リングわい性台木の根ざし増殖に関する研究

金沢 昇・三木信夫・奥野 勇*・行永寿二郎・苫名 孝**

(塩野義製薬油日ラボラトリーズ)

(* 塩野義研究所・** 京都大学農学部)

Studies on the Root Cutting of East Malling VII Dwarf Apple Rootstock

Noboru KANAZAWA, Nobuo MIKI, Isamu OKUNO*,

Hisajiro YUKINAGA and Takashi TOMANA**

Aburahi Laboratories, Shionogi & Co. Ltd., Koka, Shiga

* *Shionogi Research Laboratory, Shionogi & Co. Ltd., Osaka*

** *Faculty of Agriculture, Kyoto University, Kyoto*

Summary

1. Root cutting was evaluated as a commercial propagation technique of the dwarf apple stock cv. East Malling VII by examining the histological aspects and physiological traits of the cutting material.

2. All the cutting material produced adventitious buds and roots regardless of its size (both length and diameter) and sampling location on the root system. However, consistent formation of these organs was achieved only when root pieces more than 10 cm in length were used.

3. Nursery stocks were produced more efficiently by root cutting than by either traditional mound layering or modified bowed-branch layering.

4. Adventitious bud primordia became differentiated in the cortex of root pieces as the regeneration of cutting material progressed. The cells of bud primordia were smaller than those of ordinary parenchyma and distinguishable morphologically from the surrounding tissues. They could be classified arbitrarily into five categories, each corresponding to their developmental stage.

5. Adventitious bud formation was stimulated by the pretreatment of cutting material with 50 ppm 6-benzylamino purine solution. By paper chromatography, the extract from the cutting pieces showed considerably high cytokinin activity in the same zone as zeatin. The activity gradually increased until adventitious bud primordia manifested themselves, though it was suppressed in the cutting pieces where bud primordium failed to differentiate. Thus, it was suggested that there is a close relationship between bud formation and cytokinin activity of the cutting material.

緒 言

リング栽培の合理化を目的として、わい性台木の導入が注目され、なかでも英国 East Malling 試験場育成のわい性台木に関心がよせられている。しかしながら、簡単に行なえるわい性台木の大量栄養繁殖法がないため、台木を安価に確保することがむずかしく、わが国におけるわい性台木普及の障害の一つともなっている。今日まで最も多く行なわれている繁殖法は盛土取木法である(2, 3, 5, 13, 21)。筆者らはこの問題を解決する試み

として盛土取木法以外の繁殖法について検討し、先にえん枝法の改良法をえん枝変法として考案した(10)が、さらに根ざし法が最も得率の高い繁殖法であることを明らかにするとともに、根ざしに関連する組織的ならびに生理的知見の二三を得たのでその結果を報告する。

材料および方法

供試材料は、1961年、米国 New York 州農試 Brase S. C. 氏より送付を受け、1969年まで山形大学農学部(山形県鶴岡市)において、その後は塩野義製薬油日ラボラトリーズ(滋賀県甲賀町)において育成管理した

1978年 3月25日 受理

M 7 のリンゴわい性台木母本より採取した。

根ざしは、1972年2月17日に、よしず1枚の日覆をした山砂のさし木床に地上1~2cm出して直ざしした。さし穂の太さ別では、根の直径2~9mmのものを5段階に分け、長さ15cmで、それぞれ10本ずつをさし木した。さし穂の長さ別では、直径3.3~5.5mmの根を長さ10, 7および3cmに切断してさし穂とした。また根元から長さ45cmの根10本を採り3等分し、茎極側部分、中間部分および根極側部分に分けて各部分別にそれぞれ同様にさし木した。掘り上げ調査はいずれも11月17日に行なった。

根ざしと盛土取木およびえん枝変法との比較は、1972年2月17日に掘り上げた2年生母木各5本を供試して行なった。根ざしは、直径3mm以上の根を切りとって15cmのさし穂とし、クロボクのさし木床に直ざしした。調査は11月20日に掘り上げて行なった。盛土取木は、2月17日にクロボクは場に植えつけ、3cmに切り戻した。発生した新しょうが20~50cmになった8月7日に枝のまわりに盛土した。さらに8月21日、9月5日の2回盛土を行なって、11月22日に掘り上げて調査した。えん枝変法は、5月22日に母木を湾曲して催芽させ、さらに数回湾曲角度を修正して新しょうを揃え、6月23日に覆土し、11月20日に掘り上げ調査した。

