

ホルクロルフェニユロンによるオーキシン誘導単為結果ト マト果実の空どう果の発生抑制

誌名	園藝學會雜誌
ISSN	00137626
著者名	片岡,圭子 伊達,修一 後藤,丹十郎 浅平,端
発行元	園藝學會
巻/号	63巻1号
巻号補足	
掲載ページ	p. 61-66
発行年月	1994年6月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ホルクロルフェニユロンによるオーキシン誘導単為結果トマト果実の 空どう果の発生抑制

片岡圭子・伊達修一*・後藤丹十郎・浅平 端

京都大学農学部 606-01 京都市左京区北白川追分町

Reducing of Tomato Puffiness in Auxin-Induced Parthenocarpic Fruits by Forchlorfenuron
(1-(2-chloro-4-pyridyl)-3-phenylurea).

Keiko Kataoka, Syuichi Date*, Tanzyuro Goto and Tadashi Asahira

Faculty of Agriculture, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto 606-01

Summary

Synthetic auxin treatment for promoting the fruit growth of tomato without pollination sometimes causes puffy fruits. The newly developed cytokinin-like substance, forchlorfenuron (1-(2-chloro-4-pyridyl)-3-phenylurea, CPPU), when applied at anthesis, reduces tomato puffiness of auxin-induced parthenocarpic fruits. Addition of 50~300 mg · liter⁻¹ to an auxin solution did not decrease fruit weight but thickened the peduncle, enlarged columella, and elongated the calyxes beyond those of the control fruits.

緒 言

今日、トマトは施設栽培化が進み、周年供給されている。これには冬季の低温や寡日照による花粉の減少および不受精に伴う果実の肥大不良といった問題点を克服する技術の発達によるところが大きい。特に合成オーキシンの花房散布は、着果・肥大促進に顕著な効果を示すことから冬季のみならず周年栽培において広く普及し、すでに不可欠な技術となっている。しかし、植物体の過繁茂、処理時の高温、薬剤の高濃度処理や反復処理などによって空どう果と呼ばれる生理障害果の発生がみられ、品質・収量の低下を招いている。

Asahira ら (1968) は、オーキシン誘導単為結果果実では内生サイトカイニン活性が有種子果に比較して低く、オーキシンに対するサイトカイニンの比が小さいことが空どう果の原因であるとしている。また、Nawata ら (1985) は、chlormequat chloride ((2-chloro-ethyl) trimethylammonium chloride, CCC) の根部浸漬処理、花房散布処理、地上部散布処理によって、

空どう果の発生が抑制されることを報告すると同時に、CCC 根部浸漬処理によって、木部いっ泌液のサイトカイニン活性が上昇することを明らかにし、CCC による空どう果抑制がサイトカイニンレベルの上昇によるものであることを示唆した。しかし、CCC 処理によって果実重が減少すること、また、CCC 処理果の食品としての安全性の面から、実用的利用にはなお問題が残っている。この CCC による空どう果発生抑制作用の機作については、サイトカイニンレベルの上昇とともにオーキシンの生合成阻害が同時に起きている可能性も考えられる (Kuraishi・Muir, 1962)。空どう果発生がオーキシン/サイトカイニンのアンバランスによるものであるならば外生的に合成サイトカイニンを供与することで空どう果発生を抑制し得ると考えられる。しかし、Asahira・Hosoki (1977) は、トマト果実の培養を行い、培地にベンジルアミノプリンを加えて試験を行っているが明らかな効果は認められないとしている。

一方、サイトカイニン活性をもつ植物生長調節剤としてホルクロルフェニユロン (1-(2-chloro-4-pyridyl)-3-phenylurea, CPPU) が開発され、ブドウ (工藤ら, 1987) およびキウイフルーツ果実の肥大促進 (田中,

1993年3月19日受理。

本報告の一部は園芸学会平成2年度秋季大会で発表した。

*現在：京都府立大学農学部。

1987), メロンの着果・肥大促進 (池田ら, 1990) について報告されている. CPPU のサイトカイニン活性は, ほぼゼアチンと同等とされている (Takahashi ら, 1978).

本研究では, この CPPU をオーキシン溶液に混用して開花時に処理し, 空どう果発生および得られた果実の形態的特徴について調査した.

