

## トマトの生育、品質におよぼす環境要因の影響

### I. トマトの生育及び異常果と土壤水分の関係

相馬 暁\* 平井義孝\* 岩淵晴郎\*

#### Effect of Cultivation Environments on the Growth and Quality of Tomatoes

##### I. Effect of soil moisture on the growth and unusual fruit of tomatoes

Satoru SOUMA\*, Yoshitaka HIRAI\*  
and Haruo IWABUCHI\*

トマトの生育・収量及び異常果、特にグスベリ状の外見を呈するグスベリ状果の発生に、生育期間中の土壤水分条件がおよぼす影響について検討した。その結果、生育・収量は多水分区 (pF 2.0) において最も良好であったが、グスベリ状果は少水分条件ほど、あるいは生育の途中で水分条件を転換 (pF 2.0→pF 2.6) すると、発生率が高まった。なお水分条件の転換もしくは少水分条件 (pF 2.6) により、磷酸・加里の吸収及び体内移行の劣化で示されるような代謝の乱れが生じ、それが生育の抑制、特に上部茎葉の生育の抑制をもたらした。グスベリ状果の発生につながったと思われる。かん水頻度の高い多水分区においては、土壤中養分の減少が著しく、根群が表層に分布することと相まって、生育後半の養分吸収の低下をもたらした。第3果房におけるグスベリ状果の発生率を高めたが、追肥後低下した。

### 緒 言

三笠地区の夏秋トマトにおいて見られた異常果を、既報<sup>4)</sup>で、1)グスベリ状の外見を呈するグスベリ状果と、2)打身のような暗赤色をおびる軟弱果にわけ、そのうちグスベリ状果と土壤水分環境、特に作土層の厚さ及び作土層の保水能 (作土層の厚さ×有効水孔隙量) との間に高い負の相関が認められることを報告した。

そこで本報においては、生育期間中の土壤水分条件の差異が生育及び異常果の発生にどのように影響をおよぼすかを検討した。

なおグスベリ状果は、荻原<sup>10)</sup>がハウストマトにおいて指摘したアミトマトと類似する点が多く、その発生は道南のハウスなど三笠地区以外のビニールトンネル栽培を行なっている各地においても見られる。従来各地において不良果として一括して取り扱われてきたものの中に、グスベリ状果や軟弱果が含まれている可能性も考えられ、特定地域だけの問題ではないように思われる。

なお、本稿のご校閲をいただいた化学部・松代部長、園芸部・細貝部長に深く謝意を表する。

### 試験方法

試験は1 m<sup>2</sup>の枠に“ひかり”を供試品種として4株ずつ定植し、3連制で行なった。供試土壤は三笠地区の土壤と類似の特性をもつ夕張川河成沖積土 (C. L) である。

施肥は各枠当り、基肥として窒素:磷酸:加里を成分量で22:20:22 gを硫酸:過石:硫加で全層施用し、同時に苦土石灰を50 gずつ施用した。追肥は7月30日に高度化成 (エコーブ16-20-16) を100 gずつ施用した。

栽培概要は、2月28日には種、5月7日に本ほ定植、6月4日にトンネルを除去、同10日に手上げを行なった。栽培様式はポリマルチ・ビニールトンネル栽培で、5月中旬までシルバーポリトウによる二重被覆により、夜間の保温を行なった。

水分処理開始時までには10 mm程度のかん水を6回

\* 北海道立中央農業試験場 夕張郡長沼町

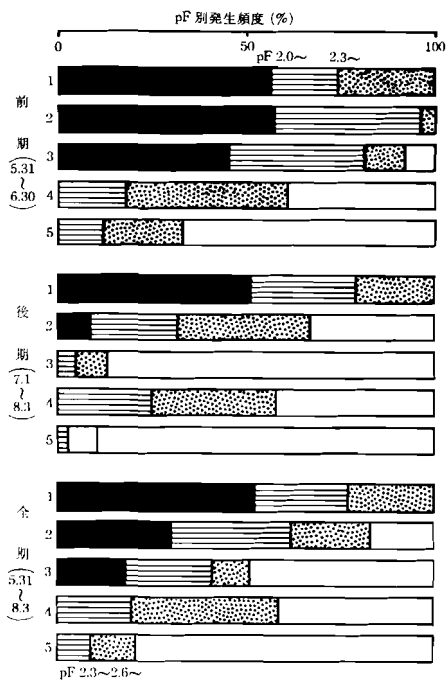
行ない、5月31日より水分処理を開始し、8月3日まで継続した。この期間中の降雨は極めて少なく土壌水分の操作が降雨によって支障をうけることはなかった。水分処理は目標 pF を全期間、1) pF 2.0 前後の多水分区 (処理区 1)、2) pF 2.3 前後の中水分区 (処理区 4)、3) pF 2.6 前後の少水分区 (処理区 5) の 3 区及び、4) 手仕上げまで pF 2.0、以降第 2 果房の肥大期を中心に pF 2.6 (処理区 3)、5) 第 2 果房の収穫 1 週間前まで pF 2.0、以降第 3 果房の肥大期 pF 2.6 (処理区 2) と水分条件を生育の途中で転換した 2 区、計 5 区である。なお、かん水は深さ 10 cm に埋設したテンショメーターの測定値を目安に、pF 2.0 設定の区に対しては各 1 回 10 mm 程度、pF 2.3 及び pF 2.6 設定の区に対しては 1 回 5~10 mm のかん水を行なった。

