

ニホンナシ ‘幸水’ における 1 本主枝列植仕立てと側部根域制限の効果

石川佳歩・山口貴史¹⁾・加川敬祐²⁾・田中館志都・寺門 巖

(茨城県農業総合センター園芸研究所)

要約

ニホンナシ栽培においては改植後の苗木の生育が抑制されず、早期に収量を確保できる改植技術が求められている。早期成園化効果が認められている樹体ジョイント仕立ては、育苗やジョイント作業の手間が課題となっているため、より簡便な方法を検証した。本研究では 1 年生苗を株間 1.0m 間隔で栽植して 1 本主枝仕立てにすると、定植 5 年目に 2.0t/10a の換算収量を得ることができ、早期収量確保が可能な技術として期待できることを明らかにした。ただし、側枝の養成や配枝、着果数の調整に留意する必要がある。また、側部の根域を遮根シートにより制限すると、一般的な根域制限と同様の影響がみられるとともに、水源の確保が困難なほ場における改植技術として有効な可能性がある。

キーワード：ニホンナシ、早期多収、果実品質、根域制限

1. はじめに

茨城県におけるナシ生産は、主要品種の ‘幸水’ を中心に高齢樹化による収量低下が顕著であり、改植が必要となっている。ナシの改植は前作樹の跡地に再定植することが多く、いや地現象や白紋羽病発生等により苗木の生育が劣ることで樹冠拡大が進みにくく、改植後の収量が計画通りに回復しない事例が散見される。また、本県の慣行栽培は、折衷式肋骨型の 3 本主枝仕立てが主流で、枝の強弱をふまえた樹冠拡大や冬季剪定時における結果母枝の配枝等に高度な技術を必要とするうえ成園化までに長期間を要し、管理作業の省力化・効率化が困難であるため規模拡大を妨げる要因となっている。

一方で、神奈川県が開発した樹体ジョイント仕立ては「樹と樹をつなげる」栽培方法であり、樹の主枝の先端を隣接した樹の主幹部の近いところに接ぐ仕立て法である（柴田・川嶋、2012）。この仕立て法は樹冠拡大に高度な技術を必要とせず、人工授粉、摘果や剪定等の管理作業の導線が一定方向になり作業時間が大幅に短縮できることに加えて、早期成園化の効果が確認されていることからこれまでの課題であった規模拡大や新規参入を可能とする技術である（農林水産省、2024；角脇、2019）。しかし、本県において樹体ジョイント仕立ては、大苗育苗や接ぎ木作業等に手間がかかることが導入を阻む要因の一つになっている。

また、白紋羽病防除技術方法として温水点滴処理が開発されているが、処理後に再感染する事例が確認されており、より効果的な対策が求められている。定植苗木の根域を罹病土壌と隔離することで白紋羽病発生リスクの低減が期待できるが、根域の水平・垂直方向とも制限する栽培方法は、灌水を必須とすることが取り組みの障壁となっている。そこで、大苗育苗や接ぎ木を必要としない列状密植栽培法、かつ、側部のみの根域制限がナシ樹へ与える影響について検討し、早期収量確保を可能とする改植技術を開発することを目的とした。

2. 材料および方法

2. 1 栽植方法

側部根域制限処理区は、定植前に油圧ショベルを用いて幅 70cm、深さ 100cm の溝を掘り、埋め戻す前に溝の両側に遮根シートを設置して側部の根域を制限することで周囲の土壌から隔離し、土を埋め戻した後に高温水点滴処理（滴下温度 60℃に設定）を行った。土壌処理を行った後、2018 年 12 月に ‘幸水’ 1 年生苗を株間 1.0m（10 本/試験区）と株間 1.5m（7 本/試験区）でそれぞれ定植した。1 本主枝列植 1.0m 区は、定植後に長さ 330cm ～350cm 程度の 1 年生苗を約 200cm で切り戻して、主幹・主枝とした。1 本主枝列植 1.5m 区は、定植後に長さ