材料および方法

実験 1.

CPPU を開花時のオーキシン処理液に混用し, 空どう果発生について調査した. 1989 年 8 月 8 日に '強力旭光' の種子を播種し, ガラス室内で, 養液栽培を行った. 培養液の組成は $N:P:K=7.6:2.0:3.5 \text{ me} \cdot \text{liter}^{-1}$ とし, 養液が半量となった時点で水を加え $EC 1.2 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ になるように調整した. pH は $1N-H_2SO_4$ により pH 5.5~6.5 の範囲に維持した. 養液の循環は昼間 15 min/hr, 夜間 15 min/3 hr 行った. 装置は $53 \text{ cm} \times 200 \text{ cm}$ の水耕用ベッドで, ベッド当たり 12 株の割合で栽植し, 第 1 段花房上 2 葉を残して摘心した. 各花房 2~5 番花の柱頭を開花前に切除し, 開花時にオーキシン処理液としてクロキシホナック (4-chloro-2-hydroxymethyl-phenoxy acid, HCPA) $300 \text{ mg} \cdot \text{liter}^{-1}$ 溶液を用い, 0, 50, 100 $\text{mg} \cdot \text{liter}^{-1}$ の CPPU (フルメット[®] 液剤, 協和醸酵工業製) を混合した区および受粉区を設けた. 処理は 10 月 4 日から 10 月 26 日まで行い, 各花への処理液の展着を確実にし他の部位への飛散を防止するために浸漬処理とした. 処理後 30 日目に収穫し, 果実の新鮮重および体積を測定した. また, 空どう程度は, 赤道面で横断し 6 段階にわけて判定した. すなわち, 1 (空どうなし) ~6 (甚しい空どう果) の評点を与えた (第 1 図).

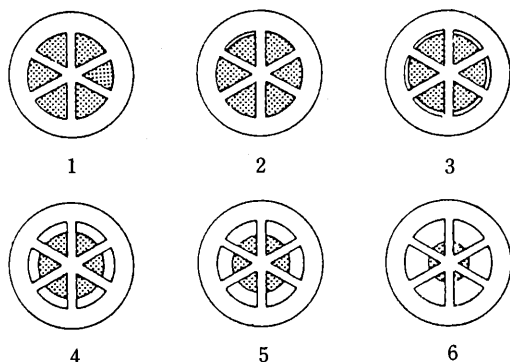


Fig. 1. Scale for judging the degree of puffiness of tomato fruits.

空どう程度 3 以上の果実を空どう果として空どう果発生率を算出した.

実験 2.

オーキシン濃度が高い場合の CPPU の空どう果発生抑制効果を明らかにする目的で, 濃度を変えた場合の空どう果発生を検討し, 各処理区の果実の形態的特徴を調査した. 1990 年 8 月 19 日に '強力旭光' の種子を播種し, 9 月 16 日からガラス室内で実験 1 と同様に養液栽培を行った. 第 1 段花房上 2 葉を残して摘心し, 第 1 段花房の 4 花を供試した. 処理は, 10 月 10 日から 11 月 13 日に行い, HCPA 200, 500 $\text{mg} \cdot \text{liter}^{-1}$ と CPPU 0, 50, 300 $\text{mg} \cdot \text{liter}^{-1}$ の組合せとして各花開花時に浸漬処理した. 処理後 15 日目, 20 日目, 30 日目に果実を採取し, 果実重, 体積, 果実径, 果こう部径, がく片の長さ, がく重を測定し, 赤道面で横断して, 胎座部の厚み, 果心径, 果皮の厚みおよび隔壁の厚みを測定した (第 2 図). また, 実験 1 と同様に空どう程度を判定し, 空どう果発生率を算出した.

結 果

実験 1.

