

良品多収のための環境管理基準の設定に関する研究 (第4報)

トマトに対する日射量に応じた夜温管理

久富時男・川島信彦・森岡和之

A Study on the Standardization of the Environmental Control for Increasing the Fruit Production of Vinyl House Crops. 4. The effect of the night temperature management system based on daily amount of solar radiation integral on the growth and yield of tomatoes.

Tokio HISATOMI, Nobuhiko KAWASHIMA and Kazuyuki MORIOKA.

I. 長期栽培、促成栽培に対する試験 (1973~1974年)

緒 言

低日射期における施設栽培トマトは、その光合成⁵⁾夜温と呼吸消費量¹⁾、夜温と光合成産物の転流動態⁴⁾からみてこの期間は光合成量にみあった生育をさせ生産を高める目的で日々の日射量に応じた夜温管理法があるという考えに至った。この日射量と夜温という2要素の関連のもとで環境要因を制御する方式は複合制御といわれている。

複合制御として現在までに実用化されているものにオランダのデルターエックス・コントローラー²¹⁾やイギリスのポーマン方式のコントローラー²²⁾がある。これらは主に外部環境のみを用いて制御するものである。これに対して、まだ研究用で実用化の段階ではないが作物の生理反応をも含めて制御するものとして山のぼり法²²⁾や行動モデル法¹³⁾などがあり、いずれも電子計算機を使って作物の最適環境条件を決定する方式である。

実用段階のものとして関山^{14, 15, 16)}は日射量を主体に気温、地温、湿度を検出し施設内の多くの制御装置を作動させる方式を発表している。

本実験は個々の農家にも容易に使える簡易な複合制御装置の開発と実用化をめざして、まず、日射量に応じた夜温管理についてトマトの促成栽培、長期栽培、低段密植栽培⁶⁾の3つの作型について栽培試験を3か年にわたり実施しその効果を調べたものである。

実験材料及び方法

1. 供試作型とその耕種概要

長期栽培は品種FTVNR-3を用い1973年7月9日播種し12cmポットで育苗し、第1花房開花前の8月29日に定植した。栽植密度は畦幅200cm、株間40cm、10a当り2,500本を植付けた。収穫は10月中旬から翌年6月下旬まで17花房についておこなった。

施肥は元肥に10a当りIB化成S1号(10-10-10)、熔燐、硫加を用いてN:25.0Kg、P₂O₅:40.0Kg、K₂O:30.0Kg、追肥として液肥(12-5-7)の40倍液を7回にわたり合計、1株当り1200mlを施用した。

促成栽培は品種、強力日光一号を用い1973年9月18日に播種し、12cmポットで育苗し第1花房開花前の11月16日に定植した。栽植密度は畦幅200cm、株間25cm、10a当り4,000株を植付けた。収穫は5花房おこなった。施肥は元肥に10a当りIB化成S1号(10-10-10)、熔燐、硫加を用いてN:20.0Kg、P₂O₅:30.0Kg、K₂O:30.0Kg、追肥として液肥(12-5-7)の100倍液を3回にわたり合計、1株当り1500mlを灌水をかねて施用した。

2. 日射区分と夜温処理

1日の日射区分を第1表のように3区分し、これに対応する夜温を設定した。対照区として日射量に関係なく8℃恒夜温にする区を設けた。夜温処理は11月8日から4月6日までの150日間おこなった。

第1表 日射区分と夜温制御

	250 ℓ y/day以上	249~150 ℓ y/day	149 ℓ y/day以下
日射比例夜温	10 $^{\circ}$ C \pm 1.0 $^{\circ}$ C	8 $^{\circ}$ C \pm 1.0 $^{\circ}$ C	6 $^{\circ}$ C \pm 1.0 $^{\circ}$ C
日射比例変夜温	12 $^{\circ}$ C-7.5h-5 $^{\circ}$ C	12 $^{\circ}$ C-5.0h-5 $^{\circ}$ C	12 $^{\circ}$ C-2.5h-5 $^{\circ}$ C
標準恒夜温	8 $^{\circ}$ C \pm 1.0 $^{\circ}$ C恒夜温		

3. 規模

床面積150 m^2 の同型、同面積のビニールハウス3棟を使って各ハウスに長期栽培と促成栽培を $\frac{1}{2}$ づつ栽培し、それぞれに夜温処理をおこなった。

4. 調査項目

生育調査は草丈、葉数、器官別地上部乾物重について長期栽培は11月~6月の8か月間、毎月の11日に8回、促成栽培は12月~4月の5か月間、毎月の26日に5回測定した。収量調査は各作型とも1区10株、3回反復で30株について果実を重さ別に3区分して調査した。

