

# ハウス果菜の生理障害発生防止に関する研究

## I. トマトの窓あき病発生に関する研究

加 藤 徹

(農学部そ菜園芸学研究室)

## Studies on the Control of Physiological Disorders in Fruit Vegetable Crops under Plastic Films

### I. On the Occurrence of Stem Abnormality in Tomato Plants

TORU KATO

*Laboratory of Vegetable Crop Science, Faculty of Agriculture*

#### Abstract

Several experiments were carried out using the seedlings treated with various fertilizers under different soil moisture and or/night temperature during the course of raising in order to clarify the occurrence of stem abnormality and establish the preventing methods in the practical procedure of tomato production.

1. It was shown that the low night temperature during the period of raising was more effective in the induction of stem abnormality in the seedlings applied with calcium phosphate, potassium nitrate, slaked lime, potassium phosphate, and ammonium sulfate respectively than high night temperature.

Among them slaked lime and potassium phosphate promoted the occurrence of stem abnormality at both night temperatures, and ammonium sulfate induced it more frequently at low night temperature, but not at high night temperature.

2. It was clearly shown that ammonium nitrogen application increased stem abnormality and grade of this disorder symptoms compared with nitrate nitrogen.

The higher the concentration of ammonium nitrogen, the more the increase in the occurrence of stem abnormality and the grade of this disorder symptoms.

And also high concentration of ammonium nitrogen induced the stem abnormality at the lower node.

3. The effect of application of ten grams in all combination of calcium nitrate and potassium chloride to the soil in clay pots showed that potassium chloride only application induced the high frequency and grade of symptoms and calcium nitrate was vice versa. However, the combination of much potassium chloride and less calcium nitrate increased this disorder remarkably.

4. The more the amount of potassium nitrate application, the more the increase in the occurrence of stem abnormality. These tendency was more and more strengthened by lowering the soil moisture content.

5. It was shown that the occurrence of stem abnormality was increased under the combination of slaked lime application and dry soil treatment, but not so remarkable with much amount of fertilizer application.

6. The effects of light intensity and amount of fertilizer application after transplanting the seedlings treated with high potassium application during the period of raising on the occurrence of stem abnormality showed that the development of this disorder was reduced

with low light intensity and heavy application of fertilizer, the former being more effective than the latter.

7. Mineral constituents were investigated on the dried materials of leaves and buds including young stem and leaves in healthy and disordered plants treated with various kind of fertilizers.

It was shown that B in leaves and N, P, K, Mg, B in buds were higher content of healthy plants than that of disordered plants.

8. From the above-mentioned results it may be concluded that the stem abnormality develops through two process; first process is the lowering the boron content in apical bud which is reduced by the inhibition of boron absorption by roots under heavy nitrogen and or/ potassium, alkaline soil, dry soil and low night temperature respectively or together, second process is the vigorous growth under high light intensity and moderate fertilizer application.

## 結 言

トマトの窓あき病は露地、ハウスいずれの栽培でもみられるが、抑制栽培に多発し、毎年のように問題になっている。



Fig. 1. Typical symptom of stem abnormality.

茎に発生する生理障害の一つで、被害の著しいものは Fig. 1 にみられるように茎に亀裂ができ、孔があいている。このような症状から現地では“めがね”あるいは“窓あき病”と呼んでいる異常茎である。

これが発生すると、生育遅延がみられるばかりでなく、落蕾落花が誘発されて減収になることがあり、わが国では 1954 年に大井<sup>1)</sup>が、1961 年には瓦井ら<sup>2)</sup>によってほ場の観察が発表されている。

ついで阿部ら<sup>3)</sup>はアメリカの報告<sup>4-12)</sup>と対照しながらその症状を分類し、その発生原因について研究している。さらに堀ら<sup>13)</sup>、岩崎ら<sup>14)</sup>、植村<sup>15)</sup>によってこれの原因究明が行なわれているが、いまだ十分に明らかになっていない。したがってまだ防止対策も樹立されないままになっている。

本生理病は一般に第 3 花房から第 5 花房にかけて発生することが多い。第 3 ないし第 5 花房は育苗期の後期から定植後まもなくの時期に分化発育してくる組織であることを考慮すると、育苗期の管理が密接に関係しているように思われ、育苗期の肥料の種類および濃度をかえて追究したところ、一応の結果がえられたので報告する次第である。

