

ホルモンによるトマトの発育障害の発生と  
ホルモン構造との関係\*

加 藤 徹

(農学部野菜学研究室)

Relationships between the occurrence of functional disorders  
induced by the application of hormones and their structure

by

TORU KATO

(Laboratory of Vegetable Crop Science, Faculty of Agriculture)

Summary

Although several synthetic hormones have been used for the promotion of fruit setting and subsequent growth, it is well known that the physiological disorders such as virus-like leaves, mis-shapen and puffy fruits, nasty of leaves and stem, and callus formation occur very often.

It is the purpose here to examine the relationships between the occurrence of those functional disorders by the application of hormones and their structure.

The following hormones were used in the experiment by the methods of leaf spray or soaking flowers, 2, 4, 5-trichlorophenoxy acetic acid, 2, 4-dichlorophenoxy acetic acid, *p*-chlorophenoxy acetic acid, 2-methyl-4-chlorophenoxy acetic acid, 2-hydroxymethyl-4-chlorophenoxy acetic acid, phenoxy acetic acid, phenyl acetic acid,  $\alpha$ -naphthalene acetic acid,  $\beta$ -naphthoxy acetic acid.

The results are as follows.

(1) It was shown that phenoxy compounds induced more sever virus-like leaves, callus formation and nasty of stem and leaves than phenyl, naphthyl and naphthoxy compounds, and that those disorders were reduced with decrease in number of chlorine conjugated with benzene ring, but chemicals group conjugated at the C-2 position affected the occurrence of their disorders.

At present 2-hydroxymethyl-4-chlorophenoxy acetic acid is better among the phenoxy compounds for the prevention of these functional disorders.

(2) Except for phenyl acetic acid and phenoxy acetic acid, the other compounds completely induced the setting of fruits, but of these compounds *p*-chlorophenoxy acetic acid, 2-hydroxymethyl-4-chlorophenoxy acetic acid and  $\beta$ -naphthoxy acetic acid stimulated fruit growth. It seems that the fruit setting depends upon the retardation of flower abscission due to the prevention of development of abscission layer.

(3) Fruit growth was more promoted with *p*-chlorophenoxy acetic acid and  $\beta$ -naphthoxy acetic acid than with 2-hydroxymethyl-4-chlorophenoxy acetic acid, but the puffy fruit

---

\* 園芸学会昭和41年度春季大会に発表

was more induced in the following descending order,  $\beta$ -naphthoxy acetic acid < 2-hydroxy-methyl-4-chlorophenoxy acetic acid < *p*-chlorophenoxy acetic acid.

(4) Addition of RNA or uracil to *p*-chlorophenoxy acetic acid and  $\beta$ -naphthoxy acetic acid solution respectively promoted the fruit growth and decreased the occurrence of virus-like leaves, while addition of thiamine or *d*-pantothenic acid calcium salt strengthened the occurrence of this disorder.

(5) It was shown that the compounds effective for fruit growth induced no or less avena coleoptile section growth. Consequently it appears that physiological base of fruit growth and elongation of avena section is more or less different.

## 1. ま え が き

トマトの結実肥大を促進するためにホルモンが広く利用されている。<sup>(1,2,3,6,9,10,11,14,16,17,18)</sup>ところが次のような発育障害がみられ、これら障害の発生しないホルモンの開発が望まれている。

(1) ウィルス症状葉の発生およびそれに伴う生育・結実の不良<sup>(7,15)</sup>

(2) 奇形果および空胴果の発生<sup>(4,6,8,12,13,17)</sup>

(3) 茎葉の屈曲およびカサの形成<sup>(15,10,11)</sup>

しかしこれら発育障害の発生がいままで知られている主な合成ホルモンの構造とどんな関係にあるのかよく知られていないし、わが国ではトマトの結実肥大に対し、どのような構造が望ましい形態であるのかについてもよく解明されていないように思われる。

