

## ニホンナシ新品種「玉水」のジョイントV字トレリス樹形における 定植後5年目までの樹体生育、果実生産性および省力・軽労効果

藤原菜々子\*・古澤典子<sup>1)</sup>・瀬戸山安由美・松下竜一

ジョイントV字トレリス樹形（以下、V字ジョイント）がニホンナシ新品種「玉水」の定植後5年目までの樹体生育、果実生産性および省力・軽労効果に及ぼす影響について検討した。V字ジョイント区では、慣行の二本主枝区と比べて1m<sup>2</sup>当たり新梢数が多く、同新梢長も大きく早期に側枝が確保された。また、V字ジョイント区の1m<sup>2</sup>当たり花芽数は二本主枝区よりも多く、10a当たり換算収量は、初結実の定植後3年目で1.0t、定植後3～5年目の累積収量は4.4tで、二本主枝区の6.2倍となった。ナシ栽培で最も多くの時間を要するせん定・誘引作業の収量1t/10a当たり作業時間は、V字ジョイント区で二本主枝区の29%であり、新梢管理作業は54%と短くなった。さらに、RULA法による作業姿勢の評価を行った結果、身体的負荷の大きいスコア5以上の割合はV字ジョイント区で低く、軽労化が図られた。以上の結果から、「玉水」におけるV字ジョイントは慣行の二本主枝と比べ早期多収、省力・軽労効果が高い栽培方法であることが明らかとなった。

[キーワード:「玉水」、ジョイントV字トレリス樹形、軽労化、早期多収、省力化]

Early Tree Growth, Fruit Productivity, and Labor-saving, Light-working Effects of Joint V-shaped Training System in the New Pear Variety ‘Gyokusui’ by the Fifth Year after Planting. FUJIWARA Nanako, Noriko FURUSAWA, Ayumi SETOYAMA and Ryuichi MATHUSHITA (Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. For. Res. Cent.* 11 : 22 – 29 (2025)

We investigated the effects of a joint V-shaped trellis training system (JV) on early tree growth, fruit productivity, and labor-saving effects of the new Japanese pear, ‘Gyokusui’, up to the fifth year after planting. JV resulted in more shoots per square meter and greater shoot length, indicating that lateral branches were secured at an early stage. The number of flower buds per square meter in the JV treatment was more than that in the two-branch treatment. Furthermore, the yield per 10a was 1.0 t in the third year after planting, and the total yield in the third to fifth years after planting was 4.4 t, which was 6.2 times higher than that of the two-branch training system. The time required per 1t/10a for pruning and pulling, the most time-consuming tasks in pear cultivation, was 29% of that for the two main branches in JV and 54% of that for managing shoots. Furthermore, the evaluation of work posture using the RULA method showed that the percentage of workers with a score of  $\geq 5$ , which is a high physical load, was low in the JV group, indicating light work. These results indicate that the JV of ‘Gyokusui’ is an early, high-yielding, labor-saving, and light-working cultivation method compared to the conventional two-branch system.

[Key words: early high yield, ‘Gyokusui’, Joint V-shaped trellis, labor-saving, light-working]

### 緒 言

福岡県におけるニホンナシ栽培は「幸水」と「豊水」を中心とした品種構成であり、この2品種で全体の栽培面積の約8割を占めている（農林水産省 2021）。しかし近年、これら主力品種の老木化による生産性の低下および生産者の高齢化や後継者不足などによる栽培面積の減少が進んでいる（福岡県 2023）。今後、本県のナシ産地を維持・発展させていくためには、有望新品種への改植更新や高齢者の営農継続、新規参入者の確保が必要である。

「玉水」は2021年に品種登録された福岡県オリジナル品種で、「幸水」よりも収穫期が早く食味良好なことから市場での評価が高く、今後の普及が期待されている（瀬戸山ら 2019）。しかし、従来のニホンナシ栽培は、平棚栽培による三本主枝や二本主枝仕立てが主流であり、成園化までに9～12年の長い年月を要するため、未収益期

間が長い（柴田・関 2021）ことが、「玉水」への改植更新を妨げる要因の1つとなっている。また、三本主枝や二本主枝仕立ては高度で複雑な整枝せん定技術が必要とされるため、作業の効率化や技術の継承が難しい。したがって、「玉水」を普及拡大するためには、高齢者や新規参入者でも容易に栽培可能である、省力・軽労的な栽培方法の確立が求められている。

ジョイントV字トレリス（以下、V字ジョイント）樹形は、複数樹の主枝部を連続的に接ぎ木して連結させたジョイント栽培（柴田・関 2021）を基に考案された樹形で、地上60～80cmの高さに設定した主枝から側枝を斜立させ、垣根状の樹冠を形成する。これまでウメ（柴田ら 2011）、カキ（朝隈ら 2016, 2023）、リンゴ（大沼 2019）、モモ（三田村ら 2022）など多くの樹種においてその適用性が検討され、早期成園化や省力・軽労効果が認められている。ニホンナシにおいても、「幸水」で同様の効果が明らかにされている（柴田ら 2018）。「玉水」は「幸水」