## 材料および方法

本生理病の発生を確認する方法として外部形態および茎の切断面を作り、Fig. 2 の基準にしたがって指数を与えて被害程度を表示するとともに発生の最低節位を発生している場所に近い花房位置で記録して発生時期の早晩の資料をえて、発生程度を知るようにつとめた。

被害程度の分類はつぎの通りである。

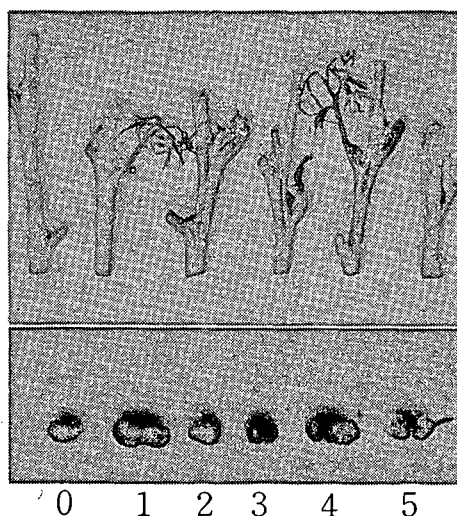


Fig. 2. Grade of disorder symptoms.

- 0...Normal  
 1-5...Stem abnormality.  
 1...The most light symptoms  
 5...The most heavy symptoms

指数0……健全個体で、外観および切断面に症状のみとめられないもの。

指数1……ひじょうに軽微で、みおとしがちである。外観は節に近い部分の一面にわずかなへこみあるいは溝が認められ、切断面の髓部に褐色え死斑点がみとめられるもの。

指数2……外観として節附近の表面および裏面にへこみがあり、内部のえ死部斑点もやや指数1よりやや大である。

指数3……外観として明らかにみとめられるようで、節附近の茎の一面の溝が割れ、コルク化しているばかりでなく、この割れが内部の髓部のえ死部にまで達する。

指数4……茎の両面が割れて溝となり、裂け目が大きい。

指数5……この割れ目が大きくて、茎の中に裂け目ができ、向うがわがみえる穴あき症状を示すもの。

以上の指標にもとずき、つぎの実験を行ない、検討を加えた。

**第1実験：**4月21日に大型東光トマトを砂にまき、発芽後の5月4日に15cmの素焼鉢内の土壌に2本植えし、5月9日および22日の2回にそれぞれ各鉢3gを施した。単独にそれぞれ施した肥料の種類はリン酸カルシウム、硝酸カリ、硝酸石灰、リン酸カリ、硫酸アンモニウムの5種類で対称区として無肥料区を設けて育苗した。育苗開始とともに鉢を2分して高夜温区と低夜温区を設けた。高夜温区はガラス室内に木枠を作り、電熱線を張り、ビニール、コモかけをして15°Cに保持し、低夜温区は8°Cの恒温器に入れて処理した。日長時間は同一になるように両区とも日中はガラス室内において育苗をした。

6月5日処理を打切ってビニールハウス内に定植した。

本ほの元肥は10アール当りチッソ20kg、リン酸20kg、カリ20kgの割合で施し、適宜生育期間中かん水、消毒を行なった。

各区10本を育苗定植したが、定植後バイラスが発生したので拔取り、調査株数が減少した。しかし窓あき病の発生におよぼす肥料の種類の影響については大体はあくしえたものと思われる。

**第2実験：**高知ファーストを4月27日に砂にまき、発芽をまって間引き、5千分の1アールポット3本立て5月8日砂耕を開始した。砂耕に使用した肥料は硝酸ソーダ、硫酸、リン酸カリ、

リン酸カルシウム, 塩化石灰, 硫酸マグネシウムおよび微量元素で, チッソは 480 ppm, リン酸 240 ppm, カリ 240 ppm, カルシウム 320 ppm の濃度で, E.C. は 4.8~5.0 ミリオームで, pH は 5.6~5.8 に調整した. 培養液は 1 日 3 回還流し, 3~5 日おきに更新した.

6 月 11 日にガラス室内に定植したが, アンモニア態チッソ区のみは 6 月 18 日に定植した.

本ほの肥料は第 1 実験に準じ, 7 月 17 日に調査した.