以上の理由から発育障害の発生とホルモン構造との関係を 2-4-5-trichlorophenoxy acetic acid (2.4.5. T), 2-4-dichlorophenoxy acetic acid (2.4-D), *p*-chlorophenoxy acetic acid (PCA), 2-methyl-4-chlorophenoxy acetic acid (MCP), 2-mydroxy-methyl-4-chlorophenoxy acetic acid (MOCP), phenoxy acetic acid (POA), phenylacetic acid (PA),  $\alpha$ -naphthalene acetic acid (NAA),  $\beta$ -naphthoxy acetic acid (BNOA) を使用して検討するとともに補助物質を加えてホルモンによる発育障害の発生の緩和あるいは除去についても実験を行なったのであわせて取告したいと思う。

## 2. 材料および方法

4月26日に福寿2号を15cm鉢にまき、発芽後1本立てとし生育せしめた。

7月5日に各種ホルモンの5ppm溶液を葉面散布して茎葉の屈曲、ウィルス症状葉の発生およびカサの形成の有無を8月10日に調査した。

つぎに6月22日に福寿2号を18cm鉢にまき、上の実験と同様にガラス室内にて生育せしめた。

8月1日に第1花房、第1花の開花前日に除雄し、100ppmのホルモン溶液に花房を浸漬し、30日後にウィルス症状葉の発生の有無、結実率、肥大度、空胴果の発生などについて調査を行なった。各花房とも3花に摘蕾した。

第3実験としてうすいホルモン溶液に花を浸漬した場合の影響を調査した。すなわち、9月3日まきの福寿2号を第2実験と同様に第1花房の第1開花前日に除雄し、25ppmのホルモン溶液に花房全体を浸漬して、11月15日に収穫調査した。

第4実験として添加物の発育障害の発生に及ぼす影響を9月30日まき福寿2号を供試して行なった。

第1花房第1花の開花前に除雄し、PCAおよびBNOAの25ppm溶液にビタミンB<sub>1</sub>、パン

トテン酸カルシウム, RNA およびウラシルを添加し, その濃度が 100 ppm になるように調整した混合液に第 1 花を浸漬し, 11月15日に収穫調査した。処理時第 1 花房を 3 花に摘花した。

添加物質は次のような関係から選ばれた。最近の研究<sup>(10)</sup> によればホルモンは呼吸を促進し, 核酸代謝を活発にすることが知られている。それで, 発育異常が呼吸エネルギーの不足によるかも知れないので呼吸を促進するビタミン B<sub>1</sub> およびパントテン酸を加えてエネルギーの確保によって阻害できるかどうかを検討するためと, 核酸代謝のこう進によって核酸の基質が不足するために発育障害が発生するのかも知れないと考えて RNA およびウラシルを補給し, 障害の発生を阻害できるかどうかを検討するためにそれぞれ選ばれた。

ただ外部補給によってどの程度吸収されるか不明であったので, なるべく目的に適合するようにひかく的濃い 100 ppm の濃度が使用された。この点はしたがって再検討を要することかも知れない。

第 5 実験として各種ホルモンのアベナ伸長反応と果実肥大能力との関係を明らかにするために各種ホルモンの濃度とアベナ伸長量との関係を調査した。

### 3. 結 果

#### (1) ホルモンの葉面散布による発育障害の発生とホルモン構造との関係

第 1 表 ホルモンの葉面散布による発育障害の発生とホルモン構造との関係

化 学 名	略 号	構 造 式	茎葉の 屈 曲	ウイルス症状葉 の発生			葉色	カルス 発 生
				程度	発生 節位	節数		
2,4,5-trichlorophenoxy acetic acid	2,4,5-T		卅	卅	8.5	1.5	濃	+
2,4-D dichlorophenoxy acetic acid	2,4-D		卅	卅	6.5	8.5	濃	+
p-chlorophenoxy acetic acid	PCA (4CPA)		±	卅	7.0	6.0	濃	-
Phenoxy acetic acid	POA		-	±*3	0	0	不変	-
Phenyl acetic acid	PA		-	-	0	0	不変	-
α-naphthalene acetic acid	NAA		-	-	0	0	濃	-
β-naphthoxy acetic acid	NOXA (BNOA)		-	±*3	8.5	1.5	不変	-
2-methyl-4-phenoxy acetic acid	MCP		+	+	8.5	1.0	濃	-
2-hydroxy methyl- 4-chlorophenoxy acetic acid	MOCP		-	-	0	0	淡	-

\*1. 4月26日福寿2号. 7月5日5 ppm の濃度で葉面散布. 8月10日に調査.

