

## 低温期のトマトの生育調整に関する研究 (第4報)

生育段階別土壌水分, 地温, 苗令, 窒素施用法の組合せが  
トマトの生育, 収量におよぼす影響—— $2^4$ 要因実験

久 富 時 男・ト 部 昇 治

### Studies on Growth Control of Pre-Forcing Tomato under Low Temperature. 4.

Effects of soil moisture on different stage of growth, soil temperature,  
seedling stage, and nitrogen supplied method on the  
growth and yields of tomato.

—An application of  $2^4$ -factual experiment.—

Tokio HISATOMI and Shoji URABE

#### 緒 言

施設栽培は従来の保温と雨除けを目標としたトンネル栽培や簡易ハウス栽培と異なり, その施設内部条件を, 作物の生育にできるだけ適した環境条件に人為的に制御し, 作物の生産時期の任意性と共に良品を多収することに意義がある。また, 施設栽培は単位面積あたりの収量をいかに増加させるかということが重要であり, かなり密植条件を前提とする。したがって, 環境管理基準の設定としては, 十分なスペースが与えられた個体についての好適条件とは多少異なり, 密植条件の群落としての総収量を増加させるための好適環境条件が要求される。

このような観点から, 冬植え春どりトマトについての栽培管理基準の設定のため, この栽培期間のトマト栽培について生育, 収量におよぼす数多くの原因系のうち, 特に強く影響をおよぼすと考えられる因子を, できるだけ多く取りあげ, 第1報では育苗時の床土水分と本圃の土壌水分との関係, 第2報では, 夜温, 光量, 土壌水分, 苗質, 窒素施用量, 第3報では地温, 栽植密度, 生育ステージ別の土壌水分, 窒素施用量をとりあげ, これらの因子の効果と, その因子の組合せによる2因子間の交互作用を検討してきた。

その結果, 冬植え春どりトマトは定植後の初期生育段階では, 栄養生長を抑制し, 果実の肥大期より生育を旺盛にさせる管理法で増収効果が認められ, 収量に強く影響をおよぼす因子としては, 光量, 夜温, 土壌水分, 栽植密度, 地温, 苗質があり, 窒素施用量については, そ

の影響は比較的小さかった。

この実験は, これらすでに実施した設定条件を参考にしてさらに, 残された因子である苗令, 窒素施用法と第3報で実施した最低地温 $20^{\circ}\text{C}$ の設定は高すぎたためこれより低い地温の設定と生育ステージ別の土壌水分を加えて, 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により実験の効率化を計り, 冬植え春どりトマト栽培における栽培管理基準の設定を得る目的で実施した。

#### 実験材料および方法

品種は東光Kを用い, 1970年10月14日, 温室内には種し, 発芽揃いからビニールハウスに搬入し, 11月2日に直径12cmのビニールポットに鉢上げをした。育苗床土は, ピートモス, クン炭, 土を容積比で3:2:5に混合し, 床土 $1\text{m}^3$ あたり, 成分量でN:120g,  $\text{P}_2\text{O}_5$ :500g,  $\text{K}_2\text{O}$ :80gを施用した。育苗期の夜温は $10^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ に保ち, 床土水分は少ない状態で育苗した。定植は, 12月21日, 1月7日の2期にわけ, 長さ22m, 間口7.5m,  $165\text{m}^2$ の面積で南北棟, 南北畦のビニールハウスに定植した。温度管理は $28^{\circ}\text{C}$ 以上になると強制換気をし夜温は温風暖房機で4月上旬まで $8.5^{\circ}\text{C}\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ に維持した。ホルモン処理は開花時にトライロン600倍で処理し第4花房で摘心し, 各花房4果に摘果した。栽植密度は畦幅2.0m株間20cm, 2条植えで10a当たり5000本となつた。試験区は1区 $6.0\text{m}^2$ , 30株とした。

調査は, 2月3日(は種後100日), 3月3日(は種後

第1表 因子と水準

因	子	水	準
土 壤 水 分	M	第1花房肥大期まで pF 2.5~2.7 以後 pF 2.0~2.2	M <sub>1</sub> 第3花房肥大期まで pF 2.5~2.7 以後 pF 2.0~2.2 M <sub>2</sub>
地 温	T	最低地温 (15°C)	T <sub>1</sub> 無加温 T <sub>2</sub>
苗 令	S	若 令 苗 (第1花房開花期)	S <sub>1</sub> 老 令 苗 (第1花房開花終り) S <sub>2</sub>
窒素施用割合	F	元肥多用区 (15-5-5)	F <sup>1</sup> 追肥多用区 (5-10-10) F <sub>2</sub>

128日)に草丈、葉長、葉幅長、葉数、茎の太さを測定した。収量調査は、各花房ごとに果実の大きき別におこなった。

実験は第1表の因子、水準を直交表L16(4, 1, 2)のわりつけを適用し、この組合せによる主効果は全て推定し各4因子のどの2因子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。また全ての因子の交互作用はあるものとした。各因子のわりつけは、1次因子としてブロック因子、2次因子として土壌水分(M)と地温(T)3次因子として苗令(S)と窒素施用法(F)とする3段分割区法を採用し、確率化をおこなって圃場に配置した。

#### 因子および水準設定とその処理法

##### 生育ステージ別土壌水分

トマトの栄養生長を調整する因子として温度と土壌水分の影響が大きい。温度のみに依存する生育調整は正常な生育が期待できないため、定植初期の生育調整は、もつばら、土壌水分によらなくてはならない。いつぼう果実の肥大に関しては、土壌水分が少いと極端に果実の肥大が抑えられるため、初期の栄養生長抑制と果実肥大期の土壌多水分とに別かれる生育ステージ別の土壌水分管理が必要となり、この土壌水分の切り換え時期の設定が大切となる。したがって、土壌水分の設定として定植初期から第1花房肥大期まで pF 2.3~2.5 に保ち、その後は pF 1.7~2.0 に高める灌水法で増収効果がみられ、全期間 pF 2.3~2.5 に保ったものは、果実の肥大が悪く大果重が少なくなった<sup>2)</sup>。したがって、この実験は、第1花房肥大期まで pF 2.5~2.7 にして、それ以後は pF 2.0~2.2 にする処理と、定植後の生育初期を pF 2.5~2.7 の土壌水分にし、生育状態に応じて pF 2.0~2.2 の多水分に切り換えるダイナミックな因子とした。この時期は、実際には第3花房着果期になった。

