

オウトウ生育調節剤の作用機構と使用法

秋田県果樹試験場 近 藤 悟

各種の果樹において低樹高化を図ることは、省力、作業性の向上などの面から今日の果樹栽培の課題である。低樹高化のためにはリングで普及しているように、わい性台木の利用が最も有効である。オウトウにおいても、わい性台木の検索が現在進められてきており、有望な系統が確認されてきている。樹体をコンパクトに維持するためには、わい性台木の使用以外にも生育調節剤の利用が考えられる。植物の栄養生長（枝、茎の伸長など）を抑制する薬剤としては、これまでも Daminozide (SADH) などがあったが、最近トリアゾール系のパクロブトラゾール (PBZ) 及びウニコナゾール (UCZ) が注目されている。果樹に限ってみると、これら薬剤はモモ (8)、プラム (13)、オウトウ (1, 2, 4)、温州ミカン (7)、リング (11)、ナン (4) などで、実用化に向けて試験されてきた。

1. パクロブトラゾール及びウニコナゾールの作用機構

パクロブトラゾールは英国において開発された剤であり、一方、ウニコナゾールはわが国で開発された剤である。両薬剤に共通して言えることは、その主たる作用がジベレリン活性の抑制ではなく生合成の阻害ということである。したがって、ジベレリン処理を再度行うことに

よって、これら薬剤の影響を打ち消すことができることが確認されている。両薬剤ともジベレリン生合成経路の中で、ent-カウレンから ent-カウレン酸への酸化作用を阻害することによって、ジベレリン合成を阻害することが明らかにされている (10)。このように両薬剤とも、植物体中の生理活性物質であるジベレリン酸に影響することによって作用を表すため、果実中で細胞分裂が盛んに行われている時期、あるいは果実中のホルモンバランスが不安定な果実発育初期での散布は、果実の発育に影響を与える可能性があり、茎葉散布の場合、一般的に満開後3週以降の散布が安全と言える。作用特性としては植物体の根、茎葉部から吸収され求基的な移行性は持たず求頂的に移行して、樹体内各部の生長点部位に運ばれ作用する (6, 9, 10)。土壌処理、茎葉処理どちらも効果があるが、効果の発現としては一般的に土壌処理は遅効的、茎葉処理は速効的と言える。

2. パクロブトラゾール、ウニコナゾールの散布とオウトウ樹の生育

パクロブトラゾールとウニコナゾールの茎葉処理が、オウトウ樹 (8年生) の生育に及ぼす影響を第1表に示した。コルト台樹はアオバザクラ台樹に比べて、全新梢長あるいは樹冠容積からみてもわかるように、栄養生長が当初旺盛

第1表 P B Z, U C Z の散布とオウトウ樹の生育

(1991)

処 理 区 (佐藤錦)	全新梢長 (m)	新 梢 数	平均新梢長 (cm)	花 束 状 短果枝数	樹冠容積 (m ³)	節 間 長 (cm)	葉 色 (SPAD) ^z
P B Z (コルト)	72.18	357	20.22	2,390	15.6	1.137	55.25
無処理 (コルト)	125.24	281	44.57	1,044	21.3	2.170	54.25
無処理 (アオバ)	77.50	177	43.79	719	10.8	—	—

処 理 区 (南 陽)	全新梢長 (m)	新 梢 数	平均新梢長 (cm)	花 束 状 短果枝数	樹冠容積 (m ³)	節 間 長 (cm)	葉 色 (SPAD)
U C Z (コルト)	21.67	104	20.84	395	14.7	1.44	54.7
無処理 (コルト)	67.24	218	30.84	297	15.9	2.46	51.4

z: ミノルタ葉緑素計

P B Z 処理: 1990年, 満開後30日 (×1,000) 1991年, 満開後23日 (×500)

U C Z 処理: 1990年, 満開後30日 (×200) 1991年, 満開後23日 (×200)

