

革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）

各地域に適した リンゴ早期成園化技術の 開発と経営体における実証 技術紹介資料



経営体（リンゴ早期成園化）コンソーシアム・
農研機構果樹茶業研究部門 編

はじめに

我が国のリンゴ生産においては、近年のグローバル化による国際競争の激化や労働力不足への対応など多くの課題が指摘されています。質の高い果実を低コストで省力生産できる効率的な栽培体系や販売単価の高い新品種を積極的に取り入れて生産基盤を強化し、競争力の高い、「強いりんご産地」への転換を図ることが求められていますが、改植・更新を進めるためには未収益期間を短縮する早期成園化技術が不可欠です。一方でリンゴの栽培体系は産地の積雪条件によって多種多様であるため、各産地の実情に合わせた早期成園化技術の開発や実証試験が必要です。本研究プロジェクトは、農研機構果樹茶業研究部門を代表機関として、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県、長野県の試験研究機関と、つがる弘前農業協同組合、紅果園、農研機構東北農研、弘前大学が参画してコンソーシアムを立ち上げ、生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）」の支援を受け、「各地域に適したリンゴ早期成園化技術の開発と経営体における実証」（平成29年～令和元年）として実施されました。雪の少ない産地を対象とした課題では、わい化栽培などの早期成園化技術が既に導入されていることをふまえ、より一層の生育促進・安定生産技術の開発を目指して、フェザー苗やかん水を利用した生育促進技術の検討を行いました。また、ジョイント樹形や高密植栽培等のより効率的な樹形の経済性評価を実施しております。雪の多い産地を対象とした課題としては、雪害への懸念からマルバ栽培が主流となっていることを踏まえ、多雪地にも馴染みやすい半わい性台木を用いた耐雪樹形や整枝方法の開発を行いました。さらに、これまで多雪地での実証事例の蓄積がなかったジョイント樹形やトールスピンドル栽培の経済性評価を弘前市において実施いたしました。得られた成果を使って生産者の皆様が自園の状況に合わせて最適な方法を選択して頂ける様な形に研究成果を整理することを目指して試験に取り組んで参りました。

本資料は研究プロジェクトの成果を冊子にまとめたものです。当プロジェクトは令和元年度で終了となりますが、各参画機関では今後ともデータの蓄積を続け技術がアップデートされていく予定です。導入を検討される生産者におかれましては、本書を参考に担当機関にお問い合わせいただき、最新の情報を入手して取り組まれるようお願いいたします。今後、本書の掲載技術が多くの生産者や指導機関に活用していただけることを期待します。

最後になりましたが、本プロジェクト実施にあたり参画機関、協力機関、実証試験をさせて頂いた生産者の皆様に多大なご協力を賜りましたことを心より感謝申し上げます。

令和2年2月

研究代表者 農業・食品産業技術総合研究機構
果樹茶業研究部門 主任研究員
花田 俊男

目 次

1. 多雪地域を対象とした早期成園化技術

〈技術紹介〉

- 朝日ロンバス方式によるりんごの積雪地帯型早期成園化技術の開発…………… 2
- 側枝下垂型ジョイント樹形用苗木の育成方法と耐雪型ジョイント樹形…………… 6
- 半わい性台 JM2 とわい性台 JM7 の交互植栽による …………… 9
半密植栽培での早期成園化
- JM2 台による開心形樹形の早期構築技術の検討 …………… 13

〈実証試験紹介〉

- 多雪地におけるトールスピンドル、側枝上方誘引型ジョイント栽培、…………… 15
側枝下垂型ジョイント栽培、朝日ロンバス栽培の実証

2. 少雪地域を対象とした早期成園化技術

〈技術紹介〉

- わい化密植栽培におけるかん水を利用したポット養成フェザー苗の生育促進…………… 18
- 1 年育成フェザー苗を用いた早期成園化技術…………… 20
- 主幹切り下げによる樹形改良…………… 22
- 長穂接ぎ木法による品種更新…………… 23

〈実証試験紹介〉

- 少雪地の大規模経営における新しい栽培方式の早期成園化の実証…………… 24



1 多雪地域を対象とした早期成園化技術

技術紹介

朝日ロンバス方式によるりんごの積雪地帯型早期成園化技術の開発

■ 開発のねらい

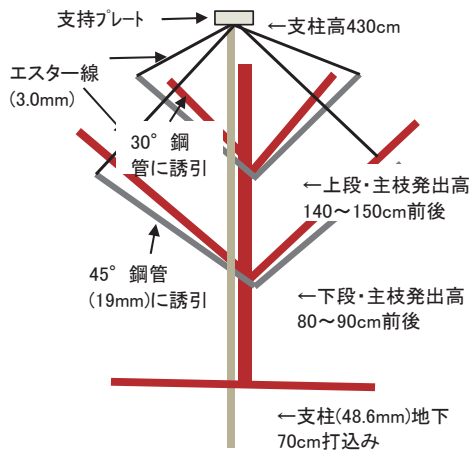
雪害を防ぐと同時に早期多収を図る「朝日ロンバス方式」を用いた早期成園化技術の開発を目指しました。

■ 開発技術の特徴と効果

半わい性台の M.26/ マルバ台を用いた「ふじ」の朝日ロンバス方式樹（2段2対主枝仕立て）は、現地実証圃において「ふじ」7 年生（定植6 年目）で 3.2t/10a、8 年生で 3.5t/10a の収量が得られました。「昂林」では 6 年生（定植5 年目）で 3.6t/10a、8 年生で 4.3t/10a、9 年生で 5.2t/10a の収量が得られました（図1、表1）。

場内においても、8 年生（定植7 年目）で、3.7t/10a の収量が得られ、品質も良好でした。山形県の慣行法（マルバ台主幹形から変則主幹形へ移行）と比較して、2～3 年程度早く成園並みの収量（3.2t/10a 以上）を得ることが可能でした（図1、表1）。

また、主枝を適度な高さ（下段 90cm 前後、上段 140～150cm）に配置できるため、脚立を使わず収穫できる果実の割合が高まります（表2、図2）。



朝日ロンバス方式



図2 収穫状況（4尺の脚立で収穫）

<朝日ロンバス方式の特徴>

- 高低差をつけて主枝を十字に配置するため、枝が重ならず作業性がよい。
 - 下段の主枝を45°、上段の主枝を30°の（エスター線で支えた）鋼管に誘引するため、雪害に強い。
- ※生産者が考案し（実用新案登録第3187623号）2011年より取組みが始まっている。

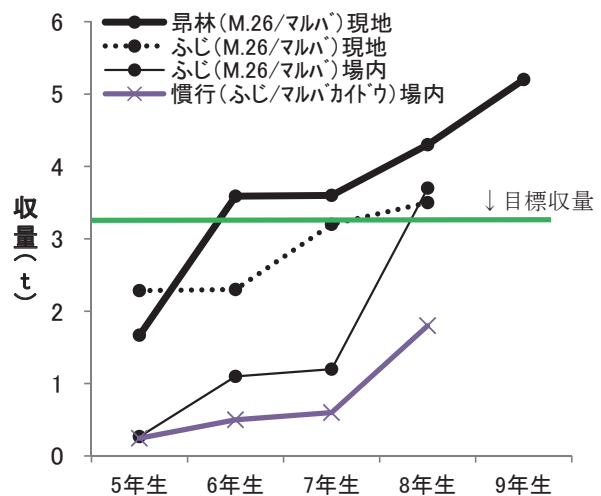


図1 ロンバス方式樹の10a 当たり収量の推移
（現地：4.5m × 5.5m、場内：3.5m × 5m、慣行4m × 8m）

表1 現地実証圃、場内における樹体、収量、等階級 (2019年)

圃場	品種(樹齢)	台木	仕立て方	10a当り本数	樹高(m)	樹幅(m)	平均1果重(g)	収量/10a(t)		正品 ² (%)	秀品(%)	階級32~36玉(%)
								全体	正品			
現地	昂林(9年生)	M.26/マルバ	ロンバス	40	4.0	4.9	341.0	5.2	3.9	74.9	-	51.8
	ふじ(8年生)	M.26/マルバ	ロンバス	40	3.8	4.0	323.9	3.5	3.0	85.5	-	51.2
場内	ふじ(8年生)	M.26/マルバ	ロンバス	57	3.6	4.2	321.8	3.7	2.8	76.4	80.7	58.3
	ふじ(8年生)	マルバカイトウ	慣行	31	4.6	5.2	318.2	1.8	1.2	66.9	54.2	55.2

² 外品(傷、生理障害、病害、青実果等)を除いた収量

表2 高さ別着果数割合、収穫および全作業時間 (場内試験、「ふじ」8年生樹)

区	台木	着果割合(%)				作業時間/収穫量	
		~0.5m	0.5~2m ²	~3m	3m超	収穫/100果(分)	全作業/1t(時間)
ロンバス	M.26/マルバ	1.8	88.0	10.2	0.0	9.7	38.1
慣行	マルバカイトウ	1.8	72.3	23.1	2.8	18.3	51.5

²概ね作業の際に届かず、脚立を必要としない高さ

■ 導入にあたってのポイント・留意点

○特に「ふじ」では、強剪定を避け適正樹勢を保ち、摘花(5月上旬)、一輪摘果(5月下旬)、仕上げ摘果(7月中下旬)、葉摘み(9月下旬、10月中旬)を適期に行うことが、翌年の花芽着生や高品質な果実生産につながります。

○誘引した主枝4本の他、樹勢が落ち着くまで枝1本を多く配置することで、初期収量を確保できます(表3)。

表3 1樹当りの収穫量、樹体生育(現地実証圃 2019年)

品種/台木	樹No.	樹齢(年生)	+枝 ² (本)	収穫量(kg)	うち主枝以外の収穫量(kg)	樹高(m)	樹幅(m)	幹周 ^y (cm)	主枝周 ^x (cm)	主枝発出高	
										下段(m)	上段(m)
ふじ/M.26/マルバ	①	8	1	104.3	6.0	3.7	4.5	34.0	17.5	0.93	1.51
	②	8	1	85.9	26.0	4.0	3.7	28.0	15.0	1.04	1.62
	③	8	1	73.4	11.0	3.7	3.9	27.0	14.3	1.00	1.50
昂林/M.26/マルバ	①	9	1	131.4	21.5	4.1	4.5	33.0	18.0	0.78	1.40
	②	9	1	131.1	17.5	4.1	5.2	35.2	20.9	0.85	1.60
	③	9	0	107.1	-	3.8	5.1	33.5	19.1	0.68	1.61

² 誘引した主枝4本の他に、初期収量確保のための枝

^y 接木部より上20cm部

^x 主枝基部周(平均値)

■ 導入に適した気象条件

積雪117cmでも雪による枝折れ等の被害が少なく、積雪地帯のりんご栽培に適しています(表4)。



表4 雪害発生状況(現地実証圃 2018年)

樹	樹齢(年生)	調査樹(本)	主枝折損樹(%)	資材破損樹(%)
ロンバス	7年生	107	0.0	0.0
ロンバス	8年生	85	0.0	0.0
慣行・成木	30年生	50	6.0	-

※最大積雪深117cm(2018年2月21日)

図3 現地実証圃の積雪状況

(最大積雪深117cmで実害なし)

■ 導入コスト、収益モデル

初年度導入費用は、10a 当り慣行栽培（31 本植え）に比べ誘引資材代が、9 万円および苗木代 4 万円程度（57 本植え）の掛かり増しとなります。初年度の導入費用は成園並みの収量が得られる 7～8 年で回収できる見込みです。

■ 力学的考察

今回のロンバス資材は直径 19.1、内径 17.1 mm の鋼管であり、曲げ剛性 EI は 490 Pa m^4 となる。リンゴ枝の弾性率を 5、7、9 GPa と仮定し、枝直径と曲げ剛性の関係を計算から求めると、図 4 のようになる。枝の直径が 40 mm 以上になると剛性が誘引管より大きくなることから、風雪など外力による曲げ負荷を枝が分担するようになるが、直径 20 mm 以下の状態ではロンバスへの依存度が高いことがわかる。

