

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—— 2^5 要因実験の1/2実施

久 富 時 男・藤 本 幸 平

Studies on Growth Control of Pre-Forcing Tomato under Low Temperature. 2.

Effects of night air temperature, light intensity, soil moisture, quality of seedlings and nitrogen supplied on the growth and yield of tomato.

An application of 1/2-fractional replication of 2^5 -factual experiment.

Tokio HISATOMI and Kōhei FUJIMOTO

緒 言

トマトのハウス栽培も最近, 作期が前進する傾向がみられ, これに伴って, 保温作業の省力のため, 夜間簡易暖房による栽培が増加しつつある. トマトの生育と夜間温度との関係については, 多くの報告があるが, いづれも光量の比較的に充分にある条件の最適夜温であり, 冬期の日照量の少ない条件では必ずしも適応しない. また, このような低温寡日照の条件では, 夜温のみならず育苗法, 本圃における灌水量, 施肥量など従来の慣行栽培と異なる管理技術が要求されている. 一方, トマトの栽培試験で1, 2の因子をとりあげて試験をすると, 各々の因子が単独でトマトの生育や収量に影響するよりも, ほかの因子と絡みあい, 互いに補償しあいながら効果を現らすことが多い. したがって, 単式試験の結果は, その試験で設定され以外の因子が変れば, その結果が変り, その試験結果の適応場面が狭く限定されるために, 反覆し再検討しなければ正しい判断を下し難い.

この実験は, 低温期のトマトの生育・収量に及ぼす数多くの原因系のうち, とくに強く影響を及ぼすと考えられる夜温・土壤水分・光量・苗質・窒素施用量の5因子を取りあげ, それぞれの因子の主効果, および2因子間の交互作用を推定するため, 直交表による多因子計画の一部実施法(2^5 要因実験の1/2実施)により実験の能率化を計り, 低温期のハウス栽培におけるトマトの問題点解明の資料を得る目的で実施した.

実験材料および方法

トマトの品種は, 福寿二号を用い, 1968年10月4日に温室内に播種し, 発芽揃い期からビニールハウスに搬入して, 10月25日, 11月11日の2回に移植した. 育苗床土は, 有機質に富んだ土で, 床上 1m^3 当り成分量でN:100g, P_2O_5 :600g, K_2O :100gを施用した. 育苗期間中は, 夜温を $10\pm 2^\circ\text{C}$ 以上に保ち播種60日後の12月3日に 330m^2 のビニールハウスに定植した. 栽植密度は, 畦巾150cm条間50cm, 株間25cmとし, 1アール当り600本植えて, ポリエチレンフィルムで全面にマルチングをし, 1区当り20株で実験を行なった. 各花房は3花期にホルモン処理をおこない, 無摘果で栽培した. 昼間は 28°C 以上になるとサーモスタット連動の換気扇で強制換気を行なった.

実験は, 直交表による多因子計画の一部実施法(2^5 要因実験の1/2実施)を適用した. この組合せによつて主効果はすべて推定し, 各5因子のどの2因子交互作用(2次交互作用)も同じく推定し, 3次以上の交互作用は無視した. また, すべての因子間の交互作用はあるものとした.

因子とその水準の設定については, ハウストマトの栽培技術上, トマトの生育収量に影響する原因系は数多く考えられるが, このうち主要な因子と考えられ, かつ, 実用上, 制御可能な夜温・土壤水分・苗質・窒素施用量と, この作期における栽培上の制限因子と考えられ

第1表 因子と水準

因 子		水 準	
夜間最低気温	T	高夜温区 T ₁ 10±2°C	低夜温区 T ₂ 5±2°C
土壌水分	M	多灌水区 M ₁ pF 1.9~2.0	少灌水区 M ₂ pF 2.3~2.5
光 量	L	無遮光区 L ₁	遮光区 L ₂
苗 質	S	多灌水育苗(大苗)区 S ₁	少灌水育苗(小苗)区 S ₂
窒素施用量	F	窒素多用区 F ₁ N40kg/10a	窒素少用 F ₂ N25kg/10a

第2表 加温期間中の気象表(半旬別)

	外気温		ハウス内気温			地 温						日照時間	日射量 cal/cm ²	
	最高	最低	最高	10°C 区	5°C 区	露地		10°C区		5°C区				
						5cm	10cm	5cm	10cm	5cm	10cm			
12月	1	16.7	2.7	—	—	—	8.6	9.3	—	—	—	—	23.9	159.2
	2	16.4	6.4	26.5	13.4	8.5	10.5	10.9	—	15.2	—	14.1	15.8	123.9
	3	12.2	7.9	22.5	13.8	9.5	10.6	11.1	—	15.1	—	14.3	9.9	95.8
	4	11.3	2.9	22.5	10.6	5.7	6.8	7.7	—	13.2	—	11.6	23.7	161.0
	5	10.6	2.7	22.6	10.4	5.9	6.1	7.0	13.0	12.7	9.8	11.0	9.6	101.9
	6	8.8	0.5	22.5	9.5	5.8	4.8	5.9	12.6	12.3	9.0	10.3	14.0	127.3
	平均	12.5	3.8	—	—	—	7.8	8.6	—	—	—	—	3.1	128.3
1月	1	4.8	-0.1	22.6	9.0	5.9	2.6	3.4	12.2	11.6	7.6	9.0	14.8	140.3
	2	6.9	-1.5	24.8	9.3	4.6	—	3.2	11.8	11.1	7.8	9.2	23.7	185.5
	3	5.9	0.3	22.8	9.1	5.9	3.7	4.4	12.8	11.5	8.4	9.3	10.4	117.6
	4	9.5	-1.8	24.6	8.6	4.7	2.6	3.5	12.9	11.5	7.7	8.5	26.2	202.1
	5	9.3	1.7	21.8	10.7	7.2	5.4	5.8	13.6	11.7	9.1	9.6	11.9	127.2
	6	13.0	5.1	21.7	10.3	8.5	7.8	8.1	14.3	11.9	10.9	11.2	11.6	132.7
	平均	8.4	0.8	23.1	9.5	6.1	—	4.8	12.9	11.6	8.6	9.4	3.2	150.3
2月	1	6.8	0.7	19.1	7.0	5.6	5.5	6.3	12.1	10.1	8.5	9.8	14.0	137.8
	2	8.7	-0.5	24.6	7.3	4.1	2.7	3.6	12.6	10.3	7.9	9.1	32.8	—
	3	12.2	1.2	21.3	9.2	6.5	5.5	6.0	12.9	11.0	9.8	10.3	10.7	153.8
	4	9.0	4.5	21.0	8.0	6.0	7.0	7.4	13.0	11.0	9.5	10.0	4.8	99.4
	5	6.3	-0.2	19.5	7.4	4.7	4.5	5.3	12.1	10.5	8.0	9.1	15.1	194.5
	6	4.8	-0.8	15.7	7.3	4.7	3.4	4.3	12.3	10.0	7.8	8.7	8.2	178.9
	平均	8.2	0.9	20.2	7.7	5.3	4.9	5.6	12.5	10.5	8.6	9.5	3.1	—
3月	1	6.5	-0.4	21.6	7.8	4.1	2.8	3.6	11.0	10.0	8.2	8.6	17.8	184.1
	2	10.8	-0.3	22.6	9.0	5.1	4.2	4.6	12.0	10.8	8.5	8.9	27.8	253.0
	3	6.9	0.4	21.6	8.6	5.2	4.3	4.9	11.9	11.1	9.2	9.8	22.2	227.2
	4	11.1	3.2	20.0	9.6	6.3	6.1	6.6	12.3	11.4	10.2	10.5	11.0	171.6
	5	13.5	2.1	20.5	8.5	5.0	7.0	7.4	11.1	10.5	9.7	10.2	32.6	298.6
	6	17.7	7.5	24.0	10.7	8.6	10.8	11.0	13.9	13.6	12.8	13.3	24.2	266.5
	平均	11.3	2.3	21.7	9.0	5.7	6.0	6.5	12.0	11.2	9.8	10.2	4.4	234.6

ハウス内気温：測定場所4カ所平均

ハウス内地温：いずれも最低地温(4カ所平均)

