

ハウス果菜の生理障害発生防止に関する研究

Ⅲ トマトの窓あき果発生に関する研究

加 藤 徹*・児 玉 英 智**

(*農学部そ菜園芸学研究室, **広島市役所)

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

Ⅲ. On the Occurrence of Pitted Fruit in Tomato Plants

Toru KATO* and Hidetomo KODAMA**

* *Laboratory of Vegetable Crop Science, Faculty of Agriculture ;*

** *Hiroshima City Office*

Abstract : Fruits pitted with or without cracking were found in late autumn crop of tomato plants with Gokoh variety in Hiroshima prefecture. These fruits were called "Madoakika" in Japanese.

They belong to abnormal fruits group which is due to cold temperature exposure at flower bud differentiation stage, depending upon the classification of tomato fruits by Hyohgo agricultural experimental station. However, flowers at lower nodes were differentiated at comparatively warm temperature in late autumn crop. Consequently we have to consider the other factors which induce the pitted fruits.

The experiment was mostly carried out with Gokoh tomato from 1969 for three years to obtain the causal factors using sand culture.

1. It was found from the morphological investigation that the ovary with stamen appeared at blooming time, depending upon the partial abortion of stamen at flower organ differentiation stage, and with fruit development the pit was formed on the fruit surface as a trace of separation zone between ovary and stamen.

2. It was found from the results in sand culture that no calcium application induced more number of fruits pitted with or without cracking than calcium application at flower bud differentiation stage. And moreover, high concentration of nitrogen and potassium and / or ammonium increased the occurrence of pitted fruits. It was also found that when heavy nitrogen was supplied, phosphoric acid accelerated the occurrence of this disorder.

3. Varietal differences in the occurrence of fruits pitted with or without cracking were clearly found. The most sensitive varieties to the occurrence of pitted fruits were Gokoh and Fukuju No. 2. On the contrary, Taibyoh-FR and Ohgata-Tohkoh were insensitive. And the intermediate ones were Kochi-First and Beiju, the former the heavy grade of pit and less number of pitted fruits and the latter the light grade of pit and more number.

4. It may be concluded from the above-mentioned results that the shortage of calcium supply to flower bud at flower organ differentiation stage induces the abortive stamen resulted in fruits pitted with or without cracking with fruit development.

窓あき果は Fig. 1 にみられるように果実の側面に小さなきれつを示すものから大きなきれつを持ち、中のゼリーの表面がみえるものまである。またきれつにも横に大きく裂けているもの、たてに裂けているもの、不定形のもの、丸いものなどいろいろの形を示している。しかし共通してみられるものはきれつを含んで果実の花柱跡へ果こう部から一本のコルク状の癒合線がみられることである。

窓あき果はすでに乱形果に包含され、兵庫農試の分類によれば横裂型乱形果に属するものである。

る^{1,2)}。乱形果の発生はハウストマト栽培では大きな問題で、深く研究されている。すなわち、乱形果の発生原因について花芽分化時の低温の影響があげられており^{1,2,3,4,5,6)}、多かん水はこれら発生を助長することが確かめられている^{4,5,6)}。しかしながら五光トマトの抑制栽培で窓あき果の多発が広島県において問題となり、その原因の究明が望まれている。

この抑制栽培型では花芽分化時がまだ低温になっていないので、いままでいわれている低温が原因とは考えられないので、他の要因の影響について考える必要がみとめられる。

分化時に花芽に石灰が十分に補給されないと窓あき果が多く発生する傾向のあることがみとめられたので報告する。

材 料 お よ び 方 法

主として五光トマトを供試し、発生経過観察、砂耕による無機要素の影響および土耕による品種差異の調査を行なった。

開花時ラベルをつけ、トマトーン50倍液にて花浸漬処理して結実肥大せしめた。なお第2花房の上2葉を残して摘心を行なった。

着色したものから収獲し、Fig. 2の分類に従って調査した。

砂耕試験の場合十分に洗った川砂を5千分の1aのポットにつめ2本植えにし、砂耕液を毎日2～3回還流し、小さいときは1週間に1回、大きくなるにつれて2～3回更新した。砂耕液の組成については実験結果をのべるときに報告することとする。これら砂耕実験はガラス室にて行なった。