灌水法は、畦上中央に灌水チューブを配置し、目標の pF 値以上になると灌水し、各処理とも pF 2.0 以下にまで土壌水分を高めた。この pF 値は灌水開始点を示すものであり土壌水分が少い処理は、土壌水分差の大きな条件で栽培されたことになる。土壌水分の測定はテンシヨ

ンメーターを各区に1ヶずつ株間中央、深さ15cmに埋設した。

##### 地温

トマトに対する地温の影響は生育のみをみれば20~25°Cに適温があるが、この作型としては、必ずしもこの温度の必要がない。第3報で設定した最低地温20°Cでは、定植後、初期の葉長、葉幅、茎の太さなどの栄養生長が旺盛になり、果実生産には、かえってマイナス効果となり、この作型では、最低地温20°Cは高すぎるため<sup>2)</sup>、これより低い地温である最低地温15°Cにしたものと、無加温との2水準を設定した。

地中加温は畦中央、幅20cm、地表下15cmに電熱線を配線し、サーモスタットで15°C±2°Cに最低地温を保った。なお、最低地温を15°Cに保つと昼間地温も無加温に比べると、最高地温は4~7°C高くなり、地中加温効果は、この日中の地温条件を含めた水準の設定となった。

##### 窒素施用法

窒素施用量については、この作型で、栽植密度が10a当たり4000~5000本、収量10t前後で、窒素の施用量は成分量で20kg以下では少く、20~30kgの範囲に適量があることが判明した<sup>2)</sup>。この実験では窒素施用量を10a当たり25kgにし、元肥多用区と追肥多用区を設定した。元肥多用区は元肥15kg、追肥5kg2回施用(15-5-5)、追肥多用区は、元肥5kg追肥10kg2回施用(5-10-10)の2水準をとった。施用した肥料の形態は、硫酸、硝安を元肥・追肥とも、両者、等分に半量づつ施用し、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>は過磷酸石灰で25kg、全量元肥に、K<sub>2</sub>Oは硫酸加里で30kgを元肥に10kg、追肥2回に各々10kgずつ、苦土石灰は150kgを各処理区とも同量施用した。元肥施用は、定植10日前、追肥は前期定植87日後の3月18日に第1回、121日後の4月21日に第2回を施用した。定植前の土壌のECは1:5で0.5ミリムーセンチであつた。

##### 苗令

トマトは、生育段階の早い若苗を定植すると栄養生長が旺盛になり、逆に、生育ステージの進んだ老令苗は定植後、好適条件を与えても栄養生長が抑制される。これ

第2表 定植時苗令別の苗の状態

	草丈 cm	葉長 cm	葉幅長 cm	葉数 枚	茎の太さ mm	生 体 重			
						第1花房 g	葉 g	茎 g	根 g
若令苗 (S <sub>1</sub> )	34.2	35.0	32.4	11.2	5.7	0.1	26.9	10.0	9.1
老令苗 (S <sub>2</sub> )	42.5	22.3	22.3	14.0	7.8	1.2	39.8	16.3	29.0

備考：a：生長点より6枚目 b：1～2葉間

第3表 半月別のハウス内気温と地温

半月	1 2 月							1 月							
	1	2	3	4	5	6	平均	1	2	3	4	5	6	平均	
ハウス内 気 温	最高℃	—	—	—	27.5	28.1	—	27.8	25.5	27.8	24.5	29.4	28.3	26.3	27.0
	最低℃	—	—	—	11.0	9.9	—	10.5	9.8	9.5	9.8	10.1	10.4	10.0	9.9
地 温 (無加温)	最高℃	—	—	—	15.4	18.0	—	16.7	14.7	13.1	16.2	15.8	16.3	14.0	15.0
	最低℃	—	—	—	10.8	12.2	—	11.5	10.6	10.5	10.9	10.9	11.5	9.9	10.7
地 温 (加 温)	最高℃	—	—	—	—	18.2	19.4	18.8	19.4	20.1	20.7	20.6	20.2	23.3	20.7
	最低℃	—	—	—	—	14.0	14.4	14.2	14.2	14.8	14.5	15.2	15.6	16.2	16.1
	2 月							3 月							
	1	2	3	4	5	6	平均	1	2	3	4	5	6	平均	
ハウス内 気 温	最高℃	26.8	27.8	26.8	28.6	26.7	—	27.3	23.5	26.6	27.5	29.2	27.4	27.0	26.9
	最低℃	9.1	9.4	8.4	7.9	9.0	—	8.8	8.5	7.4	7.6	8.1	8.0	10.0	8.3
地 温 (無加温)	最高℃	14.6	14.5	14.2	15.3	15.8	—	14.9	15.6	14.7	17.7	17.3	17.4	19.6	17.1
	最低℃	9.7	9.1	9.5	10.2	10.7	—	9.8	10.4	9.5	10.0	10.8	11.2	12.5	10.7
地 温 (加 温)	最高℃	19.2	18.9	17.9	18.5	18.8	—	18.7	20.9	19.9	19.9	21.8	18.6	—	20.2
	最低℃	13.9	13.5	13.1	13.4	13.5	—	13.3	13.8	14.3	14.9	14.1	11.2	—	13.7
	4 月							5 月							
	1	2	3	4	5	6	平均	1	2	3	4	5	6	平均	
ハウス内 気 温	最高℃	26.0	26.8	28.0	27.0	28.0	28.0	27.3	25.2	26.2	31.0	27.3	31.0	30.0	28.4
	最低℃	9.4	10.4	9.5	7.5	8.0	8.6	7.9	11.3	9.4	13.4	14.6	12.0	15.3	12.7
地 温 (無加温)	最高℃	18.3	18.1	20.9	20.3	21.4	21.9	20.2	22.2	21.2	25.0	23.2	26.2	26.0	24.0
	最低℃	12.4	13.1	13.1	11.5	13.4	14.6	13.0	12.7	13.5	16.3	17.5	17.2	17.9	15.9

備考：地中加温期間 12月20日～3月20日

は、第1花房開花までは初期の根の生育が旺盛で吸収力も強く、第1花房着果期頃までに根が将来の根系範囲内に充満し、着果後は、根と果実との間に同化物の競合が起り、根の伸長速度が低下する傾向がある<sup>6)</sup>。したがって、定植後、旺盛な栄養生長を要求する時は若令苗で定植し定植初期の生育を抑えたい場合は老令苗を定植する。一般には、第1花房開花始め頃を定植適期としている。