第 3 実験: 高知ファーストを 7 月 16 日には種, 7 月 23 日より砂耕を開始した. 砂耕液組成は Table 1 のとおりであった.

Table 1. *The constitution of culture solutions*

Treatment	N source		P	K
	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>		
N- 50 ppm	50 ppm	0 ppm	0 ppm	200 ppm
100	50	350	55	200
200	50	150	165	200
300	50	250	275	200
400	50	350	385	200

\* Fertilizer source: P... (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, K... K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Ca... CaCl<sub>2</sub>, Mg... MgSO<sub>4</sub>

\* 1 ppm Fe, 0.5 ppm of B and Mn, 0.05 ppm of Zn, 0.02 ppm of Cu and 0.02 ppm of Mo were added to culture solutions

8 月 18 日にビニールハウス内に定植し, 10 月 8 日に調査した. 本ほでの管理は前実験と同じである. なお本ほで一部バイラスおよび青枯病の発生をみたので引き抜いたので調査株数が減少した.

第 4 実験: 6 月 19 日に 15 cm 素焼鉢に消毒土壌を入れ, 発芽した栄冠トマト種子をまいた.

7 月 4 日と 8 日にそれぞれ Table 2 によって鉢ごとに 5g ずつ 2 回施し, 育苗した.

Table 2. *Top dressing of fertilizers with Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> and KCl*

Plot no.	N : K	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	KCl	Total
		g	g	g
1	10 : 0	5	0	5
2	8 : 2	4	1	5
3	6 : 4	3	2	5
4	4 : 6	2	3	5
5	2 : 8	1	4	5
6	0 : 10	0	5	5

7 月 25 日に本ほに定植し, 8 月 17 日および 9 月 12 日に調査した.

第 5 実験: 硝酸カリの多少と土壤水分の影響を知るために栄冠トマト種子を 6 月 19 日に 15 cm 素焼鉢につめた焼土にまき, 発芽後 2 本立とした.

7 月 4 日に硝酸カリ 8g を与え, さらに多肥区には 7 月 8 日に硝酸カリ 5g を追肥した. 一部無肥料区を設けた.

以上の 3 区をそれぞれ 2 群に分け, 7 月 4 日より土壤水分処理をした. すなわち適湿区は 1 日 3 回かん水して十分水分を与え, 乾燥区はかん水量および回数を減じて乾燥処理をした.

7 月 25 日に本ほに定植して育成し, 9 月 15 日に調査した.

第 6 実験: 石灰の有無および肥料の多少, 土壤水分の影響を知るために耐病 FR トマト種子を 8 月 5 日に 15 cm 素焼鉢につめた消毒土壌にまいた. は種に先立って半分の鉢に 5g の石灰を土壌とよく混合した. さらに 2 日後鉢ごとに Table 3 の肥料を土とよく混合した.

8 月 18 日に全体を半分ずつに分けて, 一区を適湿区とし, 他区を乾燥区とした.

適湿区は毎日朝昼夕と 3 回十分にかん水して適湿土壌としたが, 乾燥区は朝のみかん水して萎凋を防ぎ, あとは葉水程度の散水でできるだけ乾燥土壌とした.

Table 3. Application of fertilizers with  $KNO_3$ ,  $KH_2PO_4$  and Urea

Lime*	Symbol	Fertilizer composition/pot		
		Amount g/pot	$KNO_3$	$KH_2PO_4$
+	NPK	0	0	0
		3	3	3
		6	6	6
	UPK	0	0	0
		3	0.9	3
		6	1.8	6
-	NPK	0	0	0
		3	3	3
		6	6	6
	UPK	0	0	0
		3	3	3
		6	6	6

\* Lime: Slaked lime 5 g/pot

このように育苗した苗を9月12日にビニールハウス内土壌に定植し、10月29日に調査した。本ほの元肥および肥培管理は前実験と同じである。

**第7実験**：定植後の環境が窓あき病発生にどのように影響を与えるかを知るためにつぎのような処理を行なった。すなわち、大型東光トマトを15cm鉢の土壌に6月19日にまき、発芽後2本立とした。7月4日リン酸カリ5gを各鉢に、7月8日硝酸カリ3gを各鉢にまた7月18日に硝酸カリ3gを各鉢ごとに水にとかして施した。