5. その他の栽培管理

炭酸ガス施用として11月8日~3月31日まで早朝1,500ppmを目標に全処理区に施用した。

土壌水分管理はテンション式自動灌水によりpF2.2に設定し管理した。

6. 測定器具

屋外の日射量は農試電試型日射計(SRI-525)、温度はNi抵抗式、炭酸ガス濃度の測定は赤外線ガス分析計(ASS-2)によった。

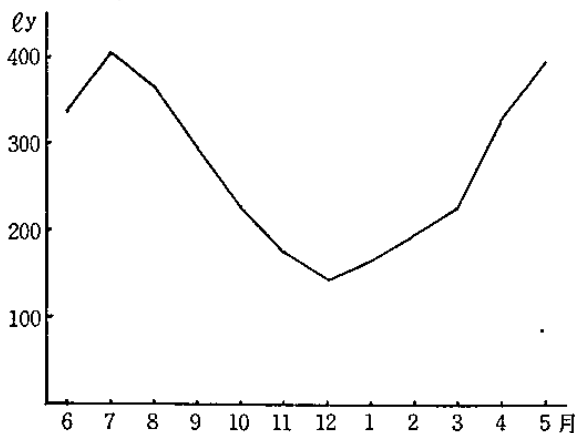
7. 夜温制御装置の概要

奈良農試で試作した日射量比例式夜温制御装置の主要回路構成は第1図のとおりである。日射量をシリコン太陽電池でとらえ、オペアンプで積算し日射量1lyにつき1個のカウントパルスを発生させデジタルICで計数して出力区分回路により日射量に応じて3段階の制御信号を出す。この信号を変温制御回路で受けて電子式サーモスタットの温度設定用の可変抵抗を切り換えて希望する温度パターンに制御する。なお、実験3で用いた制御装置は基本的な回路は以前のもと同じであるが時間帯区分は明暗により昼夜を判別するのみでタイマーを用いていない。

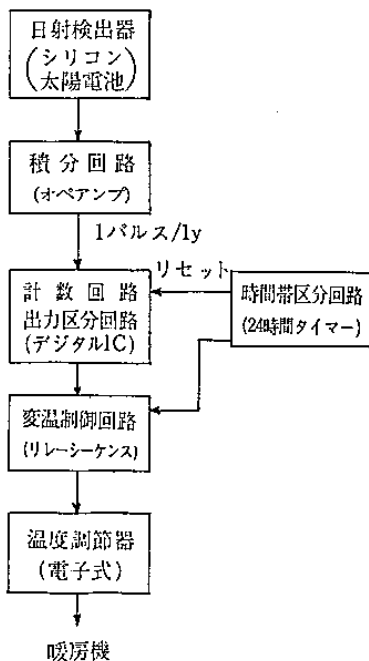
なお、温度制御回路は設定値 $\pm 0.5^{\circ}$ C程度でON、OFFするが、実際のハウス内の温度は設定値を中心に $\pm 1^{\circ}$ C程度の振幅が見られた。

(この制御装置については別途報告の予定である。)

実験結果



11月から1月の期間の日射量は第2図に示すとおり150~170 ly/day前後で12月が最も少ない。夜温処理



第1図 制御装置の主要回路構成

期間中の日射区分別日数を第2表に示した。最も日射量の多い区分である250 ℓ y/day以上の日が12月は皆無となり11月、1月も3日のみで全般に対照区に比べて低夜温管理で経過した。

生育の一つの指標として草丈は両作型とも日射比例夜温及び日射比例変夜温とも対照の恒夜温区よりその伸長が抑えられる傾向がみられた。葉数については特に差はみられなかった。

第2表 夜温処理期間の日射区分別日数

	11月	12月	1月	2月	3月	4月	合計
250 ℓ y/day以上	3日	0	3	12	16	6	40
249~150 ℓ y/day	11	18	19	5	8	0	61
149 ℓ y/day以下	9	13	9	11	7	0	49
合計	23	31	31	28	31	6	150

第3表 日射量に対応した夜温管理が長期栽培の生育に及ぼす影響

		11月/11日	12月/11日	1月/11日	2月/11日	3月/11日	4月/11日	5月/11日	6月/11日
日射比例夜温	草丈	253 ^{cm}	298	319	345	381	400	475	574
	葉数	35枚	39	45	47	54	59	67	77
日射比例変夜温	草丈	257	311	314	344	402	421	507	571
	葉数	35	39	43	46	54	56	70	79
標準恒夜温	草丈	281	321	335	369	408	448	499	586
	葉数	37	41	43	48	52	60	67	76

