽培カキの約24万個の308%となる。さらに、新梢の発育はハウス栽培で旺盛になるため、新梢長は長くなり、新梢1枝あたりの葉数はハウス栽培のカキが約14枚、露地栽培のカキが約7枚とハウス栽培のカキが多い。このため、1樹あたりの葉面積はハウス栽培のカキが露地栽培のカキの約8倍の600m²となる。従って、1樹

あたりの気孔数はハウス栽培のカキが約150億個に対して露地栽培のカキが約24億個となる。ハウス栽培のカキの葉の気孔数は露地栽培の625%である。ハウス栽培では被覆・加温しているために露地栽培と比べると気温と湿度が高く、変化が少なく経過する。新居²⁾が報告しているようにカキの新梢の発育は発芽からほぼ30日で完了するが、この時期をハウス栽培では高温多湿で変化が少なく、散乱光しか当たらない条件で経過するが露地栽培では低温、乾燥、直射光に遭遇し1日あたりの変化が大きい条件で経過するため、ハウス栽培のカキの新梢生育は旺盛になり、新梢長は長くなり、葉数は多くなり、葉面積は大きく、葉は薄くなる。

ハウス栽培と露地栽培の光合成を比較すると、品種間差異が認められる。同日同時刻の光合成速度は‘西村早生’ではハウス栽培のカキは露地のカキの99.5%でハウスと露地で差異は認められないが、「富有」と「前川次郎」ではハウス栽培のカキの光合成速度は露地の70.2%で、30%少ない（表5）。「西村早生」以外の品種で光合成速度に差異が生じるのは葉齢のためではないかと考えられる。葉の着生位置は葉齢の目安と考えられ、着生位置と光合成速度の関係を調査すると、長い枝では基部に着生した、葉齢の古い葉、早く展葉した小さい葉の光合成速度がその後展葉した、中央部および先端部の大きい葉の光合成速度より遅い傾向が認められた。短い枝でも同様の傾向であったが、基部の1葉だけが光合成速度が減少していた（表6）。このことから、葉齢の進行とともに光合成は旺盛になるものの、一定の葉齢に達した以降はその速度を減少するものと考えられる。

ハウス栽培では、露地栽培と比べ早く展葉するため、6月24日はハウス栽培のカキは展葉131日目になり、露地栽培のカキは73日目になる。ハウスの被覆除去直後の6月24日の

光合成速度はハウス栽培のカキが $18.4 \text{mg/dm}^2 \text{hr}$ で、露地栽培のカキの $17.1 \text{mg/dm}^2 \text{hr}$ を上回っていたが、その 7 日後の 7 月 1 日には、ハウス栽培のカキは露地栽培のカキの 86%、その 55 日後の 8 月 18 日にはハウス栽培のカキは露地栽培のカキの 51% に低下した（表 7）。

葉の着生位置の差異が葉齢の差異となるのはせいぜい 10 日以内の差異であるが、ハウス栽培のカキと露地栽培のカキの葉齢の差異は 57 日の展葉期の差異があるため、葉が早く老化し、光合成速度を低下させたものと考えられる。露地栽培のカキの葉で葉の老化と光合成の関係を調査すると、展葉後 130 日目の 8 月 20 日には $35.8 \text{mg/dm}^2 \text{hr}$ のピークとなり、

185 日目の 10 月 17 日にはピーク時の 60.9% の $21.8 \text{mg/dm}^2 \text{hr}$ に低下した（表 8）。気温の低下にも配慮が必要であるが、ハウス栽培のカキが展葉後 131 日目の 6 月 24 日に露地栽培のカキの展葉後 73 日目の光合成速度の 107% であったが、その後ハウス栽培のカキは展葉後 138 日目に露地栽培のカキの 70%、169 日目に露地栽培のカキの 51% と低下して（表 7）露地栽培のカキが葉齢の進行とともに光合成が旺盛になり、展葉 130～150 日にピークに到達し、その後に減少するとの同様の傾向を認めた。すなわち、カキの葉の光合成能力は展葉後 130～150 日にピークになるものと考えられる。このように、カキの葉の光合成能に葉齢が関与し、展葉後 130～150 日にピークに到達するとすると、ハウス栽培では 1 月 10 日前後に加温開始すると高温多湿の条件下で光合成のピークを経過することになり、ますますハウス栽培がカキに適していることが伺える。

山田³⁾が報告しているように、夏期の高温強光時には光合成は低下することがカキでも認められ⁴⁾、露地栽培のカキが光合成のピークをこの高温強光期に迎え、ハウスのカキはこの高温強光期には果実肥大期を終え成熟期となることからも、カキはハウス栽培の有利

性が伺える。

カキの 7～8 月の気温 35°C 以上の夏季の光合成のデーターを分析すると、葉温とは一次の相関があり、葉温の上昇が光合成速度の上昇に直結するが、有効放射とは二次曲線的関係になり、極端な強光は光合成速度を減少することが認められる⁴⁾。このことからも、ハウス栽培は必要以上の光をカットするので光合成を促進すると考えられる。

4.まとめ

カキ ‘富有’ をハウス栽培すると、加温開始から開花期までの生育初期を 15°C 以上の高温と 70% 以上の多湿条件で経過するため、新梢は細く、長くなり、葉は薄く、広面積となる。このため、葉の単位面積あたりの気孔数は露地栽培に比べ少なくなるが、葉数、葉面積が露地栽培に比べ大幅に増加するため、樹あたりの気孔数は多くなる。また、気孔の大きさも、ハウス栽培では露地栽培に比べ大きく、高温多湿条件下では樹あたりの光合成は旺盛となる。しかし、高温期に被覆を除去すると、湿度は低下し、光合成速度は低減する。ハウス栽培は萌芽から収穫期までが露地栽培より長く、光合成期間が長いことも果実生産にプラスになるものと考えられる。

5.参考文献

- 1) 広瀬和栄：果樹の生理、生態的反応、果樹の施設栽培と環境調節、pp118、博友社、東京、1991
- 2) 新居直祐：カキ ‘富有’ の新梢と葉の発育過程について、園学雑49(2), 149–159, 1980
- 3) 山田昌彦、深町浩、日高哲志：強日射・高温がリュウガンおよびマンゴウの葉の光合成に及ぼす影響、園学雑64別 I, 126–127, 1995
- 4) 松村博行・尾関 健：カキの光合成、日本農業気象学会東海支部誌, V. 55, pp1–5 (1996)

表1 ハウスと露地の生育相

品種	栽培法	発芽期	展葉期	開花期	収穫期	落葉期
富有	ハウス	2月 5日	2月13日	3月 4日	10月15日	10月15日
	露地	3月25日	4月12日	5月19日	11月21日	11月21日
西村早生ハウス	ハウス	1月31日	2月 7日	2月24日	7月28日	7月28日
	露地	3月19日	4月 9日	5月18日	9月30日	9月30日
陽豊	ハウス	1月29日	2月 4日	3月 1日	9月10日	9月10日
	露地	3月20日	4月12日	5月23日	10月28日	10月28日
前川次郎ハウス	ハウス	1月31日	2月 7日	3月 3日	9月26日	9月26日
	露地	3月23日	4月11日	5月19日	11月 5日	11月 5日

表2 ハウスと露地の着蕾、収量および果実品質

品種	栽培法	着蕾数	収量	平均果重	平均果色	果形指数	汚損果率	糖度	果肉硬度
富有	ハウス	360個/樹	56.2kg/樹	296g	6.0	1.43	20.0%	19.2%	1.9kg/cm ²
	露地	350	50.5	281	7.2	1.35	62.0	17.5	2.0
西村早生ハウス	ハウス	226	8.0	114	5.1	1.35	0	17.3	2.1
	露地	70	2.3	228	4.6	1.42	23.0	15.8	2.8
陽豊	ハウス	28	0.9	110	5.8	1.34	40.0	24.6	2.2
	露地	12	1.0	241	5.5	1.39	40.0	18.2	2.6
前川次郎ハウス	ハウス	35	1.8	179	5.0	1.47	53.0	20.5	2.4
	露地	15	0.9	180	4.7	1.46	0	17.6	2.6

表3 ハウスと露地の果周と果色の推移 (富有、cm)

項目	6月		7月		8月		9月		10月		11月		
	15日	25日	5日	15日	25日	5日	15日	25日	5日	15日	25日	5日	15日
果周	ハウス	20.6	21.2	22.0	22.9	23.6	24.5	25.4	26.0	26.5	27.2	27.9	28.7
	露地	8.3	10.8	13.6	15.8	17.7	19.2	20.0	20.4	20.7	21.2	22.2	23.7
果色	ハウス	0.5	0.8	1.1	1.3	1.6	2.0	2.5	2.8	3.6	4.0	4.5	5.3
	露地	0	0	0	0	0	0	0	0.5	1.0	1.3	1.8	2.9

表4 ハウスと露地のカキの葉の形状、気孔の大きさと単位面積あたり数 (富有)

栽培法	葉厚さ(mm)	面積(cm ²)	気孔長径(μm)	数(個/mm ²)	数(個/葉)
ハウス	0.404±0.0615	285±15.5	2565±66	26.7±0.5	746700
露地	0.424±0.0294	70±7.2	1861±52	34.7±1.5	242900
有為性	NS	※	※	※	※

表5 ハウスと露地の光合成速度の品種間差異 (1997, 7, 1, 10時, mg/dm²hr)

栽培法	富有		西村早生		陽豊		前川次郎	
	ハウス	露地	ハウス	露地	ハウス	露地	ハウス	露地
	10.6 (70.2)	15.1 (100)	24.3 (99.5)	24.4 (100)	16.9 (91.4)	18.5 (100)	10.6 (70.2)	15.1 (100)

表6 葉の着生位置と光合成速度 (1997, 8, 26, mg/dm²hr露地)

葉の位置 (枝の基部から)	長い枝		中程度の枝		短い枝	
	1	2	1	2	1	2
1	27.3	18.9	15.4	8.9	8.9	19.9
2	24.2	19.7	10.8	21.7	20.1	17.5
3	17.1	20.2	20.1	22.8	27.4	24.6
4	14.4	21.0	30.5	27.3	31.9	25.4
5	16.0	21.4	35.4	25.0	30.1	29.3
6	31.5	22.6	35.0	26.2	35.3	20.5
7	33.0	21.2	30.7	26.0		
8	35.5	21.3	31.4	26.6		
9	40.2	22.2	36.3			
10	38.0		24.5			
11	37.9		27.8			
12	36.6		24.8			
13	36.0					
14	34.1					

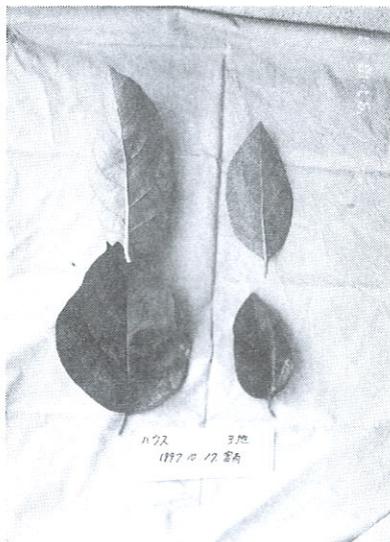


写真1 ハウスと露地のカキの葉

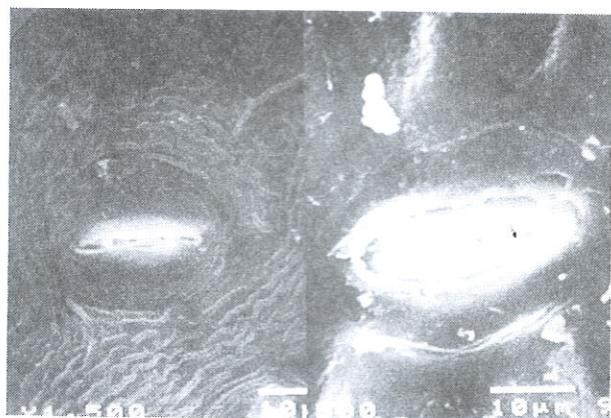


写真2 左：露地のカキの葉の気孔
右：ハウスのカキの葉の気孔

表7 ハウスと露地の時期別の光合成速度 (富有、 $\text{mg}/\text{dm}^2\text{hr}$)、

調査日・時刻	ハウス 有効放射	光合成速度	露地 有効放射	光合成速度	備考
6月24日13:30	1859	18.4(107%)	1892	17.1 (100%)	被覆除去 5日後
7月 1日13:30	2097	20.8(86)	1855	24.2 (100%)	
8月18日11:00	857	15.0(51)	1088	29.2 (100%)	

表8 時期別の光合成速度 (富有、露地)

調査日・時刻	有効放射	光合成速度	気温	葉温	蒸散速度	気孔コンダクタント
6月24日13:30	1892 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$	31.5 $\text{mg}/\text{dm}^2\text{hr}$	32.1°C	31.5°C	2.36 $\text{g}/\text{dm}^2\text{hr}$	0.15cm/s
7月 1日13:30	1855	24.2	31.0	34.9	2.64	0.21
8月18日11:00	1088	29.2	30.5	30.8	3.88	0.41
8月20日11:00	1734	35.8	31.8	33.4	3.42	0.54
8月25日10:30	2248	31.7	32.8	33.3	4.58	0.49
10月17日 9:30	1850	21.8	21.0	20.7	7.57	4.99
11月19日 9:30	1817	5.1	12.8	19.4	5.02	4.99

シュンランの培養苗の順化と光合成特性

岩尾憲三・柴田孝信*

中部電力(株)電気利用技術研究所・*(株)マイテック

Acclimation and Photosynthetic Characteristics of Cultured Plantlets of SHUNRAN

Kenzo Iwao and Takanobu Shibata*

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

1. 背景と目的

シュンラン (*Cymbidium goeringii* Reich.Fil.) の組織培養による苗生産に伴い、次のような問題が挙げられる。

- ・増殖した培養苗の順化後の生存率が50%程度で低い。
 - ・活着の確認に約2ヶ月かかるので見極めが困難。
 - ・信頼できる順化手法が未確立。
- そこで、順化後の生存率、即ち成苗率を高める確実な順化技術を確立することを目的として以下の研究を行った。

2. 材料および方法

(1) 同化箱の試作

順化の成否を左右する要因は幼苗自身の活力に加えて、環境条件も無視できない要因である。その要素として気温、湿度、光強度、光質などの気象要因のほか、土質、土壤水分、肥料濃度などの地下部環境が挙げられるが、順化の実作業を通じて観察する限りでは、幼苗自身の特性に大きく依存しているように見受けられる。特に、枯死に至るまでが緩慢なことから、光合成能力の不足が示唆された。そこで、幼苗の光合成特性に着目し、枯死の原因になっているかどうかを調べることにした。

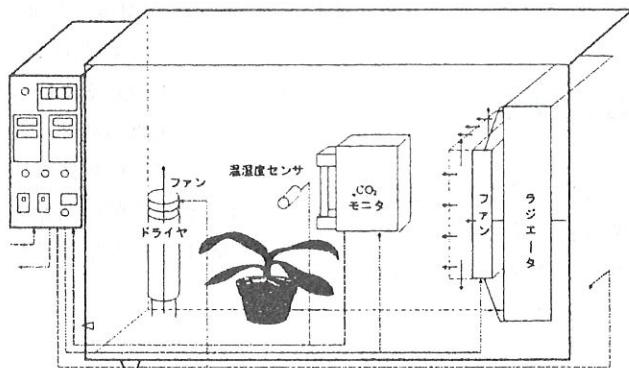


図1 試作同化箱とその構成要素

(2) 光合成能力の測定

光合成速度の測定は、図1に示すとおり同化箱を試作して内部のCO₂濃度の変化を連続記録した。内部の気温は、シマデン社製SR54-34, 0~50°CレンジのP I Dコントローラにより定值制御を行い、連続記録した。同化箱は、蛍光燈(110W×8本)下の栽培床に設置した。照明時間は、タイマーにより制御した。CO₂濃度計はVAISALA社製のGMP111(測定レンジ0~3000ppm)を用いた。

(3) 供試材料

リゾームからホルモン処理によってシートを形成させた後、培養器内で5ヶ月間成長を続けたシュンラン幼苗10株を図2に示すように培土に定植した直後、供試した。

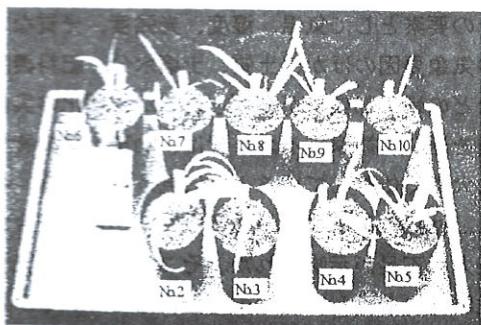


図2 順化試験の供試材料
(シュンラン培養苗: No.1~10)

3. 結果および考察

(1) 試作同化箱の基本性能

周囲の気温変化に伴って同化箱内の気温が変化することにより、密閉された箱である同化箱への空気の出入りが発生したため、内部のCO₂濃度を実用上一定に保つことは非常に困難であることがわかった。このことは、機密性を高め

ても基本的に解消できなかった。そこで、同化箱内に柔軟な空気袋を設け、空気の体積変化が内圧の変化を引き起こさないようにした。その結果、図3に示すように、CO₂濃度は植物の呼吸や光合成に伴う吸収による変化(信号・情報)を乱さない程度のほぼ一定値に保つことができるようになった。なお、同化箱内の気温は、電気ヒーターをPID制御器で通電制御した。

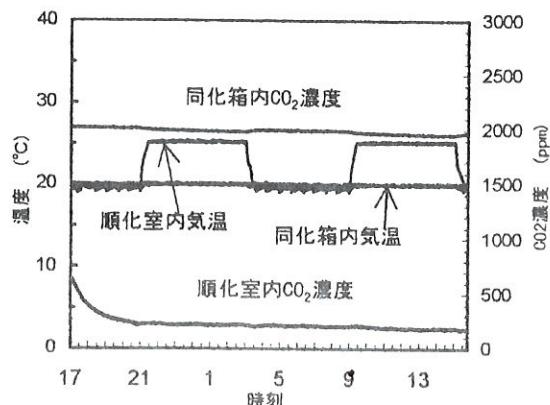
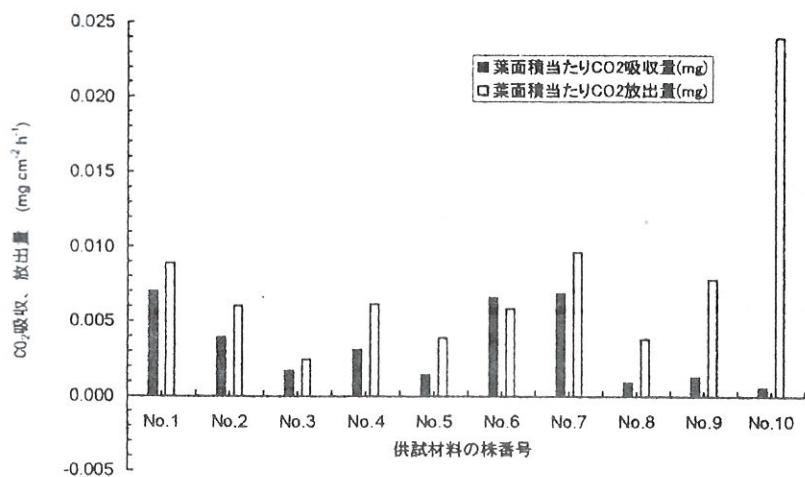


図3 同化箱の温度制御性能と機密性能の確認

(2) 培養苗のCO₂收支

試作同化箱を用い、供試培養苗10株について明期(6時間)と暗期(6時間)の周期のもとで、光合成に伴う単位葉面積当たりのCO₂吸収量および呼吸による暗期のCO₂放出量を測定した。測定の光環境は明期15klx、気温は20°Cとした。その結果は図4に示すとおりで、10株とも明期のCO₂吸収量が暗期の呼吸量を下回った。この状態が続ければこれらの幼苗は消耗してゆき、いずれ枯死に至ると考えられた。このことは、幼苗の順化開始後、約1ヶ月で多くの苗が枯死する有力な要因であると判断された。



(3) 培養苗のCO₂吸支の気温依存性

図4に示したCO₂吸支の状態が続ければ、幼苗はいずれすべて枯死することになるが、実際の順化では約50%が生存する。そこで気温との関係でCO₂の発生（呼吸）と吸収（光合成）を調べた。その結果の一例は図5に示すとおりで、25°Cでは明期でも放出が続き、15°CではCO₂の吸収が放出を少し上回った。20°Cでは、両者がほぼバランスした。この結果から判断すると、環境調節を行わない自然環境下で順化を行う場合は春・秋の中間期が適期と考えられた。

(4) 健全な親株の光合成特性

幼苗を供試した場合の光合成特性は、以上述べてきたように不明な部分が多く、明瞭な特性を把握することが困難であった。そこで、既に鉢植えで栽培され、着花や出芽が正常な株を供試して光合成特性を調べることにした。同化箱内のCO₂濃度を2700 ppmとして測定を開

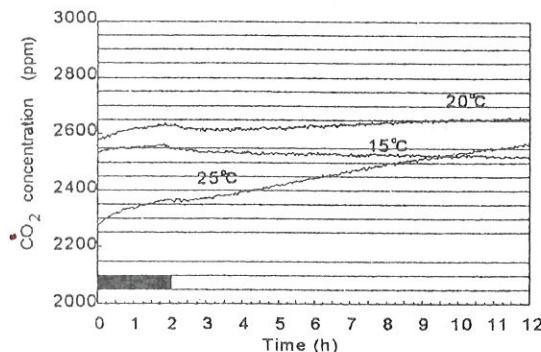


図5 光合成と呼吸の温度特性
(供試材料: No.3株)
(15°C→20°C→25°Cの順で計測した。)

始した結果、図6に示すように供試株は勢いよくCO₂を吸収し、暗期が始まるとCO₂放出（呼吸）に転じた。再び明期になるとCO₂の呼吸が始まり、典型的なC₃型の光合成特性を示すとともに光合成速度がCO₂濃度の減少に伴って低下することがわかった。なお、CO₂濃度が大気濃度に近いレベルでは吸収が著しく減速した。他の供試株でも同様の特性が認められた。

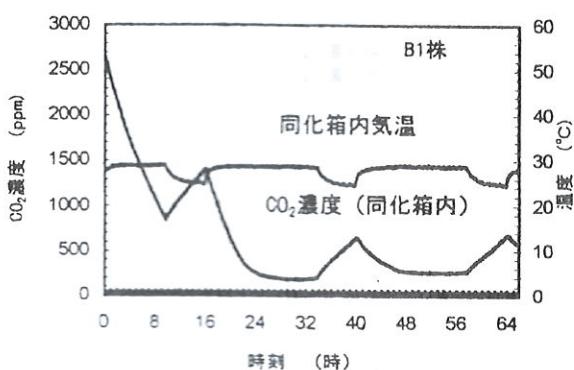


図6 光合成と呼吸に伴う同化箱内のCO₂濃度の経時変化（供試株：B1）

(5) 光合成速度とCO₂濃度の関係

親株の光合成速度が環境のCO₂濃度に依存したことから、両者の関係をより明瞭にするため、横軸をCO₂濃度、縦軸を光合成速度としてグラフ化した結果を図7に示した。測定には2株を供試した。光合成速度はCO₂濃度の増加に伴つて増加するが、約800 ppmで飽和し、約1700 ppm以上から再び増加に転ずることが明らかになった。これは、約800 ppm以上で気孔が閉じるが、約1700 ppm以上になると改めてクチクラから強制的にCO₂が進入し始めるためと考えられた。

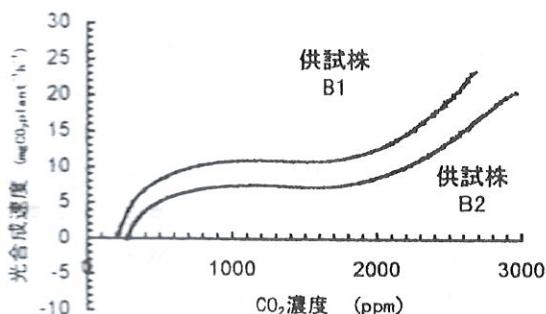


図7 シュンランの初期中のCO₂濃度と光合成速度の関係(CO₂濃度—光合成曲線)