\*連絡責任者（果樹部：fujiwara-n2707@pref.fukuoka.lg.jp）

受付 2024 年 7 月 19 日；受理 2024 年 11 月 13 日

1) 現 福岡県福岡農林事務所福岡普及指導センター

よりも花芽着生がやや少ないため、収量を得るためには花芽の確保が重要である。また、「玉水」は「幸水」よりも高糖度であることが特徴である（瀬戸山ら 2019）。このような特性を持つ「玉水」にV字ジョイント樹形を適用できれば、従来の平棚栽培では困難であった早期収量確保、栽培管理の省力・軽労化などが図られ、当該品種の普及拡大が期待される。そこで本研究では、本県育成品種である「玉水」のV字ジョイント樹形における定植後5年目までの樹体生育、果実生産性および作業性の評価を行った。

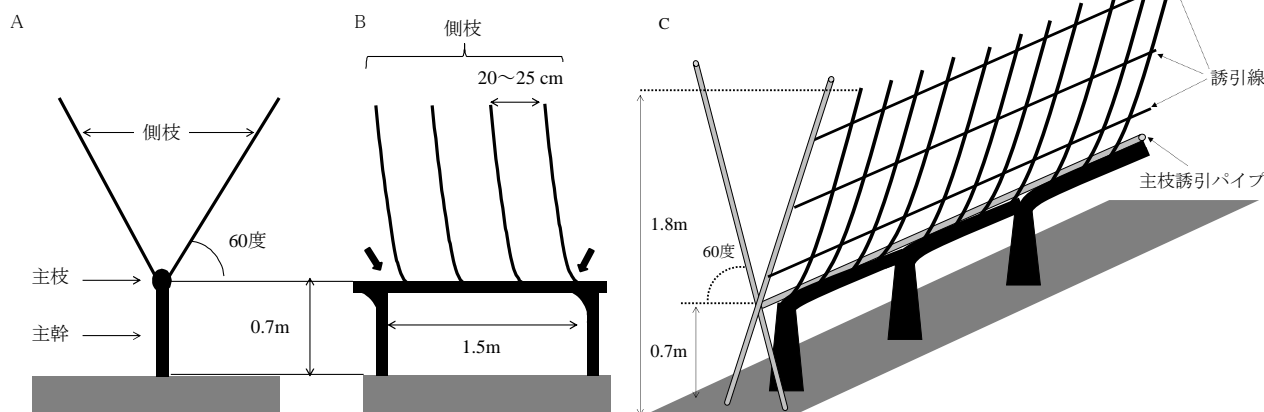
## 材料および方法

### 1 定植後5年目までの樹体生育および果実生産性

供試品種は「玉水」で、V字ジョイント区と対照区として二本主枝区を福岡県農林業総合試験場果樹部ほ場（福岡県筑紫野市）に設けた。V字ジョイント区は全長2.5m以上の1年生大苗（マメナシ台）を2019年3月に列間3.5m、株間1.5mの栽植距離（10a当たり栽植本数190本）で定植した。定植と同時に70cmの高さで片側一方に水平に誘引し、隣接樹と接ぎ木した。接ぎ木は、柴田（2011）に準じて主枝先端部を上芽で切り返し、接ぎ木面は接ぎ木ナイフまたは小型カンナを用いて、長さ10cm程度になるように平らに削り、結束バンドで固定後、接ぎ木部の乾燥防止と雨水の侵入を防ぐため、癒合剤を塗布した。先端以外に発生した上芽および主幹部の芽は、強勢な枝となり樹体の新梢発生および生育を弱めるため、全て芽かぎを行った。その際、主枝の横～斜め上から発生した新梢数は側枝配置に十分であった。定植後2年目までは側枝の育成期間とし、生育良好な新梢は側枝候補として20～25cm間隔で左右千鳥に配置し、地面から60°の角度で適宜誘引線に斜立誘引した（第1図）。せん定は、定植後2年目までは側枝の切返しと徒長枝を間引く程度とし、定植後3年目以降は、1樹につき8～10本程度の側枝を配置し、側枝更新は枝齢3～4年目を目安に行った。最上段の誘引線に達した枝は誘引線の上で切返

しを行った。また、側枝更新の際は、新梢発生促進のため側枝基部のほぞを少し残して切除した。二本主枝区は、列間4m、株間6mの栽植距離（10a当たり栽植本数41本）でV字ジョイント区と同時期に定植し、高さ100cmで切返して二本主枝仕立てとした。発芽後は主枝候補枝と競合する芽は早めにかき取り、主枝候補枝は支柱を添えて誘引した。定植後の管理は樹冠拡大および骨格の完成を最優先とした。すなわち、定植後2年目は、主枝と競合するような上芽および主幹部の芽はすべて芽かぎを行い、せん定は主枝先端の切り返しと徒長枝を間引く程度とした。定植後3年目以降は、側枝間隔30～40cm、1樹につき側枝13～15本程度を目標とし、主枝の横～斜め下向きから発生した新梢を適宜誘引した。V字ジョイント区と同様に側枝更新は枝齢3～4年目を目安に行った。また、樹形による花芽着生および作業性への影響を明らかにするため、本試験において、ニホンナシの側枝更新技術である側枝基部へのくさび処理は両区とも実施しなかった。着果開始は側枝が十分に確保された時点とし、V字ジョイント区は定植後3年目、二本主枝区は定植後4年目から着果させた。施肥および病害虫防除は福岡県果樹栽培技術指針（福岡県経営技術支援課 2018）に準じて行った。ただし、落葉後の基肥については実施しなかった。