収穫は 6 月 21 日に第 1 果房の収穫を行ってから、順次上位果房へ移り、第 2・3 果房を中心に果実の肥大~収穫が比較的短期間に集中していた。収量調査は 6 月 21 日の第 1 果房の収穫から 8 月 24 日の第 4 果房の収穫終りまで行なった。なお 8 月 10 日以降は降雨のため水分処理間差がなくなった。

### 試験結果

#### 1. 水分処理結果

水分処理結果を図 1 の深さ 10 cm の pF 別発現頻度



注) 1~5 の数字は処理区を示す

図 1 水分処理結果

でみると、処理区 3 は 6 月 10 日の手上げ後、目標 pF を 2.0 から 2.6 に転換したので、前期で既に多水分の区 (処理区 1・2) より少水分傾向となり、後期では pF 2.3 設定の中水分区 (処理区 4) より乾燥状態を示した。処理区 2 は 7 月 4 日以降、目標 pF を 2.0 から 2.6 に転換したため、後期に少水分傾向へと変った。また全期間を通じ 5 処理区間には明らかな水分状態の差異が生じていた。なお中水分区及び少水分区は目標 pF を 2.3、2.6 と設定したが、ともに目標 pF より乾燥傾向が強すぎたが、処理間差は明確であった。

#### 2. 水分処理と生育

水分処理による生育の差異を検討すると、図 2 のように、生育の途中で水分条件を転換した処理区 2・3 は、転換後に草丈の伸長が抑制される傾向にあり、節間長 (草丈/節数) からも同様な結果を得た。なお、この生育の抑制は転換後時間の経過とともに回復傾向を示した。全体としては、全期間 pF 2.0 設定区 (処理区 1) の草丈が最も良好であったが、7 月 30 日には下葉が黄化落葉し、全体として葉色がおち、明らかに肥切れの様相を示していた。

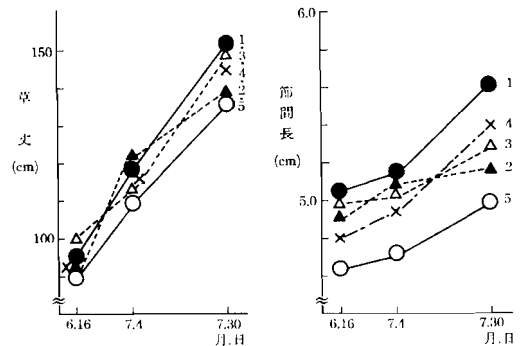


図 2 水分処理と草丈

#### 3. 水分処理と土壌中養分

土壌中無機態窒素量は、表 1 に示すように処理間差が明らかに認められ、7 月 4 日の結果では少水分条件になるほど存在量が多くなり、EC の測定値からも同様な結果が得られた。なお少水分区 (処理区 5) においては表層部への塩類集積傾向が認められた。

7 月 30 日の調査でも、全般に無機態窒素量は少ないが、上記と全く同様な結果であった。また、この時期における無機養分量を検討してみると表 2 のように、置換性塩基 (置換態+水溶性) 量ではあまり明確な差異はなかったが、水溶性の塩基量では明らかに少水分条件になるほど存在量が多く、特に表層部への集積が顕著であった。

表 1 土壌中の無機態窒素

処理区*	7月4日 (mg/100g 乾土)				7月30日 (mg/100g 乾土)			
	EC· m· mho	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> N	NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> N	計	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> N	NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> N	計	
1	I	0.204	2.42	1.37	3.79	0.33	0.27	0.60
	II	0.230	2.20	1.07	3.27	0.32	0.22	0.54
2	I	0.197	2.31	1.15	3.46	0.26	0.38	0.64
	II	0.210	2.03	0.99	3.02	0.22	0.33	0.55
3	I	0.215	2.85	1.61	4.46	0.48	0.39	0.87
	II	0.235	2.97	1.81	4.78	0.32	0.21	0.53
4	I	0.271	5.58	2.75	8.33	0.79	0.33	1.12
	II	0.282	6.20	2.55	8.75	0.11	0.38	0.49
5	I	0.525	7.10	6.11	13.21	2.37	0.49	2.86
	II	0.311	2.86	1.04	3.90	0.66	0.33	0.99