\*2. - 皆無, ± 微量, + 少量, 卅 中量, 卅 多量, 卅 甚多量

\*3. 葉のふちにきれてみが後に回復する.

第1表に葉面散布の影響を示した。

茎葉の屈曲は 2.4.5-T が最もひどく、ついで 2.4-D, MCP, PCA の順に少なくなり、POA, MOCP, PA, NAA, BNOA にはみられなかった。

カルスの形成もほとんど上のホルモン順序と同じ傾向で、2.4.5-T および 2.4-D にのみ強い形成をみとめた。

以上から茎葉の屈曲およびカルスの形成は phenoxy 系ホルモンに強く、naphthalene および naphthoxy 系に少ない。

さらに phenoxy 系でも塩素数の多いものほどそれらの発生が多いように思われるし、MCP および MOCP のように塩素の外に他の物質が結合すると、強めたりあるいは緩和したりするようになると思われる。

つぎにウィルス症状葉の発生は 2.4-D および PCA がもっとも早くから現われ、発生葉数も多い。ついで 2.4.5-T, MCP の順に弱くなり、NAA, MOCP ではみられなかった。

ただ POA および BNOA には葉のふちにきれこみが入る葉が現われ、まもなく回復した。

以上をとおしてウィルス症状葉の発生は phenoxy 系や naphthoxy 系の置換体では発生しやすい。すなわち核と酢酸の間に酸素が入った -O- 結合でみられるように思う。この場合でも核に塩素以外の物質が適当に結合していると発生しにくくなるように思われる。

最後に葉色についてみると、一般にホルモン散布によって濃くなる傾向がみられたが、MOCP のみは逆に薄くなった。

(2) ホルモンの花房処理による生育および果実の発育障害の発生とホルモン構造との関係

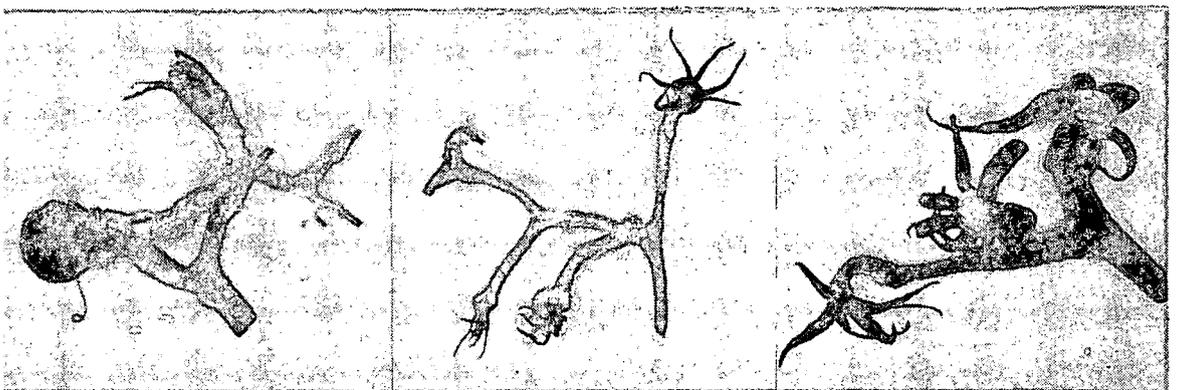
第1花房浸漬処理に伴う障害発生の調査結果は第2表、第1図のとおりである。

カルスの発生は第1実験と同様に 2.4.5-T および 2.4-D にはもちろんみられたが、MCP にもみられた。PCA, MOCP にはみられなかったから核の(2)の位置の結合物によって作用が左右されている。

ウィルス症状葉の発生は第1実験の結果と同様であった。ただ発生葉数がひじょうに多く、花房からホルモンが生長点に移行していることが示された。

結実には POA および PA を除き、ひじょうによい結果を示したが、この濃度では PCA, BNOA の肥大促進が顕著で、ついで MOCP で、他のホルモンでは著しく劣った。