第4表 日射量に対応した夜温管理が促成栽培の生育に及ぼす影響

		12月/26日	1月/26日	2月/26日	3月/26日	4月/26日
日射比例夜温	草丈	73 ^{cm}	105	146	158	156
	葉数	13枚	19	23	24	24
日射比例変夜温	草丈	77	109	152	152	160
	葉数	14	18	23	23	23
標準恒夜温	草丈	72	103	134	143	144
	葉数	12	18	21	25	25

第5表 日射量に対応した夜温管理が長期栽培の地上部への乾物重の分配率に及ぼす影響

		11月/11日	12月/11日	1月/11日	2月/11日	3月/11日	4月/11日	5月/11日	6月/11日
日射比例夜温	葉	33%	29	31	25	27	25	28	32
	莖	14	12	11	12	12	12	13	17
	花, 果実	53	59	57	63	61	63	59	51
日射比例変夜温	葉	38	32	30	27	28	28	32	31
	莖	13	12	12	11	10	11	16	14
	花, 果実	49	56	58	62	62	62	52	55
標準恒夜温	葉	34	32	32	29	27	28	24	30
	莖	13	13	12	12	11	12	14	16
	花, 果実	53	55	56	59	62	60	62	54

1か月間隔で地上部をサンプリングした葉、茎、花と果実の乾物重を調べた結果、各器官への光合成産物の分配率をみると長期栽培では夜温処理による差はみ

られなかった。促成栽培では日射比例夜温及び日射比例変夜温とも果実、花への分配率が増加する傾向がみられた。

第6表 日射量に対応した夜温管理が促成栽培の地上部への乾物重の分配率に及ぼす影響

		12月/26日	1月/26日	2月/26日	3月/26日	4月/26日
日射比例夜温	葉	60%	51	40	39	26
	茎	31	24	20	19	12
	花, 果実	9	25	40	42	62
日射比例変夜温	葉	56	49	41	33	32
	茎	30	24	21	15	14
	花, 果実	14	27	38	52	54
標準恒夜温	葉	70	58	46	37	37
	茎	28	24	19	16	15
	花, 果実	2	18	35	47	48

第7表 日射量に対応した夜温処理が長期、促成の両作型の収量に及ぼす影響

		150g以上	149~100g	99g以下	合計	同比率	1果平均重
長期栽培	日射比例夜温	203 ^{kg}	48 ^{kg}	15 ^{kg}	266 ^{kg}	100.0%	175 ^g
	日射比例変夜温	206	59	13	278	104.5	175
	標準恒夜温	177	70	19	266	100.0	164
促成栽培	日射比例夜温	80	40	12	132	109.1	148
	日射比例変夜温	68	37	23	128	105.8	140
	標準恒夜温	58	46	17	121	100.0	137

備考：30株平均値

この日射量に応じた夜温処理が恒夜温処理との対比で収量に及ぼす影響をみると長期栽培では総収量には差がないが、150g以上の果実の割合が日射比例夜温区15%、日射比例変夜温区は16%それぞれ多くなった。

促成栽培については日射比例夜温区及び日射比例変夜温区が恒夜温と比べて総収量で9%、5%、150g以上の大果が38%、17%それぞれ多くなった。

II. 長期栽培、促成栽培に対する試験(1974~1975年)

実験材料及び方法

1. 供試作型とその耕種概要

長期栽培は品種、FTVNR-3を用い1974年7月10日播種し、12cmポットで育苗し第1花房開花前の8月26日に定植した。栽植密度、施肥は実験1に準じた。収穫は18~20花房までおこなった。

第8表 日射区分と夜温制御

	200 ℓ y/day以上	199~100 ℓ y/day	99 ℓ y/day以下
日射比例夜温	10 $^{\circ}$ C \pm 1.0 $^{\circ}$ C	8 $^{\circ}$ C \pm 1.0 $^{\circ}$ C	5.5 $^{\circ}$ C \pm 0.5 $^{\circ}$ C
日射比例変夜温	12 $^{\circ}$ C-6h+8 $^{\circ}$ C-4h-5.5 $^{\circ}$ C	12 $^{\circ}$ C-4h+8 $^{\circ}$ C-4h-5.5 $^{\circ}$ C	12 $^{\circ}$ C-2h+8 $^{\circ}$ C-4h-5.5 $^{\circ}$ C
標準恒夜温		8 $^{\circ}$ C \pm 1.0 $^{\circ}$ C 恒夜温	