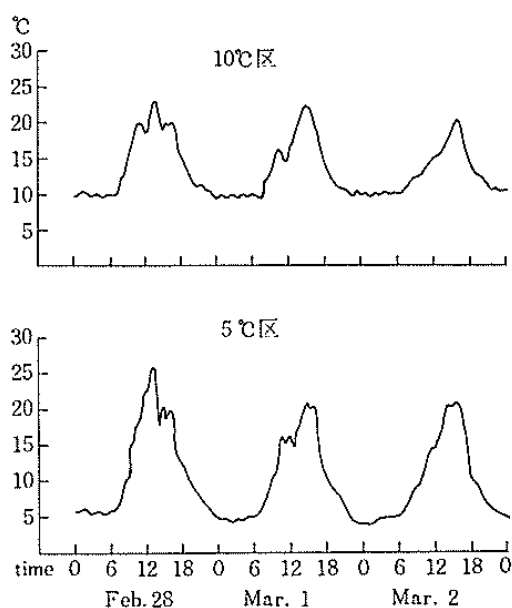
日射量：1日当り

る光量の5因子を取り上げ、各因子は2水準とした。各因子とその水準は、第1表にあげたとおり、夜間最低気温は、高夜温 (T_1) $10 \pm 2^\circ\text{C}$ と低夜温 (T_2) $5 \pm 2^\circ\text{C}$ に、土壤水分は、多灌水 (M_1) pF 1.9~2.0 と少灌水 (M_2) pF 2.3~2.5 に、光量は、無遮光 (L_1) と遮光 (L_2) に苗質は、多灌水育苗 (大苗 S_1) と少灌水育苗 (小苗 S_2) に、窒素施用量は、窒素多用 (F_1) と窒素少用 (F_2) とし、各因子を2水準とした。なお、各因子の水準設定の詳細はつぎのとおりである。

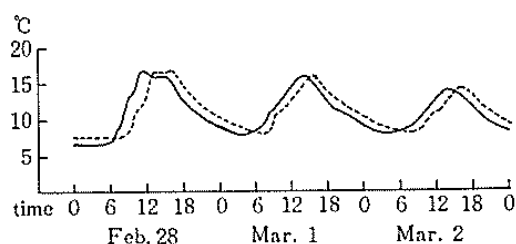
(1) 夜間最低気温の水準の設定

トマトの根の活動に必要な地温は、おおむね $12 \sim 13^\circ\text{C}$ 附近である。また、ハウス内の最低気温と最低地温の差は、 $4 \sim 7^\circ\text{C}$ の範囲にあるので、地中暖房をしない限り夜間最低気温は $5 \sim 8^\circ\text{C}$ が必要である。昼間の気温が低く、日長が短く、日照量の少ない期間に栽植密度が多い場合、夜間最低気温を 10°C 以上に加温することは、茎葉が繁茂し日照不足になり着果や果実の肥大に好ましくないことは経験的に知られているので、夜間最低気温の設定は、高夜温区を 10°C に低夜温区を 5°C の2水準とした。加温は、ビニールハウス内に夜間カーテンを一重に張り、サーモスタット付き温風加温機で加温し、目標温度の $\pm 2^\circ\text{C}$ の温度を確保した。ただし、外気温の影響により低夜温区は 5°C 以上になることもあった。

夜間最低気温と地温との関係は、夜温が変わるとこれに伴って地温も変り、とくに、地表面に近い地温は、気温の影響を受けやすく、地表下 5cm では、気温が 5°C 高くなると地温は 3°C 前後高くなり、地表下 10cm の地温も $1 \sim 2^\circ\text{C}$ 高くなる。したがって、夜間最低気温の設定は、



第1図 夜温処理によるハウス内気温の日変化



第2図 夜温処理によるハウス内の地温の日変化

気温に伴う地温の影響をも含めての因子である。

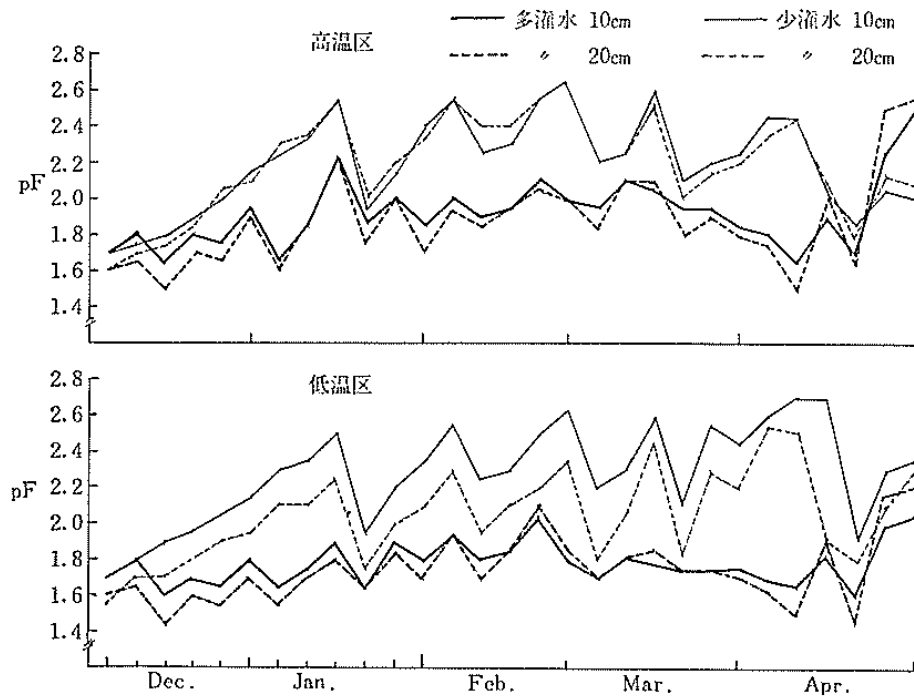
温度測定は、ハウス内の地表上 30cm の所で最高最低寒暖計で8ヶ所、自記温度計で2ヶ所において測定し、地温は、曲管式最高最低温度計で 5cm 、 10cm の深さで、それぞれ8ヶ所測定した。加温期間は定植 (12月3日) より3月20日までである。

(2) 土壤水分の水準の設定

トマトの生育、収量に最も適する土壤水分は、既往の試験報告では pF 1.7 前後¹²⁾ であるが、低温期は多灌水によつて地温の低下を来し、茎葉の繁茂を増長させる結果を招くため、やや乾燥気味の土壤水分が好結果をもたらすことが知られている⁹⁾。とくに、生育初期にはこの傾向がみられる。本圃の土壤水分設定は、土壤水分多区 (M_1 以下、多灌水区と呼ぶ)、pF 1.9~2.0、土壤水分少区 (M_2 以下、少灌水区と呼ぶ) pF 2.3~2.5 の範囲にする2水準をとつた。土壤水分の測定は、テンションメーターを地表下 10cm 、 20cm の深さに、各々8ヶ所、合計16ヶ所に埋設して測定し、目標の土壤水分より少なくなるとチューブ灌水法で灌水した。灌水量は、水量計で計り、12月3日から5月2日までの150日間の実験期間中における一株当りの灌水量、ならびに、 1m^2 当り灌水量は第3表に示すとおりである。

(3) 光量の設定

トマトの光量に関する研究¹³⁾¹⁹⁾²⁰⁾²²⁾²³⁾のうち同化量の測定は、その測定部位が単葉や苗のステージなど種々あり、また、測定法も異なるためか光の飽和点は巾があり、また、群落としてのトマトが要求する光量は、これらと違つてくると思われるが、12月~3月の期間にはハウス内では光量の絶対量は常に不足して、この時期の栽培の一つの制限因子となつている。このような光量の不足した条件下で、さらに、光量を減じた場合の反応をみるため、厚さ 0.075mm のビニールで遮光したものと、ハウスの外張りだけの無遮光の2水準を設定した。夜間は、遮光ビニール張りによる温度の影響をなくするため、全処理区に内張りカーテンを張つた。遮光、無遮光による



第3図 灌水処理による土壌水分の消長

第3表 栽培期間中の灌水量

	多灌水區		少灌水區	
	高夜温区	低夜温区	高夜温区	低夜温区
1株当り灌水量……	45.6ℓ	41.8ℓ	20.0ℓ	19.4ℓ
1m ² 当り灌水量……	853	782	374	363

灌水期間 12月3日～5月2日 (150日間)

第4表 照度測定 単位 klx

	Dec 6		Dec 12		Jan 16		Feb 17		Mar 24		Apr 23		
	晴 9	晴 12	雨 9	雨 12	晴 9	晴 12	晴 12	曇り 14	晴 10	晴 12	晴 12	晴 13時	
屋 外	法線照度	68.0	83.0	1.5	2.3	80.0	88.0	93.0	12.0	98.0	98.0	97.0	82.0
	水平照度	15.7	26.0	1.4	2.3	18.0	19.5	40.0	11.0	52.0	69.0	85.0	62.0
ハウス内 無遮光	法線照度	31.0	53.0	1.1	1.6	37.0	34.0	46.0	7.0	63.0	58.0	48.0	44.0
	水平照度	7.0	16.0	1.0	1.6	8.0	15.0	23.0	6.4	27.0	38.0	43.0	35.0
ハウス内 遮光	法線照度	25.5	40.0	1.0	1.5	23.0	32.0	38.0	5.5	54.0	43.0	40.0	34.0
	水平照度	6.0	14.0	1.0	1.4	6.5	14.0	16.0	4.6	20.0	27.0	34.0	24.0