以上のような処理苗を7月26日にビニールハウス内に定植した。

定植時株下になる位置に多肥区ではチッソで5g、少肥区ではチッソで1gを硫酸、尿素あるいは硝酸石灰の形で施すとともに、各区を半分ずつに分けて日照普通区と遮光区とした。遮光区は黒寒冷紗一枚を覆って日照を弱くした。9月20日に調査をした。

**第8実験**：第1実験に供試した個体より健全株とり病株を分けて材料を採集し、分析に供した。

葉は発病部位の下の葉2~3枚を供試し、芽は幼芽幼葉茎を含む部位を材料とした。

分析は乾物について行ない、チッソはセミマイクロケルダール法、カリは炎光分析法、リン酸はメタバナドモリブデン酸アンモニウムによる呈色反応、石灰・苦土は原子吸収法、硼素はクルクミン法によって定量した。

## 実験結果

### 1. 育苗時の肥料の種類および夜温の影響

Table 4にみられるとおり、育苗時の夜温が低いと高夜温区にくらべて定植後窓あき病が発生し

Table 4. Effect of various kind of fertilizers on the occurrence of stem abnormality

Temperature	Low Temperature				High Temperature			
	No. of plants investigated	No. of plants disordered	Percentage disorder occurred	Grade of disorder symptoms	No. of plants investigated	No. of plants disordered	Percentage disorder occurred	Grade of disorder symptoms
Fertilizer								
No fertilizer	3	1	33.3	5.0	5	0	0	0
Calcium phosphate	4	2	50.0	4.0	6	2	33.3	3.0
Potassium nitrate	4	3	75.0	2.7	6	2	33.3	2.5
Slaked lime	—	—	—	—	1	1	100.0	3.0
Potassium phosphate	3	2	66.7	4.0	6	4	66.7	2.8
Ammonium sulfate	4	4	100.0	3.3	4	1	25.0	5.0
Total	18	12	66.7	—	28	10	35.7	—

やすい。低夜温区では硫酸施肥で100パーセント発生しているのに対し、高夜温区では25パーセントと発生が少ない。これはチッソの形態が窓あき病の発生に関係しているアンモニア態チッソでは発生しやすいのに対し、硝酸態チッソでは発生しにくいのではないかと考えられる。

硝酸石灰、リン酸カリ処理で発生率の高いことは石灰あるいはカリの吸収が大いに発生に影響を与えていることを示すものであろう。

## 2. チッソ形態の影響

育苗時にアンモニア態チッソで砂耕すると発生率も高く、被害度も著しく高い。しかし硝酸態チッソが増加してくると次第に発生率も被害度も低下し、ついには発病しなくなる。

アンモニアイオンの作用が窓あき病発生に密接に関係している (Table 5)。

Table 5. *Effect of nitrogen source on the occurrence of stem abnormality*

Plot no.	NO <sub>3</sub> -N : NH <sub>4</sub> -N		No. of plants investigated	No. of plants disordered	Percentage disorder occurred	Grade of disorder symptoms
1	10	0	10	0	0	0
2	8	2	10	0	0	0
3	6	4	10	0	0	0
4	4	6	10	2	20	1.6
5	2	8	10	7	70	2.4
6	0	10	10	10	100	3.6

## 3. アンモニア態チッソ濃度の影響

アンモニア態チッソの濃度が高まるにつれて、発生率も被害度も高まるばかりでなく、窓あき病が発生してくる最初の発生節位も低下してくることがみられた (Table 6)。しかしアンモニア態チ

Table 6. *Effect of concentration of ammonium nitrogen on the occurrence of stem abnormality*

N concentration	No. of plants investigated	No. of plants disordered	Percentage disorder occurred	Grade of disorder symptoms	First node occurred disorder symptoms (cluster)
50 ppm	3	0	0	0	0
100	4	0	0	0	0
200	7	0	0	0	0
400	10	10	100.0	3.8	2.5

ッソ濃度で200 ppm以下では全く発生がみられなかった。

## 4. チッソとカリの割合の影響

Table 7にみられるように硝酸石灰よりも塩化カリを与えられた方が発生率も被害度も高い。し

Table 7. *Effect of ratio of nitrogen to potassium on the occurrence of stem abnormality*