土耕による品種間差異の検討には、五光、耐病FR、米寿、福寿2号、大型東光、高知ファーストの6品種を供試した。

クロールピクリンで消毒してある土壤に鉢当たり硝安0.5g、リン酸カリ0.5gになるように肥料を混合して、20 cm.鉢につめ、3月18日に発芽種子をまき、ガラス室にて育苗した。なお発育に伴って4月2日にリン安1g、硝酸カリ1gを、4月12日に硝安1gをそれぞれ追肥した。各品種とも鉢を2分して多湿区と少湿区を設け、多湿区は鉢の下部1 cm.を絶えず水につけて多湿処理をした。少湿区は凋萎しない程度に毎日わずかずつかん水した。各区12本ずつ育苗したがバイラスが発生したので、一部調査個体数が減少した。

実 験 結 果

1. 発生観察 Fig. 3にみられるように子房の一部に雄しべが付着し、果実の着色時においてもコルク癒合線上に枯れたままで付着しているのがみられた。

花芽分化発達過程において花器の各器官は外側より順次分化発育して分離独立することが知られているが^{7,8)}、この場合雄しべの分離が不十分で、心皮から分離しえない生理状態のまま心皮とともに発育してきたものであることを示していると思われる。

細胞間の結合は細胞膜を構成しているペクチンカルシウムの多少に大いに関係していることを考えると⁹⁾、雄しべと心皮との分離不完全もカルシウム代謝と大いに関係しているものと考えられる。

2. 砂耕試験

(1) 石灰の有無およびチッソ濃度の影響

育苗時チッソ濃度および石灰の補給とを組合せて砂耕を行なって窓あき果の発生を検討した。

3月12日から4月22日まで Table 1 の組成によって育苗期処理を行ない、4月23日第1花房第

1 花の開花日に各区を水で十分水洗し、その後同一組成液で生育せしめ、果実を収穫調査した。その結果は Table 2 のとおりで、カルシウム欠除区は補給区よりも発生株数も多く、また発生程度も高い傾向がみとめられた。しかしながらカルシウム欠除区ではチッソ濃度の影響は明らかでないが、カルシウム補給区ではチッソ濃度が高くなると窓あき果の発生が著しくなる傾向がみられる。

(2) 石灰の有無およびチッソの形態の影響

3月15日まき五光品種を3月25日から4月15日まで育苗期処理を行ない、しかる後共通組成液で栽培し、収穫調査した。

Table 3 はその結果で、石灰が補給されないとやはり発生が多く、石灰の補給によって減少している。またアンモニア態チッソのみでも硝酸態チッソのみでも窓あき果発生がアンモニア態と硝酸態とが1:1の硝酸アンモニア区にくらべれば多くなっていた。

(3) カリ、ホウ素の影響

9月25日まき五光トマトを10月7日から11月15日まで育苗期処理を行ない、後同一砂耕液に切換えて栽培し、収穫調査した。

その結果、川砂を使用したこの砂耕栽培ではホウ素欠除の影響については明らかでないが、カリが多い場合少ない場合にくらべて、発生も多く、しかも発生程度のひどい果実が発生するようである (Table 4)。

(4) リン酸の影響

11月11日まき福寿二号を12月16日から2月16日まで育苗期処理を行ない、その後共通培養液で栽培した結果、Table 5 にみられるように、チッソの多い場合は少ない場合にくらべて窓あき果の発生が多いが、いずれの区においてもリン酸の多い区に窓あき果の発生が多くなる傾向がみられた。

3. 窓あき果発生の品種間差異

Table 6 にみられるように発生株率においても発生程度においても五光、福寿二号は高く、耐病FR、大型東光は低いようである。米寿と高知ファーストはその中間にあるようであるが、しかし米寿は発生しやすいが、その程度が軽い傾向であるのに対し、高知ファーストは反対に発生しにくい、発生した場合程度がややひどいものが多いとみられる特徴があるようである。

