リンゴ樹の生育に及ぼす ACLSV フリー M. 9 台木の影響

小池洋男・牧田 弘*・塚原一幸*

長野県果樹試験場 382 須坂市小河原

Effect of an Apple-Chlorotic-Leaf-Spot-Virus Free M. 9 Rootstock on the Growth of Apple Trees.

Hiroo Koike, Hiromu Makita and Kazuyuki Tsukahara.

Nagano Fruit Tree Experiment Station, Suzaka, Nagano 382

Summary

Marubakaido (*Malus prunifolia* Bork, var. *ringo* Asami) has been used as the main understock with dwarfing interstems, such as M. 9 and M. 26, for apple trees in Japan because it can easily be propagated by hardwood cuttings. The use of M. 9 as an interstem with Marubakaido resulted in severe growth retardation or death of trees because the M. 9 introduced into our area was infected with the apple-chlorotic-leaf-spot virus (ACLSV) to which Marubakaido is highly susceptible. Furthermore, when M. 9 was used as a rootstock, a similar reduction in tree growth occurred.

ACLSV-free clone, M. 9- (minus), was developed from heat-treated shoot tips of M. 9 rootstock. The influence of this clone as a rootstock for 9 seasons and as an interstem for 4 years on the growth and yield of apple trees was evaluated in comparison with ACLSV-free M. 26 rootstock.

1. 'Fuji'/M. 9- scion/stock combination was smaller than 'Fuji'/M. 26 after 9 growing seasons. A severe growth reduction observed on 'Fuji'/M. 9 combination in the previous experiment was not observed in this study. Cumulative yield per trunk cross-sectional area was higher in M. 9- than it was in M. 26. It was not clear whether ACLSV or other latent viruses were responsible for the severe growth reduction. We determined that M. 9- is a promising rootstock for controlling the size of apple trees if the trees are planted at distances of 1.5×4 to 2×4.5 m.

2. When Marubakaido-N1, a weeping subclone selected from Nagano Prefecture, was used as the understock for 'Sekaiichi', 'Tsugaru' and 'Fuji' with M. 26 and M. 9- as the interstems, the 4-year-old trees with M. 26 grew less vigorously and produced smaller fruit than did the same combinations with M. 9- interstem. The incidence of burrknots and trunk flattening was more severe on M. 26 interstems; these 2 conditions may be related to the greater growth retardation on this rootstock. We consider M. 9- to be more promising than M. 26 as an interstem for controlling the size of apple trees.

緒 言

リンゴには多数の潜在ウイルスが確認されており (Cummins・Aldwinkle, 1983; Yanase, 1974), 日本では, マルバカイドウ台木樹に発生する高接ぎ病が apple-chlorotic-leaf-spot virus 普通系 (ACLSV) に起因することが報告されている (Yanase・Sawamura, 1972). わが国では, 発根の劣るわい性台木を, この

マルバカイドウの挿し木苗に接いで繁殖することが多いが, 導入された M. 9 には ACLSV が潜在感染していたため, 高接ぎ病による生育障害や枯死が発生し, このわい性台木を中間台木 (interstock) としては使用できなかった. また, 長野県内では, この M. 9 を台木 (rootstock) として利用した場合でも, ACLSV 感受性のマルバカイドウが用いられていないにもかかわらず, 枯死樹や台木部にキャンカ症状が発生するなどの問題が多かった.

そこで, 長野県果樹試験場 (以下, 長野果樹試とす

1992年5月25日 受理.

*現在: 長野県南信農業試験場.

る)で温熱処理法 (Cutting・Montgomery, 1973)によりウイルスをフリー化した M. 9 の特性を検討した結果、リンゴ樹に枯死が見られないなど、いくつかの興味ある知見が得られたので報告する。

また、マルバカイドウ長野 No. 1 (以下マルバカイドウ N1 とする) を台木 (understock) として用い、このウイルスフリー化した M. 9 を中間台木 (interstock) としたリンゴ樹の 4 年間の生育特性について、M. 26 の場合と比較した。ウイルスをフリー化した M. 9 を中間台木としたリンゴ樹の生育特性については、すでに久米ら (1985) も M. 9 A を用いた成績を報告している。

