

## 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壌水分と生育の関係

久 富 時 男・藤 本 幸 平

Studies on Growth Control of Pre-Forcing Tomato

under Low Temperature. 1.

Effects of soil moisture of nursery bed and growing bed

Tokio HISATOMI and Kōhei FUJIMOTO

### 緒 言

トマトの半促成無加温栽培において、育苗期間中の水分管理の巧拙は苗の素質を支配し、それが生産に大きな影響を与えている。トマト育苗期の灌水量に関する研究は<sup>3,4,5,7,8,9,11)</sup>多いが、低温期無加温栽培における育苗期の水分管理と定植後の灌水量との関連は究明されていない。したがって、現在、この作型の育苗は経験的にかなり乾燥条件で行なわれている。従来の露地栽培の育苗法に準じて、育苗期間、苗床の水分を潤な条件におくと苗は徒長、軟弱化し、耐寒性を減じ乱形果発生の要因<sup>6)</sup>となる。一方、極端な水分過少による苗の生育抑制は、苗の老化<sup>5)</sup>を促し生産力の低下を来す。また、本圃における土壌水分過多は地温の上昇を妨げ、定植後の活着、新根の促進を抑え、必づしも良い結果をもたらさないし、土壌水分過少の条件下では、生育および果実の肥大が悪く、生産力が低下する。そこで、この時期のトマト栽培の生産安定を計るため、苗床、本圃における灌水法の基礎資料を得る目的で土壌水分を変えて育苗した苗を、おのこの土壌水分を変えた本圃に定植し、その相互関係がトマトの生育、収量におよぼす影響を検討した。

### 実験材料および方法

試験区の構成は第1表のとおりである。灌水処理は、苗床では本葉2枚時より定植まで66日間、本圃は102日間、第2表に示すような土壌を供用し処理を行なつた。

土壌水分の測定は、隔日に午前9時に行なつた。土壌水分の調節は、石膏ブロック電気抵抗法により、苗床では地下3cm、本圃では条間の10cm、20cmの深さに1区、おのこの2ヶ所に感湿部を埋設し、第3表の範囲

第1表 試験区の構成

| 処理区 No. | 本圃の土壌水分 | 苗床の土壌水分 |
|---------|---------|---------|
| 1       | H       | h       |
| 2       | H       | m       |
| 3       | H       | l       |
| 4       | M       | h       |
| 5       | M       | m       |
| 6       | M       | l       |
| 7       | L       | h       |
| 8       | L       | m       |
| 9       | L       | l       |

H : 本圃の Heavy irrigation  
M : // Middle irrigation  
L : // Light irrigation  
h : 苗床の Heavy irrigation  
m : // Middle irrigation  
l : // Light irrigation

第2表 供試土壌の性質

|      | 含水量% | 永久萎凋率% | 有効水% | 仮比重  |
|------|------|--------|------|------|
| 苗床土壌 | 74.7 | 17.2   | 56.5 | 1.29 |
| 本圃土壌 | 52.3 | 14.6   | 37.7 | 1.53 |

第3表 苗床、本圃土壌の水分調節

|    |   | 有効水分% |
|----|---|-------|
| 苗床 | h | 75 以上 |
|    | m | 60~70 |
|    | l | 40~50 |
| 本圃 | H | 75 以上 |
|    | M | 65~70 |
|    | L | 50~60 |

に調節した。多灌水区は電気抵抗の最少値(土壤水分75%以上)の灌水を行なった。調節に当つては、各供試土壤を採土し、抵抗値と土壤水分含量とのキャリブレーションカーブを作成し算出した。供試土壤に充分灌水し、余剰水がなくなった時の土壤水分量を容水量とし、また、トマト苗の萎凋点を算出し、容水量から萎凋点を差引いたのこりを有効水とした。