したがって結実と肥大とは一致していない。第1図にみられるように NAA ではひじょう離層



左 2.4.5-T  
中 2.4-D  
右 NAA

第1図 第1花房のホルモン処理による影響

第2表 ホルモンの花房処理による生育および果実發育障害の發生とホルモン構造との關係

化学名	略号	構造式	カルス 發生	ウイルス症 状葉發生		結実率 <sup>*5</sup>	肥大度 <sup>*6</sup> cm	空胴化 率 <sup>*7</sup> %	備考
				程度	發生 節位				
2,4,5-trichloro- phenoxy acetic acid	2,4,5-T		卅	卅	14.5	100	1.82	—	果実えそ 發生花梗 えそ發生
2,4-dichlorophenoxy acetic acid	2,4-D		+	卅	12.5	100	0.70	—	
p-chlorophenoxy acetic acid	PCA (4CPA)		—	卅	14.0	100	5.00	28.0	
Phenoxy acetic acid	POA		—	± <sup>*3</sup>	18.0	25	0.30	—	
Phenyl acetic acid	PA		—	—	0	0	—	—	
α-naphthalene acetic acid	NAA		—	—	0	100	0.85	—	
β-naphthoxy acetic acid	NOXA (BNOA)		—	± <sup>*3</sup>	19.5	100	5.42	10.0	空胴程度 は少ない
2-methyl-4-chloro- phenoxy acetic acid	MCP		+	+	18.5	100	0.25	—	
2-hydroxymethyl- 4-chlorophenoxy acetic acid	MOCP		—	— <sup>*4</sup>	0	100	4.38	15.0	

\*1. 6月22日まき福寿2号, 8月1日第1花房除雄後ホルモン100ppm液に浸漬, 30日後に調査.

\*2. — 皆無, ± 微量, + 少量, ++ 中量, +++ 多量, 卅 甚多量.

\*3. 葉のふちにきれてみ多いが後に回復した.

\*4. 葉色うすい.

\*5. 結実果数に対する処理果数の比率.

\*6. 調査日の果実の横径をもって示した.

\*7. 空胴果数に対する処理果数の比率.

部の肥厚が顕著で強固になっているが, 果実の肥大は劣っている. 同様のことが 2,4-D, MCP でみられる.

つきに肥大した果実について空胴果の發生をみると, BNOA が少なく, MOCP, PCA の順に多くなっている.

(3) ホルモンの花房処理による開花・結実とホルモン構造との關係

25ppmのホルモン溶液による浸漬処理の結果は第3表のとおりで, ウィルス症状葉の發生は第1, 2実験の結果と同様である.

開花日は第2, 第3花房となるにつれて, ウィルス症状葉發生程度の著しい 2,4-D では遅れたが, 逆に PCA では促進される傾向がみられた.

25ppm処理では果実の肥大は PCA が顕著でついで BNOA, MOCP の順に劣った.

空胴果の發生は第2実験と同様に BNOA が少なく, MOCP, PCA の順に多くなる傾向がみられた.

第3表 ホルモンの花房処理による開花・結実に及ぼす影響とホルモン構造との関係

化学名	略号	構造式	ウイルス症状発生		開花日			第1花房第1果平均重(g)	空洞化率*5
			程度	発生節位	第1花房	第2花房	第3花房		
2,4-dichlorophenoxy acetic acid	2,4-D		卅	12.5	10月20日	11月1.0日	11月15.0日	0	—
p-chlorophenoxy acetic acid	PCA (4 CPA)		卅	19.0	10月20日	10月30.6日	11月6.8日	58.2	22.8
2-hydroxymethyl-4-chlorophenoxy acetic acid	MOCP		—	—	10月20日	10月31.2日	11月9.5日	28.7	18.5
α-naphthalene acetic acid	NAA		—	—	10月20日	10月31.5日	11月9.0日	0	—
β-naphthoxy acetic acid	NOXA (BNOA)		±*3	20.4	10月20日	10月31.0日	11月9.0日	48.8	6.5

\*1. 9月3日まき福寿2号, 花房の第1花開花前日除雄, 25 ppm のホルモン液に花房を浸漬処理, 11月15日に収穫調査.

\*2. — 皆無, ± 微量, + 少量, 卅 中量, 卅 多量.

\*3. 葉のふちにきれこみが多いが後に回復した.