材料および方法

1. M. 9—と M. 26 台木リンゴ樹の生育比較

M. 9 台木の ACLSV のフリー化は、小型ビニールハウス内で 14 日間温熱処理 ($40^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$) する方法で行った。温熱処理は 1973 年 4 月に行い、処理後 M. 9 の新しう先端 1 cm を検定植物のマルバカイドウ N1 の挿し木苗に緑枝接ぎし、その年の 12 月に inner bark necrosis の発生によって潜在感染の有無を判定する方法 (Yanase, 1974) で検定を行った。また、inner bark necrosis の発生を認めない個体は、1974 年 3 月に再度、検定植物へ接ぎ木を行い、再検定をした後に ACLSV フリー個体として選抜し、これを M. 9—と名付けた。なお、本試験に用いた M. 26 ならびに穂品種は ACLSV フリーを検定済みの母樹から繁殖したものをを用いた。ACLSV 以外のウイルスの潜在感染については未検定である。

取り木法で増殖した M. 9—台木に‘ふじ’を接木し、1975 年の春に定植して栽培試験を行った。対照には M. 26 台木樹を用いた。台木の長さは 35 cm で、台木の地上部 10 cm を地上に露出させて定植した。試験は $1.5\times 4\text{ m}$ の南北列トレリス利用の並木植えで行った。処理区は 5 樹の 3 反復とし、整枝は slender spindle bush 整枝法 (Wertheim, 1968) に準じて行い、その他の栽培管理は果樹指導指針 (長野県, 1988) により実施した。

生育調査は樹高 (地上から最先端部までの高さ)、樹幅 (樹冠の広がり) の東西と南北方向の最大部の平均)、収量、平均果重、接ぎ木位置の上部 15 cm の幹断面積と年次別の幹断面積当たり収量を測定するとともに、台木の生産効率はその指標とされている幹断面積当たり累積収量 (Westwood・Roberts, 1970) を用いた。

2. マルバカイドウ N1 台木と組み合わせた M. 9—および M. 26 中間台木リンゴ樹の生育比較

台木には長野果樹試において台木試験用の栄養系個体 (枝垂れ性) として選抜、命名したマルバカイドウ N1 (Koike・Tsukahara, 1987) を用いた。

1975 年春、マルバカイドウ N1 台木に M. 9—と M. 26 を中間台木としたリンゴ苗木を、長野果樹試のほ場に定植した。中間台木の長さは 30 cm とし、穂品種には‘世界一’、‘つがる’、ならびに‘ふじ’を用いた。定植方法は栽植距離が $1.5\times 4\text{ m}$ の南北列トレリス利用並木植えとし、台木と中間台木の接ぎ木部が 5 cm 程度露出するように定植した。試験区は 1 区 10 樹の 1 反復とし、整枝および栽培管理は 1 の試験と同様とした。

生育調査は定植後 4 年目の樹高、樹幅、幹断面積 (中間台木と穂品種の接ぎ木部の上部 15 cm)、1 樹当たり収量、平均果実重、ならびに平均新しう長を測定した。また、中間台木部に発生したバーノット (気根束) についても観察調査を行った。

結 果

1. M. 9—と M. 26 台木リンゴ樹の生育比較

M. 9—および M. 26 台木を用いたリンゴ樹の定植後 9 年目の生育と果実生産効率を第 1 表に、年次別の幹断面積当たり収量を第 1 図に示した。

両台木区とも試験を実施した 9 年間に枯死樹または衰弱樹の発生は認められなかった。また、樹高と接ぎ木部の上 15 cm の幹断面積には使用台木間で有意差が認められ、M. 9—が M. 26 より高いわい化効果を示し

Fig. 1. Annual yield/TCA (trunk-cross-sectional-area) of 'Fuji' apple trees on ACLSV-free M. 9 (M. 9—) and M. 26.

Each point is the mean of three plots (5 replications per plot). ns, not significantly different; *, significantly different $p\leq 0.05$; **, significantly different $p\leq 0.01$.

た (第1表). 幹断面積当たりの収量も, 結実の始まった3年目および6年目の2年間を除き, M.9-台木樹がM.26台木樹より有意に高くなった (第1図). また, 9年目の幹断面積当たり累積収量もM.9-が多く, これらの結果からM.9-はM.26より明らかに高い果実生産効率が認められた. しかし, 平均果実重には両台木樹間に有意差が認められなかった (第1表).

2. マルバカイドウN1台木と組み合わせたM.9-およびM.26中間台木リンゴ樹の生育比較

定植後4年目の生育と収量を第2表, 中間台木部におけるバーノットの発生状況を第2図に示した. '世界一', 'つがる', ならびに 'ふじ' の3品種とも, M.9-中間台木の利用により十分なわい化効果が認められたが, 衰弱樹の発生はなく, 枯死樹もみられなかった. しかし, M.26の中間台木樹は幹断面積, 収量ならびに平均新しょう長がM.9-中間台木樹より劣り, 樹勢の衰弱が認められ, 平均果実重も劣った. と

くにM.26中間台木樹の '世界一' は, この傾向が顕著であった (第2表).