2020～2023年に、樹体や果実の特性を調査した。新梢数および新梢長は新梢の生育が停止した12月に、主枝から発生した新梢を測定した。列間（m）と株間（m）の積を1樹当たり土地面積（m<sup>2</sup>）とし、総新梢数を1樹当たり土地面積で除した値を1m<sup>2</sup>当たり新梢数、総新梢長を1樹当たり土地面積で除した値を1m<sup>2</sup>当たり新梢長とした。花芽着生調査は、落葉後の12月に実施した。腋花芽および短果枝を合わせた花芽数を1樹当たり土地面積で除した値を1m<sup>2</sup>当たり花芽数とし、腋花芽数および短果枝数を総芽数（花芽数＋葉芽数）で除した値をそれぞれの花芽着生率とした。V字ジョイント区は、樹体ジョイントを行った9樹を1ユニットとし、ユニット内部の生育が中庸な3樹を調査した。両区とも1樹を1区とし、



第1図 V字ジョイントの概要（A：正面図，B：側面図，C：棚概要図）

- 1) Bの黒太矢印は接ぎ木位置を示す
- 2) Cの奥側の棚線および側枝は省略

各区3反復とした。収量および果実品質は、定植後3年目から5年目までの3年間調査を行った。10a当たり換算収量は、1樹当たり収量に10a当たり栽植本数を乗じて求めた。果実品質は、7月下旬から8月上旬に成熟期に達した10果以上の果実を各区無作為に供試して調査した。果実の横径〔(長横径+短横径)/2〕、縦径、果実重を計測し、地色は果実のていあ部外側のコルク層を軽く剥ぎ、ニホンナシ地色用カラーチャートを用いて6段階(1:未熟~6:過熟)で判定した。果実硬度は果実を縦に2分割し、一方の果実横断面2か所の硬度を直径5mmの円筒形プランジャーを装着した果実硬度計(KM-5型、(株)藤原製作所)を用いて測定した。続いて、もう一方の果実を果頂部から果梗部にかけてくさび形に切除し、搾汁液の糖度を液体糖度計(PAL-1、(株)アタゴ)で測定した。ヨード反応は果実断面にヨード・ヨードカリ液を塗布して15分後の染色程度を5段階(1:未熟~5:過熟)で評価した。

## 2 省力・軽労効果

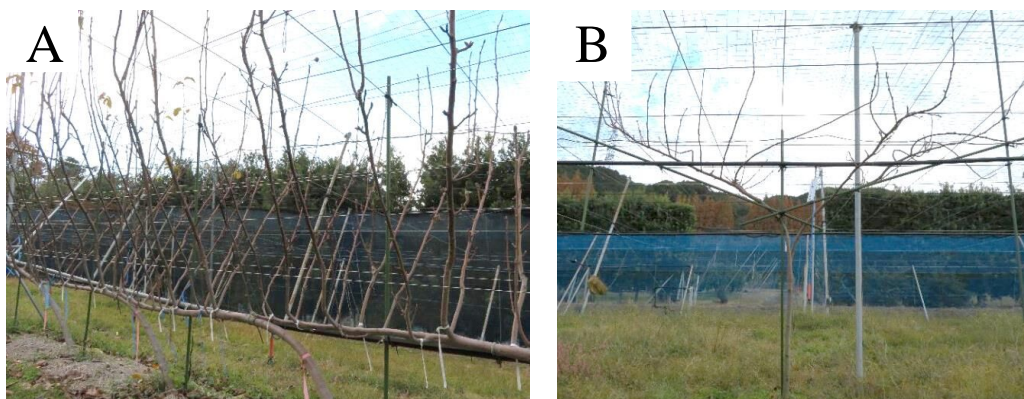
両区の骨格が8割程度完成したV字ジョイント区定植後4年目の樹体、二本主枝区定植後6年目の樹体を用いた。両区とも1樹1区とし、各区3反復とした。作業時間および作業姿勢の調査は、2022年に行った。被験者は作業に熟練した30代男性(身長172cm)とした。摘蕾作業は3月下旬に行った。V字ジョイント区は側枝の先端2花蕾を摘み取った。二本主枝区は長果枝の先端2花蕾、短果枝の先端の腋花芽、主枝、亜主枝の先端および骨格上の花蕾を摘み取った。授粉作業は4月上旬に2回行い、梵天を用いて1果そう当たり3花授粉した。摘果作業は4月下旬に1果そうに1果とする予備摘果、5月上旬に3果そうに1果とする仕上げ摘果を行った。新梢管理作業は6月中旬に新梢を間引く夏季せん定および新梢の誘引、摘心を行った。新梢の誘引はV字ジョイン

ト区で誘引結束機(HT-S45E型、(株)マックス)、二本主枝区で誘引ひもを用いて行った。収穫作業は収穫適期である7月下旬に2回行い、1回目は成熟期に達した果実のみを収穫し、2回目は残った果実をすべて収穫した。収穫作業時間は、各樹より果実を収穫し果梗部をはさみで切除したのち、布製の収穫袋に採集するまでを対象とした。せん定・誘引作業は3月に行い、誘引作業はV字ジョイント区で誘引結束機、二本主枝区で誘引ひもを用いて行った。10a当たり作業時間は、1樹当たりの作業時間に10a当たり栽植本数を乗じて求めた。作業姿勢は各作業をビデオカメラで撮影し、10秒ごとに被験者の姿勢を主に上半身の身体的負荷を評価することができるRULA法(Lynn 1993)のスコアにより評価した。作業負荷の度合いを1~7の7段階のスコアで表し、数値が大きいほど作業負荷が強い姿勢となる(スコア1~2:許容範囲、スコア3~4:さらなる調査が必要、スコア5~6:近いうちにさらなる調査と改善が必要、スコア7:ただちに調査と改善が必要)。

