リンゴの半わい性台木および極わい性台木の新品種‘JM2’,‘JM5’

誌名	果樹研究所研究報告 = Bulletin of the National Institute of Fruit Tree Science
ISSN	13473549
著者名	副島,淳一 吉田,義雄 羽生田,忠敬 別所,英男 土屋,七郎 増田,哲男 小森,貞男 眞田,哲朗 伊藤,祐司 定盛,昌助 樫村,芳記 阿部,和幸 古藤田,信博
発行元	農業技術研究機構果樹研究所
巻/号	16号
掲載ページ	p. 19-36
発行年月	2013年9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

原著論文

リンゴの半わい性台木および極わい性台木の新品種 ‘ＪＭ２’, ‘ＪＭ５’

副島淳一[†1,*]・吉田義雄[†2]・羽生田忠敬[†3]・別所英男[†4]・土屋七郎[†3]・増田哲男[†5]・小森貞男[†6]・眞田哲朗[†3]・伊藤祐司[†7]・定盛昌助[†2]・樫村芳記[†8]・阿部和幸・古藤田信博[†9]

独立行政法人　農業・食品産業技術総合研究機構
果樹研究所リンゴ研究領域
020-0123　岩手県盛岡市下厨川

New Semi- and Extremely Dwarfing Apple Rootstocks, ‘JM 2’ and ‘JM 5’

Junichi Soejima, Yoshio Yoshida, Tadayuki Haniuda, Hideo Bessho, Shichiro Tsuchiya, Tetsuo Masuda, Sadao Komori, Tetsuro Sanada, Yuji Ito, Shosuke Sadamori, Yoshiki Kashimura, Kazuyuki Abe and Nobuhiro Kotoda

Apple Research Division
Institute of Fruit Tree Science
National Agriculture and Food Research Organization (NARO)
Shimokuriyagawa, Morioka, Iwate 020-0123, Japan

Summary

‘JM 2’ is a semidwarfing and ‘JM 5’ is an extremely dwarfing apple rootstock released in 1997 by the National Institute of Fruit Tree Science (NIFTS), Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. ‘JM 2’ and ‘JM 5’ originated from a controlled cross of *Malus prunifolia* ‘Seishi’ x ‘M.9’ made during 1972 - 1975 to obtain new dwarfing rootstock clones that are easy to propagate by hardwood cutting. Over the next 11 years, seedling screening continued at Morioka, and these two clones together with other eight clones were selected in 1984 with the desirable characteristics for putative vigor estimated by the bark/

(2013年2月20日受付・2013年7月8日受理)
†1　現　岩手中央農業協同組合　岩手県盛岡市
†2　故人
†3　退職
†4　現　農業・食品産業技術総合研究機構　茨城県つくば市
†5　現　日本果樹種苗協会　東京都中央区
†6　現　岩手大学農学部　岩手県盛岡市
†7　現　北海道農業研究センター　北海道札幌市
†8　現　果樹研究所栽培・流通利用研究領域　茨城県つくば市
†9　現　佐賀大学農学部　佐賀県佐賀市
* Corresponding author. E-mail : jsoejima2002@yahoo.co.jp

wood ratio of roots and their propagative ability. Beginning in 1985, these rootstock selections were entered into the regional trial conducted at 12 research sites in apple growing districts in Japan, as selection number Apple Rootstock Morioka No.2 and 5.

Based on orchard performance and observations of disease and pest resistance, rootstock varieties were ultimately selected and released as 'JM 2' and 'JM 5' in 1997 and registered as No.8223 and 8224 under the Plant Variety Protection and Seed Act of Japan on July 31, 2000.

The rooting abilities of these two JM rootstocks were much better than two other varieties, 'M.9EMLA' and 'M.26EMLA'. Over 90% of 'JM 2' cuttings and over 80% of 'JM 5' cuttings were rooted by using hardwood cutting in the nursery, whereas for 'M.9EMLA' and 'M.26EMLA' fewer than 7% of the cuttings were rooted in this manner. Average shoot lengths of 'JM 2' and 'JM 5' were 82 and 73 cm with shoot diameters of 6.4 and 6.1 mm respectively.

'JM 2' and 'JM 5' were resistant to crown rot (*Phytophthora cactorum*, *P. cambivora*). 'JM 2' was susceptible to wooly apple aphid (*Eriosoma lanigerum*) but 'JM 5' was resistant. On the other hand, 'JM 2' was resistant against Apple chlorotic leaf spot virus (ACLSV), but 'JM 5' was susceptible. 'JM 2' was less susceptible to fire blight (*Erwinia amylovora*) than 'M.26'.

Observations of 'Fuji' trees on 'JM 2' and 'JM 5' over 14 seasons in the orchard at Morioka proved that 'JM 2' was a semidwarfing rootstock, whereas 'JM 5' was an extremely dwarfing rootstock. 'Fuji' trees on 'JM 2' and 'JM 5' tended toward overgrowth of the rootstock. The number of suckers in 'JM 2' was similar to 'M.9EMLA' and very low in 'JM 5'. The two JM rootstocks produced very low amount of burrknots compared to 'M.9EMLA' and 'M.26EMLA'.

The cumulative yield efficiency of 'Fuji' was lower on 'JM 2', but was higher on 'JM 5' than that of 'M.9EMLA'.

Fruit weight, red color development, soluble solids content, titratable acidity, and flesh firmness of 'Fuji' were measured. Large differences were not found in these traits except for lower fruit weight in 'JM 2'. In 'JM 5', soluble solids content and flesh firmness were higher than those of 'M.9EMLA' and 'M.26EMLA'.

Our results suggest that these two new rootstock varieties are worthy replacements for Marubakaido [*Malus prunifolia* (Willd.) Borkh.] or 'M.27' in Japan.

Key words: *Malus*, new variety, hardwood cutting, disease resistance, pest resistance, waterlogging tolerance

緒　言

リンゴのわい性台木を利用すると樹が小型となり，土地生産性および労働生産性を高めることができるため，世界各地のリンゴ生産地帯でわい性台木が広く利用されている（Tukey, 1964；Webster and Wertheim, 2003）．また，各国で，それぞれ自国の環境条件に適するわい性台木の開発を目的とした育種が実施されている（Cummins and Aldwinckle, 1983；別所，1995；Webster and Wertheim, 2003）．リンゴの台木の種類は多様で，広義の意味でのわい性台木はわい化能力によってさらに分けられ，強勢台木であるリンゴ実生台利用樹の大きさに対し30％以下の大きさをとなる台木が極わい性台木，30-55％がわい性台木，55-65％が半わい性台木と呼ばれている（Barritt, 1992）．

わが国におけるリンゴのわい化栽培は1970年頃から普及に移され，以降，その面積は徐々に増加し，2010年度にはリンゴ全栽培面積の30.6％を占めるようになった（農林水産省生産局園芸作物課，2012）．

わが国で現在，主に利用されているリンゴのわい性台木は'M.26'と'M.9'であるが，わが国の環境条件に必ずしも適しておらず，場所によっては耐湿性，耐乾性，耐雪性，耐病虫性，土壌適応性等の面で問題が生じること，また，開園のために要する経費が高いこ

とや経済寿命が短いこと等，改善すべき面が多いことが指摘されている（菊池，1986；菊池・塩崎，2005；塩崎，2012；土屋，1988）．さらに，これらのＭ系わい性台木品種は挿し木による繁殖が困難であり，また，取り木によって養成された台木も根系が貧弱で枯死しやすいため，わが国ではマルバカイドウ台にＭ系台木を接ぎ木して二重台木の状態で使用される場合が多い．そのため，苗木生産に手間がかかるとともに，苗木を本圃に定植した後は樹勢が強くなり，わい性台木品種本来の特性を十分には発揮できないことも問題である．

わが国におけるリンゴの栽培様式は，積雪などの気象条件や，地域，経営条件によって異なる．現在はマルバカイドウ台やミツバカイドウ台を利用した樹勢の強い疎植開心形の普通栽培が全栽培面積の７割近くを占めているが，普通栽培は成園に達するまでに15年前後の長年月を要し，改植や新規開園する場合，経営的には極めて不利である．この点を改善するため，‘MM 106’などの半わい性台木の利用が試みられたが，この台木を用いた樹はわが国ではマルバカイドウ台利用樹とほとんど生育差がないほど大きくなることが多く，耐水性が劣り，土壌病害であるクラウンロットに侵されて樹が衰弱しやすいことが明らかとなり，次第に利用されなくなった（福田，1995）．また，マルバカイドウを台木に用い，10ａ当たり栽植密度を普通栽培の２倍程度の40～50本とする半密植栽培の技術確立が試みられたが，マルバカイドウ台利用樹では樹勢抑制に苦労し，半密植栽培に適した半わい性台木開発の必要性が指摘されている（菊池・塩崎，2005；塩崎，2012）．

一方，‘M.9’や‘M.26’等のわい性台木よりわい化度の強い‘M.27’を自根台木や中間台木として利用し，低樹高による省力化を図り，10ａ当たり300～500本前後の高密植栽培による早期多収を目指した栽培体系の確立も試みられている（及川ら，1989；菊地，1997）．‘M.27’を自根台木として利用すると早期結実性が高く，果実の着色は良好で糖度が高いが，樹勢低下によって果実が小さくなりやすく（別所，1995），かつ，挿し木繁殖は困難であり，こうした欠点を改善した極わい性台木品種の開発が求められている．

園芸試験場盛岡支場（現　果樹研究所リンゴ研究拠点）では，既存のわい性台木品種の欠点を改善し，挿し木繁殖が可能で，耐病虫性，環境適応性，接ぎ木親和性，わい化性等が優れたわい性台木品種の育成を目標に，1972年からリンゴ台木の育種試験を実施し，‘ＪＭ１’，‘ＪＭ７’，‘ＪＭ８’のわい性台木品種を育成した（副島ら，2010）．それらに続き，半わい性台木の‘ＪＭ２’および極わい性台木の‘ＪＭ５’を育成したので，その育成経過と特性の概要について報告する．

謝　辞

本品種の育成にあたり，多大なご協力をいただいた果樹研究所リンゴ研究拠点の歴代職員，ならびに系統適応性検定試験を担当していただいた関係道県試験研究機関の各位に深謝の意を表する．

