

ニホンナシの波状棚栽培に関する研究

波状棚の形状と作業性

上中昭博*・鹿子嶋力**・土田政憲**

Studies of Japanese Pear Growing on Serpentine Type Trellis

Form and Work Efficiency of Serpentine Type Trellis

Akihiro KAMINAKA*, Chikara KAGOSHIMA**, Masanori TSUCHIDA**

ニホンナシ平棚栽培の作業上の欠点である腕上げ作業、上向き姿勢を改善することを目的とした波状棚の棚面の傾斜角度について人間の身体的特徴から検討した。その結果、標準的な人間の肘から指先までの長さと同様に頭頂部までの高さの関係から、作業に無理のない角度としてはおよそ 50° 以上が適当であった。この結果を応用した波状棚栽培における摘果およびせん定作業の作業性を平棚栽培と比較した結果、上向き、腕上げ作業が減少し、作業姿勢が改善された。また、作業姿勢の改善により作業能率も向上し、労働時間の短縮につながった。

Key Word: ニホンナシ、波状棚栽培、作業姿勢、作業能率、軽労化

I 緒言

果樹の棚様式や整枝法に関する研究は古くから数多く行われている。その目的のほとんどは、果実の収量、品質の向上と安定である。しかし、近年の果樹栽培では、農業者の高齢化、兼業化、女性化の進行から、果実の高品質を維持しながら、農作業の軽作業化、栽培技術の単純化、マニュアル化を図ることが課題となっている。作業性の改善を目的とした棚様式や整枝法の開発に関する研究では、倉橋ら(1994)³⁾のリンゴ‘ふじ’の棚仕立てY字形整枝法、猪股(1996)¹⁾のモモのY字形整枝、姫野ら(1991)⁹⁾のカキの波状棚栽培、林ら(1997)^{6) 7)}のカキの平棚栽培、松波(1997)¹⁰⁾のウメの平棚栽培、岡田ら(1996)²⁾のモモの平棚栽培などがある。これらの樹種は、一般的に立木栽培が行われており、いずれの報告でも立木栽培と比較して収量や品質が向上し、立木栽培の課題である低樹高化による作業性の改善効果が認められている。一方、ニホンナシではブドウやキウイフルーツなどと同じように地上から 1.8~2.0mの高さの平面に枝を誘引し、固定する平棚栽培が、江戸時代から立木栽培に替わって普及し、定着している。この栽培方法は、立木栽培と比較して風による果実の落果が防げ、しかも、収量が高く、

品質が良くなるなど、優れた栽培方法である。しかし、平棚栽培はせん定、誘引、受粉、摘果、収穫などのほとんどの管理が棚面を見上げた上向き姿勢で、腕を上げた作業になるため、肩が凝り、腕が疲れやすい。そこで、平棚栽培における作業の上向き姿勢、腕上げ作業を減少させて軽労化を図り、作業効率を向上させることを目的に、波状棚の形状の検討とニホンナシの波状棚栽培における作業性および作業能率について平棚・開心自然形整枝と比較検討したので報告する。

II 試験方法

1. 波状棚の形状の検討

作業者の身体的特徴に合った波状棚の棚面の角度を検討するために、身長が 150~180 cmの範囲で均等に分散するように当場の職員 16 名(男性 11 名、女性 5 名 平均年齢 40 歳)を被験者として選び、身長、肘から指先までの長さ(以下第二肢長という)、肘から頭頂部までの高さ、挙上姿勢での最高到達点(以下最高到達点という)などの身体測定を行い、分析した。

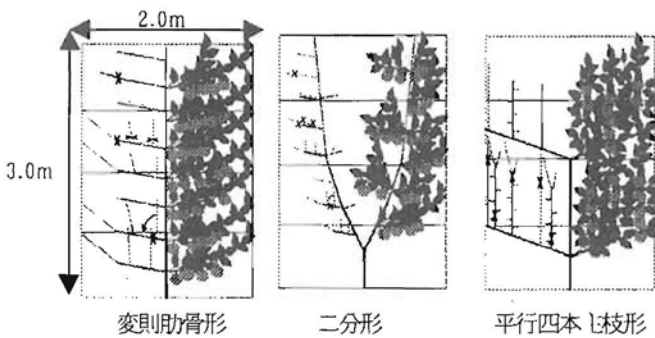
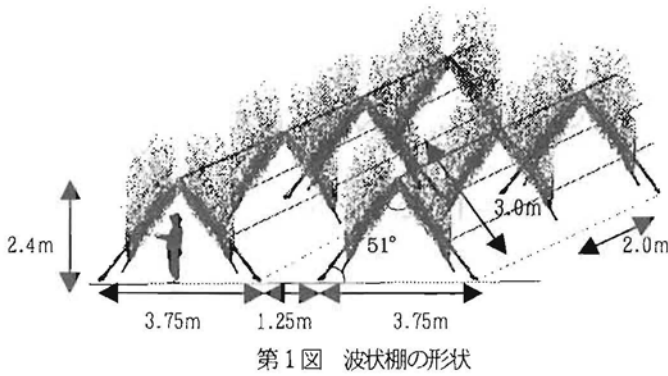
2. 供試棚の形状および栽培方法

供試波状棚は形状検討の結果から、棚面の角度が 51° で、スピードスプレー(幅 1.5m、高さ 1.3m)が棚下を走行できる形状を考案し、1994 年に当果樹園場に設置した。この形状は