照度の差は、第4表にあげたとおりの条件で実験を行なった。

(4) 苗質の水準の設定

低温期におけるトマトのハウス無加温栽培では、定植時の活着促進⁸⁾や、乱形果発生防止⁹⁾のため、育苗時に床土水分を減じ苗の生育を抑えて育苗するのが普通であ

る。しかし、加温栽培においては、極端に苗の生育を抑えると、苗を老化させて減収・熟期の遅れを招く。本実験の苗質の水準は、育苗時に床上水分を pF 1.7~2.0 と pF 2.4~2.6 の範囲内で育苗し、この床土水分による苗の生育差を苗質とした。この2水準で育苗した定植時の苗は、第5表に示した状態の苗であつた。育苗期間中の

第5表 定植時の苗の素質

	草丈 cm	葉数	最大葉		茎径 mm	第1花 房 着節位	重量			上段：生体g 下段：乾物mg	
			葉長 cm	葉巾 cm			葉	茎	根	第1 花房	第2 花房
多灌水育苗	42.8	10.8	23.8	20.3	6.3	8.3	26.3 2,680	12.6 1,260	3.1 280	3.8 57	0.6 9
少灌水育苗	26.6	9.4	15.3	13.4	5.1	9.0	8.4 1,000	4.9 570	2.0 170	2.0 32	0.2 2

第6表 床土および本圃栽培土の主な物理性

	土性	真比重	仮比重	間隙率 %	三相分布		
					固相	液相	気相
床土	L	2.41	0.7	69.5	30.5	19.7	49.8
本圃	L	2.61	1.2	52.5	47.5	25.2	27.3

第7表 本圃栽培土の主な化学性

採取 部位 cm	pH (KCl)	Y ₁	全炭素 %	全窒素 %	磷酸吸 収係数	塩基置 換容量 mc	置換性 石灰 mc	置換性 苦土 mc	置換性 塩基 mc
0~15	5.3	1.2	1.34	0.11	520	12.0	6.0	1.9	9.1
15~20	5.3	0.7	1.05	0.09	520	10.8	7.4	1.6	9.5
20~30	5.2	1.2	0.79	0.07	560	10.2	9.3	1.6	12.0

夜間最低気温は $10 \pm 2^\circ\text{C}$ 以上に保った。なお、苗質については、第1表に示したごとく多灌水で育苗した苗(S₁)を大苗、少灌水で育苗した苗(S₂)を小苗と便宜上呼ぶことにした。

(5) 窒素施用量の水準の設定

トマトの養分吸収や施肥量に関する既往の報告²⁾⁹⁾¹¹⁾から、窒素施用量については、かなり少ない施用量でもトマトはある程度の生育は維持されるが、窒素施用量と吸収量とに高い相関があるので、従来からの慣行施用量である 30kg/10a を基準にして多用区(F₁)を40kgとし少用区(F₂)を25kgとする2水準をとり、窒素施用量とほかの因子との関係を求めた。窒素成分以外の肥料成分は、多用区、少用区とも同一量にした。肥料の種類および分施割合は、元肥に、多用区は 10a 当り N: 25.0kg P₂O₅: 15kg, K₂O: 15kg とし、少用区は N: 15kg, P₂O₅: 15kg K₂O: 15kg を CDU 化成で施用し、多用区の N: 5.0kg は尿素で補った。多用区は第1花房肥大期に硫酸で N: 5.0kg を追肥した。生育期間中の灌水時に4回、液肥を全区に施用した。したがって、全施用量は、多用区は N: 40.0kg, P₂O₅: 25.0kg, K₂O: 25.0kg, 少用区は N: 25.0kg P₂O₅: 25.0kg, K₂O: 25.0

kg 施用した。

直交表のわりつけについては、5因子のうち夜間最低気温、土壌水分、光量処理は水準変更が簡単でないので一次因子とし、苗質、窒素施用量を二次因子として、分割区法でわりつけた。すなわち、夜間最低気温処理を二つに別け、その各々を4区計8区、土壌水分処理、光量処理を各々、8処理区にわけ、確率化を行こなつて、圃場に配置した。

実験結果

1. 生育におよぼす要因効果

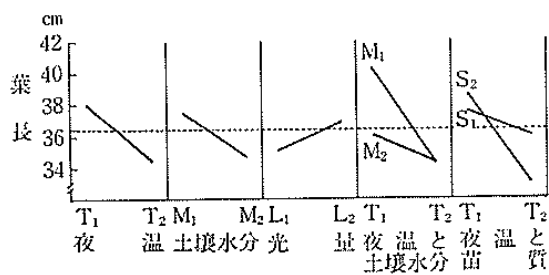
定植40日後、第2花房開花終了時期における草丈、葉長、葉巾、葉数の測定値、および定植60日後の第2花房の節間中央部における茎の太さの測定値の分散分析の結果は、第8~12表に示すとおりであり、また、これより有意と判断された因子の主効果と交互作用のうち、各水準における平均値を示したのが第4~8図である。以下、各因子が生育におよぼした影響を草丈・葉長・葉巾・葉数および茎の太さについて述べると次のとおりである。

草丈の伸長について：有意と判断された主効果は、夜

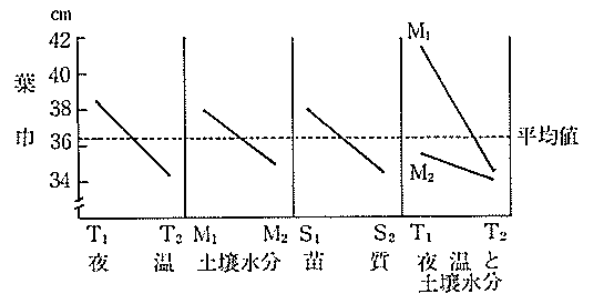
第9表 葉長の分散分析

要因	df	ss	ms	F	寄与率%
T	1	49.0	49.0	28.8**	36.2
M	1	25.0	25.0	14.7**	17.8
L	1	16.0	16.0	9.4**	11.0
T×M	1	12.3	12.3	7.2**	8.1
T×S	1	12.3	12.3	7.2**	5.5
e ₂ '	10	17.0	1.70		

**1% *5%



第5図 葉長におよぼす要因効果



第6図 葉巾におよぼす要因効果

第10表 葉巾の分散分析

要因	df	ss	ms	F	寄与率%
T	1	72.3	72.3	13.1**	23.7
M	1	42.2	42.2	7.7*	13.4
T×M	1	30.2	30.2	5.5*	9.3
L	1	20.2	20.2	3.7	5.8
S	1	42.2	42.2	7.7*	13.4
T×L	1	20.2	20.2	3.7	5.8
M×L	1	20.2	20.2	3.7	5.8
e ₂ '	8	43.9	5.49		

**1% *5%

第11表 葉数の分散分析

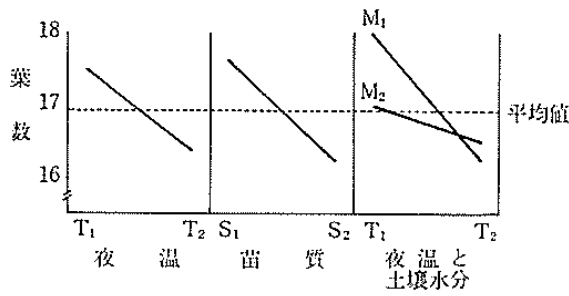
要因	df	ss	ms	F	寄与率%
T	1	5.1	5.1	22.2**	28.5
S	1	7.6	7.6	33.0**	43.2
T×M	1	1.6	1.6	7.0*	7.9
e ₂ '	12	2.7	0.23		

**1% *5%

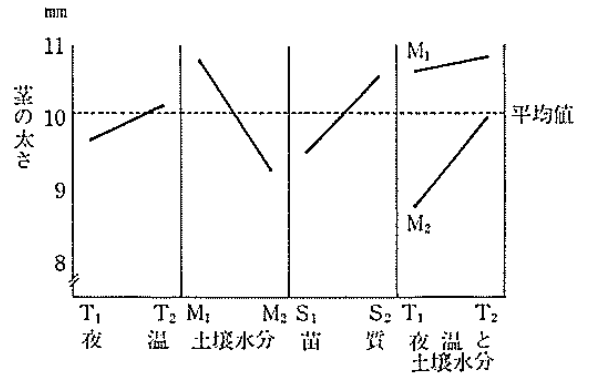
作用のうち有意となつたのは、夜間最低気温(T)、土壤水分(M)、苗質(S)、夜間最低気温(T)×土壤水分(M)で、各因子は低夜温、多灌水、小苗の水準の組合せで茎が太くなつた。とくに、土壤水分が茎の太さに強く働