育成経過

園芸試験場盛岡支場（現　果樹研究所リンゴ研究拠点）では，挿し木繁殖が可能で，耐病虫性，環境適応性，接ぎ木親和性，わい化性等が優れた台木品種の育成を目標に，マルバカイドウ‘セイシ’および本邦自生種で環境適応性の広いミツバカイドウ「サナシ63」とイギリスから導入されたわい性台木品種である‘M.9’，‘M.26’，極わい性台木品種である‘M.27’の５種類を供試し，1972年から台木育種試験を開始した．

‘ＪＭ２’および‘ＪＭ５’は，1972～1975年に交雑を行って獲得したマルバカイドウ‘セイシ’と‘M.9’の交雑実生群958個体の中から選抜されたもので，個体番号は各々「Q-9」，「Q-23」である．

リンゴの台木では，根の断面の皮部率とわい化効果との間に密接な関係があり，皮部率の高いものほどわい化効果が高く，皮部率をわい性台木選抜の指標として利用できることが明らかにされているが（Beakbane and Thompson, 1939），本育種試験においては，‘M.26’と同程度かそれ以上のわい化効果を有する台木を選抜するため，約7.5 mmの太さの根に対して皮部率60%以上を選抜の目安とした（羽生田ら，1980）．

獲得した交雑実生について，生育の性状，挿し木発根率，根の皮部率を調査して順次選抜を進めた結果，1983年までに193個体が選抜され，さらにこの中から，皮部面積が根の断面の60%以上で，挿し木発根率が50%以上の10個体を1984年に注目個体として一次選抜した．1985年から各々「リンゴ台木盛岡２号」，「リンゴ台木盛岡５号」の系統名を付し，他の８系統とあわせてリンゴ台木第一回系統適応性検定試験に供試した．各地における試作の結果，「リンゴ台木盛岡２号」は半わい性台木として，「リンゴ台木盛岡５号」は極わい性台木としての実用性が認められ，平成８年度果樹系統適応性・特性検定試験成績検討会（寒冷地果樹，1997年２月）において新品種候補にふさわしいとの合

意が得られ，さらに同年2月に開催された平成8年度果樹試験研究推進会議において新品種候補とすることが決定され，1997年3月に農林水産省育成作物新品種命名登録規程（昭和43年農林省訓令第40号）に基づく命名登録出願および種苗法に基づく品種登録出願を行った．その結果，1997年8月19日付けで各々‘ＪＭ２’および‘ＪＭ５’と命名され，りんご農林台13号およびりんご農林台14号として公表された（果樹試験場リンゴ支場育種研究室，1997a，b）．また，2000年7月31日付けで種苗法に基づき‘ＪＭ２’が登録番号第8223号，‘ＪＭ５’が第8224号として品種登録された．

‘ＪＭ２’および‘ＪＭ５’の育成系統図をFig.1に示した．なお，品種名命名の由来は，育成場所の地名の英語表記である「Japan Morioka」の頭文字と育成系統番号にちなむ．

本品種の系統適応性検定試験を実施した場所および本品種の育成に関与した当研究所の担当者は以下のとおりである．

系統適応性検定試験実施機関（機関名は系統適応性検定試験終了時の名称）：北海道立中央農業試験場（現　地方独立行政法人北海道立総合研究機構農業研究本部中央農業試験場），青森県りんご試験場（現　地方独立行政法人青森県産業技術センターりんご研究所），岩手県園芸試験場（現　岩手県農業研究センター），宮城県園芸試験場（現　宮城県農業・園芸総合研究所），秋田県果樹試験場（現　秋田県農林水産技術センター果樹試験場），山形県立園芸試験場（現　山形県農業総合研究センター園芸試験場），福島県果樹試験場（現　福島県農業総合センター果樹研究所），群馬県園芸試験場北部分場（現　群馬県農業技術センター中山間地園芸研究センター），山梨県果樹試験場，長野県果樹試験場，石川県農業総合試験場（現　石川県農業総合研究センター）．

なお，リンゴ生産の主産地に位置する青森県りんご試験場では，1991年に襲来した台風19号により試験樹が被害を受け，一部については以後の試験中断を余儀なくされた．

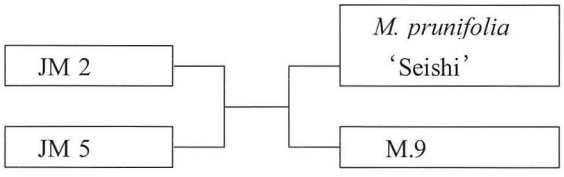

Fig. 1. Pedigree of ‘JM2’ and ‘JM5’.

育成担当者（担当期間）：副島淳一（1991年6月～1997年3月），吉田義雄（1972年4月～1986年9月），羽生田忠敬（1972年4月～1984年9月），別所英男（1982年4月～1996年3月），土屋七郎（1972年4月～1976年8月，1986年10月～1991年2月），増田哲男（1982年4月～1991年3月），小森貞男（1986年10月～1997年3月），真田哲朗（1974年7月～1981年7月），伊藤祐司（1991年4月～1996年3月），定盛昌助（1972年4月～1973年2月），樫村芳記（1981年4月～1982年3月），阿部和幸（1996年4月～1997年3月），古藤田信博（1996年8月～1997年3月）

特性の概要

1．育成地の成績に基づく特性

1）樹性および果実特性

種苗法による品種登録のためのりんご特性審査基準（農林水産省農産園芸局（現　農林水産省食料産業局））に基づき，1995年に調査した結果は以下の通りである．‘ＪＭ２’および‘ＪＭ５’の成長中の新梢の写真をFig.2に，葉形写真をFig.3に，果実写真をFig.4に示した．DNAマーカーを用いた品種識別も可能である（Oraguzie et al., 2005）．

（1）ＪＭ２

樹姿は「中間」，樹の大きさは「小」，樹勢は「中」，枝梢の太さは「中」，節間長は「短」，皮目の大きさは「大」，多少は「少」，枝梢の毛じの多少は「無～僅か」である．葉身の形は「円」，葉縁の鋸歯は「鋭鋸歯」，葉身の大

JM 2　　JM 5

Fig.2. Growing shoots of ‘JM2’ and ‘JM5’.

きさは「長」，葉色は「濃緑」，毛じの多少は「少」，たく葉の形は「長円」，長さおよび葉柄の長さは「中」である．果実の外観は「扁円」，王冠は「無」，がくの開閉は「閉」，がくあの深さは「浅」，広さは「広」，こうあの深さは「浅」，広さは「中」，果実の大きさは果重が27 g程度の「極小」，果皮の地色は「黄緑」，果皮を被う色は「黄」，果皮を被う色の型は「縞不明」，さびの量は「無～僅か」，果点の大きさは「小」，密度は「中」，スカーフスキンは「無」，果皮の光沢は「中」，ひびは「無」，粗滑の程度は「滑」，果梗の長さは「長」，太さは「細」，果心の形は「平円」，果肉の色は「黄」，褐色化は「強」，硬さは「やや軟」，きめは「粗」，蜜の多少は「無～僅か」，屈折計示度は12.7%，リンゴ酸含量は1.7%程度を示し，甘味は「低」，酸味は「強」，渋みは「有」，香気は「少」，果汁の多少は「中」，種子の数は5.9個程度で「中」，種子の形は「倒卵」，大きさは「小」である．果実は極めて酸味が強く，渋みがあり，生食には適さない．

発芽期は育成地で４月上旬で「早」，開花期は‘ふじ’とほぼ同時期の５月中旬で「中」，果実の成熟期は９月上中旬で「早」である．挿し木による栄養繁殖の難易は「易」，台木に用いた場合の接木後の樹勢は半わい性で「中」である．

本品種は‘M.9EMLA’および‘M.26EMLA’と比較して果実が小さいこと，酸味が強いこと，挿し木による栄養繁殖が易しいこと等で区別性が認められる．

（２）ＪＭ５

樹姿は「開張」，樹の大きさは「小」，樹勢は「弱」，枝梢の太さは「細」，節間長は「中」，皮目の大きさは「大」，多少は「中」，枝梢の毛じの多少は「無～僅か」である．葉身の形は「中間」，葉縁の鋸歯は「鋭鋸歯」，葉身の大きさは「中」，葉色は「濃緑」，毛じの多少は「少」，たく葉の形は「中間」，長さは「長」，葉柄の長さは「短」である．果実の外観は「扁円」，王冠は「弱」，がくの開閉は「閉」，がくあの深さは「浅」，広さは「中」，こうあの深さは「浅」，広さは「広」，果実の大きさは果重が27 g程度の「極小」，果皮の地色は「黄緑」，果皮を被う色は「黄」，果皮を被う色の型は「縞不明」，さびの量は「無～僅か」，果点の大きさは「小」，密度は「低」，スカーフスキンは「無」，果皮の光沢は「強」，ひびは「無」，粗滑の程度は「滑」，果梗の長さは「長」，太さは「細」，

JM 2　　JM 5

Fig.3. Leaves of ‘JM2’ and ‘JM5’.

JM 2　　JM 5

Fig.4. Fruits of ‘JM2’ and ‘JM5’.