4.まとめ

シュンラン培養苗を順化させるに当って、予想外に低い成苗率(約50%)を向上させることを目的としてシュンランの光合成特性を調査した結果、以下の知見が得られた。

- (1) シュンランの親株は明瞭なC₃型の光合成特性を示した。
- (2) 培養器から取り出した直後の幼苗もC₃型の傾向を示したが、呼吸量に比べて光合成に伴うCO₂吸收量が著しく少ない、即ち光合成能力が低いことがわかった。
- (3) 呼吸量は気温を下げることにより抑制でき、15°Cで光合成によるCO₂吸收量が呼吸によるCO₂放出量を上回った。20°C以上では呼吸量が上回った。このことから順化環境は比較的冷涼であることが望ましいことがわかった。
- (4) 培養器内の段階で光合成能力を高める培養法を確立する必要のあることが課題として残った。

レタスの水中発芽における酸素環境の評価

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

Effect of O₂ Environment around Seed Coat on Germination in Water of Lettuce

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

酸素は、水や温度とともに種子の発芽に不可欠な三大要素のひとつである²⁾。酸素不足になれば、種子は当然発芽しなくなる。これら種子の発芽に必要な環境として、たとえば難発芽種子の発芽などでは、種皮内外の環境の違いを把握し、効果的な環境を促進処理として与えてやる必要がある。

水中発芽と呼ぶ手法は、種子を曝気する水中で発芽させるものである。筆者らは、水中発芽

手法を一部の種子の発芽および発芽試験に利用している。この際に、通気の有無、またはその方法により発芽率と斉一性に著しい差が認めらることを経験した。

本報では、通気の効果を定量化して、水中での種子への酸素供給の経路を明確にすることを試みた。

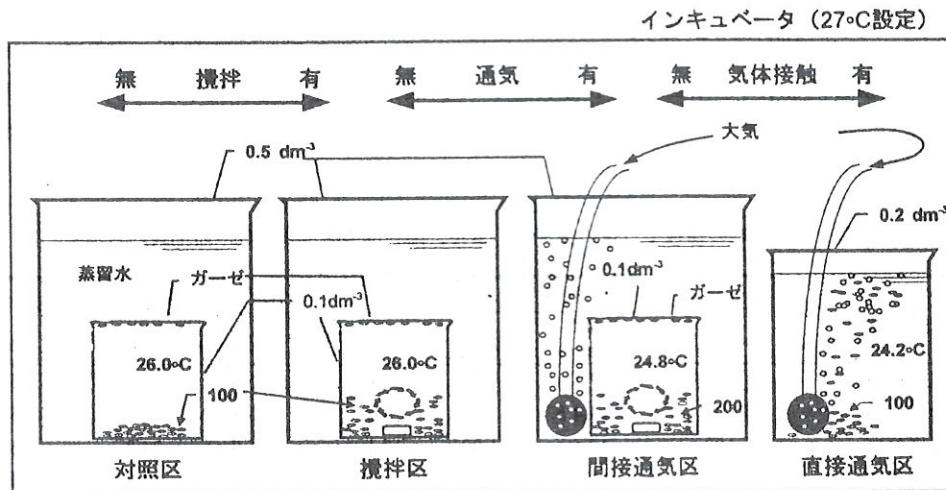


図1 試験条件として与えた種子と空気および水との接触環境の違い

2. 材料及び方法

非結球レタス ‘レッドファイヤーW’ (タキイ種苗) (*Lactuca sativa L. var. capitata L.*, non-heading type)の種子を供試した。

図1に試験方法を示す。試験区は、種子周りの水の攪拌の有無、水中への通気の有無、種子と通気気体の接触の有無がそれぞれ異なるものを用意した。通気気体は、すべてインキュベータ内の大気とした。対照区と攪拌区では種子と大気が接觸しないようにするために、間接通気区では種子と通気気体が接觸しないようにするために、種子を 0.5 dm^3 ピーカーの内部に置いた 0.1 dm^3 ピーカーの中に入れた。水温は 24.2°C ~ 26.0°C までの 1.8°C の範囲を示したが、ほぼ同一の温度環境とみなした。

発芽の良否を判定するために、播種後2日目の発芽率とともに、発芽した幼苗の全長を画像処理により計測した。全長を測定したのは、発芽率だけでは有意差がわからない場合でも、平均発芽日数と同様に、発芽の良否を明瞭に定量化できるためである¹⁾。処理終了時点に直接通気区は 0.2 dm^3 ピーカー、その他は 0.1 dm^3 ピーカー内の水の溶存酸素濃度(DO)を測定した。

3. 結果及び考察

表1に試験結果を示す。各区の種子含水率はほぼ同じで、攪拌や通気が種子の吸水に及ぼす

影響は認められなかった。発芽率では、間接通気区と直接通気区の間に発芽の優劣はみられなかつた。発芽率では差が認められなかつた両通気区において、全長では直接通気区が間接通気区を有意に上回つた。発芽率では処理の差が明瞭に現れなかつたものが全長により有意差を定量化できた。全長の変動率 v は、全長に反比例して小さくなり、速やかに発芽が行われることと齊一性との間には比例関係がみられた。種子発芽を植物の計画的生産の立場からみた場合、発芽率とともに齊一性もとくに重要な指標と考えられる。

発芽の良否と DO の間には比例関係は存在しなかつた。対照区と攪拌区の発芽率と DO は反比例の関係にあつた。対照区では種子近傍の酸素が消費されても周囲から酸素が供給されず、攪拌区では周囲の水から酸素が供給されるものの、種子に消費されることにより酸素が不十分な環境にあると考えられる。

非通気区に比べ通気区では、飽和濃度の酸素が種子に供給され発芽が促進されるものと考えられる。溶存酸素濃度以上の酸素は供給されない間接通気区に比べ、直接通気区では直接大気が接觸することにより溶存酸素濃度以上の酸素が種子に供給されるために発芽が促進されると考えられる。

以上の結果から、水中への通気は、単に溶存酸素濃度を高めることよりも、種皮の表面に発生する境界層(種皮面境界層と呼ぶ)を破壊す

表1 各処理の播種2日後の発芽率、全長、溶存酸素濃度および8時間後の含水率

処理	発芽率 (%)	発芽した幼苗の全長			処理後溶存酸素濃度		含水率 (%)
		<i>m</i> * (mm)	SD (mm)	<i>v</i> (%)	(mg·dm ⁻³)	(°C)	
対照区	75	7.1 a	3.70	51.8	5.8	25.2	46.6
攪拌区	97	13.4 b	3.18	23.8	3.8	25.0	45.3
間接通気区	100	15.6 c	1.89	12.1	6.9	24.8	46.8
直接通気区	100	21.8 d	1.85	8.5	7.0	24.0	44.5

* 列の同一英小文字を付した平均値間にDMRTによる有意差(1%)は認められないことを示す。

る効果と種皮に直接酸素を供給する効果があることがわかった。通気せずに攪拌だけした攪拌区では、境界層が破壊され胚に酸素が供給されるものの、酸素供給がない状態で胚に酸素が消費されてしまい酸素不足になることがわかった。

種皮面境界層を模式化したものを図2に示す。攪拌は図2に示す乱流域から種皮面境界層への酸素移動の抵抗 R_1 を減じることになる。この時、種皮と胚との抵抗 R_2 が大きすぎない種子では、乱流域に十分な酸素が供給されれば、良好な発芽揃いと発芽率を得ることができるものと考えられる。

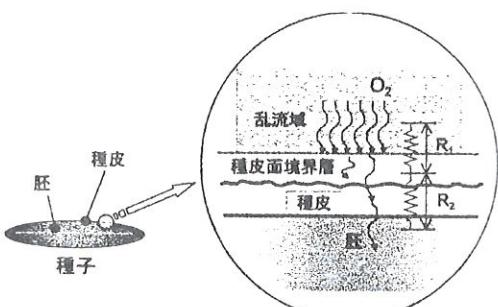


図2 胚への酸素供給を阻害する種皮面境界層

4. おわりに

種子外部の乱流域に十分な酸素があっても、種子の表面には貧酸素境界域（種皮面境界層）が存在することがわかった。このことから、溶存酸素濃度を高めるだけの通気は効果的ではないといえる。つまり、酸素供給と種皮面境界層の破壊を同時に行うことが必要となると考えられる。このためには、種子を攪拌するに十分な通気量と通気方法を考慮しなければならない。

酸素以外の物質供給の場合においても、種子外と種皮表面または内部との環境の違いを明確にすることが重要であると考えられる。たとえばジベレリンなどの薬剤処理においても、浸せき液の適正濃度が外部環境により大きく変動したり、攪拌処理をすることで適正な濃度を下げ

ることなどが可能であると考えられる。

文 献

- 1) 柴田孝信・岩尾憲三・高野泰吉（1993）：発芽に及ぼす温度影響の画像処理による評価。農気東海誌 51:21-24.
- 2) 高野泰吉（1991）：“園芸通論”、朝倉書店、pp206.

トマトセル成型苗における第1花房着生節位の変動について

鈴木隆志・吉岡 宏*・佐藤文生*・藤原隆広*

岐阜県農業総合研究センター・*野菜・茶葉試験場

Change in the node of first inflorescence in Tomato Plug Seedlings

Takashi Suzuki, Hiroshi Yoshioka*, Humio Sato* and Takahiro Fujiwara*

Gifu Prefecture Agricultural Research Center.

*National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea

1. はじめに

高温期における幼苗接ぎ木セル成型苗は、第1花房着生節位の高節位化や節位のばらつきが大きく、セル成型苗導入の障害になつてゐる²⁾。本研究では、第1花房着生節位の変動要因を解明するため、自根苗を用いて、育苗日数、温度、光条件の違いが着生節位に及ぼす影響について検討した。

2. 材料および方法

実験材料にはトマト‘豊竜’(タキイ)を用い、1997年7月3日に128穴セルトレイに播種した。育苗は、ガラス室内で行った。育苗培養土は、ヤンマー野菜養土を用い、播種1週間後より灌水を兼ねて1日1回、1/5園試処方液を施用した。試験区の構成は第1表のとおりである。1区～4区は128穴セルトレイを用いた慣行育苗で、育苗日数を15日、19日、22日(対照区)、25日とした。5区は子葉展開時に50穴セルトレイに移植し、育苗日数を22日とした。6区は子葉展開後2週間(7/11～7/24)、17時～9時まで15℃で暗黒低温処理を行い、それ以外は慣行育苗を行った。7区～11区は子葉展開後4日ごとに50%遮光処理(7/11～7/30のうち4日間)を行い、それ以外は慣行育苗を行った。定植は、ガラス室内の隔離床を用い、7月25日を中心に行った。条間・株間15cm、1区30株1区制とした。

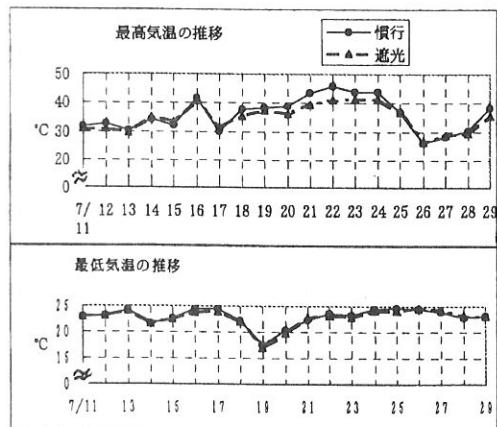
第1表 試験区の構成

区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
穴	128	128	128	128	50	128	128	128	128	128	128
処理	慣	慣	慣	慣	慣	低遮1	遮2	遮3	遮4	遮5	
育苗日数	15	19	22	25	22	22	22	22	22	22	22

1) 3区を対照区とする

3. 結果および考察

育苗ハウス内の気温は、長雨や台風等の影響でこの時期としては比較的涼しかったが、それでも最高気温40℃以上が18日中5日あった。また、50%遮光処理区の気温は、晴天日に最高気温が3℃程度下回ったのみで、最低気温には大きな差は認められなかった(第1図)。



第1図 育苗ハウスにおける気温の推移

定植時の生育状況は、1区(128穴 横15日)および5区(50穴 横22日)の最大葉の葉長、葉幅は対照3区(128穴 横22日)を上回り、生育が旺盛であった。また、6区(128穴 低22日)の葉齢は対照3区を下回り、生育の遅れが目立った(第2表)。遮光処理の7~11区は、外観上対照3区と変わらなかった。5区(50穴 横22日)の苗の乾物重は、地上部、地下部ともに対照3区(128穴 横22日)を上回り、逆に6区(128穴 低22日)は対照3区を下回った(第3表)。

第2表 播種後22日における生育状況(cm)

区	草丈	葉齢	最大葉長	最大葉幅	茎径
1	10.6	4.4	7.5	6.4	0.29
2	10.1	3.8	6.3	5.3	0.23
3	12.4	4.2	7.0	6.0	0.25
5	12.1	4.3	8.1	7.3	0.32
6	9.8	3.1	5.2	4.5	0.20

1) 2区は、殺虫剤の植え穴処理による葉害発生

第3表 播種後25日における苗の乾物重(ng/株)

区	地上部(対比)	地下部	TR比
3	14.1(100)	2.7(100)	5.3
5	24.9(177)	4.8(178)	5.2
6	7.9(56)	1.1(41)	7.1

花芽分化初期の葉齢は、対照3区(128穴 横22日)4.8葉、6区(128穴 低22日)4.0葉でいずれも播種後25日頃であり、定植後分化した(第4表)。

開花日は1区(128穴 横15日)、5区(50穴 横22日)、6区(128穴 低22日)が早かった。第1花房着生節位は、1区(128穴 横15日)、6区(128穴 低22日)、5区(50穴 横22日)、2区(128穴 横19日)の順に低く、遮光区はいずれも対照3区と同程度であった(第5表)。

第4表 生育ステージと花芽・葉芽分化程度

播種後 日数	葉齢		分化程度	
	3区	6区	3区	6区
11日	2.3葉	1.8葉	6葉期	5~6葉期
18	3.5	2.8	7	6
22	4.0	3.2	8~9	7
25	4.8	4.0	10花	9花
28	5.5	4.6	10花2	9花2
33	7.0	6.0	10花3花	9花3花
38	出蕾前	出蕾前	10花3花2	9花3花3花

1) 25日以降は22日定植株を用いた。

2) 検定は5株程度行い代表的な事例を示した。

3) 9花2とは第9葉期に第1花房分化し、その後葉芽が2葉分化した状態。

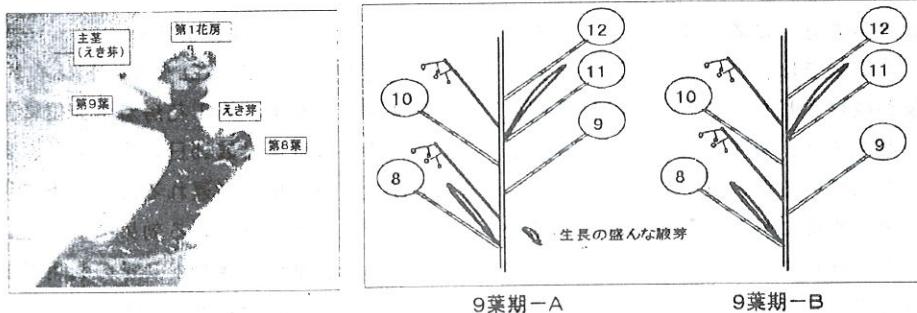
第5表 開花日及び花房着生節位

区	第1花房			
	開花日	着生節位	変動係数	開花数
1	46.2	8.1a	4.25%	4.1
2	51.9	9.8c	8.49	4.5
3	52.2	10.2cd	8.77	4.5
4	51.6	10.4cd	10.59	4.4
5	47.8	8.7b	7.32	4.8
6	50.3	8.2ab	5.09	4.2
7	52.5	10.5d	9.90	4.3
8	51.9	10.6d	6.89	4.3
9	52.9	10.5d	7.22	4.2
10	52.0	10.1cd	9.94	3.8
11	51.0	10.5d	8.92	4.4

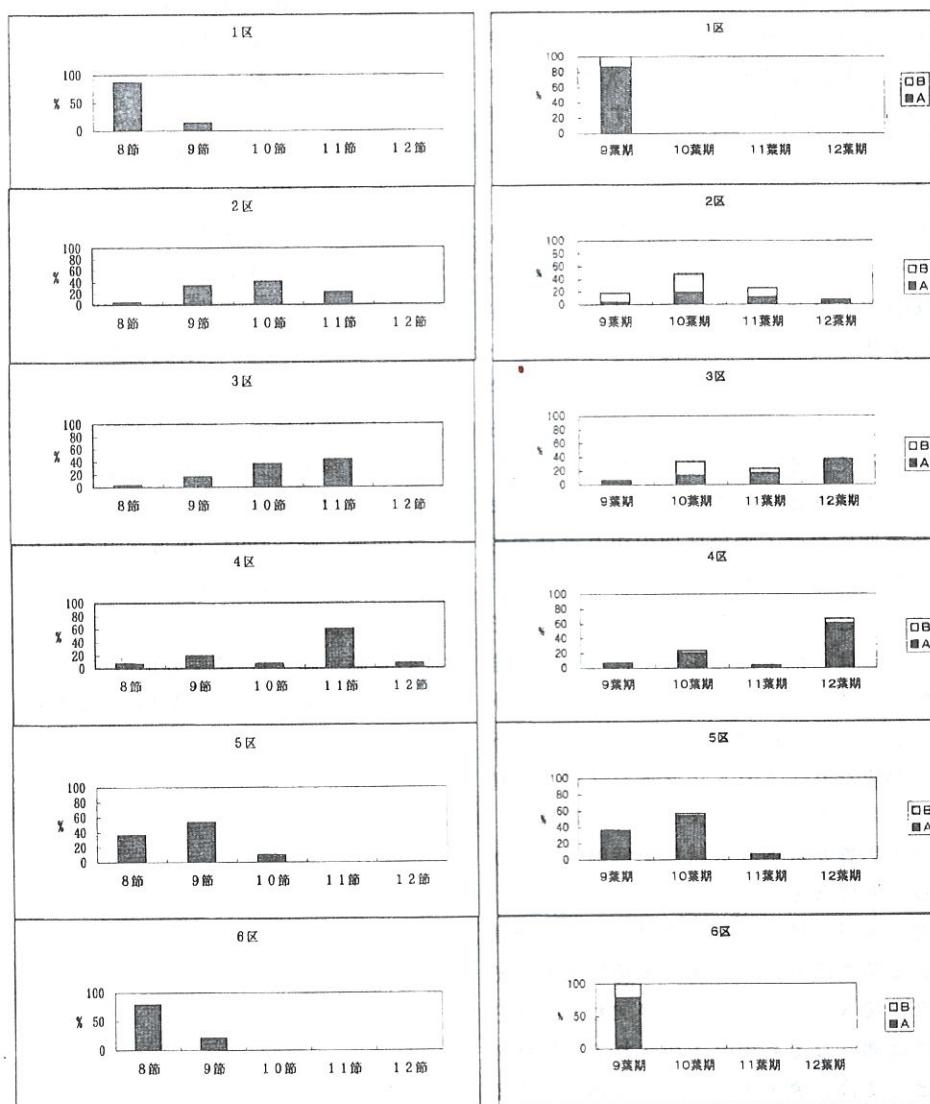
1) Duncan多重比較により異なる小文字の間に5%の危険率で有意差が認められる。

第1花房着生節位の変動係数は、1区(128穴 横22日)4.25%、6区(128穴 低22日)5.09%と最も小さく、次いで5区(50穴 横22日)7.32%であった。一方4区(128穴 横19日)は、10.59%と最も大きかった。(第5表)

第1花房の花芽分化節位と着生節位との関係について、齊藤は、9葉の直後に分化した花房は、その後の茎葉の分化・生長に伴い、



第2図 花芽分化ステージとその後の茎葉の展開パターン



第3図 第1花房着生節位の変動

第4図 花芽分化ステージの変動

外観上は8葉の直上に着生するとしている⁴⁾。

しかし、本実験では、このような関係と異なった現象が観察された。これを、6区を例に取って説明すると、着生節位は外観上8節と9節に分かれているが、腋芽との関係からいずれも9葉の直後に分化した花房が、その後の茎葉の生長過程において、9葉の上と下に分かれたものと推察された。そして、下に着いたものをA、上に着いたものをBと分類した（第2図）。このように分類すると、着生節位8～12節のばらつきは（第3図）、花芽分化期では9～12葉期に置き換えられる（第4図）。これによると1区（128穴 22日）、6区（128穴 22日）の花芽分化期はすべて9葉期で揃っており、目標とする理想に近い状態といえる。

これらの結果から、第1花房着生節位の高節位化やばらつきは、128穴で育苗する場合、は種後15日以降に起こり、定植時期の遅れが大きく影響していることが認められた。また、これらを解消する処理として夜温15°C管理やトレイのセル容量の大型化が節位低下とばらつきを少なくする傾向が認められた。なお、遮光処理の影響は認められず、そのため、セル育苗後期における隣接株間の相互遮蔽の影響は少ないと考えられる。

以上のことから、着花節位の高節位化やそのばらつきは、地下部の影響ではないかと推察された。その要因としては、高温に伴う水分ストレス等¹⁾と根域制限による物理的ストレス³⁾が重なり、これらのストレスにより植物体中のホルモンバランスの変化が起こり、またその影響がストレス状態を解除してもかなり長い期間残るものと考えられる。

なお、本研究は自根苗で検討したが、流通している苗のほとんどが接ぎ木苗である。その場合、接ぎ木等のストレスが加わり、さらに条件は悪くなるものと予想される。現状の対策としては、導入後すみやかに鉢上げすることである。

4.まとめ

高温期において、128穴セルトレイでトマトを育苗した結果、第1花房着生節位に影響が現れるのは育苗日数15日以降であり、また鉢上げ（直接定植）が遅れるほど顕著に現れた。着生節位の上昇を抑える効果は、夜温15°C管理やセル容量の大きなトレイの利用で認められたが、50%遮光処理の影響は認められなかった。以上のことから、地下部の影響が大きいと推察された。

第1花房着生節位のばらつきには、花芽分化進度とその後の茎葉の生長過程の影響の2つの要因が推察された。

謝 辞

本研究の実施にあたり、管理作業及び調査の御協力を頂いた農水省農業者大学校の壱岐実研習生に謝意を表す。

引用文献

- 1)深澤郁男. 1995. 野菜栽培における高温障害の発生機構. 農および園. 70(2):239-245
- 2)本田藤雄. 1995. セル成型苗利用の諸問題 [3]. 農および園. 70(7):809-814
- 3)西沢 隆. 1994. 根域制限条件下での植物の生長反応. 根ハンドブック:117-118. 根研究会
- 4)齊藤 隆. III 花芽分化の生理・生態. 農業技術体系 トマト:53-54. 農文協

接ぎ木キュウリの奇形葉発生に及ぼす 2, 3 の要因

大和陽一・濱野 恵・山崎博子・三浦周行
野菜・茶業試験場

Some Factors affected Occurrence of Malformed Leaves of Grafted Cucumber

Yoichi Yamato, Megumi Hamano, Hiroko Yamazaki and Hiroyuki Miura
National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea

1. はじめに

近年、接ぎ木キュウリで奇形葉が発生し、問題となっている（高橋、1994）。奇形葉は普通主枝の5~10葉の葉位に数枚連續して発生すると言われている。症状としては（大和ら、1997）、葉の縦方向の生長が抑えられ、葉が横に広がったように見えるイチョウ葉と呼ばれるものや、葉が縮れる縮葉と呼ばれるものが見られている。奇形葉が低節位に発生し、症状がひどい場合には芯止まりとなる。これまでに、播種後早期に接ぎ木を行うと奇形葉は発生しやすく、その発生節位は低下し、症状がひどくなること、また断根の影響も大きいことを明らかにした（大和ら、1997a, b）。本報告では奇形葉発生に及ぼす接ぎ木前の光強度ならびに養生中の光強度と温度の影響について検討した。