\*4. 無処理果の平均果実重 16.7 g

\*5. 空洞化率は空洞果に対する結実果の比率

#### (4) ホルモン処理に伴う発育障害の発生に及ぼす補助物質の影響

ビタミンB<sub>1</sub>, パントテン酸, RNA, ウラシルを PCA および BNOA にそれぞれ加えた混合液に第1花房を浸漬した結果は第4表のとおりである.

BNOA にくらべ PCA においてウイルス症状葉の発生が著しいことは第1, 2, 3 実験と同様であるが, 各ホルモン区ともビタミンB<sub>1</sub> およびパントテン酸を添加されたことによって一そうウ

第4表 ホルモン処理に伴う発育障害の発生に及ぼす添加物質の影響

ホルモンの種類	添加物質	ウイルス症状葉発生		平均果重 (第2花房第1果) g
		程度	発生節位	
p-chlorophenoxy acetic acid	無 添 加	卅	19.0	58.2
	チ ア ミ ン 塩 酸 塩	卅	17.5	48.4
	パントテン酸カルシウム	卅	18.0	41.0
	RNA	±	20.0	71.0
	ウ ラ シ ル	+	19.6	63.5
β-naphthoxy*3 acetic acid	無 添 加	±	20.4	48.8
	チ ア ミ ン 塩 酸 塩	+	19.0	49.0
	パントテン酸カルシウム	+	19.4	35.0
	RNA	—	21.2	62.4
	ウ ラ シ ル	—	20.8	55.8

\*1. 9月3日まき福寿2号, 花房の第1花開花前日に除雄, ホルモンに浸漬, ホルモンに 25 ppm 添に添加物質 100 ppm を混用して使用, 11月15日に収穫調査.

\*2. — 皆無, ± 微量, + 少量, 卅 中量.

\*3. 葉のふちにきれこみが多いが後に回復した.

ィルス症状葉の発生がひどくなった。逆に RNA およびウラシルの添加はこの傾向を弱めることがみられた。

果実の肥大についてみると、ビタミン添加区ではホルモンのみの処理区より肥大が抑制されていた。しかし核酸添加区ではホルモンのみの処理区より肥大が促進されていた。

(5) アベナ子葉鞘の伸長に及ぼすホルモンの影響

2.4-D, NAA, MCP, PCA および MOCP のアベナ子葉鞘の伸長に及ぼす影響を調査した結果は第2図のとおりで、2.4-D, NAA では 1 ppm の濃度で、MCP では 5 ppm の濃度でもっとも伸長を促しているが、BNOA および MOCP はその伸長促進作用がほとんどなく、PCA も弱い。

各ホルモンとも濃度が 10 ppm をこえると伸長を著しく抑制する傾向がみられる。

#### 4. 考 察

ホルモン類の細胞伸長、形態形成、果実の肥大に及ぼす影響については、すでに多く紹介されている。(1,2,3,5,9,10,11)

しかし生理障害発生の機構について研究されたものは少なく、これらの解明が望まれているし、これら障害の発生しないホルモンの開発も望まれている。

トマトの場合ホルモンの利用は果実の肥大促進にかかせない農作業の一つとなっているが、それによって誘発される空胴果の発生やウィルス症状葉の発生が大きな障害となっている。

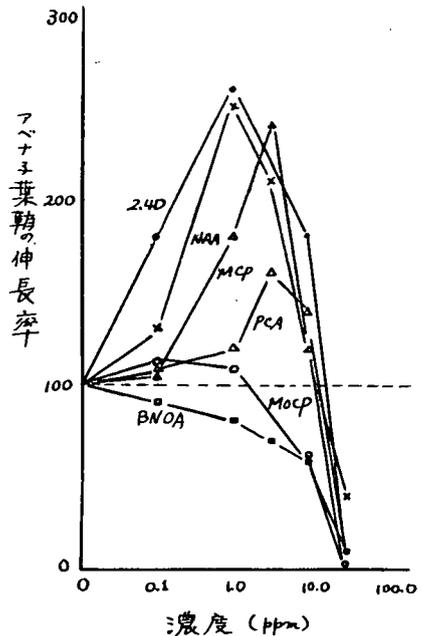
現在空胴果の発生防止のために処理方法や処理時の環境の影響について調査<sup>(4,8,12,13,17)</sup>が行なわれている。