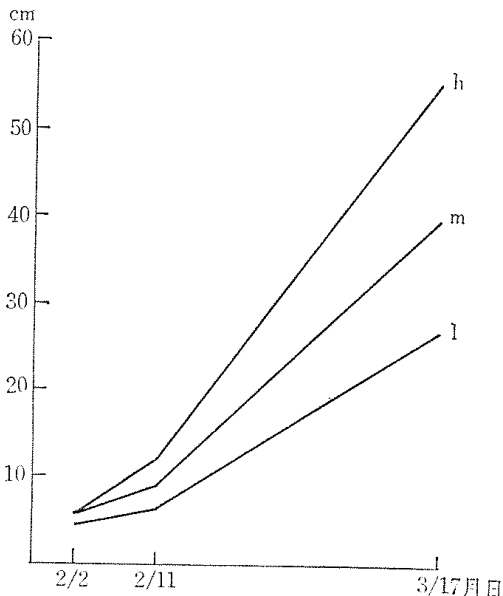
植物体汁液の滲透圧測定は氷点降下法によつた。

品種は福寿二号を用い、1965年12月15日、温室に播種し、発芽揃いより無加温ガラス室に搬入し、1月15日、2月12日の2回移植した。苗床は腐熟堆肥、コンポスト、土を2:1:3の容積割合で混合し、床土1m<sup>3</sup>当りをN:100g, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:600g, K<sub>2</sub>O:100g 施した。育苗中の最低気温は10°C±2°Cに保温し、3月17日無加温のビニールハウスに定植し、最低気温3°C以上を目標に保つた。本圃での施肥は10a当りN:25.2kg(基肥15.2kg, 追肥10.0kg), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:8.0kg(全量基肥) K<sub>2</sub>O:26.0kg(基肥12.0kg, 追肥14.0kg)を施用した。栽植密度は、畦巾1.5m, 株間20cmとし、3.3m<sup>2</sup>当り20本植えの三段摘芯の密植栽培で、1区当り7株、2連制とした。各花房は、開花3花期にホルモン処理し、着果後、第1花房は5果に摘果し、第2~第3花房は無摘果で栽培した。

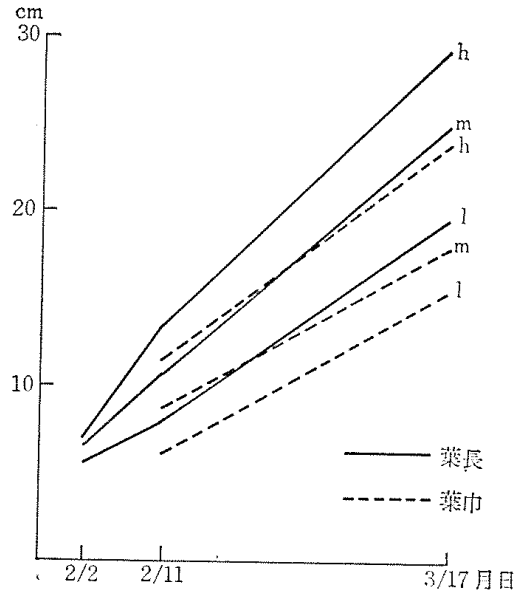
### 実験結果

#### 1. 育苗中の苗床の水分と苗の形質との関係。

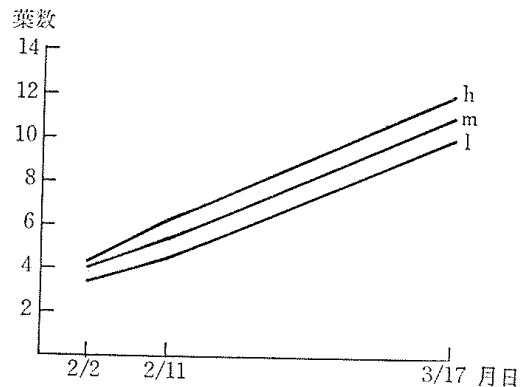
本葉2枚時より苗床水分を変えて、第1花房開花直前までの苗の草丈、葉数、葉長を調査した結果は、第1, 2, 3区のとおりである。苗床の水分が少なくなると生