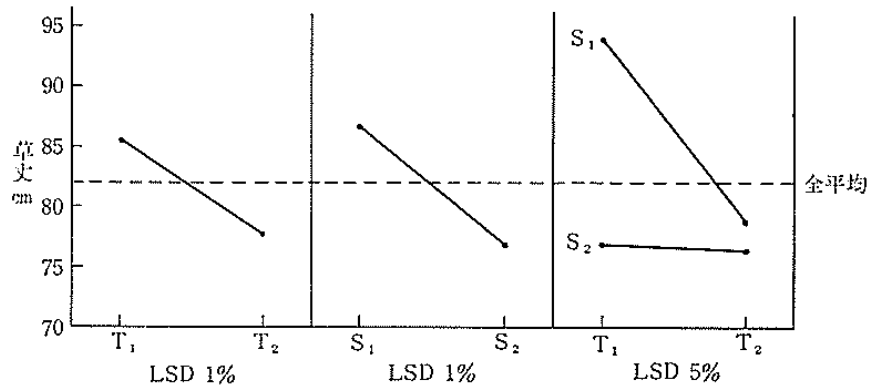
この実験では、若令苗は、第1花房開花期、老令苗は第1花房開花終りの2水準をとった。若令苗は育苗期間が70日で12月21日、老令苗は、育苗期間が87日で1月7

日に定植した。老令苗は若令苗の定植時に15cmポットに鉢上げて残り期間を育苗した。各苗の定植時の苗の状態は第2表に示すとおりである。定植後のハウス内の気温、地温は第3表に示した。

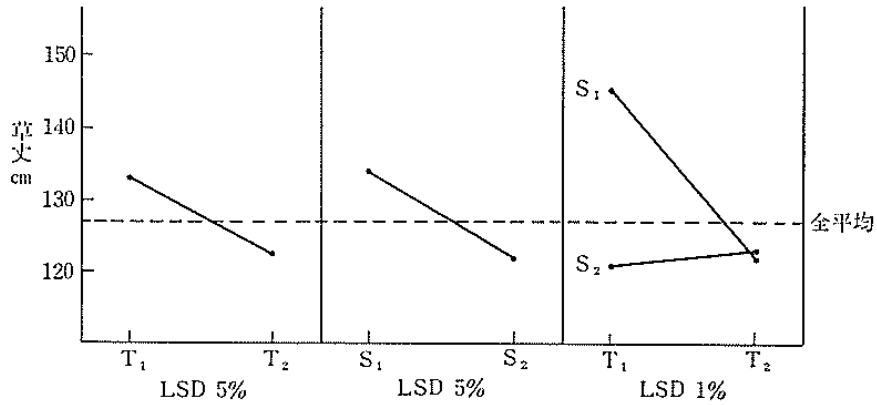
### 実 験 結 果

#### 1. 生育におよぼす要因効果

は種後112日の2月3日と140日後の3月3日(若令苗は定植後70日、老令苗は定植後55日)における草丈、葉長、葉幅長、茎の太さ、葉数の測定値を分散分析し有意



第 1 図 前期草丈におよぼす要因効果



第 2 図 後期草丈におよぼす要因効果

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。以下、各因子が生育に及ぼした影響を、草丈、葉長、葉幅長、茎の太さ、葉数について述べると次のとおりである。

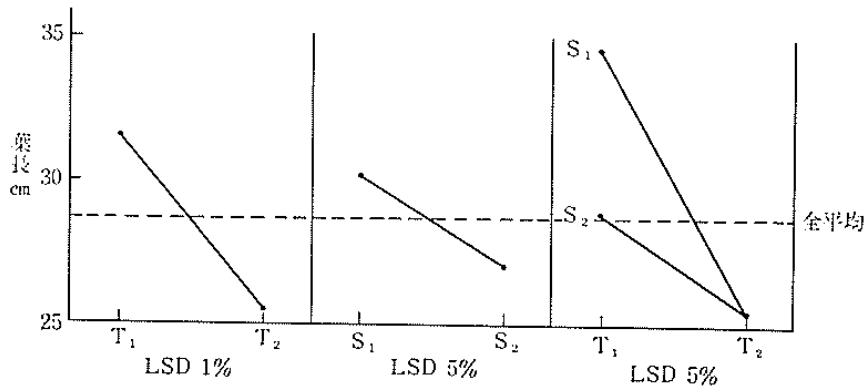
草丈の伸長について 2 月 3 日における前期測定で有意となつた主効果は、地温(T)、苗令(S)の 2 因子と地温(T)×苗令(S)の交互作用であつた。これらは、水準としては、地中加温、若令苗で草丈の伸長がよくさらに地中加温の条件では若令苗が草丈の伸長が著しく老令苗では地温による差はなく、地中無加温では、苗令による差は認められなかつた。3 月 3 日の後期測定も、前期とほぼ同じ傾向を示し、主効果は地温(T)、苗令(S)の 2 因子と地温(T)×苗令(S)の交互作用が有意となつたが、地温、苗令は前期測定より 2 水準の差は小さくなり、逆に地温×苗令の交互作用は大きくなる傾向を示した。

葉長の伸長については、前期測定で有意となつた主効果は、地温(T)、苗令(S)の 2 因子と地温(T)×苗令(S)の交互作用で、各因子の水準としては、地中加温、若令苗で葉長は大きくなり、地中加温の条件では若令苗、老令苗とも地中無加温より大きくなり、若令苗が

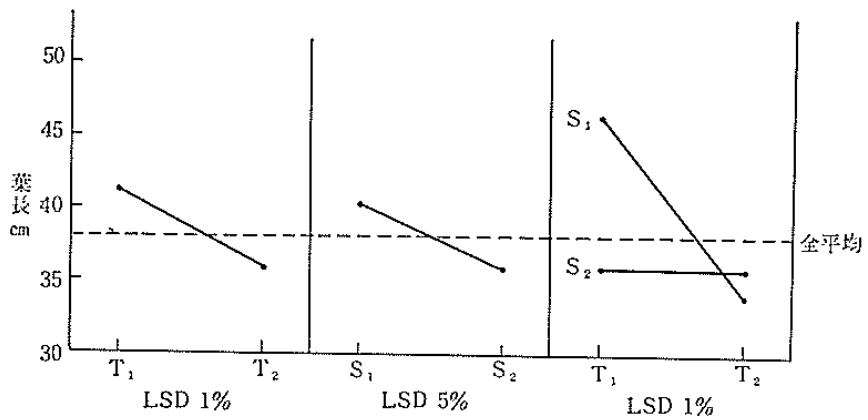
特に大きくなつた。また、地中無加温の条件では苗令間に差は認められなかつた。後期測定でも、前期とほぼ同じ傾向であつたが地温と苗令の交互作用で老令苗は地温による影響が少くなつた。