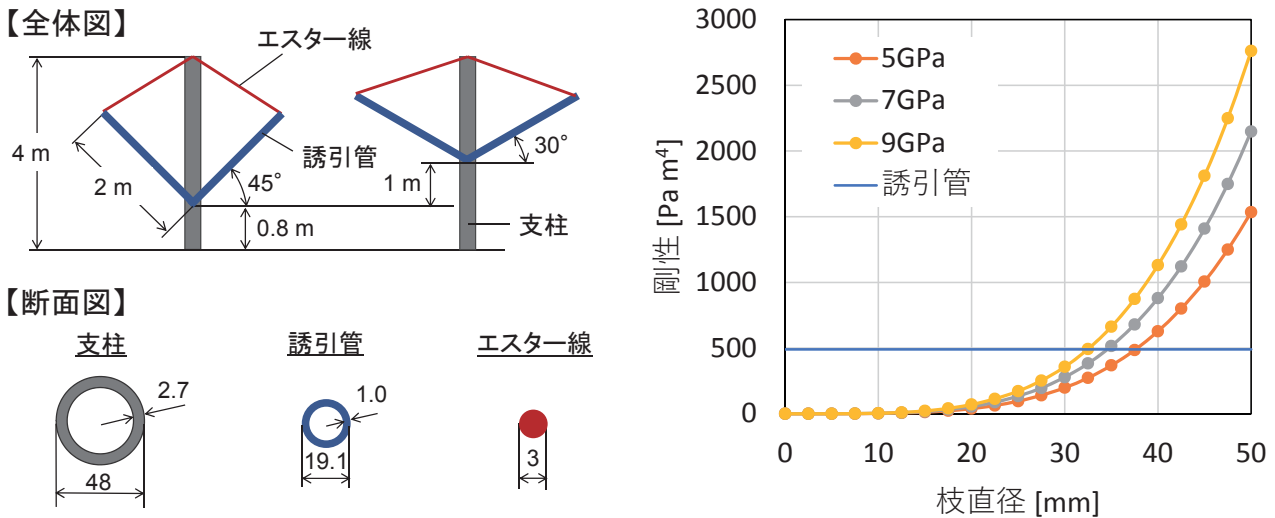


図4 ロンバス部材の形状と剛性

ロンバスの力学モデルを利用し、積雪負荷に対する各部の曲げ応力を計算する。雪負荷は積雪量と埋没位置によって異なるため、文献値を参考に積雪深に応じた負荷を荷重条件として設定した。図 5 に積雪深ならびに位置と雪負荷の関係を示した表をグラフ化したものを示す。雪負荷のデータが示されていない位置では本グラフの変化傾向を参考に近似補間することで値を決定した。誘引管を 45° に形成し、地上高さ 80 cm に設置している形状を解析モデルとした。誘引管部は 25 cm ずつの要素として構成し、それぞれの要素に平均的な高さに対応した雪負荷を与えた。図 6 に積雪深を 1.0、1.125、1.25、1.5、2.0 m と仮定した時にエスター線の有無を考慮して誘引管に作用する最大曲げ応力を算出した結果を示す。積雪深が大きくなるほど最大応力は著しく増加するため、縦軸は対数目盛としている。鋼製の誘引管の降伏応力（塑性変形が開始する応力）は 235 MPa 程度であることから、本結果から積雪深 1.5 m ほどであっても誘引管は局所的に変形する可能性があることが予想できる。なお、最大負荷はエスター線の有無に関わらず支柱近傍に作用していることが確認できた。

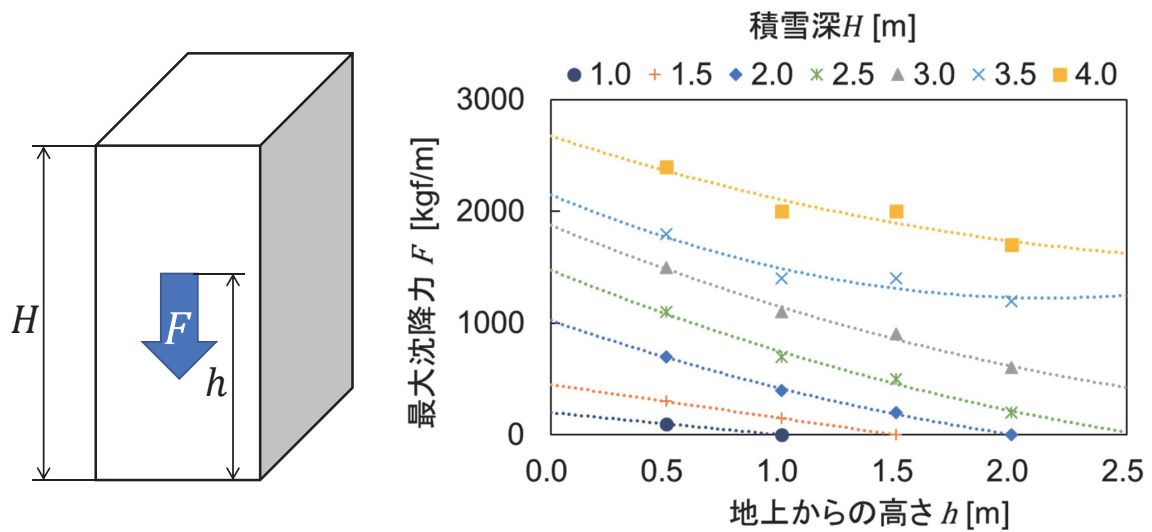


図5 負荷条件の決定
(新潟県園芸試験場研究報告 15 (1993 年) を参照)

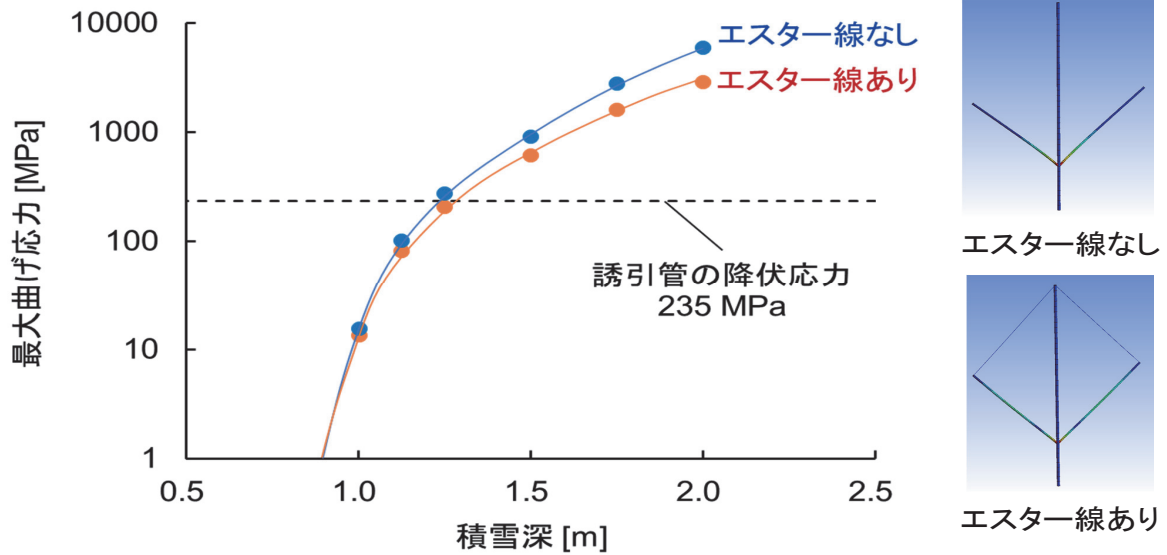


図6 積雪時に誘引管に作用する最大負荷

■ 参考情報：既存マニュアル、成果情報等

山形県「朝日ロンバス早期成園化マニュアル」(仮称)

■ 試験担当機関・問い合わせ先

山形県農業総合研究センター園芸試験場 果樹部
 国立大学法人弘前大学大学院 理工学研究科 藤崎研究室

側枝下垂型ジョイント樹形用苗木の育成方法と耐雪型ジョイント樹形

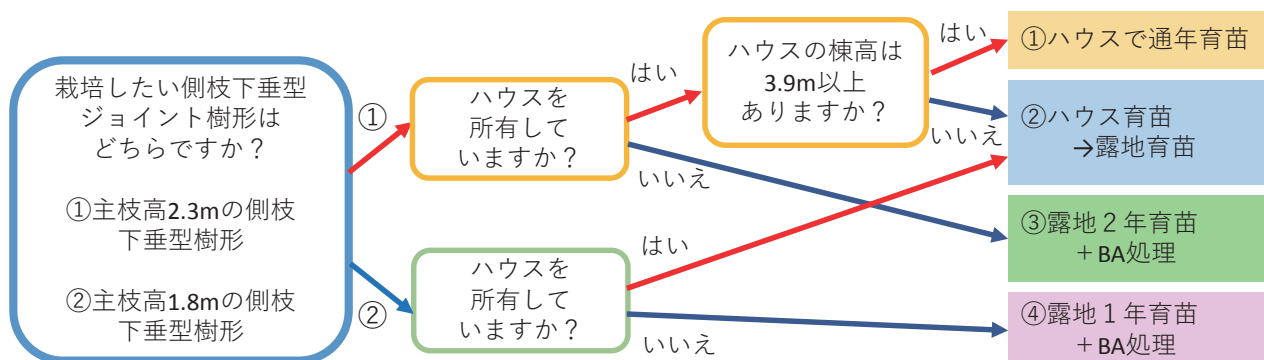
■ 開発のねらい

リング側枝下垂型ジョイント樹形において、早期に樹形を完成させ、結実させるための苗木の育成技術を開発するとともに、新たな側枝管理技術を取り入れることで、早期多収で雪害危険地域にも導入可能な樹形の開発を目指しました。

■ 開発技術の特徴と効果

1. 側枝下垂型ジョイント樹形用苗木の育成技術

(1) 早期に結実する側枝下垂型ジョイント樹形用苗木の育成方法を下記のとおりまとめました。



苗木の処理方法の詳細

★共通の方法

- 購入した苗木は、赤玉土とバーク堆肥を混合した培土を充填した不織布ポットに鉢上げする。
- 苗木の先端は充実した芽まで切り返す（3cm程度）。
- 先端以外の新梢は6月中旬に芽かきする。

①ハウスで通年育苗

- 苗木が2.3mに達する間に発生した副梢は剪除する。
- 苗木が2.3mに達した後に上部に発生した副梢は一度5cm程度で摘心し、その後は伸長させる。

②ハウス育苗 →露地育苗

- 苗木が1.8mに達した後に上部に発生した副梢は摘心を繰り返して伸長させない。
- 苗木がハウスの天井に到達したら、苗木をハウスから出し、露地で育苗する。

③露地2年育苗 +BA処理

- 苗木が2.3m～3.3mに伸長する間の新梢にベンジルアミノプリン液剤を散布して副梢の発生を促す。

④露地1年育苗 +BA処理

- 苗木が1.8m～2.8mに伸長する間の新梢にベンジルアミノプリン液剤を散布して副梢の発生を促す。

2. 耐雪型ジョイント樹形

- 側枝下垂型ジョイント樹形の3年枝の下垂誘引した側枝において、枝の形状と負荷耐性の関係を力学シミュレーションによって検証したところ、側枝基部に曲げ変形による最大の引張ひずみ（表面部の伸び）が作用し、10cmの沈降で枝に損傷や曲がりが生じる1%のひずみに達しています（図1）。
- 側枝を主枝の上部をまたいで側枝発出側と反対方向に交差下垂誘引する（図2）と通常の下垂誘引より積雪相当沈降抵抗力（下方に引っ張られる力に対する抵抗力）が高まり（図3）、その力は約2倍強く、4年枝の側枝で約90kgfまで耐えられます（表1）。
- 定植8年目の側枝下垂型ジョイント樹形（樹間1.0m）において、主枝高1.8mでは積雪2.0m、主枝高2.3mでは積雪2.5mで主枝中間部の雪害（折損）の危険性があります。

