

施設ビワの多収要因の解明と多収生産技術

高見寿隆・今村俊清・松浦 正¹・山下次郎・濱口壽幸²

Elucidation of High-yielding Factors and High-yielding Production Technologies of *Eriobotrya japonica* Cultivated under Protected Pomiculture

Toshitaka TAKAMI, Toshikiyo IMAMURA, Tadashi MATUURA, Jirou YAMASHITA and Toshiyuki HAMAGUCHI

緒 言

ビワの施設栽培は、離島を含めて長崎県下全域(73ha)に普及したが、経営的には、果実単価が下がる傾向にあり、収量の増大が課題になっている。

また、本県の10a当たりの平均収量は、900kg(1996年)程度と経営指標(長崎県農林業基準技術)における損益分岐点からすると300kgほど下まわっており、安定経営のためには10a当たり1500kg以上の収量を連年得る技術の確立が望まれている。

果樹栽培で高収量を得るには、健全な葉を増やし葉の同化作用を促し、樹体の光合成による物質生産を高めることが必要である。また、光合成産物を果実に多く分配させる管理が重要になる⁹⁾。

他の果樹では、商品性のある果実を連年多収するのに適した最適葉面積指数(LAI)や樹冠占有面積1㎡当たりの枝数及び着果数等が求められ基準化されている。また、栽植密度、樹形、整枝・せん

定と収量との関係について報告がある。

一方、ビワについては、結実管理や樹形と収量との関係の報告があるものの^{4) 23)}、最も収量と関係が深いLAIや枝の発生密度については報告が少なく、基準化されていない。

そこで、ビワ栽培において収量を最大にあげるためのLAIや枝の発生密度等の樹体構成要因を明らかにし、その結果を基に多収栽培の実証を行い技術の確立を図る必要がある。

本試験は、現地の実態調査により10a当たり1500kg以上の収量をあげる多収園の樹体特性を明らかにし、また、現地及び場内において、多収生産のための整枝・せん定法等について実証試験を行い、多収生産技術の基準化を目的として行ったものである。

材料及び方法

1. 多収園の樹体特性の解明

長崎、西彼、島原、大村の4普及センター管内において、多収園と普通園をそれぞれ2園ずつ抽出し、合計16園について、樹体特性、栽培管理状況等の調査を実施し、収量と関係の深い要因について解析を

¹ 現長崎県農林部農村計画課

² 現長崎県農林部農産園芸課

本報告の一部は、1998年の九州農業研究で発表した。

行った。

供試園の品種はすべて‘長崎早生’で、樹齢構成は8～10年生が13園、12～25年生が3園であった。

樹体特性調査は、園内で中庸な樹を3樹供試し、樹冠占有面積、樹冠容積を測定し、また、樹体を方位により4分割し、一定の方位について新しょう数及び新しょうの形質、葉数、葉面積、着房率を調査した。

施設面積、収量（1996、1997年）等については、聞き取り調査とした。また、栽植本数は実測し、樹形や枝の誘引状況等は観察により判定した。

調査結果の解析方法は、16園について樹体構成要因及び栽植状況と収量との相関関係を求めた。なお、園地の条件を揃えるため、樹齢8～10年生の園のみを抽出し、相関関係を求めた。

2. 整枝・せん定法の違いによる枝葉数と収量

1) 場内実証試験

場内で施設栽培している2段盃状形の13年生‘長崎早生’3樹を供試し、整枝方法とせん定方法を組み合わせた処理区を設けた。1998年は切り返し処理は行わないで、5月下旬に間引きせん定と誘引による整枝を行った。1999年は5月10日に整枝・せん定を行い、2000年は、4月20日に結果枝の切り返し処理を、5月19日に間引きせん定と誘引処理を行った。調査は、樹冠占有面積、樹冠容積、葉数、枝数、材部容積、新しょうの形質、着房率、花房進度、袋掛け数、収量について実施した。

なお、材部容積は、枝の分岐部毎に基部径、先端径、長さを計測して容積を求め、主幹部は、主幹の基部幹周と先端幹周、長さを計測し容積を求めた。

2) 現地実証試験（西彼杵郡三和町）

三和町の施設栽培園で2段盃状形の11年生‘長崎早生’12樹を供試し、せん定方法、整枝方法、誘引時期を組み合わせた処理を行った。1998年は、結果枝の切り返し処理は行わないで、5月下旬に間引きせん定と誘引処理を行った。1999年は、4月20日に結果枝の切り返し処理を、5月20日に間引きせん定

と誘引処理を行った。2000年は、4月24日に切り返し処理を、4月27日に側枝の小さな単位の誘引、5月12日に間引きせん定、5月30日に主枝・亜主枝単位の誘引処理を行った。調査は、樹冠占有面積、樹冠容積、葉数、枝数、材部容積、新しょうの形質、着房率、花房進度、袋掛け数及び収量について実施した。

なお、材部容積については、場内実証試験と同様な方法で求めた。

3. 葉面積指数と収量との関係

場内の施設栽培‘長崎早生’を10樹供試し、1樹から5葉を無作為に採取し葉長と葉幅を測定した。実測葉面積は、葉の葉長と葉幅を測定した50枚の葉について、葉影をスキャナーでパソコン上に取り込み、BMPCTプログラムにより、葉影をドット数に換算して測定した。葉長と葉幅の積と実測葉面積との関係をみると相関が高いことから、葉長と葉幅の測定値から葉面積を推測できる関係式を作成した。1996～2000年の場内及び現地試験における葉の葉長と葉幅の測定結果を関係式に当てはめて葉面積を求め、LAI（葉面積指数）と樹冠占有面積当たり収量との関係について解析した。

なお、LAIは収穫後の測定値である。

4. 結果枝の切り返しが新しょうの形質、着花及び果実形質に及ぼす影響

施設栽培の13年生‘長崎早生’を供試し、収穫後（1999年5月10日）に、結果枝の切り返し処理を行った。切り返しの程度を変え、葉を3枚、6枚及び9枚残して切り返す区を設け、対照区としては、5月10日時点で切り返す枝と同じ発芽状態のものを供試した。

供試枝は1区15本処理とし、新しょうの形質、着房率、花房進度、収穫期、1果平均重、果実品質について調査した。

5. 結果枝の形質と1果房重との関係

場内の13年生‘長崎早生’3樹を供試し、1樹当たり50本の枝について結果枝の葉数、枝長及び枝基部径を調査し、1果房重との相関をそれぞれ求めた。

また、1果房重を3つの階層に分け、結果枝の形質を解析した。さらに、結果枝の種類による1果房重の違いを検討した。

6. 2段盃状形の栽植間隔と収量との関係

場内の施設ビワ園に、東西に縦に栽植された13年生‘長崎早生’4樹を供試し、栽植間隔と樹冠内の方位及び高さの違いによる果実収量や枝の発生量について調査した。なお、供試樹は、10a 当たり換算1.5 t 以上の収量をあげている樹を用いた。また、東西方向に栽植された同じ高さの樹で、枝先が触れあう程度に隣接する樹と隣接しない樹に区分して調査した。方位は、南東、南西、北西、北東に区分し、高さは2m以上と(2段目)1m以上(1段目)に分けて調査した。

7. 針金での締め付けによる不定芽の発生

場内の6年生‘長崎早生’を10樹供試し21本の枝に処理を行い、処理位置近くの無処理の枝を対照区とした。処理は、2000年6月16日に、緑枝の発生がみられない枝の材部を針金(約0.5mm 幅の被覆鋼線)を用い表皮に軽くくい込む程度に締めつけた。

8月1日に針金を除去し、発芽数、枝の発生角度、枝径、処理位置等を調査した。

結 果

1. 多収園の樹体特性の解明

1) 調査園における収量と園の管理状況

調査園の収量と管理状況を第1表に示した。

10 a 当たりの収量は、1996年と1997年の平均値で、最小値が823kg、最大値が1876kg であった。樹形は、1段盃状形が5園、2段盃状形が10園、変則主幹形が1園であった。