き、夜温の高い場合には、土壤水分の差によつて茎の太さに対する影響が大きく現れた。また、窒素施用量、光量の影響はみられなかつた。

2. 開花期におよぼす要因効果



第7図 葉数におよぼす要因効果



第8図 茎の太さにおよぼす要因効果

第12表 茎の太さの分散分析

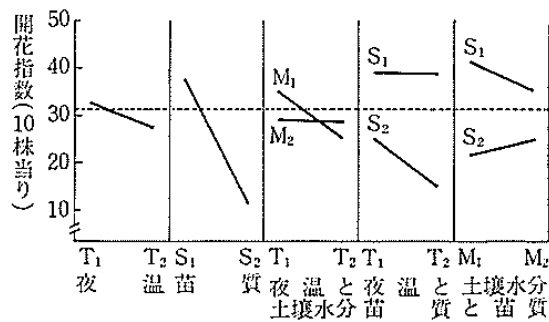
要因	df	ss	ms	F	寄与率%
T.....	1	214.0	214.0	13.6**	10.3
M.....	1	855.0	855.0	54.5**	43.6
S.....	1	514.9	514.9	32.8**	25.9
T×M.....	1	132.4	132.4	8.4*	6.2
T×S.....	1	49.8	49.8	3.2	1.8
e ₂ '.....	10	157.1	15.7		

**1% *5%

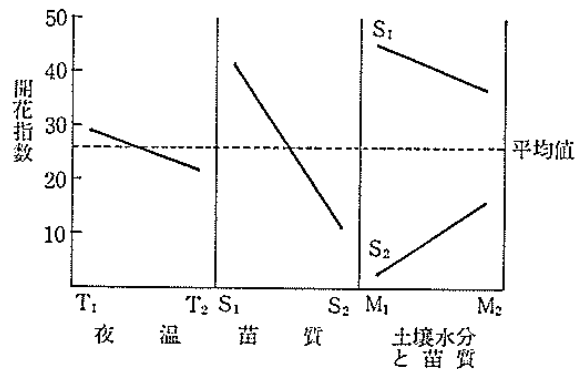
第13表 第1花房開花期の分散分析

要因	df	ss	ms	F	寄与率%
T.....	1	870.0	870.0	144.8**	35.8
S.....	1	1192.0	1192.0	198.3**	50.5
T×M.....	1	77.8	77.8	12.9**	3.3
T×S.....	1	86.8	86.8	14.5**	3.4
M×S.....	1	61.0	61.0	10.2*	2.3
e ₂ '.....	10	60.1	6.01		

**1% *5%



第9図 第1花房の開花期におよぼす要因効果



第10図 第2花房の開花期におよぼす要因効果

第14表 第2花房開花期の分散分析

要因	df	ss	ms	F	寄与率%
T……	1	210.5	210.5	14.2**	4.8
L……	1	36.0	36.0	2.4	0.5
S……	1	3362.0	3362.0	227.2**	83.0
M×S……	1	241.0	241.0	16.3**	5.6
F……	1	36.0	36.0	2.4	0.5
c ₂ ……	10	148.2	14.82		

**1%

第1～3花房について全開花を1、半開花を0.5の指数を与え、第1花房は定植10日後、第2花房は40日後、第3花房は80日後に、それぞれ10株について開花数を調査した結果を分散分析したのが第13～15表である。また、このうち有意と判断された因子の主効果と交互作用のうち、各水準における平均値を示したのが第9～11図である。これらの因子が開花期におよぼした影響を第1花房、第2花房、第3花房について述べると次のとおりである。

第1花房の開花期について：有意となった主効果は、夜間最低気温(T)、苗質(S)の2因子で、交互作用は夜間最低気温(T)×土壌水分(M)、夜間最低気温(T)×苗質(S)、土壌水分(M)×苗質(S)であった。主効果の因子を比較すると、高夜温、大苗のものは開花が早く、夜間最低気温と土壌水分との交互作用は、高夜温では多灌水が、低夜温では少灌水が開花が早くなり、夜間最低気温と苗質との交互作用は、大苗は夜間最低気温の影響は少いが、小苗は低夜温の場合、開花が遅れる傾向がある。土壌水分と苗質との交互作用は、苗質による開花期の差は大きく、多灌水の条件では少灌水の条件より苗質による差が大きい。

第2花房の開花について：影響をおよぼした主効果は、第1花房の場合とほぼ同じ傾向を示したが、夜間最

低気温の影響が少なくなり、苗質による開花期の差が大きくなった。また、第1花房でみられた夜間最低気温と土壌水分、夜間最低気温と苗質との交互作用は、有意差が認められず、また、土壌水分と苗質との交互作用は、第1花房の場合よりさらに大きくなった。

第3花房の開花期について：影響した主効果は、土壌水分(M)、苗質(S)で、各水準は多灌水と大苗で開花が早くなった。第1花房、第2花房でみられた夜間最低気温は影響は、気温が上昇して来たためか認められず、夜間最低気温と土壌水分、夜間最低気温と光量の交互作用がみられ、また、土壌水分と苗質の交互作用は、第1花房、第2花房の場合と同様にみられたが、小苗の土壌水分に対する反応は第1花房、第2花房と異なり、少灌水で開花が遅れる傾向を示した。

各花房の開花は、草丈が大きく葉数の多い生育の進んだものが早く開花し、花房の生育促進には夜間最低気温と土壌水分、苗質の影響が強かった。

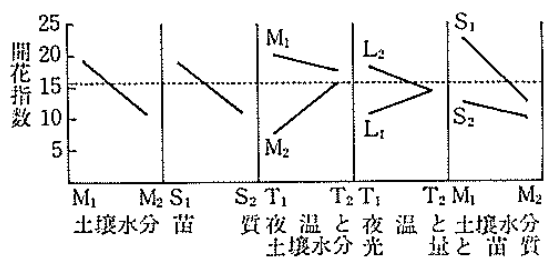
3. 着果におよぼす要因効果

定植80日後に各10株について第1花房着果数を調査した結果を分散分析したのが第16表で、このうち有意と判断された因子の主効果および交互作用のうち、各水準の平均値を図示したのが第12図である。第1花房の着果数について有意と判断された主効果は、夜間最低気温

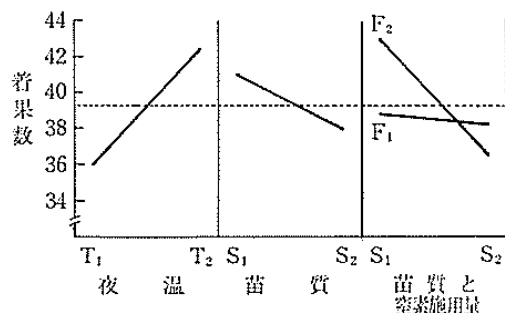
第15表 第3花房開花期の分散分析

要因	df	ss	ms	F	寄与率%
M……	1	252.0	252.0	24.9**	27.1
T×M……	1	87.0	87.0	8.6*	8.6
T×L……	1	117.0	117.0	11.6**	12.0
S……	1	237.0	237.0	23.4**	25.4
M×S……	1	63.5	63.5	6.6**	6.0
L×F……	1	46.3	46.3	4.6	4.0
c ₃ ……	9	91.3	10.14		

**1% *5%



第11図 第3花房の開花期におよぼす要因効果



第12図 第1花房の着果におよぼす要因効果

第16表 第1花房着果数の分散分析

要因	df	ss	ms	F	寄与率%
T.....	1	169.0	169.0	39.8**	58.5
M.....	1	16.4	16.4	3.9	3.7
S.....	1	49.0	49.0	11.5**	15.9
T×F.....	1	12.2	12.2	2.9	2.5
S×F.....	1	30.2	30.2	7.1*	9.3
e ₂ '.....	10	42.5	4.25		

**1% *5%

(T), 苗質(S)の2因子で, 低夜温と大苗の場合に着果が多く, 交互作用は苗質(S)×窒素施用量(F)が有意となり大苗で窒素施用量は少肥の場合に着果が多くなり, 小苗では窒素施用量による影響は少ない。

第2, 第3花房の着果については, 定植後の環境条件より第1花房の着果状態の影響が強く, 総着果数は収穫果実個数と同じであるので省略した。

4. 収量におよぼす要因効果

収穫は, 定植95日後(播種後155日)の3月7日より始まり, 第3花房の収穫終りの5月20日まで75日間おこなった。果実総重量, 収穫個数, 大果重, 小果重の項目について各々10株当りの収量について分散分析したのが第17~20表で, このうち有意と判断された因子の主効果, および交互作用の各水準の平均値を示したのが第13

