

GA₄ ペースト及び種々のホルモン処理によるニホンナシの 着果促進と自家不和合性の判定法について

中西テツ*・山崎忠寛**・尾崎 武*・河合義隆*・一井隆夫*

Increasing the Fruit Set by GA₄ Past and Other Hormones
to Determine the Self-Incompatibility in Japanese Pear.

Tetsu NAKANISHI*, Tadahiro YAMASAKI**, Takeshi OZAKI*,
Yoshitaka KAWAI* and Takao ICHII*

* *Department of Pomology, Faculty of Agriculture, Kobe University,
Nadaku Kobe 657, Japan*

** *Shionogi & CO., LTD., Doshomachi, Higashiku, Osaka 541, Japan*

Three kinds of plant growth substances, NAA, GA and TAG were applied to flowers to examine fruit setting and seed formation in selfed and crossed flowers of self-incompatible Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* NAKAI cv. Chojuro and Sinsui). To examine the stage which self-incompatibility had revealed during the flower development, GA₄ was also applied to the floral bud to avoid early fruit dropping caused by the small number of seeds.

Mixed applications of NAA, GA₄ and TAG resulted in more than 60% of fruit set in both selfed and crossed flowers at harvest in August. Though higher concentrations of NAA reduced the fruit size and strongly suppressed the seed formation in cross pollinated fruit, GA₄ paste was stimulative to the fruit development without seed abortion. Many of the selfed fruits, however, remained on the tree until harvest and produced no seed, the latter indicating no modification by those hormones toward self-incompatibility. Among six stages of the self-pollinated floral buds, most of the fruit did not produce seeds, except for one seed in one of each youngest and matured buds. From this experiment, it seems that self-incompatibility occurs in young floral buds.

Key words: Self-incompatibility, Japanese pear, Self-pollination, Gibberellin, Fruit set.

緒 言

ニホンナシは“二十世紀”をはじめ主要品種のほとんどが自家不和合性を示すため^(15,24)、実際栽培では人工受粉や受粉樹の混植が行われている。ニホンナシの自家不和合性の研究には、雌ずい内の花粉管の抑制^(1,2,11)、離反因子説に基づく品種の不和合性因子の解析^(19,22)、花柱内タンパク質の分析⁽¹⁰⁾などがあるが、なお不明な点が多い。

自家不和合性を示す植物には、蕾の若いときに自家受粉を行うとわずかに自殖種子を形成する、いわゆる蕾受粉の効果が知られ、自家不和合性は蕾から開花への雌ずいの発育に伴って発現することが明らかにされている^(5,12)。また、雌ずいに対する種々の化学的処理や高温処理も自殖種子の形成に効果的であり、これらは不和合性の解消を計ると同時に不和合性の生理機構を研究する手段としても重要である^(9,25,27)。しかしニホン

* 〒657 神戸市灘区六甲台町1 神戸大学農学部果樹園芸学研究室

** 〒541 大阪市道修町3-12 塩野義製薬株式会社

ナシの場合には、果実内にある程度の数の種子を形成しないと着果せず、種子数の少ない果実は落果するため、種子形成の程度によって蕾受粉や種々の処理の効果を把握することが困難である^(9, 25, 27)。⁽¹⁴⁾猪瀬⁽¹⁴⁾は自家不和合性の判定について、ニホンナシ品種では自家結実性が花の栄養条件などによる素質や樹体内の養分の競合関係に影響されるため、結実率によって自家不和合性の程度を判定するのは疑問があり、例えば一般に自家不結実性の強い品種とされている“長十郎”の場合、自家不和合性の程度も強いとは必ずしも言い得ないと述べている。

一方、ニホンナシ果実の着果に関しては、種々の植物ホルモンが効果的であることが報告されているが^(13, 16, 17, 23, 26)、一般にこれらのホルモン処理は単為結果を誘発し、子房や花托は発達するが、種子の形成を抑制し無核結果となりやすい。着果に有効なホルモン処理も種子に抑制作用を及ぼさない場合には、受粉時にホルモン処理を併用することにより、少種子の果実の落果を防ぎ、その種子数から不和合性の発現の程度を知ることが可能となる。

本実験ではニホンナシにおいて、果実の着果を促進し、果実内の種子形成程度によって不和合性を判定する方法を見出すため、すでに着果に効果のあることが知られているジベレリン、オーキシシン、サイトカイニン⁽¹⁵⁾を自家及び他家受粉時に併用処理し、果実の着果とこれらのホルモンが果実の発育及び種子形成に及ぼす

影響について調査し、さらに蕾受粉を行って自家不和合性の発現時期についても検討した。

材料及び方法

実験には本学附属農場に栽培されているニホンナシ品種 (*Pyrus pyrifolia* NAKAI C.V.)を用いた。1985年は19年生“長十郎”の3樹、また1986年は20年生“新水”の5樹に他家受粉の花粉親としてそれぞれ“幸水”及び“長十郎”を用いた。1985年における“長十郎”の開花盛期は、4月14日～4月17日で、1986年の“新水”の開花盛期は4月20日～4月23日であった。

1985年は、Table 1に示すように GA₄, NAA, BA, TAG (トモノ農薬K.K., 一般名: チジアズロン)の各濃度の混合溶液による4処理とジベレリンのラノリンペースト(2.7% GA₄含有、協和発酵工業K.K.)塗布を組み合わせ、“長十郎”について受粉時、受粉2日後及び16日後の3回処理を行った。また受粉は自家及び他家受粉区を設け、さらに自家不和合性の打破処理として雌ずいの温湯による処理を試みた。

1986年は、前年に効果の見られた受粉時のジベレリンペースト塗布処理のみとし、その濃度をGA含有率2.7%に対し各々その80, 60及び40%になるようラノリンを加えたGA 2.2, 1.7及び1.1%の3処理区を設け、“新水”について自家受粉及び他家受粉を行った。さらに自家不和合性の発現時期を検討するため、若

Table 1. Applications of various hormones after self and cross pollination (1985).