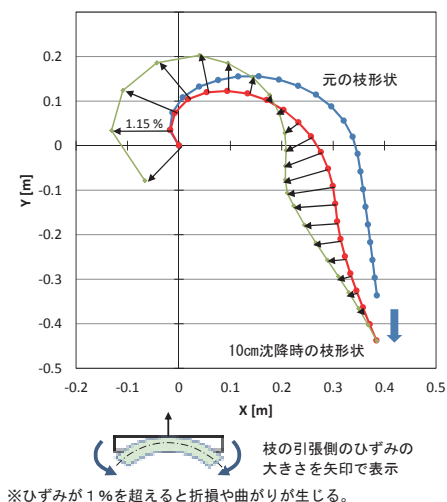


図1 枝の変形解析例

表1 側枝誘引方法が積雪相当沈降抵抗力に及ぼす影響

主枝高	処理年	試験区	誘引時の枝の年数	積雪相当沈降抵抗力 (kgf)
1.8m	2016年 (処理4年目)	交差下垂誘引区	2年枝	79.7 ns
		下垂誘引区	2年枝	72.6
	2017年 (処理3年目)	交差下垂誘引区	2年枝	89.5 *
		下垂誘引区	2年枝	49.1
2.3m	2017年 (処理3年目)	交差下垂誘引区	新梢	62.8 *
		下垂誘引区	新梢	33.7
	2017年 (処理3年目)	交差下垂誘引区	2年枝	78.8 *
		下垂誘引区	2年枝	43.5 *
		交差下垂誘引区	新梢	86.1 **
		下垂誘引区	新梢	33.3

※処理2年目はt検定により*は5%水準、**は1%水準で有意差あり、nsは有意差なしを示す。

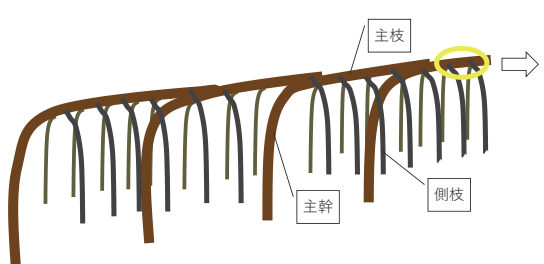


図2：側枝下垂型ジョイント樹形及び誘引部拡大 (左：交差下垂誘引区、右：下垂誘引区)

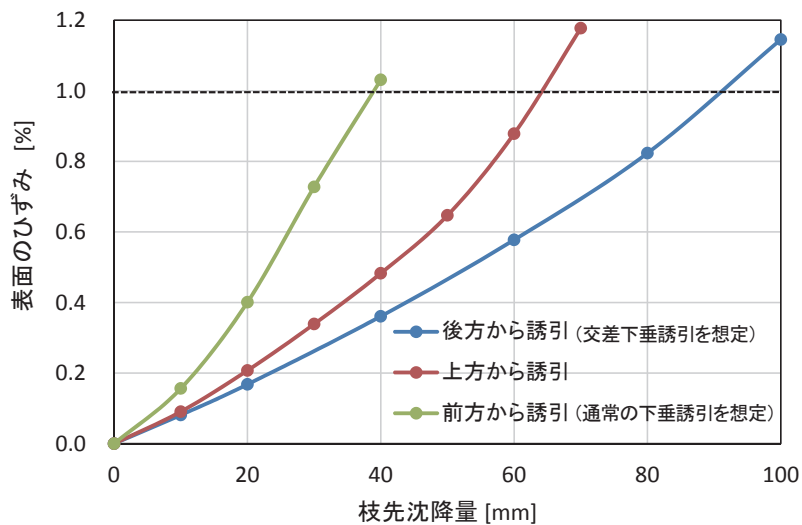
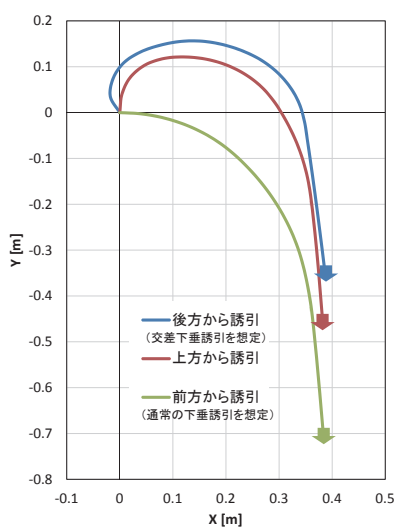


図3 解析した枝の形状 (左) と枝の誘引方法と沈降時負荷 (最大ひずみ) (右)

■ 導入にあたってのポイント・留意点

1. 側枝下垂型ジョイント樹形用苗木の育成技術

- (1) BA 処理は、苗木が 1.8m 又は 2.3m に達した後に伸長した新梢に、苗木が 2.8m 又は 3.3m に達するまでベンジルアミノプリン液剤 100 倍液を約 10 日間隔でハンドスプレーで散布します。
- (2) 副梢を発生させながら育苗することで、側枝候補枝を 1 年早く育成でき、定植 2 年目の収量は慣行の方法と比べて 2～3 倍に増加します。

2. 耐雪型ジョイント樹形

- (1) 新梢を誘引する場合は、7月に誘引することで9月に誘引するより短・中果枝数が多くなる傾向にあります。

■ 導入に適した気象条件

ジョイント樹形は、樹体の主枝中央部において積雪 2.0m 前後まで雪害の被害が少ないと考えられ、側枝は交差誘引をすることで沈降抵抗力を強めることができます。

■ 導入コスト、収益モデル

定植後の結実までの年数および苗木育成に係る 10a 当たり費用は表 2 のとおりです。

表 2 苗木育成に係る 10a 当たり費用

試験区	主枝高	育苗期間	結実年 (定植後)	10a 当たり苗木育成に係る費用(円)		
				1年目	2年目	計
ハウス区-1	2.3m用	1年	1年	661,627	—	661,627
ハウス区-2	2.3m用	1年	2年	661,627	—	661,627
1.8m用BA処理区	1.8m用	1年	1年	645,127	—	645,127
2.3m用BA処理区	2.3m用	2年	1年	645,127	54,310	699,437
慣行(露地育苗)	1.8m用	1年	2年	631,627	—	631,627
慣行(露地育苗)	2.3m用	2年	2年	631,627	40,810	672,437

※慣行(露地育苗)の内訳は、種苗費466,560円、肥料費1,011円、農業薬剤費7,407円、その他諸材料費156,649円(内、培土62,168円、ポット54,432円)、合計631,627円(樹間1.0m、列間4.0mの216本/10a植栽で算出)。

※ハウス区-1およびハウス区-2と慣行区の差額はパイプハウスの減価償却費、1.8m用BA処理区および2.3m用BA処理区と慣行区の差額はベンジルアミノプリン液剤費である。

■ 参考情報：既存マニュアル、成果情報等

門間豊資・菊池秀喜・池田裕章・柴田昌人(2014)、低樹高と早期多収を可能とするリンゴ樹体ジョイント栽培、東北農業研究第 67 号、p85-86

宮城県 平成 30 年度研究成果情報「リンゴ側枝下垂型ジョイント樹形用の育苗方法の開発」

高田万里子(2019)、リンゴ側枝下垂型ジョイント樹形用の育苗技術、東北農業研究第 72 号、p61-62

藤崎和弘・石井健太・高田万里子(2019)、耐雪性評価のための果樹枝の曲げ変形解析、雪氷研究大会講演要旨集 2019、P69

■ 試験担当機関・問い合わせ先

宮城県農業・園芸総合研究所 花き・果樹部 果樹チーム

国立大学法人弘前大学大学院 理工学研究科 藤崎研究室

半わい性台JM2とわい性台JM7の交互植栽による半密植栽培での早期成園化

■ 技術の概要・特徴

○多雪地でのわい化栽培の課題

多雪地のわい化栽培でリンゴ園の再生を進めるには、次のような課題があります。

- ①雪害等頻発する災害、急激な気象変動への適応
- ②担い手の高齢化、労働力不足への対応
- ③開園、改植コストの削減

気象変動の著しい中であっても早期成園化を円滑に進めるには、根の発育が良好で乾燥や長雨、強風に強い台木を使い、樹体活力を維持して樹形づくりを進めることが重要です。

高齢化、労働力不足の中で、雪害対応も含め、軽労化省力化につながる樹形が求められます。

除雪に難儀しない、脚立が入れやすい、慣れた剪定技術が使える、また、園地内部まで軽トラックを乗り入れられ小型ショベルカー、作業台車等の機械利用も容易にできる園地づくりを考えなければなりません。

開園費用はできるだけ押さえてコストを低減しながら、初期収量の増加が緩やかで初期投資の回収に時間がかかっても、園地寿命を延ばし経営全体を安定させることが必要になります。

○半わい性台を利用したわい化栽培

雪害など多雪地でのわい化栽培の諸課題に対応するため、半わい性台木JM2を利用し、列間を十分に広くした半密植栽培で作業がしやすい園地づくりを目指します。

樹形は雪中深く埋没しない位置に枝を形成する変則主幹形を目標に進めます。ただし、JM2台樹はJM7等のわい性台に比べて初期生育が旺盛で樹冠の拡大が早い反面、花芽形成が遅く早期結実性が劣ります。これを補う手段として将来的な間伐を前提に、JM7をJM2の樹間に植栽して園地づくりを進める交互植栽法で初期収量の確保に務めます。



図1 JM2台樹とJM7台樹で交互に植栽された圃場
上：7年生の冬の状況、下：8年生6月の様子



図2 交互植栽された圃場での収穫作業

左：園地の中まで軽トラックを乗り入れての作業、中央：収穫作業、右：圃場内での粗選果作業

■ 導入にあたってのポイント・留意点

○ 植栽方法

- ① 台木：半わい性台木 J M 2 を使用します。
この事例では台木の長さを 40cm に調整し、「紅秋光（着色系ふじ）」を接ぎ木し、接ぎ木苗を直接、植え付けています。
- ② 植栽間隔：スピードスプレヤーの防除効率、作業機械や軽トラックの園内走行による省力化、雪害防止や諸作業の労力軽減、圃場区画の有効利用等を考慮に入れて、6 m × 6 m としています。
- ③ 間植：6 m で定植した J M 2 台の間に、初期収量を確保するため、台木の長さを 40cm とした J M 7 等のわい性台木に同じ品種を接ぎ木し、接ぎ木苗を間植しています。
- ④ 支柱：J M 2 台樹には本来支柱は不要ですが、若木の時に側枝の雪吊りや結実下垂する側枝の吊り上げに使うため木柱を設置します。一方、J M 2 台樹の間に間植した J M 7 台樹は一時的なもので支柱はハウスパイプ 22mm × 3.5 m の鋼管を利用します。
- ⑤ ハウスバンド利用トレリス：J M 2 台樹の木柱にハウスバンドを 2 本撚りにして地上 2.0 m と 3.0 m の高さで 2 段にして張り、J M 7 台樹の支持に利用する鋼管をこのハウスバンドに結束します。このように簡易なトレリスを利用することで経費を節減できます。



図3 定植直後の交互植栽圃場
木柱：J M 2 台樹、パイプ：J M 7 台樹

○ 樹体の育成

樹形作りは、5 年生程度までは J M 2 台樹、J M 7 台樹ともマルバ台樹の主幹形やわい化栽培でのフリースピンドル樹形を念頭に、幼木当初から横幅を広くする樹形を意識して行います。

目標樹形は、地上高 1.0 m から最上部 2.5 m を目途に、主枝候補枝が各樹当初は 12 本、次第に 8 本、さらに 4 本となる変則主幹形（4 本主枝開心形）を目標に育成を目指します。

① 4、5 年生までの管理

主幹の切り返し近辺（年次の上下 10cm）から発出する主幹候補枝と競合する枝は冬期の剪定で切除します。

発出部の主幹の太さに対して基部の太さが 1/2 以上ある側枝は、もともと間引くか、30cm 程度まで切り戻して出し直します。通路方向に直接発出した側枝も、同様に間引くか、30cm 程度まで切り戻して出し直し発出方向を変えます。側枝の発出部位が下垂しないように留意します。

目標樹形では主幹部の 2.5 m より上には主枝を作らないので、5 年生頃は 2.5 m より上には花芽をもつ弱い枝だけを残します。2.5 m より下の主枝候補枝は先端の内芽、下芽で切り、第 2 芽から発出するものを延長枝に使いそのまま伸ばしていきます。

5 年生頃は主枝候補枝に花芽がついて翌年から成り始める枝もあります。果実が成り始める年には夏に枝を誘引して花芽の着生を促します。主枝候補枝上に結果枝を作るときは、まんべんなく腋芽を動かして、多くの結果枝を確保してボリュームをだすことが大切です。