Plot no.	N : K		No. of plant investigated	August 17		Sept. 12		
				Percentage disorder occurred	Grade of disorder symptoms	Percentage disorder occurred	Grade of disorder symptoms	First node occurred disorder symptoms (cluster)
1	10	0	10	30	1.5	30	2.0	3.0
2	8	2	10	30	1.5	30	1.5	2.0
3	6	4	10	50	2.0	50	2.0	2.0
4	4	6	10	100	2.5	100	2.5	3.0
5	2	8	10	100	2.0	100	2.0	1.5
6	0	10	10	50	3.4	50	4.0	3.0

たがってカリの影響が著しいように思われるが、塩化カリに硝酸石灰が加えられると、3, 4, 5区にみられるように発生率が増加するばかりでなく、5区のように発生位置も低下し、り病しやすくなるようである。

### 5. 硝酸カリの多少ならびに土壤水分の影響

乾燥状態で育苗されると、適湿区にくらべて著しく発生率が増加するばかりでなく、被害度も高い。

また土壤水分に関係なく、硝酸カリの多用によって一層発生する傾向がみられる (Table 8)。

Table 8. *Effect of amount of potassium nitrate and soil moisture stress on the occurrence of stem abnormality*

Soil moisture	KNO <sub>3</sub>	No. of plants investigated	Percentage disorder occurred	Grade of disorder symptoms	First node occurred disorder symptoms (cluster)
High	0	10	60	3.0	2.0
	8	10	80	4.0	3.0
	8+5	10	80	3.5	3.0
Low	0	10	30	2.5	2.5
	8	10	20	2.0	4.0
	8+5	10	50	2.0	3.0

### 6. 石灰の有無、施肥量および土壤水分の影響

第8実験と同様に土壤水分が少ないと著しく発生株が増加する傾向がみられる。石灰を加用すると無加用区より発生率が高いが土壤の乾燥が組合さると一層発生が助長されるようである。

施肥量が増加するにつれて発生率が高まる傾向がみられるが石灰加用によって一層発生が助長されているように思われる (Table 9)。

### 7. 定植後の日照の強さおよび施肥量の影響

カリ過用による育苗を行なって発生しやすい苗を作り、これを施肥量の異なる所あるいは日照の強さの異なる場所に定植して、定植後の環境がいかに発生に影響するかを検討した結果は Table 10のとおりである。

施肥量が多いと発生が抑制されるようで、日照が低下すると一層この抑制が助長されるようである。被害程度についても発生率と同様の傾向がみられる。

### 8. 体内無機成分と窓あき病発生との関係

各肥料区で葉および芽においてチッソ、リンサン、カリ、石灰、苦土、硼素が調査されたが、葉においてり病株が健全株より含量が少ない傾向がみられた以外各成分で一定の傾向がみられないし、芽では各成分がり病株において健全株より著しく低い含量であった (Table 11)。

## 考 察

窓あき病の発生は石灰を多量に施すと多発することが Table 4 および Table 9 の結果から明らかにみとめられた。

一方 Table 4 で硫安施用区では低夜温のとき高い発生率であったものが高温下では著しく発生が減じている。このように土壤中でのアンモニア態チッソ肥料の変化が窓あき病発生と密接に関係していて、Table 5, Table 6 にみられるようにアンモニア態チッソは発生率を高めるが、硝酸態チッソでは発生しにくいことが確かめられている。しかしアンモニア態チッソでも低濃度では発生しにくい (Table 6) ことを考えると、アンモニア態チッソ肥料の多施用が大きな発生要因となるものと考えられる。これは阿部ら<sup>3)</sup>の報告と一致する。したがって窓あきを防ぐにはチッソについては硝酸態チッソの方が望ましいし、多肥しないことである。

また Table 4, Table 7, Table 8 の結果はカリの多用が窓あき病の発生を助長している。

Table 9. *Effects of amount of fertilizer, slaked lime supply and soil moisture stress on the occurrence of stem abnormality*