Treatment	Just after pollination	2 days after pollination	16 days after pollination
A	GA ₄ 500 ppm + NAA 20 ppm + BA 100 ppm	—	GA ₄ 500 ppm + NAA 20 ppm + BA 100 ppm
B	NAA 100 ppm + TAG 3 ppm	GA ₄ Paste	NAA 100 ppm + TAG 3 ppm + GA ₄ Paste
C	NAA 500 ppm + TAG 3 ppm	GA ₄ Paste	NAA 500 ppm + TAG 3 ppm + GA ₄ Paste
D	NAA 500 ppm + TAG 3 ppm	—	NAA 500 ppm + TAG 3 ppm
E	Heat treatment*	GA ₄ Paste	GA ₄ Paste

TAG ; Thidiazuron, Tomono Noyaku CO., LTD.

GA₄ Paste ; 2.7% GA₄ Paste, Kyowa Hakko Kogyo CO., LTD.

Heat treatment ; immersed the pistil in hot water at 45°C for 30sec.

* Heat treatment was carried before pollination.

い蕾から開花までの花を外観の形態から6ステージ (Table 5)に区分し、その内より-6, -4, -2及び0の4ステージに自家受粉を行い、受粉直後2.2%のジベレリンペーストを処理した。各処理区の受粉花数は“長十郎”30花(1985年)及び“新水”33花(1986年)であった。いずれも花の栄養条件を均一にするために、2年生の短果枝の花叢中の一番花を選んだ。また、結実後の果実間相互の養分競合を避けるために、処理花叢間の距離が15cm以上になるように摘花を行った。

受粉に用いた“長十郎”及び“幸水”の花粉は共に前年に採取し、冷凍庫(-20°C)で保存したもので、花粉の発芽能力は、寒天培地上(1% Agar 20% Sucrose)で発芽試験を行って良好であることを確認した。なお“新水”の花粉は受粉前日に採取して用いた。

受粉はあらかじめピンセットで花弁を切除し、さらに除雄後、雌ずいを45°Cの温湯に30秒浸漬し、柱頭表面の過剰の水分を除去した後、受粉を行った。ホルモン処理は、溶液処理の場合には受粉後、ホルモンの混合溶液30 μ Lを雌ずい基部に滴下し、ジベレリンペーストは25mgを花梗部に塗布した。なお処理花を除き同一花叢内の花蕾はすべて摘蕾した。受粉後及びホルモン処理後は花をパラフィン袋で覆い、交雑を防止した。供試樹の摘果は開花2~3週間後に行い、新梢は6月下旬に誘引した。

着果率の調査は1985年には、受粉後より1週間毎に行い、収穫前落果を避けるために、成熟前の8月5日に収穫を行った。また1986年は受粉後3~7週間まで1週間毎に調査し、7月29日に収穫した。

収穫後、各果実について、果実重量と果径及び果高、果実内の種子数の種子重量を調査した。

実験結果

1 着果に及ぼす各ホルモン処理の影響

1985年は、受粉後、各種ホルモンを組合わせた処理を子房上部または花梗に行った結果、自家受粉及び他家受粉の双方ともすべての処理で高い着果率が得られた (Fig. 1)。

各混合処理区のうち自家受粉では、GA₄を欠如したD区 (NAA 500 ppm + TAG 3 ppm)の着果率が他の処理区より低下し、開花9週間後までに約30%が落果した。またGA₄を花梗にペーストで与えたB区及びC区と溶液で雌ずい基部に滴下したA区は着果率に大差なく、開花9週間後までは90%以上の着果率を示した。これらのホルモンの混合処理に対して、GA₄は温湯処理後ペーストを単用処理したE区でも自家受粉の双方で高い着果率が得られた。以上の処理はその後、各区で落果が生じ、成熟期にはほぼ60~90%の着果率であった。この間の落果は主として7月上旬の台風に伴った強風時の花梗の裂傷に原因するものが多く、特にGA₄ペースト塗布で花梗が発達した果実に著しかった。

一方、各処理区の果実の発育を見ると、混合処理にGAがなくNAA 500 ppmの高濃度を含むD区では、自家及び他家受粉とも無処理区に比べ発育はかなり劣る傾向を示したが、GA₄溶液処理のA区やペースト単用処理のE区では果実の肥大に促進効果も見られた (Table 2)。また果実発育が無処理区を上回った区ではL/D比 (果高/果径)が高く、果実は腰高果となり、発育の劣った処理区ではL/D比が低く、扁平果となる傾向であった。