枝の誘引状況と収量との間に一定の傾向があり、多収園は、それぞれの結果枝の受光態勢を最適にするために、あるいは樹体内部まで新しょうを発生させるために、枝の誘引が綿密に行われていた。

2) 葉面積、葉数と収量との関係

葉面積、葉数と収量との関係を第2表に示した。

10 a 当たり葉面積と圃場面積当たり葉数は、収量との相関が高く、それぞれ1%水準で有意性が認められた。10a 当たり葉面積が約2500㎡程度の園、圃場面積1㎡当たり葉数が450枚前後の範囲にある園は、10a 当たり1.5 t 以上の収量を確保していた(第1図、第2図)。

3) 樹冠占有面積、樹冠容積と収量との関係

樹冠占有面積、樹冠容積と収量との関係を第3表に示した。樹冠占有面積は、収量との相関が高く、調査園すべての園を対象とした場合は1%水準で、樹齢8~10年生を対象とした場合は5%水準で有意性が認められた。ちなみに、樹冠占有面積が約800㎡以上の園は、10a 当たり1.5 t 以上の収量を確保していた(第3図)。なお、10 a 当たりの樹冠容積は、収量との相関はあまり高くなく、1樹当たりの樹冠容積は収量との相関が低かった。

4) 枝数(緑枝)と収量の関係

新しょう数と収量との関係を第4表に示した。ビワの収量は着果枝数に比例することから、枝数と収量との相関は、他の樹体構成要因に比べて最も相関が高くなると推測したが、10 a 当たりの枝数は収量との相関が低かった(第4図)。

5) 樹形別での多収園と普通園の樹体構成要因の比較

樹形の違いにおける多収園と普通園の樹体構成要因の比較を第5表に示した。

1段盃状形では、圃場面積当たり葉面積指数、樹冠占有率、枝数、圃場面積当たり葉数、樹冠容積当たり葉数及び葉面積について、いずれも多収園の数値が普通園に比べ高かったが、2段盃状形では、樹冠容積当たりの葉数及び葉面積は、普通園が多収園に比べ高い数値を示した。

6) 多収園、普通園の果実の階級別個数割合

果実の階級別個数割合は、多収園が普通園に比べ、L級以上の大玉果の割合が高かった(データ省略)。

第1表 調査園の収量と管理状況

調査園	収量 ^z (kg/10a)	樹 齢 (年)	樹 形	樹 高 (m)	樹冠占 有面積 (m ²)	栽植本数 (本)	誘引状況
長崎1	823	8	2段盃状	2.1	9.3	104	無
島原1	896	8	2段盃状	2.6	8.3	61	最良
西彼1	933	9	1段盃状	1.8	3.6	129	やや不良
西彼2	952	10	1段盃状	2.1	13.0	47	やや不良
長崎2	969	25	1段盃状	3.1	25.5	28	無
島原2	974	8	2段盃状	2.4	11.3	63	やや不良
大村1	980	8	2段盃状	2.1	5.5	74	やや良
大村2	1149	8	2段盃状	2.3	7.3	89	やや良
大村3	1184	8	2段盃状	2.2	5.3	119	最良
大村4	1192	8	2段盃状	2.4	7.6	90	良
長崎3	1210	12	2段盃状	2.6	12.8	67	良
島原3	1500	8	1段盃状	1.5	12.3	64	最良
島原4	1575	8	1段盃状	1.5	13.8	73	最良
長崎4	1688	15	変則主幹	3.5	18.2	60	やや良
西彼3	1760	10	2段盃状	2.5	7.3	118	最良
西彼4	1876	9	2段盃状	2.6	12.3	76	最良

^z : 1996年, 1997年の平均値

第2表 葉面積, 葉数と収量との相関

	1枝当 り葉面積 (cm ²)	10a当 り葉面積 (m ²)	圃場面積当 たり葉数 (枚/m ²)	樹冠容積当 たり葉数 (枚/m ³)
最大値	1012.4	2530.2	478	598
最小値	444.2	893.4	151	122
平均値	663.4	1866.2	335	306
収量との相関 ^z	0.244	0.765**	0.703**	0.092
収量との相関 ^y	0.265	0.714**	0.655**	0.007

^z : 調査中, 樹齢8~10年生を対象 (n=13)

^y : 調査園すべての園を対象 (n=16)

** : 1%水準で有意

第3表 樹冠占有面積, 樹冠容積と収量との相関

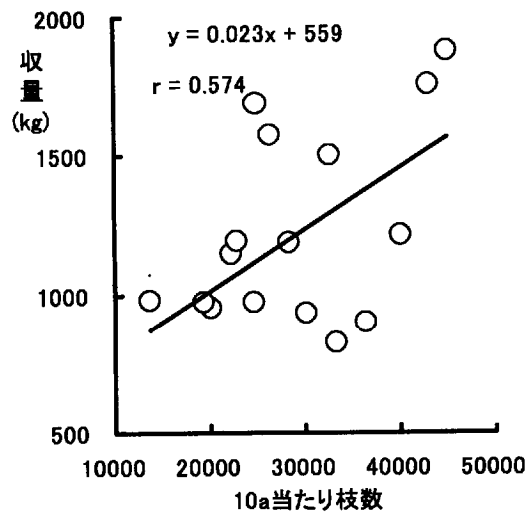
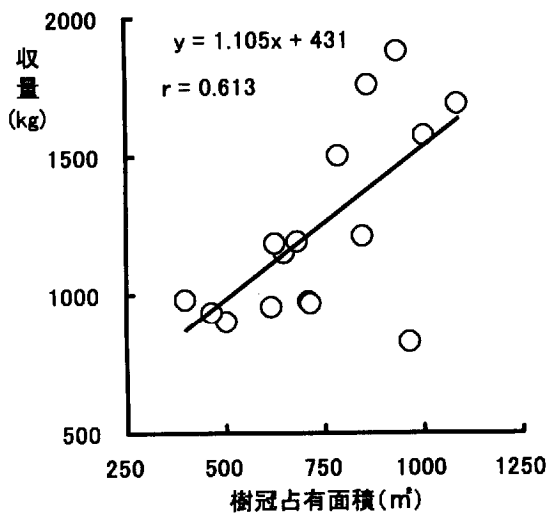
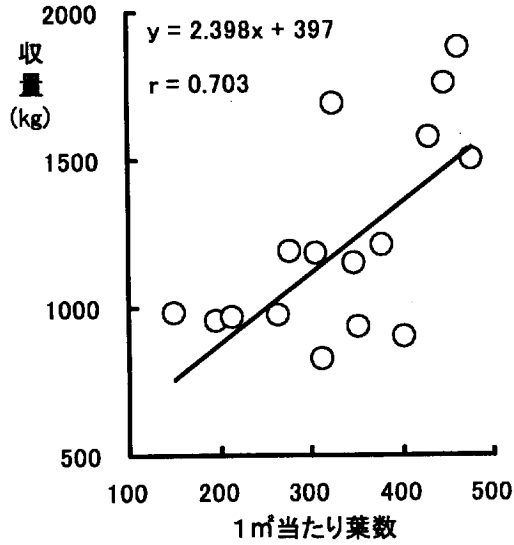
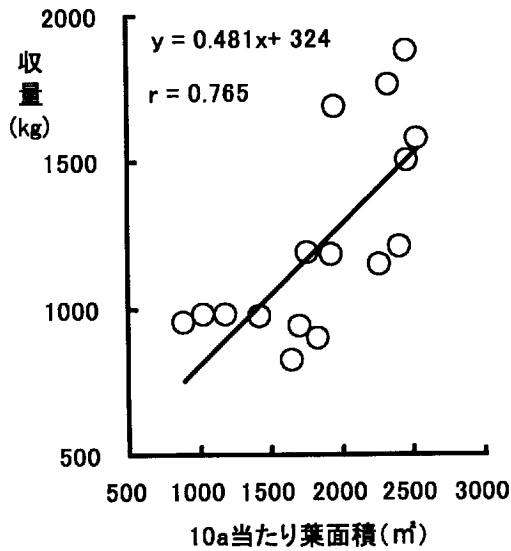
	樹冠占有面積 (m ²)	10a当たり樹冠容積 (m ³)	1樹当たり樹冠容積 (m ³)
最大値	1091.6	2674.5	55.3
最小値	401.0	589.3	4.6
平均値	742.9	1229.1	18.6
収量との相関 ^z	0.613*	0.544*	0.315
収量との相関 ^y	0.654**	0.518*	0.141