2. 材料および方法

穂木のキュウリ‘南極 1 号’、台木のカボチャ‘ひかりパワー’を同じ日に人工気象室（明 25/暗 20°C, 12 時間日長, $300 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ PPF）で播種した。接ぎ木は片葉切断接ぎ（Onoda *et al.*, 1992）により行い、50 穴セルトレイに断根挿しした。4 日間の養生中の温度、光条件は下記のように変えたが、その後は前述の条件で育苗した。16.5cm ポリ鉢に鉢上げし、ガラス温室で栽培した。

実験 1. 接ぎ木前の光強度の影響

穂木および台木を接ぎ木前に寒冷紗（遮光率 50%）で遮光した。播種 5 および 7 日後に、穂木、台木の遮光したもの（LL）と遮光していないもの（HL）を組み合わせて接ぎ木を行い、穂木 HL・台木 HL、穂木 HL・台木 LL、穂木 LL・台木 HL および穂木 LL・台木 LL の 4 区を設定した。養生中の条件は、明 25/暗 20°C, 12 時間日長, $30 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ PPF とした。播種 5 日後に接ぎ木を行ったものでは接ぎ木 17 日後に、播種 7 日後に接ぎ木を行ったものでは接ぎ木 15 日後に鉢上げした。この実験は 1997 年 5 月に行った。

実験 2. 養生中の光強度および温度の影響

播種 5 日後に接ぎ木を行い、養生中の条件について、温度 25°C 一定、明 25/暗 20°C と $70 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ PPF (HL) と $15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (LL) を組み合わせて、25/25°C・HL, 25/25°C・LL, 25/20°C・HL および 25/20°C・LL の 4 区を設定した。接ぎ木 17 日後に鉢上げした。この実験は 1997 年 8 月に行った。

3. 結果および考察

実験 1. 接ぎ木前の光強度の影響

接ぎ木前の光強度が接ぎ木時の穂木、台木

の乾物重に及ぼす影響を第1図に示した。播種5日後接ぎ木でのHLとLLの全乾物重の差は、穂木、台木とともに小さかったが、穂木ではHLに比べLLで根の乾物重が小さく、胚軸の乾物重が大きくなつた。台木ではLLで子葉および根の乾物重が小さくなる傾向が見られた。7日後接ぎ木では穂木の胚軸の乾物重はLLで大きくなつたが、全乾物重はLLで顕著に低い値となつた。

播種5日後接ぎ木での接ぎ木前の光強度が葉位別の奇形葉発生率に及ぼす影響を第2図に示した。奇形葉は播種5日後に接ぎ木を行つた場合には、いずれの区においても奇形葉は3葉をピークに発生した。台木を遮光した区(穂木HL・台木LL、穂木LL・台木LL)で

は、3葉の発生率は穂木遮光区で80、穂木無遮光区で100%であった。台木を遮光しなかつた区(穂木HL・台木HL、穂木LL・台木HL)では、奇形葉の発生率はいずれの葉位でも50%以下であった。また、奇形葉発生に及ぼす穂木への遮光の影響は明確ではなかった。播種7日後に接ぎ木を行つた場合には、いずれの区においても奇形葉の発生は認められなかつた。

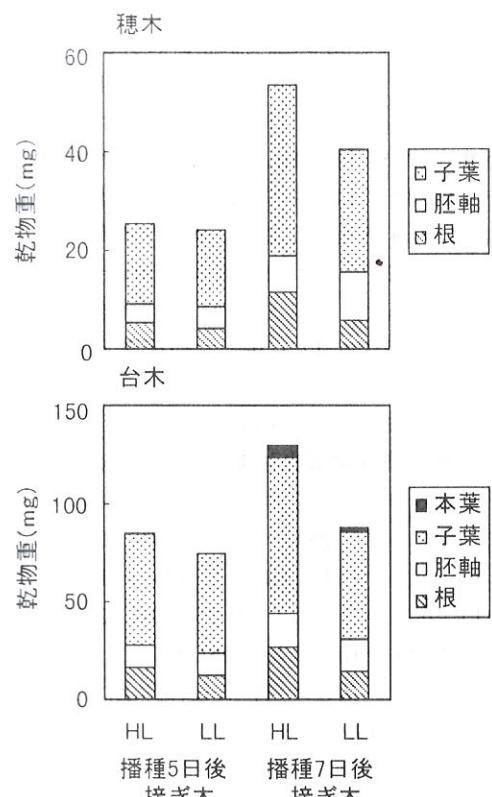
7日後接ぎ木では、穂木あるいは台木に遮光を行つた場合にも奇形葉は発生しなかつたことから、50%程度の遮光は奇形葉発生の直接的な原因とはならないと考えられる。一方、5日後接ぎ木では奇形葉発生に及ぼす穂木への遮光の影響は明らかではなかつたが、台木への遮光処理を行うと奇形葉の発生率は高くなつた。このことから、接ぎ木前の台木への遮光は奇形葉の発生を助長することが示唆された。

実験2. 養生中の光強度および温度の影響

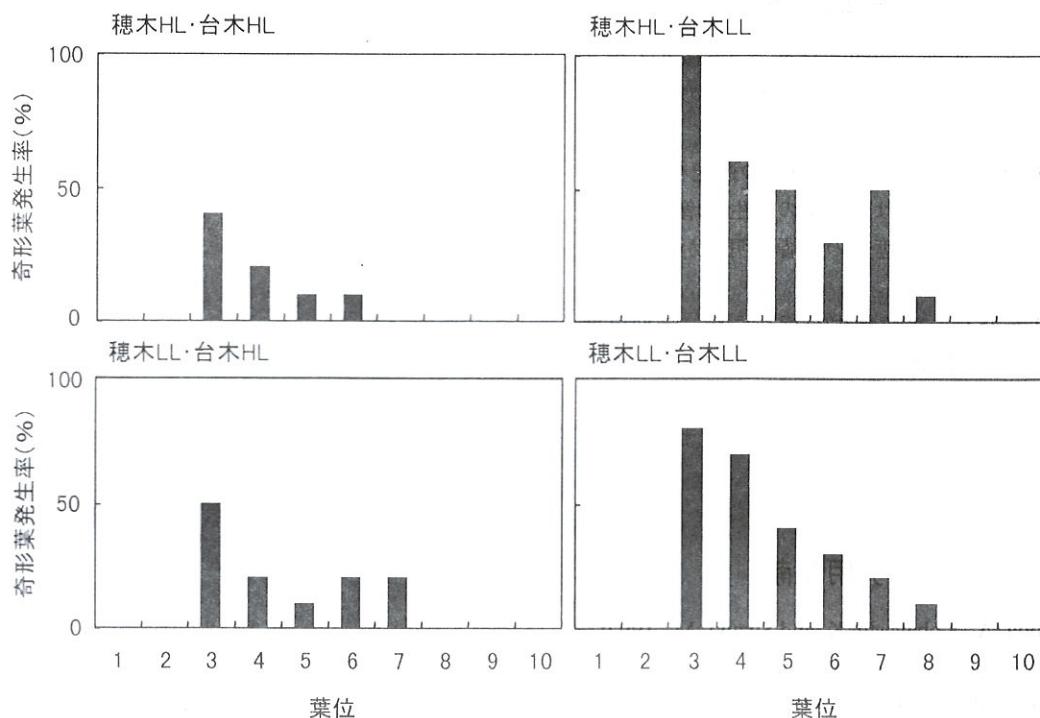
データは示していないが、接ぎ木時の乾物重は実験1の5日後接ぎ木のHLと同程度であった。

養生中の光強度および温度が葉位別の奇形葉発生率に及ぼす影響を第3図に示した。奇形葉はいずれの区においても、4~5葉をピークに発生した。25/25°Cで養生を行つた場合には、奇形葉の発生率はピークとなる葉位で90~100%であった。一方、25/20°Cで養生を行つた場合には、最高で40~70%であり、25/25°Cに比べ、全体的に低くなつた。両温度区ともに、HL区ではLL区に比べ奇形葉の発生率は全体的に低かつたが、低節位では若干高まる傾向が見られた。

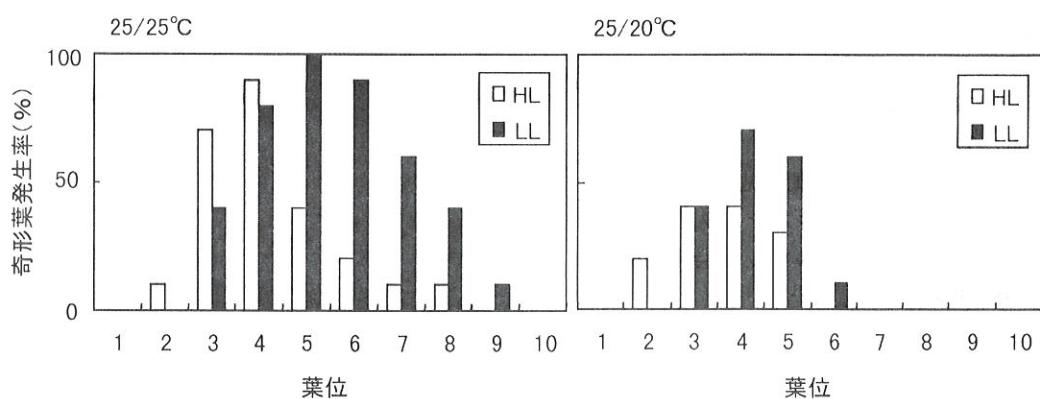
以上のことから、25°C一定で養生を行うより、暗期温度を下げて25/20°Cで養生を行う方が、また養生中の光強度はある程度強い方が奇形葉の発生は少なくなることが示唆された。



第1図 接ぎ木前の光強度が接ぎ木時の乾物重に及ぼす影響(実験1)



第2図 接ぎ木前の光強度が葉位別の奇形葉発生率に及ぼす影響(実験1, 播種5日後接ぎ木)



第3図 養生中の光強度および温度が葉位別の奇形葉発生率に及ぼす影響(実験2).

4. 摘 要

近年、産地で問題となっている接ぎ木キュウリの奇形葉の発生と接ぎ木前後の環境条件との関係について調査した。

1. 接ぎ木前に台木に 50% の遮光を行うと、早期の接ぎ木では奇形葉の発生が増加した。一方、穂木への遮光の影響は明らかではなかった。
2. 25°C一定で養生を行うより、暗期温度を下げて 25/20°C で養生を行う方が奇形葉の発生は少なくなった。また、養生中の光強度はある程度高い方が奇形葉の発生は低下する傾向が見られた。

引用文献

Onoda, A., Kobayashi, K. and Suzuki, M., 1992:

The study of the grafting robot. Acta

Horticulturae 319, 535-540.

高橋秀生, 1994 : きゅうり一手が届くところ
まできたセル成型苗の直接定植法開発. グ
リーンレポート No.216, 6-8.

大和陽一, 1997 : 接ぎ木キュウリの奇形葉.

施設園芸 39 (9), 33-34.

大和陽一・濱野 恵・山崎博子・三浦周行,

1997a : 接ぎ木キュウリの奇形葉発生に及
ぼす接ぎ木時の播種後日数および断根の影
響. 園芸学会東海支部平成 9 年度研究発表
要旨, 7.

大和陽一・西島隆明・濱野 恵・山崎博子,
三浦周行, 1997b : 接ぎ木キュウリに見ら
れる奇形葉の発生について. 園学雑 66 別
2, 382-383.

茶樹根系の障害によるとみられる葉温の上昇

松尾喜義・加藤忠司

野菜・茶業試験場茶栽培部

Increasing of Leaf Temperature supposed due to Injuries on Root system of Tea Plant

Kiyoshi MATSUO and Tadashi KATO

National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea

1. はじめに

玉露をはじめとする高品質な緑茶には遊離アミノ酸が多く含まれていること、新芽の遊離アミノ酸含有量は窒素肥料を施用すると増加することから、一般茶農家では、「茶園に多量の窒素施肥をすればするほど高品質の緑茶が生産できる」と信じられ、年間107-L当たり窒素成分で100kgを超える極多肥管理が常態化している。多量に施肥された肥料に起因する硝酸態窒素の流出による水系の汚染実態が最近公表されるようになり、一般農家段階でも施肥量削減に向けようやく動き出てきた。

また、茶園に投入される窒素の約5%が温室効果ガスの亜酸化窒素に変換され大気中に揮散していることが明らかにされ、日本の畑地から揮散する亜酸化窒素の約半分が茶園の施肥窒素に起因すると推計される¹⁾に至り、窒素施肥量を削減することは茶栽培の存続にとって至上命題と考えられる。

他方、長年にわたる茶園への多量施肥は、茶樹の樹体生理面から見ても深刻な問題で、1994・95年の高温・干ばつ気象条件では、極多肥栽培による根系の障害が干ばつ被害を助長する大きな要因になったと考えられる。茶樹は永年生の常緑木本植物であるため不良環境でも耐久力が大きく、多肥による根系の障害を茶園観察によって察知することは容易ではなく、枝枯れの多発など回復困難な樹勢衰退症状が発生するまで外観的な障害はほとんど認められない。

そこで、多肥をはじめとする諸要因による根系の障害について回復困難な症状が出現するより早い段階で障害の発生を検出できる手法が開発できれば、窒素施肥量の削減や栽培管理上たいへん有益とみられるので現在種々の方法を検討している。

ここでは、サーモトレーサーを使用して、チャ葉や茶園の葉温分布について調査し、根系の障害との関連性を示唆する興味ある結果を得たので、予備的内容ではあるが報告する。

2. 材料および調査方法

熱画像測定装置は、NEC三栄のサーモトレーサーTH1100型を用い、熱画像はビデオプリンターで印画紙に記録した。熱画像と同時に可視画像も撮影した。
調査は1997年8月上旬～9月中旬に実施し、次の3つの条件の茶樹について測定した。

①硫安施肥量試験のポット個体の測定

ポットで土耕した1年生の'やぶきた'幼木について、茶園の畝間に相当する施肥量レベル（窒素成分で2～15kg/10a施用時の畝間に相当する肥料の量：茶園では肥料は通常畝間部分のみに施用され、畝の間隔180cmのうち施肥されるのは畝間の30cmに局限）で硫安を施用した実験において、葉温の処理差異を調査した。

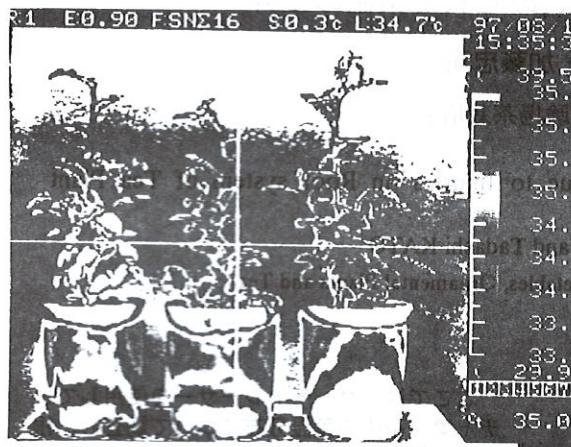
施肥試験は7月中旬に開始され、葉温の調査は8月中旬に行い、測定はガラス室の中で、発泡スチロール板で直射日光を遮って行った。

②強制的な根系枯殺処理個体での葉温の測定

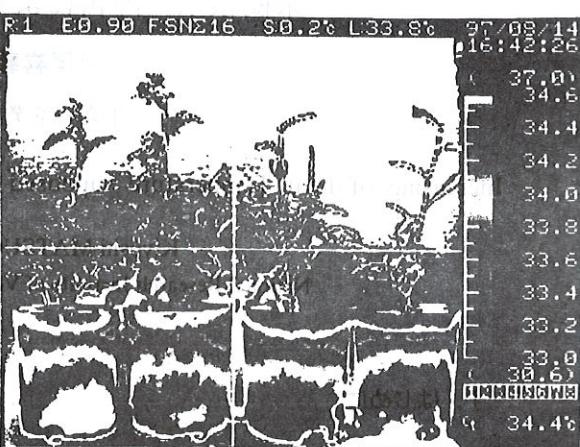
3年生のポット苗（容量1000ml）に100%メタノール50mlを土壤注入処理および1%KC-N水溶液の土壤注入処理を行って根系を人為的に枯殺処理し、その直後の葉温を調査した。この測定は、実験室内の散光条件下で行った。

③現地農家茶園での測定

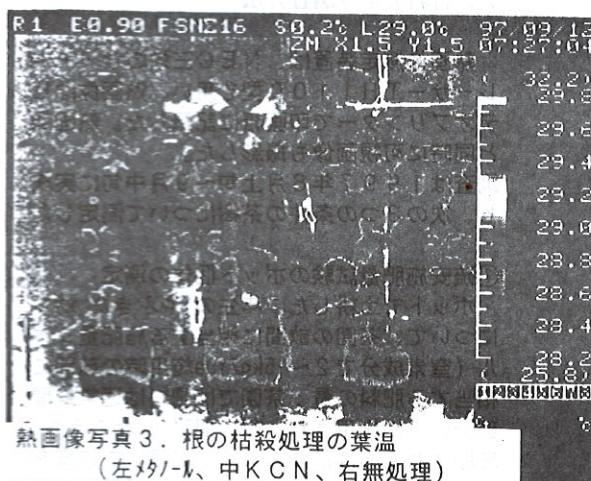
静岡県掛川市内2カ所と小笠町内1カ所の農家茶園で、8月下旬の晴天日に茶園表面温度の測定を行った。調査茶園はほぼ同一と考えられる立地環境の茶園を選び、一画面内に管理状態や耕作者の異なる複数の茶園が入るように観測した。



熱画像写真1. 硫安処理ポットの葉温1
(左10kgN, 中5kgN, 右2kgN)



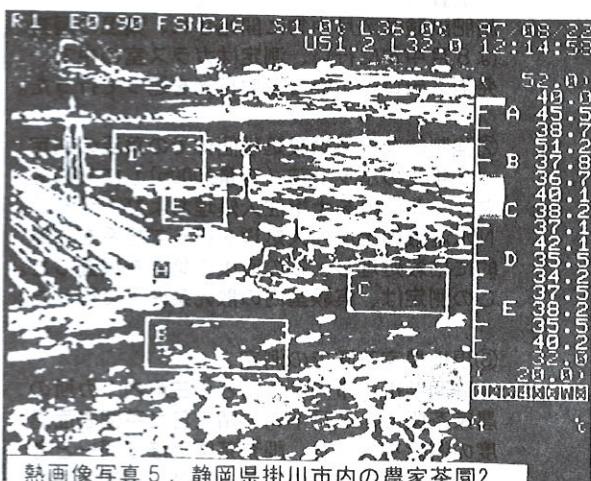
熱画像写真2. 硫安処理ポットの葉温2
(左から右へ2kgN, 5kgN, 10kgN, 15kgN)



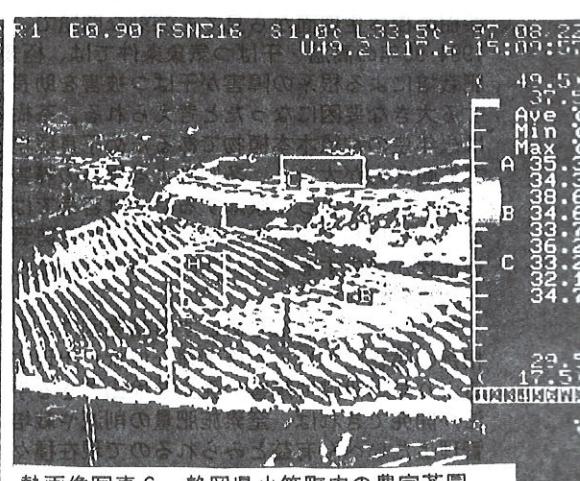
熱画像写真3. 根の枯殺処理の葉温
(左K-M、中KCN、右無処理)



熱画像写真4. 静岡県掛川市内の農家茶園1



熱画像写真5. 静岡県掛川市内の農家茶園2



熱画像写真6. 静岡県小笠町内の農家茶園

3. 調査結果と考察

①硫安施肥量試験のポット個体の葉温測定

熱画像の測定は施肥後約1ヶ月目に行つたが、この時期には15kg/10aの多量施肥区を除いて葉枯れなど外観的な影響はほとんど現れていなかつた。しかし、葉温観測からは施肥量が増加するにしたがつて、葉温の高い部分が増加してゆくことが確認され、どの区でも外観的に萎れなどが認められなかつた地際に近い葉でも処理区間による差異が明瞭に観察された（熱画像写真1、2）。

葉温の測定後も実験は継続し、多量処理区から順次葉枯れが進展し、約2ヶ月後には高濃度処理区では幼木が枯死した。

②強制的な根系枯殺処理個体での葉温測定

メタノール処理、KCN処理ともに、無処理区より葉温が若干高い傾向が認められたが、その差は小さかつた（熱画像写真3）。

葉温に差異がなかった原因は、処理直後の観測であったため、根の障害による吸水阻害の影響が個体全体にまで波及していないためではないかと考えられた。

処理終了後ポットをガラス室内で管理したところ、1週間後には処理した個体は落葉しその後大部分は枯死した。

③現地農家茶園での葉温測定

農家茶園の観測でも一部に葉温の高い茶園があることが確認された。掛川市内の農家茶園の場合、表面温度の差は大きい場合3～4度℃にも及ぶことが分かった（熱画像写真4～6）。現地農家茶園の場合、根系の状態について詳しい調査ができなかつたため、ここで観測された葉温の差異が直ちに根系の障害によるものと断定することはできないものとみられる。

以上、3つの調査結果から、熱画像の測定によって、根系に障害を受けている茶園を識別できる可能性のあることが分かった。今後、表面温度に差がある茶園で根系の状態を詳細に比較調査し、根系の状態と茶園葉温との関係についてさらに明らかにする予定である。

謝 辞

熱画像測定に際して大きなご援助をいただいた野菜茶試施設生産部細井徳夫氏に深く感謝いたします。

引用文献

- 1) 日本土壌協会, 1996 : 平成7年度環境保全型土壌管理対策推進事業 土壌生成温室効果ガス動態調査報告書(概要編) p24.