1986年は、ホルモン処理としてGA₄のペースト処理のみを行い、第一次生理落果が終了した受粉後3週間目から着果の調査を行った (Table 3)。その結果自家受粉では、着果率は6.0%であったが、自家受粉後GA₄を処理した各区では、結実率が75.8%~90.9%と高まり、他家受粉の97%に近い値を示した。GA₄が1.1, 1.7%及び2.2%の濃度では着果率は高濃度

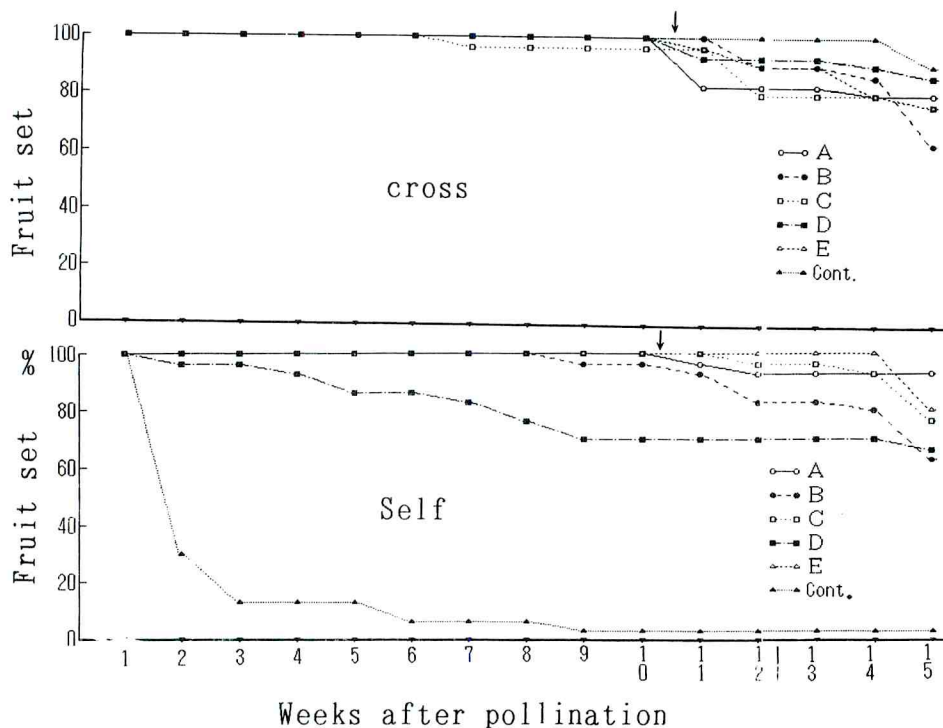


Fig. 1. Effect of various hormones on fruit set after self and cross pollination (1985).
Hormone treatments (A—E) were shown in Table 1. → Violent wind accompanied by Taihun.

Table 2. Influence of hormone treatments on fruit size at harvest in August (1985).

Hormone* treatment	Fruit wt (g)	Fruit diameter (cm)(D)	Fruit length (cm)(L)	L/D
Cross pollination				
Control	229.2	7.74	6.14	0.80
A	330.7	8.36	7.58	0.91
B	263.3	7.92	6.67	0.84
C	220.0	7.60	6.11	0.80
D	164.3	7.36	5.59	0.73
E	274.2	7.96	7.15	0.90
Self pollination				
A	291.1	7.85	7.69	0.98
B	270.5	8.13	6.93	0.85
C	194.0	7.37	5.84	0.79
D	118.6	6.36	4.47	0.70
E	229.5	7.49	7.04	0.94

* Hormone treatments (A—E) were shown in Table 1.

Table 3. Effect of GA₄ paste on fruit set and size after self and cross pollination (1986).

GA ₄ paste conc.(%)	Fruit set (%)		Fruit size at harvest		
	3 weeks after pollination	7 weeks after pollination	wt (g)	Diameter (cm)	Length (cm)
Cross pollination					
0	97.0	93.9	252.3	10.9	6.4
1.1	93.9	90.9	280.2	8.4	6.5
1.7	97.0	93.9	262.2	8.4	6.5
2.2	100	100	213.3	7.6	6.7
Self pollination					
0	6.0	6.0	111.5	6.3	4.9
1.1	75.8	75.8	160.5	6.8	5.7
1.7	75.8	75.8	194.5	7.3	6.0
2.2	90.9	90.9	220.1	7.5	6.2

Table 4. Influence of hormone treatment on seed formation (1985).

Treatment *	Fruit with at least 1 full seed (%)	No. of full seeds / fruit	Full seeds (%)	Full seed wt (mg)	Aborted seed wt (mg)	Germination of full seeds %
Cross pollination						
Control	100	5.6	56.3	79.9	24.3	—
A	72.4	3.6	32.1	56.7	9.4	50.6
B	56.6	2.4	20.3	78.2	15.0	70.7
C	41.7	1.1	5.8	62.2	11.8	57.1
D	70.7	3.4	26.6	61.5	7.4	58.9
E	100	5.2	52.6	71.4	16.8	63.6
Self pollination						
A	0	0	0	—	2.9	—
B	3.4	1	0.5	46.0	12.0	0
C	0	0	0	—	8.2	—
D	0	0	0	—	2.8	—
E	0	0	0	—	7.2	—

* Treatments(A-B) were shown in Table 1.