第1図 苗床水分が苗の草丈におよぼす影響



第2図 苗床水分が苗の葉長、葉巾におよぼす影響



第3図 苗床水分が苗の葉数におよぼす影響

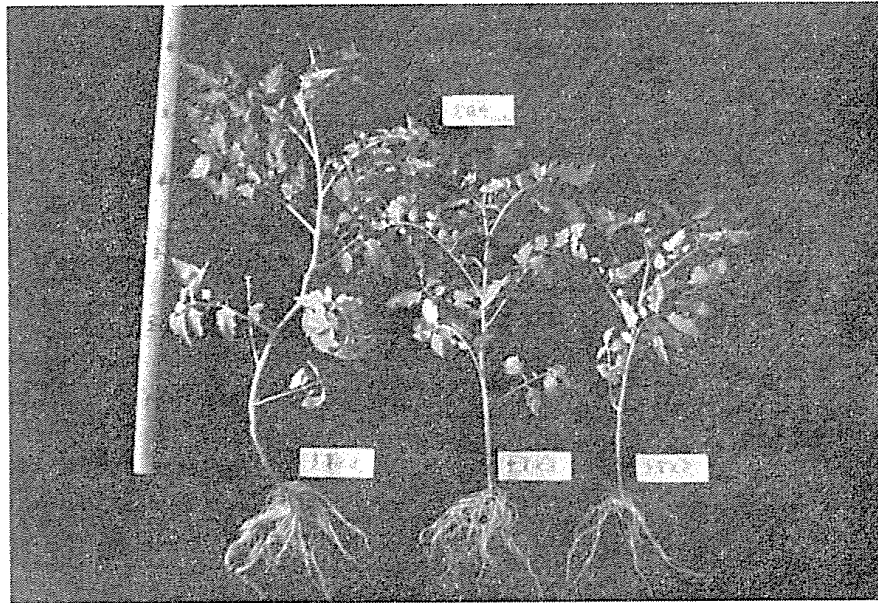
育は抑制され、草丈、葉長、葉巾、葉数ともに減少した。

少灌水区は、日中は葉が萎凋するが夜間に回復する状態で、葉は濃緑となり、子葉は黄化した。中灌水区は、昼間晴天ならば、軽い萎凋をおこす状態で、葉色は多灌水区より濃くなつた。茎の太さは第4図に示すように苗床水分が少ないほど細くなる傾向を示した。根も苗床水分が少ないほど細根が少なくなつた。また、第1花房の着生節位は、h区、m区で9.8節、l区では9.6節であり、苗床水分の影響は明確でなかつた。

苗床水分と植物体汁液の滲透圧との関係は、第4表のとおりで、苗床水分が少ないほど滲透圧は高くなつた。とくに、低温で苗の小さい時期に、その差は大きかつた。アントシアンの発現は、苗床水分が少ない方が強く現われた。

#### 2. 本圃の土壤水分と生育相との関係。

苗床水分をh, m, l区の3処理にわけて育苗した苗



第4図 定植時の苗 左より 多灌水區、中灌水區、少灌水區

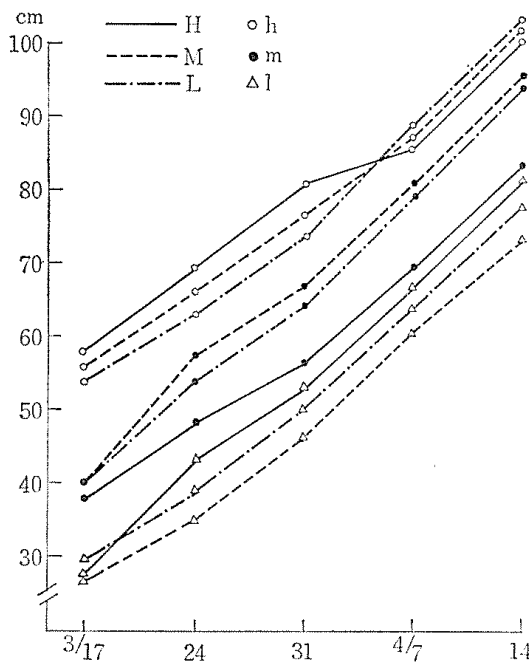
第4表 苗床水分が苗の搾汁液の浸透圧におよぼす影響

| 処理 | 3月2日<br>気圧 | 3月17日<br>気圧 |
|----|------------|-------------|
| h  | 9.39       | 8.67        |
| m  | 10.59      | 8.91        |
| l  | 12.52      | 9.15        |

それぞれ配分して定植し、その後の生育を調査した。草丈の伸長については第5図のとおりで、育苗期間の影響が定植後もひき続き、いつたん、生育抑制された苗は定植後も他の処理区の苗をうまわめることはなかつた。