葉幅長の伸長については、前期測定で有意となつた主効果は地温(T)、苗令(S)の 2 因子と地温(T)×苗令(S)と地温(T)×土壌水分(M)の交互作用で、各因子の水準としては、地中加温、若令苗で葉幅が大きくなり、地温と苗令との交互作用では、地中加温条件では若令苗で葉幅は著しく伸長し、老令苗では地温による影響は少ない。また、地温と土壌水分との交互作用では、地中加温条件では土壌多水分が少水分より葉幅長は大きくなり、地中無加温条件では逆に土壌少水分の方が大きくなる傾向を示した。葉幅長の後期測定では、主効果は地温(T)、交互作用は地温(T)×苗令(S)のみが有意となり、地温の水準としては地中加温で葉幅は大きくなり、交互作用としては、地中加温条件では若令苗で大きく老令苗では地温による影響はなかつた。

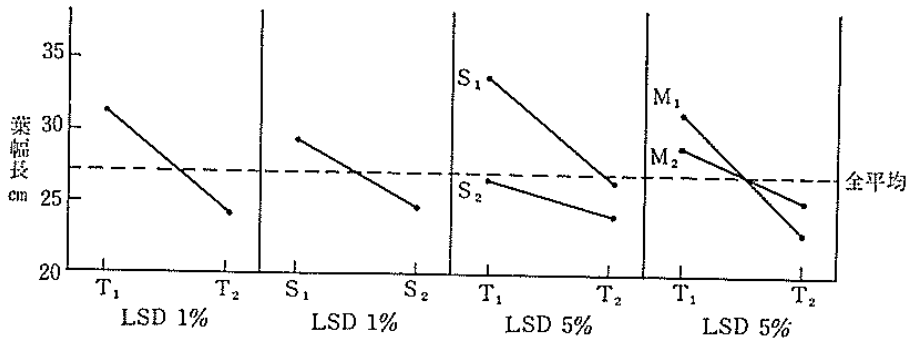
茎の太さについては、前期測定で有意となつた因子の主効果は地温(T)、苗令(S)と地温(T)×苗令(S)の交



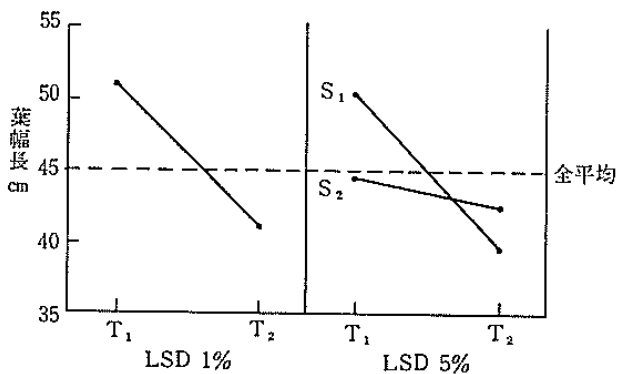
第3図 前期葉長におよぼす要因効果



第4図 後期葉長におよぼす要因効果



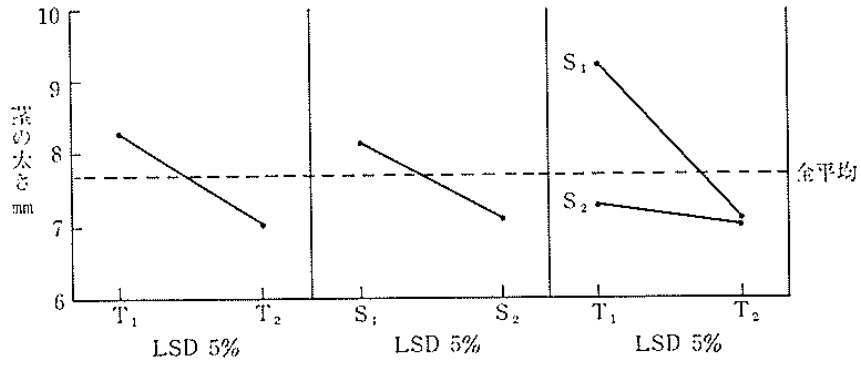
第5図 前期葉幅長におよぼす要因効果



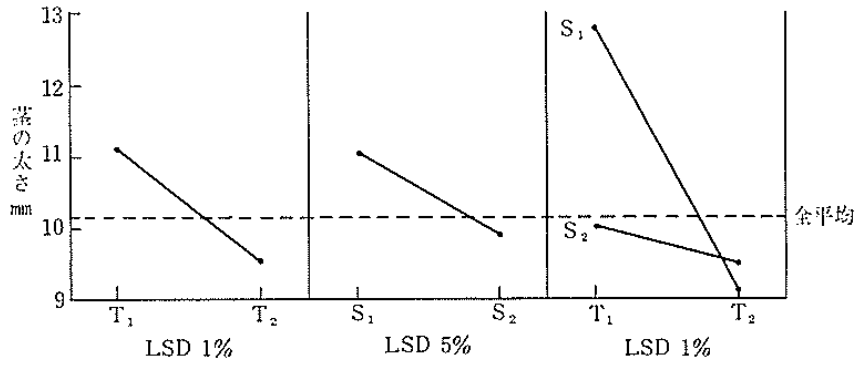
第6図 後期葉幅長におよぼす要因効果

相互作用であり、これらは各因子の水準としては、地中加温、若令苗で茎は太くなり、地中加温の条件で若令苗、老令苗とも茎は太くなり、特に若令苗では著しく太くなる傾向がみられた。後期測定でも、前期と全く同じ傾向であった。