\* 地表より I; 0~10 cm, II; 10~20 cm 部位をサンプリングした。

表 2 土壌中の無機養分

処理区*	PH (H <sub>2</sub> O)	置換性塩基 (mg/100g)			[Truog- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/ 100g)	水溶性塩基 (mg/100g)			
		K <sub>2</sub> O	CaO	MgO		K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	
1	I	5.85	26.9	211.4	118.5	40.9	2.1	3.7	4.2
	II	5.60	25.3	200.0	115.1	47.4	2.6	3.9	4.6
2	I	6.00	30.6	242.8	120.2	71.5	3.2	6.8	6.1
	II	5.91	25.2	223.0	122.0	51.7	2.3	4.5	5.0
3	I	6.00	29.7	234.0	118.4	51.6	2.8	5.9	5.3
	II	5.95	31.1	213.8	113.2	60.7	3.1	6.0	5.0
4	I	5.70	27.9	208.1	118.3	48.9	3.0	9.7	7.6
	II	5.72	28.0	208.5	118.5	61.3	3.8	11.2	8.6
5	I	5.15	45.4	216.7	128.5	61.2	11.9	36.1	27.0
	II	6.00	29.7	208.3	126.8	53.8	4.3	14.3	11.8

\* 地表から I; 0~10 cm, II; 10~20 cm 部位をサンプリングした。

4. 水分処理と土壌孔隙・根の分布

表 3 に示すように多水分条件になるほど固相が増加し、これに対応して粗孔隙及び易有効水分孔隙が減少していた。

深さ別の土壌 pF の推移から根群の分布を推測すると、図 3 に示すように多水分区 (処理区 1) は表層に浅

表 3 水分処理と土壌孔隙の変化\*

処理区	月.日	固相率 (%)	粗孔隙 pF 1.5 以下 (%)	易有効水 孔隙 pF 1.5~3.0 (%)	全有効水 孔隙 pF 1.5~3.8 (%)
1	6.16	43.5	20.1	8.2	16.1
	7.4	47.7	11.2	6.8	13.5
	7.30	49.9	9.8	5.1	11.8
4	6.16	42.7	23.1	9.4	16.0
	7.4	43.2	22.0	7.5	14.7
	7.30	44.7	17.3	6.6	12.2
5	6.16	40.5	26.4	9.1	15.9
	7.4	41.0	23.9	8.5	14.9
	7.30	42.8	20.6	7.8	13.5

\* 地表より 0~5 cm 部位をサンプリングした。

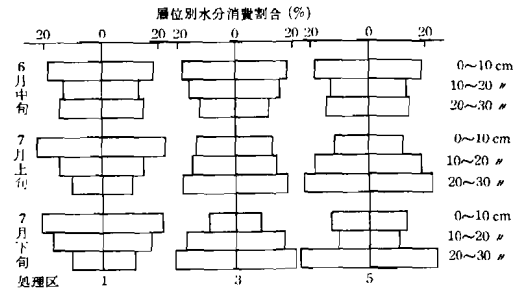


図 3 水分消費型

く、少水分区 (処理区 5) は下層に深く根群が伸張していた。そして図には処理区 3 のみ示したが、生育の途中で水分条件を転換した処理区 2・3 は、転換前の多水分条件では表層に根群が集中し、転換後 7 月下旬に至っては根群が下層まで深く分布していた。

5. 水分処理と養分吸収量

7 月 4 日までの総吸収量 (茎葉・果実合計), 全茎葉吸収量や栄養生長の中心部位であり、水分処理による生育差が最も顕著にあらわれる上部茎葉 (頂部~4 果房) の吸収量及び未熟果 (7 月 4 日時点) の吸収量は表 4 に示す通りである。

一般的に磷酸・加里の総吸収量及び各部位 (茎葉・上部茎葉・果実) の吸収量は多水分条件ほど多くなる傾向にあり、特に上部茎葉の吸収量においてより明確な差異が認められた。一方、全窒素・石灰・苦土は中水分区 (処理区 4) の総吸収量が最も多く、少水分区 (処理区 5) で最も少なかったが、上位茎葉及び果実中吸収量はむしろ磷酸・加里と同様に、多水分条件のほうが多くなる傾向が認められた。なお、表示しなかつ