Soil moisture	Slaked lime *1	Fertilizer *2	Amount /pot	No. of plants investi- gated	No. of plants disordered	Percentage disorder occurred	Grade of disorder symptoms	First node occurred disorder symptoms (cluster)
Wet	+	NPK	0	10	5	50.5	1.0	2.0
			3	10	4	11.0	1.0	1.8
			6	9	1	11.0	1.0	1.0
		UPK	0	10	5	50.0	1.0	1.0
			3	10	1	10.0	1.0	2.0
			6	10	1	10.0	1.0	1.0
	Sum			59	17	28.8	—	—
	-	NPK	0	10	0	0	0	0
			3	10	1	10.0	1.0	2.0
			6	9	3	33.3	1.0	1.7
UPK		0	10	0	0	0	0	
		3	10	2	20.0	1.0	1.5	
		6	10	2	20.0	1.0	1.0	
Sum			59	8	13.6	—	—	
Total Sum			118	25	21.2	—	—	
Dry	+	NPK	0	10	4	40.0	2.5	1.0
			3	10	7	70.0	2.0	1.2
			6	10	6	60.0	1.7	1.0
		UPK	0	10	4	40.0	2.5	1.0
			3	10	5	50.0	1.2	1.4
			6	9	6	67.0	1.5	1.0
	Sum			59	32	54.2	—	—
	-	NPK	0	10	0	0	0	0
			3	10	3	30.0	2.0	1.0
			6	9	2	22.2	3.0	1.0
UPK		0	10	0	0	0	0	
		3	9	2	22.2	1.0	1.5	
		6	9	3	33.3	1.0	1.0	
Sum			57	10	17.5	—	—	
Total Sum			116	42	36.2	—	—	

\*1 slaked lime 5 g/pot

\*2 NPK3:  $\text{KNO}_3$  3 g +  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  3 g      UPK 3: Urea 0.9 g +  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  3 g  
" 6: " 6 g " 6 g      " 6: " 1.8 g " 6 gTable 10. *Relationships between light intensity and amount of fertilizer supply after transplanting and the occurrence of stem abnormality treated with heavy potassium supply during the period of raising*

Light intensity	Fertilizer	Amount	No. of plants investi- gated	No. of plants disordered	Percentage disorder occurred	Grade of disorder symptoms	First node occurred disorder symptoms (cluster)
High	Ammonium sulfate	Heavy	10	8	80	2.5	2.5
		Low	10	10	100	2.5	2.0
	Urea	Heavy	10	3	30	2.0	4.0
		Low	10	10	100	3.0	2.0
	Calcium nitrate	Heavy	10	7	70	3.0	2.5
		Low	10	10	100	3.5	2.0
Low	Ammonium sulfate	Heavy	10	2	20	1.0	3.0
		Low	10	8	80	2.0	2.5
	Urea	Heavy	10	0	0	0	0
		Low	10	7	70	1.5	3.0
	Calcium nitrate	Heavy	10	3	30	2.5	3.5
		Low	10	9	50	3.5	3.0



以上のように石灰、アンモニア態チッソおよびカリのそれぞれの多用は共通的に硼素の吸収を阻害しているものと思われる。

Table 4 の低温、Table 8, Table 9 の乾燥、Table 8, Table 9 での多肥が窓あき病の発生を激甚にしているのは硼素の吸収を一層阻害しているためと考えられる。

これらの結果は Table 11 の分析結果と比較すると、硼素の吸収が阻害されて、先長点の組織に

Table 11. Chemical analysis of leaf and apical part of bud in plants with or without stem abnormality

Treatment	Disorder	Bud						Leaf					
		N %	P %	K %	Ca %	Mg %	B r/g	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	B r/g
Potassium phosphate	Healthy	6.56	1.23	3.42	0.35	0.40	123.00	4.08	0.51	2.25	5.15	0.34	51.75
	Unhealthy	6.47	0.88	2.90	0.12	0.32	51.16	4.39	0.50	2.10	5.48	0.29	25.00
Potassium nitrate	Healthy	6.34	1.30	3.00	0.50	0.39	93.75	4.08	0.39	2.35	5.84	0.38	32.50
	Unhealthy	6.16	0.76	2.80	0.15	0.32	56.42	4.47	0.49	2.10	6.20	0.28	28.75
Ammonium sulfate	Healthy	8.95	1.45	3.68	0.28	0.45	75.00	4.00	0.45	2.48	5.02	0.42	37.50
	Unhealthy	9.24	0.68	3.35	0.06	0.34	56.25	3.56	0.65	2.42	4.58	0.48	26.25
Calcium phosphate	Healthy	6.92	1.42	2.98	0.38	0.34	98.40	5.78	0.58	2.55	5.15	0.37	39.38
	Unhealthy	6.70	1.43	2.72	0.18	0.30	57.50	5.31	0.51	2.35	5.72	0.34	28.75
No fertilizer	Healthy	6.62	1.40	3.00	0.28	0.40	80.00	4.85	0.49	2.70	5.25	0.56	32.50
	Unhealthy	6.62	0.48	2.80	0.08	0.34	56.88	6.08	0.60	2.80	5.17	0.38	25.82