* 福井県農業試験場園芸・バイオ部果樹研究グループ

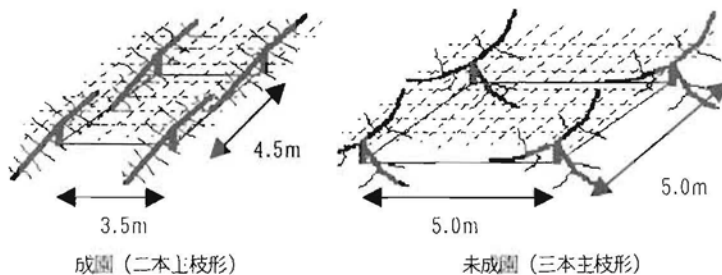
**福井県農業試験場作物・経営部作業システム研究グループ

第1図に示したように底辺3.75m、高さ2.4mの三角形の棚で、移植などのために棚と棚との間に1.25mの作業空間を確保している。圃場の規模は、波状棚7列(1列35m、1,444 m²)である。1995年春に樹間2m(植栽密度200本/10a)で植栽し、第2図のような変則肋骨形、二分形、平行四本主枝形の3種類の整枝法で育成し、樹形完成後に試験を行った。



第2図 波状棚における整枝法(棚面を垂直方向から見た図)

一方、対照に供試した平棚圃場は1986年設置の成園(662 m²)および1994年設置の未成園(2,455 m²)で、地面から棚面までの高さはどちらも1.8mである。平棚成園は1988年秋に樹間3.5m、列間4.5m(植栽密度63.5本/10a)で植栽して、開心自然形二本主枝形で育成した。また、平棚未成園は、棚を設置する前の1993年秋に樹間5m、列間5m(植栽密度40本/10a)で植栽し、開心自然形三本主枝形で育成中の波状棚とほぼ同樹齢の樹を供試した(第3図)。品種はいずれも‘幸水’である。



第3図 平棚の植栽方法および整枝法

3. 労働時間および作業能率の測定

労働時間については、1998年4月～99年3月までの波状棚圃場と平棚成園圃場の全労働時間を調査し、分析した。なお、作業項目については「果実生産費」⁴⁾の作業分類を基準にした。

作業能率については、各区とも同一被験者(男性、身長172cm)によって、1998年5月に一次摘果作業(1果そうにつき1果を残して他は全て摘果する作業)を、翌年2月にせん定作業を行い、摘果果そう数、摘果時間、せん定材重、せん定時間等を測定し、作業能率を分析した。なお、波状棚の平行四本主枝形の摘果作業については、樹形が完成した1999年に6年生樹を供試して調査した。

4. 作業性および作業姿勢の分析

1) タイムスタディ法による分析

1998年5月に第4表の4人の被験者が、波状棚の平行四本主枝形を除く4区について、それぞれ数樹連続して一次摘果作業を行い、その間の作業姿勢をビデオで撮影し、1秒間隔のタイムスタディ法で分析した。なお、作業分類については「快適な農業労働の実現のために」⁵⁾を基準にした。

2) 作業モニタによる分析

1999年5月に波状棚各区(6年生樹、各4本)、平棚未成園(7年生樹、3本)、および、平棚成園(12年生樹、2本)を供試した。各区とも3.の作業能率と同一被験者による一次摘果作業を行い、作業姿勢モニタ(データ解析ソフト: ANGL Ver.3.5)、心拍数測定などを行った。また、この間は動作確認のため全作業のビデオ撮影を行った。

なお、一連の試験における摘果、せん定の作業方法は被験者の任意とし、必要に応じて脚立(3段階み台70cm)を使用した。

III 結果および考察

1. 波状棚の形状(傾斜角)

平棚栽培の作業が上向き姿勢や腕上げ作業になるのは、作業者が直立すると顔の向きが棚面に対して垂直になるからである。作業する棚面を顔の向きと平行方向にすることで、目線の位置で作業することができ、平棚の欠点を改善できる。そこで、棚面の傾斜角の設定を人間の身体的特徴から検討した。

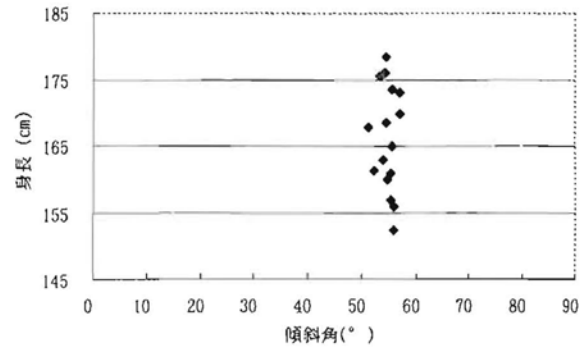
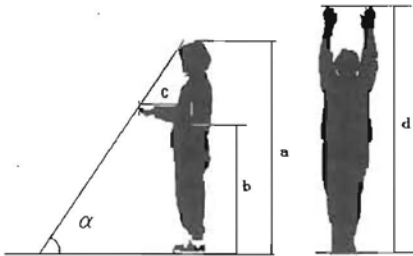
被験者16名の平均身長は166.2cm(標準偏差±7.9cm)であり、拳上姿勢での最高到達点の平均値は203.3cm(±10.5cm)であった。身長は152.5cm～178.5cmまでの26cmの範囲に、最高到達点は184cm～219.5cmまでの35.5cmの範囲に分布していた。一方、第二肢長の平均値は44.1cm(±2.8cm)であり、肘から頭頂部までの高さの平均値は62.6cm(±4.0cm)であった(第1表)。最高到達点、第二肢長、肘から頭頂部までの高さは、身長が高いほど大きく、低いほど小さくなり、身長との正の相関が強かった(第4図、第5図、第6図)。