たが、吸収量の増大は単なる生育量の増大によるものではなく、体内濃度上昇との相乗効果であった。

表5に示すように7月30日の全茎葉の全窒素吸収量は少水分条件になるほど明らかに多くなったが、磷

表4 部位別吸収量 (7月4日)

部位	処理区	1株当たり吸収量 (g)				
		T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
全茎葉	1	1.853	0.444	3.399	3.232	1.541
	3	1.862	0.329	2.465	3.087	1.459
	4	2.095	0.331	2.935	3.527	1.653
	5	1.250	0.243	1.723	2.218	1.164
上部茎葉	1	0.570	0.098	0.859	0.435	0.260
	3	0.429	0.071	0.589	0.399	0.216
	4	0.441	0.059	0.676	0.422	0.230
	5	0.178	0.035	0.297	0.184	0.121
果実	1	1.021	0.492	3.074	0.114	0.184
	3	0.921	0.290	2.074	0.089	0.117
	4	1.182	0.361	2.552	0.118	0.144
	5	0.928	0.218	1.409	0.047	0.077
総吸収量	1	2.874	0.936	6.473	3.346	1.725
	3	2.783	0.619	4.539	3.176	1.576
	4	3.277	0.692	5.487	3.645	1.797
	5	2.173	0.461	3.132	2.265	1.241

\* 上部茎葉；頂部～第4果房の茎葉

\*\* 果実；サンプリング時の未熟果

表5 部位別吸収量 (7月30日)

部位	処理区	1株当たり吸収量 (g)				
		T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
全茎葉	1	2.651	0.667	6.925	10.702	4.280
	2	2.708	0.514	6.604	10.586	4.850
	3	2.765	0.494	6.383	10.428	4.724
	4	2.872	0.633	7.083	11.080	4.838
	5	3.052	0.502	5.373	9.803	4.848
上部茎葉	1	0.841	0.218	2.795	3.205	1.171
	2	1.207	0.206	2.541	2.607	1.533
	3	1.097	0.175	2.456	3.169	1.448
	4	1.148	0.216	2.724	3.676	1.412
	5	1.017	0.148	1.611	2.449	1.216

\* 上部茎葉；頂部～第4果房の茎葉

酸・加里は逆に多水分条件ほど多くなった。一方、水分処理による生育差がますます顕著になった上部茎葉においては、水分条件転換区(処理区2・3)の磷酸・加里吸収量が中水分区(処理区4)より少なかったが、全体としては多水分条件になるほど多くなる傾向が認められた。

次に茎葉部について7月30日の吸収量から7月4日の吸収量を差し引き、同期間の吸収量の増加を検討すると、全般的に中・少水分区(処理区4・5)の吸収量の増加が著しく、それに対して水分条件転換区(処理区2・3)では、転換後磷酸・加里の吸収量が低下し、それが時間とともに回復する傾向が認められた。

## 6. 収量調査結果

果房別の収穫個数・重量は第1・2・3果房と順次増加して行き、それにつれ1果重も増大し、下物率が低下した。反面グスベリ状果の発生率は高まった。特にグスベリ状果の発生は第2・3果房を中心に多発したので、収量調査の結果を表6のように早期収穫の第1果房と、グスベリ状果多発の第2・3果房そして追肥後の第4果房とにまとめた。

第1～4果房の総収量は多水分条件ほど一般的に高

表6 収量調査結果 (10株当たり)

果房別	処理区	全 収 量				グスベリ状果		
		重量 (kg)	同比	個数	平均一果重 (g)	下物率* (%)	平均一果重 (g)	発生率 (割合) (%)
第1果房	1	4,054	100	32	123	41.9	146	3.1
	2	3,901	96	35	112	44.4	109	22.9
	3	4,151	102	32	130	36.7	182	6.3
	4	4,117	101	31	133	32.0	113	22.6
	5	3,861	95	27	143	23.1	149	11.1
第2・3果房	1	22,072	100	118	187	6.8	191	30.5
	2	22,172	101	107	207	3.5	201	43.0
	3	18,971	86	100	190	13.0	190	53.8
	4	20,629	94	114	181	19.5	220	35.1
	5	18,308	83	120	153	13.2	158	64.2
第4果房	1	13,051	100	60	218	4.5	184	6.3
	2	10,579	64	58	182	7.1	175	15.5
	3	11,159	71	57	196	6.0	184	22.8
	4	10,116	84	56	181	12.5	219	16.7
	5	9,130	77	56	163	11.0	168	37.5