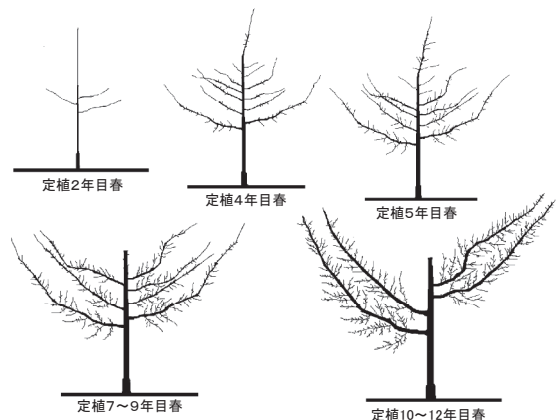


図4 樹形形成のイメージ

② 6年生から8年生の管理

6年生では冬期の剪定で主幹の高さを3.5m程度として主幹延長枝（心枝）を剪去します。側枝の中で主幹部の高さ1.0mから2.5mの間に、将来、基軸となる側枝、すなわち主枝候補枝を10～12本程度選定して残します。同一方向のものは上下50cm以上の間隔をとる必要があります。

7、8年生でJM2台樹の主枝候補枝は5年生枝になっているものもあり、枝全体の長さや広がりが出てきます。上下同一方向のものは1m以上あけます。また、植栽列に対して平行に発出して、隣の主枝候補枝と交差するものは、この樹齢で基部から間引きし抜き取ります。

主枝候補枝上に結果枝を作るときは、主軸の長さや太さに対してバランスのとれた結果枝や結果母枝を確保するようにして、全体として葉状の形を形成するような剪定を行うようにします。

生育期に主枝候補枝先端に3本以上の強めの発育枝が発生するときは、夏期剪定で切除します。このとき、残す枝は2本程度とし、水平方向ではなく上下方向に並ぶものをできるだけ選びます。また、2年枝上で横方向に強く伸びた新梢も徒長枝とともに夏期に切り取って頂芽の増加を図るようにします。

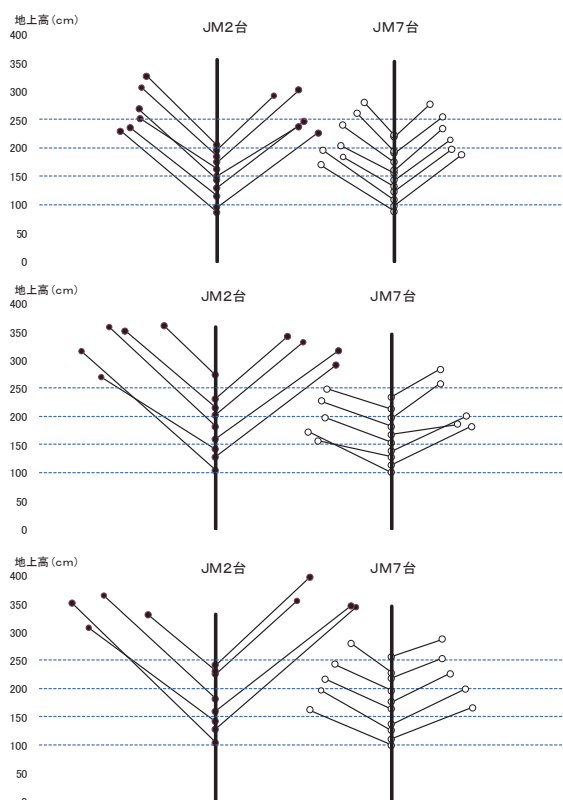


図5 樹齢6～8年生JM2、JM7台樹の主枝候補枝のイメージ
(上から6年生、7年生、8年生)

○雪害防止対策

2018年冬期は大雪で、実証園では最高積雪深が2mに達しました。

このとき雪害防止のために行った交互植栽圃場での枝の掘り上げ作業は、1回目の2月1日と2回目の2月16日を合わせて、25時間程度になりました。

掘り上げた主枝候補枝はJM7台樹が1樹当たり10本に対しJM2台樹が4本でした。

JM7台樹は雪に埋没している主枝候補枝の本数が多く、また深い位置に埋没しているためJM2台樹に比べて枝の掘り上げ作業に2倍以上の時間を要しました。



図6 除雪作業前後の状況(2018年2月1日)
左上：JM2台樹除雪前、左下：JM2台樹除雪後
右上：JM7台樹除雪前、右下：JM7台樹除雪後

表1 JM2、JM7台「紅秋光」等の除雪に要する作業時間

系統/台木	樹齢	植栽距離		植栽本数 本/10a	1回目(積雪135cm前後)		2回目(積雪180cm前後)		10a当たり時間			
		樹間	列間		1樹当たり時間		1樹当たり時間					
					分	秒	分	秒	掘上本数	掘上本数		
紅秋光/JM7	6年生	6	6	25	13	55	4.2	24	7	5.8	17	37
紅秋光/JM2	6年生	6	6	25	7	36	2.0	8	39	2.0	7	31

■ 導入コスト、収益モデル

交互植栽での10a当たり収量は、5年生（定植後5年目）で1,203kg、6年生で1,612kg、7年生で1,452kg、8年生で3,486kgとなり、8年生においてほぼ秋田県の目標収量3,500kgに到達しました。

推定収量をもとに、定植5年目から8年目までの収入を単価250円/kgで算定すると、交互植栽では5～7年目は毎年300,000～400,000円の収入が見込まれ、8年目で約870,000円の収入となります。

開園費用は159,610円/10a（JM2 25本、JM7 25本植え）程度が想定されます。その後の農薬、肥料等の資材費、管理機械の燃油など光熱動力費、共同防除諸経費、出荷原箱使用料等年間経費は初年度10a当たり32,000円程度から8年目100,000円程度になります。毎年の収入から開園費などの初期費用や生産費、負担金などの経費を差し引いた収支を定植1年目からの累積で比較すると、交互植栽では6年目から収支がプラスとなり、マルバカイドウの普通栽培より3年程度未収益期間が短縮されます。

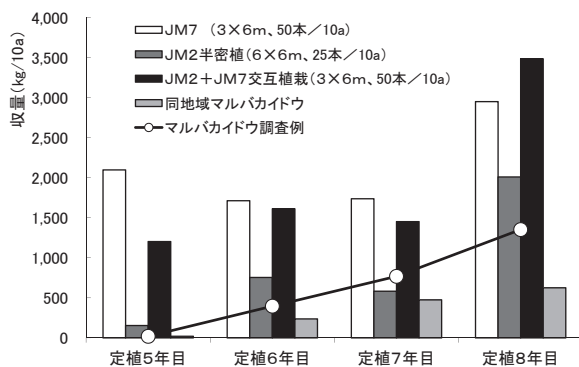


図7 交互植栽での定植5～8年目の推定収量*

* 5樹の平均着果数(個/樹)×平均果重(kg/個)×植栽本数(本/10a)

JM7: 樹間3m、列間6mの50本/10aを想定
 JM2半密植: JM2台樹で樹間6m、列間6mの25本/10aを想定
 JM2+JM7台樹交互植栽: 樹間6m、列間6mで植栽したJM2の樹間にJM7を植栽した場合
 同地域マルバカイドウ台樹、マルバカイドウ調査例: 樹間7m、列間7mの20本/10aを想定
 マルバカイドウ調査例は「久米ら、果樹試験場研究報告第16号p1～18昭和60年5月」より引用

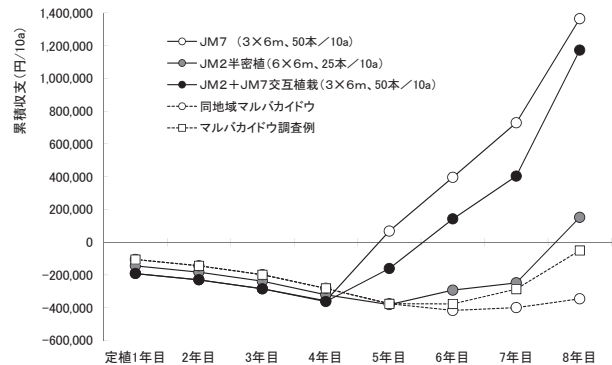


図8 交互植栽における定植後からの損益収支*

* 損益収支は単年収支を収入-(開園費+単年生産費)として計算各年度を累積、単年収入は、推定収量×250円/kgで算出

開園費(内訳は表2): JM7 50本/10aと交互植栽159,610円、JM2 25本/10a: 112,777円、マルバカイドウ 20本/10a: 63,910円
 生産費: 定植年31,869円、2～5年目樹体生育に応じて99,012円まで傾斜配分、定植6年目からは100,218円

表2 JM2、JM7台樹等のわい化栽培での開園費用

費用項目	内 訳	単 価	JM2とJM7交互植栽		JM2半密植栽培		マルバカイドウ普通栽培	
			50本/10aの場合		25本/10aの場合		20本/10aの場合	
			数 量	金 額	数 量	金 額	数 量	金 額
台木、苗木	JM2自根台木	840円	75	63,000円	75	63,000円		
	JM7自根台木	840	75	63,000				
	マルバカイドウ台木	840					60	50,400
支柱	木柱(90mm×4m)	2,000	75	150,000	75	150,000		
	鋼管(22×3.5mm)	700	75	52,500				
	イボ竹(20mm×3m)	350					60	21,000
機械	重機ユンボ 1日分	25,000	2	50,000	1	25,000	0.8	20,000
	耕起トラクター30a分	14,850		14,850		14,850		14,850
肥料	8袋	20,480		20,480		20,480		20,480
労賃	10人日	65,000		65,000		65,000		65,000
30a圃場全面経費				478,830		338,330		191,730
10a当り経費				159,610		112,777		63,910

■ 試験担当機関・問い合わせ先

秋田県果樹試験場 生産技術部

JM2台による開心形樹形の早期構築技術の検討

開発のねらい

雪害を回避するためにロンバス状の樹体支持施設を使用し、結果部位を雪面上に形成する開心形樹形の構築方法を検討しました。品種は「ふじ」、台木は早期の樹冠拡大と良好な花芽着生を見込んでJM2台を使用し、樹形は早期に2本主枝を形成する方法(図1左列)と従来の主幹形から変則主幹形を経る方法(図1右列)を検討しました。試験区を表1に示します。



図1 開心形2本主枝樹と変則主幹形樹
(5年生、JM2台、2019年10月)

表1 試験区(供試樹は2015年に「ふじ」接ぎ木苗を定植。BA剤は2016年のみ散布)

台木	目標樹形	BA処理	栽植距離	10a当たり栽植本数
JM2	開心形2本主枝	有	3×5m	66本
JM2	開心形2本主枝	無	3×5m	66本
JM2	変則主幹形4本主枝	有	3×5m	66本
JM2	変則主幹形4本主枝	無	3×5m	66本
マルバカイドウ	開心形2本主枝	有	3.5×6m	47本
マルバカイドウ	開心形2本主枝	無	3.5×6m	47本
マルバカイドウ	変則主幹形4本主枝	有	3.5×6m	47本
マルバカイドウ	変則主幹形4本主枝	無	3.5×6m	47本

開発技術の特徴と効果

1. 定植当年は接ぎ木苗を直上にまっすぐ伸ばします。定植2年目に地上高120cmで切り戻し、開心形樹は切り戻し位置直下から3番目と4番目の腋芽の新梢を仰角40°のパイプに誘引し、適宜BA剤を散布しまっすぐ伸ばします。主幹形樹は基本的に切り戻し位置直下の1番目の腋芽の新梢を直上に誘引し、適宜BA剤を散布しまっすぐ伸ばします。下段側枝4本は同様にパイプに誘引します。
2. JM2台はマルバカイドウ台より生育が旺盛で、開心形樹は主幹形樹より樹高を低く抑えられます(図2)。
3. 側枝数はJM2台がマルバカイドウ台より多く、主幹形では4年生時に最も多くなります(図3)。また、BA剤の効果は3年生樹の側枝数に大きく影響します(図3)。8年生時に開心形樹は側枝数8~12本、主幹形樹は側枝数4~6本程度にする予定です。

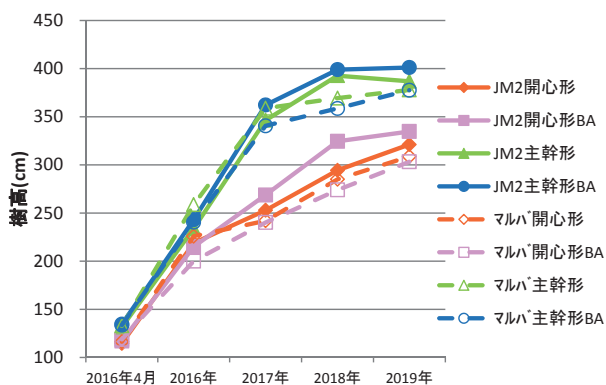


図2 樹高の推移(2016年4月以外は11月調査)