結果を第 1 表および第 3 図に示した. HCPA 300 $\text{mg} \cdot \text{liter}^{-1}$ 単用区では, 空どう果発生率が約 70%, 平均空どう程度が 3.5 であったのに対し, CPPU 50 $\text{mg} \cdot \text{liter}^{-1}$ または 100 $\text{mg} \cdot \text{liter}^{-1}$ 混用区では, 空どう果発生率はそれぞれ 24%, 4% に低下し, 平均空どう程度は 2.2, 2.3 であり, 明らかに空どう果発生が抑制された. CPPU 100 $\text{mg} \cdot \text{liter}^{-1}$ 混用区の方が 50 $\text{mg} \cdot \text{liter}^{-1}$ 区よりも空どう果発生率は高くなったが, 空どう程度 5 以上の著しい空どう果の発生についてみると 50 $\text{mg} \cdot \text{liter}^{-1}$ 混用区では 13% であったのに対し 100 $\text{mg} \cdot \text{liter}^{-1}$ 混用区では 0% であった. 果実重については受粉区を含めていずれの処理区について

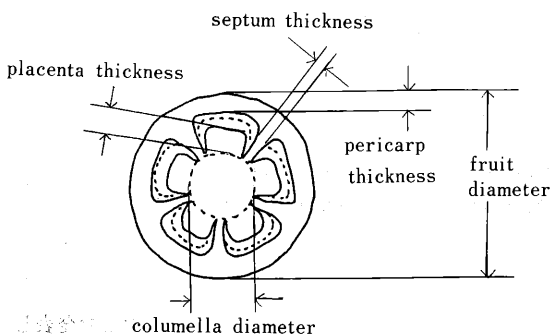
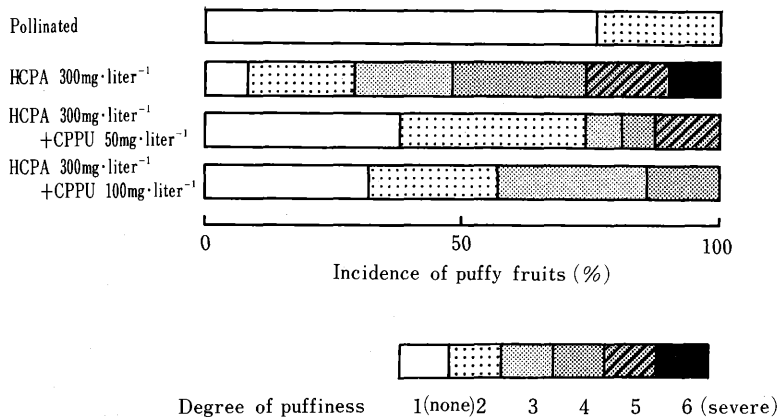


Fig. 2. Transverse section of tomato fruit.

Table 1. The degree of puffiness and fruit weight of tomato cv. Kyouryoku-kyokkou 30 days after treatment of cloxyfonac (HCPA) and forchlorfenuron (CPPU) at anthesis (1989).

	Degree of puffiness ^z	Fruit weight (g)
Pollinated	1.2 a ^y	110.6 a
HCPA 300 mg · liter ⁻¹	3.5 c	114.1 a
HCPA 300 mg · liter ⁻¹ + CPPU 50 mg · liter ⁻¹	2.2 b	113.2 a
HCPA 300 mg · liter ⁻¹ + CPPU 100 mg · liter ⁻¹	2.3 b	119.4 a

^z Judged visually based on the scale shown in Fig.1 from none (score 1) to severe (score 6).^y Different letters significantly different at P=0.05 by Duncan's multiple range test.**Fig. 3.** The incidence of puffy fruits of tomato cv. Kyouryoku-kyokkou 30 days after treatment of cloxyfonac (HCPA) and forchlorfenuron (CPPU) at anthesis (1989).

も有意差がなかった。

実験 2.

HCPA 単用では 200 mg · liter⁻¹, 500 mg · liter⁻¹ 区ともに著しい空どう果が高率で発生した (第 2 表および第 4 図)。

HCPA 200 mg · liter⁻¹ 区では, それに CPPU を 50 mg · liter⁻¹ 混用すると空どう果発生率が低下し, 空どう程度 5 以上の果実がほとんど無くなった。そのため, 平均空どう程度は受粉果 (有種子果) とほぼ同程度となった。果実重は HCPA 単用区とほぼ同じで受粉区よりも大となる傾向が認められた。さらに CPPU 300 mg · liter⁻¹ 混用区では果実重は大であったが, 空どう程度 5 の果実が増え, 平均空どう程度は 3.0 となった。HCPA 200 mg · liter⁻¹ 単用区と比較して空どう程度 6 の果実は減少し, 平均空どう程度に有意な差が認められた。