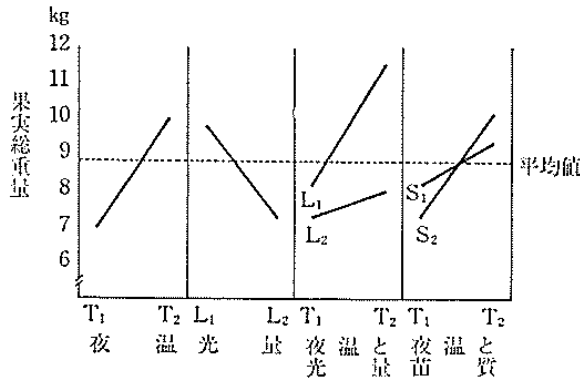
~16図である。各因子が収量におよぼす影響を果実総重量, 果実総個数, 果実の大きさ別収量構成および変形果について述べるとつぎのとおりである。

果実総重量について: 有意となつた主効果は夜間最低気温(T), 光量(L)の2因子で, 交互作用は夜間最低気温(T)×光量(L), 夜間最低気温(T)×苗質(S)であつた。主効果を比較すると, 低夜温と光量の多い条件で収量は多くなり, 夜間最低気温と光量との交互作用は高夜温では, 光量による収量の差は全平均値より低いが, その光量による差は小さく, 低夜温では光量による収量への影響が大きくなつた。夜間最低気温と苗質との交互作用は, 高夜温では大苗の方が収量が多いが, 低夜温では逆転して小苗の方が収量が多くなつた。果実総重量については, 夜間最低気温と光量の影響が強く働き, 窒素施

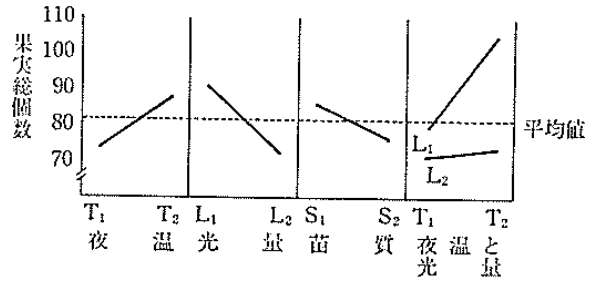
第17表 果実総重量の分散分析

要因	df	ss	ms	F	寄与率%
T.....	1	2162.0	2162.0	33.9**	32.0
L.....	1	1640.0	1640.0	25.7**	22.8
T×L.....	1	676.0	676.0	10.6**	10.8
T×S.....	1	324.0	324.0	5.1*	5.7
T×F.....	1	225.0	225.0	3.5	4.0
e ₂ '.....	10	636.9	63.69		

**1% *5%



第13図 果実総重量におよぼす要因効果



第14図 果実総個数におよぼす要因効果

第18表 果実総個数の分散分析

要因	df	ss	ms	F	寄与率%
T.....	1	841.0	841.0	16.6**	17.3
L.....	1	1560.0	1560.0	30.7**	33.1
T×L.....	1	625.0	625.0	12.3**	12.6
M×L.....	1	225.0	225.0	4.4	3.8
S.....	1	625.0	625.0	12.3**	12.6
F×S.....	1	225.0	225.0	4.4	3.8
e ₂ '.....	9	456.8	50.75		

**1%

用量, 土壤水分については差は認められなかつた。

果実総個数について：有意となつた主効果は、夜間最低気温(T)、光量(L)、苗質(S)の3因子があげられ、各因子で果実個数の多くなるものは、低夜温、光量が多く、大苗であつた。交互作用は、夜間最低気温(T)×光量(L)が有意となり、高夜温では光量による果実個数生産の差は少ないが、低夜温では光量の多い条件で果実個数が著しく増加した。また、窒素施用量と土壤水分の2因子については有意差がなかつた。

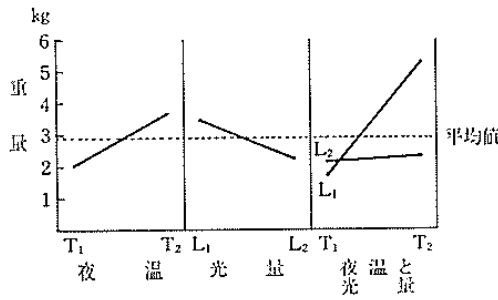
果実の大きさ別収量構成：大果(150g以上)、小果

(100g以下)に別け検討したが、100~150gに入る中果については各因子が入り混るため省略した。大果重量については、果実総重量および果実総個数とほぼ同じ傾向で、有意となつた主効果は、夜間最低気温(T)、光量(L)で、低夜温、光量が多い場合、大果が多くなり、交互作用は、夜間最低気温(T)×光量(L)が有意となり、低夜温では光量の多少によら差が大きく現われた。小果重量は、夜間最低気温(T)、苗質(S)の主効果と光量(L)×窒素施用量、(F)、夜間最低気温(T)×窒素施用量(F)の交互作用が有意となり、高夜温、大苗は小果が多

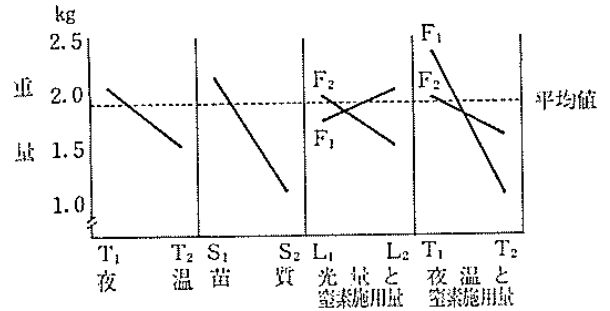
第19表 大果重量の分散分析

要因	df	ss	ms	F	寄与率%
T.....	1	1190.3	1190.3	17.6**	28.9
L.....	1	517.6	517.6	7.6*	11.6
T×L.....	1	770.1	770.1	11.4**	19.8
M×L.....	1	232.6	232.6	3.4	4.2
S.....	1	333.0	333.0	4.9	6.8
M×F.....	1	217.6	217.6	3.3	3.9
T×F.....	1	175.6	175.6	2.6	2.8
e ₂ '.....	8	542.2	67.77		

**1% *5%



第15図 大果重量におよぼす要因効果



第16図 小果重量におよぼす要因効果

第20表 小果重量の分散分析

要因	df	ss	ms	F	寄与率%
T.....	1	126.5	126.5	16.4**	18.5
L × F.....	1	39.1	39.1	5.1*	4.9
S.....	1	315.0	315.0	40.7**	48.0
M × F.....	1	33.1	33.1	4.3	4.0
T × F.....	1	45.6	45.6	5.9*	6.0
e ₂ '.....	10	77.4	7.74		

**1% *5%

くなり、交互作用は、光量の多い条件で窒素施用量の少ない方が小果が多く、光量の少ない条件ではこれが逆転した。また、夜間最低気温と窒素施用量との交互作用は、高夜温下で窒素多用のとき小果が多く、低夜温下では、これは反対となつた。全般に、大果重量や総重量の場合と逆になる傾向を示した。

変形果について：乱形果、先尖り果など商品価値の劣る果実は、その発生要因が、それぞれ異なるため同一には判断できないが、全般にいつて、低夜温は高夜温より、多灌水は少灌水より、小苗は大苗より変形果は多く、大苗で低夜温の場合は変形果の発生が多かつた。

考 察

生育、開花、収量について最高、最低の特性値を示す因子の組合せを検討し、その組合せによる95%信頼区間における推定理論値、および、それらの組合せによる本実験の実測値を第21表に示した。これより各因子の組合せによるトマトの生育反応と収量を増加させるため最適条件の推定、および、この条件下による生育、開花、着果について考察するにつぎのとおりである。

1. 生育について

定植40日後における草丈の伸長の最も大きくなるのは高夜温、大苗、多灌水、光量の少い各因子の組合せで、草丈の最も低いのはこれに反対に、低夜温、小苗、少灌

水、光量が多い組合せであつた。この4因子のうち夜間最低気温と苗質の影響が灌水や光量の影響に比べ著しく大きかつた。定植後の環境要因が草丈の伸長におよぼす影響は大きく、環境要因として予想された通り、高夜温、多灌水、光量不足が植物体の徒長的な生育を促すことがわかる。光量が草丈に及ぼす影響については、Porter¹³⁾が光度を下げると草丈が伸長することを認めているし、トマトの草丈の伸長についてはWent²⁴⁾は明期より暗期の方が重要で、生長は夜間に起るとしているが、草丈の伸長は、必ずしも暗期のみでなく明期にも暗期の1/3程度の伸長は認められる。しかし、草丈の伸長について最も強く影響をおよぼす要因は夜間気温である。