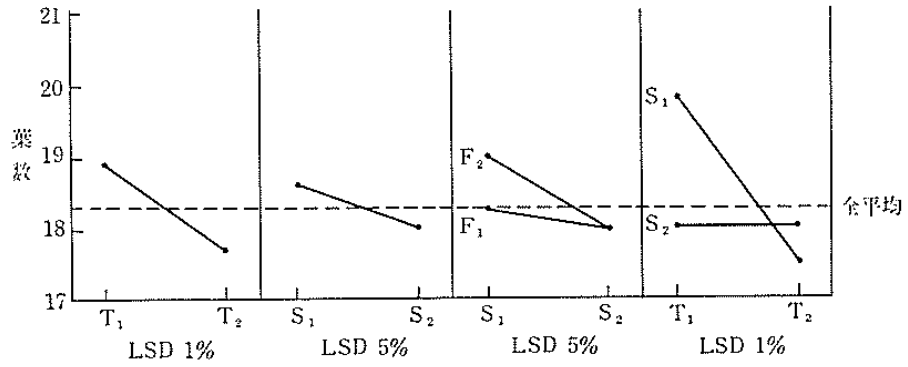
葉数については、前期測定は、有意となつた因子の主効果は地温(T)、苗令(S)と交互作用は苗令(S)×窒素施用法(F)と地温(T)×苗令(S)で、水準としては、地中加温、若令苗で葉数が多くなり、若令苗は地中加温により著しく葉数が増える傾向がみられ、老令苗では地



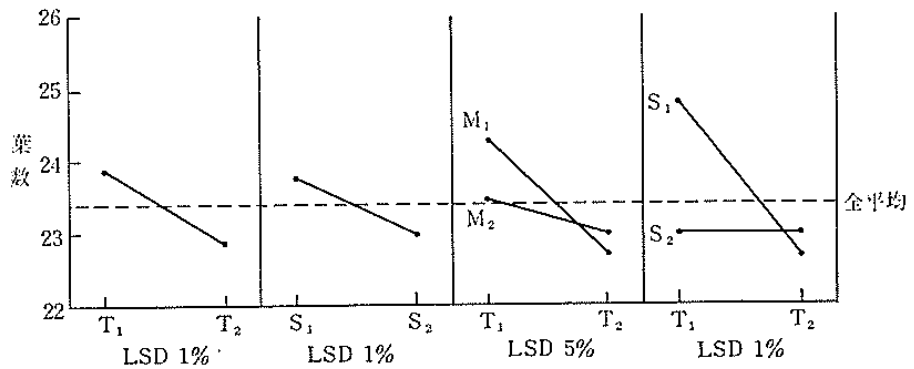
第7図 前期茎の太さにおよぼす要因効果



第8図 後期茎の太さにおよぼす要因効果



第9図 前期葉数におよぼす要因効果



第10図 後期葉数におよぼす要因効果

温の影響は認められなかった。また、若令苗は元肥が少い方が葉数が多くなる傾向がみられた。後期も有意となった因子の主効果は、前期と同じ傾向がみられた。交互作用としては地温(T)×土壌水分(M)が有意となり、地中加温条件で土壌水分が多いと葉数は多くなり、地中無加温では、逆の傾向がみられた。地温(T)×苗令(S)との交互作用も前期と同じ傾向がみられた。

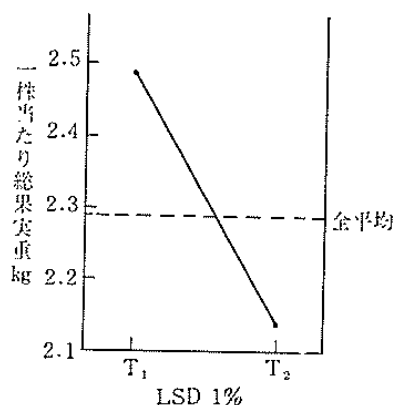
2. 収量におよぼす要因効果

収穫は、4月1日より、第4花房収穫終りの5月31日まで61日間おこなった。

各処理30株の果実の大きさ別の収量を1株当たりに換算した値と、一果平均重を分散分析し、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における平均値を示した。各因子が収量におよぼす影響を果実総重量、大果重(150g以上)、中果重(150~100g)、小果重(100g以下)および一果平均重について述べると次のとおりである。

果実総重量について有意となった主効果は地温(T)で水準としては、地中加温で総果実重は多くなり、地温以外の他の因子や交互作用は有意とならなかった。

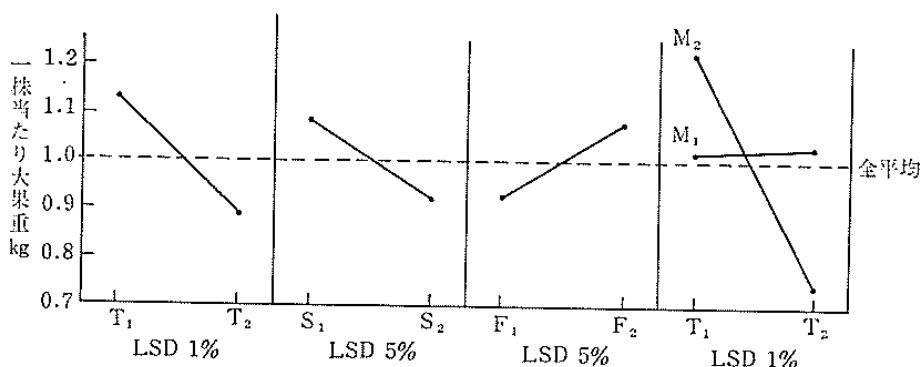
果実の大きさ別に収量をみると、大果重におよぼす要



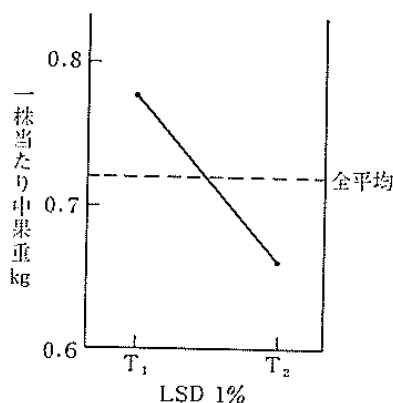
第11図 総果実重におよぼす要因効果

因効果として、主効果は地温(T)、苗令(S)、窒素施肥法(F)と交互作用は地温(T)×土壌水分(M)が有意となり、それぞれの水準としては、地中加温、若令苗、窒素の追肥多用で大果重が多くなり、地中加温条件では、第三花房着果期に土壌水分を増した方が大果重は多く、第一花房肥大期に土壌水分を増した場合に地温による影響は認められなかった。