\* 下物率；2S (120g) 以下の個数/収穫個数×100

く、平均1果重は、第1果房の場合少水分条件ほど重く、下物率(2S以下個数/収穫個数)は低下したが、第2・3果房では逆に少水分区(処理区5)が他区より著しく平均1果重が軽く、下物率も増加した。

グスベリ状果の発生率は、第1果房の処理区2・4の発生率の高い理由は不明であるが、一般的には多水分区(処理区1)、中水分区(処理区4)、少水分区(処理区5)と少水分条件になるほど高くなり、また生育の途中で水分条件を転換させた処理区2・3は中水分区(処理区4)を上廻るグスベリ状果の発生率をみた。

7. 生育とグスベリ状果発生率

第1果房の収穫中で、第2果房の収穫前である7月4日の栄養生長を草丈と乾物重で示し、それと第2・3果房のグスベリ状果の発生率との関係を検討すると、図4で示すように草丈・乾物重で示される栄養生長の抑制されているものほど、グスベリ状果の発生率が高い傾向にあった。なお同時期の栄養生長の中心部分であり、また水分処理による生育差が最も顕著にあらわれている上部茎葉の草丈・乾物重との間にも、ほぼ同

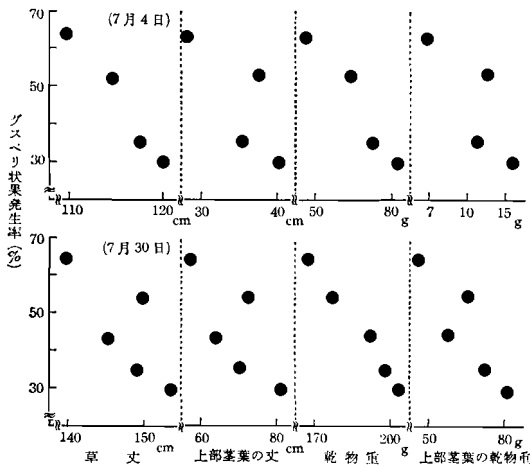
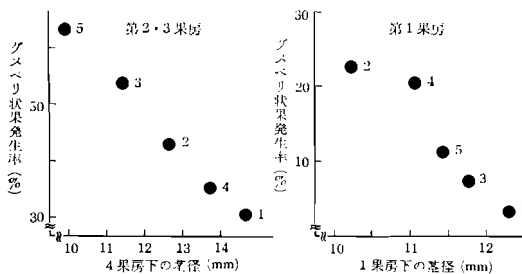


図4 生育とグスベリ状果発生率



注) 数字(図中)は処理区番号を示す。

図5 茎径とグスベリ状果発生率(7月30日)

様な傾向が認められた。

第2果房の収穫終りで、第3果房の収穫最盛期である7月30日の結果でも草丈・乾物重の減少は発生率の増加をもたらしており、特に全体の1/2弱を占める上部茎葉の草丈や、全体の1/3を占める同部分の乾物重とグスベリ状果発生率の間にも同様な結果が得られた。

第1果房下の茎径と第1果房のグスベリ状果発生率、第4果房下の茎径と第2・3果房のグスベリ状果発生率との間には図5のように、茎径が減少するとグスベリ状果の発生率が高まるといった関係が明確に示されていた。

8. 養分吸収比率とグスベリ状果発生率

多水分区(処理区1)の各養分吸収量を100とし、これに対する各区の吸収量を比率で示し、それと第2・3果房のグスベリ状果の発生率の関係を第6図に示した。これを第4・5表と対比しながら検討すると、7月4日の総吸収量では、少水分条件になるほど、あるいは生育の途中で水分条件を転換すると、磷酸・加里の吸収量は明らかに低下し、グスベリ状果の発生率が逆に高まった。なお同時期の上部茎葉及び果実中の各養分吸収量は少水分条件になるほど、あるいは水分条件を転換すると低下し、グスベリ状果の発生率を高めていた。