一方ウィルス症状葉の発生についてはただホルモン使用時の注意がきとして生長点にかけないようにしているが、最近花房処理あるいは花房および葉面散布によって新たに発生してくる葉にウィルス症状葉が現われることが明らかにされた<sup>(7)</sup>のみで、いまだなぜ発生してくるのかについてはまったく不明で、今後の研究にまっところが大である。

茎葉の屈曲、カルスの形成およびウィルス症状葉の発生とホルモン構造との関係は第1, 2, 3実験から phenoxy 系は発生しやすい。しかし phenoxy 系でも核に塩基結合の少ないものは発生が少なくなる傾向にあるようであるし、[2]の位置に適当な化合物が附加されることによって一そう緩和される傾向がみられる。本実験の範囲では MOCP がこれら障害の発生が少ないように思われる。

phenoxy ホルモンにくらべると phenyl 系, naphthyl 系および naphthoxy 系は前記の発育障害が少なく、これらの発育障害防止にはこの方面のホルモン開発が望まれるし、これらホルモンの利用がすすめられる。

第2表にみられるとおり、PA, POA を除いては供試したホルモン類すべてが結実を誘発しているが、それらがすべて肥大を促していない。



第2図 Avena coleoptile section の伸長に及ぼす各種ホルモンの濃度の影響

結実を高めるには落花を防止するための離層の発達を阻害することが必要<sup>(19)</sup>で、NAA, MCP, 2,4-D など著しく離層部の結合を強めている(第1図)。

肥大の促進には、PCA, BNOA および MOCP が有効で、本実験の範囲では PCA と BNOA が MOCP より肥大促進力は強いように思われた(第2, 3表)。

わが国では PCA はトマトーンとして、MOCP はトライロンとして市販されているが、BNOA については 2,4-D との混合物がトマトフィックスとして市販されているのみで、単独のものは使用されていない。

本実験からは PCA と BNOA の混用がおすすめされる。

空胴果の発生率は BNOA が PCA や MOCP の phenoxy 系ホルモンより少ない(第2, 3表)。この結果は Audus<sup>(1)</sup> が示している結果とほぼ一致している。

Wain<sup>(16)</sup> によると BNOA と PCA の混用が収量および品質の面からおすすめられている。

以上のようにホルモン利用によって多かれ少かれ空胴果の発生がみられるし、ウィルス症状葉の発生もみられるのである。

したがって現在のホルモンを使用している現状では第4表にみられる結果のように核酸の添加がおすすめされる。

核酸の添加によって发育障害の発生が少なくなり、果実の肥大も促進されるのであるからひじょうに好ましい結果と考えられる。

呼吸促進物質の添加によってますます障害が強まっていることはエネルギー不足に基づく異常代謝の結果障害が発生するものでないと思われる。

かえって核酸の添加によって障害の発生が少なくなった事実は核酸代謝がホルモン利用によってこう進んで基質の不足が招来されて異常代謝となったのか、核酸代謝そのものが異常になったのかして障害が発生してくるのであろうと考えられる。

果実の肥大に核酸添加がよかったことは肥大機構に核酸代謝が含まれていると考えられよう。

果実の肥大促進効果のないホルモン類はすべてアベナ子葉鞘の伸長を低濃度で著しく促進している。

アベナ子葉鞘の伸長はほとんど細胞の伸長によると考えられるから果実の肥大にただ細胞の伸長だけが含まれているのでないことが暗示される。

肥大促進に有効な PCA, BNOA, MOCP はアベナ子葉鞘の伸長力が弱い上に肥大のために利用されている濃度は相当にこの細胞伸長時の代謝系のみによるものでなく、子房发育に有効な核酸代謝系の活発化が考えられる。

## 5. 摘 要

トマト果実の結実肥大を促進するためにホルモン類が利用されているが、ウィルス症状葉の発生、奇形果や空胴果の発生、茎葉の屈曲およびカルス形成などの发育障害の発生に悩まされている。

しかしホルモン類の構造とこれら障害発生との関係について研究されたものが少ないので実験を行なって次の結果をえた。

(1) ホルモンの葉面散布および花房浸漬処理の結果から phenoxy 系, phenyl 系, naphthyl 系および naphthoxy 系よりウィルス症状葉の発生、カルスの形成、茎葉の屈曲などを誘発することが明らかにされた。