であるが, ‘佐藤錦’ではパクロブトラゾール処理によって, 全新梢長が無処理の57.6%, 樹冠容積が73.2%に抑制された。またウニコナゾール処理も同様に生育を抑制しており, 処理区の全新梢長は無処理の32.2%であった。このように処理によって新梢伸長が抑制されたが, また節間長の短縮も観察され, 一新梢あたりの葉数を大きく減少させることなく, 顕著なわい化効果が示された。一方, 処理樹の花束状短果枝数は無処理の2.3倍 (パクロブトラゾール‘佐藤錦’), 1.3倍 (ウニコナゾール‘南陽’)にそれぞれ増加した。一般的に一花束状短果枝には10~20の花が開花するが, オウトウでは花粉の発芽率が劣ることもあって, 結果率は通常10~20%程度である。樹齢の若い時期には栄養

生長が旺盛であるためか結果率がさらに低下するので, 特に若木時代の花束状短果枝数の増加は, 収量の増加につながる要素の一つと言える。

一方, これら形態的な特徴に加えて, 葉中の葉緑素含量の増加や葉の濃緑化も報告されており, これは処理により葉の柵状葉肉細胞の水平の長さが抑制されるが, 垂直面の長さが伸長するためであることが確認されている(10)。第1表でも葉緑素計値からパクロブトラゾール処理区が55.25, 無処理区が54.25, ウニコナゾール処理区54.7, 無処理区51.4のように同様な結果が得られており, 光合成への影響について調査の必要があろう。リンゴについてはWang ら(11)が, パクロブトラゾール処理が葉の光合成能力を増加させ, 枝の炭水化物含量

第2表 P B Z の異なる処理方法とオウトウ‘佐藤錦’の新梢伸長

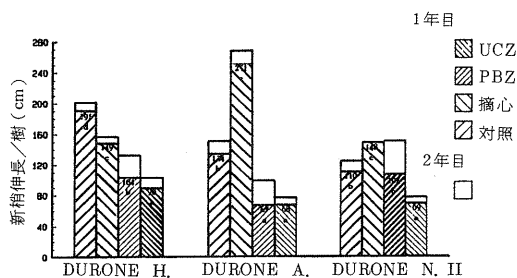
(新谷ら, 1988)

区	処理方法	昭和60年	昭和61年	昭和62年	供試 樹数	平均節間長 (cm)			平均新梢長 (cm)			新梢生育総量 (cm)		
						60年	61年	62年	60年	61年	62年	60年	61年	62年
I	茎葉処理	500倍	—	—	3	2.9	2.2	2.4	33.3	28.6	29.7	3,357	3,884	3,811
II	“	1,000倍	1,000倍	2,000倍	2	2.8	2.1	2.2	40.2	20.2	25.8	3,571	2,034	2,954
III	土壌処理	40 ml/a	—	—	3	1.9	2.4	2.6	22.5	35.8	36.0	2,047	3,831	5,390
IV	“	20 ml/a	—	—	2	2.1	2.6	2.8	26.1	31.8	35.1	2,172	3,414	4,421
V	“	20 ml/a	20 ml/a	—	2	2.0	2.5	2.3	23.8	31.4	22.5	3,015	5,373	2,649
VI	—	—	—	—	2	3.2	3.0	2.9	49.7	50.5	39.6	4,215	6,130	6,705

を増加させたことを報告している。

パクロブトラゾール、ウニコナゾールの処理方法としては土壌処理と茎葉処理が行われているが、新谷らは生育に及ぼすパクロブトラゾールの両処理法の比較を行い（第2表）、処理当年の新梢伸長抑制は土壌処理の効果が高いものの、翌年以降はほとんど差がなくなることを見報告している。同様な結果をプラムについて Webster（13）も報告している。すなわち、茎葉処理は効果としては速効的であるものの、ある程度新梢が伸長した時期に行う。一方、土壌処理は発芽前処理であるため、その影響が早く表れたと考えられる。さらに新谷らは、高濃度ほどまた連年処理することで生育抑制効果が強く表れ、500 倍の濃度で散布した茎葉処理では、翌年及び翌々年にも影響を及ぼすことを確認している。Cobianchi（4）も同量のパクロブトラゾールとウニコナゾールをコルト台の甘果オウトウ苗木に土壌処理した場合、当年及び翌年の枝の生長を抑制し、ウニコナゾールがパクロブトラゾール以上に強い抑制効果を示したことを報告した（第1図）。同氏はオウトウの他に西洋ナシにも処理しているが、オウトウに比べより低濃度でわい化効果を示したことを報告している。