根における不定芽の発生を組織的に明らかにするため顕微鏡観察を行なった。1973年2月21日、長さ15cm、直径3~4mmの根を50本採取し、地下30cmに埋藏した後、4月4日に掘り出して、10本をFAAで固定し、残り40本をクロボクのさし木床に、上端1cmを地上に出して直ざしした。さし木後1週ごとに10本ずつを掘り上げ直ちにFAAで固定した。各時期の固定したさし穂について茎極側3mmを除いて1.5cmの間を5mmずつに3等分し、常法にしたがって*t*-ブタノール系列で脱水し、パラフィンに包埋し、軟化処理(60% EtOH: 酢酸=4:1混液に浸漬)した後、約10μの連続切片とし、Heidenhainの鉄ヘマトキシリンで染色し観察した。

根ざしの発芽および発根に対する外生植物生長調節物質の影響を、1977年9月21日に掘り上げた根を供試して調査した。根の直径4~7mm、長さ12cmの根を切断しさし穂とした。6-benzylamino purine (BA-BA液)の5, 50および500ppm溶液にさし穂の茎極側2cmを24時間浸漬処理した後さし木し、また3-indolebutyric acid (IBA-オキシベロン液剤)の2.5, 5, 10, 20および30ppm溶液に根極側を同様処理した後さし木した。さらに、BA 50ppm溶液を根極側に、IBA 30ppm溶液を

茎極側にそれぞれ逆処理した区を設けた。いずれも9月22日、クロボク土壌をつめたさし木床(54×34×20cmのポリバット)に各区20本ずつさし穂の茎極部分を地上に0.5~1cm出してさし木し、ガラス室(20~27°C)に搬入して管理した。1978年1月10日掘り上げ調査を行なった。

根ざしの発芽および発根と内生植物生長調節物質との関係を明らかにするため、さし穂中のサイトカイニン類およびオーキシン類を経時的に測定した。1977年9月21日に掘り上げた直径4~7mm根を、長さ12cmに切断してさし穂とした。さし穂は、水洗した後砂土をつめたさし木床に茎極側2cmを地上に出して直ざしした。また根極側を地上に出したものを逆ざしとした。さし穂は、さし木後3日、8日、13日および21日に掘り上げて、簡単な水洗の後3等分した。茎極側部分と根極側部分をドライアイスメタノールで凍結して乾燥し、ミキサーで粉碎した後-20°Cで貯蔵した。

サイトカイニン類の測定は、Hoadら(7)の方法に準じて、凍結乾燥粉碎サンプル40gを80%メタノールで抽出した。抽出は-20°Cで3日間ずつ2回行なった。抽出液を混合し、東洋ろ紙No.2でろ過、残渣はさらに80%メタノールで再抽出した後ろ過した。ろ液を合わせて35°Cで減圧濃縮した後、抽出した水層を15時間凍結した。抽出した水層は遠沈(4,000G 15分)した後、上澄液を2N-HClでpH3.0に調整した。調整水層はダウエキスカラム(50W×8H⁺:20-50メッシュ径1.5cm長さ20cm)に1分間1.0mlの割合で通した。70%メタノール100ml、蒸留水500mlで洗浄した後、2N-NH₄OH 150ml、5N-NH₄OH 400mlで溶出した。溶出液は35°Cで減圧濃縮し、2N-HClでpH7.0に調整した後、2倍量の水飽和*n*-ブタノールで4回分液抽出した。ブタノール層は35°C減圧乾固した後少量の70%メタノールに溶かした。メタノール溶液全量を東洋ろ紙No.52(40×40cm)にスポットし、*n*-ブタノール:25%アンモニア=4:1(v/v)の溶媒で30cm展開した。展開ろ紙はRf値にしたがって10等分し、さらに各ストライプを5等分し、それぞれをたんざく様にきざんで試験管に入れ直接M & B培地10mlを注入した。1.5気圧15分間オートクレーブにかけた後常法にしたがってタバコ(ウィスコニン No.38)カルスによる検定を行なった。

オーキシン類の測定は、常法に準じてサンプル40gをサイトカイニン類の場合と同様メタノールで抽出、ろ過後35°C減圧濃縮して2N-HClでpH3.0に調整し、等量の酢酸エチルで3回分液抽出を行なった。酢酸エチル層については2%NaHCO₃で3回分液抽出し、重層をpH3.0に調整した後、さらに酢酸エチルで分液抽