第1表 作業者の身体測定結果

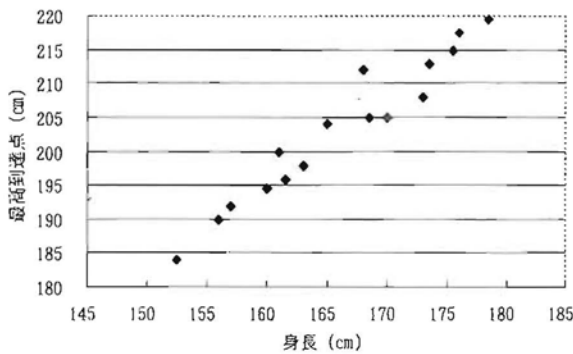
(単位: cm、°)

	年齢 (歳)	身長 (a)	肘下長 (b)	肘から頭頂部ま での高さ(a-b)	肘から指先まで の長さ(c)	拳上での最高到 達点(d)	傾斜角 (α)
平均値	36.7	166.2	103.6	62.6	44.1	203.3	54.8
標準偏差	6.5	7.9	5.5	4.0	2.8	10.5	1.6

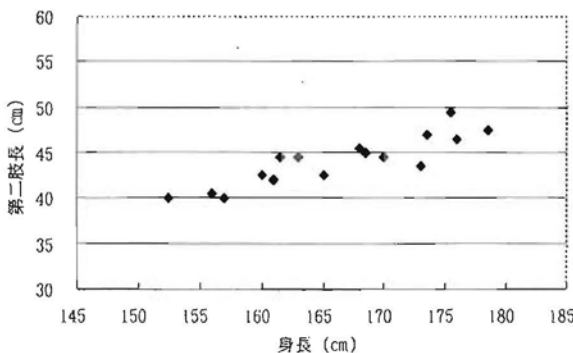
注) 表中の測定部位を下図に示す。



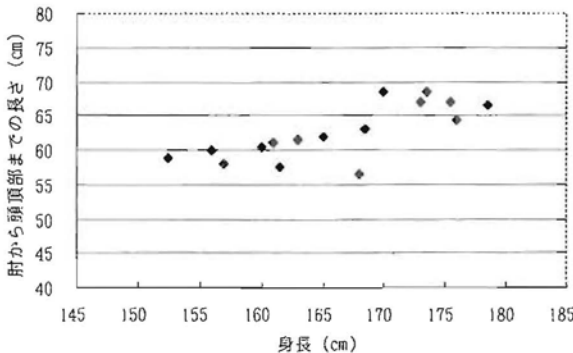
第7図 傾斜角と身長の関係



第4図 身長と最高到達点の関係



第5図 身長と第二枝長の関係



第6図 身長と肘から頭頂部までの高さの関係

一方、肘を直角にしたときにできる指先と頭頂部の傾斜角は、身長に関係なく約55°であった(第1表、第7図)。

実際の摘果やせん定作業では、摘果鉋、せん定鉋、鋸などの作業道具を使用するために、第二肢長にこれらの長さ(5~10cm)を加算する必要がある。このことから、作業に無理のない傾斜角は、55°よりやや狭い50°以上が必要であり、これ以上傾斜させると反った体勢をとるか、腕を上げなければならず、作業性が悪くなると考えられた。

また、棚面の角度は作業者と平行(地面と垂直)であれば作業性において問題はないが、棚は高くなり、作業(棚)面積は狭くなる。作業性を考慮しながら、作業範囲を広くし、棚面を確保するには50°程度に傾斜させるのが最適と考えられた。

棚面の傾斜角については、樹の枝条特性や受光体勢、高品質果実生産、低樹高化などの観点から、倉橋ら³⁾のリングのY字形整枝では約50°、猪股¹⁾のモモのY字形仕立てでは52°、姫野ら⁹⁾のカキの杯状形Y字形仕立てでは約35°に設定されている。倉橋らのリングのY字形整枝、猪股のモモのY字形仕立てでは作業能率が向上しているが、姫野らのカキの杯状形Y字形仕立てでは、従来の立木仕立てに比べて収量、品質は向上するものの、林(1998)⁸⁾は作業姿勢が悪くなるため軽作業化にならず、むしろ平棚の方が作業性に優れると報告している。本試験の結果は、これらの結果とも整合性が認められた。

2. 作業能率

人間の身体的特徴から検討した形状の波状棚について、実際の栽培における作業能率の向上効果をニホンナシの主要な作業である摘果およびせん定について調査した。

その結果、摘果作業における作業能率については、果そう数は波状棚が1樹当たり約50果、10a当たり10,000果前後であり、平棚成園では418.5果、27,000果と、波状棚より多かった。一方、平棚未成園では、1樹当たり74.6果で波状棚よりはやや多かったが、植栽密度が低いことから10a当たりでは約3,000