農業総合気象観測装置（金谷）

渡辺利通・水野直美

野菜・茶業試験場

Meteorological Monitoring System in KANAYA (MMS-KANAYA)

Toshimichi WATANABE and Naomi MIZUNO

National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea

1.はじめに

1996年に野菜・茶業試験場（金谷）に「農業総合気象観測装置」が設置され、ようやく気象データを収集できるようになった。本装置は従来の気象観測装置と比べていくつかの新しい試みを行なっているので、それらの点を中心に紹介する。

2.システムの概要

本装置全体のシステム構成は図1に示すようになっている。主な特徴として、以下のような点が上げられる。

a. 光ケーブルを介して場内LANに接続されている。これにより、場内LANに接続されている端末装置からは、気象の現況および任意の日報、月報、年報を参照することができる。さらに、インターネットを介する

ことにより、全世界から参照することも可能である。

b. 設置場所は夏期に落雷の多いところであり、これまで何度か落雷の被害を受けている。そのため、センサーとデータロガーの間、電源経路など要所々々へ保安器（避雷回路）を接続するとともに、建物間の通信には光ケーブルを用い、落雷による障害発生を極力回避できるようにしている。

c. 停電時においても観測を継続できるように1時間以上バックアップ可能な無停電電源を備えている。さらに、それ以上の長時間にわたる停電の場合にそなえて、本無停電電源装置は自家発電機による給電が可能となっている。

d. 試験の場が茶園であり、局所的な気温や地温の変動を知る必要がある場合を考え

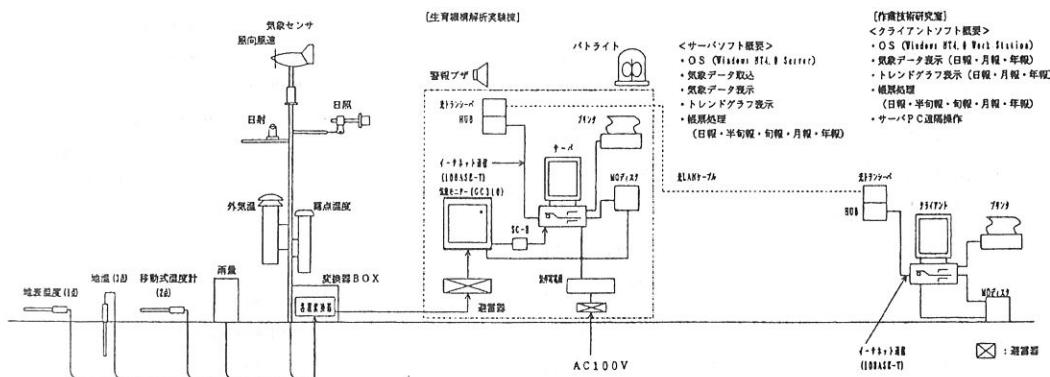


図1 システム構成の概要

て、移動式温度計を2組備えている。これにより、気象観測露場から100mの範囲内であれば、任意の場所の温度データを常時観測できる。

e. 本装置の操作およびモニタリングはデータ収録用パソコンで行なうが、研究室と離れていることから日常的に監視することはできない。そのため、研究室のパソコンを遠隔モニター部としてデータ収録用パソコンの制御がリアルタイムでできるようになっている。さらに、遠隔モニター用パソコンが他のジョブを実行していても、データ収録部に停電が発生した場合には、自動割り込みで停電の発生を表示し、対策を講ずることを促す。

f. 気象データは毎分収集し、光磁気ディスクに記録する。定常的には日報、月報、年報として集計するが、研究上任意の間隔で集計することが必要な場面が想定される。そのため、任意間隔で任意期間のデータ集計ができるようになっている。

g. 長期に観測を継続していると、明らかにノイズとわかるデータが混在することがある。また、操作ミス等で異常値が混在する恐れもある。後日これらを修正し、あるいは欠測値とすることができます。

1) 機器構成

機器構成の詳細を表1に示した。

2) データ処理

データ収録用パソコンはデータロガーより観測データを1分ごとに取り込み、光磁気ディスクに記録するとともに、モニター画面へのリアルタイム表示、htmlファイル(現在値)を作成する。毎正時には日報(htmlファイルおよび帳票)の更新、24時に月報の更新(帳票およびhtmlファイル)、月末に年報(htmlファイルおよび帳票)の更新を行なう。htmlファイルの作成と同時に同一内容のCSVファイルも作成される。データ処理の詳細を表2に示した。

観測時間の正確を期するために、1日に1回、自動で国立天文台に接続し、時刻合わせを行なっている。

データ収録用パソコン、データ処理ソフトのトラブルによる観測中断を回避するためには、データロガーは72時間分の素データを保持できるようになっている。

データ収録用パソコンのモニター画面(フローシート)を図2に、モニター画面からの操作機能の概略を図3に示した。リアルデータ表示は各観測項目の現在値および最高、最低、起時、時間積算などを表示する。トレン

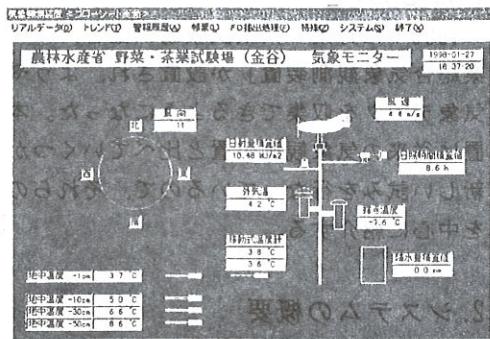


図2 モニター画面(フローシート)

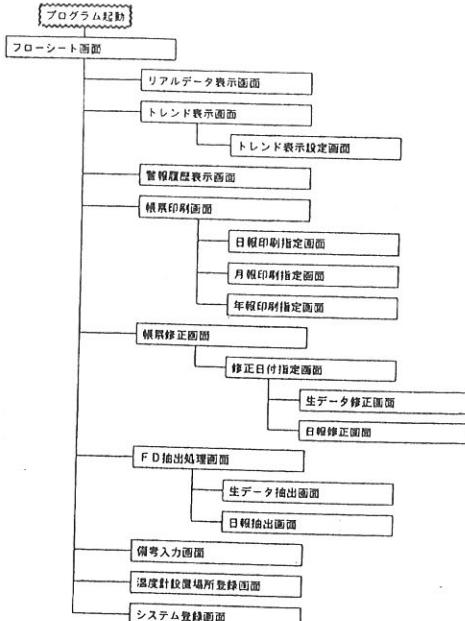


図3 操作ジョブの構成

ド表示は指定した6項目について過去24時間の観測値の推移を表示する(図4)。異常データが検出された場合には、警報がモニター画面にオーバーレイ表示されるとともに警報履歴に記録され、警報履歴表示画面でさかのぼって確認できる。帳票印刷は日報、月報、年報を指定した期間について印刷する。帳票修正に関しては、生データ修正画面において原因と真値のわかるデータの修正、欠測値の指定ができる、修正結果は関係する帳票およびhtmlファイルに直ちに反映される。日報修正は欠測値の扱い等で機械的に処理するのが妥当でない場合に修正するのに利用する。FD抽出処理は、指定した期間のデータを指定した間隔で抽出し、フロッピーディスクに記録する。抽出項目、抽出値の種類(瞬時値、平均値、積算値、最大値、最小値)は任意に組み合わせて指定でき、10種類まで同時に抽出できる。そのほか、備考入力、移動温度計の設置場所の記入もモニター画面から行なう。

データ収録部は研究室と離れたところにあるため、長期停電による観測中断を回避できるように、停電発生時には遠隔モニター用パソコンに強制的に停電発生表示を行なう機能を付加してある。

3) インターネット接続

本装置は場内LANを介してインターネットに接続されており、Web上の画面を自由に閲覧できるようになっている。さらに、CSV形式でデータをダウンロードできる。提供しているデータは、観測データの現在値、気象日報、気象月報、気象年報である。本装置のホームページは野菜・茶葉試験場のホームページ内よりリンクされている(予定)。Web上の画面の例を図5~7に示した。

4) 帳票

印刷された帳票の例を図8に示した。

3. 謝 辞

本装置は農林水産省一般機械整備費によっ

て設置されたものである。関係各位に謝意を表する。

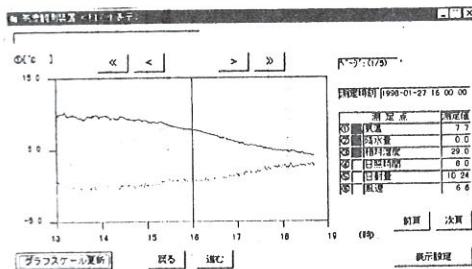


図4 モニター画面(トレンド表示)

農業総合気象観測装置(金谷)
Meteorological Monitoring System in KANAYA
(MMS-KANAYA)

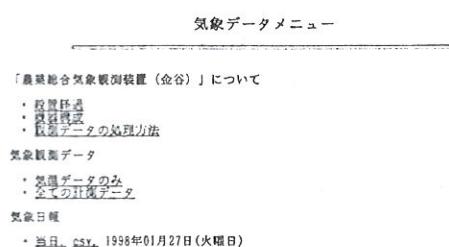


図5 メニュー画面(部分)

1998年01月27日(火曜日) 17時12分 気象観測データ

静岡県掛川郡金谷町(東経138°082' 北緯34°483'標高202m)

農林水産省 野菜・茶葉試験場

項目	単位	現在値	最高	最低	時刻
風 向	西北				
風 速	m/s	5.5	11.0	16.38	
気 温	℃	5.6	10.4	13.1	0.0 05:26
露 点 温 度	℃	8.0	-2.6	09:31	-0.7 13:38
相 対 湿 度	%	34.0	72.0	07:19	23.0 13:16
地中温度 - 1cm	℃	5.8	10.7	13.58	0.6 07:50
地中温度 - 10cm	℃	4.7	4.7	16:55	3.8 11:37
地中温度 - 30cm	℃	6.5	6.7	08:06	6.5 15:53
地中温度 - 50cm	℃	8.6	8.7	00:01	8.6 02:58
降 水 量	mm	0			0
日 照 時 間	h	8.6			0.0
日 射 量	KJ/m ²	10.48			0.00
温 度 表 1	℃	5.4	14.9	13:12	-0.9 05:44
温 度 表 2	℃	5.2	13.6	13:12	-1.1 05:40

図6 気象現在値画面(部分)

1998年01月気象月報

静岡県掛川郡金谷町(東経138°082' 北緯34°483'標高202m) 農林水産省 野菜・茶葉試験場

日付	風向	風速	気温(℃)	露点(℃)	相対湿度(%)	地中温度(℃)	
						最高	最低
1	北	5.4	11.0	-0.5	60.32	-2.3	5.7
2	東	5.6	10.4	-1.3	61	5.6	10.8
3	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.3	12.2
4	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
5	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
6	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
7	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
8	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
9	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
10	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
11	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
12	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
13	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
14	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
15	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
16	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
17	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
18	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
19	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
20	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
21	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
22	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
23	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
24	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
25	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
26	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
27	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
28	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
29	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
30	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2
31	北	5.6	10.4	-1.3	61	5.8	11.2

図7 気象月報画面(部分)

表1 機 器 構 成

1. センサー類

- 1) 風向・風速：風向風速計（太田計器 No.111-420-T, 気象庁検定付き）
風速 プロペラ型周波数式、測定範囲 0～70m/s, 精度 10m/s以下の場合 ±0.5m/s以下,
10m/s以上の場合 ±5%以下
風向 飛行機型矢羽根ポテンショ式、測定範囲 0～540度、精度 5度以内
- 2) 日射量：精密全天候日射計（英弘精機 MS-801, 気象庁検定付き）
感度 7mV/kW·m⁻², 応答速度 2.5秒、波長範囲 305～2800nm, 内部抵抗 500Ω, 精度 ±1.5%以内
- 3) 日照時間：回転式日照計（英弘精機 MS-091, 気象庁検定付き）
回転数 100回転/時、しきい値 120W/m², 波長範囲 0.3～3.0μm
- 4) 気温：通風式温度計発信器（小笠原計器 TS-3D1, 気象庁検定付き）
抵抗素子 Pt100Ω, 階級 JIS A級, 通風速度 約5～6m/s
- 5) 露点温度：通風式露点温度計（英弘精機 MH-030F）+同変換器（英弘精機 MI-070D）
測定方式 塩化リチウム塗布式、測定範囲 -40～60°C, 測温抗体 ニッケル測温抗体、出力抵抗 500Ω, 精度 ±0.5%
- 6) 降水量：雨量計（英弘精機 MW-010, 気象庁検定付き）
測定方式 転倒マス型、受水口径 200mmφ, 出力信号 0.5mm/1パルス, 精度 ±0.5%
- 7) 地中温度計：白金測温体（チノー R903-3L）
抵抗素子 Pt100Ω 3線式、階級 JIS A級、測定温度 -50～150°C
地表面下 1cm, 10cm, 30cm, 50cmの4ヶ所に設置
- 8) 移動式温度計：白金測温体（チノー R903-3N）
抵抗素子 Pt100Ω 3線式、階級 JIS A級、測定温度 -50～150°C
気象観測露場より100mの範囲内で任意の場所に設置可能

2. データ収録部

- 1) データロガー（チノー GC310）
アナログ入力 10点、デジタル入力 8点、72時間分のデータ保持
- 2) パソコン（日本電気 PC9821Xa10, メモリー/40MB, HD/1GB)
OS:Windows NT Server Ver4.0.
データ収録・処理プログラム（データロガーよりデータ収録、データ処理、各種帳票作成、
htmlファイル、ftpファイル作成）
時刻同期プログラム（TimeSync利用）
- 3) 光磁気ディスクドライブ（メルコ MOS-230）
素データ保存用、230MB

3. LAN関係

データ収録部と研究棟内ワークステーションとは光ケーブルで接続
(FUJIKURA OG-LAN×2C-LAP, 約200m)

4. 遠隔モニター部

- 1) パソコン（日本電気 PC9821Xa10, メモリー/40MB, HD/1GB)
OS:Windows NT Workstation Ver4.0.
データ収録部（パソコン）モニター・操作プログラム（Remote Desktop Ver2.02）を利用
停電監視プログラム
- 2) 光磁気ディスクドライブ（メルコ MOS-230）
230MB

5. その他

- 1) 無停電電源（山菱電機 SCONSIP-2000IFR）
常時インバーター給電方式、入力 AC100V、出力 AC100V 2kVA、切り替え時間 同期無瞬断、バッカアップ時間 100%負荷60分間、小型自家発電機接続可能
- 2) 避雷器
電源用保安器（サンコー社 RP-100）、計測回路用保安器（同 SP-EI）、半導体用保安器（同 SP-MW-3）

表2 観測データの処理方法

気象データはロガーのタイマーにより毎分収録し、素データは光磁気ディスク(MO)に記録される。データ処理は原則として「地上気象観測統計指針(気象庁、1990)に準拠し、以下のように集計処理される。

1. 日界

日界は24時とする(0:00~24:00を1日とする)。

平均風速が0.2m/s未満の場合は風向は「-」で表示する。

2. 相対湿度

温度-飽和水蒸気圧対応表により気温および露点温度の飽和水蒸気圧を求め、相対湿度を計算する。

3. 気象日報(正時値)

1) 平均風向、平均風速

風向は16方位で表わし、正時を含む前10分間の平均

2) 瞬間最大風速

前1時間の最大瞬時値

3) 気温、露点温度、相対湿度、地中温度、(移動式) 温度計

正時の瞬時値

4) 3) の最高、最低

前1時間の最高瞬時値、最低瞬時値

5) 降水量、日照時間、日射量

前1時間の積算値

3. 気象日報(日集計)

1) 平均

毎正時値(24データ)の平均

2) 最高、最低

当該日の極値

但し、風向の最高は最多風向

3) 積算

当該日24時間の積算値

4) 風向頻度

当該日全データの方位別割合

4. 気象月報

気象日報(日集計値)を用いる

5. 気象年報

気象月報の月合計、月平均、月最大、月最小を用いる

6. 欠測値の扱い

日報において以下の扱いをする。

1) 平均

集計範囲内の欠測値が2割以下の場合には、観測値の平均で代用し、平均値の後に「」)をつける。(例 13.4))

集計範囲内の欠測値が2割を超える場合には、欠測とする。

2) 最高(最大)

集計範囲内に欠測値があり、それが最高値である可能性が高い場合には、極値の前に「」)をつける。

(例 ≥ 22.5)

但し、最高値が観測されていると判断される場合には、極値を最高値とする。

3) 最低

集計範囲内に欠測値があり、それが最低値である可能性が高い場合には、極値の前に「」)をつける。

(例 ≤ 8.5)

但し、最低値が観測されていると判断される場合には、極値を最低値とする。

4) 積算

集計範囲内に欠測値がある場合には、積算値の前に「」)をつける。(例 ≥ 15.5)

但し、欠測値が積算値に影響を与えないと判断される場合には、観測された積算値をそのまま用いる。

5) 最多風向(風向の最高の欄)については欠測処理を行なわない。

月報については欠測表現を行なわず、備考欄に「欠測のある日の集計値については日報を参照」とコメントをつける。

7. 任意時間間隔によるデータ集計

オペレーターの指示により、指定の時間間隔で指定項目データを素データより抽出し、瞬時値、平均、積算値、最高値、最低値をCSV形式でフロッピーディスクに出力する。

TDRによる層状土壤の水分と塩類濃度の測定

清沢秀樹

三重大学生物資源学部

Time Domain Reflectometry Measurements of Water Content and Solute Concentration
of Layered Soils

Hideki Kiyosawa

Faculty of Bioresources, Mie University

1. はじめに

TDR (Time Domain Reflectometry)法は、土壤中に埋設されたプローブに高周波電磁パルス (特性周波数 : 100MHz~数 GHz) を与え、その伝播速度から誘電率を求めて土壤水分量を算出する方法である。これによると水分量の経時変化を連続測定でき、さらにその電磁パルスの減衰から土壤の電気伝導度や溶質濃度が得られるとされている。しかし、層状をなす不均質土壤や高塩類土壤では、測定結果の信頼性が低くなることも指摘されている。そこで、本研究では水分量と溶質濃度を変えた様々な層状土壤を作り、TDR テスターにより出力波形を求め、導かれる水分量や電気伝導度の値を検討した。

2. TDR 測定法の原理

TDR 法を土壤水分計測に応用する試みは、1970 年代後半に主にカナダの研究者によって始められ¹⁾、80 年代半ばには電気伝導度計測の可能性も認識された²⁾。その後、圃場計測のためのマルチプレクサーラーやコンピュータソフトの開発が続き、現在では多様な用途に対応する新型プローブや、安価な専用機の開発が盛んである。その間、この測定法の基本原理に関する優れたレビューが繰り返し刊行されている³⁾。ここでは、TDR 信号波形から、土壤水分量と土壤溶液の電気伝導度を計算する方法を簡単に述べる。

Fig.1 に概念的に示すように、TDR 装置から発進したステップ状の高周波電磁パルス

は、同軸ケーブルを経由して土壤中に埋設されたプローブ内に入り、終端部から反射して発信装置まで戻り、さらに反射を繰り返して往復する。その間、インピーダンスの不整合部では部分的な反射が起こり、土壤の導電性のために信号の減衰も生じる。

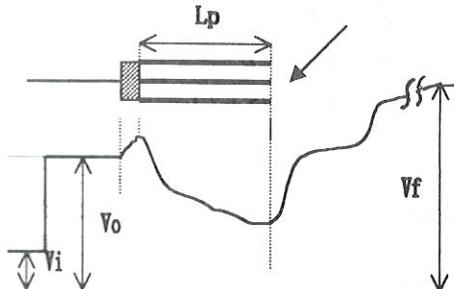


Fig. 1 TDR プローブと波形の関係

Fig. 1 の波形の横軸は時間を表し、縦軸は電圧に比例している。この時、プローブ周囲の土壤の誘電率 ϵ は、次式で求められる。

$$\epsilon = \left\{ c \cdot t_s / (2 \cdot L_p) \right\}^2 \quad \dots (1)$$

ここに、 c : 真空中的光速、 L_p : プローブ長、 t_s : 電磁波が L_p を往復する時間。

また体積割合で表した土壤の水分量 θ は、

$$\theta = f(\epsilon) \quad \dots (2)$$

となる。関数 f は、土壤の種類や構造等によ

る度合が少なく、Topp の経験式¹⁾

$$\theta = (-530 + 292\varepsilon - 5.5\varepsilon^2 + 0.043\varepsilon^3) \times 10^{-4} \quad \dots(3)$$

が今もしばしば普遍関数として利用されている。しかし、最近ではこの関数が粘土量や有機質含量によって変化することも知られており、正確を期すには個々の土壤について検定が必要である。

土壤の電気伝導度 σ については、これまで様々な計算法が試みられ、実証的な検討が繰り返されてきた。最近では、信号の高周波成分が十分減衰したと見られる $t \gg 10t_s$ での電圧値 V_f (Fig. 1 参照) を利用し、そこでの反射係数

$$\rho = (V_f - V_0) / (V_0 - V_i) \quad \dots(4)$$

から次式を用いて、土壤の抵抗値 Z と電気伝導度 σ を導くのが普通である。

$$Z = Z_0(1 + \rho) / (1 - \rho) \quad \dots(5)$$

$$\sigma = K_p T_c / Z \quad \dots(6)$$

$$T_c = 1 + \alpha(25 - T) \quad \dots(7)$$

ここで、 V_0 : ステップ状信号電圧、 V_i : 初期電圧、 Z_0 : 同軸ケーブルのインピーダンス、 K_p : セル定数、 T_c : 温度補正項、 α : 温度補正係数、 T : 地温 (°C)。

K_p は、 σ が既知の溶液によって求めておく。また、(7) 式の α の採りかたは研究者により若干異なるが、いずれも溶液電気伝導度の温度係数に近い値 (≈ 0.02) を用いて、 25°C の σ に換算している。

(6) 式で土壤の σ を求めれば、土壤溶液自身の電気伝導度 σ_w は、Rhoades ら⁴⁾ が示した次の関係式に基づいて推定できる。

$$\sigma = \sigma_w \theta \tau(\theta) + \sigma_s \quad \dots(8)$$

ここで、 σ_s : 絶乾時 ($\theta = 0$) の σ 、 $\tau(\theta)$: 土壤間隙の屈曲の影響を表す関数。Rhoades らは $\tau(\theta)$ を θ の一次式、

$$\tau(\theta) = a\theta + b \quad \dots(9)$$

で表している。(8)(9)式の σ_s や係数 a 、 b は、様々な水分状態の σ 、 θ と σ_w を同時に測定して求められる。この中で、 σ と θ は上記の TDR 測定で容易に得られるが、乾燥土の σ_w を直接測定する方法は確立されておらず、水分が多い領域で求めた a 、 b の値を、低水分域でもそのまま準用する場合が多い。

3. 実験方法

測定には TDR ケーブルテスター (Tektronix, 1502C) を用い、その出力をノート型パソコンに取り込んで解析した。(1)式の t_s や(4)式の V_f 等の値は、波形を半自動的に解析する TACQ プログラム (USDA-ARS) によって求めた。プローブとしては、径 3mm のステンレス製 3 線型⁵⁾を作成した。プローブ間隔は 2.5cm とし、長さは土壤容器深さに対応して、14.5cm(一層用)、29.4cm(二層用)、39.2cm(三層用) のものを用いた。

供試土には、三重大学付属農場内の丘陵地から採取した砂壠土を用いた。この土壤を炉乾燥したのち、純水または様々な濃度の CaCl_2 溶液で水分調整し、乾燥密度が $1.32 \sim 1.35 \text{ g/cm}^3$ になるように一様に詰めた。容器として内径 10.8cm、長さ 15cm の無底塙ビ管を用い、上下両端をパラフィン系フィルムで覆った。二層以上の供試体を測定する場合、このような試料を重ね、フィルムをプローブで貫いて測定した。なお、水分量や電気伝導度が著しく異なる層の影響を精査するため、深さ 2.5cm の土層も作成した。

また、TDR による σ と比較するため、電流供給用と電圧測定用の電極を別にした四電極法⁴⁾ による σ も求めた。この場合の電源周波数は 1 kHz とした。

3. 実験結果と考察

(1) TDR 法による水分量

Fig. 2 には、単一層について TDR 法で測定し(3)式で計算した水分量と、105°C 炉乾法に

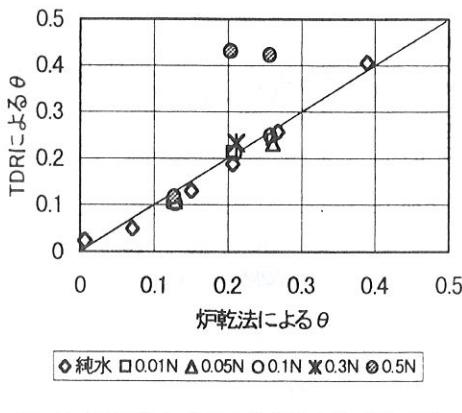


Fig.2 TDR 法による水分量測定値（単一層）

よる値の比較を示した。これによると、混入した CaCl_2 溶液濃度が低い場合は、TDR 値は炉乾法の値と ± 0.02 以内ではほぼ一致している。しかし、混入溶液が 0.5N と高くなると、 $\theta > 0.2$ では TDR 法で正しい値が求められない。

Fig.3 にはこの場合の TDR 波形を示した。高濃度での θ が正しくない原因は、信号の減衰によるプローブ先端部の不明瞭化であることは明らかである。電気伝導度の測定結果を考え合わせると、本実験の場合、 θ の測定限界はおよそ $\sigma < 2\text{dS/m}$ となる。しかし、この限界値はプローブの形状や長さ、適用電圧等にもよると考えられる³⁾。