果心の形は「短円」，果肉の色は「黄」，褐色化は「強」，硬さは「中」，きめは「粗」，蜜の多少は「無～僅か」，屈折計示度は14.2%，リンゴ酸含量は2.0%程度を示し，甘味は「中」，酸味は「強」，渋みは「有」，香気は「少」，果汁の多少は「中」，種子の数は5.9個程度で「中」，種子の形は「倒卵」，大きさは「小」である．果実は極めて酸味が強く，渋みがあり，生食には適さない．

発芽期は育成地（岩手県盛岡市）で4月上旬で「早」，開花期は‘ふじ’とほぼ同時期の5月中旬で「中」，果実の成熟期は10月上中旬で「中」である．挿し木による栄養繁殖の難易は「中」，台木に用いた場合の接木後の樹勢は「極矮性」である．

本品種は‘M.9EMLA’および‘M.26EMLA’と比較して果実が小さいこと，酸味が強いこと，挿し木による栄養繁殖が易しいこと等で区別性が認められる．

2）繁殖性

育成地の黒ボク土壌における休眠枝露地挿しの結果は，‘M.9EMLA’の0%，‘M.26EMLA’の7%に対して‘ＪＭ２’の活着率は97%と高く，また，‘ＪＭ５’も82%と比較的高く，両品種とも挿し木繁殖が可能であることが分かった．挿し穂から発生した新梢は直立し，挿し木当年に幹の直径が6 mm以上に達し，台木として使用可能な大きさの苗木に成長した（Table 1）．

3）耐水性

コンテナを用いて63日間の湛水処理試験を行った結果，‘ＪＭ２’の落葉率は27%と低く，耐水性はマルバカイドウ（35%）並みに強いことが判明した．一方，‘ＪＭ５’の落葉率は49%と高く，耐水性は‘M.9EMLA’（51%）と同程度に弱かった（Fig.5）．

4）耐病虫性

接種試験により主要な病虫害に対する抵抗性を検討した（Table 2）．

リンゴの枝梢および根を加害する害虫であるリンゴワタムシに対しては‘ＪＭ２’は感受性，‘ＪＭ５’は抵抗性であった．

主要病害の中でクラウンロットについては，病原菌の*P. cactorum*および*P. cambivora*を切り枝に接種検定した結果，‘ＪＭ２’および‘ＪＭ５’はいずれも‘M.9EMLA’や‘M.26EMLA’より強く，抵抗性を有すると判断されたが，*P. cactorum*に対しては‘ＪＭ２’の抵抗性の程度はやや弱く，中程度の抵抗性であると判定された（別所ら，1989；Bessho and Soejima, 1992）．

高接病の病原ウイルスであるApple chlorotic leaf spot virus（ACLSV）に対しては，‘ＪＭ２’は抵抗性，

Table 1. Survival and growth of cuttings of ‘JM 2’ and ‘JM 5’ compared to ‘JM 1’, ‘JM 7’, ‘M.9EMLA’ and ‘M.26EMLA’ [z].

Rootstock	Survival after cutting (%)	Tree height [y] (cm)	Trunk diameter [x] (mm)
JM 2	97	82	6.4
JM 5	82	73	6.1
JM 1	85	101	7.0
JM 7	94	86	6.8
M.9EMLA	0	-	-
M.26EMLA	7	29	3.1
$LSD_{0.05}$ [w]	-	20.1**	0.99**

[z] Mean of 1995 and 1996.

[y] Measured 5 months after cutting in the nursery.

[x] Measured at 20cm above the ground.

[w] Statistical analysis was performed with a two-way ANOVA.
$LSD_{0.05}$: Least significant difference at $P \leqq 0.05$
＊＊：Significant at $P \leqq 0.01$.

‘ＪＭ５’は感受性であった．一方，Apple stem pitting virus（ASPV）とApple stem grooving virus（ASGV，データ省略）に対しては供試した全品種が抵抗性を示した．

斑点落葉病に対しては，供試した全品種が抵抗性を示した．黒星病に対しては，‘ＪＭ２’と‘ＪＭ５’の両品種が中程度の抵抗性を示した．火傷病に対しては，米国コーネル大学において接種検定を実施した結果，‘ＪＭ２’は‘M.26’より強く，中程度の抵抗性を示した（Bessho et al, 2001）．‘ＪＭ５’については未検定であり，本病に対する抵抗性の程度は現在のところ不明である．

赤星病，うどんこ病，紫紋羽病に対しては供試した全品種が感受性であった（データ省略）．

5）台木として利用した場合の特性

育成地においては，1982年に‘ふじ’を穂木品種として切り接ぎまたは芽接ぎを行って苗木を養成し，1985年４月に各区３～５本を圃場に定植した後，樹の生育特性および収量性等の調査を実施した．圃場定植後の地上部の台木の長さは樹によってやや異なり，3.5～11.5 cmであった．供試台木に接がれた14年生‘ふじ’

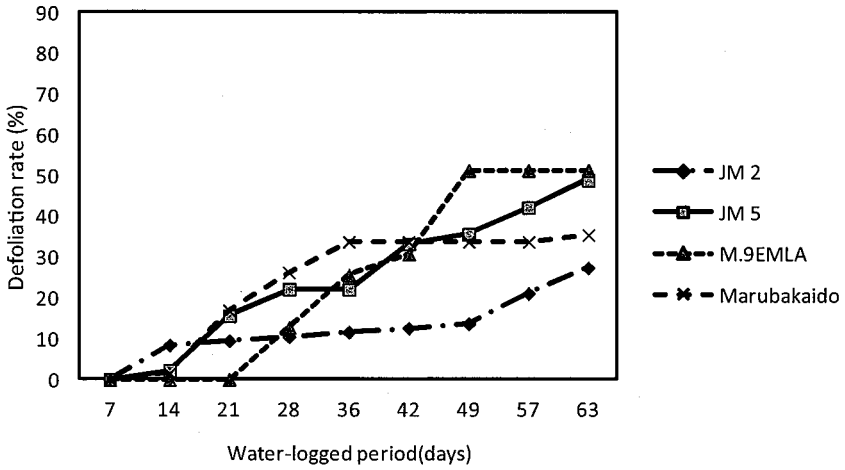

Fig.5 Defoliation of ‘JM2’ and ‘JM5’ after waterlogging compared to ‘M.9EMLA’ and Marubakaido.

Table 2. Pest and disease resistance of apple rootstock variety.

Rootstock genotype	Wooly apple aphid [z]	Crown rot [y]		ACLSV [x]	ASPV [w]	Alternaria leaf spot [v]	Scab [u]	Fire blight [t]
		P. cactorum	*P. cambivora*					
JM 2	S [s]	M	R	R	R	R	M	M
JM 5	R	R	R	S	R	R	M	-
M.9EMLA	S	S	S	R	R	R	S	S
M.26EMLA	S	S	S	R	R	R	S	S

[z] Evaluated by artificial infection of *Eriosoma lanigerum* in a greenhouse.

[y] Evaluated by zoospore suspension inoculation method of *Phytophthora cactorum* or *P. cambivora* (Bessho et al., 1989).

[x] ACLSV: Apple chlorotic leaf spot virus. ACLSV isolates were inoculated into rootstocks for evaluation using chip budding method (Yanase, 1974).

[w] ASPV: Apple stem pitting virus. ASPV isolates were inoculated into rootstocks for evaluation using chip budding method (Yanase, 1974).

[v] Evaluated by using sensitivity test to AM toxin (Tuchiya and Soejima, 1982).

[u] Evaluated by conidial suspension inoculation method of *Venturia inaequalis* (Williams and Kuc, 1969).

[t] Evaluated at Cornell University, New York State Agricultural Experiment Station by controlled inoculation with *Erwinia amylovora* (Bessho et al., 2001).

[s] Rating: R=resistant; M=intermediate; S=susceptible; -=not tested.

の生育特性調査の結果をTable 3に示す.

樹高や樹幅は剪定の直接的な影響を受けやすく，樹齢が進んだ段階ではそれらをわい化度の指標として用いることは適当ではないと考えられる．そのため，本試験では主幹の太さをわい化度の指標とし，'M.9EMLA'台'ふじ'と供試樹との主幹の太さを比較した．対照台木とした'M.9EMLA'はわい性台木に分類されており，'M.9'が保有していた潜在ウイルスを除去した同台木利用樹の大きさは，通常の'M.9'台利用樹より約40%大きくなると報告されている（NC-140, 1991)，

'ＪＭ２'台'ふじ'の主幹の太さは'M.9EMLA'台利用樹の115%，'ＪＭ１'台利用樹の128%，'ＪＭ７'台利用樹の124%で，これらの対照台木品種より樹がやや大きくなることが分かり，'ＪＭ２'は半わい性台木であると推定された.

一方，'ＪＭ５'台'ふじ'の主幹の太さは'M.9EMLA'台利用樹の65%で，'M.9EMLA'より相当小さくなる台木であることが判明し，'ＪＭ５'は極わい性台木に分類することが適当であると判断された.

'ふじ'との接ぎ木親和性はいずれも良好である．接ぎ木部は台勝ちを呈するが，その程度は'ＪＭ２'では小さく，'ＪＭ５'では大きい.

守谷ら（2009）はJM系台木に接ぎ木した主要12品種の生育や接ぎ木部の強度について検討を行った結果，接ぎ木部のせん断強度は'ＪＭ２'＞'ＪＭ７'＞'ＪＭ１'＞'ＪＭ５'の順となり，せん断強度の小さい'ＪＭ５'台を利用する際には支柱などによる補強対策をより入念に行う必要があることを指摘している.

ひこばえの発生は'ＪＭ２'は31本で'M.9EMLA'と同程度にやや多いが，'ＪＭ５'では1.2本と極めて少ない.

気根束は多く発生すると樹勢低下につながるが，'ＪＭ２'と'ＪＭ５'は'M.9EMLA'および'M.26EMLA'より明らかに発生が少なかった（データ省略).

14年間を合計した'ふじ'の1樹当たり累計収量は，'ＪＭ２'台利用樹は295 kg，'ＪＭ５'台利用樹は185 kgで，'M.9EMLA'台利用樹の343 kgより少なかった．累計収量を主幹断面積で除した単位断面積当たりの生産効率は，'ＪＭ２'台利用樹は1.32と'M.9EMLA'台利用樹より低く，'M.26EMLA'台利用樹と同程度であった．本試験では樹形は主幹形を基本としたが，'ＪＭ２'台利用樹はやや樹勢が強く，主幹形には不向きであると考えられるため，今後樹の仕立て方法を改善し，マルバカイドウ台利用樹に準じた樹体管理技術の確立が必要であると推察される.

一方，'ＪＭ５'台利用樹の生産効率は2.54と'M.9EMLA'や'M.26EMLA'台利用樹より高かった．この結果から，'ＪＭ５'台利用樹は樹冠容積が小さいため1樹当たりの収量は少ないが，密植することが可能で，単位面積当たりでは多収となり得る可能性が推察された.

Table 3. Field performance of 14 years old 'Fuji' on 'JM 2' and 'JM 5' compared to 'JM 1', 'JM 7', 'M.9EMLA' and 'M.26EMLA' rootstocks at NIFTS, Morioka.