Phenoxy 系ホルモン類のうちでは核に結合する塩素数の減少するにつれて障害は少なくなるが、核の〔2〕の位置に附加される化合物によって障害発生の程度は影響をうけ、現在のホルモン類の中では MOCP が障害を誘発することが少ないように思われた。

- (2) POA, PA は結実を誘起する作用はないが, 他のホルモン類は完全に結実を招来する。しかしこれらホルモン類のうちで果実の肥大を促進したものは PCA, MOCP および BNOA のみで, 結実と肥大とは別の生理状態によるものようである。
- 結実は落花を防止する力, すなわち離層の發達を阻害する作用があれば十分のように思われた。
- (3) 果実の肥大を促進する作用力は PCA, BNOA が強く, MOCP はやや劣るようである。また空洞果の發生は BNOA 処理果で少なく, PCA がやや多い傾向がみられた。MOCP はその中間であった。
- (4) BNOA や PCA のホルモン類に RNA およびウラシルを添加すると果実の肥大を促進するのみでなく, ウィルス症状葉などの障害發生を減少した。逆にビタミン B<sub>1</sub> やパントテン酸カルシウムを加えると著しく障害發生を助長するようである。
- (5) 果実肥大に有効な PCA, MOCP および BNOA はアベナ子葉鞘の伸長を促進する作用がほとんどないか, ひじょうに弱い。
- 以上から果実肥大と伸長とはその生理機構に違いがみられる。

## 引用文献

1. Audus, L. J. (1953) Plant growth substances Leonard Hill Limited, London.
2. Crane, J. C. (1964). Growth substances in fruit setting and development. Ann. Rev. Plant Physiol. 15: 303-326.
3. Fourth International Conference. (1961). Plant growth regulation. Iowa State Univ Press. Iowa, U. S. A.
4. 藤村 良・森俊人・伊藤純吉・藤本治夫. (1965). トマトの奇形果に関する研究 (第4報) 着果ホルモン剤の処理時期および高温が空洞果の發生に及ぼす影響. 兵庫農試研報. 13: 63-68.
5. Fredge, A. and B. Aberg. (1965). Stereoisomerism in plant growth regulators of the auxin type. Ann. Rev. Plant Physiol. 16: 53-72.
6. Howlett, F. S. (1949). Tomato fruit-set and development with particular reference to premature softening following synthetic hormone treatment. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 53: 323-336.
7. 加藤 徹. (1966) ホルモンによるウィルス症状葉の發生に関する研究 高知大学研報. 15: 自然科学 II 17号 159-167.
8. Leopold, A. C. and F. S. Guernsey. (1953). The effect of nitrogen upon fruit abnormalities in tomato. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 61: 333-338.
9. ———— (1958). Auxin uses in the control of flowering and fruiting. Ann. Rev. Plant Physiol. 9: 281-310.
10. ———— (1964). Plant growth and development. McGraw-Hill Book Company. New York.
11. ———— (1955). Auxins and plant growth. Calif. Univ. Press. Berkeley and Los Angeles.
12. 森 俊人. (1966). トマトの空洞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” 113-118. 誠文堂. 東京.
13. 村松安易. (1966) トマトの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. 誠文堂. 東京.
14. Swarbrick, T. (1944). The use of growth-promoting substaces as a means of inducing fruit set and development in the tomato. Ann. Rept. Long Ashton Res. Sta. p. 36.
15. 渡辺正一. (1949) トマトにおける 2,4-D の撒布とウィルス類似病徴の發現. 農学. 3: 114-117.
16. Wain, R. L. (1950). Studies on plant growth-regulating substances I Field trials using various synthetic compounds for the setting of outdoor tomatoes. J. Hort. Sci. 25: 249-253.
17. 山崎青哉・堀 裕・東 隆夫. (1961) トマトの空洞果の發生と空洞化抑制に対するジベレリン効果. 東海近畿農試研究. 園芸部第6. 38-48.
18. Zimmerman, P. W. and Hitchcock, A. E. (1944). Substances effective for increasing fruit set and inducing seedless tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 45: 353.
19. Zafar, M. A. (1955). Application of certain hormones to prevent flower abscission in two potato (*Solanum Tubersum*) varieties. Amer. Potato J. 32: 283-292.