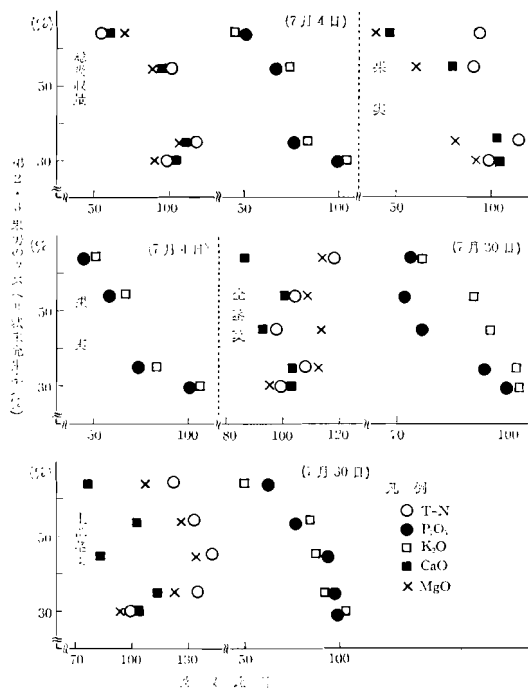


図6 吸収比率とグスベリ状果発生率

7月30日の全茎葉吸収量とグスベリ状果の発生率の関係は、石灰では一定の傾向が認められず、全窒素・苦土は少水分条件もしくは水分条件転換で吸収量がやや増加する傾向にあり、グスベリ状果の発生率を高め、7月4日の場合と逆な関係になった。それに対し磷酸・加里はほぼ7月4日と同様な傾向を示した。なお同時期の上部茎葉の吸収量との関係では、磷酸・加里は少水分条件もしくは水分条件転換で吸収量が減少し、グスベリ状果の発生率を高める傾向が認められた。しかし全窒素・苦土については一定の傾向が認められなかった。

### 考 察

土壌水分あるいは土壌水分環境がトマトの生育・収量・品質におよぼす影響に関する研究は、従来よりハウス栽培を中心に多くなされており<sup>3,9,13)</sup>、品質の低下もしくは、異常果の発生についても多くの報告がある<sup>6,9,12)</sup>。その中には著者らが問題としているグスベリ状果と類似のアミトマトについての報告<sup>10)</sup>もあるが、軟弱果についての報告は著者らの知る限りにおいてははない。

一方、寒冷な北海道において4月下旬～5月上旬にビニールトンネル内に定植し、こもかけによって夜間の防霜・保温を行ないながら、30～40日にわたって狭いトンネル内で生育させる、いわゆる三笠方式のようなポリマルチ・ビニールトンネル栽培についての土壌肥料的な研究自体が少ない。そこで著者らは三笠地区に多発する異常果の原因解析ならびに対策試験を、トンネル・マルチ栽培条件下における土壌肥料的問題点の解明と併せ検討すべき点を痛感しているが、既報<sup>4)</sup>ではまず土壌水分環境と異常果のうち、特にグスベリ状果の発生率との間に高い負の相関が認められることを指摘した。これに基づき、本報告では生育期間中の水分条件の差異と、これによって起こる土壌養分の変動、トマトの養分吸収の差異等が、生育・収量・異常果の発生におよぼす影響について検討した。

水分処理によって、5処理間には土壌水分条件の明確な差異が生じ、かん水頻度が高い多水分条件区ほど無機態窒素あるいは水溶性の加里・石灰・苦土やトルオーグ磷酸が少なくなり、土壌孔隙面でも、固相の増加に対応して粗孔隙・易有効水孔隙が減少した。一方、根群の分布は多水分条件で表層に集中し、少水分条件で下層まで深く伸張し、生育の途中で多水分から少水分へと水分条件の転換を行なうと、表層に集中していた根群が下層へ伸張して行く結果を得た。

これらの事実に基づき各処理区の生育状況等を検討すると、多水分区(処理区1)は7月4日までの磷酸・加里の総吸収量及び上部茎葉・果実中の各養分吸収量が最も多く、また表示しなかったが同部位の各養分濃度も高く、これがその後の旺盛な生育と果実の着果・肥大をうながし、最も収量が高くなった要因と思われる。しかし多回数かん水による土壌中養分・易有効水孔隙の減少、表層に集中する根群とかん水により下層に拡散する土壌養分の存在位置のズレなどのため、7月4日から30日にかけての吸収量は全般的に著しく低下し、7月30日時点で草丈こそ最も良好であったが、明らかに肥切れの様相を呈していた。なお、この現象は7月30日の追肥後回復した。

一方、乾燥条件で生育した作物は一般的に全窒素が多く、加里が少ないとされているが<sup>2)</sup>、7月30日の茎葉吸収量では明らかに少水分条件ほど全窒素の吸収量が多くなっており、加里は少水分区(処理区5)の吸収量が最も少なかった。なお少水分区では追肥時まで土壌養分が比較的豊富で、易有効水孔隙も多く、根群も下層まで深く伸張しているため、7月4日から30日にかけての吸収量が多水分区と逆に増加していた。しかし土壌水分量の不足及び下層へ伸張して行く根群と、表層に集積してくる土壌養分との位置のズレのため、少量のかん水によっても硝酸態窒素の形態で比較的容易に下層まで押し下げられる全窒素以外の、各養分の吸収は全般的に抑制された。そして磷酸・加里などの体内移行も劣化し、上部茎葉での養分量・濃度が一般的に低下した。そのため生育の不振、特に頂部に近い生長部位である上部茎葉の草丈・茎径・乾物重の低下をもたらし、一方では果実の肥大を抑え、収量を低下させたものと思われる。