^z : 調査中, 樹齢8~10年生を対象 (n=13)

^y : 調査園全ての園を対象 (n=16)

** : 1%水準で有意

* : 5%水準で有意



第4表 枝数（新しょう）と収量との相関

	10a 当たり枝数 (本)	樹冠容積当たり枝数 (本/m³)
最大値	45,003	51
最小値	13,821	9
平均値	29,012	26
収量との相関 [△]	0.574*	-0.513
収量との相関 [▽]	0.479*	-0.217

△ : 調査中, 樹齢8~10年生を対象 (n = 13)

▽ : 調査園全ての園を対象 (n = 16)

** : 1%水準で有意

* : 5%水準で有意

第5表 樹形の違いにおける多収園と普通園の樹体構成要因の比較

	1 段盃状形 ^z		2 段盃状形 ^y	
	多収園 ^x	普通園	多収園 ^x	普通園
収量 (kg/10a)	1,537	943	1,775	1,051
圃場面積当たり葉面積指数	2.5	1.3	2.3	1.8
樹冠占有率 (%)	89.6	54.3	96.4*	67.5*
枝数 (本/10a)	29,615	25,140	37,656	27,782
圃場面積当たり葉数 (枚/m ²)	455	275	413	305
樹容積当たり葉数 (枚/m ³)	433	207	230	284
樹容積当たり葉面積 (m ² /m ³)	2.7	2.0	1.2	1.7

* :5%水準で有意

^z :樹齢8～10年生平均値^y :樹齢8～15年生平均値^x :1500kg/10a以上の園の平均値

2. 整枝・せん定方法の違いによる枝葉数と収量

整枝・せん定が、樹冠占有面積、樹冠容積に及ぼす影響についてを第6表に、1樹当たり収量と樹冠占有面積当たり収量に及ぼす影響についてを第7表に示した。

1) 場内実証試験

主枝・亜主枝単位の誘引と結果枝の切り返しせん定を組み合わせさせた区と側枝の小さな単位の誘引と間引きせん定を組み合わせさせた区は、樹冠占有面積1m²当たり収量に樹冠占有率80%を乗じて10a 当たり収量に換算すると1.5 t 以上の高収量が安定して生産された(第7表)。

10a 当たり1.5 t の収量をあげている樹の樹体構成を解析すると、樹冠占有面積1m²当たり枝数が35～52本で、樹冠占有面積1m²当たり袋かけ数が15～23袋となっていた(第8表)。

なお、1998年にせん除葉率が30%になった樹体は、せん除葉率が10%の樹体に比べ、樹勢が低下し新しょうの発生数が少なく新しょうの伸長が抑制された。その結果、1999年の収量は10a 当たり1.5 t を下まわった(データ省略)。

2) 現地実証試験

収穫後早い時期に側枝の小さな単位の誘引と軽い間引きせん定を組み合わせることで高収量が得られ、さらに、出らい・開花が早まり熟期の促進が図られた(第7表)。また、結果枝は短くコンパクト

トになり、果実の品質は糖度が高く、柔らかい果肉の果実が生産された(第9表、第10表)。なお、すべての処理区において、目標の10a 当たり1.5 t 以上の収量を安定して得られた(第7表)。

10 a 当たり1.5 t 以上の高収量を得た樹の樹相(樹体構成)は、樹冠占有面積1m²当たり枝数が34～55本で、樹冠占有面積1m²当たり袋掛け数は15～25袋であった。

材部容積と葉数の推移を1998～2000年の間でみると、主枝・亜主枝単位の誘引と結果枝の切り返しせん定を組み合わせさせた区は、1999年に材部と葉数を最も多くせん除したが、翌年には材部及び葉数とも最も多く増加し、材葉比(葉に対する材積の割合)は増える傾向であった。また、袋かけ数の増加率は最も低かった。材葉比は、主枝・亜主枝単位の誘引と間引きせん定を組み合わせさせた処理区が、最も小さかった(第11、12表)。

第6表 整枝・せん定処理が樹冠占有面積と樹冠容積に及ぼす影響

処 理 (整枝・せん定)	樹冠占有面積			樹冠容積		
	'98	'99 (m ²)	'00	'98	'99 (m ³)	'00
【場内試験】						
綿密誘引・間引き	9.1	13.2	12.6	25.5	35.1	38.1
普通誘引・切返し	6.6	8.3	7.8	17.7	21.4	22.2
普通誘引・間引き	7.8	8.3	9.1	18.9	19.7	24.3
【現地試験】						
綿密誘引・間引き	6.4	7.8	6.4	14.4	19.3	16.4
普通誘引・切返し	5.1	7.8	6.7	10.0	21.5	18.0
普通誘引・間引き	5.5	8.0	6.4	11.6	21.7	16.8
普通誘引・間引き+切返し	5.6	7.3	6.1	11.6	18.9	16.2

* 1999年～2001年の収量の合計

第7表 整枝・せん定処理が収量に及ぼす影響

処 理 (整枝・せん定)	1樹当たり収量				樹冠占有面積当たり収量			
	'99	'00	'01 (kg)	合計*	'99	'00 (kg/m ²)	'01	合計*
【場内試験】								
綿密誘引・間引き	23.7	27.8	26.5	78.0	2.6	2.1	2.1	6.8
普通誘引・切返し	17.5	18.3	20.9	48.8	2.6	2.2	2.7	6.6
普通誘引・間引き	17.0	15.2	16.1	48.3	2.1	1.8	1.8	6.1
【現地試験】								
綿密誘引・間引き	14.6	23.0	23.4	61.0	2.3	2.9	3.7	8.5
普通誘引・切返し	14.0	22.2	21.5	57.7	2.7	2.8	3.2	8.4
普通誘引・間引き	14.8	20.5	22.2	57.5	2.7	2.6	3.5	8.4
普通誘引・間引き+切返し	14.2	22.3	21.2	57.7	2.5	3.1	3.5	8.7

* 1999年～2001年の収量の合計

第8表 整枝・せん定処理が枝の発生密度と袋かけ数に及ぼす影響

処 理 (整枝・せん定)	樹冠占有面積当たり枝数			袋かけ数		
	'99	'00 (本/m ²)	'01	'99	'00 (袋数/m ²)	'01
【場内試験】						
綿密誘引・間引き	52	35	39	20.0	15.3	18.3
普通誘引・切返し	41	40	44	17.0	15.9	23.1
普通誘引・間引き	39	41	38	18.0	13.1	16.3
【現地試験】						
綿密誘引・間引き	42	36	55	17.8	17.3	24.7
普通誘引・切返し	44	34	51	20.0	15.0	21.3
普通誘引・間引き	45	34	52	19.8	14.6	23.2
普通誘引・間引き+切返し	44	35	51	19.3	16.4	23.3