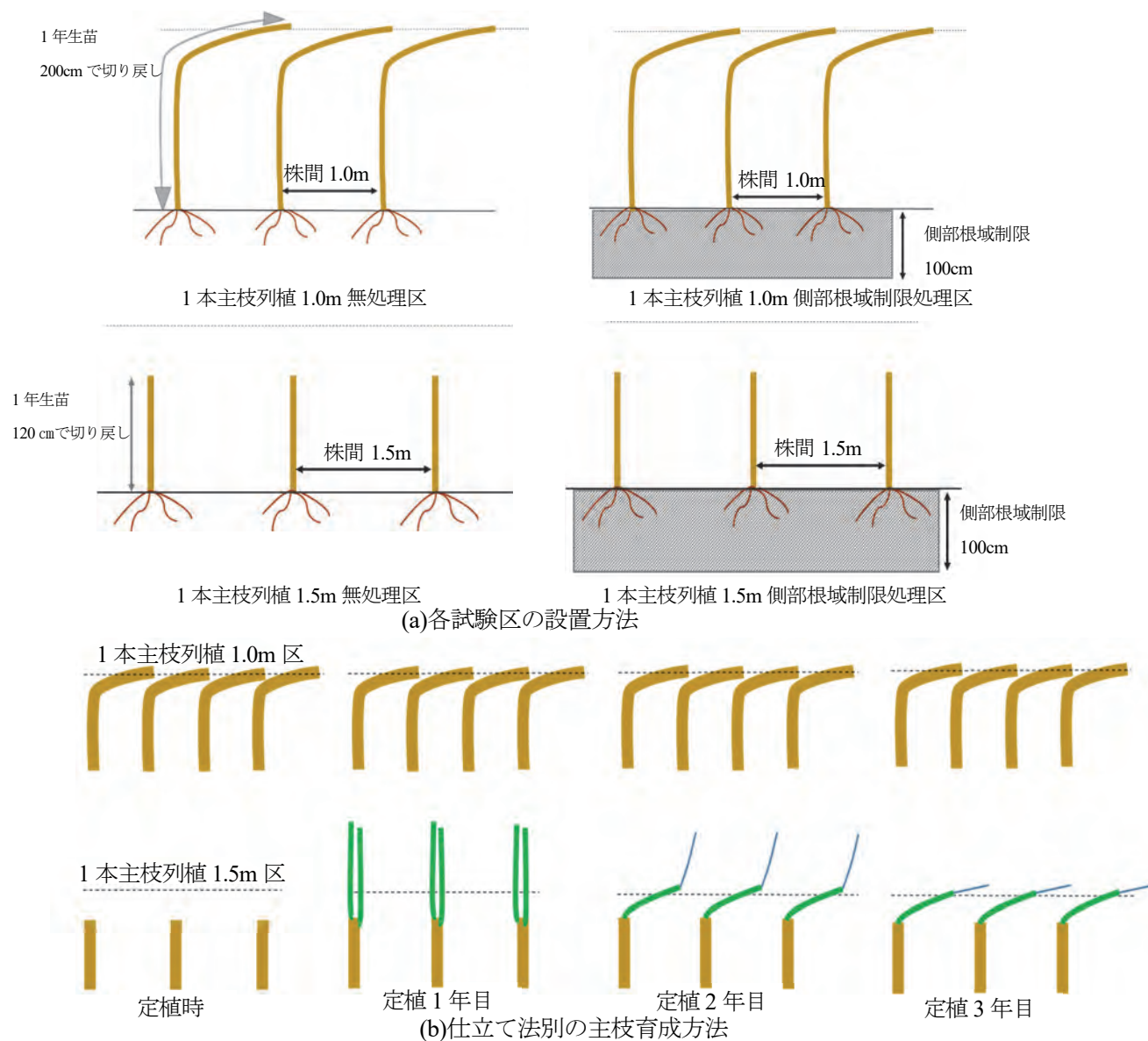
1) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 作物研究部門作物デザイン研究領域作物デザイン開発グループ

2) 茨城農業総合センター農業大学校

120cm で切り戻した（図 1-a）。1 本主枝列植 1.5m 区では、切り戻しにより発生した強い新梢 2 本を主枝候補として 1 年間育成し、定植 1 年目の冬季に生育の良い新梢を選び主枝とした。定植 2 年目は、1 本主枝列植 1.0m 区では側枝の先端以外の芽から発生した新梢を 5 月下旬に摘心し、再伸長した新梢を 7 月下旬に約 45 度に誘引した。1 本主枝列植 1.5m 区では、主枝延長枝の伸長状況にあわせて支柱へ誘引した（図 1-b）。定植 3 年目以降は、満開後 20 日以内を目安に 1 果そう 1 果に摘果し（予備摘果）、満開後 40 日以内を目安に 3 果そう 1 果に摘果（本摘果）を行った。また、側枝上や予備枝上に発生した新梢を 6 月上旬、7 月上旬の計 2 回摘心した。定植 5 年目の試験樹の状況を図 2 に示した。なお、栽培管理については茨城県の果樹栽培基準を参考にし、防除は茨城県の露地赤ナシ無袋栽培病害虫参考防除例に準じて行った。