促成栽培は品種、強力日光一号を用い1974年9月19日に播種して12cmポットで育苗し第1花房開花前の11月18日に定植した。栽植密度、施肥、収穫花房は実験1に準じた。

2. 日射区分と夜温制御

1日の日射区分とそれに対応した夜温処理を第8表に示した。実験1では日射区分の上限値が250ly/day以上であり11月～1月の期間においてはこの区分に入る日数が少なくこの期間は全般に低夜温管理となったため各区分の日射量を50ly/dayずつ下げた。また、日射比例変夜温区の温度差をなくするために各温度設定とも前夜半と後夜半の中間に8℃-4hの一定温度処理を入れた。

夜温処理期間は11月1日から4月8日までの159日間とした。

3. 規模

実験1と同じ床面積150㎡の同型、同面積のビニールハウス3棟を使い、各ハウスに長期栽培、促成栽培を1/2ずつ栽培し各々の夜温処理をおこなった。

4. 調査項目

収量調査は両作型とも1区、10株、3回反復、計30株について果重別に3区分して調査した。

暖房燃料調査は各ビニールハウスに同型の温風暖房機(長府FA40)3台を設置し、1回3時間の測定を5回おこない時間当りの消費燃料を一定に調節し、その平均値より時間当りの消費燃料を算出し、各暖房機にhour meterを設置して1月～3月の90日間の実燃焼時間を調査しこれより消費燃料の総量を算出した。なお、ハウスの保温比はR=0.59であった。

5. その他の栽培管理

炭酸ガス施用はおこなわなかった。土壌水分管理は実験1に準じた。

実験結果

夜温制御装置は順調に作動し目標とする各夜温パターンに制御できた。

実験1より各区分とも50ly/dayずつ下げたため第9表に示すとおり12月、1月の最も低日射期間もほぼ均等に3区分され実験1の低夜温管理が是正されたが11月と2月以降は対照区の恒夜温区よりやや高夜温管理となった。

1月から3月にかけての90日間の各夜温処理別の暖房燃料を調査した結果、日射量の少ない1月は日射比例変夜温区で20%、日射比例夜温区で15%、恒夜温区より少なくなったが3月になると日射量が多くなり日射比例夜温区は対照区より高夜温管理となった。したがって、1月～3月の合計では日射比例夜温区10%、日射比例変夜温区15%と対照区の恒夜温区に比べ燃料の節減となった。

この日射量に応じた夜温処理が恒夜温処理との比較で収量に及ぼす影響をみると、長期栽培では総収量には差がないが大果割合が日射比例夜温区で7.7%、日射比例変夜温区で10%と対照区より高くなった。促成栽培についても総収量では5～7%とほとんど差がないが日射比例夜温区では150g以上の大果が36%増加した。日射比例変夜温区は暖房機の故障により寒害を受け大果割合は対照区の恒夜温管理に比べ減少した。

第9表 夜温処理期間の日射区分別日数

	11月	12月	1月	2月	3月	4月	合計
200ly/day以上	16 [□]	6	8	16	27	7	80
199～100ly/day	4	11	13	3	2	0	33
99ly/day以下	2	8	10	9	2	1	32
暖房(処理)日数	22	25	31	28	31	8	145
無暖房(無処理)日数	8	6	0	0	0	0	14

暖房期間(夜温処理期間)11月1日～4月8日

第10表 暖房燃料消費量調査

		99ℓ/day 以下	100~199 ℓ/day	200ℓ/day 以上	合計 時間	1日平均 時間	全消費量	比率
1月	I	40.0 ^h	84.9 ^h	51.8 ^h	176.7 ^h	5.70 ^h	817 ^ℓ	84.8%
	II	44.7	76.5	38.1	159.4	5.14	781	81.1
	III	62.1	92.2	41.1	145.4	6.30	963	100.0
2月	I	30.2	20.1	103.7	154.0	5.50	710	87.3
	II	39.3	18.3	80.7	138.3	4.94	678	83.4
	III	56.3	24.1	84.4	164.8	5.89	813	100.0
3月	I	1.9	4.1	104.6	110.6	3.57	509	107.5
	II	2.4	3.8	84.3	95.5	2.92	443	93.5
	III	2.7	4.3	89.1	96.1	3.10	474	100.0
1~3月計	I	72.0	109.6	260.1	441.7	4.91	2,036	90.5
	II	86.4	98.6	203.6	388.1	4.31	1,902	84.5
	III	121.1	120.6	214.6	456.3	5.07	2,250	100.0