第9表 整枝・せん定処理が結果枝の形質に及ぼす影響

処 理 (整枝・せん定)	枝 長		葉 数		枝 径	
	'99	'00 (cm)	'99	'00 (枚)	'99	'00 (mm)
【場内試験】						
綿密誘引・間引き	16.1	13.7	11.3	14.9	8.3	11.0
普通誘引・切返し	25.8	26.1	15.3	16.6	8.7	11.8
普通誘引・間引き	11.3	6.8	11.0	12.5	7.6	10.5
【現地試験】						
綿密誘引・間引き	8.1	10.7	20.8	15.4	7.6	10.8
普通誘引・切返し	14.4	15.4	19.8	16.2	8.7	12.2
普通誘引・間引き	14.2	14.0	21.4	16.7	8.6	11.2
普通誘引・間引き+切返し	12.2	16.4	20.2	17.5	8.3	11.8

第10表 整枝・せん定処理が果実形質に及ぼす影響

処 理 (整枝・せん定)	1果房当たり平均重量				糖 度		果肉硬度	
	'99	'00	'01	平均*	'99	'00	'99	'00
	(g/果房)				(Brix)		(g/100ml)	
【場内試験】								
綿密誘引・間引き	130	137	120	129	12.7	13.6	416	332
普通誘引・切返し	153	138	120	137	11.7	13.5	385	333
普通誘引・間引き	117	137	115	123	12.3	12.7	241	352
【現地試験】								
綿密誘引・間引き	135	168 [†]	134	146	11.5	12.1	420	332
普通誘引・切返し	135	187 [†]	136	153	10.8	11.8	422	365
普通誘引・間引き	136	178 [†]	134	149	10.8	11.6	410	360
普通誘引・間引き+切返し	130	189 [†]	133	151	10.4	11.1	413	380

* 1999年～2001年の平均

† 1果房着果数が3～4果

第11表 整枝・せん定処理が葉数と材部容積に及ぼす影響

【現地試験】

処 理 (整枝・せん定)	葉 数			材部容積			せん除枝 [†]	
	'98	'00 (枚)	対比	'98	'00 (cm ³)	対比	葉数 (枚)	材部容積 (cm ³)
綿密誘引・間引き	2092	3273	156	22616	36877	164	103	89.6
普通誘引・切返し	1649	3051	185	15873	31400	198	601	495.8
普通誘引・間引き	1755	3004	171	19574	30671	157	40	124.7
普通誘引・間引き+切返し	2050	3137	153					

† 1999年にせん定した枝葉

第12表 整枝・せん定処理が材葉比と袋かけ数に及ぼす影響

【現地試験】

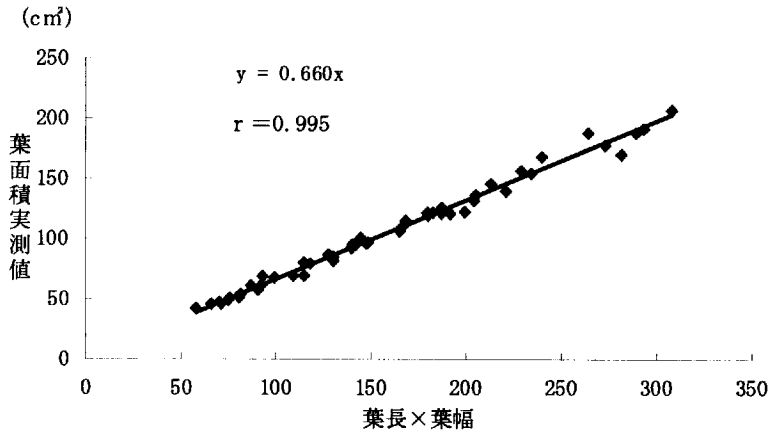
処 理 (整枝・せん定)	材葉比			着房数		
	'98	'00	対比	'98	'00	対比
綿密誘引・間引き	10.8	11.3	104	124	148	120
普通誘引・切返し	9.6	10.3	107	106	117	110
普通誘引・間引き	11.2	10.2	92	109	127	117

3. 葉面積指数と収量との関係

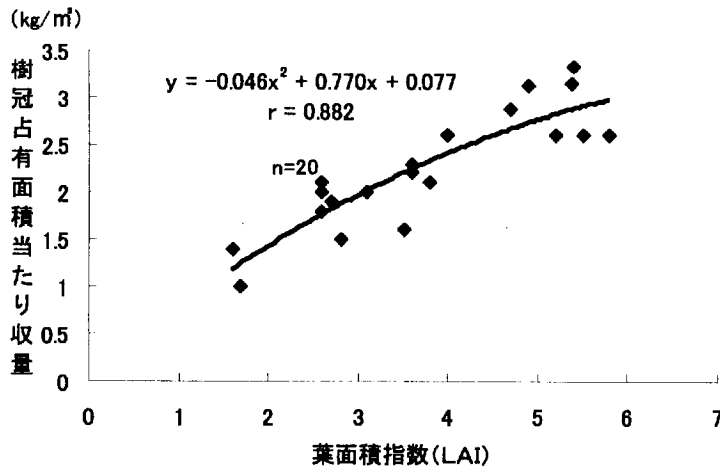
施設ビワ‘長崎早生’の個葉（1葉）の葉面積は、葉長と葉幅の積と葉面積との相関が高く（ $r=0.995$ ）， y （実葉面積） $=0.660x$ （葉長と葉幅の積）の式で精度よく推定できた（第5図）。

樹冠占有面積当たり収量と樹冠占有面積当たりの葉面積、葉数、袋掛け数及び枝数との単相関（直線

回帰）を求めたところ収量と葉面積指数との間には高い相関関係（ $r=0.849$ ）がみられた。さらに、収量と葉面積指数との関係を二次関数による曲線回帰から単相関を求めると相関係数が高くなり（ $r=0.882$ ）， $y = -0.046 \times x^2 + 0.770x + 0.077$ の式（ $y =$ 樹冠占有面積当たり収量， $x =$ 葉面積指数）が求められた（第6図）。



第5図 葉長と葉幅との積と葉面積実測値との関係 (1999年)



第6図 葉面積指数と樹冠占有面積当たり収量との関係(2次曲線回帰) (1998～2000)

4. 結果枝の切り返しが新しょうの形質、着花及び果実形質に及ぼす影響

結果枝の切り返しが新しょうの形質、着花及び果実形質に及ぼした影響を第13～15表に示した。

収穫後、結果枝の切り返しをしない対照区が、着房率が最も高く、収穫期も最も早くなった。また、

切り返しをしないか程度を軽く切り返した区が新しょうの充実もよく、果実は大きかった。5月10日頃に葉数3枚まで切り返すような結果枝の強い切り返しは、着房率が著しく低下し、収穫期が遅れ、果実重が小さくなった。

第13表 切り返し処理後の新しょうの形質

処理区	切り返す前の枝			6月10日			10月20日			
	枝長 (cm)	枝径 (mm)	葉数 (枚)	芽数 (個)	展葉数 (枚)	枝長 (cm)	枝数 (本)	着葉数 (枚)	枝長 (cm)	枝径 (mm)
3 枚	39.1	9.8	25	1.9	3.6	4.6	1.3	10.4	16.0	6.1
6 枚	38.4	9.9	25	2.6	4.1	5.8	1.3	13.9	19.8	7.2
9 枚	29.8	9.5	21	2.3	4.2	4.9	1.4	13.0	16.4	7.1
対 照	27.0	9.0	19	2.1	6.9	9.5	1.7	16.0	20.0	7.8

第14表 切り返し処理後の着房率と収穫時期

処理区	発芽日	着房率 (%)	花房進度*	収穫日
3 枚	5月30日	52	5.3	4月16日
6 枚	5月30日	75	6.6	4月10日
9 枚	5月30日	81	6.5	4月16日
対 照	5月10日	92	7.5	4月 8日