各品種について土壌水分の多少と窓あき果発生との関係は明らかでなく、今後の研究にまちたい。

Table 1. The constitution of culture solution

Treatment		Before blooming				After blooming		
Ca	N ppm	N	P	K	Ca	Ca(NO ₃) ₂	KH ₂ PO ₄	CaCl ₂
		NH ₄ NO ₃	KH ₂ PO ₄		CaCl ₂			
+	600	600	200	126	80	N = 200 ppm P = 200 ppm K = 126 ppm Ca = 108.5 ppm		
	400	400	200	126	80			
	200	200	200	126	80			
-	600	600	200	126	—			
	400	400	200	126	—			
	200	200	200	126	—			

* added: 24 ppm Mg, 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

Table 2. Effect of concentration of nitrogen and calcium on the occurrence of pitted fruits

Treatment	No. of plant investigated	No. of plant disordered		No. of fruit					
				First cluster			Second cluster		
		A ₂ %	A ₂ +A ₁ +A ₀ %	Normal A ₂	A ₁	A ₀	Normal A ₂	A ₁	A ₀
+	Ca								
	600	4 33.3	9 75.0	37 5 3 3			43 0 1 1		
	400	3 25.0	9 75.0	31 4 5 4			37 1 4 1		
	200	1 8.3	6 50.0	44 0 2 1			36 0 2 3		
	Total	8 22.2	24 66.7	112 9 10 8			116 1 7 5		
-	Ca								
	600	3 25.0	11 91.7	39 3 3 4			39 0 2 4		
	400	4 33.3	9 75.0	41 7 2 6			35 3 2 3		
	200	4 33.3	9 75.0	41 1 3 7			35 3 3 2		
	Total	11 30.6	29 80.6	121 11 8 17			109 6 7 9		

Table 3. Effect of nitrogen source on the occurrence of pitted fruits

Treatment	No. of plant investigated	No. of plant disordered		No. of fruits					
				First cluster			Second cluster		
		A ₂ %	A ₂ +A ₁ +A ₀ %	Normal A ₂	A ₁	A ₀	Normal A ₂	A ₁	A ₀
+	Ca								
	NH ₄ -N : NO ₃ -N								
	10 : 0	3 50.0	5 83.3	19 5 3 1			15 0 2 0		
	5 : 5	0 0	5 83.3	24 0 5 1			23 0 0 1		
-	Ca								
	NH ₄ -N : NO ₃ -N								
	0 : 10	4 66.7	6 100.0	17 3 5 1			19 2 3 0		
	Total	7 38.9	16 88.9	60 8 13 3			57 2 5 1		
-	Ca								
	NH ₄ -N : NO ₃ -N								
	10 : 0	3 50.0	6 100.0	13 4 3 2			16 4 3 1		
	5 : 5	2 33.3	5 83.3	25 0 6 1			18 3 2 0		
-	Ca								
	NH ₄ -N : NO ₃ -N								
	0 : 10	6 100.0	6 100.0	22 5 2 2			19 3 3 3		
	Total	11 61.1	17 94.4	60 9 11 5			53 10 8 4		

* N, P, K Source...

NH₄-N; (NH₄)₂SO₄, NH₄-N: NO₃-N; NH₄NO₃, NO₃-N; KNO₃, P; CaH₂PO₄ and NaH₂PO₄, K; K₂SO₄ and KNO₃CaCl₂, MgSO₄, minor elements were added to culture solution respectively.