活着は床土水分の少ない条件で育苗した苗が良好であった。なお、定植時1回だけ土壌水分は均一になるように灌水した。

苗床水分の少ない条件で育苗した苗は定植後、第5表のごとく地上部の生育が著しく旺盛で、茎が太く、葉が



第5図 苗床および本圃における土壌水分の組合せが草丈におよぼす影響

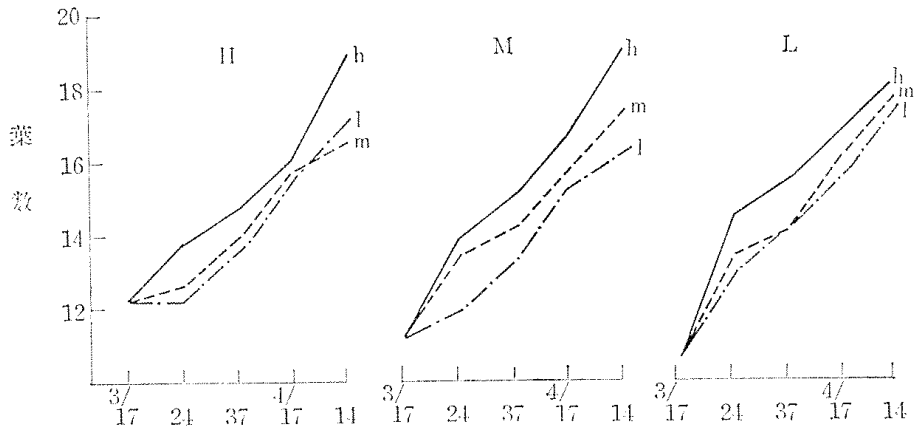
第5表 本圃の土壌水分が、葉長、葉巾、茎の太さにおよぼす影響

| 処 理 | 葉長 cm | 葉巾 cm | 茎の太さ mm |      |
|-----|-------|-------|---------|------|
| H   | h     | 26.8  | 31.8    | 8.6  |
|     | m     | 30.4  | 30.4    | 8.6  |
|     | l     | 33.2  | 35.8    | 11.0 |
| M   | h     | 29.8  | 31.8    | 7.4  |
|     | m     | 30.6  | 34.4    | 9.8  |
|     | l     | 33.4  | 38.6    | 12.0 |
| L   | h     | 31.0  | 31.0    | 8.0  |
|     | m     | 31.4  | 36.0    | 8.9  |
|     | l     | 36.6  | 43.0    | 11.5 |

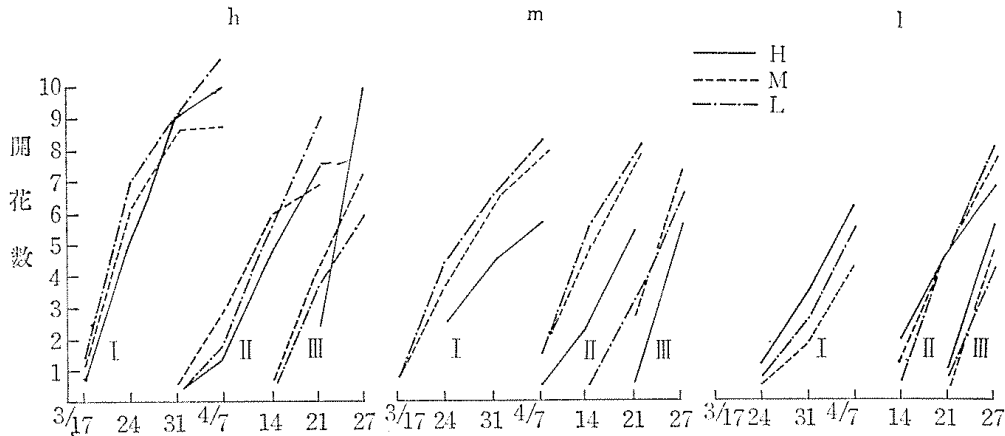
大きくなり、葉長/草丈の比が大きくなり、やや、異常な生育を示した。葉数の増加については、第6図に示すように、H条件下では、h区とl区、m区との差が開き、M条件下では、h区、m区、l区の差が等分になり、L条件下では、h区、m区、l区の差が縮小した。いずれにしても苗床の生育差がそのまま持続する結果となつた。

定植後、寒波により夜間最低気温が0℃付近に下り、下葉の葉脈間の黄白化現象が発生した。この症状の発現

を、H、M、L区の三段階に土壌水分を処理した本圃に、



第6図 育苗床および本圃における土壤水分の組合せが葉数におよぼす影響



第7図 育苗床および本圃における土壤水分の組合せが開花数, 開花期におよぼす影響

はL-h区が最も強く, L-l区が最も軽かつた。

3. 開花におよぼす影響

全開花を1, 半開花を0.5として, 開花期, 開花数を調査した。この結果は, 第7図のとおりである。第1花房は育苗期間中の苗床水分の影響を強く受け, 1区の開花はh区, m区に比べて7~10日遅れた。第2~第3花房も第1花房と同様に, 1区の開花が遅れたが, その差は第1花房ほど大きくなく, 育苗期の同一処理の苗を比較すれば, 本圃における土壤水分の少ない方が開花が早くなる傾向を示した。