## 結 果

### 1 定植後5年目までの樹体生育および果実生産性

第2図に両試験区の定植後3年目における樹体状況を、第1表に樹形法の違いが「玉水」の樹体生育に及ぼす影響を示した。1m<sup>2</sup>当たり新梢数は、V字ジョイント区では定植後2年目に3.7本で定植後3年目以降も2.7~4.0本だったのに対し、二本主枝区では定植後2年目で0.6本、定植後3年目以降は1.3本程度であり、定植後2~5年目の期間、V字ジョイント区が二本主枝区より有意に多かった。1m<sup>2</sup>当たり新梢長も同様に、V字ジョイント区は定植後2~3年目に3.5m程度、定植後4~5年目は7m程度であったのに対し、二本主枝区では定植後5年目で1.8mであり、定植後2~5年目の期間、V字ジョイント区が二本主枝区より有意に長かった。以上の結果よ



第2図 定植後3年目における各試験区の樹体状況  
A:V字ジョイント区, B:二本主枝区

**第1表 樹形の違いが「玉水」の樹体生育に及ぼす影響**

定植後年数	試験区	1㎡当たり 新梢数(本)	1㎡当たり 新梢長(m)
2年目	V字ジョイント	3.7	3.4
	二本主枝	0.6	0.5
	有意性 <sup>1)</sup>	**	**
3年目	V字ジョイント	4.0	3.6
	二本主枝	1.3	1.0
	有意性	**	**
4年目	V字ジョイント	3.0	6.9
	二本主枝	1.2	1.4
	有意性	**	**
5年目	V字ジョイント	2.7	7.0
	二本主枝	1.3	1.8
	有意性	**	**

1) t検定において,\*\*は1%水準で有意差あり, nsは5%水準で有意差なし

り, V字ジョイント区は二本主枝区より新梢数が多く, また, 新梢長も長かったことにより早期に樹冠が埋められた(第2図)。

樹形の違いが「玉水」の花芽着生に及ぼす影響について第2表に示した。1㎡当たり花芽数は, 定植後4年目を除いた2~5年目の期間, V字ジョイント区が二本主枝区よりも有意に多かった。腋花芽の花芽着生率は, 定植後3年目まではV字ジョイント区は二本主枝区と同等であったが, 定植後4年目以降は二本主枝区が有意に高くなった。短果枝の花芽着生率は, V字ジョイント区において, 盲芽の割合が増えたことにより(データ略), 定植後4年目のみ二本主枝区がV字ジョイント区よりも有意に高かった。

樹形の違いが「玉水」の収量に及ぼす影響について第3表に示した。V字ジョイント区は定植後3年目から

**第2表 樹形の違いが「玉水」の花芽着生率に及ぼす影響**

定植後年数	試験区	1㎡当たり花芽数			花芽着生率(%)	
		腋花芽	短果枝	合計	腋花芽	短果枝
2年目	V字ジョイント	10.3	2)	10.3	64.7	—
	二本主枝	1.7	—	1.7	33.7	—
	有意性 <sup>2)</sup>	**	—	**	ns	—
3年目	V字ジョイント	6.4	5.9	12.3	33.2	70.6
	二本主枝	0.4	1.2	1.7	27.9	57.1
	有意性	**	**	**	ns	ns
4年目	V字ジョイント	2.7	13.7	16.4	11.8	39.9
	二本主枝	2.9	3.3	6.3	47.5	66.9
	有意性	ns	*	ns	*	**
5年目	V字ジョイント	1.4	10.9	12.3	11.6	32.4
	二本主枝	1.7	3.2	4.8	33.7	42.5
	有意性	ns	**	**	*	ns

1) —はデータなし

2) t検定において,\*\*, \*は各1, 5%水準で有意差あり, nsは5%水準で有意差なし

**第3表 樹形の違いが「玉水」の収量に及ぼす影響<sup>1)</sup>**

試験区	定植後年数ごとの収量(t/10a)			累積収量 (t/10a)
	3年目	4年目	5年目	
V字ジョイント	1.0	1.4	2.0	4.4
二本主枝	2)	0.2	0.6	0.7
有意性 <sup>3)</sup>	-	**	*	**

1) 10a当たり栽植本数をV字ジョイントは190本/10a, 二本主枝は41本/10aとして計算

2) —はデータなし

3) t検定において,\*\*, \*は各1, 5%水準で有意差あり

1.0t/10aの収量が得られ, 定植後4年目および5年目の収量はV字ジョイント区が二本主枝区よりも有意に多かった。また, 定植後3年目から5年目までの3年間の累積収量は, V字ジョイント区が4.4t/10aであり, 二本主枝区の約6.2倍となった。また, 定植後4年目の総着果数はV字ジョイント区で5,257果/10a, 二本主枝区で847果/10aであり, 定植後5年目の総着果数はV字ジョイント区で7,790果/10a, 二本主枝区で1,995果/10aと2カ