* 12月15日時点の花房進度の平均値

第15表 切り返し処理と果実形質

処理区	1果平均重 (g)	縦 径 (mm)	横 径 (mm)	糖 度 (Brix)	酸含量 (g/100ml)	果肉硬度 (g/cm ²)
3 枚	36.7c ²	48.1	36.9	14.6	0.23	283
6 枚	46.0a	55.3	39.4	13.6	0.21	337
9 枚	41.2b	52.5	37.8	14.0	0.21	328
対 照	45.5a	54.9	39.8	13.4	0.21	382

* 異なる文字間には、5%レベルで有意差あり

5. 結果枝の形質と1果房平均重との関係

1果房重で3区分したときの結果枝の形質および1果房重と結果枝形質との相関関係を第16表に示した。

果こん枝が結果枝の場合、1果房重と結果枝の形質との間の直線回帰による相関係数は小さく、相関はみられなかった。1果房重により3区分した場合、最も1果房重が重い165~202g(階級2Lに相当)の区分では、結果枝の形質は平均値で枝の長さ15.4

cm, 枝径11.4mm, 着葉数24.3枚(内新葉14枚)であった。いずれの項目(形質)とも3区分のなかで、最も高い値を示した。

結果枝の種類別で1果房重と枝の形質とを比べると、中心枝の結果枝は果こん枝の結果枝に比べ枝が長く、枝の基部径が大きく充実しており、1果房重も大きかった(第17表)。

第16表 1果房平均重と結果枝(果こん枝)形質との関係

(n=131)

1果房平均重 (g)	階級	枝の長さ (cm)	枝の基部径 (mm)	旧葉数 (枚)	新葉数 (枚)	全葉数 (枚)
93 ~ 119	M	8.2	10.2	6.1	11.2	17.3
120 ~ 164	L	11.6	10.7	9.7	13.3	23.0
165 ~ 202	2L	15.4	11.4	10.3	14.0	24.3
1果房重との相関 (係数)		0.267**	0.312**	0.294**	0.216*	0.336**

** 1%水準で有意 *5%水準で有意

第17表 結果枝の種類別の1果房平均重及び枝の形質

枝の種類	1果房平均重 (g)	枝の長さ (cm)	枝の基部径 (mm)	着葉数 (枚)
果こん枝	145.5	12.7	10.9	22.3
中心枝	154.2	37.7	12.5	22.8

6. 2段盃状形の栽植間隔と収量との関係

樹冠内の高さ別、方位別の樹冠占有面積当たり収量、枝の発生密度及び袋かけ率を第18～21表について示した。

片側だけ枝先がふれあう程度に樹が隣接すると、隣接する樹は、枝先が交差しない独立樹に比べ、樹冠1段目の果実収量が約40%程度低くなった。

隣接樹がなく日射が遮断されない独立樹は、樹冠内の高さが違ってても方位による収量及び枝の発生

差が小さかった。樹冠占有率を80%として10a 当たり収量を換算すると単位収量が1.5 tを達成する独立樹の樹冠占有面積1㎡当たり枝数は、1樹当全体では31～40本で、樹冠の高さ別では、2段目では2段目の枝葉が占有する面積1㎡当たり22～31本、1段目では1段目の枝葉が占有する面積1㎡当たり22～36本の範囲であった。なお、袋かけ率はどの部位でも50%以下であることが明らかになった。

第18表 樹冠内の方位別樹冠占有面積当たり収量及び枝の発生密度

区 分	収 量				枝 数			
	南東	南西	北西	北東	南東	南西	北西	北東
	(kg/㎡)				(本/㎡)			
隣接樹有り	2.1	1.4	1.1	1.6	50	31	25	29
隣接樹無し	2.0	2.2	2.2	1.9	40	40	31	32

第19表 樹冠内の高さ別・方位別の樹冠占有面積当たり収量及び収量割合

区 分	2段目				1段目			
	南東	南西	北西	北東	南東	南西	北西	北東
	(kg)				(kg)			
【収量】								
隣接樹有り	1.8	1.2	1.0	1.6	1.3	0.9	0.7	0.9
隣接樹無し	1.9	1.5	1.7	1.4	1.3	1.7	1.7	1.4
【収量割合】								
隣接樹有り	13.0	8.1	6.8	11.6	18.5	13.8	12.5	15.7
隣接樹無し	8.2	6.5	6.1	5.0	15.0	22.8	20.3	16.1

第20表 樹冠内の高さ別・方位別の枝の発生密度

区 分	2段目				1段目			
	南東	南西	北西	北東	南東	南西	北西	北東
	(本/㎡)				(本/㎡)			
隣接樹有り	27	21	20	26	36	21	16	18
隣接樹無し	30	28	27	26	28	31	23	22

第21表 樹冠内の高さ別・方位別の袋かけ率

区 分	2段目				1段目			
	南東	南西 (%)	北西	北東	南東	南西 (%)	北西 (%)	北東
隣接樹有り	48	40	37	48	27	24	35	37
隣接樹無し	48	45	50	37	33	42	46	37

7. 針金での締め付けによる不定芽の発生

枝での針金の締め付けによる不定芽の発芽促進効果を第22表に示した。

6月16日に、新しょうの発生がない枝の材部を針金で締め付けたところ、針金締め付け区は、処理枝の52%に不定芽の発生がみられた。対照区の無処理の枝の材部には、不定芽の発生は10%程度と少なかった。なお、針金締め付けにより、枝の表皮にやや

傷がつくが、がんしゅ病等の発生はなかった。

不定芽の発生は、葉の脱落痕から発生しているように観察された。処理枝上で不定芽が発生した位置は、枝の分岐部から16~56cm離れた距離で、誘引角度は-5度~32度、処理位置の枝径11.8~20.4mmの範囲であり、処理位置、誘引角度、枝径によって発芽率に一定の傾向がみられなかった。

第22表 針金締め付けによる不定芽の発生

処 理 区	発芽率 [*] (%)	発芽数 [†] (本)	処理枝の 誘引角度 (度)	処理部 の枝径 (mm)	処理枝の分岐部 からの処理位置 (cm)
針金締め付け	52.4	1.4	13.8	15.8	28.4
無 処 理	9.5	2.0	14.5	14.3	28.4

^{*} 全処理数に対する発芽した処理数

[†] 1処理当たりの発芽数

考 察

ビワの施設栽培で10a 当たり1.5 t 以上の高収量をあげるには、樹勢の適正化、葉数増加、ハウス内容積の有効活用等が重要視されてきた。また、高収量を得るためには、地下部と地上部の双方を適正に管理することが必要である。なお、ビワは常緑果樹でバラ科に属しており、根の形態は細く落葉果樹のナシやモモに似ており、地下部の割合は、ミカンに比べ著しく少ないため、根圏環境の適正管理が特に重要である¹⁶⁾。本報告は、地上部管理についての試験結果であり、地上部の管理技術についてのみ報告する。

1. 多収園の樹体特性の解明

今回、現地で実施したビワ施設栽培の実態調査から、‘長崎早生’は10a 当たり2.0 t に近い収量を上げている園もあった。また、‘茂木’の施設栽培では10a 当たり3.0 t 程度の高収量も可能という報告もある。施設の構造と樹冠容積にもよるが、収量

の最大値は長崎県の平均収量と比べかなり高い水準にあった。

収量と関係が深い樹体構成要因は、1樹当たりの葉面積、葉数で、次いで枝数であった¹¹⁾。葉面積が収量と最も関係が深かったのは、物質生産の点から光合成の場である葉が多いほど収量が増えるということに適合する。同じ常緑果樹のウンシュウミカンについても同様の報告があり、葉面積が多いほど収量があがっている^{19) 20)}。圃場面積当たり葉面積指数(LAI)についてはウンシュウミカンでは10.0で最も収量があがるが、栽培上の作業性や果実の商品性を考慮すると5.0~5.5程度が最適なLAIとしている²⁰⁾。