出し、この酢酸エチル層を酸性分画とした。また、水層については、2% KCl で pH 6.5 に調整後、さらに水飽和 *n*-ブタノールで分液抽出しこのブタノール層を水溶性分画とした。酸性分画の酢酸エチルおよび水溶性分画のブタノールを、35℃ 減圧乾固した後、少量の 70% メタノールに溶かした。メタノール溶液 1/4 量（サンプル 10g 相当量）を東洋ろ紙 No. 52 (40×40 cm) にスポットし、イソプロパノール：28%アンモニア：水=10：1：1(v/v/v) の溶媒で 20cm 展開した。展開ろ紙は Rf 値にしたがって 10 等分し、さらに各ストライプを 3 等分し、それぞれをたんざく状にきざんで試験管に入れ、蒸留水 3 ml を注入して 2 時間抽出し、その抽出液を用いてアペナ（ビクトリー No. 1）子葉しょう伸長による検定を行なった。

結 果

1. さし穂の相違と根ざしの発芽および発根
さし穂の太さの相違と根ざしの発芽、発根との関係を第 1 表に示した。

2 月 17 日にさし木して、4 月 28 日さし穂の上部に不定芽の発生を認めた。11 月 17 日に掘り上げて調査した結果、不定芽の発生率はさし穂の直径にかかわらず、70% 以上であった。不定芽の発生数はさし穂 1 本あたり 2 以上のものがあり、不定芽発生個体それぞれの不定根の発生は 6.7~15.5 本であった。つぎにさし穂の長さの相違と根ざしの発芽、発根との関係を第 2 表に示した。不定芽の発生率は、さし穂の長さ 10cm で 80%、7cm で 60%、3cm で 20% であり、さし穂の長いものほど不定

第 1 表 さし穂の太さの相違がリンゴわい性台木 M 7 の根ざしの不定芽ならびに不定根の発生に及ぼす影響

さし穂の直径	不定芽を発生したさし穂数(同%)	発生した芽数	不定芽発生位置*	発生新しう(平均)		不定根(平均)	
				長さ	直径	長さ	数
mm				cm	mm	cm	本
7~9	8 (80)	10	1.1	8.6	2.3	5.5	10.4
5~6.9	7 (70)	7	1.3	4.9	2.5	2.5	6.7
4~4.9	9 (90)	10	1.2	7.1	2.0	7.2	12.1
3~3.9	9 (90)	10	2.4	6.5	2.4	8.0	15.5
2~2.9	9 (90)	9	1.2	2.8	1.5	3.1	8.1

注：各区 10 本さし木 2 月 17 日。調査 11 月 17 日。* 茎極からの距離

第 2 表 さし穂の長さの相違がリンゴわい性台木 M 7 の根ざしの不定芽ならびに不定根の発生に及ぼす影響

さし穂の長さ	不定芽を発生したさし穂数(同%)	発生した芽数	不定芽発生位置*	発生新しう(平均)		不定根(平均)	
				長さ	直径	長さ	数
cm				cm	mm	cm	本
10	8 (80)	8	1.2	4.0	2.1	7.2	7.7
7	6 (60)	6	1.1	3.4	1.8	5.1	7.8
3	2 (20)	2	0.9	0.7	1.2	0.2	1.0
無切断 35.4	7 (70)	10	1.7	9.1	2.5	6.8	20.8

注：各区 10 本、さし木 2 月 17 日、調査 11 月 17 日。* 茎極からの距離

芽発生率が高く、短いものほど低かった。また不定根の発生もさし穂の短いものは少なかった。

さし穂の採取部位と根ざしの発芽および発根の関係は第 3 表に示したとおりで、不定芽の発生率は茎極側部分で 90%、中間部では 70%、根極側部分では 80% であり、根のどの部分をさし穂に用いても不定芽が発生することを認めた。

2. 根ざし法、盛土取木法ならびにえん枝変法と採苗数

根ざし法によるさし木、盛土取木法およびえん枝変法によって得られた採苗数の相違を第 4 表に示した。

根ざし法は、1 本の 2 年生母木から、さし木当年に採苗個体 25.7 本、うち直ちに接ぎ木し得る径 7 mm 以上の個体 3.5 本、さらに育成する必要のある径 6.9 mm 以下の個体が 22.2 本であった。これに対し、えん枝変法では、採苗個体 9.6 本、径 7 mm 以上 3.6 本、6.9 mm 以下 6.0 本、盛土取木法は、採苗個体 3.4 本、径 7 mm 以上 2.4 本、6.9 mm 以下 1.0 本であった。