Table 4. Effect of potassium, boron and calcium on the occurrence of pitted fruits

Treatment		No. of plants investigated	No. of plants disordered		No. of fruit									
					First cluster					Second cluster				
Ca	B	K	A ₂ %	A ₂ +A ₁ +A ₀ %	Normal A ₂	A ₁	A ₀	A ₂ +A ₁ +A ₀	%	Normal A ₂	A ₁	A ₀	A ₂ +A ₁ +A ₀	%
+	-	Light	5 41.7	10 83.3	43	3	7	2	12	21.8	29	1	5	8 32.6
		Heavy	3 25.0	10 83.3	39	6	8	0	14	26.4	41	2	7	8 29.3
		Total	8 33.3	20 83.3	82	9	15	2	26	24.1	70	3	12	16 30.7
	+	Light	6 50.0	9 75.0	37	4	6	8	18	32.7	38	3	4	3 10 20.8
		Heavy	8 66.7	10 83.3	40	6	3	6	15	27.3	26	2	4	2 8 23.5
		Total	14 58.3	19 79.2	77	10	9	14	33	30.0	64	5	8	5 18 22.0
-	-	Total	22 45.8	39 81.3	159	19	24	16	59	27.1	134	8	20	21 49 26.7
	+	Light	7 58.3	10 83.3	31	7	5	4	16	34.0	36	3	4	3 10 21.7
		Heavy	7 58.3	10 83.3	40	12	7	3	22	35.5	35	3	1	2 6 14.6
		Total	14 58.3	20 83.3	71	19	12	7	38	34.9	71	6	5	5 16 18.4
+	-	Light	7 58.3	10 83.3	33	3	7	2	12	26.7	44	4	0	4 8 15.1
		Heavy	7 58.3	11 91.7	32	8	4	5	17	28.8	45	8	7	7 22 32.8
		Total	14 58.3	21 87.5	65	11	11	7	29	30.9	89	12	7	11 30 25.2
	+	Total	28 58.3	41 85.4	136	30	23	14	67	33.0	160	18	12	16 46 22.3

* Culture solution: N; NH₄NO₃ (N=200 ppm), P; KH₂PO₄ (P=200 ppm) K; KH₂PO₄, K₂SO₄ (K=200 ppm, 45l ppm) Ca; CaCl₂(Ca=80 ppm) MgSO₄ and minor elements were added to culture solutions.

Taibyo -FR	Wet	7	0	0	1	14.3	36	1	2.8	1	2.8
	Dry	11	1	9.1	1	9.1	60	1	1.7	1	1.7
	Total	18	1	5.6	2	11.1	96	2	2.1	2	2.1
Beiju	Wet	9	1	11.1	4	44.4	47	1	2.1	3	6.4
	Dry	3	0	0	1	33.3	17	0	0	1	5.9
	Total	12	1	8.3	5	41.7	64	1	1.6	4	6.3
Fukuju -No. 2	Wet	8	3	37.5	3	37.5	55	5	9.1	6	10.9
	Dry	6	2	33.3	4	66.7	33	2	6.1	5	15.2
	Total	14	5	35.7	7	50.0	88	7	8.0	11	12.5
Ohgata -Tohkoh	Wet	11	0	0	0	0	65	0	0	0	0
	Dry	10	1	10.0	1	10.0	60	1	1.7	1	1.7
	Total	21	1	4.8	1	4.8	125	1	1.0	1	1.0
Kochi -First	Wet	9	1	11.1	1	11.1	28	1	3.6	1	3.6
	Dry	7	1	14.3	3	42.9	43	4	9.3	6	14.0
	Total	16	2	12.5	4	25.0	71	5	7.0	7	9.9

考 察

砂耕試験の結果から判断するとやはり石灰の有無が窓あき果発生との間に密接な関係があるように思われる。育苗期の処理によって第1, 2花房の果実によく発生していることは観察結果と相まって花芽分化している花の器官への石灰の供給の多少がひじょうに関係していることを意味している。この供給量を規正しているのは二つの過程があるように思われる。第1過程は根による石灰吸収であり、第2過程は吸収された石灰の各器官への配分量であろう。

第1過程では石灰の吸収を制限している条件のうち、もっともきびしい条件は石灰の不足している土壌すなわち酸性土壌であって、ついで乾燥、多肥による吸水阻害に伴う石灰の吸収減少、あるいはアンモニア、カリなどによる拮抗作用に基づく石灰の吸収阻害などが関連しているものと思う。