でやや高かった。果実の大きさは自家受粉ではいずれも無処理区に比し大きい傾向であった。他家受粉は2.2%で無処理区より劣ったが、前年のペースト処理区と比較し、果実発育への効果が弱いのは処理回数に関係すると考えられた。以上の結果、オーキシン、ジベレリン及びサイトカイニンを組合わせた処理はいずれも

自家及び他家受粉果に効果を示し、またジベレリンは単用しても着果及びその後の果実の発育に有効であることが明らかであった。

2 種子の形成に対するホルモン処理の影響

受粉後の各種ホルモンによる混合処理は、本来完全種子を多く含む他家受粉果の種子形成を抑制する傾向

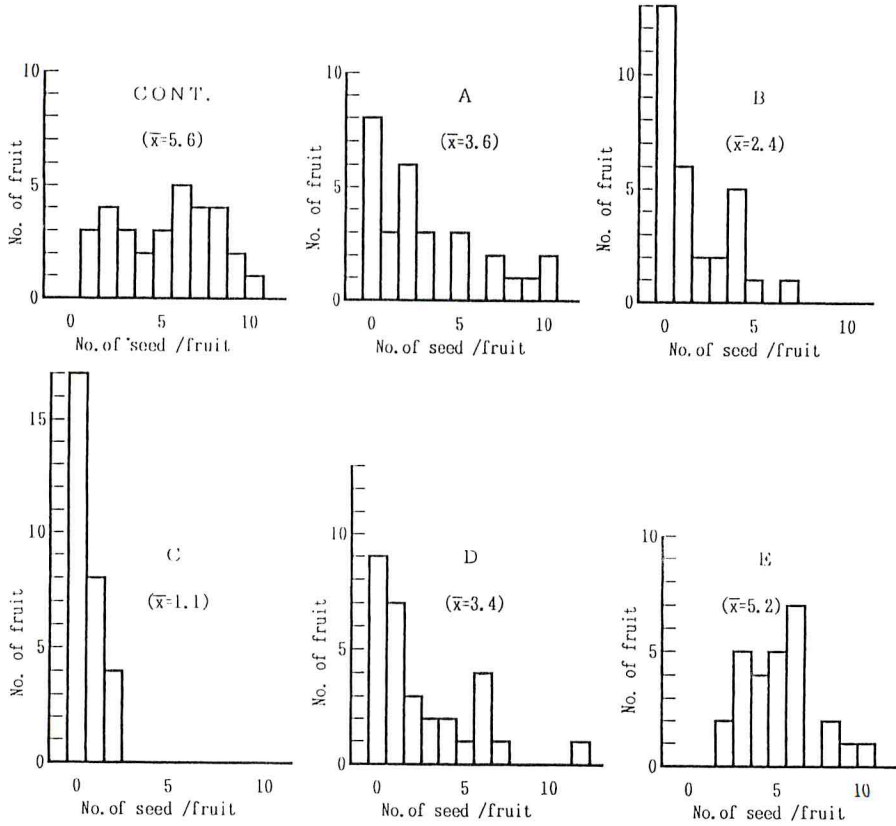


Fig. 2. Distribution of fully developed seed in each fruit treated by various hormones in cross pollination (1985). Hormone treatments (A—E) were shown in Table 1.

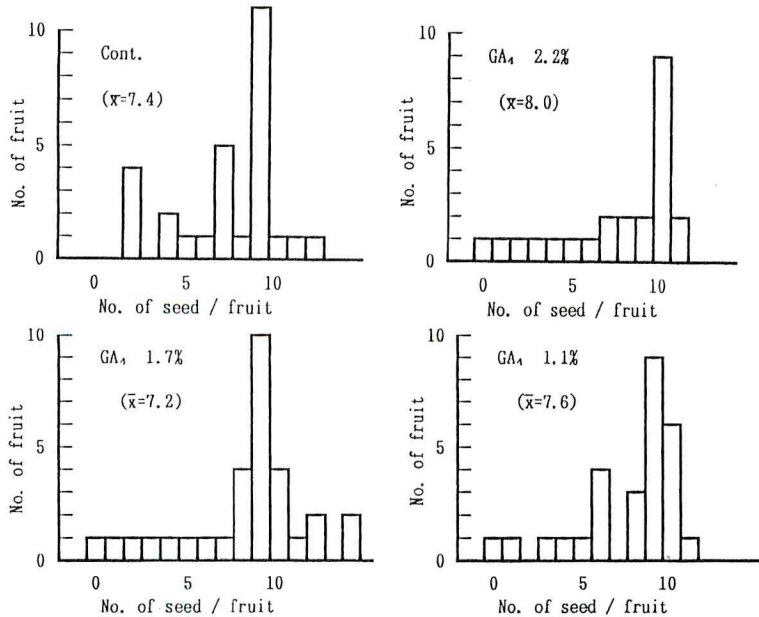


Fig. 3. Distribution of fully developed seed in each fruit treated by GA₄ paste in cross pollination (1986).