本試験では、圃場面積当たりLAIが2.5程度の樹が10a 当たり1.5 t 程度の収量があった。ビワは、ウンシュウミカンと比べ葉面積指数が低いことが推察された。

ビワについて枝数が収量との間に高い相関が認められなかったのは、1枝当たりの葉数が少ないこと、

枝の発生密度が過密になり全体の葉に光が効率的に届かず光合成による物質生産が劣ることが収量に影響すると考えられる。

また、樹冠占有面積率（圃場面積に占める樹冠占有面積の割合）が80%以上の園で、10 a 当たり1.5 t 程度の収量があがっており、樹冠をできるだけ早期に拡大し、圃場を有効に活用することが必要である。小野らは、ウンシュウミカンでは樹冠占有面積率が80%になれば、樹間の競合により管理しただけでは収量の低下を招く場合があると報告しているが¹⁸⁾、施設栽培ビワで樹冠占有面積率が80%以上で高収量の園が多いのは、枝の誘引で樹間の競合をうまく避けているためと考える。葉の受光体勢の改善もねらって、枝の誘引を徹底することが施設栽培ビワの増収に重要と考える。

樹冠容積については収量との間に相関がみられなかった。施設内の空間を有効利用する点から、樹冠容積は収量をあげるために大きい方がよいと思われるが、整枝・せん定が不適正な樹は、樹冠内部の受光態勢が悪く、着果する枝が樹冠の外周部分だけとなり、樹冠内部の着果が少なくなる。樹冠容積が大きくなった樹は、枝の配置を考慮し、樹冠内部の受光態勢を良好にして新しょうの発生を促し、効率的に収量があがる樹に仕立てる必要がある。

2. 整枝・せん定方法の違いによる枝葉数と収量

場内及び現地で、整枝・せん定法を組み合わせた実証試験を行ったが、主枝・亜主枝単位の誘引及び側枝の小さな単位の誘引、間引きせん定または結果枝の切り返しのいずれの組み合わせでも、10a 当たり1.5 t 以上の収量を得ることができた。3ヶ年の試験ではあるが、充実した結果枝が発生し、樹冠占有面積当たりの葉数及び枝数が一定の範囲にあれば、整枝・せん定の方法が異なっても高収量を得られることを示唆している。

本実証試験と1996～1997年に実施した現地調査の結果では、10 a 当たり1.5 t 以上の収量をあげていた樹は、樹冠占有面積1㎡当たりの葉数が309～514

枚、新しょう数が約35～55本、袋掛け数が15～25枚（着房率43～52%）の範囲の樹体構成であった。今回の試験結果では、多収生産樹の樹体構成要因の適正範囲が広がったが、現地でのおおよその目安として使えると考える。さらに、樹形や樹冠容積が揃った圃場の調査・解析を行えば、樹体構成の精度の高い数値目標が明らかになると思われる。

これまでのビワ栽培では、多収生産園の樹体構成は、樹冠占有面積1㎡当たりの枝数は25本程度、袋かけ率は70%が好ましいとされていた⁴⁾。しかし、本試験の検証では、連年多収生産を行うためには、従来よりも枝の発生密度を1.5～2.0倍程度に高め、袋かけ率を40～50%程度に少なくしたほうがよいと考える。

なお、従来より枝数を増やす場合は、地力を高める管理を行い、結果枝の伸長が著しく抑制されたり、葉数が少なくなり、枝径が細くならないように結果枝の充実を図る必要がある。

なお、ビワの整枝・せん定では、樹冠の内側まで光が到達するように、枝の誘引と枝の短縮ならびに重なった枝を除去するための軽い間引きせん定、そして、適正な芽かきが重要と思われる。

側枝の小さな単位での誘引を行うと、枝の伸長が押さえられ、着花は安定し、出らいが早くなる傾向にあり、さらに、果実品質も向上する。側枝の小さな単位の誘引によって果実品質が向上したのは、結果枝の受光態勢が改善されたことも要因の一つと考える。このことは、モモ、カキ、ビワ等の棚栽培により結果枝の受光態勢が改善された結果、樹体栄養が高まり、花芽の着生率や果実の品質が向上したという報告に一致する^{2) 9) 14) 16)}。

なお、収穫後の早い時期の誘引や枝先端を分岐部より低くする誘引は、枝の伸長が著しく抑制されるので留意する必要がある。したがって、新しょうの形質を揃えるためには、2～3回に分けて誘引し枝の伸長を調節する必要がある。

濱口は、露地栽培ビワで着果位置別の果実品質を調査し、樹冠外周部の果実の糖度が高く、日射量の多い方が果実糖度が高くなると報告している³⁾。

今後、ビワの物質生産の効率的な向上により収量

の増大と高品質化を図るため、日射量と果実への糖の転流との関係を明らかにすることが必要と思われた。

今回実施した現地実証試験では、材葉比（葉に対する材積の割合）を求め、せん定の程度（方法）と収量との関係を調査した。果樹では、多収生産のためのせん定の目的のひとつとして、非同化器官である材部（幹、枝）を減らすことが物質生産上重要である。特に、ビワは他の果樹に比べ、材部の割合が高くなりやすく、樹齢が増すにつれその傾向は顕著になり、材部の維持のために同化養分を大きく浪費している^{19) 17)}と考える。

結果枝の切り返しせん定を主体にした強いせん定は、せん定により材積、葉数が最も減少した。ところが、栄養成長が旺盛になり、せん定後に発生した新しょうは徒長的な枝が多く、せん定後の材積、葉数も最も増えており、3年間の推移をみると最も材葉比が増える傾向にあった。一方、極力せん定を行わないで、側枝の小さな単位の誘引を行う整枝せん定で、材葉比がやや増える傾向にあった。やはり、せん除葉数が少なく一定量の材部の間引きせん定を行った区では、材葉比が減少しており、物質生産上好ましい結果であった。次ぎに、3年間の収量の推移をみると、極力せん定を行わないで、側枝の小さな単位の誘引を行った区が最も増収しており、結果枝の切り返しを主体とした区では、増収の幅が最も小さかった。これらのことから、程度の強いせん定を繰り返すと、材葉比を高め果実生産が減少していくと考えられる。

また、データを省略したが、場内試験において、間引きせん定を行いせん除葉率が30%近くになった樹体は、せん定後の新しょうの発生数は少なく、短い枝が多くなり、材葉比が高くなった。その結果、翌年の収量は減少した。施設栽培ビワではせん除葉率が30%になると、樹勢が著しく低下するので、1回のせん定量に注意しなければならない。

3. 葉面積指数と収量との関係

樹体構成の器官の中で、最も収量との関係が深い

のは光合成の場である葉で、樹冠占有面積当たり葉面積指数（L A I）と収量との関係が深いことが実態調査の中で明らかになった。さらに、実証試験の調査結果を加えて、収量との関係を解析した結果、2次曲線回帰で直線回帰よりも高い相関が認められた。求められた $y = -0.0464X^2 + 0.7703X + 0.076$ の関係式にあてはめると、10a 当たり1.5 t 以上の収量をあげるためには、樹冠占有面積1㎡当たり L A I は2.9以上となった。なお、葉数に換算すると、葉長22cm、葉幅7cm の平均的な葉で樹冠占有面積1㎡当たり285枚以上になる。また、関係（回帰）式における収量の最大値は10a 当たり2.6 t で L A I が8.3となるが、それより L A I が増えると収量は減少する。実際の最大 L A I は明らかでないが、理論上は、L A I 8.3までは数値が大きくなるほど収量が増えることになる。

平野らはウンシュウミカンにおいて収量が最大となる L A I 値は10内外で、光合成による物質生産の純生産量（＝全生産量－全呼吸量）が最大となる最適 L A I は7.0～7.5と報告している⁶⁾。また、落葉果樹では、クリが0.65で最低であり、リンゴが6.31で最高であると報告されている⁶⁾。