Rootstock genotype	Tree height (m)	Tree width (m)	Trunk girth (cm)	Relative vigor [z]	Root suckers [y]	Cumulative yield/tree (kg)	Cumulative yield efficiency [x] (kg/cm^2)
JM 2	4.7 bc [w]	5.5 c	53.2 c	115	31.0 c	295 bc	1.32 a
JM 5	3.4 a	3.6 a	30.1 a	65	1.2 a	185 a	2.54 d
JM 1	4.3 b	4.7 b	41.7 b	90	3.2 a	338 cd	2.44 cd
JM 7	4.2 b	4.8 b	43.1 b	93	15.0 abc	400 d	2.73 d
M.9EMLA	4.4 b	5.2 bc	46.3 b	100	22.3 bc	343 cd	2.01 bc
M.26EMLA	5.2 c	5.9 cd	59.3 c	128	8.5 ab	373 cd	1.34 a
Significance [v]	＊＊	＊＊	＊＊	-	＊＊	＊＊	＊＊

[z] % of M.9EMLA based on trunk girth.

[y] Number of suckers grown over 5cm.

[x] Cumulative yield of 14 years/trunk cross-sectional area.

[w] Mean separation within columns by Ryan's method, $P \leqq 0.05$.

[v] Statistical analysis was performed with a one-way ANOVA.
＊＊：Significant at $P \leqq 0.01$.

‘ふじ’の果実品質をTable 4に示す．果実の大きさは，‘M.9EMLA’および‘M.26EMLA’と比較して‘ＪＭ２’台利用樹では有意に小さかったが，‘ＪＭ５’台利用樹では対照台木品種との差は認められなかった．

果実の硬度と糖度は，‘ＪＭ２’台利用樹では‘M.9EMLA’および‘M.26EMLA’との差は認められなかったが，‘ＪＭ５’台利用樹では有意に高かった．供試台木品種の中で，‘ＪＭ５’台利用樹の果実の硬度は17.1 lbsを示し，屈折計示度も16.2%を示して最も高く，‘ＪＭ５’を台木として利用すると品質の優れた果実が生産できる．

リンゴ酸含量には供試台木品種間に大きな差は認められなかった．

2. 系統適応性検定試験における試作の結果

特性調査は育成系統適応性検定試験・特性検定試験調査方法（農林水産省果樹試験場，1984，1994）に従って行った．本調査方法では接ぎ木樹の生育状況を基に台木によるわい化程度を6段階に分類し，小さい順に，‘M.27’相当の生育を示すものを極わい性，‘M.9’相当をわい性Ｉ，‘M.26’相当をわい性Ⅱ，‘MM.106’相当を半わい性，マルバカイドウ‘MO-84’相当を半きょう性，リンゴ実生台相当をきょう性と称している．

なお，わが国の代表的な台木であるマルバカイドウと‘M.9’を比較すると，12年生樹で，樹高および樹幅とも‘M.9’台利用樹はマルバカイドウ台利用樹の約半分程度であったと報告されている（土屋ら，1975）．

気象条件や土壌条件が異なる各地における試作結果を果樹系統適応性・特性検定試験成績検討会資料（寒冷地果樹）から要約し，‘ふじ’についての試験結果をTable 5およびTable 7に示す．‘ふじ’以外の品種についての試験事例は少ないが，‘さんさ’と‘千秋’，‘北斗’，‘王林’についての試験結果をTable 6およびTable 8に示す．

なお，樹性に関してはできるだけ樹齢の進んだ1996年，果実特性に関しては1995年および1996年度のデータの解析を行った．

1） 台木が‘ふじ’の生育ならびに結実に及ぼす影響

（1）ＪＭ２

‘ＪＭ２’のわい化能力は，北海道と福島で‘M.26’相当の「わい性II」と評価されたが，それ以外の8場所では‘MM 106’相当の「半わい性」と評価され，‘ＪＭ１’や‘ＪＭ７’より樹がやや大きくなる半わい性台木であると判断される．

ひこばえの発生は6場所で「無」～「少」，2場所で「中」，2場所で「多」と評価され，場所によって評価が分かれたが，比較的少ないものと考えられる．

気根束の発生は全ての場所で「無」～「少」と評価

Table 4. Fruit traits of ‘Fuji’ on ‘JM 2’ and ‘JM 5’ compared to ‘JM 1’, ‘JM 7’, ‘M.9EMLA’ and ‘M.26EMLA’ rootstocks at NIFTS, Morioka [z].

Rootstock genotype	Fruit weight (g)	Flesh firmness [y] (lbs)	Soluble solids content (Brix, %)	Malic acid content [x] (g/100ml)
JM 2	226	15.9	14.1	0.42
JM 5	254	17.1	16.2	0.43
JM 1	264	16.8	15.3	0.42
JM 7	267	16.5	15.9	0.45
M.9EMLA	256	15.9	14.4	0.41
M.26EMLA	262	15.5	14.3	0.43
$LSD_{0.05}$ [w]	40.2	1.60	1.15**	0.05

[z] Trees were planted in 1982 and data shown are mean of 1993 - 1996.

[y] Flesh firmness was measured using a penetrometer (FT327; McCormick Fruit Technology, USA) with an 11.1 mm probe.

[x] Titratable acidity as malic acid.

[w] Statistical analysis was performed with a two-way ANOVA.
LSD0.05：Least significant difference at $P \leqq 0.05$
＊＊：Significant at $P \leqq 0.01$.

Table 5. Effect of rootstocks on orchard performance of 'Fuji' in the regional trial in 1996.

Rootstock genotype	Location	Tree age	Relative tree size [z]	Tree height (m)	Trunk girth (cm)	Suckering tendency [y]	Amount of burrknot [x]	Swelling of graft union [w]	Precocity [v]	Yield/tree (kg)	Cumulative yield/tree (kg)	Cumulative yield efficiency [u] (kg/cm^2)
JM 2	Hokkaido	8	Dwarf II	3.9	27.4	Many	Absent-Few	Absent-Small	-	17.7	38.8	0.65
	Aomori	11	Semidwarf	4.7	54.8	Few	Absent	Absent	Moderate	112.7	428.8	1.79
	Iwate(Morioka)	15	Semidwarf	4.6	56.0	Intermediate	Absent-Few	Absent-Small	Moderate	68.2	363.5	1.46
	Iwate(Kitakami)	10	Semidwarf	4.6	49.7	Absent-Few	Absent-Few	Absent	Moderate	44.8	127.2	0.65
	Miyagi	10	Semidwarf	4.4	34.2	Absent-Few	Absent-Few	Small	High	40.8	127.0	1.36
	Akita	8	Semidwarf	3.7	25.4	Few	Absent	Absent	Moderate	9.4	14.9	0.29
	Yamagata	9	Semidwarf	5.3	41.0	Intermediate	Absent	Small	Moderate	56.5	146.2	1.09
	Fukushima	8	Dwarf II	4.4	29.7	Absent	Absent	Absent	High	61.5	136.1	1.94
	Nagano	9	Semidwarf	4.8	35.8	Many	Absent	Absent	Low	33.9	140.5	1.38
	Ishikawa	10	Semidwarf	4.0	45.2	Absent	Few	Absent	Low	24.9	95.2	0.59
JM 5	Hokkaido	8	Extremely dwarf	2.6	14.4	Intermediate	Absent-Few	Intermediate	-	3.4	9.6	0.58
	Iwate(Morioka)	15	Extremely dwarf	3.3	32.0	Absent-Few	Absent-Few	Absent-Small	Moderate	34.2	206.5	2.53
	Iwate(Kitakami)	10	Extremely dwarf	2.3	14.7	Absent-Few	Absent-Few	Intermediate	High	3.3	16.8	0.98
	Miyagi	9	Extremely dwarf	3.3	19.8	Absent-Few	Absent-Few	Small	Moderate	23.0	65.5	2.10
	Yamagata	9	Extremely dwarf	2.6	17.5	Absent	Intermediate	Intermediate	Moderate	9.3	28.5	1.17
	Fukushima	8	Extremely dwarf	1.5	7.5	Absent	Absent	Intermediate	High	3.9	12.7	2.84
	Gunma [ts]	10	Extremely dwarf	4.1	19.0	Intermediate	-	Small	High	6.4	57.9	2.01
	Ishikawa	10	Extremely dwarf	3.3	16.7	Absent	Absent	Large	Low	21.0	-	-
JM 1	Hokkaido	8	Dwarf I - II	3.0	19.4	Intermediate	Intermediate	Absent-Small	-	10.1	34.7	1.16
	Iwate(Morioka)	15	Dwarf I	4.4	43.7	Absent-Few	Absent-Few	Absent-Small	High	65.1	402.7	2.65
	Iwate(Kitakami)	10	Dwarf I	4.0	29.0	Absent-Few	Intermediate	Intermediate	Moderate	25.8	133.6	2.00
	Miyagi	9	Dwarf II	4.4	24.0	Absent-Few	Absent-Few	Small	High	39.0	88.5	1.93
	Akita	8	Semidwarf	3.8	23.4	Absent	Absent	Absent	Moderate	12.4	20.0	0.46
	Yamagata	9	Dwarf I	3.4	26.0	Absent	Intermediate	Intermediate	High	44.8	98.0	1.82
	Fukushima	8	Dwarf I	2.8	15.4	Absent	Few	Small	High	20.9	66.2	3.51
	Gunma [ts]	10	Dwarf II	4.8	38.0	Absent	-	Small	Moderate	61.8	360.2	3.13
	Nagano	9	Dwarf II	3.2	23.0	Absent	None	Intermediate	High	11.4	67.4	1.60
	Ishikawa	10	Dwarf II	4.0	30.7	Absent	None	Small	High	41.4	125.0	1.67
JM 7	Hokkaido	8	Dwarf II	3.6	25.9	Absent-Few	Absent-Few	Absent-Small	-	15.6	37.5	0.70
	Iwate(Morioka)	14	Dwarf I	4.2	43.1	Absent-Few	Absent-Few	Absent-Small	High	68.6	400.5	2.71
	Iwate(Kitakami)	10	Dwarf I	3.8	30.1	Absent-Few	Absent-Few	Intermediate	High	24.7	152.5	2.11
	Miyagi	10	Semidwarf	4.3	28.0	Absent-Few	Absent-Few	Small	Moderate	44.5	125.7	2.01
	Akita	8	Dwarf I	2.7	14.2	Absent	Few	Small	Moderate	8.7	14.1	0.88
	Yamagata	9	Dwarf I	3.4	26.0	Absent	Absent	Intermediate	High	29.0	69.1	1.28
	Fukushima	8	Dwarf II	3.3	23.4	Absent	Absent	Absent	High	30.1	115.4	2.65
	Nagano	9	Dwarf I	3.3	20.2	Absent	Absent	Absent	High	18.1	63.5	1.95
	Ishikawa	10	Dwarf II	4.0	29.1	Absent	Absent	Intermediate	Moderate	34.0	157.4	2.33
M.9EMLA	Iwate(Morioka)	15	Dwarf II	4.8	51.3	Intermediate	Intermediate	Absent-Small	High	63.9	400.9	1.91
	Yamagata	9	Dwarf I	4.1	30.0	Few	Few	Intermediate	-	34.8	63.5	0.89
	Fukushima	8	Semidwarf	4.7	33.4	Absent	Few	Absent	High	53.4	129.4	1.46
M.26	Hokkaido	8	Dwarf II	3.8	27.3	Absent-Few	Many	Intermediate	-	15.0	33.5	0.56
	Iwate(Kitakami)	10	Dwarf II	4.5	41.2	Absent-Few	Absent-Few	Intermediate	High	50.8	210.1	1.55
	Akita [t]	8	Semidwarf	3.6	21.5	Slightly few	Few	Small	Moderate	17.2	30.6	0.83
M.26EMLA	Aomori	10	-	4.7	36.1	Absent	Few	Absent	Moderate	66.6	291.3	2.81
	Iwate(Morioka)	15	Semidwarf	5.5	64.3	Absent-Few	Intermediate	Absent-Small	Moderate	79.7	452.5	1.37
	Miyagi	10	Dwarf II	4.0	22.8	Absent-Few	Absent-Few	Small	Moderate	29.5	53.9	1.30
	Yamagata	9	Dwarf II	4.3	31.6	Absent	Intermediate	Intermediate	High	58.9	136.4	1.72
	Fukushima	8	Dwarf II	3.8	27.6	Absent	Few	Absent	High	30.2	82.8	1.37
	Gunma [ts]	10	Dwarf II	5.6	41.0	Few	-	Small	High	29.5	293.1	2.19
	Nagano	9	Dwarf II	3.7	26.2	Few	Many	Intermediate	Moderate	16.4	80.1	1.47
	Ishikawa	10	Dwarf II	4.0	33.8	Few	Intermediate	Small	Moderate	22.9	102.8	1.13
Marubakaido	Akita	8	Semivigorating	4.8	29.2	Absent	Absent	Absent	Low	11.6	13.7	0.20
	Fukushima	8	Semivigorating	4.8	36.1	Intermediate	Absent	Absent	Moderate	59.2	159.1	1.53