備考： I, 日射比例夜温 II, 日射比例変夜温 III, 対照恒夜温
暖房機長府F A 40 4万Kcal/h ハウス保温比 R=0.59

第11表 日射量に対応した夜温処理が長期, 促成の両作型の収量に及ぼす影響

		150g 以上	149~100g	99g 以下	奇形果	合計	同比率
長期栽培	日射比例夜温	167 ^{kg}	67 ^{kg}	29 ^{kg}	5 ^{kg}	268 ^{kg}	97.5%
	日射比例変夜温	171	74	30	4	279	101.5
	標準恒夜温	155	72	33	15	275	100.0
促成栽培	日射比例夜温	68	27	7	3	105	104.0
	日射比例変夜温	41	44	19	3	107	105.9
	標準恒夜温	50	37	9	5	101	100.0

備考：30株平均

Ⅲ. 低段密植に対する試験(1977~1978年)

実験材料及び方法

1. 耕種概要

品種は強力早生秀光を用い1977年10月3日播種しソイルブロック育苗をおこなった。ソイルブロック育苗は熟成オガクズ、ピートモス、床土を容積比で4:4

: 1に混合し、ブロックの施肥としてCDU複合磷加安(16-8-12) 200g、過石 300g、苦土石灰 300g(いずれも100ℓ当たり) 施用した。本葉5~6葉期の11月7日に定植した。栽植密度は畦幅 125cm、株間15cmの2条植で10a当り10,000本を植付けた。収穫は3月15日から約25日間、1株1花房を着生させて収穫した。

施肥は元肥に10a当り I B化成 S 1号(10-10-10)

第12表 日射区分と夜温制御

	200ℓ/day以上	199~100ℓ/day	100ℓ/day以下
高夜温区	12±1℃	10±1℃	8±1℃
中夜温区	10±1℃	8±1℃	6±1℃
低夜温区	8±1℃	6±1℃	4±1℃
標準恒夜温区	8±1℃一定		

BM 燐を用いて N:10.0Kg、 P_2O_5 :20.0Kg、 K_2O :10.0Kg を施用し、追肥として N:10.0Kg、 K_2O :10.0Kg を硝安、硫加で施用した。

2. 日射区分と夜温処理

この実験の夜温管理は大きく高夜温区、中夜温区、低夜温区と3区分し、それぞれの区分の中でその日の日射量に応じた温度設定をした。夜温処理は11月中は同一夜温にし12月よりこの温度管理をおこない12月～3月の121日間おこなった。

3. 規模

実験1、2と同じビニールハウス4棟を使った。

4. 調査項目

収量調査は1区20株、4回反復計80株について果重別に3区分して調査した。

暖房時間の調査は各暖房機(長府FA40)4台の時間当りの燃料消費を同一に調節し、各々にhour meterをつけ燃焼時間を調べた。

5. その他の管理

土壌水分管理はテンションメーターを設置し、pF 2.2前後を目標に管理した。

第13表 夜温処理期間の日射区分別日数

	200 ℓ y/day以上	199~100 ℓ y/day	99 ℓ y/day以下	計
12月	4日	15日	12日	31日
1月	10	10	11	31
2月	12	8	8	28
3月	21	5	5	31
計	47	38	36	121

第14表 夜温処理別加温時間

	高夜温区	中夜温区	低夜温区	恒夜温区	作動日数
12月	103.3 ^{時間}	70.2 ^{時間}	34.4 ^{時間}	71.9 ^{時間}	24日
1月	148.6	122.2	54.1	109.3	30
2月	180.6	154.5	82.7	135.6	27
3月	128.6	113.4	57.9	79.7	26
計	560.8	460.3	229.1	396.7	107
比率 %	141.4	116.1	57.8	100.0	

第15表 日射量に応じた夜温処理が1段密植栽培の収量に及ぼす影響

	150g 以上 **	149~100g	99g 以下	合計 **	比率	1果平均重 **
高夜温区	44.3 ^{kg}	8.2 ^{kg}	7.7 ^{kg}	60.2 ^{kg}	105.1%	195 ^g
中夜温区	50.5	10.4	6.9	67.8	118.3	179
低夜温区	28.1	10.7	7.9	46.7	81.5	155
標準恒夜温区	37.2	10.0	10.1	57.3	100.0	179