**第4表 樹形の違いが「玉水」の果実品質に及ぼす影響**

定植後年数	試験区	果実横径 (mm)	果実重 (g)	地色 <sup>1)</sup> (CC)	果肉硬度 (lbs)	糖度 (°Brix)	ヨード <sup>2)</sup> 反応
3年目	V字ジョイント	81.3	275	2.2	5.8	13.7	3.2
	二本主枝	3)	-	-	-	-	-
4年目	V字ジョイント	82.9	294	2.7	6.4	13.6	3.4
	二本主枝	78.2	242	2.4	6.2	13.7	3.5
	有意性 <sup>4)</sup>	*	*	ns	ns	ns	ns
5年目	V字ジョイント	82.2	280	2.6	4.5	13.0	3.1
	二本主枝	84.2	297	3.0	5.2	13.6	3.1
	有意性	ns	ns	ns	ns	*	ns

1) ニホンナシ地色用カラーチャートを用いて6段階(1:未熟~6:過熟)で判定

2) 果実断面にヨード・ヨードカリ液を塗布して15分後の染色程度を5段階(1:未熟~5:過熟)で評価

3) —はデータなし

4) t検定において,\*は5%水準で有意差あり, nsは5%水準で有意差なし

第5表 「玉水」果実1t当たり<sup>1)</sup>の各管理作業時間

仕立て法	摘蕾	授粉 (2回)	摘果 (2回)	新梢管理	収穫 (2回)	せん定 ・誘引	合計
V字ジョイント(定植4年目)	22.3 (106) <sup>2)</sup>	18.3 (149)	26.2 (103)	15.4 (54)	7.6 (101)	13.1 (29)	102.9 (74)
二本主枝(定植6年目)	21.0	12.3	25.5	28.3	7.6	45.2	139.9
有意性 <sup>3)</sup>	ns	ns	ns	**	ns	**	ns

1) 収量は、V字ジョイントが1.4t/10a、二本主枝が0.8t/10aとして計算

2) 括弧内は二本主枝を100とした場合のV字ジョイントの割合を示す

3) t検定において、\*\*は1%水準で有意差あり、nsは5%水準で有意差なし

第6表 樹形法の違いが「玉水」の作業姿勢に及ぼす影響

作業内容	試験区	RULA法によるスコアの割合(%) <sup>1)</sup>				
		1～2	3～4	5～6	7	5以上
摘蕾	V字ジョイント	24.9	65.0	10.2	0.0	10.2
	二本主枝	0.0	62.3	37.7	0.0	37.7
	有意性 <sup>2)</sup>	- <sup>3)</sup>	-	-	-	*
授粉	V字ジョイント	35.8	49.1	15.1	0.0	15.1
	二本主枝	11.6	24.8	63.6	0.0	63.6
	有意性	-	-	-	-	**
摘果	V字ジョイント	17.0	62.0	21.0	0.0	21.0
	二本主枝	2.8	47.6	49.6	0.0	49.6
	有意性	-	-	-	-	ns
新梢管理	V字ジョイント	9.8	70.6	19.6	0.0	19.6
	二本主枝	0.0	45.2	54.8	0.0	54.8
	有意性	-	-	-	-	*
収穫	V字ジョイント	76.9	19.2	3.8	0.0	3.8
	二本主枝	32.2	29.6	38.2	0.0	38.2
	有意性	-	-	-	-	*
せん定	V字ジョイント	20.4	47.1	30.0	2.4	32.4
	二本主枝	10.4	41.1	46.5	2.1	48.6
	有意性	-	-	-	-	ns
誘引	V字ジョイント	17.8	66.1	16.1	0.0	16.1
	二本主枝	0.0	63.3	36.7	0.0	36.7
	有意性	-	-	-	-	**

1) RULA法は主に上半身(首、上肢、腰)の負荷を7段階のスコアで評価する方法。スコアが大きくなるにつれて負荷は大きく、1～2は「許容範囲」、3～4は「さらなる調査が必要」、5～6は「近いうちにさらなる調査と改善が必要」、7は「ただちに調査と改善が必要」とされている

2) t検定において、\*\*、\*は各1、5%水準で有意差あり、nsは5%水準で有意差なし

3) -は統計未実施

年ともV字ジョイント区が二本主枝区よりも有意に多かった(データ略)。

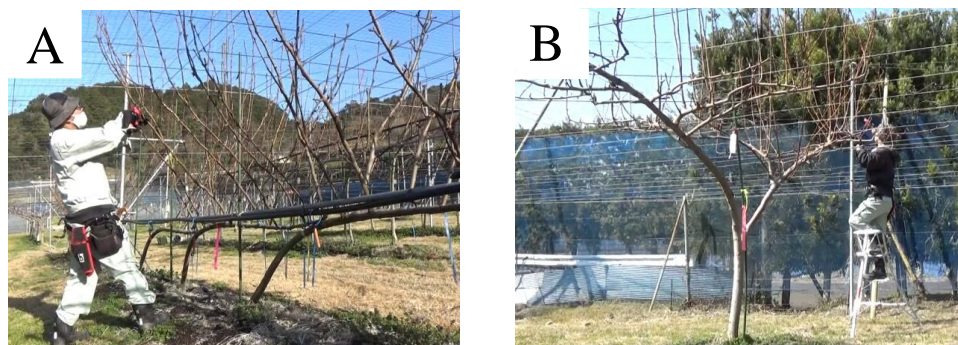
樹形の違いが「玉水」の果実品質に及ぼす影響について第4表に示した。果実横径は、定植後4年目はV字ジョイント区が二本主枝区よりも有意に大きかった。果実重は、定植後4年目はV字ジョイント区が二本主枝区よりも有意に重く、定植後5年目は有意な差はみられなかった。糖度は、定植後4年目は試験区間で有意な差はみられず、定植後5年目は二本主枝区がV字ジョイント区よりも有意に高かった。その他調査項目については有意な差はみられなかった。