[z] Extremely dwarf equivalent to M.27, Dwarf I equivalent to M.9, Dwarf II equivalent to M.26, Semidwarf equivalent to MM106.

[y] Absent-Few equivalent to MM106, Intermediate equivalent to M.9, Many equivalent to Marubakaido.

[x] Absent-Few equivalent to Marubakaido, Intermediate equivalent to M.27, Many equivalent to M.26.

[w] Absent-Small equivalent to combination of Fuji/Marubakaido, Big equivalent to Jonagold/M.26.

[v] Low equivalent to apple seedling, High equivalent to M.9.

[u] Cumulative yield/trunk cross-sectional area.

[t] Rootstock was used as rooted interstock on Marubakaido.

[s] Data of 1995.

され，少ないことが明らかになった．

接ぎ目の状態について，岩手と石川では「中」，それ以外の場所では「やや台勝ち」～「台勝ち」と評価されたが，台勝ちと評価した場所でもその程度は小さかった（データ省略）．接ぎ目こぶの大きさはいずれの場所においても「無」～「少」と評価され，発生は少ないことが明らかとなった（Table 5）．

早期結実性については２場所で「低」，５場所で「中」，２場所で「高」と評価され，場所によって評価が分かれた．

１樹当たり収量は 9.4 ～ 112.7 kg と場所よる差が非常に大きいが，‘M.9EMLA’台利用樹と比較すると３場所全てで‘ＪＭ２’台利用樹の方が高かった．また，‘M.26EMLA’台利用樹と比較すると岩手（盛岡）では劣り，山形では同程度であったが，それ以外の５場所では‘ＪＭ２’台利用樹が勝った．一方，主幹断面積当たりの生産効率は 0.29 ～ 1.94 で，これも場所よる差が非常に大きいが，‘M.9EMLA’台利用樹と比較すると比較可能な３場所全てで‘ＪＭ２’台利用樹が劣った．また，‘M.26EMLA’台利用樹と比較すると３場所では劣り，３場所では‘ＪＭ２’台利用樹が勝り，評価が分かれた．マルバカイドウ台利用樹との比較では２場所とも‘ＪＭ２’台利用樹が勝った（Table 5）．

（2）JM5

‘ＪＭ５’のわい化能力は，８場所全てで「極わい性」と評価され，台木として利用すると樹が非常に小さく

Table 6. Effect of rootstocks on orchard performance of ‘Sansa’, ‘Sensyu’, ‘Hokuto’ and ‘Orin’ in the regional trial in 1996.

Cultivar	Rootstock genotype	Location	Tree age	Relative tree size [z]	Tree height (m)	Trunk girth (cm)	Suckering tendency [z]	Amount of burrknot [z]	Swelling of graft union [z]	Precocity [z]	Yield/tree (kg)	Cumulative yield/tree (kg)	Cumulative yield efficiency [z] (kg/cm²)
Sansa	JM 2	Yamagata	9	Semidwarf	5.1	36.7	Intermediate	Absent	Small	High	48.6	130.8	1.22
		Fukushima	8	Dwarf II	3.5	18.0	Absent	Few	Absent	High	14.9	54.7	2.12
		Ishikawa	10	Semidwarf	3.8	41.6	Intermediate	Absent	Absent	High	12.2	98.6	0.72
	JM 1	Yamagata	9	Dwarf II	3.4	25.0	Absent	Absent	Intermediate	Moderate	16.7	46.4	0.93
		Ishikawa	10	Dwarf I	3.6	21.1	Absent	Absent	Large	Moderate	21.2	73.9	2.08
	JM 7	Yamagata	9	Dwarf I	3.3	18.0	Absent	Absent	Intermediate	Moderate	11.3	-	-
		Fukushima	8	Dwarf II	3.5	15.1	Absent	Intermediate	Absent	High	15.3	61.4	3.38
		Ishikawa	10	Dwarf II	3.9	24.9	Absent	Few	Large	High	30.3	128.0	2.59
	M.9EMLA	Yamagata	9	Dwarf I	3.1	18.0	Absent	Absent	Intermediate	-	11.0	26.7	1.04
		Fukushima	8	Dwarf II	4.0	17.7	Absent	Few	Small	High	16.0	63.3	2.54
	M.26EMLA	Yamagata	9	Dwarf II	4.0	23.0	Absent	Absent	Intermediate	Moderate	27.5	71.7	1.70
		Fukushima	8	Dwarf II	3.3	18.5	Absent	Absent	Small	High	5.4	40.5	1.49
		Ishikawa	10	Dwarf II	4.0	26.6	Intermediate	Intermediate	Large	Moderate	19.6	100.9	1.79
Sensyu	JM 2	Miyagi	10	Semidwarf	4.7	31.3	Absent-Few	Absent-Few	Small	High	23.3	63.8	0.82
		Akita	8	Semidwarf	4.2	23.7	Few	Absent	Absent	Slightly low	15.0	21.4	0.48
		Nagano	9	Semidwarf	4.1	33.6	Few	Absent	Absent	Moderate	46.3	164.8	1.83
	JM 1	Miyagi	10	Dwarf I	4.7	23.8	Absent-Few	Absent-Few	Intermediate	High	18.8	45.3	1.00
		Akita	8	Dwarf I	2.8	10.3	Absent	Few	Small	Slightly low	3.5	6.1	0.72
		Nagano	9	Dwarf II	3.3	18.8	Absent	Absent	Large	High	15.4	62.0	2.20
	JM 7	Miyagi	10	Dwarf I	4.6	25.0	Absent-Few	Absent-Few	Small	Moderate	21.1	34.9	0.70
		Akita	8	Dwarf II	3.8	17.4	Absent	Few	Small	Slightly low	8.5	13.7	0.57
		Nagano	9	Dwarf II	4.3	24.7	Absent	Absent	Absent	Moderate	18.2	84.8	1.75
	M.26 [y]	Akita	8	Semidwarf	4.2	21.8	Few	Few	Small	Moderate	14.6	20.4	0.54
	M.26EMLA	Miyagi	10	Dwarf II	4.3	23.8	Absent-Few	Absent-Few	Small	Moderate	24.9	46.7	1.04
		Nagano	9	Dwarf II	3.8	20.5	Absent	Many	Intermediate	Moderate	16.2	59.3	1.77
Hokuto	JM 2	Aomori	11	Semidwarf	4.6	53.7	Few	Absent	Absent	Moderate	115.2	375.1	1.63
		Fukushima [x]	7	Dwarf II	4.0	22.0	Absent	Few	Absent	High	37.3	70.1	1.82
	JM 7	Fukushima [x]	7	Dwarf II	3.2	20.8	Absent	Absent	Absent	High	47.0	76.4	2.22
	M.9EMLA	Fukushima [x]	7	Dwarf II	4.1	25.0	Absent	Few	Absent	High	51.6	78.7	1.58
	M.26EMLA	Aomori	10	-	4.3	32.1	Absent	Few	Absent	Moderate	71.8	254.5	3.10
		Fukushima [x]	7	Dwarf II	4.0	24.7	Absent	Few	Absent	High	48.3	90.9	1.87
Orin	JM 2	Iwate(Kitakami)	10	Semidwarf	5.0	50.4	Absent-Few	Absent-Few	Absent	High	38.5	151.1	0.75
	JM 5	Iwate(Kitakami)	10	Extremely dwarf	3.0	15.3	Absent-Few	Absent-Few	Intermediate	Intermediate	7.2	22.2	1.19
	JM 1	Iwate(Kitakami)	10	Dwarf I	3.8	29.1	Absent-Few	Absent-Few	Intermediate	High	21.1	95.3	1.41
	JM 7	Iwate(Kitakami)	10	Dwarf II	4.4	31.9	Absent-Few	Absent-Few	Intermediate	High	23.9	117.7	1.45
	M.26	Iwate(Kitakami)	10	Dwarf I	3.4	28.4	Absent-Few	Absent-Few	Intermediate	High	15.3	83.7	1.30

[z] See Table 5 for the evaluation of each trait.