開花数については, 育苗期の灌水量の少ない区の苗が開花数も少ない傾向があり, 本圃の土壤水分の影響は一定の傾向が認められなかつた。

4. 収量におよぼす影響

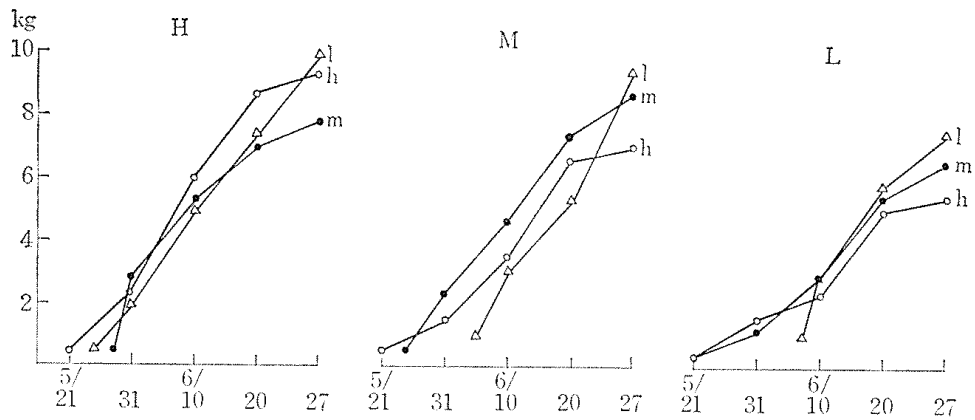
収穫期は第6表のごとく, 育苗期, 1区の収穫期は本圃のどの処理区においても遅くなつた。第2~第3花房の収穫初めも, ほぼ, 同じ傾向であつた。したがつて, 初期収量は収穫期の早い区ほど多く, H-h区, M-h区, M-m区が多く, 1区の収量はいずれも初期収量は

第6表 花房別収穫始期

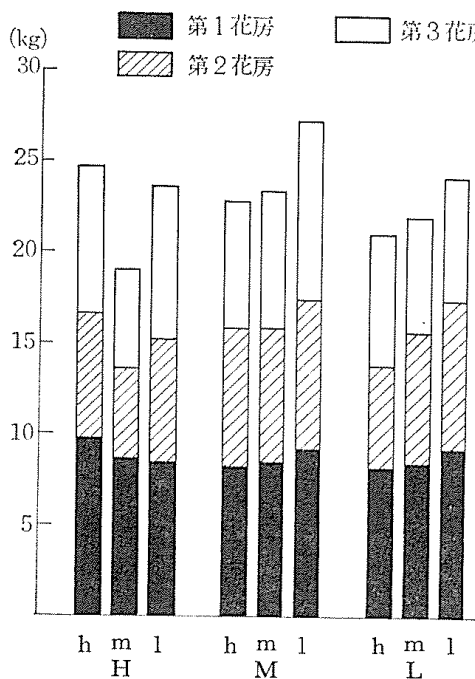
| 処 理 | 第1花房 | 第2花房   | 第3花房   |
|-----|------|--------|--------|
| H   | h    | May 21 | Jun. 4 |
|     | m    | 21     | 4      |
|     | l    | 24     | 7      |
| M   | h    | May 21 | Jun. 7 |
|     | m    | 21     | 4      |
|     | l    | 28     | 13     |
| L   | h    | May 21 | Jun. 7 |
|     | m    | 21     | 7      |
|     | l    | Jun. 7 | 13     |