第 3 表 さし穂の採取部位の相違がリンゴわい性台木 M 7 の根ざしの不定芽ならびに不定根の発生に及ぼす影響

さし穂部位	直径	不定芽を発生したさし穂数(同%)	発生した芽数	不定芽発生位置*	発生新しう(平均)		不定根(平均)	
					長さ	直径	長さ	数
	cm				cm	mm	cm	本
茎極側部分	4.9	9 (90)	11	1.5	7.6	2.1	9.1	13.2
中間部分	3.8	7 (70)	9	1.0	3.4	1.7	8.2	9.8
根極側部分	3.0	8 (80)	10	1.3	2.9	1.4	3.0	7.9

注：各区 10 本、さし穂長さ 15cm、さし木 2 月 17 日、調査 11 月 17 日、* 茎極からの距離

第 4 表 リンゴわい性台木 M 7 の繁殖法別による採苗数の相違

繁殖方法	根ざしまたは植えつけ時の母木			掘り上げ時		
	母木の径	根数	根長	採苗個体数	径 7 mm 以上の個体数	径 6.9 mm 以下の個体数
	mm	本	cm	本	本	本
根ざし法	7.8	30.2	31.1	25.7 (100.0)	3.5 (13.6)	22.2 (86.4)
盛土取木法	9.5	29.8	27.2	3.4 (100.0)	2.4 (70.6)	1.0 (29.4)
えん枝変法	7.7	43.2	29.8	9.6 (100.0)	3.6 (37.5)	6.0 (62.5)

注：() は採苗個体数を 100 とした比数

タイプⅠ ×100

タイプⅡ ×160

タイプⅢ ×100

タイプⅣ ×40

タイプⅤ ×40

第1図 リンゴわい性台木 M7 の根ざしにおけるさし穂根からの不定芽形成

- I. 皮層柔細胞より小型で、原形質に富む細胞群
- II. Iと同様な細胞群で、その周囲に表皮状の細胞列があるもの
- III. IIより複雑な形状で、ひた（葉原基）が1～4個できたもの
- IV. IIIよりもひたが多いもの
- V. 根の皮層、外皮を突き破って発生した不定芽の縦断面

3. さし穂における不定芽の組織的観察

根ざしを行なったさし穂(根)の皮層中には、周囲の柔細胞より小さく、細胞壁のうすい Fast Green によく染まる始原細胞群(初生分裂組織)から、不定芽の形を示すものまでが(以下合わせて細胞群と記す)認められた。また、さし木時における細胞群の分布を5個体についてみると第5表のとおりで、個体によって差があり、また3等分した部分においても分布は均等でなかった。

これらの細胞群は変化に富むため、小型で細胞壁の薄い細胞群で、まだ原表皮がみられないもの(タイプⅠ)から、根の外皮を突き破って露出した不定芽(タイプⅤ)までを、便宜的に5段階に分類し、その形状を第1図に示した。タイプⅠに属する細胞群はどの採取時期のさし穂にもかなり多く見られ、タイプⅤはさし木後28日ではじめて認められた。なお、タイプⅤに属する細胞群はすべて維管束との連絡が確かめられたが、タイプⅠ～Ⅳのものでは連絡のあるものとないものの両方が認められ、タイプⅣに属する細胞群でも28個中9個は連絡が認められなかった。

不定芽の分化、発達はタイプⅠからⅤの形をとると考えられるが、タイプⅠの形状のものが、すべて不定芽に発達するとは言いがたい。そこで細胞群の形状の推移をうかがうため、タイプⅠを除外してⅡ～Ⅴの割合を、各

第5表 リンゴわい性台木 M 7 の根ざし時における
さし穂皮層の柔細胞とは異なる細胞群の分布

さし穂反復個体	細胞群数*			
	茎極からの距離 (mm)			
	0～5	5～10	10～15	計
A	2	2	0	4
B	0	1	2	3
C	2	3	0	5
D	0	0	0	0
E	1	0	5	6
計	5	6	7	18

注：* タイプⅠ、ⅡおよびⅢの細胞群

D個体は茎極から15mm以上の部位において細胞群を観察した。

第6表 リンゴわい性台木 M 7 の根ざしさし穂皮層の
柔細胞とは異なる細胞群タイプⅡ～Ⅴの分布割合

さし穂 採取時期	タイプ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
さし木時(4月4日)		60%	40%	0%	0%
さし木後	7日	37	56	7	0
〃	14日	39	53	8	0
〃	21日	30	20	50	0
〃	28日	5	32	49	14