[y] Rootstock was used as rooted interstock on Marubakaido.

[x] Data of 1995.

なる極わい性台木であると判断される.

ひこばえの発生は6場所で「無」～「少」,2場所で「中」と評価され，比較的少ないと考えられる.

気根束の発生は1場所で「中」と評価されたが，他の6場所全てで「無」～「少」と評価され，少ないものと考えられる.

接ぎ目の状態について，北海道では「台負け」と評価されたが，それ以外の場所では「台勝ち」と評価された．接ぎ目こぶの大きさは3場所で「無」～「小」,4場所で「中」，1場所で「大」と評価され，評価が分かれた.

早期結実性については1場所で「低」と評価されたが,3場所で「中」，3場所で「高」と評価され，比較的高いと考えられる.

1樹当たり収量は3.3～34.2 kgと場所よる差が非常に大きく，'M.9EMLA'等のわい性台木利用樹より少なかった．一方，主幹断面積当たりの生産効率は0.58～2.84で，場所による差が大きいが，'M.9EMLA'台利用樹と比較すると比較可能な3場所全てで'ＪＭ5'台利用樹が勝った．また，'M.26EMLA'台利用樹と比較すると3場所では劣り，2場所では'ＪＭ5'台利用樹が勝り，評価が分かれた（Table 5).

2）台木が'ふじ'以外の品種の生育ならびに結実に及ぼす影響

（1）JM2

'さんさ'では'ＪＭ2'のわい化能力は福島で「わい性II」,山形と石川では「半わい性」と評価された．'千秋'では3場所の全てで「半わい性」と評価された．'北斗'では福島で「わい性II」，青森で「半わい性」と評価された．また,'王林'では岩手（北上）で「半わい性」と評価されたことから，'ふじ'以外の品種においても'ＪＭ2'は半わい性台木の特性を示すと判断される.

ひこばえおよび気根束の発生，接ぎ目の状態に関しても，'ふじ'の場合と同様の傾向となることが認められた.

生産効率を'M.9EMLA'台利用樹や'M.26EMLA'台利用樹と比較すると，'さんさ'では3場所，'北斗'では2場所，'王林'では1場所の全てで'ＪＭ2'台利用樹が小さかった．'千秋'では2場所で'ＪＭ2'台利用樹が小さく，1場所では大きかった（Table 6).

'ＪＭ2'台利用樹は樹がやや大きいため，'ふじ'および'ふじ'以外の供試品種において1樹当たり収量は高くなるものの，生産効率は'M.9EMLA'等の対照台木より低くなる傾向が認められた.

（2）JM5

'ふじ'以外の品種に関する試験結果は少なく，岩手（北上）で試験された'王林'の1例のみである.

'ＪＭ5'のわい化能力は「極わい性」と評価された．ひこばえおよび気根束の発生は「無」～「小」,「台勝ち」を呈し，接ぎ目こぶの大きさは「中」と評価された.

10年生樹の1樹当たり収量は7.2 kgで，'M.26'台利用樹の47％であった．しかし，生産効率は'M.26'台利用樹の92％で比較的高かった（Table 6).

3）台木が'ふじ'の果実品質に及ぼす影響

（1）JM2

'ふじ'の果実は山形と長野を除く8場所で'M.9EMLA'や'M.26'，'M.26EMLA'等の対照台木より小さく，やや小玉となる傾向が認められた.

玉揃いに関しては3場所で「不良」～「やや不良」,6場所で「中」，1場所で「良」と評価され，評価が分かれた.

着色に関しては石川で「不良」と評価されたが，それ以外の場所では全て「中」と評価され，中庸であると思われる.

果実硬度は3場所では'M.9EMLA'や'M.26'，'M.26EMLA'等の対照台木より低く,2場所では同程度,5場所では高く，評価が分かれた.

糖度は場所によって12.8～16.2%と差があり，福島と石川では対照台木より高かったが，それ以外の8場所では低く，'ＪＭ2'を台木に用いた場合の'ふじ'の果実糖度は'M.9EMLA'等のわい性台木利用樹よりやや低くなる傾向が認められた．一方，マルバカイドウ台利用樹との比較では比較可能な2場所とも'ＪＭ2'台利用樹の方が高かった

リンゴ酸含量は，'M.9EMLA'や'M.26'，'M.26EMLA'と比較すると，岩手（北上）ではやや低かったが，それ以外の9場所では同程度ないしやや高かった（Table 7).

以上の結果，'ＪＭ2'台で樹勢の強い'ふじ'を穂木品種とし，主幹形仕立てとした場合は'M.9EMLA'等のわい性台木利用樹よりやや小玉となり，糖度もやや低く，果実品質が劣る傾向が認められたことから，今後，半わい性台木利用樹に適した樹体管理方法の確立が求められる.

（2）JM5

'ふじ'の果実は山形と石川を除く6場所で'M.9EMLA'や'M.26'，'M.26EMLA'等の対照台木より小さく，やや小玉となる傾向が認められた.

Table 7. Effect of rootstocks on fruit quality of 'Fuji' in the regional trial [z].

Rootstock genotype	Location	Fruit weight (g)	Uniformity of fruit size	Coloring	Flesh firmness [y] (lbs)	Soluble solids content (°Brix)	Malic acid content [y] (g/100ml)
JM 2	Hokkaido	182	Intermediate	Intermediate	17.2	13.8	0.53
	Aomori	348	Intermediate	Intermediate	15.3	12.8	0.35
	Iwate(Morioka)	224	Poor	Intermediate	15.8	13.4	0.40
	Iwate(Kitakami)	323	Intermediate	Intermediate	15.2	14.2	0.30
	Miyagi	283	Intermediate	Intermediate	16.1	15.0	0.44
	Akita	367	Slightly poor	Intermediate	14.4	13.6	0.41
	Yamagata	358	Intermediate	Intermediate	14.2	14.4	0.40
	Fukushima	375	Intermediate	Intermediate	14.7	16.2	0.47
	Nagano	377	Good	Intermediate	14.5	15.1	0.39
	Ishikawa	276	Poor	Poor	14.3	14.8	0.44
JM 5	Hokkaido	184	Intermediate	Intermediate	17.4	15.1	0.55
	Iwate(Morioka)	258	Intermediate	Good	16.8	15.1	0.40
	Iwate(Kitakami)	311	Slightly poor	Intermediate	16.7	16.2	0.39
	Miyagi	288	Intermediate	Slightly good	16.5	15.6	0.42
	Yamagata	372	Slightly good	Slightly poor	15.7	15.8	0.40
	Fukushima	296	Intermediate	Intermediate	15.2	16.7	0.39
	Gunma [x]	123	Good	Intermediate	17.5	16.5	0.43
	Ishikawa	323	Good	Poor	17.3	16.5	0.46
JM 1	Hokkaido	225	Intermediate	Intermediate	17.6	15.1	0.56
	Iwate(Morioka)	264	Intermediate	Good	16.5	14.7	0.40
	Iwate(Kitakami)	354	Slightly good	Intermediate	15.5	14.5	0.34
	Miyagi	313	Intermediate	Intermediate	16.1	15.2	0.41
	Akita	395	Slightly poor	Slightly poor	14.8	13.7	0.40
	Yamagata	371	Intermediate	Intermediate	15.1	15.3	0.39
	Fukushima	392	Intermediate	Good	14.2	16.0	0.39
	Gunma [x]	131	Good	Intermediate	15.6	15.1	0.31
	Nagano	371	Good	Intermediate	15.2	15.7	0.38
	Ishikawa	313	Intermediate	Intermediate	16.1	15.4	0.46
JM 7	Hokkaido	202	Intermediate	Intermediate	16.7	14.6	0.52
	Iwate(Morioka)	266	Intermediate	Good	16.6	15.3	0.43
	Iwate(Kitakami)	307	Slightly good	Slightly good	15.8	15.0	0.35
	Miyagi	280	Intermediate	Intermediate	16.3	14.8	0.40
	Akita [w]	329	Slightly poor	Intermediate	15.1	15.2	0.41
	Yamagata	351	Good	Good	15.7	16.2	0.42
	Fukushima	348	Slightly good	Good	14.5	16.5	0.44
	Nagano	364	Good	Slightly good	14.7	16.2	0.41
	Ishikawa	301	Intermediate	Good	15.1	15.6	0.47
M.9EMLA	Iwate(Morioka)	270	Intermediate	Intermediate	15.5	14.1	0.40
	Yamagata	304	Intermediate	Slightly good	14.7	15.0	0.41
	Fukushima	409	Intermediate	Intermediate	13.9	15.8	0.44
M.26	Hokkaido	197	Intermediate	Intermediate	16.4	14.4	0.51
	Iwate(Kitakami)	341	-	-	15.2	15.0	0.34
	Akita [v]	385	Intermediate	Intermediate	14.7	14.3	0.39
M.26EMLA	Aomori	351	Intermediate	Intermediate	14.7	13.8	0.30
	Iwate(Morioka)	273	Intermediate	Intermediate	15.0	14.3	0.43
	Miyagi	294	Intermediate	Intermediate	16.2	15.7	0.44
	Yamagata	349	Intermediate	Intermediate	14.8	14.8	0.41
	Fukushima	347	Intermediate	Intermediate	13.9	16.1	0.45
	Gunma [x]	295	Good	Good	14.6	14.2	0.36
	Nagano	361	Slightly good	Slightly good	15.1	16.1	0.40
	Ishikawa	323	Intermediate	Intermediate	14.1	14.6	0.42
Marubakaido	Akita	379	Slightly poor	Poor	14.3	13.3	0.41
	Fukushima	390	Slightly good	Intermediate	14.1	15.6	0.45

[z] Mean of 1995 and 1996.