砂耕試験の結果はよくこれらの関係を示しているように思う。品種間差異の原因の一つはこの石灰吸収の強弱と関係しているのではないかとと思われる。

第2過程は第1過程で十二分に石灰が吸収されていれば問題は少ないと思われるが、吸収量が少なくなるにつれて窓あき果発生と関連してくるものと思われる。Table 2 にみられるように多チッソになるにつれて窓あき果の発生は高まっているが、さらに過剰のチッソ区ではやや発生が減少しており、過剰チッソによる発育抑制が石灰収量の低下を補って体内各器官への配分を調節しているため、花芽へも配分されるからではないかと考えられる。

この考え方についてはさらに研究を深めたいと思っている。

窓あき果は乱形果に属し、花芽分化時の低温に影響されているが、本実験の結果から考えると低温に伴う根群の活動低下、ひいては石灰の吸収阻害が大きく関与しているように思われる。この点についてさらに検討する予定である。

しかし Table 5 は冬の低温期の実験でチッソとリンサンが組合さって著しく窓あき果の発生が他時期の結果より増加している事はチッソとリンサンの多い生理状態に低温が関与して発生を高めていると考えられ、低温の核酸代謝への関与が想像され、今後の研究の一助とならう。

摘 要

窓あき果とは果実の側面に癒合線があり、その一部が裂けて穴のあいている果実を称している。軽症なものは癒合線のみであるが、重症になるにつれてきれつがひどく、内部のゼリーの表面がみえるほどになる。

1. 花器形成時の雄べしと子房との分離が不良であるために開花後果実表面で雄しべが枯れ、癒合線が形成されるが、一部は癒合不十分できれつを生ずることになって窓あき果となるように考えられる。

2. 窓あき果の発生を促進する要因として石灰の不足があげられる。さらに石灰の吸収阻害に関連するカリ、アンモニアの多用、多チッソなどによってもその発生が促進されている。なお多チッソでリン酸の多い状態でよく発生がみられていることは核酸代謝の関与が考えられる。

3. 窓あき果の発生しやすい品種は五光、福寿二号で、発生しにくい品種として耐病FR、大型東光がある。その中間にある品種が米寿、高知ファーストで、米寿は発生しやすいが、程度は軽い傾向にあるのに対し、高知ファーストは発生は少ないが、程度はひどくなりやすい傾向がある。

引用文献

1. 藤村 良・森俊人・伊藤純吉・藤本治夫, トマトの奇形果に関する研究(第2報) 育苗期間中の低温が奇形果の発生に及ぼす影響. 兵庫農試研報, 12; 63-65 (1964).
2. 藤村 良・伊藤純吉・藤本治夫, トマトの奇形果に関する研究(第3報) 育苗期間中の低温処理と苗勢が乱形果の発生に及ぼす影響. 同上, 12; 66-69 (1964).
3. 金目武男・板木利隆, トマトの奇形果対策に関する試験(第1報) 育苗期の温度並びに苗勢が奇形果発現におよぼす影響. 神奈川園試研報, 14; 57-64 (1966).
4. 村松安男, 奇形果の原因とその対策. 農耕と園芸臨時増刊「トマトの密植摘心栽培」119-123 (1966).
5. ———・神谷円一, トマトの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 (1967).
6. ———・—————・大石昱夫, 同上(第2報) 乱形果の防止対策ならびに花粉稔性と稔実について. 同誌, 14, 19-29 (1969).
7. 江口庸雄・高山治久・谷川 茂, 育苗中の移植が茄, 蕃茄の花芽分化, 花芽の発育並に開花結実に及ぼす影響に就いて. 園学雑, 9, 259-281 (1938).
8. 藤井健雄, 果菜類の落花に関する研究. 千葉農専学報, 6, 1-173 (1948).
9. 尾崎 清, 植物の栄養と診断. 高陽書院, 東京 (1963).

(昭和48年9月29日受理)

Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3-A



-B-



Fig. 1. Fruits pitted with cracking. They show severe symptoms of cracking along the pitted suture line.
Fig. 2. Classification of pitted fruits. From left to right Normal, A₀, A₁, A₂.
Fig. 3. Developmental stage of ovary with stamen