備考: 80株合計収量 ** 1%レベル有意差 * 5%レベル有意差

実験結果

夜温処理期間中、日射量が200 ℓ y/dayを超える日数は12月は僅か4日と少なく、1月、2月は設定日射量区分に対応してほぼ3等分され3月は高日射区分が21日と多くなった。

各夜温管理による暖房機の実燃焼時間は恒夜温区との対比で高夜温区41%、中夜温区16%多くなり低夜温区は42%少なくなった。

夜温管理が収量に及ぼす影響として中夜温区は総収量で18%、大果収量は35%多くなった。また、高夜温区も総収量で5%、大果収量で19%いずれも標準の恒

夜温区より多くなった。低夜温区は果実の肥大が悪く約20%、恒夜温区より少なくなった。

高夜温区は初期の生育が旺盛すぎて過繁茂状態になり着果が悪く、中夜温区より低収となり、また、一部疫病の発生も収量低下の原因となった。

考 察

トマトの栽培において日射量の少ない期間は1日の光合成量が少なく⁶⁾日数をかけて生育させることで健全な生育を計り収量を高めることができる。³⁾このため1日の日射量に応じて夜温を変えることにより生育を調節しようとするのがこの実験の夜温管理の目的である。

光の量と夜温とを組合せた試験として堀⁸⁾、高橋^{17, 18, 19, 20)}はトマトについて遮光により自然光の光の量を変えて夜温と組合せて検討し、高照度のもとでは高夜温は生育、乾物生産、収量とも増進させたが低照度における高夜温は生育のみを促進させ乾物重を減少させて徒長的な草姿になり花は小さく着果数も少なく、空洞果が多く、収量は少ないことを認め、適夜温は高照度側は高夜温、低照度側では低夜温側にみられ、低夜温管理は収穫期は遅れるが夜間の呼吸の少ないこと、果実肥大期が長期間にわたることから収量が多くなることを報告している。

また、土岐²⁴⁾は夜温を光合成産物の転流促進温度と呼吸消耗抑制温度に分けた変温管理の必要性を報告している。

鴨田¹⁰⁾は差動トランスを利用した作物の莖長、莖径、果径肥大を高精度で連続測定する方法により、低日射期のトマトの生長を測定した結果、莖の伸長の日変化については日中の伸長量は少なく夕刻から夜間にかけて伸長が大きいことを報告している。このように日中より夜間の伸長量が多いとするのはThutand²³⁾、Tukey²⁵⁾、堀⁷⁾らも認めている。さらに、鴨田⁹⁾はトマトについて光合成の良い9月下旬～10月上旬の時期では光合成量は晴天雨天と天候による差が大きく、晴天で光合成速度の最大値はCO₂ 20mg/dm²/hで曇雨天日はこれの1/2以下になるが夜間呼吸速度は夜温13℃～16℃の間では天候による差がなく、莖の伸長はむしろ光合成量の少なかった曇雨天日の方が早い時間から伸長が始まり伸長量も大きく、いわゆる徒長的な伸長を示したと報告している。これらの結果から推察しても光合成量の少ない日は夜温を下げることによって徒長的な伸長を抑制し、生育の調節を計る必要性の

高いことが考えられる。

低段密植栽培で設定した高夜温区は初期の栄養生長が旺盛で低夜温区や恒夜温区より莖葉の伸長量が大きく過繁茂状態になりかえって中夜温区より減収となり高夜温管理による弊害があらわれた。

日射比例夜温及び日射比例変夜温による夜温管理で栽培した長期栽培、促成栽培の2か年の結果から、2年目におこなった日射比例変夜温区の促成栽培を除いては、総収量はあまり変わらないが大果割合が高くなった。低段密植栽培の場合は、中夜温区、高夜温区とも総収量、大果収量が対照区の恒夜温区より多く、特に中夜温区の大果は35%と多くなった。これらの結果からみると、日射量の多少による光合成量の変化に応じて生長呼吸及び維持呼吸を夜温によって抑制することで栄養生長を調節するとともに光合成産物の果実への転流分配が順調になったことが考えられ、1年目の試験で調査した乾物重の果実、花への分配量の増加と合せ考えて果実の肥大を促進し、1果平均重が増加したものと判断される。

この夜温管理方式の日射区分については1年目の試験ではその上限値を250ly/dayとしたため日射量の少ない12月、1月はこの区分に入る月がほとんどなかったため、2年目、3年目の試験はこれより50ly/day下げた結果、12月、1月の期間はそれぞれの日射区分にはほぼ3等分され、高夜温側や低夜温側に片よらなかったためまずは妥当な日射区分であろうと判断された。