収穫方法は、2021 年（定植 3 年目）および 2022 年（定植 4 年目）は、試験区別の満開後 120 日で一斉に行い、2023 年（定植 5 年目）はニホンナシ（地色）カラーチャート値 2.5～3.0 を目安に適期収穫を行った。果実の品質調査は、全果実の 1 果重、青果物非破壊糖度計（クボタ社製）を用いて赤道面 2 か所の糖度（° Brix）を測定した。

生育調査は落葉後に新梢発生数、総新梢長、側枝数および側枝長を測定した。根群調査は 2024 年 7 月に根を掘り取り、根の長さや分布について調査を行った。



注) 側枝を省略し、主枝または主枝候補枝のみ描画。また、点線はナシ棚を示している

図 1 各試験区の設置方法(a)および 1 本主枝列植樹形の主枝育成方法(b)



注) 図の矢印は、主幹・主枝の方向を示している

図2 1本主枝列植樹形定植5年目の状況(写真:令和5年6月)

3. 結果

3.1 仕立て法と側部根域制限処理が樹体生育に及ぼす影響

生育調査の結果を表1に示した。側枝数について仕立て法による影響を比較すると、1本主枝列植1.0m区は定植2年目で側枝が確保できたが、1本主枝列植1.5m区では定植3年目からの確保となり、前者よりも1年遅れた。

10aあたりの総側枝長について仕立て法による影響を比較すると、定植3年目および定植4年目において1本主枝列植1.0m区が有意に長い結果となったが、定植5年目において1本主枝列植1.0m区と1本主枝列植1.5m区間の有意な差は認められなかった。一方側部根域制限による影響を比較すると、1本主枝列植1.0m区ではいずれの年も無処理区の方が長かったが、1本主枝列植1.5m区では定植3年目は側部根域制限処理区の方が長く、定植4年目以降は無処理区の方が長かった。

平均新梢長については、仕立て法による有意差は認められなかった。側部根域制限処理による影響を比較すると、定植3年目および5年目は無処理区が有意に長かった。

総新梢長について仕立て法による影響を比較すると、定植2年目は1本主枝列植1.0m無処理区で1182cmと有意に長かったが、定植3年目以降は有意差が認められなかった。側部根域制限処理による影響を比較すると、1本主枝列植1.0m区ではいずれの年も無処理区の方が長かったが、1本主枝列植1.5m区では定植2年目は側部根域制限処理区の方が長く、定植3年目から4年目の総側枝長および定植2年目の新梢長については、交互作用の有意性が認められた。

表1 仕立て法と側部根域制限処理が定植2年目から5年目‘幸水’の生育に及ぼす影響

	栽植	根域制限	定植2年目	定植3年目	定植4年目	定植5年目
側枝数(本/樹)	1本主枝列植1.0m	無処理	2.7	6.9	7.7	5.8
		側部根域制限	3.2	4.8	5.6	5.8
	1本主枝列植1.5m	無処理	0	3.0	6.5	8.0
		側部根域制限	0	3.1	5.9	7.4
	有意差 ²⁾	仕立て法	***	n.s.	n.s.	***
		根域制限	n.s.	***	**	n.s.
		交互作用	n.s.	*	n.s.	n.s.
総側枝長(m/10a) ¹⁾	1本主枝列植1.0m	無処理	770	2174	2822	2452
		側部根域制限	500	1251	1707	1829
	1本主枝列植1.5m	無処理	0	352	1027	1796
		側部根域制限	0	468	951	1704
	有意差	仕立て法	***	***	***	n.s.
		根域制限	n.s.	*	**	*
		交互作用	n.s.	**	*	n.s.
平均新梢長(cm)	1本主枝列植1.0m	無処理	70	81.9	- ⁴⁾	81.7
		側部根域制限	49	42.5	-	70.4
	1本主枝列植1.5m	無処理	96	99.3	-	84.2
		側部根域制限	76	89.7	-	73.7
	有意差	仕立て法	n.s.	n.s.	-	n.s.
		根域制限	n.s.	***	-	***
		交互作用	n.s.	n.s.	-	n.s.
総新梢長(cm/樹)	1本主枝列植1.0m	無処理	1182	1269	-	2846
		側部根域制限	613	523	-	1845
	1本主枝列植1.5m	無処理	598 ³⁾	827	-	3138
		側部根域制限	686	761	-	2201
	有意差	仕立て法	*	n.s.	-	n.s.
		根域制限	**	***	-	**
		交互作用	**	n.s.	-	n.s.