また、本試験におけるV字ジョイント区において、ユニット内部の位置による生育差は認められなかった(達観)。

## 2 省力・軽労効果

第5表に、樹形の違いが各管理作業時間に及ぼす影響について示した。V字ジョイント区における果実1t/10a当たり作業時間の二本主枝区に対する割合は、新梢管理作業で54%、せん定・誘引作業で29%と有意に低かった。摘蕾、授粉、摘果および収穫作業については試験区間で有意な差はみられなかった。各管理作業の合計時間は、





第3図 各試験区の作業状況（せん定）A:V字ジョイント区，B:二本主枝区

V字ジョイント区が103時間、二本主枝区が140時間で前者は後者の74%となった。

樹形の違いが「玉水」の作業姿勢に及ぼす影響を第6表に、各試験区の作業状況を第3図に示した。早期に改善すべきとされるスコア5以上の割合は全作業内容のうち摘蕾、授粉、新梢管理、収穫および誘引作業においてV字ジョイント区が二本主枝区よりも有意に低かった。また、二本主枝区では一部の管理作業で高所作業が生じ脚立が必要であったが、V字ジョイント区では全ての管理作業で脚立は不要であった（データ略）。

## 考 察

本研究では、「玉水」の早期収量確保および省力・軽労化を図るため、ジョイントV字トレリス樹形における樹体生育、果実生産性および作業性の評価を行った。

「幸水」のジョイントV字トレリス樹形では、初結実が定植後3年目と慣行樹形よりも1年早く、その後の収量も慣行樹形より多いことが報告されている（AI（機械化樹形）コンソーシアム 2024）。本試験においても、V字ジョイント区は早期に十分な側枝が確保できたことから、二本主枝区よりも1年早い定植後3年目から結実し、その後も対照の二本主枝区より収量が多く、定植後3年目から5年目までの累積収量は二本主枝区の約6.2倍であったことから、V字ジョイントによる早期多収効果を確認した。加川ら（2022）は、「幸水」のような長果枝利用型の品種で初期収量を得るためには早期に必要な側枝密度を確保することが重要であると報告している。また、柴田ら（2019）は、ジョイント樹形における早期多収の要因として、密植栽培による早期成園化を挙げている。

「玉水」は長果枝利用型の品種であると考えられ、本試験ではV字ジョイント区の苗木の栽植本数を二本主枝区の約4.6倍（10a当たり190本）と密植にしたことで、定植後2年目から1m<sup>2</sup>当たり新梢数および新梢長が二本主枝区よりも有意に多くなり、早期に樹冠が埋められた。また、二本主枝区は、年次の加算に伴い1m<sup>2</sup>当たり新梢数が徐々に増加したのに対し、V字ジョイント区は定植後2年目の1m<sup>2</sup>当たり新梢数が定植後5年目の値と同等であり、早期に必要な側枝が確保できた。これらが、定

植後5年目までの側枝確保と収量確保につながったと推察される。

ニホンナシの花芽着生は、収量やせん定方法などに大きく影響を及ぼすことから（坂本 1971）、新樹形の導入に当たっては、花芽着生について検討する必要がある。また、永沢（1968）は、果樹で早期多収を実現する条件として、若木のうちから十分な花芽を着生させ結実確保を図ることを挙げている。本試験では、定植後4年目以降にV字ジョイント区の花芽着生率が二本主枝区よりも低い年次が見られたものの、V字ジョイント区の1m<sup>2</sup>当たり花芽数は定植後2～5年目の期間を通して二本主枝区と同等か多かった。また、10a当たり総着果数は、定植後4年目でV字ジョイント区は5,257果と二本主枝区の847果の約6倍、同様に定植後5年目においてもV字ジョイント区は7,790果と二本主枝区の1,995果の約4倍であり、2ヵ年ともV字ジョイント区は二本主枝区よりも有意に多かった。これらのことから、V字ジョイントは早期に十分な花芽を着生させ、着果数を増加できることから、「玉水」において早期多収が可能な樹形と示唆された。

長果枝利用型の品種は若い枝ほど短果枝の維持が可能であるとされている（田村ら 2010）。本試験の長果枝利用型品種「玉水」において、V字ジョイント区の短果枝着生率は定植後4年目に二本主枝区よりも低くなった。「幸水」では、短果枝に2～3年結果させると盲芽が増えることが報告されている（廣田 1997）。本試験において、定植後4年目における側枝の結果年数は二本主枝区よりも初結実の早かったV字ジョイント区の方が長いため、盲芽の割合が増え短果枝着生率が低下したと考えられた。したがって、短果枝着生率の維持には、盲芽の割合が増加する前に側枝を更新することが重要であると考えられる。側枝を利用しながら新梢確保できる技術として大谷（2011）は「幸水」において、側枝基部へのくさび処理の有効性を明らかにしている。また、セイヨウナシのV字ジョイントでは、品種によって花芽着生に最適な側枝仰角が異なることが報告されているが（根津 2019）、「玉水」では明らかではない。今後は「玉水」のV字ジョイントにおけるくさび処理の効果および花芽着生に最適な側枝仰角について検討する必要がある。