採取時期についてみた結果を第6表に示した。

さし穂の採取時期別に最も分布の多いタイプの細胞群は、さし木時にタイプⅡ、さし木7日後Ⅲ、14日後Ⅲ、21日後Ⅳ、28日後Ⅳであり、さし木後日数が経過するとともに芽(タイプⅤ)へと移る傾向を示した。

4. BA および IBA 処理と根ざしの発芽および発根

さし穂の茎極側への BA 処理と根ざしの発芽および発根との関係を第7表に示した。

不定芽の発生したさし穂個体%は、無処理70%に対し、BA 5ppm 80%, 50ppm 90%と高くなり、発生した不定芽数も著しく多く、50ppm 処理区ではさし穂1本当たり3.5にもなった。BA 500ppm では、高濃度による障害によって不定芽の発生さし穂個体%は45%と低くなり、不定芽を発生しなかったさし穂はすべて枯

第7表 さし穂の根極側への BA 浸漬処理がリンゴわい
性台木 M 7 の根ざしの不定芽ならびに不定根の
発生に及ぼす影響

BA 濃度	不定芽を発生した さし穂数(同%)	発生した 不定芽数	不定根を発生した さし穂数(同%)
無処理	14 (70)	32	15 (75)
5ppm	16 (80)	46	15 (75)
50	18 (90)	63	17 (85)
500	9 (45)	33	6 (30)

注：各区20本、さし木9月22日、調査1月10日

第8表 さし穂の根極側への IBA 浸漬処理がリンゴわい
性台木の M 7 の根ざし不定芽ならびに不定根
の発生に及ぼす影響

IBA 濃度	不定芽を発生した さし穂数(同%)	発生した 不定芽数	不定根を発生した さし穂数(同%)
無処理	14 (70)	32	15 (75)
2.5ppm	11 (55)	14	10 (50)
5	13 (65)	20	12 (60)
10	13 (65)	18	13 (65)
20	10 (50)	15	10 (50)
30	9 (45)	12	9 (45)

注：各区20本、さし木9月22日、調査1月10日

第9表 さし穂の茎極側および根極側への BA (50ppm)
および IBA (30ppm) 浸漬処理が、リンゴわい性台
木 M 7 の根ざしの不定芽ならびに不定根の発生に
及ぼす影響

処 理 区	不定芽を発生 したさし穂数 (同%)	発生し た芽数	不定芽発 生位置* (cm)	不定根を発生 したさし穂数 (同%)
無処理	14 (70)	32	1.8	15 (75)
茎極側 BA	18 (90)	63	2.4	17 (85)
根極側 BA	8 (40)	26	7.8	0 (0)
茎極側 IBA	0 (0)	0	—	20 (100)
根極側 IBA	9 (45)	12	1.4	9 (45)

注：各区20本、さし木9月22日、調査1月10日、* 茎極
からの距離

死した。不定根の発生は、BA 5~50 ppm で大差なく、500 ppm 処理において著しく抑制された。

さし穂の根極側への IBA 処理と根ざしの発芽および発根との関係を第 8 表に示した。

不定芽の発生は無処理において最も高く、IBA 処理は 20 ppm 以上の高濃度処理で抑制する傾向を示した。また発生した不定芽数は、IBA 処理において無処理よりも

いずれも著しく少なかった。不定根の発生も、不定芽の発生とはほぼ同様の傾向を示し、IBA 30 ppm の高濃度処理では発生を抑制した。さし穂の茎極側への BA、根極側への IBA 処理と、その逆処理が根ざしの発芽および発根に及ぼす影響を第 9 表に示した。

茎極側への BA 処理により不定芽発生は促進され、一方根極側へ BA 処理をすると不定芽の発生部位が根極側

第2図 リンゴわい性台木 M 7 の根ざしさし穂抽出物におけるサイトカイニン様活性

へ移動し、不定根の発生をまったく認めなかった。

茎極側への IBA 処理は不定芽の発生を完全に抑制する一方、不定根の発生を促進し、根極側への IBA 処理は不定芽の発生、不定根の発生ともに抑制した。

5. 根ざしさし穂における内生植物生長調節物質の変化

さし木後、その茎極側より不定芽の発生が確認できるまでの期間中、さし穂抽出物に含まれる内生植物生長調節物質の変化を、第2図、第3図および第4図に示した。

サイトカイニン様活性は、Rf (0~0.2) および Rf (0.3~0.7) に認められ、とくに後者で著しかった。茎極側のサイトカイニン様活性は、不定芽の発生が確認できるさし木 21 日後まで増加する傾向を示した。根極側部の活性は、さし木後 13 日までは茎極側におけるそれに比べ低かったが、21日後には急増し茎極側と同程度の活性を示した。逆ざしの場合、根極側および茎極側ともにさし木後8日までサイトカイニン様活性は増加したがその後は減少した。