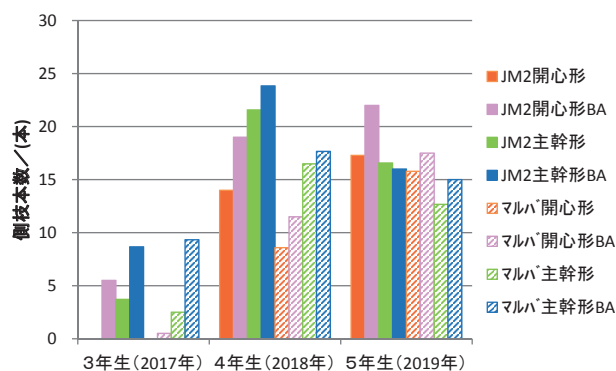


図3 側枝数の推移(4月)

- 5年生樹の1樹当たり収量はJM2台はマルバカイドウ台より多く、JM2台開心形BA処理樹は主幹形と同等の収量が得られます(図4)。
- 生産効率はJM2台がマルバカイドウ台より約1.5倍高くなります(図5)。

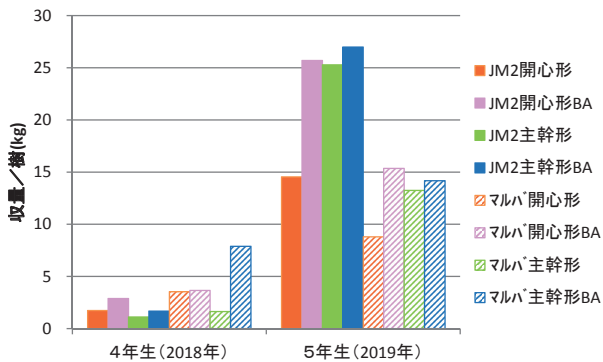


図4 1樹当たり収量

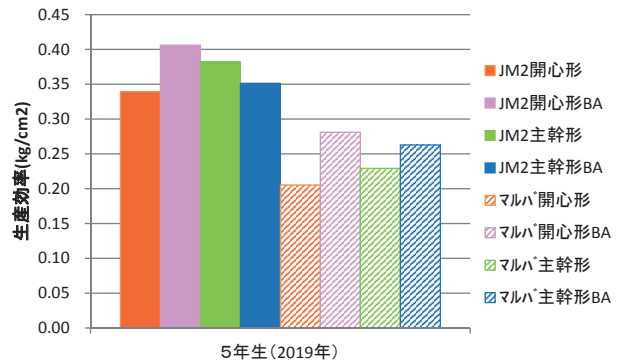


図5 生産効率(1樹当たり収量/幹断面積)

- 2018年2月に積雪が190cmに達しましたが、2本の主枝をパイプに誘引した開心形樹や下段側枝4本をパイプに誘引した主幹形樹は、除雪をしなくてもほとんど雪害は発生しません(図6)。一方、故意に側枝をパイプに誘引しなかった主幹形樹は、やむなく積雪140cm時と190cm時に2回枝の掘り上げを行い、10a当たり作業時間は合計21時間かかりました。



図6 2018年2月の積雪状況

■ 導入にあたってのポイント・留意点

JM2台はマルバカイドウ台以上に生育が旺盛です。早期開心形樹は主枝背面に新梢が直立してくるので、誘引や摘心を行い主枝先端部の成長維持と側枝候補枝の育成に努めます。主幹形樹も主幹から発生した新梢が立ち上がってくるので、仰角20°程度に誘引し側枝(主枝候補枝)の育成に努め、花芽形成を促します。降雪前には主枝や側枝等の重要な枝は枝吊りをして雪害に備えましょう。

■ 導入に適した気象条件

積雪2m程度でも枝折れの被害が少ないことから、多雪地に適しています。

■ 導入コスト、収益モデル

10a当たりの収益は、従来のマルバ地域慣行は初期費用は低いです、収量の増加が遅いため収益がプラスになるのは8年生時になります。一方、JM2台の開心形樹や主幹形樹は樹体支持施設を使用するため初期費用は高いですが、収量の増加が早いのでマルバ地域慣行よりも2年程度未収益期間を短縮できると予想されます(図7)。

■ 試験担当機関・問い合わせ先

秋田県果樹試験場 生産技術部

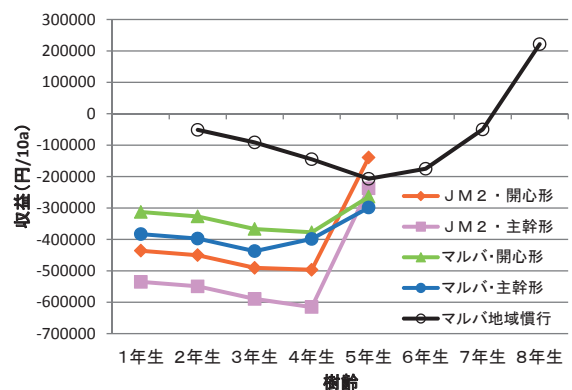


図7 収益試算グラフ

(全てBA処理樹。費用は樹体支持施設費、苗木代、防除費、肥料費を含む。果実の販売単価は250円/kg)

多雪地におけるトールスピンドル、側枝上方誘引型ジョイント栽培、側枝下垂型ジョイント栽培、朝日ロンバス栽培の実証

■ 実証のねらい

リンゴ園地及び出荷量の減少の中で、収穫量の増大および生産性の向上が期待される新しい栽培方式について、有用性を明らかにし、普及を図ることを目的に、現地の指導機関である農協自らが運営する圃場で実証試験を行いました。

■ 実証地

青森県弘前市

■ 実証事業体の概要

管内リンゴ生産者 7,300 人、管内リンゴ面積 8,500ha を擁する農協。正組合員 7,909 人、准組合員 5,064 人。

■ 実証試験の概要

次の4栽培方式を実証対象とし、同時期に植栽した慣行マルバ栽培および慣行わい化栽培と比較しています。

トールスピンドル：一般的には栽植密度は3m×1mないし0.8mで、わい性の強いM9系の台木でフェザー苗を多数発出させた苗木を用い、浅耕で樹高を3～3.5mと高くするとともに側枝を下垂誘引するとされています。本試験では、機械作業のため列間を5mと広くとり、台木はM.9T337を用いています。



トールスピンドル



側枝上方誘引型ジョイント栽培



側枝下垂型ジョイント栽培



朝日ロンバス栽培

側枝上方誘引型ジョイント栽培：一般的には、栽植密度は4m×1mないし1.5mで、JM7などの台木を用い、主幹を0.8mの高さで地面に水平に誘引しつつ隣接樹と接ぎ木させて一本の棒状とし、側枝を上向きに多数発出させるとともにV字状に左右に誘引させます。本試験の栽植密度は5m×1m、積雪地のため主幹の高さを1mとしています。

側枝下垂型ジョイント栽培：側枝上向誘引型ジョイント栽培と栽植密度、台木などは同様で、主幹同士をジョイントするやり方も同じですが、ジョイントを行う主幹の高さは2.3m程度と高く、そこから側枝を下方に垂らすとともに左右に分けていきます。本試験の栽植密度は5m×1mとしています。

朝日ロンバス栽培：栽植密度は40本/10a未満、JM2などを用い、植栽同年枝による4本主枝、あるいは同年枝2本1年遅れの枝2本の2段2対主枝で樹形を構成します。ハウス用パイプとエスター線でリンゴ樹を支える強固な支柱が組み立てられ、実用新案登録がされています。本試験では栽植密度は6m×6m、支柱は屈折パイプで組み立てられています。

■ 実証技術の効果

実証する栽培方式は早期に樹冠を形成させることで早期多収が期待されます。実証試験では、単収が3年目でのび、トールスピンドルや側枝上方誘引型ジョイント栽培では、品種「ふじ」で1t/10aに近づいています（図1）。

また、この2方式で生産されたリンゴは大玉果の比率が高くなっています。植栽3年度産の「ふじ」の比較では、トールスピンドル、側枝上方誘引型ジョイント栽培の大玉比率が、産地平均よりも高くなっています（図2）。特に高いのは側枝上方誘引型ジョイント栽培です。トールスピンドルも産地平均よりはるかに大玉傾向ですが、干ばつの影響で側枝上方誘引型ジョイント栽培よりは小さくなっています。

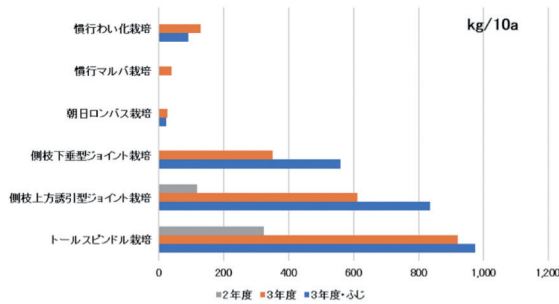


図1 栽培方式別の単収の推移

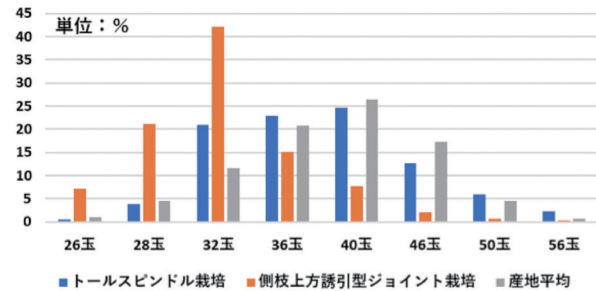


図2 植栽3年度の「ふじ」の品質

このように単収が増加し、品質も高いことから、植栽3年度において、この2つの栽培方式の粗収益は急速に増加しています（図3）。

一方、トールスピンドル、側枝上方誘引型ジョイント栽培は初年度から樹冠を作っていくため、剪定・誘引作業が多くかかります（図4）。しかし、その大部分は誘引や芽かきなど臨時的な雇用でもできる作業で、熟練者が担う必要のある作業の比率は大きく低下します。側枝上方誘引型ジョイント栽培では樹形的に梯子が必要ないため、管理作業がやりやすくなります。樹幹ジョイントの効果として樹木間の生育のばらつきが少なくなります。

この2方式に比べると側枝下垂型ジョイント栽培の生産実績はやや劣り、朝日ロンバス栽培は検討するだけの生産実績は得られていません。

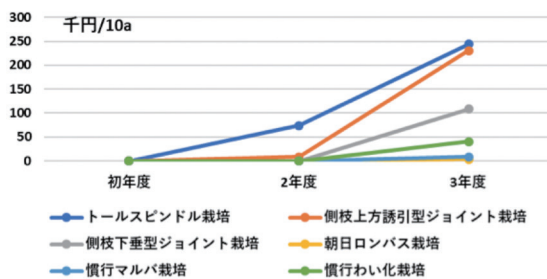


図3 単年度粗収益の推移

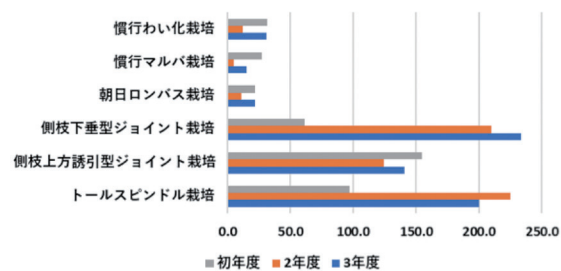


図4 栽培方式別の作業時間 (hr/10a)

■ 実証試験にあたり留意した点と管理対応

栽培方式間共通で排水対策、ネズミ害対策は重要です。排水対策として弾丸暗渠を実施し、ネズミ対策として樹の周囲にニンニクを植え付けています。栽培方式ごとに留意した点は次の通りです。

トールスピンドル：①凍害・干害防止に向けて肥培管理・灌水を丁寧に実施しています。②樹幹間隔維持、雪害防止に向けて側枝の下垂誘引を徹底させています。③側枝の発生促進に向けて芽キズ等の処置を行っています。④整枝剪定による樹体の栄養状態維持が難しいので、施肥管理と早期適着果で管理しています。