[y] See Table 4 for the evaluation of each trait.

[x] Data of 1995.

[w] Data of 1996.

[v] Rootstock was used as rooted interstock on Marubakaido.

玉揃いに関しては2場所で「やや不良」,4場所で「中」,2場所で「良」と評価され，評価が分かれた.

着色に関しては2場所で「不良」～「やや不良」，4場所で「中」，2場所で「やや良」～「良」と評価され，評価が分かれた..

果実硬度は8場所の全てでM系対照台木利用樹を上回り，‘ＪＭ５’台利用樹では硬度の高い果実が生産されることが明らかになった.

糖度は，宮城で‘M.26EMLA’台利用樹とほぼ同じであった以外は全ての場所でM系対照台木利用樹を上回った．また，他のＪM系台木と比較しても，8場所の全てで‘ＪＭ１’台利用樹を上回り，7場所中5場所で‘ＪＭ７’台利用樹を上回ったことから，‘ＪＭ５’台利用樹では糖度の高い果実が生産されることが分かった.

リンゴ酸含量は，M系対照台木利用樹と比較すると，4場所では同程度ないしやや低かったが，それ以外の4場所では高く，酸度も比較的高い果実が生産されるものと考えられる（Table 7).

4）台木が‘ふじ’以外の品種の果実品質に及ぼす影響

（1）JM2

‘ＪＭ２’台‘さんさ’の果実は山形と石川では‘M.9EMLA’および‘M.26EMLA’台利用樹より小さく，福島では‘M.9EMLA’台利用樹より大きいが‘M.26EMLA’台利用樹より小さかった．‘千秋’の果実は宮城と長野では‘M.26EMLA’台利用樹と同程度，秋田では‘M.26’台利用樹より大きかった．‘北斗’の果実は福島では‘M.9EMLA’および‘M.26EMLA’台利用樹より小さく，青森では‘M.26EMLA’台利用樹と同程度であった．‘王林’の果実は岩手（北上）では‘M.26’より小さかった．以上の結果からは‘ＪＭ２’台利用樹の果実の大きさに一定の傾向は認められなかった.

玉揃いに関しては，‘千秋’について長野で「やや不良」と評価されたが，それ以外は「中」または「やや良」と評価され，中庸であると思われる.

着色に関しては，場所によって，‘さんさ’は「不良」～「やや良」，‘千秋’は「やや不良」～「中」，‘北斗’は「やや不良」～「良」，‘王林’は「やや良」と評価され，評価が分かれて一定の傾向は認められなかった.

‘ＪＭ２’台利用樹の果実硬度に関しては，対照台木と比較して‘さんさ’と‘北斗’では場所によって評価が分かれたが，‘千秋’と‘王林’ではいずれも‘M.26EMLA’および‘M.26’より低かった.

‘ＪＭ２’台‘王林’の糖度は岩手（北上）で‘M.26’より低かったが，‘王林’以外の品種では場所によって評価が分かれ，‘ふじ’と同様な低下傾向は認められなかった.

リンゴ酸含量は，対照台木利用樹と比較して‘さんさ’では評価が分かれたが，‘千秋’と‘北斗’ではいずれも‘M.26’や‘M.9EMLA’，‘M.26EMLA’より低かった．一方，‘王林’は岩手（北上）で‘M.26’よりやや高かった（Table 8).

（2）JM5

‘ＪＭ５’台‘王林’の果実は岩手（北上）で‘M.26’台利用樹より小さかった．玉揃いについては，「やや不良」と評価された.

‘M.26’台利用樹と比較して果実硬度は同じで，糖度はやや低かった．逆にリンゴ酸含量はやや高く，‘ＪＭ１’，‘ＪＭ７’台利用樹と同程度であった（Table 8).

この結果，‘ＪＭ５’台‘王林’の果実は外観と内容品質が‘M.26’台利用樹よりやや劣ることが分かった.

3．適地および栽培上の留意点

‘ＪＭ２’および‘ＪＭ５’は挿し木繁殖が可能で，生産者が容易に台木の自家育苗を行うことができるため，リンゴの苗木生産に要するコストを低減することが可能となり，わい性台木の利用が可能な全国のリンゴ栽培地帯で広く普及することが期待される.

‘ＪＭ２’は半わい性台木であり，半密植栽培に適する台木であると考えられる．また，‘ＪＭ２’は根張りが良く，接ぎ木部位の結合力も強いことから，マルバカイドウ台と同様な無支柱，または，簡易支柱栽培ができれば資材費の節約ができる可能性がある.

系統適応性検定試験の結果では，‘ＪＭ２’台利用樹の果実は対照のわい性台木利用樹と比較すると果実がやや小さく，糖度も低い傾向が認められた．このことから，わい化栽培における一般的な樹形である主幹形は‘ＪＭ２’台利用樹には不向きで，果実品質の改善のためには，強樹勢樹の栽培に適した開心形仕立て等の樹体管理方法について今後検討する必要があると考えられる．こうした点を踏まえ，群馬県等では現在‘ＪＭ２’台を利用した半密植栽培の技術確立が進められている（堀込・荒木，未発表).

‘ＪＭ５’は既存の極わい性台木である‘M.27’よりもさらにわい化度が強い極わい性台木であり，10ａ当たり300～500本前後の苗木を栽植する低樹高・高密植栽培に適する台木であると考えられる（菊地，2004).

Table 8. Effect of rootstocks on fruit quality of ‘Sansa’, ‘Sensyu’, ‘Hokuto’ and ‘Orin’ in the regional trial [z].

Cultivar	Rootstock genotype	Location	Fruit weight (g)	Uniformity of fruit size	Coloring	Flesh firmness [y] (lbs)	Soluble solids content (°Brix)	Malic acid content [y] (g/100ml)
Sansa	JM 2	Yamagata	254	Intermediate	Slightly good	13.8	13.3	0.43
		Fukushima	273	Intermediate	Slightly good	12.1	13.6	0.36
		Ishikawa	229	Intermediate	Poor	11.2	14.1	0.42
	JM 1	Yamagata	248	Intermediate	Good	15.1	14.8	0.37
		Ishikawa	246	Intermediate	Slightly good	10.8	14.2	0.40
	JM 7	Yamagata [x]	231	Good	Good	15.2	14.2	0.52
		Fukushima	238	Intermediate	Slightly good	12.0	13.7	0.34
		Ishikawa	221	Intermediate	Intermediate	10.8	13.4	0.39
	M.9EMLA	Yamagata	270	Intermediate	Slightly good	13.9	14.1	0.39
		Fukushima	250	Intermediate	Slightly good	11.8	13.5	0.37
	M.26EMLA	Yamagata	257	Intermediate	Intermediate	13.7	14.0	0.36
		Fukushima	288	Intermediate	Intermediate	11.9	14.3	0.39
		Ishikawa	250	Intermediate	Intermediate	11.7	13.9	0.40
	Marubakaido	Fukushima	274	Slightly poor	Intermediate	12.2	13.2	0.40
Sensyu	JM 2	Miyagi	206	Intermediate	Intermediate	15.3	13.3	0.42
		Akita	282	Slightly good	Intermediate	13.0	12.8	0.42
		Nagano	278	Slightly poor	Slightly poor	13.8	13.3	0.37
	JM 1	Miyagi	218	Intermediate	Intermediate	15.8	13.6	0.46
		Akita [x]	315	Intermediate	Intermediate	13.7	14.4	0.44
		Nagano	279	Slightly good	Slightly poor	14.4	14.2	0.36
	JM 7	Miyagi	202	Intermediate	Intermediate	15.7	13.6	0.46
		Akita	299	Intermediate	Intermediate	13.4	14.5	0.51
		Nagano	300	Slightly good	Poor	14.4	13.6	0.42
	M.26 [w]	Akita	247	Intermediate	Intermediate	13.7	13.9	0.41
	M.26EMLA	Miyagi	208	Intermediate	Intermediate	15.4	13.8	0.43
		Nagano	284	Intermediate	Intermediate	14.6	14.8	0.39
	Marubakaido	Akita	261	Intermediate	Slightly poor	13.8	13.2	0.46
Hokuto	JM 2	Aomori	432	Intermediate	Slightly poor	14.4	12.4	0.30
		Fukushima [v]	387	Intermediate	Good	11.3	13.5	0.26
	JM 7	Fukushima [v]	417	Intermediate	Good	10.0	13.5	0.27
	M.9EMLA	Fukushima [v]	451	Slightly poor	Intermediate	12.0	12.7	0.32
	M.26EMLA	Aomori	428	Intermediate	Intermediate	14.3	13.8	0.31
		Fukushima [v]	464	Intermediate	Intermediate	11.1	13.4	0.30
	Marubakaido	Fukushima [v]	419	Intermediate	Intermediate	10.8	12.4	0.29
Orin	JM 2	Iwate(Kitakami)	328	Slightly good	-	14.7	14.1	0.25
	JM 5	Iwate(Kitakami)	327	Slightly poor	-	15.2	14.7	0.24
	JM 1	Iwate(Kitakami)	369	Intermediate	-	14.9	15.1	0.26
	JM 7	Iwate(Kitakami)	351	Intermediate	-	14.6	15.4	0.26
	M.26	Iwate(Kitakami)	370	-	-	15.2	15.4	0.22

[z] Mean of 1995 and 1996.

[y] See Table 4 for the evaluation of each trait.

[x] Data of 1996.

[w] Rootstock was used as rooted interstock on Marubakaido.

[v] Data of 1995.