HCPA 500 mg · liter⁻¹ 区では CPPU 50 mg · liter⁻¹ 混用区, 300 mg · liter⁻¹ 混用区ともに空どう果発生率および平均空どう程度が低かった。また, CPPU 50

mg · liter⁻¹ 混用区と 300 mg · liter⁻¹ 混用区の比較では後者の方が低くなった。

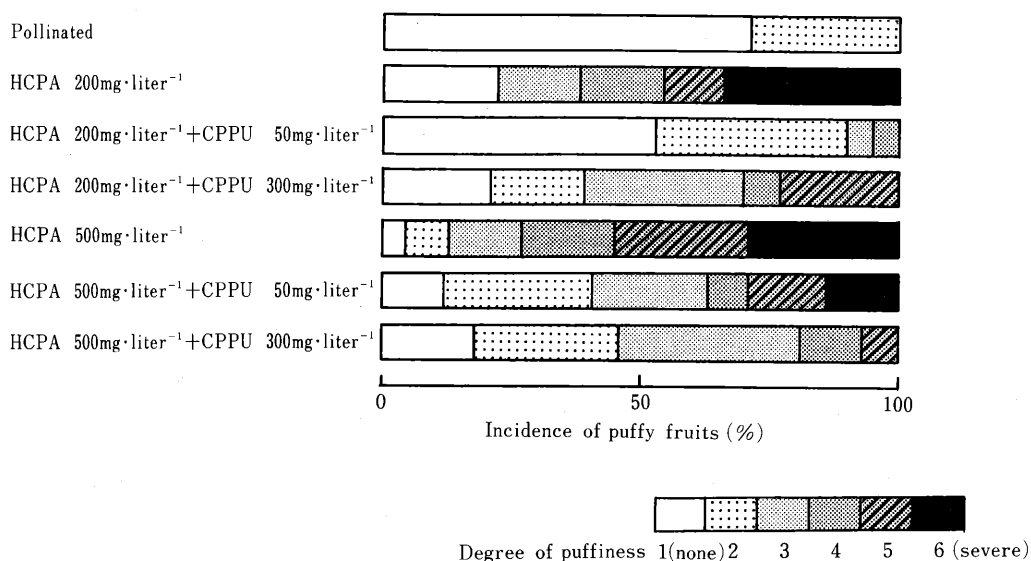
果実の形態的形質を第 3 表に示した。果実径は受粉区よりも HCPA 区で大きく, 果皮の厚み, 隔壁の厚みでは有意差が無いが, 果心径については HCPA 処理果実で受粉果よりも小さくなる傾向が認められた。HCPA 処理果実の胎座部分の厚みは受粉果と有意な差がなかった。CPPU を混用すると果心, 果皮, 隔壁の厚みが増加し, 果実径は受粉果と同程度あるいはそれ以上の大きさになる傾向が認められた。また, CPPU の影響は果こう, がくに強くあらわれ, がく片の肥厚や花卉が緑色化して萎凋しない, あるいは果こうが異常に太くなることなどが観察された (第 5 図)。すなわち, がく片は長くなり, 果こうは 15 日目すでに他の区に比べて著しく肥大し離層部分で受粉区の倍近くの太さになった。

考 察

CPPU をオーキシンと混合して開花時に処理することで空どう果の発生を抑制できることが本実験で明ら

Table 2. The incidence and the degree of puffiness of tomato fruit cv. Kyouryoku-kyokkou treated with cloxyfonac (HCPA) and forchlorfenuron (CPPU) at anthesis (1990).