それに対し、中水分区(処理区4)は7月4日までの各養分吸収量も少水分区のように著しく低下することもなく、7月30日には各養分とも多水分区と同程度かそれ以上の吸収を示し、これが比較的良好的な生育・収量に結びついたものと思われる。

次に7月4日の時点ですでに水分条件を転換していた処理区3の総吸収量は、各養分とも全般的に抑制され、DOVE<sup>2)</sup>が指摘するように根を一時的に乾燥状態におくと、養分吸収は著しく悪化するようであった。これは表層に集中した根群が乾燥条件に適應して、養水分の比較的豊富な下層へ伸張して行く間の時間的なズレをも含むものと思われる。このことが生育の途中で水分条件を転換した時、処理区2・3でみられたような草丈・節間長の抑制が起こる主要な要因と思われる。

る。そして下層に伸張するにつれ、土壌養分も多水分区(処理区1)よりは多いし、易有効水孔隙の減少も少ないので、7月30日の莖葉吸収量で示されるように、全窒素・苦土の吸収量は多水分区より多くなり、生育がやや回復したものと思われる。しかし磷酸・加里・石灰の莖葉吸収量及び上部莖葉吸収量が多水分区より少なくなり、その傾向の著しい処理区3の生育・収量は多水分区より著しく劣った。

さて、このようにして生じた生育の差異とグスベリ状果の発生との関係は、図4及び図5に示す通りであり、草丈・乾物重・莖径が抑制されているものほどグスベリ状果の発生率が高く、グスベリ状果の発生率が栄養生長と密接に関連していることが推測される。また第1果房において理由不明でグスベリ状果の発生率が高かった処理区2・4においても、図5に示す通り、第1果房下の莖径との間には、比較的明確な傾向が認められ、両区の第1果房下の莖径で示される生育に抑制がみられることから、その時期の生育になんらかの理由で乱れが生じ、グスベリ状果の発生率が高まったものと推測される。

次に、養分吸収とグスベリ状果の関係は、図6に示す通り、磷酸・加里の7月4日までの総吸収量・上部莖葉及び果実中吸収量や、7月30日の莖葉及び上部莖葉吸収量が減少すると、明らかにグスベリ状果の発生率が高まり、全窒素・苦土については時期及び部位によって傾向が異なった。なお石灰については今後の検討が必要と思われる。

これらのことから、土壌水分条件が少水分条件になるほど、磷酸・加里等の無機養分の吸収・体内移行の劣化で示されるような代謝の乱れが生じ、それが生育の抑制やグスベリ状果の発生をもたらしたものと思われる。また生育の途中で水分条件を転換すると、全般養分の吸収低下と、特に磷酸・加里の吸収及び体内移行が中水分区(処理区4)以上に抑制され、それが同区以上のグスベリ状果の発生をもたらしたものと思われる。

一方、多水分区(処理区1)において第3果房を中心にグスベリ状果が増大したが、これはかん水頻度が高いため土壌中無機養分の低下が著しく、かつ根群と土壌中養分との存在位置のズレなどのため、7月4日から30日にかけての生育後半の吸収量が低下したことが一要因と思われる。このことは追肥後の第4果房においてグスベリ状果の発生率が著しく低下した事実とも良く一致した。

なお各処理区とも第2・3果房にグスベリ状果の発生

率が高かった一要因として、各果房の肥大・登熟期が同果房を中心に集中しているため、体内で養水分の競合関係が生じたためとも推測される。この点、栄養生長と生殖生長が同時に進行するトマトなどの場合、果実の肥大期には養水分・光合成産物の果実と莖葉、特に栄養生長の中心である上部莖葉との間に競合関係が起こることは既に知られているが<sup>11)</sup>、各果房間にも同様な関係があるのではないかとと思われる。