を示した (Table 4)。種子形成の阻害程度は処理の種類によって異なったが、特にGA₄ペーストに加えNAAを500ppmと高濃度で処理したC区の完全種子形成率は5.8%となり、無処理区の56.3%に対してきわめて強い阻害であった。また温湯処理後GA₄ペーストを単用処理したE区の完全種子率は52.6%で種子形成をほとんど阻害しなかった。一方、果実中の完全種子数は無処理区においても果実によるばらつきが大きく、含有種子数は1~10個に分布した (Fig. 2)。各処理区の含有種子数は、種子の阻害程度の強い処理区で少種子果の割合が増加し、阻害が軽減されるにしたがって果実ごとの含有種子数にばらつきが大きくなり、無処理区での分布に類似した。また種子の重量を見ると、完全種子は無処理区でややまさっていたが、処理間で大差はなく、不完全種子は無処理区が最も大きいのに対し、自家受粉や完全種子形成率の低い処理区では極めて低い傾向であった。(Table 4)。

一方、本実験で自家受粉によって得られた果実のうち、完全種子を形成したのは、GA₄ペーストとNA

A 100ppm + TAG 3ppmを混合処理したB区の果実で着果した19果中の1果に1種子が認められた (Table 4)。自家不和合性の打破を目的とした温湯処理区では着果率が高く、果実の発育も良好であったが、果実内には種子の形成は見られなかった。

次に1986年のGA₄ペースト単用処理実験においてGA₄濃度を低くしたところ、前年のE区の2.7%での処理に比べ、1.1%及び2.2%では種子の退化率が低くなり、種子数が8個以上の果実の占める割合が増加した (Fig. 2, Fig. 3)。各区の平均種子数はGA₄濃度1.1%処理では種子退化の作用がきわめて小さくなり、ほぼ無処理区に等しい分布であった (Fig. 3)。

これらの結果からホルモン処理は、NAA及びGA₄とも濃度によっては、果実内の種子形成を阻害するがその作用は高濃度によるものと考えられ、ジベレリンペーストの単用処理は種子の形成に影響を及ぼさなかった。

3 自家不和合性の発現時期

ニホンナシの花の発育を若い蕾の時期から開花に至

Table 5. Developmental stages from bud to flower.

Stage	Appearance	Stamen and pistil
-6	Very tiny bud mostly covered by the sepal.	Tightly packed stamina with short filaments. Pistil is entirely hidden within them.
-5	Tight pink bud. Petals protrude half way from the sepal (pink stage).	Stamina and pistil are the same as at stage -6.
-4	Large but still tightened bud with pale pink petal.	Stamina loosen slightly with short filaments. Pistil protrudes to the same height as the anther lobes.
-3	Largely round and white bud (ballon stage).	Stamina grow long. Pistil protrudes above the anther. d.
-2	Flower begins to open. Petal stands vertically.	Stamina mostly loosen. Anther lobes curve inward.
-1	Just before flowering. Petal slightly inclines inward.	Stamina extend all around. Anther lobes still curve inward.
0	Entire flowering. Petals open horizontally.	Anther lobes curve outward. Anthesis begins.

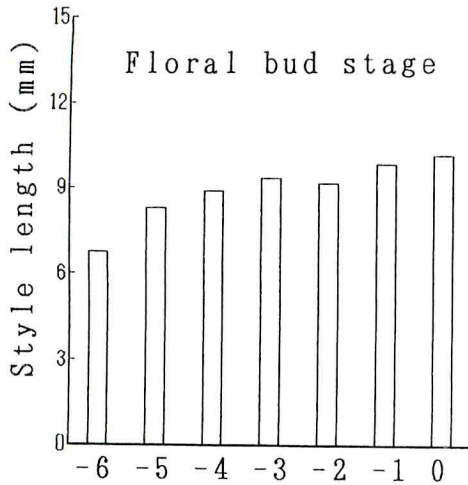


Fig. 4. Growth of the style during floral bud development.
Each floral stage was described in Table 5.

るまで、外部形態の特徴に基づき6ステージに区分した (Table 5)。これらの各ステージについて、雌ずいの花柱部位の伸長を測定した結果、最も若い蕾の-6のステージは6.7mmで、-5では8.3mmと急激に伸長し、その後伸長は緩慢となって、開花当日では10.2mmであった (Fig. 4)。

蕾の各ステージについて自家受粉を行った結果、GA₄処理を併用しない場合はいずれも3.0~6.0%と低く、低着果率であったが、GA₄処理の各区では高い着果率となった (Table 6)。これらの各ステージでの着果果実について種子の形成を見ると、GA₄処理を併用した場合には、-6に1果及び0に3果、それぞれ完全種子1個及び2個ずつが見出され、他のステージでは種子の形成は見られなかった。また無処理区の蕾受粉でも-6で1果が着果し、1種子を形成した。従って本実験では、蕾のうち花柱長6mm程度の最も若い蕾には蕾受粉の効果的な、すなわち不和合性の発現の弱い時期が存在すると見られたが、その程度は微弱であった。