Fig.4 には、2 層および 3 層の場合の TDR 測定値を示した。この図の横軸は、各層の厚さを重みとした炉乾法の θ の平均値である。各層の水分量は、純水添加土では $\theta = 0.07, 0.13, 0.27$ であり、 CaCl_2 溶液土では $\theta = 0.13, 0.27$

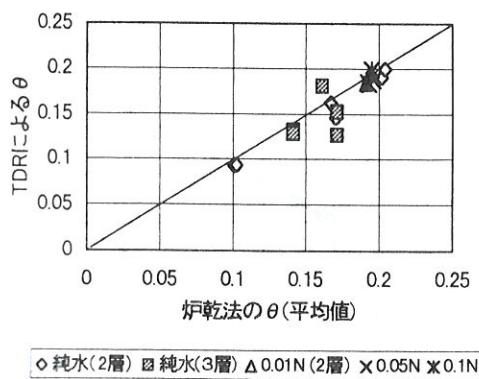


Fig.4 層状土壤の水分量測定値

とし、それぞれの組み合わせを測定した。TDR 法によると、層状土壤の平均水分量にはほぼ等しい値が得られることがわかる。ただし、上下層の水分量差が大きく、下層が乾燥している場合には、TDR 値は実際の値より小さくなる傾向を示した。これは、湿潤土から乾燥土中へと信号が進む際、インピーダンスの増加によりプローブ先端より手前で波形が立ち上がり、プローブ先端位置が曖昧になるからである。

(2) TDR 法による電気伝導度

Fig.5 には、均一層について TDR 波形から求めた σ_t と、4 電極法による σ_e を比較してある。両者の間に $r^2 = 0.99$ という高い相関はあるが、 $\sigma_t = 0.79 \sigma_e$ となり、値は一致しない。この原因として、二つの測定法では異なった周波数帯を利用していることがあげられよう。また、水分測定が困難な $\sigma > 2\text{dS/m}$ の土壤も、電気伝導度測定では問題とならなかった。

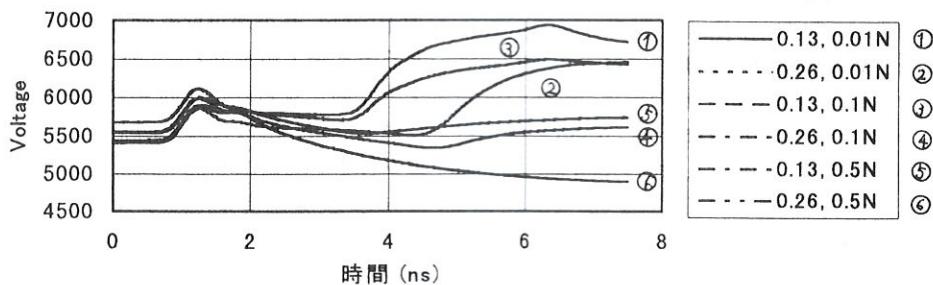


Fig.3 均一層の TDR 波形 (CaCl_2 添加土)

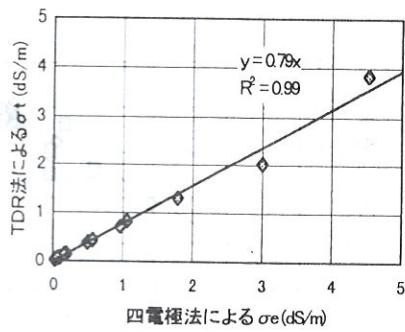


Fig. 5 TDR 法による電気伝導度 σ_t (単一層)

Fig. 6 では、上下二層の場合の TDR 法による σ_t と、各層の厚さを重みとした单層の σ_t の平均値を比較している。図には、① 添加溶液濃度一定で水分量を変えた場合、② 水分量一定で溶液濃度を変えた場合、③ 水分量と溶液濃度を共に変えた場合を併せて示した。いずれも、TDR 法による σ_t は、各層の σ_t の平均値にほぼ一致している。ただし、同じ組合せを上下逆にすると、下層の σ_t が大きい設定の方が、逆の場合より 10~15% 程度、測定値が大きくなる傾向を認めた。

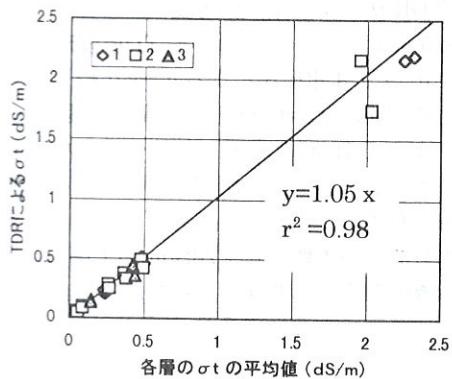


Fig. 6 層状土壤の電気伝導度 (二層)

1. $\theta = 0.13, 0.27$ の組合せ

CaCl_2 : 一定 (0.01, 0.05, 0.1, 0.5N)

2. CaCl_2 : 0.01, 0.05, 0.1, 0.5N の組合せ

θ : 一定 (0.13, 0.27)

3. θ と CaCl_2 濃度をともに変えた組合せ

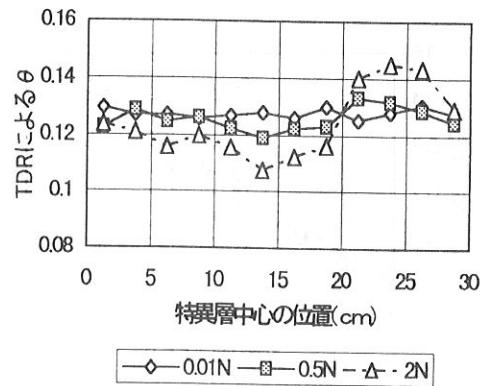


Fig. 7 特異層 (2.5cm 厚) を含む場合の θ
(全層厚 30cm, $\theta = 0.13$; 特異層以外 0.1N :
 $\sigma_t = 0.15$ dS/m、特異層 0.01N : 0.029 dS/m、
0.5N : 0.72 dS/m、2N : 3.0 dS/m)

(3) 特異層深さの影響

Fig. 7 は、30cm の全土層の中に、 σ が異なる厚さ 2.5cm の特異層を入れ、その層の位置を変えた場合の TDR で求められる水分量を示す。この場合、特異層を含めて全土層の水分は一定 ($\theta = 0.13$) となるよう調整した。特異層の σ が他の層の 20 倍のとき (2N CaCl_2 添加土)、TDR による測定値に最大 $\pm 15\%$ 程度の誤差が含まれる。すなわち、特異層がプローブの中央付近のとき最小値、先端から 1/6 程度のとき最大値をとる。一方、特異層の σ が他より小さい場合 (0.01N 添加土) には、変動巾は小さいが上記とは逆の傾向が現れ、この変動が測定誤差によるものでないことを示している。

Fig. 8 は、このような特異層が電気伝導度の値に与える影響を示している。 σ_t への影響は θ の場合ほど顕著でないが、2N CaCl_2 添加土では、この特異層がプローブ先端近くにあるとき最大値をとる。このことは、Fig. 6 の上下二層で見られた傾向とも符合している。ただし、2N 溶液の特異層を含む場合、 σ の重み付き平均値は 0.39 dS/m となり、測定値 ($\approx 0.2\text{dS/m}$) とはかなり異なる。この原因としては、特異層の厚さが薄いことや、他の層の σ との差が著しく大きいことが考えられる。すなわち、TDR による測定値が各層の

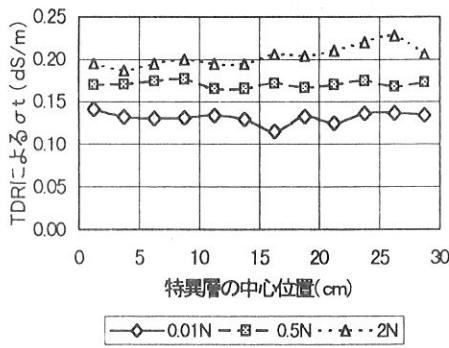


Fig. 8 特異層 (2.5cm 厚) を含む場合の σ_t
(Fig.7 と同一波形による測定値)

平均値と一致しない可能性も示され、今後の精査が必要と思われる。

(4) 土壌溶液の濃度

Fig. 9 は、水分調整時に用いた CaCl_2 溶液濃度と、TDR 法で測定した σ_t の関係である。土壌水分量が一定のとき、両者には線形関係が成り立っている。本実験で用いた希薄溶液では、電気伝導度は濃度にほぼ比例するから、Rhoades らの (8)式が成り立つとすれば、土壤溶液の濃度と添加溶液の濃度は比例関係にあることが分かる。またこれらの直線において、 σ_t 軸切片は純水添加時の σ_t を表わし、土壤内に以前から存在した溶質を溶かした値と考えられるので、(8)式の σ_s は $\theta = 0.13$ の場合の値 0.012 dS/m よりさらに小さくなろう。

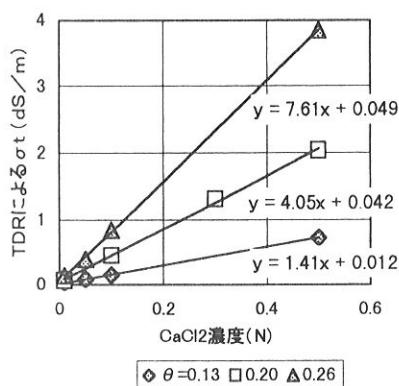


Fig. 9 添加 CaCl_2 濃度と土壤電気伝導度

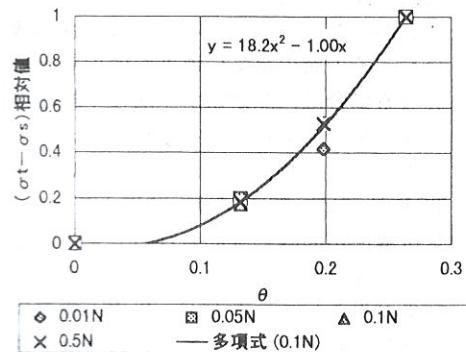


Fig.10 $(\sigma_t - \sigma_s)$ と θ の関係

($\theta_0 = 0.27$ のときの値に対する相対値、 $\sigma_s = 0.005$ dS/m)

(8)(9)式によると、溶液濃度が等しい土壤について、次式が成り立つ。

$$\frac{\sigma_t - \sigma_s}{\sigma_{t0} - \sigma_s} = a' \left(\frac{\theta}{\theta_0} \right)^2 + b' \left(\frac{\theta}{\theta_0} \right) \quad \dots (10)$$

ここで、 θ_0 : 基準にする水分量、 σ_{t0} : θ_0 のときの σ_t 。また、 a' 、 b' は(9)式の a 、 b と次の関係にある。

$$b/a = \theta_0 (b'/a') \quad \dots (11)$$

Fig.10 は、 $\theta_0 = 0.27$ としたときの(10)式の左辺の値と θ の関係を表わしている。 σ_s は回帰二次曲線と各点の隔たりが最小になるように決めてある。これらは、溶液濃度が異なっても、ほぼ一つの曲線上に並ぶ。図中の回帰式より $a' = 1.33$ 、 $b' = -0.27$ が得られ、 $b/a = -0.055$ を得る。ここで、土壤溶液の電導度を添加溶液の値で近似すれば、 $a = 1.9$ 、 $b = -0.10$ が得られ、TDR による電気伝導度より、土壤溶液濃度が求められることになる。

4. まとめ

以上のように、TDR 法によって得られる層状土壤の水分量や電気伝導度は、プローブ

周囲の長さ方向の平均値に、かなり近いことがわかった。しかし、特異層の厚さが薄い場合や、その層の電気伝導度が他の層と著しく異なる場合は、測定値が全層の平均とは見なせない場合もあることを指摘した。

このような検討課題は残されているが、TDR法では一組のプローブにより水分量と電気伝導度が同時に求められること、電極-土壤間の接触状態にあまり影響されず安定した結果が得られることなど、従来の電気的方法には無い利点がある。これらの特徴を踏まえ、TDR法を活用して土壤内の水分や溶質移動の測定法を確立することが、土壤-植物間の相互作用をはじめ、各種圃場の蒸発散量測定など、今後の農業気象研究の発展にも重要と思われる。

25: 2367-2376

引用文献

- 1) Topp, G.C., J.L. Davis, and A.P. Annan 1980; Electromagnetic determination of soil water content: Measurements in coaxial transmission lines. *Water Resour. Res.*, 16, 574-582
- 2) Dalton, F.N., W.N. Herkelrath, D.S. Rawlins, and J.D. Rhoades 1984; Time domain reflectometry: Simultaneous measurements of soil water content and electrical conductivity with a single probe, *Science*, 224, 989-990
- 3) Dalton, F. N. 1992; Development of time-domain reflectometry for measuring soil water content and bulk soil electrical conductivity, in *Advances in Measurement of Soil, Physical Properties: Bringing Theory into Practice*, 143-167
- 4) Rhoades, J.D., P.A.C. Raats, and R.J. Prather 1976; Effects of liquid-phase electrical conductivity, water content, and surface conductivity on bulk soil electrical conductivity. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 40, 651-655
- 5) Zegelin, S.J., I. White and D.R. Jenkins, 1989; Improved field probes for soil water content and electrical conductivity measurement using time domain reflectometry. *Water Resources Research*,

気象条件を活かした岐阜県の花き生産

足立和久

岐阜県農業技術課専門技術員

Flower production with taking full advantage of climatic conditions in Gifu Prefecture

Kazuhisa Adachi

Subject Matter Specialist, Division of Agricultural of Agricultural Technology
Gifu Prefecture Government

1 はじめに

本県は、地勢的には古来より「飛山濃水」と言われるように、木曾・長良・揖斐の三大河川をはじめとする豊かな水に恵まれた温暖な美濃の平坦地と、日本アルプスの山並み連なる冷涼な飛騨の山間地に大別でき、標高差を利用した様々な農業生産が営まれている。

花きについては、切花ではバラ、キク、トルコギキョウ、ユリなど、鉢物ではアナス類をはじめとした観葉植物、シクラメン、シンビジウムなどが生産されている。さらに、西南濃地域のアナス類、本巣・揖斐地域のバラ苗、東濃地域のシクラメン種苗などは全国的にも特色ある産地となっている。

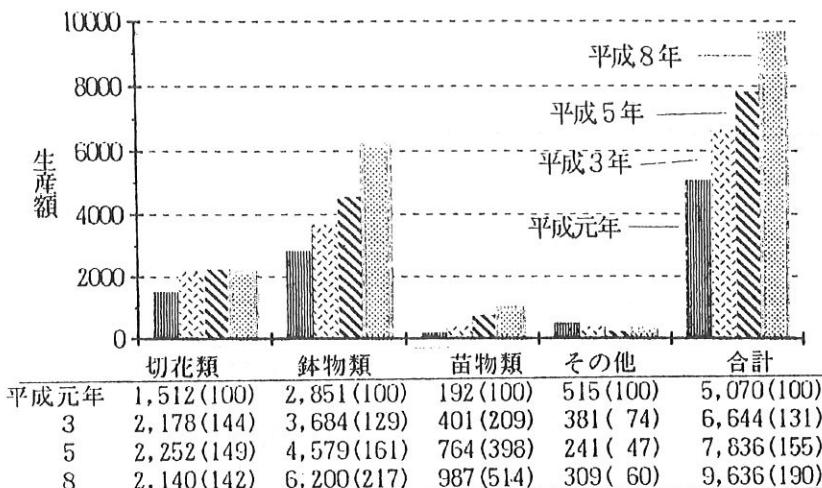
平成に入ってからの花き生産の推移を生産

額からみると、総生産額では平成元年に約50億円であったものが、平成8年には約96億円と約2倍に増加した（第1図）。特に増加の著しいのは鉢物類の約5.1倍と苗物類の約2.2倍である。平成8年の花きの総生産額に占める割合では、鉢物類64.4%、切花類22.2%、苗物類10.2%、その他3.2%となり、鉢物類が非常に高い比率を占めており、これが本県の大きな特徴となっている（第2図）。

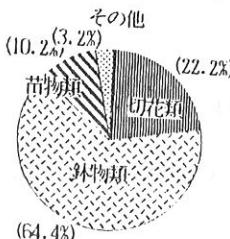
2 各地の気象特性

広く考えれば気象条件のすべてが花き生産の品質と開花に影響するが、その中でも温度は特に影響が大きいものと思われる。

第3図は本県の代表的な岐阜、恵那、高山の平均気温の変化を示したものである。花き

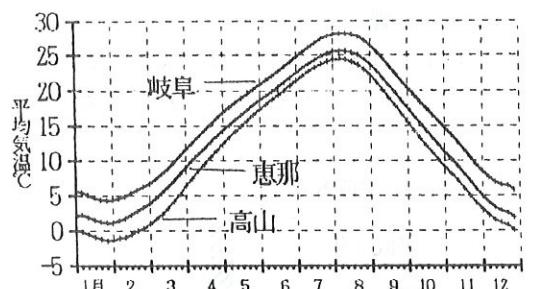


第1図 岐阜県の花き生産額の推移
(単位: 百万円)



第2図 種類別生産比率(平成8年)

の種類によって生育適温は異なるが、一般的に15~25℃を生育適温、5~15℃を低温による生育抑制域、また25℃以上を高温による生育抑制域、5℃以下を低温による株枯れ・生育障害発生域としてみると、高山のような高冷地においては冬期に低温障害を受けるが、5月中旬から10月初旬までは生育適温域の中にあり、夏の高温障害等の心配はない。逆に平坦地の岐阜においては、1月上旬から2月上旬の1か月ほどの厳寒期を除けば、冬期に戸外で越冬させることもできるが、7月上旬から9月上旬までは高温障害を受ける心配がある。



第3図 岐阜・恵那・高山の平均気温の変化

3 地帯別の花き生産

適地適作と昔から言われているように、特に露地栽培においてはそれぞれの地域の気象条件に適した品目が生産されている。しかし、近年では施設化し暖房することにより温度条件の不利面を克服し、有利販売に結びつける生産が行われる傾向にある。

本県を平坦地と中山間地に大別し、主要な

品目の作付け面積の状況を平成8年のデータからみると以下のようである。なお、平坦地と中山間地は大まかに第4図に示すように分けた。

(1) 切花

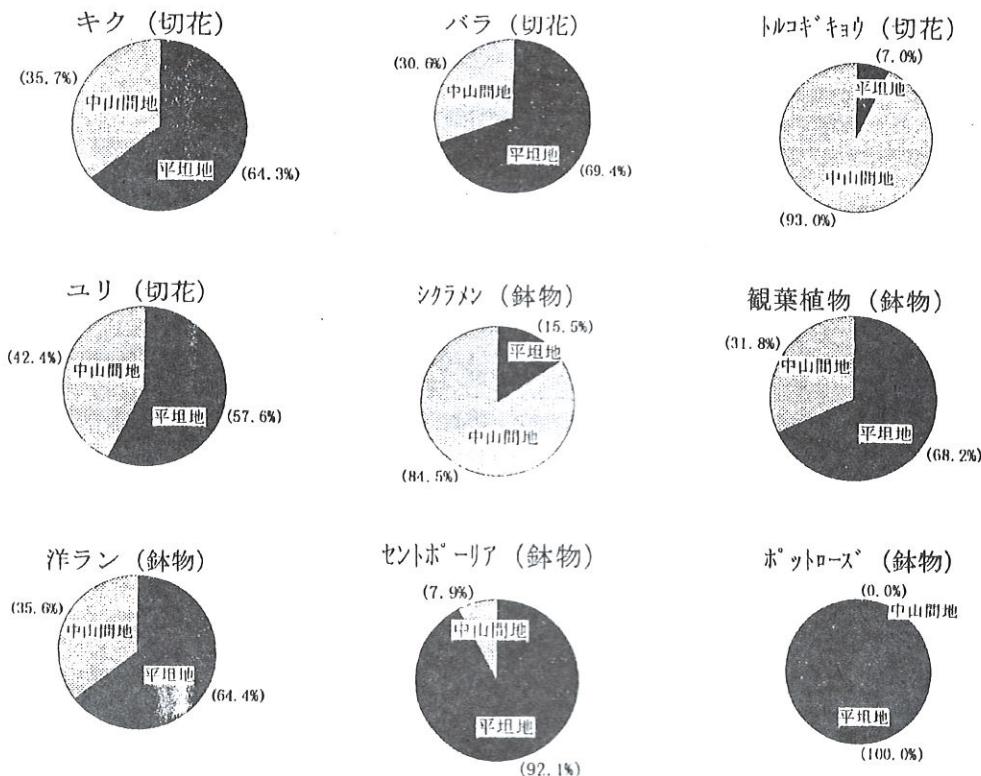
- キク … 平坦地が64%、中山間地が36%である。平坦地では露地の秋ギクを中心に、中山間地では夏秋ギクが栽培されている。夏秋ギクにおいては開花期に降水量が多く、品質の低下を防ぐために雨除けのパイプハウスを利用した栽培が取り入れられている。また、中山間地での夏秋ギクは、夏期の冷涼な温度条件を生かして品質の高いキクが生産されている。

- バラ … 平坦地が69%で、中山間地が31%の作付けであるが、バラについては雨に当たると品質が極端に低下するとともに、病害虫の発生も多くなることから平坦地、中山間地ともに露地栽培はなく、すべて施設栽培である。また、生育適温から夏秋切り型は中山間地を中心に、冬切り中心型や周年型は平坦地を主体とした地域で生産されている。

- トルコギキョウ … 平坦地が7%で、中山間地が93%とほとんどが中山間地での栽培である。これはトルコギキョウの生理生態から安定した良質な切花を得るには、中山間地の気候が適することと、平坦地での秋から春



第4図 岐阜県の概略図



第5図 主要品目の作付け面積比率（平成8年）

にかけての生産技術が経営的に確立されていないことによると考えられる。

- ・ユリ … 平坦地と中山間地の栽培比率はほぼ半々である。ユリについては、平坦地では春から初夏にかけて、中山間地では夏から秋にかけて生産されており、それぞれ高温を避けた作型で行われている。

(2)鉢物

- ・シクラメン … 平坦地が 16 %で、中山間地が 84 %と大半が中山間地での栽培である。シクラメンは夏期の高温に弱く夏越し栽培管理上むずかしいので、鉢物としては他の品目とは異なり、中山間地での栽培が大半を占めている。

- ・観葉植物 … 平坦地が 68 %で、中山間地が 32 %である。観葉植物の中には比較的高い温度で生育良好な品目が多いために、暖房経費の少ない平坦地での栽培が多くなっている。
- ・洋ラン … 平坦地が 64 %で、中山間地が 36 %である。洋ランは品目によって生育適温が異なり、シンビジウムのように比較的低温で

も栽培できるものは、中山間地でも多く栽培されているが、その他の品目については平坦地で栽培が多くなっている。

- ・セントポーリア、ホットローズ … この2品目については中山間地での栽培はほとんどなく、平坦地のみでの栽培となっている。これらは温度管理のみで周年生産が可能なため暖房経費の関係から平坦地での栽培が有利なためである。

4 おわりに

農業では、気象条件を考慮しない生産はあり得ない。地域の気象条件に適した生産体系を採用するのが最も合理的であるが、経営的に考えた場合は施設化して不利な温度条件を克服して生産する必要も生じてくる。いずれにしても経営的に採算がとれなければ意味がないので、地域の気象条件を最大限に活用した生産技術を確立し、低コスト・良品質生産に向けて努力する必要があろう。

岐阜県の気象条件を活かしたトルコギキョウの周年生産

宇治原清尚

岐阜県農業総合研究センター

A year-round production of *Eusotoma grandiflorum* taking advantage of the climate in Gifu.