また、土壌水分条件の差異に基づく養分吸収の差異に関しては、各養分間の拮抗的關係が大きく作用していることも考えられ、この点の検討が今後必要と思われる。

既報<sup>4)</sup>及び本報の結果より、グスベリ状果の発生率を低下させる対策をとりまとめると、1)土壌水分環境の改善;有機物の投入と深耕によって土壌の孔隙性の改良と作土層を深め、作土層全体の保水能を高める。これは河森が<sup>5)</sup>トマトについて良好な生育・収量を得るための土壌条件として指摘したものと一致し、またトマトに対する深耕が収量・品質を高めるとの報告<sup>6)</sup>もあり、根本的な対策と思われる。2)適正なかん水による好適な水分条件の維持;トンネルマルチ栽培におけるトマトの良好な生育・収量を維持する至適pFの検討が必要であるが、一応の目標を既知のデータから、常時pF 2.5以下でpF 2.2前後にするのが妥当と思われる。なお今後品質で安定多収を目的とした野菜栽培においては、かんがいは必要不可欠と思われるので、単にトマトの異常果対策のみでなく、畑地かんがいの施設が必要と思われる。3)本報告においても多水分区において土壌養分の溶脱が激しいことを指摘したが、かん水頻度・量と関連して追肥の時期・量の検討が必要と思われる。なお苗に関しては、4)荻原の報告<sup>10)</sup>にもあるように老熟苗をさげ若苗を使用することが望ましく、この点について、苗齢、苗素質等と異常果の発生との関係を現在試験検討中である。

## 引用文献

- 1) CANNELL, C. H. K. B. TYLER, and C. W. ASBELL 1959: The effects of irrigation and fertilizer on yield, blackheart, and nutrient uptake of celery, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 74: 539-545.
- 2) DOVE, L. D. 1966: Effects of atmospheric desiccation on the subsequent absorption of nitrate and phosphate and the exudate of detopped tomato root systems, Bot. Gaz. 127: 228-231.

- 3) 久富時男 1972: 低温期のトマトの生育調整に関する研究. 第3報. 地温, 土壌水分, 窒素施用量, 栽植密度がトマトの生育, 収量に及ぼす影響. 奈良農試報 4: 27-35.
- 4) 平井義孝, 相馬 暁, 岩淵晴郎, 末永勝輝, 西村勝義 1974: 三笠市にみられたトマト異常果の発生について. 第1報. とくにグスベリ状果の発生要因. 北農 41(1): 27-39.
- 5) 河森 武 1972: 野菜栽培土壌の適性判定と土壌水分管理. 土壌の物理性 26: 14-32.
- 6) 森 俊人 1970: トマトのすじぐされ病とその対策. 農業技術 25: 468-471.
- 7) 二井内清之, 本多藤雄, 小川 勉, 山川邦夫, 興津伸二 1961: そ菜の土壌適応性に関する研究. 園試報 D 1: 71-99.
- 8) 太田 一, 児玉敏夫, 渡辺和之 1962: 蔬菜類の生育, 収量に及ぼす深耕処理の影響. 園学雑 31: 315-324.
- 9) 荻原佐太郎, 坂本石蔵 1964: トマト果実のすじぐされ病に関する研究. 千葉農試報 5: 94-101.
- 10) 荻原佐太郎 1972: 火山灰土におけるそ菜栽培の適かん水点 (2). 農及園 47: 739-742.
- 11) 斎藤隆監編 1973: 果実の発育と成熟の生理, 生態. 農業技術大系野菜編 2 (トマト), 113-135, 農山漁村文化協会, 東京.
- 12) 崎山亮三 1968: トマト果実の酸含量に及ぼす灌水・温度・遮光の影響. 園学雑 37: 67-72.
- 13) 竹下純則, 古藤 実 1968: 被覆栽培そ菜の土壌肥料に関する研究. 第2報. 施肥量と水分管理がトマトの生育収量におよぼす影響. 神奈川園研報 16: 52-71.

## Effect of Cultivation Environments on the Growth and Quality of Tomatoes

### I. Effect of soil moisture on the growth and unusual fruit of tomatoes

Satoru SOUMA\*, Yoshitaka HIRAI\*  
and Haruo IWABUCHI\*

#### Summary

This experiment was carried out to determine the effect of soil moisture levels on the growth and yield, as well as on unusual tomato fruits, which showed an outside view like a gooseberry.

The soil moisture treatments were as follows:

The wet soil moisture condition (pF 2.0, treatment 1);

The moderate soil moisture condition (pF 2.3, treatment 4); and the dry soil moisture condition (pF 2.6, treatment 5), from the first fruit developing stage.

The wet soil moisture condition in the early growth and exchange to the condition at the second fruit developing stage (treatment 3) and exchange to the dry condition at the third fruit development (treatment 2) were similar.

The summary of the results is: a better growth and yield was obtained with the wet moisture treatment.

The unusual tomato fruits, like gooseberries, occurred in all treatments. But the percentage of unusual fruit increased significantly with the moisture treatment and with the exchange soil moisture condition. In the same treatments, the nutritive growth, especially in upper stalks and leaves were repressed.

As to the mineral content of plants, the phosphate and potassium content were decreased significantly with the dry moisture treatment or by exchange soil moisture condition for all samples taken during the experiment.

\* Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, Japan.