側枝上方誘引型ジョイント栽培：①植栽初年度の樹幹ジョイントのための主幹の伸長確保に向けた肥培管理・灌水を実施しています。②苗木長は接ぎ木の余裕をもたせ 2.3m としています。③架線に側枝をつなげるために側枝の矯正管理をしています。④側枝の長期利用に向けて側枝の間隔をとるとともに長い新梢を摘心しています。⑤病害リスクの回避のため 5 本ごとに樹体をジョイントしています。⑥樹勢は旺盛になりやすいのですが、個体管理する数が減少するので適宜肥培管理を実施しています。

側枝下垂型ジョイント栽培：①早期の樹幹ジョイントのための主幹の伸長確保に向けた肥培管理・灌水を実施しています。なお、植栽初年度の樹幹ジョイントは困難です。②苗木長は接ぎ木の余裕をもたせ 3.3m としています。③架線に側枝をつなげるために側枝の矯正管理をしています。④側枝の長期利用に向けて側枝の間隔をとるとともに長い新梢を摘心しています。⑤病害リスクの回避のため 5 本ごとに樹体をジョイントしています。⑥樹勢は旺盛になりやすいのですが、個体管理する数が減少するので適宜肥培管理を実施しています。⑦側枝上方誘引型ジョイントよりも樹幹ジョイント時に枝が折れやすく、また誘引しにくい問題があります。

朝日ロンバス栽培：基本的に慣行栽培に準じますが、同年枝を利用することにより、早期結実と側枝の成長が同時に進行します。

■ 実証試験における積雪の被害

実証地は多雪地帯であり、実証試験期間中の最大積雪深は 91cm に達しましたが、実証試験期間中の積雪被害はありませんでした。

■ 導入コスト・収益モデル

初年度支出は、トールスピンドルで 1,634 千円 /10a、側枝上方誘引型ジョイント栽培で 2,364 千円 /10a、側枝下垂型ジョイント栽培で 1,910 千円 /10a、朝日ロンバス栽培で 477 千円 /10a と算出されます(図 5)。慣行わい化栽培と比較して、トールスピンドルで 3.9 倍、側枝上方誘引型ジョイント栽培で 5.6 倍、側枝下垂型ジョイント栽培で 4.5 倍、朝日ロンバス栽培で 1.1 倍となります。

トールスピンドル、側枝上方誘引型ジョイント栽培は植栽 2 年度で初収穫が得られ、3 年度には 10a 当たり 1t に近づき、品質の高さから粗収益も急速に増加しています。しかし、成園化の条件である単年度収支のプラスには至りませんでした。植栽 3 年度に対する粗収益の割合は、最も高いトールスピンドル「ふじ」で 52.1%、側枝上方誘引型ジョイント栽培で 65.5% まで達しましたが、3 年度の費用水準で成園化するには、次年度 1.5 ～ 2 倍程度の収量ののびが求められます(図 6)。

■ 試験担当機関

農研機構東北農業研究センター生産基盤研究領域
つがる弘前農業協同組合 指導部 指導課

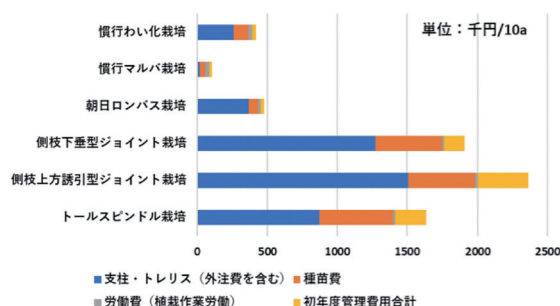


図 5 栽培方式別の植栽初年度支出

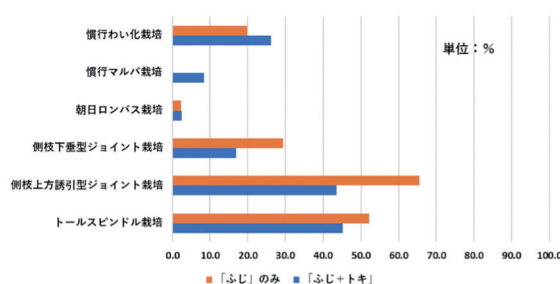


図 6 植栽 3 年度に対する粗収益の割合

2 少雪地域を対象とした早期成園化技術

技術紹介

わい化密植栽培におけるかん水を利用したポット養成フェザー苗の生育促進

■ 開発のねらい

早期成園化に有効な技術として期待されるポット養成フェザー苗育成時にかん水を行うことによって、苗木の生育を促進させつつ早期結実を図り、より早く収益が得られる技術の開発を目指しました。

■ 開発技術の特徴と効果

かん水は、ソーラー式自動かん水装置を用い、苗木植栽時～9月頃にかけて、日射量に応じた点滴かん水(1樹当たり晴天時2L/日、曇天時1L/日を目安)を行います。

「ふじ」を用いた試験において、ポット養成フェザー苗育成1年目にかん水することで、無かん水と比較し樹体生育が向上し、フェザー数も増加します(かん水区:約30本、無かん水区:約14本)。

本圃への植栽は、列間4m×樹間1.5m(167本/10a)の密植とします。

結実は、定植2年目からはじまり、収量は1t/10a程度となり、3年目までの収量は無かん水と比較して2.5～3倍となることを確認しています。

慣行法(わい化栽培)と比較すると、定植後1～2年程度早く収穫が可能です。

■ 導入にあたってのポイント・留意点

本試験において、かん水装置はソーラーパルサーE((有)プティオ社)を使用しています。ソーラーパネルを用いることで、電源がない山間部でも使用可能です。

傾斜地では圧力補正機能のついたかん水チューブを使用することで安定したかん水が行えます。

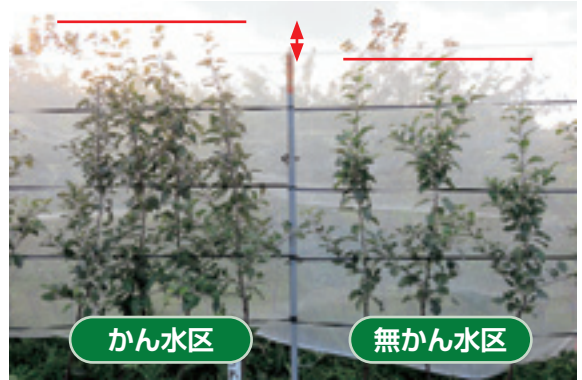
かん水は、樹体生育やフェザーの発生を促進するため、養成1年目が最も重要となりますが、定植後も1～2年かん水を継続することで、収量がより増加します。かん水量は上記を目安にしますが、強い干ばつの年などは調整が必要になる場合もあります(土壌pF値で1.8～2.0程度を維持)。

ポットは、グンゼJマスター(口径30cm)を使用しています。定植時に側面に切込みをいれ、根が伸長できるようにします。ポットは口径20cmのものでも、生育が変わらないことを確認しており、小さいポットを使用することで、運搬・植栽時の労力低減を図れます。

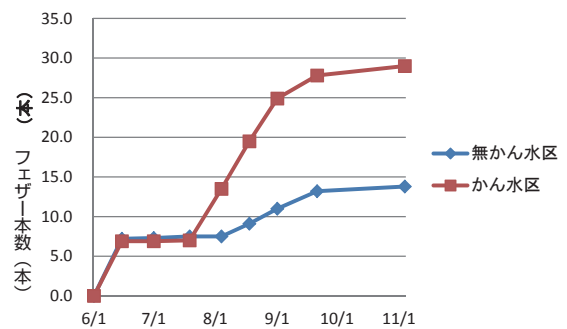
定植後、フェザーは水平に誘引し、側枝の徒長を抑え、花芽の着生を図ります。また、樹高は結果部位3m程度になるように維持します。

■ 導入に適した気象条件等

最下部のフェザーは地上高80cm前後から発生するので、側枝の折損等を考慮すると、比較的少雪地帯が向いていると考えられます。また、根がノネズミの食害を受けると生育が劣るので、忌避剤や殺鼠剤処理などの対策が重要です。



養成1年目の苗の生育状況



養成1年目のフェザー発生数の比較



ソーラー式自動かん水装置

■ 導入コスト、収益性

本技術導入においては、不織布ポットやビーエー液剤等の費用が別途かかるため、167本/10aあたりの苗木養成費用を試算すると、約74万円となり、慣行わい化栽培（100本/10a）の約37万円と比較し高くなります。

また、かん水装置の導入費用は一式約30万円程度となります（既存資材を活用することでコスト低減可能）。

一方、単年度所得はポット養成フェザー苗（かん水有り）において、定植2年目でプラスになり、累積所得も5年でプラスに転じる見込みであり、慣行わい化栽培よりも早期に収益が得られるようになります。

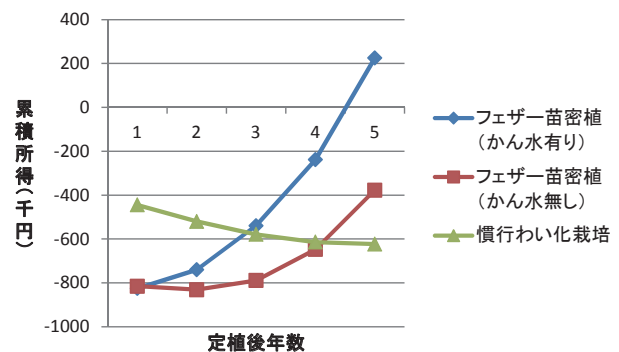
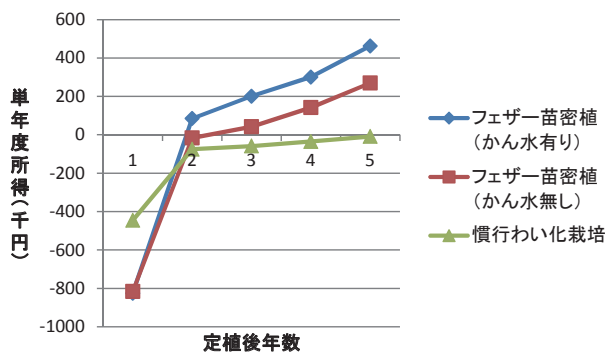


定植3年目の樹体（かん水区）

表 フェザー苗の樹体生育と収量（定植3年目）

試験区	かん水の有無		樹高 (m)	樹幅 (m)	幹周 (cm)	新梢長 (cm)	1樹当収量 (kg/樹)	換算収量 (kg/10a)
	初年目	定植後						
かん水区	○	○	3.2	2.3	14.3	28.0	10.5	1,753
無かん水区	×	×	3.2	1.8	11.9	32.7	4.1	684
	○	×	3.2	2.1	11.9	35.5	7.2	1,202

※換算収量は167本/10aで算出



栽培様式別10aあたりの所得の推移

(左) 単年度所得 (右) 累積所得

※定植1年目は苗木養成費用を含む。定植4,5年目は推定値

■ 参考情報：既存マニュアル、成果情報等

平成30年度岩手県農業研究センター試験研究成果

「りんごポット養成フェザー苗育成時におけるかん水の生育向上効果」
(http://www2.pref.iwate.jp/~hp2088/seika/h30/h30shidou_16.pdf)

岩手県 復興庁・農林水産省食料生産地域再生のための先端技術展開事業「ブランド化を促進する果実等の生産・加工技術の実証研究」「リンゴ産地の早期再生を図る早期成園化・品質向上技術マニュアル Ver.2」
(http://www2.pref.iwate.jp/~hp2088/library/sentan/06_apple.pdf)

■ 試験担当機関・問い合わせ先

岩手県農業研究センター 園芸技術研究部 果樹研究室

1年育成フェザー苗を用いた早期成園化技術

■ 開発のねらい

1年育成フェザー苗（図1）を用いることで育苗期間を従来の半分にし、高密度による栽培で早期成園化を実現する栽培方法を開発しました。

■ 開発技術の特徴と効果

1年育成フェザー苗の育苗に関する技術

- 従来フェザー苗木は育成に2年かかっていましたが、1年育成フェザー苗木は育成期間が1年であり、従来の方法に比べ育成期間を半分に短縮できます。
- M.9台木に接ぎ木し、接ぎ木当年に発生した新梢にベンジルアミノプリン剤50～100倍液を複数回散布することでフェザーを発生させます。