さし穂抽出物の酸性ならびに水溶性分画に含まれるオーキシン様促進物質をアペナ子葉しょう伸長テストでみると、両分画ともに活性は低くわずかに茎極側より根極

側の活性が高い傾向を認めた。しかし、さし木後 21 日までの間に一定の傾向はなかった。

考 察

リンゴ属植物の根ざしに関しては、古く Luke (12), Yerkes (19) らの報告があり、わが国でもリンゴ台木の増殖の一方法として根ざしは黒上(11), 大野(16), 堀江(8)らによって述べられている。しかしながら、根ざしの有利性について言及されたこともなかったし、現実の繁殖法として広く用いられていることもなかった。

根ざしのためのさし穂は、根の太さのいかにかわらず、またいずれの根の部位からのさし穂でも、条件が充足されれば不定芽ならびに不定根が発生することを認めた。さし穂の長さとしては、10 cm 以上にすることが、安定した不定芽ならびに不定根の発生を得るために必要と考えられた。

リンゴわい性台木の繁殖法別による採苗数を基準として、1本の母木を春植えもしくは春ざししてから得られた増殖新個体のうち、新しょう径 7 mm 以上のものは翌年に、6.9 mm 以下のものは翌々年にすべて新らたな繁殖用母木に使用すると仮定して、4年間に得られる繁殖法別採苗数を直ちに接ぎ木可能な径 7 mm 以上の個体と、さらに1年以上育成の必要な 6.9 mm 以下の個体とに分

第3図 リンゴわい性台木 M 7 の根ざしさし穂抽出物におけるサイトカイニン様活性 (Rf 0.3~0.7) のさし木後経時変化

第4図 リンゴわい性台木 M 7 の根ざしさし穂抽出物におけるオーキシン様活性 (アベナ子葉しょう伸長テスト)

けて計算した。盛土取木法では、それぞれ、1年目秋7 mm 以上2.4本、6.9 mm 1.0本、2年目秋8.2本、3.4本、3年目秋52.4本、20.8本、4年目秋209.4本、112.7本となり、えん枝変法では、1年目秋7 mm 以上3.6本、6.9 mm 以下6.0本、2年目秋13.0本、21.6本、3年目秋64.8本、114.0本、4年目秋324.7本、550.8本となる。これに対し根ざし法では、1年目秋7 mm 以上3.5本、6.9 mm 以下22.2本、2年目秋12.3本、77.7本、3年目秋120.8本、765.9本、4年目秋694.1本、4,406.6本となって、根ざし法が盛土取木法およびえん枝変法に比べて、増殖効率の著しく優れた方法であることが明らかとなった。とくに少数個体から急速に多数個体を得るためには有効と考えられた。最も増殖効率の劣った盛土取木法が評価されるのは、繁殖母木が十分確保されている場合である。

Siegler ら(18)は *Crab apple*, *Vermont 323*, *Delicious apple* および *Florence crab* の根の組織を観察して、いろいろな形状の shoot primordia が存在することを報告している。

根ざしのさし穂における各タイプの細胞群の位置づけを、不定芽の発生および発達との関連でみると、タイプⅠに属する細胞群はいずれの採取時期のさし穂においても存在が認められ、おそらくタイプⅡの前段階にあるものと考えられるが、そのすべてがタイプⅡ以降の細胞群と関係があるかどうかは明らかでない。タイプⅡ以降の細胞群では、さし木後の日数の経過とともに、最も多くみられる細胞群が次第にタイプⅤへと移り、しかもタイプⅤに属する細胞群はすでに外皮を突き破って外部形態的にこぶ状の隆起から不定芽の発生へと結びついた。したがって、タイプⅡからタイプⅤへの変化は、不定芽の根ざしさし穂組織内の発達の変化を示したものと考えられた。また、不定芽の発生につながる細胞群の分布は、個体により粗密の差はあるが、すべてのさし穂において認めた。このことは不定芽を発達させる条件さえ与えられれば、根のいずれの部位からでも不定芽の発達が期待できることを示したもので、根のどの部位をさし穂に用いても不定芽を発生したこととよく一致する。