低かつた。総収量は第9図のとおり本圃のいずれの処理区においても育苗期の灌水量の少ない区のものも多く, 中期後期の収量が急激に増した。

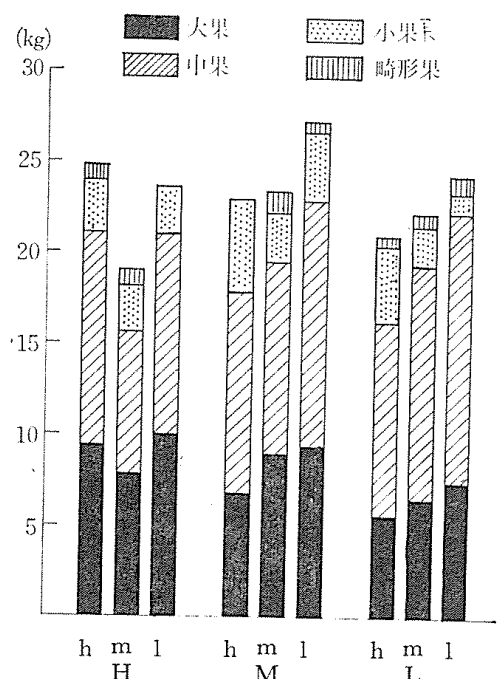
花房別収量をみると, 第10図のごとく, H区を除いては, 本圃の各処理区とも, 苗床水分が少ない区がやや多い傾向を示した。果実の大きさ別に収量構成をみると, 第11図のようにH-m区を除いては, 同一の本圃土壤水分内では, 苗床水分が少ないほど大果比率が高くなるが, 本圃の土壤水分の影響を比較すれば, 本圃土壤水分が



第8図 大果 (150g以上) の累積収量 (14株当たり)



第9図 花房別収量 (14株当たり)



第10図 果実の大きさ別収量 (14株当たり)

少ないほど大果歩合、総収量ともに減少した。

乱形果、奇形果については一定の傾向が見られなかった。

考 察

1. 育苗期の苗床水分と苗の形質.

供試した苗床の有効水が40%程度になると晴天の日は葉は萎凋しはじめ、この条件が続くと苗の生育は著しく抑制された。高橋(1960)は土性による差があるも、有効水の範囲内で灌水量が多いほど、トマト苗の生育が旺盛になることを認め、また、景山ら(1963)の育苗期間中、土壤水分を圃場容水量の70~80%程度に保つた場合、苗の生育が最も良好で、灌水制限や過湿条件下のものよりすぐれた生育を示した報告と一致する。

灌水量による苗の体内成分については、斎藤ら(1967)は、灌水量が少ないとトマト苗の体内の窒素化合物は可

溶性、不溶性とも多くなり、可溶性糖類、全炭水化合物は逆に減少することを認め、景山ら(1963)は灌水制限期間が長いほど乾物、炭水化合物の含有率が低下し、葉中の蛋白態窒素/全窒素比は大きくなり、C/N率は低下する。また茎葉重が、さほど大きくなく発根力の強い苗は乾物率、C/N率が小さく、かつ、葉部の蛋白態窒素/全窒素比が大きいことを報告している。これらより、苗床水分の少ない条件で育苗した苗の体内汁液の浸透圧が大きくなったことから、窒素化合物を含めた無機要素の含有率が高くなつたと推察される。また、定植後の発根、活着が苗床水分の少ない条件で育苗した苗が良好であったことは、これを裏書している。したがって、発根、活着の悪い低温期は育苗中、収量に影響を与えない程度に苗床を乾燥状態に保つことが望ましい。

2. 苗床水分と第1花房着生節位および開花.

第1花房の着生節位は, 苗床の水分条件で変わらず9~10節に着生した。灌水量と着生節位の関係については, 福島ら(1967)は, 子葉展開直後2週間の土壌水分が第1花房の着生節位に影響を与え, 土壌が乾燥した場合, 着生節位が上昇することを明らかにした。渡辺(1959)は, 第1花房の分化節位は温度に左右され, 灌水量には左右されないことを報告している。この実験においては, 播種後25日間は適湿に保ち, 第1花房の分化後, 処理したため着生節位に影響を与えなかつたものであろう。

開花は苗床水分の少ない区の苗が遅れ, 定植後, 本圃の少灌水区に移したもの, すなわち, L-1区は活着が良好であつたにもかかわらず著しく遅れた。このように, 花芽の発育は土壌水分によつて大きく左右され, 灌水量が少ないと花芽の発育が著しく遅延することが認められる。

### 3. 定植後の生育および開花.

苗床水分の少ない条件で育苗した苗を定植すると, 葉が大きく, 茎も太くなり, 葉重/草丈比が異常に大きくなり, 著しい生育回復率を示す。草丈の回復率も大きい。育苗期間の苗床水分の影響が持続し, 育苗期間, 多灌水区の苗は本圃のいずれの土壌水分条件でも大きかつた。苗床水分の多い条件で育苗した苗を, 土壌水分の少ない本圃に定植すると, 活着および生育は, ほかの処理区の苗より劣り, 下葉の黄化がめだつた。全般に, 湿から乾の条件に移されたものは, 程度の差はあるが生育が劣つた。これは, 定植後の発根, 活着不良に伴う養水分の吸収力が劣ることが原因の1つであらう。また, 苗の老化を回避しうる苗令の限界はおおむね12葉期である<sup>9)</sup>ことからみて, 定植時, 多灌水育苗の苗は本葉, 12枚になつているのに比し, 少灌水育苗の苗は, 生育ステージが若く, 若苗的な素質を持つているために, 定植後の生育, 養分吸収が盛んになつたとも考えられる。