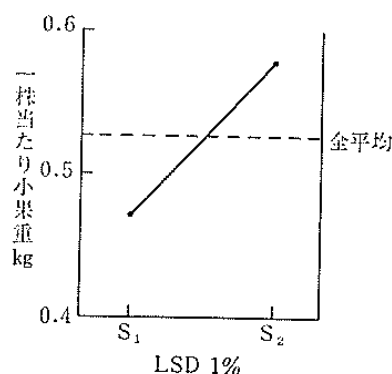
中果重におよぼす要因効果は地温(T)のみが有意となり、水準としては地中加温で中果重が多くなった。



第12図 大果重におよぼす要因効果



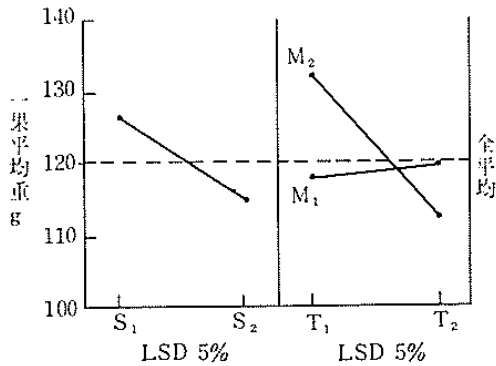
第13図 中果重におよぼす要因効果



第14図 小果重におよぼす要因効果

小果重におよぼす要因効果のうち有意となつたのは、苗令(S)のみで、水準としては老令苗で小果重が多くなつた。

一果平均については、主効果は苗令(S)、交互作用として地温(T)×土壤水分(M)が有意となつた。水準としては、若令苗で果実が大きくなり、また、地中加温の条件では、土壤水分を後期多水分にした方が果実は大きくなり、土壤水分を前期に多水分にした条件では地温の影響はなく、地中無加温で土壤水分を第3花房着果期まで少水分にすると果実は著しく小さくなる傾向がみられた。



第15図 一果平均重におよぼす要因効果

考 察

本実験で設定した4因子を組合せて、は種後100日および128日後の生育と収量構成について最高、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定測値を第4表に示した。これより各因子の組合せによる、この作型における生育反応と収量を増加させるための好適条件の推定と、この条件下における生育状態と収量の関連を考察すると次のとおりである。

1. 生育について。

草丈の伸長は必ずしも果実の生産と結びつかないが、生育の一つの指標となる。草丈の伸長を支配する要因としては、苗質<sup>3)4)</sup>、夜温<sup>4)</sup>、土壤水分<sup>3)4)</sup>、光量<sup>4)7)</sup>、栽植密度<sup>2)</sup>、窒素施用量<sup>2)</sup>があり、これら因子のうちですでに実施された試験の水準の範囲では、多灌水育苗の苗、高夜温、光量不足など徒長的に草丈の伸長を促進させる条件では、収量構成については負の要因となる。

本実験では地中加温(15℃)が無加温より、また、若令苗は老令苗より草丈は大きくなつた。特に地中加温と若令苗の組合せでよく伸長した。この実験では、これら草丈の伸長のよい条件により増収となつた。草丈と収量

第4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	前期	max...T <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	99.3~88.7	102~89
		min...T <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	82.0~71.4	80~74
	後期	max...T <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	154.0~136.5	154~137
		min...T <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	132.0~115.0	126~119
葉長 cm	前期	max...T <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	37.0~32.6	38~30
		min...T <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	27.7~23.3	27~24
	後期	max...T <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	50.0~43.0	52~43
		min...T <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	39.4~32.5	38~32
葉幅 cm	前期	max...T <sub>1</sub> S <sub>1</sub> M <sub>1</sub>	38.5~34.5	36~32
		min...T <sub>2</sub> S <sub>2</sub> M <sub>1</sub>	26.5~22.5	26~21
	後期	max...T <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	54.7~46.0	56~46
		min...T <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	44.1~35.3	47~36
茎の 太さ mm	前期	max...T <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	10.1~ 8.4	10.8~ 9.0
		min...T <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	7.8~ 6.1	7.3~ 6.3
	後期	max...T <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	13.9~11.7	14.4~12.3
		min...T <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	10.3~ 8.0	10.5~ 8.4
葉枚 (枚)	前期	max...T <sub>1</sub> S <sub>1</sub> F <sub>2</sub> M <sub>2</sub>	21.0~19.0	20
		min...T <sub>2</sub> S <sub>2</sub> F <sub>1</sub> M <sub>2</sub>	18.5~17.5	18
	後期	max...T <sub>1</sub> S <sub>1</sub> M <sub>1</sub>	25.8~23.8	25~24
		min...T <sub>2</sub> S <sub>2</sub> M <sub>1</sub>	23.7~21.7	23~22
1株当たり 総果実重 kg	max...T <sub>1</sub>	2.85~2.23	2.80~2.20	
	min...T <sub>2</sub>	2.31~1.69	2.30~1.67	
1株当たり 大果重 kg	max...T <sub>1</sub> S <sub>1</sub> F <sub>2</sub> M <sub>2</sub>	1.53~1.23	1.40	
	min...T <sub>2</sub> S <sub>2</sub> F <sub>1</sub> M <sub>2</sub>	0.58~0.55	0.58	
1株当たり 中果重 kg	max...T <sub>1</sub>	0.84~0.73	0.87~0.73	
	min...T <sub>2</sub>	0.72~0.61	0.71~0.58	
1株当たり 小果重 kg	max...S <sub>2</sub>	0.62~0.54	0.66~0.49	
	min...S <sub>1</sub>	0.52~0.43	0.54~0.42	
1果平均重 g	max...S <sub>1</sub> T <sub>1</sub> M <sub>2</sub>	147.3~128.8	141~131	
	min...S <sub>2</sub> T <sub>2</sub> M <sub>2</sub>	116.1~ 97.2	110~103	

とは直接の関連はないが、低温期の栽培において増収のための生育調整の段階で、前述の徒長的に草丈が伸長した場合減収を来す。また、本実験の場合の様に老令苗や地中無加温で生育全般が抑えられ草丈の伸長が充分でない場合も、果実の肥大が劣り減収となる。