土壌処理は根部から吸収されて効果を表すわ



第1図 PBZ, UCZの土壌処理と枝の生長 (Cobianchi, 1989)

第3表 PBZ (1,500mg/樹) 土壌処理後の土壌中の残留分析 (mg/kg)

(Bermans, 1989)

土 壌 深	処理後18カ月		処理後32カ月	
	P B Z	派生物	P B Z	派生物
0~25 cm	0.27	0.07	0.07	0.03
25~50 cm	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
50~75 cm	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01

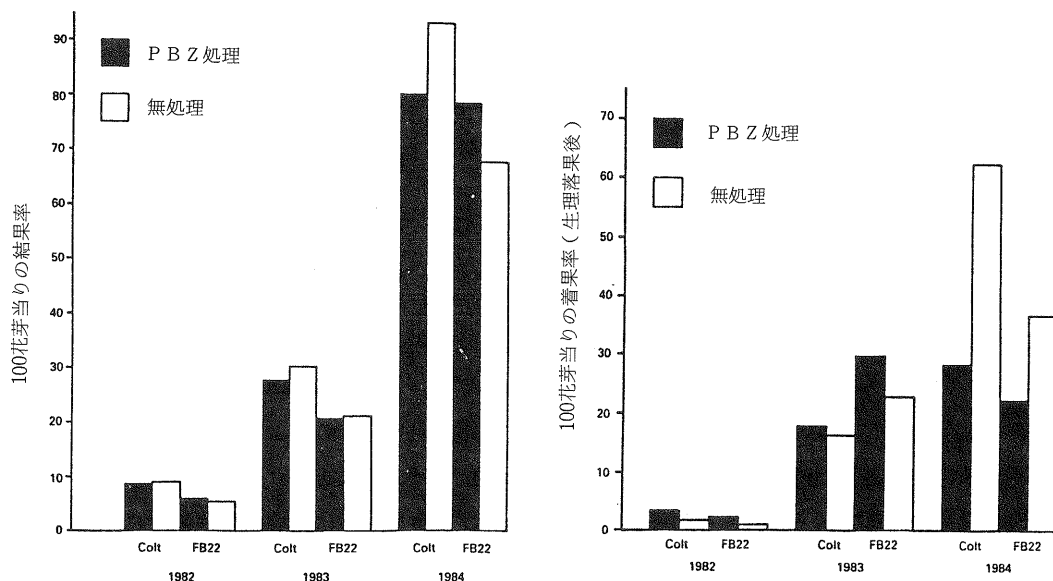
けであるが、パクロブトラゾールの土壌中での残留について、Belmans（3）が調査している（第3表）。それによると土壌深0~25 cmの部位では、処理後32カ月でも残余があり、パクロブトラゾールは土壌中で移動しにくいことを示している。したがって、土壌処理の効果、残効性は土壌条件（土壌の物理・化学的性質、排水の良否等）によって変異することが考えられ、さらには反復処理による土壌中での蓄積なども今後調査する必要がある。

3. パクロブトラゾール、ウニコナゾールの散布と収量及び果実品質

Websterら（12）はパクロブトラゾール処理区では処理後2、3年目の収量について、単位容積（ m^3 ）当りでは対照区に比べ増加し、一方、一樹当りに換算した場合減少することを示した（第4表）。これは樹がわい化したためと考えられるが、面積当りの収量の増加については、樹形等も考慮し、今後植栽間隔についての検討が必要である。

第4表 PBZ処理とオウトウ 'Early Rivers' の収量 (Websterら, 1986)