定植10日後, 寒波により保温トンネル内の最低気温が0℃に下る日が4~5日続き, 本圃, 多灌水区は下葉の黄化がおこつた。L-1区は, この症状が最も軽く, これらも活着の程度, 苗の耐寒性の差と考えられる。

本圃における土壌水分量と最低地温との関係は, 前日が晴天であれば土壌水分が少ない方が2~3℃高く, 曇天ないし雨天でも1~2℃常に高かつた。したがつて, 低温期の栽培においては地温は, トマトの適地温よりかなり低いため, 定植後の多灌水は地温の上昇を妨げ, 発根力を抑え, 活着を遅らせるため良い結果をもたらさない。

第1花房の開花は, 育苗期, 少灌水区のものは茎葉の著しい回復率にもかかわらず, 花芽の発育が遅れて苗質の影響が長く持続した。第2~第3花房は, 苗質の影響

が少なくなり, 回復率の大きいことと相まつて開花期の差は小さくなり, 同じ苗質のものを比較すると本圃の土壌水分の多い区の方が開花期は遅れる傾向であつた。このように, 栄養生長が盛んになれば, 開花期の遅れを招くが, 一方, 茎葉の回復率の大きさに伴つて, 花器も大きくなり, これが第2~第3花房の収量に結びつくと考えられる。

### 4. 床土および本圃の土壌水分の組合せが収量におよぼす影響.

苗床水分が少ない環境で育つたものは, 本圃のいずれの土壌水分条件でも全収量, 大果歩合とも多くなつていた。しかし, 初期収量が少ないため, 経済栽培には有利でない。これは, 収穫期が遅れたため, 気温上昇の影響とともに, 茎葉の回復率の大きさが伴つて果実の肥大がよく, 中期後期の収量が増加したためであらう。このように, 育苗期がかなり強い乾燥条件で育苗されても, 本圃での回復率が大きく, 収穫期は遅れるが, 全収量や果実の肥大は妨げず, 本圃における広い土壌水分条件に適応できる。逆に, 多湿条件で育苗された苗は, 本圃の土壌水分が少ないと減収をきたすため, 本圃においても十分な灌水をしなければならない。したがつて, 総収量, 大果歩合を高めるためには, 有効水の50~60%の苗床水分で育苗する必要がある。この条件で育苗すると, 葉は濃緑色を呈し, 葉肉は厚く, 茎は細く, しまつた外部形態の苗になり, 定植時の発根, 活着を促す, 本圃においては, 定植時, 活着に必要な土壌水分にとどめて, 多灌水はさけ, 地温の上昇をうながし, 充分活着して, 第1花房着果後頃より, 除々に灌水量を増して, 有効水の60~70%の灌水量にする。このような本圃における水分管理は, 全収量, 大果歩合を高めるのに効果があるものと考えられる。

## 摘 要

トマトの半促成無加温栽培において, 生産を安定させる灌水法の資料を得るため, 育苗期の苗床水分を変えて育苗した苗を土壌水分を変えた本圃に定植し, その生育, 生産力を検討した。

1. トマトの育苗期において床土の有効水分を50~60%程度で育苗すると, 葉は濃緑色になり茎も細く生育は抑制されるが, 定植時の発根, 活着は良好となつた。

2. 苗床水分は, 第1花房の着生節位に影響は与えないが, 苗床の乾燥条件下では, 花芽の発育は遅延し開花期も遅れた。この遅れは, 定植後も回復しないが同じ苗質の苗と比較すると, 第2, 第3花房は本圃の土壌水分が少ない方が早く開花する傾向があつた。

3. 苗床水分の少ない条件で育苗した苗は、本圃のいづれの条件でも葉重/草丈比が大きくなり、育苗期間中の生育抑制の回復率は非常に大きい。逆に、湿から乾の場合は発根、活着が悪くなり、定植直後の多灌水は最低地温を2~3℃下げることとあいまつて、必ずしも良い結果をもたらさなかつた。