‘ＪＭ５’はわい化能力が非常に強く，‘さんさ’などのような樹勢の弱い穂木品種を接ぐと生育不良を生じやすい．そのため‘ＪＭ５’を自根台木として利用する場合は，土壌肥沃地で，穂木品種には‘ふじ’などの樹勢の強い品種を用い，地上部台木長を５～10 cmと短くし，樹勢の維持・強化に努める必要がある．

一方，‘ＪＭ５’自根台木による樹勢衰弱を回避するためマルバカイドウや他のJM系台木を根系台木とし，‘ＪＭ５’を中間台木として利用する二重台木方式も検討されている．既存の極わい性台木である‘M.27’を台木に用いると強風時に折損被害が生じやすいが，‘ＪＭ５’は接ぎ木部位の結合強度が‘M.27’より強いので，‘ＪＭ５’を利用することによって接ぎ木部位の折損被害を軽減でき，また，‘M.27’よりもわい化能力が強いため，さらに樹高を低めた低樹高省力栽培が可能になると期待されている（菊地，2004）．

‘ＪＭ５’台利用樹の苗木の定植に当たっては，既存の‘M.9’や‘M.26’を利用したわい化栽培の場合と同様に，倒伏防止のための支柱が必要である．

‘ＪＭ５’は高接ぎ病の病原ウイルスであるACLSVに感受性であるため，接ぎ穂にはACLSVフリーのものを用いる必要がある．

一般にリンゴのわい性台木の根は皮が厚く，野ネズミが好んで食害しやすい（土屋，1984）．JM系台木も被害を受けやすいことが指摘されており，野ネズミ被害の多い園地では，毒餌やトラップを用いて野ネズミの生息密度を減らすとともに，忌避剤の利用や園地周辺からの侵入防止対策を講じる必要がある．

摘　要

1．‘ＪＭ２’および‘ＪＭ５’は，いずれも1972～1975年にマルバカイドウ‘セイシ’に‘M.9’を交雑して得られた実生群から選抜されたリンゴの半わい性および極わい性台木品種である．1984年に一次選抜され，1985年から‘リンゴ台木盛岡２号’，‘リンゴ台木盛岡５号’の系統名でリンゴ台木第一回系統適応性検定試験に供試された．その結果，1997年8月19日付けでりんご農林台13号‘ＪＭ２’，りんご農林台14号‘ＪＭ５’と命名登録された．また，2000年7月31日付けで登録番号第8223号，第8224号として各々品種登録された．

2．‘ＪＭ２’の発芽期は育成地で４月上旬，枝梢の太さは中程度で直立している．開花期は‘ふじ’とほぼ同時期の５月中旬，果実の成熟期は９月上中旬である．果実は扁円形で27 g程度と極小さい．‘ＪＭ５’の発芽期は４月上旬，枝梢の太さは細く，直立している．開花期は‘ふじ’とほぼ同時期の５月中旬，果実の成熟期は10月上中旬である．果実は扁円形で27g程度と極小さい．両品種とも果実は黄色で，極めて酸味が強く，渋みがあるため生食には適さない．

3．‘ＪＭ２’および‘ＪＭ５’は，休眠枝挿しによる繁殖が可能である．挿し木によって発生した新梢は直立し，挿し木当年に台木として使用可能な大きさの苗木に成長する．‘ＪＭ２’の耐水性は比較的強く，‘ＪＭ５’はやや劣る．リンゴワタムシに対しては‘ＪＭ２’は感受性，‘ＪＭ５’は抵抗性である．クラウンロットに対しては病原菌の種類により中程度～強い抵抗性を示す．高接病ウイルスのうちACLSVに対しては‘ＪＭ５’は感受性であるので注意が必要である．いずれの品種も野ネズミの食害に対する被害防止対策を講じる必要がある．

4．台木として利用した場合はいずれも台勝ちを呈する．‘ＪＭ２’台14年生‘ふじ’の主幹の太さは‘M.9EMLA’台利用樹の115%程度となり，‘ＪＭ２’は半わい性台木であると考えられる．‘ＪＭ５’台利用樹では65%程度であり，‘ＪＭ５’は極わい性台木であると考えられる．ひこばえの発生は‘ＪＭ２’は‘M.9EMLA’と同程度にやや多いが，‘ＪＭ５’では極少ない．いずれの品種も気根束の発生は少ない．‘ふじ’の果実品質をみると，主幹形仕立ての‘ＪＭ２’台利用樹ではやや劣るため，今後半密植栽培に適した樹体管理方法の確立が求められる．‘ＪＭ５’台利用樹では果肉硬度と糖度が高く，品質の優れた果実が生産される．

5．‘ＪＭ２’，‘ＪＭ５’はわい性台木の利用が可能な全国のリンゴ栽培地帯に適し，それぞれ半わい性台木，極わい性台木として今後広く普及することが期待される．

引用文献

1) Barritt, B.H. 1992. Intensive orchard management. p.128-157. Good Fruit Grower, Yakima, Wash.

2) Beakbane, A.C. and E.C. Thompson. 1939. Anatomical studies of stems and roots of hardy fruit trees. II. The internal structure of the roots of some vigorous and some dwarfing apple

rootstocks, and the correlation of structure with vigor. J. Pom. and Hort. Sci. 17:141-149.

3) 別所英男．1995．リンゴ．台木用植物の分類と特性．p.187-202．河瀬憲次編著．果樹台木の特性と利用．農山漁村文化協会，東京．

4) Bessho, H., S.K. Brown, J.L. Norelli, H.S. Aldwinckle and J.N. Cummins. 2001. Observations on the susceptibility of Japanese apple cultivars and rootstock selections to fire blight. J. Amer. Pom. Soc. 55：120-124.

5) Bessho, H. and J. Soejima, 1992. Apple rootstock breeding for disease resistance. Compact Fruit Tree 25:65-72.

6) 別所英男・土屋七郎・増田哲男・小森貞男．1989．リンゴの優良台木育成試験　⑥リンゴクラウンロット検定用植物の選抜．昭和63年度果樹試験場盛岡支場試験研究年報：23-25.

7) Cummins, J.N. and H.S. Aldwinckle. 1983. Breeding apple rootstocks. Plant Breeding Reviews 1：294-394.

8) 福田博之．1995．リンゴ．台木利用の変遷と現状．p.185-187．河瀬憲次編著．果樹台木の特性と利用．農山漁村文化協会，東京．

9) 羽生田忠敬・吉田義雄・眞田哲朗・新見進作．1980．台木育種におけるわい化性早期検定法技術確立に関する研究　①根の皮部率について．昭和54年度果樹試験場盛岡支場試験研究年報：10-12.

10) 果樹試験場リンゴ支場育種研究室．1997a．半わい性のリンゴ台木新品種「ＪＭ２」．平成８年度果樹研究成果情報．p.3-4．農林水産省果樹試験場．

11) 果樹試験場リンゴ支場育種研究室．1997b．極わい性のリンゴ台木新品種「ＪＭ５」．平成８年度果樹研究成果情報．p.5-6．農林水産省果樹試験場．

12) 菊地秀喜．1997．極わい性台木M.27を用いたリンゴの高密植栽培に関する研究．宮城園試特別研報．1：1-163.

13) 菊地秀喜・池田裕章．2004．極わい性台木JM5とM.27に接ぎ木されたリンゴ樹の生育と荷重による折損状況．園学研．3：51-55.

14) 菊池卓郎．1986．せん定を科学する．p.17-18．農山漁村文化協会，東京．

15) 菊池卓郎・塩崎雄之輔．2005．新版せん定を科学する　樹形と枝づくりの原理と実際．p.119-159．農山漁村文化協会，東京．

16) 守谷友紀・工藤和典・宮下久哉・別所英男・和田雅人・副島淳一・増田哲男．2009．リンゴJM系台木と主要品種の接ぎ木組み合わせにおける接ぎ目こぶとせん断強度の関係．園学研．8：463-468.

17) NC-140. 1991. Performance of ‘Starkspur Supreme Delicious’ apple on 9 rootstocks over 10 years in the NC-140 cooperative planting. Fruit Varieties Journal 45：192-199.

18) 農林水産省果樹試験場．1984．寒冷地果樹育成系統適応性検定試験・特性検定試験調査方法．pp.28.

19) 農林水産省果樹試験場．1994．育成系統適応性検定試験・特性検定試験調査方法．pp.195.

20) 農林水産省生産局園芸作物課．2012．平成22年度特産果樹生産動態等調査．p.121-127.

21) 及川　悟・菊地秀喜・川原田忠信．1989．M.27台利用によるリンゴの高密植栽培．東北農業研究．42：237-238.

22) Oraguzie, N.C., T. Yamamoto, J. Soejima, T. Suzuki and N. De Silva. 2005. DNA fingerprinting of apple (*Malus* spp.) rootstocks using simple sequence repeats. Plant Breeding 124：197-202.

23) 塩崎雄之輔．2012．図解リンゴの整枝せん定と栽培．112pp．農山漁村文化協会，東京．

24) 副島淳一・吉田義雄・羽生田忠敬・別所英男・土屋七郎・増田哲男・小森貞男・眞田哲朗・伊藤祐司・定盛昌助・樫村芳記．2010．リンゴわい性台木の新品種‘ＪＭ１’，‘ＪＭ７’および‘ＪＭ８’．果樹研報．11：1-16.

25) 土屋七郎．1984．リンゴ．栽培管理．わい化栽培．p.1310-1335．果樹園芸大事典編集委員会編．果樹園芸大事典．養賢堂，東京．

26) 土屋七郎．1988．果樹のわい性台木の育成の現状と問題点．研究ジャーナル．11(4):3-11.

27) 土屋七郎・副島淳一．1982．代謝毒素利用によるリンゴ斑点落葉病耐病性検定技術の開発．園芸学会昭和57年度秋季大会研究発表要旨：4-5.

28) 土屋七郎・吉田義雄・羽生田忠敬・眞田哲朗．1975．リンゴの台木に関する研究　第２報　12年を経過した樹の生育，結実，果実品質に及ぼすM.9，マルバカイドウおよびリンゴ実生台の影響について．果樹試報．C2：13-41.

29) Tukey, H.B. 1964. Dwarfed fruit trees. p.123-154. The Macmillan Company, N.Y.

30) Webster, A.D., S.J. Wertheim. 2003. Apple rootstocks. p. 91-124. In: D.C. Ferree, I.J. Warrington (eds). Apples: Botany, Production and

Uses. CAB International, Cambridge.

31) Williams, E.B. and J. Kuc. 1969. Resistance in *Malus* to *Venturia inaequalis*. Ann. Rev. Phytopath. 7:223-246.

32) Yanase, H. 1974. Studies on apple latent viruses in Japan : The association of apple topworking disease with apple latent viruses. Bull. Fruit. Tree Res. Stn. Ser. C 1:47-109.