第2表 摘果作業の能率

棚様式	整枝法	樹齢	植栽密度 (本/10a)	処理樹数	果そう数		処理時間		摘果時間 ²	
					(/樹)	(/10a)	(秒,00/1果そう)	左の標準偏差 (分:秒/樹)	(分:秒/樹)	(時間:分/10a)
波状棚	変則肋骨形	5	200	12	44.8	8,950	7.01	01.25	05:03	16:49
	二分形	5	200	12	48.0	9,600	6.60	01.10	05:09	17:08
	平行四本主枝形	6	200	9	51.7	10,333	7.57	01.30	06:16	20:54
平棚	二本主枝形	11	64	2	418.5	26,575	7.95	—	55:28	58:42
	三本主枝形	6	40	5	74.6	2,984	8.44	01.30	10:03	6:42

²摘果時間には樹から樹への移動時間を含んでいない。

第3表 せん定作業の能率

棚様式	整枝法	樹齢	植栽密度 (本/10a)	処理樹数	せん定時間			せん定量			せん定効率 ² (分:秒/kg)
					(分:秒/樹)	(時間:分/10a)	左の標準偏差	(kg/樹)	(kg/10a)	左の標準偏差	
波状棚	変則肋骨形	6	200	18	6:11	20:38	3:45	4.54	907	227	01:22
	二分形	6	200	17	5:30	18:18	2:21	3.71	742	107	01:29
	平行四本主枝形	6	200	4	3:56	13:06	2:15	1.58	316	129	02:29
平棚	二本主枝形	12	64	25	21:36	22:51	7:25	18.95	1203	180	01:08
	三本主枝形	7	40	15	12:01	8:00	2:17	7.18	287	80	01:40

²ここでは1kgの材をせん定するのに要した時間を表した。

果と少なかった。

1果そう当たりの処理時間は、平棚成園が7.95秒であり、平棚未成園が8.44秒であった。波状棚では、二分形が6.60秒、変則肋骨形が7.01秒、平行四本主枝形が7.57秒であり、平棚成園と比較して5~17%処理時間が短縮された。平棚未成園が平棚成園と比較して長かったのは、果そうの密度が低く、果そうから果そうへの移動に時間がかかったことが原因と推察された。一方、波状棚の処理時間が平棚より削減されたのは、平棚の上向き姿勢、腕上げ作業が改善されたことから、作業能率が向上したためと考えられた。なお、波状棚において整枝法による差があったのは、側枝の配置や作業順序などの違いが原因と考えられた。また、10a当たりの摘果時間の比較では、棚様式の違いの他に、波状棚は果そう密度が平棚より少ないことから、約17~21時間と平棚成園の28~35%に作業時間が短縮された(第2表)。

せん定の作業能率の比較では、1樹当たりのせん定時間が、波状棚では平行四本主枝形、二分形、変則肋骨形の順で、4~6分であったのに対して、平棚成園は22分、平棚未成園は12分であった。植栽密度の要因を加味した10a当たり換算の作業時間の比較では、波状棚は、植栽密度が低くて、しかも樹形が完成していない平棚未成園との比較では長かったが、平棚成園との比較では57~90%と短かった。せん定作業については、作業能率の向上効果は認められたものの、整枝・せん定方法が波状棚と平棚では異なるため、棚の様式による作業能率の向上効果については明らかでなかった。なお、10a当たりのせん定量は波状棚より平棚成園の方が多く、せん定効率(せん定作業に要した時間をせん除枝重で除した値)は、波状棚より平棚成園の方が多く、同じ重さの枝をせん定する場合、波状棚の方が多くの時間を要する結果であった(第3表)。

3. 作業性の比較

タイムスタディ法による摘果作業の作業性の比較は、作業経験が長く熟練したKと経験が浅いA、T、Yの合計4名により行った(第4表)。作業状態では、波状棚は平棚より摘果の時間が短く、思考などの時間が長かった。この傾向は経験年数が短い作業者に顕著であった。また、平棚未成園で移動時間が長い傾向であった。これは、第2表の作業能率の結果と同様に、果そう密度が低く、果そう間の移動に時間を要したためと考えられた。脚立を使つての作業時間は平棚より波状棚のほうが少なかった。平棚の使用頻度が高かったのは、被検者の身長が1.8mの棚の高さに対して低かったためと考えられた(第5表)。作業姿勢については、波状棚、平棚ともにほとんどが立位系の作業であった。しかし、波状棚は平棚ではほとんど出現しない中腰系、蹲踞系も発生しており、作業の動作が大きかった。腰部角度では、波状棚は平棚成園と比較して10°未満の曲げの浅い割合が高かった。しかし、45°以上の深い曲げの割合も高く、腰の曲げについても動作が大きいたことが明らかになった。これは、頭上一定の高さの棚面作業である平棚に対して、波状棚は膝から頭上まで作業範囲が変化に富んでいるためと考えられた。体の捻り、つま先立ち作業については、明らかに波状棚の方

第4表 タイムスタディ法の試験の被験者の概略

被験者	性別	年齢 (歳)	身長 (cm)	栽培経験年数 (年)	備考
K	女	56	150	22	
A	男	64	157	3	
T	男	62	160	2	左利き
Y	女	55	155	2	

第5表 タイムスタディ法による摘果作業の作業状態と脚立の使用頻度 (単位：%)