葉長の伸長の最も大きくなる因子の組合せは、高夜温多灌水、光量が少く、小苗であり、また、伸長の少ないのは低夜温、光量が多く、大苗の組合せであつて、苗質を除いては草丈の伸長を促進したのと同じ因子の組合せが葉長を大きくした。これらの因子のうち、夜間最低気温と土壌水分の影響が大きく働いた。葉長の伸長に関する苗質の影響は、定根時に小苗は大苗より葉長が小さかつたにかかわらず、定植後の高夜温では小苗の方が大きくなり、育苗中に灌水制限した苗は、定植後に高夜温で葉長の回復率の大きいことがわかる。Porter¹³⁾は光量が不足すると葉は大きく薄くなることを認めているが、本実験においても、この傾向がみられ、これは、光量不足

第21表 最高最低条件の組合せ推定理論値と実測値

		最高最低の要因組合せ	推定理論値の95%信頼区間	組合せの実測値
草丈	cm	Max.....T ₁ ・M ₁ ・L ₂ ・S ₁	106.1~99.7	103.0
		Min.....T ₂ ・M ₂ ・L ₁ ・S ₂	64.6~58.2	60.0
葉長	cm	Max.....T ₁ ・M ₁ ・L ₂ ・S ₂	43.7~39.7	42.0
		Min.....T ₂ ・M ₂ ・L ₁ ・S ₁	33.9~29.9	32.0
葉巾	cm	Max.....T ₁ ・M ₁ ・S ₁	46.3~39.9	44.0
		Min.....T ₂ ・M ₂ ・S ₂	35.6~29.2	31.0
茎の太さ	mm	Max.....T ₂ ・M ₁ ・S ₂	11.9~10.9	11.4
		Min.....T ₁ ・M ₂ ・S ₁	8.6~7.6	7.9
葉数		Max.....T ₁ ・M ₁ ・S ₁	19.0~18.4	19.0
		Min.....T ₂ ・M ₁ ・S ₂	16.0~15.4	16.0
第1花房開花指数		Max.....T ₁ ・M ₁ ・S ₁	46.6~42.2	43.0
		Min.....T ₂ ・M ₁ ・S ₂	17.7~11.3	14.5
第2花房開花指数		Max.....T ₁ ・M ₁ ・S ₁	51.1~42.5	51.0
		Min.....T ₂ ・M ₁ ・S ₂	7.1~0	1.5
第3花房開花指数		Max.....T ₁ ・M ₁ ・L ₂ ・S ₁	33.8~25.0	31.0
		Min.....T ₂ ・M ₂ ・L ₁ ・S ₂	2.5~0	1.5
第1花房着果数 (10株当り)		Max.....T ₂ ・S ₁ ・F ₂	43.8~38.6	43.0
		Min.....T ₁ ・S ₂ ・F ₂	30.6~25.8	28.0
総果実重 (10株当り)	kg	Max.....T ₂ ・L ₁ ・S ₂	14.2~12.5	13.3
		Min.....T ₁ ・L ₂ ・S ₂	6.6~4.8	6.2
収穫果実総個数 (10株当り)		Max.....T ₂ ・L ₁ ・S ₁	119.8~101.8	116.0
		Min.....T ₁ ・L ₂ ・S ₂	73.3~55.3	60.0
大果量 (10株当り)	kg	Max.....T ₂ ・L ₁	7.5~5.6	6.2
		Min.....T ₁ ・L ₂	1.8~0	1.3
小果重 (10株当り)	kg	Max.....T ₁ ・L ₂ ・S ₁ ・F ₁	3.4~2.7	2.9
		Min.....T ₂ ・L ₂ ・S ₂ ・F ₂	1.1~0.4	0.9

を葉の大きさによつて補うための一種の葉の適応と考えられる。

葉巾の伸長は、苗質を除いて葉長と同じ因子の組合せのものが大きくなり、光量、窒素施用量の影響はみられなかつた。葉長、葉巾を含めた葉の大きさは、夜温の影響が強く、とくに、高夜温と多灌水の組合せた条件で著しく大きくなり、低夜温では多灌水は地温の低下を来しトマトの限界地温前後となり、生育が衰えるためか灌水量による差はない。

茎を最も太くするのは、低夜温、多灌水、小苗の組合せで、最も細くするのは、この逆の組合せである。土壤水分の影響が大きく、とくに低夜温で著しい。苗質につ

いては、土壤水分を制限して育苗した苗は、定植後の土壤水分が多いと茎が太くなることは前報⁹⁾でも認められたとおりである。草丈や葉は高夜温で伸長するが、茎は低夜温で太くなる傾向がある。

生育促進の指標となる葉数について葉数が増加するのは、高夜温、多灌水、大苗の組合せで、葉数が少ないのは、低夜温、多灌水、小苗の組合せで、とくに、苗質、夜間最低気温の影響が強い。夜間最低気温と土壤水分との交互作用では、高夜温では多灌水の方が葉数が多いが、低夜温では少灌水の方が生育は進む。これは、低夜温で土壤水分が pF 2.0 と pF 2.5 前後の乾湿の差があると、地表下5~10cmの夜間地温は、1.0~1.5℃の範囲

内で土壤水分の多い方が低くなる。したがって、低温期には地温がトマトの限界地温より低いため根群の発達が悪く養分吸収の低下を来し、生育が遅れたものと考えられる。

草丈、葉数、葉長、葉巾、茎の太さと生育全般について検討すると、この実験の設定温度範囲では、高夜温の条件では茎の太さを除いては、いずれの部分も伸長が大きい。夜間最低気温の高い時は、気温に伴って地温も上昇して、この影響が相加的に働いたことも考えられる。土壤水分の多い方がいずれの部分の生長量も増すが、低夜温で土壤水分が多いと地温の低下を招き、新根の発生が鈍く、養水分の吸収が衰えるためか生育は遅れる¹²⁾。苗質については、灌水制限をして育苗した苗の定植後の回復率の著しい部分は葉長と茎の太さで、草丈、葉数については、苗質の影響が定植後も持続する。光量については、遮光により徒長的になる部分は草丈と葉長で、形態的には、ほかの部分への影響は少い。徒長的な生育をする環境条件では、草姿は草丈が高く、葉が大きく、草姿全体が逆円錐型となり、茎葉が繁茂して光線不足を来し、寡日照期の栽培においては生殖生長が不良になり、花房の発達が劣り、好ましい草姿でない。したがって、夜温を低くし、初期の本圃の土壤水分を少なくし、光量が植物体全体により多くあたる条件にすることが大切である。窒素施用量の影響が生長に反応しなかつたのは、低温期で肥効が充分でなかつたことと、トマトの生育はかなり低い窒素レベルである程度維持される²⁾ ことによるものと考えられる。

2. 開花期および着果について

定植後の第 1 花房の開花は、苗質による差が大きく、育苗期間に灌水制限したものは開花が遅れる。このことは、斉藤ら¹⁰⁾は灌水を極端に少なくすると生長が抑えられ、花芽の分化が遅れ、分化数も少なく、発育が遅れ、開花、成熟も遅れることを報告しているのと一致する。定植後の環境要因としては、夜間最低気温の影響が強く、高夜温は開花を早める反面、花数が少なく、がくや子房が小さい花の形態となる。斉藤ら¹⁰⁾は、夜温が高いと、花冠やがくの発達が低下し、夜温が低いと、炭水化物、とくに全糖が多く、また、窒素、とくに蛋白態窒素が多くなる。このように、夜間最低気温が高いと、同化養分の消費が大きくて、花芽の分化発育などの生殖生長が衰えるようである。

土壤水分と開花の関係は、多灌水は地温を低下させるためか低夜温区では開花は遅れ、高夜温では多灌水の方が早くなる。第 1 花房の開花は、苗質と夜間最低気温の影響が強く、最も早く開花するのは、高夜温、多灌水、