4. 育苗期に乾燥状態で経過した苗は、本圃の広い水分条件に適応し、総収量、大果歩合も減少しないが、初期収量は低下した。また、本圃の土壤水分が少ないと果実の肥大を妨げ、総収量、大果歩合も低下した。とくに、多灌水育苗の苗を本圃で乾燥状態にすると減収程度が大きかつた。

5. 半促成無加温のトマト栽培の水管理は、育苗期は苗床の有効水の50~60%程度の乾燥気味にし、葉色濃く茎の細い外部形態の苗を育苗すると定植時の活着が良好となる。本圃においては、定植直後の多灌水は地温の低下をきたし活着を遅らせるため、活着を妨げない程度に灌水量をひかえ、第1花房着果後、灌水量を増して、有効水の60~70%の土壤水分にする灌水法が総収量、大果歩合を高めるのに効果があつた。

#### 文 献

1. 位田藤久太郎 1964. 蔬菜の生育と土壤水分に関する研究第1報. 砂質土における土壤水分張力と果菜の生育. 三重大農学報 **30** : 1—10.
2. ———— 1961. 蔬菜の施肥と土壤. 朝倉書店.
3. 福島与平・増井正夫 1960. トマト幼苗時における環境が花成におよぼす影響第1報. 夜間温度および土壤水分について. 園学誌 **31** : 23—28.
4. 景山美英陽・巽 1963. 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.
5. ———— 1964. 育苗に関する研究 II. トマト苗の素質について(2). 園試報 A **3** : 133—160.
6. 村松安男・神谷円一 1967. トマト奇形果に関する研究第1報. 乱形果の発生条件について. 静岡農試研報 **12** : 70—79.
7. SALTER, P. J. 1954. The effects of different water-regimes on the growth of plants under glass 1. Experiments with tomatoes (*Lycopersicum esculentum* Mill). J. Hort. Sci. **29** : 258—268.
8. 斎藤隆, 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(10). 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. 園学誌 **36** : 19—27.
9. 高橋和彦 1960. 温床床土に関する研究(2). 床土の土壤水分がトマト苗の生育に及ぼす影響. 園学誌 **29** : 313—322.
10. WENT, F. W. 1957. (輪田潔・富田豊雄訳), 植物の生長と環境. 朝倉書店.
11. 渡辺齊 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.

#### Summary

The studies were attempted to ascertain the growth and yield of the tomato in pre-forcing and non-heated culture. The seedlings, which had been cultivated on nursery bed with varied soil moisture in their growth stage were transplanted into growing bed with moisture changed.

1. When the seedlings were cultivated on the nursery bed, the available water of which was about 50–60%, the leaves looked dark green and the stems were thinned down with the result that the growth was controlled but the taking and shooting of roots were well done at the transplantation.

2. Soil moisture had few influences upon the nodes to the first cluster, but dried nursery bed caused the growth of flower buds to be slow. Hence a retardation of flowering date, and it did not recover after the fixation. But the less soil moisture was included in the bed, the earlier the second or third cluster tended to flower as compared with the example of the same kind of seedlings.

3. In the case of the seedlings cultivated on the bed with less soil moisture, the ratio of leaves weight to height of plant became large, and that of recovery during nursery period rather large. On the contrary, transplanted from a wet nursery bed to a dry growing field the other seedlings did not take nor shoot the roots so easily. So much watering to them with the minimum temperature of soil lowered by 2–3°C did not sufficiently give a good result.

4. The seedlings which had grown under dry condition in the growth stage were well adapted to extensive conditions of soil moisture, without any decrease in the total yield and in large fruit percentage, but the yield diminished in the early period. When the growing bed contained less soil moisture, the fruits were prevented from swelling out and the total yield and large fruit percentage fell both smaller. Put under the dry condition of the growing bed the seedlings in much irrigated cultivation especially brought about a considerable decrease in yield.

5. The water management for the tomato plant in pre-forcing and non-heated cultivation should be kept somewhat dry on 50–60% of available water. And also the seedlings whose leaves are dark green in colour and whose stems are thin in shape should be nursed on the nursery bed. Then they can take and shoot the roots in a good manner. On the growing bed much irrigation after the transplantation delays the taking of roots by low temperature. The irrigation should, therefore, be controlled in such a degree as the taking cannot be checked. The watering method which conditions soil moisture containing 60–70% of available water by increased irrigation after the first fruit set serves to raise the total yield and large fruit percentage.