オーキシンの増加<sup>16)</sup>が起って分裂が盛んになるとともに炭水化物の移行阻害<sup>17)</sup>による生長点細胞の一部枯死によって窓あき病の発生となるものと思われる。

これらの結果は岩崎ら<sup>14)</sup>の三要素のうちのいずれかを欠くと発現し、とくにチッソを欠いたり、定植前に三要素を欠くと発現が多いという報告とは一致していない。

発生しやすい素質をもった苗でも Table 10 のように日照不良の状態下では発生が著しく減じている。これは日照の低下に伴って硼素欠乏が発生しにくいこと<sup>18)</sup>を考慮すれば弱光は窓あき病発生を防ぐことになるわけであるし、多肥によって生育を抑制ぎみにすれば発生が減ずることになるわけである。すなわち窓あき病は第1段階として硼素の少ない状態が誘発され、第2段階として発育に最適の状態……日照普通、適湿、適量の肥料、高温などが与えられれば発生してくるものと思われる。

以上要するに石灰を施しすぎて pH がアルカリとなったり、アンモニア態チッソが多すぎたり、カリを多用したり、あるいは多肥しすぎたりして肥料の吸収がアンバランスになると発生しやすい。乾燥、低夜温のような吸収を阻害する条件は窓あき病の発生しやすい素質株とする。このような素質ある株が旺盛に発育してくると発生してくるものと思われる。

## 摘 要

窓あき病の発生機構を明らかにするため、育苗中の肥料の種類、施用量をかえるとともに土壌水分、夜温をもかえて処理して定植し、窓あき病の発生の有無を検討するとともに定植後の環境の影響についても検討を加えた。

1. リン酸石灰、硝酸カリ、硝酸石灰、リン酸カリ、硫安肥料をそれぞれ単独に与えるとともに夜温を低夜温と高夜温に分けて処理して育苗した結果、低夜温は高夜温より高発生率を示すとともに消石灰、リン酸カリ肥料の施用は他肥料より発生株を増加させている。硫安は低夜温時高率の発生を示したが高夜温時では発生が著しく少ない。

2. チッソ形態の影響をみるために、硝酸態チッソとアンモニア態チッソとの比を10:0, 8:2, 6:4, 4:6, 2:8, 0:10の6通りに分けて砂耕し、アンモニア態チッソの増加が窓あき病の発生ならびに被害を高めることをみとめた。

3. アンモニア態チッソ濃度の影響をみるためにチッソ濃度を 50, 100, 200, 300, 400 ppm の5区

に分けて砂耕した結果は高濃度のアンモニア態チッソが著しく発生率および被害程度を高めているばかりでなく、発生節位も低節位から発生させている。しかし 200 ppm 以下では発生はみられなかった。

4. 硝酸石灰と塩化カリとの割合によってどのように発生に影響するかを調査してみると硝酸石灰では発生がみられないが、塩化カリのみの場合発生率も増加し、被害度も著しく高くなっている。

塩化カリに硝酸石灰が加わると著しく発生率が高くなっているが、被害度は塩化カリのみの場合より軽減している。

5. 硝酸カリの多少と土壤水分の影響をみると、硝酸カリが多用されると発生が著しく増加し、乾燥処理によって一層著しく発生が増加し、被害程度もひどくなっている。

6. 石灰施用の有無、施肥量の多少および土壤水分の影響について調査してみると、石灰施用および土壤水分の減少が著しく発生を高めているが、施肥量の多少については多量なほど発生が高い傾向がみとめられるもののその傾向はあまり著しくない。

7. カリを過用して育苗し、窓あき病の発生しやすい苗を肥数の種類、量をかえるとともに日照の強さをもかえたビニールハウスに定植してみると、遮光下では著しく発生が抑制されるばかりでなく、多肥状態下でも抑制されている。硫酸、尿素および硝酸石灰の肥料の中では尿素が発生を他肥料より抑制するように思われる。