次に日射区分に対応した温度設定値としては12月～1月を中心に、3つの日射区分に対応した温度設定値として低段密植栽培でおこなった夜温管理の結果からみて、この期間のトマト栽培は高夜温管理(12-10-8℃)では高すぎ、低夜温管理(8-6-4℃)はトマトの生産にとっては低くすぎて栽培限界温度以下であり、中夜温管理(10-8-6℃)附近に適温がみられ、1日の夜温較差をこれ以上つけるのは好ましくないと考えられる。

2年目の試験で調査した暖房燃料調査から、日射比例式管理及び日射比例変夜温管理とも対照の恒夜温管理より、その夜間の積算温度は少なく、暖房燃料消費量も対照区より少なくなった。この結果は、生育の遅延となってあらわれたが実際の栽培上は問題になるほど遅れず、低段密植栽培の場合は中夜温管理で暖房機の作動時間は恒夜温区より16%多くなったが大果割合が増加することで実質的な増収効果があり従来の恒夜温管理方式に比べてより合理的な夜温管理方式である

ことが認められた。

この夜温管理方式は日射量と夜温という外部環境を組合せた制御であり、作物の生育状況については、この環境制御の中では反映されていない。一般の栽培では作物の生育状況を見て判断し、それに応じて環境要因をコントロールすることが大切である。鴨田^{10, 11)}らは作物情報を立毛のままで得られる作物生長記録装置を作成し、草丈や葉の伸長、茎の太さや果実肥大を測定記録し、これら測定値をフィードバック制御できる複合制御装置の開発を試みている。従来、栽培者が観察し判断していた作物情報は数量化が大変困難な葉色とか草丈、栄養生長と生殖生長とのバランス等々が重要な作物情報の要素として含まれており単なる部位別の生長量の測定値だけでは充分とはいいがたい。そこで栽培者が得ている作物情報を普遍化する1つの方法として各々の作物について各生育ステージをできるだけ細分し、各々の生育ステージ別に最適な生長モデルを想定し、この生長モデルからはづれた生育をしている場合は、本来の生育にもどす軌道修正の設定値に適宜変更するフィードバック制御が考えられる。

このような方法と日射量を主要因にした複合制御を結合させることで環境管理の真価が発揮されるものと考えられる。

摘 要

トマトの合理的な夜温管理として夜温は生育に支障のない限り低くし、1日の光合成量に見合った生育を夜温によって調節する必要があると考えた。

このトマトの夜温管理に関する栽培試験は1日の日射量の積算値に応じて各種の夜温設定のできる夜温制御装置を使ってトマトの長期栽培、促成栽培、低段密植栽培について、日射量に応じた夜温管理方式を1973年から1977年にわたり1日の日射積算値区分を変えて試験した。

3か年の試験の結果、日射量に応じた夜温管理方式は対照の恒夜温管理方式に比べて総収量ではあまり変わらないが恒夜温管理により大果割合が10~35%増加し実質的な増収効果がみられた。

以上の結果からみて、この日射量に応じた夜温管理方式は従来の恒夜温管理方式より合理的で実用的な夜温管理方式であることが認められた。

引用文献

1. 新井和夫・高橋和彦 1975. 光合成と物質生産に関する研究. 暗黒下における果菜類の呼吸量と温度の関係. 昭和49年野菜試栽培部年報 2: 26-28.
2. BOWMAN, G. E. and G. S. WEAVING 1970. A light-modulated greenhouse control system. J. agric. Engng Res. 15 (3): 255-264.
3. 久富時男・藤本幸平 1971. 低温期のトマトの生育調整に関する研究. 第2報 夜温, 土壤水分, 光量, 苗質および窒素施用量がトマトの生育, 収量に及ぼす影響. 2⁵要因実験^{1/2}実施. 奈良農試研報 3: 37-54.
4. ———・森岡和之 1974. 良品, 多収のための環境管理基準の設定に関する研究. 第2報 トマトの¹⁴C-同化産物の転流・分配に及ぼす異なる夜温とその経過時間の影響. 奈良農試研報 6: 20-30.
5. ———・——— 1978. ————. 第3報 低日射期におけるビニールハウス内の炭酸ガス環境とトマトの光合成について. 奈良農試研報 9: 1-12.
6. ———・藤本幸平 1978. トマトの1段密植栽培に関する研究. (第1報) は種期別の生育, 収量について. 園学雑 46(4): 487-494.
7. 堀 裕・新井和夫・植村則大 1970. 昼夜温の組合せとそ菜の生育に関する研究. トマト・キュウリの伸長と夜温の影響に関する試験. 昭和44年園試そ菜花き年報 60-64.
8. ———・———・高橋和彦 1973. 気温とそ菜の生育に関する研究. 光の強さ・夜温の組合せとトマト, キュウリの乾物生産に関する試験. 昭和47年園試そ菜部そ菜花き年報 53-55.
9. 鴨田福也・伴義之・志村清 1974. 野菜の光合成及び蒸散に関する研究. I 光合成蒸散の作物間差異及び土壤水分との関係. 野菜試研報 A1: 109-139.
10. ———・内藤文男 1975. ————. II 差動トランス利用による生長記録装置及びこれを用いてのトマト, キュウリなどの伸長肥大の測定. 野菜試研報 A2: 33-47.
11. ——— 1976. ハウス環境の複合制御. 農業気象 31(4): 209-213.
12. ———・内藤文男・関山哲雄 1976. 施設環境の複合制御装置及び動作特性について. 野菜試施設栽培年報 2: 13-16.