	Incidence of puffiness	Degree of puffiness ^z
	%	
Pollinated	0.0	1.3 a ^y
HCPA 200 mg · liter ⁻¹	77.8	3.9 cd
HCPA 200 mg · liter ⁻¹ + CPPU 50 mg · liter ⁻¹	9.5	1.6 a
HCPA 200 mg · liter ⁻¹ + CPPU 300 mg · liter ⁻¹	60.0	3.0 b
HCPA 500 mg · liter ⁻¹	86.4	4.4 d
HCPA 500 mg · liter ⁻¹ + CPPU 50 mg · liter ⁻¹	59.1	3.2 bc
HCPA 500 mg · liter ⁻¹ + CPPU 300 mg · liter ⁻¹	52.9	2.6 b

^z Judged visually based on the scale shown in Fig.1 from none (score 1) to severe (score 6).^y Different letters significantly different at P=0.05 by Duncan's multiple range test.**Fig. 4.** The incidence of puffy fruits of tomato cv. Kyouryoku-kyokkou 30 days after treatment of cloxyfonac (HCPA) and forchlorfenuron (CPPU) at anthesis (1990).

かとなった。果実の形態比較から HCPA 処理果実では果心、果皮、隔壁などの厚みの減少と果実径の増加によって空どう果が生じていると考えられた。CPPU の混用によって果心、果皮、隔壁の厚みが増加し、このため、空どう程度が減少したと考えられた。実験 2 で HCPA 500 mg · liter⁻¹ に混用した場合、CPPU の濃度が 50 mg · liter⁻¹ よりも 300 mg · liter⁻¹ で空どう程度 5 以上の果実が減少していることから、HCPA 500 mg · liter⁻¹ という高いオーキシン濃度の場合で

も CPPU の濃度がそれに応じて高ければ空どう果の発生が抑制されるものと推察される。ただし、HCPA 200 mg · liter⁻¹ 区で CPPU 300 mg · liter⁻¹ 混用区の空どう果発生率が 50 mg · liter⁻¹ 混用区よりも高くなったことから、HCPA 200 mg · liter⁻¹ 処理に対する CPPU の適正処理濃度は 300 mg · liter⁻¹ 未満であると思われた。

CPPU の果重に及ぼす影響についてみると、実験 1 では有意差がなく、また、実験 2 でも HCPA 200 mg ·

Table 3. Characters of tomato fruit cv. Kyouryoku-kyokkou treated with cloxyfonac (HCPA) and forchlorfenuron (CPPU) (1990, autumn)

Days after anthesis	Fruit weight		Specific gravity	Fruit diameter		Peduncle diameter		Calyx length		Pericarp thickness		Placenta thickness		Columella diameter		Septum thickness	
	30	30		15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30
	g			mm		mm		mm		mm		mm		mm		mm	
Pollinated	92.1 b ²	0.95 a		32 ab	58 c	5.4 c	6.3 d	36 b	32 c	23 abc	45 c	15 ab	26 ab	9.2 a	14.5 ab	3.1 bc	6.9 d
HCPA 200 mg · liter ⁻¹	98.1 ab	0.85 bc		28 b	63 abc	5.6 c	6.6 cd	42 a	36 b	20 c	46 c	14 ab	24 b	8.5 a	12.0 b	2.9 c	6.0 cd
HCPA 200 mg · liter ⁻¹ +CPPU 50 mg · liter ⁻¹	99.2 ab	0.95 a		36 a	60 bc	7.0 b	7.8 b	43 a	39 ab	28 a	49 bc	16 ab	26 ab	10.4 a	14.6 ab	3.6 abc	6.7 bc
HCPA 200 mg · liter ⁻¹ +CPPU 300 mg · liter ⁻¹	120.4 a	0.88 bc		32 ab	68 a	8.9 a	11.1 a	43 a	42 a	22 bc	55 a	15 ab	27 a	9.4 a	15.2 a	3.6 abc	7.3 a
HCPA 500 mg · liter ⁻¹	117.4 ab	0.84 c		35 a	65 ab	6.4 bc	7.1 bcd	40 ab	37 b	26 ab	45 c	16 a	25 ab	9.6 a	12.1 b	3.7 ab	5.8 d
HCPA 500 mg · liter ⁻¹ +CPPU 50 mg · liter ⁻¹	92.9 b	0.87 bc		35 a	60 bc	7.0 b	7.5 bc	44 a	40 ab	25 abc	49 bc	15 ab	24 b	10.7 a	14.1 ab	3.7 ab	6.6 bc
HCPA 500 mg · liter ⁻¹ +CPPU 300 mg · liter ⁻¹	114.5 ab	0.89 b		32 ab	65 ab	8.6 a	11.1 a	40 ab	41 ab	28 a	53 ab	14 b	26 ab	8.7 a	15.1 a	3.9 a	7.0 ab