1) 10aあたりの総側枝長は、樹冠面積占有率を8割程度とし、1本主枝列植1.0m区は222本植え(栽植間隔1.0m×3.6m)、1本主枝列植1.5m区は148本植え(栽植間隔1.5m×3.6m)としたうえで、各試験区の1樹当たり側枝長より換算

2) 二元配置分散分析により*は5%、**は1%、***は0.1%水準で有意差あり、n.s.は有意差なし

3) 供試樹7樹のうち1樹で新梢伸長が劣っており、他の供試樹より主枝育成に時間を要した

4) -で示している箇所は未測定のため、データ無し

3. 2 仕立て法と側部根域制限処理が定植3年目から定植5年目の果実品質に及ぼす影響

着果数について仕立て法による影響を比較すると、定植3年目および定植4年目では1本主枝列植1.0m区の方が有意に多かったが、定植5年目には試験区間で着果数の有意差は認められなかった(表2)。1果重について、定植3年目はいずれの試験区でも300g未満であり有意差がなく、定植4年目には1本主枝列植1.0m区で300g未満、1本主枝列植1.5m区では300g以上となったものの有意差はなかった。定植5年目にはいずれの仕立てでも300g以上となり、1本主枝列植1.0m区で384gと有意に大きかった。

同じ仕立て間において側部根域制限の有無で比較すると、定植5年目の1本主枝列植1.5m区を除いて、側部根域制限処理区の方が無処理区と比較し1果重が小さくなる傾向が見られたが有意差はなかった。また糖度については、果実を一斉収穫した定植3年目と定植4年目では側部根域制限処理を行うと高くなる結果が得られた。一方で地色カラーチャート値による適期収穫を行った定植5年目においては、無処理区の方が有意に高かった。

表2 仕立て法と側部根域制限処理が定植3年目から5年目「幸水」の果実品質に及ぼす影響

試験区		1果重 ¹⁾			着果数(個/m ²)			糖度(° Brix) ²⁾		
栽植	根域制限	定植3年目	定植4年目	定植5年目	定植3年目	定植4年目	定植5年目	定植3年目	定植4年目	定植5年目
1本主枝列植1.0m	無処理	244	299	384	7.7	6.4	6.5	12.1	11.7	14.0
	側部根域制限	230	286	330	5.1	4.9	6.5	13.1	12.0	13.5
1本主枝列植1.5m	無処理	249	343	314	1.1	1.6	4.8	12.4	12.5	13.7
	側部根域制限	237	304	367	1.1	2.2	3.7	13.0	13.0	13.3
有意差 ³⁾	仕立て法	n.s.	n.s.	*	***	**	n.s.	*	***	n.s.
	根域制限	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	**	*
	交互作用	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.

1) 1果重は、各試験区で収穫した果実の合計の重量を個数で割った値であり、試験区のすべての果実の平均値

2) 定植3年目・4年目は満開後120日で一斉収穫、定植5年目は地色カラーチャート値2.5～3.0目安で適期収穫

3) 二元配置分散分析により、*は5%、**は1%、***は0.1%水準で有意差あり、n.s.は有意差なし

3. 3 仕立て法と側部根域制限処理が定植2年目から定植5年目の収量に及ぼす影響

定植2年目では、1本主枝列植1.0m区のみで収量が得られた(表3)。定植3年目以降の換算収量は、1本主枝列植1.0m無処理区で最も多く推移した。対して、1本主枝列植1.5m区は、1本主枝列植1.0m区より主枝の生育に1年長くかかり、棚付けが1年遅れている。そのため、定植3年目と4年目は1.0t/10a未満で推移し、定植5年目で1.0t/10aを超える結果となった。

側部根域制限処理の有無による有意差は、単年の収量では認められなかったが、4年間の累積換算収量では認められた。また、定植2年目から定植5年目の累積換算収量は、1本主枝列植1.0m無処理区で5.2t/10aとなり、最も多い結果となった。

表3 仕立て法と側部根域制限処理が定植2年目から5年目「幸水」の収量に及ぼす影響

栽植	根域制限	樹数(本)	定植2年目	定植3年目	定植4年目	定植5年目	累積収量
1本主枝列植1.0m	無処理	10	0.1	1.5	1.6	2.0	5.2
	側部根域制限	10	0.1	0.9	1.1	1.7	3.9
1) 1本主枝列植1.5m	無処理	7	0	0.3	0.5	1.2	2.0
	側部根域制限	7	0	0.2	0.7	1.1	1.9
有意差 ²⁾	仕立て法	-	n.s.	***	***	***	**
	根域制限	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***
	交互作用	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