Kiyohisa Ujihara

Gifu Agricultural Research Center

1 はじめに

トルコギキョウは色彩が豊富で、日持ちがよく、時代にマッチした品目として最近急激な勢いで生産が増加しており、キク、バラ、カーネーション、ユリに続くメジャー品目となりつつある。岐阜県においても10年前から導入され、高冷地を中心に夏の花として生産が伸び、全国でも有数の生産地となってい る。

では生産量は少なく、安定した周年生産は行われていない。特に低温で、日照量が少ない12月から2月にかけては高品質な切り花が難しい状態である。最近の傾向としては、7月から9月は減少傾向になり、10月、11月、4月、5月、6月が増加傾向にあり徐々に夏の花から、周年型の花へと作期が分散しつつある。

2 岐阜県の気候とトルコギキョウ生産

トルコギキョウの原産地は北アメリカ南部で、海岸部から高標高地帯まで3種が分布している。図2に示すように、高標高の原生地のコロラドの気温は、現在栽培が盛んな高山市の気温によく似ており、平坦部のテキサスは岐阜県の平坦部の、岐阜市の気温によく似ている。

気候的にみて、岐阜県は標高が高く、夏でも冷涼な飛騨地域から、平坦で冬も日照量が多く比較的温暖な美濃地域まで変化に富んでいる。この気象条件を活かし、県内からトルコギキョウを周年生産する事は、可能で

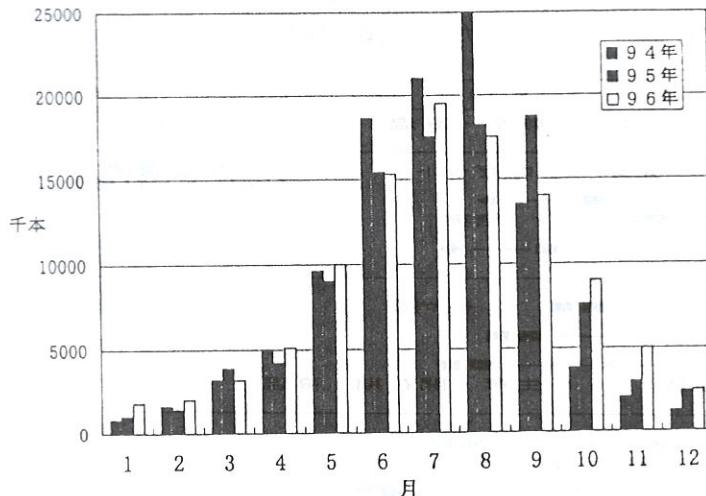


図1 トルコギキョウの月別出荷数量（全国）

「花き流通月報」より

図1に示すように、トルコギキョウの生産は、7月から9月が多く、12月から4月にかけた。

ある。図3に高山市と岐阜市の日照量を示した。

岐阜市では、平坦部の栽培期間である9月から3月にかけても非常に日照量が多く、恵まれた地帯であるといえる。

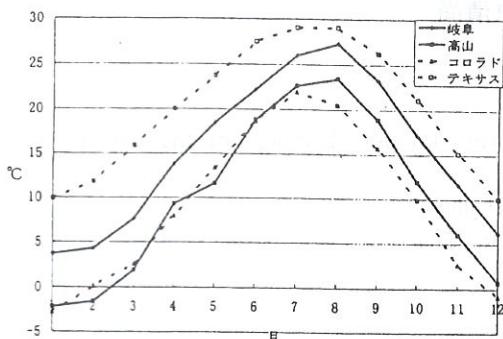


図2 原生地と岐阜の気温の比較

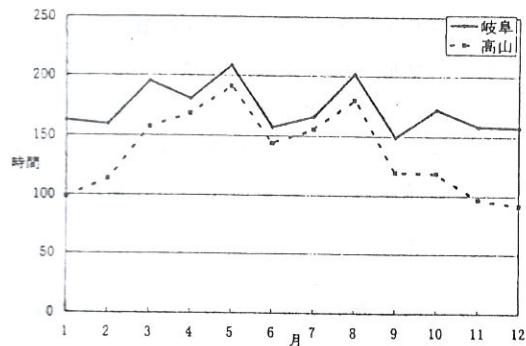


図3 高山市と岐阜市の日照時間

3 トルコギキョウの生態的特性

トルコギキョウは図4に示すように、温暖な雨期に発芽し、その年はロゼット化し冬を越し、低温遭遇後、翌年開花する。ロゼット化は発芽から生育初期の高温によって引き起こされる。そのため高冷地の作型では低温期に発芽させ、ロゼットに入らせないで生育させ、高温期に開花させるため、比較的容易に栽培することが可能で、ほぼ栽培技術は確立されている。

4 トルコギキョウの周年生産の問題点

トルコギキョウの10月から6月にかけての生産は、高温期に播種し、低温期に開花させる作型のため、次のような問題点がある。

- (1) 高温期に育苗するとロゼットになる。
- (2) 高温長日期には早期花芽分化により、切り花品質が低下する。
- (3) 低温少日照期には、栄養成長を続け、開花が進まず、一齊開花しない。
- (4) 高温性の作物で燃料費がかさむ。

特にロゼットの問題は重要であったが、夜冷育苗や苗の低温処理技術の開発で解決がなされ、この技術により周年栽培が可能になったが、品質や経済的な面ではまだ、多くの

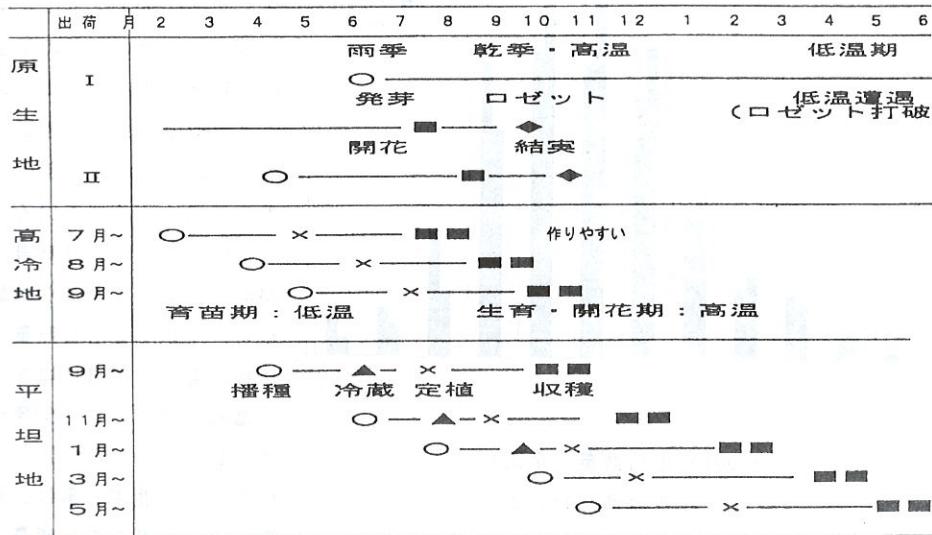


図4 トルコギキョウの生態と作型

問題も残されている。

そこで、現在取り組んでいる周年栽培技術について報告する。

4 高温期定植におけるロゼット回避と品質向上

5月から8月頃に定植すると、温度が高く日長が長い時期のため、生育の初期に花芽が分化してしまい、栄養成長が十分できず草丈が短く、貧弱な切り花になってしまう。ロゼット回避のため、冷蔵処理を行った苗を定植後8時間日長となるよう、短日処理を行うと表1のように、開花日が遅くなり、切り花

表1 短日処理の効果

品種	試験区	開花日 月/日	切花長 cm	切花重 g	着花節 節	茎太 mm	花数
ニュースモール レディ	無処理 短日	9/30 10/21	54.1 89.8	36.4 83.6	12.2 17.0	3.3 5.6	14.6 16.9
ホーリーホワイト Ⅲ号	無処理 短日	9/20 10/23	54.9 88.3	34.8 92.3	11.6 17.1	3.5 5.9	11.2 15.1

播種: 4月12日、冷蔵処理: 10℃、定植7月25日、短日処理: 30日

長が長く、ボリュームのある草形となり品質が非常によくなる。

表2に示すように高温期に育苗するとロゼットに入るが、15%のロゼット率から100%まで、その程度は品種間差が大きい。高

表2 短日処理による再ロゼット

値はロゼットになった割合 単位: %

品種名	種苗会社	無処理	冷蔵処理	冷蔵+短日
ニュースモールレディ	M	1.5	0	0
ホーリーホワイトⅢ	M	1.5	0	6.0
マイティスカイ	M	2.5	0	9.1
* PS	O	3.5	0	3.0
* ポーラスホワイト	M	3.5	1.2	2.2
* エクセルダークマリン	M	5.0	4.1	1.00
ホーリーバイオレット	M	5.5	1.6	1.00
マイティレディ	M	6.0	0	5.6
パティードレス	T	6.5	0	9.2
あずまの薫	S	9.0	0	9.2
* エクセルブリーズ	M	9.5	1.6	1.00
* エクセルライトピンク	M	9.5	5.0	1.00
* ブラチナバイオレット	D	9.5	9.5	1.00
* キングオフスナー	S	1.00	7	1.00
* つくしの雪	S	1.00	2.8	1.00
バイカラーパープルE	D	1.00	7.8	1.00

* : F1品種 M:ミヨシ O:農研研センター T:タキイ S:サカタ D:第一園芸

播種: 4月12日、冷蔵処理: 10℃、短日処理: 30日

温育苗した苗を10℃、35日間低温処理を行うと、ロゼットはかなりなくなるが、無処理でロゼット率の高かった品種は低温処理を行ってもロゼットが打破されにくい傾向が見られた。

前に述べたように、高温長日期の定植では早期開花してしまうため、冷蔵苗を定植後短日処理を行うと、切り花品質が向上する。ところが、ほとんどの品種が、冷蔵処理苗を定植後、8時間日長となるよう短日処理を行うと、冷蔵処理後ロゼットに入っていた品種でも、かなりの高率でロゼット化してしまい切り花ができなくなってしまう。しかし、中には、ニュースモールレディのようなロゼ

リトにならない品種もある。

このように、冷蔵処理により、ロゼットを回避できても、品質向上のための短日処理により、再ロゼット化してしまうのでこの問題を解決するためにジベレリン処理を検討した。

20℃のクーラー育苗を行った場合、定植後短日処理を行うと高率でロゼットになるが短日処理をしないと全くロゼットに入らない。また、短日処理をしてもジベレリンの散布によりロゼットが回避される。トンネル内の換気を行ってもロゼットすることから、短日条件は、ジベレリンの生成を阻害すると推測される。

ところが、28度の高温で育苗した場合、ジベレリン処理を行っても、ほとんどロゼットに入ってしまう。このように低温で育苗し、ロゼットに入っていない場合は、ジベレリンの散布は、ロゼット回避に効果があるが、完全にロゼットに感応した場合には、ジベレリンの散布効果は見られない。

28℃で育苗し、冷蔵処理を行った後に定植すると、ほとんどロゼットは見られないが短日処理を行うと、前にも述べたようにかなりの割合でロゼットに入る。

しかし、表3に示すように、冷蔵苗を定植後、短日処理を行い、ジベレリン25 ppmを散布することによりほぼ完全にロゼットが回避できる。

表3 ジベレリンによるロゼット回避

処理	GA処理	20℃育苗	28℃育苗	28℃+冷蔵
短日	25 ppm 2回	0	83	0
	1回	0	100	0
	無処理	66	100	25
短日換気	25 ppm 2回	0	100	2
	1回	0	100	0
	無処理	61	100	45
無処理	25 ppm 2回	0	75	0
	1回	0	75	0
	無処理	0	100	3

ロゼットの段階と係数：
無=0 軽微=0.25 中=0.5
激=0.75 完=1
数値はロゼット発生段階の割合に係数を乗じた値

品種：5月30日、冷蔵処理：10℃、短日処理：30日；品種：あづまの波

このことは、育苗期に高温に遭遇するとジベレリンの活性が低下し、ロゼット状態に入るが、低温処理を行うことによりジベレリンの活性が復活すると考えられる。その後、高温状態で短日に遭遇すると再びジベレリンの活性が低下すると考えられ、外部からのジベレリンの供給がロゼット回避に効果的に働くと考えられる。

5 短日低温期における開花促進

10月後半から12月にかけての定植では花芽分化期が低温短日になるため、栄養成長を続け、草丈が異常に長くなり、早期出

表4 電照による開花促進

値は収穫割合 単位：%

電照期間	3月		4月					5月			
	20	25	1	5	10	15	20	25	1	5	10
12/10~12/30					16	16	21	16	11	16	5
12/30~1/20	3	22	22	12	19	15		3			
1/20~2/10	6	21	45	12	12			3			3
2/10~3/1			8	8	16	50	8	4	8		
12/10~3/20	31	54	14	7	4						
12/30~3/20	21	65	3	3			7				
1/20~3/20		8	17	36	33	3	3				
2/10~3/20		4	12	38	19	19			8		
3/1~3/20				6	13	33	33	3	6	3	
電照無し					18	25	29	25	4		

品種：10月9日、定植12月4日、品種：あづまの薔

荷ができるない。表8は、期間をずらして電照を行った場合の収穫時期を表したものである。定植後、1週間目から20日間の電照では、電照の効果は、ほとんど見られないが、定植1ヶ月後から20日間の電照では、無電照に比べ、約1ヶ月収穫時期を早くすることができ電照開始時期を遅らせるに伴い、開花も遅くなつた。

電照開始から3月20日まで連続電照した場合も、定植1週間目からの電照と1ヶ月後からの電照では、あまり差がなく、花芽分化に感應するには、ある程度の大きさに育っていることが必要と思われる。

6 まとめ

夏の花であるトルコギキョウを周年栽培しようとすると、数々の問題点がでてくる。しかし、気象条件を最大限に生かし、トルコギキョウの生理生態を解明し、うまく操作する事により周年生産は可能になると思われる。

品種改良も飛躍的に進んでいるが、現在はまだ、形態的な育種が中心に行われており、今後、生態的な育種が進めば、簡易な技術で周年栽培が可能になってくると思われる。

ロゼットしない品種の育成は、高温期の育苗を、飛躍的に簡略化する事ができ、冷蔵施設が不要となり、育苗期間も短縮ができ、コストダウンや育苗の失敗をなくすことになる。トルコギキョウは高温長日で花芽分化するが、四季咲き性のトルコギキョウが出現すれば、常に一定の品質の切り花ができるようになると思われる。

岐阜県の気象と施設

坂井田洋司

揖斐川工業株式会社

Weather and cultivation structures in Gifu prefecture

Yoji Sakaida
Ibigawa kogyo Co., LTD

1.はじめに

岐阜県には大別して、飛騨地方と美濃地方の2つの地域があり、それぞれ施設園芸に対して大きな気象上の課題を持っている。

それは、飛騨地方の冬期における積雪と美濃地方の夏期における高温である。飛騨地方の積雪は施設自体の崩壊という問題であり、美濃地方の高温は作物への生育障害をひきおこす。

ここでは、それぞれの地方における問題解決への試みを実例を挙げて報告する。

従来この地方では積雪対策として、パイプハウス等の簡易設備を用い積雪期には被覆を取り扱ってしまう方法をとっている。しかし近年 通年生産型施設が園芸育苗目的で多数建設されている。これらの施設の積雪対策は、施設を単棟構造とし屋根面に積もった雪を軒下に滑落させるものである。この方式では、大降雪時に軒下の除雪が必要で大きな労働負担となっている。さらに大型施設では除雪スペースを確保するために、近年普及してきた合理的な搬送システムを採用しづらくなっている。

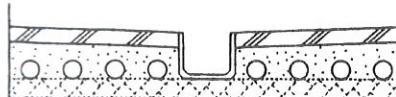
2. 飛騨地方の積雪対策

表1は施設園芸基準における東海地方の各地域の最大積雪である。再現期間 30 年で比較しても、他の県に対して岐阜県の積雪深が大きく、県内でも飛騨地方の高山市が美濃地方の岐阜市の約 2 倍の 101cm と飛び抜けて大きいことがわかる。

表1 東海地方の最大積雪深(施設園芸基準)

県名	地名	積雪深(cm)
岐 阜	岐 阜	4 9
	高 山	1 0 1
愛 知	名古屋	2 0
三 重	津	1 1

図1 融雪配管施設



設定表面温度 3 °C
必 要 热 量 233kcal/m² hr (- 10 °C)

図1は高山市近郊の清見村にある大型園芸育苗施設に採用したロードヒーティングによる融雪施設である。通常融雪施設は井水等を利用するが、本地域は山間部であり水源の確保が難しいため施設暖房用の温湯を熱源にしている。単棟温室を3棟結合した配置で搬送システムを採用し、配置上除雪不能となっ

た各棟の谷部にこの融雪方式を適用している。この融雪配管は、外気温度零下 10 °C で日降雪量 40cm の条件で設計し、制御は配管内の湯温制御として通常は 5 °C 降雪時 60 °C で運用している。

結果は良好で、適用した区域はシーズンを通じて積雪がみられず問題を解消している。また降雪時でも、特に大きな降雪時以外では 5 °C の設定で十分な効果を得ている。

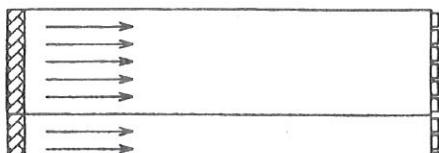
3. 美濃地方の高温対策

美濃地方は夏期に高温になる日が多く、最高気温が連日 35 °C 程度となる。この地方で多く採用されている連棟温室では風通しが悪いこともあって遮光をして天窓を開けても、温室内が 40 °C 以上になってしまい作物に生育障害が起るのが普通である。

岐阜県ではこの問題に対して、気化熱を利用した冷却システムであるパッド アンド ファン システムが 10 年程前から採用され、現在では鉢花の生産施設を中心にかなり普及している。

図 2 は美濃地方の池田町内にある園芸育苗施設でのパッド アンド ファン システムの実施例である。この施設ではプラグ(セル成型)苗を生産しており、特に夏期の高温時における苗の徒長を解決するためにこのシステムを採用している。システムのスペックは下記の様であり、制御は温室内気温度 25 °C で起動するようにして運用している。

図 2 パッド アンド ファンの実施例



・温室内形 (4 連棟ガラス温室)

・間口 13.0m 奥行き 44.625m

・遮光

外部遮光カーテン 遮光率 50%

・システムスペック

1, 換気能力 3.6m³/m²

2, パッド面積 1.8m × 13m / 棟

3, 起動温度 25°C

図 3-1 外気と温室内気の最高温度 (1995 年 8 月)

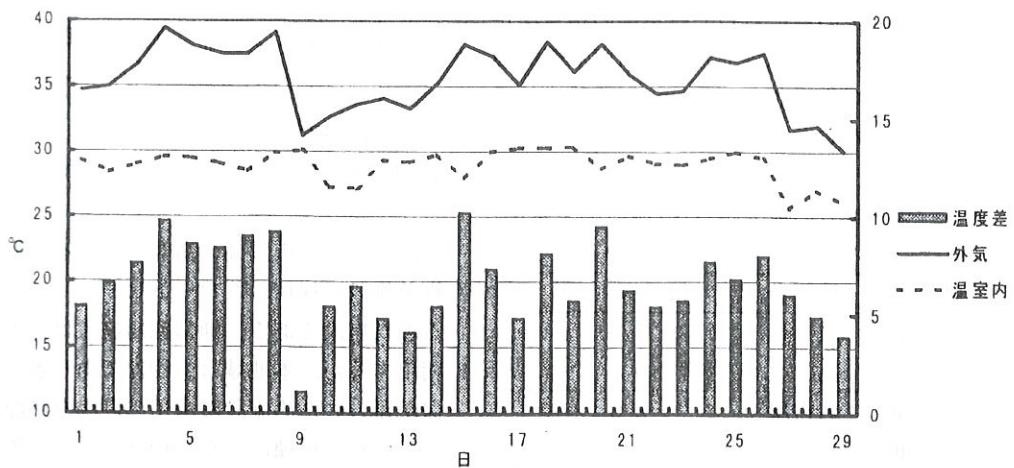


図3-2 外気と温室内気の最高温度（1997年8月）

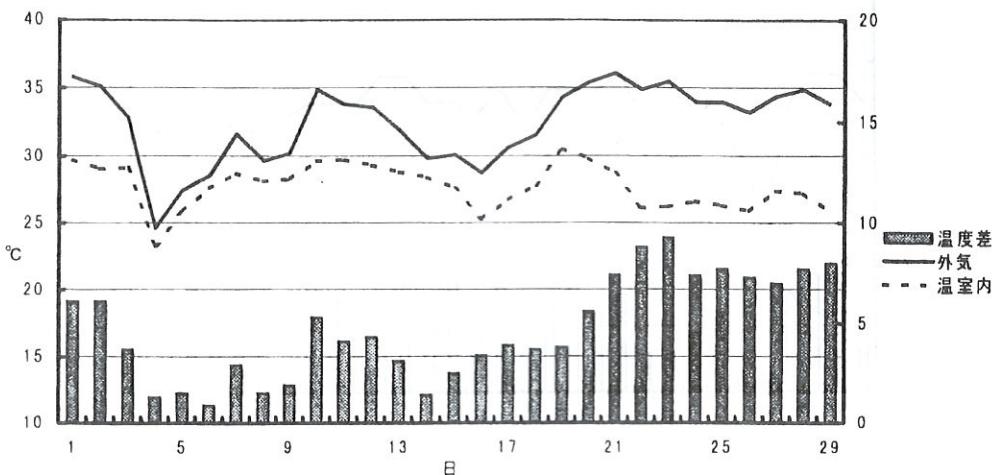


図3-1は1995年の8月における外気温と温室内気温の1日の最高温度とその温度差を表したものである。ここでの外気温は温室に設置した複合環境制御機のセンサーによる値であるため、実際の気温とは異なる。また、日によって温度差が異なるのはこのシステムが化熱を奪うことによって冷却しているため、外気の温度に大きく影響を受ける為である。

1995年は猛暑の年でありこのデータでも8月4日に39.4°Cの最高外気温を記録している。パッドアンドファンシステムの冷却効果は外気温が高くなるほど大きくなり、8月16日には外気温38.2°C 温室内気温28.0°C 温度差10.2°Cという記録もある。

この年のそれぞれの平均値は、外気温35.6°C 温室内気温29.0°C 温度差6.6°Cであった。

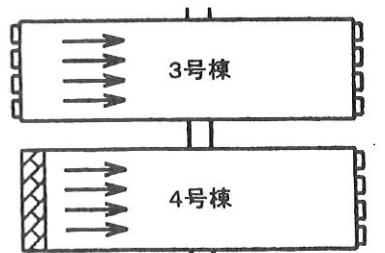
図3-2は1997年8月のデータである。この年は前半は天候不順の為効果がでていないが、8月20日以降天候が回復し外気の最高温度が35°C程度で安定すると7~9°Cの冷却効果が認められた。

この施設は1991年から稼働しているが夏期に温室内が30°C以上になることがほとんど

なく、高温による問題は皆無である。

図4は前者と同様にプラグ苗を生産している温室であるが、同一規格の温室に異なる冷却システムを採用している為、効果の比較を行うことができる。

図4 冷却システムの比較



・温 室 形 状 (単棟ガラス温室) 共通

間 口 12.0m 奥行き 40.0m

・遮 光

外部遮光カーテン 遮光率50% 共通

・3号棟 強制換気システム

1.換気能力 2.9m³/m²

2.ファン連動吸気口 4基

・4号棟 パッドアンドファンシステム

1.換気能力 4.1m³/m²

2.パッド面積 1.8m × 12m

図5 冷却方法の違いによる最高温度の比較（1997年8月）

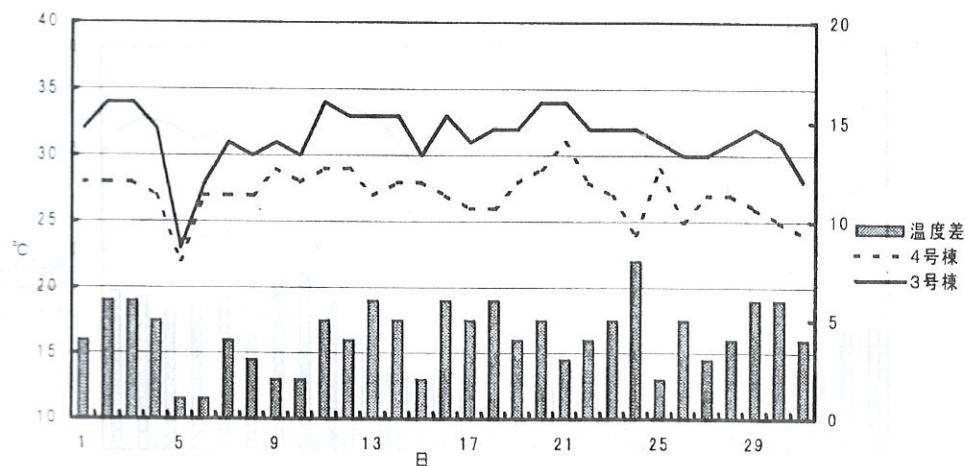


図5は1997の8月における3号棟と4号棟の温室内気温の1日の最高温度とその温度差を表したものである。この2棟の温室は冷却のシステム以外はまったく同一構造で、しかも隣接しているため温度の違いは冷却システムの能力の差ということができる。パッド アンド ファン システムを装備した4号棟が強制換気システムを装備した3号棟に比べ、外気温が高い時程温度が低くなる結果となり、それは晴天時に顕著になった。3号棟と4号棟には3～7°Cの温度差があり、この年の最高温度の平均値は3号棟31.4°C 4号棟27.1°C 温度差4.3°Cであった。