ニホンナシでは密植が栄養成長性を強め、果実品質を低下させると考えられているが(柴田 2021)、本試験におけるV字ジョイント区の果実重は二本主枝区と同等か有意に大きかった。また、糖度は定植後5年目にV字ジョイント区が13.0° Brixと二本主枝区の13.6° Brixよりも有意に低かったが、「玉水」の出荷規格である12.5° Brixを上回っていることから商品性としての問題はないと考えられた。一方で、大友(1983)は、早生品種において着果負荷が果実品質の低下に及ぼす影響は大きいことを報告しており、早生品種である「玉水」のV字ジョイントにおける適正着果量は今後検討が必要である。

福岡県におけるニホンナシの10a当たり年間労働時間は364時間であるが、そのうち誘引や新梢管理を含めた整枝・せん定に要する労働時間は104時間と最も多く、全労働時間の29%を占めている(農林水産省統計情報部2007)。整枝・せん定作業は熟練の技術を要するため、経営主や後継者など特定の人が行うことが多く、作業の効率化が難しい。このことが、既存生産者の営農継続や新規参入者の確保を妨げている。明田ら(2010)は、ニホンナシの改良むかで(低樹高一本主枝)整枝法において、低樹高化により誘引の作業時間割合を半減できた理由として、幼木期に必要な骨格枝づくりや樹勢に応じた誘引作業が不要であったためと報告している。また、柴田ら(2021)は、ジョイント樹形の栽培管理は移動が直線的になるため、効率化が可能になると報告している。本試験においても、V字ジョイント区は定植と同時に70cmの高さで片側一方向に水平に誘引し、発生した新梢を60°に斜立誘引したことで、低い樹高と均一な側枝生育を維持することができた。この結果、作業動線の単純化、骨格枝の早期完成および複雑な誘引作業の省略を可能にした。これにより、V字ジョイント区の収量1t/10a当たり新梢管理作業時間は二本主枝区の54%、せん定・誘引作業は29%に削減された。また、今回は1樹毎に作業時間の評価を行ったが、実際の管理作業では同じ側面の隣接樹に向かって作業を進めるため、作業動線が単純なV字ジョイントでは、連結する樹の本数が増えるほど省力効果が大きくなると考えられる。さらに、新梢管理およびせん定・誘引作業の作業効率を考える上では、省力器具の利用も重要である。徳満ら(2006)は、誘引結束機の利用により「幸水」の誘引作業効率が向上することを明らかにしている。本試験では、二本主枝区は柵線への固定に加え側枝先端の引き起こし、予備枝の誘引などの作業があるため誘引ひもの利用は必須であった。一方で、V字ジョイント区の誘引作業は、側枝が斜立しているため、省力器具の誘引結束機を利用した誘引線への固定のみであり、そのことで新梢管理およびせん定・誘引の作業時間が大幅に短縮できたと考えられる。

作業姿勢について、ナシの柵栽培では、袋掛け、せん定、誘引、芽かきや収穫など栽培管理全体の60%以上が腕を上げての作業となる(宮崎 2016)。作業姿勢をRULA法により姿勢負荷度で分類し、スコアを比較すると、作業負荷が強く、改善が必要とされるスコア5以上の割合は二本主枝区で36.7%~63.6%であったのに対し、V字

ジョイント区では3.8%~32.4%まで減少した。V字ジョイント区は低樹高化により側枝が目線の高さにあるため、腕を上げたり上を向いたりするような姿勢が減り、上肢と首の作業負荷が軽減されたと考えられる。また、朝隈ら(2022)は、カキのジョイントV字樹形では脚立作業が不要となったことで心拍数増加率が低下し、作業負荷が減少したことを報告している。RULA法は脚立のような高所で足場が不安定な状態を作業負荷のかかる姿勢として評価するが、本試験においても、二本主枝区の管理作業は脚立を使用した一方で、V字ジョイント区は脚立を使用しておらず(第3図)、足場が安定した状態で作業が行えた。このことが、V字ジョイント区の作業負荷軽減につながったと考えられる。

以上の検討から、「玉水」において、V字ジョイントは早期多収、省力・軽労化が可能な栽培方法であることが明らかとなった。今後の課題としては、花芽着生に最適な側枝仰角や適正着果量などを検討するとともに、栽培技術体系の構築を行い現地への普及推進を図る必要がある。