1) 10aあたりの換算収量は、樹冠面積占有率を8割程度とし、1本主枝列植1.0m区は222本植え(栽植間隔1.0m×3.6m)、1本主枝列植1.5m区は148本植え(栽植間隔1.5m×3.6m)としたうえで、各試験区の1樹当たり収量より換算

2) 二元配置分散分析により、*は5%、**は1%、***は0.1%水準で有意差あり、n.s.は有意差なし

3. 4 側部根域制限処理が根に及ぼす影響

1本主枝列植1.0m区において、側部根域制限処理の有無での根の状態について比較をした(図3)。側部根域制限処理区の根については、直下根があり、細根が表面(表層近く)に多く根密度が高い様子が見られた(図3-a)。無処理区の根については、横に広がる長い根が多く、前者と比較して細根が少ない様子が確認できた(図3-b)。



(a)側部根域制限処理区での根の様子



(b)無処理区での根の様子

図3 側部根域制限の有無による根の違い

4. 考察

4. 1 仕立て法の違いが及ぼす影響について

苗木定植と同時に主枝骨格が完成した1本主枝列植1.0m区は、定植2年目から側枝を確保でき、定植5年目には換算収量2.0t/10aを得ることができた。これは、予備枝として使用できる短い新梢が定植1年目から安定して発生し（データ省略）、側枝の養成や更新を計画的に行うことができたことに起因していると考えられる。このことは定植3、4年目の側枝に関するデータ（側枝数および総側枝長）における仕立て法と根域制限処理におけるデータ間の交互作用にも現れている。すなわち、1本主枝列植1.5m区では、無処理区においても3、4年目における新梢生育が十分でなく、根域制限による生育抑制効果がマスクされていることを示している。また、定植5年目までの累積換算収量は、同じほ場条件でジョイント仕立てにした場合と同等の収量であった。1果重は定植3年目および定植4年目に300g未満となり、県の栽培基準で目標値としている350gを下回ったが、定植5年目には同様の着果数で1果重が384gとなっているため、定植3年目および4年目では樹齢に対して着果数調整を行うことで、収量を維持しつつ1果重が目標値に近づく可能性がある。

一方で、1本主枝列植1.5m区は、定植4年目まで着果数が2個/m²以下と安定せず、定植5年目までの累積換算収量は、1本主枝列植1.0m区と比較して少なかった。これは、苗木定植後3年目まで主枝の育成を続けたことで、早期に十分な側枝が確保できなかったうえに、新梢生育に養分が配分され着果数が少なくても果実肥大が劣る傾向にあったことに起因すると考えられる。株間1.5mにする場合は2年生の大苗を供試し、定植時に主枝骨格が完成することで、早期に十分な収量を得られた可能性がある。

これらのことから、1年生苗を株間1.0mで列植して1本主枝仕立てとする栽培方法は、早い段階で枝が確保でき早期収量確保が可能な技術であると考えられる。さらに、樹体ジョイント栽培で必要とされている大苗育苗の必要がなく、接ぎ木作業も必要としないため、導入を阻む要因が少ない改植技術であると考えられる。ただし、定植4年目までの若樹齢期に成木と同様の着果負担をかけると、1果重が小さくなる傾向にあるため、各樹齢における着果量を考慮して着果管理をする必要がある。

4. 2 側部根域制限処理が及ぼす影響について

1本主枝列植1.0m区と1本主枝列植1.5m区それぞれにおいて側部根域制限処理の有無で比較すると、1果重に関して有意差は認められないものの、定植5年目の1本主枝列植1.5m区を除いて処理区の方が小さい傾向になり、また糖度は、一斉収穫した定植3年目・定植4年目では側部根域制限処理区の方が高い傾向になった。果樹栽培において根域制限を行うと、果実は小さい傾向になるが、糖度は高くなるとされており（茨城県園芸研究所 プロジェクト研究チームナシグループ、2008a；松本ら、2006）、今回の結果と矛盾していない。一方で、定植5年目に地色を基準として適期収穫を行ったところ、糖度は無処理区の方が有意に高くなったが、側部根域