地上に露出させたM.9-とM.26 (長さ30cm) の中間台木部にはバーノットの発生が認められたが, その発生程度は, M.9-で少なく, M.26で多かった (第2図). バーノットの多発したM.26の中間台木部は扁平状態の肥大傾向を示した.

考 察

1. M.9-とM.26台木リンゴ樹の生育比較

日本国内で, リンゴのわい性台木を利用した密植栽培に関心が高まった1970年代の前半, 長野県ではわい化効果の高いM.9台木の利用が推奨された. しかし, 長野県に導入されたM.9台木を利用したリンゴ樹には, 結実が始まると枯死樹や台木部にキャンカ-症状が発生するなどの問題が多く, このため, この台木の使用は極めて少なくなった.

しかし, 本研究で用いたM.9-台木のリンゴ樹には台木部のキャンカ-症状や枯死樹は認められなかつ

Table 1. Growth and yield of 9-year-old 'Fuji' apple trees on M.9- and M.26 rootstocks.

Rootstocks	Tree height cm	Tree spread cm	TCA ^z cm ²	Yield /tree kg	Mean fruit weight g	Cumulative yield/tree kg	Cumulative yield/TCA ^y kg · cm ⁻²
M.9-	347	236	33	33.6	335	155.5	4.71
M.26	416	246	63	34.5	328	168.4	2.67
Significance ^x	*	NS	**	NS	NS	NS	**

^z Trunk-cross-sectional-area at 15 cm above the graft union.

^y Cumulative yield/TCA for 9 years.

^x NS, not significantly different; *, significantly different at $P \leq 0.05$; **, significantly different at $P \leq 0.01$.

Table 2. Comparisons between M.9- and M.26 as interstems on the growth of 4-year-old apple trees.

Interstem ^z /Understock	Tree height cm	Tree spread cm	TCA ^z cm ²	Yield /tree kg	Mean fruit weight g	Mean shoot length cm
Sekaiichi						
M.9-/Marubakaido N1	272 ± 60	211 ± 64	13.8 ± 1.5	8.9 ± 2.6	502	31 ± 10
M.26/Marubakaido N1	191 ± 52	109 ± 27	7.8 ± 2.0	6.3 ± 2.9	356	19 ± 8
Tsugaru						
M.9-/Marubakaido N1	227 ± 45	202 ± 17	7.8 ± 0.5	13.0 ± 2.7	250	33 ± 13
M.26/Marubakaido N1	247 ± 44	172 ± 36	8.4 ± 3.2	10.7 ± 3.0	225	30 ± 12
Fuji						
M.9-/Marubakaido N1	303 ± 15	240 ± 14	16.0 ± 0.5	16.1 ± 7.0	330	33 ± 9
M.26/Marubakaido N1	281 ± 45	254 ± 62	14.0 ± 1.1	9.7 ± 2.7	302	28 ± 10

^z Interstem length: 30 cm.

^y Trunk-cross-sectional area at 15 cm above the graft union.

Fig. 2. Typical appearance of M. 26 (A) and M. 9- (B) interstems on 'Fuji' apple trees showing more burrknots (a) on M. 26 than on M. 9-.

た。この結果から、従来の M. 9 台木に多発した枯死の発生には、ACLSV とは断定できないが、温熱処理によって M. 9 台木から除かれたなんらかのウイルスが直接または間接的に関係している可能性が考えられる。なお、ウイルスが潜在感染したわい性台木を用いた場合に疫病 (*Phytophthora cactorum*) の感染が増加することは Campbell (1969) も報告している。

果樹類の潜在ウイルスのフリー化とフリー化した台木の生育特性については多くの報告がある (Campbell, 1969; Cummince・Aldwinkle, 1983; Cutting・Montgomery, 1973; Parry, 1980; Sampson・Johnston, 1974)。East Malling Research Station で育成されたウイルスフリーの M. 9 EMLA 台木を用いたリンゴ樹は 50% 以上も強樹勢を示した例があり、わい性台木のウイルスフリー化によるわい化効果の低減が懸念されたが、M. 9 EMLA はわい化能力が M. 9 より劣る変異個体 (subclone) が増殖されたと推測されており (Ferree・Carlson, 1987)、最近はこの問題解決のための研究取り組みが多い (NC-140, 1991; Olien ら, 1991)。その結果として、9 年生の M. 9 EMLA 台木樹は M. 9 台木より多少強勢となるが、50% 以上も強勢を示すことはなく、M. 26 台木樹よりかなり小型になり、生産効率の優れることが報告されている (Olien ら, 1991)。