考 察

1 果実の着果に対するホルモン処理の影響

ニホンナシの果実の着果とその後の発育には、果実内の種子数が深く関与し、受精後、種子で合成される種々の植物ホルモンが果実の細胞分裂や肥大、物質の転流に大きな影響を与えると考えられている^(17, 26)。すなわち受精胚は養水分の果実へのシンク力を強め、果実を着果させると共に発育と肥大を促すが、種子数が少ない果実の場合は他の果実や新梢との間の養分競争によって落果するものと推察されている。ニホンナシの種子の内生ホルモンは、受精後の種子の発育に伴ってオーキシンとジベレリンの消長が見られ、IAAは受精初期の珠心組織の発達期に、またGA₄₊₇は受精後70日位の胚の発達期にピークに達する⁽⁸⁾。

一般に種子中に含まれるホルモン類の外生的な処理が単為結果を誘発することはよく知られており、ニホンナシにおいてもホルモンの種類、濃度、処理時期と回数及び処理方法などが検討されてきた^(13, 14, 16, 17, 23, 26)。処理には、オーキシン、ジベレリン、サイトカイニンなどのホルモンの組み合わせによる処理を受精後の一定期間に2回程度行うのが効果的⁽²⁶⁾、このように継続的に与えられたホルモンが種子の内生ホルモンに代替することによって、果実への養分のシンクを形成し、果実の着果に効果があるものと考えられてきた。本実験で行ったホルモン処理も、着果に対し全体に高い効果を示し、ホルモンの組み合わせによる処理が種子の内生ホルモンの代替として作用することを示唆した。一方、GA₄を花梗部へペーストで単用した処理も着果に顕著な効果を示し、果実の発育も無処理区に等しかった。GA₄はすでにホルモンの組み合わせ処理においてGA₄₊₇として用いられた場合GA₃より効果的であり、またニホンナシの種子のジベレリンがGA₄であることも同定されている⁽¹⁸⁾。このことから処理したGA₄は種子のジベレリンの代替として極めて有効に作用したことや、ラノリン中に含まれているために果実への効果が持続したことが考えられ、ジベレリンは単

Table 6. Phenotypic expression of self-incompatibility during floral development (1986).

Floral* stage	6 weeks after pollination (June 5)		At harvest (July 29)				
	Fruit set		Fruit set		Fruit with full seeds		
	Number	%	Number	%	No. of fruit	% fruit	No. of seed
	GA ₄ treatment**						
- 6	26	78.8	19	57.5	1	3.0	1
- 4	27	81.8	17	51.5	0	0	—
- 2	30	90.9	18	54.5	0	0	—
0	16	48.5	11	33.3	3	9.0	2
	Without GA ₄ treatment**						
- 6	1	3.0	1	3.0	1	3.0	1
- 4	1	3.0	1	3.0	0	0	—
- 2	2	6.0	2	6.0	0	0	—
0	1	3.0	1	3.0	0	0	—

* Floral stages were described in Table 5. ** Each plot was treated 33 flowers.

独でも受粉初期から果実のシンク形成の役割を果たすものと推察された。

2 種子の形成に対するホルモンの影響

単為結果による果実は本来種子を含まないものであるが、人為的に単為結果を誘発した果実ではホルモン処理による作用が正常な胚珠の受精や種子の形成阻害に及んでいる。ニホンナシでのこれまでのホルモンによる着果および単為結果の研究では、種子に及ぼす影響については報告が見られないが、リング^(3,21)及びセイヨウナシ^(4,6)においていくつかの報告がある。

リングの開花期、GA 1000 ppm の処理は果実内の含有種子数を減少させ⁽³⁾、また受粉果に対するBA 50 ppm の散布は種子数に影響しないがGA₄+7 25 ppm の散布は種子数の約2割を減少させたと報告されている⁽²¹⁾。またセイヨウナシ“Bartlett”における開花期のGA₃処理は対照区の無種子果率39%に対し、25 ppm で57%、50 ppm で72%、100 ppm で68%となり高濃度の処理で種子の阻害が大きい⁽⁴⁾。しかしHarrero and Gascon⁽⁶⁾は品種“Aqua de Aranjuez”のバルーン期の花蕾へのGA₃ 10 ppm の処理は胚のうの成熟を促進し、しかも未受粉果の胚のうが崩壊するまでの寿命を10日延長

すると述べ、GAが種子の形成に効果的に作用することを報告している。

本実験においては、GA₄ NAA 及び TAGのうち、高濃度のNAAが5.8%と無処理区の完全種子形成率56.3%に対してきわめて強い阻害を示したほか、混合使用したGA₄にも阻害作用があると見られたが、GA₄のペースト単用処理では52.6%の形成率で無処理区にはほぼ等しかった。さらにペースト濃度を下げることによって影響は見られなくなり、受粉直後の処理によっても受精や胚の発育を阻害しないことが確認された。また今回GA₄はペーストで与えた場合、濃度に換算すると1100~2700 ppmの高濃度となったが、処理部位が花梗であったこと、ラノリン中に含まれていることから、雌ずい基部への500 ppm溶液の処理に比べ、実際に作用した濃度はかなり低いとも思われた。本実験からは各ホルモンの相互作用などは明らかではないが、種子形成に対する阻害作用の一因はホルモンの高濃度による障害であることがうかがわれた。