一方、栽培上では、商品性のある果実を連年多収生産するための葉面積指数を最適 L A I と考え重要視している。商品性のある果実の連年多収のためには、ウンシュウミカンの L A I は5.0～5.5が適正であるという報告がある^{18) 20)}。落葉果樹では、リンゴは4.0、ブドウは3.0、ニホンナシは3.0～4.0という報告がある^{1) 6) 21) 22)}。

ビワにおいても、商品性のある果実を連年多収するための最適 L A I が、多収技術の重要な樹体構成の目標数値になると思われる。

葉面積指数を求めるには葉面積の予測方法の開発が必要になり、葉面積の簡易な予測法を、本実験で明らかにした。ビワ‘長崎早生’の葉面積を求める方法は、個葉の葉長と葉幅の積により個葉面積を求める関係式【 y （葉面積）＝0.6599 x （葉幅×葉長）】を作成した。この方法を用いて代表葉を数10枚測定して個葉の葉面積の平均値を求め、ある一定の樹冠占有面積当たりの葉数を測定すれば樹冠占有

面積当たり LAI が求められるので、現地でも測定が可能で実用的である。さらに、測定が容易なプラントキャノピーアナライザーを活用する方法も考えられるが、ビワの場合、葉の群落構造が複雑で適用は難しく、今後、画像処理による解析等を併せて検討する必要がある。

4. 結果枝の切り返しが新しょうの形質、着花及び果実形質に及ぼす影響

結果枝を切り返す方法は、樹冠をコンパクトに維持し、栽植本数を維持しながら高収量を得るための方法として取り組まれている。しかし、結果枝の切り返し程度が強いと、切り返し後に発生する新しょうの充実が悪く着果する果実は小さくなった。また、着房率が低くなり、収穫時期は遅れ生産が不安定になった。

ビワの結果習性は、新しょうの先端に着生する頂生花芽で、枝の伸長が停止してから花芽が着生する。また、花芽分化期は6~8月と推定されており、結果枝の切り返しによって着房率が低下したのは、結果枝の切り返しにより新しょうの発芽及び伸長停止期が遅れることが花芽分化を抑制したと考える。河野の報告では、早い時期（4月10日）の結果枝の切り返し処理は着房率が低下せず、処理時期が遅くなるほど着房率が減少すると述べており、本試験と同様の結果を示している^{7) 13)}。河野の結果枝の切り返し程度についての報告も、葉を6枚程度残す方が好ましいという本試験の結果と一致している⁹⁾。

また、樹体の反応をみると、結果枝を切り返すような強せん定は、節間が長く徒長的な新しょうが多く発生することから、樹体は栄養成長が盛んになり花芽分化を抑制していると考えられる。

なお、葉を3枚残して結果枝を切り返す方法は、新しょうの形質が他の処理区より劣り、着果する果実が著しく小さくなった。このことは旧葉を極端に減らしたため、十分な同化養分が新しょうの成長に供給されないことが要因と考える。

以上のようなことから、結果枝の切り返しは、ビワ施設栽培での連年多収生産のためのせん定方法と

しては好ましくないと考える。必要に迫られて結果枝の切り返しを行う場合は、処理時期を4月中旬までとし、処理の程度は、葉を6枚以上残す程度が好ましいと考える。

5. 結果枝の形質と1果房平均重との関係

施設栽培で利用する結果枝は、枝の分類上の果こん枝が多い。大玉果生産のために適した結果枝の形質を明らかにする目的で、1果房重と着果する果こん枝（結果枝）の形質との関係を調査したが、水尻らが報告しているように1果房重と結果枝の形質との相関は高くなかった¹⁹⁾。

果実肥大には結果枝の形質ばかりでなく、結果枝が着生した位置の日射量の多少ならびに果実内の種子の多少など他の要因も影響していると考えられる。

果実重40~55 gまでのL級果実が着果する結果枝の形質としては、本試験で供試した平均的な枝で、枝の長さ12cm、枝の基部径11.0mm、新葉13枚、全葉数23枚（11月時点）程度でよいと思われる。また、大果の果実は果肉硬度が硬いという報告もあり¹⁹⁾、2L生産を目的とする大果生産は、食味を悪くすると考える。よって、強い芽かきを行い極端に葉数が多く太くて長い枝を育成する必要はないと考える。強い芽かきは樹全体の枝数や葉数を少なくし、収量の低下を招くことになる。したがって、中庸な枝を適正な量だけ着生させ、光環境の改善等を図り果実肥大を促す管理が重要である。

6. 2段盃状形の栽植間隔と収量との関係

2段盃状形において隣接する樹がない独立樹では、方位・高さの違いによって収量に大きな差はみられず、方位の違いによる日射量の多少は、枝の発生量、収量及び1果房重に影響が小さいことが明らかになった。一方、枝先が触れあう程度と同じ高さの隣接樹がある樹は、隣接樹によって日射が遮断される方位の収量が著しく減少し、隣接樹がない独立樹に比べ、1段目の収量が約40%程度減少した。

枝先が交差するような隣接樹がある密植状態では、1段目の光環境が著しく悪く、発生する枝数が減少

し、収量が低下する傾向にあるので、縮間伐を適正に行い、独立樹にする必要がある。なお、樹高が高い場合は、その影響がさらに強いので注意する。

今後、多収生産のための新樹形の開発や整枝法の改善の資料とするため、日射量と果実肥大等との関係について明らかにしなければならないと考える。

7. 針金での締め付けによる不定芽の発芽

ビワは、枝の先端部から新しょうが発生する習性があり、樹冠の外側には新しょうが多いが、樹冠内側は新しょうが発生しにくく材部ばかりとなる。そこで、樹体の果実生産力をあげるために、新しょうの発生が少ない材部に不定芽の発生を促す技術を検討した。

果樹は一般にせん定を行うとせん定した枝の材部に不定芽が発生しやすく、ビワでも顕著である。そこで、せん定と同等の効果を期待し、発芽がしやすい6月に、直径0.5mm 幅程度の針金を用いて、材部の枝を表皮がめり込む程度に締め付けたところ、処理枝の50%以上に不定芽の発芽がみられた。

植物のホルモンの働きは、増田らが報告するように、まず、せん定や枝の締め付けから何らかの環境の変化が生じ、組織の齢に関与するジベレリンの濃度が高くなり切り口部周辺の組織が若返ると考える。そして、せん定や枝の締め付けにより頂芽優勢性が消失し、頂芽で作られたオーキシンの下部器官への移行が遮断され、切り口部周辺には細胞の分裂や発芽に関与するサイトカイニンの濃度が高くなり、不定芽が発芽してくるものと推察する¹⁰⁾。不定芽の発生に関与する物質や作用機構を今後明らかにしなければならない。

また、観察によると不定芽は葉の脱落痕からよく発生しており、葉えきに芽の原基が存在していたものと思われる。また、葉の脱落痕から発生しないものは、日やけ等により、葉の原基が消滅していると考えられる。

なお、不定芽は発生後に退化する芽が一部にみられ、芽の生長を助ける植物ホルモン剤の散布等も検討する必要がある。

本試験では一定の成果を得たが、高い効果を示す処理時期や処理位置等の検証が必要であり、効率的な不定芽の発芽促進技術を確立するため、本試験は継続する。

以上、本報告では、2段盃状形のビワ施設栽培における多収園の樹体構成を明らかにし、樹冠占有面積当たり葉面積指数をはじめ収量構成要因についての基準化を検討し、樹体管理法として、整枝・せん定法や針金を用いた不定芽発芽促進法についていくつかの知見を得た。今後、さらに検証を行い多収技術を体系化する必要がある。

謝 辞

本試験を行うにあたり、終始ご教示と論文の校閲を賜った長崎県果樹試験場今村次長に深甚なる感謝の意を表す。また、本試験にご協力頂いた現地での協力者の方々に感謝の意を表す。