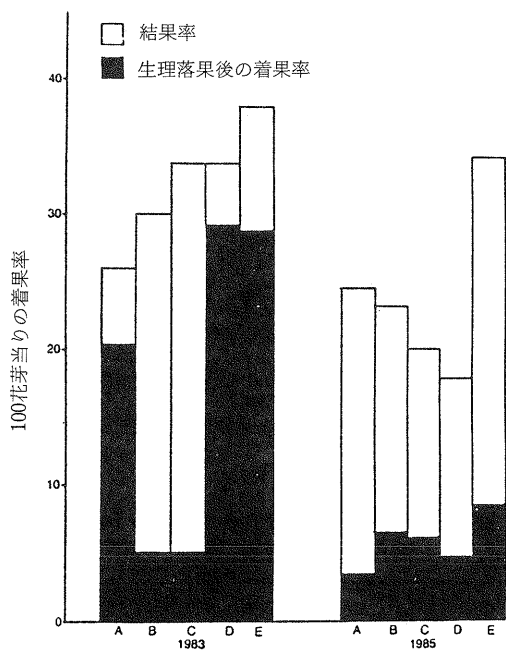
処 理	1 樹当り 果 実 数	1 樹当り果実重 (kg)		単 位 容 積 (m^3) 当り果実重 (g)	
	1982	1983	1984	1983	1984
P B Z	107	6.1	6.2	307.2	219.9
対 照	43	8.8	12.0	160.3	130.2
SED	25.10	0.65	0.74	41.24	16.97



第2図 2種の台木のオウトウ‘Early Rivers’の結果に及ぼすPBZの影響(Websterら, 1986)

一方, 同氏らはパクロブトラゾール処理区では生理落果が多発したことを報告した(第2図)。プラム果実についてもパクロブトラゾールの茎

葉処理区で, 処理当年着果数の減少したことが観察されている(第3図)。このことについては, 着果数過多になったことに起因する養分競合が原因であろうと考察されているが, 同剤の効果がジベレリン生合成阻害によってもたらされるものであることを考えると, 散布時期や処理濃度との関連を含め, 植物ホルモンレベルでの解析も必要と考えられる。



A: 土壌処理 B: 茎葉処理 C: 茎葉処理(含展着剤)
D: 展着剤 E: 対照

第3図 PBZ処理とプラム‘Rivers Early Prolific’の結果状況(Webster, 1990)

第5表はウニコナゾールの散布と果実品質について示している。果実の着色率について, 一樹冠内では樹冠上部の外側が優れている点は, 処理区, 無処理区とも同様であるが, ウニコナゾール散布区では樹冠下部内側でも着色率が向上し, アントシアニンの発現も増加していることが色彩色差計値(L, a, b)からわかる。オウトウ果実のアントシアニンの発現には散乱光で十分であるとされているが, 樹のわい化によって, 樹冠内部への光の透過が良好となった結果と考えられる。さらには, オウトウ果実へのジベレリンの散布が着色を阻害した(5)という報告などから, ウニコナゾール自体の着色

第5表 UCZの散布とオウトウ(南陽)果実の品質

(1991)

処 理 区		果 重 (g)	果梗長 (cm)	着色率 (%)	着 色 部 位			糖 含 量 (g・100ml ⁻¹)				
					L	a	b	Gluc.	Fruc.	Sorb.	Sucr.	Total
UCZ	A	11.4	3.67	79.5	40.7	34.3	14.2	10.99	8.44	3.40	0.21	23.0
	B	10.3	3.95	57.0	48.9	31.6	16.9	7.49	5.87	2.05	0.19	15.6
	C	9.6	3.72	66.0	42.5	36.8	16.0	9.31	7.16	2.90	0.21	19.6
	D	9.5	3.64	48.9	50.4	28.6	18.0	7.09	5.58	1.93	0.01	14.6
平 均		10.19	3.75	62.9	45.6	32.8	16.3	8.72	6.76	2.57	0.16	18.2
無処理	A	9.6	3.62	86.0	38.9	35.6	13.4	8.66	6.77	3.08	0.13	18.6
	B	10.5	4.05	65.0	45.4	30.5	12.8	8.03	6.36	2.67	0.06	17.1
	C	10.1	3.51	54.0	49.1	26.5	15.9	8.16	6.51	2.57	0.12	17.4
	D	9.5	3.87	26.0	52.2	25.3	17.6	7.29	5.84	2.20	0.16	15.5
平 均		9.94	3.76	57.8	46.4	29.5	14.9	8.04	6.37	2.63	0.12	17.2

A: 樹冠上外側 B: 上内側 C: 下外側 D: 下内側

への関連も考えられる。オウトウ果実の糖含量は、グルコースが最も多く次いでフラクトース、ソルビトールそしてシュクロース含量は微量であった。着色率と同様に樹冠上部、下部外側の果実の糖含量の高いことは同様であり、光条件の良好な環境ほど果実の糖含量も高くなるものと思われる。Cobianchi (4) はウニコナゾールの散布により、ナシ果実で乾物重が増加し可溶性固形物含量も増加したことを報告している。果実の糖含量は光条件の他、着果数によっても影響を受けるが、パクロブトラゾール、ウニコナゾールが葉の光合成に及ぼす影響も含め今後調査する必要がある。