制限処理区は無処理区より地色の変化が早く進み、収穫最盛期は側部根域制限処理を行った試験区の方が 2 日早くなった（データ省略）。これらのことから、側部根域制限処理によって単に糖度が高くなるのではなく、果実の成熟期が前進することで、一斉収穫した場合には平均糖度が高くなる可能性が示唆された。

側部根域制限処理による生育の影響に関して、総側枝長、総新梢長および平均新梢長において側部根域制限処理を行った試験区の方が有意に短かった。この結果は、根域制限により新梢長が短くなるという既往報告（茨城県園芸研究所 プロジェクト研究チームナシグループ、2008b）と矛盾しておらず、側部根域制限処理を行うと生育が抑制されていると考えられる。

根域制限処理を行うと、根や地上部の成長が抑制され地上部に比べ根の乾物割合が高く、細根の比率が増加し、根密度も高くなる（児玉ら、2015）。定植 6 年目の時点で側部根域制限処理区と無処理区の根を比較すると、前者は太い直下根があり、地上近くに細根が広がっていたのに対して、後者は地上近くに長い根を張っており、細根はあまり見られなかった。これらのことから今回は側部のみの根域制限であったが、果実品質、生育および根の発育に従来の根域制限で報告されたものと同様の影響を及ぼすことが明らかになった。また、根底を含めた完全な根域制限では灌水が必要となるが、今回の試験中には灌水を行っておらず、2024 年のような 7 月の降水量が平年を大幅に下回る年においても生育不良にならなかったため、側部のみの根域制限は水源の確保が困難なほ場でも栽培が可能であることが示唆された。また、白紋羽病発生ほ場では側部根域制限と客土を組み合わせることにより白紋羽病の感染を遅らせ、収量確保につながるという成果報告があり（茨城県園芸研究所研究成果、2024）、難改植ほ場においても側部根域制限技術を活用できる可能性があると考えられる。しかし、側部根域制限処理を行うと 1 果重が小さくなる傾向がみられるため、着果管理に留意する必要がある。

引用文献

- 茨城県園芸研究所、プロジェクト研究チームナシグループ（2008a）成果報告。「ナシの根域容量を小さくすると果実の糖度及び硬度は高くなり生育は抑制される」
- 茨城県園芸研究所、プロジェクト研究チームナシグループ（2008b）成果報告。「ナシ高畝マルチ栽培における底部根域制限が果実糖度及び収穫期に及ぼす効果」
- 茨城県園芸研究所、果樹研究室（2024）研究報告。「白紋羽病発生跡地におけるナシの根域管理技術の効果」
- 角脇俊彦（2019）日本ナシのジョイント栽培による県育成新品種の生産拡大. 果実日本 74（1）：55-58
- 児玉龍彦・加藤 恵・福田浩幸（2015）ニホンナシ「幸水」の根域制限栽培における根群分布. 佐賀県研究成果情報
- 柴田健一郎・川嶋幸喜（2012）樹木の樹体ジョイント仕立て法. 特許第 4895249 号.
- 農林水産省（2024）果樹をめぐる情勢【別冊】省力樹形に関する資料.
- 松本和紀・矢羽田第二郎・牛島孝策・栗原 実. 2006. ワセウンシュウの高うねマルチ栽培における根域制限方法と生育、収量、果実品質. 福岡総農試研報. 25: 65-70

Effects of Single-Branch Row Planting and Lateral Root Zone Restriction on ‘Kosui’ Variety of Japanese Pear

**Kaho ISHIKAWA, Takafumi YAMAGUCHI, Keisuke KAGAWA, Sizu TANAKADATE
and Iwao TERAOKA**

Summary

In Japanese pear cultivation, there is a need for a new planting technique that does not inhibit growth after seedlings are replanted and that can ensure early yield. Since the raising and jointing of seedlings is time-consuming, a simpler method was verified. In this study, when first-year plants were planted at 1.0 m spacing with a single main branch, a converted yield of 2.0 t/10a was obtained in the fifth year after planting, indicating that this technology can be expected to ensure an early yield. However, attention must be paid to the training of lateral branches, branch distribution, and adjustment of the number of fruits produced set. In addition, when the lateral root zone is restricted by a root barrier sheet, the same effects as those of general root zone restriction are observed, and it is possible to obtain yields in fields where it is difficult to secure irrigation.

Keywords: Japanese pear, early yield, fruit quality, root zone limitation

1 Address: Horticultural Research Institute, Ibaraki Agricultural Center, 3165-1 Ago, Kasama, Ibaraki 319-0292, Japan