1年育成フェザー苗を用いた高密度栽培技術

- 育苗開始時から結実までの年数が従来の2年育成フェザー苗木樹を用いた場合に比べ1年短縮でき、未収益期間を短縮できます（図2）。
- 収量は定植2年目で186kg/10a、3年目で1,344kg/10aと従来のわい化栽培に比べ早期収量性が高いです（図2）。
- 果実品質は2年育成フェザー苗木樹を用いた高密度栽培と同程度です（表1）。
- 成園化には定植後6年程度かかる見込みで、成園化した際の収量は6,000kg/10a程度と考えられます。

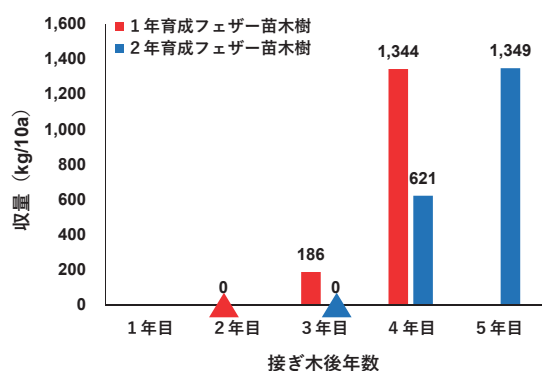


図2 「シナリップ」 1年育成フェザー苗木樹の収量の推移

定植は、1年育成フェザー苗木樹は接ぎ木後2年目（▲）、2年育成フェザー苗木樹は接ぎ木後3年目（▲）に実施。



図1 1年育成フェザー苗木
▲は接ぎ木位置、◇は切り返し位置

表1 育成年数の異なる「シナリップ」の定植3年目の果実品質（2019年、長野県果樹試験場）

苗育成年数	灌水の条件	果実重 (g)	果皮色 (C.C.)		硬度 (lbs)	糖度 (Brix%)	酸度 (g/100ml)	食味 ID	熟度 ID	デンプン ID
			表面	地色						
1年	有	273.5	3.9	4.5	11.8	15.4	0.42	3.5	3.1	1.9
	無	264.2	3.8	4.6	11.3	15.2	0.38	3.4	3.7	1.9
2年	有	259.3	3.8	4.3	11.5	15.3	0.41	3.3	3.2	2.0
	無	239.3	3.8	4.1	11.9	15.2	0.41	3.5	3.1	2.2
育成年数		**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
有意差	灌水の有無	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
	AB	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.

収穫日：8月19日、調査日：8月20日

果皮色：表面（農水省ふじ表面色カラーチャート1（淡）～6（濃））、地色（農水省ふじ地色カラーチャート1（緑）～8（黄））

食味：1（不良）～3（普通）～5（大変おいしい）、熟度：1（未熟）～3（適熟）～4（完熟）～5（過熟）

デンプン指数：ヨード液反応1（完全消失）～3（維管束帯まで消失）～5（完全染色）

■ 導入にあたってのポイント・留意点

1年育成フェザー苗の育苗に関する技術

- ベンジルアミノプリン剤散布の前日にかん水を行うとフェザーを効率的に発生させる効果があります。
- 地表面を白色マルチで被覆することで土壌の乾燥防止効果が認められ、苗木の枯死率の低下、フェザーの発生および伸長を促進する効果があります（図3）。

1年育成フェザー苗を用いた高密度植栽培技術

- 樹体保持のためトレリスの設置が必要です。
- 発生したフェザーは、栄養成長を抑え、花芽着生を促進させるために水平から下方へ誘引します。
- 灌水の有無により、樹体生育に差が生じるため、灌水の設備が必要です（図4）。
- 凍害が発生しやすい地域では、白塗剤の塗布など対策が必要です。



図3 1年育成フェザー苗育苗ほ場

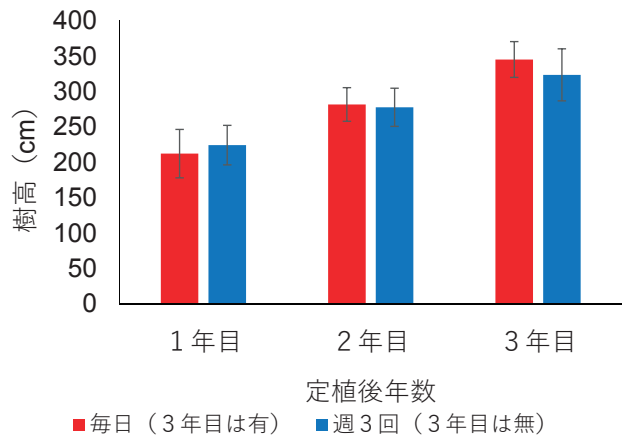


図4 灌水頻度が異なる「シナノリップ」

1年育成フェザー苗木の樹高の推移

灌水は自動灌水装置で実施した。1年目と2年目は1回あたり約2時間。3年目はpF値2.6を基準にし春3L、夏5L行った。エラーバーは標準偏差を示す。

■ 導入コスト・収益モデル

- 初年度の導入費用は、トレリス設置と苗木代で約146万円/10a (285本/10a) が想定されます (長野県農業経営指標より)。
- 1kgあたりの単価を500円と想定すると、粗収益は定植2年目 (接ぎ木後3年目) では93,000円、定植3年目では671,900円と見込まれます (図5)。
- 初年度の導入費用は定植後6年程度で回収できる見込みです。

■ 導入可能な地域

- 積雪が少ない地域
- かん水設備がある地域
- 比較的平坦な地域

■ 試験担当機関

長野県果樹試験場 育種部

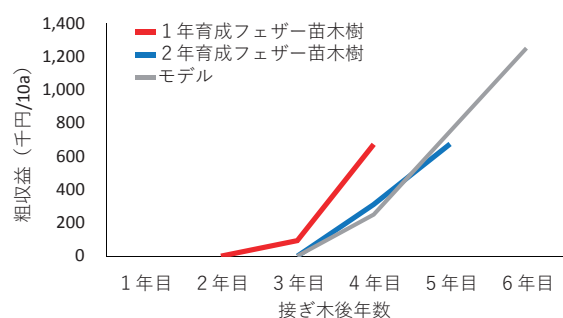


図5 「シナノリップ」1年育成フェザー苗木樹の粗収益の推移

定植は、1年育成フェザー苗木樹は接ぎ木後2年目、2年育成フェザー苗木樹は接ぎ木後3年目に実施。粗収益は収量に令和元年「シナノリップ」平均価格を乗じて算出。

モデルは長野県農業経営指標「ふじ (高密度植栽培)」の収量データを使用。

主幹切り下げによる樹形改良

■ 開発のねらい

樹齢が進んだわい性台木リンゴ栽培では、樹冠内部の混み合い等により、果実品質、作業性が低下することから、果実品質、作業性の向上を目指す主幹切り下げによる樹形改良を行いました。



図1 樹形改良区(左)と対照区(右)の樹形

■ 開発技術の特徴と効果

リンゴわい性台木である M.9、M.26、JM 7 等を用いた密植栽培(慣行基準 植栽距離 4~5×2~3m)では、樹齢とともに樹が大型化し、樹間、列間への側枝の張り出し、樹冠内部の枝の交差により作業性、果実品質の低下が問題となってきます。そのため、間伐と主幹切り下げ並びに大型の側枝をせん除し、最大主枝高3m以内、4本主枝低樹高開心形への樹形改良を行うことにより、慣行主幹形よりも作業時間が約10%低減し、果実の大玉化の効果が認められました。作業性の向上では、作業導線の確保により、摘果、着色管理がしやすくなり、また、間伐により枝の配置が無理なく行えることからせん定の作業時間も短縮できます。

■ 導入にあたってのポイント・留意点

わい性台木を用いた密植栽培が実施されているほ場で、①樹冠内部と外部で果実品質の差が著しい、②樹冠の大きさを一定に保つための強いせん定等により樹勢が落ち着かない、③作業性が悪化しているなど既存樹形で生産性の低下が見られる場合は、冬季せん定の時期に間伐と主幹切断及び大型側枝のせん除を実施することで、作業性の向上と果実品質の向上が期待できます。

留意点として、間伐、大型側枝をせん除しますので、一時的に減収しますが、4年程度で回復します。

■ 導入に適した気象条件

低樹高化を図り、下垂枝を多く残す樹形のため、積雪による枝折れの少ない地域に適しています。

■ 導入コスト、収益モデル

導入コストは、伐根等に作業機械をレンタルする場合は地域毎(福島県の場合、20千円程度/日)の費用がかかります。

収量は減りますが、果実品質が向上するため、粗収益は同等であり、一日当たりの労働生産性(円/時間)は対照区より10%程度向上します。

■ 参考情報：既存マニュアル、成果情報等

福島県 令和元年度成果情報
「主幹切り下げによる樹形改良の効果」

■ 試験担当機関・問い合わせ先

福島県農業総合センター果樹研究所栽培科

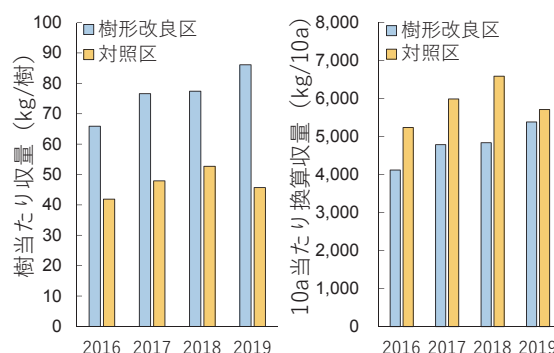


図2 収量の推移

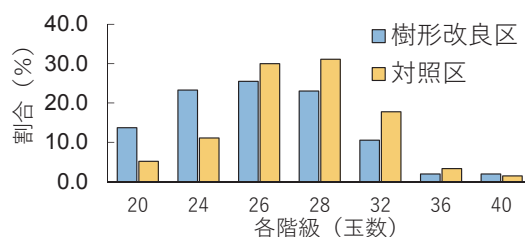


図3 収穫果の各階級の比較

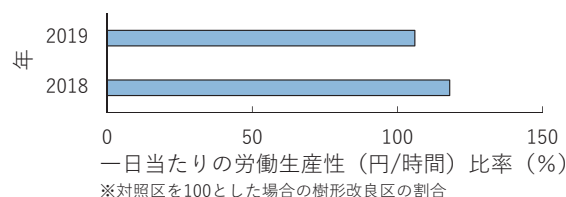


図4 一日当たりの労働生産性(円/時間)の比率

長穂接ぎ木法による品種更新

開発のねらい

従来の改植、高接ぎによる品種更新では改植・接ぎ木後に一時的に収量がなくなりますが、収量の減少を抑えながら更新できる長穂接ぎ木法の効果を検証しました。

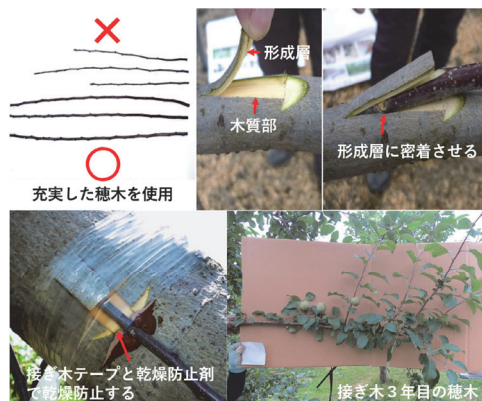


図1 長穂接ぎ木の手順

開発技術の特徴と効果

従来の高接ぎによる品種一挙更新では、中間台部のせん除後に穂木を接ぎ木することから、一時的に収量がなくなりますが、長い穂木を用いた高接ぎ（長穂接ぎ木）による品種更新では、接ぎ木初年度から花芽分化率が高く、生育量が従来の高接ぎよりも少ないことから、中間台部（品種更新前の穂品種）を残しながら、品種更新を行うことができます。中間台部と長穂接ぎ木による側枝部で果実の収穫ができることから、収量を維持しながら、徐々に品種更新することができ、5年程度で品種更新が完了できます。