新谷ら(2)は‘佐藤錦’(アオバザクラ台)へのパクロブトラゾール処理によって、果梗長が若干短くなる(対照区に比較して0.2~0.4 cm)ことを認めている。しかしながら、商品性の点では問題にならないとしている。一方、‘南陽’果実にウニコナゾールを処理した第5表の成績からは、果梗長についてはほとんど差がみられておらず、オウトウ果実の形状(果実の縦横径を含めて)には大きなマイナスの影響

はなさそうである。

このように、両薬剤とも低樹高化のための一つの有効な手段であると考えられる。パクロブトラゾール処理樹では、冬期の凍害に対して花芽の抵抗性が増加した、また春期の霜害に対して花器の抵抗性が増加した(12)などの事実も報告されており、パクロブトラゾール、ウニコナゾールの副次的効果についても興味深い。

なお、パクロブトラゾールについては、平成4年4月1日付けで果樹(オウトウ、モモ、温州ミカン)に登録認可された。オウトウ樹への使用方法としては、濃度が1,000~2,000倍、使用時期は満開後3~6週間(但し収穫14日前まで)、使用回数は2回以内、希釈水量は200~300リットル/10アール、使用方法としては茎葉散布である。

引用文献

1. 新谷潤一・中川原郁也・久保 隆. 1986. オウトウに対するPP-333処理の影響. 第1報: 新梢伸長抑制及び花芽形成促進効果と果実品質について. 東北農業研究 39: 225-226.

2. 新谷潤一・中川原郁也・久保 隆. 1988. オウトウに対する P P-333 処理の影響. 第2報: 翌年の生育, 花芽形成及び果実品質について. 東北農業研究 41: 245-246.
3. Belmans, K. 1989. Study of growth yield and fruit quality of sweet cherry, cv Hedelfinger R. after soil application of Paclobutrazol. Acta Hortic. 239: 443-446.
4. Cobianchi, D. 1989. Paclobutrazol and S 3307 effects on cherry and pear trees. Acta Hortic. 239: 293-296.
5. Drake, S.R., E.L., Jr., Proebsting, G.H. Carter and S.W. Nelson. 1978. Effect of growth regulators on ascorbic acid content, drained weight and color of fresh and processed 'Rainier' cherries. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 162-164.
6. 泉 和夫・岩井智子・大塩裕陸. 1989. ウニコナゾールのわい化作用. 植物の化学調節. 24: 142-146.
7. 河瀬憲次・鈴木邦彦. 1989. 生理活性物質によるカンキツの着花促進効果. 園学雑. 58(別1): 596.
8. Ogata, R., T. Saito, J. Araya, I. Nakagawara and T. Kubo. 1989. Effect of Paclobutrazol on vegetative growth and cropping of peach and cherry. Acta Hortic. 239: 297-300.
9. 大塩裕陸・田中鎮也・泉 和夫. 1990. わい化剤ウニコナゾールの開発とその作用機作並びに利用に関する研究. 植物の化学調節. 24: 127-141.
10. 上野 博. 1989. パクロブトラゾールの作用特性と植物わい化剤としての実用性. 植物の化学調節. 24: 127-141.
11. Wang, S. F., G. L. Steffens and M. Faust. 1986. Effect of Paclobutrazol on accumulation of carbohydrates in apple wood. HortScience 21: 1, 419-1, 421.
12. Webster, A. D., J. D. Quinlan and P. J. Richardson. 1986. The influence of Paclobutrazol on the growth and cropping of sweet cherry cultivars. 1. The effect of annual soil treatments on the growth and cropping of cv Early Rivers. J. Hort. Sci. 61: 471-478.
13. Webster, A. D. 1990. Chemical control of tree growth of plum (*Prunus domestica* L.) II. Comparisons between foliar and soil treatments and different dose rates of Paclobutrazol on growth and cropping of three cultivars. J. Hort. Sci. 65: 275-287.