8. 第1実験に供試した植物を健全株とり病株に分けて葉および芽をそれぞれ採取し、乾物について分析した。

葉では健全株とり病株の間に硼素以外一定の傾向がみられない。すなわち病株の葉の硼素含量は健全株のそれよりも少ない。また芽では健全株にくらべり病ではチッソ、リン酸、カリ、石灰、苦土、硼素すべての含量が少ない。

9. 以上の結果より窓あき病が発生するには2段階の過程が考えられる。

第1段階：多チッソ、多カリ、多アンモニア態チッソ施肥などの肥培管理によって硼素の吸収が阻害されて植物の生長点の硼素含量が低下する。土壤の乾燥、石灰多用による土壤のアルカリ化、あるいは低夜温はこの硼素吸収をますます阻害する傾向を強める。

第2段階：このような生長点を持つ株が適当な土壤水分、肥料、強い日照、高温などで旺盛に発育させられると発生するようになる。逆に多肥あるいは弱日照下では発生が弱められることとなる。

したがって硼素の吸収が阻害されないように努力することが窓あき病発生を防止する第一歩となるものと考えられる。

## 文 献

- 1) 大井貞雄, 圃場で観察したトマトの生長部の生理障害について. 園芸学会昭和29年春季大会研究発表要旨
- 2) 瓦井 豊・加藤 昭, 栃木県の平坦地におけるトマト抑制栽培. 農及園, 36, 841-846, (1961).
- 3) 阿部 勇・上村昭二・大和田常晴, トマトの異常茎について. 園試報C (盛岡) No. 2, 83-93, (1964).
- 4) Spencer, E. L., Cowperthwaite, W. G. and Jack, A., Symptoms of nutritional disorders of vegetable crop plants. Crease-stem of tomatoes. *Ann. Rept. 1951 Florida Agr. Exp. Sta.*, 212-213 (1951).
- 5) ——— and Geraldson, C. M., Crease-stem of tomatoes. *Ann. Rept. 1952 Florida Agr. Exp. Sta.*, 241 (1952).
- 6) ———, Symptoms of nutritional disorders of vegetable crop plants. Crease-stem of tomatoes. *Ann. Rept. 1953 Florida Agr. Exp. Sta.*, 277-278 (1953).
- 7) ——— and Geraldson, C. M., Symptoms of nutritional disorders of vegetable crop plants. Crease-stem of tomatoes. *Ann. Rept. 1954 Florida Agr. Exp. Sta.*, 255 (1954).
- 8) ——— and ———, Symptoms of nutritional disorders of vegetable crop plants. *Ann. Rept. 1955 Florida Agr. Exp. Sta.*, 267-268 (1955).
- 9) Young, P. A., Tomato disease in Texas. *Texas Agr. Exp. Sata. Circ.*, 113, 1-66 (1946).
- 10) ———, Crease-stem abnormality of tomato. *Proc. 8th Ann. Rio Grande Valley Hort. Inst.* 59 (1954).

- 11) ———, Dwarfing of summer tomatoes by crease stem. *Plant Dis. Rept.* **44**, 170-171. (1960).
- 12) ———, Crease stem with bunchy top of tomatoes. (Abstr). *Rhytopath.* **50**, 577-578 (1960).
- 13) 堀 裕・巽穰, トマトの異状茎に関する調査 昭和41,42年度圃試そ菜花き研究年報1966-7.
- 14) 岩崎雄次郎・山本 輝・高山 覚・石川 昇, 抑制トマトの異状茎に関する研究. 山梨農試報 **12**, 1-6, (1967).
- 15) 植村則大, トマト異常茎発現の経過と要因. 農及園. **46**, 497-500, (1971).
- 16) Coke, L. and Whittington, W. J., The role of boron in plant growth IV. Interrelationships between boron and indol-3yl-acetic acid in the metabolism of bean radicles. *J. Exp. Bot.* **59**, 295-308 (1968).
- 17) Gauch, H. and Dugger, W. M., The physiological action of boron in higher plants. A review and interpretation. *Bull. Univ. Maryland. Agr. Exp. Sta.*, A80 (1954).
- 18) Tanaka, H., Response of *lemna paucicostata* to boron as affected by light intensity. *Plant and Soil* **25**, 425-434, (1966).

(昭和46年9月16日 受理)