処理区	整枝法	作業者	測定時間 (秒)	作業状態			脚立の使用	
				摘果	思考等	移動	なし	あり
波状棚	変則肋骨形	K	918	91.9	5.0	3.1	52	48
		A	434	72.4	23.3	4.4	51	49
		T	893	80.5	18.6	0.9	47	53
		Y	755	80.8	16.2	3.0	40	60
		平均	750	81.4	15.8	2.8	48	52
	二分形	K	582	89.3	4.6	6.0	59	41
		A	1,032	76.0	21.6	2.4	64	36
		T	1,100	77.7	21.5	0.8	65	35
		Y	944	77.9	19.3	2.8	63	37
		平均	915	80.2	16.7	3.0	63	37
	平均			80.8	16.3	2.9	55	45
	平棚成園	二本主枝形	K	1,639	86.9	4.1	9.0	9
A			2,151	88.7	11.2	0.1	18	82
T			1,763	84.9	15.0	0.1	59	41
Y			851	80.8	18.9	0.2	22	78
平均			1,601	85.3	12.3	2.4	27	73
平棚未成園	三本主枝形	K	1,564	82.5	4.2	13.3	20	80
		A	1,763	85.3	12.6	2.0	33	67
		T	1,721	77.5	20.7	1.9	57	43
		Y	3,291	87.2	11.1	1.7	13	87
		平均	2,085	83.1	12.2	4.7	31	69

第6表 タイムスタディ法による摘果作業の作業姿勢別出現頻度(1) (単位：%)

処理区	整枝法	作業者	測定時間 ² (秒)	作業系 ³ (a)			腰部角度 ⁴ (b)			体の捻り(c)		つま先立ち(d)	
				立位系	中腰系	蹲踞系	10°未満	10~45°	45~90°	なし	あり	なし	あり
波状棚	変則肋骨形	K	891	95	3	2	88	10	1	87	13	96	4
		A	434	97	3	0	97	3	0	35	65	75	25
		T	893	96	4	0	96	4	0	45	55	87	13
		Y	755	94	6	0	94	6	0	61	39	92	8
		平均	743	96	4	1	94	6	0	57	43	87	13
	二分形	K	547	89	11	1	82	9	9	86	14	98	2
		A	1,032	91	9	0	91	9	0	43	57	80	20
		T	1,100	84	16	0	84	12	4	44	56	95	5
		Y	943	92	8	0	92	7	1	64	36	96	4
		平均	906	89	11	0	87	9	4	59	41	92	8
	平均			92	8	0	91	7	2	58	42	90	10
	平棚成園	二本主枝形	K	1,492	84	16	0	81	18	1	79	21	70
A			2,151	100	0	0	100	0	0	16	84	56	44
T			1,763	100	0	0	100	0	0	23	77	51	49
Y			851	100	0	0	100	0	0	23	77	37	63
平均			1,564	96	4	0	95	4	0	35	65	53	47
平棚未成園	三本主枝形	K	1,343	86	14	0	92	8	0	70	30	89	11
		A	1,763	100	0	0	100	0	0	14	86	42	58
		T	1,721	100	0	0	100	0	0	14	86	35	65
		Y	3,291	100	0	0	100	0	0	28	72	60	40
		平均	2,030	97	3	0	98	2	0	31	69	56	44

² 歩行系の作業姿勢を除いた測定時間

³ 立位系は膝が伸びた状態、中腰系は膝が曲がった状態、蹲踞系はしゃがんだ状態

⁴ 腰部角度は右図に示す角度



第7表 タイムスタディ法による摘果作業の作業姿勢別出現頻度(2)

処理区	整枝法	作業者	測定時間 (秒)	顔の位置(e)			腕の位置(f)		
				上向き	目線	下向き	腕上げ	肩の位置	腕下げ
波状棚	変則肋骨形	K	918	36	53	11	32	49	19
		A	434	56	33	11	61	17	23
		T	893	50	34	16	58	26	16
		Y	755	60	35	5	69	22	9
		平均	750	51	39	11	55	29	17
	二分形	K	582	36	51	14	34	49	17
		A	1,032	42	39	19	52	25	23
		T	1,100	35	51	14	48	30	22
		Y	944	58	35	6	65	26	9
		平均	915	43	44	13	50	33	18
平均				47	41	12	52	31	17
平棚成園	二本主枝形	K	1,639	79	18	2	64	23	14
		A	2,151	70	29	2	67	27	7
		T	1,763	76	21	3	71	18	11
		Y	851	92	6	2	81	5	14
		平均	1,601	79	18	2	71	18	11
平棚未成園	三本主枝形	K	1,564	71	26	3	61	23	15
		A	1,763	60	35	5	60	25	15
		T	1,721	53	40	6	58	21	20
		Y	3,291	59	39	2	65	25	10
		平均	2,085	61	35	4	61	24	15

第8表 作業モニター試験の作業時間

処理区	整枝法	樹齢	作業時間		脚立使用		万歩計実歩数 (歩)	摘果実回数 (回)
			実時間 (秒)	10a換算 (分)	実回数 (回)	割合 (%)		
波状棚	変則肋骨形	5	376	1,253	5	57	37	165
	二分形	5	249	830	4	44	22	109
	平行四本主枝形	5	539	1,797	9	60	35	217
平棚成園	二本主枝形	12	1,968	2,083	22	41	153	510
平棚未成園	三本主枝形	7	1,199	799	20	67	96	459