² Different letters significantly different at P=0.05 by Duncan's multiple range test



Fig. 5. Tomato fruits, 10 days after treatment with cloxyfonac ($200 \text{ mg} \cdot \text{liter}^{-1}$) and forchlorfenuron ($50 \text{ mg} \cdot \text{liter}^{-1}$) at anthesis, showing green petals and enlarged calyxes and peduncles.

liter^{-1} 単用区と CPPU 混用区とで差がなかったことから、通常の濃度範囲では果重に関して影響しないと思われた。

CPPU $300 \text{ mg} \cdot \text{liter}^{-1}$ 混用区の果実重は、開花後 15 日目では比較的小さいが（データ略）30 日目では処理区中最大となっており、果実発達の後期における肥大が著しいことを示している。CPPU 混用区では、がくが肥厚し、果こうが異常に太くなるなどが観察された。この果こうの肥大が開花後 15 日目以降の果実肥大に関与している可能性が考えられる。

今回は CPPU の空どう果発生に及ぼす影響を明確にするためにかなり高い濃度のオーキシシンに混用して処理しており、実用的にはさらに低い濃度でも効果が期待できる。空どう果発生を抑制する手段としてジベレリンの混用が行われているが、山崎ら（1961）はジベレリン処理はオーキシシン処理に先だてて行う場合に有効であって、混用した場合には効果が十分でなく、果実重はオーキシシン単用の場合に比べて小さくなる傾向があることを指摘している。CPPU 混用処理は 1 回の処理で済み、果実重の減少を伴うことなく空どう果の発生が抑制され、使用濃度範囲は比較的広いことから、実用性は極めて高いものと思われる。

摘 要

過剰のオーキシシン処理によって誘発されるトマトの空どう果発生を、サイトカイニン活性物質ホルクロルフェニユロン（1-(2-chloro-4-pyridyl)-3-phenylurea, CPPU）を $50 \sim 300 \text{ mg} \cdot \text{liter}^{-1}$ の濃度でオーキシシンに混用することで抑制できた。CPPU 混用区の果実は、オーキシシン単用区の果実に比べて果実重が減少せず、果こう、がく片の肥大が顕著で、果心径の大きい果実となった。

引用文献

- Asahira T., H. Takagi, Y. Takeda and Y. Tsukamoto, 1968. Studies on fruit development in tomato. II. Cytokinin activity in extracts from pollinated, auxin- and gibberellin-induced parthenocarpic tomato fruits and its effect on the histology of the fruit. Mem. Res. Inst. Food Sci., Kyoto Univ. 29 : 24-54.
- Asahira T. and T. Hosoki, 1977. In vitro studies of controlling tomato puffiness by growth regulators. Scientia Hort. 7 : 319-328.
- 池田隆政・田辺賢二・伴野 潔・田村文男・木村 靖, 1990. 4PU（フルメット液剤）によるメロンの着果及び果実肥大の促進. 園学雑. 59（別 2）: 434-435.
- 工藤英夫・藤根勝栄, 1987. ブドウに対する KT-30S の影響. 東北農業研究. 40 : 263-264.
- Kuraishi, S. and R. M. Muir, 1962. Mode of action of growth retarding chemicals. Plant Physiol. 38 : 19-24.
- Nawata, E., H. Inden and T. Asahira, 1985. Effects of CCC on the occurrence of tomato puffy fruits and the endogenous cytokinin activities. Scientia Hort. 26 : 119-127.
- Takahashi, S., K. Shudo, T. Okamoto, K. Yamada and Y. Isogai, 1978. Cytokinin activity of N-phenyl-N'-(4-pyridyl) urea derivatives. Phytochemistry 17 : 1201-1207.
- 田中章雄, 1987. 合成サイトカイニン（KT-30）の幼果処理によるキウイフルーツの果実肥大に及ぼす影響. 鳥取県試研報. 10 : 21-31.
- 山崎肯哉・堀 裕・東 隆夫, 1961. トマト空胴果の発生と空洞化抑制に対するジベレリンの効果. 東海近畿農試研究報告園芸部. 6 : 38-48.