導入にあたってのポイント・留意点

優良系統の長い穂木（長さ50～70cm程度）を1主枝当たり、2～3本程度接ぎ木します。

接ぎ木の向きは、基本的に主枝に対して順方向に接ぎ木しますが、樹勢が強い場合などは、樹勢維持のため逆方向に接ぎ木することもできます。

留意点として、健全な苗木より育成した穂木を接ぎ木するようにします。

接ぎ木2年目には果実が着果しますが、側枝先端の着果や着果過多になると新梢の生育が悪くなります。

また、接ぎ木した穂木の生育量に合わせて、中間台部のせん除を行い、側枝部の生育を促すようにします。

接ぎ木した側枝の接ぎ木部付近の基部から強い徒長枝が出ますので、延長枝の樹勢に対して、勝る場合は早めにせん除します。

導入に適した気象条件

接ぎ木による品種更新のため、積雪量が多い地域では、枝折れの可能性がありますので、積雪よりも高い位置の主枝に接ぎ木する必要があります。

導入コスト

導入費用は接ぎ木用具一式（接ぎ木ナイフ、接ぎ木テープ、ハンマー、乾燥防止剤）5千円及び接ぎ木用の穂木が想定されます。

参考情報：既存マニュアル、成果情報等

福島県 令和元年度成果情報「長穂接ぎ木による品種更新の効果」

試験担当機関・問い合わせ先

福島県農業総合センター果樹研究所栽培科

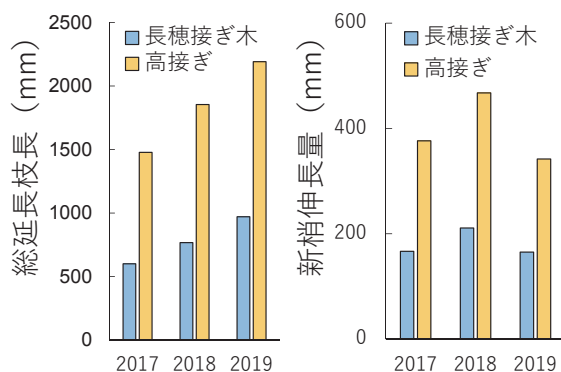


図2 接ぎ木した側枝の生育の比較

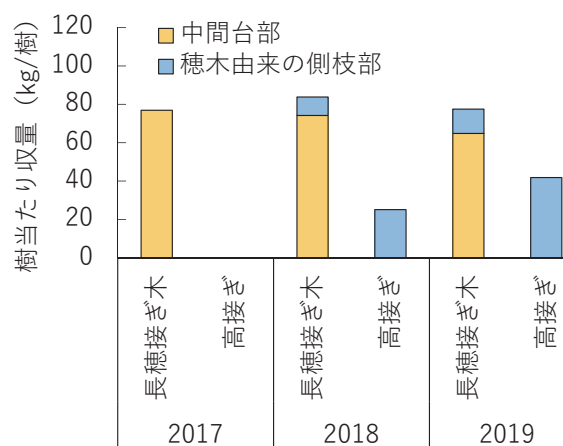


図3 収量の推移

少雪地の大規模経営における新しい栽培方式の早期成園化の実証

■ 実証のねらい

枝に対する雪の負荷を考慮する必要の無い少雪地の大規模経営において、新しい栽培方式の、早期成園化をはじめとする有用性を明らかにすることを目指しました。

■ 実証地

岩手県奥州市

■ 実証経営の概要

リンゴ作面積 10.4ha の大規模リンゴ作経営。家族労働力は 4 人、常雇用は男性 4 人、女性 6 人、臨時雇用は最大で 1 日当たり 32 人。

■ 実証試験の概要

次の 2 栽培方式を実証対象とし、同時期に植栽した慣行わい化栽培と比較しています。

フェザー苗高密植栽培（岩手方式）：苗木にビーエー剤など散布することによりフェザーを多数発出させ、フェザーは水平誘引、上部の枝は下垂誘引し、早期に樹冠を形成していく栽培方式です。結果部位樹高は 3.0m 程度に抑えます。試験における栽植密度は 5m×1m、台木は JM.7 です。

側枝上方誘引型ジョイント栽培：主幹を 80cm 程度の高さで地面に水平に誘引しつつ隣接樹と接ぎ木させて一本の棒状とし、側枝を上向きに多数発出させるとともに V 字状に左右に誘引させていきます。試験の栽植密度は 5m×1m、台木は JM.7 です。



左：フェザー苗高密植栽培（岩手方式）

右：側枝上方誘引型ジョイント栽培

■ 実証技術の効果

実証する栽培方式は早期に樹冠を形成させるとともに、作業しやすい樹形とすることにより労働生産性の向上が期待されます。

フェザー苗高密植栽培（岩手方式） 2 年目に側枝を多数発出させることから、3 年目より収穫が得られ、4 年目には 2t 弱に達しました（図 1）。収量が増加するにつれ、労働生産性も向上しました（図 2）。

側枝上方誘引型ジョイント栽培 2 年目には主幹から、3 年目には側枝下部から、4 年目には側枝中段からの側枝に着果することにより、収量が早期から着実に増加しました（図 1）。収量が増加するにつれ、労働生産性も向上しました（図 2）。

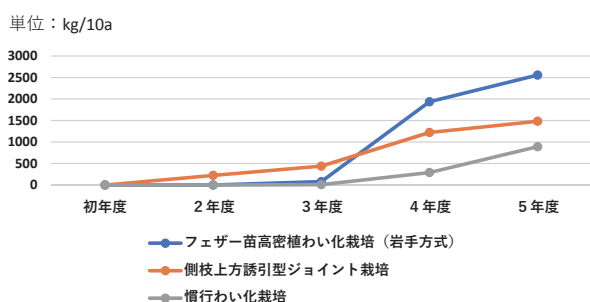


図 1 単収の推移

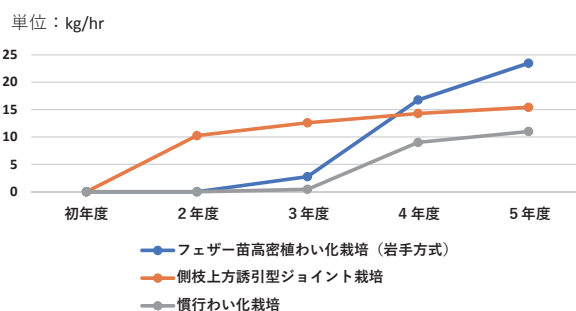


図 2 労働生産性の推移

■ 実証試験にあたり留意した点と管理対応

わい化栽培と同様の排水対策、ネズミ・ウサギ害対策、凍害対策は必要となります。

フェザー苗高密植栽培（岩手方式） 側枝の管理に手間がかかり、かつ十分な管理をしないと枝が込み入りやすいことに留意が必要です。

側枝上方誘引型ジョイント栽培 ①支柱・トレリスに多額の植栽費用がかかりますが、実証経営では植栽費用の節減のために、中古の支柱を使用する独自の方式を採っています（図3）。②早期の樹幹ジョイントのため、主幹長が長く、根元から先端まで比較的均一な幹径の苗木を確保する必要があります。③実証経営では、強い側枝の更新する剪定・整枝を行い、添え木による側枝の矯正も実施していないので、育成期間中の側枝管理が省力化されています。④主幹を経由した病気の罹害を防ぐために樹幹ジョイントを5本程度に止める考え方もあります。

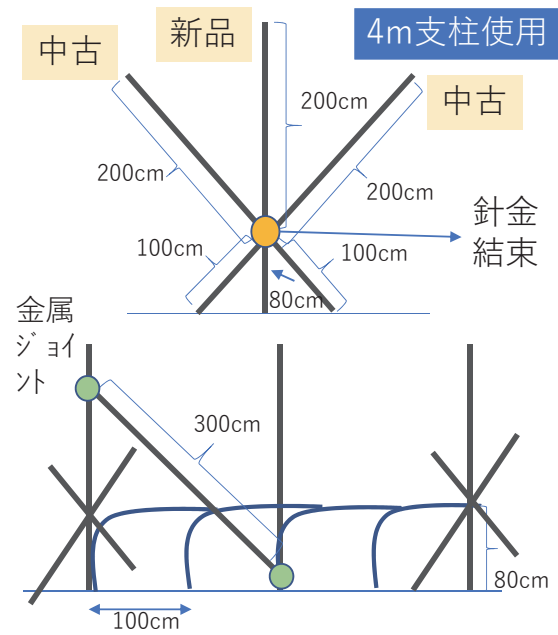


図3 紅果園の側枝上方誘引型ジョイント栽培

■ 実証試験における積雪の被害

実証地は少雪地帯であり、実証試験期間中に積雪は記録されておらず積雪被害はありません。

■ 導入コスト・収益モデル

フェザー苗高密植栽培（岩手方式）

植栽4年度に単年度収益が単年度費用を上回り、成園化を実現しました。従来の知見と比べても2年短縮しました（図4）。また、植栽4年度に、累積収支のマイナスが慣行栽培よりも小さくなりました（図5）。

側枝上方誘引型ジョイント栽培

植栽4年度に単年度収益が単年度費用を上回り、成園化を実現しました（図4）。従来の知見と比べても2年短縮しました。また、植栽4年度に、累積収支のマイナスが慣行栽培よりも小さくなりました（図5）。

なお、算出の前提として実証経営の販売条件に基づいた販売価格および販売費用を使用しており、収支に影響を与えています。

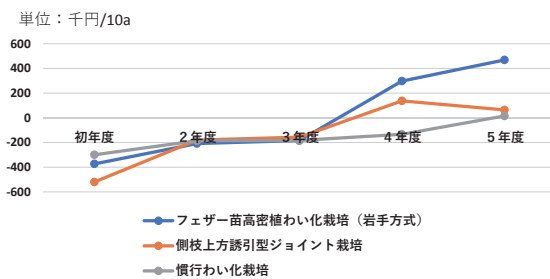


図4 単年度収支の推移

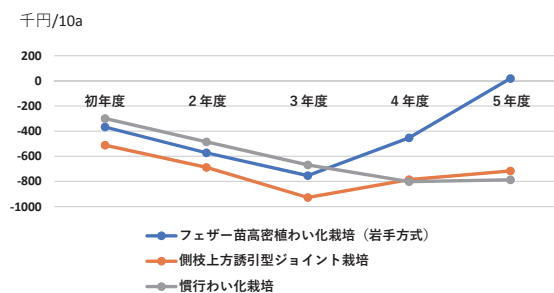


図5 累積収支の推移

■ 参考情報

岩手県 復興庁・農林水産省食料生産地域再生のための先端技術展開事業「ブランド化を促進する果実等の生産・加工技術の実証研究」「リンゴ産地の早期再生を図る早期成園化・品質向上技術マニュアル Ver.2」
宮城県 2013年度成果情報「低樹高と早期多収を可能にするリンゴ樹体ジョイント栽培」

■ 試験担当機関

農研機構東北農業研究センター 生産基盤研究領域
岩手県農業研究センター 園芸技術研究部 果樹研究室
紅果園

経営体（リンゴ早期成園化）コンソーシアム 参画機関・問い合わせ先一覧

研究代表機関

- ◆ 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶業研究部門 リンゴ研究領域
Tel. 019-641-3164 (代表) Fax. 019-641-3819

参画機関

- ◆ 山形県農業総合研究センター園芸試験場 果樹部
Tel. 0237-84-4125
- ◆ 宮城県農業・園芸総合研究所 花き・果樹部 果樹チーム
Tel. 022-383-8134
- ◆ 国立大学法人弘前大学大学院 理工学研究科 藤崎研究室
Tel. 0172-39-3598
- ◆ 秋田県果樹試験場 生産技術部
Tel. 0182-25-4224
- ◆ 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター 生産基盤研究領域
Tel. 019-643-3414
- ◆ つがる弘前農業協同組合 指導部 指導課
Tel. 0172-82-1050
- ◆ 岩手県農業研究センター 園芸技術研究部 果樹研究室
Tel. 0197-68-4417
- ◆ 長野県果樹試験場 育種部
Tel. 026-246-2415
- ◆ 福島県農業総合センター果樹研究所 栽培科
Tel. 024-542-4191
- ◆ 紅果園
Tel. 0197-35-4285

研究課題や本資料の全般に関するお問い合わせは研究代表機関に、本資料に掲載した各技術の詳細については試験を担当した各参画機関にお問い合わせください。

本資料は、本研究は生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）」の支援を受けて平成29年～令和元年に実施された研究課題「各地域に適したリンゴ早期成園化技術の開発と経営体における実証」による実施課題と実証試験の結果をまとめたものです。

本資料は「私的利用」または「引用」など著作権上認められた場合を除き、無断で転載、複製、放送、販売などに利用することはできません。

令和2年3月 第2版1刷発行

編集・発行 経営体（リンゴ早期成園化）コンソーシアム
国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶業研究部門
〒305-8605 茨城県つくば市藤本2-1
Tel. 029-838-6416 (代表)
Fax. 029-838-6437