注) 表中の「実・・・」の項は1樹当たりの実測平均値

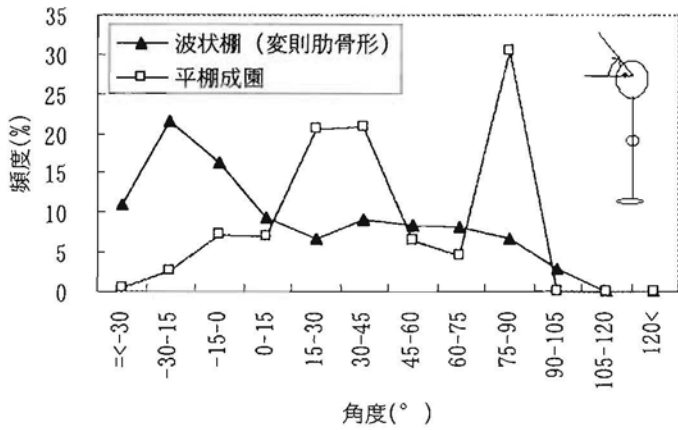
第9表 作業モニター試験における各部位の姿勢出現頻度

処理区	整枝法	樹齢	(部位) (姿勢) (対地角 ²)	体幹部			頭部			上腕部(利き腕)		
				後傾 ~-15	直立 ~15	前傾 16~	下向 ~-15	正面 ~15	上向 16~	下げ ~30	中位 ~60	上げ 61~
波状棚	変則肋骨形	5		1.8	80.8	17.4	36.0	24.3	39.7	48.4	35.6	16.0
	二分形	5		20.2	74.1	5.7	24.4	38.5	37.1	52.9	37.1	10.0
	平行四本主枝形	5		12.1	70.5	17.4	17.4	33.7	48.9	36.6	36.3	28.2
平棚成園	二本主枝形	12		67.5	32.0	0.5	3.1	14.1	82.8	13.5	12.9	73.5
平棚未成園	三本主枝形	7		19.7	71.7	8.7	6.4	27.1	66.5	19.8	23.8	56.4

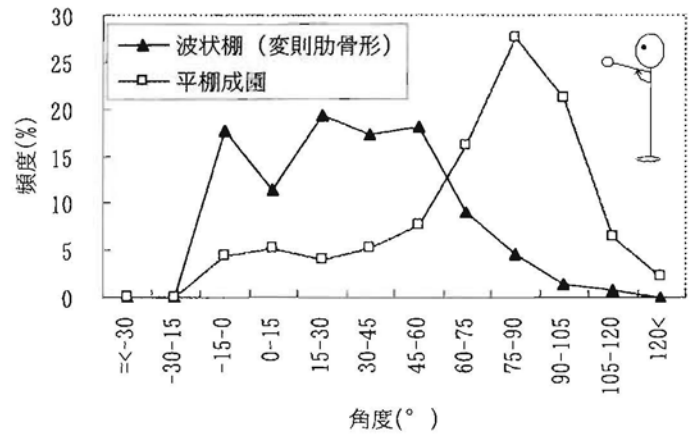
²体側右側の姿勢モニター角度変換値

第10表 作業モニター試験における心拍数の出現頻度割合

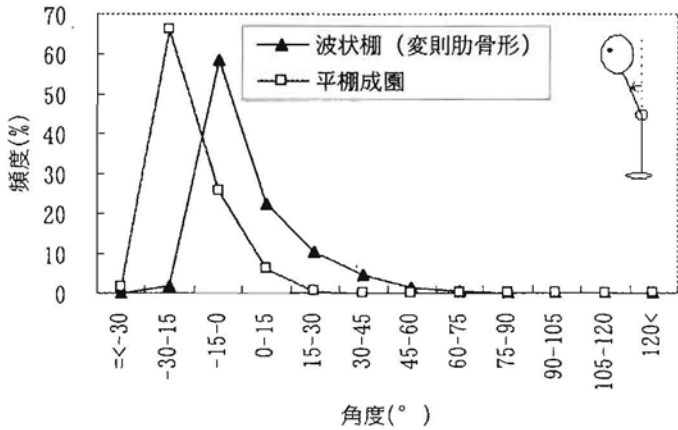
棚様式	整枝法	樹齢	一分間当たり心拍数の出現頻度 (%)						
			54-60	66-72	78-84	90-96	102-108	114-120	126以上
波状棚	変則肋骨形	5	0.0	8.3	64.6	25.8	0.0	1.2	0.0
	二分形	5	0.0	19.6	56.3	21.3	2.5	0.0	0.0
	平行四本主枝形	5	0.0	6.3	52.8	30.5	6.3	1.1	0.0
平棚	二本主枝形	12	0.0	6.5	26.9	40.0	18.5	5.2	3.1
	三本主枝形	7	0.0	4.2	34.9	42.5	11.9	4.3	2.2
参考	座位安静時		15.0	80.3	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0
	歩行時		0.6	5.9	41.5	39.6	10.6	1.8	0.0