3 ニホンナシの自家不和合性の発現時期について

ニホンナシにおけるこれまでの蕾受粉による着果率と種子数に関する報告によると、猪瀬⁽¹⁴⁾は品種“長十

郎”の場合、開花受粉0.8%、種子数2個に対し、開花前日の蕾で1.0%種子数4個、平田ら⁽⁷⁾は同様に“長十郎”で開花受粉0.4%、種子数0.5個に対し開花3日前の蕾で0.8%、種子数1.3個、“二十世紀”及び“菊水”ではそれぞれこれをやや上回る結果を得ている。一方、平塚ら⁽¹²⁾は“長十郎”の開花8日前の若い蕾から開花時まで連続的に蕾受粉を行った結果、開花2週間後までの着果率の調査で、開花6日前の蕾が30%、4日前6~60%、3日前7~38%及び2日前0~32%と年度による差はあるが、いずれも開花時受粉の0%に対し高い着果率であったこと、また成熟果の種子含有率は17~23%であったと報告している。今回“新水”で蕾の発育ステージごとに自家受粉を行って、同時にGA₄ペーストを処理した結果では、有種子果は最も若い-6の蕾で1果(3.0%)が得られたのみであり、むしろステージ0の開花時受粉で3果(9.0%)であった。しかしGA₄ペースト処理の対照区にも-6のステージで種子果1果が着果したことから見ると、極めてわずかではあるが蕾受粉の効果が存在すると考えられた。また本実験で用いた最も若い-6の蕾のステージは形態的には平塚ら⁽¹²⁾の報告した開花3~4日前の蕾に相当しており、さらに若い蕾においても蕾受粉の効果を確認する必要があると思われた。

猪瀬⁽¹⁴⁾はニホンナシ品種の自家結実性が花の栄養条件などの素質に影響される結実力と自家不和合性の発現の程度の双方の要因に左右されることから、結実率の多少によっては必ずしも不和合性の強さを判定し得ないことを指摘した。本実験ではジベレリン処理によって着果を促進し、その果実中の種子形成率の調査によって自家不和合性の発現の強さを判定したところ、供試品種の“長十郎”及び“新水”のいずれとも自家不和合性の発現の程度は極めて強いものと判断した。しかし、これまでのニホンナシの自家受粉結果の報告がかなり地域や年次差を生じていることや、また本実験においても“新水”は開花時の受粉で少量ではあるが有種子果を生じていることからみて、自家不和合性の発現は気象条件及び樹齢などの栄養条件によって影

響され、さらに品種間にも差異が存在するものと推測された。

平田ら⁽⁹⁾は受粉時のオーキシン、ホウ素などの処理によって自家結実率が高まり、種子の形成が見られることを報告しているが、前述のように本実験での有種子果はごく若い蕾と開花時の受粉にのみ少量存在し、他の蕾の各ステージではまったく有種子果を生じていないため、ジベレリン処理は主として果実の発育と着果に効果的で、不和合性の発現には影響しないものと思われた。また自家不和合性打破を目的とした受粉前の雌ずいに対する温湯処理は平田ら⁽⁹⁾による“二十世紀”においては効果が認められているが、本実験の“長十郎”においては種子の形成は見られなかった。本実験では品種による感受性の差異も考えられるが、温湯により組織が受ける傷害などの影響も考慮しつつ、さらに処理時の温度や時間について検討を加える必要があると思われた。

以上のように、ニホンナシの自家不和合性の発現に関しては、なお検討すべき点が残されているが、本実験ではGA₄ペースト処理により、種子の形成を阻害せず、かつ着果の不安定な少種子果を結実させる可能性が示されており、不和合性の発現時期や打破など、今後の研究を進める際の方法の一つとして有効と思われる。

摘 要

ニホンナシの着果は果実内に形成される種子数の多少に左右され、種子数の少ない果実は発育の初期に落果するため、不和合性の発現程度を果実内の種子形成数によって把握することが困難である。本研究ではこのような少種子果の落果を防ぎ、かつそれらの種子の発達を阻害することなく結実させる方法を見出すため、自家及び他家受粉後、雌ずいの基部または花梗に種々の濃度のオーキシン、ジベレリン及びサイトカイニンを混合または単用処理し、着果及び種子形成への影響を調査した。また蕾受粉時にもGA₄のペースト処理行つて果実を着果させ、種子形成程度から自家不和合

性の発現時期を検討した。

(1) NAA、GA₄及びTAGの混合または単用処理はいずれも自家受粉果の着果に効果を示したが、混合処理のうち高濃度のNAAを含む処理は他家受粉果での種子の形成を強く阻害した。しかし2.2% GA₄ペースト単用処理は自家受粉果の着果の効果も高く、しかも他家受粉果での種子形成に阻害作用も見られず、本実験の目的とする着果促進処理として適当であると考えられた。またいずれの処理でも自家受粉果には完全

種子が形成されないことから、これらのホルモン処理は自家不和合性の発現には影響しないと思われた。

(2) GA₄のペースト処理を蕾受粉時に併用して自家不和合性の発現時期を調査した結果、花柱長6mm内外の最も若い蕾の受粉果中1果に1種子が認められ、蕾の発育段階には自家不和合性の発現の弱い時期が存在すると見られたが、本実験の範囲ではその程度は微弱であった。