リンゴ属植物にかぎらず、一般にさし木とくに休眠枝ざしならびに縁枝ざしにおいては、その発根促進のために植物生長調節物質とくに IBA 処理が賞用されており、リンゴわい性台木についても報告は少なくない(1, 4, 6)。しかしながら、根ざしの場合においては、さし穂自体が根の切片であるので不定芽発生の有無が根ざし繁殖の鍵となっている。

これまでに、尾形(15)はリンゴ台木の根における器官

形成と植物生長調節物質との関係を報告しているが、筆者らは芽の形成を促進するサイトカイニン(13)として BA を、発根を促進するオーキシンとして IBA をさし穂に処理し、外生植物生長調節物質と発芽発根との関係を明らかにした。同時にさし穂の発芽発根と内生植物生長調節物質との関連についても検討した。

不定芽の発生が期待されるさし穂の上部(茎極側)に BA、不定根の発生が期待されるさし穂の下部(根極側)に IBA 処理した結果では、5~50 ppm の BA は明らかに不定芽を発生促進したが、不定根の発生では無処理との差異はなかった。一方 2.5~20 ppm IBA は、不定芽ならびに不定根の発生ともに著しい影響をおよぼさず、IBA 30 ppm になると抑制が認められた。

BA 処理の場合、さし穂の茎極側に処理すると著しく不定芽の発生を促進するのみでなく、根極側に処理しても不定芽を発生しその発生部位が根極側へ移動することから、サイトカイニン処理と不定芽の発生とは密接に関係していることは明らかである。

種々の植物において、根がサイトカイニン合成の場であることを示唆する報告は多い。Short ら(17)は直接エンドウの実生の根からサイトカイニン物質を抽出し、リンゴにおいては Jones (9) が根からいつ(溢) 泌液中にサイトカイニン物質の存在することを報告している。

本実験においても、さし穂の抽出物中に高いサイトカイニン活性がみられ、とくに Rf によってゼアチンが含まれると考えられる Rf 0.3~0.7 に強い活性を認めた。しかし、根にはゼアチンリポンドやその結合物が存在するとの報告(20)もあり、今後さらに精密な分析検討の余地がある。

通常のさし木および内生植物生長調節物質の分布が変動すると考えられる逆ざしにおいて、さし穂抽出物中のサイトカイニン活性の経時的変化をみた。不定芽がこぶ状に確認できるさし木後 21 日まで、茎極側のサイトカイニン活性は次第に高くなった。しかし、根ざし後 21 日まで茎極側、根極側ともに不定芽発生の兆候のなかった逆ざしでは、茎極側、根極側ともにさし木後 8 日をピークに活性は低くなった。したがって、外生的な BA 処理の結果とも関連して、根ざしにおける不定芽形成と、その形成部位の内生サイトカイニン活性の高まりは密接に関係していると考えられた。しかしながら、逆ざしにおいても長期間おくとさし床土中の茎極側に不定芽の発生が認められた。通常のさし木、逆ざしともに不定芽の発生部位が茎極側であること、および通常のさし木根極側のサイトカイニン活性がさし木後 21 日で高いことなどから、サイトカイニン類以外にも不定芽の形成を調節し

ている物質の存在する可能性がある。

つぎに、オーキシンについては枝ざしの場合、町田ら(14)がさし穂の基部に不定根が形成される時期にオーキシンの活性が高まることを観察している。しかし根ざしの場合、不定芽がこぶ状に確認できる時点でも不定根の発生は認められず、オーキシン類が存在する酸性ならびに水溶性分画のオーキシン活性も、わずかに根極側で茎極側より高い傾向を示したが、両者の間に著しい差はなかった。また経時の変化にも一定の傾向は認められなかった。このことは根ざしの場合、IBA処理が直接発根を促進しなかったことと関連していると考えられた。

以上の結果から、リンゴわい性台木 M 7 の急速増殖には根ざしが盛土法、えん枝変法などの取木法に比べて最も得率の高い繁殖法であること、およびその不定芽の発生促進には、サイトカイニン類である 6-benzylamino purine(BA) 処理が効果のあることが明らかとなった。

摘 要

1. リンゴわい性台木 M 7 の根ざしによる繁殖について検討するとともに、根ざしに関連する組織的ならびに生理的実験を行なった。

2. その結果、根ざしのためのさし穂は、根のいずれの部位から採取したものでも、また太さにはかかわりなく不定芽ならびに不定根が発生した。安定した不定芽ならびに不定根の発生は、さし穂の長さ 10 cm 以上で得られた。