大苗の組合せで、遅いのは、低夜温、多灌水、小苗の組合せであつた。第 2 花房の開花期は、第 1 花房とはほぼ同じ条件で開花期の早晚がきまるが、苗質による影響が大きい。また、第 2 花房の開花期は、気温が全般に上つてくるためか夜温の影響は少ない。一方、苗質と土壤水分との交互作用が大きく、生育差からくる開花期の差が大きくなつたものと考えられる。第 3 花房になると気温がさらに上昇したため、夜間最低気温の主効果はなくなり、土壤水分と苗質の影響が大きく、光量の影響も現われる。高夜温では、光量不足が徒長的な生育促進を増長し、開花が早くなると考えられる。第 1～第 3 花房を含めて開花期の早くなつたものは、徒長的な草姿で花数少なく、花房全体が貧弱で、がく、やく、子房も小さくなる傾向がみられた。また、斉藤ら¹⁰⁾は、ジベレリン投与による徒長や摘葉による同化量の減少、または、同化物質の消費量の増大により、体内の全糖、澱粉、多糖類はいずれも少なく、このような場合、花は小さくなり、がく片、やく、子房のいずれの器官も発達が抑えられることを認めている。このことから、栄養生長が旺盛で、夜間における同化物質の消費が多く、体内の養分が不足し、花器の発達が抑えられたものであろう。

第 1 花房の着果の最も多い組合せは、低夜温、大苗、窒素施用の少ないもので、最も少ないのは、高夜温、小苗、窒素少施用の組合せで、とくに、夜間最低気温の影響が著しい。夜間最低気温が高くて落花が多く、着果数が少なくなつた。低温下で炭水化物の消費の少ないことは、Foster⁶⁾ら、Tiedjensら²¹⁾も認めている。Wentら²²⁾は、夜温が高いと糖の転流が妨げられるとしているが、本実験における夜温の範囲では転流を妨げるほど高くないと考えられるので、日長が短く日照量の少ないため、同化生成物が少なく、果実への栄養供給が不十分で着果数が減じたものと考えられる。

着果数と苗質との関係は、斉藤ら¹⁰⁾は育苗期間の灌水抑制で花の発達が抑えられ、花器は小さくなるが、落花には影響がない反面、同化量の減少や、同化物質の消費量の増大による炭水化物の量が少なくなると、落花、落蕾を誘発せしめるとしている。したがって、極端な灌水制限をする育苗は、第 1 花房の開花を遅らせ、花器も小さく開花数も減少して、とくに、定植後の生育の回復率の大きい時は、栄養生長に体内養分が消費され、果実への養分不足を来し、着果数の減少を招くようである。苗質と窒素施用量との交互作用は、大苗では窒素が多いと茎葉が繁茂し、日照不足になり、落花を招く。また、小苗は窒素施用量が多い方が着果が多くなつたのは、定植時の草勢が比較的弱く、窒素施用の効果が出たものと

推察される。齊藤¹⁰⁾は、光が充分ある場合は、窒素の過剰症状は起らないが、光度が減少すると花芽の分化が遅れ、着果数が減少することを認めている。したがって、本実験のように、全般に光量の少ない条件下では、体内の炭水化物の少ないこととあいまつて、窒素の多用は窒素過剰症を起す可能性があると考えられる。

第2～3花房の着果は、第1花房の着果の影響を受け、全般的に、第1花房で着果の良い株は、第2～3花房では、やや着果の悪い傾向を示した。かように、第2～3花房は、第1花房の着果の影響を受けるので、各因子の影響は明確でない。

3. 収量について

果実重量の最も多い因子の組合せは、低夜温で光量が多く、小苗の条件である。この最適条件の推定を95%の信頼区間で求めると、10株当りの総果実重量は、14.2～12.5kgの範囲にあり、最も収量の少ないのは、高夜温で光量が少なく、小苗の組合せで、推定理論値は6.6～4.8kgになり、組合せ条件による収量の差は大きい。低夜温の条件で総重量が多くなったのは、着果数が多かったことと、果実の肥大が順調であつたことに起因する。夜間の温度が低いと、植物体内での同化養分の消費が少なく、夜温が高いと、栄養生長と呼吸作用の増大によつて同化物の消費が大きくなり、栄養生長と果実の肥大との間に同化物の競争競争が起り、果実への養分供給不足によつて、着果不良と果実の肥大が抑えられたものであろう。

光量は、夜温に次いで収量に対する影響が強かつた。トマトは果菜類中で光の不足の影響を強く受ける作物で、Porter¹³⁾は、トマトの光合成と日射量との関係は、光度を1/2に減少させると、光合成産物は1/6になり、乾物重は1/2になるとし、また、Arther¹²⁾は、950cdで17時間日長の時に、最も発育が良いとしている。また、巽²⁰⁾は、同化箱法により4葉期のトマトの同化量を測定した結果、70klx附近に飽和照度があることを認めている。渡辺²²⁾は、トマト苗の光飽和点は約0.6cal/min附近で12月～1月が、その約1/6程度の低光度期にあるとしている。本実験を実施中の12月～3月にかけての日長は、10～11時間で、そのうち、日照時間は曇雨天が多かつたため、12月～2月の期間の日平均日照時間は約3時間、3月で4.4時間と非常に短く、日照率は大変に低い。日射量も12月～3月は130～150cal/cm²と少ない。したがって、トマトに対して光量の絶対量が不足し、さらに、遮光により晴天時20%前後の減光処理が同化作用に大きく影響したものであろう。夜間最低気温と光量との交互作用で、低夜温で遮光、無遮光による光量の差が大きくなつたのは、低夜温では夜間の同化物の消費が少

く、昼間の同化量が多いのが相加的に働いたのであろう。

定植時の苗質と夜間最低気温の交互作用が果実総重量に影響を与えた関係を見ると、草姿の小さい生育条件で収量が多く、大柄に生育したものは日照不足を来し、落花や果実の肥大がよくかつたものと考えられる。菅原¹⁰⁾は、トマトの光の強さに対する品種間適応性を調べ、栄養生長の少ない小柄な草姿の品種は、減光処理による着果や、果実肥大に及ぼす影響が少なく、栄養生長量が多い大柄な草姿の品種は、減光処理に敏感に反応し、果実の肥大が不良となり、弱光適応性には、光合成養分の利用に関係して品種の栄養生長性が負の要因になっていることを報告している。また、小苗は着果数は少ないが大果が多かつたため、総重量は多くなつた。高夜温区は収穫が10日程度低夜温区より早くなつたため、気温の上昇および光量増加が低夜温区に有利に働いたことも考えられる。

大果重量は、総重量と同じ因子の組合せで多くなり、低夜温と光量の影響が大きい。収量構成で負となる小果実重量が多くなる組合せは高夜温と大苗であり、窒素多用と光量の少ない組合せ、窒素多用と高夜温の組合せなど、栄養生長の大きくなる組合せは小果重が増加している。これは日照不足に起因する少ない同化養分の栄養生長と、果実間での競争によつて、果実の肥大が抑制されたものと推察される。

果実総個数で最も多いのは、低夜温、光量が多く、大苗の組合せであり、少ない組合せは、高夜温、光量が少なく、小苗で、推定理論値はそれぞれ10株当り119.8～101.8個と73.3～55.3個となる。また、総重量とはほぼ同じ要因効果で、栄養生長の小さいものが多く、光量の影響が大きい。Potter¹³⁾および、藤井³⁾も光度が多くなると着果、果実の肥大発育がよいことを報告している。一般に、ハウス栽培のトマトには、灌水の効果の高いことは認められているが、本実験では、土壌水分の多少が収量に影響しなかつた。その原因としては、定植から収穫まで同じ土壌水分状態に保つたため、土壌水分の多い処理区は初期の栄養生長が活潑で、茎葉の繁茂による生殖生長への悪影響と果実肥大期の灌水効果が相殺されたものと考えられる。したがって、初期は灌水をひかえ、果実肥大期に灌水する管理が大切である。窒素施用量についても収量への影響は少なく、巽川²⁾は、窒素施用量は1アール当り2.0kgで充分であるとしていることから、トマトの生育、収量におよぼす窒素施用量の影響は、一般に施用している量より、かなり少ない施用量で充分であつて、本実験で施用した25～40kgの範囲では

収量に影響を及ぼさなかつた。

最も収量の多い最適条件の組合せを定植後40日頃の初期の生育状態で検討すると、草丈、葉の大きさは、いづれも小さく、小柄な草姿をした生育状態のものが増収している。したがって、低温で日照の少ない時期に密植した場合には、生育初期は栄養生長を抑えるため、夜間気温を低くし、灌水をひかえ、可能な限り受光量を多くする栽培管理が大切である。夜温については、Went²⁴⁾は、昼間気温 26°C 、夜間気温は $17\sim 20^{\circ}\text{C}$ 前後がトマトの生育に最も良いことを認めているが、光量の絶対量が少ない時は $17\sim 20^{\circ}\text{C}$ の夜間気温では栄養生長が著しく、開花結実、果実の肥大には不適當である。そのため、12~2月に開花する作型においては、その期間の日照量、昼間気温、株間などを考慮に入れて、夜間最低気温の設定は $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ の範囲内が適當と考えられる。また、 5°C 以下の夜間気温は、落花を誘発しやすく、変形果の発生が多い。苗質については、育苗期間は極端な灌水制限をした苗は花数、着果数が少なく、熟期も遅れるため、加温栽培には適當でない。