引用文献

- (1) Asami, Y.: Preliminary report on the self-sterility of Japanese pear. Chojuro. Proc. Imp. Acad. 2. 139-141 (1926).
- (2) Asami, Y.: On the self-sterility of the Japanese pear. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 1-5 (1926).
- (3) Dennis F. G. and L. J. Edgerton.: Effect of Gibberellins and Ringing upon Apple Fruit development and Flower Bud Formation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 88. 1414-24 (1965).
- (4) Dennis F. G., L. J. Edgerton and K. G. Parker: Effect of Gibberellin and Alar Sprays upon Fruit Set, Seed Development, and Flowering of 'Bartlett Pear. Hort. Sci. 5. 158-160 (1970).
- (5) Gonai, H. and K. Hinata: Growth of pistils in relation to phenotypic expression of self-incompatibility in Brassica. Japan J. Breed. 21. 137-142 (1970).
- (6) Herrero, M. and M. Gascon: Prolongation of embryo sac viability in pear (*Pyrus communis*) following pollination or treatment with gibberellic acid. Ann. Bot. 60. 287-293 (1987).
- (7) 平田尚美、林真二、小林秀臣: 日本ナシの自家および他家不和合性に関する研究(第1報)花粉の発芽と花粉管伸長におよぼす花柱および子房内物質. 昭和48年度園芸学会春季大会研究発表要旨 118-119 (1973).
- (8) 平田尚美、林真二、田辺賢二: ニホンナシの果実発育に伴う種子内生ホルモンの消長. 昭和52年度園芸学会春季大会研究発表要旨 38-39 (1977).
- (9) 平田尚美、林真二、田辺賢二、松永高博: ニホンナシの不和合性の生理機構に関する研究(第2報)二十世紀梨の不和合性の解消と結実の増進について. 昭和53年度園芸学会秋季大会研究発表要旨 114-115 (1978).
- (10) Hiratsuka, S. and T. Tezuka: Changes in proteins in pistils after self and cross pollination in Japanese pear. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 49. 57-64 (1980).
- (11) Hiratsuka, S., E. Takahashi and N. Hirata: Pollen tube growth in detached styles of Japanese pear, *Pyrus serotina* REHD. J. Palynology 18. 113-119 (1982).
- (12) Hiratsuka, S. and N. Hirata: Self-incompatibility reaction of Japanese pear in various stages of floral development. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 54. 9-14 (1985).
- (13) 細井寅三、向井武: 植物調整物質の散布による二十世紀梨の単為結果の誘起試験. 昭和38年度園芸学会秋

- 季大会研究発表要旨 13-14 (1963).
- (14) 猪瀬敏郎. 和梨特に長十郎の結実の特異性に関する生理学的研究: 埼玉県立農業試験場研究報告 第24号. 73-86 (1964).
- (15) Kikuchi, A: Self- and cross- sterility in the Japanese pear. *Mem. Hort. Soc. N. Y.* **3**, 233-242 (1928).
- (16) 中川昌一、清川薫雄、松井弘之、今井敬潤: ナシの単為結果誘起における品種間差異及びジベレリン、オーキシン、サイトカイニンの混合処理効果. 昭和48年度園芸学会春季大会研究発表要旨 88-89 (1973).
- (17) Nakagawa, S., I. Kiyokawa, H. Matsui and H. Kurooka: Fruit development of peach and Japanese pear as affected by destruction of the embryo and application of gibberellins. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* **42**, 104-112 (1973).
- (18) 中川昌一、松井弘之、湯田英二、室伏旭、高橋信孝: ニホンナシ新世紀の種子内ジベレリンの同定. 昭和52年度園芸学会春季大会研究発表要旨 88-89 (1977).
- (19) 大垣智昭: 和梨新品種の不稔性因子について. 神奈川農農業試験場園芸分場研究報告 **5**, 23-26 (1958).
- (20) Okazaki K. and K. Hinata: Repressing the expression of self-incompatibility in crucifers by short-term high temperature treatment. *Theor. Appl. Genet.* **73**, 494-500 (1987).
- (21) Stemberge G.E. and G. Morrell: Effect of Gibberellins and 6-Benzyl-adenine on the Shape and Fruit Set of 'Delicious' Apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **97**, 464-467 (1972).
- (22) 寺見広雄、鳥潟博高、島津裕吉: 日本梨各品種間の不稔性因子の分析. 京大園芸集録 **3**, 267-272 (1955).
- (23) 宇田川雄二、高橋英吉: ナシ長十郎の果実発育に対するジベレリンの影響. 昭和50年度園芸学会春季大会研究発表要旨 112-113 (1975).
- (24) 牛越三男、徳安健太郎: 梨の受粉受精に関する研究 (第1報). *園芸の研究* **25**, 135-152 (1930).
- (25) 湯田英二、山口義史、堀内昭作、中川昌一: ニホンナシの自家受粉に及ぼす開花期の温度と炭酸ガス濃度の影響. 昭和58年度園芸学会春季大会研究発表要旨 140-141 (1983).
- (26) Yuda, E, M. Hirakawa, I. Yamaguchi and N. Murofushi: Fruit set and Development of Three Pear Species Induced by Gibberellins. *Acta. Hort.* **137**, 118-125 (1983).
- (27) 湯田英二、見附照二、中川昌一、久保康雄、平智: 日本ナシの自家不和合性制御に及ぼすB-9処理の効果. 昭和60年度園芸学会秋季大会研究発表要旨 96-97 (1985).

(受理日 1988年7月14日)