本研究で用いた M. 9- 台木も、Ferree・Carlson (1987) の指摘のようなウイルスフリー化による強樹勢化の問題はなく、M. 26 台木よりわい化効果が高く、果実の生産効率も高いことから、土壌の肥沃度や穂品種による生育差を考慮しても、 $1.5 \times 4 \text{ m} \sim 2 \times 4.5 \text{ m}$ 程度の栽植距離の密植栽培での利用性が極めて高いと考えられる。

2. マルバカイドウ N1 台木と組み合わせた M. 9- および M. 26 中間台木リンゴ樹の生育比較

M 系のわい性台木は気象適応性、土壌適応性、耐病性や材の強度が実生などの強勢台木に比べて劣るなどの欠点がある (Cummince・Aldwinkle, 1983; Norton, 1983)。そのため、それらの欠点を補完できる他台木と組み合わせて中間台木として利用する研究が近年多数報告されている (Autio・Southwick, 1986; Carlson, 1965; Carlson・Oh, 1975; Cummince, 1973; Lord ら, 1985; Parry・Rogers, 1968, 1972; Simons ら, 1986)。しかし、これらの中間台木研究では、台木に発根性の劣る MM. 106 や MM. 111 (Norton, 1983) が用いられており、中間台木樹の苗木生産には経費がかかるなどの問題点を残している (Cummince, 1973)。

そこで本研究では、挿し木発根性が優れるマルバカイドウ N1 を台木 (understock) として検討したが、M. 9- を中間台木として用いた 4 年生のリンゴ樹は適当なわい化傾向を示し、生産力が高い傾向を示した。これは、Simons ら (1986) が示している MM. 111 台木と組み合わせた M. 9 中間台木の特性に類似した結果であった。

一方、M. 26 中間台木樹は M. 9- 中間台木樹より小型樹となり、平均新しょう長や平均果重が劣り、衰弱樹勢を示した。とくに大果の生産が必要な「世界一」で樹勢衰弱が目立った。この結果は、Parry ら (1972) が M. 2 台木との組み合わせによる M. 26 と M. 9 の中間台木の比較試験で示した結果と類似している。なお、Parry ら (1972) が供試した台木と品種は、潜在ウイルスの ACLSV と ASPV (apple stem pitting virus) に感染しており、ウイルス感染の有無に関係なく M. 26 中間台木樹の樹勢が衰弱した両試験の結果から、樹勢衰弱の原因はウイルスとは考えにくい。むしろ、M. 26 の中間台木部には、M. 9- の中間台木部に比較して極めて多めのバーノットが発生して偏平状になったことから、Rom (1973) が示しているように、これらのバーノットが樹勢衰弱の要因とも考えられる。

従来のウイルスが潜在感染した M. 9 には多くの問題があったため、わが国ではわい性台木として M. 26 が主として用いられてきた。しかし、本試験の結果から、M. 9-を用いれば、台木としてだけでなく、中間台木としても極めて良好な結果が得られることが推察された。なお、本試験の結果から M. 9-を台木として利用したリング樹と中間台木として利用したリング樹の生育特性の比較を行うことは樹齢が異なるために難しいが、Norton (1983) が示しているように、高いわい化効果を求めるには台木としての利用が優れると予想される。

摘 要

M. 9 台木が潜在感染している ACLSV ウイルスを温熱処理によってフリー化し、この栄養系個体を M. 9-と命名して、その台木の特性について穂品種に‘ふじ’、中間台木としての特性については‘世界一’、‘つがる’ならびに‘ふじ’を用いて M. 26 との比較を行った。

1. M. 9-台木リング樹では、本試験期間中の9年間に、従来の M. 9 の場合のような枯死樹の発生を認めなかった。台木として用いた場合、M. 9-は M. 26 よりわい化効果が高く、果実の生産効率も高いことから、1.5×4 m~2×4.5 m 程度の栽植距離の密植栽培で利用性が高いと判断された。

2. マルバカイドウ N1 台木と組み合わせた4年生の M. 9-中間台木樹は、わい化効果と早期結実性に優れ、バーノットの発生が少ないため、M. 26 より高い実用性が認められた。M. 26 の中間台木部には M. 9-より多くのバーノットが発生して偏平状となり、樹勢は衰弱して果実も小果となった。