この他の温室でも同様な結果を得ており、実用面では岐阜県の園芸特産物であるセントポーリアの秋の出荷時期がパッド アンド ファン システムの導入後約1ヶ月早まった実績がある。また、セントポーリア以外のミニバラ・カラソコエ・プロメリア等でも夏期に生育が止まらないといった結果を得ている。

4. おわりに

ここでは岐阜県における2つの地域に特徴的な気象問題に対する施設としての対応を紹介したが、さらなる改良を試みている。融雪配管では省エネのための制御方法を検討しており、パッド アンド ファン システムでは過湿問題を低減させる制御方式を最近の設置例に採用している。また高温対策としてはパッド アンド ファンに夜冷用クーラーを組み合わせて設置しその効果を確認中である。

今後の施設園芸では、従来不回避と思われた気象上の問題を積極的に解決し、より高度の生産を目指すことが必要であると思われる。

先進的施設を活用した鉢物花き生産（フローラギふOKI）

臼田浩道

岐阜県伊奈波農業改良普及センター

Potted Flower Production in an Advanced Greenhouse

Hiromichi Usuda

Inaba Agricultural Extension Service

1. フローラギふOKIの概要

(1) フローラギふOKI

近年、鉢物の量販店での販売が増加し、大量注文に対応できる生産の大規模化が求められてきた。一方、岐阜市農業協同組合が事業主体となり大規模花き団地を作ることと土地の高度利用を図る計画が持ち上がった。

この計画は農協が土地をまとめ温室を建設し、生産者がリース利用することにより、少ない投資額で大規模生産が行えるものであった。また、鉢物としてはカランコエを対象に検討された。それはカランコエが周年生産が可能で施設利用率が高いこと、生産者が栽培技術を持っていたこと等が理由である。

種田氏が中心となり国井氏、今井氏の3名が温室利用組合フローラギふOKIを結成した。

(2) 施設の概要

先進的施設はムービングベンチと複合環境制御設備により施設利用率を向上と生育コントロールを行うものである。

① 主な施設設備

- ・栽培温室 7, 371 m²,
- ・その他作業室、事務室 126 m²
- ・底面給水式ムービングベンチ (1.5×5.4m)
660台
- ・ポッティングマシン 1台、
- ・用土混合機 1台、ポットセッター 1台
- ・二重カーテン
- ・(寒冷紗60%遮光、サニーコート)

・温度、湿度、照度による複合環境制御

・暖房方式

熱交換パイプ式による温湯暖房

・バットアンドファン方式による冷房装置

・液肥混入機 2液比例混入方式

2. 先進的施設を活用した生産体系

先進的施設利用の経済性を高めるためには単位面積当たりの生産性を高めることが必要である。そのための方法をについて以下に述べる。

(1) 作付け体系

74aの連棟ハウスを周年的に利用するため1年間を50週に分け1週ごとに作付けを行っている。これにより年間50作型となり1年を通じて安定した出荷体制を確立している。(図1参照)

(2) カランコエの開花調節

カランコエは短日植物であり、開花調節が容易にできるため周年栽培に適している。

花芽分化誘導の限界日長は12.5時間であるので長日条件下では短日処理で花芽分化を確実に行い、短日条件下では暗期中断で生育確保を行っている。また、花芽の生育は25°C前後で最も順調に行われる。

(3) 日長と温度の管理状況

上記のカランコエの生育調節の概要は次の通りである。

①期間9月10日～4月15日

22時～1時(電照による暗期中
断)

②期間3月～10月

17時～8時(9時間日長の短日処理)

③温度管理

・冬季 加温設定20度 換気設定25度

二重カーテン開閉手動

・夏季 クールセル設定25℃

(シェード室23℃) 寒冷紗開閉手動

8月の月間平均気温はクールセルの活用により外気温より約2℃室温を低く保つ事が出来た。(図2参照)

3. 省力設備の効率的活用(表1参照)

(1)定植準備作業の省力化

用土混合機、鉢詰め機(ポットセッター)及び用土詰め機(ポッティングマシン)の導入により定植までの準備作業が大幅に削減された。(341→229hr/10a)

(2)かん水作業の省力化

660台のベンチがそれぞれプールになっており、プールに水を溜めることによりかん水を行っている。これによりかん水、施肥管理を含めた作業時間が省力された。(189→129hr/10a)

(3)鉢移動作業の省力化

温室の特徴として13連棟に660台のムービングベンチ(1.5×5.4m)を備えている。このムービングベンチは自由に温室内を移動できる。施設内の栽培ローテーション、出荷をスムーズに行うため図3のように施設を分け、生育ステージに応じてベンチを移動するようしている。このことにより従来鉢を移動するときは人が運んでいたものを鉢をベンチに乗せたまま移動できるため鉢移動作業が大幅に省力化された(605→286hr/10a)。

月	1	2	3	4
作業名	V — ▲ — × - 《		》 — ※※	
	挿し木	摘心	短日処理	出荷
	鉢上げ			

図1 10.5cm鉢サイズの作型

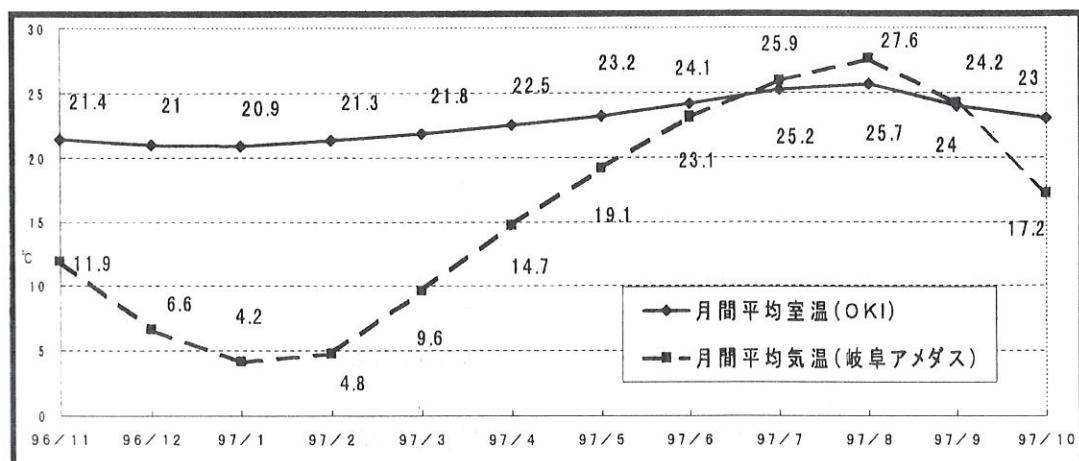


図2岐阜アメダス気温と温室内温度推移

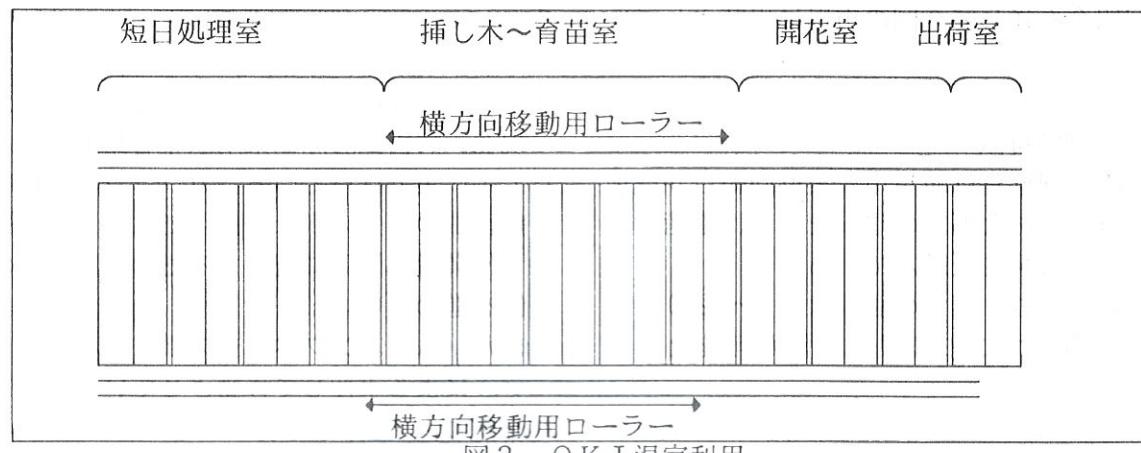


図3 OKI 温室利用

表1 10a当たり労働時間（平成8年度）

作業名	作業時間		A/B (%)	作業別にみて労力節減をした点
	A	B		
撒し木	501hrs	568hrs	8.8%	土詰め機による省力
用土づくり	14	19	7.4	用土ミキサ-利用による省力
定植	215	322	6.7	鉢入れ機による省力
鉢移動	286	605	4.7	移動ベッchesによる省力
かん水・追肥	129	189	6.8	底面給水による省力
光線・温度管理	7	95	7	環境複合制御による省力
その他管理	115	189	6.1	
病害虫防除	21	95	2.2	
暖房管理	7	95	7	
出荷	1,662	1,249	13.3	※面積当り生産量が多いため作業時間が長い
計	2,958	3,424	8.6	

※Aは実際の労働時間、Bは県の標準技術体系の数字

ローラーを利用した出荷台にケースをのせて色の組合せを行い軽作業化が図られ、出荷効率が高まった。

また、生産物は岐阜花き流通センター農業

(4)出荷準備の効率化

カラソコエは赤色、黄色、ピンク色、白色等を組合せて1ケースとして出荷する。

協同組合を通じて全国の市場に出荷されている。

4. 経営の特徴

この共同経営は岐阜市農業協同組合が農地の取りまとめと温室の建設を行い、生産者組合とリース契約を結んでいる。

これにより、3戸の農家は80～200万円の出資金でこの規模の経営が可能となった。

また、組合員3人のうち2人は各自でも経営を行っておりフローラギふOKIでの労働時間は1,000時間程度である。パート、従業員を有効に利用しながらこの経営を行っている。

また、3戸の農家の所得は各自の経営と併せて岐阜市の所得目標1,000万円を達成している。

雇用労働者1人当たりの生産額が966万円で岐阜市鉢物花き平均約600万円と比べて非常に高くなっている。

資本回転率は5ヶ月、資本生産性は6,69円と他の生産業と比較しても見劣りしない。

このように労働生産性が高く、少ない投資額であるため、この規模では考えられないほどの低いリスクで花き生産を行っていることがフローラギふOKIの最大の特徴である。

また、OKIの経営スタイルは今後の農業の展開方向の可能性を示していると思われる。農協が資金を出し、地主が土地を提供し、雇用により労働力を確保し、生産者が技術を駆使することによって生産・経営を行っている。従来の農業スタイルである、お金、土地、労働力、経営を農家が自ら提供し自己完結する農業から一步踏みだした新しい経営体である。

る。

4. 今後の課題

現在、病害虫防除は薬剤散布を動噴を利用して手作業で行っている。カラシコエは比較的病害虫の発生の少ない品目ではあるが、省力と作業者の健康に配慮するため防除設備の整備を進めたい。

また、ムービングベンチの横方向移動はローラーによる手押しで移動させているが、これを動力化することも省力化のために検討の余地がある。

複合環境設備で得られる温度、湿度、照度等データを最大限活用した技術の開発により、生産効率を高めコストの低下を図っていくことが大切である。

雨よけ栽培の開発と原理

二ツ寺 勉

元 岐阜県高冷地農業試験場

Development and principles of horticulture with rain avoidable facilities

Tsutomu Futatsudera

Gifu Highland Agricultural Research Center

(Former head of experimental department)

昭和30年代後半に入つて長野県では、夏から秋にかけて販売する高冷地野菜の生産が急速に伸びた。その頃飛騨地域でも生産意欲が高まり、昭和41年には県高冷地農業試験場に高冷地そ菜試験地(久々野町標高800m)が設置された。県では昭和43年から7年後を目標に園芸共販百億円達成事業が実施され、当地域の共販実績1億円のとき、8億円の割当てがあった。計画は露地栽培であり、降水量が多く、耕地の大部分が水田で標高500~700m地帯にあるため、畑地造成が進んだとしても目標達成は至難であった。そこで県高冷地農試(標高500m)において、関係者総意により米俵どりの水田へ導入できるハウス栽培の研究を急ぐことになった。

確立されたパイプハウス利用の雨よけ栽培の技術体系は、農林水産省野菜試験場の指導により、正式名称として、「冷涼地ハウス栽培」 "Vinyl house culture in cool summer region" を提案した。大型ビニルハウスが各地に普及するとき、このハウス栽培が山間冷涼地にも広く普及することを願つて名付けたものである。

1 作物及び施設

作物は冷涼な気候を好み、集約的で、市場取扱い高の大きいトマト、ホウレンソウを選んだ。後者は昭和43年に当地域の露地夏まきで既に21haの作付けがあった。

施設は間口5.4mのパイプハウスとし、灌水

は矢野散水式とした。トマトのカラー鋼管支柱はすれ果防止に有効であった。施設は当時10a当たり100万円を要し年間収入に匹敵した。現在は連作されているが、連作障害や雪害を回避するため移動の容易なハウスとした。経費節減には主幹間隔を仕様基準より広げて50cmとし、屋根ビニルは1年間の使用を条件に厚さ0.075mmにした。矢野散水式装置は水田用水の利用で噴口の目詰りが少なく、根張り部分全体に散水ができる、また各作物に共通して利用できる。

2 技術確立の目標

トマトは裂果等の障害回避による果実品質の向上と多段どり生産安定による長期連続出荷の確立が中心となった。当時は裂果対策が北海道・東北・中部高冷地ブロックの重要な研究課題であった。また品種は大果性の強力大型東光などで、低段花房に大果が着き収穫が短期間に集中した。連作ができない作物とされ、煩雑な作業が多いため経営限度は6a程度といわれていた。従つて雨よけ栽培によってどこまで省力化できるかが重要な課題となつた。昭和46年には原種コンクールを担当、3位になつた強力米寿を使い、昭和49年から11年間、自根による連作を実証した。

ホウレンソウは品質向上と生産安定であるが、降雨に起因する立枯病の回避についてはハウス高度利用のため作付けされる夏まき栽培で、既に各地で知られていた。最も重要な

ことは、長期連続出荷のための、年4連作法と予冷出荷法を確立することであった。昭和49年から実用化技術組立試験を行ない、場内に設けたパイプハウス10棟25aを使って、栽培から出荷までの体系を4年間実証展示した。

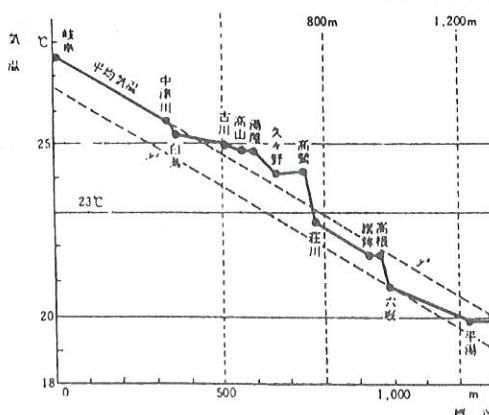
3 確立した技術体系の概要

(1) 夏秋トマトの雨よけ栽培

本県の標高500~800m地帯は8月上旬の平均気温が13~25°Cとなる(第1図)。従来はこの地帯で夏季冷涼な気候を活かす冷涼地露地栽培が試みられた。ここに組立てた技術体系は同一地帯に適用されるが、夏季冷涼な気候を活かし気象障害を排除するための灌水施設を装備するハウス栽培法である(第1表)。

作期は3月下旬~10月下旬の範囲で、育苗期には加温、生育初期と秋冷期には全体被覆を行ない保温する。これによって育苗日数は50~55日、定植から収穫始めまでの日数は40~45日で、標準生育日数は9段花房までの収穫で180~190日となり、出荷期は7月上旬~10月下旬で大幅に拡大される。

露地栽培では台風・集中豪雨などの気象災害、裂果・日焼果・尻腐果などの生理障害、更には青枯病・ウイルス病・細菌性斑点病など、品質低下及び生産不安定の要因が極めて多い。この作期は厳しい気候が移り変り、分水嶺の近くでは日本海と太平洋気候の接点となり、気象の日変化、年変化が激しい。従つ



第1図 岐阜県各地の標高(x)と月平均気温曲線の最高値(y)との関係
($y' = -0.005x + 27.8$, $y' = -0.005x + 26.8$
最高値は8月初旬の平均気温で、最高・最低の中間)

て組立てた技術体系はハウス施設と灌水施設を用いて、これらの諸障害をハウス内の管理によって排除し、生産安定と収穫物の品質向上をはかる栽培技術である。とくに毎朝、その日の天候と生育状態を見て1日当たりの灌水量と液肥量をきめ、灌水により養水分吸収の調節を行なう管理に特徴がある。

(2) 夏どりホウレンソウの雨よけ栽培

飛騨地域では昭和47年に露地栽培が87haとなり、出荷箱に500gの氷板を詰めて中京・関西市場へ出荷していた。しかし作期の拡大に伴い7~9月は生産が不安定で、立枯病による収穫皆無、降雨による品質劣化、輸送中の腐敗などが起り産地拡大の障害になっていた。

ここに組立てた技術体系は、頭上散水装置を備えたハウスで計画的に年4連作を行ない

連続出荷する栽培技術で、
予冷出荷に適応する高品質
の生産物を安定生産するハ
ウス栽培法である。

生育日数は30~50日であ
り、4月上旬~9月中旬ま
でに4回、連続して播種し
5~11月に連続出荷する。

品種は草丈の伸びより個体
重が大で調整し易い特性を
重視し、また日長と気温の
関係から晚抽性・耐暑性・

第1表 夏秋トマト雨よけ栽培の概要(1973)

月 期	5月			6			7			8			9			10		
	上旬	中	下	上旬	中	下	上旬	中	下	上旬	中	下	上旬	中	下	上旬	中	下
生産期	播種	仮植	定植							収穫								
気象灾害	1低温期(育苗期)	日梅雨期		日高温乾燥期	V霖雨期	V冷冷期												
要 因																		
防	屋根ビニール被覆												側面ビニール被覆					
雨	側面ビニール被覆																	
保																		
温	晴天時屋根ずり上げ換気												晴天時側面ずり上げ換気					
換																		
気	高温時側面ずり上げ換気												高温時側面ずり上げ換気					
換																		
水	かん水による生育調節																	
灌																		
温	かん水は種床電熱温床																	
暖																		
防	アラムシ類防除																	
病																		
害	乱形果・異常葉回避	ウイルス病・ 青枯病軽減、 異常葉回避		日焼果・尻腐 病回避、生理 落花軽減														
虫																		
防	混害の回避、病害の軽減、 品質向上、増収と生産安定、 農業散布効果の増大、 降雨時作業能率向上、袋掛け作業・マルチ等の省略、 土壤構造保持、栽培技術の単純化																	

低温伸長性を考慮し、5月15日、7月10日、8月15日、9月10日頃を境に使い分ける。

施肥法は各作物の基肥量と生育中の土壤EC値の関係から「EC値利用による連作施肥基準」を作成し、これに基いて固形肥料を主体とする施肥設計を作り実証した。年間総量は3要素とも10a当たり35kg、1作当たりでは連作順に20→10→5→0kgが目安となる。30cm以上の積雪地帯では冬季に塩類が溶脱し、EC値の高い土壤でも0.1mS以下になるので、毎年この施肥設計が利用できる。

計器蒸発量は日9mmの日があり、灌水が必要となる4mm以上の日数は8月の23日を最高に9月が11日、10月が0日で、天候が移り変わる、そこで灌水方法は1回の量を生育期前半5mm、後半10mmとし、毎朝天候と土壤、生育状況を見て行なう灌水基準とした。このほか前作終了時30~40mm、播種直後20mmの灌水を行なう。とくに生育期前半の過湿を防ぎ、雨天、曇天日と収穫5日前からは節水し、徒長を防ぐ方法とした。

品質保持については高価な生産物を使って予冷出荷の実験を重ねた。例えば雨天の実験で、露地物に比べ腐敗のみならず黄化や萎凋が遅く(第2表)、またハウス物でも収穫数日前からの灌水の有無や、井戸水と小川の水の違いで品質保持に大差を生じる。一連の実験で予冷出荷のための栽培、収穫、調整等の条件が設定され、この栽培技術体系の意義が明確になった。

4 雨よけ栽培の効果

第2表 夏どりホウレンソウ雨よけ栽培

での予冷後の品質保持効果(1976)

栽培条件	予冷後の健全葉重歩合		予冷72時間後の葉重歩合				
	24時間		48時間	健全	黄化	萎凋	腐敗
	%	%	%	%	%	%	%
雨よけ無滴	100	98	81	9	5	5	
露地雨露	96	82	55	25	0	20	
露地除湿	97	77	46	35	14	5	

注 収穫 6月19日、雨天日、24時間通風冷却

トマト、ホウレンソウとも出荷期間が長く、後者の秀品率は100%で、収穫物の品質向上、生産安定の効果が高い(第3・4表)。また生産量当たりの所要労力は節減され、パイプハウスを利用する雨よけ栽培は経済性が極めて高い。

(1) 障害回避による収穫物の品質向上と增收

雨よけによって気象災害が回避されるのみならず、定期防除の効果と相まって両作物とも病害が大幅に軽減される。またトマトの生理障害(第5表)は雨よけと灌水による土壤水分調整によって大部分が軽減または回避される。更には生育初期の保温で乱形果が回避され、秋冷期の保温で果実の肥大と登熟が促進され、品質の向上と增收の効果が一層高まるほか、生育期間が拡張される。飛騨地域では昭和49年から食味良好で箱詰労力が半減できる強力米寿を統一品種とした。この品種は諸障害に弱く各地の露地栽培で既に見捨てられていたが、雨よけ栽培で生産が安定した。

(2) 作業の能率向上と省力化

全期間ハウス内の作業となるので整地、畦立てから収穫終了までの一連の作業は適期に作業ができ、労力配分が容易となり、作業能率が大幅に向上する。

一方、病害虫の防除は定期防除を行なうが、従来の雨前雨後散布は省略される。敷わらや黒ボリマルチ、葉面散布など煩雑な作業を省

第3表 夏秋トマト雨よけ栽培による
生産安定と品質向上(1974)

試験区	10a当たり4kg入出荷箱数				秀品率 (箱数比)	平均 果重 g
	8月	9月	10月	合計		
無マルチ区	1,079	1,139	520	2,738	84	186
マルチ区	1,093	987	430	2,510	80	173
株当たり収穫果数(秀・優品が出荷対象)						
試験区	秀品	優品	裂果	病果	奇形果	小果
無マルチ区	24.6	3.4	0.6	0.2	0.1	1.1
マルチ区	23.1	4.3	1.7	0.2	0	1.2