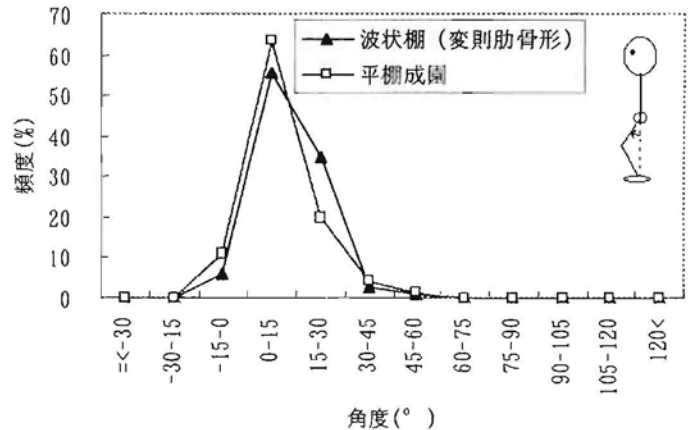
第8図 摘果作業における上向き頻度



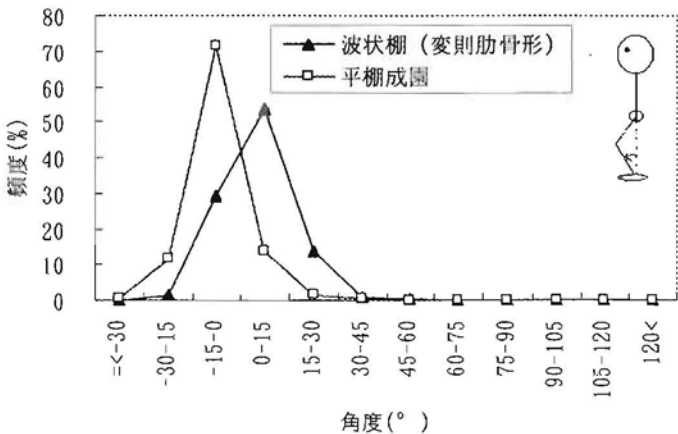
第9図 摘果作業におけるのりき腕(上腕右)の腕上げ頻度



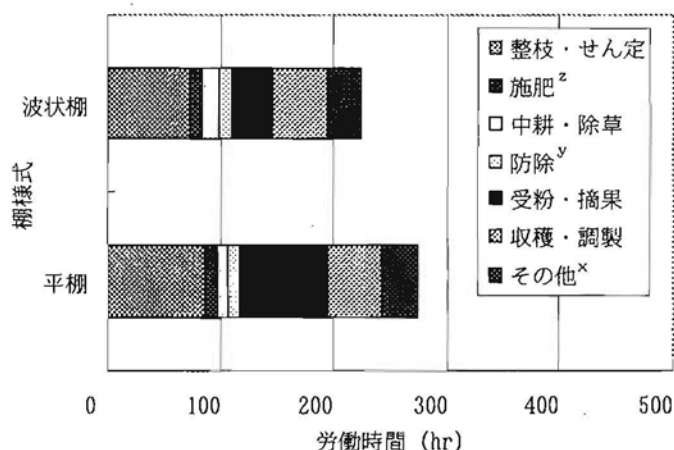
第10図 摘果作業における体幹部角度の出現頻度



第11図 摘果作業における大腿(右)部角度の出現頻度



第12図 摘果作業における下腿(右)部角度の出現頻度



第13図 棚様式と労働時間

^z施肥は基肥、追肥

^y防除は薬剤散布を含む

^xその他にはかんがい、施設設置を含む

が平棚より少なかった(第6表)。つま先立ちについては脚立使用の結果と同様に、平棚に被験者の体型(身長)が適していないことに起因すると考えられた。平棚は身長などの体型が棚の高さに適さない場合、作業者は無理な体勢での作業を強いられるのに対して、波状棚は作業者の体型が異なっても無理のない作業姿勢で作業できるという棚の形状、構造的な違いがある。体の捻りについては、脚立を使用して足下が固定された時に多く発生しており、波状棚は平棚と比較して脚立の使用頻度が低いこと、作業面に正面から向き合った作業であることなどから、体を捻る体勢が発生しにくかったためと考えられた。

顔の位置については平棚と比較して波状棚では上向きが少なく、目線、下向きの割合が高かった。腕の位置についても平棚と比較して波状棚は腕上げの割合が少なく、肩の位置、腕下げの割合が多く、波状棚は上向き、腕上げ作業の改善効果がみられた(第7表)。

その他に、被験者の体型、経験、作業方法の違いにより姿勢のばらつきが見られた。特に、被験者の作業の熟練度による違いは大きく、例えば、熟練したKは移動や脚立の使用時間は長いですが、体の捻り、つま先立ち、上向き、腕上げ作業は少ない傾向がみられた。これに対して経験が少ない被験者は移動や脚立の使用は少ないが、体の捻りなどの無理な姿勢が多く出現した。

一方、作業モニターを使った調査結果では、波状棚は、平棚成園と比べ、作業時間、鋏での切り落とし回数、歩行数を減らせることができ省力化されたが、脚立の使用頻度には差がなかった(第8表)。脚立に関する結果がタイムスタディ法と異なったのは、タイムスタディ法の被験者は身長が150~160cmと低く、180cmの高さの平棚に適さなかったのに対して、作業モニターの被験者は身長が172cmで棚の高さに適していたためと考えられた。作業姿勢については、波状棚では頭部の上向き、上腕部の上げ、体幹部の反り返り姿勢の出現頻度が平棚成園に比べ大幅に減少したが、体幹部前傾および下腿部の曲げ姿勢は増

加した。平棚未成園でも体幹部の著しい反り返りは見られなかった。これは平棚成園では頭上への見えにくいトレリスや側枝が作業の障害となるが、波状棚ではこれらを気にすることなく脚立を使用でき、楽な姿勢で作業することの現れと考えられた。なお、大腿部については差がなかった(第9表、第8図、第9図、第10図、第11図、第12図)。また、毎分当たり心拍数の出現頻度は各区とも比較的楽な作業であることを示していた。しかし、平棚栽培で多心拍数の出現割合が高い傾向にあり、反り返りなどの作業姿勢の不自然さの影響と考えられた(第10表)。

以上の結果から、被験者の体型や作業方法等について考慮する必要はあるが、傾斜角51°の波状棚は、概して平棚より上向き、腕上げなどの作業姿勢が改善され、作業能率が向上した。また、脚立の使用が減少することから、作業の危険度が少なくなると考えられた。