## 謝 辞

本研究の実施に当たり、試験データの取得と試験樹の維持管理に御尽力いただいた農林業総合試験場の歴代職員諸氏に深謝の意を表する。

## 引用文献

- 明田郁夫・問中 守(2010)ニホンナシの改良むかで(低樹高一本主枝)整枝法と平棚樹形との収量、果実品質ならびに作業性の比較. 近畿中国四国農業研究. 16: 87-93.
- AI(機械化樹形)コンソーシアム省力樹形コンソーシアム(編)(2024)省力樹形樹種別栽培事例集(第2版). p.55-56.
- 朝隈英昭・千々和浩幸・栗原 実・石坂 晃(2016)ジョイントV字トレリスにおけるカキ「太秋」の初期生育、初期収量および果実品質. 園学研15(2):171-177.
- 朝隈英昭・千々和浩幸・白石美樹夫・柴田健一郎(2022)カキ「太秋」の樹体ジョイント栽培における樹形法の違いが作業効率ならびに作業強度に及ぼす影響. 園学研21(2):181-188.
- 朝隈英昭・白石美樹夫・竹村智佳(2023)カキのジョイントV字樹形の「早秋」および「富有」への適用. 福岡農総試研報10:7-12.
- 福岡県(2022)令和4年度農林水産白書, <https://www.pref.fukuoka.lg.jp/gyosei-shiryo/nourinsuisanhakusho-4.html> (2024年6月5日閲覧)
- 福岡県経営技術支援課(2018)福岡県果樹栽培技術指針. 三田村 諭・安達義輝(2022)ジョイントV字トレリス栽培におけるモモ「あかつき」の樹体生育、果実生産性および側枝管理方法の検討. 園学研21(2):189-196.

- 平井一幸・吉岡正明 (2017) スモモの樹体ジョイント樹形における作業機械の利用が作業性に及ぼす影響. 群馬農技センター研報 14 : 23-28.
- 廣田隆一郎 (1997) 幸水の側枝のはげあがり防止. 農業技術体系果樹編 3(ナシ) 基本技術編. 71-72 の 4.
- 加川敬祐・郷内 武・市毛秀則・藤田 裕・寺門 巖・清水 明・飯村 強 (2022) ニホンナシの1株3樹植え1本主枝樹形による補植技術. 園学研 21 (2) : 181-188.
- 木村伸人・河渕昭夫・青木松信・岡田詔男・真子伸生・須崎静夫 (1985) カキわい性樹の探索と利用 (1 報). 愛知農総試研報 17 : 273-281.
- Lynn McAtamney, E Nigel Corlett (1993) RULA: a survey method for the investigation of world-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*. 24 (2) : 91-99.
- 宮崎昌宏 (2016) 技術開発が支える新たな果樹農業の展開. 果樹用機械の開発と展望. 果実日本. 62 (4) : 47-52.
- 村上哲一・大崎美幸・品川吉延 (2018) ナシ「なつしずく」における樹体ジョイントによる改良むかで整枝技術の開発. 山口農技センター研報 9 : 40-45.
- 永沢勝雄 (1968) 栄養生長と生殖生長. 果樹の早期増収と早期出荷 (小林 章編著). 誠文堂新光社, 東京, p.6-77.
- 根津 潔・松本辰也 (2019) セイヨウナシ「ル レクチュ」のジョイントV字樹形における栽培性. 園学研 18 (2) : 326.
- 農林水産省 (2007) 平成 19 年農業経営統計調査報告 品目別経営統計, <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500201&tstat=000001013460&cycle=7&year=20070&month=0&tclass1=000001013649&tclass2=000001020117&tclass3=00001034993&tclass4val=0> (2024 年 6 月 5 日閲覧)
- 農林水産省 (2021) 令和 3 年産特産果樹生産動態等調査, <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500503&tstat=000001020907&cycle=7&year=20210&month=0&tclass1=000001032892&tclass2=000001213907> (2024 年 6 月 5 日閲覧)
- 大沼欣生 (2019) リンゴのジョイント栽培の課題と可能性. 果実日本. 74 (1) : 59-63.
- 大谷義夫 (2011) 盛土式根域制限栽培によるニホンナシの早期多収に関する研究. 栃木農試研報 69 : 1-70.
- 大友忠三 (1983) 適正着果. 農業技術大系果樹編 3(ナシ) 基本技術編. 農文協, 東京, p.34-37.
- 坂本秀之 (1971) ナシ「親水」「幸水」の花芽着生増進試験. 栃木農業試験場研報 15 : 83-88.
- 瀬戸山安由美・渡辺辰彦・石坂 晃・池上秀利・栗村光男・千々和浩幸・栗原 実・松本和紀・藤島宏之・牛島孝策・古澤典子 (2020) ニホンナシ新品種「玉水」の育成. 福岡農総試研報 6 : 54-59.
- 柴田健一郎 (2011) ナシの樹体ジョイント栽培. 最新農業技術 果樹. 農文協. 4. p.153-167.
- 柴田健一郎・曾根田友暁・関 達哉・小林正伸 (2011) ウメ低樹高ジョイント樹形4年生樹の収量, 果実品質と収穫作業効率. 園学研 10 (2) : 106.
- 柴田健一郎・廣瀬恭裕・関 達哉・(2018) ニホンナシ「幸水」ジョイントV字樹形の初結実における収量, 果実品質特性. 園学研 17 (1) : 62.
- 柴田健一郎・廣瀬恭裕・関 達哉・(2018) 4年生「幸水」ジョイントV字樹形の着果及び枝梢管理の省力性. 園学研 17 (2) : 121.
- 柴田健一郎 (2019) ジョイント栽培システムの開発と今後の研究展開. 果実日本. 74 (1) : 50-54.
- 柴田健一郎・関 達哉 (2021) 果樹のジョイント栽培開発の意義と可能性. 園学研 20 (1) : 1-16.
- 田村文男・吉田 亮・池田隆政 (2010) 図解 ナシをつくりこなす一品種に合わせて早期成園化. 農文協, 東京, p.21.
- 徳満慎一・土井祐樹・平野門司 (2006) 農業および園芸. ニホンナシ「幸水」における花芽制限および省力器具による作業時間の短縮. 81 : 709-714.