摘 要

施設ビワの多収生産技術の基準化を目的として、現地で10 a 当たり1.5 t 以上の収量をあげる多収園の樹体特性を検討し、収量と関係が深い枝しょう管理技術について検証を行った。

1. 現地の多収園の主な樹体特性は、枝の誘引が綿密に行われ、10 a 当たり葉面積が約2500m² (L A I 2.5) 以上と多く、樹冠占有率が80%以上に保たれていた。
2. 施設ビワの連年多収生産のためには、側枝の小さな単位の誘引とできるだけ葉数を減らさないで材部を減らす間引きせん定で樹体管理するほうが好ましい。
3. 施設栽培のビワ‘長崎早生’の2段盃状形において、10 a 当たり収量1.5 t 程度を生産する樹の樹体構成は、葉面積指数が2.9以上で、樹冠占有面積1m²当たり枝数が約43本、そして袋掛け数が約19袋であった。
4. 結果枝の切り返し程度が強いと、着房(花)が不安定になり収穫時期が遅れ、果実は小さくなる。

樹冠をコンパクトに維持するためにやむを得ず結果枝の切り返しを行う場合は、葉を6枚以上残す方がよい。

5. 中心枝に着果する果実は、果こん枝に着果する果実に比べ大きい。果こん枝（結果枝）形質と1果房当たり果実重との相関は低かった。
6. 片側だけ枝先が触れあう程度の位置に隣接樹がある栽植間隔の2段盃状形の樹では、日射が遮断される方位の収量が著しく減少し、1段目の主枝群の収量が独立樹に比べ40%ほど減少した。
7. 新しょうの発生がない材部を、6月に針金を用い、表皮に軽くくい込む程度に枝の締め付けを行うと、不定芽の発生が促された。

引用文献

- 1) 小豆沢齊・伊藤武義. 1983. 二十世紀ナシの乾物生産と養分吸収. 島根農試研報. 18 : 31-47.
- 2) 千々石浩幸・林公彦・牛島孝策. 1997. カキの平棚仕立て栽培に関する研究. 園学雑. 66別2 : 200-201
- 3) 濱口壽幸・岸野功. 1986. ビワの着果部位, 結果枝の形状と果実の形質. 九農研. 48 : 267.
- 4) 濱口壽幸・松浦正. 1998. ビワ果実の肥大成熟. 長果試研報. 5:11-34
- 5) 林公彦・牛島孝策・千々石浩幸・姫野周二・吉永文浩・鶴丈和. 1995. ニホンナシ‘幸水’の生育樹相が収量及び果実品質に及ぼす影響. 福岡農総試研報. 14 : 137-141.
- 6) 平野 暁・菊池卓郎. 1989. 果樹の物質生産と収量—増収技術の基礎理論—. p 15-146. 農文協. 東京.
- 7) 河野明広・木崎賢哉・藤崎満. 1991. 結果枝の切り返し試験. 鹿児島果試業務報告. p 204-205.
- 8) 河野明広・大倉野寿・徳留秀昭. 1992. 結果枝の切り返し試験. 鹿児島果試業務報告. p 163-164
- 9) 河野明広・大倉野寿・岩田浩二・藤崎満・徳留秀昭. 1995. 棚仕立てしたビワの生育, 収量, 及び果実品質. 園学雑. 64別2 : 128-129.
- 10) 増田芳雄. 1977. 植物生理学. p 16~31. 培風館. 東京都.
- 11) 松浦正. 高見寿隆. 今村俊清. 1999. 施設ビワの収量構成要因の解明. 九農研. 61 : 244
- 12) 水田泰徳・浜一・谷口保. 1986. ビワ整枝法に関する研究 第2報. 兵庫淡路農技セ研報. 1 : 5-11.
- 13) 水田泰徳・上谷安正. 1997. 低温処理時期と収穫時期がビワの出らい, 開花及び成熟期に及ぼす影響. 園学雑. 66別2 : 194-195.
- 14) 水田泰徳・齊藤隆雄. 2000. ビワ2段一文字整枝若木の樹冠構造. 園学雑. 69別1 : 208
- 15) 村松久雄. 新しいビワ栽培. 1986. p 66-71. 農文協. 東京.
- 16) 小野祐幸・大東宏. 1982. 温州ミカンの光合成作用および生産構造に関する研究 (4) 樹冠内光合成作用の部位別相違と果実の発達. 四国農試. 40 : 59-77
- 17) 小野祐幸. 1983. 温州ミカンの光合成作用および生産構造に関する研究 (6) 解体調査からみた開心自然形仕立ての幼木と若木の生産構造. 四国農試. 41 : 84-100
- 18) 小野祐幸・岩垣功・高原利雄. 1987. 柑橘園の収量構成要因に関する研究. 果樹試報D (口之津). 9 : 51-62
- 19) 水流洋・藤崎満. 1977. ビワの結果枝の大小と果実の品質について. 園学要旨. 昭52秋 : 142-143
- 20) 橘温. 1990. 異なった栽植密度におけるワセウシユウの果実生産力, 葉面積指数及び樹冠占有面積率と収量との関係. 園学雑. 58 : 871-875.
- 21) 高橋国昭. 1985. ブドウ‘デラウェア’の最適葉面積指数について. 園学雑. 54 : 293-300.
- 22) 高橋国昭. 1998. 物質生産理論による落葉樹の高生産技術. p 21-27. 農文協. 東京
- 23) 寺井理治・一瀬至. 1981. ビワ大果生産のためのせん定・摘らいについて. 九農研. 43 : 255.

Elucidation of High-yielding Factors and High-yielding Production Technologies of *Eriobotrya japonica* Cultivated under Protected Pomiculture

Toshitaka TAKAMI, Toshikiyo IMAMURA, Tadashi MATUURA, Jirou YAMASHITA and Toshiyuki HAMAGUCHI

Section of Evergreen Fruit Tree, Nagasaki Fruit Tree Experiment Station, 1370 Onibashi-cho, Omura, Nagasaki, 856-0021

Summary

To standardize the high-yielding production technologies of *Eriobotrya japonica* (loquat) cultivated under protected pomiculture, shoot management technologies, which are closely related to yield, were studied based on field surveys conducted for identifying the characteristics of trees in farms that bear high-yield production of 1.5 t or more per 10 a.

1. In high-yield farms which produce fruits of 1.5 t or more per 10 a, branch induction is carefully applied to the trees, by which the leaf area per 10 a becomes as great as about 2,500 m² (2.5 of LAI (leaf area index)) and the crown occupancy ratio is constantly kept at 80% or more.
2. To make *Eriobotrya japonica* cultivated under protected pomiculture produce high yields for consecutive years, tree management should be conducted by inducing lateral branches by small units and applying thinning-out pruning which reduces the wood sections while losing as few leaves as possible.
3. Regarding the *Eriobotrya japonica* called 'Nagasaki Wasei' cultivated under protected pomiculture, which is planted in a two-stage crateriform and produces a yield of around 1.5 t per 10 a, the LAI was 2.9 or higher on average; the number of branches per square meter of crown occupancy area was around 43; and the number of bagging was around 19.
4. When fruit-bearing shoots are cut back strongly, the bunch (flower) setting becomes unstable, resulting in delayed harvesting time and small-sized fruits. If fruit-bearing shoots must be cut back to keep the crown compact, it is recommended to leave at least 6 leaves on each shoot.
5. Fruits that set on the central branch are larger than those set on fruit scar branches. The correlation between the character of fruit scar branches and the weight of fruit per bunch was low.
6. In the case of trees planted in the two-stage crateriform at intervals by which branch tips only on one side overlap each other, the yield markedly decreased in the direction where the sunlight is intercepted, and the yield of the primary scaffold branch group on the first stage decreased by about 40% in comparison with trees planted one by one.
7. In June, compaction using wire was applied to the wood sections where no young shoots were coming out, which stimulated the emergence of adventitious buds.