引用文献

- Autio, R. W. and F. W. Southwick. 1986. The influence of rootstock and root-interstem combination on growth, productivity, and anchorage of a spur and standard strain of 'Delicious' apple tree. *Fruit Var. J.* 40 : 128-133.
- Campbell, A. I. 1969. The effect of some apple viruses on the susceptibility of two clonal rootstocks to collar rot caused by *Phytophthora cactonum*. *J. Hort. Sci.* 44 : 69-73.
- Carlson, R. F. 1965. The effects and relationships of intermediate stem sections on the growth and behavior of apple cultivars. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 87 : 21-28.
- Carlson, R. F. and S. D. Oh. 1975. Influence of interstem lengths of M. 8 clone *Malus sylvestris* Mill. on growth, precocity, yield, and spacing of 2 apple cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100 : 450-452.
- Cummince, J. N. and H. S. Aldwinkle. 1983. Breeding apple rootstocks. p. 294-394. In: J. Janick (ed.). *Plant Breeding Reviews*. Avi Publishing Co.
- Cummins J. M. 1973. Systems for producing multiple-stock fruit trees in the nursery. *Plant Propagator* 19(4):7-11.
- Cutting, C. V. and H. B. S. Montgomery. 1973. More and better fruit with EMLA. Long Ashton and East Malling Res. Sta. pp. 30.
- Ferree, D. C. and R. F. Carlson. 1987. Apple rootstocks. p. 107-143. In: R. C. Rom and R. F. Carlson (eds.). *Rootstocks for fruit crops*. John Wiley & Sons, New York, N. Y.
- Koike, H. and K. Tsukahara. 1987. The performance of Japanese apple varieties on experimental rootstocks and interstocks. *Compact Fruit Tree* 20 : 124-139.
- 久米靖穂・工藤哲男・熊谷征文. 1985. リングのわい化栽培にする研究. 中間台木の長さが樹体と収量および果実品質に及ぼす影響. 秋田果試報告 16 : 1-18.
- Lord, W. J., D. W. Greene, R. A. Damon, Jr. and J. H. Baker. 1985. Effects of stempiece and rootstock combinations on growth, leaf mineral concentrations, yield, and fruit quality of 'Empire' apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110 : 422-425.
- 長野県. 1988. 長野県果樹指導指針. pp. 1126.
- NC-140. 1991. Performance of 'Starkspur Supreme Delicious' apple on 9 rootstocks over 10 years in the NC-140 cooperative planting. *Fruit Var. J.* 45 : 192-199.
- Norton, R. L. 1983. Interstems : advantages, problems, and various interactions. *Compact Fruit Tree* 16 : 83-88.
- Olien, W. C., D. C. Ferree, and B. L. Bishop. 1991. Long-term performance potential and stability across 10 environments for nine apple rootstocks tested in the 1980-81 NC-140 trial. *Fruit Var. J.* 45 : 208-212.
- Parry, M. S. 1980. Evidence of clonal variations and latent virus effect on the vigour of Cox's Orange Pippin apples on M. 9 rootstocks. *J. Hort. Sci.* 55 : 439-440.
- Parry, M. S. and W. S. Rogers. 1968. Dwarfing interstocks : their effect on the field performance and anchorage of apple trees. *J. Hort. Sci.* 43 : 133-146.
- Parry, M. S. and W. S. Rogers. 1972. Effects of interstem length and vigour on the field performance of Cox's Orange Pippin apples. *J. Hort. Sci.* 47 : 97-105.
- Rom, R. C. 1973. Burrknot characteristics of six clonal apple rootstocks. *Fruit Var. J.* 27 : 84-86.
- Sampson, P. J. and G. R. Johnstone. 1974. Effect of rootstock, scion variety and virus complement on fruit production and growth of young apple trees. *J. Hort. Sci.* 49 : 183-189.

- Simons, R. K., R. Hayden, P. Domoto, F. Morrison, W. Lord, R. Parry, M. Warmund and E. Stang. 1986. NC-140 1976. Cooperative apple interstem planting. *Fruit Var. J.* 40 : 108-115.
- Wertheim, S. J. 1968. The training of the Slender spindle. *Oroet Station voor oe Fruitteelt. No. 7.* Wilhelmina Dorp.
- Westwood, M. N. and A. N. Roberts. 1970. The relationship between trunk cross-sectional area and weight of apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95 : 28-30.
- Yanase, H. 1974. Studies on apple latent viruses in Japan. The association of apple topworking disease with apple latent virus. *Bull. Fruit Tree Res. Stn. C1* : 47-109.
- Yanase, H., K. Sawamura, G. I. Mink and A. Yamaguchi. 1972. Viruses causing apple topworking disease (TAKATSUGIBYOU) in Japan. *Acta Hort.* 44 : 221-229.