摘 要

低温、寡日照期のハウストマト栽培において、夜間最低気温、土壤水分、光量、苗質、窒素施用量の5因子が生育、収量に及ぼす影響をみるため、各因子を2水準にとつて、2⁵要因実験の1/2実施を適用した。

1. 草丈、葉数、葉の大きさは、いづれも高夜温で伸長し、とくに、夜間最低気温、土壤水分、苗質の影響が大きく、夜間最低気温と土壤水分との交互作用が認められた。茎は低夜温、土壤水分が多い場合に太くなり、土壤水分と苗質の影響が大きい。また、光量が減じると、草丈、葉長が大きくなり、徒長的な生育を示した。

2. 開花期は、いずれの花房も高夜温、土壤水分が多く、大苗の組合せで早くなり、夜間最低気温、苗質の影響が大きく、第1花房の着果数は低夜温、大苗で多くなり、苗質と窒素施用量との間に交互作用が認められた。

3. 総果実重量、大量重実および果実個数は、低夜温で光量の多い組合せで多くなり、夜間最低気温と光量との間に交互作用が認められ、低夜温で、とくに、光量の影響が強く現われた。果実個数については、苗質の要因効果も認められた。

4. 収量の多い最適条件の組合せは、初期の生育はいづれも栄養生長が抑えられた草姿を示しているものが良いことから推定すると、生育初期は、低夜温で灌水をひかえ、受光量を多くする栽培管理が大切である。したがって、12月~2月に開花、結実する作型では、その期間

の日照量、昼間気温、株間を考慮に入れて、夜間最低気温の設定は $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ の範囲が適當である。

引用文献

1. ARTHUR, J.M. J.D. GUTHRIE and J.M. NEWELL, 1930. Some effects of artificial climate on the growth and chemical composition of plants. Amer. Jour. Bot. 17: 416—482
2. 磯川浩一・大木孝之: 1966. トマト三要素試験、そ菜に関する土壤肥料研究集録、全購連、169—173.
3. 藤井健雄 1947. 果菜類の落果に関する研究. 千葉農専学報 6.
4. _____・伊東 正 1962・果菜栽培温度に関する研究, 2. ビニールハウス定植時の気温、地温がトマト、キュウリの発育に及ぼす影響. 千葉大園学報 10: 71—80.
5. 藤村 良・森 俊人・伊藤純吉・藤本治夫 1964. トマトの奇形果に関する研究. 第2報, 第3報. 兵庫農試研報 12: 63—65, 66—69.
6. FOSTER, A.C. and E.C. TATMAN 1938. Influens of certain enviromental conditions on congestion of starch in tomato plant stem. Jour. Agr. Res. 56:
7. 堀 裕・新井和夫・細谷 毅・小山田光男 1968. 培地温と気温の組合せがそ菜の生育ならびに養分吸収に及ぼす影響. 1. キュウリ, トマト, カブ, インゲンに関する実験. 園試報A, 7: 187—214.
8. 久富時男・藤本幸平 1968. 低温期のトマトの生育調整に関する研究 第1報. 苗床および本圃における土壤水分と生育の關係. 奈良農試研報 2: 24—31.
9. 五味 清・岡迫義孝 1966. ハウス栽培そ菜の施肥に関する研究 第2報. 半促成トマトの施肥量と養分吸収量について. 昭和41年度園芸学会(春)要旨.
10. 泉山美葵陽・岡 稔 1963. 育苗に関する研究 I. トマト苗の素質について. 園試報A 2: 107—143.
11. 松村安治・寺島政夫・川西英之 1966. そ菜の養分吸収. そ菜に関する土壤肥料研究集録. 159—168.
12. 沖森 当・大友讀二・松田 榮 1966. ハウス栽培そ菜に対する灌水試験 第2報. 土壤水分張力とトマト、キュウリの生育、収量について. 昭和41年度園芸学会(秋)要旨.
13. PORTER, A.M. 1937. Effect of light intensity on

- the photosynthetic efficiency of tomato plant. *Plant Physiol.* 12 : 225—252
14. 齊藤 隆・伊藤秀夫 1962. トマトの生育ならびに開花, 結実に関する研究 第1報, 育苗期の温度が生育ならびに開花, 結実に及ぼす影響. *園学雑* 31 : 303—314.
 15. _____・_____ 1963. トマトの生育ならびに開花, 結実に関する研究第2報, 育苗期の日長と光の強さが生育ならびに開花結実に及ぼす影響. *園学雑* 32 : 49—60.
 16. _____・今野義孝・伊東秀夫 1963. トマトの生育ならびに開花, 結実に関する研究 第4報, 育苗期の床土の肥培, 灌水量および株間が生育ならびに開花結実に及ぼす影響. *園学雑* 32 : 186—196.
 17. _____・伊東秀夫 1967. トマトの生育ならびに開花, 結実に関する研究 第10報, 花の形態, 機能および落花に及ぼす幼苗期の環境条件の影響 2. 灌水量摘葉および Gibberellin 施与の影響. *園学雑* 6 : 19—27.
 18. _____・_____ 1969. トマトの生育ならびに開花, 結実に関する研究, 花の発育ならびに形態に関する研究. 昭和44年度園芸会(春)要旨.
 19. 菅原祐幸・藤枝国光・松尾誠介 1968. そ菜の品種生態に関する研究. トマトの品種の光に対する適応性に関する試験. 園試久留米, そ菜試験成績 1—7.
 20. 巽 稔・堀 裕 1969. そ菜の光合成に関する研究 1. 光の強さとそ菜幼植物の同化特性. 園試報A8 : 127—140.
 21. TIEDJENS, V.A. and L.J. SCHRMERHORN 1933. Classification of tomato varieties according to physiological response. *Proc. Amer. Hort. Sci.* 36 :
 22. 渡辺 齊 1957. 苗床の条件とトマト, 胡瓜苗の光合成作用について. *千葉大園学報* 5 : 74—83.
 23. _____ 1959. 低光度下におけるトマト苗の発育と温度, 日長, 灌水量との関係について. *千葉大園学報* 7 : 57—66.
 24. WENT, F.W. 1944. Plant growth under controlled condition. II. Thermoperiodicity in growth and fruiting of the tomato. *Amer. Jour. Bot.* 24 : 505—526
 25. _____ and H.M. HULL 1949. The effect of temperature upon translocation of carbohydrates in the tomato plants. *Plant Physiol.* 24 : 505-526
 26. _____ 1945. Plant growth under controlled condition. V. The relation between age, light, variety and thermoperiodicity of tomato. *Amer. Jour. Bot.* 32 : 469-479

Summary

This experiment was carried out to determine the effects of night air temperature, soil moisture, light intensity, quality of seedlings and nitrogen supplied on growth and yields of tomato under low temperature in dim light intensity. 1/2-fractional replication of 2⁵-fractional experiment was applied to each of those five factors taken on two levels.

1. The reactions in stem elongation, leaf number and leaf-area expansion under low night air temperature were all seriously affected by the method of irrigation and the quality of seedling. Significant interactions between certain sets of factors—night air temperature and irrigation—were found to effect vegetative growth. The stem grew thicker by the low night air temperature and heavy irrigation and was influence to the remarkable extent by the irrigation and the quality of seedlings. In the weakened light intensity the plant grew lank.

2. A treatment turned out to quicken the flowering date of all the inflorescences; it is composed of the combination in which high temperature, heavy irrigation and good seedlings were well arranged. The flowering time was markedly affected by night air temperature and quality of seedlings. The fruit set of the first inflorescence got abundant by the choice of good seedlings in the low night air temperature, and it was notable

that the interactions between certain sets of factors—the quality of seedling and the amount of the supplied nitrogen—had an influence on the making of the fruit set.

3. The total yield, big fruit percentage and number of fruit rose up by the treatment that the plant should be kept without any shade in the low night air temperature. There were important interactions between night air temperature and light intensity as far as the yield was concerned. Fruit production under the condition of low night air temperature was much affected by the light intensity. Concerning the number of fruits the main-effect of the quality of seedling was clearly observed.

4. The treatment in the optimal arrangement of factors that produced the maximum yield controlled vegetative growth at the early stage. From the fact it may be gathered that the cultural management should be to keep up light irrigation in low night air temperature and to have the most amount of the solar radiation during the early period of growth. When tomato plants flowered and then bore their fruits from the early December to the late February it can be considered to be the proper management that night air temperature should be fixed between 5°C and 10°C when you take into account the solar radiation, the daytime air temperature and the density of planting.