葉長の伸長を支配する因子は光量<sup>4)7)</sup>、苗質<sup>3)4)</sup>、土壤水分<sup>4)</sup>、地温<sup>2)</sup>、夜温<sup>4)</sup>、窒素施用量と栽植密度の組合せ<sup>2)</sup>があり、育苗期間に灌水制限した苗は、定植後、土壤水分が多いと葉の回復率が大きく、葉の伸長が著し



い<sup>3)</sup>。また、夜間気温が低く、地温が高く、この気、地温のアンバランスは草丈は伸びないが葉が非常に大きくなる傾向がみられる<sup>4)</sup>。生育途上における葉の伸長状態と収量との関連を求めると、草丈の場合とほぼ同様に、高夜温、光量不足など徒長的な生育をした時は、収量構成には負となり、特に栽植密度の高い時は、この傾向が強くなる。本実験の地中加温処理は、この作型の好適地温に近く、また、若令苗は老令苗より葉は大きくなり、この条件が増収に結びついたことから、低地温や老令苗で生育を抑え葉面積を抑える生育調整は、草丈の場合と同様、収量にとって負の条件となると考えられる。

葉幅の伸長に影響をおよぼす因子としては夜温<sup>1)</sup>、土壌水分<sup>1)</sup>、苗質<sup>1)</sup>、地温<sup>2)</sup>、窒素施用量<sup>2)</sup>、栽植密度<sup>2)</sup>があり、各因子の水準としては、高夜温では土壌水分が多く多灌水育苗した苗、高地温、粗植、窒素多用で葉幅は大きくなり、葉長と同じ傾向がみられる。本実験においては、地中加温、若令苗、地中加温と土壌多水分の組合せ、および地中加温と若令苗の組合せにより対照水準に比較して葉幅長は大きくなり、これらの条件で増収の傾向がみられた。葉長、葉幅長を含めて葉の大きさと収量との関連は、葉が大きくなるのが必ずしも増収に結びつかず、軟弱、徒長的に葉が大きくなることは好ましくなく、こういつた葉は、乾物率は小さく、葉面積当たりの光合成能力も低く、特にハウス栽培で栽植密度の高い時は葉の拡大による相互遮光による中、下葉の光量不足、個々の葉の光合成能力の減少により果実生産にとってはマイナスとなる。LAIと光合成との関係は、本葉8枚期までの育苗段階ではLAIで4.0以上になると急速に光合成能力が低下する<sup>5)</sup>としているが、ハウス栽培で10a当たり5000~6000本の栽植本数で4段階摘心栽培では生育盛期のLAIは最も多収を示したものはLAIが4.5~4.8の測定値であつたことから、この作型では、少くとも、LAIは4.5前後で光合成能力の高い葉に生育調整をすることが果実生産を高めるのに必要であると考えられる。

葉数は、生育速度の一つの指標となる。展開葉数を促進させる要因として、夜温<sup>1)</sup>、苗質<sup>1)</sup>、夜温と土壌水分との交互作用<sup>1)</sup>が強く働く。すなわち、高夜温、多灌水育苗の苗、および高夜温と土壌水分の多い組合せで葉数の展開が促進される。

本実験では、地中加温、若令苗、および、地中加温と土壌水分の多い組合せで葉数が多くなつた。この作型は開花、結実、果実の肥大と、新葉の形成などの栄養生長が同時におこなわれ、高夜温、高地温、土壌水分を多くするなどの生育促進条件にすると、栄養生長と果実の肥

大との間に光合成産物の競合がおり、果実の肥大が抑えられる傾向がみられ、その期間の光量にみあつた生育速度に生育調整をすることが必要である。

トマトの茎の太さは、環境条件に鋭感に反応し、生育状態の判定に良い指標となる。茎の太さに影響を与える要因として土壌水分<sup>2)3)4)</sup>、夜温<sup>1)</sup>、苗質<sup>1)</sup>、栽植密度<sup>2)</sup>、窒素施用量<sup>2)</sup>、地温<sup>2)</sup>があり、土壌水分条件としては、少水分から多水分条件に変えると茎は急速に太くなる傾向があり<sup>3)</sup>、また、夜温が低く、地温が高い条件でも著しく太くなる<sup>1)</sup>。半促成タイプでは茎の太さは環境条件に速やかに反応し、茎が著しく太くなる時は減収となる<sup>2)4)</sup>。また、生育が衰えてくると茎が細くなり、本実験の設定水準では、地中加温、若令苗で太くなり、この条件が多収となつた。したがって、茎の太さに変化をつけない様な生育調整が要求される。

## 2. 収量について。

施設栽培では単位面積当たりの収量を高めることが多収のために重要である。収量は、単位面積当たりの株数、収穫花房段位、一果房着果数、一果平均重の各々の積で決定される。収量構成の大きな因子として栽植本数<sup>2)</sup>があり、この時期の作型では、10a当たり5000~6000本が収量を低下させない栽植本数である。これより、株数を少くすると、大果歩合は増すが総収量は低下し、これより増すと商品化率の低い、小果が多くなる<sup>1)</sup>。次に、収穫花房段位は、栽培期間の関係より4~5段となる。

着果数を支配する因子として、夜温<sup>1)</sup>、光量<sup>1)</sup>、苗質<sup>1)</sup>、土壌水分<sup>2)</sup>、地温<sup>2)</sup>、栽植密度<sup>2)</sup>があり、高夜温、光量不足、高地温、土壌多水分などの栄養生長過剰条件と光量不足により着果数の減少を招き、栽植本数も単位面積当たりの果実数を大きく左右する。

果実の肥大に影響する因子は苗質<sup>3)4)</sup>、夜温<sup>1)</sup>、光量<sup>1)</sup>、地温<sup>2)</sup>、窒素施用量<sup>2)</sup>、栽植密度<sup>2)</sup>である。

本実験で収量に影響を及ぼした因子は、総果実重では地温のみ有意差が認められた。他の因子に有意差がなかつたのは、すでに実施された実験結果を参考にして各因子の水準を設定したため、ほぼ、好適水準に近いものに収斂されたものと考えられる。大果重については、15℃に地中加温したものが多くなり、この作型の地中加温は20℃では高すぎ<sup>2)</sup>、15℃前後に適温が見出される。苗令は若令苗で大果が多くなり、老令苗は大果が少く小果が多くなつたことから、苗令の進んだ苗による生育調整には限界があり、育苗日数70日前後で第1花房開花期の苗で定植するのが良好で、老令苗では生育が劣り、果実の肥大も悪くなることが認められる。これは、トマトは第1花房着果期頃までは根の発達がよく、若令苗は定植