3. 根ざし法による急速増殖効率は、盛土取木法ならびにえん枝変法のそれより著しく優れた。

4. さし穂の皮層中に周囲の細胞とは異なるタイプ I ～タイプ V にわけられる細胞群が観察された。さし木後の日数の経過とともに、最も多くみられる細胞群はタイプ II ～タイプ V へと移り、さし穂組織内における不定芽の発達過程を示しているものと考えられた。

5. さし穂に 6-benzylamino purine 50 ppm を浸漬処理すると不定芽の発生を促進し、一方さし穂抽出物中にはペーパークロマトグラフにおいて、ゼアチンに相当するフラクションに高いサイトカイニン活性が認められた。サイトカイニン活性は、さし木後不定芽発生の兆候を示す時期まで次第に強くなり、不定芽の形成と形成部位の活性は密接に関係していることが明らかであった。

謝 辞 本実験にあたって有益な助言とご配慮をいただいた塩野義製薬(株)油日ラボラトリーズ長片桐謙博士および種々協力をいただいた油日ラボラトリーズ岡田益広氏に謝意を表する。

引用文献

1. ASHIRU, G. A. and R. F. CARLSON. 1968. Some endogenous rooting factors associated with

rooting of East Malling II and Malling-Merton 106 apple clones. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 92 : 106—112.

2. BRASE, K. D. 1956. Propagating fruit trees. New York State Agr. Exp. Sta. Bull. No. 773.
3. CARLSON, R. F. and H. B. TUKEY. 1955. Cultural practices in propagating dwarfing rootstocks in Michigan. Quarterly Bull. of Michigan Agr. Exp. Sta. 37 : 492—497.
4. DOULD, S. L. and R. F. CARLSON. 1972. Propagation method of fruit tree cultivars from hardwood cuttings. Fruit Varieties. 26 : 80—83.
5. 藤根勝栄. 1971. リンゴわい性台木の繁殖法・農及園. 46 : 487—490.
6. 神 昭三・藤根勝栄. 1973. リンゴわい性台木のさし木繁殖. 昭和 48 年度園芸学会研究発表要旨.
7. HOAD, G. V., B. R. LOVEYS. and K. G. M. SKENE. 1977. The effect of fruit removal on cytokinins and gibberellin-like substances in grape leaves. Planta 139 : 25—30.
8. 堀江聰男. 1967. 挿木と接木の仕方, 金園社.
9. JONES, O. P. 1973. Effects of cytokinins in xylem sap from apple trees on apple shoot growth. J. Hort. Sci. 48 : 181—188.
10. 金沢 昇・行永寿二郎・苦名 孝. 1971. リンゴわい性台木の増殖に関する実験(第 1 報) EM VII および EM IX 台木におけるえん(偃)枝変法. 農及園. 46 : 1203—1204.
11. 黒上泰治. 1962. 果樹園芸各論(中). 養賢堂.
12. LUKE, F. K. 1898. Fruit trees from cuttings. J. Columbus Hort. Sci. 13 : 95—99.
13. 増田芳雄・勝見允行・今関英雅. 1971. 植物ホルモン. 朝倉書店.
14. 町田英夫・藤井利重. 1967. 挿木における不定根形成に関する研究(第 1 報)挿穂内オーキシン活性と発根との関係. 園学雑. 36 : 438—444.
15. 尾形亮輔. 1976. 台木の増殖法に関する研究(予報)根からの新梢, カルス, 根の発生. 昭和 51 年度園芸学会秋季大会発表要旨.
16. 大野正夫. 1973. 果樹の接木, 挿木と高接更新. 博友社.
17. SHORT, K. C. and J. G. TORREY. 1972. Cytokinins in seedling roots of pea. Plant Physiol. 49 : 155—166.
18. SIEGLER, E. A. and J. J. BOWMAN. 1939. Anatomical studies of root and shoot primordia in 1-year apple roots. J. Agr. Res. 58 : 795—803.
19. YERKES, G. E. 1926. Propagation of apple by root cuttings and layers. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 23 : 93—98.
20. YOSHIDA, R. and T. ORITANI. 1973. Cytokinin glucoside in roots of rice plant. Plant and Cell Physiol. 13 : 337—343.
21. ZEIGER, D. and H. B. TUKEY. 1960. An historical review of the Malling apple rootstocks in America. Michigan State Univ.