(備考) '強力米寿'、優品は花こん部8mm以上で裂果は含まない。

いても生産は安定する。除草剤の効果が安定し除草労力が半減する。とくに品質が良く揃うため果実の箱詰め、ホウレンソウの調整、袋詰めが容易となり大幅に省力化される。

(3) 技術の平準化

諸作業は省力化されるが、更に残った作業及び技術は平易となる。定期防除や除草剤の効果が高く、施肥量の増減の影響が少ない。トマトは日焼果を生じないので、定植時に花房を畦の外側へ向けることにより収穫作業が容易になる。ホウレンソウは予冷出荷に良く

第5表 トマトの生理障害と予想される外的誘発要因

●主となる誘因 → 番号方向

障害名	日照			温度			土壤水分			その他
	多	少	変動	高	低	変動	多	少	変動	
横円果	○				●		●			生育旺盛
乱形果		●		○	●		○			
細茎徒長	○			●	●		●			受精不良
生理落花	●	○		○	●		●			細茎徒長
中段落花	●	○		○	●		●			栄養生長過多
空洞果	●	○		○	●		●			
小異常	○			●	○		●			養分不足→過多
葉	←	●	←	○	←	●	←	●	←	K欠乏/C/N低下
日焼け果	→	●	→	○	→	●	→	●	→	土壤水分・排水
尻くされ果	●	○		●	●		○	●	●	K欠乏
熱延根	○			○	●		●			Ca欠乏・多肥
ぐされ										通気不良・多肥

第4表 夏どりホウレンソウの雨よけ栽培の経済性 (1979)

栽培型	播種期及び収穫期		年間出荷量 (t)	市場単価 (円)	生産費 (K)	流通経費 (V)	所得 ax-(K+V)
	4月	5月					
直作	播種 春播	春まき	416	1,030	311	149	-32
		夏まき	336	1,468	311	137	45
		秋まき	248	1,702	312	108	2
			192	2,211	320	95	10
			212	2,364	320	109	72
			288	1,769	320	128	61
年2連作			664	1,280	332	257	261
			440	1,924	344	203	300
			480	1,946	349	223	362
年3連作			856	1,489	359	352	564
			728	1,862	367	331	658
年4連作			1,068	1,663	390	461	925
			1,064	1,738	390	468	991

（イ）アーチス社：当たりを取る。昭和50～52年の25t栽培実績である。c/sは1kg入ダンボート每段所持は万能転倒車表示を示す。

よう病の発生など新たに多くの課題をかかえており、今後一層の研究が望まれる。

適応し真空冷却による予冷出荷と共に販売計画が容易になった。また共同出荷されたものの荷姿が良く揃うほか、雇用がすすみトマトまたはホウレンソウ専作の大経営が行われるようになったのも平準化の効果といえよう。

5 適地の条件と問題点

当方の適地はトマトが標高500～800m、ホウレンソウが標高500～1,000mにある。水利や排水の良好な所で、地下補給水を均一にするためハウス周辺には深い排水溝を作る。飛騨地域は積雪があり、暴風が少ないので、雨よけ栽培の適地である。

ハウス内は気温較差が大きく夜間に結露しやすい。トマトでは水田用水を使って夕方に2回薬剤散布しただけでかいよう病が発生し、また軍手を着けて腋芽かきを行なった所だけ軟腐病が多発した事例がある。現在、トマトではしおれ症候群、ホウレンソウでは萎ら

文 献

- 1) 浜島直巳 (1968～69) 寒冷地野菜の栽培、農及園、43～44
- 2) ニツ寺勉・小池法雄・羽賀豊樹 (1976) : 寒冷地夏秋トマトの新作型設定に関する研究、岐阜寒冷地農試研報(1), 1～64
- 3) ——— (1977) : 夏どりホウレンソウの寒冷地ハウス栽培と予冷出荷技術、新しい技術(15)、農林省、105～110.
- 4) ——— (1984) : 夏秋野菜の雨よけ栽培の確立、農業技術39(1), 18～23
- 5) ——— (1985) : ホウレンソウの寒冷地雨よけ栽培、農業技術体系、野菜7道、89～104、農文協、東京。
- 6) ——— (1997) : 雨よけ栽培による高品質トマトの生産、昭和農業技術叢書(5), 669～680、農文協、東京。
- 7) 香川彰 (1997) : 高品質ホウレンソウの栽培生理、いしづえ、東京。
- 8) 西貞夫 (1984) : 野菜園芸ハンドブック、養賢堂、東京。

飛騨地域の雨よけ栽培による園芸品目の発展経過

梅丸宗男

岐阜県高冷地農業試験場

Development of horticulture with rain avoidable facilities in "Hida" district

Muneo Umemura

Gifu Highland Agricultural Research Center

1. はじめに

飛騨地域における高冷地園芸の生産は、昭和30年代まで、高山・古川盆地を中心とした高山市近郊で栽培され、地場市場や直売を主とした零細なものであった。この頃、農業経営の中心作目は水稻を主に養蚕・畜産と自給野菜や雑穀を組み合わせた経営が一般的であった。

その後、社会情勢が変動するとともに、全国の山間冷涼地においても企業的な経営が進められ、専作による大量生産とコスト低減をキヤッチフレーズに方向転換され、所得を大幅に向上すべく推進された。

昭和40年代に入って国内の生活水準も徐々に向上するとともに、消費拡大が進み、高原野菜では長野県を中心に栽培の規模拡大が行なわれ、適地適産にもとづく生産団地が生まれていった。

ちょうどその頃、飛騨地域では国道41号線の全線改修が間近かとなり、昭和38年から、京阪神の大市場へハクサイ、ホウレンソウを中心に出荷が始まった。隣県の長野県では、高原野菜の産地化が進みつつあって、飛騨地域ではそれが大きな刺激になった。

一方、岐阜県では行政施策として、昭和43年園芸団地育成事業等で「県園芸 100億円達成基本方針」が打出され、これによって研究普及、行政の担当者や市町村、農協、生産者に、園芸振興の大きな責務が果せられた。

トマトの栽培法試験は高冷地農業試験場で古くから進められてきた。昭和30年頃には名古屋市場を対象に「世界一」による産地化がはかられ、一時、30haに達したが、露地栽培のため、気象変動や降雨の影響が大きく、生産が不安定で、加工原料としての契約栽培も試みられたが、産地に至らなかつた。

そこで、これまでのトマトの課題であった気象災害、生理障害、病害等の問題を解決するため、ハウス利用による新しい作型の開発研究が試みられた。高冷地農業試験場では地域の協力を得ながら、積極的に課題化し、その成果を上げることができた。

当初、高冷地の冷涼な立地条件を生かした生産段階で、なぜハウスを設置して栽培が可能なのかという反発もあった。しかし、徐々に成果があがる中でその反発も次第に消えて評価されるようになった。

夏秋トマト及び夏どりホウレンソウの研究と現地への普及をきっかけに、メロン、キクルコギキョウ等への導入も進み、現在では果樹のモモにおいても、品質の向上や作業性で有利なことから、大きな成果を上げようになった。

トマトの共同出荷は、昭和44年に高山市で60haの栽培から再び始まった。当初は高温障害を懸念して、パイプハウスの屋根ビニールは9月に入つてから張った。昭和49年から、全期間ハウス内の管理を行なう現在の技術体

系としたが、当地方では単なる雨よけでは生産安定が望めないことから、これを「冷涼地ハウス栽培」と称し、普及をはかった。この

技術体系は、全国に普及する段階で、後に通称「雨よけ栽培」と呼ばれるようになった。

第1表 51年間の暴風日数の比較(1924~1973年)

地 方 気象台	風速階級 10分間平均 m/s	月別日数												年合計 H/50年間	5~10月 合計 H/50年間
		1月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
		H/50年間													
高山	10 ~ 15	15	27	55	100	58	4	3	7	17	7	15	7	315	96
	15 ~ 20	1		1				1	7	2				12	10
	10 ~ 15	112	138	212	174	100	52	37	54	39	54	70	94	1,136	336
	15 ~ 20	2	4	5	4	1	2	1	8	12	1	1	2	43	25
	20 ~ 25									2	1			3	3
岐阜	25 ~ 30								3	1			4	4	
	30 ~ 35								1				1	1	

岐阜地方気象台及び高山測候所の観測値を岐阜高冷地農試が整理した。

2. 飛騨地域の立地と気象条件

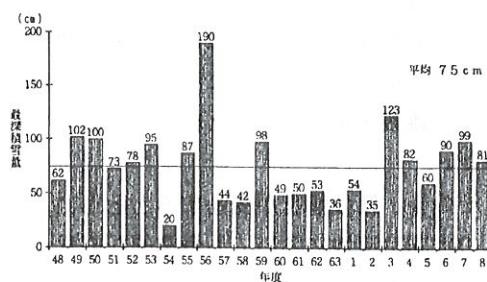
飛騨地域は、東に中部山岳、西に白山を望む内陸部で、飛騨川が太平洋へ、神通川の支流である宮川や高原川、そして庄川が日本海へ流れ、これらの河川に沿って、高山及び古川盆地が開けており、農用地が点在し、地域の93%が森林で占めている。農業生産基盤としては決して恵まれた地域とはいえない。

農用地は現在、標高300m~1,300mにあり、台風などの強風の被害も少なく、(第1表) 夏期は冷涼で昼夜の温度差が大きいため、夏秋期に生産される農産物は品質がよく、豊産となる。また、飛騨特有の山深い谷間から流れれる水は枯れることなく、旱魃による被害はほとんどない。従って、雨よけハウス内に設置する灌水施設が有效地に活きる。

気象条件は地域差があるが、古川盆地の標高約500mにおける年平均気温は11.1°C、年間降水量は約1,800mmである。また、冬期間(初雪1月22日、終雪4月1日)が長く、最深積雪は75cm(±32cm)で、1mを越える年もしばしばある(第1図)。

3. 雨よけ栽培の試験経過と普及

高冷地農業試験場におけるトマトに関する栽培試験は、昭和25年から開始され、冷涼な気候を活かしての露地栽培で産地育成が試みられた。その結果、昭和30年頃には30haまで



第1図 年度別最深積雪量 (S48~H8年)

普及したが、前述のとおり消滅した。トマトに関する試験はその後も続けられ、昭和40年からは「抑制トマトの栽培法試験」が行なわれ、裂果防止対策としてビニール被覆が試みられた。

昭和43年になって県の「園芸100億円達成事業」が始まり、昭和44年から「抑制トマトの新作型設定に関する試験」を設定し、場内に木製のビニールハウスを組立て、本格的にハウス栽培法試験を開始した。昭和46年からは、国の総合助成試験が認められ、「高冷地抑制トマトの新作型と出荷調整」の課題で3年間取組んだ。この課題で初めて、パイプハウスの導入が認められ、最終年には現在の雨よけ栽培の技術体系がおおむね完成した。

ホウレンソウは露地栽培の夏まき9月どりを中心に、昭和38年から高山市で大阪市場へ

の共同出荷が始まった。その後、栽培技術が改善されて面積が拡大し、現在、飛騨地域の雨よけ栽培の栽培延べ面積 670ha、共同出荷量6,600tに及ぶ夏どりホウレンソウの産地に発展した。

高冷地農業試験場では以前からホウレンソウの栽培試験が行なわれ、昭和42年には6月どり品種としてノーベルを選定し、作期の拡大を試みた。その後、土壌消毒や焼土による隔離ベット栽培等を試みたが、露地栽培では降雨による障害は防止できなかった。昭和46年に至ってビニールトンネル栽培で効果を見出だし、昭和47年に「夏どりホウレンソウの生産安定」の課題で、初めてパイプハウス栽培の試験を実施した。昭和49年からは、国の別枠研究「実用化技術組立試験」が認められ5年間 25aのパイプハウスを使った試験が実施され、現在の技術体系がほぼまとまった。しかしながら、年4連作の3年目頃から、生育中期に根腐れで枯死する株が認められ、4年目には第3作が大幅に減収となった。この病害は内記氏（岐大）によって「ホウレンソウ萎ちよう病」と命名された。当場では土壌消毒技術等改善試験が続けられ、連続出荷技術体系が確立された。

この雨よけ栽培は、メロン栽培にも導入され、冷涼地ハウスメロンとして定着した。また、夏咲きギクは転作田を利用して栽培されていたが、昭和54年からパイプハウスを利用して「冷涼地夏咲きギクのハウス栽培体系確立試験」を行い、昭和56年から4年間にわたって「ギクを主幹とした施設の生産性向上試験」が静岡・愛知・岐阜（高冷地農試）の共同研究として、中核試験の助成が採択され、雨よけ栽培の技術体系がまとめた。これらの成果は、洋花志向が強まる中で、トルコギキョウにも導入され、今日の生産につながっている。

一方、果樹園芸においても気象災害の回避、高品質果をねらいとして、モモの栽培で施設

化が検討され、昭和63年「飛騨モモの高品質果生産のための管理技術確立」の課題で、根域制限を主とした低樹高雨よけ栽培も開始された。

これら高冷地農業試験場の雨よけ栽培に関連した試験研究は、地域社会の変遷や消費動向、水田転作事業の推進、また、京阪神・中京市場へのルートの整備、更には、国・県・市町村の行政施策、地域の農業者や団体の積極的な取組から、これまでの年月を経て発展してきたものである。

4. 主要園芸品目の生産概要

高冷地農業試験場のエリアである飛騨地域及び郡上郡での生産の推移は、昭和47年の雨よけ栽培が開始される頃の農業粗生産額が85億円程度であったものが、23年後の平成7年には282億円となり、約3.3倍の伸びを示している。特にの中でも野菜の生産が大幅に伸び、雨よけ栽培の夏秋トマト、夏どりホウレンソウでは95億円を突破し、野菜生産全体での農協系統扱い高で約28倍と、大幅な伸びを示した。また、京阪神市場で8月に扱った夏どりホウレンソウの県別割合は、総入荷量で1,088tのうち 64%、夏秋トマトの9月扱いで48%を占めるまでに発展した（第2・3・4・5・6・7図）。

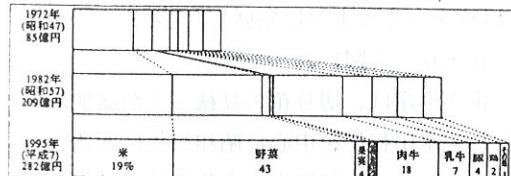
花き生産は、切り花の夏秋ギクが露地栽培として水田転作を中心に昭和42年に開始され昭和56年頃から品質向上と作業性の良さから雨よけ栽培が導入され始め、生産が安定するに従い面積も拡大した。昭和63年頃からは洋花志向も相まって、雨よけ栽培によるトルコギキョウの栽培が開始されるに至り、現在では夏秋ギクを上回る生産が行なわれるようになった。

果樹栽培では平成2年頃から高冷地農業試験場で、野菜、花きと同程度の生産所得を目指し、施設の導入による品質向上と生産安定更には、差別化商品を生み出す技術として、根域制限による雨よけ栽培を試み、現地では

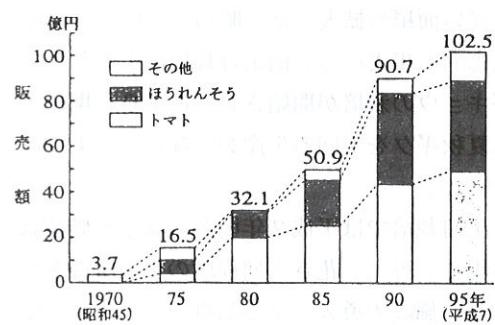
モモの施設栽培としての実証が開始されている。

5. おわりに

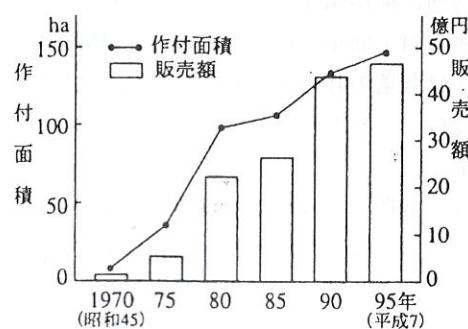
飛騨地域の標高1,000~1,300m地帯には、小さいながらキャベツやダイコンの優れた野菜生産団地もあるが、夏秋トマト、夏どりホウレンソウは共販額の80%を占め、最近の国営農地開発等が進展する中で、なお拡大の方向にある。このことは確立された雨よけ栽培の技術体系が地域に良く適合しているといえよう。雨よけ栽培の試験研究は、関係の技術者や生産者との対話の中で進められた。確立した技術は、農業改良普及センター、高冷地農業試験場、病害虫防除所が中心となって、昭和50年に技術統一のための指導書「飛騨のやさい」を発刊した。その後3年ごとに改訂し、地域の関係者が一体となって普及指導が行なわれ、普及が促進された。行政面では農業構造改善、農地開発、畜産振興、米の生産調整等の施策を通して雨よけ栽培が推進された。最も重要なことは、産地拡大に農協を中心とする生産者団体の積極的な取組みによるところが大きい。



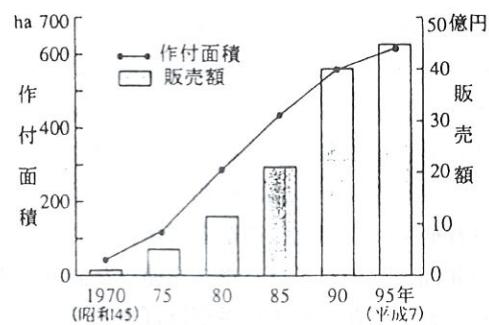
第2図 飛騨の農業粗生産額の推移(農林統計)



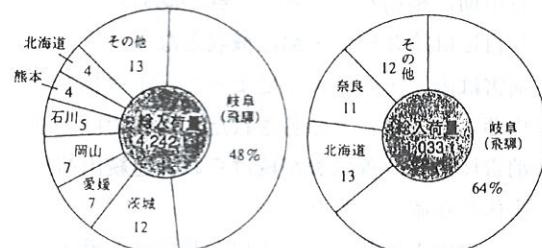
第3図 飛騨の野菜販売額の推移(農協扱い)



第4図 飛騨の夏秋トマトの面積と販売額(農協扱い)



第5図 飛騨のホウレンソウの面積と販売額推移(農協扱い)



第6図 京阪神市場で扱った夏秋トマトの県別割合(1979年9月)

第7図 京阪神市場で扱った夏どりホウレンソウの県別割合(198年8月)

文献

- ニツ寺勉・小池法雄・羽賀豊樹(1976): 冷涼地夏秋トマトの新作型設定に関する研究 岐阜高冷地農試研報(1), 1~64.
- ニツ寺勉(1984): 雨よけを含む簡易無加温施設栽培における諸問題 農林水産省野菜試 56~64.
- 岐阜高冷地農試(1975~'78): 夏どりホウレンソウの栽培体系組立試験「実用化技術組立試験報告書」, 岐阜高冷地農試, 第1~4年度.
- 岐阜高冷地農試(1996): 70周年記念誌, 岐阜高冷地農試, 1~143.
- 静岡・愛知・岐阜高冷地農試(1984): キクを中心とした施設の生産性向上に関する技術確立試験成績書, 静岡農試, 1~252.
- 梅丸宗男(1992): 飛騨地域における果樹の施設栽培への試み, 施設と園芸, (3) 76.

支 部 報 告

○平成9年度総会

平成9年8月29日(金)に岐阜県丹生川村丹生川文化ホールにて開催され、平成9・10年度役員、平成8年度の事業及び会計報告、平成9年度の事業計画と予算が承認された。

○平成9年度シンポジウム及び現地観察

平成9年8月29日(金)に丹生川村丹生川文化ホールにて開催され、「飛騨地方の雨除け栽培」のテーマで2課題の講演が行われた。また、8月29日と30日に、丹生川村および高山市近郊の施設栽培農家、農道空港、高冷地農業試験場等を見学した。参加者は28名であった。

○平成9年度研究発表会

平成9年12月5日(金)に岐阜大学大学会館にて開催され、8題の研究発表と5題の特別講演が行われた。参加者は35名であった。

平成9・10年度役員

支 部 長	新庄彬						
顧 問	江幡守衛	小沢行雄	高野泰吉	竹園尊	中川行夫	山本良三	
本部評議員	石井征亜	島地英夫	谷山鉄郎	渡辺利通			
会 計 監 査	西口郁夫						
庶 務 幹 事	清沢秀樹						
会 計 幹 事	吉岡 宏						
編 集 幹 事	岩尾憲三	島地英夫					
幹 事							
愛 知 県	岩尾憲三	島地英夫	鈴木茂敏	林 吾朗	細井徳夫		
岐 阜 県	石井征亜	松村博行	堀内孝次	田中一弘			
静 岡 県	渡辺利通	堀内正美	鈴木 富	谷 博司			
三 重 県	吉岡 宏	清沢秀樹	西口郁夫	大和陽一	谷山鉄郎		

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 〒459-8522 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

MKV

連続
4年間
展張が可能

無滴剤の
スプレーいらずで
効果
長持ち

ハウスバンドが
不要

耐久無滴農PO
だから
強い

■突き刺し、切りキズから裂け目が拡がりにくいフィルムです。 ■キリ・モヤの発生を抑えます。

耐久無滴農POフィルム

スーパーソーラームテキ[®]

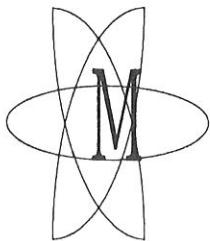
特許製品

三菱化学MKV株式会社

本社 / 〒108 東京都港区芝4-1-23 三田NNビル TEL03-5441-4722 FAX03-5441-4753

名古屋支店 / 〒450 名古屋市中区名駅3-2B-12 大名古屋ビル TEL052-565-3622 FAX052-565-3618

試薬 薬機器
丸 善
店



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

ロータリークラーによるみかん園の防除例

今までとは違う！ 手散布の1/8時間！

騒音もなく猛暑の散布からも解放されました。



農薬散布状況 熊野市新鹿 喜田 耕治氏のみかん園で撮影



東海物産株式会社

〒512-0923 四日市市高角町2997番地

TEL <0593>26-3931(代表)

FAX <0593>26-6758

M Hydroponics

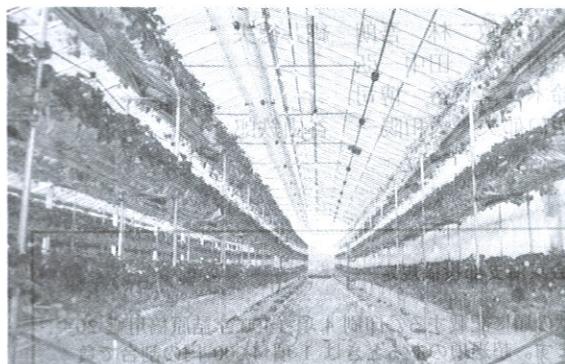


トマト栽培革命

GFMプラント
(トマト専用NFT)



- ★栽培技術の大幅簡略化(花房4段摘心による年3作方式)
- ★立体2段栽培により、収量倍増
(定植12株/坪で34.56t/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

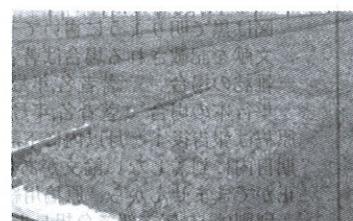
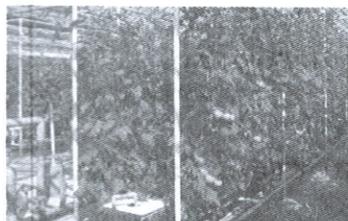


イチゴの水耕多段栽培!! 「ハートベリー」

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!!
- ★クラウンに最適な環境!!
- ★周年栽培が実現!! ★高品質イチゴ生産!!
- ★画期的な収量・高収入!!



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)2401㈹ 〒490-1414

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 〒273-0002

発行所：〒514-8507 三重県津市上浜町1515 三重大学生物資源学部内
日本農業気象学会東海支部
郵便振替口座 00840-4-26195