時の生育ステージ段階では根の伸長がよく、定植後、本圃において根系が十分に伸長したのに対して、老令苗は育苗段階で根系が育苗鉢で伸長し、定植後の本圃における根系の発達が劣り生育全体が劣り果実の肥大も劣り、小果が多くなり低収を示したものと考えられる。

窒素施用法としては、追肥重点で後半の果実肥大期に窒素肥料を与えるのが良く、地温と土壤水分との交互作用としては、早期に土壤水分を高めたものは地温による差はなかつた。これは、初期の多水分による栄養生長過多と果実の肥大とが相殺された結果であり、後期土壤水分を高めたものは、地中加温区は草勢の状態から見て灌水開始時が適当であり、地中無加温区では土壤水分を高める時期が遅く、このために生育が劣り果実の肥大も抑えられたものであろう。したがって、土壤水分を高める時期が生育調整のための重要な管理法である。一果平均重については、大果重と同じ傾向がみられた。

以上、第 1～4 報までの実験結果を総合し、冬植え春どりトマトの栽培管理基準をまとめると、苗質としては、育苗期間、床土水分は少い条件で育苗し、定植時の苗のステージは第 1 花房開花始め（育苗期間 70 日前後）で老令苗は定植後、好適条件を与えても生育は劣り果実の肥大も悪い苗令による生育調整には限界がある。この栽培期間は、開花、結実、果実の肥大期間の光量が少いため光量不足が良品、多収の最も大きな制限因子となつているため、施設の構造、作物の受光態勢をできるだけ良い条件にすることが大切である。栽植密度は 4～5 段花房栽培では 10a 当たり 5000～6000 本が総収量を低下させず商品化率を落さない栽植本数である。夜温の設定は、8℃前後が多収のための生育調整に適当で、最低地温の設定は 20℃では高すぎ 15℃前後に好適地温がみられる。窒素施肥量は 10a 当たり成分量で 25～30kg の範囲に適量がみられ追肥重点の施肥法が適当である。本圃における土壤水分管理は、地中加温で初期生育が旺盛な場合は第 3 花房着果期頃まで pF 2.5～2.7 前後の少水分に管理し、その後は pF 2.0 前後の多水分にして果実の肥大を計る。地中加温をせずに初期の草勢が強くない時は、第 1 花房肥大期まで pF 2.5～2.7 に管理し、その後 pF 2.0 以下の多水分にする土壤水分管理法により生育調整し果実の肥大をはかることが大切である。

以上の環境栽培基準にうまく適応すれば、従来成績結果より 10a 当たり 13t 前後の収量は可能である。

#### 摘 要

この実験は、低温で日照量の少い期間の半促成トマト栽培の栽培管理基準の標準化の研究に関する最後の実験

で、設定条件として、生育段階別の土壤水分、地温、苗令、窒素施肥割合の 4 因子をとりあげ、トマトの生育、収量におよぼす影響を検討した。各因子は、それぞれ 2 水準にとつた。

1. 草丈、葉長、葉幅長、茎の太さ、葉数などの生育には、地中加温処理（最低地温 15℃）と若令苗を植えたものが強く影響し、この条件下で生育は旺盛になつた。

2. 収量には、地温と苗令が影響し、総収量は地中加温で増加し、大果割合は、地中加温、若令苗と窒素の追肥割合の多い処理で増加し、地温と土壤水分との間に交互作用がみられた。小果割合は老令苗で多くなつた。

3. すでに実験した 1～3 報において、苗質、窒素施用量、栽植密度、光量、夜温、土壤水分、地温をとりあげさらに、この実験の因子を加え、それぞれの因子の主効果と 2 因子間の交互作用を検討し、冬植え春どりトマトの好適栽培管理基準を設定した。

#### 引用文献

1. 久富時男：1971. 低温期におけるトマト栽培の要点 (1). 農業および園芸, 46(11) : 1577—1580.
2. 久富時男：1973. 低温期のトマトの生育調整に関する研究, 第 3 報, 地温, 土壤水分, 窒素施用量, 栽植密度がトマトの生育, 収量におよぼす影響, 2<sup>4</sup> 要因実験. 奈良農試研報, 4 : 27—35.
3. \_\_\_\_\_・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関係. 奈良農試研報, 2 : 24—31.
4. \_\_\_\_\_・\_\_\_\_\_：1971. \_\_\_\_\_, 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およぼす影響—2<sup>5</sup> 要因実験の 1/2 実施. 奈良農試研報, 3 : 37—54.
5. 堀 裕・巽 稔：1970. そ菜の光合成に関する研究, 第 4 報, 栽植密度とトマト苗の同化について. 昭和 45 年度園芸学会 (秋) 要旨.
6. 正木 敬：1970. そ菜の生育ステージと土壤水分の推移について. 昭和 45 年度園芸学会シンポジウム講演要旨.
7. PORTER, A.M. 1937. Effect of light intensity on the photosynthetic efficiency of tomato plant. Plant Physiol. 12 : 225—252.

### Summary

This is the last experiment of four series of studies to standardize the early forcing of tomato under low temperature and low light intensity during winter and early spring by controlling several conditions, and it was carried out to investigate the influence of the soil temperature, the age of seedlings, the nutrition of nitrogen, the soil moisture at the different stage of the growth, on the growth and the yields of tomato. Each of those four factors was taken on two levels.

1. Stem elongation, leaf-expansion, stem thickening and leaf number were strongly promoted by high soil temperature (Min. 15°C.) and the application of the younger-aged seedlings. As a result, the vegetative growth was vigorous under those conditions.

2. The yields were especially affected by soil temperature and the age of seedlings. Total yields increased by high soil temperature. The percentage of big fruits rose by the high soil temperature, the application of younger-aged seedlings and the additional nutrition of large amount of nitrogen. As for the big fruits yields, it was recognized that there was the interaction between the soil temperature and the soil moisture. On the other hand, the percentage of small fruits increased by the usage of older-aged seedlings.

3. The influences of several factors, including the quality of seedlings, the amount of supplied nitrogen, planting density, light intensity, night temperature, soil moisture and soil temperature dealt with in the three reports already published, were examined by means of their main effects and two-factor interactions on the growth and yield of tomato plant. As all the results, it became possible to control the several conditions of high yields and good quality of fruits on early forcing tomato.