13. 古在豊樹 1976. 電算機を利用した植物成長の最適化制御. 農業気象 32(1):41-49.
14. 関山哲雄・板久安信・平間賢一・岡部勝美 1972. 施設園芸ハウスにおける環境制御方式に関する研究. 第1報. 農電研報(71008):1-72.
15. ———— 1974. これからの施設園芸における環境調節方式と装置化.(1) 農および園 49(9):1143-1146.
16. ———— 1974. ————. (2) 農および園 49(10):1265-1268.
17. 高橋和彦・新井和夫・長岡正昭・清水達夫 1974. 光合成と物質生産に関する研究. 光の強さ・夜温の組合せが, トマトの生育・収量に及ぼす影響. 昭和48年野菜試栽培部年報 1:34-37.
18. ———— . ————. 吉岡宏 1975. ————. 光の強さ・夜温の組合せが, トマトの生育, 収量に及ぼす影響. 昭和49年野菜試栽培部報 2:29-32.
19. ———— . 長岡正昭・新井和夫・吉岡宏 1976. ————. 光の強さ・夜温・土壤水分, N施用量の組合せが, トマトの生育, 収量に及ぼす影響. 昭和50年野菜試栽培部年報 3:75-78.
20. ———— . ————. 1976. ————. 光の強さ・夜温, CO₂濃度の組合せが, トマト, キュウリ幼苗の生育に及ぼす影響. 昭和50年野菜試栽培部年報. 3:79-82.
21. 高倉直 1974. ヨーロッパの施設園芸環境調節技術. (1) 農および園 49(5):623-626.
22. ———— 1975. 電子計算機による作物環境の最適化制御. 農および園 50(8):973-978.
23. THUTAND, H. P. and W. P. LOMIS. 1944. Relation of light to growth of plants. Plant Physiol. 19:117-130
24. 土岐和久 1970. 施設栽培における適環境条件の生理的研究. 第1報 キュウリの栽培温度の解析. 千葉農試研報 10:62-72.
25. TUKEY, L. D. 1964. A linear electronic device for continuous measurement and recording of fruits enlargement and contraction. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 84:653-660.
26. 吉岡宏・高橋和彦・新井和夫・長岡正昭 1977. 果菜類における光合成産物の動態に関する研究 I. トマトの¹⁴C同化産物の転流・蓄積に及ぼす, 夜温, 地温並びに生育中の照度, N濃度処理の影響. 野菜試研報 A 3:31-41.

Summary

In the previous paper, it was suggested that the efficient night temperature should be kept as low as possible to make for healthy growth of tomato in proportion to photosynthates in a day. From this point of view, the present investigations were undertaken to establish the efficient temperature management at night by using apparatus which led to the possibility of night air temperature adjustment in proportion to daily solar radiation integral with three cropping patterns of tomatoes, that is long-term, early forced and single truss types.

Those experiments were carried out by changing the differentiation of daily solar radiation from 1973 to 1977 respectively.

From all of the 3-years-results of each experiment of night temperature management system, total yields of night temperature system were almost the same, yield of large fruits increased under light modulated control, though fuel expense was smaller than that of constant night temperature systems. Therefore, substantial yields were increased by 10 - 35 percent under light modulated control systems.

From the above results, a night temperature control system based on daily amount of solar radiation was a practicable way and it is concluded that management changing night temperature was superior to usual constant night temperature system as to the tomato production in greenhouse.