4. 作業体系としての省力効果

波状棚の総合的な労働時間の省力化効果を明らかにするために10a当たりの年間労働時間について調査した。10a当たりの年間労働時間は波状棚(224hr)が平棚成園(274hr)の82%であった。作業別では波状棚がせん定で平棚(87hr)の85%(74hr)、摘果で平棚(77hr)の45%(35hr)と少なかったのが特徴であった。また、中耕・除草については波状棚(15.1hr)は平棚(9.5hr)の159%と多くの時間を要した。これら以外の作業では特に目立った差がなかった(第13図)。

以上のように、労働時間でも、波状棚では摘果、せん定などの主要な作業の労働時間が短縮され、省力化効果が認められた。一方、棚の形状とは直接関係しないが、植栽方法が密植になる波状棚栽培では除草作業などにおいて欠点が存在することも明らかになった。

波状棚は、腕上げ、上向き姿勢の改善効果の他に、様々な作業者の体型に適合する長所を備えている。今回の被験者に限ってみても、最高到達点には35.5cmの幅がみられた。一方、平棚栽培の棚面の高さは一定に固定しなくてはならない。このため、平棚栽培は棚に対して身長が低い人はいつも脚立等の使用が必要であり、逆に高いと不自然な体勢を強いられる欠点がある。しかし、波状棚は作業者の身長などの身体的条件に関係なく、いつも無理のない姿勢で作業が可能な形状であるといえる。

また、今回栽培に使用した波状棚は、スピードスプレヤーの進入条件から底辺の長さの最小値が制限され、結果、棚の高さは2.4mとなった。そのため、作業の一部に高さ70cm程度の脚立の使用が必要となった。脚立を使用せずに地上で全ての作業を行うには、180~200cmまでに棚の高さを抑える必要があると考えられた。

なお、本報は作業性の面から波状棚栽培を検討したものである。棚の形状の決定に当たっては、作業姿勢や作業機械の利用などの作業性の面だけでなく、樹体を支えるための強度や施設コストの面からも考慮する必要がある。波状棚を構造的な面からみると、頂点の角度を広くすれば、垂直方向に加わる力に対

して棚の強度が低下するので、樹体や果実による棚への負荷を考慮した場合、頂点の角度は制限される。今回供試した波状棚の形状の場合、作業性以外に構造面からもこれ以上傾斜角度を小さくして、頂角を広げることは不可能であった。また、コスト面では、今回の棚架設に要した資材費のみを比べた場合、平棚の 421,815 円/10a (設置面積 2,250 m²) に対して波状棚は 592,493 円/10a (設置面積 1,444 m²) と高かった。しかし、同一規模の場合には資材費はほぼ同等と試算された。

引用文献

- 1) 猪股雅人, 1996: モモの Y 字形仕立てによる低樹高栽培技術. 農業及び園芸, 61(5), 495-500.
- 2) 岡田眞治・土田通彦・益田信篤・坂井健輔, 1996: ハウスモモの平棚仕立て栽培における枝梢管理法と適正着果量. 熊本農研センター研報 5, 141-152.
- 3) 倉橋孝夫・高橋国昭, 1994: リンゴ 'ふじ' の棚仕立て Y 字形整枝法と主幹形整枝法における生産力と果実品質の比較. 園学雑, 63(2), 305-311.
- 4) 「果実生産費」(平成 7 年 3 月 農林水産省 農林水産情報統計部)
- 5) 「快適な農業労働の実現のために」(平成 7 年 3 月 農林水産省編)
- 6) 林 公彦・牛島考策・千々和浩幸・姫野周二, 1997: カキの平棚仕立て栽培に関する研究 (第 1 報) 仕立て法の違いと収量. 園学雑 66 (別 2), 196-197.
- 7) 林 公彦・牛島考策・千々和浩幸・姫野周二, 1997: カキの平棚仕立て栽培に関する研究 (第 2 報) 仕立て法の違いと果実品質. 園学雑 66 (別 2), 198-199.
- 8) 林 公彦, 1997: カキの低樹高栽培. 平成 9 年度落葉果樹課題別研究会資料, 29-36.
- 9) 姫野周二・吉永文浩・鶴 丈和・正田耕二・森田 彰・恒遠正彦, 1991: カキの杯状形 Y 字仕立てが収量・品質に及ぼす影響. 福岡農総試研報, B-11, 89-92.
- 10) 松波達也, 1997: ウメ栽培の課題と低樹高. 平成 9 年度落葉果樹課題別研究会資料, 21-28.

Studies of Japanese Pear Growing on Serpentine Type Trellis Form and Work Efficiency of Serpentine Type Trellis

Akibiro KAMINAKA, Tikara KAGOSIMA, Masanori TUTIDA

Summary

From somatic viewpoint we investigated the incident angle of serpentine type trellis to improve the inconvenience work of Japanese Pear growing on flat type trellis, such as looking upward and raising hands in work of pollination, thinning out and etc. After this investigation the following became clear. On the basis of relation between length of forearm and height from elbow to parietal of standard human body, the incident angle must be greater than 50 degree.

With reference to the result above mentioned we made a kind of serpentine type trellis and compared the work posture of thinning out and pruning on this trellis with that on the flat type trellis. And it was proved that the serpentine type trellis allowed to take comfortable postures more than the flat type trellis. Moreover the improvement of work posture increased work efficiency and reduced working hours, too.